



ONDERZOEKSRaad
VOOR VEILIGHEID

MH17

MH17 Crash



Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1
Inleiding

Deel A:
2 Feitelijke
informatie

Deel A:
3 Analyse

Deel B:
Inleiding op
deel B

Deel B:
4 Besluitvorming

Deel B:
5 De situatie

Deel B:
6 Vlucht MH17

Deel B:
7 Overvliegen
van Oekraïne

Deel B:
8 Het land van
vertrek

Deel B:
9 Risico-
beoordeling

10
Conclusies

11
Aanbevelingen

12
Afkortingen en
begrippen

13
Bijlagenlijst

Crash van Malaysia Airlines vlucht MH17

Hrabove, Oekraïne, 17 juli 2014

Den Haag, oktober 2015

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.

Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad www.onderzoeksraad.nl

Bron coverfoto: DCA Malaysia



De Onderzoeksraad voor Veiligheid

In Nederland wordt ernaar gestreefd het gevaar van ongevallen en incidenten zoveel mogelijk te beperken. Wanneer het toch (bijna) misgaat, kan herhaling voorkomen worden door, los van de schuldvraag, goed onderzoek te doen naar de oorzaak. Het is dan van belang dat het onderzoek onafhankelijk van de betrokken partijen plaatsvindt. De Onderzoeksraad voor Veiligheid kiest daarom zelf zijn onderzoeken en houdt daarbij rekening met de afhankelijkheidspositie van burgers ten opzichte van overheden en bedrijven. De Onderzoeksraad is in een aantal gevallen verplicht onderzoek te doen.

Onderzoeksraad
Voorzitter: mr. T.H.J. Joustra
prof. mr. dr. E.R. Muller
prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt

Buitengewone raadsleden: drs. B.J.A.M. Welten
mr. A.P.J.M. Rutten

Algemeen secretaris: mr. M. Visser

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50 Postadres: Postbus 95404
2593 HT Den Haag 2509 CK Den Haag

Telefoon: +31 (0)70 333 7000 Telefax: +31 (0)70 333 7077

Internet: www.onderzoeksraad.nl

N.B. Dit rapport is zowel in het Engels als in het Nederlands verschenen. Indien er verschil bestaat in de interpretatie van het Nederlandse en Engelse rapport, is het Engelse rapport leidend.

INHOUD

Voorwoord

Samenvatting

1

Inleiding

Deel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

Voorwoord 7

Samenvatting 9

1 Inleiding 15

1.1 Het onderzoek..... 15

1.2 Doel en reikwijdte van het onderzoek 16

1.3 Onderzoeksmethoden en betrokken partijen..... 17

1.4 Berging van wrakstukken 17

1.5 Rapport van eerste bevindingen..... 18

1.6 Andere onderzoeken..... 20

1.7 Leeswijzer 20

DEEL A: OORZAKEN VAN DE CRASH..... 22

2 Feitelijke informatie..... 24

2.1 Vluchtverloop 24

2.2 Persoonlijk letsel..... 28

2.3 Schade aan het luchtvaartuig..... 29

2.4 Overige schade 29

2.5 Informatie over de bemanning..... 29

2.6 Informatie over het vliegtuig 31

2.7 Meteorologische gegevens..... 33

2.8 Navigatiehulpmiddelen 37

2.9 Informatie van de luchtvaartnavigatiedienst en overige gegevens 37

2.10 Informatie over de luchthaven..... 47

2.11 Vluchtreorders, satelliet- en andere gegevens..... 47

2.12 Informatie over wrakstukken en inslag 56

2.13 Medische en pathologische informatie 88

2.14 Brand..... 92

2.15 Overlevingsaspecten..... 92

2.16 Tests en onderzoek 93

2.17 Organisatie- en managementinformatie 101

2.18 Aanvullende informatie 101

2.19 Nuttige of effectieve onderzoekstechnieken 106

3 Analyse 110

3.1 Inleiding..... 110

3.2 Algemeen..... 110

3.3 De vlucht voorafgaand aan het in de lucht uiteenvallen 113

3.4 Het moment van uiteenvallen in de lucht..... 117

3.5	Mogelijke schadebronnen	124
3.6	Wapensystemen	135
3.7	Oorzaak van de schade	145
3.8	Simulaties om de oorzaak van de schade vast te stellen	146
3.9	Schade door drukgolven	156
3.10	Samenvatting van de simulatieresultaten over de oorzaken van de crash	159
3.11	Het tijdens de vlucht uiteenvallen van het vliegtuig en de gevolgen daarvan ...	159
3.12	Zuurstofsysteem passagiers	174
3.13	Berging en identificatie van slachtoffers vlucht MH17	176
3.14	Overlevingsaspecten	176
3.15	Vastlegging gegevens surveillanceradar	177

DEEL B: VLIEGEN OVER CONFLICTGEBIEDEN 179

Inleiding op deel B 180

4 Besluitvorming over vliegroutes - Het systeem 182

4.1	Inleiding	182
4.2	Verantwoordelijkheden van staten en luchtvaartmaatschappijen	182
4.3	Referentiekader	187

5 De situatie in het oostelijk deel van Oekraïne en signalen voor de burgerluchtvaart..... 189

5.1	Inleiding	189
5.2	Aeronautische informatie	189
5.3	Beschietingen van militaire luchtvaartuigen	193
5.4	Openbare duidingen van het conflict door politici en diplomaten	198
5.5	Berichten in media over mogelijke aanwezige wapencapaciteit	199
5.6	Niet-openbare bronnen	200
5.7	Deelconclusies	202

6 Vlucht MH17 op 17 juli 2014 - beheer van het luchtruim door Oekraïne..... 203

6.1	Organisatie van het beheer van het Oekraïense luchtruim	203
6.2	De beperking van het gebruik van het luchtruim onder FL260	206
6.3	De beperking van het gebruik van het luchtruim onder FL320	208
6.4	Gevolgen van de luchtruimbeperkingen	209
6.5	Luchtruimbeheer in andere conflictgebieden	212
6.6	Analyse: het luchtruimbeheer door Oekraïne	218
6.7	Deelconclusies	222

7 Overvliegen van Oekraïne: wat deden Malaysia Airlines en anderen?..... 224

7.1	Inleiding	224
7.2	Vlucht MH17	224
7.3	Code sharing met KLM	226
7.4	Vluchtvoorbereiding bij Malaysia Airlines	227
7.5	De risicobeoordeling door Malaysia Airlines voorafgaand aan vlucht MH17	230

7.6	Wat deden andere staten en ICAO?	233
7.7	Wat deden andere maatschappijen?	237
7.8	Analyse: wat deed Malaysia Airlines en wat deden anderen?	240
7.9	Deelconclusies.....	243

8 Het land van vertrek van vlucht MH17 - de rol van Nederland..... 245

8.1	Inleiding.....	245
8.2	Formele verantwoordelijkheden voor vlucht MH17	246
8.3	Mogelijkheden Nederlandse staat ten aanzien van vliegroutes	247
8.4	Welke informatie had de Nederlandse staat en wat is daarmee gedaan?	251
8.5	Analyse	257
8.6	Deelconclusies.....	258

9 Risicobeoordeling van conflictgebieden259

9.1	Inleiding.....	259
9.2	MH17: geen integrale risicobeoordeling.....	259
9.3	Luchtvaart in relatie tot conflictgebieden: patronen van risicobeoordeling	260
9.4	Deelconclusies.....	267

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN268

10 Conclusies269

10.1	Hoofdconclusies	269
10.2	Ondersteunende conclusies (oorzaken van de crash).....	271
10.3	Uitsluiting van andere oorzaken van de crash.....	274
10.4	Overige bevindingen die betrekking hebben op de ramp.....	275
10.5	Ondersteunende conclusies (vliegroute MH17)	276
10.6	Ondersteunende conclusies (vliegen over conflictgebieden).....	279

11 Aanbevelingen281

Niveau 1:	Luchtruimbeheer in conflictgebieden.....	281
Niveau 2:	Risicobeoordeling.....	283
Niveau 3:	Verantwoording door luchtvaartmaatschappijen	284

12 Afkortingen en begrippen 285

Afkortingen	285
Begrippen	289
Schrijfwijzen	294

13 Bijlagenlijst.....296

VOORWOORD

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding

Deel A: 2 Feitelijke informatie

Deel A: 3 Analyse

Deel B: Inleiding op deel B

Deel B: 4 Besluitvorming

Deel B: 5 De situatie

Deel B: 6 Vlucht MH17

Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne

Deel B: 8 Het land van vertrek

Deel B: 9 Risico- beoordeling

10 Conclusies

11 Aanbevelingen

12 Afkortingen en begrippen

13 Bijlagenlijst

Op 17 juli 2014 verloren 298 mensen het leven toen het vliegtuig van Malaysia Airlines waarin zij zaten neerstortte nabij Hrabove, een plaats in het oosten van Oekraïne. De ramp met vlucht MH17 veroorzaakte intens verdriet bij de nabestaanden van de inzittenden. Ook was wereldwijd de ontsteltenis groot, zeker toen bleek dat het vliegtuig vermoedelijk uit de lucht was geschoten. De vragen die leefden waren indringend: Is het vliegtuig daadwerkelijk uit de lucht geschoten? En, zo ja, waarom vloog het vliegtuig boven een gebied waar een gewapend conflict gaande was?

Vier dagen na de ramp nam de Veiligheidsraad van de Verenigde Naties unaniem resolutie 2166 aan, waarin de Veiligheidsraad zijn steun uitspreekt voor een onafhankelijk internationaal luchtvaartonderzoek naar de ramp. De Nederlandse Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft onderzocht wat de oorzaken zijn van de ramp met vlucht MH17 en waarom het toestel boven het oostelijk deel van Oekraïne vloog. Dit rapport bevat de resultaten van dat onderzoek. De Raad realiseert zich dat daarmee een belangrijke vraag - de vraag wie schuldig is aan deze ramp - nog niet is beantwoord. Het is aan het strafrechtelijk onderzoek om daar antwoord op te geven.

Internationale samenwerking

Dit onderzoek naar de crash van vlucht MH17 is uitgevoerd in overeenstemming met de internationale voorschriften voor onafhankelijk ongevalsonderzoek, die vastliggen in Annex 13 van het Verdrag inzake de Internationale Burgerluchtvaart. Hoewel al vrij snel duidelijk was dat de crash van vlucht MH17 vermoedelijk geen 'gewoon' luchtvaartongeval betrof, bleek dit kader ook voor dit onderzoek van grote waarde te zijn. Het vormde de basis voor een constructieve samenwerking tussen de bij het onderzoek betrokken staten: Nederland, Oekraïne, Maleisië, de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk, Australië en de Russische Federatie. De vertegenwoordigers van deze staten, die deel uitmaakten van het internationale onderzoeksteam, hebben de beschikking gehad over de onderzoeksinformatie en hebben deze kunnen bestuderen en verifiëren.

Dit rapport bevat de feiten, analyse, conclusies en aanbevelingen van het onderzoek. De Onderzoeksraad wil graag twee thema's onder de aandacht brengen, die het onderzochte voorval overstijgen, maar die naar het oordeel van de Raad kunnen bijdragen aan het vergroten van de veiligheid in de internationale burgerluchtvaart.

Een blinde vlek in de risicoanalyse

De ramp met vlucht MH17 maakt duidelijk dat de luchtvaartsector in zijn risicoanalyses meer rekening moet houden met de veranderende wereld waarbinnen deze opereert. In die wereld doen zich gewapende conflicten voor tussen regeringen enerzijds en één of meer niet-statelijke groeperingen anderzijds. Dergelijke conflicten zijn doorgaans onoverzichtelijker en minder voorspelbaar dan 'traditionele' oorlogen tussen staten. Het bestaan en de verspreiding van geavanceerde wapensystemen maakt dat de partijen die betrokken zijn bij deze conflicten over dergelijke wapensystemen kunnen beschikken en

daarmee doelwitten op grote afstand en hoogte kunnen raken. De luchtvaartsector moet dringend maatregelen nemen om de risico's die zijn verbonden aan het overvliegen van conflictgebieden beter te identificeren, te beoordelen en te beheersen.

Hoewel vliegen een relatief veilige vorm van transport is, zijn er wel risico's aan verbonden. De burgerluchtvaartsector zal dus altijd afwegingen moeten maken over veiligheid en de prijs die men bereid is daarvoor te betalen. Die afwegingen moeten zo zorgvuldig mogelijk worden gemaakt. Daarom is het van belang dat de sector innoveert bij het inschatten en beoordelen van statistisch onwaarschijnlijke scenario's met een grote impact. Risicoanalyses zouden zich niet alleen moeten richten op fenomenen die de burgerluchtvaart in het verleden hebben bedreigd, maar ook aandacht moeten besteden aan nieuwe en dus onbekende bedreigingen in een veranderende wereld. De uitdaging is om het voorstellingsvermogen van de betrokken partijen zo te prikkelen dat ook onwaarschijnlijke scenario's op het netvlies komen te staan en voldoende aandacht krijgen.

Geen sluitend stelsel van verantwoordelijkheden

Het stelsel van verantwoordelijkheden voor de veiligheid van de burgerluchtvaart is niet sluitend. Staten hebben in dat stelsel soevereiniteit over hun luchtruim en zijn er verantwoordelijk voor dat passagiersvliegtuigen veilig door dat luchtruim kunnen vliegen. De ramp met vlucht MH17 toont echter aan dat een opengesteld luchtruim niet per definitie veilig is. In de praktijk blijken staten die zijn verwickeld in een gewapend conflict zelden hun luchtruim te sluiten. Daarom is het belangrijk de verantwoordelijkheid van die staten voor het sluiten van delen van hun luchtruim boven een gewapend conflict scherper en minder vrijblijvend te formuleren.

Aangezien er niet zonder meer op kan worden vertrouwd dat een opengesteld luchtruim boven een conflictgebied veilig is, rust er ook een zware verantwoordelijkheid op andere partijen in het stelsel: luchtvaartmaatschappijen, andere staten en internationale organisaties als ICAO en IATA. Zij moeten een tweede barrière vormen, omdat het principe van soevereiniteit voor kwetsbaarheden kan zorgen. Het is aan de genoemde partijen om er gezamenlijk voor te zorgen dat de besluitvorming over vliegroutes verbetert. Geen enkele partij kan dat alleen realiseren. Dat vergt nieuwe structuren voor de samenwerking tussen staten en luchtvaartmaatschappijen, ook voor het onderling delen van (vertrouwelijke) informatie. Internationale organisaties dienen deze partijen te faciliteren bij het ontwikkelen van die structuren.

De Onderzoeksraad realiseert zich dat een perfecte risicobeoordeling niet bestaat, een volledig sluitend stelsel van verantwoordelijkheden niet mogelijk is en niet alle rampen en ongevallen zijn te voorkomen. Toch zijn er wel degelijk mogelijkheden om de veiligheid van de burgerluchtvaart te vergroten. Daarvoor zijn de staten en de luchtvaartsector nu aan zet.

SAMENVATTING

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding

Deel A: 2 Feitelijke informatie

Deel A: 3 Analyse

Deel B: Inleiding op deel B

Deel B: 4 Besluitvorming

Deel B: 5 De situatie

Deel B: 6 Vlucht MH17

Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne

Deel B: 8 Het land van vertrek

Deel B: 9 Risico- beoordeling

10 Conclusies

11 Aanbevelingen

12 Afkortingen en begrippen

13 Bijlagenlijst

De crash met vlucht MH17 riep vele vragen op. Wat is er precies gebeurd? Waarom vloog het vliegtuig over een gebied waar een gewapend conflict gaande was? In dit rapport geeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid antwoord op deze vragen; op vragen over schuld en aansprakelijkheid gaat dit rapport niet in.

Toedracht van de crash

Op 17 juli 2014 om 13.20¹ (15.20 MET) verdween een Boeing 777-200 met nationaliteits- en registratiekenmerk 9M-MRD van Malaysia Airlines ten westen van luchtvaarnavigatiepunt TAMAK in Oekraïne. Een kennisgeving met deze inhoud werd op 18 juli 2014 om ongeveer 06.00 (08.00 MET) verstuurd door de Oekraïense instantie voor ongevals- onderzoek in de luchtvaart (NBAAI). De NBAAI was er door de Oekraïense luchtverkeers- dienstverlener (UkSATSE) van op de hoogte gesteld dat de communicatie met vlucht MH17 was verbroken. Er was een signaal opgevangen van de *Emergency Locator Transmitter* (noodpeilbaken) van het vliegtuig en de positie ervan was bij benadering vastgesteld.

Het vliegtuig was neergestort in het oostelijk deel van Oekraïne. De wrakstukken lagen verspreid over verschillende locaties in de buurt van de dorpen Hrabove, Rozsypne en Petropavlivka. Er werden zes locaties met wrakstukken vastgesteld, verspreid over ongeveer 50 km². De meeste wrakstukken bevonden zich op drie van deze locaties ten zuidwesten van het dorp Hrabove. Dat is ongeveer 8,5 kilometer ten oosten van de laatst bekende positie van het vliegtuig tijdens de vlucht. Op twee locaties was na de crash brand uitgebroken.

Alle 298 personen aan boord kwamen om het leven.

Het tijdens de vlucht uiteenvallen van het vliegtuig in de buurt van de Oekraïens/ Russische grens was het gevolg van de detonatie van een raketkop. De detonatie vond plaats boven de linkerzijde van de cockpit. Het gebruikte wapen was een raketkop van het model 9N314M op een raket van de 9M38-serie, zoals geïnstalleerd op het Buk grond-luchtraketsysteem.

Andere scenario's die zouden hebben kunnen leiden tot het uiteenvallen van het vliegtuig zijn overwogen, geanalyseerd en uitgesloten op basis van het beschikbare onderzoeksmateriaal.

¹ Tenzij anderszins aangegeven, zijn alle tijden in dit rapport in UTC en Midden-Europese (zomer-) Tijd (MET). MET is in de zomer UTC +2. Zie: Hoofdstuk 12 - Afkortingen en begrippen voor verdere uitleg.

Het luchtwaardige vliegtuig stond onder controle van de Oekraïense luchtverkeersleiding en werd bestuurd door een bevoegde en gekwalificeerde cockpitbemanning.

Vliegroute boven conflictgebied

Vlucht MH17 werd neergeschoten boven het oostelijk deel van Oekraïne, waar in april 2014 een gewapende strijd ontstond. Dit conflict speelde zich aanvankelijk vooral af op de grond, maar breidde zich vanaf eind april 2014 uit naar het luchtruim: helikopters, transportvliegtuigen en gevechtsvliegtuigen van de Oekraïense luchtmacht werden neergehaald.

Op 14 juli meldden de Oekraïense autoriteiten dat een militair vliegtuig, een Antonov An-26, boven het oostelijk deel van Oekraïne was neergeschoten. Op 17 juli meldden de autoriteiten dat op 16 juli een Sukhoi Su-25 boven het gebied was neergeschoten. Beide toestellen werden volgens de autoriteiten neergeschoten op een hoogte die alleen met krachtige wapensystemen kon worden bereikt. De wapensystemen die de autoriteiten noemden, een middellangeafstands grond-luchtraket of een lucht-luchtraket, kunnen de kruishoogte van burgervliegtuigen bereiken. Daarmee vormen ze een bedreiging voor de burgerluchtvaart.

Hoewel de toegenomen gevechtshandelingen in het oostelijk deel van Oekraïne, zowel op de grond als in de lucht, door (westerse) inlichtingendiensten, politici en diplomaten werden vastgesteld, werd niet onderkend dat daardoor het risico voor de civiele vliegtuigen die op kruishoogte over het conflictgebied vlogen toenam. De aandacht was vooral gericht op militaire activiteiten en de geopolitieke gevolgen van het conflict.

Luchtruimbeheer Oekraïne

Als beheerder van het luchtruim is Oekraïne verantwoordelijk voor de veiligheid van vliegtuigen in dat luchtruim. Op 6 juni 2014 werd het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne voor het burgerluchtverkeer beperkt vanaf de grond tot een hoogte van 26.000 voet (FL260). Hierdoor konden militaire vliegtuigen op een als veilig beschouwde hoogte voor beschietingen vanaf de grond vliegen en was er geen gevaar dat ze te maken kregen met burgervliegtuigen, die immers boven FL260 vlogen. De autoriteiten gingen ervan uit dat vliegtuigen die boven een hoogte vlogen die voor militaire vliegtuigen als veilig werd beschouwd, automatisch ook geen gevaar liepen.

Op 14 juli 2014 verhoogden de Oekraïense autoriteiten de bovengrens van de luchtruimbeperking voor burgerluchtverkeer tot een hoogte van 32.000 voet (FL320). Wat de precieze achtergrond van deze beslissing was, is niet duidelijk geworden.

De Oekraïense autoriteiten hebben niet overwogen om het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne geheel te sluiten voor de burgerluchtvaart. In de verklaringen van de Oekraïense autoriteiten op 14 en 17 juli 2014 over de beschietingen van militaire vliegtuigen was sprake van de inzet van wapensystemen die kruishoogte van burgervliegtuigen kunnen bereiken. Deze verklaringen gaven naar het oordeel van de Onderzoeksraad voldoende aanleiding om het luchtruim boven het conflictgebied uit voorzorg te sluiten.

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

Keuze vliegroute door Malaysia Airlines en andere luchtvaartmaatschappijen

Malaysia Airlines ging ervan uit dat het opengestelde luchtruim boven Oekraïne veilig was. De situatie in het oostelijk deel van Oekraïne vormde geen reden de te volgen route te heroverwegen. De luchtvaartmaatschappij stelde dat zij niet over informatie beschikte dat vlucht MH17, of andere vluchten, gevaar zouden lopen boven Oekraïne.

Niet alleen Malaysia Airlines, maar bijna alle maatschappijen met routes over het conflict-gebied zijn daar blijven vliegen in de periode dat het gewapende conflict zich uitbreidde naar het luchtruim. Alleen al op de dag van de ramp werden - tot het moment dat het luchtruim werd gesloten - 160 vluchten uitgevoerd boven het oostelijk deel van Oekraïne.

Andere landen en het land van vertrek (Nederland)

Het Verdrag van Chicago biedt landen ruimte om luchtvaartmaatschappijen een verbod of beperkingen op te leggen dan wel adviezen te geven over gebruik van buitenlands luchtruim. Sommige landen, zoals de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Duitsland, maken gebruik van die mogelijkheid ten aanzien van daar gevestigde luchtvaartmaatschappijen. Als het land van waaruit vlucht MH17 is vertrokken, had Nederland geen formele verantwoordelijkheid voor de vlucht, omdat het een niet-Nederlandse maatschappij betrof. Ook uit het feit dat Malaysia Airlines de vlucht als *codesharepartner* van KLM uitvoerde, kwam geen wettelijke bevoegdheid voort.

In de periode dat het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich naar de lucht uitbreidde, van eind april 2014 tot de crash, heeft geen enkel land of internationale organisatie expliciet gewaarschuwd voor eventuele risico's voor de burgerluchtvaart. Ook heeft geen enkel land in die periode zijn luchtvaartmaatschappijen en piloten verboden door het luchtruim boven het gebied te vliegen of andere beperkingen opgelegd.

De Commissie van Toezicht betreffende de Inlichtingen- en Veiligheidsdiensten (CTIVD) heeft voor de Onderzoeksraad onderzocht of Nederlandse inlichtingen- en veiligheidsdiensten informatie hebben gehad die van belang had kunnen zijn voor de veiligheid van vlucht MH17. De diensten hadden geen aanwijzingen dat de strijdende partijen burgervliegtuigen zouden willen neerschieten. De diensten hadden ook geen informatie dat de gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering streden in het oostelijk deel van Oekraïne, beschikten over (middel)-langeafstands grond-luchtraketten.

Verbetermogelijkheden

De crash van vlucht MH17 toont aan dat een opengesteld luchtruim niet per definitie veilig is als de staat die dat luchtruim beheert verwickeld is in een gewapend conflict. De praktijk wijst echter uit dat landen die zijn verwickeld in een gewapend conflict hun luchtruim zelden sluiten. Dat maakt dat het uitgangspunt van soevereiniteit bij het luchtruimbeheer kan leiden tot kwetsbaarheid. Naar het oordeel van de Raad zouden staten bij gewapende conflicten serieuzer moeten overwegen hun luchtruim uit voorzorg te sluiten. Er zijn ook sterkere prikkels nodig om hen daartoe te bewegen.

Luchtvaartmaatschappijen mogen er niet op voorhand op vertrouwen dat een open-gesteld luchtruim boven een conflictgebied veilig is. Momenteel is het uitgangspunt van luchtvaartmaatschappijen dat zij vliegen, tenzij dat aantoonbaar onveilig is. In hun risicoanalyses zouden luchtvaartmaatschappijen meer rekening moeten houden met onzekerheden en met risicoverhogende factoren, zoals de uitbreiding van een conflict naar het luchtruim. De huidige regelgeving schrijft niet voor dat luchtvaartmaatschappijen de risico's van het overvliegen van conflictgebieden beoordelen.

Om een adequate risicobeoordeling te kunnen maken dienen luchtvaartmaatschappijen zelf meer informatie te vergaren. Dat kan voor een groot deel via open bronnen, maar in het geval van conflictgebieden hebben ze ook vertrouwelijke informatie nodig van staten met inlichtingencapaciteit. Informatiedeling is in dit verband essentieel: tussen staten onderling, tussen staten en maatschappijen en tussen maatschappijen onderling.

Niet alleen informatievergaring, maar ook het combineren van informatie uit de verschillende domeinen, *safety* en *security*, ontwikkelingen op de grond en ontwikkelingen in het luchtruim, blijkt van belang. Wat dat betreft blijkt dat de internationale regelgeving (het Verdrag van Chicago) nu nog te veel in die verschillende domeinen is opgedeeld. Vastgesteld is dat er hiaten zijn tussen de verschillende verantwoordelijkheden, waarvoor een oplossing zou moeten komen.

Aanbevelingen

Niveau 1: Luchtruimbeheer in conflictgebieden

Aan ICAO:

1. Leg in Standaarden vast dat staten die te maken hebben met een gewapend conflict op hun grondgebied, tijdig zo concreet mogelijke informatie moeten publiceren over de aard en omvang van dreigingen van dat conflict en de gevolgen daarvan voor de burgerluchtvaart. Zorg voor duidelijke definities van relevante begrippen, zoals conflictgebied en gewapend conflict.
2. Vraag staten met een gewapend conflict om aanvullende informatie indien gepubliceerde aeronautische of andere publicaties daar aanleiding toe geven; bied assistentie aan en overweeg een State Letter uit te geven als staten, naar het oordeel van ICAO, onvoldoende invulling geven aan hun verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het luchtruim voor de burgerluchtvaart.
3. Actualiseer de Standaarden en Aanbevolen werkwijzen met betrekking tot de gevolgen van gewapende conflicten voor de burgerluchtvaart, en zet de betreffende aanbevolen werkwijzen zo veel mogelijk om in standaarden, opdat staten zo veel mogelijk eenduidige maatregelen nemen als de veiligheid van de burgerluchtvaart mogelijk in het geding is.

Aan lidstaten van ICAO:

4. Zorg ervoor dat in het Verdrag van Chicago en de onderliggende Standaarden en Aanbevolen werkwijzen de verantwoordelijkheid van staten met betrekking tot de veiligheid van hun luchtruim zodanig wordt aangescherpt, dat duidelijk is in welke gevallen het luchtruim zou moeten worden gesloten.

Het initiatief hiervoor zou kunnen liggen bij staten die het meest betrokken zijn bij het onderzoek naar de crash van vlucht MH17.

Niveau 2: Risicobeoordeling**Aan ICAO en IATA:**

5. Bevorder dat staten en luchtvaartmaatschappijen die beschikken over relevante informatie over dreigingen met betrekking tot een buitenlands luchtruim, deze tijdig ter beschikking stellen aan anderen die hier in verband met de luchtvaartveiligheid belang bij hebben. Zorg voor een uitbreiding en aanscherping van de hiervoor relevante paragrafen in de betreffende ICAO Annexen.

Aan ICAO:

6. Wijzig relevante Standaarden zodanig dat risicoanalyses ook betrekking moeten hebben op dreigingen voor de burgerluchtvaart in het luchtruim op kruishoogte, met name bij het overvliegen van conflictgebieden. Daarbij zouden onzekerheid en risico-verhogende factoren een rol moeten spelen, in lijn met de voorstellen van de Working Group on Threat and Risk van ICAO.

Aan IATA:

7. Zorg ervoor dat deze Standaarden met betrekking tot risicobeoordeling doorwerken in de IATA Operational Safety Audits (IOSA).

Aan staten (State of Operator):

8. Zorg ervoor dat luchtvaartmaatschappijen via de nationale regelgeving worden verplicht risicoanalyses te maken van het overvliegen van conflictgebieden. Daarbij zouden onzekerheid en risicoverhogende factoren een rol moeten spelen, in lijn met de voorstellen van de Working Group on Threat and Risk van ICAO.

Aan ICAO en IATA:

9. Organiseer aanvullend op al genomen acties, zoals de website (*ICAO Conflict Zone Information Repository*) met berichten over conflictgebieden, een platform voor het uitwisselen van ervaringen en *good practices* ten aanzien van het beoordelen van de risico's aangaande het overvliegen van conflictgebieden.

Niveau 3: Verantwoording door luchtvaartmaatschappijen

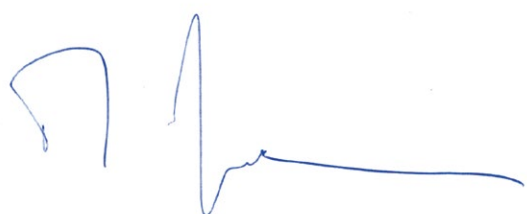
Aan IATA:

10. Zorg ervoor dat de bij IATA aangesloten luchtvaartmaatschappijen afspraken maken over hoe zij informatie over vliegroutes over conflictgebieden op voor potentiële passagiers transparante wijze publiceren en daar verantwoording over afleggen.

Aan luchtvaartmaatschappijen:

11. Leg openbaar verantwoording af over gekozen vliegroutes, minimaal eenmaal per jaar.

In hoofdstuk 11 worden de aanbevelingen nader toegelicht.



mr. T.H.J. Joustra
Voorzitter Onderzoeksraad voor Veiligheid



mr. M. Visser
Algemeen secretaris

1 INLEIDING

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding

Deel A: 2 Feitelijke informatie

Deel A: 3 Analyse

Deel B: Inleiding op deel B

Deel B: 4 Besluitvorming

Deel B: 5 De situatie

Deel B: 6 Vlucht MH17

Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne

Deel B: 8 Het land van vertrek

Deel B: 9 Risico- beoordeling

10 Conclusies

11 Aanbevelingen

12 Afkortingen en begrippen

13 Bijlagenlijst

Dit rapport is het resultaat van het onderzoek dat door de Onderzoeksraad voor Veiligheid en zijn internationale partners werd uitgevoerd naar de crash van vlucht MH17 op 17 juli 2014. Het rapport bestaat uit twee delen. Het eerste deel is gericht op de oorzaken van de crash. Het tweede deel is gericht op de vliegroute van vlucht MH17 en de besluitvormingsprocessen met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden.

1.1 Het onderzoek

Na de crash van vlucht MH17 van Malaysia Airlines in de buurt van het dorpje Hrabove (in het oosten van Oekraïne), werd door de Oekraïense autoriteiten een ongevalsonderzoek gestart overeenkomstig ICAO Annex 13. Tijdens de eerste dagen van het onderzoek verzochten de Oekraïense autoriteiten Nederland - als staat met het grootste aantal personen aan boord van het vliegtuig - de leiding van het onderzoek op zich te nemen. Nederland stemde in met het verzoek van de Oekraïense autoriteiten. Op 23 juli 2014 droeg Oekraïne het onderzoek over aan Nederland. Als de Nederlandse ongevalsonderzoeksorganisatie kreeg de Onderzoeksraad voor Veiligheid de leiding over het onderzoek.

Enkele dagen daarvoor, op 18 juli 2014, was de Onderzoeksraad voor Veiligheid al een onderzoek gestart naar de besluitvormingsprocessen met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden, omdat de vraag was gerezen of verkeersvliegtuigen wel over het oosten van Oekraïne hadden moeten vliegen terwijl in dat gebied al enkele maanden een gewapend conflict gaande was. Aangezien de route van vlucht MH17 één van de factoren is die heeft bijgedragen aan de crash van vlucht MH17, besloot de Onderzoeksraad voor Veiligheid het onderzoek naar de oorzaken van de crash te combineren met het reeds lopende onderzoek naar de besluitvormingsprocessen met betrekking tot vliegroutes en de bevindingen in één rapport te presenteren.

Het onderzoek werd uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen van Annex 13 - *Onderzoek naar luchtvaartongevallen en -incidenten* van het Verdrag inzake de Internationale Burgerluchtvaart. In Annex 13 worden de standaarden en aanbevolen werkwijzen voorgeschreven voor het uitvoeren van onderzoeken naar ongevallen in de burgerluchtvaart.

1.2 Doel en reikwijdte van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek was de oorzaken van de crash en de factoren die daaraan hebben bijgedragen vast te stellen. Op 21 juli 2014 nam de Veiligheidsraad van de Verenigde Naties unaniem een resolutie aan betreffende de crash van vlucht MH17.²

De resolutie sprak zijn steun uit voor 'de uitvoering van een volledig, grondig en onafhankelijk internationaal onderzoek naar het incident, overeenkomstig de richtlijnen van de internationale burgerluchtvaart' en riep bovendien alle lidstaten van de Verenigde Naties op 'alle gevraagde bijstand te verlenen aan civiel- en strafrechtelijke onderzoeken'.

Dit onderzoek had twee doelstellingen. Ten eerste wilde de Onderzoeksraad voor Veiligheid de oorzaak vaststellen en de nabestaanden van passagiers en bemanning, andere betrokken partijen en degenen die een speciaal belang hebben bij de omstandigheden rond de crash en het onderzoek daarnaar op de hoogte stellen. Ten tweede beoogde de Onderzoeksraad voor Veiligheid gepaste veiligheidsmaatregelen in gang te zetten om de kans op soortgelijke gebeurtenissen in de toekomst te minimaliseren.

Het onderzoeksrapport geeft een gedetailleerde beschrijving van het verloop van de gebeurtenissen rond vlucht MH17 vanaf de luchthaven van vertrek tot en met het neerkomen op de grond. Het rapport beschrijft en analyseert hoe de vlucht werd uitgevoerd, hoe de beslissingen met betrekking tot het gebruik van het Oekraïense luchtruim werden genomen door Oekraïne, hoe de beslissing met betrekking tot het vliegen over het oosten van Oekraïne werd genomen door Malaysia Airlines en andere luchtvaartmaatschappijen en hoe de besluitvorming met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden doorgaans tot stand komt. Ten slotte gaat het rapport ook in op de rol van Nederland, als land waarvandaan vlucht MH17 vertrok, en andere landen met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden.

De belangrijkste vragen zijn:

- Wat was de oorzaak van de crash van vlucht MH17?
- Hoe en waarom werd besloten de door vlucht MH17 gebruikte vliegroute te volgen?
- Hoe verloopt het besluitvormingsproces met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden in het algemeen?
- Welke lessen kunnen uit het onderzoek worden getrokken om de veiligheid en beveiliging van vluchten te verbeteren?

Overeenkomstig Annex 13 heeft dit onderzoek niet tot doel schuld of aansprakelijkheid toe te wijzen. Het enige doel van het Annex 13-onderzoek en dit eindrapport daarover is ongevallen en incidenten te helpen voorkomen.

² VN Veiligheidsraad, Resolutie 2166 (2014), S/res/2166 (2014), 21 juli 2014.

1.3 Onderzoeksmethoden en betrokken partijen

Het onderzoek werd uitgevoerd door de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Naast onderzoekers van de Onderzoeksraad voor Veiligheid waren bij het onderzoek geaccrediteerde vertegenwoordigers betrokken uit de volgende deelnemende landen:

- Oekraïne (Staat van Voorval);
- Maleisië (Staat van de Exploitant en Staat van Registratie);
- Verenigde Staten van Amerika (Staat van Ontwerp en Staat van Vervaardiging van het vliegtuig);
- Verenigd Koninkrijk (Staat van Ontwerp en Staat van Vervaardiging van de motoren);
- Australië (Staat die op verzoek informatie leverde - foto's van wrakstukken van het vliegtuig op de plaats van de crash) en
- de Russische Federatie (Staat die op verzoek informatie leverde - radar- en communicatiegegevens en informatie over wapensystemen).

Naast de hierboven vermelde landen, waren er ook andere landen die een speciaal belang hadden bij het onderzoek omdat ingezetenen uit deze landen waren omgekomen bij de crash. Overeenkomstig paragraaf 5.27 van ICAO Annex 13 zijn deskundigen uit de volgende landen uitgenodigd om de geborgen wrakstukken te bekijken: België, Canada, Duitsland, de Filipijnen, Indonesië, Israël, Italië, Nieuw-Zeeland en Vietnam. Enkele van deze staten werden erbij betrokken omdat sommige passagiers een dubbele nationaliteit hadden.

Overeenkomstig paragraaf 6.3 van Annex 13 heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid het conceptrapport verstuurd naar de geaccrediteerde vertegenwoordigers van de staten die betrokken waren bij het onderzoek, met het verzoek hun significante en onderbouwde opmerkingen daarop te leveren. Daarnaast werd het conceptrapport (of delen daarvan) verstuurd naar andere partijen die betrokken waren bij het onderzoek.

Gelijktijdig met dit onderzoeksrapport heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid een afzonderlijk document gepubliceerd waarin de gebruikte onderzoeksmethode en de keuzes die in het onderzoeksproces zijn gemaakt worden verantwoord.³

1.4 Berging van wrakstukken

Aangezien wrakstukken terecht zijn gekomen in een gebied waar een gewapend conflict plaatsvond, was het voor een lange tijd voor de onderzoekers lange tijd niet veilig om naar het gebied met de wrakstukken te reizen om onderzoek uit te voeren en wrakstukken te bergen. De eerste mogelijkheid die voldoende veilig werd geacht was de periode van 4 tot en met 22 november 2014, ongeveer vier maanden na de crash. De tweede mogelijkheid was de periode van 20 tot en met 28 maart 2015 en de derde mogelijkheid de periode van 19 april tot en met 2 mei 2015. Deze bergingsmissies werden georganiseerd door het Nederlandse Ministerie van Defensie. In het gebied met wrakstukken werd assistentie verleend door de Organisatie voor Veiligheid en

³ Onderzoeksraad voor Veiligheid, *MH17 - Onderzoeksverantwoording*, oktober 2015.

Samenwerking in Europa (OVSE), de Oekraïense noodhulpdiensten *State Emergency Services* (SES) en lokale bewoners.

Vanwege de beperkte periode waarin onderzoekers toegang hadden tot het gebied waar wrakstukken zijn aangetroffen en omdat de wrakstukken binnen het gebied van ongeveer 50 km² op zes locaties verspreid lagen, had het bergen van onderdelen die van specifiek belang waren voor het onderzoek de hoogste prioriteit voor de Onderzoeksraad voor Veiligheid. De meeste wrakstukken van vlucht MH17 die zijn geborgen, werden veiliggesteld tijdens de eerste bergingsmissie. Het onderzoek naar vlucht MH17 werd voornamelijk gebaseerd op het onderzoek dat op deze geborgen onderdelen werd verricht. Daarnaast zijn voor het onderzoek enkele wrakstukken gebruikt die werden geborgen tijdens de tweede en derde bergingsmissie.

1.5 Rapport van eerste bevindingen

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft op 9 september 2014 een Rapport van eerste bevindingen gepubliceerd. Deze bevindingen worden hieronder vermeld:

1. Volgens de informatie die werd ontvangen van Malaysia Airlines beschikte de cockpitbemanning over de vereiste bevoegdheden en medische verklaringen voor het uitvoeren van de vlucht.
2. Volgens de documenten was het vliegtuig bij vertrek vanaf luchthaven Schiphol Amsterdam luchtwaardig. Er waren geen technische storingen bekend.
3. Er zijn in de gegevens van de *Flight Data Recorder* geen technische storingen of waarschuwingssignalen in verband met de bewuste vlucht aangetroffen.
4. De motorparameters wezen op een normaal functioneren tijdens de vlucht. Er werden geen waarschuwingen ontdekt met betrekking tot motor- of vliegtuigsystemen.
5. Op de *Cockpit Voice Recorder* waren geen alarm- of waarschuwingssignalen te horen voor storingen in de vliegtuigsystemen. De communicatie tussen de leden van de cockpitbemanning bood geen aanwijzingen dat er voorafgaand aan het voorval sprake was van een storing of noodsituatie.
6. Vlucht MH17 vloog ten tijde van de crash op vliegniveau 330 (FL330) (zie Afkortingen en begrippen voor uitleg over vliegniveau/FL) in het niet-beperkte luchtruim van het Dnipropetrovsk (UKDV) vluchtinformatiegebied (FIR) in het oostelijk deel van Oekraïne. Het vliegtuig vloog op een constante koers, snelheid en hoogte op het moment dat de opname van de *Flight Data Recorder* stopte. De Oekraïense luchtverkeersdienstverlener (UKSATSE) had NOTAMs uitgevaardigd betreffende beperkte toegang tot het luchtruim beneden FL320.
7. De laatste radioboodschap van de bemanning begon om 13.19:56 (15.19:56 MET) en eindigde om 13.19:59 (15.19:59 MET).
8. De laatste radioboodschappen van de luchtverkeersleiding in Dnipropetrovsk aan vlucht MH17 begonnen om 13.20:00 (15.20:00 MET) en eindigden om 13.22:02 (15.22:02 MET). De bemanning van vlucht MH17 gaf geen reactie op deze radioboodschappen.
9. Er zijn door de luchtverkeersleiding geen noodsignalen ontvangen.
10. Volgens de radargegevens bevonden zich ten tijde van het voorval nog drie andere verkeersvliegtuigen in hetzelfde luchtverkeersleidingsgebied als vlucht MH17. Deze

- vliegtuigen stonden onder controle van Dnipro Radar. Om 13.20 (15.20 MET) bedroeg de afstand tussen MH17 en het dichtstbijzijnde van deze andere verkeersvliegtuigen circa 30 km.
11. De schade aan de voorste rompsectie en het cockpitgedeelte van het vliegtuig lijkt erop te wijzen dat het vliegtuig van buitenaf is getroffen door een groot aantal voorwerpen met hoge energie.
 12. Het schadepatroon dat is aangetroffen in de voorste rompsectie en het cockpitgedeelte van het vliegtuig komt niet overeen met de schade die te verwachten zou zijn als gevolg van enige bekende storing van het vliegtuig, de motoren of de vliegtuigsystemen.
 13. Uit het grote verspreidingsgebied van de brokstukken van het vliegtuig valt op te maken dat het vliegtuig in de lucht uiteen is gevallen.
 14. Op basis van de voorlopige bevindingen tot dusver (9 september 2014) zijn er geen indicaties van enigerlei technische of operationele problemen met het vliegtuig of de bemanning gevonden voorafgaand aan het stoppen van de CVR en FDR opnamen om 13.20:03 (15.20:03 MET).
 15. De schade aan de voorste sectie van het vliegtuig lijkt erop te wijzen dat het vliegtuig is doorboord door een groot aantal voorwerpen met hoge energie van buiten het vliegtuig. Het is waarschijnlijk dat dit resulteerde in verlies van structurele integriteit van het vliegtuig en leidde tot het uiteenvallen van het vliegtuig tijdens de vlucht.

Het Rapport van eerste bevindingen gaf aan dat de bevindingen voorlopig waren en dat verdere werkzaamheden moesten worden uitgevoerd om de feitelijke informatie te onderbouwen met betrekking tot:

- analyses van gegevens die aan boord van het vliegtuig zijn opgenomen door de *Cockpit Voice Recorder*, de *Flight Data Recorder* en andere apparatuur;
- analyses van opgenomen radargegevens en radiocommunicatie van de luchtverkeersleiding;
- analyse van de meteorologische omstandigheden;
- forensisch onderzoek van wrakstukken en mogelijk onderdelen die niet afkomstig zijn van het vliegtuig, indien die zijn geborgen;
- de resultaten van het pathologisch onderzoek;
- analyses van het in stukken breken van het vliegtuig tijdens de vlucht;
- beoordeling van de wijze waarop de luchtvaartmaatschappij en de Staat van Voorval zijn omgegaan met de vliegveiligheid boven een gebied waar sprake is van een conflict of hoge veiligheidsrisico's,
- eventuele andere aspecten die tijdens het onderzoek aan het licht komen.

Op 10 september 2014, een dag na publicatie van het rapport, is een wijziging doorgevoerd in de Nederlandse vertaling van het Engelse rapport. Op pagina 14 werd de volgende zin verwijderd: 'De NOTAM met luchtruimbeppering was uitgevaardigd in reactie op het neerschieten van een Antonov 24 vliegtuig op 14 juli dat op een hoogte van FL210 vloog' [vertaling van: 'The restricted area NOTAM was issued in response to the loss of an Antonov 24 aeroplane that was shot down at FL210 on 14 July']. De zin was verwijderd omdat in dit stadium van het onderzoek niet met volledige zekerheid kon worden vastgesteld of deze informatie juist was. Per abuis was de betreffende zin bij het

vertalen van het oorspronkelijke Engelse rapport naar het Nederlands blijven staan. Dit had echter geen invloed op de voorlopige bevindingen van het Rapport van eerste bevindingen.

1.6 Andere onderzoeken

Naast het hierboven besproken onderzoek, werden verschillende andere onderzoeken gestart, zowel door de Onderzoeksraad voor Veiligheid als door andere organisaties:

- *Onderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid* - De Onderzoeksraad voor Veiligheid initieerde twee andere onderzoeken met betrekking tot de crash van vlucht MH17. Het ene onderzoek richtte zich op de beschikbaarheid van passagiersinformatie na een incident of ongeval. Het andere onderzoek was gericht op het beantwoorden van de vraag of de mensen die aan boord waren van vlucht MH17 zich bewust waren van de crash en hoe hun lichamen zijn geborgen. De bevindingen van het onderzoek naar passagiersinformatie zijn gelijktijdig in een apart rapport gepubliceerd; de bevindingen over de beleving van inzittenden zijn in dit rapport opgenomen. Alle onderzoeksrapporten van de Onderzoeksraad zijn tegelijk gepubliceerd en zijn beschikbaar op de website van de Onderzoeksraad.
- *Strafrechtelijk onderzoek naar vlucht MH17* - Parallel aan en gescheiden van het werk van de Onderzoeksraad voor Veiligheid voert het gezamenlijk onderzoeksteam, het *Joint Investigation Team*, een strafrechtelijk onderzoek uit naar de crash om bewijsmateriaal te verzamelen en de daders strafrechtelijk te vervolgen. Het *Joint Investigation Team* bestaat uit politiebeambten en openbaar aanklagers uit Australië, België, Maleisië, Nederland en Oekraïne. Het team wordt geleid door de openbaar aanklager uit Nederland.
- *Identificatie van slachtoffers* - De slachtoffers zijn door de Koninklijke Luchtmacht en de *Royal Australian Air Force* vanuit Oekraïne naar Nederland overgebracht. De identificatie van alle slachtoffers vond plaats in de Korporaal van Oudheusdenkazerne in Hilversum. De identificatie werd uitgevoerd door een team van 120 forensisch specialisten. Naast het Landelijk Team Forensisch Onderzoek (LTFO) uit Nederland namen 80 forensisch specialisten uit Australië, België, Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Indonesië, Maleisië en Nieuw-Zeeland hieraan deel.

1.7 Leeswijzer

Het rapport is verdeeld in:

- Deel A: een deel dat de bevindingen van het onderzoek bevat over de toedracht van de crash;
- Deel B: een deel dat de bevindingen van het onderzoek bevat over het vliegen over conflictgebieden;
- De conclusies die worden getrokken en aanbevelingen die worden gedaan als resultaat van het onderzoek.

Deel A bevat een overzicht van de feiten en omstandigheden die in het onderzoek zijn vastgesteld: de reeks van gebeurtenissen, kwalificaties van de bemanning, informatie over het vliegtuig, vluchtreorders, luchtverkeersdiensten en radars, het weer, vliegroute-informatie, wrakstukken, medische en pathologische informatie en testen en onderzoek. Na het feitenmateriaal wordt het belang van de gepresenteerde relevante feiten en omstandigheden geanalyseerd om te bepalen welke gebeurtenissen hebben bijgedragen aan de ramp. De analyse is verdeeld in zes onderwerpen:

1. Algemene zaken, zoals de kwalificaties van de cockpitbemanning en de luchtwaardigheid van het vliegtuig;
2. De vlucht voorafgaand aan het in de lucht uiteenvallen van het vliegtuig, waaronder de vluchtvoorbereiding, overwegingen in verband met het weer en de vluchttuitvoering;
3. Het moment van het in de lucht uiteenvallen van het vliegtuig;
4. Het in de lucht uiteenvallen, de gevolgen en oorzaken van de crash;
5. Overlevingsaspecten;
6. De opgenomen gegevens van de surveillanceradar.

Deel B gaat in op het besluitvormingsproces met betrekking tot vlucht MH17. Dit deel bevat zes hoofdstukken:

1. Een beschrijving van het stelsel van verantwoordelijkheden van de verschillende partijen;
2. Aanwijzingen met betrekking tot de situatie in het oosten van Oekraïne in de maanden voorafgaand aan de crash van vlucht MH17;
3. Het luchtruimbeheer door Oekraïne in de periode tot en met 17 juli 2014;
4. De route en vluchttuitvoering van MH17 en de keuzes die Malaysia Airlines en andere luchtvaartmaatschappijen en staten maakten met betrekking tot het vliegen over het conflictgebied in het oosten van Oekraïne;
5. De rol van Nederland - als land van waaruit vlucht MH17 vertrok - met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden;
6. Risicoanalyses met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden.

Elk van deze onderdelen bevat zowel bevindingen als een analyse.

De bijlagen die zijn opgesteld als onderdeel van dit rapport worden hetzij afzonderlijk gepresenteerd in een bijlage bij dit rapport, of op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid: www.onderzoeksraad.nl. Hoofdstuk 13 geeft een overzicht van de bijlagen.

MH17

DEEL A: Oorzaken van de crash

Dit deel van het rapport gaat in op de oorzaken van de crash van Malaysia Airlines Boeing 777-200, 9M-MRD, vlucht MH17, op 17 juli 2014.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1
Inleiding

Deel A:
2 Feitelijke
informatie

Deel A:
3 Analyse

Deel B:
Inleiding op
deel B

Deel B:
4 Besluitvorming

Deel B:
5 De situatie

Deel B:
6 Vlucht MH17

Deel B:
7 Overvliegen
van Oekraïne

Deel B:
8 Het land van
vertrek

Deel B:
9 Risico-
beoordeling

10
Conclusies

11
Aanbevelingen

12
Afkortingen en
begrippen

13
Bijlagenlijst

DEEL A: OORZAKEN VAN DE CRASH

2 Feitelijke informatie..... 24

3 Analyse 110

Voorwoord

Samenvatting

1
Inleiding

Deel A:
2 Feitelijke
informatie

Deel A:
3 Analyse

Deel B:
Inleiding op
deel B

Deel B:
4 Besluitvorming

Deel B:
5 De situatie

Deel B:
6 Vlucht MH17

Deel B:
7 Overvliegen
van Oekraïne

Deel B:
8 Het land van
vertrek

Deel B:
9 Risico-
beoordeling

10
Conclusies

11
Aanbevelingen

12
Afkortingen en
begrippen

13
Bijlagenlijst

2 FEITELIJKE INFORMATIE

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding

Deel A: 2 Feitelijke informatie

Deel A: 3 Analyse

Deel B: Inleiding op deel B

Deel B: 4 Besluitvorming

Deel B: 5 De situatie

Deel B: 6 Vlucht MH17

Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne

Deel B: 8 Het land van vertrek

Deel B: 9 Risico- beoordeling

10 Conclusies

11 Aanbevelingen

12 Afkortingen en begrippen

13 Bijlagenlijst

2.1 Vluchtverloop

Op 17 juli 2014, de dag van de crash, arriveerde het betreffende vliegtuig, een Boeing 777-200 van Malaysia Airlines met nationaliteits- en registratiekenmerk 9M-MRD, om 04.36 (06.36 MET) bij de voor het toestel bestemde gate op Amsterdam Airport Schiphol (hierna: Schiphol) in Nederland na een vlucht vanaf Kuala Lumpur International Airport (hierna: Kuala Lumpur) in Maleisië.

Om 10.13 (12.13 MET) verliet het vliegtuig, na afhandeling door de gronddiensten en voorbereid voor de vlucht, gate G3 voor een lijnvlucht met vluchtnummer MH17 naar Kuala Lumpur. Dat was dertien minuten later dan gepland, voornamelijk wegens overboeking en de late aankomst van enkele transferpassagiers.

Malaysia Airlines had een vliegplan voorbereid en ingediend bij de luchtverkeersleiding. Voorafgaand aan het vertrek was de cockpitbemanning door de grondaafhandelaar voorzien van een operationeel vliegplan, NOTAMs,⁴ informatie over de lading en informatie over het weer. Dit materiaal was in Kuala Lumpur door Malaysia Airlines samengesteld. Het operationele vliegplan bevatte gedetailleerde route-informatie, een overzicht van de gewichtsgegevens, informatie over de brandstofhoeveelheid en informatie over de wind en temperatuur op de route. De standaardwerkwijze van de cockpitbemanning was om het geleverde materiaal te bestuderen en, als de gezagvoerder dit noodzakelijk achtte, de brandstofhoeveelheid of geplande route aan te passen.

Er waren 298 personen, onder wie 283 passagiers, aan boord van het vliegtuig. De bemanning bestond uit vier leden van de cockpitbemanning en elf leden van de cabinebemanning.

Het vliegtuig steeg om 10.31 (12.31 MET) van Schiphol op vanaf startbaan 36C. Het vliegtuig vloog naar het noorden van Amsterdam en volgde de standaard instrument-vertrekroute NYKER 3W in zuidoostelijke richting naar Duitsland. Het vliegtuig klom stapsgewijs naar FL250 voordat het de Nederlands-Duitse grens passeerde bij luchtvaartnavigatiepunt SONEB. Vanaf SONEB liep de route in zuidoostelijke richting naar Polen. Het vliegtuig vervolgde zijn route over Polen conform het ATC-vliegplan (het vliegplan dat bij de luchtverkeersleiding was ingediend). Na over Warschau te zijn gevlogen, werd het Oekraïense luchtruim bereikt.

⁴ Een via telecommunicatie verspreid bericht aan luchtvaardenden met inlichtingen over de instelling, toestand of verandering van enige luchtvaartfaciliteit, -dienstverlening, -procedure of -gevaar, waarvan het noodzakelijk is dat operationeel luchtvaartpersoneel tijdig kennis neemt.

De vlucht zou volgens planning tijdens het eerste deel FL310 aanhouden, daarna in het Poolse luchtruim naar FL330 klimmen en verder klimmen naar FL350 bij het passeren van luchtvaartnavigatiepunt PEKIT in het Oekraïense luchtruim. Na het doorkruisen van het Oekraïense luchtruim zou de vlucht volgens planning verdergaan over de Russische Federatie richting de Kaspische Zee, over het noordoosten van Iran, Afghanistan, Pakistan en het Indiase Delhi. Vervolgens zou de Golf van Bengalen worden overgestoken in de richting van Thailand, voordat naar het zuiden zou worden afgebogen in de richting van Kuala Lumpur in Maleisië. De vlucht zou tot het Thaise luchtruim op FL350 blijven. Daar zou een klim plaatsvinden naar FL370, alvorens de daling in te zetten voorafgaand aan de landing op Kuala Lumpur (zie Figuur 1) na een vlucht van ongeveer elf en een half uur.

In het ATC-vliegplan (zie Bijlage C) was een klim op luchtweg L980 van FL330 naar FL350 voorzien bij luchtvaartnavigatiepunt PEKIT. Opgemerkt werd dat in het operationele vliegplan van de luchtvaartmaatschappij een klim van FL330 naar FL350 werd voorzien bij luchtvaartnavigatiepunt EDIMI, 74 NM vóór PEKIT. De reden waarom de twee vliegplannen in twee verschillende klimposities voorzagen, wordt toegelicht in paragraaf 3.3.2.1.



Figuur 1: De geplande route. (Bron: Google, INEGI)

Volgens gegevens van de Oekraïense luchtverkeersdienstverlener vloog het vliegtuig op FL330 en vloog het om 12.53 (14.53 MET) Dnipropetrovsk Radar Control (Dnipro Radar) Sector 2 van het vluchtinformatiegebied (FIR) Dnipropetrovsk (UKDV) binnen. Dnipro Radar Sector 2 is een deel van het Oekraïense luchtruim. Figuur 2 toont informatie over de indeling van het luchtruim boven Oekraïne.

Voorwoord

Samenvatting

1
Inleiding

Deel A:
2 Feitelijke
informatie

Deel A:
3 Analyse

Deel B:
Inleiding op
deel B

Deel B:
4 Besluitvorming

Deel B:
5 De situatie

Deel B:
6 Vlucht MH17

Deel B:
7 Overvliegen
van Oekraïne

Deel B:
8 Het land van
vertrek

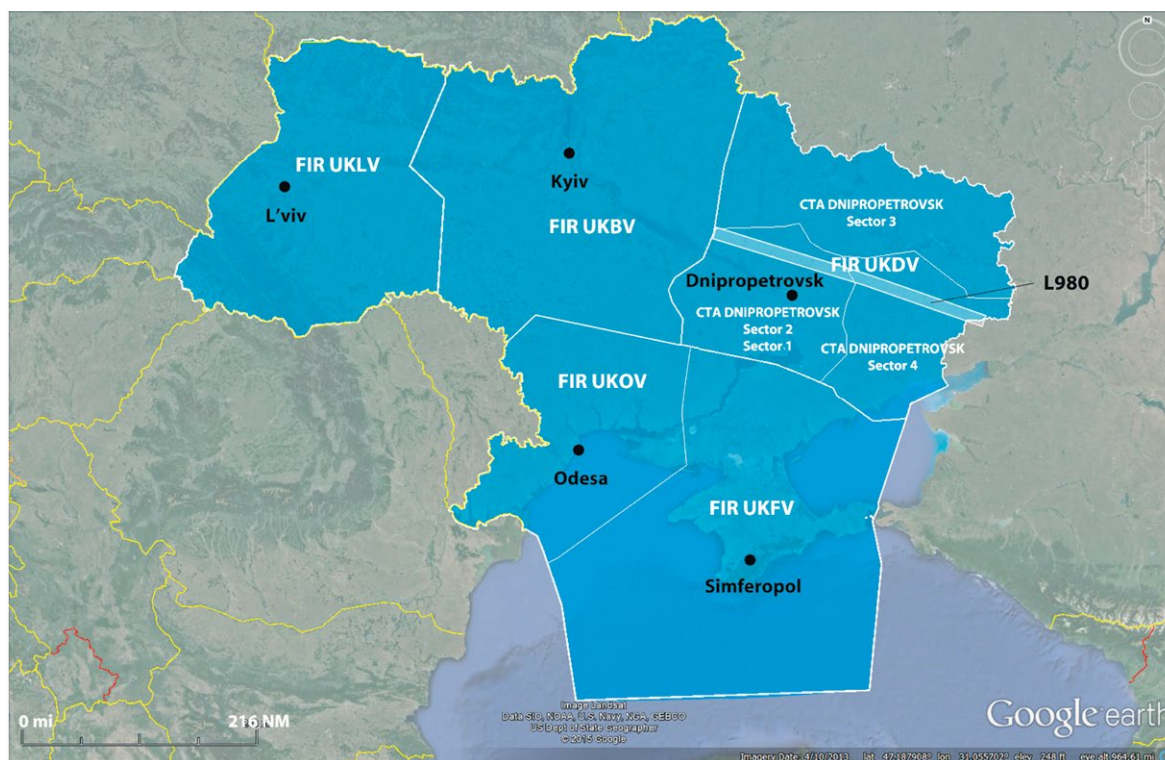
Deel B:
9 Risico-
beoordeling

10
Conclusies

11
Aanbevelingen

12
Afkortingen en
begrippen

13
Bijlagenlijst



Figuur 2: Oekraïense FIRs en sectoren in de UKDV FIR. (Bron: Google, Landsat)

Bij het eerste contact met de vliegtuigbemanning om 12.53 (14.53 MET), op een positie van ongeveer 6 NM (zeemijl) voor PEKIT, vroeg Dnipro Radar het vliegtuig te klimmen naar FL350, in overeenstemming met het ATC-vliegplan. De cockpitbemanning antwoordde, zonder daarvoor een specifieke reden op te geven (zie Tabel 1 voor een [vertaald] fragment uit het transcript van de luchtverkeersleiding), niet aan het verzoek te kunnen voldoen en vroeg toestemming om op FL330 te mogen blijven. Deze materie wordt behandeld en geanalyseerd in paragraaf 3.3.2.1.

Communicerende partijen	Tekst
ATC aan MH17	Malaysian één zeven, Dnipro Radar, hallo, geïdentificeerd, laat ons weten... bent u in staat te stijgen tot vliegniveau drie vijf nul?
MH17 aan ATC	Malaysian één zeven, nee, handhaven drie drie nul
ATC aan MH17	Malaysian één zeven, begrepen

Tabel 1: (Vertaald) fragment uit ATC-transcript. (Zie Bijlage G voor een volledig transcript van de communicatie)

Dnipro Radar had een potentieel separatieverlies bemerkt tussen vlucht MH17 en een ander Boeing 777-vliegtuig dat ook op FL330 vloog en vlucht MH17 van achteren naderde. Om dit potentiële conflict te voorkomen heeft Dnipro Radar het andere verkeer toestemming verleend naar FL350 te klimmen.

Om 13.00 (15.00 MET), op een positie van ongeveer 40 NM voorbij luchtvaartnavigatiepunt PEKIT, vroeg de cockpitbemanning van MH17 aan Dnipro Radar hun vliegpad te mogen verleggen door naar links af te buigen en 20 NM naar het noorden uit te wijken

om de weeromstandigheden samenhangend met cumulonimbuswolken in de baan van het vliegtuig te vermijden. De cockpitbemanning vroeg ook of FL340 beschikbaar was. Dnipro Radar heeft toegestaan de koers te verleggen vanwege het weer, maar droeg het vliegtuig op om op FL330 te blijven wegens conflicterend burgerluchtverkeer.

De *Flight Data Recorder* en radargegevens tonen beide aan dat het vliegtuig, na ongeveer 6,5 NM (zijdelings vanaf de hartlijn van de oorspronkelijke route) links te hebben afgeweken van de route, om 13.05 (15.05 MET) terugkeerde in de richting van luchtweg L980.

Twee minuten later, om 13.07 (15.07 MET), droeg Sector 2 van *Dnipropetrovsk Area Control Centre* de vlucht over aan Sector 4 van *Dnipropetrovsk Area Control Centre*, een sector die ook de roepnaam Dnipro Radar gebruikt.

Radargegevens toonden dat, na een verdere flauwe bocht naar rechts om 13.15 (15.15 MET), het vliegtuig zich om 13.19 (15.19 MET) bevond op een positie 3,6 NM ten noorden van de hartlijn van luchtweg L980, bijna terug op de oorspronkelijke grondkoers, tussen luchtvaarnavigatiepunt GANRA en luchtvaarnavigatiepunt TAMAK. Dnipro Radar heeft het vliegtuig toestemming gegeven vanaf dit punt rechtstreeks te vliegen naar luchtvaarnavigatiepunt RND, ongeveer 45 NM ten zuidoosten van TAMAK en ten zuiden van de geplande luchtweg. De grens tussen het Oekraïense luchtruim en het luchtruim van de Russische Federatie op de luchtweg bevindt zich bij luchtvaarnavigatiepunt TAMAK. Figuur 3 toont de door MH17 gevlogen route boven het oostelijk deel van Oekraïne en de geplande route naar het luchtruim van de Russische Federatie.



Figuur 3: Route van vlucht MH17 boven het oostelijk deel van Oekraïne. De lichtgrijze arcering toont het gebied 5 NM ten linker- en rechterzijde van de hartlijn van luchtweg L980. De zwarte lijn toont hoe vlucht MH17 afwijkt van luchtweg L980 tussen luchtvaarnavigatiepunten PEKIT en TAGAN. (Bron: Google, Landsat)

De klaring om rechtstreeks richting luchtvaarnavigatiepunt RND te vliegen werd door de cockpitbemanning bevestigd om 13.19:56 (15.19:56 MET). Dit was de laatste radio-transmissie van vlucht MH17. Onmiddellijk daarna, om 13.20:00 (15.20:00 MET) liet

Dnipro Radar vlucht MH17 weten een klaring te mogen verwachten om na RND rechtstreeks verder te vliegen naar navigatiepunt TIKNA. TIKNA is een luchtvaartnavigatiepunt in de Russische Federatie op luchtweg A87. Volgens het ATC-vliegplan zou vlucht MH17 na het passeren van de grens tussen Oekraïne en de Russische Federatie luchtweg A87 gaan volgen. Er werd geen bevestiging of verdere radiocommunicatie van vlucht MH17 ontvangen.

Het vliegtuig raakte de grond nabij het dorp Hrabove in het oostelijk deel van Oekraïne. Het moment van de crash kon niet exact bepaald worden. Echter, in verschillende artikelen en video-opnamen uit de media beschreven lokale bewoners dat er delen van het vliegtuig uit de lucht vielen en wrakstukken en menselijke resten op huizen en in tuinen terecht kwamen om ongeveer 16.30 uur lokale tijd (15.30 MET). Wrakstukken van het vliegtuig lagen verspreid over een aantal locaties, ook in de buurt van de dorpen Rozsypne en Petropavlivka.

De wrakstukken werden aangetroffen op zes verschillende locaties, verspreid over een gebied van ongeveer 50 km². De meeste wrakstukken bevonden zich op drie locaties (zie paragraaf 2.12.2) ten zuidwesten van Hrabove. Deze drie locaties bevonden zich in een richting van 080° op ongeveer 8,5 km van de laatst bekende positie van het vliegtuig tijdens de vlucht. Op twee van deze locaties was na de crash brand uitgebroken.

2.2 Persoonlijk letsel

Letsel	Cockpit-bemanning	Cabine-bemanning	Passagiers	Overige personen	Totaal
Dodelijk	4	11	283 ⁵	0	298
Ernstig	0	0	0	0	0
Licht/geen	0	0	0	0	0
Totaal	4	11	283	0	298

Tabel 2: Overzicht persoonlijk letsel.

De inzittenden van het vliegtuig waren staatsburgers van de volgende landen:

Nederland	193	België	4
Maleisië	43	Filippijnen	3
Australië	27	Canada	1
Indonesië	12	Nieuw-Zeeland	1
Verenigd Koninkrijk	10		
Duitsland	4	Totaal	298

⁵ Inclusief drie kinderen jonger dan 2 jaar.

Bovenstaande gegevens over de nationaliteiten zijn gebaseerd op de informatie die is verstrekt door de luchtvaartmaatschappij en op het paspoort dat is gebruikt bij het inchecken. Van de passagiers hadden er 24 meer dan één nationaliteit, waardoor er verschillen zijn ontstaan in de aantallen per nationaliteit die zijn gepubliceerd in andere media. Deze nationaliteiten zijn Australië, België, Duitsland, Indonesië, Israël, Italië, Maleisië, Nederland, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten en Vietnam. Nadere informatie over de nationaliteit van de inzittenden wordt gegeven in het rapport MH17 Passagiersinformatie.

Er zijn geen meldingen binnengekomen over gewonden of dodelijke slachtoffers op de grond als gevolg van de crash.

2.3 Schade aan het luchtvaartuig

Het vliegtuig werd totaal vernield.

2.4 Overige schade

Er is schade ontstaan aan huizen, gebouwen, delen van de infrastructuur en landbouwgrond door de combinatie van enerzijds het neervallen van vliegtuigwrakstukken, menselijke resten, vracht en bagage, en anderzijds de brand die ontstond na het neerstorten van het vliegtuig. Deze informatie is verkregen via foto's genomen door de onderzoekers en de politie, alsmede via informatie uit de media en materiaal gepubliceerd op internet.

2.5 Informatie over de bemanning

2.5.1 Cockpitbemanning

De cockpitbemanning bestond uit twee *captains* en twee *first officers*, die allen volledig gekwalificeerd waren om een Boeing 777-200 te besturen. Overige gegevens zijn opgenomen in Tabel 3.

Lid cockpitbemanning	Kwalificatie	Gegevens
Captain (Team A) Maleisische nationaliteit man, leeftijd 44	Brevet	<i>Airline Transport Pilot Licence</i>
	777 typebevoegdheid	Geldig t/m: 31 oktober 2014
	Base check	Geldig t/m: 29 oktober 2014
	Line check	Geldig t/m: 31 oktober 2014
	Medische verklaring	Klasse 1 Geldig t/m: 31 oktober 2014
	Vliegervaring	Totaal: 12.385,57 uur 777-200: 7303,15 uur Laatste 90 dagen: 116,02 uur Laatste 30 dagen: 34,54 uur Laatste 24 uur: 0,0 uur

Lid cockpitbemanning	Kwalificatie	Gegevens
First Officer (Team A) Maleisische nationaliteit man, leeftijd 26	Brevet	<i>Airline Transport Pilot Licence</i>
	777 typebevoegdheid	Geldig t/m: 31 maart 2015
	Base check	Geldig t/m: 13 december 2014
	Line check	Geldig t/m: 28 februari 2015
	Medische verklaring	Klasse 1 Geldig t/m: 31 maart 2015
	Vliegervaring	Totaal: 4,058.49 uur 777-200: 296.22 uur Laatste 90 dagen: 117.58 uur Laatste 30 dagen: 40.13 uur Laatste 24 uur: 0,0 uur
Captain (Team B) Maleisische nationaliteit man, leeftijd 49	Brevet	<i>Airline Transport Pilot Licence</i>
	777 typebevoegdheid	Geldig t/m: 31 oktober 2014
	Base check	Geldig t/m: 20 augustus 2014
	Line check	Geldig t/m: 30 november 2014
	Medische verklaring	Klasse 1 Geldig t/m: 31 oktober 2014
	Vliegervaring	Totaal: 13,239.08 uur 777-200: 7,989.14 uur Laatste 90 dagen: 152.31 uur Laatste 30 dagen: 62.21 uur Laatste 24 uur: 0,0 uur
First Officer (Team B) Maleisische nationaliteit man, leeftijd 29	Brevet	<i>Airline Transport Pilot Licence</i>
	777 typebevoegdheid	Geldig t/m: 30 november 2014
	Base check	Geldig t/m: 6 januari 2015
	Line check	Geldig t/m: 31 maart 2015
	Medische verklaring	Klasse 1 Geldig t/m: 30 november 2014
	Vliegervaring	Totaal: 3,190.12 uur 777-200: 227.48 uur Laatste 90 dagen: 138.14 uur Laatste 30 dagen: 28.24 uur Laatste 24 uur: 0,0 uur

Tabel 3: Informatie over de cockpitbemanning.

Het *Operations Manual Part A* van de luchtvaartmaatschappij bevat de procedures voor het voldoen aan de geldende voorschriften voor vliegtijdbeperking. Voor een vlucht die ongeveer twaalf uur duurt, zijn vier piloten vereist van wie er twee *captain* zijn. Op vlucht MH17 waren twee *captains* en twee *first officers* ingedeeld om de vlucht uit te voeren in twee teams: Team A en Team B. Team A vloog het eerste deel van de vlucht en bestuurde het toestel ten tijde van de crash. De *captain* zat in de linker cockpitstoel en de *first officer* zat in de rechter cockpitstoel. Als een lid van de cockpitbemanning (in dit geval team B) geen dienst heeft als piloot, is het gebruikelijk dat deze uitrust in de ruimte achter de cockpit, in een stoel in de business class, of dat deze plaatsneemt op een van de waarnemersstoelen in de cockpit.

2.5.2 Cabinebemanning

De cabinebemanning bestond uit elf personen. Het onderzoeksteam achtte de training en kwalificatie van de cabinebemanning niet relevant voor het onderzoek naar de oorzaken van de crash. Gegevens over de cabinebemanning zijn daarom niet bekeken of geanalyseerd.

Samenvatting informatie bemanning

Volgens de documenten en informatie die zijn ontvangen van Malaysia Airlines beschikte de cockpitbemanning over de vereiste bevoegdheden voor het uitvoeren van de vlucht. De cockpitbemanning bestond uit twee *captains*, twee *first officers* en elf cabinebemanningsleden.

2.6 Informatie over het vliegtuig

Deze paragraaf en ook Bijlage J bevatten de volgende informatie:

- Een algemene beschrijving van het bij de crash betrokken vliegtuig;
- Een beschrijving van de operationele inzet, luchtwaardigheid en het onderhoud van het vliegtuig en van specifieke systemen en apparatuur die van belang wordt geacht voor het onderzoek, en
- De belading van het vliegtuig.

2.6.1 Algemene beschrijving

Het vliegtuig, een Boeing 777-200, is een laagvleugelig commercieel breedrompvlucht uitgerust met twee aan de vleugels gemonteerde turbofanmotoren en een landingsgestel bestaande uit drie wielstellen met inbegrip van het neuswiel. Het maximale startgewicht van het vliegtuig was 286.897 kg. De stoelindeling van 9M-MRD was als volgt: 33 business class-stoelen in het voorste deel van de cabine plus 247 economy class-stoelen. Het vliegtuig had 76.322 vlieguren gemaakt tijdens 11.434 vluchten (zie Hoofdstuk 12 - Afkortingen en begrippen) en was uitgerust met twee Rolls-Royce Trent-892B motoren.

De meest recente versie van het registratiecertificaat van 9M-MRD, afgegeven door de Burgerluchtvaartdienst van Maleisië, conform het Maleisische Luchtvaartreglement uit 1996, dateerde van 23 augustus 2006. De Burgerluchtvaartdienst van Maleisië heeft op 7 juli 2014 een luchtwaardigheidsbewijs voor 9M-MRD afgegeven onder nummer M.0817 (serienummer 28411). Dit nieuwe bewijs verving een luchtwaardigheidsbewijs dat was afgegeven op 8 juli 2013. Dit nieuwe bewijs was geldig tot 29 juli 2015.

Het onderhoudsschema, het aanbrengen van verplichte modificaties en de afhandeling van defectrapportages zijn onderzocht. Details hieromtrent en andere zaken bij Malaysia Airlines die te maken hebben met luchtwaardigheid worden beschreven in Bijlage J.

2.6.2 De belading van het vliegtuig

Beladingswaarden:	
Ingecheckte bagage en vracht:	17.751 kg
Passagiers en handbagage (gebaseerd op standaard gewichtseenheden):	20.225 kg
Vliegtuig - leeggewicht:	145.015 kg
Waarden met betrekking tot het evenwicht van het vliegtuig:	
Percentage gemiddelde aerodynamische koorde (MAC):	25,51
Beladingsindex:	35,47

Tabel 4: Beladingswaarden.

Het feitelijke startgewicht van het vliegtuig was 278.691 kg⁶ en de voorste en achterste limieten van het zwaartepunt bij dit startgewicht waren respectievelijk 21 en 38,5 procent MAC. Zowel startgewicht als belading vielen binnen de toegestane grenswaarden.

In Bijlage E staat aangegeven hoe de 17.751 kg aan bagage en vracht over de onder de cabinevloer aanwezige bagagecompartimenten was verdeeld.

Volgens de door de grondaafhandelaar voor de cockpitbemanning aangemaakte NOTOC (zie Hoofdstuk 12 - Afkortingen en begrippen en Bijlage E) bevatte de geladen vracht geen gevaarlijke goederen. De NOTOC vermeldde medische benodigdheden, snijbloemen en dieren die aan boord waren in de categorie Bijzondere Lading.

Bij controle van de vrachtilijst zijn geen aanwijzingen voor goederen aangetroffen die in de categorie gevaarlijke goederen hadden moeten vallen, zoals chemicaliën, voertuigmotoren en dergelijke. Opgemerkt werd dat op de vrachtilijst één enkele lithium-ion batterij vermeld stond. Dit voorwerp werd aangemerkt als zijnde correct verpakt en hoefde dan ook niet in de categorie gevaarlijke goederen te worden ingedeeld. Dit kleine voorwerp werd derhalve niet van belang geacht voor het onderzoek.

In het technisch logboek werd voorafgaand aan vertrek vanaf Schiphol een notitie ingevoerd waaruit blijkt dat de in het vliegtuig aanwezige hoeveelheid brandstof 96.500 kg bedroeg, waarvan 9.800 kg nog over was van de voorafgaande vlucht. Dit is 800 kg meer dan de geplande 95.700 kg brandstof die was vereist voor de start. Voorafgaand aan vlucht MH17 werd aan de linkermotor motorolie toegevoegd. Het technisch logboek is getekend door de grondwerktuigkundige en door de captain van vlucht MH17, ter bevestiging van het feit dat de vereiste onderhoudscontroles waren uitgevoerd.

⁶ Het startgewicht is exclusief 800 kg brandstof die tijdens het taxiën werd gebruikt.

Het verhelpen van drie mankementen aan het toestel was tot later uitgesteld. Dit betrof:

- een ontbrekend kapje op een omgevingsmicrofoon van de *Cockpit Voice Recorder*;
- een opmerking over de staat van twee handbagagevakken boven de stoelen; en
- de geluiddempende bekleding van de linkermotor was beschadigd. Het gebied van de schade was ongeveer 2 x 6 centimeter.

Samenvatting van informatie over het vliegtuig

- Volgens de ontvangen documentatie en informatie was het vliegtuig bij vertrek van Schiphol luchtwaardig, met drie gedocumenteerde technische mankementen.
- Uit de vluchtdocumenten blijkt verder dat het vliegtuig klaar was voor vertrek vanaf Schiphol met aan boord 283 passagiers, 17.751 kg ingecheckte bagage en vracht en 96.500 kg brandstof. Er was een ATC-vliegplan ingediend. De cockpitbemanning was voorzien van een operationeel vliegplan, NOTAMs, en informatie over de belading en het weer.
- Het gewicht en het zwaartepunt van het vliegtuig bevonden zich binnen de toegestane grenswaarden.

2.7 Meteorologische gegevens

2.7.1 Algemeen

De weersomstandigheden zoals beschreven in deze paragraaf zijn afkomstig van drie meteorologische instituten:

- het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI);
- de Britse meteorologische dienst (*Met Office*), en
- het Oekraïense Hydrometeorologisch Instituut.

2.7.2 Voorspeld weer

De meteorologische rapporten (METARs) voor de luchthavens in de omgeving van en rond het tijdstip van de crash (tijdstippen uitsluitend in UTC) laten de volgende informatie zien:

Toelichting relevante informatie	Naam luchthaven (ICAO-code)
	METAR
Informatie verstrekt: 17 juli, 13.30; Wind: voornamelijk uit richting 050° en variabel tussen 020° en 090°, snelheid 6 m/s; Bewolking en zicht: CAVOK; ⁷ Temperatuur: 25 °C, dauwpunt 16 °C; Barometrische druk op zeeniveau: 1.011 hPa; Geen grote verandering verwacht.	Kryvyi Righ (UKDR)
	171330Z 05006MPS 020V090 CAVOK 25/16 Q1011 3609//70 NOSIG

Toelichting relevante informatie	Naam luchthaven (ICAO-code)
	METAR
Informatie verstrekt: 17 juli, 13.30; Wind: voornamelijk uit richting 060°, snelheid 5 m/s; Bewolking en zicht: zicht meer dan 10 km, onweersbuien in de omgeving, verspreide cumulonimbus bewolking op 3300 voet, gebroken op 10.000 voet; Temperatuur: 25 °C, dauwpunt 18 °C; Barometrische druk op zeeniveau: 1.011 hPa; Verwachte verandering: tijdelijk in de komende 60 minuten, windrichting 050° en windsnelheid 8 m/s met windstoten van 14 m/s, onweersbuien en regen en bewolking: cumulonimbus-wolken gebroken op 1500 voet.	Dnipropetrovsk (UKDD)
	171330Z 06005MPS 9999 VCTS SCT033CB BKN100 25/18 Q1011 08210270 TEMPO 05008G14MPS TSRA BKN015CB
Informatie verstrekt: 17 juli, 13.30; Wind: voornamelijk uit richting 070°, snelheid 4 m/s; Bewolking en zicht: zicht meer dan 10 km, verspreide cumulonimbus bewolking op 3300 voet, gebroken op 20,000 voet; Temperatuur: 31 °C, dauwpunt 11 °C; Barometrische druk op zeeniveau: 1.013,25 hPa, en Verwachte verandering: tijdelijk in de komende 60 minuten, windrichting 080°, windsnelheid 9 m/s met windstoten van 16 m/s.	Charkiv (UKHH)
	171330 07004MPS 9999 SCT033CB BKN200 31/11 Q1013 070///65 TEMPO 08009G16MPS
Informatie verstrekt: 17 juli, 13.30; Wind: richting 030°, snelheid 7 m/s; Bewolking en zicht: CAVOK; Temperatuur: 30 °C, dauwpunt 16 °C; Barometrische druk op zeeniveau: 1.015 hPa; Baan vrij van verontreinigingen en remwerking is goed, en Verwachte verandering: geen grote verandering.	Kyiv Boryspil (UKBB)
	171330 03007MPS CAVOK 30/16 Q1015 88CLRD95 NOSIG

Tabel 5: METARs van kracht op 17 juli 2014.

Op 17 juli werden twee SIGMET⁸-berichten voor de Dnipropetrovsk FIR gepubliceerd. De tweede SIGMET, nummer 5, verving de eerste. De SIGMETs (met tijdstippen uitsluitend in UTC) bevatten de volgende informatie:

7 CAVOK staat voor ‘Ceiling and Visibility OK’ (wolkenbasis en zicht OK); specifiek (1) bevindt er zich geen bewolking tot ofwel 5.000 voet boven het luchtvaartterrein ofwel de minimale sectorhoogte (de hoogste waarde van de twee) en er is geen cumulonimbus of cumulus congestus; (2) is het zicht ten minste 10 kilometer en (3) zijn er geen actuele of verwachte significante weersverschijnselen zoals neerslag, onweersbuien, groundmist of lage drift-sneeuw.

8 Een SIGMET bevat informatie over weersverschijnselen op de route die van invloed kunnen zijn op de veiligheid van luchtvaartactiviteiten.

Voorwoord
Samenvatting
1 Inleiding
Deel A: 2 Feitelijke informatie
Deel A: 3 Analyse
Deel B: Inleiding op deel B
Deel B: 4 Besluitvorming
Deel B: 5 De situatie
Deel B: 6 Vlucht MH17
Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne
Deel B: 8 Het land van vertrek
Deel B: 9 Risico-beoordeling
10 Conclusies
11 Aanbevelingen
12 Afkortingen en begrippen
13 Bijlagenlijst

Toelichting	SIGMET
SIGMET 4 voor de UKDV FIR Geldigheid: 17 juli tussen 09.00 en 12.00; Weersvoorspelling: verscholen onweersbuien met grote hagelstenen voorspeld voor de gehele regio Dnipropetrovsk, met wolkentoppen tussen de 34.000 en 39.000 voet die naar het noorden trekken met een snelheid van 20 km/u, en Verwachte verandering: geen verandering.	UKDV SIGMET 4 VALID 170900/171200 UKDV UKDV DNJEPROPETROVSK FIR EMBD TSGR FCST OVER WHOLE DNJEPROPETROVSK FIR TOP FL340/390 MOV N 20 KM/H NC
SIGMET 5 voor de UKDV FIR Geldigheid: 17 juli tussen 12.00 en 15.00; Weersvoorspelling: verscholen onweersbuien met grote hagelstenen voorspeld over de gehele regio Dnipropetrovsk, met wolkentoppen tussen 37.000 en 41.000 voet die naar het noorden trekken met een snelheid van 15 km/u, en verwachte verandering: toenemend.	UKDV SIGMET 5 VALID 171200/171500 UKDV UKDV DNJEPROPETROVSK FIR EMBD TSGR FCST OVER WHOLE DNJEPROPETROVSK FIR TOP FL370/410 MOV N 15 KM/H INTSF

Tabel 6: SIGMETs van kracht op 17 juli 2014.

2.7.3 Aan de cockpitbemanning verstrekte weersinformatie

Voorafgaand aan het vertrek vanaf Schiphol ontving de cockpitbemanning tijdens de vluchtvoorbereiding de meest recente weersinformatie van de grondafhandelaar. De volgende informatie werd verstrekt:

- Prognostische weerkaarten voor significante weersverschijnselen, geldig op 17 juli om 6.00, 12.00 en 18.00 (08.00, 14.00 en 20.00 MET) op de route Amsterdam - Kuala Lumpur tussen FL250 en FL630;
- De voorspelde windrichting en -snelheid en luchttemperatuur tussen Amsterdam en Kuala Lumpur vanaf grondhoogte tot FL430 op verschillende punten langs de geplande route;
- Voorspelling van turbulentie en de ernst daarvan op elk van de luchtvaartnavigatiepunten op de route Amsterdam - Kuala Lumpur;
- De weerberichten van grote luchthavens en vluchtinformatiegebieden op de route Amsterdam - Kuala Lumpur, inclusief de hierboven beschreven METAR voor de luchthaven Kyiv Boryspil.

De prognostische weerkaarten voor significante weersverschijnselen lieten ten noordwesten van de Zwarte Zee een gebied zien met hier en daar verscholen cumulonimbuswolken tot FL350, dat volgens de voorspelling naar het noordoosten zou trekken tijdens de geldigheidsperiode van de voorspelling.

De voorspelde wind en temperatuur in Oekraïne op FL330 en FL350, zoals gemeld aan de cockpitbemanning in de informatie die door de grondafhandelaar werd verstrekt voorafgaand aan de vlucht, varieerde in richting en snelheid tussen 160 en 165 graden/17 tot 19 knopen in het Oekraïense luchtruim tot aan luchtvaartnavigatiepunt PEKIT, en tussen 180 en 220 graden/20 tot 40 knopen tussen luchtvaartnavigatiepunt PEKIT en de grens met de Russische Federatie bij luchtvaartnavigatiepunt TAMAK. De temperatuur van de buitenlucht varieerde tussen de -40 en -50 °C.

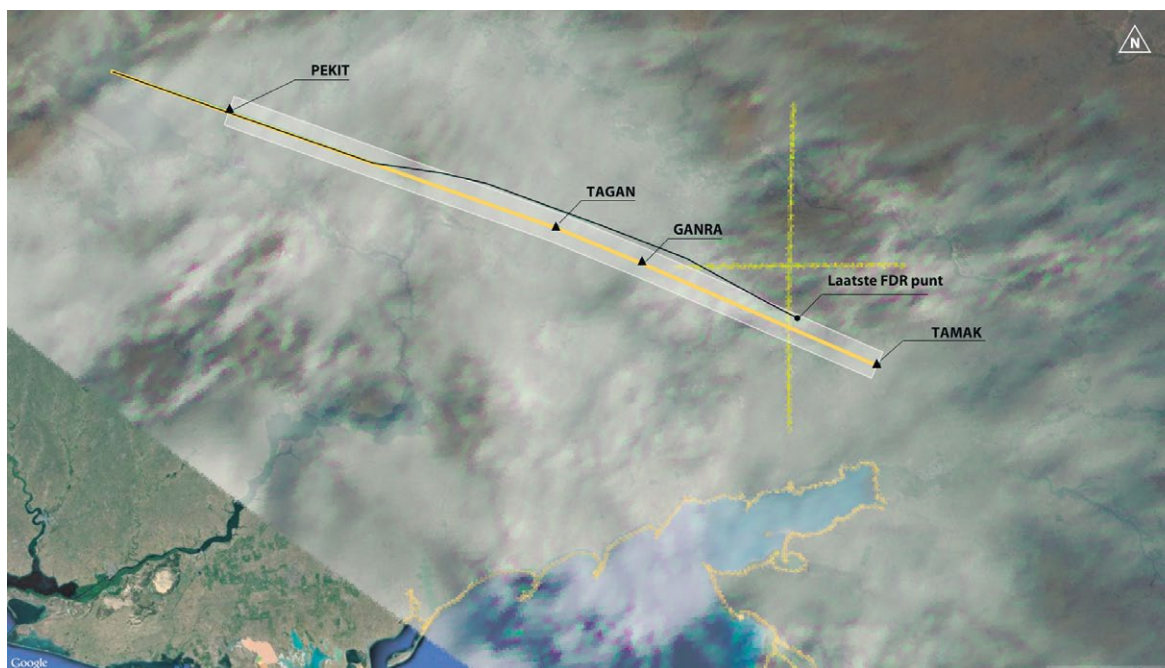
2.7.4 Actueel weer

Achteraf werden de algemene weersomstandigheden in de regio Donetsk om ongeveer 14.00 (16.00 MET) op 17 juli 2014 gereconstrueerd door het KNMI.

Een vrijwel stationair occlusiefront, gekoppeld aan een lagedrukgebied boven de Zwarte Zee, liep van de Russische Federatie en Oekraïne naar Roemenië. Tussen deze depressie en een hogedrukgebied boven Noordwest-Europa voerde een zwakke noordoostelijke stroming warme en instabiele continentale lucht aan boven de omgeving van de crash-locatie. Op verschillende plaatsen in dit systeem ontstond bewolking, waaruit regen- en onweersbuien voortkwamen. De wolkenbasis lag tussen de 3000 en 5000 voet met pieken tot rond FL350.

Weersatellietbeelden van Europa lieten grote wolkenformaties zien ten westen en noorden van de Zwarte Zee; een gebied dat grotendeels overlapt met de Dnipropetrovsk FIR. Het gebied ten zuiden van de laatste bekende positie van vlucht MH17 bevatte voornamelijk cumulonimbuswolken en mogelijk onweersbuien. In de gebieden waar cumulonimbuswolken voorkwamen lag een gesloten wolkenbasis tussen de 1000 en 5000 voet. Op andere plaatsen was de hemel minder bedekt. Het weersysteem bewoog zich naar het noordoosten, zie ook Bijlage F.

Bij analyse van grondobservaties bleek dat onweersbuien werden gemeld in het gebied ten zuiden, ten westen en ten zuidwesten van de crashlocatie. De wind op grondhoogte was noordelijk of noordoostelijk en had de neiging geleidelijk aan van richting te veranderen naarmate de hoogte toenam, totdat deze uiteindelijk zuidwestelijk werd op ongeveer FL230. Vanaf dit punt nam de wind met de hoogte in snelheid toe in de richting van de tropopauze, ongeveer op FL400. Het wolkendek wordt weergegeven op een visueel satellietbeeld dat werd verstrekt om 13.00 (15.00 MET).



Figuur 4: Satellietbeeld van weer en route geprojecteerd op een kaart van het oostelijk deel van Oekraïne. Opmerking: het gele kruis is toegevoegd door het meteorologisch instituut om de geografische positie 48°N 038° E aan te geven. (Bron: Google, TerraMetrics)

Samenvatting weersinformatie

De weersvoorspelling gaf aan dat het weer boven het oostelijk deel van Oekraïne onweersbuien bevatte. Het actuele weer kwam overeen met de weersvoorspelling.

2.8 Navigatiehulpmiddelen

Behalve de NOTAMs beschreven in paragraaf 2.9.4 van dit rapport bevatte het briefing-pakket van de bemanning één bedrijfsinstructie die betrekking had op het Oekraïense luchtruim. Op 28 april 2014 verstrekte Malaysia Airlines briefingnota MAS 00083/14 met betrekking tot het mogelijk uitvallen van het GPS-signaal in het Oekraïense luchtruim (zie Bijlage D). Gegevens van de *Flight Data Recorder* tonen aan dat de GPS-ontvangst normaal was tijdens vlucht MH17.

2.9 Informatie van de luchtvaartnavigatiedienst en overige gegevens**2.9.1 Algemeen**

Deze paragraaf bevat informatie over de luchtverkeersbeveiliging in Oekraïne en de Russische Federatie. De informatie met betrekking tot de Russische Federatie is opgenomen, omdat vlucht MH17 op het punt stond het luchtruim van de Russische Federatie binnen te vliegen. Na een korte inleiding over de luchtvaartnavigatiediensten komen de radargegevens van de luchtvaartnavigatiediensten en de communicatie tussen de luchtverkeersleiders van Oekraïne en de Russische Federatie aan de orde. Tot slot wordt informatie van *Airborne Warning and Control System* (AWACS)-vliegtuigen beschreven. De luchtverkeersleiding, het betrokken luchtruim en de bijbehorende restricties worden beschreven in deel B van dit rapport.

Opleiding en kwalificaties van de luchtverkeersleiders waren niet relevant voor het onderzoek naar de oorzaken van de crash. De vluchtafhandeling en de acties nadat het radiocontact met vlucht MH17 was verloren, waren correct.

2.9.2 Luchtverkeersbeveiliging

De Oekraïense luchtverkeersdienstverlener (*Ukrainian State Air Traffic Services Enterprise*, UkSATSE) is de luchtvaartnavigatiedienst in Oekraïne. Luchtverkeersbeveiliging is in Oekraïne de verantwoordelijkheid van een systeem van twee partijen, bestaande uit het Ministerie van Infrastructuur en het Ministerie van Defensie. Zowel de civiele als militaire luchtverkeersbeveiligingsactiviteiten worden gecoördineerd vanuit een geïntegreerd civiel en militair luchtverkeersbeveiligingssysteem dat onderdeel uitmaakt van UkSATSE.

In de Russische Federatie is civiele en militaire luchtverkeersbeveiliging de verantwoordelijkheid van GKOVD (zie Afkortingen en begrippen). Dit is een overheidsbedrijf (een zogenaamde federale unitaire onderneming) dat onder toezicht staat van het Federale Agentschap voor Luchtvervoer (ROSAVIATSIA), dat op zijn beurt onder het Ministerie van Transport valt.

2.9.3 Luchtruim

Het Oekraïense luchtruim bestaat uit vijf vluchtinformatiegebieden en een netwerk van luchtwegen ten behoeve van het verlenen van luchtverkeersleidingsdiensten voor doorgaande vluchten. Oekraïne past het ICAO-vliegniveausysteem toe. Opgemerkt werd dat, als gevolg van de situatie op de Krim, de Oekraïense autoriteiten het gebruik van delen van de routes binnen de Simferopol FIR vanaf 3 april 2014 hebben beperkt. Op het moment van de crash waren deze beperkingen, gepubliceerd in NOTAM nummer 0569/14, van kracht.

De sector in de Russische Federatie die grenst aan Dnipropetrovsk Controlesector 4 in Oekraïne heeft de roepnaam Rostov Radar.

Voorvluchten zoals vlucht MH17, die plaatsvinden op basis van instrumentvliegvoorschriften, geldt het algemene principe van standaard vliegniveaus (FL): oneven duizenden voet (vliegniveau 310, 330, 350) bij een magnetische koers van 0° t/m 179° en even duizenden voet (vliegniveau 300, 320, 340) bij een magnetische koers van 180° t/m 359°. De luchtverkeersleiding kan andere vliegniveaus beschikbaar stellen.

Voor vlucht MH17, die luchtweg L980 volgde, door de Dnipropetrovsk (UKDV) FIR, in oostelijke richting, werden zogenaamde oneven standaard vliegniveaus gehanteerd, zoals weergegeven in het vliegplan voor dit deel van de route: FL330 en FL350. De luchtweg is 10 NM breed (5 NM aan weerszijden van de hartlijn) en strekt zich verticaal uit van FL280 tot FL660.

2.9.4 Luchtruimbeperkingen

Zowel Oekraïne als de Russische Federatie hadden NOTAMs uitgegeven die de toegang tot delen van hun respectievelijke luchtruim beneden FL320 beperkten. Op 17 juli waren delen van het luchtruim in beide landen beperkt toegankelijk beneden FL320. Op het moment van de crash vloog vlucht MH17 op FL330 in niet-beperkt luchtruim van de Dnipropetrovsk (UKDV) FIR in het oostelijk deel van Oekraïne.

Bijlage D omvat de complete gegevens van alle van kracht zijnde NOTAMs ten tijde van de crash en geeft een korte uitleg van de structuur en inhoud van de NOTAMs. In deel B van dit rapport worden de restricties die van toepassing waren nader omschreven.

Samenvatting van de informatie over het luchtruim

Op het moment van het voorval vloog vlucht MH17 op FL330 in het niet-beperkte luchtruim van de Dnipropetrovsk (UKDV) FIR in het oostelijk deel van Oekraïne.

2.9.5 Surveillancegegevens van de luchtverkeersdiensten

2.9.5.1 Inleiding

Voor het onderzoek waren grondgebonden gegevensbronnen beschikbaar die zijn geraadpleegd. Gegevens vastgelegd door radarstations in Oekraïne en de Russische Federatie zijn verstrekt aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid.

Surveillancegegevens van de luchtverkeersdiensten worden in het algemeen verkregen uit drie verschillende bronnen:

- *Primaire radar*: Een systeem dat een reeks radiogolven genereert in de vorm van pulsen die worden weerkaatst door bewegende objecten. De positie en snelheid van een object worden bepaald door vergelijking van de verzonden en de weerkaatste radiogolven.
- *Secundaire surveillanceradar*: Een radarsysteem dat een transponder aan boord van een luchtvaartuig ondervraagt om de luchtverkeersleiders informatie te verschaffen zoals vliegtuigtype, positie, hoogte, vluchtnummer en bestemming. Dit systeem wordt aangeduid met Mode S.
- *Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (hierna ADS-B) data*: Een technische voorziening aan boord van een luchtvaartuig die positie, hoogte en snelheid van het luchtvaartuig doorgeeft aan de luchtverkeersleiding.

De gegevens die worden ontvangen door de sensoren van de drie systemen worden ruwe data genoemd. De ruwe data wordt verwerkt om te kunnen worden weergegeven op een radarscherm dat wordt gebruikt door medewerkers van de luchtverkeersleiding. De door de radarsensoren ontvangen ruwe data, de voor weergave verwerkte data en de daadwerkelijk weergegeven data kunnen alle worden vastgelegd en opgeslagen voor latere analyse. De standaarden en aanbevolen werkwijzen in ICAO Annex 11 - Luchtverkeersdiensten bevatten de voorschriften voor het vastleggen en bewaren van dergelijke data. Onderstaande Tabel 7 geeft een overzicht van de standaarden voor het vastleggen en bewaren van data in Annex 11. De data moeten minimaal 30 dagen worden bewaard.

Datatype	Verwijzing ICAO Annex 11
Datalinkgegevens tussen luchtverkeersleidingsdienst en luchtvaartuig	6.2.2
Datalinkgegevens uitgewisseld tussen luchtverkeersleidingsdiensten onderling	
Computergegevens van luchtverkeersleidingsdiensten uitgewisseld tussen luchtverkeersleidingsdiensten onderling	
Surveillancegegevens (inclusief primaire en secundaire radardata) dienen te worden bewaard voor onderzoek naar incidenten en ongevallen, voor opsporings- en reddingsoperaties en voor evaluatie en training met betrekking tot het luchtverkeersleidingssysteem.	6.4.1

Tabel 7: Samenvatting van Annex 11; eisen voor het vastleggen van luchtverkeersbeveiligingsdata.

Een staat die, om bepaalde redenen, niet aan een ICAO-standaard voldoet, moet aan ICAO melden dat er een verschil bestaat tussen de nationale regelgeving en de ICAO-standaard. Een inventarisatie van de verschillen die door staten aan ICAO zijn gemeld, liet zien dat noch Oekraïne, noch de Russische Federatie bij ICAO had gemeld dat de nationale regelgeving verschildte van de standaarden omschreven in Annex 11.

Voor het onderzoek zijn surveillancegegevens van de radarsystemen van zowel Oekraïne als de Russische Federatie opgevraagd. Voor het onderzoek zijn de volgende gegevens opgevraagd:

Type	Oekraïne	Russische Federatie
Primaire radargegevens - ruwe data	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar
Primaire radargegevens - verwerkte data	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar
Secundaire radargegevens - ruwe data	Beschikbaar	Niet beschikbaar
Secundaire radargegevens - verwerkte data	Beschikbaar	Niet beschikbaar
ADS-B-gegevens	Beschikbaar	Niet beschikbaar
Overige ter beschikking gestelde data	Video-opname van radarscherm met verwerkte secundaire data	Video-opname van radarscherm met verwerkte primaire en secundaire data

Tabel 8: Opgevraagde en verkregen radargegevens.

Bijlage I bevat verschillende relevante schermafbeeldingen uit de video's die door UkSATSE en GKOVD zijn verstrekt.

In paragraaf 2.9.5.3 worden de redenen besproken waarom bepaalde data niet beschikbaar waren.

Op 23 juli (voordat het MH17 onderzoek aan Nederland was overgedragen) hebben experts van de internationale groep van onderzoekers, samen met een vertegenwoordiger van NBAAI een interview gehouden met experts van UkSATSE. Gedurende het interview werden gegevens uit diverse bronnen gedeeld door UkSATSE. De overdracht van de opgenomen verkeersleidingsdata, inclusief video- en audiobestanden, aan de experts van de internationale groep van onderzoekers, is vastgelegd in een protocol (Bijlage M). Een dag later is door de onderzoekers de informatie van UkSATSE aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid overgedragen.

2.9.5.2 Gegevens van surveillanceradars

Deze paragraaf beschrijft de radargegevens voor vlucht MH17 die werden ontvangen van luchtvaarnavigatiediensten UkSATSE en GKOVD.

De Oekraïense civiele primaire radarstations in het gebied functioneerden op het moment van de crash niet vanwege periodiek onderhoud. Ook de militaire primaire radarstations waren niet operationeel. Het Oekraïense Ministerie van Defensie verklaarde dat dit systeem niet operationeel was, omdat er in de sector waar vlucht MH17 doorheen vloog geen Oekraïense militaire luchtvaartuigen aanwezig waren. UkSATSE verstreekte ruwe data van de secundaire surveillanceradar en een video met beelden van het radarscherm. Figuur 5 toont een schermafbeelding van de video-opnames van het radarscherm en een uitleg van de weergegeven gegevens.



Figuur 5: Voorbeeld van weergave op het radarscherm. (Bron: UkSATSE)

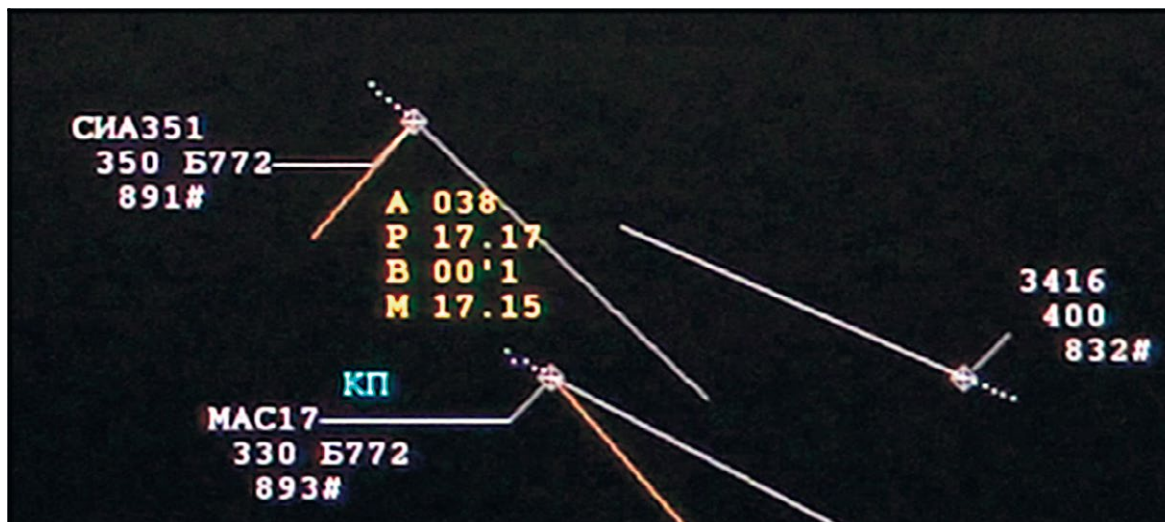
Het secundaire radarsymbool voor vlucht MH17 toonde het vluchtnummer 'MAS17', het vliegniveau '330' en vliegtuigtype 'B772H'. De letter 'H' staat voor 'heavy', een term die verwijst naar de turbulentie categorie van het vliegtuig. Het woord 'TAMAK' gaf het luchtvaartnavigatiepunt aan waarnaar het vliegtuig was geklaard. Het getal '491' gaf de grondsnelheid in knopen van het vliegtuig aan. De bruine lijn was luchtweg W633 waarop het luchtvaartnavigatiepunt BELOL werd weergegeven.

De gegevens bevatten geen storingen, noodcodes of andere waarschuwingen van vlucht MH17.

De ruwe data van het laatst ontvangen bericht en de laatste objectdata van vlucht MH17 hebben beide een tijdstempel van 13.20:03 (15.20:03 MET). De verwerkte data lieten zien dat er vanaf 13.20:18 (15.20:18 MET) geen Mode S-gegevens werden getoond en de zogenaamde 'coasting-modus' (Zie Afkortingen en begrippen) werd geactiveerd om 13.20:36 (15.20:36 MET). Dit blijkt uit het feit dat het objectsymbool verandert van een diamantvorm (◇) in een hekje (#) en uit een pijltje naast het objectsymbool. Dit is zichtbaar in de afbeeldingen in Bijlage I. Als gevolg van vertragingen in de gegevensverwerking van het systeem viel de verandering in weergave op het beeldscherm naar verwachting niet samen met de daadwerkelijke tijd van de laatste Mode S-uitzending; de eerstgenoemde kan later plaatsvinden.

De gecombineerde gegevens van de primaire radar en de secundaire surveillanceradar van de Luchtvaartnavigatiedienst van de Russische Federatie - GKOVD - zijn geleverd in de vorm van een video met beelden van een radarscherm. Er zijn geen andere gegevens ontvangen. Door het ontbreken van ruwe data was het niet mogelijk de video met radarbeelden te verifiëren. Op de videobeelden van het radarscherm waren echter geen storingen, noodcodes of andere waarschuwingen met betrekking tot vlucht MH17 te

zien. Figuur 6 toont een schermafbeelding van de video-opnames van het radarscherm en een uitleg van de weergegeven gegevens. De gegevens van de primaire radar waren beschikbaar voor een gebied van ongeveer 30 tot 60 kilometer ten zuiden van de positie van het vliegtuig, 90 kilometer ten noorden en oosten, en ongeveer 200 kilometer ten westen.



Figuur 6: Voorbeeld van weergave op het radarscherm van de Russische Federatie. (Bron: GKOVD)

De gegevens van de GKOVD toonden vlucht MH17 als een gecombineerd objectsymbool en -label van de primaire en secundaire radar. Het gegevenslabel voor vlucht 'MAS17' toonde de roepnaam van de vlucht in Cyrillisch schrift 'MAC17', het vliegniveau '330' en het vliegtuigtype 'Б772H' met de 'B' in Cyrillisch schrift (voor Boeing 777-200). Het getal '893' gaf de grondsnelheid van het vliegtuig aan in km/u. N.B. Dit beeld betreft niet hetzelfde moment als het beeld in Figuur 5.

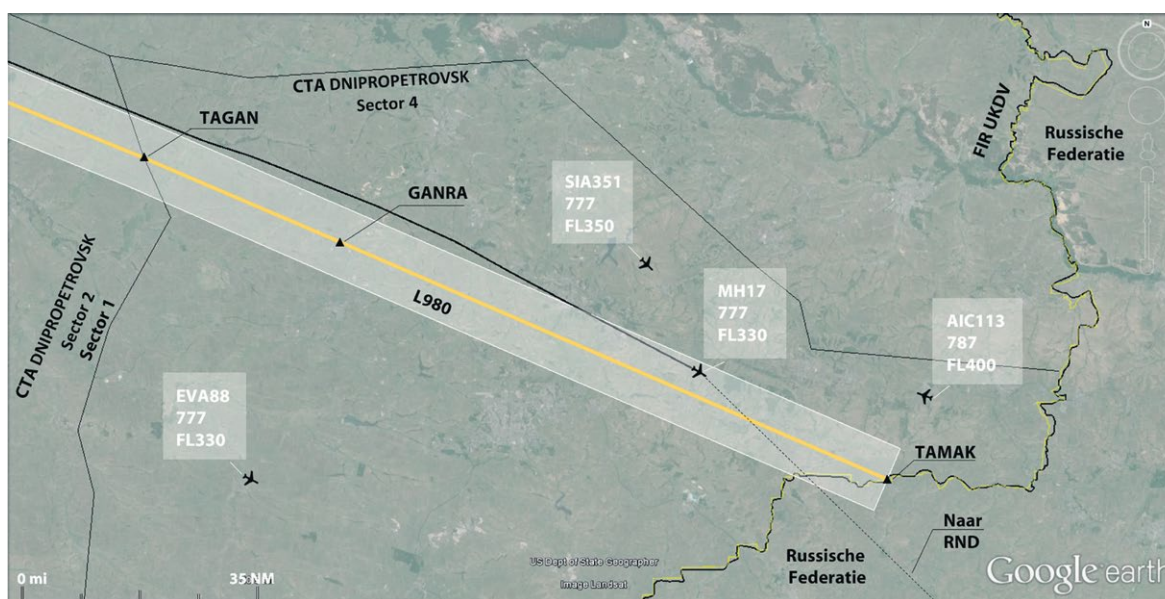
Op basis van de Oekraïense ruwe radargegevens is vastgesteld dat de laatste secundaire radarecho werd opgevangen om 13.20:03 (15.20:03 MET) op het moment dat vlucht MH17 rechtlijnig en horizontaal vloog op FL330. De videobeelden van de radar lieten geen targets op de primaire of secundaire surveillanceradar zien in de nabijheid van vlucht MH17 op dat moment.

In het algemeen kwamen de videobeelden van de gecombineerde primaire en secundaire radargegevens van de Russische Federatie overeen met de Oekraïense radargegevens. Hierbij is het volgende vastgesteld:

- het target van vlucht MH17 is gedetecteerd door de primaire en secundaire radar;
- de gegevens in de videobeelden kwamen overeen met de radargegevens uit Oekraïne tot 13.20:03 (15.20:03 MET);
- om 13.20:47 (15.20:47 MET) versprong de positie ten opzichte van de eerdere koers; dit was een gevolg van het feit dat de radar het target opnieuw moest bepalen. In feite was het radartarget aan het 'coasten' en werd het opnieuw gevonden ten noorden van de 'coasting'-koers;
- de targetgegevens van vlucht MH17 verdwenen om 13.20:58 (15.20:58 MET) van het radarscherm van de Russische Federatie. Op dat moment veranderde het secundaire radarlabel in 'xxxx';

- het MH17-label op het radarscherm bleef tot 13.22:10 (15.22:10 MET) zichtbaar als een 'coasting' secundair radartarget en tot 13.25:57 (15.25:57 MET) als primair radar-target, en
- op twee momenten was een tweede primair target zichtbaar in de buurt van het MH17-label op het radarscherm. Eenmaal tussen 13.20:47 en 13.21:08 en opnieuw tussen 13.21:18 en 13.25:57 (15.20:47 - 15.21:08 en 15.21:18 - 15.25:57 MET).

De surveillancedata toonden dat rond het moment van de crash drie andere vliegtuigen door dezelfde sector vlogen als vlucht MH17. Zie Figuur 7. Deze drie vliegtuigen voerden vluchten uit voor Air India⁹ (vlucht AIC113), EVA Air (vlucht EVA88) en Singapore Airlines (vlucht SIN351). Twee van deze vluchten koersten naar het oosten en één naar het westen. Alle vluchten stonden onder controle van Dnipro Radar. Om 13.20 (15.20 MET) bedroeg de afstand tussen vlucht MH17 en het dichtstbijzijnde andere vliegtuig 33 km.



Figuur 7: Afbeelding van de Dnipropetrovsk FIR, Sectoren 2 en 4, en de gevlogen (zwarte lijn) en geplande (dunne zwarte lijn) route van vlucht MH17. De gele lijn geeft het midden van luchtweg L980 aan. Het vliegtuigtype en het vliegniveau van de drie vliegtuigen die in hetzelfde gebied vlogen worden ook weergegeven. De afbeelding geeft de situatie weer om 13.20 (15.20 MET). (Bron: Google, Landsat)

Samenvatting van de radargegevens

- De ruwe data van de surveillanceradar van UkSATSE en de videobeelden van het radarscherm van GKOVD toonden vlucht MH17 beide op een rechtlijnige horizontale vlucht op FL330 tot 13.20:03 (15.20:03 MET).
- Het radarscherm van GKOVD toonde vlucht MH17 na 13.20:03 (15.20:03 MET) en toonde ook primaire echo's in de nabijheid daarvan tot 13.25:57 (15.25:57 MET).

⁹ In het Rapport van eerste bevindingen werden in Figuur 2 de relatieve posities van ander verkeer getoond. Vlucht AIC113 van Air India werd abusievelijk getoond als een Airbus A330 en niet als een Boeing 787.

- Volgens de radargegevens bevonden zich ten tijde van de crash drie andere verkeersvliegtuigen in hetzelfde gebied als vlucht MH17. Twee vliegtuigen vlogen in oostelijke richting door het luchtruim en één vloog in westelijke richting. Alle vliegtuigen stonden onder controle van Dnipro Radar. Om 13.20 (15.20 MET) bedroeg de afstand tussen vlucht MH17 en het dichtstbijzijnde van de drie andere vliegtuigen 33 km.

2.9.5.3 Gegevensvastlegging surveillanceradar

Zowel Oekraïne als de Russische Federatie werd verzocht hun gegevens van vlucht MH17 van de surveillanceradar te verstrekken. Niet alle opgevraagde informatie werd verstrekt (zie paragraaf 2.9.5.1).

De Russische Federatie heeft geen radargegevens verstrekt en gaf als reden daarvoor dat er geen radargegevens werden opgeslagen. In plaats daarvan verstrekte men de videobeelden van het radarscherm met gecombineerde beelden van de primaire en secundaire surveillanceradar. Door het ontbreken van de onderliggende radargegevens (zogenaamde ruwe data) konden de videobeelden niet worden geverifieerd. Voor de analyse waren ruwe data te verkiezen boven verwerkte data. Hoewel bruikbaar, waren schermafbeeldingen en video-opnames van de gegevens zoals ze werden getoond aan de luchtverkeersleider, het minst geschikt voor analysedoeleinden.

Conform ICAO Annex 11 - *Luchtverkeersdiensten*, paragraaf 6.4.1 - *Automatisch vastleggen van surveillancegegevens*, waren staten verplicht surveillancedata van primaire en secundaire radarsystemen automatisch vast te leggen voor gebruik bij onderzoeken naar ongevallen en incidenten, opsporings- en reddingsoperaties en de evaluatie van en training voor ATC- en surveillancesystemen. Deze opnames dienen te worden bewaard voor een periode van ten minste dertig dagen en bij onderzoek naar ongevallen en incidenten voor een langere periode totdat duidelijk is dat de opnames niet meer nodig zijn.

De burgerluchtvaartautoriteit van de Russische Federatie verklaarde dat er geen radar-gegevens waren opgeslagen en dat het opslaan hiervan volgens de nationale regelgeving ook niet vereist was aangezien de crash had plaatsgevonden buiten het grondgebied van de Russische Federatie. De burgerluchtvaartautoriteit bevestigde dat als het voorval zou hebben plaatsgevonden op het grondgebied van de Russische Federatie, de gegevens wel zouden zijn opgeslagen in overeenstemming met de regelgeving van de Russische Federatie. De nationale vereisten van de Russische Federatie met betrekking tot het beheer van opgenomen radardata zijn opgenomen in de volgende documenten:

- Federaal luchtvaartvoorschrift 'CNS en luchtvaarttelecommunicatie', zoals bekrachtigd door verordening nummer 115 van de Federale Luchtvaartdienst, d.d. 26 november 2007, en
- Federaal luchtvaartreglement 'ATM in de Russische Federatie', zoals bekrachtigd door verordening nummer 293 van het Ministerie van Transport, d.d. 25 november 2011.

De verordening 'CNS en luchtvaarttelecommunicatie' stelt dat informatie die via luchtvaarttelecommunicatienetwerken en radargegevensbronnen wordt verzonden naar de schermen op de werkplekken van de luchtvaartleiders met speciale apparatuur moet worden vastgelegd.

Dit wordt verder verduidelijkt in de verordening 'ATM in de Russische Federatie', voor wat betreft de set vastgelegde informatie en de opslagduur ervan. De verordening stelt dat radiocommunicatie tussen eenheden van de luchtverkeersleiding en vliegtuigbemanning, gesprekken van luchtverkeersleiders, vluchtvoorbereidingsinspecties, per radio verzonden weersinformatie en radar- en vluchtplaninformatie met speciale apparatuur moeten worden vastgelegd. Daarnaast moeten deze vastgelegde gegevens 14 dagen worden bewaard wanneer analoge media worden gebruikt, en 30 dagen wanneer digitale media worden gebruikt.

Uit de door de Russische Federatie geleverde informatie blijkt geen uitzondering van de verplichting tot het bewaren van radardata, indien deze data betrekking heeft op een gebied buiten de Russische Federatie. Indien een staat niet voldoet, of niet wil voldoen aan de richtlijnen van ICAO, eist ICAO dat zij wordt geïnformeerd over de verschillen tussen de ICAO-richtlijnen en die van de betrokken staat. Deze verplichting ligt vast in Artikel 38 van het Verdrag inzake de internationale burgerluchtvaart. De Russische Federatie heeft geen afwijking van paragraaf 6.4.1 van Annex 11 aan ICAO gemeld.

2.9.6 Communicatie

Een transcript van de communicatie tussen vlucht MH17, ander verkeer in het gebied en luchtverkeersleiders, evenals van communicatie tussen de luchtverkeersleiders van de luchtverkeersleidingscentra in Dnipropetrovsk en Rostov, is opgenomen in Bijlage G bij dit rapport. Hieronder volgt een samenvatting van de communicatie.

De cockpitbemanning van vlucht MH17 maakte voor het eerst radiocontact met Dnipro Radar (Sector 2) om 12.53:29 (14.53:29 MET) en meldde dat werd gevlogen op FL330. Dnipro Radar (Sector 2) verzocht vlucht MH17 te klimmen naar FL350, maar de cockpitbemanning antwoordde dat ze daar niet toe in staat was. Zes minuten later vroeg de cockpitbemanning van vlucht MH17 toestemming om 20 NM naar links af te wijken '*in verband met het weer*'. Dit werd toegestaan. De cockpitbemanning vroeg vervolgens toestemming te klimmen naar FL340. Dnipro Radar antwoordde dat FL340 op dat moment niet beschikbaar was.

Om 13.07:46 (15.07:46 MET) droeg Dnipro Radar (Sector 2) de vlucht over aan Dnipro Radar (Sector 4). Om 13.08:00 (15.08:00 MET) werd contact gemaakt met dit station.

Na telefonische coördinatie met de luchtverkeersleiding in de volgende sector (Rostov Control, in de Russische Federatie), die het vliegtuig op het punt stond binnen te vliegen, werd vlucht MH17 om 13.19:49 (15.19:49 MET) geklaard rechtstreeks door te vliegen naar luchtvaartnavigatiepunt RND. De cockpitbemanning bevestigde dit tussen 13.19:56 en 13.19:59 (15.19:56 en 15.19:59 MET).

Om 13.20:00 (15.20:00 MET) liet Dnipro Radar (Sector 4) vlucht MH17 weten een verdere klaring te mogen verwachten om na het passeren van luchtvaartnavigatiepunt RND rechtstreeks naar navigatiepunt TIKNA te vliegen. Dit bericht werd niet bevestigd door vlucht MH17. Vanaf dit moment tot 13.35:50 (15.35:50 MET) riep Dnipro Radar (Sector 4) MH17 herhaaldelijk op en werd ook contact opgenomen met Rostov Control, maar er werd geen antwoord van MH17 ontvangen. De cockpitbemanning van een vliegtuig in de buurt, vlucht 351 van Singapore Airlines, onderweg van Kopenhagen naar Singapore, werd gevraagd of ze vlucht MH17 visueel kon waarnemen of kon zien op het scherm van het Airborne Collision and Avoidance System (ACAS). De cockpitbemanning van vlucht 351 van Singapore Airlines antwoordde dat zij vlucht MH17 niet kon zien. Vlucht 351 van Singapore Airlines heeft ook tevergeefs geprobeerd contact op te nemen met vlucht MH17 via de radio op de noodfrequentie 121,5 MHz. Na de radioboodschap om 13.20:00 (15.20:00 MET) bestonden de laatste radioboodschappen van Dnipro Radar (Sector 4) aan vlucht MH17 uit tien onbeantwoorde oproepen tussen 13.26 (15.26 MET) en 13.35 (15.35 MET).

De luchtverkeersleiding heeft geen noodsignalen van vlucht MH17 ontvangen.

Samenvatting van de radiocommunicatie

- De laatste radioboodschap van vlucht MH17 begon om 13.19:56 (15.19:56 MET) en eindigde om 13.19:59 (15.19:59 MET).
- De laatste radioboodschappen van het luchtverkeersleidingscentrum in Dnipropetrovsk (Dnipro Radar) aan vlucht MH17 begonnen om 13.20:00 (15.20:00 MET) en eindigden om 13.35:50 (15.35:50 MET). De cockpitbemanning heeft niet gereageerd op deze boodschappen.
- De luchtverkeersleiding heeft geen noodsignalen van vlucht MH17 ontvangen.

2.9.7 Airborne Warning and Control System (AWACS)-vliegtuigen

Twee Airborne Warning and Control System (AWACS)-vliegtuigen van de NAVO voerden op 17 juli 2014 missies uit in NAVO-luchtruim boven Polen en Roemenië.

In een briefwisseling met de Onderzoeksraad voor Veiligheid verklaarde de *Supreme Allied Commander Europe* van de NAVO dat de AWACS-vliegtuigen vlucht MH17 tijdens de vlucht hadden gedetecteerd, maar dat het vliegtuig *'geruime tijd voordat het crashte al buiten het bereik was van de NAVO AWACS'*. Hij merkte op dat, na een verzoek van de Onderzoeksraad, NAVO-specialisten de door de AWACS-vliegtuigen op 17 juli verzamelde gegevens opnieuw hadden geanalyseerd, maar dat *'er geen gegevens zijn van de AWACS die relevant zouden kunnen zijn voor het onderzoek naar de crash. Supreme Headquarters Allied Powers Europe beschikt niet over enige andere radar- of andersoortige AWACS-data betreffende MH17'*.

Samenvatting van de informatie betreffende AWACS-vliegtuigen

AWACS-vliegtuigen van de NAVO beschikten niet over informatie die relevant is voor het onderzoek.

2.10 Informatie over de luchthaven

Niet van toepassing op dit onderzoek.

2.11 Vluchtreorders, satelliet- en andere gegevens

2.11.1 Berging van de Cockpit Voice Recorder en Flight Data Recorder

De *Cockpit Voice Recorder* en *Flight Data Recorder* zijn niet door het Annex 13-onderzoeksteam geborgen op de crashlocatie. Beide vluchtreorders zijn door onbekenden uit het crashgebied weggehaald. Op 21 juli 2014 zijn de recorders in Donetsk, Oekraïne, overgedragen aan een Maleisische functionaris door vertegenwoordigers van de gewapende groepering die in het gebied aanwezig waren. De recorders zijn op 22 juli 2014 in Kiev, Oekraïne, overgedragen aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Bijlage H bevat verdere informatie over de *Cockpit Voice Recorder* en de uitlezing en analyse van de gegevens van de *Flight Data Recorder*.

Beide vluchtreorders hadden twee sets tekstlabels, een met tekst in Cyrillisch schrift en een in het Frans. De tekstlabels van de fabrikant waren in het Frans, met op de andere zijde van de recorder de tekst in het Engels. Op het andere tekstlabel van de recorder stond in Cyrillisch schrift 'Bureau van de Procureur-generaal van de Volksrepubliek Donetsk'. Deze stickers zijn niet aangebracht door de Onderzoeksraad voor Veiligheid, maar waren reeds aangebracht op beide vluchtreorders toen deze werden overhandigd aan de Onderzoeksraad.

Er zijn geen bewijzen of aanwijzingen aangetroffen dat de vluchtreorders zouden zijn gemanipuleerd.

2.11.2 Cockpit Voice Recorder

De behuizing van de *Cockpit Voice Recorder* (Figuur 8) was beschadigd. De model- en serienummers waren onleesbaar op de gegevensplaat, maar het serienummer 1366 stond in de onderkant van de behuizing gestanst. Van hetzelfde serienummer 1366 was melding gemaakt door Malaysia Airlines. De externe schade aan de *Cockpit Voice Recorder* strookte met inslagschade; de interne geheugenmodule was echter intact. De gegevens uit de *Cockpit Voice Recorder* zijn met succes gedownload. Deze recorder bleek bruikbare gegevens over de vlucht te bevatten.

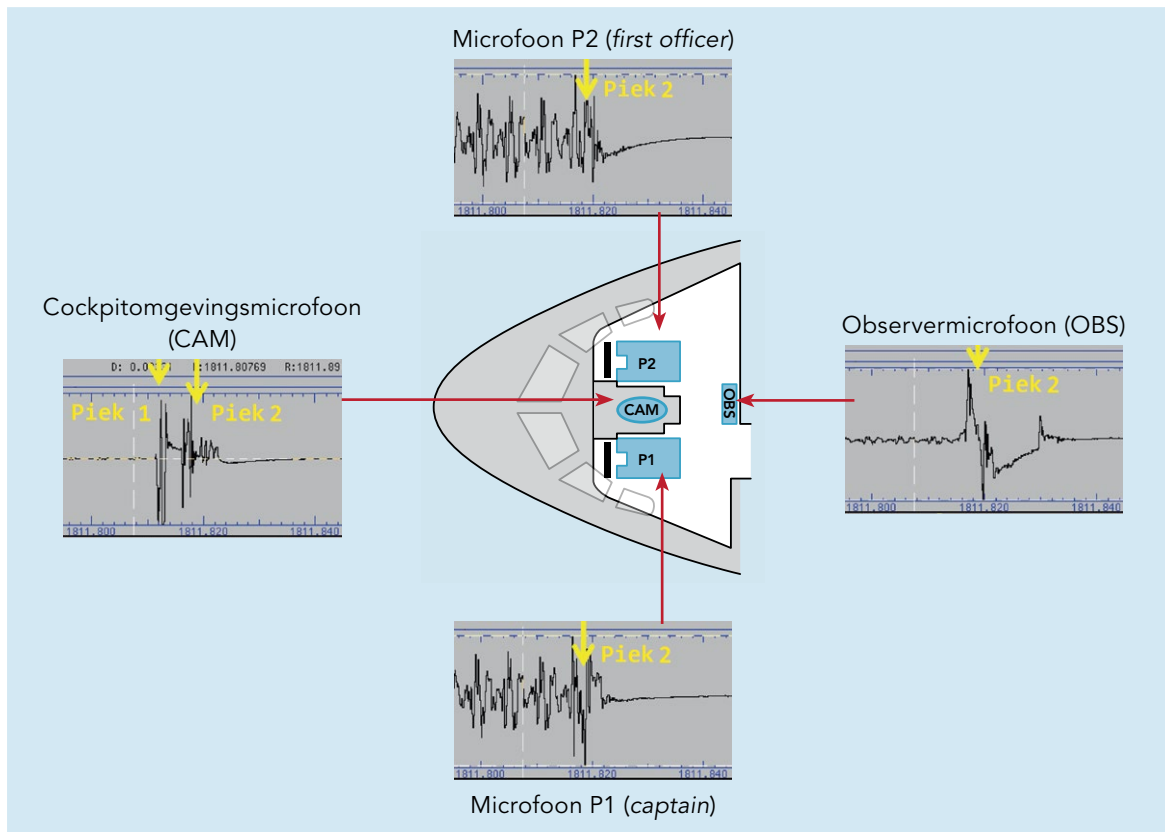


Figuur 8: Cockpit Voice Recorder. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Bij afspelen bleek de communicatie opgenomen op de *Cockpit Voice Recorder* overeen te komen met de communicatie van de luchtverkeersleiding met vlucht MH17 (zie Bijlage G). Uit de geluidsopname is op te maken dat er naast de cockpitbemanning ook nog een lid van de cabinebemanning in de cockpit aanwezig was. Op de geluidsopname was ook de onderlinge communicatie tussen de cockpitbemanningsleden te horen. Deze bevatte geen enkele aanwijzing dat er iets ongebruikelijk was aan deze vlucht. De geluidsopnames van de *Cockpit Voice Recorder* eindigen abrupt om 13.20:03 (15.20:03 MET). Het afspelen van de geluidsopname van de *Cockpit Voice Recorder* liet geen vliegtuigwaarschuwingen of alarmgeluiden als gevolg van systeemstoringen horen. Eén van de vier opgenomen audiokanalen, de cockpitomgevingsmicrofoon, had een matige geluidskwaliteit. De relevante delen van de geluidsopname van de *Cockpit Voice Recorder* zijn in Bijlage G van dit rapport geïntegreerd met de transcriptie van de luchtverkeersleiding.

Aan het einde van de opname zijn in de laatste 20 milliseconden twee geluidspieken geïdentificeerd. Figuur 9 bevat een grafische weergave van de twee geluidspieken van de vier *Cockpit Voice Recorder*-microfoons.

Inhoudsopgave
Voorwoord
Samenvatting
1 Inleiding
Deel A: 2 Feitelijke informatie
Deel A: 3 Analyse
Deel B: Inleiding op deel B
Deel B: 4 Besluitvorming
Deel B: 5 De situatie
Deel B: 6 Vlucht MH17
Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne
Deel B: 8 Het land van vertrek
Deel B: 9 Risico-beoordeling
10 Conclusies
11 Aanbevelingen
12 Afkortingen en begrippen
13 Bijlagenlijst



Figuur 9: Geluidspieken geregistreerd aan het eind van de Cockpit Voice Recorder-opnames. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Op elke afbeelding is de tijdsperiode van 4 milliseconden weergegeven. Het geluid aangeduid als 'piek 1' is alleen door de cockpitomgevingsmicrofoon (CAM) opgenomen.

2.11.3 Flight Data Recorder

De *Flight Data Recorder* (Figuur 10) was geproduceerd door Allied Signal, met modelnummer 980-4700-003 en serienummer 2196. Het serienummer komt overeen met de door Malaysia Airlines verstrekte gegevens. Aan de recorder die werd overhandigd aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid zat geen *Underwater Locator Beacon* vast.

Aan de buitenkant was de *Flight Data Recorder* licht beschadigd, maar de interne geheugenmodule was intact. De externe schade aan de *Flight Data Recorder* en het ontbreken van het *Underwater Locator Beacon* strookt met inslagschade. De *Flight Data Recorder* is zo ontworpen dat minimaal de laatste 25 uur aan operationele gegevens wordt bewaard op het opnamemedium. De gegevens werden met succes gedownload en bleken bruikbare informatie te bevatten over vlucht MH17.



Figuur 10: Flight Data Recorder zonder Underwater Locator Beacon. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De gegevens¹⁰ op de *Flight Data Recorder* lieten zien dat het vliegtuig op 33.000 voet vloog, op een constant weergegeven koers van 115° en met een constante berekende luchtsnelheid van 293 knopen.¹¹ De opname eindigt abrupt om 13.20:03 (15.20:03 MET). De *Flight Data Recorder* liet zien dat de positie van het vliegtuig om 13.20:02 (15.20:02 MET) 48.12715 graden noorderbreedte en 38.52630538 graden oosterlengte was.

In de opgenomen data werden geen waarschuwingen gevonden met betrekking tot het vliegtuig- of motorsysteem. Zie Bijlage J voor de parameters voor de motoren en de drukcabine die werden gebruikt in het onderzoek.

Samenvatting van de gegevens van de data-recorder

- Zowel de *Cockpit Voice Recorder* als de *Flight Data Recorder* zijn geborgen en beide bevatten bruikbare gegevens. De opnames van beide recorders eindigen abrupt om 13.20:03 (15.20:03 MET).
- Op de *Cockpit Voice Recorder* waren geen alarm- of waarschuwingssignalen te horen voor vliegtuigstoringen. De communicatie tussen de leden van de cockpitbemanning bevatte tot aan het einde van de opnames geen enkele aanwijzing dat er sprake was van een storing of noodsituatie.
- Aan het einde van de CVR opname, in de laatste 20 milliseconde, werden twee geluidspieken geïdentificeerd.
- In de gegevens van de *Flight Data Recorder* werden geen aanwijzingen gevonden voor technische storingen of waarschuwingen in relatie tot vlucht MH17.
- De motorparameters duiden op normale werking tijdens de vlucht. Er werden geen waarschuwingen ontdekt met betrekking tot motor- of vliegtuigsystemen.

¹⁰ Aanvullende gegevens uit de *Flight Data Recorder* worden vermeld in Bijlage H.

¹¹ De opgenomen grondsnelheid was 494 knopen of 914 kilometer per uur.

2.11.4 Quick Access Recorder

Het vliegtuig was uitgerust met een Quick Access Recorder (QAR). Dit apparaat, dat geïnstalleerd is in het achterste deel van het vliegtuig, registreert soortgelijke gegevens als de *Flight Data Recorder* en is, zoals de naam al aangeeft, gemakkelijk toegankelijk voor - onder andere - onderhoudsdoeleinden. De QAR is niet geborgen.

2.11.5 Emergency Locator Transmitters

Het vliegtuig was uitgerust met twee *Emergency Locator Transmitters*. De ene *Emergency Locator Transmitters* was een vast in het vliegtuig gemonteerde unit (Model ADT 406 AF) en de andere unit was een draagbare unit, voor gebruik bij noodevacuaties (Model ADT 406 AP). De *Emergency Locator Transmitters* opereren op drie frequenties: 406 MHz, 243 MHz and 121.5 MHz. De *Emergency Locator Transmitters* werken op krachtige lithium-batterijen en kunnen gedurende ten minste 60 uur een signaal afgeven.

Elke *Emergency Locator Transmitter* heeft een unieke hexadecimale identificatiecode die in de software van het apparaat zit. Meer informatie over de *Emergency Locator Transmitter* is te vinden in Bijlage H.

De vaste *Emergency Locator Transmitter*, geplaatst in het achterste gedeelte van het vliegtuig, was verbonden met het afstandsbedieningspaneel in de cockpit zodat deze handmatig kan worden geactiveerd. Het apparaat was verbonden met een antenne bovenop de romp en had ook een backup-antenne.

De draagbare *Emergency Locator Transmitter* bevond zich in een opbergruimte rechts van de voorste passagiersdeur 1R. De draagbare *Emergency Locator Transmitter* had enkel een handmatig activeringssysteem. Dit apparaat is niet geborgen. Het was niet geactiveerd, aangezien er geen gegevens van de draagbare *Emergency Locator Transmitter* zijn ontvangen door de grondstations.

De vaste *Emergency Locator Transmitter* kan op een van de volgende drie manieren worden geactiveerd: automatisch, handmatig met behulp van een schakelaar in de cockpit of handmatig met behulp van een schakelaar op de *Emergency Locator Transmitter*-unit zelf. Het *Emergency Locator Transmitter* systeem zit zo in elkaar dat het bij automatische activering na 30 seconden zijn eerste gecodeerde signaal begint uit te zenden en bij handmatige activering na 50 seconden. De automatische activering is gebaseerd op een G-schakelaar conform de EUROCAE ED-62-standaard. De drempel voor activering is een versnelling van 2.0 tot 2.6 g in de vliegrichting van het vliegtuig. Normale turbulentie tijdens de vlucht zal de *Emergency Locator Transmitter* niet activeren.

Detectie van de Emergency Locator Transmitter

Nadat de *Emergency Locator Transmitter* is geactiveerd, bestaat het proces van detectie en lokalisering uit twee fasen. Ten eerste wordt het noodsignaal van de *Emergency Locator Transmitter* opgevangen door minimaal één van de zes satellieten in een geosynchrone baan om de aarde die ontvangstapparatuur bevatten voor de *Emergency Locator Transmitter*. Deze signalen worden vervolgens doorgegeven aan één of meer van de 31 grondstations. Ten tweede, wanneer een satelliet met een lage omloopbaan (er zijn vijf van dergelijke satellieten die beschikken over apparatuur voor de detectie van het signaal van de *Emergency Locator Transmitter*) over de *Emergency Locator Transmitter* vliegt, wordt het signaal ervan gebruikt om de positie van de *Emergency Locator Transmitter* te berekenen. Ook deze informatie wordt aan de grondstations doorgegeven. Deze tweede detectie kan vertraging oplopen, omdat er wellicht meerdere satellietovergangen nodig zijn om de positie van de *Emergency Locator Transmitter* te kunnen bepalen. Omdat het proces van locatiebepaling geschiedt op basis van het principe van Dopplerverschuiving worden twee mogelijke locaties gegenereerd. Door correlatie met de gegevens van latere satellietpassages valt één van de twee posities af.

Op 10 juli 2014 werd tijdens onderhoud door een satelliet een testsignaal van de vaste *Emergency Locator Transmitter* gedetecteerd en doorgegeven aan drie grondstations. Op 17 juli ontvingen vijf grondstations een signaal van een *Emergency Locator Transmitter* dat tussen 13.20:35 en 13.20:36 (15.20:35 en 15.20:36 MET) was doorgegeven door twee satellieten. Dit signaal was actief tot 11.48:06 (13.48:06 MET) op 18 juli.¹² De locaties van de ingebouwde *Emergency Locator Transmitter*, zoals die door de satellieten werden verzonden, gaven aan dat de *Emergency Locator Transmitter* zich tot op het moment dat het signaal stopte op wraklocatie 4 bevond. Dit was de locatie die onder andere het rompgedeelte tussen de vleugel en de staartsectie bevatte (zie hoofdstuk 2.12).

De vaste *Emergency Locator Transmitter* is niet geborgen door het onderzoeksteam. Dit ondanks het feit dat de rompstructuur aan de achterzijde van het vliegtuig waarop die *Emergency Locator Transmitter* was gemonteerd wel is geborgen. Figuur 11 toont de standaardinstallatie van een vaste *Emergency Locator Transmitter* in een Boeing 777 (links) en het uit de wrakstukken van vlucht MH17 geborgen paneel waarop de vaste *Emergency Locator Transmitter* was gemonteerd (rechts).

¹² Bijlage H bevat meer informatie over de tijdstippen van ontvangst van het signaal van de *Emergency Locator Transmitter*.



Figuur 11: Vaste Emergency Locator Transmitter geïnstalleerd in een Boeing 777 (links), en paneel, geborgen van 9M-MRD zonder isolatiemateriaal of daaraan bevestigde Emergency Locator Transmitter (rechts). (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid).

Overzicht van de gegevens van de Emergency Locator Transmitters

- Het vliegtuig was uitgerust met twee *Emergency Locator Transmitters*, een vaste en een draagbare. Geen van de *Emergency Locator Transmitters* is geborgen.
- De vaste *Emergency Locator Transmitter* is automatisch geactiveerd en het signaal ervan is gedetecteerd om 13.20:35 - 13.20:36 (15.20:35 - 15.20:36 MET). Van de draagbare *Emergency Locator Transmitter* is nooit een signaal gedetecteerd.
- De vaste *Emergency Locator Transmitter* heeft tot 11.48:06 (13.48:06 MET) op 18 juli 2014 signalen uitgezonden vanaf een plek op wraklocatie 4.

2.11.6 Overige vliegtuiggegevens

Twee andere bronnen van geregistreerde gegevens die beschikbaar waren voor het onderzoek zijn:

- gegevens die werden verzonden per VHF-radio (*Very High Frequency*) en
- gegevens die werden verzonden per satellietcommunicatie (SATCOM).

De SATCOM-gegevens waren voor het onderzoek van belang omdat, in tegenstelling tot VHF-radio, SATCOM het vliegtuigstelsel om gegevens vraagt wanneer die langer dan ongeveer 15 minuten niet zijn uitgewisseld.

2.11.6.1 Satellietcommunicatie

SATCOM is een radiosysteem dat gebruik maakt van een groep satellieten die worden gebruikt voor stem- en gegevensoverdracht (zie uitleg hieronder). Het *Aircraft Communication Addressing and Reporting System* (ACARS) (zie Afkortingen en begrippen) kan gebruik maken van SATCOM om gegevens naar grondstations te versturen. Het door het vliegtuig gebruikte SATCOM-systeem was verbonden met het Inmarsat-netwerk.

SATCOM en Inmarsat

Het satellietcommunicatiesysteem maakt gebruik van grondstations voor de luchtvaart om vliegtuigen de mogelijkheid te bieden contact te maken met de Inmarsat-satellieten. Inmarsat is een wereldwijde aanbieder van mobiele satellietcommunicatiediensten en verzorgt stemoverdracht en hogesnelheids-datacommunicatie te land, ter zee en in de lucht. Inmarsat exploiteert een aantal satellieten die zich in een geosynchrone baan rond de aarde bewegen. Vier satellieten bestrijken de oceanen en de drie grote continenten. Hun gecombineerde dekkinggebied voorziet in wereldwijde communicatie, behalve in de verafgelegen poolgebieden. Inmarsat beschikt op aarde ook over een grondnetwerk om satellietberichten te ontvangen, zogenoemde '*land earth station operators*'. Een van de stations van dit grondnetwerk staat in Burum, Nederland. Het was dit station dat gegevens binnenkreeg van vlucht MH17 alvorens die via het Inmarsat-grondnetwerk verder door te geven.

Geregistreerd is dat gedurende de gehele vlucht met onregelmatige tussenpozen tussen 10.11 (12.11 MET) en 13.08 (15.08 MET) SATCOM-transmissies hebben plaatsgevonden. De transmissies werden via twee satellieten doorgegeven. De laatste transmissie van vlucht MH17 via SATCOM vond plaats tussen 13.07:26 en 13.08:51 (15.07:26 en 15.08:51 MET). Het grondstation beschikte over een inactiviteitstimer. Na ongeveer 15 minuten controleerde het grondstation of de zender/ontvanger van het vliegtuig nog steeds functioneerde door een bericht naar het systeem te sturen: een zogenaamd dwingend aanmeldingsverzoek. Toen het grondstation geen reactie kreeg van vlucht MH17, is het dwingende aanmeldingsverzoek nog twee keer herhaald; wederom zonder reactie. De logica van het grondstation ging er vervolgens vanuit dat de zender/ontvanger van het vliegtuig niet werkte. Dit is om 13.21:26 (15.21:26 MET) gebeurd, 14 minuten nadat de voorgaande transmissie begon.

2.11.6.2 Aircraft Communications Addressing and Reporting System (ACARS)

De volgende Aircraft Communications Addressing and Reporting System (ACARS)-berichten werden op 17 juli 2014 naar het vliegtuig verzonden en van het vliegtuig ontvangen:

- beladingslijst (loadsheet) en gegevens over massa en zwaartepunt;
- rapport APU (hulpaggregaat);
- motorgegevens (opstijgen en klim);
- positierapporten;
- gegevens vliegroute;
- communicatiestatusberichten (uplink-berichten).

Uit ACARS-gegevens bleek een totale hoeveelheid brandstof van 96.400 kg. Dit is 100 kg minder dan in het technisch log is vermeld en wordt als kleine meetonnauwkeurigheid beschouwd. De maximale brandstofcapaciteit van dit vliegtuigtype is volgens Boeing 135.224 kg. De marge tussen het daadwerkelijke startgewicht van 278.691 kg en het maximale startgewicht van 286.897 kg van het vliegtuig was 8.206 kg.

Volgens de beladingslijst van het vliegtuig was 86.900 kg brandstof nodig voor de vlucht. Onder brandstof voor de vlucht wordt de hoeveelheid brandstof verstaan die voor de duur van de vlucht van start tot landing vereist is. Hierbij is niet de brandstof inbegrepen die nodig is voor in- en uitgaande grondbewegingen (*taxi-out* en *taxi-in*), maar wel de brandstof die nodig is voor bekende of te verwachten weersomstandigheden of door de luchtverkeersleiding opgelegde beperkingen.

De hoeveelheid brandstof die volgens planning bij aankomst in Kuala Lumpur zou resteren was 8.800 kg. De ACARS-gegevens lieten zien dat de motoren gemiddeld 8.758 kg brandstof per uur hebben verbruikt in de twee uren kruisvlucht waarvoor ACARS-rapporten beschikbaar waren. Uit de gegevens van de *Flight Data Recorder* blijkt dat de hoeveelheid brandstof aan boord onmiddellijk vóór het einde van de opnames 70.100 kg was.

De timing en inhoud van verschillende berichten kon worden geverifieerd aan de hand van andere bronnen zoals Rolls-Royce en Inmarsat. Op 17 juli is het eerste ACARS-bericht van het vliegtuig om 09.24 (11.24 MET) vanaf Schiphol verzonden.

Om 09.56:35 (11.56:35 MET) werd een ACARS-transmissie van de beladingslijst geregistreerd. De opstijg- en klimrapporten van de Rolls-Royce motoren voor het *Engine Health Monitoring*-programma zijn om 10.31:20 (12.31:20 MET) en 10.48:32 (12.48:32 MET) naar Malaysia Airlines verstuurd.

Engine Health Monitoring

Engine Health Monitoring is een systeem dat periodiek een aantal motorparameters registreert om de samenhang tussen het onderhoud en de prestaties van de motoren in de gaten te houden. Meer informatie over *Engine Health Monitoring* is opgenomen in Bijlage J.

Er zijn door ACARS verscheidene positierapporten verstuurd, opgemaakt tussen het opstijgen vanaf Schiphol en 13.12 (15.12 MET). ACARS-bericht nummer 50868018 liet zien dat het laatste positierapport om 12.57:32 (14.57:32 MET) is verstuurd.

ACARS-berichtnummer 50868202 was de laatste SATCOM-transmissie en is om 13.07 (15.07 MET) geregistreerd. De laatste ACARS VHF-radiotransmissie vond volgens het ACARS-logboek plaats om 13.12 (15.12 MET). Latere berichten die vanaf de grond naar het vliegtuig zijn verzonden, zijn niet door het vliegtuig ontvangen. Deze berichten zijn door Malaysia Airlines opgeslagen en waren voor het onderzoek beschikbaar.

Samenvatting van de andere geregistreerde gegevens

Geen van de bronnen van geregistreerde gegevens wees erop dat na 13.20:03 (15.20:03 MET) op vlucht MH17 elektrische spanning beschikbaar was.

2.12 Informatie over wrakstukken en inslag

In de volgende paragrafen worden het geografische gebied van de crash en de wrakstukken beschreven, zoals deze zijn aangetroffen. Er wordt gedetailleerde informatie gegeven over de locatie van, de identificatie van en de waargenomen schade aan de wrakstukken.

2.12.1 Toegang tot het crashgebied

Onder begeleiding van de Organisatie voor Veiligheid en Samenwerking in Europa (OVSE) hebben luchtvaartongevallenonderzoekers uit Oekraïne en Maleisië, de Australische federale politie en journalisten het gebied van de crash bezocht in de dagen na de crash. Gedurende deze bezoeken zijn de wrakstukken uitgebreid gefotografeerd en waren de verschillende locaties grotendeels onaangetast. De verzamelde informatie werd gedeeld met de Onderzoeksraad voor Veiligheid.

Als gevolg van de veiligheidssituatie binnen het geografische gebied van de crash was de Onderzoeksraad voor Veiligheid niet in staat de wrakstukken direct nadat Oekraïne het onderzoek aan Nederland had gedelegeerd te verzamelen en veilig te stellen

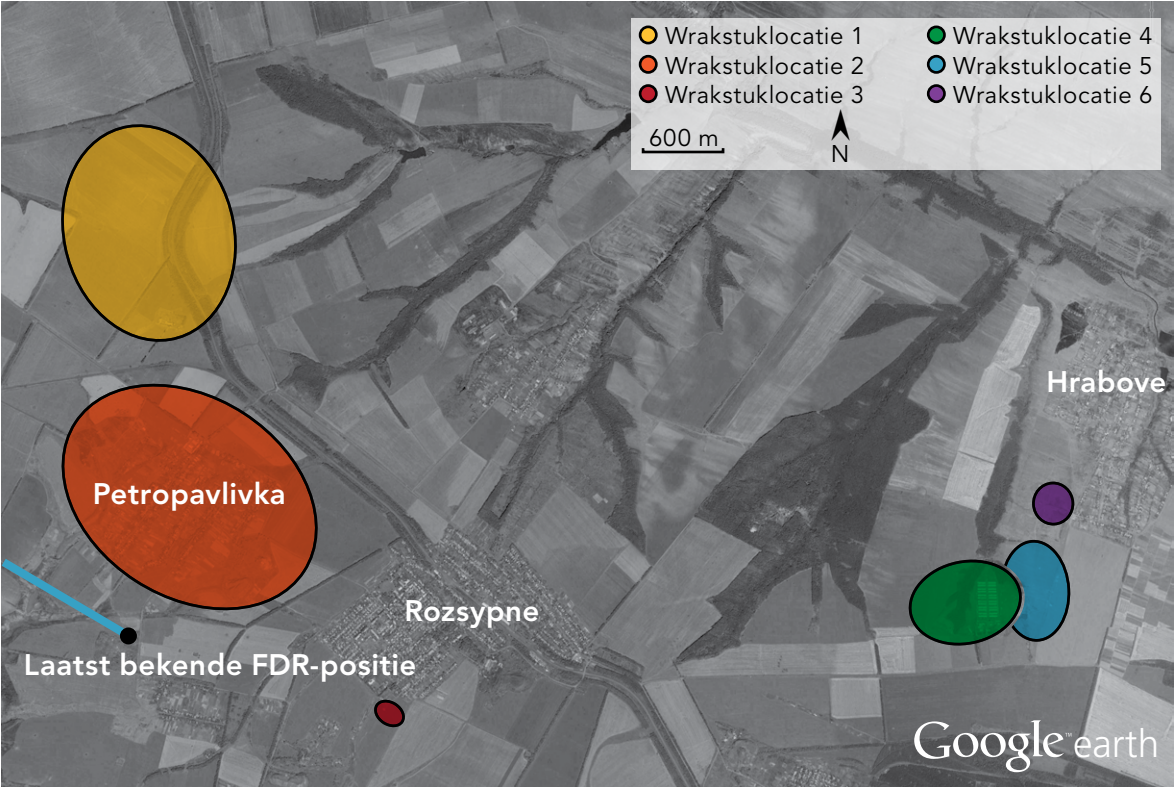
Pas op 4 november 2014 kon de Onderzoeksraad voor Veiligheid, onder bescherming van de bergingsmissie van het Nederlands Ministerie van Defensie, de verschillende locaties bezoeken waar de wrakstukken zich bevonden. Vanaf 16 november, na het verkrijgen van toestemming van lokale autoriteiten, werden gedurende zes dagen wrakstukken verzameld en naar Nederland getransporteerd voor onderzoek en gedeeltelijke reconstructie van het vliegtuig. Ten behoeve van het transport moesten enkele wrakstukken in kleinere stukken worden gezaagd.

Pas vanaf 20 maart 2015 was de locatie ten noordwesten van het dorp Petropavlivka toegankelijk. Tussen 19 april en 2 mei werden wrakstukken geborgen die door de plaatselijke bevolking waren verzameld.

Opgemerkt wordt dat veel wrakstukken pas vier maanden na de crash fysiek zijn onderzocht door de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Tijdens deze periode zijn sommige wrakstukken verwijderd. Het was dan ook niet mogelijk om alle wrakstukken te bergen. Waar mogelijk zijn de foto's die onmiddellijk na de crash zijn genomen, in combinatie met de gevonden wrakstukken, gebruikt.

2.12.2 Algemene verspreiding en beschrijving van de wrakstukken

De wrakstukken van het vliegtuig zijn geïdentificeerd binnen een gebied van circa 50 km². De meeste wrakstukken lagen binnen dit gebied geconcentreerd op zes locaties. Het merendeel bevond zich op drie van deze locaties ten zuidwesten van het dorp Hrabove. Figuur 12 geeft de geografische locatie van de zes locaties met wrakstukken weer. Elke wrakstuklocatie heeft een bijbehorende kleur. Het feit dat de wrakstukken verspreid liggen over een groot gebied wijst erop dat het toestel in de lucht is uiteengevallen.



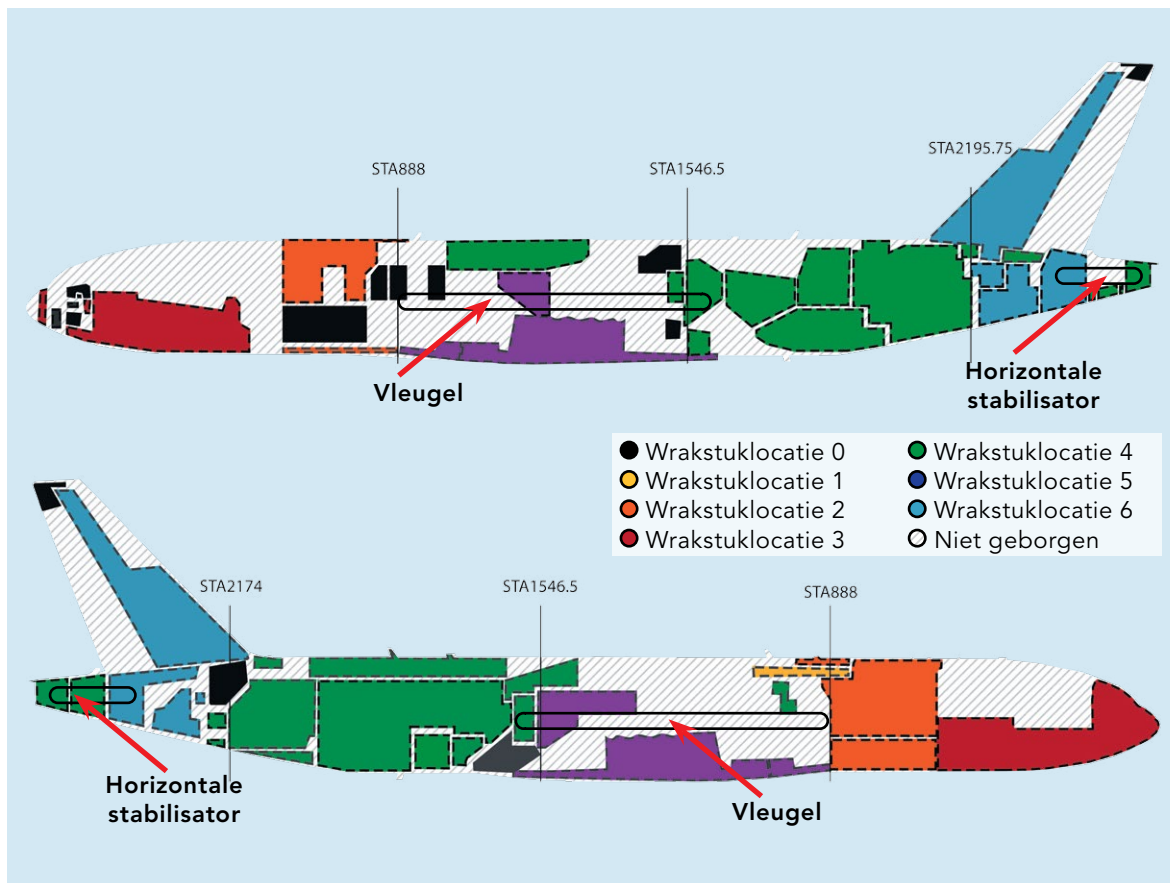
Figuur 12: Overzicht van het gebied waar de wrakstukken zijn aangetroffen met de zes kleinere locaties. (Bron van satellietbeelden: Google Earth/Digital Globe)

Tabel 9 geeft een overzicht van de wrakstuklocaties die in deze paragraaf worden beschreven. Buiten de zes aangegeven locaties zijn geen noemenswaardige onderdelen gevonden. Tussen locaties 3 en 4 zijn persoonlijke bezittingen gevonden, evenals kleine wrakstukken afkomstig van de achterkant van het vliegtuig.

Wraklocatie nummer	Kleurcode	Beschrijving van locatie	Paragraaf
1	Geel	Landbouwgrond	2.12.2.1
2	Oranje	Woongebied van Petropavlivka	2.12.2.2
3	Rood	Landbouwgrond ten zuiden van het dorp Rozsypne	2.12.2.3
4	Groen	Een bebouwd gebied gedeeltelijk omgeven door een bos in een geul	2.12.2.4
5	Blauw	Landbouwgrond gescheiden door een verhoogde weg	2.12.2.5
6	Paars	Landbouwgrond gescheiden door een verhoogde weg ten zuidwesten van het dorp Hrabove	2.12.2.6
0	Zwart	Wrakstukken waarvan de oorspronkelijke locatie niet kon worden geverifieerd	2.12.2.7

Tabel 9: Beschrijving van wrakstuklocaties in dit rapport.

Figuur 13 toont de herkomst van de wrakstukken die door de Onderzoeksraad zijn geborgen op de verschillende wrakstuklocaties.



Figuur 13: Zijaanzicht links (boven) en rechts (onder). Identificatie van wrakstukken geborgen op de wrakstuklocaties. De delen van de vleugels, motoren en horizontale stabilisatoren, gevonden op wrakstuklocatie 4, 5 en 6, worden niet weergegeven in deze figuur, maar worden beschreven in de volgende paragrafen. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Als gevolg van beschietingen in de omgeving van de crash site kon de Onderzoeksraad voor Veiligheid niet alle wrakstukken bergen die tijdens de bergingsmissie in november 2014 waren geïdentificeerd. De locatie waar deze wrakstukken zich bevonden, was niet toegankelijk voor de Onderzoeksraad voor Veiligheid of de wrakstukken bevonden zich niet langer op de plek waar ze zijn neergekomen. Tabel 10 toont de wrakstukken die niet konden worden geborgen.

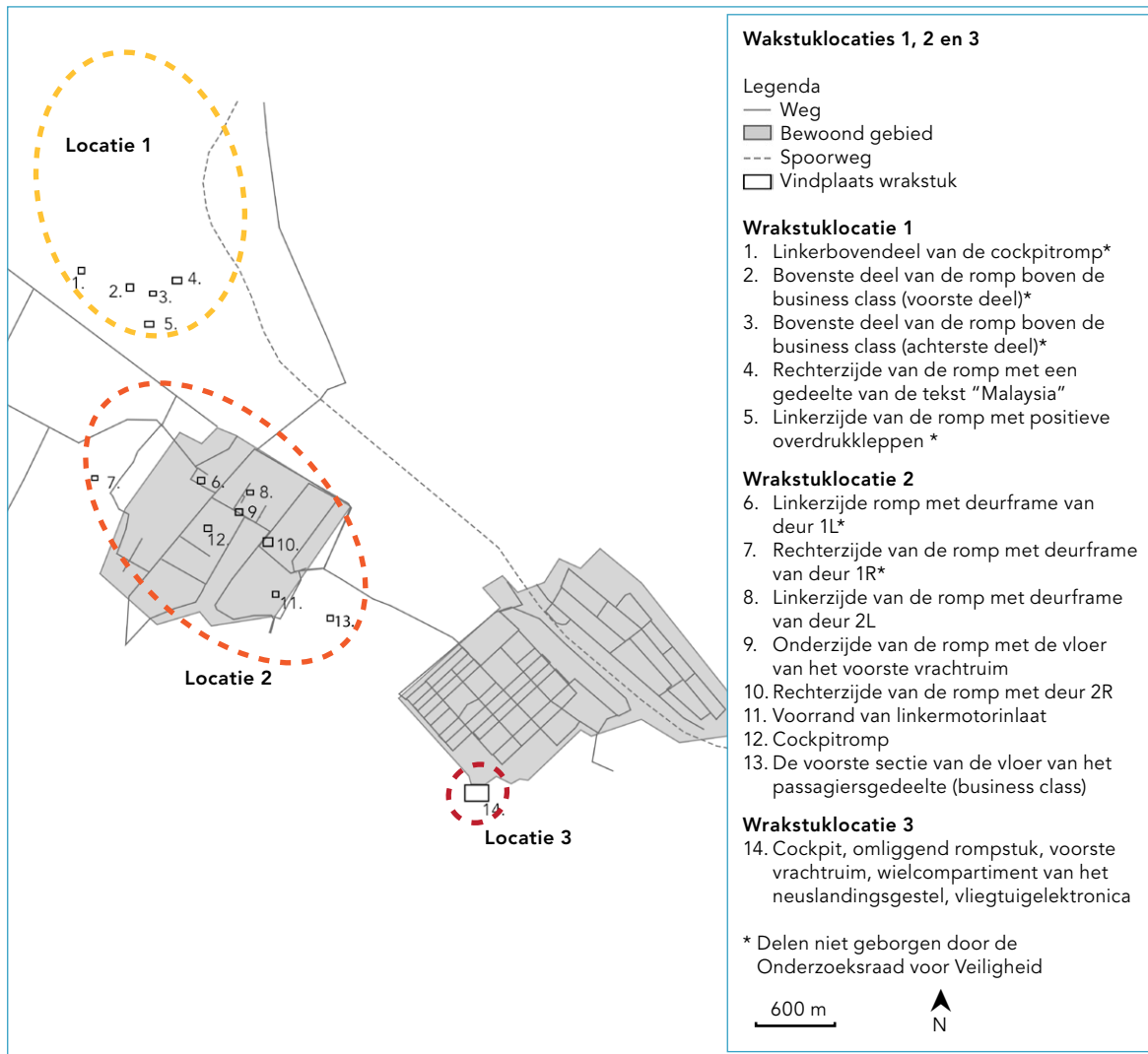
Wrakstukken	Sectie	Locatie
Bovenste sectie cockpitromp	41	Locatie 1
Bovenzijde romp boven de business class (twee delen)	41	Locatie 1
Linkerzijde romp met positieve overdrukkleppen	43	Locatie 1
Passagiersvloer in het voorste deel van het vliegtuig (business class)	41	Locatie 2
Romp met ramen en deurframe van deur 1L	41	Locatie 2
Romp met deurframe van deur 1R en omliggende rompstuk	41	Locatie 2

Tabel 10: Wrakstukken die niet konden worden geborgen.

De volgende paragrafen geven, per gebied waar de wrakstukken zijn gevonden, een gedetailleerde beschrijving van de wrakstukken die relevant zijn voor de analyse. In de beschrijving van de wrakstukken van het vliegtuig worden Boeing-referenties, zoals secties en stations (STA), gebruikt. Informatie over deze twee referentiemiddelen is te vinden in de lijst met afkortingen en definities.

2.12.2.1 Wrakstuklocatie 1 (geel)

Deze locatie van circa 3 km² bevindt zich 8,8 km ten westen van het plaatsje Hrabove. Delen van wrakstukken lagen verspreid over drie landbouwwelden die van elkaar zijn gescheiden door wegen en vegetatie. Op deze locatie is geen brand- of infrastructuur-schade waargenomen. Figuur 14 geeft een overzicht van de wrakstuklocaties 1, 2 en 3 en de vindplaatsen van de verschillende wrakstukken.



Figuur 14: Overzicht van wrakstuklocaties 1, 2 en 3 en de vindplaatsen van de wrakstukken. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De nummers tussen haakjes achter de onderstaande titels komen overeen met de locaties in Figuur 14.

Linkerbovendeele van de cockpitromp (1)

Een stuk van het bovenste deel van de cockpitromp (STA236.5 tot STA332.5) lag in het zuidwestelijke deel van locatie 1 (Figuur 15). Dit deel is niet geborgen. De beplating vertoonde tekenen van doorboring van buitenaf. De achterzijde van de beplating was naar boven toe verbogen en een aantal spanten en verstijvers van de romp ontbraken. De bovenkant van de vliegtuigromp vertoonde roetsporen.



Figuur 15: Linker bovenkant van de cockpitromp. (Bron: DCA, Malaysia)

Bovenste delen van de vliegtuigromp boven de business class (2 en 3)

De bovenkant van de voorste rompsectie (sectie 41), boven de business class, werd in twee delen aangetroffen. De afstand tussen deze twee rompdelen bedroeg ongeveer 150 meter.

Het voorste stuk van het bovenste gedeelte van de romp (STA357.25 tot STA529) werd in het zuiden van locatie 1 gevonden. Het binnengedeelte van de vliegtuigromp lag naar boven gekeerd en de antennemodule van het *Traffic Alert and Collision Avoidance System* (TCAS) was zichtbaar. Een aantal spanten en verstijvers was gedeeltelijk losgekomen van de romp en anderen waren gebroken.

Het achterste stuk van het bovenste gedeelte van de vliegtuigromp (STA529 tot STA655) werd gevonden in het zuidelijke deel van locatie 1. De buitenkant van de romp was naar boven gericht en vertoonde tekenen van doorboring van buitenaf. De bovenste transponderantenne, gemonteerd aan de buitenkant van de romp, had geen zichtbare schade.

De bovenste stukken van de romp boven de business class waren tijdens de bergingsmissie niet langer aanwezig.

Rechterzijde van de vliegtuigromp met een gedeelte van de tekst 'Malaysia' (4)

Een wrakstuk met een gedeelte van de tekst 'Malaysia' behorende bij sectie 43 en sectie 45 (STA846 tot STA1032) aan de rechterkant van het vliegtuig werd gevonden in het zuid-

oostelijke deel van locatie 1. Het bovenste stuk van de vliegtuigromp was net boven de tekst afgescheurd en de letter 'M' aan de linkerkant van het wrakstuk ontbrak. De randen vertoonden duidelijke afschuifbreuken. De vliegtuigromp was halverwege gedeeltelijk van boven naar beneden gescheurd. Spanten en verstijvers waren niet langer verbonden met de romp.

Linkerzijde van de romp met positieve overdrukkleppen (5)

Het gedeelte van de romp met de twee positieve overdrukkleppen werd gevonden in het zuiden van locatie 1. Het rompdeel van de linkerkant van het vliegtuig (STA529 tot STA655), bevatte ook een statische poort en zes passagiersramen. Uit fotografisch bewijsmateriaal blijkt dat beide positieve overdrukkleppen zich in gesloten toestand bevonden. De bovenkant van de romp was net boven de raamframes gescheurd. Dit wrakstuk was niet meer aanwezig ten tijde van de bergingsmissie.

Interieur van de cockpit en cabine

Op locatie 1 werden stukken van het interieur van de cockpit en de cabine gevonden, waaronder ook de kaartenmap van de gezagvoerder en stukken van een keukentrolley. Een enkel handbagagevak behorende boven rij 11 JK werd gevonden in het oostelijke deel van de wrakstuklocatie. De aangrenzende bagagevakken ontbraken.

Vracht

Fragmenten van twee vrachtcontainers met registratienummer AKE3951MH en AKE3540MH zijn gevonden op locatie 1. In totaal bevonden zich zes rollen textiel van ongeveer 100 meter lang in het noordelijke deel van locatie 1. Deze rollen zijn geïdentificeerd als onderdeel van de lading. De vrachtlust gaf aan dat er twee *Unit Load Devices* met elk 10 textielrollen waren ingeladen in de voorste en achterste vrachtruimen van het vliegtuig. Deze lading werd gebruikt in de trajectanalyse in paragraaf 3.11.7.

2.12.2.2 Wrakstuklocatie 2 (oranje)

Deze locatie van circa 2,5 km² omvat een groot deel van het dorp Petropavlivka en bevindt zich 8 km ten westen van Hrabove. Verschillende gebouwen in het dorp Petropavlivka werden beschadigd door brokstukken. Figuur 14 geeft een overzicht van de wrakstuklocatie en de plekken waar de wrakstukken lagen.

Linkerzijde romp met deurframe van deur 1L (6)

Het deurframe van deur 1L (STA309.5 tot STA529) met de aangrenzende huidbeplating lag in het noordelijke deel van locatie 2. De binnenkant van de romp was naar boven gericht en de frames van zes passagiersramen waren zichtbaar. Fotografisch bewijsmateriaal toonde roetsporen aan de onderkant van de romp en de afwezigheid van de bovenste gedeelte van het deurframe. Dit wrakstuk werd niet geborgen van de wrakstuklocatie.

Delen van het interieur van de cockpit en de cabine werden in de buurt van de vliegtuigromp gevonden. Wegens het ontbreken van foto- of filmmateriaal kon echter niet worden vastgesteld op welke plaats deze delen in eerste instantie zijn neergekomen. Hierbij moet vermeld worden dat in de loop van de tijd wrakstukken door de inwoners van Petropavlivka zijn verzameld.

Rechterzijde van de romp met deurframe van deur 1R (7)

De vliegtuigromp bij deur 1R (STA276.5 tot STA345) lag parallel aan een zandweg in het westelijk deel van locatie 2. De buitenkant van de romp lag naar boven gericht en een deel van het deurframe van deur 1R was zichtbaar. Dit wrakstuk was niet meer aanwezig ten tijde van de bergingsmissie.

Linkerzijde van de romp met deurframe van deur 2L (8)

De romp bij deur 2L (STA655 tot STA930) is gevonden op een erf in het noordoostelijke deel van locatie 2. De buitenkant van de vliegtuigromp lag naar boven gericht en de bovenkant ervan was in de lengte geknikt. Dit deel van de romp had drie ramen. Op het bovenste gedeelte van de romp bevond zich de behuizing van het antibotsingslicht. Een stuk van een letter ('M') van de tekst 'Malaysia' was zichtbaar.

Onderzijde van de romp met de vloer van het voorste vrachtruim (9)

Delen van de vrachtruimvloer (STA634 tot STA888) werden gevonden in Petropavlivka, in het midden van locatie 2. De vliegtuighuid aan de rechterkant van de romp was net boven de vrachtruimvloer gescheurd en de vrachtrails waren zichtbaar. Afgezien van scheurschade was de romp relatief intact. Er waren twee statische poorten zichtbaar aan de rechterkant van de romp. In de vrachtruimvloer zaten barsten in de dwarsrichting.

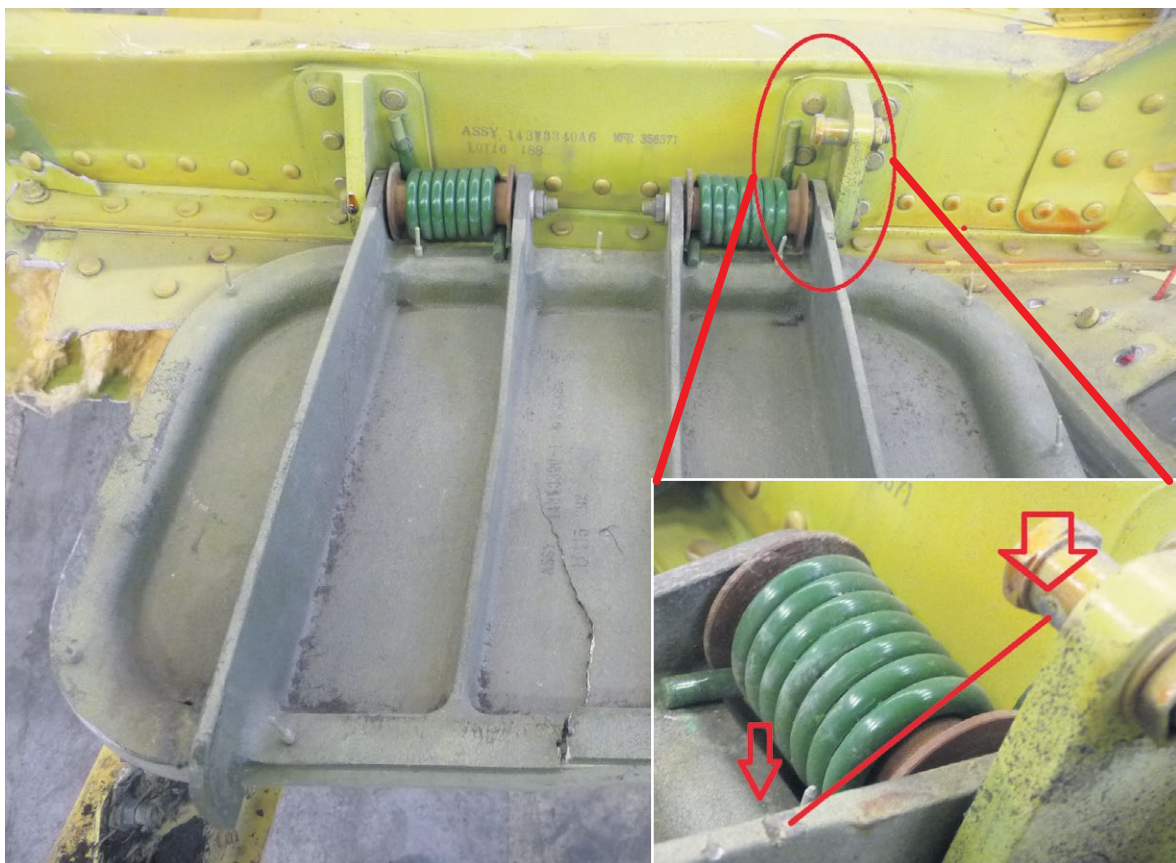
De linkerdeur van het neuslandingsgestel en de behuizing van de rechteronderdrukkelep werden gevonden dichtbij de vrachtruimvloer.

Rechterzijde van de romp met deur 2R (10)

De romp met deur 2R werd gevonden in de oostelijke regio van locatie 2. De romp rondom deur 2R was afgescheurd boven de tekst 'sia' dichtbij STA655 aan de linkerkant en bij STA888 aan de rechterkant.

De deur zat in het deurframe en de romp was afgescheurd onder het frame van de linker onderdrukkelep. De linker onderdrukkelep zat vast aan het bovenste gedeelte van het frame en de klep stond vast in geopende positie tussen de behuizing en de grond. Noch het frame noch de deur van de rechter onderdrukkelep werden gevonden op locatie 2.

De onderdrukkelep was gebarsten tot voorbij de helft van de verticale lengte. De klep vertoonde schade die paste bij een volledig geopende klep die het naastgelegen spant had geraakt (Figuur 16).



Figuur 16: Binnenkant van de klep in gesloten positie met een scheur in het gemarkeerde bevestigingspunt. De kleine ingevoegde foto toont het bevestigingspunt met schade aan pin en spant in detail. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Voorrand van linkermotorinlaat (11)

De voorrand van de linkermotorinlaat is gevonden in het zuidoostelijke deel van locatie 2. De ring vertoonde doorboringsschade op circa 40, 50, 60, 135, 180, 200, 290 en 300 graden (van achteren naar voren gezien). Zie Figuur 17.



Figuur 17: Beschadigde voorrand van linkermotorinlaat, met inslagschade gezien van de voorzijde (linkerfoto) en achterzijde (rechterfoto). (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Cockpitromp (12)

Een deel van de romp, afkomstig van de linkerkzijde van de cockpit, is aangetroffen in een tuin in het midden van locatie 2. Dit deel vertoonde talloze doorboringsgaten en putten. Het bevatte ook sporen van roet. De spanten aan de binnenzijde van de romp waren afgescheurd. Zie Figuur 18.



Figuur 18: Een deel van de linkerkzijde van de romp met daarin gaten en putten. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De voorste sectie van de vloer van het passagiersgedeelte (business class) (13)

Een deel van de cabinevloer van sectie 41 bevond zich in het zuidoostelijke deel van locatie 2. Er bevonden zich business class stoelen op de cabinevloer die schuin naar beneden stonden, maar nog wel aan de stoelrails vastzaten. Dit wrakstuk was niet meer aanwezig ten tijde van de bergingsmissie.

Interieurdelen van de cabine

Interieurdelen van de cabine, zoals passagiersstoelen en handbagagevakken boven de stoelen, lagen verspreid over locatie 2. Deze items waren voornamelijk afkomstig uit sectie 41 en 43 van het vliegtuig. In het oostelijke deel van de locatie werden delen van de *passenger service unit* met referentie STA747, die boven deur 2L zat, en het middelste bagagecompartiment van rij 2 gevonden. De afstand tussen de *passenger service unit* en het bagagecompartiment bedroeg ongeveer 260 meter.

De *passenger service unit* was uitgerust met een televisiescherm dat nog intact leek te zijn. De grendel die de behuizing van de zuurstofmaskers afsluit, ontbrak en de zuurstofmaskers waren uit de behuizing gekomen. De stand van de elektromagnetische schakelaar kon niet worden vastgesteld vanwege de afwezigheid van fotografisch bewijsmateriaal.

Een bagagecompartiment werd gevonden in een rij bomen. Het compartiment had handbagagevakken aan beide zijden en was afkomstig van het middengedeelte van het vliegtuig boven rij 1 en 2. Op één van de vakken zat een bordje met '2 DFG', verwijzend naar rij 2 stoel D, F en G. Het bagagecompartiment bevatte fragmenten van vijf bagagevakken.

2.12.2.3 Wrakstuklocatie 3 (rood)

De cockpit en het grootste gedeelte van de onderkant van de aangrenzende beplating (sectie 41) zijn gevonden op locatie 3 (Figuur 14), circa 7 km ten zuidwesten van Hrabove. De locatie, van ongeveer 70 x 40 meter, bevond zich in een zonnebloemenveld, gelegen in de zuidelijke hoek van het dorp Rozsypne. Binnen deze relatief kleine locatie zijn de cockpitinstrumenten, vlieginstrumenten en fragmenten van het interieur van de cabine en bagageruimte gevonden. Naast geplette vegetatie zijn op de grond oppervlakkige inslagmarkeringen waargenomen. De afstand tussen de locatie waar de cockpit is terechtgekomen en de plek waar de eerste grotere wrakstukken zijn gevonden in de buurt van wrakstuklocatie 4, bedraagt ongeveer 6 km.

Uit bewijs in de vorm van foto's en video's uit de dagen na de crash bleek dat locatie 3 was verstoord en dat vliegtuigdelen en bagage van de locatie waren verwijderd. Een aantal vliegtuigelektronicaonderdelen, in de dagen na de crash door derden gefotografeerd, was niet langer aanwezig tijdens de bergingsmissie van de Onderzoeksraad in november 2014.

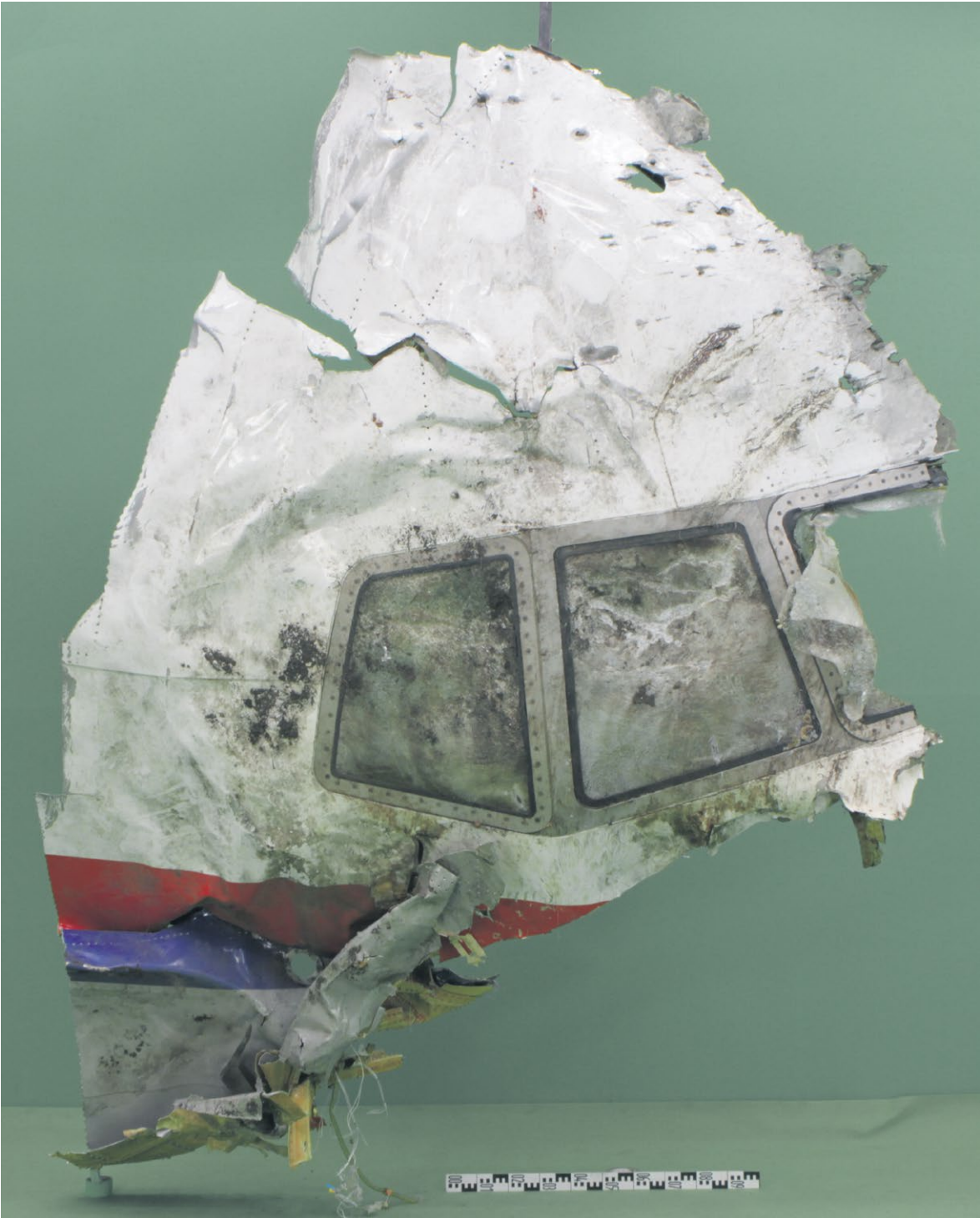
Algemene beschrijving van de cockpit en omliggend rompstuk (14)

Het voorste gedeelte van het vliegtuig, een deel van de cockpit inclusief het voorste drukschot, is gevonden in een gekantelde positie met de neus naar beneden, gericht naar het oosten. De cockpit en het omliggende rompstuk waren in de lengterichting van het vliegtuig afgebroken waardoor delen van het interieur van de cockpit en de cabine zichtbaar waren. Opgemerkt wordt dat het bovenste deel van de cockpitromp zich niet op locatie 3 bevond.

Het wielcompartiment van het neuslandingsgestel en het elektronicacompartiment hadden de cockpitvloer doorboord waardoor deze omhoog werd gedrukt. De aangrenzende cabinevloer was in de lengterichting in twee stukken gebroken. Het linkerdeel van de cabinevloer zat nog vast aan de romp en er waren delen van de linkerboordkeuken zichtbaar. Hoewel sprake was van ernstige structurele schade van de romp, is het onderste deel van de romp als geheel gevonden. De romp aan de rechterzijde van het vliegtuig was afgescheurd achter de grote vrachtdeur en de aangrenzende laadvloer was zichtbaar.

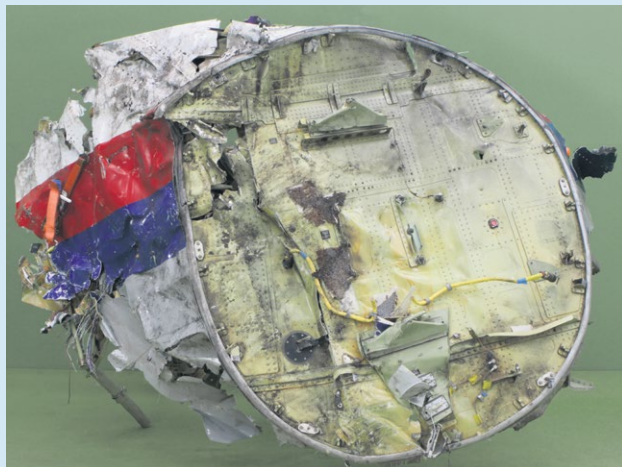
Van de linkerzijde van de cockpit, tussen STA132.5 en STA220.5 van het vliegtuig, zijn geen rompstukken gevonden. De linker invalshoeksensor, die nog vastzat aan een deel van de romp, bevond zich in de buurt van de wrakstukken van de cockpit.

De rechterzijde van de cockpit was nog redelijk intact. De ruiten van de rechter cockpitramen zaten nog op hun plaats. Aan de binnenkant van de rechter cockpitruiten 2 en 3 werd roet aangetroffen. Het bovenste deel van de rechterkant van de vliegtuigromp vertoonde zowel doorborings schade als schade door afketsing. In tegenstelling tot de linkerzijde van de cockpit (zie paragraaf 2.12.2.7), vertoonde de onderkant van de rechterzijde geen vergelijkbare sporen van doorboring van buitenaf (zie Figuur 19). De grootte van de doorboringsgaten wordt nader toegelicht in paragraaf 2.6 van Bijlage X.



Figuur 19: Deel van de rechterzijde van de cockpit. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Het voorste drukschot vertoonde doorboringsschade. Er waren drie gaten zichtbaar. Delen van de romp van de cockpit zaten nog vast aan de linker- en rechterkant van het voorste drukschot (Figuur 20). De linkerkant van de romp die vastzat aan het voorste drukschot vertoonde een groot aantal doorboringsgaten en ook was putvorming zichtbaar (Figuur 21). De rechterkant van de romp, die vastzat aan het voorste drukschot, had geen doorboringsschade.



Figuur 20: Voorste drukschot en rechterkant romp.
(Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)



Figuur 21: Doorboringsgaten aan de linkerkant van de romp van het voorwaartse drukschot.
(Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Een groot deel van de cockpitvloer was in verschillende delen opgebroken en het interieur ontbrak. Zie Figuur 22. Stoelen, het middelste bedieningsconsole, de wandstructuur en het merendeel van de stuurorganen waren losgeraakt van de vloerconstructie; slechts een deel van het besturingsmechanisme van de *first officer* zat nog vast. Een deel van de rechterkant van de cockpitvloer zat vast aan de achterkant van het voorste drukschot. Dit wrakstuk omvatte een aanzienlijk deel van de stuurorganen van de *first officer* en het bijbehorende verbindingmechanisme. Het was ernstig vervormd en de constructie was dubbelgeklapt.



Figuur 22: Cockpitvloer met doorboringsgaten. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De romphuid (STA250 en STA330) tussen de spanten en verstijvers was ingedrukt, zie Figuur 23.



Figuur 23: Romppanelen ingedrukt tussen spanten en verstijvers. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Het vloerdeel links van en onder de stoel van de gezagvoerder was geborgen. Dit gedeelte van de vloer was op grote schaal doorboord, was bedekt met roet en vertoonde tekenen van hitteschade. Het onderste deel van de stuurkolom van de gezagvoerder vertoonde tekenen van doorboring. Zie Figuur 24. Het bovenste deel werd niet geborgen.



Figuur 24: Het onderste deel van de stuurkolom van de gezagvoerder met doorboringsschade. (Bron: NLR)

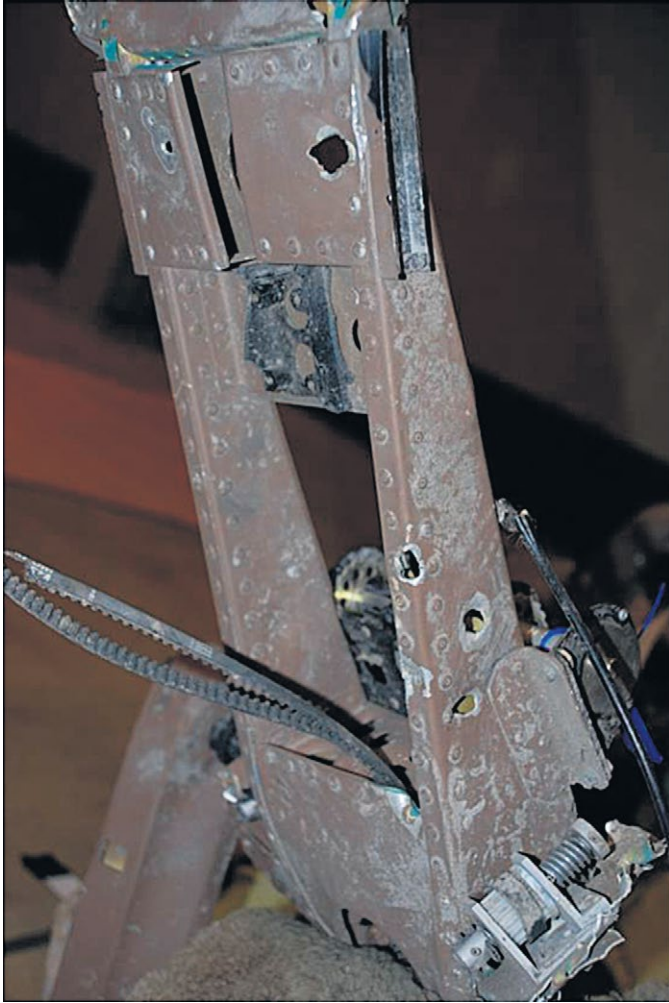
Vlakbij de wrakstukken van de cockpit werden delen van het cockpitinterieur gevonden, waaronder pilootstoelen en cockpitinstrumenten. Samen met delen van de cockpitvloer waren het gashendelkwadrant en de middenconsole omhoog gedrukt. De linkerzijplaat en het gashendelkwadrant vertoonden doorboringsschade. Zie Figuur 25. De resterende cockpitinstrumenten, zoals het bedieningspaneel voor de automatische piloot en een aantal digitale vlieginstrumenten, werden op een hoop gevonden. Een groot deel van het middenconsole werd geborgen.



Figuur 25: Gashendelkwadrant met doorboringsschade (gezien vanaf de linkerzijde). (Bron: NLR)

Het grootste deel van de stoel van de gezagvoerder werd vlakbij de wrakstukken gevonden. De stoel werd in drie stukken gevonden: de zitting van de stoel, rugleuning en hoofdsteun. Alle onderdelen vertoonden doorboringsschade en tekenen van vervorming door het neerkomen op de grond.

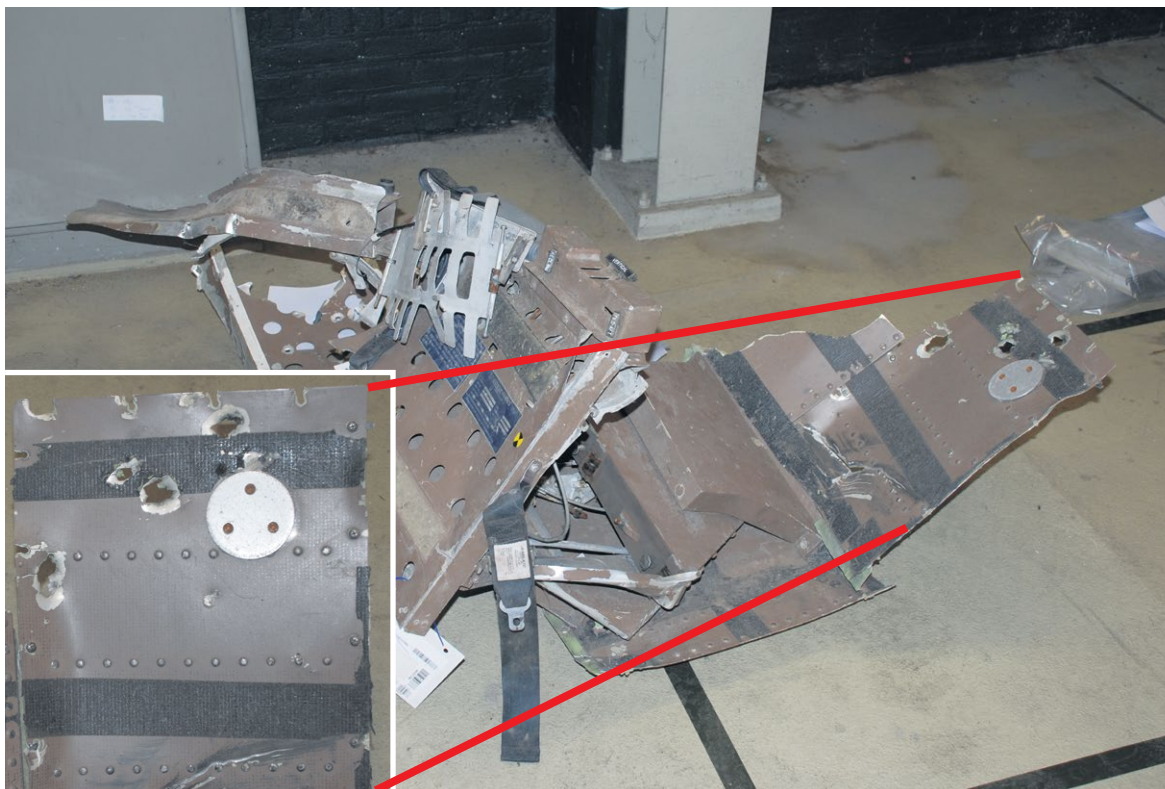
De constructie van de stoel van de *first officer* was vervormd en had doorboringsgaten, met name in de rugleuning. De vloerplaat links van de stoel en de hoofdsteun waren veelvuldig doorboord. Zie Figuur 26.



Figuur 26: De rugleuning van de stoel van de first officer met doorboringsschade. (Bron: NLR)

De onderkant en een gedeelte van de rugleuning van de eerste waarnemersstoel werd geborgen, samen met een deel van de vloer waar deze aan vast zat. Het metalen deel van de hoofdsteun werd apart gevonden. Alle delen vertoonden inslagschade.

Andere locaties, zoals onder de tweede waarnemerstoel, vertoonden minder inslaggaten (zie Figuur 27).



Figuur 27: Doorboringsgaten in de rugleuning van de linker waarnemerstoel. Opmerking: De rugleuning is in deze figuur plat op de vloer weergegeven. (Bron: NLR)

Van het gedeelte net achter de cockpit, waar de eerste deuren zich bevinden, werd een deel van de vloer geborgen (een compositie honingraatconstructie). Het vloerpaneel bevatte een aantal balken, maar miste de constructie vanaf vloerniveau. Dit deel was beschadigd, maar vertoonde geen doorboringschade.

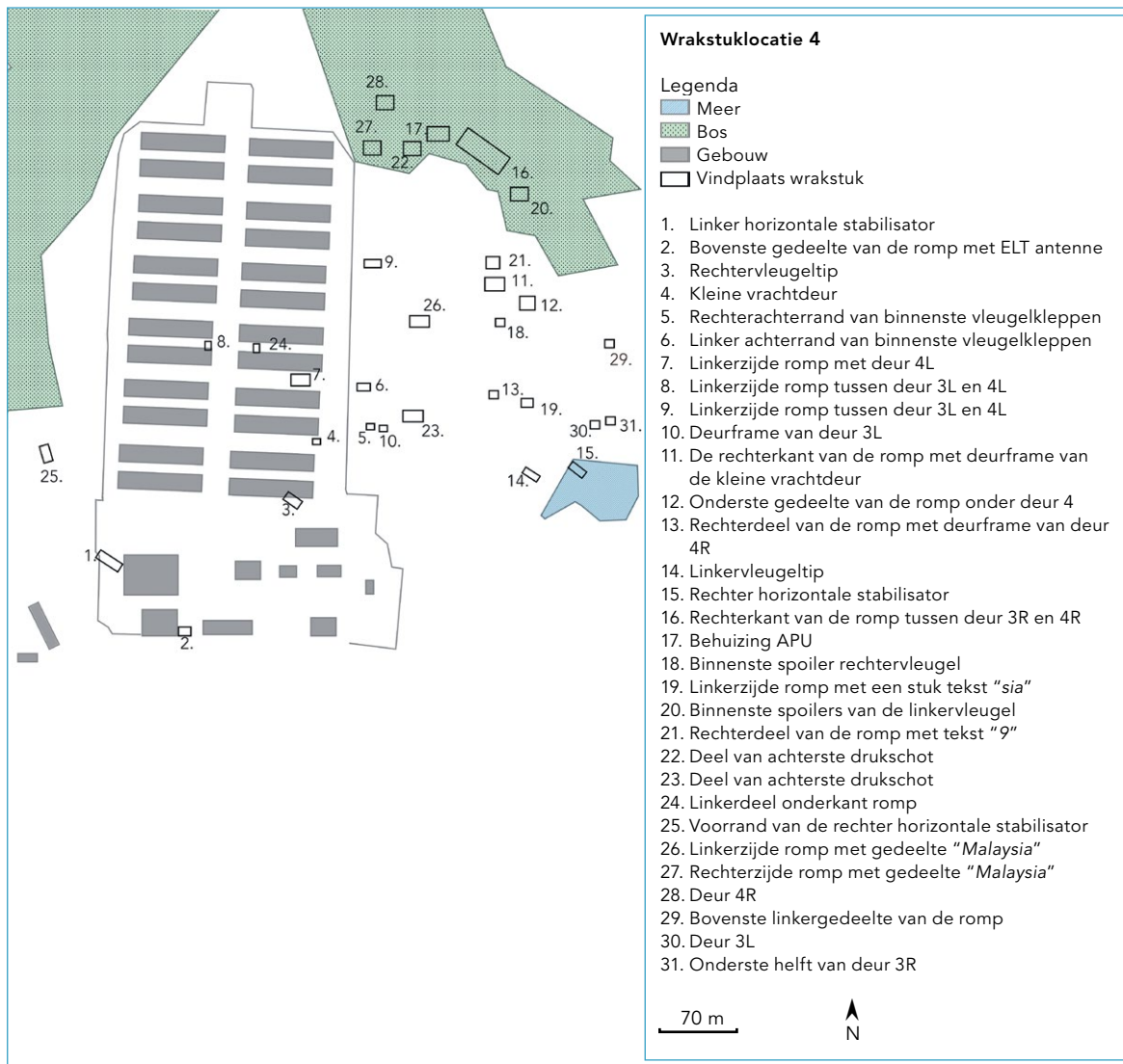
Een deel van de elektronica uit het voorste gedeelte van het vliegtuig, werd geborgen. Een mogelijke inslagmarkering van een object werd gevonden bovenop de trillingsmonitor voor de linkermotor. Deze zit aan de buitenkant van het rek met nummer E1-4, dichtbij de romp aan de linkerzijde.

Vracht en containers

Een aantal vrachtcontainers is met inhoud dichtbij de wrakstukken terechtgekomen.

2.12.2.4 Wrakstuklocatie 4 (groen)

De romp van het vliegtuig tussen de vleugel- en staartsectie (sectie 46 tot en met sectie 48) bevond zich voornamelijk op locatie 4, circa 2 kilometer ten zuid/zuidwesten van Hrabove. Wrakstukken waaronder beide horizontale staartvlakken en beide vleugeluiteinden lagen verspreid over een gebied van ongeveer 540 x 650 meter. Op de locatie staat een aantal boerderijgebouwen achter een omheining. Deze gebouwen werden gedeeltelijk omgeven door een bos in een geul. De rechter stabilisator werd gevonden in een klein meer in het zuidoostelijke deel van de locatie. Een overzicht van de wrakstuklocatie met daar in de wrakstukken wordt gegeven in Figuur 28. In totaal werden circa 50 zuurstofgeneratoren geborgen van wrakstuklocaties 4 en 5.



Figuur 28: Overzicht van wrakstuklocatie 4 en de vindplaatsen van de wrakstukken. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De nummers tussen haakjes achter de onderstaande titels komen overeen met de locaties in bovenstaande figuur.

Linker horizontale stabilisator (1)

De linker horizontale stabilisator bevond zich in het zuidwestelijk gedeelte van locatie 4. De stabilisator heeft de grond enigszins schuin geraakt waarbij de onderkant naar boven was gericht. De stabilisator was vrijwel intact en leek te zijn afgescheurd bij de stabilisator wing box. Schade was zichtbaar aan de voorkant van de stabilisator. Een deel van het hoogteroer ontbrak.

Bovenste gedeelte van de romp met de antenne voor de Emergency Locator Transmitter (2)

De bovenkant van de romp tussen STA1664 en STA2000 werd gevonden bij een gebouw in het zuidwestelijke deel van locatie 4. De romp was geknikt en had drie antennes aan de buitenkant, waaronder de antenne van de *Emergency Locator Transmitter* en de SATCOM-antenne met laag vermogen.

Rechtervleugeltip (3)

De rechtervleugeltip werd gevonden bij boerderijgebouwen in het zuidwestelijk deel van locatie 4. De rechtervleugeltip lag naar het zuidoosten gericht en op zijn kop. De rechtervleugeltip was op het punt van de vierde ventilatieklep van de brandstoftank (geteld vanaf het uiteinde richting de wortel) afgescheurd. Een bevestigingspunt van de veiligheidslijn was zichtbaar op de bovenkant van de rechtervleugeltip. Het buitenste rolroer ontbrak.

Kleine vrachtdeur (4)

De kleine vrachtdeur aan de rechterkant van het vliegtuig werd gevonden tussen de boerderijgebouwen. De deur werd in één stuk gevonden met de buitenkant naar boven gericht. De ontluuchtingsklep aan de bovenkant van de kleine vrachtdeur ontbrak. De deur was in dwarsrichting gebarsten.

Linker en rechter binnenste vleugelkleppen (5 en 6)

Een deel van de binnenste vleugelklep van de linkervleugel en een deel van de binnenste vleugelklep van de rechtervleugel werden gevonden in een veld ten oosten van de boerderijgebouwen. Beide kleppen waren in lengterichting afgebroken waardoor de binnenkant aan beide zijden van de vleugelkleppen zichtbaar was.

Linkerzijde romp met deur 4L (7)

Deur 4L en de omliggende romp (STA1916 tot STA2174) werden gevonden tussen een aantal gebouwen in het midden van locatie 4. De deur bevond zich in de gesloten stand en een gedeelte van de onderkant van de romp was geknikt. Vier raamframes, met twee ruiten en een deel van het achterste drukschot, zaten nog vast aan de romp. De vliegtuigregistratie, '9M-MRD' was zichtbaar.

Linkerzijde romp tussen deur 3L en 4L (8, 9 en 10)

De romp tussen deur 3L en 4L aan de linkerzijde was in drie stukken losgekomen. Het eerste stuk (STA1546.5 tot STA1622) werd in het veld gevonden, dichtbij de omheining van een aantal boerderijgebouwen. Dit rompdeel bestond uit het rechter deurframe van deur 3L, twee raamframes en een deel van de vleugel-romp overgang.

Een tweede stuk (STA1743 tot STA1790) romp werd gevonden in het westelijk deel van locatie 4. Dit stuk bevatte acht raamframes, met in sommige frames nog ruiten. De onderkant van de romp vertoonde een grote scheur in dwarsrichting.

Het derde stuk werd in het veld dichtbij het tweede stuk gevonden, bij de omheining van boerderijgebouwen. De romp (STA1790 tot STA1916) bevatte vijf complete raamframes met twee ruiten. Drie gaten van circa 10 bij 10 centimeter waren zichtbaar, twee onder de raamframes en één erboven.

De rechterkant van de romp met deurframe van de kleine vrachtdeur (11)

Een stuk vliegtuigromp met een deel van de achterkant van de vleugel-romp overgang werd gevonden in het veld ten oosten van de boerderijgebouwen. Op dit deel van de romp bevonden zich de bedieningsschakelaar van de vrachtdeur en ook de rechterkant van het deurframe van de kleine vrachtdeur.

Onderste deel van de romp onder deur 4 (12)

Een stuk van het onderste linkergedeelte van de romp (STA1958 tot STA2150) werd gevonden in het oostelijk deel van locatie 4, in een veld ten oosten van de boerderijgebouwen. Dit gedeelte bevatte het onderste deel van het frame van de overdrukklep van het drukregelsysteem en de tail strike indicator. Aan de binnenkant zat een deel van de vrachtruimvloer nog vast aan de romp.

Rechterdeel van de romp met deurframe van deur 4R (13)

Het deurframe van deur 4R en de aangrenzende beplating aan de rechterkant van het vliegtuig (STA1958 tot STA2129) werden gevonden in het oostelijk deel van locatie 4, in het veld ten oosten van de boerderijgebouwen. De letters 'MRD', deel van de registratie van het vliegtuig, waren zichtbaar en twee raamframes zaten er nog aan vast. Het deurframe was weliswaar compleet maar was gebroken in één van de onderste hoeken en werd op de grond gevonden in gedraaide positie. Deur 4R werd gevonden in het noordelijk deel van locatie 4, in de geul. Een doorboring van buitenaf was zichtbaar op de onderste helft van de deur.

Linkervleugeltip (14)

De linkervleugeltip bevond zich bij het kleine meer in het zuidoostelijke deel van locatie 4, met de bovenzijde naar boven gericht en het uiteinde in een noordwestelijke richting. Een bevestigingspunt van de veiligheidslijn was zichtbaar op de bovenkant van de vleugeltip. De vleugeltip vertoonde tekenen van inslagschade op de bovenzijde en voorste rand. Zie Figuur 29. De vleugeltip was op het punt van de vierde ventilatieklep van de brandstoftank (geteld vanaf het uiteinde tot de basis) van de vleugel afgebroken. Diverse delen van een niet-vliegtuigeigen voorwerp werden geborgen uit de vleugeltip (een deel is weergegeven in paragraaf 2.12.2.8).



Figuur 29: Linkervleugeltip met inslagschade dichtbij en buiten het bevestigingspunt van de veiligheidslijn.
(Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Rechter horizontale stabilisator (15)

De rechter horizontale stabilisator lag onder water in een klein meer in het zuidoostelijk deel van locatie 4. De stabilisator was verplaatst naar een plek dichtbij het kleine meer. De stabilisator is afgebroken bij rib 15. De achterrand van de rechter horizontale stabilisator ontbrak en het uiteinde ook. Delen van de beplating aan de bovenkant van de stabilisator ontbraken.

Rechterkant van de romp tussen deur 3R en 4R (16)

De rechterkant van de romp tussen deur 3R en 4R lag in de geul bij het bos in het noordelijke deel van locatie 4. Dit rompdeel omvatte het achterste deurframe van deur 3R, het vrachtdeurframe en de grote vrachtdeur. De onderkant van het vrachtdeurframe en deur 3R ontbraken. De vrachtdeur werd gevonden in het centrale gebied van locatie 4, tussen een aantal gebouwen. Het rompgedeelte boven de ramen ontbrak. Er werd geen inslagschade op dit rompdeel waargenomen.

Behuizing APU (17)

De kegelvormige behuizing van de *Auxiliary Power Unit* (APU) werd gevonden in de geul in het kleine bos in het noordelijke deel van locatie 4. De kegel was afgebroken bij STA2508 en er werd geen schade gezien aan de behuizing van de APU.

Binnenste spoiler rechtervleugel (18)

Een binnenste spoiler van de rechtervleugel werd gevonden met de bovenkant naar boven in een veld ten oosten van de boerderijgebouwen. De spoiler was beschadigd langs de achterrand, waardoor de constructie aan de binnenzijde zichtbaar was.

Linkerzijde romp met een stuk tekst 'sia' (19)

Een gedeelte van de linkerzijde van de romp, met de tekst 'sia', onderdeel van het logo 'Malaysia' aan de zijkant van het vliegtuig (STA1014 tot STA1077) werd gevonden in het veld ten oosten van de gebouwen in het oostelijk deel van locatie 4.

Binnenste spoilers van de linkervleugel (20)

Twee binnenste spoilers van de linkervleugel, die nog vastzaten aan de spoilerconstructie, werden gevonden in de geul. Beide spoilerpanelen waren beschadigd en een deel van de onderzijde van de vleugel zat er nog aan vast.

Rechterdeel van de romp met gedeelte van de tekst '9M-MRD' (21)

Dit deel van de romp (STA2150 tot STA2295.65) was afkomstig van de rechterkant en omvat het cijfer '9', deel van de registratie. De bovenkant vertoonde een vrijwel rechte breuklijn. Beide zijanten waren gekarteld en de onderkant had een onregelmatige scheur. Spanten en verstijvers en ook een klein deel van het achterste drukschot zaten nog vast aan de romp. Er waren drie gaten zichtbaar van ieder circa 1 bij 2 centimeter. Dit deel van de romp werd gevonden in het noordoostelijke deel in het veld ten oosten van de gebouwen.

Deel van achterste drukschot (22 en 23)

Het achterste drukschot was in vier stukken gebroken. Een klein gedeelte van het drukschot aan de achterzijde zat nog vast aan de romp rond deur 4L. Het grootste stuk werd gevonden in het bos in de geul in het noordelijk gebied van locatie 4. Het resterende deel van het achterste drukschot ontbreekt.

Linkerdeel onderkant romp (24)

Het onderste gedeelte van de linkzijdige van de romp (STA1706 tot STA1979) werd gevonden tussen de boerderijgebouwen. De buitenkant van de romp lag naar boven gericht en er was een gat zichtbaar van circa 10 bij 15 cm.

Voorrand van de rechter horizontale stabilisator (25)

De voorrand werd afzonderlijk van de stabilisator gevonden ten westen van de boerderijgebouwen. De voorrand van de stabilisator was van buitenaf doorboord.

Linkerzijde romp met een gedeelte van de tekst 'Malaysia' (26)

Dit deel van de romp (STA1056 tot STA 1371) is afkomstig van de linker bovenkant en er staat 'ia' op, onderdeel van de tekst 'Malaysia'. Het werd gevonden in het veld vlakbij de omheining van de gebouwen. De meeste spanten en enkele verstijvers waren beschadigd maar zaten nog vast aan de romp.

Rechterzijde romp met een gedeelte van de tekst 'Malaysia' (27)

Dit deel van de romp (STA909 tot STA975) is afkomstig van de rechterkant en omvat een deel van 'ay' en twee hele en twee halve raamframes. De onderkant was recht afgescheurd, de bovenkant en zijkanten waren onregelmatig. De spanten en verstijvers waren losgekomen van de romp. Dit deel van de romp werd gevonden in de geul in locatie 4.

Deur 4R (28)

Passagiersdeur 4R werd gevonden in de geul in locatie 4. Er zaten deuken in de randen van de deuren. Een gat van circa 1 bij 10 centimeter was zichtbaar aan de onderkant van de deur.

Bovenste linkergedeelte van de romp met de indicatie van het uitslagbereik van de horizontale stabilisator (29)

Dit rompdeel (STA2268.25 tot STA2344.5) werd ten oosten van de boerderijgebouwen gevonden. De buitenkant van de romp lag naar boven gericht en een deel van het uitslagbereik van de horizontale stabilisator was zichtbaar. Er zaten verscheidene gaten van ongeveer 1 bij 1 centimeter in.

Deur 3L (30)

Passagiersdeur 3L werd gevonden in het veld ten oosten van de gebouwen. De deur was horizontaal geknikt en het frame aan de achterkant van de deur is op de plek van de knik gebarsten.

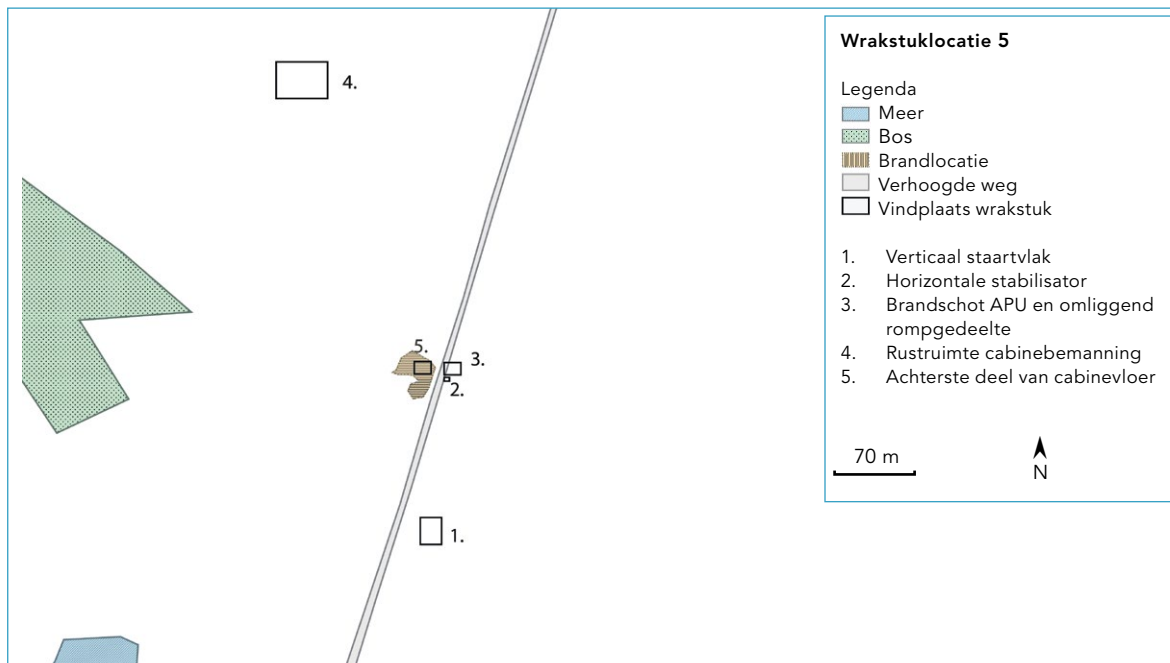
Deur 3R (31)

De onderste helft van de deur 3R werd gevonden in het oostelijk deel van locatie 4. Dit deel zat niet meer vast aan de deurconstructie. De rechter onderhoek was afgescheurd. Alhoewel de bovenkant van de deur werd geborgen, is de oorspronkelijke plaats van neerkomen daarvan niet bekend.

2.12.2.5 Wrakstuklocatie 5 (blauw)

Een gedeelte van het achterste deel van het vliegtuig, waaronder het verticaal staartvlak en de aangrenzende rompdelen, bevond zich in locatie 5, circa 750 meter ten zuidwesten van Hrabove. Binnen deze locatie lagen wrakstukken verspreid over een gebied van

ongeveer 600 bij 800 meter. Parallel aan de verhoogde weg aan de westzijde bevonden zich hoogspanningsleidingen. Een van de hoogspanningsleidingen aan de westzijde van de verhoogde weg bleek te zijn gebroken. Figuur 30 toont een overzicht van de wrakstuklocatie en de locaties van de wrakstukken.



Figuur 30: Overzicht van wrakstuklocatie 5 en de vindplaatsen van de wrakstukken. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Aan de westkant van de verhoogde weg werd een brandlocatie vastgesteld met de restanten van het achterste deel van het vliegtuig, inclusief delen van het cabine-interieur (stoelen en stoelrails) en vracht. Deze wrakstukken zijn door brand beschadigd.

Uit fotografisch bewijs en satellietbeelden blijkt dat de plaats van het wrak op 17 juli 2014 werd verstoord en dat delen van wrakstukken werden verplaatst.

De nummers tussen haakjes achter de onderstaande titels komen overeen met de locatie in Figuur 30.

Verticaal staartvlak (1)

Het verticaal staartvlak bevond zich aan de oostkant van de verhoogde weg, met het bovenste deel van de stabilisator naar het zuidzuidwesten gericht. De linkerzijde van het verticaal staartvlak was naar boven gericht. Het bovenste deel van de voorrand, het balansdeel en het richtingsroervlak ontbraken. Een klein deel van de romp aan de linkerzijde van het vliegtuig zat nog vast aan het verticale staartvlak.

Horizontale stabilisator (2)

De ligger aan de voorzijde van de horizontale stabilisator was losgekomen van de behuizing en bevond zich op de verhoogde weg naast het achterste deel van de staart. Delen van de rechter horizontale stabilisator zaten nog vast aan de voor- en achterligger van de horizontale stabilisator. De voorkant van de stabilisatieconstructie vertoonde inslagmarkeringen in dwarsrichting.

Brandschot Auxiliary Power Unit (APU) en omliggend rompgedeelte (3)

Het gedeelte van de achterkant van het vliegtuig, dat het brandschot van de APU en de rompgedeelten bij de horizontale en verticale stabilisator bevatte, lag op de verhoogde weg. De bovenkant van het staartdeel lag naar beneden gericht en de horizontale en verticale stabilisator zaten niet vast aan de romp. Delen van het onderste stuk van de romp lagen naar boven gericht. Opgemerkt moet worden dat de rest van de onderkant van de romp ontbrak. Het brandschot van de APU was zichtbaar en de APU zelf bevond zich niet achter het brandschot. Het deel van de staart met de horizontale stabilisator en de vleugelligger waren ernstig beschadigd. Het rompgedeelte met de indicatie van het uitslagbereik van de horizontale stabilisator aan de linkerkant van het vliegtuig was losgeraakt van de omliggende beplating van het brandschot van de APU.

Ruistruimte cabinebemanning (4)

De ruistruimte met de onderste ruistruimte voor de cabinebemanning (in bagageruim 3, tussen STA1437 en STA1538) werd circa 150 meter ten westen van de verhoogde weg gevonden. De container was in tweeën gebroken en het interieur was zichtbaar. Het achterste deel van de container lag naar boven gericht en het voorste deel van de container lag naar beneden gericht. Beide delen van de container waren beschadigd.

Achterste deel van cabinevloer (5)

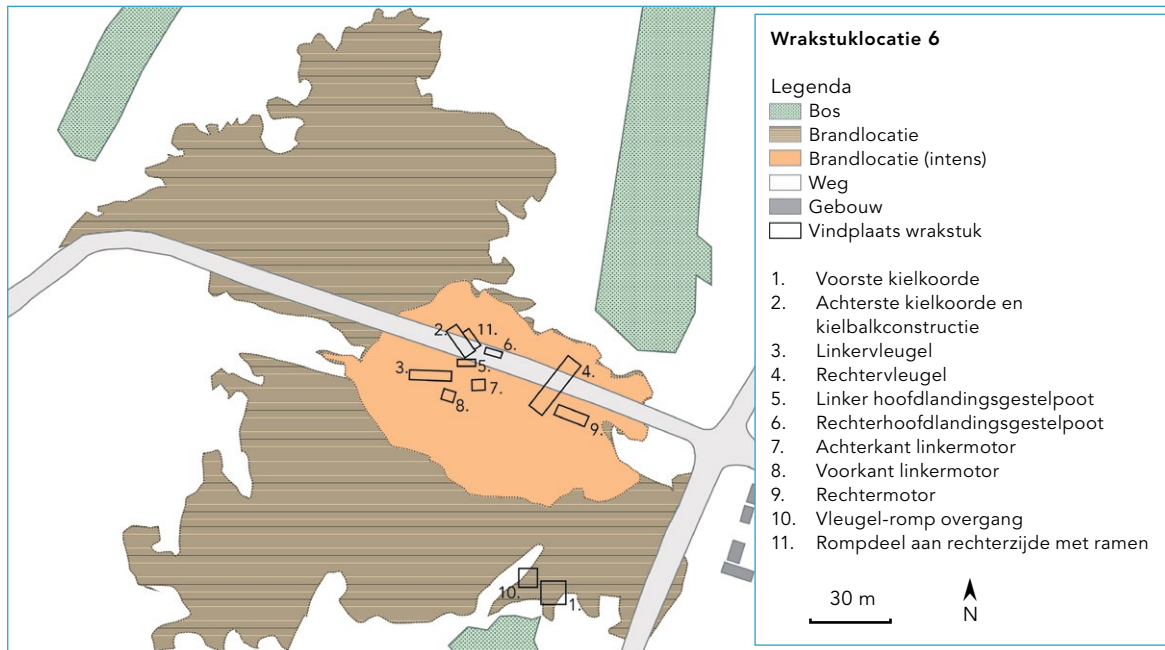
Overblijfselen van het achterste vloergedeelte werden aangetroffen in het gebied met relatief veel brokstukken aan de westkant van de verhoogde weg. Sommige passagiersstoelen zaten nog vast aan de vloer en waren naar beneden gericht. Delen van de vloer en van de passagiersstoelen waren beschadigd door brand. Uit het naar beneden gericht zijn van de passagiersstoelen, de bevestigingspunten van de stoelrails en de stoelen bleek dat de bovenkant van het achterste deel van de vloer naar beneden gericht was.

Vracht en vrachtcontainers

Vijf vrachtcontainers, inclusief de container met de uitrusting van het vliegtuig, werden gevonden op deze locatie. De inhoud van de containers werd ook gevonden in locatie 5.

2.12.2.6 Wrakstuklocatie 6 (paars)

Wrakstuklocatie 6, gelegen in de zuidwestelijke hoek van het dorp Hrabove, was ongeveer 250 bij 200 meter groot. Binnen deze locatie was er een kleiner gebied van circa 100 bij 60 meter, waar een brand met een hoge vuurintensiteit had plaatsgevonden. Een overzicht van wrakstuklocatie 6 en de vindplaatsen van de wrakstukken is weer gegeven in Figuur 31.



Figuur 31: Overzicht van wrakstuklocatie 6 en de vindplaatsen van de wrakstukken. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De nummers tussen haakjes achter de onderstaande titels komen overeen met de locatie in bovenstaande figuur.

Alle grote wrakstukken die zich op locatie 6 bevonden zijn, met uitzondering van de voorste kielkoorde, in dit kleinere gebied aangetroffen. Er lagen wrakstukken verspreid over twee sublocaties (noordelijk en zuidelijk) die van elkaar waren gescheiden door een verhoogde weg. Uit fotografisch bewijs en satellietbeelden bleek dat de plaats van de wrakstukken op 18 juli 2014 is verstoord en dat delen van de wrakstukken zijn verplaatst. Het middenstuk van het vliegtuig, waaronder delen van de vleugels en beide motoren, bevond zich op locatie 6.

Op de hoek van het woongebied aan de oostelijke kant van locatie 6 heeft ook brand gewoed. Op beide sublocaties vertoonden de vegetatie, infrastructuur en wrakstukken tekenen van brandschade. Een houten hek en een hooiberg in deze locatie zijn door brand beschadigd.

Voorste kielkoorde (1)

De voorste kielkoorde (STA888 tot STA1025) was afgebroken van de kielbalk en lag richting het zuidoosten in het zuidelijk deel van locatie 6. De onderkant van de voorste kielkoorde was naar boven gericht en de koorde zelf en delen van de vleugel-romp overgang waren zichtbaar. Een deel van de rails voor de vrachtcontainers zat nog vast aan de interne constructie van de romp.

Achterste kielkoorde en kielbalkconstructie (2)

De kielbalkconstructie lag op de verhoogde weg in locatie 6 en vertoonde brandschade. De achterste kielkoorde zat nog vast aan de kielbalkconstructie. Beide wrakstukken vertoonden brandschade. De achterste kielkoorde lag met de onderkant naar boven

gericht. Stukken van de rails voor de vrachtcontainers werden gevonden aan de bovenkant van de achterste kielkooie.

Vleugels (3 en 4)

De meeste delen van de vleugels bevonden zich in het zuidelijke gebied van locatie 6. De restanten van de vleugels vertoonden ernstige brandschade. De vleugels werden ondersteboven gevonden, wat te zien was aan de tankluiken en de daarop aanwezige markeringen.

De linkervleugel bevond zich parallel aan de verhoogde weg in de zuidwestelijke hoek van locatie 6. De restanten van de vleugels bevatten gedeeltelijke markeringen van de registratie van het vliegtuig: '9' en 'M'. De tankluiken en markeringen waren zichtbaar. De linkervleugel was bij de gedeeltelijke vliegtuigregistratie vrijwel intact. Verder langs de vleugel in de richting van de vleugelwortel is gesmolten aluminium waargenomen. Op basis van de vliegtuigregistratie en de oriëntatie van de tankluiken werd vastgesteld dat de linkervleugel in zuidwestelijke richting lag.

De rechtermotort bevond zich loodrecht op en aan de overzijde van de verhoogde weg. De vleugel had stickers en markeringen met de tekst 'Fuel Tank Vent Right Wing', waarmee werd aangegeven dat het de rechtermotort betrof. Het deel van de vleugel onder de vleugeltip was relatief ongeschonden en er was geen brandschade zichtbaar. Verder langs de vleugel, richting de vleugelwortel, waren de tankluiken niet langer zichtbaar. Stukjes gesmolten aluminium duiden erop dat delen van de vleugel door brand waren verwoest. Op basis van de volgorde van de tankluiken, de aanwezigheid van bordjes, de markeringen en de tankluikschroeven werd vastgesteld dat de rechtermotort naar het noorden gericht lag.

Poten hoofdlandingsgestel (5 en 6)

Beide poten van het hoofdlandingsgestel bevonden zich op de verhoogde weg. De wielstellen zaten er nog aan vast. Alle banden op het hoofdlandingsgestel waren door brand vernietigd en de velgen waren zichtbaar. Fotografisch bewijsmateriaal wijst erop dat de rechter intrekkactuator van het hoofdlandingsgestel nagenoeg de ingetrokken (gear-up) lengte had.

Motoren (7, 8 en 9)

Zowel de linker- als de rechtermotort waren van de vleugel losgeraakt en waren in de grond ingeslagen in een enigszins omgekeerde stand. Beide fans zijn los gevonden en de fanbladen van beide motoren zaten nog in hun schoepenwiel. De motoren bevonden zich in het zuidelijke gebied van locatie 6.

De linkermotort bevond zich in de nabijheid van de linkervleugel. De kern van de linkermotort was in twee delen gesplitst. De voorkant van de motort was naar het noorden gericht en de achterkant van de motort naar het westen. De fan bladen en tussenliggende compressorbladen van de linkermotort vertoonden weinig tekenen van rotatie bij inslag.

De rechtermotort bevond zich aan de zuidelijke zijde van locatie 6, parallel aan de verhoogde weg. De kern van de rechtermotort was vrijwel ongeschonden met de voorzijde naar het westen gericht. De rechtermotort bevond zich dicht bij de rechtermotort en was van de vleugel losgekomen.

Vleugel-romp overgang (10)

Delen van een vleugel-romp overgang afkomstig van de rechterkant van het vliegtuig werden aangetroffen aan de zuidkant van locatie 6. De buitenkant van de vleugel-romp overgang lag naar boven gericht. Er werd een overdwarse barst opgemerkt aan de buitenkant van de constructie, terwijl de binnenkant brandschade vertoonde.

Rompdeel aan rechterzijde met ramen (11)

Een deel van de romp, met zeven passagiersramen en het voorste deurframe van deur 3R werd gevonden onder de kielbalk en vertoonde brandschade. Onder het deurframe van deur 3R werd de aandrijving van de ram air turbine gevonden zonder de turbineschroef. De vliegtuigromp was zeer vervormd.

Vracht

Delen van vrachtcontainers werden gevonden, maar deze konden niet worden geïdentificeerd vanwege brandschade.

2.12.2.7 Wrakstuklocatie 0 (zwart)

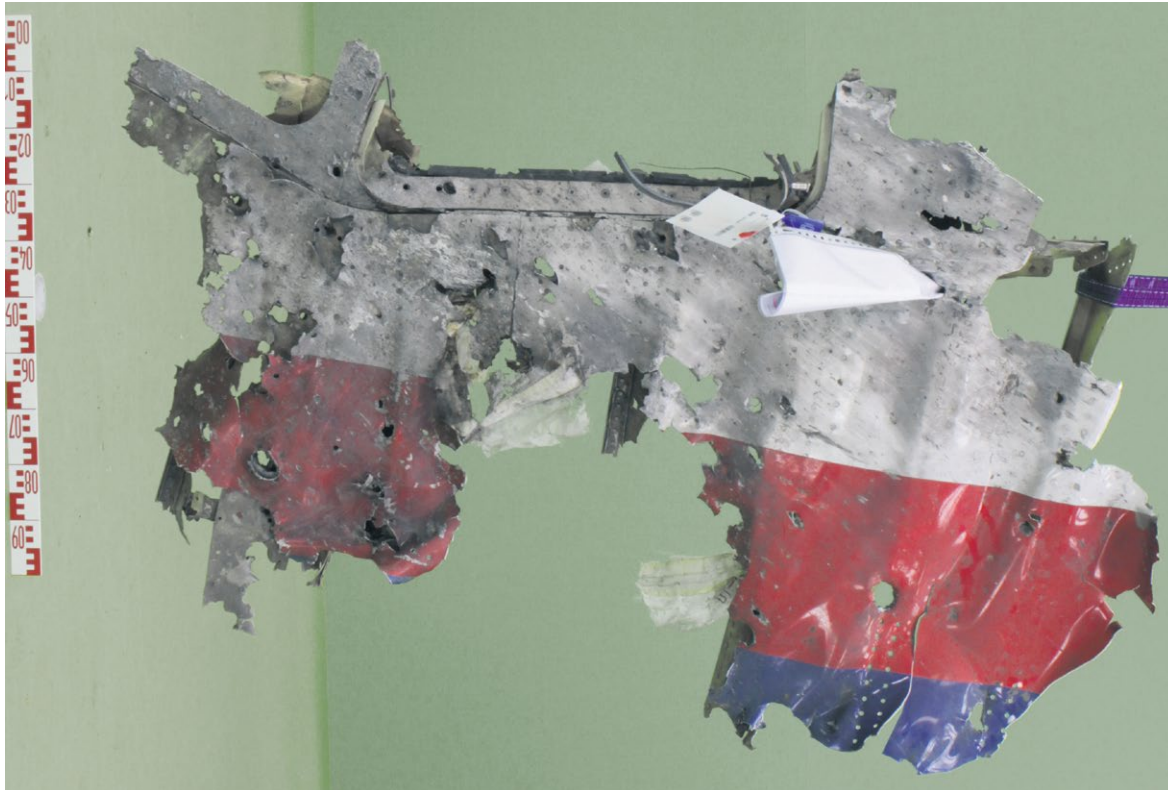
Delen van de wrakstukken waarvan de oorspronkelijke locatie niet kon worden geverifieerd wegens onvoldoende fotografisch en videobewijs worden vermeld te zijn gevonden op de zogenoemde locatie 0. Deze wrakstukken zijn mogelijk verplaatst of gefotografeerd op een andere locatie binnen het geografische gebied. Het is bekend dat, met name in het dorp Petropavlivka, wrakstukken zijn verzameld bij centrale locaties zoals het raadhuis. Bepaalde wrakstukken zijn door de lokale bewoners verzameld en aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid overhandigd (zie Figuur 32). De wrakstukken waarvan de initiële locatie niet duidelijk is, staan hieronder aangegeven.



Figuur 32: Overhandiging van de linkercockpit raamspanning aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid door leden van de SES. Dit is hetzelfde onderdeel als getoond in Figuur 33. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Beplating met het onderste deel van een cockpit raamframe

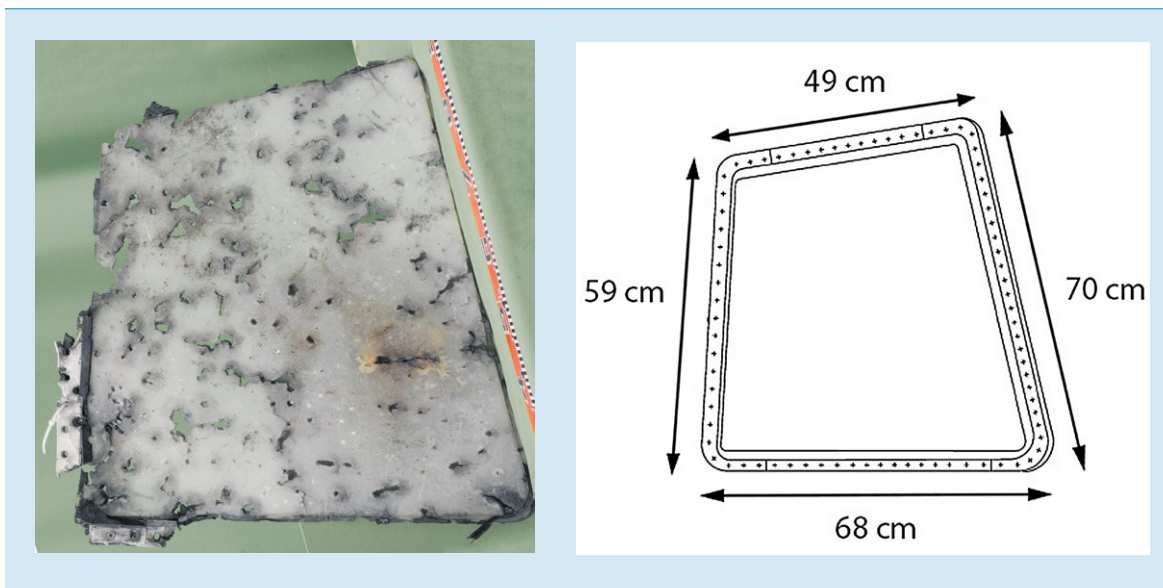
Een deel van de romp (STA180.5 tot STA2228.5), afkomstig van de linkerzijde van de cockpit, bevond zich aan de kant van de weg, in het midden van locatie 2, in de buurt van het dorp Petropavlivka. Dorpsbewoners hebben gemeld dat het wrakstuk werd verplaatst om de zoek- en bergingsmissie te bespoedigen. De romphuid was van buitenaf op verschillende plaatsen doorboord en de buitenkant van de romphuid vertoonde putvorming en roetsporen. Delen aan de binnenzijde van de romp waren afgescheurd.



Figuur 33: Een deel van de linker raamspanning van de cockpit. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Linker cockpitraam

Een van de lagen van de ruit (raamnummer 2) aan de linkerkant van de cockpit werd gevonden door lokale bewoners. De cockpitruiten zijn gemaakt van meerdere lagen glas en plastic. De gevonden ruit vertoonde 102 perforatiegaten en markeringen, van verschillende grootte en variërend in vorm, zoals te zien is in Figuur 34. Delen van het raamframe zaten nog aan de ruit vast.



Figuur 34: Linker cockpitruit 2. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Linkerdeur van neuslandingsgestel

Fotografisch bewijs toont dat de linkerdeur van het neuslandingsgestel voor het Raadhuis in Petropavlivka, locatie 2, is gezet. Onderdelen van het neuslandingsgestel zijn allemaal aangetroffen binnen of in de nabijheid van locatie 3. Deze omvatten het neuslandingsgestel zelf en de rechter deur.

Balansdeel richtingroer

Een stuk van het balansdeel van het richtingsroer is voor de eerste keer gefotografeerd op locatie 4 tijdens de bergingsmissie van de Onderzoeksraad voor Veiligheid in november 2014. Vóór deze missie waren er geen foto's van dit onderdeel beschikbaar.

Onderste deel van het deurframe van deur 2L en omliggende rompdelen

Dit deel van de romp (STA655 tot STA825) werd door de plaatselijke bevolking voor de Onderzoeksraad voor Veiligheid geborgen. De initiële locatie is onbekend. Het onderste deel van het deurframe van deur 2L zat nog vast aan de romp. Daarnaast bevatte de romp drie statische poorten en een lampje.

Frame van de linker onderdrukklep

Dit deel van de romp omvat het complete maar gebroken frame van de voorste onderdrukklep aan de linkerkant (STA788.5 tot STA825) en is deels gerimpeld. De klep zelf ontbreekt. De initiële locatie van dit wrakstuk is onbekend.

Linkerzijde romp met een gedeelte van de tekst 'Malaysia'

Er werd een deel van de romp teruggevonden van STA846 tot STA1035 met daarop enkele letters van de naam van de luchtvaartmaatschappij. Daaraan zaten nog delen van enkele raamframes vast. De romphuid was gescheurd en een groot aantal van de spanten aan de achterzijde van de romphuid ontbraken. De initiële locatie van dit wrakstuk is onbekend.

Linkerzijde cockpitromp met pitotbuis

Dit deel van de romp (STA180.5 tot STA212.5) omvat de linkerpitotbuis en de linker ijs-detector. Inslagschade was zichtbaar aan de bovenkant en de gescheurde randen waren gekarteld.

Het rechterstuk van de romp met een gedeelte van de tekst 'Malaysia'

Dit deel van de romp omvat het bovenste gedeelte van de tekst 'Malaysia' aan de rechterzijde van het vliegtuig (STA846 tot STA1032) en werd gevonden op locatie 1. Alle randen vertoonden duidelijke afschuifbreuken. De romp is halverwege gedeeltelijk van boven naar beneden gescheurd. Spanten en verstijvers zijn losgekomen van de romp.

2.12.2.8 Andere noemenswaardige gevonden voorwerpen

Tijdens de berging van wrakstukken zijn er in de buurt van het wrak een aantal delen gevonden die niet van het vliegtuig of de inhoud daarvan afkomstig zijn. De gevonden delen leken afkomstig te zijn van een grond-luchtraket. De delen waarvan vermoed werd afkomstig te zijn van een grond-luchtraket zijn op dezelfde manier naar luchtmachtbasis Gilze-Rijen getransporteerd als de wrakstukken van het vliegtuig. Bij aankomst zijn deze delen op dezelfde manier onderzocht als de wrakstukken van het vliegtuig. Vervolgens werden de delen, waarvan vermoed werd dat zij afkomstig waren van een grond-luchtraket, onderworpen aan forensisch onderzoek als onderdeel van het strafrechtelijk onderzoek (zie Paragraaf 2.16). Teneinde het strafrechtelijk onderzoek niet te hinderen, heeft de Onderzoeksraad besloten om niet alle afbeeldingen van de geborgen fragmenten te publiceren die aan de Annex 13 partners zijn gepresenteerd tijdens de voortgangvergadering in augustus 2015. In Figuur 36 worden afbeeldingen van drie van die delen getoond.



Figuur 35: Afbeelding van een grond-luchtraket van het model 9M38M1, waarop bij benadering de locatie van de drie geborgen delen is aangegeven. (Bron: NBAAI)

De omvang en vorm van de geborgen delen komen overeen met een grond-luchtraket uit de 9M38-serie. In Figuur 36 worden afbeeldingen van drie van de onderdelen getoond samen met een aanduiding waar zij zich op een grond-luchtraket uit de 9M38-serie bevinden: namelijk de straalbuis van een motor (1), deel van één van de vier stabilisatorvinnen (2) en een datakabel (3).



Figuur 36: Geborgen raketdelen. De delen worden getoond met voorbeeldfoto's, zodat duidelijk wordt waar ze oorspronkelijk vandaan komen op een grond-luchtraket van het model 9M38M1. Nummers komen overeen met nummers in Figuur 35.

Daarnaast werden diverse fragmenten geborgen, afkomstig uit de wrakstukken van de cockpit en uit de linker vleugeltip. Deze fragmenten behoorden niet bij het vliegtuig of de inhoud ervan. Twee van deze fragmenten staan beschreven in paragraaf 2.16.3 en afgebeeld in Figuur 40.

Inhoudsopgave
Voorwoord
Samenvatting
1 Inleiding
Deel A: 2 Feitelijke informatie
Deel A: 3 Analyse
Deel B: Inleiding op deel B
Deel B: 4 Besluitvorming
Deel B: 5 De situatie
Deel B: 6 Vlucht MH17
Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne
Deel B: 8 Het land van vertrek
Deel B: 9 Risico-beoordeling
10 Conclusies
11 Aanbevelingen
12 Afkortingen en begrippen
13 Bijlagenlijst

Samenvatting van de informatie over de wrakstukken

- Binnen het geografisch gebied van circa 50 km² zijn zes locaties met wrakstukken geïdentificeerd. Deze locaties bevonden zich ten westen en zuidwesten van het dorp Hrabove.
- Uit de verspreiding van de wrakstukken over een groot gebied blijkt dat het toestel in de lucht uiteen is gevallen.
- Locatie 1 ligt ten noorden van het dorp Petropavlivka, dat zich 8,8 km ten westen van Hrabove bevindt. Locatie 2 beslaat een groot deel van het dorp Petropavlivka, 8 kilometer ten westen van Hrabove. Locatie 3 is de zuidelijke hoek van de plaats Rozsypne, 7 kilometer ten zuidwesten van Hrabove.
- Wrakstukken afkomstig van sectie 41 en 43 van het vliegtuig zijn gevonden op locatie 1, 2 en 3. De bovenste delen van de romp van sectie 41 bevonden zich voor het merendeel op locatie 1. Delen van de romp afkomstig van sectie 43 zijn voornamelijk gevonden op locatie 2. De romp van de cockpit en het cockpit-interieur bevonden zich voornamelijk op locatie 3.
- Locatie 4, gelegen op 2 kilometer zuidzuidwestelijk van Hrabove, grensde aan locatie 5, die zich 750 meter ten zuiden van Hrabove bevond. Locatie 6 bevond zich in de zuidwestelijke hoek van Hrabove.
- Het middelste en achterste deel van het vliegtuig zijn verspreid over locaties 4, 5 en 6 terecht gekomen. Locatie 4 bevatte voornamelijk wrakstukken afkomstig van sectie 44, 46 en 47. Beide vleugeltips en beide stabilisatoren zijn ook op deze locatie gevonden. Op locatie 5 zijn delen van sectie 48 gevonden, waaronder de verticale stabilisator. Deze locatie is gedeeltelijk blootgesteld geweest aan brand. Zowel de vleugels als de motoren werden aangetroffen op locatie 6 terecht komen. Op deze locatie waren de onderdelen van het vliegtuig beschadigd of verbrand.
- Een paar honderd gaten en afketsbeschadigingen zijn gevonden in het voorste rompgedeelte. Meer dan een dozijn gaten en beschadigingen zijn aangetroffen in de voorrand van de linker motorgondel en de linkervleugeltip.
- Er is een aantal delen gevonden die geen deel uitmaken van de wrakstukken van het vliegtuig, maar die wel verband leken te houden met de crash. Deze delen leken afkomstig te zijn van een grond-luchtrakiet uit de 9M38-serie.
- Sommige wrakstukken, waarvan was vastgesteld dat ze kort na de crash binnen het gebied van de wrakstukken aanwezig waren, zijn niet gevonden tijdens het bergen van de wrakstukken.

2.13 Medische en pathologische informatie

2.13.1 Algemeen

De dag na de ramp is in Donetsk, Oekraïne begonnen met de identificatie van de stoffelijke resten. De patholoog van het mortuarium heeft aldaar, na registratie, dossiers van de stoffelijke resten aangelegd, foto's en beschrijvingen gemaakt en DNA-monsters genomen. Op één lichaam werd sectie uitgevoerd. Bij elf lichamen is een gedeelte van

een rib uitgenomen.¹³ Dat was bedoeld voor DNA-onderzoek als onderdeel van het identificatieproces en is lokaal de gebruikelijke werkwijze. Vervolgens is besloten om de identificatie in Nederland uit te voeren.

De stoffelijke resten, inclusief het DNA-materiaal, zijn naar Nederland overgebracht ter identificatie. De combinatie van fragmentatie, verbranding en ontbinding verklaart waarom van sommige inzittenden weinig of geen stoffelijke resten zijn teruggevonden.

Als onderdeel van het identificatieproces en het forensisch onderzoek werd een röntgenfoto of CT-scan gemaakt van alle ontvangen lijkzakken met menselijke resten voordat die in Hilversum werden geopend voor visuele inspectie. De scans lieten lichaamsvreemde objecten zien, zowel in als op sommige van de menselijke resten. De meeste lichaamsvreemde objecten werden later geïdentificeerd als:

- persoonlijke eigendommen (medische implantaten, ringen, munten, telefoons, ritsen op kleding, etc.);
- objecten die afkomstig waren van het vliegtuig (zoals veiligheidsgordels, fragmenten van stoelen, delen van de vliegtuigromp); of
- objecten die afkomstig waren van de grond (steentjes, kooldeeltjes, etc.).

Objecten waarvan de bron niet onmiddellijk kon worden vastgesteld, werden verwijderd en naar het Nederlands Forensisch Instituut (NFI) gestuurd voor verder onderzoek. Na het verwijderen van de metaaldeeltjes werden de stoffelijke resten vrijgegeven voor identificatie. De identificatie van de stoffelijke resten, zowel die van de Nederlandse slachtoffers als die van de slachtoffers met een andere nationaliteit, is uitgevoerd door een team bestaande uit 120 forensisch specialisten van het Landelijk Team Forensische Opsporing (LTFO) uit Nederland en 80 forensisch specialisten uit Australië, België, Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Indonesië, Maleisië en Nieuw-Zeeland.

De nabestaanden zijn door de autoriteiten van hun eigen land geïnformeerd over het identificatieproces van hun familieleden en alle bijbehorende handelingen. De stoffelijke resten werden na identificatie overgedragen aan de nabestaanden.

2.13.2 Autopsie van de cockpitbemanning

Ingevolge een verzoek van het Openbaar Ministerie werden vier stoffelijke overschotten, waarvan werd verondersteld dat het leden van de cockpitbemanning betrof, geselecteerd voor aanvullend onderzoek. Deze lichamen werden overgedragen aan het NFI voor uitgebreide autopsie en toxicologisch onderzoek.

De bevindingen zijn:

- *First officer team A*: op het stoffelijk overschot van de *first officer* werd een vierpunts-gordel aangetroffen en op zijn kleding een epaulet zoals die door *first officers* wordt gedragen. Uit het post-mortemonderzoek bleek dat dit bemanningslid meerdere botbreuken had in schedel, wervelkolom, bekken, ribben, armen en benen. In dit

¹³ LTFO medewerkers en hun internationale collega's hebben betrokken nabestaanden hierover geïnformeerd.

stoffelijk overschot werd tijdens het post-mortemonderzoek een onderdeel aangetroffen behorend tot de rechterzijde van het vliegtuig. Tijdens het maken van een scan van het stoffelijk overschot van de *first officer* werden meer dan 120 objecten gedetecteerd, de meeste daarvan van metaal. Het merendeel van deze objecten werd aangetroffen in de linkerzijde van het bovenlichaam.

- *Purser*: in het stoffelijk overschot van de *purser* werden meer dan 100 objecten gedetecteerd. Het verspreidingspatroon van de objecten was uniform en vergelijkbaar met het verspreidingspatroon van de objecten aangetroffen in het stoffelijk overschot van de *first officer*.
- *Captain team B (niet-dienstdoende cockpitbemanning)*: bij dit bemanningslid werden bij röntgenologisch onderzoek drie metalen objecten waargenomen. Twee hiervan betroffen chirurgische clips. Het derde object bleek zich niet in het stoffelijk overschot te bevinden.
- *Lid van cabinepersoneel*: het stoffelijk overschot van deze persoon vertoonde relatief weinig verwondingen en afgezien van een medisch implantaat werden in dit lichaam geen metalen objecten aangetroffen.

Hieruit bleek dat het stoffelijk overschot van de *captain* van team A niet één van de lichamen was dat uitgebreid was onderzocht. Het lichaam van de *captain* van team A is uitwendig en inwendig onderzocht op lichaamsvreemde objecten. Uit dit onderzoek bleek dat dit lichaam een groot aantal metalen objecten bevatte. Verschillende botbreuken en andere verwondingen aan het lichaam van de *captain* werden toegeschreven aan het met hoge snelheid binnendringen van metalen fragmenten.

Samenvatting van de verwondingen bij de bemanning in de cockpit

De *captain* en *first officer* van team A en de *purser* liepen meervoudig fataal letsel op als gevolg van het met hoge snelheid binnendringen van metalen fragmenten.

2.13.3 Toxicologisch onderzoek van de bemanning

Van de vier stoffelijke overschotten waarop een post-mortemonderzoek werd verricht werden monsters genomen. Op dat moment werd verondersteld dat het hier ging om de vier lichamen van de cockpitbemanning. Identificatie wees uit dat een van de stoffelijke overschotten dat van de *first officer* van team A was, die op het moment van de crash het vliegtuig bestuurde. Het toxicologisch onderzoek werd uitgevoerd door het NFI.

Bij het stoffelijk overschot van de *first officer* waren geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van geneesmiddelen (met inbegrip van sedativa), drugs of pesticiden. In het lichaam van de *first officer* werden sporen aangetroffen van ethanol en metaboliëten van ethanol (ethylglucuronide en ethylsulfaat) in lever- en spierweefsel. Ethanol kan geheel of gedeeltelijk zijn gevormd na overlijden. Er zijn onvoldoende onderzoeksgegevens beschikbaar over deze metaboliëten in lever- en spierweefsel om deze bevinding te duiden. Als gevolg van postmortale veranderingen was geen bloed beschikbaar voor toxicologische analyse.

Samenvatting van het toxicologisch onderzoek

- In het lichaam van de *first officer* van team A, die ten tijde van de crash het vliegtuig bestuurde, werden geen sporen gevonden van geneesmiddelen, drugs of pesticiden. Wel werden sporen aangetroffen van ethanol en metabolieten van ethanol in lever- en spierweefsel die geheel of gedeeltelijk na overlijden kunnen zijn gevormd.
- Als gevolg van postmortale veranderingen was geen bloed beschikbaar voor toxicologische analyse.

2.13.4 Medisch onderzoek overige bemanning en passagiers

Van alle passagiers - op twee na - zijn stoffelijke resten gevonden en kon tijdens het identificatieproces de identiteit worden vastgesteld. Er dient te worden opgemerkt dat slechts enkele lichaamsvreemde objecten aanwezig waren in de lichamen van de passagiers, welke zijn geïdentificeerd en verwijderd voor verder onderzoek (zie paragraaf 2.16).

De lichamen in het rompdeel voor de vleugels en het rompdeel achter de vleugels waren grotendeels intact. Röntgenonderzoek en CT-scans van deze lichamen lieten meerdere fracturen en/of verbrijzeling zien. Het bleek onmogelijk vast te stellen op welk moment het letsel is ontstaan. Gezien de ernst van het letsel als gevolg van de inslag op de grond, was eventueel eerder ontstaan letsel daarvan niet te onderscheiden. Het aantal passagiers dat al voor de inslag op de grond was overleden, kon niet worden vastgesteld.

De middensectie van het vliegtuig was ernstig beschadigd en verbrand. Dit was het gedeelte van het vliegtuig dat ondersteboven was neergekomen en in brand was gevlogen. Het merendeel van de lichamen uit dit gedeelte van het vliegtuig was gefragmenteerd en/of verbrand. De verwondingen van de meeste passagiers uit dit deel van het vliegtuig konden niet met behulp van CT-beelden worden beoordeeld.

De scans lieten metalen deeltjes zien in de lichamen van een groot aantal inzittenden. Uit onderzoek bleek dat dit medische implantaten, sieraden en objecten uit het interieur van het vliegtuig betrof.

Gezien hun positie in het vliegtuig ondergingen de leden van de bemanning (uitgezonderd de bemanningsleden in de cockpit) hetzelfde lot als de passagiers.

Samenvatting van medisch onderzoek overige bemanning en passagiers

De meeste inzittenden van de cabine hadden meerdere fracturen, hetgeen consistent is met het in de lucht uiteenvallen van het vliegtuig en het neerstorten op de grond.

2.14 Brand

Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor het aan boord ontstaan of uitbreiden van brand voordat het vliegtuig tijdens de vlucht uiteenviel.

Wraklocatie 6 vertoonde sporen van een grote brand die een aanzienlijk deel van de middensectie van het vliegtuig heeft verwoest. De twee poten van het hoofdlandingsgestel en de vleugeldoos lieten brandschade zien. Daarnaast vertoonden de motoren tekenen van gedeeltelijke blootstelling aan brand.

Een tweede, kleinere, brand bleek te hebben gewoed in de buurt van het brandschot van het hulpaggregaat (APU) op wraklocatie nummer 5.

Samenvatting bevindingen brand

Voorafgaand aan het in de lucht uiteenvallen van het vliegtuig was er geen sprake van brand aan boord. Er is na de crash op twee wrakstuklocaties brand uitgebroken.

2.15 Overlevingsaspecten

2.15.1 Opsporing en redding

In de periode tussen 17 juli en 21 juli 2014 zijn stoffelijke resten geborgen door de lokale State Emergency Service (SES). De SES is een federale organisatie met lokale teams, die onder meer belast zijn met de bescherming van de bevolking bij rampen. Bij een ramp krijgt de SES bevoegdheden over andere diensten. In het geval van vlucht MH17 heeft de SES bij de berging assistentie gekregen van lokale brandweerkorpsen, politie, boeren en mijnwerkers. Hier zijn honderden Oekraïners bij betrokken geweest.¹⁴

Vlucht MH17 stortte neer in een gebied waar een gewapend conflict gaande was. Een deel van het gebied waarin vliegtuigdelen en lichamen terecht zijn gekomen, was daardoor in de eerste periode moeilijk bereikbaar. Door het conflict was het aanvankelijk voor Nederlandse en andere buitenlandse deskundigen, vanwege de veiligheidsrisico's, niet mogelijk deze gebieden te betreden.

De patholoog van het mortuarium in Donetsk is op 17 juli naar de dorpen Rozsypne en Petropavlivka¹⁵ gegaan waar lichamen terecht waren gekomen. Hij heeft daar de berging van deze lichamen begeleid. Er zijn 37 lichamen overgebracht naar het mortuarium in Donetsk, waar gestart is met de identificatie. Toen bleek om hoeveel lichamen het in totaal ging, kreeg het mortuarium van zowel de Oekraïense regering als van de groepering die in strijd was met de regering de opdracht een andere werkwijze te hanteren. De lichamen

¹⁴ <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2014/08/09/vliegramp-mh17-waar-heeft-de-missie-gezocht.html>, geraadpleegd op 15 juli 2015.

¹⁵ Dit waren twee van de zes crash sites.

werden vanaf dat moment bijeengebracht in een koelwagon in Torez en vervolgens naar Charkiv vervoerd. Ook de 37 lichamen die aanvankelijk naar Donetsk waren gebracht, zijn naar Charkiv vervoerd.

In Charkiv heeft een internationaal team onder leiding van deskundigen uit Nederland voorbereidingen getroffen voor het transport van de stoffelijke resten naar Nederland. Deze voorbereiding vond plaats in een hiervoor beschikbaar gestelde fabriekshal.

De eerste verkenningssmissie waarbij ook Nederlanders aanwezig waren, vond plaats op 20 en 21 juli. Het Nederlandse team constateerde dat er geen stoffelijke resten meer zichtbaar waren op de voor hen bereikbare plaatsen. Hieruit valt af te leiden dat de SES in de eerste dagen op de toegankelijke plaatsen al grondig had gezocht.¹⁶

Na de initiële berging in juli 2014 vonden in november 2014, maart 2015 en april 2015 internationale vervolgmisssies plaats.¹⁷ Tijdens deze vervolgmisssies zijn stoffelijke resten gevonden die in de eerste periode niet bereikbaar of onmiddellijk zichtbaar waren. Bij de laatste missie is de grond afgegraven op de plaats waar het middengedeelte van het vliegtuig terecht kwam en waar de grote brand heeft gewoed. Daar werden nog stoffelijke resten aangetroffen.

2.15.2 Gegevensdragers

Op persoonlijke gegevensdragers, zoals mobiele telefoons, zijn geen foto's of (tekst) berichten van inzittenden aangetroffen van na de inslag van de hoogenergetische deeltjes. In totaal zijn 407 persoonlijke gegevensdragers teruggevonden. De conditie van 54% van deze gegevensdragers was voldoende voor nader onderzoek door het NFI naar de opgeslagen data. De overige 46% was dusdanig beschadigd dat onderzoek niet mogelijk was.

Samenvatting van overlevingsaspecten

In eerste instantie werden lichamen en stoffelijke resten geborgen door de lokale hulporganisatie (SES). Deze organisatie werd bijgestaan door de plaatselijke hulpdiensten, zoals brandweer en politie, maar ook door burgers.

2.16 Tests en onderzoek

Tijdens het onderzoek van de wrakstukken op Vliegbasis Gilze-Rijen en het forensisch onderzoek in Hilversum werden fragmenten veiliggesteld en verder onderzocht door het Nederlands Forensisch Instituut (NFI). Deze werkzaamheden worden in de volgende paragrafen beschreven.

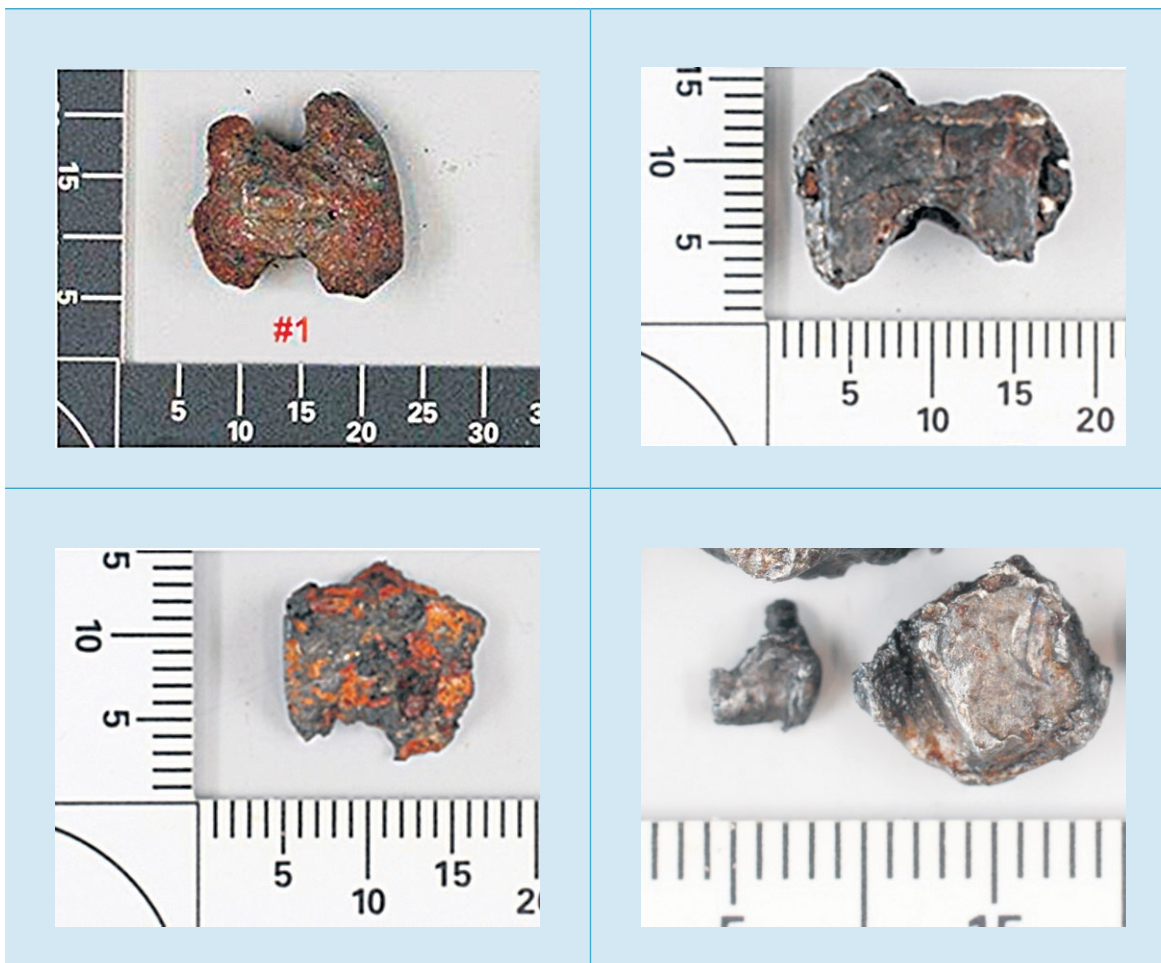
¹⁶ Zie ook: <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/vliegramp-mh17/nieuws/2014/08/06/persconferentie-rutte-over-treutrekken-missie-uit-rampgebied-mh17.html>.

¹⁷ Op de website <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/vliegramp-mh17/nieuws> is een overzicht opgenomen van alle activiteiten met betrekking tot de overbrenging van stoffelijke resten en bezittingen. Er is ook informatie te vinden op: <https://www.politie.nl/themas/flight-mh17%5B2%5D/qa-vlucht-mh17.html>.

2.16.1 Forensisch onderzoek

Tijdens het onderzoek werden vele honderden fragmenten gevonden in de wrakstukken van het vliegtuig en uit de stoffelijke resten van bemanningsleden en passagiers. Sommige fragmenten bleken vliegtuigresten te zijn, sommige werden geïdentificeerd als persoonlijke eigendommen en andere objecten waren afkomstig uit de grond op de rampplek.

Er werd een aantal kleine metalen deeltjes gevonden waarvan werd vermoed dat het hoogenergetische deeltjes of fragmenten daarvan waren. Deze fragmenten werden verwijderd uit het lichaam van de *captain* van team A, uit het lichaam van de *first officer* van team A, uit het lichaam van de *purser* die ten tijde van de crash in de cockpit zat en uit de restanten van de cockpit (zie Figuur 37). Deze deeltjes waren ijzerhoudend.



Figuur 37: Vier kenmerkend gevormde fragmenten. Linksboven: uit cockpit, rechtsboven: uit lichaam van de captain, linksonder: uit lichaam van de purser en rechtsonder: uit lichaam van de first officer. (Bron: NFI) Schaal is in millimeters.

Aan een aantal fragmenten is verder forensisch onderzoek verricht. De selectie van de fragmenten was gebaseerd op grootte, vorm, massa en ijzergehalte. In totaal zijn 72 fragmenten voor verder onderzoek geselecteerd. Vijftien van deze 72 fragmenten werden aangetroffen in de stoffelijke resten van de leden van de bemanning in de cockpit en één fragment werd aangetroffen in de stoffelijke resten van een passagier. De resterende 56 vreemde fragmenten werden geborgen uit de wrakstukken.

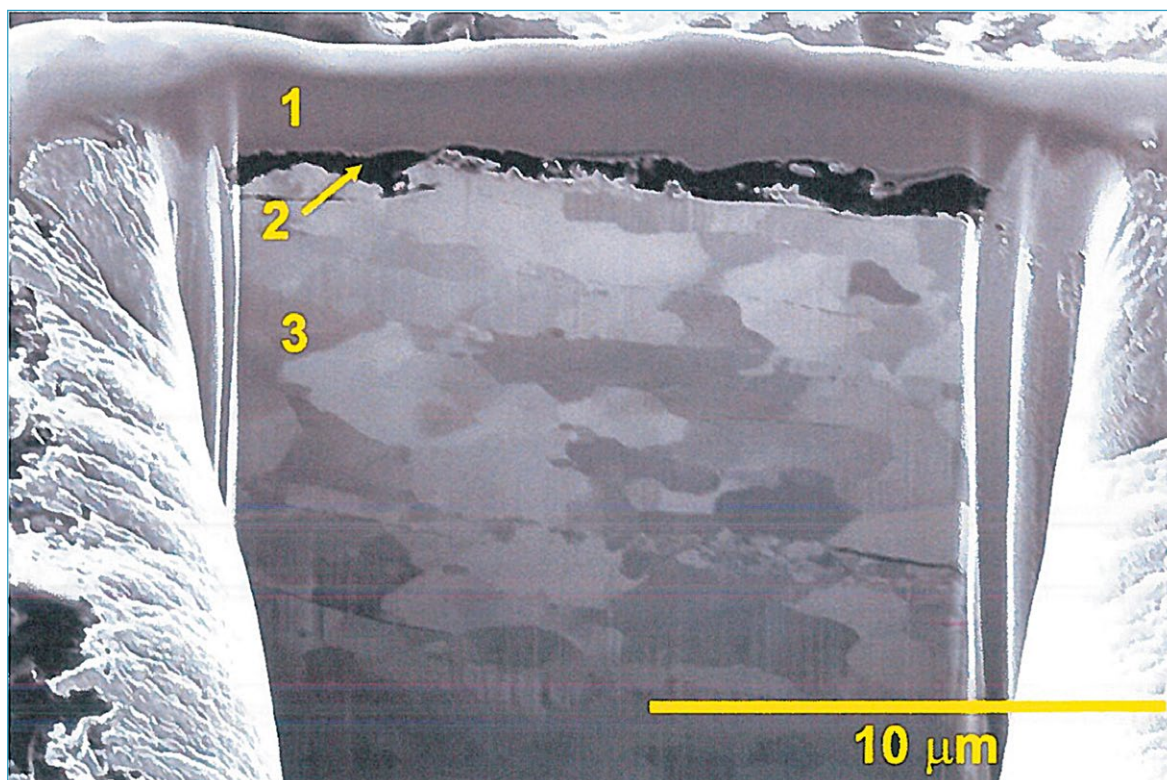
2.16.2 Onderzoek van de geselecteerde fragmenten

De oorsprong en de elementaire samenstelling van de geselecteerde fragmenten zijn, samen met 21 referentiefragmenten (bijvoorbeeld metaalconstructie van het vliegtuig, cockpitglas) door het NFI onderzocht met een aftastingselektronenmicroscop en een systeem voor energiedispersieve röntgenanalyse (EDX, *Energy Dispersive X-ray analysis*). Verder onderzoek op de doorsneden van de fragmenten is verricht met een gerichte ionenbundel (FIB, Focused Ion Beam).

De elementaire samenstelling van deze fragmenten werd kwalitatief vastgesteld en het bleek dat 43 van de 72 onderzochte fragmenten uit ongelegeerd staal bestonden. Het fragment dat uit het lichaam van de passagier werd verwijderd, bleek niet van metaal te zijn (kolenslak), en de andere waren van roestvrij staal.

Op 20 van de geselecteerde fragmenten van ongelegeerd staal werd aluminiumafzetting en/of glasafzetting gevonden. Op 14 van deze fragmenten bestond de glasafzetting uit natrium, aluminium, silicium, zuurstof en zirkonium.

Met de FIB-techniek werden doorsneden gemaakt van fragmenten die waren geborgen uit de stoffelijke resten van de bemanning in de cockpit. Uit onderzoeken van deze doorsneden met een aftastingselektronenmicroscop bleek dat zowel de aluminium- als glasafzettingen in de vorm van dunne lagen opnieuw gestold materiaal aanwezig waren. Deze lagen hebben een dikte variërend van enkele tot tientallen micrometer (zie Figuur 38). Op een klein aantal fragmenten werden dunne lagen aangetroffen die sporen van koper en plastic bevatten.

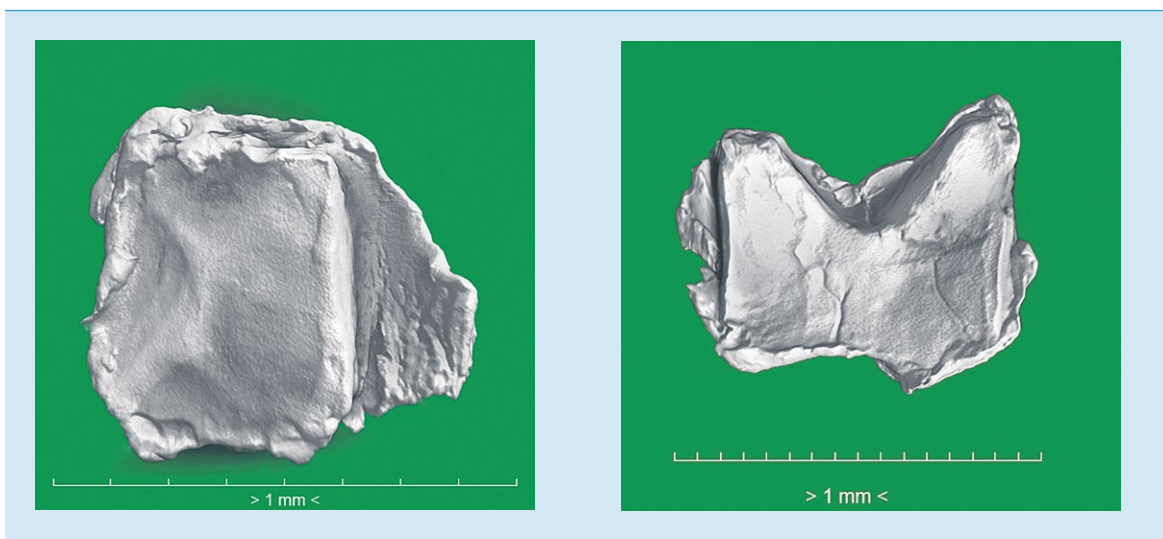


Figuur 38: Voorbeeld van onderzoek met aftastingselektronenmicroscop op een doorsnede die is gemaakt met de FIB-techniek. Opmerking: 1) platinalaag aangebracht door NFI, 2) laag opnieuw gestold gesmolten cockpitglas, 3) ongelegeerd staal. (Bron NFI)

De elementaire samenstelling van de gevonden aluminiumsporen kwam overeen met de elementaire samenstelling van het aluminium van het vliegtuig dat als referentiemateriaal was verkregen. Bij het onderzoek werd niet elk aluminiumspoor geanalyseerd om te identificeren welke aluminiumlegeringen aanwezig waren.

De glasafzettingen die aanwezig waren op het oppervlak van de 14 geselecteerde fragmenten hadden een elementaire samenstelling van natrium, aluminium, silicium, zuurstof en zirkonium. Deze samenstelling komt overeen met die van het glas van de cockpitruit van een referentiestuk dat in bezit was van het NFI en met het cockpitglas dat was verkregen uit de wrakstukken. De andere stukken glas die uit de wrakstukken werden geborgen, bevatten geen zirkonium. Hierbij wordt opgemerkt dat gewone glassoorten, zoals vensterglas, glas van autoruiten en glas op mobiele telefoons, geen zirkonium bevatten.

Uit het onderzoek bleek voorts dat verschillende fragmenten die uit de leden van de cockpitbemanning waren geborgen, aan één zijde van het fragment ernstig vervormd waren en dat de andere zijde licht vervormd was (zie Figuur 39). De afzettingen die werden gedetecteerd, werden voornamelijk aan de vervormde zijde van de fragmenten in opnieuw gestolde staat aangetroffen.



Figuur 39: Micro CT-afbeeldingen van de fragmenten (zoals getoond rechts in Figuur 37, links afkomstig uit het lichaam van de first officer en rechts afkomstig uit het lichaam van de captain) tonen de vervorming van de fragmenten. (Bron: NFI)

Uit het onderzoek kwam naar voren dat deze fragmenten met zeer hoge snelheid in het vliegtuig zijn ingeslagen, waardoor ze aan de zijde van de inslag werden vervormd. Door de wrijvingswarmte die daardoor ontstond, zijn de materialen van het vliegtuig (glas, aluminium, enzovoort) gesmolten en is een dunne laag gestold vliegtuigmateriaal afgezet op de ernstig vervormde zijde van het fragment. Hoewel de snelheid van de fragmenten werd verlaagd als gevolg van de inslag in het vliegtuig, vervolgden zij hun weg en troffen vervolgens het lichaam van een cockpitbemanningslid alwaar het werd aangetroffen. Van deze fragmenten werd vastgesteld dat het hoogenergetische deeltjes waren.

Van 20 geselecteerde fragmenten met ofwel een zeer uitgesproken vorm (waaronder de twee fragmenten in de vorm van een vlinderdas) ofwel een laagje afzettingen werd de chemische samenstelling vastgesteld. Dit vond plaats door middel van laserablatie inductief gekoppeld plasma met massaspectrometrische detectie.

Een vergelijking tussen de fragmenten en hun samenstelling werd gemaakt op basis van een statistische analysemethode: principale-componentenanalyse. Uit de analyse bleek dat de 20 geselecteerde fragmenten uit de wrakstukken en de stoffelijke resten in twee specifieke groepen kunnen worden verdeeld. Binnen een dergelijke groep kon geen statistisch verschil tussen de fragmenten worden vastgesteld, wat erop duidt dat de fragmenten van dezelfde bron afkomstig waren. Met andere woorden, de fragmenten binnen een groep waren vervaardigd van hetzelfde laaggelegeerde basismateriaal, (vervaardigd uit dezelfde staalplaat). Een van de geanalyseerde fragmenten kon niet aan een specifieke groep worden gekoppeld.

Het resultaat van het onderzoek was dat van 19 van de 20 geselecteerde fragmenten werd vastgesteld dat het om hoogenergetische deeltjes ging; 8 waren afkomstig uit de lichamen van de cockpitbemanning en 11 uit de wrakstukken. De resultaten zijn samengebracht in Tabel 11. Van één fragment dat niet aan een van beide groepen kon worden gerelateerd is vastgesteld dat het ook een hoogenergetisch deeltje betrof. Dit is gedaan op basis van de vorm (vervormd blokjesvormig deel), en de aanwezigheid van de glasafzetting op het fragment

Uit de onderzoeken bleek dat één fragment (niet vermeld in Tabel 11), afkomstig uit de stoffelijke resten van een passagier, een koolslak was.

Nummer	Locatie	Vorm en afmetingen (millimeters)	Massa (gram)	Groep (zie onder)
1	Documentenmap	-	-	2
2	Documentenmap	-	-	2
3	Cockpit	Onregelmatig,-	4,9	1
4	Cockpit	Onregelmatig,-	1,3	1
5	Cockpit	Onregelmatig,-	2,5	1
6	Cockpit	Onregelmatig,-	1,1	2
7	Wrakstuk	Onregelmatig,-	3,2	2
8	Wrakstuk	Onregelmatig,-	2,7	1
9	Wrakstuk	Onregelmatig,-	0,8	1
10	Cockpit	Vlinderdas, 14 x 14 x 4,5	6,1	1
11	Cockpit	Onregelmatig,-	2,7	1
12	Menselijke resten	Onregelmatig,-	3,5	1

Nummer	Locatie	Vorm en afmetingen (millimeters)	Massa (gram)	Groep (zie onder)
13	Menselijke resten	Onregelmatig,-	0,1	1
14	Menselijke resten	Onregelmatig,-	0,1	1
15	Menselijke resten	Blok, 6 x 6 x 5	1,3	overig
16	Menselijke resten	Onregelmatig,-	1,5	1
17	Menselijke resten	Onregelmatig,-	2,2	1
18	Menselijke resten	Onregelmatig,-	16	2
19	Menselijke resten	Blok, 12 x 12 x 1	1,2	2
20	Menselijke resten	Vlinderdas, 12 x 12 x 5	5,7	1

Tabel 11: Overzicht van de 20 geselecteerde fragmenten.

De elementaire samenstelling van de twee groepen genoemd in de meest rechtse kolom in Tabel 11 is weergegeven in Tabel 12.

Groep	% Vanadium	% Chroom	% Magnesium	% Kobalt	% Nikkel	% Koper	% Molybdeen	% Wolfram
1	0,0021	0,060	0,4619	0,0083	0,063	0,141	0,0058	0,0014
2	0,0010	0,134	0,4170	0,0133	0,119	0,241	0,0072	0,0021

Tabel 12: Samenstelling (in percentage) van de elementen aangetroffen in het staal van de twee groepen onderzochte fragmenten.

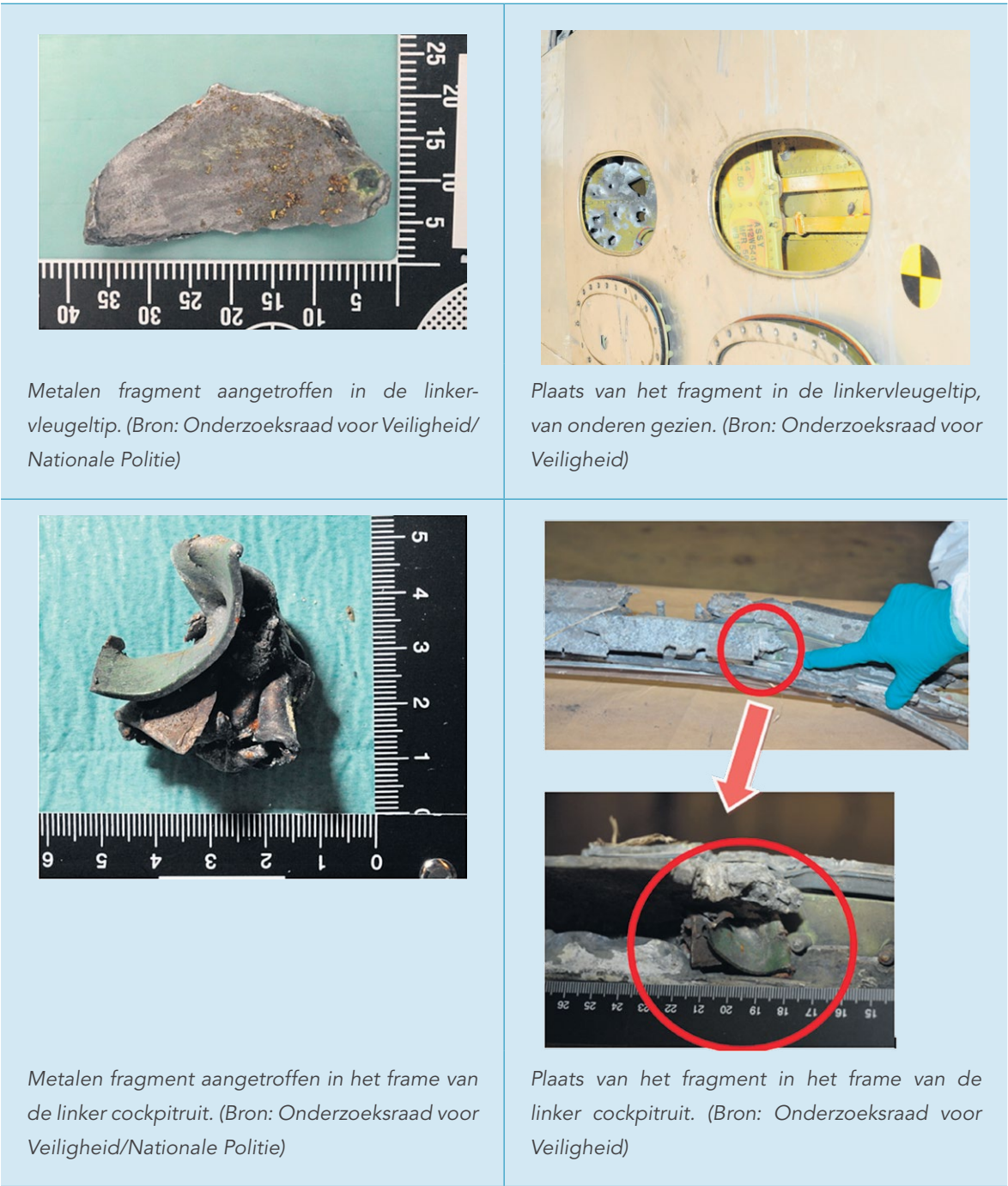
2.16.3 Analyse van restsporen van explosieven en verfmonsters

Naast het hierboven beschreven onderzoek, als onderdeel van het strafrechtelijk onderzoek, zijn 126 wattenstaafjesmonsters genomen op verschillende locaties van de wrakstukken van het vliegtuig en van een van de raketonderdelen beschreven in paragraaf 2.12.2.8 door het NFI geanalyseerd op de aanwezigheid van restsporen van explosieven.

Ongeveer 30 van de 126 wattenstaafjesmonsters vertoonden sporen van hoofdzakelijk twee verschillende explosieven: het nitroamine RDX en trinitrotolueen (TNT). Een paar van de 30 monsters vertoonden ook sporen van PETN. Op het onderzochte raketonderdeel werden sporen van RDX gevonden. TNT of PETN werden niet aangetoond op het raketdeel.

Het onderzoek naar de oorsprong van de restsporen van explosieven werd bemoeilijkt door de lange tijd dat de fragmenten buiten hadden gelegen. De mogelijkheid van verontreiniging tijdens transport en het feit dat de wrakstukken in een conflictgebied lagen, bemoeilijkt de analyse van restsporen van explosieven.

Eén van de fragmenten die uit het wrak van het vliegtuig werd geborgen, werd aangetroffen in de linkervleugeltip, een tweede zat vast in het frame van de linkercockpitruit. Figuur 40 toont afbeeldingen van beide fragmenten.



Figuur 40: Twee van de metalen fragmenten verwijderd uit het vliegtuigwrak.

Een aantal verfmonsters, genomen van deze fragmenten afkomstig uit het vliegtuig en van de raketonderdelen die in het wrakgebied lagen (zie Figuur 36, Figuur 40 en in paragraaf 2.12.2.8) werd met elkaar vergeleken.

De kleur en opbouw van de verflagen werden visueel onderzocht. De chemische samenstelling van de verf werd geanalyseerd met behulp van Fourier transform infrarood spectrometrie.

De gevonden raketonderdelen en de uit de wrakstukken verwijderde fragmenten hadden hetzelfde aantal verflagen en hadden dezelfde kleur. Bovendien toonde de chemische samenstelling van de verflagen van de beide onderzochte monsters geen verschillen (zoals vastgesteld middels de Fourier transform infrarood spectrometrie). Geconcludeerd werd dat de verfmonsters die werden genomen van de raketdelen niet konden worden onderscheiden van de verfmonsters van de fragmenten die uit het vliegtuigwrak werden verwijderd.

De uitkomst van de analyse zoals hierboven omschreven is aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid verstrekt door het Openbaar Ministerie.

Samenvatting van forensisch onderzoek

- Meer dan 500 objecten werden verwijderd uit de wrakstukken van het vliegtuig en uit de lichamen van de bemanningsleden en passagiers. Veel van deze objecten waren persoonlijke bezittingen, restanten van het vliegtuig of objecten afkomstig van de grond waarop de wrakstukken en menselijke resten terecht kwamen. Daarnaast bleken veel van deze gevonden deeltjes metalen fragmenten te zijn, vermoedelijk afkomstig van hoogenergetische deeltjes. Van de tweede groep objecten werden 72 fragmenten met overeenkomstige afmetingen, massa en vorm verder onderzocht.
- Van de 72 fragmenten bleken 43 van ongelegeerd staal gemaakt. Vier daarvan, hoewel ernstig vervormd en beschadigd, hadden een kenmerkende blokjesvorm of vlinderdasvorm.
- Op 20 van de 43 objecten van ongelegeerd staal werd een dunne laag opnieuw gestold aluminium en glas gevonden. Deze fragmenten werden zowel in de lichamen van de bemanningsleden in de cockpit als in het cockpitgedeelte van de wrakstukken gevonden. In de stoffelijke resten van de passagiers werden geen fragmenten van ongelegeerd staal aangetroffen.
- De elementaire samenstelling van het opnieuw gestolde glas werd vergeleken met het glas van de cockpitruit en kwam daarmee overeen. Ook de elementaire samenstelling van de aluminiumafzettingen kwam overeen met het aluminium van het vliegtuig.
- De vervorming en slijtsporen op de fragmenten werden veroorzaakt doordat de fragmenten met zeer hoge snelheid in het vliegtuig zijn ingeslagen. De wrijvingswarmte leidde vervolgens tot het vormen van een dunne laag opnieuw gestold materiaal - afkomstig van het vliegtuig - op de fragmenten. Vandaar dat deze fragmenten worden aangeduid als hoogenergetische deeltjes.
- Enkele van de geborgen wrakstukken en een van de geborgen raketonderdelen vertoonden restsporen van explosieven.
- De verfmonsters die werden genomen van het raketdeel dat in het wrakgebied werd gevonden, komen overeen met de verfmonsters die werden genomen van de vreemde objecten die uit het vliegtuigwrak werden verwijderd.

2.17 Organisatie- en managementinformatie

Feitelijke informatie en de analyse betreffende het besluitvormingsproces rond de vliegroutes staan in Deel B van dit rapport getiteld 'Vliegen over conflictgebieden'.

In dat deel van het rapport staan de volgende onderwerpen beschreven die relevant zijn voor deze crash:

- De besluitvorming over vliegroutes door Malaysia Airlines, met specifieke nadruk op de route over Oekraïne;
- Het beheer van het luchtruim in Oekraïne, met specifieke nadruk op de luchtruimbeperkingen die zijn afgekondigd door de Oekraïense autoriteiten.

2.18 Aanvullende informatie

Deze paragraaf bevat een aantal relevante onderwerpen die elders in hoofdstuk 2 niet aan bod zijn gekomen. Deze hebben betrekking op:

- de drukcabine en het noodzuurstofsysteem in de cabine;
- achtergrondinformatie over mogelijke externe bronnen van schade aan de wrakdelen, en
- de veiligheidsmaatregelen die na de crash zijn genomen.

2.18.1 Drukcabine

Ongevallen uit het verleden hebben aangetoond dat een 'in-flight break-up' (in de lucht uiteenvallen van een toestel) kan optreden na het plotseling wegvallen van de druk in een drukcabine. Daarom werd informatie over het functioneren van de drukcabine onderzocht. Malaysia Airlines stelde een lijst ter beschikking met de verplicht gemelde voorvallen voor het vliegtuig dat bij de crash was betrokken, voor de periode tussen de aflevering van het vliegtuig in 1997 en november 2013, waarvan er geen enkele betrekking had op het functioneren van de drukcabine.

Uit onderhoudsgegevens van Malaysia Airlines over de periode tussen november 2013 en 17 juli 2014 bleken geen voorvallen waarbij de staart de start- of landingsbaan raakte of waarbij sprake was van schade aan het achterste drukschot.

Onderzoek van de vermeldingen in het *Aeroplane Technical Log* (ATL, onderhoudslogboek) van het vliegtuig in de periode van november 2013 tot en met juli 2014 lieten aantekeningen zien van zoemende of fluitende geluiden afkomstig van de afdichting van twee cockpitruit en een cabinedeur. Reparaties aan de afdichtingen werden uitgevoerd, en beschreven in het logboek.

Uit technische informatie die door Malaysia Airlines ter beschikking is gesteld, bleek dat in 2012 en 2013 reparaties waren uitgevoerd aan de romphuid in sectie 46 in verband met corrosie. Het gerepareerde huidpaneel werd geborgen met alle reparaties nog intact.

Boeing had een *Service Bulletin* uitgegeven (referentienummer 777-53A0068) in reactie op het risico dat er een scheur in de romp kon ontstaan in de omgeving van de SATCOM-

antennes die zou kunnen leiden tot het wegvallen van de druk in de cabine. De Amerikaanse luchtvaartautoriteit (*Federal Aviation Administration, FAA*) gaf daarop de verplichte luchtwaardigheidsaanwijzing (*Airworthiness Directive*) 2014-05-03 uit. Dit *Service Bulletin* was niet van toepassing op het neergestorte vliegtuig. Deze materie wordt nader toegelicht in paragraaf 3.2.2.

2.18.2 Beschrijving noodzuurstofstelsysteem

Noodzuurstof voor de cockpitbemanning is opgeslagen in zuurstofflessen die onder de cockpit zijn geïnstalleerd. Zuurstof wordt geleverd zodra de cockpitbemanning zijn zuurstofmasker opzet, ongeacht de cabinedruk. Vermeldingen in het ATL door grondwerktuigkundigen van Malaysia Airlines lieten zien dat de zuurstofflessen regelmatig werden aangevuld in overeenstemming met de standaard onderhoudsvorschriften.

De Boeing 777 is uitgerust met een noodzuurstofstelsysteem in de cabine dat bestaat uit chemische zuurstofgenerators met zuurstofmaskers die zich boven de stoelen bevinden. Elke passagiersstoel, stoel bestemd voor de cabinebemanning, toilet en positie in de rustlocaties van de bemanning zijn voorzien van een zuurstofmasker, inclusief extra maskers voor kleine kinderen die meereizen op de schoot van een volwassen passagier.

De zuurstofmaskers kunnen handmatig worden geactiveerd door te drukken op de schakelaar 'PASS OXYGEN' op het paneel dat zich in het plafond van de cockpit bevindt. De zuurstofmaskers worden automatisch geactiveerd, zodra de cabinedrukhoogte de waarde van 13.500 voet overschrijdt. In het geval van een plotseling drukverlies, bijv. een decompressie, worden volgens informatie van de vliegtuigfabrikant de maskers geactiveerd met een tijdvertraging van enkele seconden. Soms worden maskers onbedoeld geactiveerd, wanneer de *passenger service unit* (PSU) wordt blootgesteld aan een zware schok of wanneer de houder vervormd raakt, bijvoorbeeld bij een harde landing.

Bij zowel handmatige als automatische activering van de noodzuurstofmaskers geeft interne software in het systeem voor beheer van de elektrische belasting (*Electrical Load Management System*) een signaal af om de *passenger service units* boven elk blok zitplaatsen te openen. Het systeem bevat een ingebouwde vertraging voor het activerings-signaal. Het signaal activeert de elektromagnetische schakelaar van de *passenger service units*. De geactiveerde elektromagnetische schakelaar trekt een vergrendelingspin in het klepje van de *passenger service unit* terug, waardoor het luikje opengaat en de maskers eruit vallen.

De zuurstofgenerators voor passagiers worden geactiveerd door een neerwaartse kracht uit te oefenen op het masker. Het op deze wijze uitoefenen van een kracht zorgt dat het bevestigde trekkoord de ontstekingspin lostrekt, waardoor chemicaliën in de generator zich mengen. Het mengen van chemicaliën start een chemische reactie die ongeveer 10 tot 20 minuten een hoge concentratie zuurstof via een slang aan het masker levert.

De vliegtuigfabrikant vermeldde dat in het permanente geheugen van het *Electrical Load Management System* geen signaal wordt opgeslagen dat aanduidt of het *Electrical Load Management System* wel of niet het noodzuurstofstelsysteem voor de passagiers heeft geactiveerd, waardoor de zuurstofmaskers naar buiten vallen. Ook de *Flight Data Recorder* slaat geen informatie op met betrekking tot het activeren van het zuurstof-

systeem voor de passagiers. In het geval van activering wordt er echter wel een hoofdwaarschuwing gegenereerd. Zowel de hoofdwaarschuwing als de cabinedrukhoogte worden opgeslagen. De opgeslagen cabinedrukhoogte tijdens de kruisvlucht tot aan het moment dat de *Flight Data Recorder* de opname stopte, was 4.800 voet en er waren geen waarschuwingen opgeslagen.

Volgens de vliegtuigfabrikant kan de vluchtuitvoerder ervoor kiezen het activeringssignaal voor het noodzuurstofsysteem voor passagiers wel of niet te laten opslaan op een *Quick Access Recorder* (QAR), indien geïnstalleerd. Er was een QAR in het vliegtuig geïnstalleerd die niet geborgen is op de wraklocatie. Malaysia Airlines heeft QAR-gegevens van eerdere vluchten ter beschikking gesteld om te laten zien dat wel het uitvallen van het cabinedruksysteem en de waarschuwing voor de cabinedrukhoogte werden opgeslagen, maar niet de daadwerkelijke activering van het noodzuurstofsysteem.

Tijdens het onderzoek werden ongeveer vijftig chemische zuurstofgenerators geborgen op de wraklocaties. Bij alle zuurstofgenerators, op één na, bevond de ontstekingspin zich op zijn plaats en was een zwarte streep zichtbaar ter indicatie dat ze waren geactiveerd. Figuur 41 toont één van de gevonden zuurstofgenerators, en een deel van de bijbehorende *passenger service unit*.



Figuur 41: Zuurstofgeneratoren en deel van *passenger service unit*. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Sommige zuurstofgenerators zaten nog vast aan hun passagierspaneel; andere werden los gevonden. Alle zuurstofgenerators waren beschadigd en de meeste waren ernstig vervormd. Ongeveer een dozijn plastic PSU-containers, of delen daarvan, zijn gevonden. Deze bevatten normaal gesproken de zuurstofmaskers. De containers zijn relatief stijf, maar kunnen desondanks vervormen. De gevonden containers waren zwaar beschadigd, incompleet of gebarsten. Alle kleppen die de zuurstofmaskers bedekken en in de

container houden, ontbraken. Alle elektromagnetische schakelaars werden in de 'ontgrendelde' stand aangetroffen. Enkele schakelaars waren beschadigd en konden niet in de 'vergrendelde' stand worden teruggezet. Van de meeste generators die werden geborgen, ontbraken de zuurstofmaskers en zuurstoftoevoerslangen.

De zuurstofgenerator waarvan de ontstekingspin nog aanwezig was, was afkomstig uit een rustlocatie voor de bemanning die een andere opbergconstructie kende dan die van de passagierspanelen. De streep op deze zuurstofgenerator was oranje/rood, wat betekent dat de generator niet was ontstoken. Het luikje werd los van de kunststof behuizing aangetroffen en het bijbehorende frame van de vergrendeling was gebarsten. De elektromagnetische schakelaar werd in de ontgrendelde stand aangetroffen. De hendel van de schakelaar was ernstig vervormd en kon niet in de 'vergrendelde' stand worden teruggezet. De twee zuurstofmaskers en de zuurstoftoevoerleidingen in deze eenheid werden intact aangetroffen.



Figuur 42: Zuurstofmasker aangetroffen op passagier. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Tijdens het identificatieproces van de slachtoffers in Nederland werd bij één passagier een zuurstofmasker aangetroffen. Zie Figuur 42. De band bevond zich rond de nek en het masker rond de keel. Het is niet bekend hoe deze passagier is aangetroffen op de rampplek. Het NFI heeft het masker onderzocht op biologische sporen en DNA-testen uitgevoerd. Er konden geen DNA-profielen worden verkregen van de vijf monsters die zijn genomen. DNA-analyse was daarom niet mogelijk. Het gebrek aan DNA-materiaal kan worden verklaard doordat het masker gedurende langere tijd buiten aan een hoge temperatuur is blootgesteld.

Op het masker werden geen bruikbare vingerafdrukken aangetroffen. Als gevolg van de hoge temperaturen is de kwaliteit van vingerafdrukken op het masker mogelijk achteruitgegaan.

Samenvatting noodzuurstofsysteem

- De noodzuurstofmaskers voor de passagiers kunnen op elk moment door de cockpitbemanning handmatig worden geactiveerd. Tijdens de vlucht worden de zuurstofmaskers, zonder tussenkomst van de cockpitbemanning, automatisch geactiveerd wanneer de cabinedrukhoogte hoger wordt dan 13.500 voet.
- De zuurstoftoevoer door het masker wordt gestart wanneer de ontstekingspin wordt verwijderd door neerwaartse kracht uit te oefenen op het aan de ontstekingspin en de zuurstofslang van het masker bevestigde trekkoord.
- Er zijn ongeveer vijftig geactiveerde zuurstofgenerators geborgen. Er is één niet-geactiveerde zuurstofgenerator aangetroffen in een rustlocatie voor de bemanning.
- De *Flight Data Recorder* heeft een cabinedrukhoogte van 4.800 voet opgeslagen tijdens de kruisvlucht tot aan het moment dat de *Flight Data Recorder* stopte met opnemen.
- Er zijn op de *Flight Data Recorder* geen gegevens opgeslagen die betrekking hebben op het activeren van het noodzuurstofsysteem. De *Quick Access Recorder*, een potentiële bron van data, is niet geborgen.
- Er is één passagier met een zuurstofmasker aangetroffen. Een DNA-analyse was niet mogelijk.

2.18.3 Externe schadebronnen

In hoofdstuk 3.5 wordt een aantal scenario's geanalyseerd die betrekking hebben op de mogelijke bron of bronnen van de objecten die het vliegtuig doorboorden. Hiertoe behoren ook meteoroorinslagen en ruimtepuin. Ook werd een aantal militaire systemen als mogelijke veroorzaker van de schade in ogenschouw genomen. Deze worden ten behoeve van de leesbaarheid beschreven in hoofdstuk 3.6 van dit rapport. De hierna volgende paragraaf bevat feitelijke achtergrondinformatie over meteoroorinslagen en ruimtepuin dat de atmosfeer binnendringt.

2.18.3.1 Meteor

Er is onderzocht of een meteor de oorzaak van de crash kan zijn geweest. Hiervoor werd informatie opgevraagd bij de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde. Het dalen van een meteor door de hogere atmosfeer (van 110 naar 15 km boven het aardoppervlak) gaat gepaard met specifieke, meetbare geluidsgolven, als de snelheid van deze deeltjes afneemt tot beneden de geluidssnelheid. Deze geluidsgolven, op een frequentie buiten het bereik van het menselijk gehoor, worden 'ultrageluid' genoemd.

De Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde heeft bevestigd dat er op het moment van de crash geen geluidsgolven in Oekraïne zijn vastgelegd. In achtergrondinformatie benadrukte de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde dat meteorieten de laatste 10 - 15 km een bijna verticaal traject volgen, wat betekent dat een dergelijke inslag recht van boven zou zijn gekomen, dus loodrecht ten opzichte van een vlak grondoppervlak.

De kans dat een meteoriet een vliegtuig raakt, is berekend als een gebeurtenis die eens in de 59.000 tot 77.000 jaar voorkomt. Deze waarde is afkomstig van het *Department of Geology and Planetary Science* van de Universiteit van Pittsburgh en vormde oorspronkelijk een onderdeel van een onderzoek door de NTSB naar de crash van TWA-vlucht 800 in 1996 (zie NTSB-rapport AAR-00/03 van 23 augustus 2000).

2.18.3.2 Ruimtepuin

De *Aerospace Corporation*, een in de Verenigde Staten gevestigd onderzoeks- en ontwikkelingscentrum werkzaam op het gebied van ruimteprogramma's, onderhoudt een register van ruimtepuin dat in de atmosfeer terugkeert. Dit register bevat geen melding dat er ruimtepuin terugkeerde in de atmosfeer in de periode van 10 tot 19 juli 2014.

Samenvatting informatie meteorieten en ruimtepuin

- De kans dat een meteoriet een vliegtuig raakt, is berekend als een gebeurtenis die eens in de 59.000 tot 77.000 jaar voorkomt.
- Op het tijdstip van de crash is er in Oekraïne geen 'ultrageluid' geregistreerd.
- Er was geen in de atmosfeer terugkerend ruimtepuin bekend dat het vliegtuig zou kunnen hebben geraakt.

2.18.4 Genomen veiligheidsmaatregelen

Na de crash bracht de UkSATSE op 17 juli 2014 om 15.00 (17.00 MET) NOTAM A1507/14 uit. Deze NOTAM voegde een gebiedsbeperking toe aan de reeds bestaande gebiedsbeperking. Dit hield in dat het luchtruim vanaf FL320 tot onbeperkte hoogte werd gesloten.

Op 17 juli 2014 om 23.00 (01.00 MET, 18 juli) bracht UkSATSE NOTAM A1517/14 uit. Hierin werd het beperkte gebied in oppervlakte uitgebreid en werd het luchtruim vanaf de grond tot onbeperkte hoogte gesloten. Deze NOTAM werd van kracht om 00.05 (02.05 MET) in de ochtend van 18 juli. Deze NOTAMs worden samengevat in Tabel 13. Door deze twee NOTAMs, uitgegeven door UkSATSE en geldend voor een gebied in het oostelijk deel van Oekraïne, werd het luchtruim gesloten.

NOTAM nummer	Ondergrens	Bovengrens	Geldig van
1507/14	FL320	UNL	17 juli, 15.00
1517/14	SFC	UNL	18 juli, 00.05

Tabel 13: Oekraïense NOTAMs na de crash.

2.19 Nuttige of effectieve onderzoekstechnieken

Conform ICAO Annex 13 is in dit rapport een paragraaf gewijd aan onderzoekstechnieken die in dit onderzoek nuttig of bruikbaar zijn gebleken en die behulpzaam kunnen zijn bij toekomstige onderzoeken naar luchtvaartongevallen.

2.19.1 Registratie en labeling van wrakstukken

Tijdens de bergingsmissies ter plaatse in Oekraïne werden wrakstukken gelabeld, gefotografeerd en geregistreerd. Tijdens het transport naar Nederland werd dit proces gecontroleerd op de verschillende locaties waar wrakstukken naar andere vervoersmiddelen werden overgeladen.

Na aankomst op luchtmachtbasis Gilze-Rijen werden de wrakstukken visueel geïnspecteerd, voorzien van een label met een identificatienummer en vervolgens voor een *green screen* gefotografeerd. Er werd een database aangemaakt met de volgende gegevens voor elk gelabeld wrakstuk:

- de identificatie van het aangetroffen deel;
- de oorspronkelijke plaats in het vliegtuig;
- de locatie waar het werd gevonden in Oekraïne, en
- alle afbeeldingen die van het onderdeel of wrakstuk zijn gemaakt.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft een archief ingericht met een groot aantal foto's en video's van de wrakstukken en de plaats van de crash die vanaf 17 juli 2014 werden gemaakt door onderzoekers, media en politie. Het foto- en filmmateriaal is gebruikt voor het aanleggen van de database voor de registratie van wrakstukken. De foto- en videobeelden boden ondersteuning bij het vaststellen of wrakstukken op de crashlocatie onaangetast waren gebleven of dat ze waren verplaatst of verwijderd. Deze informatie was ook van nut bij het plannen van de bergingsmissies voor de wrakstukken.

2.19.2 Identificatie van wrakstukken

Het bepalen waar in het vliegtuig wrakstukken thuishoorden, gebeurde op basis van het uiterlijk van de wrakstukken, eventuele opgemerkte bijzondere kenmerken en nummers van stations en verstijvers op de onderdelen. Het breukpatroon van de vliegtuighuid en het geraamte van de vliegtuigromp werd getekend op een tweedimensionaal raster met nummering van stations en verstijvers. Op basis van deze tekeningen was het mogelijk om te zien of onderdelen aangrenzend waren en of er onderdelen ontbraken.

De foto's van de onderdelen werden geplaatst op een tweedimensionaal raster van stations en verstijvers om een digitale tweedimensionale reconstructie van het vliegtuig te maken. De foto's werden ook gebruikt om de wijze van vervorming van elk breukoppervlak vast te stellen. Voor de geanalyseerde breuken werd indien mogelijk de breukrichting en de richting van de belangrijkste materiaalspanning vastgesteld. De aard van de breuk werd vastgesteld op basis van de eigenschappen van statische overbelasting, vermoeiing en corrosie. Voor statische overbelasting werden de belangrijkste waargenomen vervormingen of breuken gekoppeld aan het type overbelasting, d.w.z. zuivere trekkracht, trekkracht met afschuiving, trekkracht met buiging of afscheuring. Tegelijk met het onderzoek van de breuken werd ook de vervorming van alle onderdelen onderzocht, zowel de vervormingen naar binnen als naar buiten ten opzichte van een bepaald vlak. Deze vervormingen hielpen bij de interpretatie van de belangrijkste belastingcomponenten die leidden tot elke breuk.

De belangrijkste breuken werden vastgesteld op basis van de tweedimensionale tekeningen en fotoreconstructie. De locatie op de grond waar deze onderdelen waren gevonden werd bovendien aangeduid op de digitale tweedimensionale fotoreconstructie. Ten slotte werd alle informatie gecombineerd om inzicht in het uiteenvallen te krijgen.

2.19.3 Reconstructie van de wrakstukken

De reconstructie van de vliegtuigromp en delen van de cockpit van het vliegtuig bood ondersteuning tijdens het onderzoek en stelde de Onderzoeksraad voor Veiligheid in staat de onderzoeksresultaten te visualiseren. De reconstructie was bedoeld ter onderbouwing van de antwoorden op de volgende vragen:

- Vanuit welke positie ten opzichte van het vliegtuig waren de hoogenergetische deeltjes afkomstig?
- Welke effecten had de inslag van de hoogenergetische deeltjes op de constructie van het vliegtuig?
- Hoe viel het vliegtuig uiteen?

Het fysieke bewijs in de vorm van de geborgen wrakstukken en andere onderzoeksactiviteiten waren voldoende voor de Onderzoeksraad voor Veiligheid om het onderzoek te voltooien. De reconstructie was van aanzienlijke waarde voor het onderzoek, aangezien deze de onderzoekers in staat stelde zich een beter beeld te vormen van de geborgen wrakstukken en de schade bij het vergelijken van de uitgevoerde analyses met de wrakstukken. Het monteren van de wrakstukken tot een driedimensionale reconstructie biedt voor de nabestaanden van de passagiers en bemanning, overige belanghebbenden en het grote publiek overtuigend en tastbaar bewijs van enkele van de hoofdconclusies die in het onderzoek worden getrokken.

2.19.4 Analyse van hoogenergetische deeltjes

Vier onderzoeken met betrekking tot de bron van de hoogenergetische deeltjes en de schade die deze veroorzaakten, werden als onderdeel van het onderzoek door gespecialiseerde externe laboratoria uitgevoerd. De Onderzoeksraad voor Veiligheid deed een beroep op de deskundigheid van het Nationale Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) en de Nederlandse Organisatie voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO).

Het NLR voerde het werk uit op de afdeling Defensiesystemen. Dit is een onderdeel dat operationele, technische en wetenschappelijke ondersteuning biedt aan het Ministerie van Defensie, en aan de Koninklijke Luchtmacht in het bijzonder. Het voornaamste doel van onderzoek is zelfbescherming in de lucht. Dit vereist uitvoerige kennis van de prestaties van wapensystemen voor toepassingen van grond naar luchtdoelen en van lucht naar luchtdoelen. De afdeling Defensiesystemen had hiervoor diverse instrumenten tot zijn beschikking. De *Weapon Engagement Simulation Tool* is een softwaretool, ontwikkeld om het vliegp pad en het gedrag van een groot aantal luchtwapensystemen te simuleren. De werkzaamheden werden uitgevoerd met behulp van beschikbare wrakstukken op de luchtmachtbasis Gilze-Rijen, foto's en, voor bepaalde onderdelen, driedimensionale laserscans van het vliegtuig, zowel van de wrakstukken als van een operationeel vliegtuig. Het NLR-rapport staat in Bijlage X.

TNO gebruikte een met behulp van de computer gemaakte ballistische simulatie om de schade van de inslag in het vliegtuig van een veronderstelde springkop te reconstrueren. Dit TNO rapport staat in Bijlage Y.

TNO voerde een simulatie uit van het ontstaan van schade door drukgolven op basis van een computermodel van de raketkop. Er werd een *Computational Fluid Dynamics* simulatie uitgevoerd om een zeer betrouwbare, kwantitatieve beschrijving te verkrijgen van de explosiebelasting die zou zijn worden veroorzaakt door detonatie van de springlading die door het NLR en TNO was geïdentificeerd, rekening houdend met het gevonden bewijs. Dit TNO-rapport staat in Bijlage Z.

Detailinformatie over hoe met softwaremodellen van elk van de bedrijven de berekeningen zijn uitgevoerd, is intellectueel eigendom van die bedrijven en is daarom niet verder beschreven.

3 ANALYSE

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding

Deel A: 2 Feitelijke informatie

Deel A: 3 Analyse

Deel B: Inleiding op deel B

Deel B: 4 Besluitvorming

Deel B: 5 De situatie

Deel B: 6 Vlucht MH17

Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne

Deel B: 8 Het land van vertrek

Deel B: 9 Risico- beoordeling

10 Conclusies

11 Aanbevelingen

12 Afkortingen en begrippen

13 Bijlagenlijst

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden het belang van de relevante feiten en omstandigheden rond de crash geanalyseerd. In hoofdstuk 2.12 van dit rapport werd vastgesteld dat de wrakstukken van vlucht MH17 over een groot gebied waren verspreid, wat een indicatie is van het in de lucht uiteenvallen van het vliegtuig. Daarnaast vond het uiteenvallen plaats na een abrupt uitvallen van de stroomvoorziening. In deze analyse worden zes onderwerpen onderscheiden:

1. Algemene zaken, zoals de kwalificaties van de cockpitbemanning en de luchtwaardigheid van het vliegtuig.
2. De vlucht voorafgaand aan het in de lucht uiteenvallen, waaronder de vluchtvoorbereiding, overwegingen in verband met het weer en de vluchtuitvoering.
3. Het tijdstip van het in de lucht uiteenvallen.
4. Het in de lucht uiteenvallen, de gevolgen en oorzaken daarvan:
 - een schade-analyse van de wrakstukken, met nadruk op de doorboring van het vliegtuig;
 - de bron van de hoogenergetische deeltjes die het vliegtuig doorboorden;
 - analyse van het bezwijken van de constructie van het vliegtuig;
 - zuurstofsysteem voor de passagiers.
5. Overlevingsaspecten.
6. Vastlegging van radardata.

Deze onderwerpen worden chronologisch beschreven, met specifieke aandacht voor het uitvallen van de stroomvoorziening, het uiteenvallen van het vliegtuig en de oorzaken daarvan. Er is een aantal verschillende scenario's en mogelijke oorzaken onderzocht en geanalyseerd.

3.2 Algemeen

3.2.1 Kwalificaties van de cockpitbemanning

Op basis van de informatie in paragraaf 2.5 beschikten de leden van de cockpitbemanning over geldige brevetten en medische verklaringen.

Bevindingen

De bemanning beschikte over geldige brevetten en medische verklaringen.

3.2.2 Luchtwaardigheid*3.2.2.1 Algemeen*

Om de luchtwaardigheid van het vliegtuig voorafgaand aan de vlucht op 17 juli 2014 te kunnen vaststellen, is onderzocht hoe Malaysia Airlines het onderhoud van het vliegtuig heeft gepland, uitgevoerd en gedocumenteerd. Daarvoor werd bijvoorbeeld het documentatiesysteem van Malaysia Airlines voor het beoordelen, uitstellen en later herstellen van technische gebreken van het vliegtuig onderzocht. Daarnaast werd een lijst met voorvalrapporten over het betreffende vliegtuig vanaf de aflevering van het vliegtuig in 1997 tot en met november 2013 onderzocht. De achtergrondinformatie voor het materiaal in deze paragraaf is te vinden in Bijlage J. Met betrekking tot de crash zijn twee specifieke zaken geanalyseerd. Dit betreffen de drukcabine en de motoren van het vliegtuig.

3.2.2.2 Drukcabine

Geen van de verplichte voorvalrapporten van het vliegtuig dat betrokken was bij de crash, die tussen de aflevering van het vliegtuig in 1997 en november 2013 naar de Burgerluchtvaartautoriteit van Maleisië zijn gestuurd, betrof het functioneren van de drukcabine.

Uit vermeldingen in het technisch logboek van het vliegtuig blijkt dat sinds de uitgebreide onderhoudscontrole in november 2013, de cabinedeuren en een cockpitruit zoemende of sissende geluiden produceerden. Deze klachten, die soms voorkomen bij straalvliegtuigen, werden veroorzaakt door lekkende afdichtingen en waren gerepareerd. Deze geluiden kunnen op zich enig ongemak veroorzaken bij passagiers en bemanning, maar zouden niet kunnen leiden tot het wegvallen van de druk. Volgens het technisch logboek van het vliegtuig waren er wat dit betreft geen klachten bij vertrek uit Amsterdam voor de terugvlucht naar Kuala Lumpur.

De *Flight Data Recorder* gaf aan dat - tot aan het einde van de opname - de cabinedrukhoogte constant was op 4.800 voet en correct was voor de kruishoogte op dat moment. Er zijn ook geen waarschuwingen geregistreerd. De analyse van het zuurstofsysteem van de passagiers is beschreven in hoofdstuk 3.12.

Het achterste drukschot van het vliegtuig en de aangrenzende delen van de romp werden niet gevonden waar het spoor van wrakstukken op de grond begon (wrakstuklocaties 1, 2 en 3), maar op wrakstuklocatie 4, zie paragraaf 2.12.2.4. Dit duidt erop dat het bezwijken van het achterste drukschot van secundaire en niet van primaire aard was. De breuken kwamen in grote lijnen overeen met overbelasting door trekkracht, wat duidt op een directe overbelasting die resulteerde in het bezwijken van het achterste drukschot en niet op een bezwijken als gevolg van een foutieve reparatie, metaalmoeheid of corrosie (zie paragraaf 3.11.5 voor verdere informatie over het achterste drukschot).

Onderhoudsinformatie en voorvalrapportages van Malaysia Airlines die teruggingen tot de aflevering van het vliegtuig in 1997 werden opnieuw beoordeeld. Uit deze gegevens kwamen geen voorvallen aan het licht waarbij de staart van het vliegtuig de landingsbaan had geraakt of voorvallen van schade aan het drukschot. Daarnaast concludeert de Onderzoeksraad voor Veiligheid op basis van het fysieke bewijsmateriaal verkregen uit het onderzoek in Nederland dat het achterste drukschot voorafgaand aan de vlucht op 17 juli 2014 niet beschadigd was.

In paragraaf 2.18.1 werd de inhoud van *Boeing Service Bulletin 777-53A0068* en Luchtwaardigheidsaanwijzing 2014-05-03 beschreven. Deze documenten gingen in op het risico van scheuren in de huid van de romp als gevolg van corrosie onder SATCOM-antennes die boven op de romp zijn geïnstalleerd. Dit zou kunnen leiden tot het wegvallen van de druk. Het deel van de huid bovenop de romp dat werd aangeduid in het *Service Bulletin* is niet teruggevonden. Uit documentatie van Boeing en Malaysia Airlines bleek echter dat de SATCOM-antennes van het neergestorte vliegtuig boven de achterste passagiersdeuren waren geïnstalleerd. Dit betreft dus een andere locatie dan bij de 777-vliegtuigen waarop het *Boeing Service Bulletin* betrekking had. Daarom was *Boeing Service Bulletin 777-53A0068* noch Luchtwaardigheidsaanwijzing 2014-05-03 van toepassing op het neergestorte vliegtuig.

Volgens documenten van Malaysia Airlines was een deel van de romp bij sectie 46 gerepareerd. Dit deel van de romp werd geborgen en onderzocht. De reparatie aan de huid van de romp was nog steeds aanwezig en was intact.

De structurele integriteit van het vliegtuig wordt verder geanalyseerd in paragraaf 3.11.2 tot en met 3.11.5.

3.2.2.3 Motoren

Er is informatie ontvangen over motoronderhoud dat de afgelopen drie jaar door de luchtvaartmaatschappij is uitgevoerd. Het was niet mogelijk om vast te stellen of klachten - als die er al waren - relevant waren voor het onderzoek. Uit vermeldingen in het technisch logboek van het vliegtuig sinds de laatste uitgebreide onderhoudscontrole in november 2013 bleken echter geen significante onregelmatigheden met betrekking tot de motoren. Op 17 juli 2014 bevatte het technisch logboek geen klachten over de motoren. Bovendien had geen van de voorvalrapporten, waarnaar is verwezen in paragraaf 3.2.2.1, betrekking op de werking van de motoren.

De kleine beschadigingen aan de akoestische bekleding in de motoren die af en toe werden vermeld in het technisch logboek, werden beschouwd als normale beschadigingen aan de motoren. Dergelijke beschadigingen leverden geen enkel gevaar op voor de motoren.

Uit een analyse van de *Engine Health Monitoring*-gegevens van Rolls Royce (zie Bijlage J) bleek dat geen van de operationele parametergrenzen van de motoren in de periode tussen 4 en 17 juli 2014 was overschreden. De conclusie is dat er voor geen van beide motoren aanwijzingen zijn dat deze defect waren of niet goed functioneerden voorafgaand aan het vertrek vanaf Schiphol op 17 juli.

Bevindingen

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft geen aanwijzingen dat het vliegtuig niet in een luchtwaardige toestand verkeerde bij vertrek vanaf luchthaven Schiphol. Er waren geen technische storingen bekend die van invloed zouden kunnen zijn op de veiligheid van de vlucht.

3.3 De vlucht voorafgaand aan het in de lucht uiteenvallen**3.3.1 Vluchtvoorbereiding**

Gegevens uit de *Flight Data Recorder* van deze vlucht en verscheidene eerdere vluchten werden beoordeeld om te bepalen wat het beleid van de luchtvaartmaatschappij was met betrekking tot het berekenen van de benodigde hoeveelheid brandstof. Uit deze gegevens bleek dat de vluchten doorgaans landden met eindreservebrandstof (30 minuten vliegtijd), uitwijkbrandstof en 20 minuten brandstof voor onvoorziene omstandigheden. Dit kwam overeen met een hoeveelheid brandstof die ligt tussen ongeveer 8.000 en 10.000 kg. Voor vlucht MH17 bedroeg de geplande hoeveelheid resterende brandstof 8.800 kg.

Op basis van hoofdstuk 2.6 waren het gewicht en de zwaartepuntsligging van het vliegtuig binnen de vereiste grenzen die door de fabrikant zijn vastgesteld. De vracht aan boord bevatte geen gevaarlijke stoffen.

Er was een ATC-vliegplan ingediend en de bemanning had een operationeel vliegplan, NOTAMs en informatie over de belading en het weer ontvangen.

In het technisch logboek van het vliegtuig stonden geen technische mankementen vermeld die van invloed zouden kunnen zijn op de veiligheid van de vlucht.

Zoals besproken in paragraaf 2.9.3 omvatte het vliegplan voor de route door Oekraïne de vlucht over het vluchtinformatiegebied Dnipropetrovsk op een hoogte van FL330-FL350. Voor dit deel van de route golden voor deze hoogtes geen beperkingen.

Bevindingen

- De vluchtvoorbereiding vond plaats in overeenstemming met de daarvoor geldende richtlijnen.
- Het gewicht en het zwaartepunt van het vliegtuig lagen binnen de toegestane grenswaarden.
- Er waren geen luchtruimbependingen die invloed hadden op de geplande route.

3.3.2 Vluchttuitvoering

3.3.2.1 Verticaal profiel

Zoals vermeld in hoofdstuk 2.1 van dit rapport voorzag het operationeel vliegplan van de luchtvaartmaatschappij een klim van FL330 naar FL350 op een punt 74 NM vóór PEKIT, terwijl volgens het ATC-vliegplan de klim moest worden gemaakt bij PEKIT. Deze schijnbare tegenstrijdigheid is het gevolg van het feit dat het ATC-vliegplan eerder wordt opgesteld dan het operationele vliegplan en dat in het laatstgenoemde document rekening wordt gehouden met een meer recente voorspelling van de windsnelheid en -richting. Het operationele vliegplan is daarom nauwkeuriger dan het ATC-vliegplan, omdat het recentere weersinformatie bevat.

De gezagvoerder besloot echter om 6 NM vóór PEKIT af te wijken van het geplande verticale profiel door niet naar FL350 te klimmen zoals verzocht door de luchtverkeersleider, maar op FL330 te blijven. Het is niet bekend waarom de cockpitbemanning niet voldeed aan dit verzoek, doordat de cockpitbemanning de luchtverkeersleider daarover geen uitleg gaf. De luchtverkeersleider heeft ook niet om uitleg gevraagd.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft geprobeerd een verklaring te vinden voor deze beslissing door de operationele procedures te bespreken met Malaysia Airlines. Malaysia Airlines liet zien dat, volgens het prestatiehandboek van Boeing, de optimale hoogte om aan te houden onder de heersende omstandigheden 33.800 voet was op het moment van het verzoek van de luchtverkeersleider en gedurende de 8 tot 10 minuten daarna. De optimale hoogte heeft in dit geval te maken met efficiënt brandstofverbruik. Aangezien FL340 geen standaardniveau is voor een vlucht in oostelijke richting (zie paragraaf 2.9.3), zou de bemanning er naar de mening van Malaysia Airlines de voorkeur aan hebben gegeven om op FL330 te blijven. Volgens de informatie die door Malaysia Airlines is verstrekt en die onderdeel uitmaakte van het operationele vliegplan, gaf het weerbericht aan dat de kans op turbulentie op FL330 kleiner was dan op FL350. Hoewel de factoren op basis waarvan de cockpitbemanning tot zijn beslissing is gekomen niet kunnen worden bevestigd, is de Onderzoeksraad voor Veiligheid van mening dat het besluit niet te klimmen van FL330 tot FL350 een normale operationele beslissing van de bemanning was op basis van normale operationele overwegingen.

Bevinding

De beslissing van de cockpitbemanning om niet te voldoen aan het verzoek van de luchtverkeersleiding om van FL330 naar FL350 te klimmen, wordt gezien als een normale operationele afweging.

3.3.2.2 Horizontaal profiel

Op basis van de laatste door het *Aircraft Communications Addressing and Reporting System* (ACARS) verstuurde positiemelding en het operationele vliegplan is een vergelijking gemaakt van het brandstofverbruik. Volgens het operationele vliegplan zou het vliegtuig het navigatiepunt PEKIT na een vliegtijd van 2 uur en 26 minuten gepasseerd moeten zijn met een resterende hoeveelheid brandstof van 72.300 kg. Uit een door

ACARS verzonden positiemelding op een punt 20 NM voorbij PEKIT bleek dat het vliegtuig 2 uur en 25 minuten had gevlogen en nog 73.000 kg brandstof aan boord had. 20 NM komt overeen met ongeveer 2 of 3 minuten vliegen en 40 kg brandstof. Het verschil tussen het geplande en daadwerkelijke brandstofverbruik wordt als verwaarloosbaar beschouwd. De conclusie is dat de vlucht verliep zoals gepland tot het moment dat de cockpitbemanning toestemming vroeg de route iets naar het noorden te verleggen.

Zoals beschreven in hoofdstuk 2.7 kwam het voorspelde weer voor vlucht MH17 overeen met de daadwerkelijke weersomstandigheden op 17 juli 2014 zoals achteraf vastgesteld. Het weer omvatte onweersbuien die vanaf de Zwarte Zee naar het noorden bewogen. Het wolkendek boven het oosten van Oekraïne varieerde tussen wisselend bewolkt en geheel bewolkt. De weersomstandigheden bestonden onder andere uit onweersbuien waarvan redelijkerwijze kan worden aangenomen dat een cockpitbemanning daar omheen zou vliegen.

Zoals beschreven in paragraaf 2.9.6 vroeg de cockpitbemanning kort na 13.00 (15.00 MET) om een kleine omweg te mogen maken om slecht weer te ontwijken en kreeg zij toestemming van Dnipro Radar om af te wijken van de geplande vliegroute. Daarop week het vliegtuig naar links uit richting het noordoosten. Op ongeveer 6,5 NM ten noorden van de hartlijn van luchtweg L980 en ter hoogte van navigatiepunt TAGAN, vervolgde het vliegtuig de vlucht evenwijdig aan luchtweg L980 om het slechte weer te vermijden. Gezien het voorspelde en het actuele weer wordt het verzoek van de cockpitbemanning om de vlucht iets naar het noorden van de geplande route te mogen verleggen om slecht weer te vermijden, beschouwd als een normale operationele handeling. De hogere en meer actieve bewolking lag ten zuiden van deze route en bewoog naar het noordoosten. Na het ontwijken van het slechte weer draaide het vliegtuig iets terug naar rechts om terug te keren naar de oorspronkelijke route. Om 13.19:56 (15.19:56 MET) bevestigde de cockpitbemanning aan Dnipro Radar de klaring om rechtstreeks naar navigatiepunt RND te vliegen.

Om 13.20:00 (15.20:00 MET) informeerde Dnipro Radar vlucht MH17 dat deze een verdere klaring kon verwachten om na RND rechtstreeks door te mogen vliegen naar TIKNA. Deze informatie werd niet teruggelezen of bevestigd door de cockpitbemanning. Op dit moment bevond het vliegtuig zich binnen 5 NM van de hartlijn van luchtweg L980 en vloog het rechtstreeks naar navigatiepunt RND. Het feit dat de cockpitbemanning toestemming vroeg om 20 NM uit te wijken maar uiteindelijk slechts ongeveer 6,5 NM noordelijk vloog, past bij de normale operationele praktijk waarin zo min mogelijk wordt omgevlogen.

De handelingen van de luchtverkeersleiders zijn overeenkomstig de gebruikelijke werkwijze. De communicatie tussen de bemanning en de luchtverkeersleiders was van beide zijden normaal en verliep in overeenstemming met de normale procedures.

Bevindingen

Met uitzondering van een door de cockpitbemanning verzochte uitwijking om slecht weer te vermijden, volgde het vliegtuig de geplande route, luchtweg L980 over Oekraïne. De maximale afwijking van de hartlijn van de luchtweg was ongeveer 6,5 NM. Dit wordt als normaal beschouwd.

3.3.2.3 Vluchtgegevens

De *Flight Data Recorder* legt ongeveer 1.300 parameters vast; voor de effectieve uitvoering van het onderzoek werd een verkorte lijst opgesteld met parameters die als nuttig voor het onderzoek werden beschouwd, om inzicht te krijgen in de mogelijke oorzaak of oorzaken van de crash. Relevante details van de laatste drie minuten van de vlucht die zijn vastgelegd op de *Flight Data Recorder*, zijn gepubliceerd in Bijlage H.

Het onderzoek omvatte een verificatie dat de waarschuwingssystemen van het vliegtuig correct hadden gefunctioneerd en de signalen daarvan waren vastgelegd op de *Flight Data Recorder*. De *Flight Data Recorder* bevatte bijvoorbeeld een opname van de activering van de hoofdwaarschuwing van het vliegtuig tijdens een eerdere vlucht; een waarschuwing die zou moeten zijn gegenereerd, en dit ook werd, toen de automatische piloot op zeker moment werd uitgeschakeld.

De *Flight Data Recorder* bevatte geen waarschuwingen van het vliegtuigstelsel voor vlucht MH17. Alle motorparameters waren normaal voor een kruisvlucht totdat de recorders eindigden om 13.20:03 (15.20:03 MET).

Tijdens de vlucht werden de motorparameters voortdurend opgeslagen op de *Flight Data Recorder*. Volgens de gegevens op de *Flight Data Recorder* werkten beide motoren tijdens de vlucht over Oekraïne op kruisvermogen. Alle signalen met betrekking tot de werking van de motoren waren normaal en toonden geen afwijkingen. Alle motorsignalen waren zoals zij behoorden te zijn tijdens kruisvlucht. Er waren geen abnormale trillingen geregistreerd. Er waren geen waarschuwingen geregistreerd. Bijlage H bevat een overzicht van de motorgegevens die zijn vastgelegd op de *Flight Data Recorder*.

Bevindingen

- De *Flight Data Recorder* bevatte gegevens van vlucht MH17. Er werden voor de vliegtuigsystemen en de motoren geen waarschuwingen aangetroffen bij de analyse van de *Flight Data Recorder*-gegevens van de vlucht op 17 juli 2014.
- Volgens de gegevens verliep de vlucht tot 13.20:03 (15.20:03 MET) normaal.

3.3.2.4 Cockpitbemanning

Een analyse van de gegevens van de *Flight Data Recorder* en de *Cockpit Voice Recorder* heeft geen aanwijzingen opgeleverd die duiden op verminderde bekwaamheid van of verkeerde handelingen door de cockpitbemanning.

Op basis van de resultaten van het uitgevoerde toxicologisch onderzoek kan niet worden geconcludeerd dat ethanol (alcohol), drugs, geneesmiddelen en/of pesticiden invloed hebben gehad op het gedrag en/of de vliegvaardigheid van de *first officer* en kan zijn overlijden daardoor niet worden verklaard.

Geconcludeerd wordt dat de bemanning het vliegtuig op de juiste wijze heeft bediend.

Bevindingen

- De cockpitbemanning heeft het vliegtuig op de juiste wijze bestuurd.
- Er zijn geen aanwijzingen dat de vliegvaardigheid van de cockpitbemanning was beïnvloed door alcohol, drugs of medicijnen.

3.4 Het moment van uiteenvallen in de lucht

In dit deel wordt beoogd vast te stellen en te verifiëren op welk moment het toestel tijdens de vlucht uiteenviel.

3.4.1 Datarecorders van het vliegtuig

Volgens de informatie in paragraaf 2.11 zijn om 13.20:03 (15.20:03 MET) de volgende parameters vastgelegd op de *Flight Data Recorder*:

Positie van het vliegtuig	
Breedtegraad:	48.12715 N
Lengtegraad:	38.52630538 O
Drukhoogte: ¹⁸	32.998 voet
Aangewezen luchtsnelheid:	293 knopen
Magnetische koers:	115 graden
Drifthoek:	-4 graden
Weersomstandigheden	
Windrichting:	219 graden
Windsnelheid:	36 knopen
Statische luchttemperatuur:	-44 °C
Totale luchttemperatuur:	-12/-13 °C

¹⁸ Hoogtemeter is ingesteld op de standaarddruk van 1013,25 hPa.

Er zijn kleine variaties mogelijk in de gegevens als gevolg van verschillen in nauwkeurigheid van de verschillende gegevensbronnen.

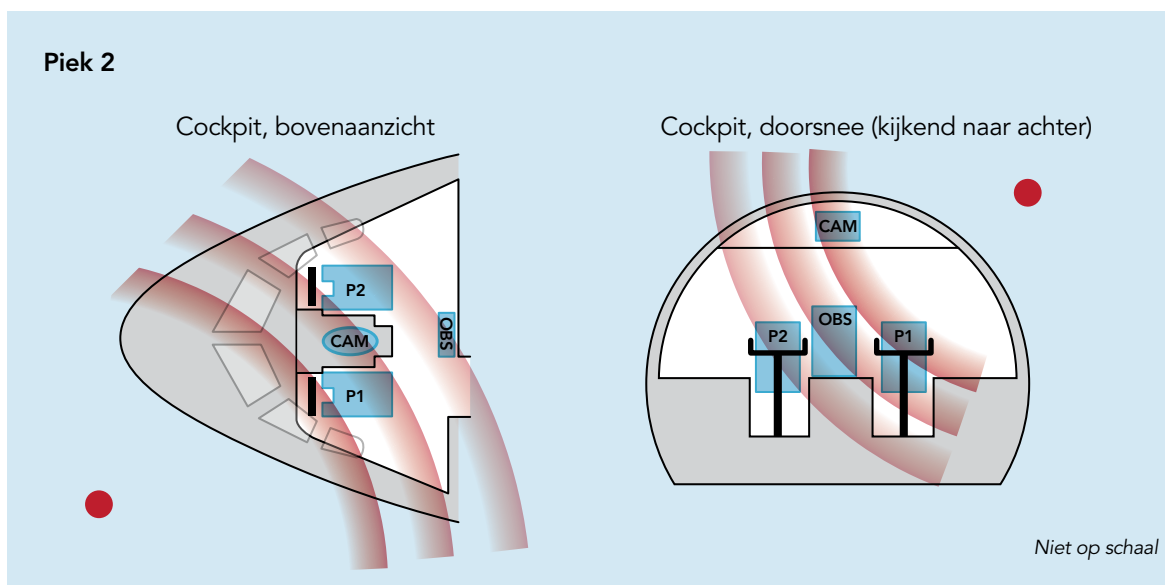
De breedtegraad- en lengtegraadinformatie wordt hierboven vermeld in de indeling waarin deze werd geregistreerd. Deze positie is geconverteerd naar 48° 07' 37.74'N 038° 31' 34.698'O.

Er werd een gedetailleerde analyse uitgevoerd van de laatste 20 milliseconden van de *Cockpit Voice Recorder*-opname om 13.20:03 (15.20:03 MET), zoals beschreven in paragraaf 2.11.2. De analyse liet binnen dit tijdsbestek twee geluidspieken zien. Met behulp van speciale analysesoftware voor geluidsopnamen kon een grafische weergave worden gemaakt van het geluid in de tijd, de golfvorm ervan. De analyse van de golfvorm heeft bijgedragen aan het bepalen van de kenmerken van het signaal, zoals de duur en energie.

De eerste geluidspiek duurde 2,1 milliseconden en het signaal werd alleen vastgelegd op het kanaal van de cockpitomgevingsmicrofoon. Omdat de eerste geluidspiek niet werd opgenomen door de andere kanalen van de *Cockpit Voice Recorder*, kon de richting van dit signaal niet worden vastgesteld. De resultaten van een golfspectrum-analyse duiden erop dat de geluidspiek een 'elektrische piekspanning' was, omdat deze de vorm had van een elektromagnetische puls die zou kunnen zijn veroorzaakt door statische ontlading of iets soortgelijks.

Er is gebruikgemaakt van signaaldriehoeksmeting om de oorsprong te achterhalen van de tweede geluidspiek die door de *Cockpit Voice Recorder* werd opgenomen. De slechte geluidskwaliteit op het kanaal van de cockpitomgevingsmicrofoon die werd opgemerkt tijdens het onderzoek, was hoogstwaarschijnlijk te wijten aan het ontbrekende microfoonkapje van de cockpitomgevingsmicrofoon. Het feit dat het microfoonkapje ontbrak, stond vermeld op de lijst met uitgestelde reparaties van defecten aan het vliegtuig.

Het tijdsverschil tussen de eerste en de tweede geluidspiek is vastgesteld op 2,3 milliseconden. De tweede piek duurde 2,3 milliseconden en werd door alle vier de kanalen opgenomen. De opnames van de tweede piek vonden echter niet gelijktijdig plaats op alle vier de kanalen; sommige opnamen hadden een ander tijdstempel. Het golfspectrum is kenmerkend voor een geluidsgolf. Het tijdsverschil tussen de kanalen liet zien dat het geluid eerst werd opgenomen door de cockpitomgevingsmicrofoon (CAM: *Cockpit Area Microfoon*) en de microfoon van piloot 1 (P1), gevolgd door de microfoon van piloot 2 (P2) en, tot slot, door de microfoon van de waarnemer (OBS: *Observer*). Uit dit verschil in tijd blijkt dat de geluidsgolf van buiten het vliegtuig kwam vanaf een positie boven de linkerzijde van de cockpit en dat deze geluidsgolf zich voortplantte van voor naar achteren (zie Figuur 43). Gezien de korte tijdsduur van het voorval wordt geconcludeerd dat het voorval hoogenergetisch van aard was.



Figuur 43: Tweede geluidspiek - grafische weergave. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Het feit dat het microfoonkapje van de cockpitomgevingsmicrofoon ontbrak, had geen invloed op deze berekening. Tijdens het onderzoek merkte de Onderzoeksraad voor Veiligheid echter op dat de geluidspieken zodanig kort duurden dat een klein verschil in de wijze van registratie al resulteert in een onjuiste driehoeksmeting. Zo kan de signaal-latentie (de korte vertraging tussen het moment waarop een audiosignaal een systeem binnenkomt en het moment waarop het signaal dat systeem weer verlaat) worden beïnvloed door de microfoonbedrading van de *Cockpit Voice Recorder*. Wanneer de draad van de ene microfoon 'langer' is dan die van de andere, kan dit van invloed zijn op de tijd die het signaal nodig heeft om de *Cockpit Voice Recorder* te bereiken. Desalniettemin komt het resultaat van de signaaldriehoeksmeting overeen met de inslagschade aan de linkerkant van de cockpit. Om die reden is het aannemelijk dat de oorsprong van de geluidspiek die door de *Cockpit Voice Recorder* is opgenomen, een geluidsgolf met hoge frequentie is die van buiten de cockpit kwam.

De gegevens van de *Flight Data Recorder*, zoals omschreven in paragraaf 2.11.3 en Bijlage H, werden onderzocht om vast te stellen of er sprake was van een versnelling of vertraging die in verband kon worden gebracht met de door de *Cockpit Voice Recorder* opgenomen geluidsgolf. De volgende drie assen van versnelling, met hun sample-frequentie, werden vastgelegd op de *Flight Data Recorder*:

- versnelling in de lengterichting: 4 maal per seconde (4 Hz);
- verticale versnelling: 8 maal per seconde (8 Hz);
- zijwaartse versnelling: 4 maal per seconde (4 Hz).

De versnellingsgegevens op deze drie assen zijn onderzocht en alle drie assen toonden stabiele gegevens tot aan het einde van de opname om 13.20:03 (15.20:03 MET).

Bevindingen

- De audio-opnames op de *Cockpit Voice Recorder* eindigden abrupt. De korte geluidspiek die in de laatste 20 milliseconden van de opname is opgenomen, was een hoogenergetische geluidsgolf. Signaaldriehoeksmeting toonde aan dat dit geluid van buiten het vliegtuig kwam, waarbij het zich vanaf een positie links boven de cockpit van voor naar achter voortplantte.
- De geluidsgolf die in de laatste 20 milliseconden van de *Cockpit Voice Recorder*-opname werd gedetecteerd, kon niet worden waargenomen in de vorm van versnellingsgegevens op de *Flight Data Recorder*.

3.4.2 Gegevens van surveillanceradars

De radargegevens die de Onderzoeksraad vanuit Oekraïne van UkSATSE heeft ontvangen en waarop vlucht MH17 zichtbaar is, worden beschreven in paragraaf 2.9.5.2. Op basis van de Oekraïense ruwe radargegevens werd vastgesteld dat de laatste echo van de secundaire surveillanceradar werd ontvangen om 13.20:03 (15.20:03 MET), waarbij het vliegtuig zich in een rechtlijnige horizontale vlucht bevond op vliegniveau FL330. De videobeelden van de radar lieten op dat moment geen radarecho's zien in de nabijheid van vlucht MH17, anders dan de drie verkeersvliegtuigen die worden vermeld in paragraaf 2.9.5.2.

De gegevens van de surveillanceradar met betrekking tot vlucht MH17, die vanuit de Russische Federatie van GKOVD werden ontvangen, worden eveneens beschreven in paragraaf 2.9.5.2. De positie van vlucht MH17 werd gedetecteerd door de primaire en secundaire surveillanceradar. Op twee momenten was een tweede primair object zichtbaar, dicht in de buurt van de echo met het label MH17. Er werden geen andere gegevens ontvangen. Door het ontbreken van ruwe data was het niet mogelijk de video met radarbeelden te verifiëren. Op de videobeelden van het radarscherm waren geen storingen, noodcodes of andere waarschuwingen met betrekking tot vlucht MH17 te zien.

De Oekraïense radargegevens, bestaande uit zowel ruwe als verwerkte data - zoals beschreven in paragraaf 2.9.5.1 - werden afzonderlijk geanalyseerd. De laatste radargegevens die door UkSATSE werden opgenomen en geen afwijkingen lieten zien ten aanzien van de positie of het symbool voor vlucht MH17, werden opgenomen om 13.20:00 (15.20:00 MET). Het tijdstip 13.20:03 (15.20:03 MET) viel samen met twee gegevenspunten in de ruwe data afkomstig van de secundaire radar van UkSATSE. Het laatste positiebericht uit de ADS-B-gegevens van het vliegtuig en het laatste doelidentificatiebericht van de secundaire radar hebben beide een tijdstempel 13.20:03 (15.20:03 MET). Uit de verwerkte gegevens bleek dat er vanaf 13.20:18 (15.20:18 MET) geen secundaire surveillancegegevens meer werden weergegeven en dat de *coasting*-modus werd geactiveerd om 13.20:36 (15.20:36 MET). Als gevolg van vertragingen in de verwerking, valt niet te verwachten dat de radarweergave samenvalt met het daadwerkelijke tijdstip van de laatste transmissie van secundaire surveillancegegevens; dit zou later kunnen plaatsvinden.

De positiegegevens van vlucht MH17 verdwenen om 13.20:58 (15.20:58 MET) van het radarscherm van de GKOVD. Op dat moment veranderde het label op de secundaire radar naar 'xxxx'. De 22 seconden tussen de verandering van het label en de overgang naar *coasting*-modus op de UkSATSE-radar kunnen worden verklaard door de verschillende software-instellingen in de twee radarsystemen.

Op de GKOVD-video (zie Bijlage I) was een tweede object, dicht in de buurt van het object met het label MH17, gedurende 21 seconden zichtbaar tussen 13.20:47 - 13.21:08 en gedurende 40 seconden tussen 13.21:18 en 13.25:57 (15.20:47 - 15.21:08 en 15.21:18 - 15.25:57 MET). Het tweede object werd beschouwd als wrakstukken van het vliegtuig die naar beneden vielen en voldoende weerkaatsing boden om te worden gedetecteerd als primair target. Dit komt overeen met de windrichting en de uiteindelijke positie van de wrakstukken.

Op basis van de gegevens die werden verstrekt door UkSATSE en GKOVD werden er geen andere objecten, civiel of militair, dan de drie verkeersvliegtuigen die in paragraaf 2.9.5.2 zijn geïdentificeerd, op de ATC-schermen weergegeven binnen een afstand van 30 tot 60 km ten zuiden van vlucht MH17 en meer dan 90 km naar het noorden en oosten en ongeveer 200 km naar het westen. In deze data zijn geen andere niet-geïdentificeerde primaire of secundaire objecten zichtbaar in binnen 30 km van vlucht MH17.

Er zijn diverse factoren van invloed op de mogelijkheden van een primair radarsysteem voor de burgerluchtvaart om een kleine en snel vliegende raket te detecteren en op het radarscherm te tonen. De voornaamste twee hiervan zijn detectiegevoeligheid en systeemfiltering. De detectiegevoeligheid is het vermogen van het radarsysteem dat bepaalt welke grootte een object moet hebben om te kunnen worden waargenomen en tot op welke afstand dat object kan worden waargenomen. Systeemfiltering is bedoeld om de weergave van weliswaar gedetecteerde maar niet op het radarscherm gewenste verschijnselen, bijvoorbeeld regen, te verwijderen. Door de hoge snelheid van een raket wordt diens radarsignaal mogelijk door de systeemfiltering van het scherm verwijderd, omdat het systeem er terecht van uitgaat dat het signaal niet van een vliegtuig afkomstig kan zijn.

Geconcludeerd wordt dat het zeer onwaarschijnlijk is dat de primaire radarsystemen van de luchtverkeersleiding in het gebied de raket opgemerkt en op het scherm van de luchtverkeersleider getoond zouden hebben.

Bevindingen

- De ruwe data van de surveillanceradar van UkSATSE en de videobeelden van het radarscherm van GKOVD lieten zien dat vlucht MH17 zich tot 13.20:03 (15.20:03 MET) in rechtlijnige horizontale vlucht bevond op FL330.
- *Coastingtargets* werden op beide sets van radardata waargenomen. Op de videobeelden van het radarscherm van GKOVD van de primaire en secundaire radar waren vanaf 13.20:03 (15.20:03 MET) en daarna *coastingtargets* zichtbaar.

- De videobeelden van het radarscherm van GKOVD lieten van 13.20:47 - 13.21:08 en van 13.21:18 - 13.25:57 (15.20:47 - 15.21:08 en van 15.21:18 - 15.25:57 MET) objecten zien waarvan wordt aangenomen dat dit wrakstukken van het vliegtuig zijn die naar beneden vielen.
- De verstrekte radargegevens wezen uit dat drie andere verkeersvliegtuigen de enige luchtvaartuigen waren die zich bevonden in de onmiddellijke nabijheid van vlucht MH17. Er waren geen aanwijzingen voor ander verkeer in de nabijheid van vlucht MH17.

3.4.3 Het bepalen van de gebeurtenissen die plaatsvonden omstreeks 13.20 (15.20 MET)

Deze paragraaf beschrijft andere, controleerbare, vastgelegde gegevens om de hypothese te onderzoeken dat de stroomvoorziening uitviel op het moment dat de recorders stopten met opnemen.

In hoofdstuk 2.11 werd vastgesteld dat de *Cockpit Voice Recorder* en de *Flight Data Recorder* om 13.20:03 (15.20:03 MET) zijn gestopt met opnemen. In de paragrafen 2.9.5.2 en 3.4.2 werd aangetoond dat de transmissie van gegevens naar de surveillanceradar door vlucht MH17 stopte om 13.20:03 (15.20:03 MET).

Na een laatste SATCOM-uitzending om 13.08:51 (15.08:51 MET) liep ongeveer 15 minuten later de inactiviteitstimer van het grondstelsel af, zoals geprogrammeerd. Een poging van het SATCOM-systeem om de verbinding met het vliegtuig vanaf de grond te herstellen - om 13.21:26 (15.21:26 MET) - had geen succes.

Om 13.20:35 (15.20:35 MET) werd voor de eerste maal een signaal van de ingebouwde *Emergency Locator Transmitter* ontvangen door geostationaire satellieten van het COSPAS-SARSAT-noodnetwerk. Volgens de ELT-specificaties (zie paragraaf 2.11.5) heeft een automatische, door versnelling of vertraging getriggerde activering van de ingebouwde *Emergency Locator Transmitter* een vertraging van 30 seconden. Een handmatige activering van de ingebouwde ELT door middel van een afgeschermd schakelaar in het plafondpaneel in de cockpit heeft een vertraging van 50 seconden, waarna de ELT wordt geactiveerd en detecteerbaar is voor geostationaire satellieten. Een tweede vertraging van 1 of 2 seconden valt te verwachten voor zowel een handmatige als een automatische activering vanwege vertraging en signaallatentie tijdens het verzendproces door het noodsatellietnetwerk.

Vijf grondstations ontvingen een *Emergency Locator Transmitter* signaal dat tussen 13.20:35 en 13.20:36 (15.20:35 en 15.20:36 MET) was doorgegeven door twee satellieten. Gezien het tijdstip van ontvangst van het signaal en de vertraging van 50 seconden na handmatige activering, werd geconcludeerd dat een handmatige activering plaats zou hebben moeten vinden omstreeks 13.19:45 (15.19:45 MET). Dit zou dan opgenomen moeten zijn op de *Flight Data Recorder* en naar alle waarschijnlijkheid op de *Cockpit Voice Recorder*. Aangezien dit niet het geval is, wordt handmatige activering van de ELT uitgesloten.

De ontvangst van het signaal, uitgaande van een automatische activering van de ingebouwde ELT, met een vertraging van 30 seconden plus 1 of 2 seconden zou duiden op een activeringstijd tussen ongeveer 13.20:05 - 13.20:06 (15.20:05 - 15.20:06 MET). De automatische activering werd veroorzaakt door de G-schakelaar van de *Emergency Locator Transmitter*, die een vertraging in de lengterichting detecteert tussen minimaal 2,0 g en 2,6 g. Dit komt overeen met het uiteenvallen van het vliegtuig nadat de recorders waren gestopt om 13.20:03 (15.20:03 MET).

Aan boord bevond zich een tweede ELT, een draagbare *Emergency Locator Transmitter*, die alleen handmatig kan worden geactiveerd. Van de draagbare ELT werd geen signaal gedetecteerd door het COSPAS-SARSAT-noodnetwerk.

Het stoppen van de twee recorders en de radargegevens om 13.20:03 (15.20:03 MET) duidt erop dat op dat moment de stroomvoorziening uitviel. Dit wordt ondersteund door de automatische activering van de ingebouwde ELT tussen 13.20:05 - 13.20:06 (15.20:05 - 15.20:06 MET), die werd veroorzaakt door een deceleratie. Overigens zijn er geen andere vastgelegde gegevens (zoals SATCOM-transmissies) die de hypothese weerleggen.

Alle vermelde tijden (enkel in UTC) die deze conclusie ondersteunen, worden in chronologische volgorde getoond in Figuur 44.



Figuur 44: Schema met een aantal belangrijke momenten in de vastgelegde gegevens. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Bevindingen

- Om 13.20:03 (15.20:03 MET) stopten de *Cockpit Voice Recorder* en de *Flight Data Recorder* met opnemen als gevolg van het uitvallen van de stroomvoorziening.
- De ingebouwde *Emergency Locator Transmitter* werd automatisch geactiveerd door een vertraging in de lengterichting van minimaal 2,0 g tot 2.6 g. Het signaal van deze ELT werd voor het eerst gedetecteerd tussen 13.20:35 en 13.20:36 (15.20:35 - 15.20:36 MET). Uitgaande van de werking van het systeem betekent dit dat de ELT werd geactiveerd tussen ongeveer 13.20:05 en 13.20:06 (15.20:05 - 15.20:06 MET).

3.5 Mogelijke schadebronnen

In paragrafen 3.4.1 en 3.4.3 werd aangetoond dat kort voordat de *Cockpit Voice Recorder* stopte met opnemen om 13.20:03 (15.20:03 MET) er een geluidsgolf met hoge frequentie van buiten het vliegtuig werd opgemerkt, en wel aan de linker bovenkant van de cockpit. Het geluid plantte zich voort van voor naar achter. Uit de radargegevens van Oekraïne en de Russische Federatie, de SATCOM-gegevens en de ELT-activeringsgegevens blijkt dat, kort nadat de *Cockpit Voice Recorder* en de *Flight Data Recorder* stopten met opnemen, het vliegtuig structurele schade opliep en de stroomvoorziening werd verbroken. Ook kreeg het vliegtuig te maken met een abrupte vertraging (beschreven in paragraaf 3.4.3) en begon het uiteen te vallen. Het volledige proces van in de lucht uiteenvallen wordt geanalyseerd in hoofdstuk 3.11.

In deze paragraaf worden de mogelijke scenario's voor het in de lucht uiteenvallen van het vliegtuig beschreven en geanalyseerd. Een aantal van deze scenario's had betrekking op interne factoren zoals luchtwaardigheid, andere op externe bronnen. De scenario's die niet hebben kunnen leiden tot de gevonden schade (zie hoofdstuk 2.12) zijn na analyse uitgesloten.

3.5.1 Blikseminslag, inslag van een meteor of binnendringen van ruimtepuin

Hoewel er op het moment van de crash sprake was van onweersbuien in het gebied (zie hoofdstuk 2.7), zijn er geen aanwijzingen gevonden in de geborgen wrakstukken of in de opgenomen gegevens dat er sprake was van een blikseminslag die de schade van hoog-energetische deeltjes zou kunnen hebben veroorzaakt of verergerd.

Op basis van de informatie verkregen van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde (KNVWS) ten aanzien van het ontbreken van 'ultrageluid' in Oekraïne op de dag van de crash zoals beschreven in paragraaf 2.18.3.1, en het schadepatroon op het vliegtuig, werd geconcludeerd dat er geen sprake is geweest van een inslag van een meteor.

Tevens is de mogelijkheid overwogen dat ruimtepuin de crash zou hebben veroorzaakt (zie paragraaf 2.18.3.2). De database van de *Aerospace Corporation* voor 2014 liet zien dat tussen 10 en 19 juli 2014 geen ruimtepuin de atmosfeer is binnengedrongen.

Bevinding

Het in de lucht uiteenvallen werd niet veroorzaakt door een externe gebeurtenis zoals een blikseminslag, de inslag van een meteor of het binnendringen van ruimtepuin.

3.5.2 Mogelijke interne oorzaken

De geluidsgolf die 2,3 milliseconden duurde en werd waargenomen in de laatste 20 milliseconden van de opname op de *Cockpit Voice Recorder* had niet dezelfde kenmerkende golfvorm als die van een interne explosie (bom of brandstoftank) of structureel falen en explosieve decompressie. Voorbeelden van dergelijke crashes zijn onder andere vlucht PA103 bij Lockerbie (Schotland) in 1988 of vlucht TWA 800 in de buurt van Long Island (Verenigde Staten van Amerika) in 1996. In deze twee gevallen duurde de geluidsgolf ongeveer 200 milliseconden waarbij de interne explosie zeer snel opbouwde tot een hoge waarde bij een zeer korte golflengte. De geluidsgolf vlakke vervolgens met de tijd af. Wanneer sprake zou zijn van structureel falen en explosieve decompressie zou de tijdsduur van de waargenomen geluidsgolf hetzelfde zijn geweest, maar met een lager piekgeluid en een langzamere afvlakking.

Bevindingen

De vorm van de geluidsgolf van 2,3 milliseconden kwam niet overeen met de specifieke golfvormen die worden geassocieerd met structureel falen en explosieve decompressie zoals gezien bij een aantal eerdere vliegtuigcrashes.

Explosie van een brandstoftank

Een exploderende brandstoftank zou niet hetzelfde doorboringsbeeld te zien hebben gegeven als dat van hoogenergetische deeltjes afkomstig van buiten het vliegtuig.

Als sprake was geweest van een brandstofexplosie zouden er bewijzen zijn gevonden van een gescheurde brandstoftank met vervorming van de tank van binnenuit naar buiten. De brandstoftanks werden niet geborgen omdat deze bij de brand op wrakstuklocatie 6 werden vernietigd. Het feit dat er een grote brand op de grond ontstond is een indicatie dat de brandstoftanks redelijk intact waren en een grote hoeveelheid brandstof bevatten waarmee de brand werd gevoed.

Bevinding

Het in de lucht uiteenvallen werd niet veroorzaakt door een explosie van een brandstoftank.

Motorfalen

Als mogelijke andere oorzaak voor de beschadiging van het vliegtuig is ook *uncontained* motorfalen overwogen. In een dergelijk geval raken snel ronddraaiende onderdelen van de motor los binnen de motorinlaat. Dergelijke onderdelen hebben voldoende energie om de vliegtuigromp te penetreren. In het geval van de MH17 kwam de vorm van de gaten als gevolg van perforatie niet overeen met de vormen die zouden ontstaan door motordelen. Bovendien zou falen van een motor niet tot schade aan de cockpit leiden. Schade zou beperkt zijn gebleven tot de gedeelten van de romp direct naast de motor.

Analyse van de *Flight Data Recorder* leverde geen bewijs op van een conditie van een *uncontained* motorfalen of een andere storing aan de motoren tot 13.20:03 (15.20:03 MET). Op basis van het bovenstaande werd *uncontained* motorfalen uitgesloten als mogelijke oorzaak van de schade aan het vliegtuig.

Bevinding

Het uiteenvallen van het vliegtuig werd niet veroorzaakt door *uncontained* motorfalen.

Detonatie van een explosief in de cabine/het bagageruim

Hoewel het verloop van het in de lucht uiteenvallen van de vliegtuigromp, zoals beschreven in hoofdstuk 3.11 van dit rapport, enige overeenkomsten vertoonde met het ongevallen van vliegtuigen zoals bij Lockerbie in 1988, verschilde deze crash van deze en andere vergelijkbare ongevallen door het feit dat de doorboring van het vliegtuig van buitenaf plaatsvond. Een explosief binnen de onder druk staande romp van het vliegtuig zou niet de schade kunnen veroorzaken zoals deze in de wrakstukken is aangetroffen, derhalve werd een explosief dat in het vliegtuig zelf is gedetoneerd uitgesloten als mogelijke oorzaak van de crash.

Bevinding

Het in de lucht uiteenvallen werd niet veroorzaakt door detonatie van een explosief in het vliegtuig.

Brand als gevolg van gevaarlijke goederen of andersoortige bagage.

Met uitzondering van één lithium-ionbatterij bevatte de vrachtlust als beschreven in paragraaf 2.6.2 geen aanwijzingen dat er materialen aan boord waren die een brand

zouden kunnen hebben veroorzaakt. Er is geen brandwaarschuwing opgenomen op de *Flight Data Recorder* en de bemanning heeft volgens de opname op de *Cockpit Voice Recorder* niet gesproken over een dergelijk voorval.

Zoals ook voor de overige scenario's geldt, zou een brand in het vliegtuig niet de schade zoals aangetroffen op de wrakstukken hebben kunnen veroorzaken. Om die reden werd een brand aan boord uitgesloten als mogelijke oorzaak van de crash.

Bevindingen

- Er was geen sprake van gevaarlijke lading aan boord, noch is er enig bewijs gevonden van een brand die werd veroorzaakt door gevaarlijke goederen in het vliegtuig.
- Het in de lucht uiteenvallen werd niet veroorzaakt door een brand aan boord.

3.5.3 Schade met een externe oorzaak

Aangezien geen van de geanalyseerde mogelijke schadeoorzaken de waargenomen schade aan het vliegtuig, in het bijzonder aan de cockpit, had kunnen veroorzaken, werden andere mogelijke externe schadebronnen onderzocht.

Hoofdstuk 2.12 beschrijft honderden gaten en schampschade die zijn waargenomen in het voorste rompgedeelte en de cockpit. Het interieur van de cockpit, waaronder de linkerzijden van de cockpitstoelen, vertoonden tekenen van grootschalige desintegratie, krachtige vervorming en tientallen gaten. Hoofdstuk 2.12 beschrijft ook de gaten en schampschade die zijn gevonden in de voorrand van de linker motorgondel en het linkervleugeluiteinde.

De schade aan het voorste rompgedeelte was geconcentreerd in een band rondom de linkerkant van de romp, te beginnen naast de cockpitruiten 2 en 3. De concentratie neemt verder naar achteren af en eindigt voor de voorste passagiersdeur links, deur 1L. Bovenop de cockpit, net boven de ruiten, zijn ook enkele beschadigingen zichtbaar.

Het schadepatroon dat werd waargenomen in het voorste deel van de romp en het cockpitgebied van het vliegtuig kwam overeen met de schade die kan worden verwacht van een groot aantal hoogenergetische deeltjes die het vliegtuig van buitenaf doorboorden. De in paragraaf 2.12.2 beschreven inslagschade was veroorzaakt door fragmenten van buiten het vliegtuig. In het onderzoek naar deze fragmenten zoals beschreven in hoofdstuk 2.16 werden deze geclassificeerd als hoogenergetische deeltjes afkomstig van buiten het vliegtuig.

De waargenomen schade vertoonde tekenen van zowel doordringende als vastzittende doorboringsschade waarbij het plaatmateriaal naar binnen is gebogen. De niet-doorborende schade alsook de schampschade hadden hun oorsprong duidelijk van buiten het vliegtuig. Op een aantal plaatsen op de constructie, waar meerdere lagen plaatmateriaal samengeklonken zijn, sloegen hoogenergetische deeltjes onder een

kleine hoek in de constructie in waardoor de eerste buitenlaag van de plaat werd doorboord, waarna de deeltjes terugketsten van de tweede plaat en via de buitenste plaat weer naar buiten kwamen.

De meeste inslagschade door hoogenergetische deeltjes trad op aan de linker bovenkant van de cockpit. De rechterkant van de cockpit vertoonde geen schade door hoog-energetische deeltjes. Zoals aangegeven in Figuur 45 zijn de twee cockpitruiten aan de rechterkant en de omringende constructie niet beschadigd door inslagen van hoog-energetische deeltjes.



Figuur 45: Rechterzijde van de cockpit. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Er was een relatief heldere begrenzing tussen delen van het wrak die geraakt waren door inslag van hoogenergetische deeltjes en delen die niet geraakt waren. Aan de voorzijde van de cockpit lag de grens bij de voorste hoek van de voorruit aan de linkerkant. De meest naar voren aangetroffen inslagschade zit vlak boven en achter deze hoek. Aan de boven- en rechterkant van de cockpit werd de grens bepaald door de schampschade op het dak van de cockpit, zoals te zien is in Figuur 46. Rechts van dit gebied was geen inslagschade aanwezig. Aan de linkerkant lag de achterste grens van de inslagschade vóór de linker voorste passagiersdeur.



Figuur 46: Cockpitdak aan de rechterzijde, gezien van voor naar achter. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

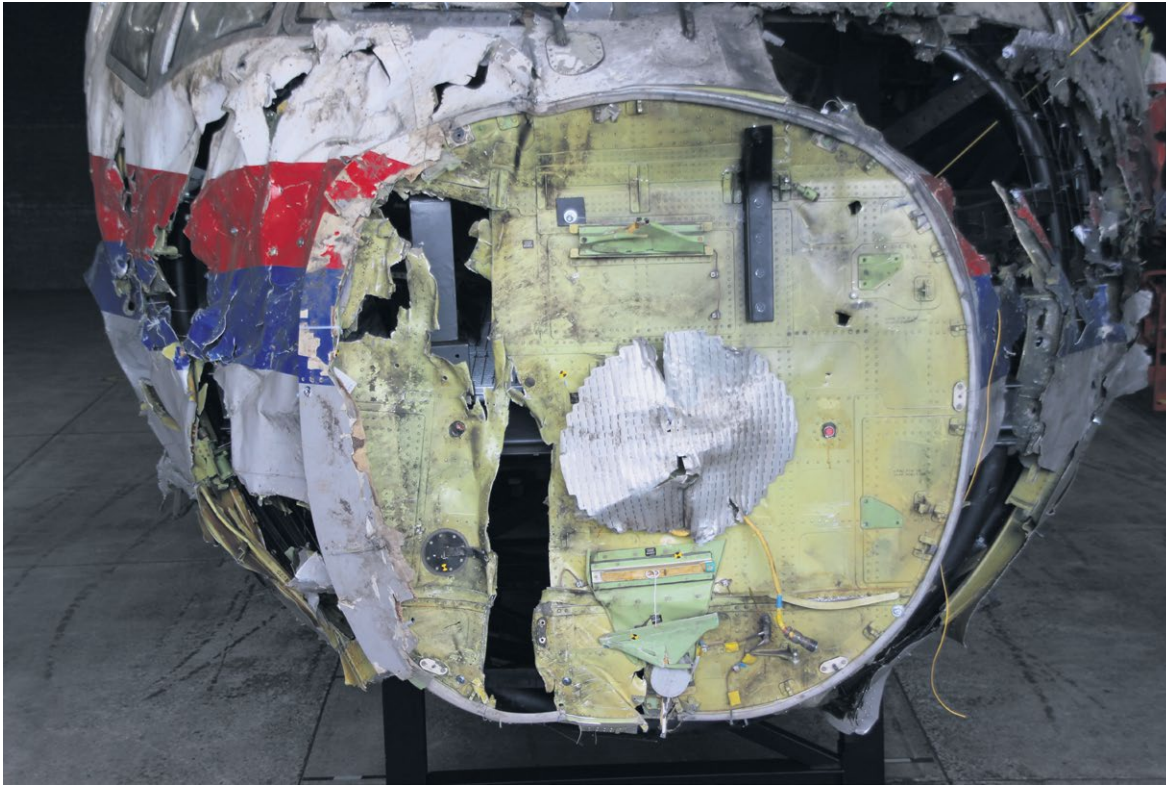
Het totale aantal aangetroffen inslagen (meer dan 350), ongeacht het type inslagschade, op de beschikbare wrakstukken van de cockpit duidt erop dat het totale aantal treffers van hoogenergetische deeltjes zeker meer dan 800 bedroeg. Berekeningen wijzen uit dat de maximale dichtheid aan inslagen aan de linkerkant van de cockpit meer dan 250 inslagen per vierkante meter bedroeg. De linker voorruit vertoonden de hoogste dichtheid aan inslagen.

Figuur 47 toont de schade van hoogenergetische deeltjes zoals op een aantal wrakstukken zichtbaar is. Dergelijke schade werd ook waargenomen in een paneel van het cockpitdak. De schade als gevolg van inslagen van hoogenergetische deeltjes beperkte zich voornamelijk tot de linkerkant van de cockpit en een klein deel van de romp direct daarachter. Bij de achterste rand van het paneel aan de linkerkant van het vliegtuig, ongeveer tussen STA220 en STA410 dicht bij de voorste passagiersdeur en op panelen verder van de cockpit werd geen schade van hoogenergetische deeltjes waargenomen. Het cockpitpaneel bij STA132.5 lijkt de voorste begrenzing van de schade van hoogenergetische deeltjes te zijn.



Figuur 47: Deel van het frame van het cockpitraam aan de linkerkant met een uitvergroot detail. De doorboringsschade had een regelmatig patroon van grote en kleine gaten. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De huidbeplating werd verder beschadigd door putvorming, wat mogelijk is veroorzaakt door de inslag van veel kleine hete deeltjes, zoals restsporen van explosieven en gesmolten metaal. De putvorming vond lokaal plaats; naastgelegen panelen vertoonden geen putvorming.



Figuur 48: Drukschot cockpit bij de aansluiting met de neuskegel. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Er werd geen doorboringsschade gevonden in het cockpitdrukschot (Figuur 48) die met enige zekerheid kan worden geïdentificeerd als zijnde het resultaat van doorboring door hoogenergetische deeltjes. De doorboring was het resultaat van andere delen die door de beplating zijn gedrukt.

Bij de niet-doorborende schampschade, werd de hoek ten opzichte van de constructie gemeten om een richting te kunnen bepalen in het platte vlak van de constructieplaat. Dit werd gedaan voor het cockpitdak (zie Figuur 49), de linkerkant van de cockpit en achter de cockpitruiten.



Figuur 49: Schampen op cockpitdak. (Bron: NLR)

De oriëntatie van de afketsingen en schampen op het cockpitdak zijn niet parallel maar lijken naar een punt links van de cockpit te leiden. Overige afketsingen en schampen werden waargenomen op het linkervleugeluiteinde.

Om de baan van de hoogenergetische deeltjes te bepalen werd de richting van de inslagschade op diverse onderdelen van de cockpit geanalyseerd. Met behulp van glasvezelstaven en driedimensionale scans van de vliegtuigconstructie werd de richting vastgesteld van de hoogenergetische deeltjes die meerdere materiaallagen doorboorden. Er werd een netwerk gemaakt van strakke draden die door de rechte inslaglijnen werden gevoerd. Dit wordt 'stringing' genoemd en wordt gebruikt om de algemene richting van inslagschade te analyseren, zoals getoond in Figuur 50. Uit de resultaten blijkt dat de banen van de doorboringsschade bijeenkomen in een algemeen gebied links en boven de cockpit.



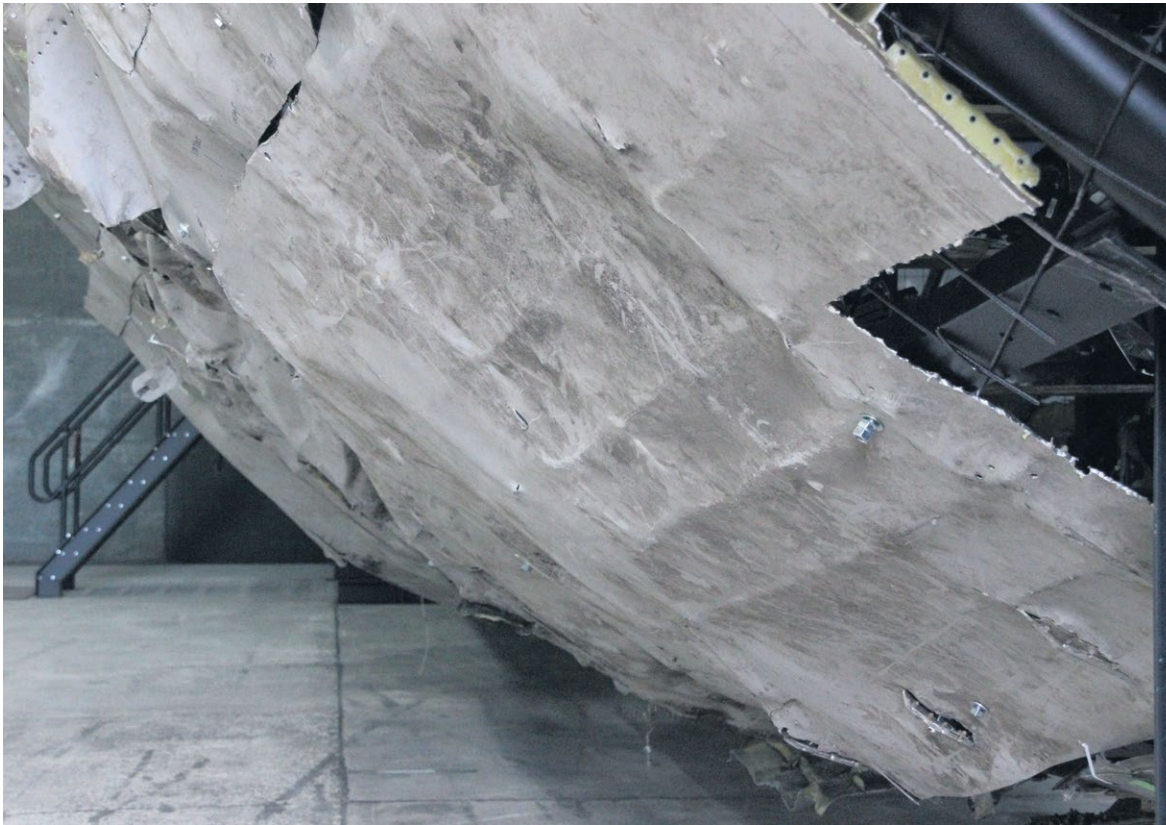
Figuur 50: Impressie van stringing van de cockpit. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Met behulp van de vorm en de oriëntatie van de beschadigingen, inclusief de doorboringsgaten in de voorrand van de motorgondel en het linkervleugeluiteinde, werd een baanrichting verkregen. De meeste individuele doorboringsgaten waren daar aanzienlijk groter dan die in de wrakstukken van de cockpit.

Opgemerkt dient te worden dat hoewel het 'stringen' tot een enkel punt leidde in Figuur 50, dit niet betekent dat het detonatiepunt ook een enkel punt was. De lijnen zijn samengebracht om de divergerende aard te illustreren van het verspreidingspatroon van de hoogenergetische deeltjes. 'Stringing' wordt uitsluitend gebruikt voor het verkrijgen van een indicatie van de plaats van detonatie en is niet bedoeld voor het vaststellen van een specifiek punt in de ruimte.

In aanvulling op de schade veroorzaakt door de doorboring of afketsing van hoog-energetische deeltjes waren er aanwijzingen die wezen op de effecten van een detonatie-druk golf. Zo toonde de cockpitvloerplaat links van de linkerstoel afzettingen door detonatie, directe drukschade, uitgebreide fragmentatieschade en uitgebreide doorboring door fragmenten.

Een ander voorbeeld van schade door drukgolven werd aangetroffen aan de rechterkant van de romp tussen STA250 en STA330 (zie Figuur 51), waar de romphuid naar binnen was gedrukt ten opzichte van de structurele steunelementen van de romp (oftewel langsspanen en frame). Deze structurele steunelementen vertoonden geen vervorming. De waargenomen schade is typerend voor een fenomeen dat 'dishing' (indeuking) wordt genoemd. Indeuking is een soort schade die wordt geassocieerd met de effecten van drukgolven.



Figuur 51: Schade door drukgolf aan de rechtervoorzijde van de romp. Het paneel was ook beschadigd door het uiteenvallen van het vliegtuig en het neerstorten op de grond. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Bevindingen

- De schade die is waargenomen aan de voorkant van de vliegtuigromp en in het cockpitgebied van het vliegtuig duidt op meerdere beschadigingen door meer dan 800 hoogenergetische deeltjes afkomstig van buiten het vliegtuig.
- De teruggeleide banen van perforatieschade kwamen bijeen in een algemeen gebied links en boven de cockpit.
- De wrakstukken van het vliegtuig bevatten meer dan 350 inslagen van hoogenergetische deeltjes die de buitenkant van het vliegtuig hebben geraakt. Deze beschadigingen waren geconcentreerd in een band rondom de linkerkant van de romp en beginnen naast de cockpitruiten 2 en 3. De concentratie nam verder naar achteren af en eindigde voor de voorste passagiersdeur links, deur 1L. De hoogste dichtheid was ongeveer 250 beschadigingen per vierkante meter.
- Rond de cockpit werden sporen van schade door een drukgolf aangetroffen in de vorm van putvorming en roet. Ook enkele panelen van de voorste rompsectie vertoonden vervorming als gevolg van de drukgolf.

3.6 Wapensystemen

In bovenstaande paragrafen werd een aantal externe schadebronnen geanalyseerd en uitgesloten. Gezien de aard van de schade zijn wapensystemen geanalyseerd die in potentie de schade aan het vliegtuig zouden kunnen hebben veroorzaakt. De veroorzaakte schade door elk wapensysteem werd vervolgens vergeleken met de aangetroffen schade aan het vliegtuig en het letsel van de inzittenden van het vliegtuig. De volgende wapensystemen zijn in overweging genomen:

- boordkanon;
- lucht-luchtraket;
- grond-luchtraket.

Ondanks dat er veel soorten wapens bestaan, richtte het onderzoek zich op die wapens die potentieel relevant werden beschouwd.

3.6.1 Boordkanon

Het aantal projectielen (meestal pantserdoorborend of hoogexplosief) dat het vliegtuig getroffen zou hebben indien het door een boordkanon zou zijn beschoten, zou onder de heersende omstandigheden (aanval linksvoor van het vliegtuig op ongeveer 30.000 voet en met de kruissnelheid van vlucht MH17) naar verwachting niet meer zijn dan enkele tientallen. Dit is een veel lager aantal dan de 350 inslagen door hoogenergetische deeltjes die zijn aangetroffen op de wrakstukken van de cockpit.

Beschieting door een boordkanon produceert geen vierkante of vlinderdasvormige fragmenten zoals aangetroffen in de wrakstukken en de lichamen van drie van de bemanningsleden.

Daarbij komt dat indien een boordkanon de aangetroffen schade zou hebben veroorzaakt, er een ander luchtvaartuig in ten minste de primaire radardata zou moeten zijn vastgelegd. Uit de analyse in paragraaf 3.4.2 van dit rapport blijkt dat er geen (militaire) toestellen aanwezig waren binnen ten minste 30 km van vlucht MH17 op het moment van de crash. Primaire radargegevens waren beschikbaar voor een gebied tussen de 30 en 60 km ten zuiden, zo'n 90 km ten noorden en oosten en zo'n 200 km ten westen van de laatste positie van het vliegtuig.

Bevindingen

De hoogenergetische-deeltjesschade werd niet veroorzaakt door boordkanonnen omdat:

- het aantal doorboringen niet overeen kwam met beschieting door boordkanonnen, en
- beschieting door boordkanonnen geen fragmenten produceert met de kenmerkende vormen zoals aangetroffen in de wrakstukken en de lichamen van drie van de bemanningsleden.

3.6.2 Lucht-luchtraket

In het onderzoek zijn twee typen lucht-luchtraketten bekeken; raketten met een raketkop gevuld met staven en raketten met een fragmentatiekop.

Lucht-luchtraketten met een met staven gevulde raketkop stoten na detonatie van de explosieve lading van de raketkop een ring van metalen staven uit nabij het doelwit. De staven boren zich vervolgens in het doelwit. Figuur 52 toont een voorbeeld van het kenmerkende schadepatroon waarbij de staven zich splitsen in individuele hoog-energetische deeltjes.



Figuur 52: Voorbeeld van schade veroorzaakt door raketkoppen met metalen staven. (Bron: PPRuNe, via NLR)

Andere lucht-luchtraketten hebben fragmentatieraketkoppen; raketkoppen die ontworpen zijn om bij detonatie uiteen te vallen in kleine hoog-energetische deeltjes.

Tabel 14 bevat een overzicht van gangbare lucht-luchtraketten in de regio. De tabel is vereenvoudigd en sluit varianten en afgeleide versies van de wapens uit.

Type lucht-luchtraket	Type raketkop	Raketkop bevat vlinderdasvormige fragmenten	Massa raketkop (kg)
R-27	Metalen staven	Nee	39
R-33	Fragmentatie	Nee	47
R-37	Fragmentatie	Nee	60
R-40	Fragmentatie	Nee	38
R-60	Metalen staven	Nee	3 - 3,5
R-73	Metalen staven	Nee	8
R-77	Metalen staven	Nee	22,5

Tabel 14: Typische lucht-luchtraketten aanwezig in de regio.

Er werden geen bewijzen gevonden voor de karakteristieke schade veroorzaakt door een raketkop met metalen staven en in de wrakstukken werden geen staafjes gevonden. Van de drie raketten in Tabel 14 met een fragmentatieraketkop bevat er geen een de vlinderdasvormige fragmenten beschreven in hoofdstuk 2.16. Aangezien geen van de lucht-luchtraketten die in de regio worden gebruikt een fragmentatiekop met vlinderdasvormige fragmenten heeft, kunnen deze raketten de schade aan vlucht MH17 niet hebben veroorzaakt.

Daarbij komt dat indien een lucht-luchtraket de aangetroffen schade zou hebben veroorzaakt, er een ander luchtvaartuig in ten minste de primaire radardata zou moeten zijn vastgelegd.

Bevindingen

- Het aangetroffen schadepatroon aan de wrakstukken van het vliegtuig komt niet overeen met de verwachte schade door lucht-luchtraketten die in de regio aanwezig zijn.
- Geen enkele lucht-luchtraket die in de regio aanwezig is, heeft een raketkop met de kenmerkende vlinderdasvormige fragmenten.

3.6.3 Grond-luchtraket

In voorgaande paragrafen zijn mogelijke scenario's met zowel interne als externe bronnen uitgesloten op basis van het feit dat deze bronnen niet overeenkomen met de schade die in hoofdstuk 2.12 is beschreven en de hoogenergetische deeltjes die in de lichamen van de bemanning in de cockpit en in het wrak zijn aangetroffen, als beschreven in hoofdstuk 2.13. In deze paragraaf wordt nog een laatste bron in overweging genomen; de grond-luchtraket.

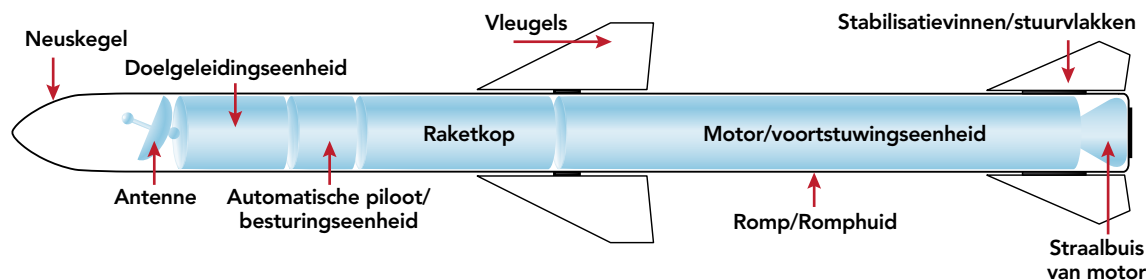
In het onderzoek zijn twee soorten grond-luchtraketten beschouwd. Draagbare, vanaf de schouder afgevuurde raketten, ook wel *Man-Portable Air Defence System* (draagbaar luchtverdedigingssysteem, MANPADS) genoemd, en grotere systemen die mobiele of

vaste installaties kunnen zijn. Het voornaamste verschil tussen de systemen is de omvang en het bereik.

MANPADS kunnen geen schade aan het vliegtuig hebben toegebracht aangezien vlucht MH17 op 33.000 voet, ruim boven de maximaal bereikbare hoogte van MANPADS, vloog.

Voor zover het grotere systemen betreft: dit zijn meestal radargeleide wapens met geleiding door middel van een combinatie van besturing vanaf de grond en autonome 'zoekerbesturing'. Alle raketkoppen detoneren na inslag in een doelwit, maar sommige detoneren ook tijdens het dichtbij passeren van het doelwit. Een nabijheidsontsteker maakt gebruik van een straal van radar- of laserenergie in de vorm van een kegel met een hoek naar voren gericht ten opzichte van de raketas om de aanwezigheid van een doelwit te detecteren. Wanneer een deel van het doelwit de straal doorkruist, wordt het doelwit gedetecteerd en kort erna ontsteekt de ontsteker de raketkop van de raket. De raketkop is meestal een fragmentatie-instrument. Fragmentatieraketkoppen bestaan uit honderden tot enkele duizenden voorgevormde fragmenten, mogelijk in verschillende vormen, in een of meerdere lagen rondom een explosieve kern. Na detonatie besproeit de raketkop het doelwit met deze kleine metalen fragmenten; objecten die bedoeld zijn om door te dringen in de constructie van het doelvliegtuig en deze zodanig te verzwakken dat zij ernstig beschadigd of vernietigd wordt. Hoewel bedoeld om hoog vliegende militaire vliegtuigen te vernietigen, hebben sommige van deze systemen de capaciteit qua bereik en snelheid om tegen een vliegtuig zoals een Boeing 777, op de hoogte en met de snelheid van vlucht MH17, te worden ingezet.

In Figuur 53 wordt de generieke vorm van een grond-luchtraket getoond.

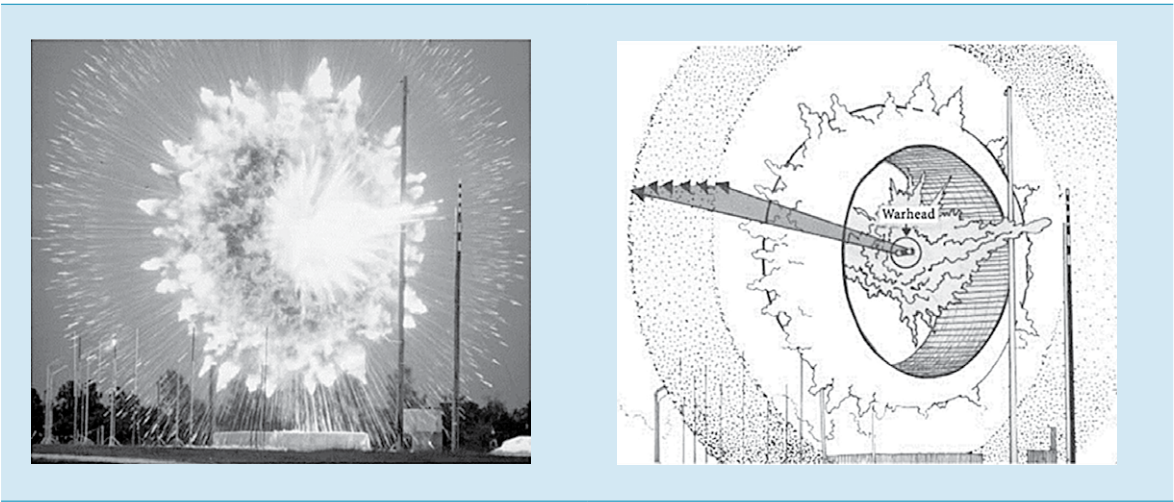


Figuur 53: Generieke vorm van een grond-luchtraket. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Er zijn drie verschillende vormen van fragmentatieraketkoppen: voorgevormd, glad, en gegroefd of met een ingekerfd omhulsel. In een voorgevormde fragmentatieraketkop bestaat het omhulsel rondom het explosief uit een of meerdere lagen voorgevormde, afzonderlijke fragmenten die dicht op elkaar zitten. Dit is anders dan de natuurlijke fragmentatie van een glad omhulsel en de gecontroleerde fragmentatie van een gegroefd of ingekerfd omhulsel, in welke gevallen de fragmenten door de explosiekracht worden gevormd op het moment van de detonatie. De fragmenten van een raketkop met voorgevormde fragmenten zijn regelmatig rondom de raketkop gerangschikt. Het fragmentatiepatroon gevormd na detonatie van de raketkop is een afgebakende zone van fragmentatieverspreiding. De schade veroorzaakt door voorgevormde fragmenten is

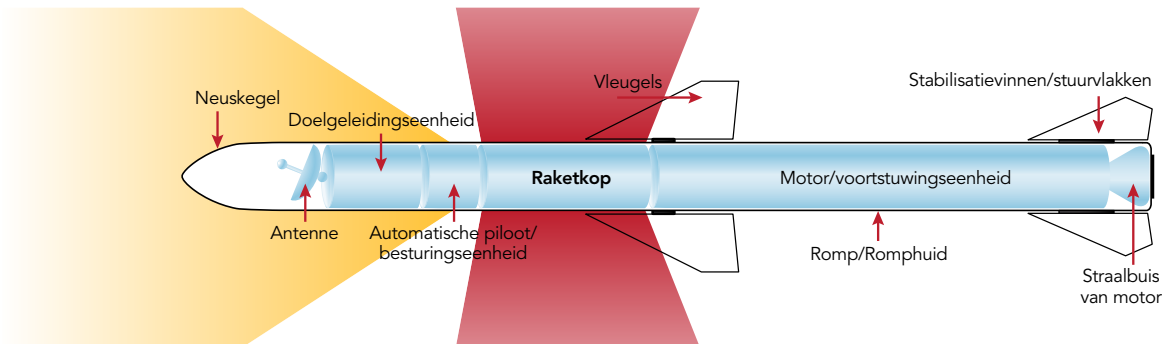
anders dan die van ‘natuurlijke’ of gecontroleerde fragmentatie en is specifiek: de voor- gevormde fragmenten geven een regelmatig schadefragmentatiepatroon in een afge- bakend gebied op de constructie van het doelwit.

In een raketkop met voorgevormde fragmenten verspreiden de afzonderlijke fragmenten van het detonatiepunt zich in een uitbreidend, divergent, ringvormig patroon (zie Figuur 54).



Figuur 54: Fragmentatiepatroon van een stationaire, horizontale detonatie van een fragmentatiekop met hoogexplosieve springstof. (Bron: The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design,¹⁹ Robert E. Ball, opnieuw uitgegeven met toestemming van het American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.)

Het fragmentatiepatroon bestaat uit verschillende secties. Er kunnen twee patronen worden onderscheiden: het primaire en het secundaire patroon. Na detonatie van de raketkop vormen de voorgevormde fragmenten het primaire fragmentatiepatroon. De raketkop bevindt zich niet helemaal aan de voorkant van de raket, maar zit achter de geleiding, elektronica, nabijheidsonsteker en zoekersecties. Bij detonatie van de raketkop desintegreren deze delen en vormen ze een secundair fragmentatiepatroon dat als een kegel voortbeweegt, zoals te zien is in Figuur 55.



Figuur 55: Primair (rood) en secundair (geel) fragmentatiepatroon. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

19 Uit: Second Edition 2003, Figuur 3.23 en 3.24.

Bevindingen

- MANPADS kunnen geen schade aan het vliegtuig hebben veroorzaakt omdat de hoogte van vlucht MH17 (33.000 voet) buiten het bereik van MANPADS ligt.
- Andere, grotere soorten grond-luchtraketten met fragmentatieraketkoppen zijn wel in staat vliegtuigen met de omvang en snelheid van een Boeing 777 op kruishoogte te raken.
- Voorgevormde fragmentatieraketkoppen bevatten fragmenten in verschillende vormen.

3.6.4 Meerdere wapeninslagen

Tijdens het onderzoek werden ook de beschikbare gegevens en wrakstukken onderzocht om de hypothese te onderzoeken dat het vliegtuig is getroffen door meer dan één wapen. Door de schade aan het voorste deel van het vliegtuig moet ten minste één grond-luchtwapen in het scenario worden meegenomen. Er zijn drie scenario's overwogen:

- Het vliegtuig is getroffen door twee grond-luchtwapens;
- Het vliegtuig is getroffen door een grond-luchtwapen en een boordkanon;
- Het vliegtuig is getroffen door een grond-luchtwapen en een lucht-luchtraket.

Uit de wrakstukken van het vliegtuig bleek dat alle hoogenergetische deeltjes die het vliegtuig doorboorden afkomstig waren van één enkel volume in de ruimte. Er zijn geen andere beschadigingen gevonden. De hypothese dat een tweede grond-luchtraket detoneerde vlak bij een deel van het vliegtuig dat niet werd geborgen, bijv. de vleugels of de middelste rompsectie, werd verworpen aangezien de verdeling van de wrakstukken als beschreven in paragraaf 2.12.2 anders zou zijn geweest omdat het uiteenvallen van een vleugel het traject van het beschadigde vliegtuig zou hebben beïnvloed.

Bevinding

Gezien de verspreiding van wrakstukken, het schadepatroon en het feit dat slechts één bron van schade is aangetroffen, werd het vliegtuig niet door meer dan één wapen geraakt.

3.6.5 Grond-luchtwapensystemen gangbaar in de regio

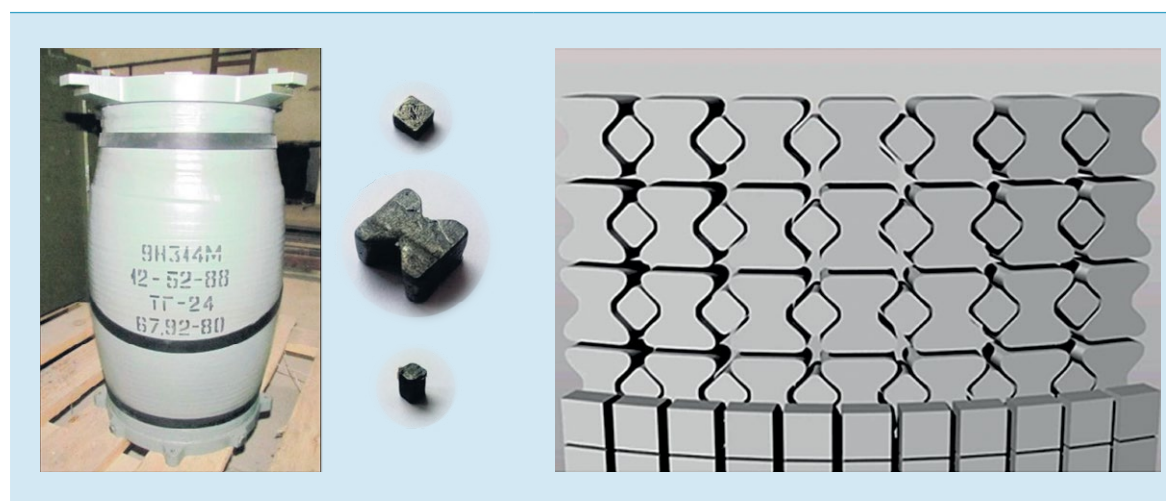
In de voorgaande paragrafen zijn lucht-luchtwapens en alle grond-luchtwapens zonder voorgevormde fragmentatiekop uitgesloten op basis van het aangetroffen schadepatroon, het letsel van drie bemanningsleden in de cockpit, de aangetroffen fragmenten en de verdeling van wrakstukken. In deze paragraaf gaat de analyse verder met het in kaart brengen van grond-luchtraketsystemen met voorgevormde fragmentatiekoppen die, mogelijk, in de regio aanwezig waren.

Er zijn rond de twintig soorten grond-luchtraketten gangbaar in de regio die in staat zijn een doelwit op een hoogte van 33.000 voet te bereiken. Al deze soorten gebruiken radargeleiding en zijn uitgerust met een fragmentatieraketkop. Drie systemen die mogelijk relevant zijn voor het onderzoek worden in Tabel 15 genoemd:

Systeemnaam	S-300	S-200	9K37
Raket (typisch)	5V55	5V28	9M38/9M38M1
Massa raketkop (kg)	130	220	70
Vorm en afmetingen van fragmenten (mm)	Kubus (5 x 5 x 5)	Mix van ronde kogels (9 en 12)	Mix van kubus (8 x 8 x 5 en 6 x 6 x 8,2) en vlinderdasvormig (13 x 13 x 8)

Tabel 15: Typische grond-luchtraketsystemen in de regio.

Opgemerkt wordt dat de vormen van de aangetroffen voorgevormde fragmenten in de wrakstukken en lichamen van bemanningsleden in de cockpit, vlinderdasvormig en vierkant, alleen voorkomen in de 9N314M-raketkop (zie figuur 56). De 9N314M-raketkop kan op de 9M38M1-raket worden bevestigd. Deze raketten worden gelanceerd vanaf een Buk grond-luchtraketsysteem (zie figuur 57).

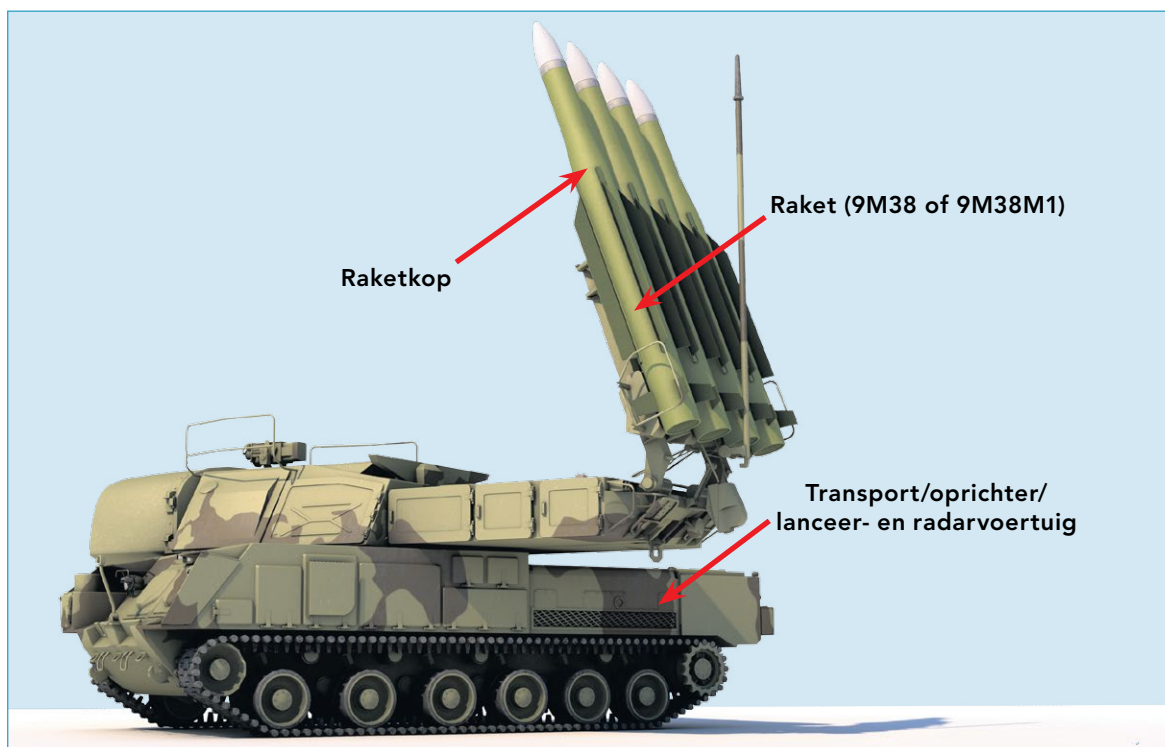


Figuur 56: Links: voorbeeld 9N314M-raketkop. (Bron: JSC Concern Almaz-Antey). Midden: van onder naar boven, vierkante, vlinderdas- en opvulfragmenten. (Bron: JSC Concern Almaz-Antey). Rechts: 3D-print van de rangschikking van de voorgevormde fragmenten. (Bron: AAIB). Opmerking: de modelnaam van de 9N314M-raketkop wordt in de linkerafbeelding in Cyrillisch schrift getoond, '9H314M'.

Het Buk grond-luchtwapensysteem komt in de regio voor en is het enige wapensysteem waarvan de raketten raketkoppen bevatten die, naast andere fragmenten, voorgevormde fragmenten in de vorm van een vlinderdas in de raketkop heeft.

De Buk is een mobiel wapensysteem voor de middellange afstand dat is uitgerust met semi-actieve radargeleide raketten. De codenaam hiervan in de Russische Federatie is 9K37 en de NAVO codenaam is SA-11. De Buk werd operationeel in 1979 en onderging sindsdien verscheidene modernisering. Het systeem is ontworpen in de voormalige Sovjet-Unie als een doorontwikkeling van zijn voorganger, het 2K12 Kub-raketsysteem (NAVO codenaam SA-6).

Volgens de fabrikant van het Buk grond-luchtwapensysteem, JSC Concern Almaz-Antey, kunnen de oudste (Kub) en de nieuwste versie (Buk serie M2) van het wapensysteem niet zijn gebruikt omdat deze niet met een 9N314M raketkop zijn uitgerust. Volgens het *Kyiv Research Institute for Forensic Expertise* van het Oekraïense Ministerie van Justitie kunnen zowel de 9M38 als de 9M38M1 raketten met de 9N314M raketkop worden uitgerust (zie tabel 16).



Figuur 57: Een typisch Buk grond-luchtraketsysteem. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Normaal gesproken opereert het systeem als een eenheid van meerdere voertuigen, bestaande uit:

- één doelzoekradar;
- één commandopost;
- verscheidene transport-/opricht-/lanceer- en radarvoertuigen;
- verscheidene transport-/opricht-/lanceer- en laadvoertuigen;
- technische, onderhouds- en overige ondersteuningsvoertuigen.

De doelzoekradar zoekt en detecteert doelwitten. Zodra het doelwit door de doelzoekradar is gedetecteerd, kan het doelwit door de vuurleidingsradar in het transport-/opricht-/lanceer- en radarvoertuig worden gedetecteerd en gevolgd. Is het doelwit eenmaal binnen bereik, dan kan vanaf dit voertuig een raket worden gelanceerd. Echter elk Buk transport-/opricht-/lanceer- en radarvoertuig is uitgerust met een eigen vuurleidingsradar, waardoor het voertuig zelfstandig een doelwit kan zoeken en aanvallen.

Raketkop	9N314M		
Raket	9M38	9M38M1	
Naam	Buk	Buk M1	Buk M1-2
Codenaam	9K37	9K37M	9K37M1-2
NAVO-code	SA-11	SA-11	SA-11
Jaar van introductie	1979	1983	1988

Tabel 16: Relevante combinaties van raket en raketkop op het Buk grond-luchtraketsysteem.

Werkingsprincipe Buk

- De raketten die door het Buk-systeem worden gebruikt, de 9M38 en 9M38M1, zijn allen ongeveer 5,55 meter lang, hebben een gewicht van ongeveer 700 kilogram en maken gebruik van semi-actieve systemen van automatische besturingsradar met proportioneel navigerende geleiding. Bij semi-actieve systemen van automatische besturingsradars verlicht de actieve opsporingsradar op de grond het doelwit met een straal radarenergie. De passieve radarzoeker in de neus van de raket spoort de radarenergie op die van het doelwit wordt gereflecteerd. Proportioneel navigerende geleidingssystemen gebruiken de doelopsporingsinformatie die wordt verkregen van de zoeker, om de raket direct naar het impactpunt met het doelwit te sturen. Als het doelwit niet uitwijkt of zijn snelheid verandert, volgt de raket een min of meer rechte lijn naar dit impactpunt.
- Met het Buk grond-luchtraketsysteem kunnen doelwitten tot een hoogte van 70.000 of 80.000 voet worden getroffen.
- De raketten van het Buk-systeem (de 9M38 en 9M38M1-raketten) zijn uitgerust met zowel een impact- als een nabijheidsontsteker. De impactontsteker detoneert de raketkop wanneer de raket het doelwit direct raakt. In de meeste gevallen echter, raakt de raket het doelwit niet direct, maar passeert deze het doelwit rakelings.

De raketten van het Buk-systeem (de 9M38 en 9M38M1-raketten) bevatten een fragmentatieraketkop van 70 kg, bestaande uit een kern van hoogexplosieve springstof en een springstofdetonator, omringd door lagen van voorgevormde fragmenten. De 9N314- en 9N314M-raketkoppes bestaan uit twee lagen voorgevormde fragmenten. De binnenste laag voorgevormde fragmenten in de 9N314M-raketkop bestaat uit vlinderdasvormige fragmenten, samen met vierkante 'vullingsfragmenten'. De buitenste laag bestaat uit grotere vierkante fragmenten (zie Figuur 56). Na detonatie versplintert de behuizing van de raketkop in onregelmatige stukken. Informatie over de voorgevormde fragmenten gebruikt in het Buk grond-luchtraketsysteem, geleverd door JSC Concern Almaz-Antey, wordt weergegeven in Tabel 17.

Term 9N314M

Gebaseerd op informatie van JSC Concern Almaz-Antey wordt in dit rapport de term 9N314M gebruikt voor een raketkop van 70 kg met vlinderdasvormige en vierkante fragmenten.

9N314M-raketkop	Vierkant	Vlinderdasvormig	Opvulling
Afmetingen (mm)	8 x 8 x 5	13 x 13 x 8	6 x 6 x 8,2
Massa (gram)	2,35	8,10	2,10
Aandeel in raketkop*	ongeveer de helft	ongeveer een kwart	ongeveer een kwart
Samenstelling	ongelegeerd staal	ongelegeerd staal	ongelegeerd staal

9N314-raketkop	Vierkant	Opvulling
Afmetingen (mm)	8 x 8 x 5	13 x 13 x 8
Massa (gram)	2,35	10,50
Aandeel in raketkop*	ongeveer driekwart	ongeveer een kwart
Samenstelling	ongelegeerd staal	ongelegeerd staal

* Inschatting gemaakt door de Onderzoeksraad.

Tabel 17: Voorgevormde fragmenten in raketkoppen die worden gebruikt door Buk grond-luchtraketsystemen.
(Bron: JSC Concern Almaz-Antey)

Het totaal aantal voorgevormde objecten in een 9N314M-raketkop is volgens de defensie-tak van de Russische Federatie, JSC Concern Almaz-Antey, tussen de 7000 en 8000.

Bevindingen

- De 9N314M-raketkop op de 9M38-serie raketten, zoals geïnstalleerd op het Buk grond-luchtraketsysteem, bevat voorgevormde vlinderdasvormige fragmenten, opvulfragmenten en vierkante fragmenten.
- Raketten gelanceerd met een Buk grond-luchtraketsysteem kunnen doelwitten bereiken tot een hoogte van 80.000 voet.

3.7 Oorzaak van de schade

In dit hoofdstuk worden de verschillende onderdelen van de analyse en de feitelijke informatie die eraan ten grondslag ligt, samengebracht om de bron van de fragmenten die het vliegtuig troffen om 13.20:03 (15.20:03 MET) te identificeren en te bevestigen.

De geluidspieken die zijn opgenomen op de *Cockpit Voice Recorder* zijn een duidelijke indicatie dat zich om 13.20:03 (15.20:03 MET) een hoogfrequent geluid bevond op een positie links boven de cockpit. Het feit dat de verschillende microfoons van de *Cockpit Voice Recorder* de geluidsgolf allemaal op een net iets ander moment hebben vastgelegd, gaf de bevestiging dat de geluidsgolf zich van links naar rechts verplaatste. Uit paragraaf 3.4.1 blijkt dat de geluidsgolf eerder was vastgelegd op de linkermicrofoon dan op de meest rechtse microfoon.

Het hoogfrequente geluid dat op de *Cockpit Voice Recorder* is opgenomen, is het geluid van een drukgolf samenhangend met een explosie.

De waargenomen schade aan de voorkant van de romp en het cockpitgebied van het vliegtuig duiden op meerdere inslagen van een groot aantal fragmenten van buiten het vliegtuig. De maximale dichtheid bedroeg meer dan 250 beschadigingen per vierkante meter. Er is ook enige schade waargenomen aan de voorrand van de motorgondel van de linkermotor en het linkervleugeluiteinde (zie hoofdstuk 2.12).

Er was tevens bewijs van putvorming en brandschade (roetvorming) vlakbij de buitenkant van de cockpitruiten aan de linkerkant. Deze delen van het wrak vertoonden restsporen van explosieven. Twee geborgen raampanelen vertoonden tekenen van blootstelling aan hitte. Naast de putvorming en brandschade vlakbij de buitenkant van de cockpitruiten aan de linkerkant, vertoonden sommige romppanelen aan de rechterkant van de romp tekenen dat ze waren vervormd door de effecten van een zeer hoge drukgolf (*blast*) (zie paragraaf 3.5.3).

Veel kleine fragmenten zijn gevonden in de lichamen van de drie bemanningsleden die zich ten tijde van de crash in de cockpit bevonden. Er zijn ook fragmenten gevonden in de wrakstukken van het vliegtuig. Drie fragmenten waren vervaardigd van ongelegeerd staal en hadden een opvallende vlinderdas- of blokvorm. Dergelijke fragmenten zijn in geen van de lichamen van de andere slachtoffers gevonden. Ook een fragment afkomstig uit de wrakstukken van de cockpit had deze opvallende vlinderdasvorm (zie hoofdstukken 2.13 en 2.16). Vlinderdasvormige fragmenten zijn aanwezig in de 9N314M-raketkop.

Het verloop van het tijdens de vlucht uiteenvallen van het vliegtuig duidt erop dat de cockpit werd losgeslagen direct na de detonatie van een raketkop.

Aan de hand van de vorm en oriëntatie van de beschadigingen, waaronder de perforatiegaten in de voorrand van de motorgondel en het vleugeluiteinde aan de linkerkant, werd een baanrichting bepaald. Uit de resultaten blijkt dat de banen van de doorboringschade samenkomen in één enkele bron links en boven de cockpit.

Bij de berging zijn vliegtuigvreemde objecten in de cockpit en het linkervleugeluiteinde aangetroffen. Deze objecten zijn onderzocht. De verfmonsters die als onderdeel van het strafrechtelijk onderzoek zijn genomen van de in de buurt van het wrak gevonden raketdelen, komen overeen met de verfmonsters die zijn genomen van deze vliegtuigvreemde objecten. Ondanks dat de monsters mogelijk waren achteruitgegaan of verontreinigd, werden op sommige vliegtuigwrakdelen en op het geborgen raketdeel restsporen van explosieven gevonden (bijvoorbeeld RDX). De resultaten werden overhandigd aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid (zie hoofdstukken 2.12 en 2.16).

Bevindingen

De combinatie van de opgenomen geluidsgolf, het aan het wrak waargenomen schadepatroon veroorzaakt door een drukgolf en de inslag van fragmenten, de vlinderdasvormige fragmenten die in de cockpit en in het lichaam van een van de bemanningsleden in de cockpit zijn gevonden, de verwondingen die de drie bemanningsleden in de cockpit hebben opgelopen, de analyse van het tijdens de vlucht uiteenvallen van het vliegtuig, de analyse van de gevonden resten explosief en verf evenals het formaat en de opvallende vlinderdasvorm van sommige fragmenten, concludeerde de Onderzoeksraad voor Veiligheid dat het vliegtuig is getroffen door een raketkop van het model 9N314M op een raket van de 9M38-serie, die is gelanceerd door een Buk grond-luchtraketsysteem.

3.8 Simulaties om de oorzaak van de schade vast te stellen

3.8.1 Inleiding

Uitgaande van de resultaten uit hoofdstuk 3.7 waaruit blijkt dat het vliegtuig werd getroffen door een raketkop, is een aantal simulaties uitgevoerd. Deze waren bedoeld ter onderbouwing van de bevindingen en ter berekening van het ruimtelijk volume van de detonatielocatie van de raketkop en van het mogelijke vliegp pad van de raket vanaf de grond tot detonatie. Simulaties uitgevoerd door drie partijen leverden resultaten op die consistent waren met de schade die op het wrak van het vliegtuig is waargenomen. Een studie die werd verstrekt door de Russische Federatie kende uitkomsten die niet consistent waren met de schade. Meer informatie hierover is opgenomen in Bijlage V bij dit rapport en in het rapport 'MH17-Onderzoeksverantwoording'.

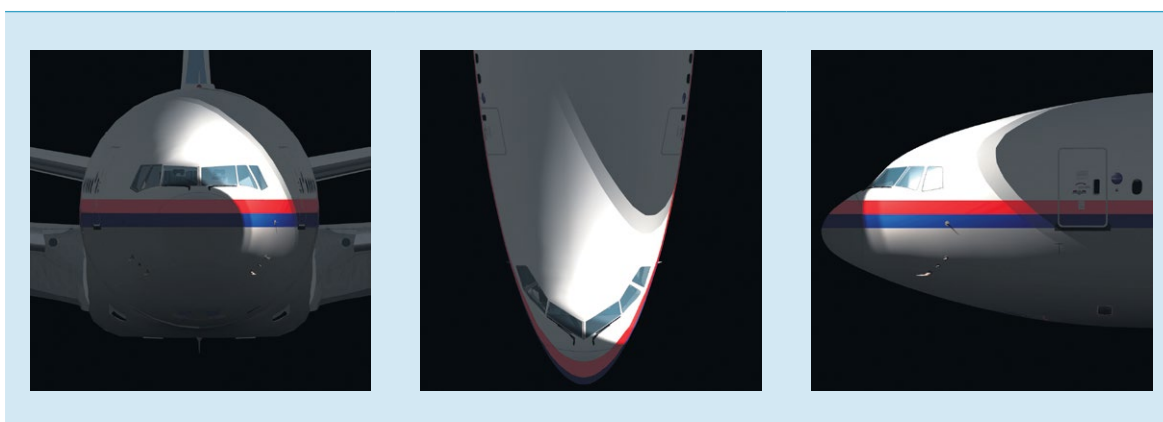
Het NLR voerde twee onderzoeken uit om te verifiëren dat de schade aan de wrakstukken het gevolg zou kunnen zijn van een 9N314M-raketkop. Deze onderzoeken waren een fragmentatievisualisatiemodel en een raketbaansimulatie. TNO maakte, onafhankelijk hiervan, gebruik van haar eindballistische simulatie om te verifiëren of de schade aan de wrakstukken het gevolg zou kunnen zijn van een 9N314M-raketkop. Als onderdeel van deze werkzaamheden werden alternatieve raketkopladingen en detonatieposities gesimuleerd. Naast bovenstaande werkzaamheden heeft TNO de drukgolfbelasting gesimuleerd die de detonatie van de raketkop op het vliegtuig uitoefende. Daartoe werd door TNO een *computational fluid dynamics* simulatie uitgevoerd. Meer informatie over deze simulaties is te vinden in Bijlagen X, Y en Z.

Het *Kyiv Research Institute for Forensic Expertise* van het Oekraïense ministerie van Justitie en militaire experts van het Oekraïense ministerie van Defensie hebben namens Oekraïne de resultaten verstrekt van de door hen uitgevoerde simulaties met betrekking tot de bron van de schade.

3.8.2 Fragmentatievisualisatiemodel

Met behulp van het primaire fragmentatiepatroon van de 9N314M-raketkop, de bekende snelheid van het vliegtuig en een driedimensionaal model van een Boeing 777, werd door het NLR een simulatiemodel geconstrueerd van de locatie en de begrenzingen van de schade aan de romp van de Boeing 777. Licht werd gebruikt om het deel van de vliegtuigromp te visualiseren dat werd blootgesteld aan de primaire fragmenten van de raketkop (zie Figuur 58). Dit fragmentatievisualisatiemodel werd gebruikt om de daadwerkelijke schade aan de cockpit door hoogenergetische deeltjes te vergelijken met de berekende fragmentverspreiding van de raketkop, in termen van detonatielocatie, begrenzingen van de inslagen en inslaghoek. Het volledige rapport is gepubliceerd als een van de online bijlagen op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (Bijlage X).

Het simulatiemodel resulteerde in een detonatielocatie van de raketkop links van en boven de cockpit waarbij de raket zich voortbewoog met een snelheid van ongeveer 700 meter per seconde (ongeveer 1.360 knopen of 2.520 kilometer per uur) in tegengestelde richting van de vliegrichting van het vliegtuig, en komende iets van onder en van rechts ten opzichte van de lengteas van het vliegtuig, gezien vanuit de cockpit.



Figuur 58: Verwacht schadepatroon van een raketkop van model 9N314M. De aangelichte gebieden laten zien waar schade werd verwacht. (Bron: NLR)

Uitgaande van het gemodelleerde detonatiepunt van de raketkop in combinatie met de laatst bekende locatie, snelheid en oriëntatie van het vliegtuig (zie paragraaf 3.4.1) kwam het fragmentatievisualisatiemodel overeen met de schade zoals die is waargenomen op de wrakstukken van het vliegtuig. De geschatte positie van de detonatie was 0,25 meter vóór de neus van het vliegtuig, 3 meter links van en 3,7 meter boven de punt van de neus.

De eindsnelheid van de raket op het moment van detonatie van de raketkop bedroeg ongeveer 700 meter per seconde. Dit duidt erop dat het punt van detonatie ruim onder de plafondhoogte van de raket plaatsvond.

Bevindingen

Uit de simulatie bleek dat de waargenomen schade en het gemodelleerde fragmentatiepatroon resulteerden in een geschatte detonatielocatie van de raketkop links van en boven de cockpit.

3.8.3 Simulatie raketkop

Uitgaande van de aanwezigheid van een raketkop van het model 9N314M met voorgevormde fragmenten heeft TNO gewerkt aan een analyse van de mogelijke trajecten van de hoogenergetische deeltjes die door deze raketkop zouden worden uitgestoten. Een samenvatting van dat werk wordt in deze paragraaf besproken. Het volledige rapport is gepubliceerd als een van de online bijlagen op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (Bijlage Y).

Er zijn verschillende simulatieruns uitgevoerd met drie verschillende raketkoppen, variërend in grootte, vorm en explosiekracht. In Tabel 18 staan de drie raketkoppen die in de simulatie zijn gebruikt.

Kenmerk	Ontwerp I	Ontwerp II	Ontwerp III
Aantal voorgevormde fragmenten	Niet bekend	1.825 vlinderdas 1.825 opvul 4.093 vierkant	1.870 vlinderdas 1.870 opvul 4.100 vierkant
Minimale uitwerphoek (graden)	72	76	68
Maximale uitwerphoek (graden)	109	112	126
Laagste fragmentsnelheid (m/s)	circa 1.700	circa 1.300	circa 1.110
Hoogste fragmentsnelheid (m/s)	circa 2.300	circa 2.520	circa 2.460

Tabel 18: Raketkopmodellen gebruikt door TNO in de eindballistische simulatie.

Bij de simulatie is rekening gehouden met het volgende: fragmentatieschade is afhankelijk van de afstand van een luchtvaartuig tot de raketkop, de oriëntatie van het luchtvaartuig ten opzichte van de wolk met fragmenten en hun inslagsnelheid. De inslagsnelheid wordt bepaald door de vectorsom van de snelheid van de raketkop, de uitwerpsnelheid van de fragmenten en de snelheid van het luchtvaartuig. Fragmenten ondervinden vertraging door de atmosfeer en bij het doorboren van de vliegtuigconstructie, waarbij zij kinetische energie verliezen bij elke volgende perforatie van materiaal.

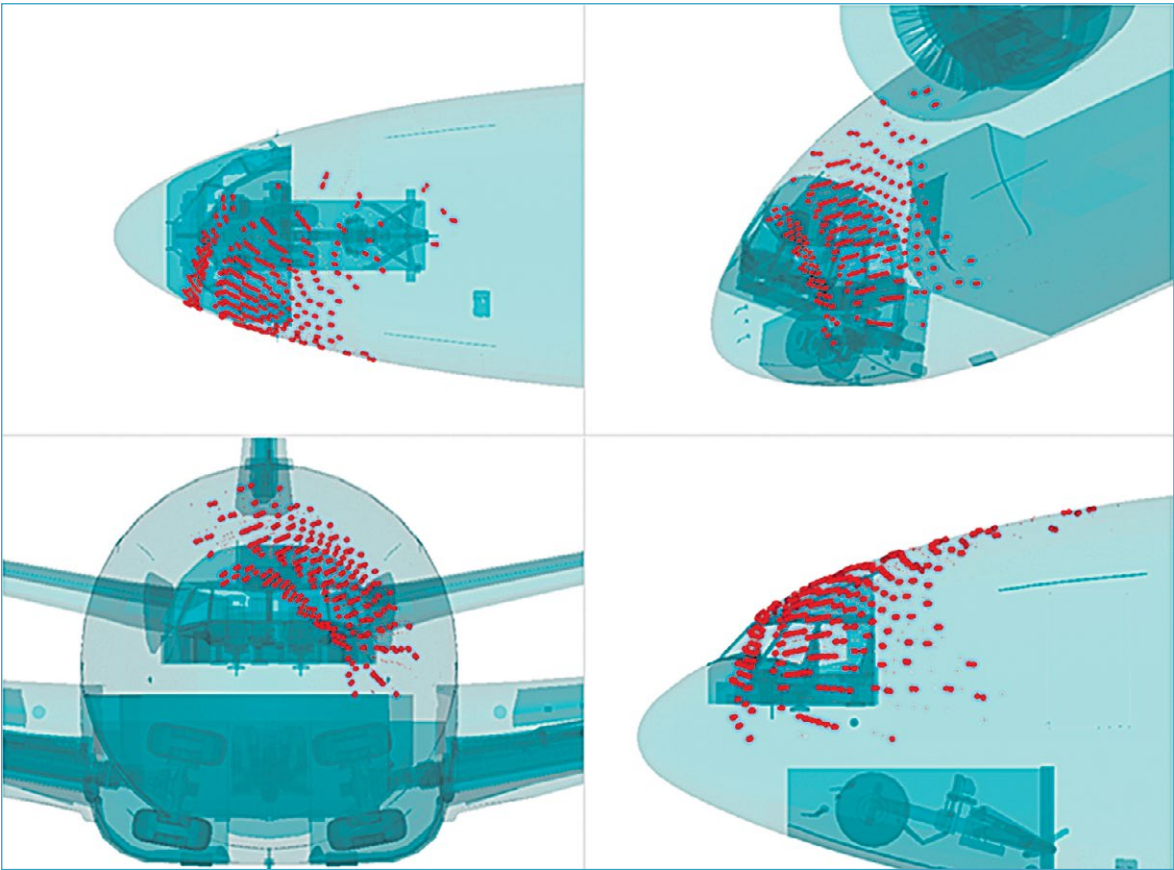
De raketkopsimulatie was bedoeld om het resultaat te kunnen vergelijken met de daadwerkelijke schade. Er zijn meerdere simulatieruns uitgevoerd waarbij gebruik is gemaakt van verschillende raketkop-karakteristieken (bijvoorbeeld massa en aantal van de voorgevormde fragmenten), naderingssnelheden en -hoeken van het wapen. Bij de vastgestelde detonatiepositie van de raketkop is rekening gehouden met de tijd tussen detonatie van de raketkop en de inslag van de fragmenten. De resultaten van de simulatie staan in Tabel 19.

Simulatie casus	Eindsnelheid wapen (m/s)	X-as (meters)	Y-as (meters)	Z-as (meters)	Azimuth (°)	Elevatie (°)
Model Ia	circa 600	-0,4	-3,5	3,7	-17	7
Model Ib	circa 600	-0,7	-2,0	3,5	-35	10
Model IIa	circa 600	0,0	-2,0	3,7	-30	15
Model IIb	730	0,0	-2,0	3,7	-27	10
Model IIIa	circa 600	0,5	-2,3	3,4	-27	10
Model IIIb	730	0,5	-2,3	3,5	-24	7
Model IIIc	730	1,4	-0,8	3,0	-72	22

Tabel 19: Resultaten simulatie TNO. Opmerking: De simulatie van raketkopmodel IIIc werd uitgevoerd met behulp van data die aan TNO werden verstrekt door JSC Concern Almaz-Antey.

De beste overeenkomst (groene band in Tabel 2) tussen de simulatie en de waargenomen schade aan het vliegtuig werd verkregen met een raketkop van 70 kg die met een snelheid van 730 meter per seconde links van het vliegtuig passeerde onder een hoek van 27 graden ten opzichte van de x-as van het vliegtuig en een neusstand omhoog van 10 graden (model IIb).

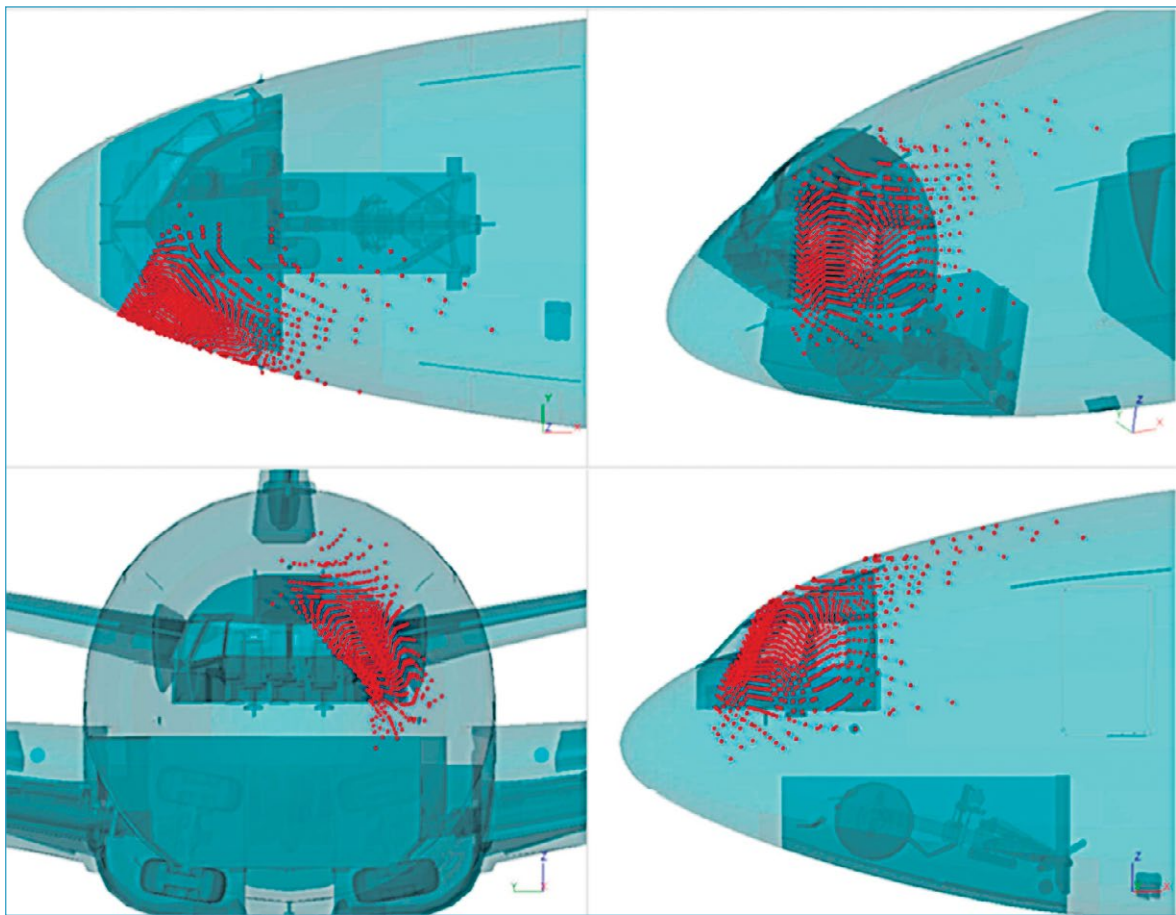
De resultaten van model IIb, het model dat het beste overeenkwam met de schade als beschreven in paragrafen 2.12.2.3 en 2.12.2.7, zijn in Figuur 59 gevisualiseerd.



Figuur 59: Weergave van het schadepatroon veroorzaakt door model IIb in het raketkopsimulatiemodel. (Bron: TNO)

Aan de hand van de berekeningen van TNO is geconcludeerd dat een raketkop van 70 kg op 0,0 meter vóór, 2,0 meter links van en 3,7 meter boven de neus van het vliegtuig detoneerde.

De simulatie van TNO liet ook zien dat er geen overeenkomst wordt verkregen tussen de schade die is waargenomen aan het vliegtuig en de gesimuleerde schadepatronen wanneer een kleinere en lichtere raketkop van 40 kg werd toegepast. Figuur 60 toont de gesimuleerde schadepatronen voor de set van simulaties met een raketkop van 40 kg die de waargenomen schade het dichtst benaderden. Dit patroon leverde een slechtere overeenkomst op dan die verkregen werd met een zwaardere raketkop (Model IIb).



Figuur 60: Weergave van het schadepatroon veroorzaakt door een raketkop van 40 kg in het raketkop-simulatiemodel. (Bron: TNO)

Bevinding

Simulatie liet zien dat een raketkop van 70 kg het beste overeenkwam met de waargenomen schade op het vliegtuig.

3.8.4 Oekraïens onderzoek

Aan de hand van de Oekraïense simulaties, uitgevoerd door het *Kyiv Research Institute for Forensic Expertise* van het Oekraïense Ministerie van Justitie en de militaire experts van het Oekraïense Ministerie van Defensie, is geconcludeerd dat de 9N314M-raketkop ongeveer 4 meter links van en boven de punt van de neus van het vliegtuig detoneerde.

3.8.5 Ruimtelijk volume waarbinnen de detonatiepositie zich bevond

De hierboven beschreven resultaten van de simulaties die zijn uitgevoerd door NLR, TNO en het *Kyiv Research Institute for Forensic Expertise* waren consistent met elkaar. De afstand vanaf de punt van de neus van het vliegtuig tot het punt waarop volgens deze onderzoeken de detonatie plaatsvond is weergegeven in Tabel 20.

	X-as (- = voor de neus)	Y-as (- = linkerzijde)	Z-as
TNO	0,0	-2,0	3,7
NLR	-0,25	-3,0	3,7
<i>Kyiv Research Institute for Forensic Expertise</i>	0,0	-4,0	4,0
JSC Concern Almaz-Antey (zie opmerking)	-0,40	-3,5	3,7

Tabel 20: Samenvatting detonatieposities (afstanden in meters). Opmerking: JSC Concern Almaz-Antey gebruikte data die TNO aanvankelijk had berekend en die was opgenomen in de versie van het rapport die in juni 2015 voor inzagecommentaar was verzonden aan de Annex 13 partners. Als onderdeel van die inzage heeft TNO zijn berekende positie geactualiseerd naar hetgeen in de tabel is weergegeven. De Russische Federatie verstrekke deze data aan de Onderzoeksraad zonder te bevestigen dat een 9N314M-raketkop bevestigd op een raket van de 9M38-serie en afgevuurd vanaf een Buk grond-luchtraketsysteem de crash heeft veroorzaakt.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft rekening gehouden met onzekerheden in de modellen door, in plaats van één punt in de ruimte, een ruimtelijk volume te definiëren dat de resultaten van de verschillende simulaties omsluit. Het ruimtelijk volume van de detonatieposities van de raketkop dat in Figuur 61 wordt getoond is kleiner dan één kubieke meter, en bevindt zich op ongeveer 4 meter boven de punt van de neus van het vliegtuig aan de linkerzijde van de cockpit.



Figuur 61: Vereenvoudigde weergave van het ruimtelijk volume van de detonatielocatie volgens drie onafhankelijke simulaties. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Bevinding

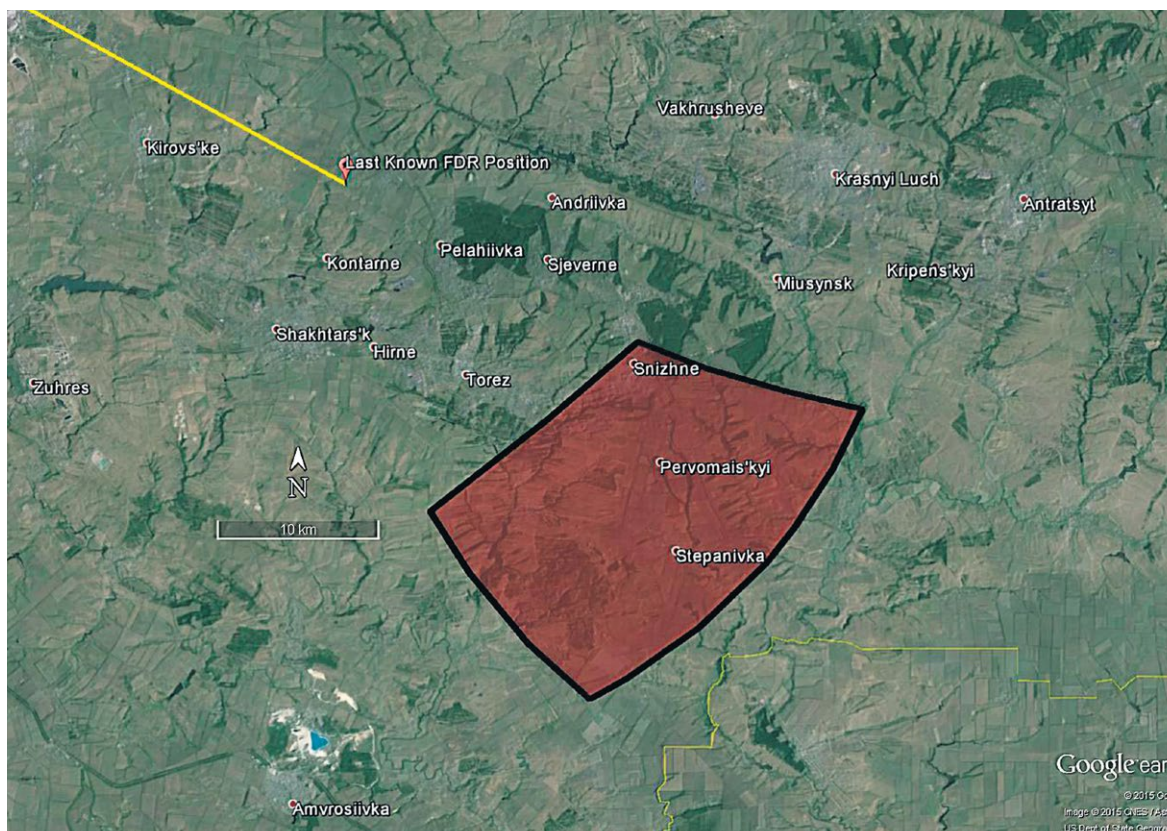
De uitgevoerde simulaties lieten zien dat de locatie van de explosie van een 9N314M raketkop zich bevond binnen een ruimtelijk volume dat kleiner is dan één kubieke meter, ongeveer vier meter boven de punt van de neus van het vliegtuig aan de linkerzijde van de cockpit.

3.8.6 Simulatie van het vliegpad van de raket

Het onderzoek naar de detonatie van de raketkop bevatte raketbaansimulaties die ook de mogelijke vliegpaden van het wapen omvatten. Het NLR, Oekraïne, en JSC Concern Almaz-Antey hebben simulaties uitgevoerd om het vliegpad van de raket te berekenen, gebaseerd op de detonatieposities zoals beschreven in paragraaf 3.8.5. Deze simulaties worden hieronder beschreven, te beginnen met het werk van het NLR.

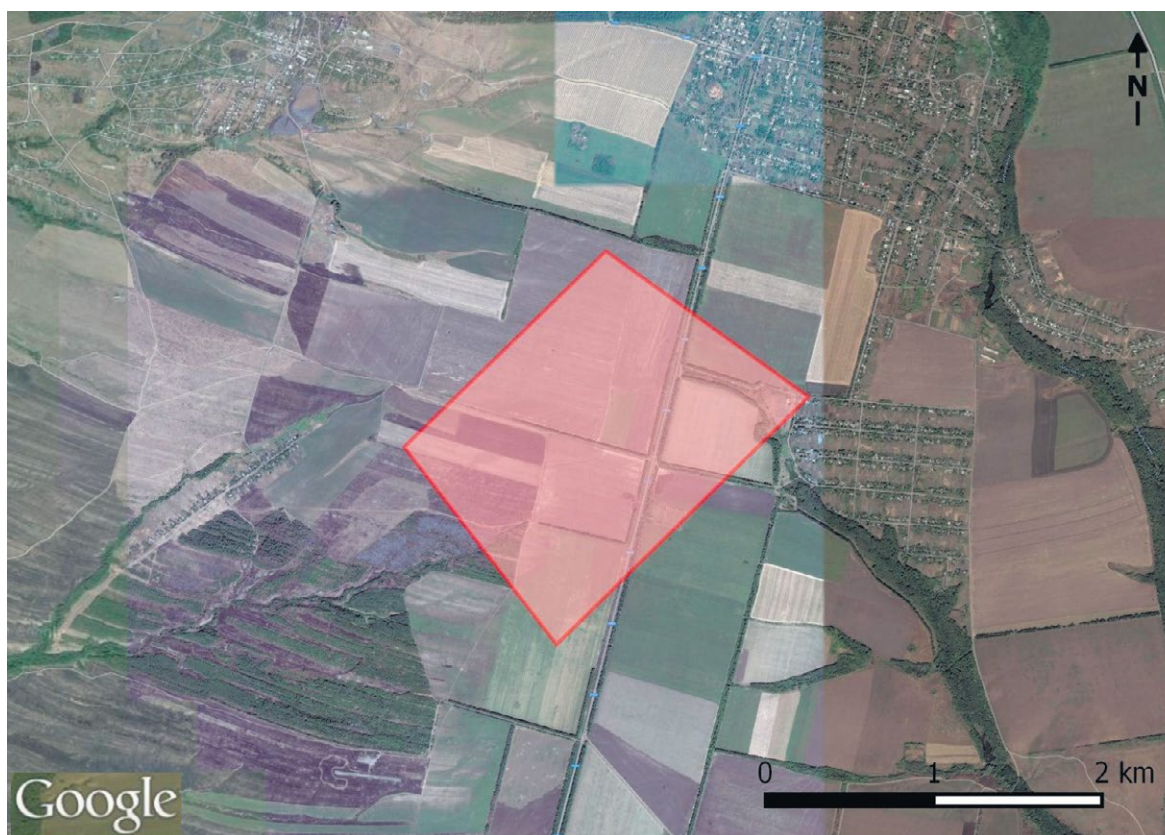
Met behulp van een dataset die de kenmerken simuleerde van zowel de Boeing 777 als een raket van de 9M38-serie uitgerust met een 9N314M-raketkop, zijn raketbaansimulaties uitgevoerd om de mogelijke vliegpaden van de raket te bepalen vanaf het ruimtelijk volume van de detonatielocaties terug naar de grond. Onafhankelijk van het type lanceerplatform werden verscheidene raketlancerings gesimuleerd, verspreid over een raster op de grond. Per rasterlocatie werd de horizontale en verticale lanceerhoek van de raket gevarieerd. Bij deze simulaties is rekening gehouden met een aantal onzekerheden. Deze onzekerheden hadden onder andere betrekking op de wapenprestaties en -geleiding, oriëntatiehoeken en lichtsnelheden. Hierdoor konden de mogelijke vliegpaden worden berekend die overeenkwamen met de eindsituatie die hoorde bij de detonatielocatie binnen het ruimtelijk volume.

Alle mogelijke punten van waaruit deze vliegpaden zouden kunnen zijn aangevangen, zijn weergegeven in Figuur 62. Indien het wapen zou zijn gelanceerd vanaf een locatie buiten het berekende gebied van ongeveer 320 vierkante kilometer, zou een 9N314M raketkop op een raket van de 9M38-serie zoals geïnstalleerd op het Buk grond-luchtraketsysteem niet de schade hebben kunnen veroorzaken die is aangetroffen op het vliegtuig.



Figuur 62: Visualisatie van de resultaten van de raketbaansimulatie door het NLR. (Bron: NLR)

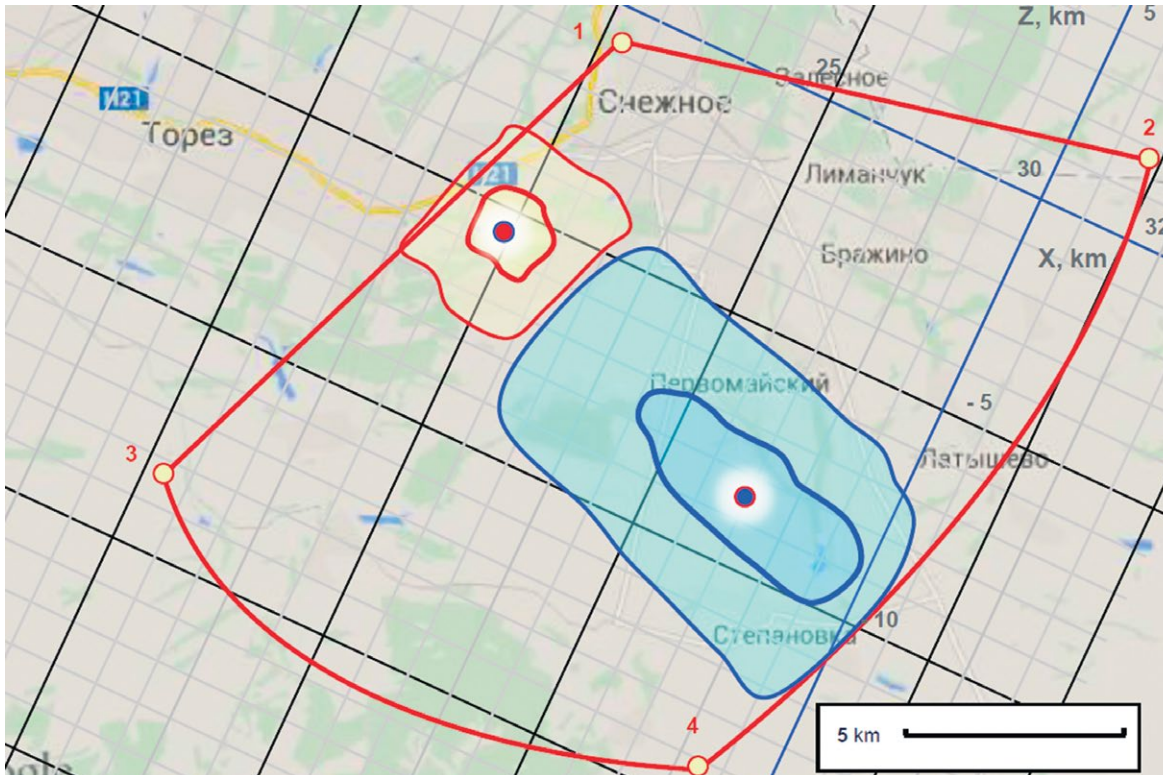
In een simulatie uitgevoerd door het *Kyiv Research Institute for Forensic Expertise* werd een gebied berekend van 4 vierkante kilometer, waarbij gebruik werd gemaakt van gegevens van de 9M38M1 raket en de 9N314M raketkop. Dit is weergegeven in Figuur 63.



Figuur 63: Visualisatie van de resultaten van de raketbaansimulatie door het *Kyiv Research Institute for Forensic Expertise*. (Bron: *Kyiv Research Institute for Forensic Expertise*)

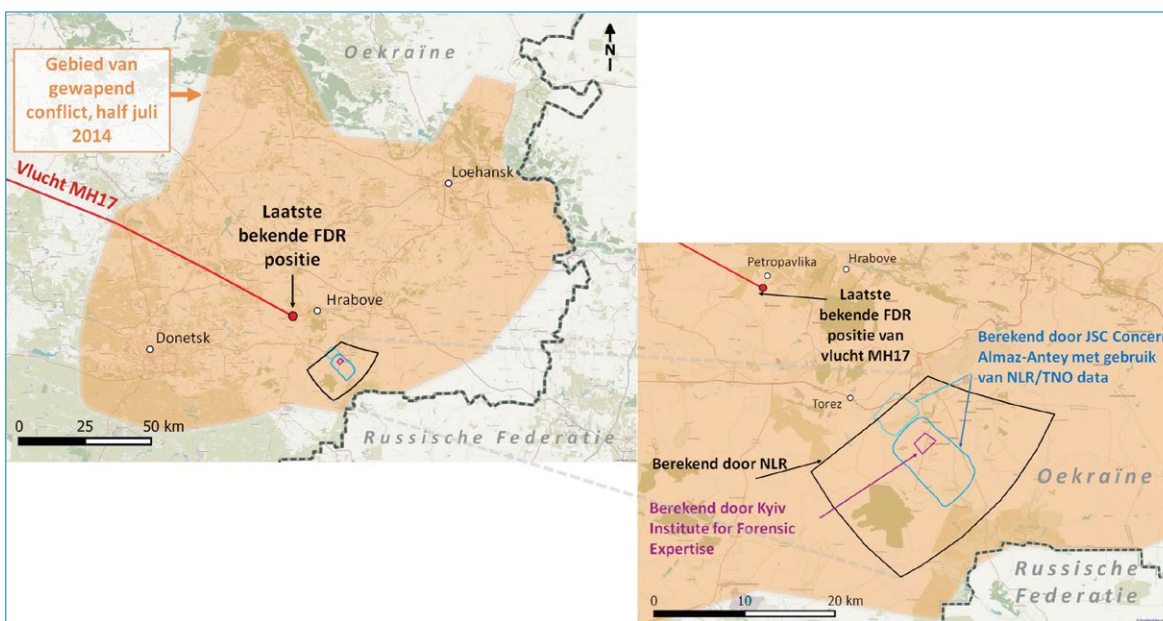
JCS Concern Almaz-Antey heeft een simulatie uitgevoerd van de effecten die van dit wapen kunnen worden verwacht, op basis van door TNO berekende detonatiedata die was opgenomen in de conceptversie van dit rapport. Dit gebeurde zonder te bevestigen dat een 9N314M-raketkop bevestigd op een raket van de 9M38-serie en afgevuurd vanaf een Buk grond-luchtraketsysteem de crash heeft veroorzaakt. Het materiaal dat door JCS Concern Almaz-Antey werd verstrekt is in het onderzoek gebruikt als een validatie van de modellen die door het NLR en het *Kyiv Research Institute for Forensic Expertise* zijn gebruikt.

Er werden resultaten verstrekt van gelijksoortige berekeningen: een voor een raketkop gelanceerd op een 9M38-raket en een voor dezelfde raketkop gelanceerd op een 9M38M1-raket. De berekeningen leverden twee gebieden op, van respectievelijk ongeveer 20 en 63 vierkante kilometer. De gebieden berekend door JCS Concern Almaz-Antey (zie Figuur 64) zijn consistent met de resultaten van de berekeningen door het NLR en het *Kyiv Research Institute for Forensic Expertise*.



Figuur 64: Visualisatie van de resultaten van de raketbaansimulatie door JSC Concern Almaz-Antey. De rode lijn, met nummers 1 t/m 4, duidt het gebied aan dat aanvankelijk door de raketbaansimulatie van het NLR was aangewezen; dit gebied is sindsdien geactualiseerd. (Bron: JSC Concern Almaz-Antey)

De resultaten van de drie sets simulaties worden getoond in een combinatieschets (zie Figuur 65) van de berekende gebieden van waaruit een raketkop van het model 9N314M op een raket van de 9M38-serie zoals geïnstalleerd op het Buk grond-luchtraketsysteem de detonatielocatie van de raketkop binnen het ruimtelijk volume dichtbij vlucht MH17 zou kunnen hebben bereikt, en de waargenomen schade zou kunnen hebben veroorzaakt.



Figuur 65: Combinatieschets van de berekende gebieden. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Hoewel de resultaten van de drie onderzoeken alle een vergelijkbaar geografisch gebied aanwijzen, is verder forensisch onderzoek vereist. Dergelijke werkzaamheden vallen buiten het mandaat van de Onderzoeksraad voor Veiligheid, op grond van zowel Annex 13 als de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid.

Bevindingen

- Het gebied waarbinnen de mogelijke vliegpaden van een 9N314M raketkop op een raket van de 9M38-serie zoals geïnstalleerd op het Buk grond-luchtraketsysteem zouden kunnen zijn aangevangen, beslaat ongeveer 320 vierkante kilometer in het oosten van Oekraïne.
- Nader forensisch onderzoek is noodzakelijk om de lanceerlocatie vast te stellen. Dit werk valt buiten het mandaat van de Onderzoeksraad voor Veiligheid, zowel op grond van Annex 13 als op grond van de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid.

3.9 Schade door drukgolven

De gevolgen van de detonatie van de raketkop werden geanalyseerd door de waargenomen schade op geborgen delen van het vliegtuig en de drukontwikkeling van drukgolven bij een aantal specifieke punten op de contour van het vliegtuig te onderzoeken. Hiertoe werd gebruik gemaakt van een zogenaamde *computational fluid dynamics*-simulatie (CFD-simulatie) voor het verkrijgen van een hoogwaardige kwantitatieve beschrijving van de drukbelasting. De CFD-simulatie houdt rekening met de hoogte, de eigenschappen van de 9N314M-raketkop, de snelheid van het vliegtuig, de snelheid van de raketkop en de vorm van het vliegtuig. De positie en oriëntatie van de ontploffende raketkop ten opzichte van het vliegtuig werd overgenomen uit paragraaf 3.8.3, model IIb.

Schade door een drukgolf is sterk afhankelijk van de afstand tot de raketkop, de oriëntatie van het geraakte gedeelte van het vliegtuig (resultierend in een directe of gereflecteerde drukgolf) en de snelheid van het vliegtuig. Drukgolven hebben de volgende effecten op de vliegtuigstructuren, in volgorde van toenemende intensiteit:

- Compressie van wandpanelen tussen frames en verstijvers waarbij de huid niet scheurt en frames en verstijvers niet vervormen. Dit staat bekend als 'dishing' (indeuking);
- Vervorming van frames en verstijvers en loslaten van huidpanelen, en
- Scheuren in wandpanelen en verstijvers.

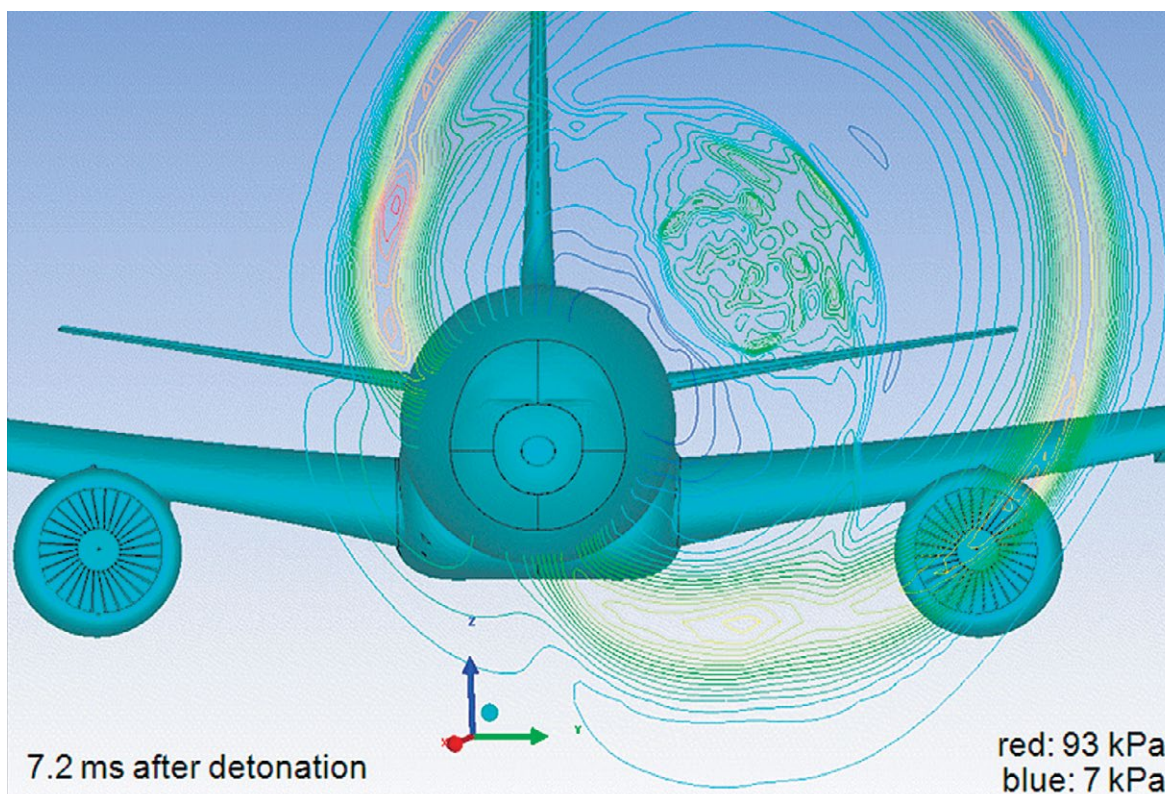
Schade door drukgolven kan worden gemaskeerd door perforatieschade, schade veroorzaakt door het uiteenvallen van het vliegtuig en het neerkomen op de grond. Van alle typische vormen van drukgolfschade is 'dishing' - in deze situatie - het eenvoudigst visueel te herkennen. Het indeuken van huidplaten kan ook worden veroorzaakt door verbuiging van vliegtuigonderdelen tijdens het uiteenvallen en het neerkomen op de grond. Op de wrakstukken werden verschillende indeukingen aangetroffen die niet met voldoende zekerheid in verband konden worden gebracht met 'dishing'.

Het cockpitgedeelte vertoonde een aanzienlijk aantal beschadigingen die duiden op schade door drukgolven. Het paneel onder de linker cockpitruit is beschadigd door putvorming en vertoonde roetsporen (zie paragraaf 2.12.2.7). De schade door putvorming is lokaal en wordt beschouwd als het gevolg van de inslag van hete deeltjes van een raketkop die dichtbij detoneert en van de daaropvolgende drukgolf. Een andere bewijs voor het optreden van een drukgolf vormt de verkleuring van de twee delen van de linker cockpitruiten die werden geborgen. Door de blootstelling hiervan aan lucht en hitte is de kunststof mat geworden en niet langer doorzichtig.

Drukgolven breiden zich na detonatie van een raketkop in eerste instantie sferisch uit. Drukgolven kunnen echter rondom obstakels stromen en ook schade achter een obstakel veroorzaken. Hierdoor kan het zijn dat schade door drukgolven aan de rechterkant van het vliegtuig ontstaat na detonatie aan de linkerkant. Zoals afgebeeld in Figuur 51 werd schade als gevolg van drukgolven waargenomen, vóór STA230 aan de rechterzijde op de romphuid. De romphuid ter hoogte van STA230 markeerde de grens van het door drukgolven beschadigde gebied. Het onderste deel van deze rompsectie was sterk vervormd, waarschijnlijk als gevolg van het uiteenvallen van het vliegtuig en het neerkomen op de grond.

Het vloerdeel links van en onder de stoel van de gezagvoerder werd geborgen, samen met een deel van het besturingsmechanisme aan die kant. Het vertoonde veel gaten en toonde ook duidelijk aanwijzingen van de gevolgen van een explosie, wat erop duidt dat dit gebied zich dichtbij het detonatiepunt bevond.

Zodra de onder druk staande romp van het vliegtuig werd aangetast door de inslag en perforatie van hoogenergetische deeltjes ging de druk in de cabine verloren vanwege het grote aantal gaten in het vliegtuig.



Figuur 66: Voorbeeld van een drukgolfsimulatie met een drukgolf rondom de romp, 7,2 milliseconde na detonatie. (Bron: TNO)

Berekeningen laten zien hoe de piekdruk afneemt met het toenemen van de afstand. De drukgolven die volgden op de detonatie van de raketkop vormden een gebied met zeer hoge druk naast de cockpit met een maximumwaarde van ongeveer 5.000 kilopascal. Als grenswaarde voor het ontstaan van de lichtste vorm van drukgolfschade aan de vliegtuigstructuur werd 75 kilopascal gesteld. Op een afstand van 12,5 meter vanaf de neus van het vliegtuig daalt de druk tot onder 75 kilopascal. De druk bleef dalen tot het effect van de drukgolven verwaarloosbaar werd op ongeveer 35 meter vanaf de neus van het vliegtuig.

De schade aan de geborgen wrakstukken kwam overeen met de voorspellingen op basis van de drukgolfsimulatie.

Bevindingen

- Bij de simulatie van de drukgolf die optrad na detonatie van de 9N314M-raketkop vormde zich een gebied met zeer hoge druk naast de cockpit met een maximumwaarde van ongeveer 5.000 kilopascal.
- Druk veroorzaakt schade bij waarden boven 75 kilopascal. Dergelijke schade kon alleen maar worden veroorzaakt binnen 12,5 meter langs de romp vanaf het detonatiepunt.
- De schade van de geborgen wrakstukken kwam overeen met de voorspellingen van de simulatie van de drukgolven, veroorzaakt door detonatie van een raketkop.

3.10 Samenvatting van de simulatieresultaten over de oorzaken van de crash

In hoofdstuk 3.7 concludeerde de Onderzoeksraad voor Veiligheid dat het vliegtuig is getroffen door een raketkop van het model 9N314M op een raket van de 9M38-serie, die is gelanceerd door een Buk grond-luchtraketsysteem op basis van de combinatie van bevindingen van de opgenomen geluidsgolf, het aan het wrak waargenomen schade-patroon veroorzaakt door een drukgolf en de inslag van fragmenten, de vlinderdasvormige fragmenten die in de cockpit en in het lichaam van een van de bemanningsleden in de cockpit zijn gevonden, de verwondingen die de drie bemanningsleden in de cockpit hebben opgelopen, de analyse van het tijdens de vlucht uiteenvallen van het vliegtuig, de analyse van de gevonden resten explosief en verf evenals het formaat en de opvallende vlinderdasvorm van sommige fragmenten.

Een aantal simulaties werden uitgevoerd om deze bevindingen te onderbouwen. In deze simulaties zijn de specificaties gebruikt zoals in hoofdstuk 3.6 beschreven. Deze simulaties leidden tot de volgende bevindingen:

Bevindingen

- Simulaties toonden aan dat de waargenomen schade en het gemodelleerde fragmentatiepatroon resulteerde in een detonatielocatie van de raketkop links van en boven de cockpit.
- Simulaties gaven aan dat de detonatie van een 70 kg raketkop het beste overeenkwam met de waargenomen schade op de wrakstukken van het vliegtuig.
- De uitgevoerde simulaties gaven aan dat de detonatielocatie van een 9N314M raketkop in een ruimtelijk volume van minder dan één kubieke meter lag boven de neus van het vliegtuig en aan de linkerzijde van de cockpit.
- De schade aan de geborgen wrakstukken kwam overeen met de voorspellingen van de simulatie van de drukgolven, veroorzaakt door detonatie van een 70 kg raketkop.

Bovenstaande bevindingen komen overeen met de conclusie van de Onderzoeksraad voor Veiligheid dat vlucht MH17 werd getroffen door een 9N314M raketkop op een raket van de 9M38-serie, die is gelanceerd door een Buk grond-luchtraketsysteem.

3.11 Het tijdens de vlucht uiteenvallen van het vliegtuig en de gevolgen daarvan

3.11.1 Inleiding

Als onderdeel van de bezwijkingsanalyse werden de structurele breuken van de wrakstukken onderzocht. Het doel van deze analyse was om vast te stellen of er sprake was van reeds aanwezige schade die het tijdens de vlucht uiteenvallen van het vliegtuig heeft veroorzaakt of hieraan heeft bijgedragen. Hierbij is gekeken naar mogelijke metaal-

moeheid, mechanische schade, corrosie en reparaties. Een secundaire doelstelling was om te bepalen in welk deel van het vliegtuig de bezwijking werd geïnitieerd. Zie Bijlage L voor beschrijvingen van de bezwijkingstypen aangetroffen op de wrakstukken.

Er is onderzoek verricht naar de structurele breuken op specifieke locaties, namelijk de grenzen tussen de vier hoofddelen van de vliegtuigconstructie die zijn geborgen:

- cockpit en voorste deel van de romp;
- middendeel van de romp;
- achterste deel van de romp;
- staartdeel.

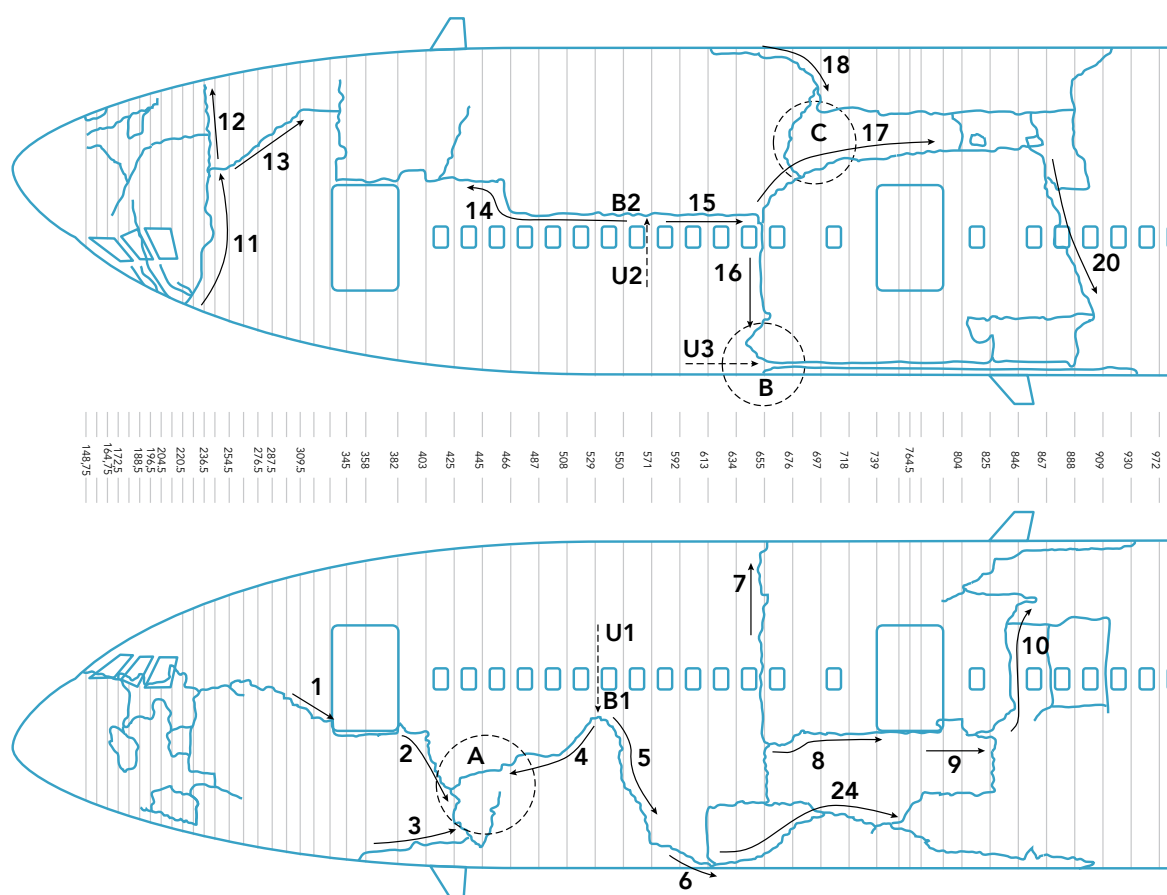
De bezwijkingsanalyse beperkte zich tot de geborgen wrakstukken.

3.11.2 Scheiding van de cockpit en voorste deel van de romp met het middendeel van de romp

De cockpit en het voorste deel van de romp werden nabij STA888 gescheiden van het middendeel van de romp. De breuken in de cockpit en het voorste deel van de romp werden onderzocht omdat deze breuken wezen op het startpunt van het uiteenvallen.

In het cockpitgebied (dat wil zeggen voorwaarts vanaf STA236.5) waren meerdere gaten aanwezig. De linkerzijde van de cockpit was in kleine stukken gebroken. Het is daarom waarschijnlijk dat de gaten het beginpunt zijn geweest van de scheuren. Door de aanwezigheid van deze gaten konden de breuken in het cockpitgebied niet worden geanalyseerd.

De andere hoofdbreuken in het voorste deel van de romp worden getoond in Figuur 67. Deze breuken zijn genummerd (1 tot en met 20).



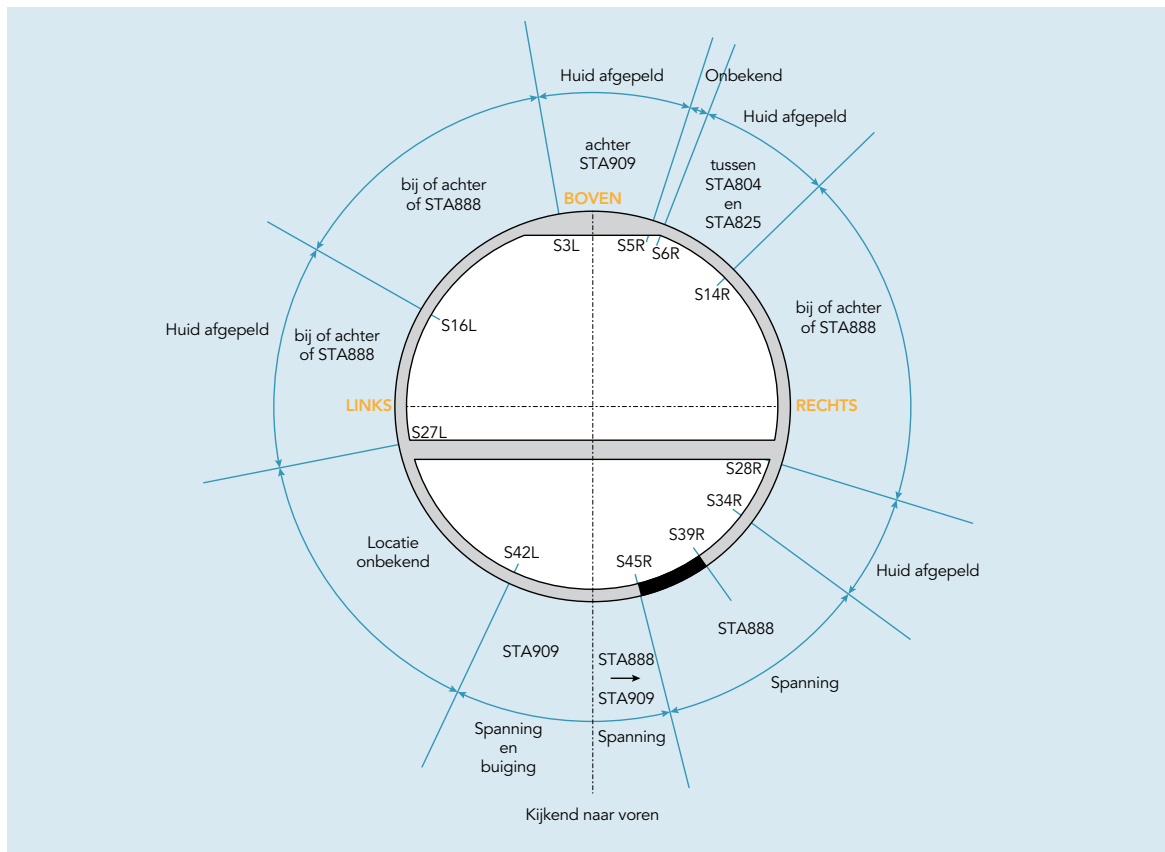
Figuur 67: Zicht op linkerkant (onder) en rechterkant (boven) van voorste rompdeel, met hoofdbreuklijnen en richtingen van breukvoortplanting. De pijlen geven de voortplantingsrichting weer. Het ontbreken van een pijl naast (een deel van) een breuk geeft aan dat de voortplantingsrichting niet kon worden vastgesteld. Framelocaties zijn aangegeven met STA-nummers. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Het meest waarschijnlijke verloop van het tijdens de vlucht uiteenvallen van de cockpit en voorste deel van de romp is als volgt:

Brek 11 en 12 langs STA236.5 kunnen in verband worden gebracht met de eerste directe drukgolf, vanwege hun nabijheid bij de cockpit en de initiële locatie van de drukgolf. De horizontale breuken op het niveau van de passagiersvloer die naar achteren lopen (breuk 1, 2 en 13) veroorzaakten een scheiding van de bovenkant van het lagere deel van het voorste deel van de romp met de cockpit. De rondlopende breuken bij STA655 (breuk 7, 16 en 18) duiden op een volledige afscheiding van het rompdeel ervoor.

De breuken in het bovenste deel bij STA655 (breuk 7 en 16), die zich naar boven verspreiden, duiden op een opwaarts buigingsmoment op de voorste delen bovenaan en een afscheiding van de bovenste delen in bovenwaartse richting. De breuken in het onderste deel bij STA655 (breuk 18) en aan de linkerkant tussen STA529 en STA613 (breuk 5 en 6), die zich naar beneden verspreiden, duiden op een neerwaarts buigingsmoment op het deel onder de passagiersvloer en cockpit en een afscheiding van deze delen in neerwaartse richting.

Na deze scheiding ontwikkelden verschillende breuken, zich verspreidend naar achteren in de lengterichting van het rompdeel lopend vanaf STA655 tot STA888/909 (breuk 8, 9, 17, 19 en 24), waardoor een radiale opening ontstond en lokaal de huid van de langsspananten en frames werd losgetrokken. De andere breuken tussen STA655 en STA888/909 waren verklaarbaar met de radiale opening van de romp als gevolg van aerodynamische krachten. Tot slot is dit rompdeel gescheiden van het middendeel van de romp erachter tussen STA888 en STA930, zie Figuur 68.



Figuur 68: Waargenomen positie van breuk bij STA888/909 en type belasting van de breuk bij STA888/909. Alleen tussen langsspananten 45R en 39R sluiten delen van het voorste deel en het middendeel van de romp op elkaar aan. De dikke lijn in de figuur geeft deze locatie aan. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

3.11.3 Scheiding van het achterste deel van de romp van het middendeel van de romp

Het achterste deel van de romp werd nabij STA1546 gescheiden van het middendeel van de romp. Deze locatie valt samen met het achterste deurframe van de passagiersdeuren 3L en 3R. De radiale breuken tussen het middendeel en het achterste deel van de romp zijn consistent met trek- en buigbelasting. Een groot huidpaneel op de linkerbovenzijde van de romp, zich uitstrekkend vanaf halverwege het compartiment van het hoofdlandingsgestel voor de deuren 3L en 3R tot ongeveer 1,5 meter achter de deuren 3L en 3R, werd gevonden op dezelfde locatie als de delen van het achterdeel van de romp (op wrakstuklocatie 4). Dit deel is waarschijnlijk kort voordat het achterste deel van de romp afbrak gescheiden. Aangezien dit deel werd gescheiden, werd het deel bij de deuren zwakker.



Figuur 69: Voorbeeld van breuk als gevolg van overmatige trekspanning bij passagiersdeuren 3L en 3R. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Het verzwakte rompdeel brak vervolgens en het achterste deel brak af.

3.11.4 Scheiding van het staartdeel met het achterste deel van de romp

Het staartdeel werd ongeveer bij STA2174 afgescheiden van het achterste deel van de romp. Alle hier onderzochte breuken lieten tekenen van verbuiging uit het vlak zien, in de meeste gevallen in combinatie met trekbelasting.



Figuur 70: Linker scheidingsbreuk tussen achterste deel van de romp en het staartdeel. Scheiding bij onregelmatige breuk aangegeven met zwarte lijn. De verticale doorsnijding door de linkerletter M is aangebracht voor transportdoeleinden. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

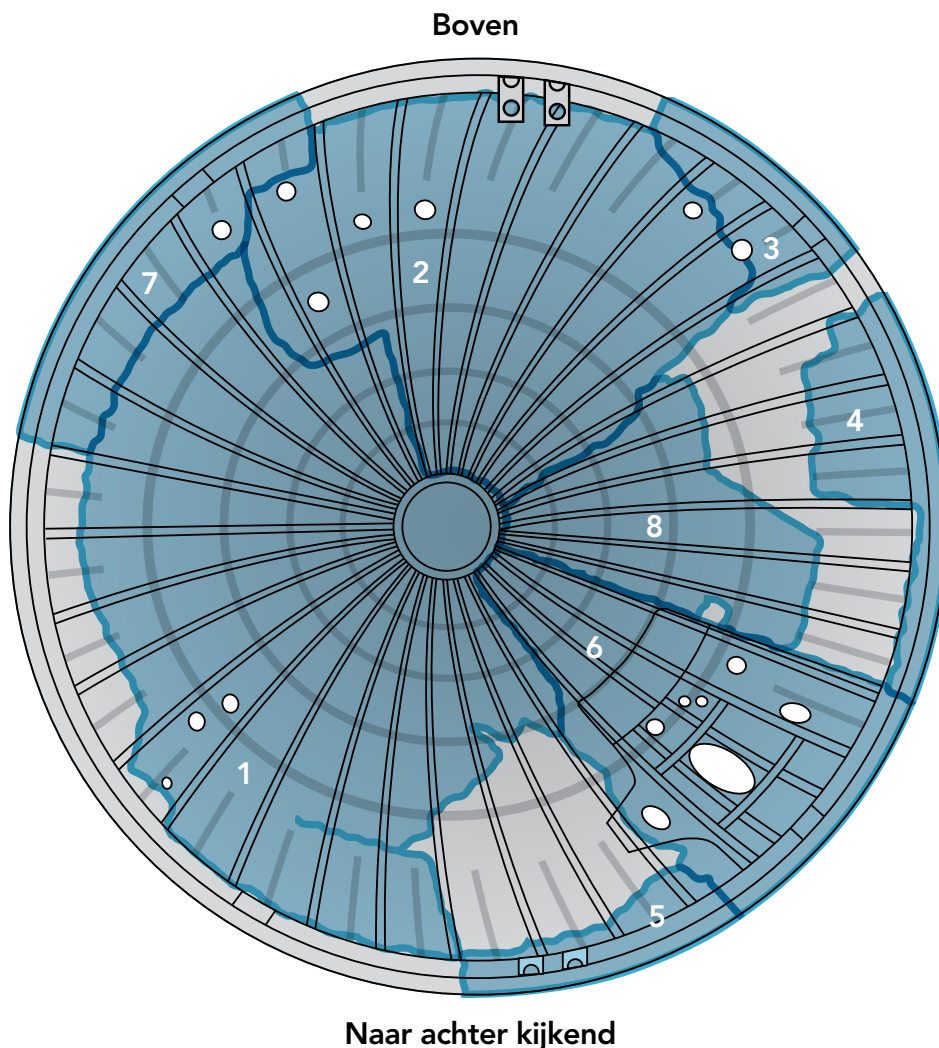
3.11.5 Breuken op specifieke plaatsen

Ook zijn breuken van een aantal specifieke delen onderzocht.

Achterste drukschot

Het koepelvormige achterste drukschot was in stukken gebroken en ernstig vervormd. Figuur 71 toont de breuken in de koepel en de delen die zijn geborgen, dat wil zeggen hoofddelen met een duidelijke intersectie met het middendeel van de koepel (de delen genummerd 1, 2, 6 en 8) en vier kleinere stukken die met de rompstructuur waren verbonden (de delen genummerd 3, 4, 5 en 7).

De breuken in rondlopende richting volgden de intersectie met de romp of met de scheurstroken. Deze breuken komen voornamelijk overeen met een breuk als gevolg van overmatige trekspanning in de netto-sectie. Bovendien werden rondlopende breuken waargenomen op de verbinding met het middendeel van de koepel. Deze breuken kwamen ook overeen met overspanningsbreuken als gevolg van combinaties van spanning en verbuiging uit het vlak. Waargenomen breuken in radiale richting kwamen ook overeen met breuken als gevolg van overmatige trekspanning. Deze breuken volgen de rij bevestigingsmiddelen onder de radiale verstijvers.



Figuur 71: Breuken in het achterste drukschot. Naar achter kijkend. De delen die beschikbaar waren voor onderzoek zijn genummerd van 1 tot en met 8. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De breuken die zijn waargenomen in het drukschot zijn consistent met overmatige trekspanning, veroorzaakt door een drukverschil of een uiteenvallende rompstructuur waar een relatief flexibele dunwandige koepel uiteen wordt getrokken door de rompstructuur eromheen.

Er zijn geen indicaties van plotseling bezwijken door overmatige druk op het achterste drukschot.

Het waargenomen schadepatroon gaf aan dat het zeer waarschijnlijk is dat het drukschot uit elkaar is getrokken door het opbreken van de romp.

Vrachtdeuren

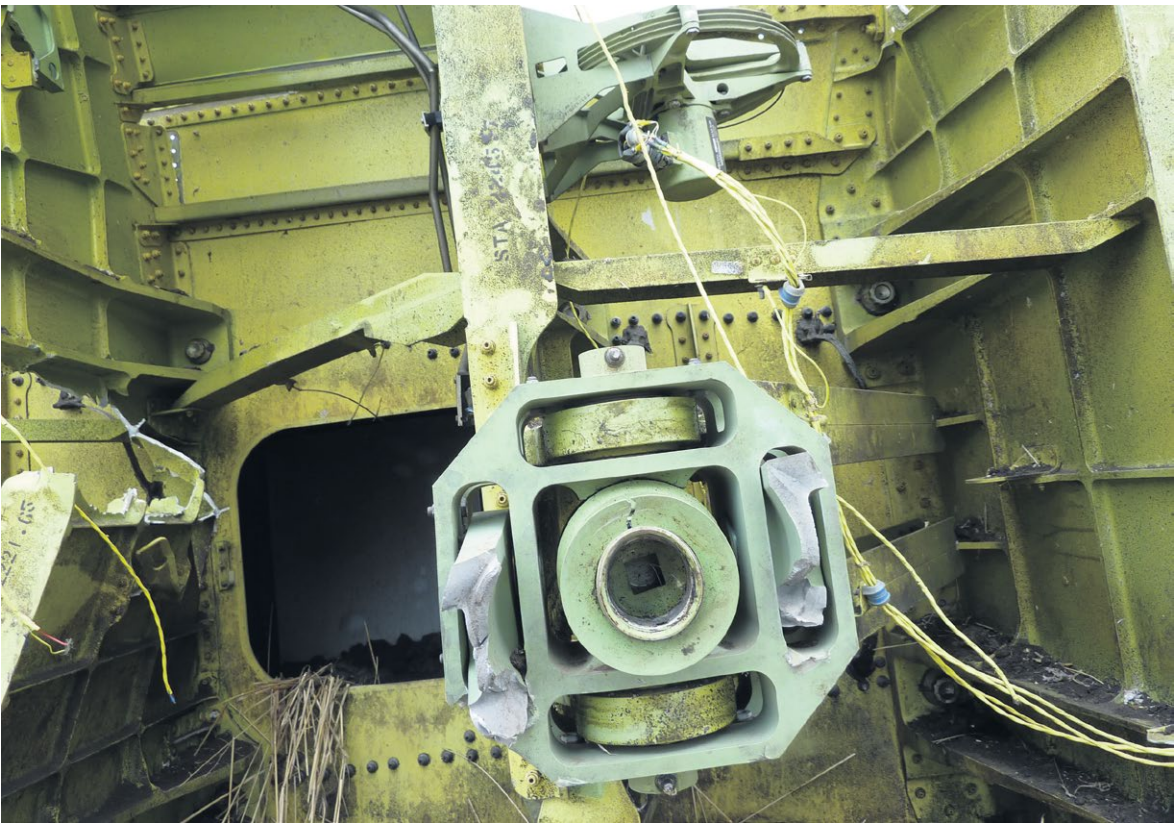
De voorste vrachtdeur werd in gesloten positie geborgen op wrakstuklocatie 3. De achterste vrachtdeur was afgescheiden van het vliegtuig. Deze werd geborgen op wrakstuklocatie 4. Dit wijst erop dat deze relatief laat in het verloop (van de gebeurtenissen) met de overige onderdelen van het achterste deel van de romp werd afgescheiden. Er kan worden uitgesloten dat het openen van de vrachtdeuren heeft bijgedragen aan de oorzaak van het ongeval.

Vleugeluiteinden

Beide vleugeluiteinden zijn van de rest van de vleugelconstructie gescheiden. Geen van beide rolroeren zijn geborgen. Breukpatronen leidden tot zowel een moment van neerwaartse buiging als de waarschijnlijkheid van een zeer hoog torsiemoment op het scheidingsgebied.

Verticaal staartvlak

Het verticale staartvlak is van het achterste deel van de romp gescheiden. Delen van het hoofdframe waren hier nog aan bevestigd. De breuken zijn consistent met een laterale belasting op het staartvlak georiënteerd aan de rechterzijde van het vliegtuig waardoor een buigingsmoment en torsiemoment werd veroorzaakt op de verbinding met de romp, met als gevolg dat het verticale staartvlak werd gesepareerd.



Figuur 72: Overbelastingsbreuk van het verticale staartvlak. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)



Figuur 73: Breuk die het verticale staartvlak van de romp scheidt. Aangehechte huid en gebroken verticale staartvlak-naar-rompframes, gebogen uit het vlak en met breuken. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Horizontale staartvlakken

De horizontale staartvlakken waren net buiten de romp gescheiden van het middendeel. Alleen het middendeel van het horizontale staartvlak en het linkerdeel van het horizontale staartvlak waren voor onderzoek beschikbaar. De breuken in het linker horizontale staartvlak kwamen overeen met een neerwaarts buigingsmoment in het scheidingsvlak.

Dit moment werd veroorzaakt door een neerwaartse belasting op het horizontale staartvlak. Het breken van de bevestigingsbeugels van het hoogteroer en de bekrachtigingseenheden was consistent met hoge aerodynamische krachten uitgeoefend op het hoogteroer.

Hoofdlandingsgestel

De gegevens van de *Flight Data Recorder* geven aan dat het hoofdlandingsgestel op de laatste vastgelegde positie van het vliegtuig was ingetrokken. Foto's genomen op de crashlocatie enkele dagen na de crash wijzen erop dat de rechter intrekaactor van het hoofdlandingsgestel nagenoeg de ingetrokken (gear-up) lengte had. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het landingsgestel was ingetrokken op het moment dat de crash plaatsvond.

Bevinding

Geen van de onderzochte wrakstukken vertoonde tekenen van reeds bestaande schade, zoals metaalmoeheid, corrosie of ondeugdelijk uitgevoerde reparaties.

3.11.6 Externe schade verergerd door luchtwaardigheidsaspecten

In paragraaf 3.2.2 werd een aantal luchtwaardigheidsaspecten geanalyseerd en uitgesloten als zijnde de oorzaak van de crash. Voor de volledigheid werd ook nog een laatste hypothese in overweging genomen: dat het neerstorten van het vliegtuig niet werd veroorzaakt door contact met een grond-luchtraket, maar dat de crash het gevolg was van een combinatie van de door de voorgevormde fragmenten toegebrachte schade en een of meerdere bestaande technische mankementen of gebreken.

Uit de uitgebreide structurele breukanalyse van de romp beschreven in paragrafen 3.11.2 t/m 3.11.5 kwamen geen aanwijzingen van metaalmoeheid, reeds aanwezige schade of reparaties naar voren die mogelijk aan de oorzaak van de crash hebben bijgedragen. Geen van de systemen, zoals geregistreerd door de *Flight Data Recorder*, vertoonden gebreken die de gevolgen van de schade door de hoogenergetische deeltjes kunnen hebben verergerd. Uit de onderhoudsdossiers van het vliegtuig na de laatste grondige revisie, in november 2013, kwamen geen gebreken naar voren die niet adequaat zijn verholpen. Geen van de uitgestelde gebreken op het tijdstip van de crash hadden de effecten van de schade door de voorgevormde fragmenten kunnen verergeren.

Bevinding

De effecten van de door de voorgevormde fragmenten veroorzaakte schade werden niet verergerd door een eventueel technisch probleem.

3.11.7 Ballistische baananalyse

3.11.7.1 Inleiding

Deze paragraaf beschrijft het tijdens de vlucht uiteenvallen van het vliegtuig, het verloop hiervan en de baan na de impact.

De wrakstukken in het crashgebied zijn zoals uiteengezet in hoofdstuk 2.12 verspreid over zes genummerde wrakstuklocaties, met de nummers 1 t/m 6. De figuren in hoofdstuk 2.12 laten zien dat het gebied waar de wrakstukken zijn aangetroffen grofweg in twee gebieden kan worden onderverdeeld: een gebied (locaties 1, 2 en 3) relatief dicht bij de laatste positie zoals vastgelegd door de FDR en een gebied (locaties 4, 5 en 6) waarvan de locaties relatief dicht op elkaar liggen, verder weg van de laatste vastgelegde positie en min of meer in de vliegrichting.

Aangezien wrakstuklocaties 1, 2 en 3 zich veel dichterbij de laatste FDR-positie bevinden dan locaties 4, 5 en 6, kan worden geconcludeerd dat de aldaar terechtgekomen wrakstukken veel eerder van het vliegtuig zijn afgebroken dan die op locaties 4, 5 en 6. De relatieve nabijheid tot elkaar van locaties 4, 5 en 6 wijst erop dat de verstreken tijd tussen het uiteenvallen van deze stukken van het vliegtuig relatief kort was en dat de hoogte waarop het uiteenvallen plaatsvond relatief laag was.

De vorige paragraaf bevat de resultaten van het onderzoek naar de hoofdbreuken in de constructie en het uiteenvallen van verschillende vliegtuigdelen.

Figuur 67 toont het voorste deel van de romp gezien vanaf links en rechts met de hoofdbreuken in de vliegtuigconstructie.

Zoals elders in dit rapport genoemd waren er geen radarpositiebepalingen of ooggetuigenverklaringen beschikbaar van de gebeurtenissen op het moment van uiteenvallen. Als gevolg hiervan is de beschikbare informatie voor een betrouwbare reconstructie van het vliegp pad en verloop van het uiteenvallen beperkt. Enkel informatie over de verspreiding van wrakdelen over de zes wrakstuklocaties is beschikbaar.

Om informatie te verkrijgen over het moment van afscheiding van bepaalde wrakstukken is een ballistische baananalyse verricht.

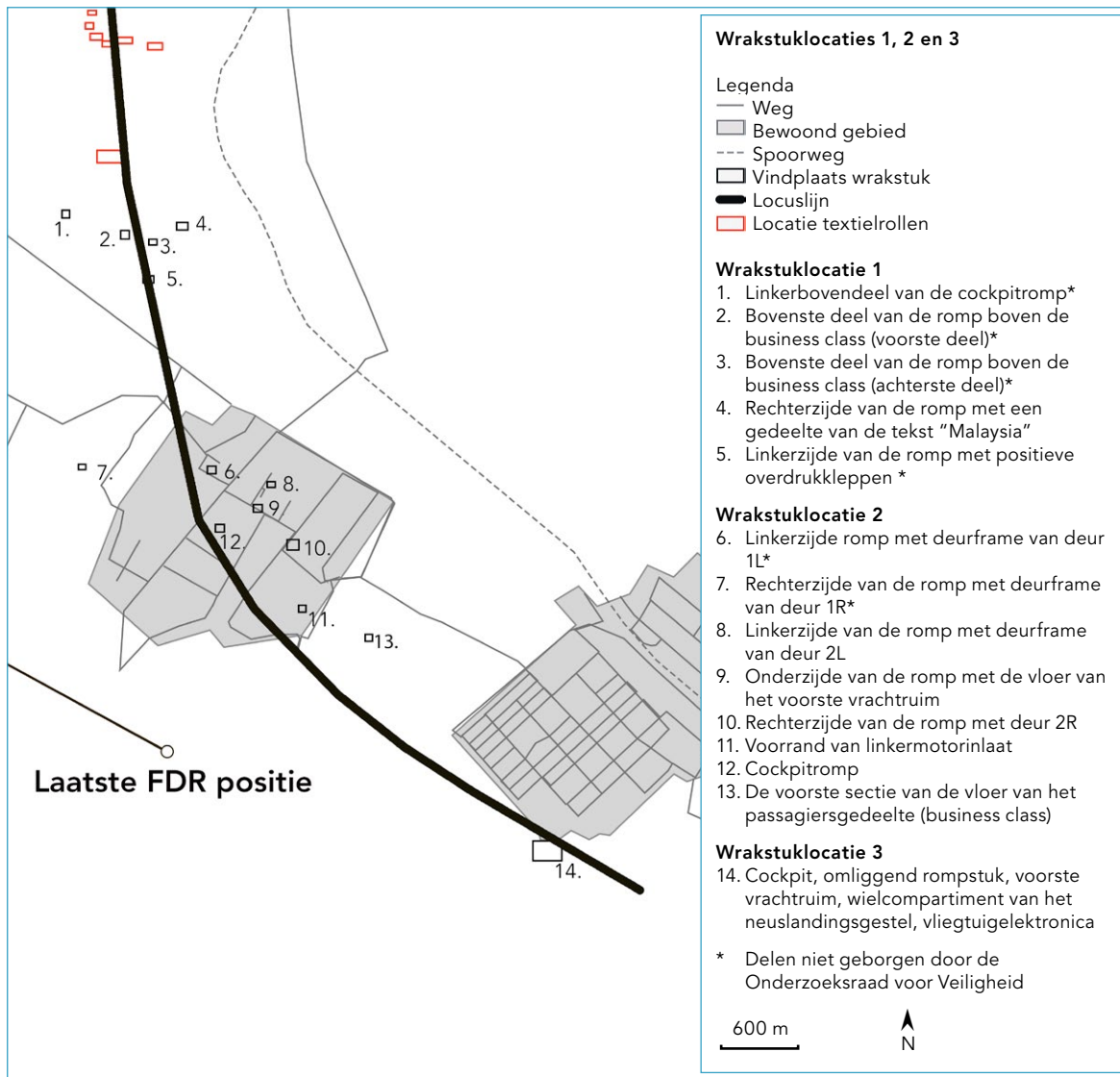
Een ballistische baananalyse kan worden gebruikt om de baan door de lucht van een object zonder aerodynamische liftkracht te bepalen. De baan wordt bepaald door de ballistische coëfficiënt (BC) van het object; dit is het gewicht van het object gedeeld door de vermenigvuldiging van diens weerstandscoefficiënt met diens doorsnede. Een veertje heeft bijvoorbeeld een zeer lage ballistische coëfficiënt en valt daarom vanaf een punt in de ruimte heel langzaam, bijna uitsluitend met de wind, naar de grond. Een bowlingbal heeft echter een hoge ballistische coëfficiënt en zal daarom heel snel, met een zeer geringe mate van verschuiving door wind, naar beneden vallen.

Voor specifieke wrakstukken is een ballistische baananalyse verricht met bekende beginwaarden, namelijk de laatste bekende positie, tijdstip, vlieghoogte en luchtsnelheid zoals vastgelegd door de *Flight Data Recorder*. Met behulp van de bekende windsnelheden en -richtingen vanaf de grond tot op kruishoogte was het mogelijk de banen en dus de landingslocaties te bepalen. Zie voor meer informatie over ballistische baanberekeningen Bijlage K.

3.11.7.2 Resultaten van de ballistische trajectanalyse

Voor onderdelen is een ballistische baananalyse verricht met de volgende beginwaarden: Laatste bekende FDR-positie, tijdstip van laatste FDR-registratie, snelheid en hoogte, rekening houdend met de gerapporteerde wind vanaf kruishoogte tot de grond.

Door de ballistische baananalyse uit te voeren voor meerdere ballistische coëfficiënten werd een zogenaamde locuslijn verkregen. De locuslijn vertegenwoordigt de mogelijke grondposities van wrakstukken na het uiteenvallen, ervan uitgaande dat zij vanaf dezelfde startpositie, op dezelfde hoogte en met dezelfde snelheid zijn afgescheiden en uitgaande van een ballistische baan die rekening houdt met de wind (zie Figuur 74).



Figuur 74: Berekende locuslijn (zwart) van ballistische baananalyse voor geïdentificeerde wrak- en vrachtstukken op locaties 1, 2 en 3. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Op basis van de vrachtilijst werd vastgesteld dat op positie 21P (ongeveer STA700 - STA800) 10 textielrollen op een pallet werden vervoerd; zie hoofdstuk 2.12. Deze textielrollen zouden, eenmaal afgescheiden van de pallet, een zeer lage ballistische coëfficiënt hebben gehad. Zeven textielrollen, elk met een totale lengte van 100 meter, werden op basis van satellietbeelden op locatie 1 geïdentificeerd op zo'n 5 tot 5,7 kilometer van locatie 3 (cockpit). Hierbij dient te worden opgemerkt dat de textielrollen werden geïdentificeerd op een satellietbeeld gedateerd 21 juli 2014. Op satellietbeelden na deze datum waren de textielrollen niet te zien, maar wel duidelijke tekenen van agrarische werkzaamheden.

In Bijlage K werden de ballistische coëfficiënten van de textielrollen berekend die zoals verwacht erg laag waren. Dit zou betekenen dat zij naar verwachting boven in de locuslijn worden aangetroffen als zij op het initiële moment van het uiteenvallen van het luchtvaartuig zijn afgescheiden. Dit is daarom, aangezien locatie 1 zich boven in de locuslijn bevindt waar objecten met lage BC's naar verwachting terecht zullen komen, een bevestiging van de berekening van de ballistische locuslijn.

De combinatie van de cockpit met het lagere rompdeel heeft een zeer hoge ballistische coëfficiënt. Dit betekent dat deze aan het begin van de locuslijn wordt verwacht wanneer deze zich op het initiële moment van uiteenvallen heeft afgescheiden, en daar werd het object ook aangetroffen (locatie 3).

Alle geborgen rompdelen vóór STA888/909 werden aangetroffen op locaties 1, 2 en 3, op of zeer dicht bij de locuslijn.

Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat alle wrakstukken van de rompdelen vóór STA888/909, geborgen op de locaties 1, 2 en 3, zich hebben afgescheiden in de eerste paar seconden na de inslag van hoogenergetische deeltjes

Alle rompdelen van het vliegtuig achter STA888/909, de vleugels en het staartstuk werden aangetroffen op locaties 4, 5 en 6. Deze locaties liggen relatief ver van de locuslijn. Hieruit kan worden afgeleid dat deze delen veel later van het vliegtuig zijn afgebroken dan delen van het voorste deel van de romp.

3.11.8 Uiteenvallen van het vliegtuig

Na inslag van de hoogenergetische deeltjes viel het vliegtuig in de lucht uiteen: Er zijn twee duidelijke fasen te onderscheiden met betrekking tot het tijdens de vlucht uiteenvallen van het vliegtuig: het uiteenvallen van het voorste deel van de romp en het uiteenvallen van het middendeel/achterste deel van de romp. Deze fasen worden in onderstaande paragrafen beschreven.

3.11.8.1 Uiteenvallen van het voorste deel van de romp

Het voorste deel van de romp viel in de volgende drie hoofddelen uiteen:

- de beschadigde cockpit met een groot deel van het lagere rompdeel met de passagiersvloer vóór STA655;
- grote rompdelen van boven de passagiersvloer, vóór STA655;
- het cilindervormige rompdeel tussen STA655 en STA888/909.

In een tijdsbestek van ongeveer één seconde werden de bovenste rompdelen vóór STA655, boven de passagiersvloer, naar boven gebogen, terwijl het lagere rompdeel vóór STA655 naar beneden werd gebogen. Dit werd onmiddellijk gevolgd door het radiaal naar buiten buigen en afscheiden van het erachter gelegen rompdeel achter de deuren 2L en 2R (STA888/909).

Alle geborgen rompdelen vóór STA888/909 werden aangetroffen op of zeer dicht bij de locuslijn. Dit geeft aan dat het verloop van het uiteenvallen van het voorste deel van het vliegtuig onmiddellijk na de laatste FDR-registratie en binnen enkele seconden heeft plaatsgevonden.

3.11.8.2 Uiteenvallen van het middendeel en achterste deel van de romp

De afscheiding van het voorste deel van de romp leidde tot significante wijzigingen in de massa, balans en aerodynamische kenmerken van het vliegtuig, wat diens vliegeigenschappen aanzienlijk veranderde.

Het zwaartepunt verplaatste zich naar achteren, waarschijnlijk tot achter de achterste gecertificeerde limiet, wat waarschijnlijk tot instabiliteit in de lengterichting van het vliegtuig leidde. Bovendien werden de aerodynamische krachten die normaal gesproken ontstaan doordat lucht contact maakt met het vliegtuig en langs de gladde voorste rompdelen stroomt, vervangen door de krachten gecreëerd door lucht die contact maakt met en stroomt langs de afgekante, open en beschadigde romp, wat leidde tot meer weerstand en verandering in de luchtstroom over de binnenste delen van de vleugels.

Hoewel er geen radargegevens beschikbaar waren voor de baananalyse is het mogelijk een algemeen beeld te schetsen van het verloop van het uiteenvallen op basis van de wrakstuklocaties in combinatie met de analyse van de breuken tussen delen van de constructie. Zoals eerder genoemd waren er geen radarpositiebepalingen of ooggetuigenverklaringen beschikbaar van de gebeurtenissen na het ongeval, waardoor het niet mogelijk was een nauwkeurige reconstructie te maken van het verloop van het uiteenvallen.

Uit het feit dat op locaties 1 t/m 3 geen wrakstukken van achter STA909 zijn aangetroffen, kan worden afgeleid dat nadat het voorste deel van het vliegtuig uiteenviel en zich afscheidde, de rest van het vliegtuig enige tijd verder vloog in een onbekende baan.

Binnen relatief korte tijd werden de twee vleugeltips, de horizontale staartvlakken en de romp achter STA1546.5, inclusief het grootste deel van het achterste drukschot, afgescheiden van het middendeel van de romp, om vervolgens op locatie 4 de grond te raken. Het middendeel van de romp met het restant van de vleugels en de motoren vloog nog enkele tijd door, aangezien deze op locatie 6 terechtkwamen. Op een later moment brak het rompdeel achter STA1546.5 af nabij het achterste drukschot. De voornaamste delen daarachter, de verticale staartvlak, de vleugeldoos van het staartvlak en de beschadigde staartkegel landden dicht bij elkaar op locatie 5.

Op satellietbeelden van locatie 4 werden verschillende textielrollen geïdentificeerd, die later op de locatie werden geborgen. Op basis van de vrachtilijst werd vastgesteld dat in een container in het achterste vrachtruim op positie 33L 10 textielrollen werden vervoerd. De textielrollen werden nabij (500 meter) of bovenop overige wrakstukken aangetroffen. De textielrollen hadden een zeer lage ballistische coëfficiënt.

De stukken gevonden op locatie 4 hadden zeer uiteenlopende ballistische coëfficiënten en werden in elkaars nabijheid aangetroffen. Dit suggereert dat het uiteenvallen van de stukken op deze locatie op een veel lagere hoogte heeft plaatsgevonden en dus op een later moment dan het initiële moment van uiteenvallen.

Deze bevinding wordt verder onderbouwd door het verspreidingsgebied van de wrakstukken over locaties 4 tot en met 6. Voor locaties 4 tot en met m 6 geldt dat de maximale spreiding van wrakstukken vanaf het primaire inslagpunt op locatie 6 zo'n 1,5 kilometer is; dit is aanzienlijk minder dan voor locaties 1 t/m 3, waar de spreiding van wrakstukken 7 kilometer bedraagt. De linker- en rechtervleugeluiteinden werden op locatie 4 gevonden, terwijl de rest van beide vleugels op locatie 6 werd gevonden.

Ook de linker en rechter horizontale staartvlakken werden op locatie 4 gevonden. Het linkerstaartvlak werd rechts van het verwachte vliegp pad aangetroffen, en het rechterstaartvlak links daarvan. Dit suggereert dat het vliegtuig op dit moment was omgedraaid. De centrale vleugeldoos van het staartvlak werd gevonden op locatie 5. Dit suggereert dat de staartvlakken zich op hetzelfde moment als de andere stukken op locatie 4 hebben afgescheiden, terwijl het achterste staartdeel nog een korte tijd bleef vliegen.

Het verticale staartvlak werd aangetroffen op locatie 5, nabij delen van het staartdeel. De container met slaapplaatsen voor de bemanning, die zich in het achterste vrachtruim van het vliegtuig bevond (ruimpositie 31 en 32), werd aangetroffen op locatie 5.

Overige vracht afkomstig van laadposities 41 tot 44 (zie Bijlage E) werd gevonden verspreid over locaties 4 en 5. Deze voorwerpen werden invers aangetroffen, oftewel de voorwerpen afkomstig van de linkerkant van het vliegtuig werden vooral rechts van het verwachte vliegp pad gevonden en vice versa. Dit suggereert in combinatie met overige wrakstukken dat het vliegtuig op dit punt ondersteboven was gedraaid.

Op locatie 6 werd een deel van de romp van net voor passagiersdeur 3R gevonden onder de kielconstructie van het vliegtuig, samen met een deel van de onderromp dat zich normaal gesproken net voor de centrale vleugel bevindt. Dit suggereert dat het middendeel van de romp met het restant van de vleugels en de motoren zich in omgekeerde positie bevond door een draaiing om de dwarsas, en dus in achterwaartse richting bewoog toen het de grond raakte. Beide vleugels werden los van het middendeel en ondersteboven aangetroffen op locatie 6. De motoren hebben zich niet in de lucht afgescheiden aangezien beide motoren op locatie 6 werden gevonden nabij hun respectievelijke vleugelposities. De voorrand van de linker motorgondel werd echter op locatie 2 gevonden. Dit wijst erop dat dit onderdeel zich op een eerder moment heeft afgescheiden.

Op basis van de beschikbare informatie kan de conclusie worden getrokken dat na de afscheiding van het voorste deel van de romp, het middendeel en de achterste delen van de romp met de volledige vleugels bleven vliegen, en dat na korte tijd de vleugel-punten afbraken en het achterste deel van de romp en het staartdeel zich afscheidden. Daarna ging het achterste deel van de romp na afscheiding van de horizontaal staartvlakken mogelijk invers draaien, en scheidde later het beschadigde staartdeel, met het verticale staartvlak en de centrale vleugeldoos van het staartvlak, zich af nabij STA2150. Deze delen kwamen dicht bij elkaar op de grond terecht. Uit het wrakstukkenpatroon kan worden opgemaakt dat dit op een zeer lage hoogte moet hebben plaatsgevonden. Het middendeel van de romp landde uiteindelijk in omgekeerde positie na een draaiing om diens dwarsas.

De tijd tussen de afscheiding van het voorste deel van de romp en het moment dat de rest van het vliegtuig de grond raakte, wordt geschat op 1 tot 1,5 minuut.

Bevindingen

- Op basis van de ballistische baananalyse kan worden geconcludeerd dat alle wrakstukken van de rompdelen vóór STA888/909 losraakten van het vliegtuig onmiddellijk na de laatste Flight Data Recorder-registratie.
- Deze analyse wijst er ook op dat al de geborgen wrakstukken van de andere drie locaties (4, 5 en 6) later losraakte van het vliegtuig, gezien de locatie ervan in het gebied op relatief grote afstand van de locuslijn.
- Na de afscheiding van het voorste deel van de vliegtuigromp, zette het overige deel van de romp met de volledige vleugels de vlucht voort.
- Na korte tijd braken de vleugelpunten af en scheidde het achterste deel van de romp en het staartdeel zich af.
- Daarna ging het achterste deel van de vliegtuigromp na afscheiding van de horizontale staartvlakken mogelijk invers draaien, en scheidde later het beschadigde staartdeel, met het verticale staartvlak en centrale torsiedoos van het staartvlak, zich af nabij STA2150.
- Het middendeel van de romp landde uiteindelijk ondersteboven in omgekeerde positie na een draaiing om zijn dwarsas.
- De tijd tussen de afscheiding van het voorste deel van de romp en het moment dat de rest van het vliegtuig de grond raakte, wordt geschat op 1 tot 1,5 minuut.

3.12 Zuurstofstelsysteem passagiers

De cabinedrukhoogte zoals opgenomen door de *Flight Data Recorder*, beschreven in paragraaf 2.18.2, was 4.800 voet tijdens de kruisvlucht tot het moment dat de opnames stopten om 13.20:03 (15.20:03 MET). De opnames stopten als gevolg van het uitvallen van de stroomvoorziening, zoals geanalyseerd in paragraaf 3.4.3. Daarom werd het zuurstofstelsysteem van de passagiers waarschijnlijk niet geactiveerd vóór dit moment.

Met het doorboren van de rompconstructie van het vliegtuig viel de luchtdruk in de cabine van het vliegtuig weg, waardoor de cabinedrukhoogte van 13.500 voet werd overschreden. Als de stroomvoorziening beschikbaar zou zijn geweest, zouden de zuurstofmaskers voor de passagiers automatisch naar beneden zijn gekomen. Volgens de fabrikant van het vliegtuig kan het bij het wegvallen van de druk enkele seconden duren voordat de maskers naar beneden komen. Dit gebeurt deels omdat het activerings-sigitaal wordt vertraagd om ongewenste activering te voorkomen. Het uitvallen van de stroomvoorziening verhinderde daarom dat het systeem zelf de noodzuurstofmaskers voor passagiers te voorschijn kon laten komen.

Op de zuurstofgenerators die zijn geborgen van locaties 4 en 5, waren sommige magneetschakelaars vervormd en waren de luikjes van alle geborgen containers afgebroken. Het wordt daarom aannemelijk geacht dat de zuurstofmaskers uit de PSU-containers zijn neergekomen als gevolg van torsie of andere krachten die op deze containers werden uitgeoefend. Dit zou vervolgens leiden tot het ontgrendelen of

afbreken van de luikjes. Dit kan het gevolg zijn geweest van de drukgolven veroorzaakt door de ontploffing van de raketkop, de effecten van het in de lucht uiteenvallen of het neerstorten op de grond.

Er is slechts een kracht van enkele Newton²⁰ nodig om de ontstekingspin van de zuurstofgenerator te verwijderen. Het is daarom denkbaar dat de zuurstofgenerators werden ontstoken als gevolg van de drukgolf, de dynamische krachten tijdens het in de lucht uiteenvallen of het neerstorten op de grond. De zuurstofgenerator die niet was ontstoken, was afkomstig uit de rustruimte van de bemanning. Het wordt mogelijk geacht dat de rustruimte, een afgesloten container, tijdens het in de lucht uiteenvallen of het neerstorten op de grond, mogelijk beter beschermd was tegen de dynamische krachten.



Zwarte streep wanneer
geactiveerd; gele streep
wanneer niet geactiveerd.

Figuur 75: Een van de gevonden zuurstofgenerators voor passagiers. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

De noodzuurstofvoorziening van de bemanning is een ander systeem dan dat in de cabine. Informatie over het systeem voor de bemanning heeft niet kunnen bijdragen aan de analyse van de cabinedruk of het systeem voor zuurstofvoorziening in de cabine.

Bevindingen

- Het wordt onwaarschijnlijk geacht dat de zuurstofmaskers voor passagiers werden geactiveerd voordat de stroomvoorziening werd onderbroken. Het is onwaarschijnlijk dat het zuurstofsysteem voor passagiers op de normale wijze werd geactiveerd.
- Het is aannemelijk dat de zuurstofmaskers voor passagiers naar beneden kwamen doordat de luikjes van de PSU-units open gingen of afbraken. Dit gebeurde als gevolg van de uitgeoefende krachten op deze luikjes door de drukgolf, de dynamische krachten tijdens het in de lucht uiteenvallen of het neerstorten op de grond.

²⁰ Zie specificatie TSO-C64 van de *Federal Aviation Administration* ter referentie.

3.13 Berging en identificatie van slachtoffers vlucht MH17

De berging en het vervoer van stoffelijke resten is, gegeven de omstandigheden, met de grootst mogelijke zorgvuldigheid gebeurd. Door de wijze van bergen tijdens de eerste dagen na de ramp kon een aanzienlijk deel van de slachtoffers redelijk snel worden geïdentificeerd. Twee van de 298 inzittenden waren op het moment van schrijven van dit rapport niet geïdentificeerd.

Bevinding

296 van de 298 inzittenden van vlucht MH17 waren geïdentificeerd op het moment van publicatie van het rapport.

3.14 Overlevingsaspecten

Uit het onderzoek kwam naar voren dat de inzittenden op verschillende manieren met de gevolgen van de raketinslag werden geconfronteerd. Voor een deel had dat te maken met de plaats in het vliegtuig waar de inzittenden zich op het moment van de inslag bevonden. De inslag van raketdeeltjes en de daaropvolgende drukgolf deden het vliegtuig uiteenvallen. Deze inslag was alleen voor de inzittenden van de cockpit direct dodelijk. De andere inzittenden werden vrijwel meteen blootgesteld aan extreme op het lichaam inwerkende factoren, die echter niet voor iedereen hetzelfde zijn geweest. Er was sprake van het oorverdovende geluid van de raketinslag, abrupte afremming en versnelling, decompressie en de daarmee gepaard gaande mistvorming, teruglopend zuurstofgehalte, extreme kou, een krachtige luchtstroom, het snelle dalen van het vliegtuig en rondvliegende objecten.²¹ Een deel van de passagiers heeft hierdoor ernstig letsel opgelopen met waarschijnlijk de dood tot gevolg. Bij anderen heeft de blootstelling binnen zeer korte tijd geleid tot verminderd bewustzijn of bewusteloosheid. Niet kon worden vastgesteld op welk moment de inzittenden zijn overleden; vast staat dat de val op de grond niet te overleven was.

Het valt niet uit te sluiten dat sommige inzittenden enige tijd bij bewustzijn zijn gebleven in de één tot anderhalve minuut waarin het vliegtuig neerstortte. De Onderzoeksraad voor Veiligheid acht het waarschijnlijk dat de inzittenden zich nauwelijks realiseerden wat er met hen gebeurde.^{22,23,24,25,26,27} De Onderzoeksraad acht het niet waarschijnlijk dat de inzittenden

²¹ Zie Bijlage N: Achtergrond blootstelling inzittenden.

²² Guyton, A.C., J.E. Hall, Textbook of Medical Physiology, Chapter 60. The Autonomic Nervous System and the Adrenal Medulla, 2006.

²³ Baddeley, A. D., G. Hitch, 'Working memory', in G.H. Bower (Ed.), The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory, Vol. 8, 1974, 47-89.

²⁴ Ehlers, A., D.M.Clark, 'A Cognitive Model of Post-traumatic Stress Disorder,' *Behaviour Research en Therapy*, 38(4), 2000, 319-345.

²⁵ Roediger, H. L., 'Implicit memory: Retention without Remembering', *American Psychologist*, 45, 1990, 1043-1056.

²⁶ Dalgleish, T., 'Cognitive Approaches to Post-traumatic Stress Disorder: The Evolution of Multirepresentational Theorizing,' *Psychological Bulletin*, 130(2), 2004, 228-60.

²⁷ Qin, S., E.I., Hermans, H.I.F Van Marle, I. Luo, G. Fernández, 'Acute Psychological Stress Reduces Working Memory-related Activity in the Dorsolateral Prefrontal Cortex', *Biological Psychiatry*, July 1;66(1), 2009, 25-32.

na de inslag in staat zijn geweest tot bewust handelen.^{28,29} Er werden geen aanwijzingen gevonden die duiden op bewust uitgevoerde handelingen. Op persoonlijke gegevensdragers, zoals mobiele telefoons, zijn geen foto's of (tekst)berichten van inzittenden van na de inslag aangetroffen. Bij enkele andere luchtvaarttrampen zijn dergelijke berichten en foto's wel aangetroffen. Wel kan sprake zijn geweest van reflexmatige handelingen zoals het omklemmen van de stoelleuning (zie bijlage N voor meer informatie).

Tijdens de identificatie van de slachtoffers is bij één passagier een zuurstofmasker rond de hals aangetroffen. Het is niet duidelijk hoe het masker daar kwam. De sporen die het NFI tijdens het forensisch onderzoek heeft aangetroffen, bleken niet geschikt om een DNA-profiel uit af te leiden, waardoor het onduidelijk blijft of de betreffende persoon het zuurstofmasker zelf in een reflex heeft opgezet of iemand anders dit op de grond heeft gedaan na het overlijden van de passagier.

Bevindingen

- Door het meervoudig letsel dat ontstond als gevolg van de inslag door de voorgevormde fragmenten na detonatie van de raketkop kwamen de drie bemanningsleden in de cockpit onmiddellijk om het leven.
- Er zijn geen voorgevormde fragmenten in de stoffelijke resten van de andere inzittenden gevonden. Zij zijn als gevolg van de inslag blootgesteld aan extreme, veel verschillende op elkaar inwerkende factoren: abrupte afremming en versnelling, decompressie en bijbehorende mistvorming, daling van het zuurstofgehalte, extreme kou, de sterke luchtstroming, het zeer snelle dalen van het vliegtuig en de rondvliegende objecten.
- Een deel van de passagiers heeft hierdoor ernstig letsel opgelopen met waarschijnlijk de dood tot gevolg. Bij anderen heeft de blootstelling binnen zeer korte tijd geleid tot verminderd bewustzijn of bewusteloosheid. Niet kon worden vastgesteld op welk moment de inzittenden zijn overleden. De val op de grond was niet te overleven.
- De Onderzoeksraad heeft geen aanwijzingen gevonden voor bewuste handelingen van inzittenden na de detonatie van de raket. Het is aannemelijk dat de inzittenden de situatie waarin zij zich bevonden nauwelijks konden bevatten.

3.15 Vastlegging gegevens surveillanceradar

Tijdens het onderzoek verklaarde de Russische Federatie dat de vereisten voor het opslaan van gegevens van de surveillanceradar alleen gelden voor het grondgebied van de Russische Federatie. Aangezien vlucht MH17 buiten het grondgebied van de Russische

²⁸ A retrospective study by Leach (2004), based on official research reports and written testimonies from various maritime and aviation disasters, reveals that freezing is a common response among people in serious emergency situations.

²⁹ Leach, J., 'Why People 'Freeze' in an Emergency: Temporal and Cognitive Constraints on Survival Responses', *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 2004. 539-542.

Federatie crashte, was het volgens de Russische Federatie niet vereist gegevens op te slaan betreffende vlucht MH17. Echter, de vereisten vermeld in paragraaf 6.4.1 van ICAO Annex 11, noemen de geografische begrenzing niet als een criterium voor het al dan niet opslaan van gegevens. Dit houdt in dat alle ruwe- en verwerkte radargegevens moeten worden bewaard, ongeacht of ze grensoverschrijdend zijn of niet.

Het uittreksel van de nationale regelgeving dat door de Russische Federatie is verstrekt vermeldt geen geografische limieten inzake het bewaren van data. De wijze van automatisch vastleggen van surveillancegegevens door de Russische Federatie verschilt van die genoemd in de vereisten van ICAO. Wanneer een staat de werkwijzen zoals genoemd in een ICAO standaard niet kan of zal volgen dan geldt de verplichting dit aan ICAO te melden. De verplichting hiertoe vloeit voort uit Artikel 38 van het Verdrag inzake de internationale burgerluchtvaart.

Op basis van de beschikbare informatie kan niet worden geconcludeerd dat een verschil bestaat tussen de vereisten van de Russische Federatie en de ICAO standaard op dit punt. Echter, de Russische Federatie heeft niet de radargegevens verstrekt die het volgens de voorschriften van paragraaf 6.4.1 van ICAO Annex 11 behoorde te verstrekken.

Bevindingen

- Volgens de Russische Federatie gelden hun vereisten voor het opslaan van gegevens van de surveillanceradar alleen voor het grondgebied van de Russische Federatie. Het uittreksel van de nationale regelgeving dat door de Russische Federatie is verstrekt vermeldt geen geografische limieten inzake het bewaren van data.
- De vereisten vermeld in paragraaf 6.4.1 van ICAO Annex 11 noemen de geografische begrenzing niet als een criterium voor het al dan niet opslaan van gegevens; alle radardata moet worden opgeslagen.
- De Russische Federatie handelde niet volledig volgens de ICAO Standaard, vastgelegd in Annex 11 paragraaf 6.4.1.

MH17

DEEL B: Vliegen over conflictgebieden

Dit deel van het rapport gaat over de vliegroute van vlucht MH17 op 17 juli 2014 en de besluitvorming over vliegroutes boven conflictgebieden.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1
Inleiding

Deel A:
2 Feitelijke
informatie

Deel A:
3 Analyse

Deel B:
Inleiding op
deel B

Deel B:
4 Besluitvorming

Deel B:
5 De situatie

Deel B:
6 Vlucht MH17

Deel B:
7 Overvliegen
van Oekraïne

Deel B:
8 Het land van
vertrek

Deel B:
9 Risico-
beoordeling

10
Conclusies

11
Aanbevelingen

12
Afkortingen en
begrippen

13
Bijlagenlijst

DEEL B: VLIEGEN OVER CONFLICTGEBIEDEN

Voorwoord

Samenvatting

1

Inleiding

Deel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling

10

Conclusies

11

Aanbevelingen

12

Afkortingen en
begrippen

13

Bijlagenlijst

Inleiding op deel B	180
4 Besluitvorming over vliegroutes - Het systeem	182
5 De situatie in het oostelijk deel van Oekraïne en signalen voor de burgerluchtvaart.....	189
6 Vlucht MH17 op 17 juli 2014 - beheer van het luchtruim door Oekraïne.....	203
7 Overvliegen van Oekraïne: wat deden Malaysia Airlines en anderen?.....	224
8 Het land van vertrek van vlucht MH17 - de rol van Nederland.....	245
9 Risicobeoordeling van conflictgebieden	259

INLEIDING OP DEEL B

Voorwoord**Samenvatting****1
Inleiding****Deel A:
2 Feitelijke
informatie****Deel A:
3 Analyse****Deel B:
Inleiding op
deel B****Deel B:
4 Besluitvorming****Deel B:
5 De situatie****Deel B:
6 Vlucht MH17****Deel B:
7 Overvliegen
van Oekraïne****Deel B:
8 Het land van
vertrek****Deel B:
9 Risico-
beoordeling****10
Conclusies****11
Aanbevelingen****12
Afkortingen en
begrippen****13
Bijlagenlijst**

Dit deel van het rapport gaat over de vliegroute van vlucht MH17 op 17 juli 2014 en de besluitvorming over vliegroutes boven conflictgebieden.

De onderzoeksvragen die centraal staan zijn:

- Hoe en waarom werd besloten de door vlucht MH17 gebruikte vliegroute te volgen?
- Hoe verloopt het besluitvormingsproces met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden in het algemeen?
- Welke lessen kunnen uit het onderzoek worden getrokken om de veiligheid en beveiliging van vluchten te verbeteren?

Dit deel bestaat naast deze inleiding uit zes hoofdstukken:

- Een beschrijving van het stelsel van verantwoordelijkheden van de verschillende partijen;
- Aanwijzingen met betrekking tot de situatie in het oosten van Oekraïne in de maanden voorafgaand aan de crash van vlucht MH17;
- Het luchtruimbeheer door Oekraïne in de periode tot en met 17 juli 2014;
- De route en vluchttuitvoering van MH17 en de keuzes die Malaysia Airlines en andere luchtvaartmaatschappijen en staten maakten met betrekking tot het vliegen over het conflictgebied in het oosten van Oekraïne;
- De rol van Nederland - als land van waaruit vlucht MH17 vertrok - met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden;
- Risicoanalyses met betrekking tot vliegroutes over conflictgebieden.

Deel B sluit op de volgende manier aan op deel A:

- In hoofdstuk 2.1 (Deel A) wordt de vlucht van MH17 geïntroduceerd: het vliegplan en de feitelijke uitvoering van de vlucht. In hoofdstuk 7 wordt dit verder uitgewerkt.
- In hoofdstuk 2.9 (Deel A) wordt het luchtruimbeheer geïntroduceerd. Hoofdstuk 6 gaat hier dieper op in.

Na de crash met vlucht MH17 zijn al diverse acties ondernomen om het vliegen over conflictgebieden veiliger te maken. Bijlage P geeft hier een overzicht van. Waar relevant worden ze ook in het rapport zelf genoemd.

4 BESLUITVORMING OVER VliegROUTES - HET SYSTEEM

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding

Deel A: 2 Feitelijke informatie

Deel A: 3 Analyse

Deel B: Inleiding op deel B

Deel B: 4 Besluitvorming

Deel B: 5 De situatie

Deel B: 6 Vlucht MH17

Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne

Deel B: 8 Het land van vertrek

Deel B: 9 Risico-beoordeling

10 Conclusies

11 Aanbevelingen

12 Afkortingen en begrippen

13 Bijlagenlijst

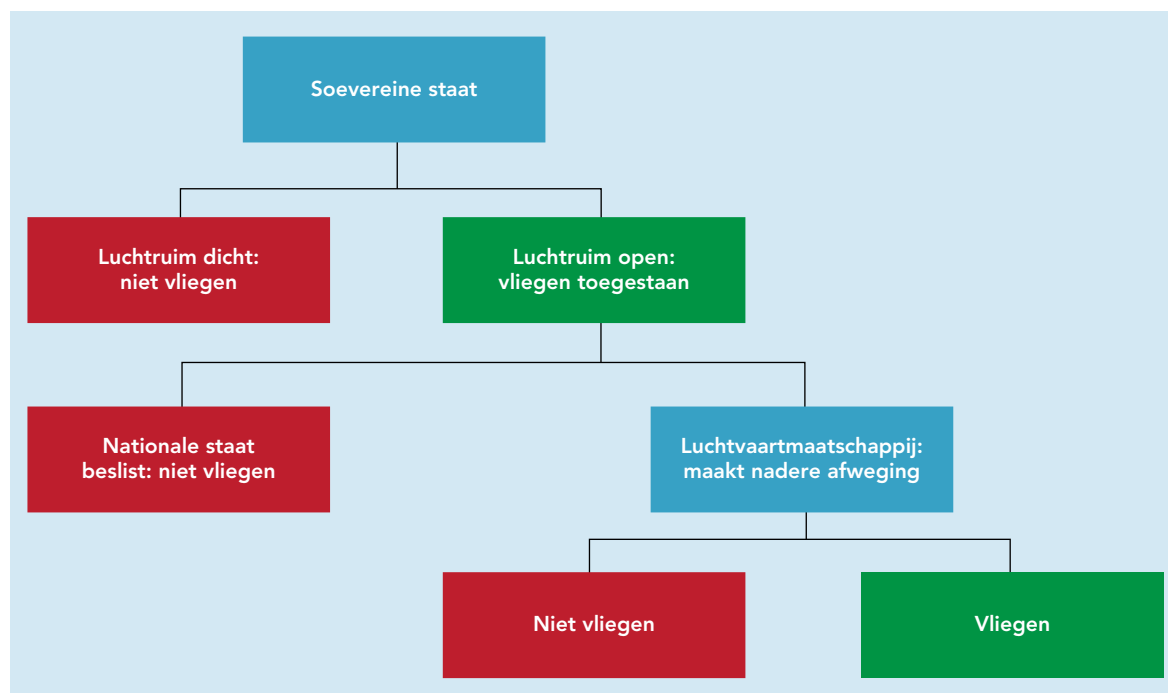
4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de taken en verantwoordelijkheden van de partijen die betrokken zijn bij de veiligheid³⁰ van het luchtruim voor de burgerluchtvaart. Een uitgebreid overzicht van de voor dit deel van het onderzoek relevante regelgeving en de daarbij betrokken partijen staat in Bijlage Q. Een tweede onderdeel van dit hoofdstuk is het referentiekader dat de Onderzoeksraad hanteert voor dit deel van het onderzoek. De Onderzoeksraad analyseert de bevindingen zowel aan de hand van de regelgeving als aan de hand van het eigen referentiekader.

4.2 Verantwoordelijkheden van staten en luchtvaartmaatschappijen³¹

In Figuur 76 is schematisch aangegeven hoe de verantwoordelijkheden rondom het gebruik van bestaande vliegroutes zijn belegd. De partijen daarbij zijn:

1. de staat die het luchtruim beheert;
2. luchtvaartmaatschappijen;
3. staten waar die luchtvaartmaatschappijen zijn gevestigd.



Figuur 76: Verantwoordelijkheden bij de besluitvorming over het luchtruimgebruik. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

³⁰ Veiligheid is hier bedoeld in de brede zin van het woord en omvat zowel *safety* als *security*. Zie ook begrippenlijst.

³¹ Verantwoordelijkheden voortvloeiend uit bepalingen in het Verdrag van Chicago.

4.2.1 Verantwoordelijkheden van staten

4.2.1.1 De staat die het luchtruim beheert

Elke staat heeft soevereiniteit over het luchtruim boven zijn grondgebied.³² Dit betekent dat de zeggenschap over het eigen luchtruim volledig en uitsluitend ligt bij de betreffende staat. Door middel van overeenkomsten die staten onderling sluiten, stellen zij hun luchtruim open voor luchtvaartmaatschappijen van andere staten.³³ Een staat kan vanuit het oogpunt van veiligheid bepaalde beperkingen stellen aan het gebruik van zijn luchtruim en bepalen langs welke routes en op welke minimale hoogte luchtvaartuigen mogen vliegen binnen dat luchtruim. De beherende staat kan het luchtruim ook geheel of gedeeltelijk sluiten als dit vanwege veiligheid noodzakelijk is.³⁴ Een staat kan vanwege zijn soevereiniteit hiertoe echter niet verplicht worden.

In het *State Safety Programme* (SSP) beschrijft de staat hoe beleid, regelgeving, vergunningverlening en toezicht zijn ingericht.³⁵ Een staat dient een zelf gekozen veiligheidsniveau van het luchtruim te waarborgen. Hoewel nergens expliciet is vastgelegd dat de beheerder van het luchtruim de veiligheid van dat luchtruim moet garanderen, is uit documenten van ICAO op te maken dat dit wel van staten wordt verwacht. Zo staat in Doc 9554-AN/932³⁶ in de inleiding beschreven dat: *'The common use by civil and military aviation of airspace and of certain facilities and services shall be arranged so as to ensure the safety, regularity and efficiency of international civil air traffic'*. Hieruit kan worden opgemaakt dat de staat al het redelijke zou moeten doen om de veiligheid van het luchtruim te waarborgen, vooral bij gezamenlijk gebruik door burger- en militaire luchtvaart. Ook in Circ 330 AN/189, die adviezen geeft over het gezamenlijk gebruik van het luchtruim door burger- en militair luchtverkeer, staat onder andere: *'Obligations of ICAO Member States under the Chicago Convention germane to civil/military issues include:*

- a. *Rule-making as regards aviation safety rules in compliance with ICAO SARPs contained in the Annexes to the Convention (Article 37); and*
- b. *Carrying out tasks which pertain to, for instance, ATM and which are laid down in the Annexes to the Convention, such as the classification of airspace and coordination between civil and military air traffic.'*

Daarnaast stelt artikel 10.3 van Doc 9554-AN/932 dat de staat die verantwoordelijk is voor het leveren van luchtverkeersdiensten, op basis van de beschikbare informatie het geografische conflictgebied zou moeten bepalen en de gevaren of mogelijke gevaren voor de civiele luchtvaart zou moeten beoordelen. Aan de hand van de beoordeling zou de staat moeten besluiten of operaties met civiele luchtvaartuigen in of door het conflictgebied moeten worden vermeden of onder bepaalde voorwaarden kunnen worden

³² Verdrag van Chicago, artikel 1.

³³ Luchtvaartmaatschappijen van andere staten hebben wel een overvliegvergunning nodig (Verdrag van Chicago, artikel 6). In die vergunning is doorgaans opgenomen dat de luchtvaartmaatschappij een overvlieggelden betaalt aan de staat die het luchtruim beheert. De kosten worden uitgewerkt in een overeenkomst die voortvloeit uit artikel 6.

³⁴ Verdrag van Chicago, artikel 9. Dit behelst de activiteiten die een staat moet ondernemen om een acceptabel *safety level* (veiligheidsniveau) te waarborgen. Het betreft hier activiteiten in relatie tot Annex 1, 6, 8, 11, 13, 14 en 19.

³⁵ Verdrag van Chicago Annex 19, artikel 3.1.1.

³⁶ Doc 9554 heeft een adviserende functie en is niet bindend.

voortgezet. In het laatste geval zou de staat een internationale NOTAM met daarin de relevante informatie, adviezen en te nemen veiligheidsmaatregelen moeten publiceren en aan de hand van eventuele ontwikkelingen moeten bijwerken.³⁷

Hoewel het Verdrag van Chicago uitsluitend betrekking heeft op de burgerluchtvaart, staat het belang van de militaire luchtvaart en de benodigde afstemming daarmee wel genoemd in het Verdrag.³⁸ Autoriteiten op het gebied van luchtverkeersdienstverlening dienen nauw samen te werken met de militaire autoriteiten die verantwoordelijk zijn voor activiteiten die de civiele luchtvaart kunnen beïnvloeden. Civiele en militaire luchtverkeersdienstverleners dienen coördinatieafspraken te maken voor directe uitwisseling van informatie die relevant is voor een veilige vluchtuitvoering. Deze coördinatie heeft tot doel om de, als gevolg van militaire activiteiten, ontstane gevaren voor de burgerluchtvaart zoveel mogelijk te beperken.³⁹

Staten melden via NOTAMs wanneer 'er sprake is van een (tijdelijke) verandering in de instelling of toestand van enige luchtvaartfaciliteit, - dienstverlening, - procedure of van gevaar waarvan het noodzakelijk is dat betrokkenen in de luchtvaart daarvan tijdig kennis nemen'.⁴⁰ Staten publiceren deze informatie naast of aanvullend op de 'Aeronautical Information Publication' (AIP⁴¹). Het verstrekken van deze zogenoemde aeronautische informatie heeft tot doel de benodigde informatie beschikbaar te stellen aan eenieder die betrokken is bij de vluchtuitvoering en de luchtverkeersdienstverlening.⁴² Veel landen, waaronder Oekraïne, hebben de uitvoering van deze taak bij de luchtverkeersdienstverlener neergelegd.

4.2.1.2 Staten waarin luchtvaartmaatschappijen zijn gevestigd⁴³

De luchtvaartautoriteiten van sommige staten hebben de wettelijke bevoegdheid om luchtvaartmaatschappijen, andere luchtvaartbedrijven en piloten aan wie zij een vergunning of certificaat hebben afgegeven, te verbieden om in het luchtruim van ander land te vliegen, of een beperking op te leggen voor een buitenlands luchtruim.⁴⁴ Ook kunnen staten hun 'eigen' luchtvaartmaatschappijen adviseren of informeren over mogelijke risico's. Deze rol van staten zal in hoofdstukken 7, 8 en 9 nader aan bod komen.

4.2.1.3 Andere relevante verantwoordelijkheden van de staat

De hiervoor genoemde verantwoordelijkheden hebben hoofdzakelijk betrekking op lucht-ruimbeheer. Daarnaast bevat Annex 17 van het Verdrag van Chicago standaarden voor

³⁷ ICAO is bezig met een actualisering van Doc 9554. Deze moet in 2015 zijn afgerond.

³⁸ Verdrag van Chicago, artikel 3 (d).

³⁹ ICAO Annex 11, artikel 2.18.

⁴⁰ ICAO Annex 15, Aeronautical Services, artikel 5.1.1.1.

⁴¹ Een AIP is een publicatie uitgebracht door de (luchtvaart)autoriteit van een staat. Deze bevat aeronautische informatie van meer blijvende aard die essentieel is voor luchtvaarnavigatie. Het bevat details van wetgeving, procedures en andere informatie die relevant is voor vliegende luchtvaartuigen in het betreffende land. AIP's bevatten meer bestendige informatie, NOTAMs hebben betrekking op de korte termijn c.q. op tijdelijke situaties.

⁴² ICAO Annex 15, artikel 3.1.6. Daarnaast bestaat er nog de Aeronautical Information Circular (AIC). Zie Bijlage Q waarin al deze vormen van informatievoorziening worden toegelicht.

⁴³ Luchtvaartmaatschappijen zijn gevestigd in staten. Vliegtuigen worden opgenomen in een luchtvaartregister. Het land waar het vliegtuig is geregistreerd is verantwoordelijk op het toezicht op de luchtwaardigheid.

⁴⁴ Dit geldt bijvoorbeeld voor de VS en het VK. Die staten hebben nationale regelgeving die dat mogelijk maakt. Het kader van ICAO biedt daar de ruimte voor, maar legt geen verplichting op aan staten om op deze manier verantwoordelijkheid te nemen voor de veiligheid van de eigen onderdanen respectievelijk de in deze staten gevestigde luchtvaartmaatschappijen.

luchtvaartveiligheid (*security*). De staat moet zich primair tot doel stellen om passagiers, bemanning, grondpersoneel en burgers te beschermen tegen wederrechtelijke daden jegens de burgerluchtvaart.⁴⁵ Het vernietigen van een 'luchtvaartuig in bedrijf' geldt voor ICAO als voorbeeld van een wederrechtelijke daad.⁴⁶ Waar nodig moeten staten actie ondernemen om de veiligheid (*security*) van de luchtvaart op het gewenste niveau te houden.⁴⁷ Autoriteiten die beschikken over dreigingsinformatie moeten die, voor zover dat mogelijk en relevant is, delen met andere staten.⁴⁸

ICAO-lidstaten dienen een nationaal luchtvaartbeveiligingsprogramma op te stellen. Een dergelijk programma heeft overeenkomstig Annex 17 alleen betrekking op de beveiliging van de eigen luchtvaartinfrastructuur. Het uitvoeren van risicoanalyses voor het gebruik van buitenlands luchtruim wordt niet specifiek in Annex 17 genoemd. Dit sluit echter niet uit dat staten waar nodig risico-analyses met betrekking tot buitenlands luchtruim uitvoeren.

Een staat kan de eigen luchtvaartmaatschappijen verzoeken aanvullende veiligheidsmaatregelen (*security*) te nemen voor de uitvoering van specifieke vluchten in het luchtruim van andere staten.⁴⁹ De staat dient ook te beschikken over systemen waarmee toezicht wordt gehouden op de eisen die betrekking hebben op de luchtvaartveiligheid (*security*).⁵⁰

4.2.2 Verantwoordelijkheden van luchtvaartmaatschappijen

Luchtvaartmaatschappijen bepalen welke vliegroutes zij binnen beschikbare luchtruimen gebruiken en maken eigen afwegingen voor de keuze van een bepaalde vliegroute. Dit kunnen afwegingen zijn van vliegveiligheid, maar ook vliegtuig en kosten betreffen. De verantwoordelijkheid voor een veilige vluchttuitvoering is ook benoemd in Annex 6 van het Verdrag van Chicago.⁵¹ Conform de genoemde Annex 17 van het Verdrag van Chicago, dienen staten te eisen dat hun luchtvaartmaatschappijen een geschreven beveiligingsprogramma hebben dat voldoet aan de vereisten van het nationale beveiligingsplan van de betreffende staat.⁵² In combinatie met de bepalingen uit Annex 19 zijn ze daarmee verplicht om zowel een veiligheidsmanagementsysteem (*safety*) als een beveiligingsprogramma (*security*) te hebben en te gebruiken.⁵³ Annex 17 bevat voor luchtvaartmaatschappijen vooral bepalingen over de beveiliging (*security*) van luchthavens of in het vliegtuig. De veiligheid (*security*) van vliegroutes door buitenlands luchtruim maakt geen onderdeel uit van de voorschriften in Annex 17.

Als een buitenlands luchtruim niet gesloten of beperkt is en de staat waar een luchtvaartmaatschappij is gevestigd geen overvliegverbod of -beperking heeft uitgevaardigd voor dat luchtruim, is het de luchtvaartmaatschappij zelf die besluit of zij dat luchtruim

⁴⁵ ICAO Annex 17, artikel 2.1.1.

⁴⁶ ICAO Annex 17, hoofdstuk 1, definitie van 'acts of unlawful interference'.

⁴⁷ ICAO Annex 17, artikel 3.1.3.

⁴⁸ ICAO Annex 17, artikel 2.4.3.

⁴⁹ ICAO Annex 17, artikel 2.4.1

⁵⁰ ICAO Annex 17, artikel 3.4 - Quality Control: art. 3.4.6.

⁵¹ ICAO Annex 6, part I, Aeroplanes, artikel 4.1.

⁵² Annex 17 van het Verdrag van Chicago laat Staten weliswaar de ruimte voor een brede interpretatie waarbij ook risico's op vliegroutes in het buitenland tot het Nationaal beveiligingsplan behoren, maar de uitwerking in de 'Aviation Security Manual' illustreert dat een dergelijke brede interpretatie niet gebruikelijk is.

⁵³ ICAO Annex 19, Safety Management, artikel 3.1.3 en 4.1 en ICAO Annex 17, artikel 3.3.1.

gebruikt. Dat betekent dat luchtvaartmaatschappijen een eigen verantwoordelijkheid hebben om te bepalen of een vliegroute voldoende veilig is om te kunnen benutten. Luchtvaartmaatschappijen kunnen daarbij gebruikmaken van verschillende informatiebronnen, zoals openbare bronnen, bronnen bij de overheid van de staat waar de maatschappij is gevestigd, externe adviseurs (consultants), andere luchtvaartmaatschappijen en eigen personeel. Onder dit laatste vallen ook speciaal met beveiligingsaspecten belaste medewerkers.

De gezagvoerder van een luchtvaartuig is ervoor verantwoordelijk dat de vluchttuitvoering gebeurt overeenkomstig de luchtvaartregels zoals opgenomen in ICAO Annex 2.⁵⁴ Dit omvat mede de vluchtvoorbereiding.⁵⁵ ICAO benoemt daarbij niet specifiek de beoordeling van veiligheids- en beveiligingsaspecten met betrekking tot het luchtruim en routegebruik. ICAO ziet een rol voor zowel luchtvaartmaatschappij als gezagvoerder op het moment dat er sprake is van een plotselinge uitbraak van gewapend geweld.⁵⁶ Hierover stelt ICAO dat zodra, door een plotselinge uitbraak van geweld, de gangbare coördinatieprocessen tussen civiele en militaire autoriteiten niet meer gebruikt worden, de luchtvaartmaatschappijen en de gezagvoerder de situatie, op basis van de beschikbare informatie, moeten beoordelen en maatregelen moeten nemen om te voorkomen dat de veiligheid in gevaar komt.⁵⁷

4.2.2.1 Code sharing⁵⁸

Veel luchtvaartmaatschappijen gebruiken 'code sharing' als marketingmiddel en genereren daarmee aanvullende inkomsten. Hierbij bieden twee of meer luchtvaartmaatschappijen onder de eigen naam stoelen aan op een vlucht die één van deze maatschappijen uitvoert. Dit maakt het bijvoorbeeld mogelijk bestemmingen aan te bieden waar een maatschappij zelf niet op vliegt. De maatschappij waarbij het ticket is gereserveerd, is verplicht om de passagiers in te lichten over de feitelijke uitvoerder van de betreffende vlucht.

Bij vlucht MH17 was sprake van *code sharing*. KLM maakte gebruik van *code sharing* om stoelen in vlucht MH17 onder eigen naam te verkopen. Bij *code sharing* draagt de luchtvaartmaatschappij die de vlucht daadwerkelijk uitvoert de verantwoordelijkheid voor de veiligheid van passagiers tijdens die vlucht.

ICAO kent geen bindende regels voor het toepassen van *code sharing*. ICAO Annex 17 adviseert echter wel dat de staat van luchtvaartmaatschappijen vereist dat zij de bevoegde autoriteit in het land van vestiging informeren over hun *codeshare*-overeenkomsten. ICAO stelt als voorwaarde dat de staat bij het autoriseren van een *codeshare*-overeenkomst de publieke belangen moet afwegen en moet overwegen of luchtvaartmaatschappijen daarmee voldoen aan relevante internationale veiligheidsstandaarden.⁵⁹ ICAO laat daarbij in het midden welke belangen en standaarden relevant zijn.

⁵⁴ ICAO Annex 2, Rules of the Air, artikel 2.3.1.

⁵⁵ ICAO Annex 2, artikel 2.3.2.

⁵⁶ ICAO Doc 9554, 'Manual Concerning Safety Measures Relating to Military Activities Potentially Hazardous to Civil Aircraft Operations'.

⁵⁷ ICAO Doc 9554, artikel 3.1.1. Zie ook Bijlage Q.

⁵⁸ In Bijlage Q is *code sharing* meer uitgebreid toegelicht.

⁵⁹ ICAO Doc 8335, deel V, hoofdstuk 4, artikel 4.1.2.

4.3 Referentiekader

Voor dit onderzoek hanteert de Onderzoeksraad een referentiekader. Dit bestaat enerzijds uit de van toepassing zijnde wet- en regelgeving en anderzijds uit de visie van de Onderzoeksraad op het zo goed als praktisch mogelijk beheersen van veiligheidsrisico's.

Vliegen is een belangrijke vorm van transport, die niet is weg te denken uit onze moderne samenleving. Passagiers dienen zich ervan bewust te zijn dat vliegen risico's met zich meebrengt. De kans op ongevallen is klein, maar de gevolgen van een ongeval in de luchtvaart kunnen groot zijn.

Het is zeer moeilijk voor passagiers om zelfstandig adequate informatie over de risico's van vliegroutes te vergaren. Zij kunnen dus niet of nauwelijks zelf beoordelen of een route voldoende veilig is, ook omdat vliegroutes tot op het laatste moment en zelfs nog tijdens de vlucht kunnen wijzigen.

Tegen deze achtergrond is de verantwoordelijkheid voor veiligheid van alle bij de luchtvaart betrokken partijen groot. De Onderzoeksraad verwacht dat private en publieke partijen in het systeem zowel individueel als gezamenlijk (nieuwe) veiligheidsrisico's zo goed als mogelijk en op basis van de laatste stand van de techniek beheersen. Het karakter van deze verantwoordelijkheid van de betrokken partijen is te vergelijken met die van een zorgplicht. Dat betekent dat de partijen worden geacht zich zo goed mogelijk in te spannen voor de veiligheid van de burgerluchtvaart en zich niet uitsluitend te houden aan hun strikte taakomschrijving.

Van staten en luchtvaartmaatschappijen verwacht de Onderzoeksraad dat zij in ieder geval de wet- en regelgeving naleven. Voor de hoofdstukken 6 en 7, over de verantwoordelijkheden van Oekraïne en Malaysia Airlines, vormen de wettelijke kaders zoals besproken in Bijlage Q een belangrijk deel van het referentiekader voor het onderzoek van de Onderzoeksraad. Omdat het onderzoek ook nagaat in hoeverre de wettelijke kaders en de implementatie daarvan ruimte laten voor verbetering, hanteert de Onderzoeksraad naast de wettelijke kaders ook een eigen referentiekader.

De uitgangspunten voor het referentiekader van de Onderzoeksraad zijn afkomstig uit veiligheidskundig gedachtegoed en hebben betrekking op de risico-inventarisatie en risicobeoordeling, de aanwezigheid van *checks and balances* en het omgaan met onzekerheid.

4.3.1 Risico-inventarisatie en risicobeoordeling

De Onderzoeksraad verwacht van alle betrokken partijen, zowel staten, luchtvaartmaatschappijen als internationale organisaties zoals ICAO en EASA, dat zij - in de geest van het Verdrag van Chicago en de grondgedachte achter ICAO - proactief risico's in kaart brengen en zo nodig hun veiligheidsaanpak aanpassen om die risico's zo ver mogelijk te beperken als redelijkerwijs mogelijk is. Dat wil zeggen dat alle betrokken organisaties steeds de beschikbare maatregelen moeten nemen om het risico te verminderen en/of te beheersen, tenzij daaraan aantoonbaar onevenredig hoge kosten of andere negatieve

gevolgen zijn verbonden. Dit uitgangspunt is afgeleid van het zogenoemde 'ALARP'⁶⁰ principe, dat van betrokken partijen vraagt om risico's bewust en transparant af te wegen tegen de moeite, tijd en investeringen die nodig zijn om dat risico te verminderen en/of te beheersen. Het is een principe afkomstig uit de externe veiligheid dat inhoudt dat risicoveroorzakers maatregelen moeten nemen vanuit hun maatschappelijke zorgplicht, tenzij zij kunnen laten zien dat die maatregelen disproportioneel zijn.

4.3.2 Omgaan met onzekerheid

De Onderzoeksraad verwacht dat onzekerheid het uitgangspunt is voor de handelwijze van de betrokken partijen. Dat betekent dat de betrokken partijen voortdurend alert moeten zijn op, en ontvankelijk moeten blijven voor, signalen die kunnen wijzen op de onjuistheid of onvolledigheid van eerder gedane aannames. Dat vergt dat ze een open vizier hebben voor risico's en dat ze bereid zijn te twijfelen aan gangbare aannames.

⁶⁰ ALARP: As Low As Reasonably Practicable.

5 DE SITUATIE IN HET OOSTELIJK DEEL VAN OEKRAÏNE EN SIGNALEN VOOR DE BURGERLUCHTVAART

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft informatie die de Onderzoeksraad heeft gevonden in openbare en niet-openbare bronnen over de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne in de periode tussen 1 maart en 17 juli 2014. Waren er gebeurtenissen en ontwikkelingen voorafgaand aan het neerstorten van vlucht MH17 die staten of luchtvaartmaatschappijen hadden kunnen interpreteren als signalen van een mogelijke afname van de veiligheid van het luchtruim boven het gebied en dus voor toenemende risico's van het overvliegen daarvan?⁶¹

De onderzochte openbare bronnen betreffen primaire bronnen (officiële informatie van de Oekraïense staat, NOTAMs, ICAO State Letters en EASA-safety information bulletins) en secundaire bronnen, zoals krantenberichten, audiovisuele media en sociale media over bijvoorbeeld veiligheidsincidenten en de mogelijke aanwezigheid van wapens in het gebied.⁶² Het accent ligt op de primaire informatie, omdat de juistheid van informatie in nieuwsmedia minder goed te controleren is.

De niet-openbare bronnen zijn afkomstig van Nederlandse inlichtingendiensten en diplomatieke diensten van de Staat der Nederlanden in Oekraïne. Een groot deel van deze informatie is indirect, dat wil zeggen afkomstig van besloten briefings waar - vooral westerse - diplomaten, onder wie defensie-attachés, informatie deelden over politieke en militaire ontwikkelingen in en rond het conflictgebied. Daarom kan worden aangenomen dat de meeste informatie die de Nederlandse diensten tot hun beschikking hadden, ook beschikbaar was of kon zijn voor de vertegenwoordigers van andere - westerse - landen. De Onderzoeksraad heeft geen toegang gehad tot niet-openbare bronnen uit niet-westerse landen en kan dus ook geen uitspraak doen over wat in die landen bekend was.

5.2 Aeronautische informatie⁶³

De Onderzoeksraad heeft onderzocht in hoeverre aeronautische informatie beschikbaar was die een signaal had kunnen zijn van toenemende onveiligheid in het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne.

⁶¹ De in dit hoofdstuk opgenomen informatie is mede gebaseerd op een inventarisatie die het The Hague Centre for Strategic Studies heeft verricht op verzoek van de Onderzoeksraad.

⁶² Een meer gedetailleerde beschrijving is opgenomen in het rapport *MH17 - Onderzoeksverantwoording*.

⁶³ Waar de Onderzoeksraad hier NOTAMs noemt, gaat het om een selectie van relevant geachte NOTAMs. Alle 'actieve' NOTAMs zijn opgenomen in Bijlage D.

In maart 2014 bracht de Russische Federatie NOTAMs voor de Simferopol FIR (Krim) uit, waarin een Russische verkeersleidingsdienst geïntroduceerd werd voor de Krim. Oekraïne reageerde hierop door een NOTAM te publiceren waarin het bericht van de Russische Federatie werd verworpen en waarin werd aangegeven dat Oekraïne verantwoordelijk bleef voor het verlenen van luchtverkeersdiensten in dit luchtruim.

Daarna volgden van zowel Oekraïne als de Russische Federatie nog andere NOTAMs.⁶⁴ De ontstane situatie leidde tot de mogelijkheid dat het civiele luchtverkeer boven het gebied tegenstrijdige instructies zou ontvangen. De verschillende NOTAMs maakten immers duidelijk dat er twee dienstverleners waren die claimden de luchtverkeersleiding te verzorgen. Door eventuele tegenstrijdige instructies zou de veiligheid van het vliegverkeer in gevaar kunnen komen. Op 2 april 2014 publiceerde ICAO een State Letter waarin lidstaten werden geïnformeerd over de mogelijke risico's voor de veiligheid van civiele vluchten in de Simferopol FIR, als gevolg van de tegenstrijdige instructies: *'Due to the unsafe situation where more than one ATS provider may be controlling flights within the same airspace from 3 April 2014, 0600 UTC onwards, consideration should be given to measures to avoid the airspace and circumnavigate the Simferopol FIR with alternative routings.'*⁶⁵

Eveneens op 2 april, en als reactie op de ICAO State Letter, heeft de Network Manager van EUROCONTROL luchtvaartmaatschappijen dringend geadviseerd het luchtruim van de Krim (Simferopol FIR) te mijden en alternatieve routes te kiezen.⁶⁶ Op 3 april 2014 bracht EASA een Safety Information Bulletin (SIB) uit, waarin EASA de waarschuwing van ICAO onder de aandacht bracht.⁶⁷

In de State Letter van 2 april 2014 over Simferopol FIR kondigde ICAO ook aan om voortdurend actief te blijven coördineren met alle partijen om eventuele gevaren voor de burgerluchtvaart te signaleren: *'ICAO continues to actively coordinate with all involved authorities, international organizations, airspace users and other States in the region regarding developments as they unfold, specifically those which could impact flight safety.'* In de periode van 2 april tot 17 juli 2014, de periode waarin het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne ontstond en verhevigde, is ICAO echter niet meer op de situatie in Oekraïne teruggekomen.

De Amerikaanse *Federal Aviation Administration* (FAA) publiceerde op 4 maart 2014 FDC NOTAM 4/3635. In deze NOTAM waarschuwde de FAA Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en piloten die naar, vanuit of over Oekraïne vlogen, voorzichtig te zijn in verband met potentiële instabiliteit. Uit deze informatie bleek dat er toenemende militaire activiteiten waren in het luchtruim van Oekraïne en in de buurt van burgervliegvelden. De burgerluchtvaart zou in aanraking kunnen komen met militaire activiteiten, met name in de Krim-regio: *'Potentially hazardous situation - Flight operations into, out of, within, or over the Ukraine U.S. Operators and airmen should exercise caution when*

⁶⁴ Het gaat hier om de volgende NOTAMs: A0528/14, A0520/14, A0524/14 en A0569/14 van Oekraïne en NOTAMs A0906/14, A0907/14A02, A0907/14B02, A0909/14, A0910/14, A0911/14A02, A0911/14B02, A0912/14 van de Russische Federatie.

⁶⁵ ICAO State Letter (EUR/NAT 14-0243.TEC (FOL/CUP), 2 april 2014.

⁶⁶ EUROCONTROL Headline News, 2 april 2014.

⁶⁷ EASA Safety Information Bulletin 2014-10, 3 april 2014.

operating in the Lvov (UKLV), Kyiv (UKBV), Dnepropetrovsk (UKDV), Odessa (UKOV) and Simferopol (UKFV) flight information regions (FIRs) due to the potential for instability. Information from the European Emergency Coordination Crisis Cell and open source media reports indicates there is an increased military presence in the airspace over Ukraine and in the vicinity of military airfields. Civil flight operations in the Ukraine, particularly in the Crimean region, may be exposed to military activity. U.S. operators and airmen flying into, out of, within or over the Ukraine must review current information and NOTAMs, comply with all applicable FAA Regulations and directives and exercise extreme caution.’ Deze NOTAM was geldig tot en met 31 maart 2014.

De Amerikaanse FAA vaardigde vervolgens op 3 april 2014 FDC NOTAM 4/2816 uit. Die bevatte een vliegverbod voor Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en piloten voor het gebruik van het luchtruim boven de Krim, de Zwarte Zee en de Zee van Azov. Daarnaast bevatte deze NOTAM een waarschuwing voor alle overige Oekraïense FIRs: ‘U.S. operators and airmen flying into, out of, or within Lvov (UKLV), Kyiv (UKBV), Dnepropetrovsk (UKDV), and Odessa (UKOV) FIRs, as well as airspace in the Simferopol (UKFV) FIR that is outside the lateral limits of the airspace over the Crimea, the Black Sea, and the Sea of Azov (.) must review current security/threat information and NOTAMs; comply with all applicable FAA regulations, operations specifications, management specifications, and letters of authorization, including updating B450; and **exercise extreme caution due to the continuing potential for instability.**’ (Vetgedrukt door de Onderzoeksraad).

Op 23 april volgde FDC NOTAM 4/7667 (A0012/14), die FAA SFAR 113 bevatte en eerdere verboden en waarschuwingen herhaalde en daarmee bekrachtigde.^{68,69} De waarschuwing voor het overige deel van Oekraïne is algemeen geformuleerd en bevat geen concrete informatie over het gewapend conflict en de eventuele risico’s die dat voor de burgerluchtvaart met zich mee kon brengen. Voorafgaand aan de crash van vlucht MH17 heeft dus, behoudens Oekraïne, geen staat of internationale organisatie een specifieke veiligheidswaarschuwing over het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne uitgegeven.

Uit het overzicht van alle relevante NOTAMs die de Oekraïense autoriteiten publiceerden, bleek dat vanaf medio maart 2014 delen van het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne regelmatig voor korte tijd werden gesloten of het gebruik ervan werd beperkt. De duur van de beperkingen varieerde van enkele uren tot enkele dagen. Beperking hield onder andere in dat bepaalde oefengebieden werden geactiveerd en daarmee waren gesloten voor burgerluchtverkeer, dat het gebruik door burgerluchtverkeer alleen na toestemming mogelijk was en dat bepaalde delen van vliegroutes tot een bepaalde hoogte werden gesloten. De redenen voor die beperkingen of tijdelijke sluitingen werden niet genoemd. Uit het feit dat ‘State aircraft’ (militaire luchtvaartuigen) waren uitgezonderd en dat oefengebieden bestemd zijn voor militaire luchtvaart, kan worden afgeleid dat luchtruimbeperkingen te maken hadden met activiteiten van de Oekraïense

⁶⁸ Voor een toelichting op het begrip ‘SFAR’, zie hoofdstuk 12, Afkortingen en Begrippen.

⁶⁹ Door de status van SFAR aan de NOTAM toe te kennen, kreeg deze NOTAM met onmiddellijke ingang de status van wetgeving. Deze mogelijkheid heeft de FAA ter voorkoming van potentieel gevaar voor personen en/of vliegtuigen.

luchtmacht. Vanaf juni tot en met 18 juli 2014 is een toename van het aantal gepubliceerde NOTAMs zichtbaar waarin het gebruik van delen van het luchtruim en luchtwegen in het oostelijk deel van Oekraïne werd beperkt.

Op 17 juli 2014, de dag van de crash van vlucht MH17, waren in totaal 28 NOTAMs van kracht voor het luchtruim in het oostelijk deel van Oekraïne, waarvan 8 betrekking hadden op beperkingen van het luchtruim. Een aantal NOTAMs met daarin een beperking had betrekking op het luchtruim op lage hoogte, tot 5000 voet. Op 5 juni 2014 publiceerden de Oekraïense autoriteiten NOTAM A1255/14 (voor de luchtwegen) en A1256/14 (voor het gebied) waarmee zij het gebruik van het luchtruim in het oostelijk deel van Oekraïne door de burgerluchtvaart beneden FL260 tijdelijk beperkten.⁷⁰ De NOTAMs waren geldig van 6 tot en met 30 juni 2014. Op 26 juni 2014 publiceerden de Oekraïense autoriteiten NOTAM A1383/14 (voor het gebied) en A1384/14 (voor de luchtwegen) waarmee de tijdelijke beperking voor dit gebied werd verlengd. Deze NOTAMs waren geldig van 1 tot en met 28 juli 2014. Op 14 juli 2014 verhoogden de Oekraïense autoriteiten de beperking van het luchtruim tot FL320. De NOTAMs⁷¹ daarover waren geldig van 14 juli tot en met 14 augustus 2014. De reden voor de beperkingen van het luchtruim stond niet in de NOTAMs vermeld (zie ook hoofdstuk 6).

Op 16 juli 2014 publiceerden de autoriteiten van de Russische Federatie twee NOTAMs voor de Rostov FIR,⁷² een gebied dat grenst aan de regio Dnipropetrovsk in het oostelijk deel van Oekraïne. De ingangsdatum van deze NOTAMs was 17 juli, om 00.00 uur. Beide NOTAMs verwijzen naar het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne als reden voor uitgifte: *'Due to combat actions on the territory of the Ukraine near the state border with the Russian Federation and the facts of firing from the territory of the Ukraine towards the territory of the Russian Federation, to ensure intl flt safety.'*

Deze NOTAMs gaven effectief dezelfde hoogtebeperkingen als de Oekraïense NOTAMs. Onderaan NOTAM UUUUV6158/14 staat echter dat deze van toepassing is voor het deel van het luchtruim vanaf de grond tot FL530. Er worden in deze ene NOTAM dus twee verschillende hoogtes genoemd. De genoemde FL530 die aan het einde van deze NOTAM wordt genoemd is veel hoger dan de Oekraïense luchtruimbeperking.

De aeronautische informatie van andere landen dan Oekraïne zelf waarin waarschuwingen werden gegeven aan de burgerluchtvaart met een verwijzing naar militaire activiteiten in Oekraïne, is dus gevat in de eerdergenoemde Amerikaanse NOTAM van 4 maart en in de Russische NOTAMs voor Rostov van 16 juli. De eerste noemde concreet militaire activiteiten in de lucht, maar was geldig tot en met 31 maart en had betrekking op het luchtruim van heel Oekraïne. De Russische NOTAMs waren gericht op de Rostov FIR, dus *Russisch* luchtruim, en niet op het overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne en waren intern tegenstrijdig (twee hoogtes). Ze verwezen wel concreet naar militaire activiteiten in het oostelijk deel van Oekraïne en de risico's daarvan voor de burgerluchtvaart als reden voor de luchtruimbeperkingen. Op vragen van de Onderzoeksraad hebben de autoriteiten van de Russische Federatie geantwoord dat de beperkende

⁷⁰ FL260: 26.000 voet. Zie uitleg in Hoofdstuk 12, Afkortingen en begrippen.

⁷¹ Dit deden zij door middel van NOTAMs A1492/14 (voor het gebied) en A1493/14 (voor de luchtwegen).

⁷² NOTAM UUUUV2681/14 en UUUUV6158/14.

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

maatregelen zijn genomen om overeenstemming te creëren met die in het aangrenzende Oekraïense luchtruim. De Onderzoeksraad heeft echter geen duidelijkheid gekregen over de betekenis van de beperking tot FL530.

Omdat vlucht MH17 ook over de Rostov FIR vloog, vormden de betreffende Russische NOTAMs ook onderdeel van het briefingpakket voor vlucht MH17. Ondanks de interne tegenstrijdigheid zijn ze door het geautomatiseerde vliegplansysteem geaccepteerd. De vermelde informatie in de NOTAM over de gewapende strijd wordt bij de selectie niet vanzelf gepresenteerd, maar is wel zichtbaar indien iemand het pakket NOTAMs nader bestudeert (zie ook hoofdstuk 7).

5.3 Beschietingen van militaire luchtvaartuigen

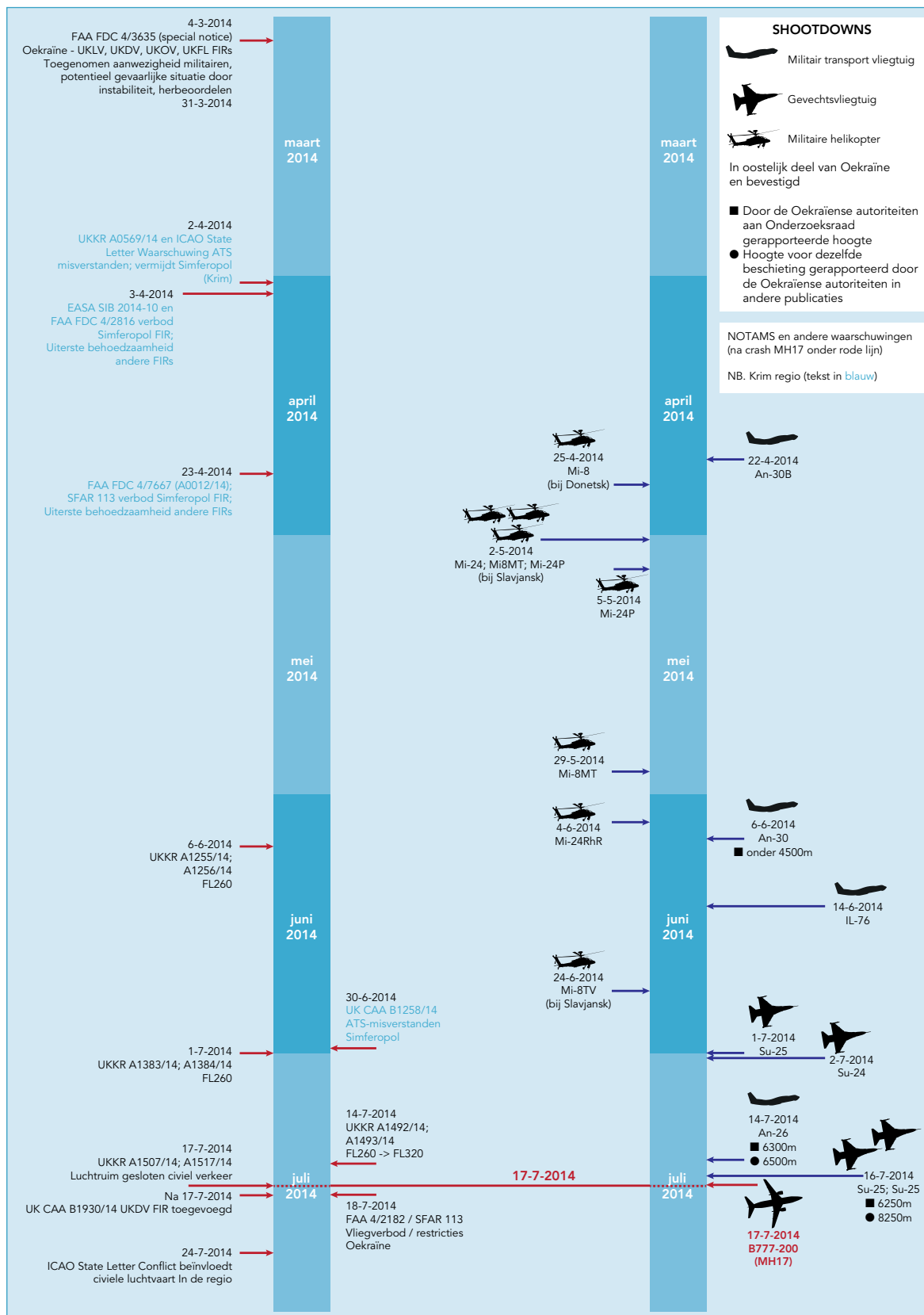
In de periode tussen het uitbreken van het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne vanaf april 2014 en de dag van de crash van vlucht MH17 op 17 juli werden meerdere toestellen van het Oekraïense leger (veelal vanaf de grond) beschoten. De Oekraïense autoriteiten hebben een deel van deze incidenten officieel bevestigd, hoewel hiervan specifieke details, zoals de gebruikte wapens of de hoogte waarop het incident plaatsvond, niet altijd bekend zijn gemaakt.

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de incidenten die door de autoriteiten van Oekraïne zijn bevestigd. Deze zijn ook weergegeven in Figuur 77. In de gevallen waarin de Oekraïense autoriteiten de vlieghoogte van een neergeschoten vliegtuig hebben genoemd, is dat in de figuur weergegeven. Niet uitgesloten is dat gedurende de genoemde periode nog andere incidenten hebben plaatsgevonden. Van het totale aantal incidenten kan dus geen geverifieerd overzicht worden gegeven.

Op 22 april 2014 werd een Oekraïens militair vliegtuig (Antonov An-30B) beschoten tijdens een verkenningvlucht boven Slavjansk. Het ministerie van Defensie van Oekraïne verklaarde op zijn website dat het vliegtuig was beschoten met automatische wapens, maar in staat was geweest veilig te landen.⁷³ De beschieting van de Antonov An-30B was, voor zover bekend, een van de eerste incidenten in het oostelijk deel van Oekraïne waarbij een vliegtuig van de Oekraïense luchtmacht vanaf de grond werd beschoten en waarbij de autoriteiten het incident bevestigden. In de weken na het incident met de Antonov An-30B werden boven het conflictgebied vooral helikopters van de Oekraïense strijdkrachten beschoten.⁷⁴ Sommige van deze incidenten werden officieel bevestigd.

⁷³ Website ministerie van Defensie Oekraïne, <http://www.mil.gov.ua/news/2014/04/22/nad-slov%E2%80%99yanskom-buv-obstrilyanij-litak-povitryanij-sil-zs-ukraini/>, geraadpleegd 11 maart 2015.

⁷⁴ Zie bijvoorbeeld: Ministerie van Binnenlandse Zaken Oekraïne, <http://mvs.gov.ua/mvs/control/main/uk/publish/article/1065660>, geraadpleegd 14 januari 2015.



Figuur 77: Tijdlijn van neergehaalde militaire luchtvaartuigen boven het oostelijk deel van Oekraïne, periode van 22 april 2014 - 18 juli 2014 en relevante NOTAMS van 1 maart 2014 tot 18 juli 2014. Het betreft voorvallen die door Oekraïense autoriteiten zijn bevestigd. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

In de periode juni en juli werden behalve helikopters ook transport- en gevechtsvliegtuigen neergehaald. Op 6 juni 2014 verklaarde een woordvoerder van de Oekraïense strijdkrachten in sociale media dat een Antonov An-30B met MANPADS op een hoogte beneden 4.500 meter was neergehaald, nabij Slavjansk.⁷⁵ Het ministerie van Defensie meldde op 14 juni 2014 dat een militair transportvliegtuig Ilyushin 76MD van de Oekraïense luchtmacht tijdens de landing op het vliegveld van Loehansk werd neergehaald. Dit gebeurde door een MANPADS en vervolgens door mitrailleurvuur. Hierbij vielen 49 dodelijke slachtoffers.⁷⁶ Diverse media besteedden aandacht aan deze gebeurtenis en ook internationaal leidde het incident tot reacties.⁷⁷ In de weken hierna volgden andere incidenten waarbij een helikopter (Mil Mi-8TV, 24 juni 2014) en gevechtsvliegtuigen werden beschoten. Op 1 juli betrof dit een poging om een Su-25 UB⁷⁸ uit de lucht te schieten en op 2 juli 2014 een beschieting van een Su-24.⁷⁹ Beide zouden zijn beschoten met een MANPADS.

Op 14 juli, drie dagen voor de crash van vlucht MH17, werd in de regio Loehansk een Antonov An-26 transportvliegtuig van de Oekraïense luchtmacht neergehaald, waarbij twee van de bemanningsleden omkwamen. De Nationale Veiligheids- en Defensieraad van Oekraïne (RNBO) publiceerde diezelfde dag een mediaverklaring waarin stond dat het toestel op een hoogte van 6.500 meter vloog toen het werd geraakt (zie kader voor de letterlijke, in het Engels vertaalde tekst).⁸⁰ Gezien deze hoogte moest het toestel volgens de Oekraïense autoriteiten zijn geraakt door een 'krachtiger wapen' dan een MANPADS.

De Oekraïense regering ging hierbij uit van twee mogelijkheden, een modern lucht-afweersysteem 'Pantsir'⁸¹ of een 'X-24 lucht-lucht-raket'.⁸² De autoriteiten gingen ervan uit dat het wapen was afgevuurd vanuit de Russische Federatie, omdat de gewapende groeperingen niet over dergelijke wapens zouden beschikken.^{83, 84} Op een later tijdstip verklaarden de Oekraïense autoriteiten dat het waarschijnlijk om een lucht-luchtraket

⁷⁵ De perssecretaris van de Oekraïense strijdkrachten liet via sociale media weten dat het zou gaan om een An-26: <https://www.facebook.com/vladislav.seleznev.94/posts/451342608335801>, geraadpleegd 11 maart 2015. Aviation Safety Network vermeldt dat niet met zekerheid kan worden vastgesteld of het een An-30B of An-26 betrof: <http://aviation-safety.net/database/record.php?id=20140606-0>, geraadpleegd 13 januari 2015.

⁷⁶ <http://www.mil.gov.ua/news/2014/06/14/vijskovo-transportnij-litak-povitryanih-sil-zbrojnih-sil-ukraini-il-76/>, geraadpleegd 13 januari 2015.

⁷⁷ Zie bijvoorbeeld <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/ukraine/10899657/Ukraine-rebels-shoot-down-plane-carrying-49.html>, geraadpleegd 12 maart 2015; <http://www.bbc.com/news/world-europe-27850190>, geraadpleegd 12 maart 2015.

⁷⁸ Van dit incident is geen officiële schriftelijke bevestiging bekend, hoewel in diverse media een woordvoerder van de Oekraïense strijdkrachten wordt geciteerd die het incident bevestigt: <http://ukr.segodayna.ua/regions/donetsk/terroristy-pytalis-iz-zenitok-sbit-samolet-su-25-spiker-ato-532935.html>, geraadpleegd 13 januari 2015; <http://www.wz.lviv.ua/news/69458>, geraadpleegd 13 januari; <http://podrobnosti.ua/podrobnosti/2014/07/01/982855.html>

⁷⁹ <http://www.rnbo.gov.ua/news/1711.html?PrintVersion>.

⁸⁰ De hoogte van de Antonov An-26 is in het persbericht van RNBO niet onderbouwd.

⁸¹ Een Pantsir-S1 is een gecombineerd systeem van luchttartillerie en middellangeafstands grond-luchtraketten, met een bereik tot 20 kilometer. (<http://www.janes.com/article/48685/russian-tos-1-and-pantsyr-s1-systems-reported-in-east-ukraine>, geraadpleegd 14 augustus 2015).

⁸² Dit type lucht-luchtraket is onbekend. Op nadere vragen van de Onderzoeksraad hebben de Oekraïense autoriteiten laten weten dat bij de opstelling van het bericht een technische fout is gemaakt in de type-aanduiding.

⁸³ <http://mediarnbo.org/2014/07/14/zvedena-informatsiya-informatsiyno-analitichnogo-tsentr-u-rnbo-na-17-00-14-lipnya-2014-roku/en> <http://mediarnbo.org/2014/07/15/znaydeno-chetvero-chleniv-ekipazhu-an-26/>, geraadpleegd op 27-7-2015.

⁸⁴ Het neerschieten van de An-26 is ook door de minister van Buitenlandse Zaken Klimkin bevestigd in een besloten briefing met diplomaten bij de Presidentiële Administratie van Oekraïne. Hierbij werd echter een vlieghoogte van 6.200 meter genoemd. Zie ook hoofdstukken 5 en 8.4 en Bijlage T.

ging. Omdat de An-26 beneden de hoogte van FL230-240 vloog die als veilig voor de militaire luchtvaart werd beschouwd, zagen de autoriteiten de aanval niet als een risico voor de burgerluchtvaart die boven FL320 vloog.

Verklaring Informatie-analysecentrum RNBO⁸⁵ op 14 juli 2014 om 17.00 uur^{86, 87}

Military activities in the conflict zone

"Today, all communication with the AN-26 aircraft of the Armed Forces of Ukraine was lost at approximately 12.30 hrs. The aircraft ensured air transport during the active phase of the anti-terrorist operation. Ukrainian soldiers immediately started a search and rescue operation. Crew members were finally reached. During the evening briefing, Andriy Lysenko, the spokesperson for the Information Analysis Center of the National Security and Defense Council, announced that today the Defense Minister reported to the President of Ukraine that fortunately, the crew had managed to eject from the damaged aircraft. It turned out that the plane had been flying at an altitude of 6,500 meters when it was hit. No portable anti-aircraft missile system, which is currently used by the terrorists, can strike an aircraft at such an altitude. The AN-24⁸⁸ was hit by a more powerful weapon that was probably fired from the Russian Federation. Based on information transmitted by the Ukrainian pilots, two versions are currently being considered: a shot was fired from either the Pantsir modern ground-based air defence system or the X-24 guided air-to-air missile from a Russian aircraft, which could have taken off from Milyerovo Airport. (...)"

Volgens een persbericht op 15 juli 2014 zou een commissie onderzoek doen naar de oorzaken van de crash en hierover rapporteren. De resultaten van dit onderzoek zijn nog niet gepubliceerd.⁸⁹

Op aanvullende vragen van de Onderzoeksraad hebben de Oekraïense autoriteiten geantwoord dat een voorlopig onderzoek heeft uitgewezen dat het toestel met een lucht-luchtraket is neergeschoten, en dat die waarschijnlijk vanuit de Russische Federatie is afgevuurd. Daarbij werd een vlieghoogte van 6.300 meter genoemd. Wanneer dit voorlopige onderzoek precies is afgerond is niet gemeld, maar wel is gemeld dat het zeker enkele dagen heeft geduurd voor het gereed was, omdat de wrakstukken van het toestel niet konden worden bereikt. De resultaten van het voorlopige onderzoek zijn niet voor 17 juli 2014 openbaar gemaakt. In december 2014 verscheen een persbericht waarin

⁸⁵ RNBO is de nationale veiligheids- en defensieraad van Oekraïne, een adviesorgaan van de president.

⁸⁶ <http://mediarnbo.org/2014/07/14/zvedena-informatsiya-informatsiyno-analitichnogo-tsentru-rnbou-na-17-00-14-lipnya-2014-roku/>, geraadpleegd 30 maart 2015.

⁸⁷ Alle tijden in dit rapport zijn in UTC.

⁸⁸ De Onderzoeksraad citeert hier letterlijk uit het bericht van de RNBO. Het bedoelde toestel moet echter een An-26 zijn.

⁸⁹ Zie: <http://mediarnbo.org/2014/07/15/znaydeno-chetvero-chleniv-ekipazhu-an-26/Ook> stond in het persbericht dat 'gezien het onderzoek naar de crash van de AN-26 (...) in de regio van Loehansk op 14 juli 2014, zullen alle vluchten van de luchtmacht van Oekraïense strijdkrachten tot nader order worden opgeschort.' Dit bericht werd door ATO (de Oekraïense strijdmacht die tegen de gewapende groeperingen strijdt) tevens via sociale media verspreid, hoewel onduidelijk is wat deze vliegrestrictie inhield, zie: <https://www.facebook.com/ato.news/posts/830779603599514>, geraadpleegd 14 maart 2015.

werd gesteld dat het vliegtuig was geraakt door een lucht-luchtraket.⁹⁰ In geen van de openbare berichten voorafgaand aan 17 juli 2014 is een verband gelegd met risico's voor de burgerluchtvaart.

Op 17 juli 2014 meldde het ministerie van Defensie van Oekraïne dat op 16 juli een Sukhoi Su-25 gevechtsvliegtuig in de regio Donetsk, nabij de Oekraïens-Russische grens (Amvrosiivka), was beschoten. Volgens Oekraïne ging het om een lucht-luchtraket die zou zijn afgevuurd door een militair vliegtuig van de strijdkrachten van de Russische Federatie, dat op patrouille langs de grens vloog.⁹¹ Het ministerie van Defensie meldde op 17 juli ook dat een dag eerder nog een Su-25 met een MANPADS was beschoten, waarbij de piloot van het gevechtsvliegtuig met succes een noodlanding had uitgevoerd.⁹²

Op 18 juli werd de beschieting van de Su-25 bij Amvrosiivka ook genoemd in een mediabericht van de Nationale Veiligheids- en Defensieraad RNBO. Daarin werd gesteld dat de Su-25 op 8.250 meter vanuit de Russische Federatie was neergehaald door een Russische MIG-29 met een middellangeafstands lucht-luchtraket.⁹³ In antwoord op aanvullende vragen van de Onderzoeksraad over dit incident stellen de Oekraïense autoriteiten dat uit een voorlopig onderzoek door de luchtmacht is gebleken dat de Su-25 op een hoogte van 6.250 meter vloog. Daarbij is ook gemeld dat de mogelijkheid van een beschieting met een Pantsir-systeem (eveneens vanuit de Russische Federatie) als alternatieve (maar minder waarschijnlijke) oorzaak werd gezien. Wanneer dit voorlopige onderzoek precies is afgerond, is niet gemeld.

Uit het voorgaande blijkt dat het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich tussen april en juli uitbreidde naar het luchtruim. Vliegtuigen en helikopters van de Oekraïense strijdkrachten voerden aanvalsvluchten uit en transporteerden militair personeel en materieel naar en van het conflictgebied. De gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering streden, trachtten deze vliegtuigen neer te halen. In de maand mei 2014 werden vooral helikopters neergehaald, in juni en juli ook militaire vliegtuigen, waaronder aanvalsvliegtuigen.

Voor het merendeel van de incidenten hebben de Oekraïense autoriteiten de exacte hoogte waarop de beschoten vliegtuigen vlogen, niet gemeld. Uit de officiële bevestigingen blijkt wel dat de beschietingen in veel gevallen zijn uitgevoerd met draagbare grond-luchtraketten met een korter bereik. In het geval van de Antonov An-26 op 14 juli en de Sukhoi Su-25 op 16 juli noemden de Oekraïense autoriteiten ook de mogelijkheid van een middellangeafstands grond-luchtraket of een lucht-luchtraket, mogelijk afgevuurd vanuit de Russische Federatie. Bij de beschieting van de An-26 noemden de Oekraïense autoriteiten in een officiële verklaring een hoogte van 6.500 meter, een hoogte die volgens hen niet kon worden bereikt met MANPADS. De

⁹⁰ <http://www.president.gov.ua/news/31726.html>, geraadpleegd 31 maart 2015.

⁹¹ <http://www.mil.gov.ua/news/2014/07/17/rosijskij-vijskovij-litak-zbiv-ukrainskij-su-25-v-nebi-donbasu/>, geraadpleegd 13 januari 2015. Dit persbericht verscheen op 17 juli, 12.18 MET op de website van het ministerie van Defensie van Oekraïne.

⁹² <http://www.mil.gov.ua/news/2014/07/16/bojovi-litaki-povitryanih-sil-zs-ukraini-v-ramkah-vidnovlennya-bojovih-zavdan-nanesli-dekilka-tochkovih-aviaudariv-po-viznachenih-obektah-protivnika/>, geraadpleegd 13 januari 2015.

⁹³ <http://mediarnbo.org/2014/07/18/nsc-news-analysis-center-briefing-at-12-00-july-18-2014/?lang=en>, geraadpleegd 13 juli 2015.

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

Nederlandse Militaire Inlichtingen- en Veiligheidsdienst (MIVD) concludeerde op basis van beelden van de schade en getuigenverklaringen dat het toestel met een MANPADS moest zijn neergeschoten. De mogelijkheid van een lucht-luchtraket werd daarbij niet genoemd (zie hoofdstuk 8.4). De Russische Federatie heeft elke betrokkenheid bij de incidenten ontkend.

5.4 Openbare duidingen van het conflict door politici en diplomaten

Westerse politici en hooggeplaatste militaire gezagsdragers en diplomaten hebben in de maanden voor 17 juli 2014 in het openbaar hun zorgen geuit over de ontstane situatie in het oostelijk deel van Oekraïne. Zij gingen in deze context ook in op de neergehaalde vliegtuigen en helikopters van het Oekraïense leger. Hierbij legden zij tevens een verband met een mogelijke Russische betrokkenheid bij het conflict.

Op 24 juni sprak de Amerikaanse Permanente Vertegenwoordiger bij de Verenigde Naties Power in de VN Veiligheidsraad over de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne. Daarbij ging zij tevens in op de crash van het militair transportvliegtuig Ilyushin-76MD tijdens de landing op het vliegveld van Loehansk (14 juni). Het toestel zou volgens haar mogelijk zijn neergehaald met Russische wapens:

*'We don't need to look very far or very hard to find evidence of this campaign. We see it in the three T-64 Russian tanks which suddenly showed up in the hands of separatists in Eastern Ukraine. We see it in the burnt out BM-21 rocket launcher - one of many that suddenly appeared in Eastern Ukraine in the past weeks - which photographs shows recently belonged to Russia's 18th Motorized Rifle Brigade, based in Chechnya. We see it in surface-to-air missiles that were recently seized by Ukrainian forces after a clash with separatists. They were still accompanied by their official paperwork, revealing that - as recently as two months ago - these missiles were held on a Russian Air Defense Base in the Krasnodar region. These are just the type of surface-to-air missiles, I would note, that were used to bring down a Ukrainian military transport plane last week, killing all 49 people onboard. And we see it in the alarming redeployment of thousands of Russian troops and military hardware along the border with Ukraine - at the closest proximity, since the invasion of Crimea in February.'*⁹⁴

Hoewel het type luchtdoelraket niet werd genoemd, neemt de Onderzoeksraad aan dat draagbare systemen werden bedoeld, omdat van het genoemde toestel bekend is dat het op lage hoogte vloog toen het werd neergehaald. Nadat op 24 juni nabij Slavjansk een Mil Mi-8TV werd neergehaald, verklaarde ook de Amerikaanse minister van Buitenlandse Zaken Kerry op een persconferentie in Brussel dat deze zou zijn neergehaald met een Russisch wapen: *'with a MANPADS RPG capacity that took that helicopter out.'*⁹⁵

⁹⁴ <http://usun.state.gov/briefing/statements/228366.htm>, geraadpleegd 15 januari 2015.

⁹⁵ <http://mediarnbo.org/?p=277>; <http://www.rnbo.gov.ua/news/1711.html> en <http://www.state.gov/secretary/remarks/2014/06/228444.htm>, geraadpleegd 14 maart 2015.

Enkele dagen later, op 30 juni 2014, sprak NAVO-generaal Breedlove op een persconferentie over Russische troepenopbouw aan de oostzijde van de grens met Oekraïne ('about seven-plus battalion task groups on the east side of that border, numerous small special operations forces'⁹⁶). Desgevraagd liet Breedlove tijdens de persconferentie weten dat de Russische Federatie ook luchtdoelwapens leverde aan de gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden:

'To your last specific question, yes, they do include that. What we see in training on the east side of the border is big equipment, tanks, APCs, anti-aircraft capability, and now we see those capabilities being used on the west side of the border.'

Op een later moment in de persconferentie sprak hij van 'vehicle-borne capability' (wapensystemen die door voertuigen worden gedragen) waarmee aan de oostzijde van de Oekraïense grens getraind zou worden, hoewel deze nog niet over de grens gesignaleerd zouden zijn:

'So there has been a release of NATO data on tanks. I believe YouTube has other vehicles, such as armored personnel carriers. We have not seen any of the air defense vehicles across the border yet, but we've seen them training in the western part of Russia, et cetera. So I think that there are several types and capabilities of heavy weaponry that are moving across that border.'

De NAVO-generaal specificeerde niet om welke wapens het zou gaan, noch of het zou gaan om (middel)langeafstands grond-luchtraketten. Hij meldde niet expliciet welke partijen betrokken zouden zijn in de genoemde oefeningen (*training*): de Russische Federatie of (ook) gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden. Defensie-medewerkers van andere landen twijfelden aan de juistheid van de informatie van generaal Breedlove. Zij konden deze niet uit eigen waarnemingen bevestigen.⁹⁷

Ondanks de westerse politieke en militaire aandacht voor het conflict, het escaleren ervan en de luchtcomponent daarin werd door geen van de aangehaalde politici en gezagsdragers in het openbaar een verband gelegd tussen de militaire ontwikkelingen in het oostelijk deel van Oekraïne en risico's voor de burgerluchtvaart.

5.5 Berichten in media over mogelijke aanwezige wapencapaciteit

In de maanden voorafgaand aan 17 juli waren er ook in (sociale) media berichten over de aanwezigheid van wapens, waaronder luchtdoelraketten, in handen van gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden in het oostelijk deel van

⁹⁶ Voor het volledige transcript van de persconferentie van generaal Breedlove zie: <http://www.defense.gov/Transcripts/Transcript.aspx?TranscriptID=5456> geraadpleegd 14 maart 2015.

⁹⁷ Interview met Nederlandse defensie-attaché.

Oekraïne.⁹⁸ Zo namen gewapende groeperingen op 29 juni 2014 de Oekraïense militaire luchtverdedigingsbasis A-1402 in. Berichten in de media wezen erop dat de gewapende groeperingen hiermee tevens een Buk-systeem in handen zouden hebben gekregen. De Oekraïense autoriteiten verklaarden in de media dat dit systeem echter niet operationeel was.^{99, 100}

Westerse media meldden dat politici, diplomaten en militaire leiders hun zorgen uitspraken over mogelijke wapenleveranties van de Russische Federatie aan de gewapende groepen en over de opbouw van Russische troepen en materieel aan de grens met Oekraïne. De betrokkenheid van de Russische Federatie werd in Russische media ontkend.

De precieze aard, omvang en het operationele niveau van de militaire capaciteiten van de verschillende partijen in het conflict rond 17 juli 2014 zijn door de Onderzoeksraad ook achteraf niet goed vast te stellen. Hoewel verscheidene media in de maanden voorafgaand aan de crash over de mogelijk in het gebied aanwezige wapencapaciteiten berichtten, betreft het hier geen gevalideerde en geverifieerde informatie. Tevens is op basis van open bronnen niet met zekerheid vast te stellen om welk materieel het ging en in welke mate dit materieel operationeel was.

5.6 Niet-openbare bronnen

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft ook gebruikgemaakt van niet-openbare bronnen over signalen die op mogelijke risico's voor de burgerluchtvaart konden wijzen. Dit betreft vooral bronnen van diplomatieke diensten van de Staat der Nederlanden in Oekraïne. Veel van deze informatie is afkomstig van en/of werd gedeeld in besloten briefings waar - vooral westerse - diplomaten, onder wie defensie-attachés, de politieke en militaire ontwikkelingen in en rond het conflictgebied bespraken. Daarom neemt de Onderzoeksraad aan dat de informatie die de Nederlandse diplomatieke diensten tot hun beschikking hadden, ook beschikbaar was of kon zijn voor de vertegenwoordigers van andere westerse landen. In opdracht van de Onderzoeksraad is ook onderzoek gedaan naar wat de Nederlandse inlichtingendiensten wisten; zie hiervoor hoofdstuk 8 en Bijlage T. De Onderzoeksraad heeft geen toegang gehad tot niet-openbare bronnen van andere landen, zoals Oekraïne, de Russische Federatie en Maleisië.

⁹⁸ Een woordvoerder van de Oekraïense strijdkrachten liet op 26 mei bijvoorbeeld in de media weten dat een *surface-to-air-missile-systeem* dat nabij het vliegveld van Donetsk gebruikt werd door gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden, door het Oekraïense leger vanuit een helikopter was vernietigd. Op 5 juni 2014 berichtte de *International New York Times* dat gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden instructies zouden krijgen over hoe zij '*surface-to-air missiles, a 30-millimeter automatic grenade launcher, heavy machine guns and antitank weapons*' moesten gebruiken. Volgens een leider van de gewapende groeperingen betrof het wapens die de zij hadden ingenomen van het Oekraïense leger. Een dag later berichtte de *International New York Times* dat er grond-luchtraketten op militaire bases zouden zijn onttrokken. Op 11 juni meldde de krant *Argumenty nedeli* dat gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden in een maand tijd tussen de negen en elf helikopters, twee Su-25's en een An-30B zouden hebben neergehaald. In hetzelfde artikel werd eveneens vermeld dat er een Buk-M1-systeem aanwezig zou zijn geweest in gebied dat werd gecontroleerd door de gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden.

⁹⁹ *BBC Monitoring Former Soviet Union* 'Militants seize air defence unit in Donetsk, capture six Ukrainian troops', 29 juni 2014, *Russia en FSU General News*, 'Militia claims control over air-defence regiment in Donetsk' (Part 2), 29 juni 2014, *Interfax: Russia en CIS Military Newswire*, 30 juni 2014.

¹⁰⁰ *Itar-Tass*, 'Donetsk defence forces take control of army unit equipped with missile defence systems', <http://tass.ru/en/world/738262>, geraadpleegd 27-07-2015

Uit de geraadpleegde niet-openbare bronnen blijkt dat diplomaten zeer bezorgd waren over de militaire ontwikkelingen in het conflictgebied zelf en aan de Russische zijde van de grens. De defensie-attachés van de verschillende landen hadden regelmatig overleg over de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne, zowel in NAVO-verband als in breder verband.¹⁰¹ Hun focus was gericht op militaire activiteiten, in het bijzonder op ontwikkelingen op de grond. Ze hielden rekening met een invasie van Russische troepen in Oekraïne, hetgeen tot grote internationale spanningen zou kunnen leiden. Ook spraken zij over het belang van de gewapende groeperingen om het Oekraïense luchtoverwicht uit te schakelen, en dat zij daarin steeds effectiever werden: *'Elke derde sortie (vlucht) werd neergehaald.'* De informatie die Oekraïense autoriteiten tijdens een briefing met diplomaten gaven over het neerschieten van een Antonov An-26, mogelijk vanuit de Russische Federatie,¹⁰² werd ook in dit geopolitieke en militair-strategische perspectief geplaatst: wat zouden de gevolgen voor de binnenlandse politieke stabiliteit van Oekraïne kunnen zijn en welke risico's zou dit en de eventuele Russische betrokkenheid met zich mee kunnen brengen voor de veiligheid in Europa? Hetzelfde geldt voor de informatie die de NAVO had over de militaire ontwikkelingen en de wapenopbouw in en om het conflictgebied, zoals die door generaal Breedlove werd verwoord (zie hoofdstuk 5.4).

Bij de genoemde besprekingen stelden de aanwezige diplomaten geen vragen over de veiligheid van het luchtruim voor de burgerluchtvaart. Voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan, was de inhoud van de beschikbare informatie geen aanleiding voor de diplomaten om de luchtvaartautoriteiten van hun land te informeren over de situatie in Oekraïne. Een van de bronnen stelt: *'We hebben er op geen enkel moment aan gedacht dat daar ook nog burgervliegtuigen overheen vlogen.'*

Naar aanleiding van dergelijke uitspraken in interviews die de Onderzoeksraad gehouden heeft, is nadrukkelijk gezocht naar diplomatieke documenten waarin wel gesproken werd over wapensystemen op de grond en risico's voor de burgerluchtvaart. Het enige relevante diplomatieke document dat de Onderzoeksraad heeft kunnen vinden is een memorandum over de situatie in de Krim dat de permanente vertegenwoordiger van Oekraïne bij de OVSE richtte aan alle OVSE-delegaties en samenwerkingspartners. Dit memorandum, gedateerd 7 maart 2014, meldt onder andere dat Russische militairen geprobeerd hadden controle te krijgen over een luchtafweerregiment, en de daar gevestigde Buk-raketten, van de Oekraïense strijdkrachten in de Krim. Naar aanleiding daarvan wordt in het memorandum gesteld: *'The Ministry of Defense of Ukraine underlines that this kind of interference of the Russian servicemen in operation of the military unit of Ukraine causes real threat of illegal use of weapons against aircraft in the airspace of Ukraine.'* In dit document wordt echter niet expliciet gesproken over risico's voor de burgerluchtvaart; het is waarschijnlijk dat deze uitspraak betrekking had op risico's voor de Oekraïense militaire luchtvaartuigen. Benadrukt moet worden dat dit memorandum over de Krim gaat, en niet over het oostelijk deel van Oekraïne en dat het dateert van begin maart, dus voordat in het oostelijk deel van Oekraïne sprake was van een conflict en ruim vier maanden voor de crash van vlucht MH17.

¹⁰¹ Het betreft hier landen als: Duitsland, Italië, Frankrijk, Roemenië, Litouwen, Noorwegen, Zweden, VS, VK, Canada, Oostenrijk en Bulgarije.

¹⁰² Hierbij werd een vlieghoogte van 6.200 meter genoemd. Zie ook hoofdstuk 8.4 en Bijlage T.

5.7 Deelconclusies

1. De aeronautische informatie van de Amerikaanse luchtvaartautoriteit FAA (FDC NOTAM 4/3635), geldig van 4 tot 31 maart 2014, waarschuwde Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en piloten voor instabiliteit en toenemende militaire activiteiten in het gehele luchtruim van Oekraïne.
2. Het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne breidde zich tussen eind april en 17 juli 2014 uit naar het luchtruim. Volgens meldingen van de Oekraïense autoriteiten zijn in die periode zeker 16 helikopters en vliegtuigen, waaronder ook gevechtsvliegtuigen, van de Oekraïense strijdkrachten neergeschoten.
3. In de periode dat het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich naar het luchtruim uitbreidde, hebben noch Oekraïne, noch andere staten of internationale organisaties specifieke dreigingwaarschuwingen aan de burgerluchtvaart uitgegeven over het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne.
4. De Russische NOTAM over de Rostov-FIR, die van kracht werd op 17 juli en betrekking had op luchtruim van de Russische Federatie, verwees wel concreet naar het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne als reden voor de beperking van enkele delen van het Russische luchtruim. Deze NOTAM was voor wat betreft de vlieghoogte intern tegenstrijdig.
5. Op 14 juli 2014 meldden de Oekraïense autoriteiten in het openbaar en in een besloten briefing met Westerse diplomaten dat een Antonov An-26 militair transporttoestel op een hoogte tussen 6.200 en 6.500 meter was neergehaald. De wapensystemen die de autoriteiten in hun verklaringen noemden, kunnen kruishoogte van civiele vliegtuigen bereiken en zouden daarmee een risico vormen voor de burgerluchtvaart.
6. Op 17 juli 2014 meldden de Oekraïense autoriteiten dat op 16 juli een Sukhoi Su-25 boven het oostelijk deel van Oekraïne was neergehaald; naar hun mening meest waarschijnlijk door een lucht-luchtrakiet die vanuit de Russische Federatie was afgevuurd. De wapensystemen die de autoriteiten in hun verklaringen noemden, kunnen kruishoogte van civiele vliegtuigen bereiken. De Oekraïense autoriteiten meldden aanvankelijk dat het toestel op een hoogte van 8.250 meter had gevlogen toen het werd geraakt. Deze hoogte is later bijgesteld naar 6.250 meter.

6 VLUCHT MH17 OP 17 JULI 2014 - BEHEER VAN HET LUCHTRUIM DOOR OEKRAÏNE

Dit hoofdstuk behandelt de vraag waarom het gebruik van het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne, een conflictgebied waar de strijd zich uitbreidde naar het luchtruim, boven een bepaalde grens open was, waardoor burgerluchtverkeer over het conflictgebied kon blijven vliegen. De centrale rol van de staat Oekraïne in dit hoofdstuk volgt uit het stelsel van verantwoordelijkheidsverdeling conform het Verdrag van Chicago (zie het schema in hoofdstuk 4.2). Oekraïne heeft als soevereine staat volledige zeggenschap over het eigen luchtruim, en daarmee de primaire verantwoordelijkheid voor de veiligheid ervan. Het kan dus beslissen of het nodig is het luchtruim te beperken of te sluiten voor vliegverkeer.¹⁰³ De signalen over het gewapend conflict en de uitbreiding daarvan naar het luchtruim zoals die in hoofdstuk 5 zijn beschreven, bieden de context waarin de staat Oekraïne besluiten heeft genomen over het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne.

De volgende onderwerpen komen in dit hoofdstuk aan bod:

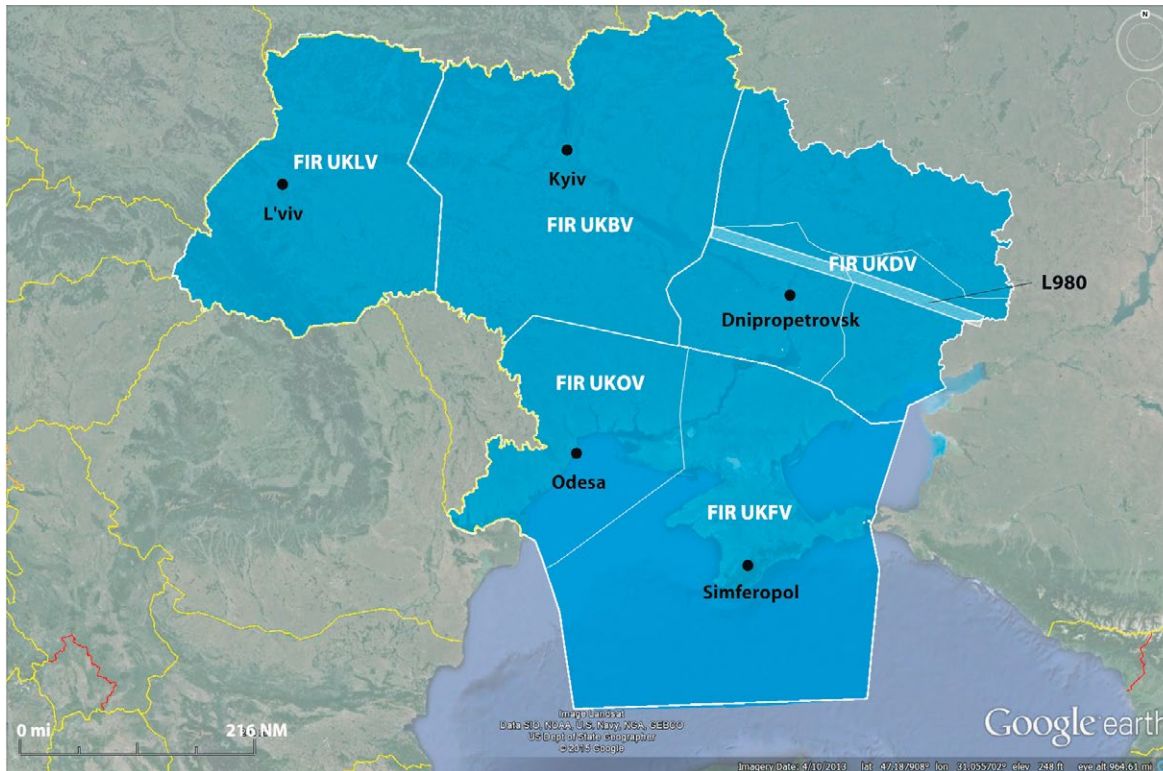
- De organisatie van het beheer van het Oekraïense luchtruim;
- De beperkingen van het luchtruim door Oekraïne;
- Luchtruimbeheer in andere conflictgebieden.

In sommige gevallen kwamen de antwoorden van betrokken partijen op vragen van de Onderzoeksraad niet met elkaar overeen. Waar dat het geval is, wordt dat aangegeven en zo nodig voorzien van een duiding door de Onderzoeksraad.

6.1 Organisatie van het beheer van het Oekraïense luchtruim

Het luchtruim van Oekraïne was oorspronkelijk verdeeld in vijf vluchtinformatiegebieden (FIR's) te weten: L'viv FIR, Kyiv FIR, Odesa FIR, Simferopol FIR en Dnipropetrovsk FIR (zie Figuur 78). Op 3 maart 2014 werd de Simferopol FIR opgeheven en werd het beheer over dat deel van het luchtruim verdeeld tussen de luchtverkeerleidingscentra van Odesa en Dnipropetrovsk.

¹⁰³ Verdrag van Chicago artikel 1, 2 en 3 bis.



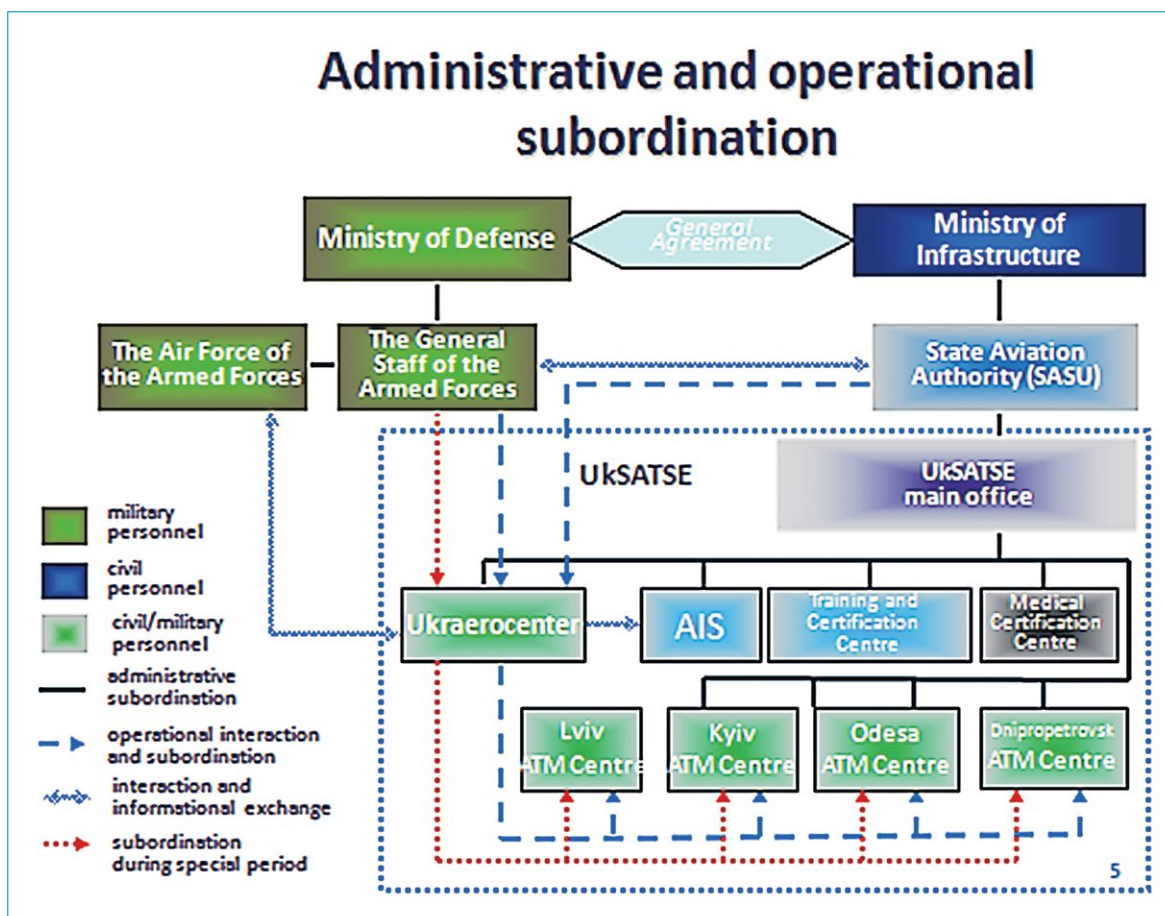
Figuur 78: Indeling van het luchtruim van Oekraïne met luchtweg L980. (Bron: UkSATSE en Google, Landstat)

Voor een aantal vluchten vanuit Europa naar India en Zuidoost-Azië, en omgekeerd, geldt dat de meest efficiënte route over het oostelijk deel van Oekraïne voert. Daarom werd deze route veel gebruikt. Gezien de ligging van de luchtvaartroutes doorkruisen de vluchten daarbij het luchtruim van de Dnipropetrovsk FIR (UKDV).

De civiele- en militaire luchtverkeersdienstverlening in Oekraïne is in 1999 geïntegreerd met het instellen van het 'Integrated Civil-Military ATM System of Ukraine (ICMS)' als onderdeel van de luchtverkeersleidingsdienst UkSATSE. Zowel de civiele- als de militaire luchtverkeersleidingsdienst hebben hun eigen commandostructuur maar werken op operationeel niveau nauw met elkaar samen. Deze samenwerking wordt gecoördineerd door het Ukraerocenter (de belangrijkste operationele eenheid binnen ICMS) waarin de twee diensten vertegenwoordigd zijn zoals weergegeven in Figuur 79.

UkSATSE is verantwoordelijk voor de luchtverkeersleiding aan de civiele luchtvaart. Luchtverkeersleiding aan de militaire luchtvaart wordt verleend door militaire eenheden onder de verantwoordelijkheid van het ministerie van Defensie. Het beheer van het luchtruim dat onder de verantwoordelijkheid van Oekraïne valt, wordt uitgevoerd met flexibel gebruik van het luchtruim. Het beheer van het luchtruim op strategisch niveau wordt uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van het ministerie van Infrastructuur en het ministerie van Defensie op basis van een overeenkomst. Het beheer van het luchtruim op pre-tactisch en tactisch niveau wordt gedaan door ICMS binnen het stelsel van hun verantwoordelijkheden. De civiel-militaire coördinatie van de verkeersleiding op operationeel gebied wordt onder normale omstandigheden uitgevoerd door Ukraerocenter, verkeersleidingscentra en de betrokken luchtmachtafdelingen van Oekraïne. UkSATSE heeft het mandaat om op tactisch niveau delen van het luchtruim voor korte tijd te sluiten of te beperken. Luchtruimsluitingen en -beperkingen op strategisch of pre-tactisch

niveau worden gecoördineerd door Ukraerocenter en de Oekraïense luchtvaartautoriteit (SASU) in nauwe samenwerking met de Generale Staf van de strijdkrachten. SASU heeft de beslissende stem bij luchtruimsluitingen. Verzoeken voor luchtruimsluitingen of -beperkingen worden op regelmatige basis beoordeeld als deze verzoeken worden gedaan ten behoeve van militaire training. Aanvragen om luchtruimbeperkingen worden zonder verdere vragen uitgevoerd als zij door de militaire autoriteiten als noodzakelijk worden beschouwd in verband met een gewapend conflict (de onderbroken rode lijn in het schema van Figuur 79). Dergelijke verzoeken worden gezien als beslissingen die op het hoogste niveau zijn genomen en die niet worden bediscussieerd of beïnvloed door UKSATSE of SASU.



Figuur 79: Organisatieschema van de luchtverkeersdienstverlening in Oekraïne. (Bron: UKSATSE)

De Oekraïense luchtvaartautoriteit (SASU) nam de formele besluiten om (een deel van) het luchtruim te sluiten of het gebruik te beperken. Twee van die besluiten, te weten de beperking van het luchtruim onder FL260 en de uitbreiding van die beperking tot FL320, worden hieronder nader besproken, omdat ze relevant zijn voor de beoordeling van de crash van vlucht MH17.

6.2 De beperking van het gebruik van het luchtruim onder FL260

Uit het onderzoek blijkt dat de militaire autoriteiten van Oekraïne voorafgaand aan de crash van vlucht MH17 informatie hadden verkregen dat *'illegal armed units within the area of the Anti-Terrorist Operation'*¹⁰⁴ beschikten over vuurwapens en de draagbare grond-luchtraketten 'Igla' en 'Strela'. Het beschieten en neerschieten van militaire vliegtuigen van Oekraïne was voor het ministerie een signaal dat deze wapens ook gebruikt werden. Ook blijkt uit het onderzoek dat de militaire autoriteiten de UkSATSE het neerschieten van militaire vliegtuigen hebben besproken. Om de militaire vliegtuigen te beschermen tegen deze aanvallen en om prioriteit te kunnen geven aan luchtmacht-operaties verzochten de militaire autoriteiten de Oekraïense luchtvaartautoriteit op 5 juni 2014 om het gebruik van het luchtruim voor de burgerluchtvaart onder FL260 te beperken. Dit verzoek betrof het gebied waar de Oekraïense luchtmacht militaire operaties uitvoerde, evenals het luchtruim dat de luchtmacht gebruikte om naar en van deze gebieden te vliegen. Op 6 juni 2014 werd de gevraagde luchtruimbeperking tot FL260 van kracht en deze werd op 1 juli verlengd tot en met 28 juli 2014.

In het beperkte gebied was alleen verkeer toegestaan dat vooraf toestemming had gekregen om daar te vliegen en *'State aircraft'*.¹⁰⁵ Volgens de verklaring van de militaire autoriteiten aan de Onderzoeksraad waren de uitgangspunten hierbij:

- Door de sluiting van de luchthavens van Loehansk (2 mei 2014) en Donetsk (26 mei 2014) was er geen opstijgend en dalend, en dus laagvliegend, luchtverkeer, maar alleen burgerluchtvaart op kruishoogte.
- Er waren volgens de militaire autoriteiten geen aanwijzingen dat *'militants of illegal armed units'*¹⁰⁶ een burgervliegtuig zouden aanvallen. *'The shooting of civil aircraft by terrorists was not considered as a realistic scenario.'* Volgens de beschikbare informatie van de Oekraïense inlichtingdiensten en militaire autoriteiten beschikten de *'illegal armed groups'* op dat moment over MANPADS met een maximaal hoogtebereik van 4.500 meter.

De militaire autoriteiten van Oekraïne onderkenden dat hun militaire vliegtuigen potentieel doelwit waren voor gewapende groeperingen. Ter bescherming van deze vliegtuigen hadden de militaire autoriteiten berekend tot welke hoogte het luchtruim beperkt moest worden om hun vliegtuigen veilig naar en vanuit het conflictgebied te kunnen laten vliegen. Zij gingen uit van een maximaal hoogtebereik van de MANPADS van 4.500 meter en hanteerden een veiligheidsmarge van 2.000 meter. De militaire autoriteiten concludeerden dat de Oekraïense militaire vliegtuigen hun vluchten naar en vanuit de gebieden waar zij hun missies hadden, veilig op een hoogte tussen 6.700 en 7.300 meter (FL220 - FL240)¹⁰⁷ konden uitvoeren. Als gevolg achtten de militaire autoriteiten het boven deze hoogte veilig voor het burgerluchtverkeer. Hierbij werd een extra buffer tot FL260 gehanteerd waarbinnen geen militair luchtverkeer vloog. De autoriteiten gaven de navolgende

¹⁰⁴ Citaat afkomstig uit het antwoord van het ministerie van Defensie van Oekraïne. De Onderzoeksraad is niet verantwoordelijk voor de gebruikte terminologie.

¹⁰⁵ De officiële ICAO-benaming voor vliegtuigen die gebruikt worden door defensie, douane en politiediensten.

¹⁰⁶ De termen in de citaten zijn de termen die de Oekraïense autoriteiten gebruiken. De Onderzoeksraad gebruikt zelf de term gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden.

¹⁰⁷ Vanaf 3500 voet wordt gerekend in flight levels (FL).

motivatie: *'...the establishment of temporary prohibitions of airspace use in the specified regions to ensure flight safety of civil aviation considering the military aviation operations'*. Ook uit het antwoord op een andere vraag bleek dat de autoriteiten de veiligheid voor het burgerluchtverkeer alleen beschouwden in relatie tot de activiteiten van militaire luchtvaart: *'...this restriction of airspace use was introduced to provide flight safety of civil aircraft in the regions of military aviation operations...'* Bij het instellen van de luchtruimbeperving tot FL260 speelde een mogelijke dreiging vanaf de grond voor het burgerluchtverkeer dus geen expliciete rol. De beperking tot FL260 kwam voort uit de behoefte meer veiligheid en ruimte te scheppen voor militaire vliegtuigen en een scheiding aan te brengen tussen het militaire en het burgerluchtverkeer. De aanname was dat burgervliegtuigen die boven de voor de militaire vliegtuigen veilige hoogte van FL240 vlogen, ook veilig waren.

De verantwoordelijken van UkSATSE verklaarden dat zij geen invloed hadden gehad op het besluit om het gebruik van het luchtruim te beperken. Ze stelden slechts van de beslissing op de hoogte te zijn gesteld. Van de achtergrond van deze beslissing verklaarden zij alleen te weten dat het ter bescherming van de burgerluchtvaart was in verband met militaire activiteiten.

Uit de antwoorden op schriftelijke vragen en verstrekte documenten leidt de Onderzoeksraad af dat de Oekraïense luchtmacht het verzoek naar UkSATSE stuurde voor de verdere afwikkeling van de tijdelijke luchtruimbeperving onder FL260. UkSATSE werkte dit verzoek nader uit en stuurde dit ter verificatie naar de militaire autoriteiten. Nadat de Generale Staf met de uitwerking akkoord was, verstuurde de Staf het verzoek aan de luchtvaartautoriteit van Oekraïne, SASU. Bij de beslissing op het verzoek waren dus de Generale Staf van de strijdkrachten, de Luchtmacht van Oekraïne, de luchtvaartautoriteit SASU en de luchtverkeersleiding UkSATSE betrokken.



Figuur 80: Schematische weergave van de besluitvorming over FL260 door Oekraïne. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Het is niet duidelijk geworden of alle betrokken partijen volledig op de hoogte waren van alle beschikbare informatie. De bronnen spreken elkaar wat dit betreft tegen. Het is wel duidelijk dat het initiatief voor de beperking van het luchtruimgebruik van de militaire autoriteiten kwam en dat de andere partijen geïnformeerd waren over het formele besluit. De invloed van overige partijen lijkt ondanks bestaande overlegstructuren en de genoemde informatievoorziening beperkt. Zo heeft UkSATSE aangegeven geen gedetailleerde informatie te hebben gekregen over de dreiging en over de exacte redenen van de verzochte restricties.

In latere gesprekken van de Onderzoeksraad met onder meer het Oekraïense ministerie van Defensie stelden geïnterviewden dat de strijdkrachten door een gebrek aan technische middelen niet in staat zouden zijn geweest waar te nemen of (militaire) luchtvaartuigen

ongeoorloofd gebruik maakten van het luchtruim. Ook was het volgens de autoriteiten niet mogelijk een goed beeld te krijgen van de eventuele aanwezigheid van krachtige raketsystemen in het door gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden beheerste gebied. De militaire autoriteiten hadden echter geen aanwijzingen dat de gewapende groeperingen over (middel)langeafstands luchtdoelraketten beschikten.

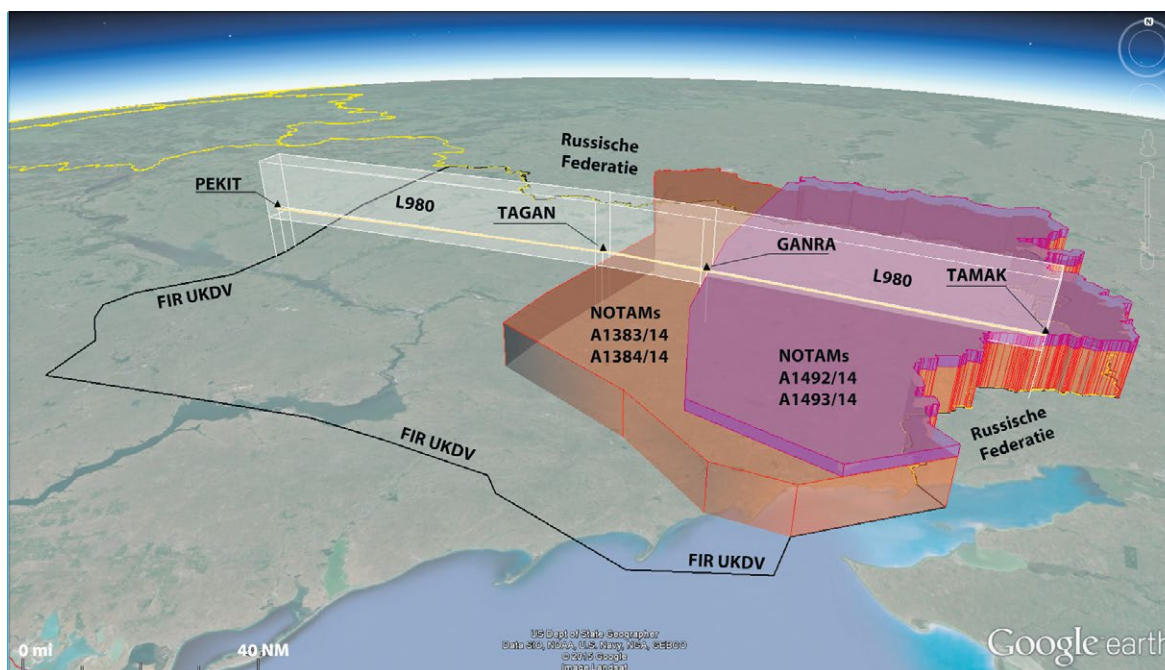
6.3 De beperking van het gebruik van het luchtruim onder FL320

Na de beperking van het luchtruim tot FL260 vaardigde Oekraïne op 14 juli 2014 een beperking van het luchtruim uit tot FL320. Dat was drie dagen voordat vlucht MH17 neerstortte en op dezelfde dag dat een Antonov An-26 werd neergehaald, volgens de Oekraïense autoriteiten op een hoogte van 6.500 meter¹⁰⁸ (zie hoofdstuk 5). De uitbreiding van de beperking was op initiatief van UkSATSE.

De Oekraïense luchtvaartautoriteiten stelden dat de door UkSATSE verzochte verhoging van het beperkte gebied tot FL320 géén relatie had met het neerschieten van de Antonov An-26 eerder die dag. Zij stelden dat de verhoging al voor 14 juli was aangevraagd, dat het verzoek was gebaseerd op algemene informatie en dat het was bedoeld om een extra hoogtescheiding aan te brengen tussen militair en burgerluchtverkeer: *'... made a decision on the necessity to set additional buffer zone FL260-FL320 in order to ensure flight safety of civil aircraft related to operations of the state aircraft of Ukraine within the prohibited airspace...'* De crash van de Antonov An-26 zou volgens UkSATSE wel hebben gezorgd voor een versnelling van de beslissing. Er waren volgens de autoriteiten geen aanwijzingen dat de burgerluchtvaart boven FL260 gevaar liep: *'There were no grounds to expect threats to flight safety of civil aircraft above FL260 taking into account the buffer zone up to FL320.'*

Op een schriftelijke vraag antwoordde UkSATSE dat er, op basis van de Oekraïense wetgeving, geen grond was voor het volledig sluiten van het luchtruim voor de burgerluchtvaart boven het oostelijk deel van Oekraïne. Het luchtruim zou op dat moment alleen kunnen worden gesloten als daar een officieel verzoek van de bevoegde autoriteiten voor zou zijn geweest, of als er informatie zou zijn geweest over een risico voor de veiligheid van de burgerluchtvaart in een bepaald deel van het luchtruim. Van beide was op dat moment geen sprake.

¹⁰⁸ In antwoord op schriftelijke vragen van de Onderzoeksraad is dit later bijgesteld naar 6.300 meter.



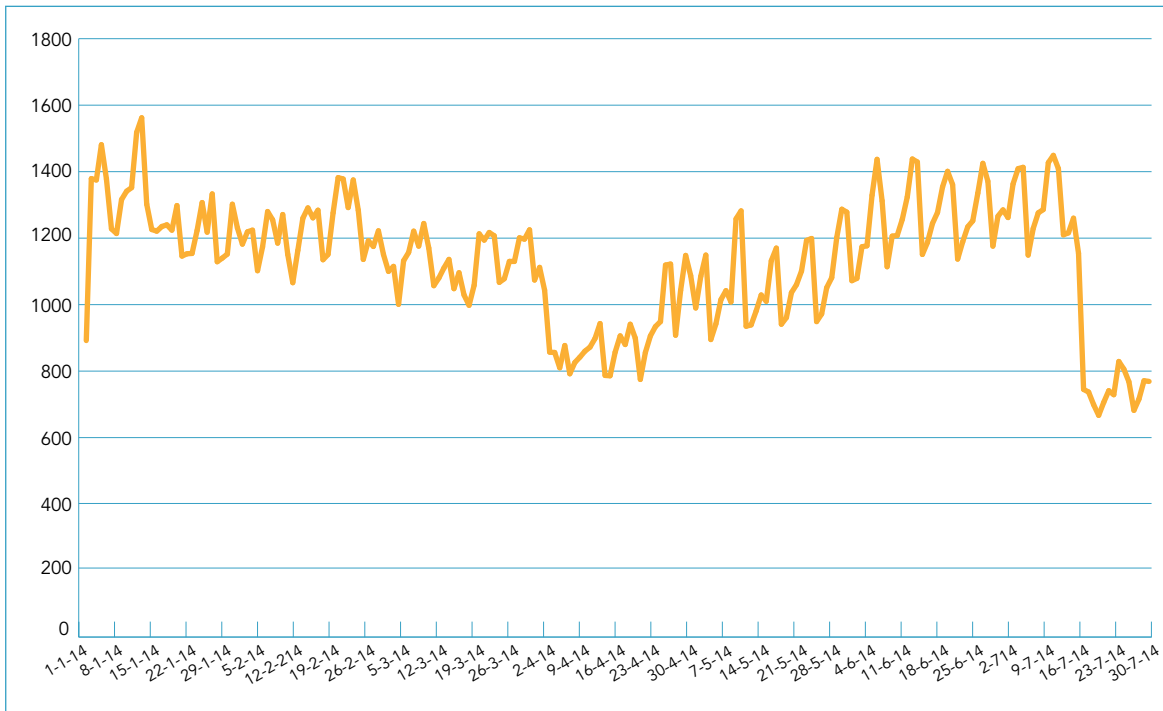
Figuur 81: Positie van de beperkte gebieden zoals genoemd in de Oekraïense NOTAMs ten opzichte van de luchtweg L980. (Bron: Google, Landstat)

Op 17 juli 2014, de dag dat vlucht MH17 neerstortte, was het gebruik van het luchtruim in het oostelijk deel van Oekraïne dus beperkt tot FL320. Het luchtruim boven FL320 was beschikbaar voor het burgerluchtverkeer. Nadat rond 13.20 uur een noodbaken was geactiveerd, ter indicatie dat de MH17 was neergestort, nam UksATSE op tactisch niveau het besluit om vanaf 15.00 uur ook het gebruik van het luchtruim boven FL320 te beperken. Het was vanaf dat moment alleen voor militaire vliegtuigen toegestaan in dat gebied te vliegen (NOTAM A1507/14). Hiermee was het gehele luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne gesloten voor burgerluchtverkeer.

6.4 Gevolgen van de luchtruimbeperingen

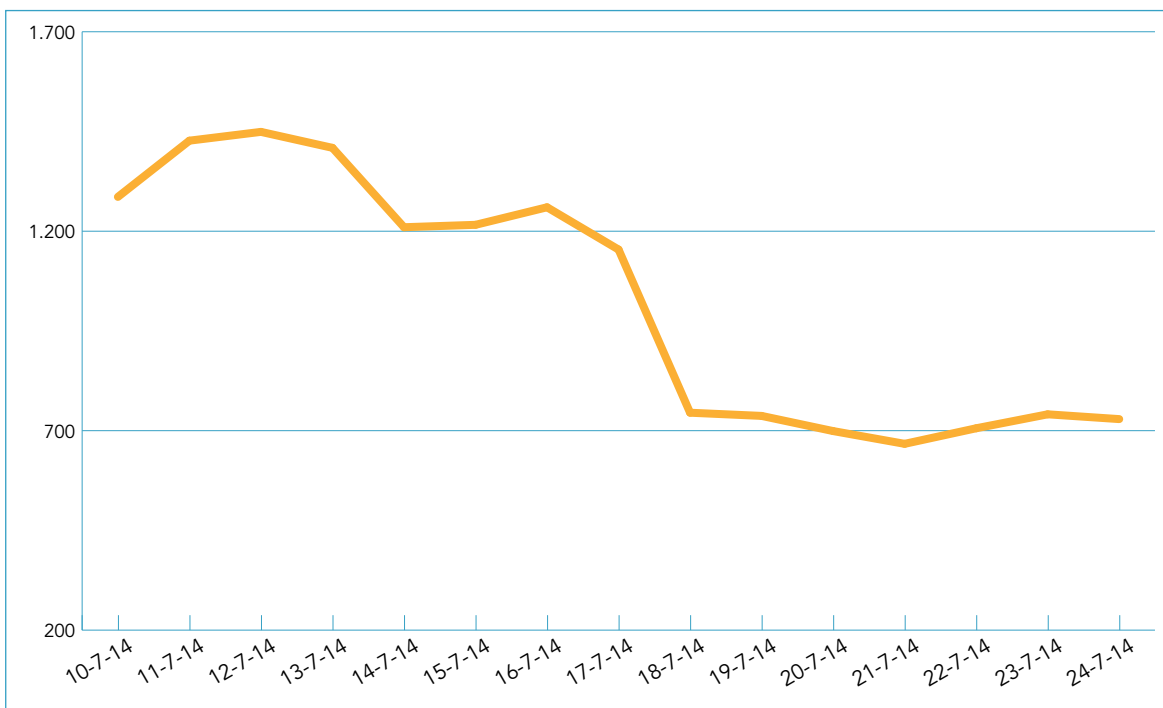
6.4.1 Vliegverkeer

Uit gegevens van EUROCONTROL van 2014 en uit interviews met de luchtverkeersleidingsdienst UksATSE in Oekraïne, bleek dat de luchtruimbeperingen vanaf 6 juni (FL260) en 14 juli 2014 (FL320) nauwelijks veranderingen teweeg brachten in de aantallen burgervluchten in en door het luchtruim van geheel Oekraïne (Figuur 82). Eind maart/begin april 2014 was wel een daling zichtbaar in het totaal aantal vliegbewegingen. Rond deze tijd publiceerden Oekraïne een NOTAM en ICAO een State Letter over de situatie in de Krim (zie hoofdstuk 5), die mogelijk deze daling verklaren. Eventuele seizoenseffecten kunnen het beeld in de figuren beïnvloeden.



Figuur 82: Dagelijkse vliegbewegingen in het gehele luchtruim van Oekraïne. (Bron: EUROCONTROL)

Na het volledig sluiten van het luchtruim op 17 juli 2014 daalde het aantal vliegbewegingen in het gehele Oekraïense luchtruim van gemiddeld ongeveer 1300 naar gemiddeld ongeveer 700 bewegingen per dag (zie Figuur 83).



Figuur 83: Vliegbewegingen in het gehele luchtruim van Oekraïne rond 17 juli 2014. (Bron: EUROCONTROL)

6.4.2 Financiële consequenties

Elke soevereine staat ontvangt van luchtvaartmaatschappijen die van zijn luchtruim gebruik maken een vergoeding voor de luchtverkeersdienstverlening (*route charges*). In media-berichten is gesuggereerd dat Oekraïne het luchtruim mogelijk heeft opengehouden om

geen inkomsten uit deze *route charges* te verliezen. Ook in diverse gesprekken die de Onderzoeksraad met luchtvaartdeskundigen heeft gevoerd, benadrukten zij het financiële belang van het openhouden van een luchtruim. De Onderzoeksraad heeft daarom onderzoek gedaan naar de inkomsten van Oekraïne uit de inning van overvlieggelden.

Oekraïne werkt hierbij volgens het zogenoemde '*full cost recovery system*'. Dat betekent dat het land met deze vergoeding de kosten van de luchtverkeersdienstverlening verhaalt op de luchtvaartmaatschappijen. De begroting en de geschatte verkeersvolumes voor het komende jaar bepalen de hoogte van de vergoeding. Deze begroting komt tot stand op basis van de daadwerkelijke kosten van het voorgaande jaar.

Binnen Europa berekent EUROCONTROL¹⁰⁹ namens de aangesloten staten deze vergoedingen voor internationale vluchten en factureert deze aan de luchtvaartmaatschappijen die van het luchtruim gebruikmaakten. Na ontvangst van deze vergoedingen, draagt EUROCONTROL dit geld af aan de betreffende staten. Omdat Oekraïne niet kon voldoen aan de voorwaarden die EUROCONTROL stelt aan de landen die in dit systeem willen participeren, hadden EUROCONTROL en Oekraïne een bilaterale overeenkomst afgesloten. Op basis van deze overeenkomst berekende en inde EUROCONTROL de overvlieggelden en droeg ze af aan Oekraïne. Deze overeenkomst is eind 2013 beëindigd.¹¹⁰

Uit opgave van EUROCONTROL bleek dat Oekraïne in 2013 ruim 199 miljoen euro aan overvlieggelden had ontvangen voor alle internationale vluchten door het luchtruim van Oekraïne. Cijfers over 2014 waren vanwege de beëindiging van de overeenkomst met Oekraïne niet beschikbaar bij EUROCONTROL.

Om een indruk te geven van de financiële gevolgen van de sluiting van het luchtruim in Dnipropetrovsk FIR na 17 juli 2014, heeft de Onderzoeksraad de inkomsten per dag geschat aan de hand van de opgave van EUROCONTROL van het aantal internationale vluchten dat tussen mei en juli 2014 door dit luchtruim heeft gevlogen. Hiervoor heeft de Onderzoeksraad op twee willekeurige dagen, 1 april en 15 juni 2014, het aantal vluchten per vliegtuigtype geteld en vervolgens de overvlieggelden berekend. De geschatte vergoeding bedroeg op 1 april 2014 ongeveer € 176.000 en op 15 juni 2014 ongeveer € 248.000.¹¹¹

De gedaalde inkomsten hebben volgens UkSATSE geleid tot financieringsproblemen, die door bijstelling van de begroting en het aangaan van externe financiering zijn opgevangen. In een interview in december 2014 met de Onderzoeksraad schatte UkSATSE dat sluiting van het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne in het tweede deel van 2014 een inkomstenverlies van 7-9% ten opzichte van de begrote opbrengst van 2014 zou opleveren. In 2015 bleek op basis van door UkSATSE aangeleverde cijfers dat de opbrengst aan overvlieggelden in 2014 13% gedaald was ten opzichte van 2013. Dit was het gevolg van

¹⁰⁹ Zie hoofdstuk 4 voor een toelichting op de taken van EUROCONTROL.

¹¹⁰ EUROCONTROL kon over 2013 dus nog wel financiële gegevens leveren, maar niet over 2014.

¹¹¹ De overvlieggelden zijn afhankelijk van het maximumgewicht van het vliegtuig, de vergoedingsfactor (*unit rate*) van een land en de afgelegde afstand door het luchtruim van dat land. Voor de genoemde data is voor alle vluchten de gewichtsfactor per vliegtuigtype berekend en vermenigvuldigd met de *unit rate* en de afstand. De gemiddelde afstand is geschat op 1.000 kilometer. Voor de vergoedingsfactor voor 2014 is dezelfde factor gebruikt als in 2013.

alle maatregelen tezamen en de reacties van de luchtvaartmaatschappijen op de ontwikkelingen in Oekraïne in de tweede helft van 2014. In een interview heeft UKSATSE verklaard dat de daling van inkomsten geen rol heeft gespeeld in de besluitvorming over beperking van het luchtruim.

6.5 Luchtruimbeheer in andere conflictgebieden

Om de besluitvorming in Oekraïne in perspectief te plaatsen, heeft de Onderzoeksraad ook gekeken naar het luchtruimbeheer in andere staten waarin zich een gewapend conflict afspeelt. Wereldwijd zijn er meerdere conflictgebieden met mogelijke risico's voor de internationale burgerluchtvaart. Elk conflictgebied heeft zijn eigen kenmerken, maar er zijn ook gemeenschappelijke factoren. De Onderzoeksraad heeft op basis van de situatie tot en met medio juli 2015 eventuele luchtruimbeperingen boven een aantal conflictgebieden geïnterpreteerd. Daarbij is ook globaal gekeken naar wat bekend is over aanwezige wapensystemen. Waar het gaat over (middel)langeafstands grond-luchtraketten, doelt de Onderzoeksraad op raketten die een burgervliegtuig op kruishoogte kunnen raken. Deze paragraaf beschrijft ook welke maatregelen staten ten aanzien van het luchtruimgebruik in de conflictgebieden hebben genomen.¹¹²

6.5.1 Noord-Mali

In Mali is sprake van een conflict tussen niet-statelijke gewapende groeperingen en de regering met militaire luchtactiviteiten. Tot april 2015 waren er voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan, geen aanwijzingen dat de niet-statelijke groeperingen beschikken over (middel)langeafstands grond-luchtraketten (met een hoger bereik dan MANPADS).

De bevoegde instantie van het betreffende luchtruim (DRRR) heeft een NOTAM uitgegeven over het verboden (GND-FL320)/beperkt (FL320-400) gebied. De Amerikaanse luchtvaartautoriteit FAA heeft FDC NOTAM 4/9775 uitgegeven die Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en piloten informeert over risico's voor de burgerluchtvaart in Mali.¹¹³ De beperkingen voor het luchtruim boven het noorden van Mali bestonden al sinds 2013, en komen deels voort uit de aanwezigheid van een interventiemacht onder leiding van Frankrijk. Deze voert ook militaire luchtoperaties uit.

6.5.2 Zuid-Soedan

Binnen de staat Zuid-Soedan is sprake van gevechten tussen verschillende groeperingen. De gevechten begonnen in december 2013, maar al in 2012 werden er helikopters neergehaald. Verondersteld wordt dat de betrokken partijen beschikking hebben over MANPADS. Er zijn geen grootschalige militaire luchtactiviteiten en er zijn geen aanwijzingen dat een van de partijen over (middel)langeafstands grond-luchtraketten beschikt. Waarschijnlijk beschikt Soedan wel over dergelijke wapens, maar Soedan lijkt zich afzijdig te houden van het conflict in Zuid-Soedan.

¹¹² De Onderzoeksraad heeft niet van niet alle conflictgebieden kunnen achterhalen wanneer de eerste waarschuwingen of NOTAMs van andere staten over het luchtruim zijn gepubliceerd. De waarschuwingen of NOTAMs die op het moment van onderzoek van kracht waren, kunnen voorafgegaan zijn door andere die in betreffende databanken niet meer zichtbaar zijn.

¹¹³ FDC NOTAM 4/9775: U.S. OPERATORS AND AIRMEN SHOULD AVOID FLYING INTO, OUT OF, WITHIN OR OVER MALI AT OR BELOW FL240.

De luchtverkeersleiding boven het grondgebied van Zuid-Soedan is boven FL270 gedelegeerd aan het luchtverkeersleidingscentrum van Khartoem. De bevoegde instanties hebben geen NOTAMs uitgegeven, maar de autoriteiten van de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk hebben wel een NOTAM uitgegeven.^{114,115} Frankrijk heeft een Aeronautical Information Circulaire (AIC) uitgegeven.¹¹⁶ Dit is gebeurd na 17 juli 2014. Voor zover bekend vliegen de meeste maatschappijen over dit gebied op een hoogte boven FL260, conform de aanbevelingen in de genoemde NOTAMs en AIC.

6.5.3 Libië

Na de val van president Gaddafi in 2011 brak een gewapende strijd uit tussen verschillende binnenlandse groeperingen. In het land zijn geavanceerde wapens aanwezig, inclusief (middel)langeafstands grond-luchtraketten, waarvan onduidelijk is waar en in wiens handen deze zich bevinden. De infrastructuur van de Libische luchtverkeersleiding is grotendeels verwoest en er zijn slechts sporadisch militaire luchtvaartactiviteiten.

De regering heeft een NOTAM uitgegeven die vermeldt dat vliegtuigen vooraf toestemming moeten hebben om het luchtruim binnen te vliegen (overflight PPR). De Amerikaanse en Britse luchtvaartautoriteiten,¹¹⁷ en ook de Duitse autoriteiten hebben hun luchtvaartmaatschappijen verboden in de Tripoli FIR te vliegen.¹¹⁸ De Franse autoriteiten hebben een vergelijkbaar verzoek gericht aan de Franse luchtvaartmaatschappijen. Daarnaast hebben ICAO in januari 2015 en EASA in maart 2015 een waarschuwing afgegeven over het vliegen in de Tripoli FIR. De beperkingen met betrekking tot het luchtruim stammen van voor 17 juli 2014.

6.5.4 Syrië

In Syrië is sprake van een conflict tussen de regering en diverse gewapende groeperingen. Onduidelijk is of deze groeperingen beschikken over (middel)langeafstands grond-luchtraketten. Er zijn (grootschalige) militaire luchtactiviteiten. Bij dit conflict is het van belang dat inlichtingendiensten ervan uitgaan dat de groeperingen de intentie hebben om westerse doelwitten te treffen.

ICAO heeft op 22 maart 2013 een State Letter over Syrië uitgebracht. Hierin worden landen gewaarschuwd voor mogelijke ernstige veiligheidsrisico's in de Damascus FIR. Syrië heeft geen NOTAM uitgegeven. Frankrijk heeft sinds 31 juli 2014 een waarschuwing afgegeven aan Franse luchtvaartmaatschappijen om niet te vliegen in de Damascus FIR. Sinds 18 augustus 2014 geldt een verbod van de FAA voor Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen om in de Damascus FIR te vliegen.¹¹⁹ Het Verenigd Koninkrijk heeft op 30 maart 2015 een waarschuwing uitgegeven niet over Syrië te vliegen.¹²⁰ Zowel het

¹¹⁴ FDC NOTAM 4/2189: THOSE PERSONS DESCRIBED IN PARAGRAPH A SHOULD AVOID FLYING INTO, OUT OF, WITHIN OR OVER THE TERRITORY AND AIRSPACE OF SOUTH SUDAN AT ALTITUDES BELOW FL260.

¹¹⁵ NOTAM V0013/15.

¹¹⁶ AIC FRANCE A 05/15.

¹¹⁷ US SFAR 112 en UK V0017/15.

¹¹⁸ <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1NMIJfXoT0sJ:m.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/LR/verbot-luftraum-libyen.html%3Fnn%3D62482+encd=1enhl=nlenct=clnkengl=nl,geraadpleegd+op+21+augustus+2015.> Dit verbod was geldig tot 31 juli 2015 en was in augustus 2015 niet meer zichtbaar in de ICAO-repository.

¹¹⁹ US FDC NOTAM 4/4936 en US SFAR 114.

¹²⁰ UK NOTAM v0016/15.

Amerikaanse verbod als de Franse waarschuwing dateren van na de crash van vlucht MH17. Daarnaast heeft EASA in augustus 2014 ook nog een waarschuwing uitgebracht.¹²¹

6.5.5 Irak

Het gewapend conflict in Syrië heeft zich uitgebreid naar Irak. Het is in de loop van 2014 steeds heviger geworden. De niet-statelijke groeperingen beschikken over luchtdoelraketten, waaronder MANPADS, en lichte vuurwapens. Omdat de niet-statelijke groeperingen in zowel Syrië als Irak opereren, bestaat de kans dat ook in Irak (middel)langeafstands grond-luchtraketten in hun handen komen. Er zijn ook (grootschalige) militaire luchtactiviteiten. Westerse inlichtingendiensten gaan ervan uit dat de groeperingen de intentie hebben om westerse doelwitten te treffen.

Irak heeft geen NOTAMs uitgegeven die betrekking hebben op het gewapend conflict. De Amerikaanse FAA bepaalde op 1 juli 2013 dat overvliegen door Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen alleen boven FL200 was toegestaan.¹²² Na de crash van MH17 hebben de meeste luchtvaartmaatschappijen het overvliegen van dit gebied heroverwogen. Op 8 augustus 2014 kondigde de FAA een vliegverbod af voor de gehele Bagdad FIR.¹²³ Het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk hebben een waarschuwing afgegeven om niet te vliegen in het Iraakse luchtruim. Ook Duitsland heeft medio juli 2015 een waarschuwing uitgegeven. ICAO heeft in februari 2015 een dringend advies uitgegeven om het veiligheidsrisico van het gebruik van het Iraakse luchtruim te beoordelen.¹²⁴ EASA heeft in april 2015 een bulletin uitgegeven dat de aandacht vestigt op een aantal van deze waarschuwingen.¹²⁵

6.5.6 Egypte (Sinaï)

In de Sinaï is een conflict gaande tussen de regering en niet-statelijke groeperingen. Deze laatste hebben waarschijnlijk de beschikking over MANPADS. In de Sinaï is geen sprake van militaire activiteiten in de lucht (luchtaanvallen, aanvoer van troepen en wapens). Voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan zijn er geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van (middel)langeafstands grond-luchtraketten.

EASA heeft op basis van Egyptische NOTAMs in november 2014 een SIB¹²⁶ uitgegeven dat waarschuwt voor een significant risico voor de luchtvaart beneden FL260 in het bewuste gebied. Op dit moment¹²⁷ zijn er geen Egyptische NOTAMs meer actief voor de Sinaï.

De luchtvaartautoriteiten van de Verenigde Staten gaven in november 2014 een NOTAM uit waarin zij Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en piloten informeerden over risico's in en boven de Sinaï.¹²⁸ De autoriteiten in het Verenigd Koninkrijk¹²⁹ en Duitsland¹³⁰

¹²¹ EASA SIB 2014-25.

¹²² US SFAR 77.

¹²³ US FDC NOTAM 4/1621 opgevolgd door FDC NOTAM 4/2185.

¹²⁴ ICAO Electronic Bulletin EB 2015/15.

¹²⁵ EASA SIB 2014-24R1.

¹²⁶ EASA SIB 2014-30/R1.

¹²⁷ Begin augustus 2015.

¹²⁸ FDC 4/8353, momenteel FDC 5/9155.

¹²⁹ UK NOTAM V001/15.

¹³⁰ Germany NOTAM 19-07-2015. <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/LR/verbot-luftraum-jemen.html>. Geraadpleegd op 19 augustus 2015.

hebben in 2015 nog wel NOTAMs uitgegeven, waarin gewaarschuwd wordt voor mogelijk risico van luchtdoelraketten voor de luchtvaart.

6.5.7 Afghanistan

In Afghanistan is sprake van een conflict tussen de regering en niet-statelijke groeperingen. Er zijn veel wapens aanwezig, inclusief MANPADS, en er zijn militaire luchtactiviteiten (inclusief onbemande luchtvaartuigen). Er zijn voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan geen aanwijzingen dat de niet-statelijke groeperingen beschikken over (middel)langeafstands grond-luchtraketten.

Afghanistan heeft geen NOTAMs uitgegeven waarin wordt verwezen naar risico's van gewapende activiteiten. De Amerikaanse autoriteiten hebben een waarschuwing uitgegeven aan Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen om niet beneden FL260 te vliegen,¹³¹ en er is een EASA Safety Information Bulletin (SIB)¹³² dat verwijst naar een niet meer geldige Amerikaanse NOTAM (FDC NOTAM 4/8757). De Franse autoriteiten hebben een Circulaire uitgegeven waarin Franse luchtvaartmaatschappijen wordt verzocht niet beneden FL240 over Afghanistan te vliegen.¹³³ Het Verenigd Koninkrijk had nog geen NOTAM uitgegeven over Afghanistan maar was daar mee bezig. Vele internationale vliegroutes tussen Europa en Zuidoost-Azië gaan over Afghanistan. Van enkele maatschappijen is bekend dat ze interne richtlijnen voor het overvliegen van Afghanistan hebben ontwikkeld, inclusief een minimum overvlieghoogte (veelal FL260).

6.5.8 Somalië

In Somalië zijn diverse binnenlandse groeperingen met elkaar in conflict. De controle van de staat is beperkt. Ook hier zijn veel wapens aanwezig, inclusief MANPADS, maar voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan zijn er geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van (middel)langeafstands grond-luchtraketten. Het gewapend conflict had zich op het moment van analyse (juli 2015) niet uitgebreid naar het luchtruim.

De Somalische autoriteiten hebben een waarschuwing uitgegeven om zeer voorzichtig te zijn met het uitvoeren van vluchten naar Mogadishu Airport, in verband met gebrek aan informatie over gewapende acties en gebrek aan aeronautische informatie.¹³⁴ De Amerikaanse autoriteiten hebben een langjarig verbod uitgevaardigd voor Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en piloten om beneden FL200 over Somalië te vliegen.¹³⁵ Ook niet-Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen hanteren deze ondergrens voor hun vluchten over Somalië.

6.5.9 Jemen

In Jemen zijn niet-statelijke groeperingen verwikkeld in een gewapend conflict met de regering en enkele naburige staten. Ook hier zijn veel wapens aanwezig, waaronder MANPADS. Er zijn ook uitgebreide activiteiten met onbemande luchtvaartuigen. Sinds

¹³¹ US FDC NOTAM 4/2181.

¹³² EASA SIB 2014-26.

¹³³ AIC FRANCE A 05/15.

¹³⁴ HCMM A0006/15, 27 februari 2015.

¹³⁵ US SFAR 107 en FDC NOTAM 7/7201. In mei 2015 is dit verhoogd naar FL260.

eind maart 2015 is er sprake van grootschalige militaire luchtoperaties. Er zijn geen aanwijzingen dat (middel)langeafstands grond-luchtraketten in het gebied aanwezig zijn.

Jemen heeft NOTAMs uitgegeven die betrekking hebben op het verleggen van routes boven zee om het gewapend conflict te vermijden. Saoedi-Arabië heeft luchtruimbeperkingen aan de grens met Jemen ingesteld. De Amerikaanse FAA heeft een noodverordening uitgevaardigd met een algeheel verbod op vliegen in het luchtruim van Jemen.¹³⁶ De autoriteiten in het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk hebben een waarschuwing met dezelfde strekking als het Amerikaanse verbod uitgegeven.¹³⁷ Ook Duitsland¹³⁸ en de Verenigde Arabische Emiraten hebben een verbod uitgevaardigd.

6.5.10 Democratische Republiek Congo

In de Democratische Republiek Congo is een gewapend conflict gaande in het oosten van het land. De controle van de staat over dat gebied is beperkt. Verschillende niet-statelijke groeperingen zijn er actief. Er zijn voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan geen aanwijzingen voor (middel)langeafstands grond-luchtraketten in het gebied, noch van militaire luchtoperaties van enige omvang.

De Democratische Republiek Congo heeft zelf geen NOTAMs uitgegeven met een verwijzing naar het conflict. De Amerikaanse FAA heeft een waarschuwing uitgegeven voor Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen om op de hoogte te zijn van de actuele situatie, alvorens men in dat gebied gaat vliegen.¹³⁹

Tabel 21 bevat een overzicht van de voorafgaande informatie.

¹³⁶ US FDC NOTAM 5/8051 (A0010/15).

¹³⁷ UK NOTAM V0012/15 en AIC FRANCE A 05/15.

¹³⁸ Germany NOTAM 19-07-2015. <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/LR/verbot-luftraum-jemen.html>. Geraadpleegd op 19 augustus 2015.

¹³⁹ US FDC NOTAM 8/7569.

Conflictgebied	NOTAMs soevereine staat	Andere staten	Internationale organisaties
Oostelijk Oekraïne ¹⁴⁰	FL320 (beperking), en later sluiting	VS, VK, Frankrijk	ICAO, EASA
Noord-Mali	Tot FL320 (sluiting)/FL320-400 (beperking)	VS	EASA
Zuid-Soedan	Nee	VS, VK, Frankrijk	EASA
Libië	Overflight PPR	VS, VK, Frankrijk, Duitsland	ICAO, EASA
Syrië	Nee	VS, VK, Frankrijk	ICAO, EASA
Irak	Nee	VS, VK, Frankrijk, Duitsland	ICAO, EASA
Egypte (Sinai)	Nee ¹⁴¹	VS, VK, Duitsland	EASA
Afghanistan	Nee	VS, Frankrijk	EASA
Somalië	Waarschuwing voor Mogadishu Airport	VS	
Jemen	Nee	VS, VK, Frankrijk, Duitsland, VAE	EASA
Dem. Rep. Congo	Nee	VS	

Tabel 21: Overzicht van besluiten over beperkingen van het luchtruim boven conflictgebieden met niet-statelijke gewapende groeperingen (juli 2015).

Uit bovenstaande inventarisatie blijkt dat in de tien conflictgebieden die de Onderzoeksraad bekeken heeft, de betreffende staat het luchtruim niet zelf heeft gesloten voor burgerluchtverkeer op kruishoogte, met uitzondering van Libië. Dat land heeft een NOTAM uitgebracht dat toestemming vereist voor het overvliegen, een zogenaamde 'overflight PPR', die de facto het zelfde effect heeft als een verbod. Het valt ook op dat de landen zelf in de meeste hier onderzochte gevallen geen NOTAMs met informatie over het gewapende conflict hebben uitgegeven, zodat luchtruimgebruikers die informatie in hun eigen risicobeoordelingen zouden kunnen benutten.

Aanwijzingen dat er ten gevolge van gewapende conflicten potentiële risico's zijn voor de overvliegende burgerluchtvaart komen vaak van derden, te weten luchtvaartautoriteiten van andere landen of internationale organisaties als ICAO en EASA. Vooral de Verenigde Staten, en in mindere mate ook het Verenigd Koninkrijk, Duitsland en Frankrijk, hebben verboden of waarschuwingen uitgegeven aan de luchtvaartmaatschappijen van hun landen met betrekking tot het uitvoeren van vluchten boven conflictgebieden. Veelal betreft het een advies om niet beneden een bepaalde hoogte over het gebied te

¹⁴⁰ Op 17 juli 2014, voor de crash met vlucht MH17.

¹⁴¹ Dit was de situatie in 2015 in de Sinai; in 2014 waren er wel NOTAM's.

vliegen.¹⁴² Het aantal staten dat waarschuwingen of vliegverboden uitvaardigt, lijkt te zijn toegenomen sinds de crash van vlucht MH17 en de komst van de ICAO-website waar dergelijke informatie kan worden gedeeld.¹⁴³

Gewapende conflicten, specifiek met niet-statelijke groeperingen, kennen een grote mate van onvoorspelbaarheid. Het is moeilijk vast te stellen wie over welke wapensystemen beschikt en of en hoe die in de strijd worden ingezet. Niet-statelijke partijen in een conflict voelen zich niet noodzakelijk gebonden aan internationale verdragen en conventies, waarin het beschieten van burgervliegtuigen nadrukkelijk wordt veroordeeld. Daarnaast vergroot de verspreiding van krachtige wapensystemen de kans op onopzettelijk neerschieten van burgervliegtuigen. Als gevolg van het voorafgaande kunnen dergelijke conflicten risico's voor de burgerluchtvaart met zich mee brengen.

De wapensystemen die de burgerluchtvaart op kruishoogte zouden kunnen bereiken, zijn in de eerste plaats krachtige luchtdoelraketten. MANPADS zijn in de meeste van deze conflictgebieden beschikbaar, maar hebben een bereik dat kleiner is dan de hoogte waarop de burgerluchtvaart overvliegt. Maar er kunnen in een staat waarin een conflict zich afspeelt ook wapensystemen aanwezig zijn die wel een risico kunnen vormen voor de burgerluchtvaart op kruishoogte. Bij conflicten waarbij staten (direct of indirect) betrokken zijn die dergelijke wapensystemen bezitten, bestaat de mogelijkheid dat dergelijke wapens worden gebruikt, door de staat zelf of door anderen. In een aantal conflictgebieden is het voorgekomen dat strijdende groeperingen dergelijke voor de burgerluchtvaart riskante systemen op de strijdmacht van de staat hebben veroverd. Het is niet uitgesloten dat deze groeperingen over de kennis en kunde beschikken om de veroverde systemen daadwerkelijk te bedienen of in staat zijn dergelijke kennis en kunde te vergaren. De huidige dreigingsanalyses gaan uit van aanwijzingen van feitelijk wapenbezit en niet van de kans dat niet-statelijke partijen de beschikking kunnen krijgen over krachtige wapensystemen.

6.6 Analyse: het luchtruimbeheer door Oekraïne

Het beheer van het luchtruim boven een land is een exclusief recht van de soevereine staat.¹⁴⁴ De Onderzoeksraad leidt uit dit exclusieve recht ook een zware verantwoordelijkheid van de betreffende staat af. De staat heeft ten behoeve van dit beheer de exclusieve bevoegdheid om (een deel van) het luchtruim te sluiten of het gebruik te beperken indien er een reden is om een dergelijke maatregel te overwegen. Veiligheidsrisico's (*safety* en *security*) voor de burgerluchtvaart zijn een belangrijke aanleiding voor het beperken van het luchtruimgebruik. Het formele beheer op strategisch niveau van het luchtruim in Oekraïne ligt bij het Ministerie van Infrastructuur¹⁴⁵ in overeenstemming met het Ministerie van Defensie. Het feitelijk beheer ligt bij de uitvoerende civiele en de militaire organisaties, waarbij het beheer onder normale omstandigheden tussen deze partijen wordt gecoördineerd.

¹⁴² Vaak rond FL250 om buiten het bereik van MANPADS te blijven.

¹⁴³ ICAO Conflict Zone Information Repository, <http://www.icao.int/czir/Pages/default.aspx>.

¹⁴⁴ Verdrag van Chicago, Artikel 1 en 2. Zie ook hoofdstuk 4 en Bijlage Q.

¹⁴⁵ Zie de figuur in paragraaf 6.1.

6.6.1 Maatregelen luchtruimbeheer en inschatting risico's voor burgerluchtvaart

Tijdens het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne lag het initiatief voor het, op basis van veiligheidsanalyses, nemen van maatregelen ten aanzien van het luchtruim bij de militaire autoriteiten. De bevindingen van de Onderzoeksraad, zoals die in het voorgaande zijn gerapporteerd, maken het aannemelijk dat beslissingen over het luchtruim primair zijn genomen uit het oogpunt van het militaire belang, waarbij een mogelijk risico voor de civiele luchtvaart geen expliciete overweging was. De procedure zoals die in Oekraïne bestaat voor het instellen van een beperking of sluiting van het luchtruim, werd wel gevolgd. Deze is ook in overeenstemming met de strekking van ICAO Circ 330 AN/189.¹⁴⁶

Eén van de maatregelen die Oekraïne nam, was het beperken van het gebruik van het luchtruim door burgerluchtverkeer boven het oostelijk deel van Oekraïne onder FL260. Hierbij was de overweging dat het militaire luchtverkeer ongehinderd en veilig voor beschietingen vanaf de grond moest kunnen vliegen naar en vanuit de gebieden waar acties werden uitgevoerd. Daarbij moest het militaire- van het burgerverkeer worden gescheiden om de veiligheid van het burgerluchtverkeer te waarborgen. Bij het bepalen van deze beperking tot FL260 gingen de militaire autoriteiten ervan uit dat de gewapende groeperingen die strijden tegen de regering van Oekraïne alleen in het bezit waren van MANPADS met een maximaal hoogtebereik van 4.500 meter.

De besluitvorming was dus gebaseerd op de mogelijkheid dat militaire vliegtuigen geraakt zouden kunnen worden door wapens vanaf de grond. De Oekraïense autoriteiten gingen ervan uit dat de veiligheid van het burgerluchtverkeer boven FL260 daarmee automatisch was geborgd. Er heeft dus geen expliciete risicobeoordeling voor de burgerluchtvaart plaatsgevonden. De militaire autoriteiten zagen de mogelijkheid dat burgervliegtuigen op kruishoogte gevaar liepen door beschietingen vanaf de grond, niet als realistisch omdat zij geen informatie hadden dat de gewapende groeperingen over wapens beschikten die die kruishoogte konden bereiken en deze groeperingen niet de intentie zouden hebben om burgervliegtuigen te beschieten.

6.6.2 Antonov An-26 en Sukhoi Su-25

Op 14 juli 2014 maakten de Oekraïense autoriteiten in een persverklaring bekend dat een Antonov An-26 was neergeschoten op een hoogte van 6.500 meter. Later zijn ook hoogtes genoemd van 6.200¹⁴⁷ en 6.300 meter. Elk van deze hoogtes ligt buiten het bereik van MANPADS.

Op 14 juli hebben de Oekraïense autoriteiten het luchtruim voor de civiele luchtvaart onder FL320 gesloten. De Onderzoeksraad heeft niet kunnen vaststellen of dit een direct gevolg was van de beschieting van de An-26. Volgens de Oekraïense autoriteiten was dat verband er niet en was de maatregel al gepland, maar is deze versneld door het incident. Zij stelden dat het toestel was neergeschoten beneden FL230-240, dat

¹⁴⁶ De circulaire stelt: 'During any crisis situation, there will be a requirement for increased coordination between civil and military ATM authorities in order to allow civil air traffic to continue to operate to the maximum extent possible, while facilitating operational freedom for military air operations.'

¹⁴⁷ Op 14 juli 2014 in een briefing door minister van Buitenlandse Zaken Klimkin aan westerse diplomaten bij de Presidentiële Administratie van Oekraïne.

door de militaire autoriteiten als veilig werd beschouwd voor militaire vliegtuigen. Daarmee was er volgens de autoriteiten ook geen sprake van een dreiging voor civiele toestellen boven FL320.

Uit de verklaringen van de Oekraïense autoriteiten zelf kan echter worden opgemaakt dat er mogelijk wapensystemen zijn gebruikt die kruishoogte van civiele toestellen kunnen bereiken. Volgens de Oekraïense autoriteiten gebeurde dat waarschijnlijk vanuit de Russische Federatie. Zij stellen dat zij hier in hun risicobeoordeling geen rekening mee konden houden, omdat zij geen onverwachte dreigingen door onaangekondigde militaire activiteiten vanuit een ander land kunnen beoordelen.

De veiligheid van het eigen luchtruim is echter de exclusieve verantwoordelijkheid van de soevereine staat, in dit geval Oekraïne. Vanaf 14 juli was de dreiging van beschietingen met wapensystemen met een hoger bereik dan MANPADS, al dan niet vanuit een ander land, in elk geval voor de Oekraïense autoriteiten reëel. Dat werd bevestigd op 16 juli, toen een Sukhoi Su-25 werd neergeschoten, volgens de Oekraïense autoriteiten op een hoogte van 6.250 meter (in een persverklaring van 18 juli 2014 werd aanvankelijk een hoogte van 8.250 meter genoemd). Ook hier was volgens de Oekraïense autoriteiten vanuit de Russische Federatie gevuurd, waarschijnlijk met een lucht-luchtraket, maar zij sloten een grond-luchtraket niet uit. Dit incident heeft niet geleid tot verdere beperking of sluiting van het luchtruim. Wel heeft de luchtmacht van Oekraïne op 16 juli na de beschieting van de Su-25 de militaire vluchten om tactische redenen opgeschort. Omdat de autoriteiten ervan uitgingen dat de wapens uitsluitend tegen militaire vliegtuigen werden gebruikt en omdat na 16 juli 2014 geen nieuwe vluchten waren gepland, gingen zij ervan uit dat er geen aanvullende dreigingen waren voor de burgerluchtvaart. De Onderzoeksraad vindt deze risicoanalyse onvolledig, omdat deze wel rekening houdt met dreigingen voor militaire vliegtuigen, maar niet met de gevolgen van een eventuele vergissing of een misser voor de burgerluchtvaart.

6.6.3 Andere overwegingen met betrekking tot het luchtruimbeheer

Het is denkbaar dat, bij het besluit van Oekraïne om het luchtruim niet volledig te sluiten voor de burgerluchtvaart, ook andere dan veiligheidsoverwegingen een rol kunnen hebben gespeeld, zoals mogelijke financiële consequenties. Ook zou een volledige sluiting de indruk kunnen wekken dat de staat de grip op een deel van het luchtruim had verloren. Er is niet gebleken dat dergelijke factoren een rol hebben gespeeld bij het besluit om het luchtruim op kruishoogte toegankelijk te houden.

6.6.4 Luchtruimbeheer boven conflictgebieden

In conflictgebieden kunnen risico's voor de burgerluchtvaart ontstaan als er militaire luchtactiviteiten zijn en als (middel)langeafstands grond-luchtraketten of lucht-luchtraketten ingezet worden in het gewapend conflict. Het onderzoek naar een aantal conflictgebieden laat zien dat soevereine staten die verantwoordelijk zijn voor het luchtruimbeheer het luchtruim zelden sluiten; soms beperken ze de hoogte waarop door burgervliegtuigen gevlogen kan worden (tijdelijk) en ze delen nauwelijks tot geen informatie over het gewapend conflict met luchtruimgebruikers. De wijze waarop de staat Oekraïne het luchtruim boven het conflictgebied in het oosten van het land beheerde, past in dit patroon.

De NOTAMs van Oekraïne over het oostelijk deel van Oekraïne vermeldde niet wat de achtergrond was van de beperkingen van het luchtruim, zoals dat door ICAO in Doc 9554-AN/932 wordt geadviseerd. Dit had tot gevolg dat de luchtruimgebruikers niet zoveel werden geïnformeerd als mogelijk was. Ook in andere conflictgebieden informeren de betrokken staten luchtruimgebruikers nauwelijks zoals door ICAO wordt aanbevolen. In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de besluitvorming ten aanzien van het gebruik van het luchtruim in het oostelijk deel van Oekraïne.

ICAO beveelt in het (niet-bindende) document Doc 9554-AN/932 aan om in geval van conflicten in NOTAMs informatie te geven over de aard van een dreiging die aanleiding was tot de NOTAM. Hieronder een voorbeeld uit Doc 9554 van hoe dergelijke informatie zou kunnen worden gegeven.

Voorbeeld uit Doc 9554

GG DCBAYNYX ACCOYNYX BADCYNYX.

171814 CBADYNYX

A747 NOTAMN

A) CBAD FIRB) WIEC) UFN APRX DUR

E) PARAMILITARY FORCES REPORTED OPERATING IN AREA (describe area with reference to latitude and longitude). CIVIL AIRCRAFT ARE REQUESTED TO MAINTAIN AT LEAST FL. WHILE TRANSITING THE AREA IN ORDER TO AVOID A POTENTIAL THREAT (describe threat).

Intussen werkt ICAO aan uitbreiding van het NOTAM-systeem met informatie over dreigingen. De details van de NOTAMs en de dreigingen zouden op een speciaal hiervoor gecreëerde website kunnen worden geplaatst. ICAO geeft hier de voorkeur aan boven opname van de informatie in de NOTAMs zelf.¹⁴⁸ Dat betekent dat deze informatie vooral lijkt te moeten komen van andere staten dan de staat die het luchtruim beheert. Dit sluit aan op de bevinding van de Onderzoeksraad dat aanwijzingen dat het luchtruim boven een conflictgebied onveiliger wordt meestal van andere staten of internationale organisaties komen. Tegelijkertijd staat in ICAO Doc 9554 dat staten het geografische conflictgebied op hun grondgebied zouden moeten identificeren, de gevaren en potentiële gevaren voor de burgerluchtvaart zouden moeten analyseren en zouden moeten bepalen of de burgerluchtvaart in het conflictgebied vermeden dient te worden of onder bepaalde condities kan worden voortgezet. De uitbreiding van het NOTAM-systeem verandert overigens niet dat voor de luchtverkeersdienstverlening verantwoordelijke staten een internationale NOTAM zouden moeten uitgeven met daarin de benodigde informatie, adviezen en te nemen veiligheidsmaatregelen, en deze vervolgens zouden moeten blijven aanpassen aan de ontwikkelingen.¹⁴⁹

¹⁴⁸ ICAO Working Paper HLSC/15-wp/9, 19-1-2015.

¹⁴⁹ ICAO Doc 9554-AN/932, paragraaf 10.3.

6.6.5 Verantwoordelijkheidsverdeling

Soevereiniteit van staten is één van de belangrijkste beginselen in het Verdrag van Chicago dat mede tot doel heeft de luchtvaart veilig te ontwikkelen.¹⁵⁰ Dit brengt niet enkel met zich mee dat staten de volledige zeggenschap over het eigen luchtruim hebben, maar betekent ook dat ze de verantwoordelijkheid hebben om de veiligheid van het voor burgerluchtvaart opengestelde luchtruim te waarborgen. Uit het onderzoek van de Onderzoeksraad blijkt dat dit beginsel in de praktijk kan leiden tot kwetsbaarheid. Dat een staat het luchtruim beheert, betekent niet in alle gevallen dat hij voldoende zicht heeft op, en controle heeft over wapensystemen die vanaf de grond of in de lucht de veiligheid van dat luchtruim kunnen bedreigen. Dat bleek ook het geval in het oostelijk deel van Oekraïne. Dit roept de vraag op hoe staten die te maken hebben met een gewapend conflict meer dan nu het geval is, kunnen worden gestimuleerd hun verantwoordelijkheid te nemen. De vigerende standaarden, aanbevolen werkwijzen en handreikingen van ICAO geven kennelijk te weinig handvatten om een afgewogen beslissing te nemen over het beheer van het luchtruim. De Onderzoeksraad meent dat luchtvaartgebruikers erop moeten kunnen rekenen dat onveilige luchtruimen worden gesloten voor de burgerluchtvaart en dat luchtvaartgebruikers in elk geval voldoende geïnformeerd moeten worden over de aard van het conflict en de achterliggende redenen van maatregelen, zoals een (tijdelijke) hoogtebeperking. Dit laat onverlet dat luchtvaartgebruikers ook een eigen verantwoordelijkheid hebben voor een veilige vluchtuitvoering. Die verantwoordelijkheid staat in hoofdstuk 7 centraal.

6.7 Deelconclusies

1. De besluitvorming over het luchtruim in Oekraïne werd gedomineerd door de belangen van de militaire luchtvaart. Het initiatief voor de beperking van het luchtruim tot FL260 boven het oostelijk deel van Oekraïne lag bij de militaire autoriteiten. De maatregel had tot doel militaire vliegtuigen tegen beschietingen vanaf de grond te beschermen en militair en burgerluchtverkeer te scheiden. De Oekraïense autoriteiten namen aan dat met deze maatregel de civiele vliegtuigen die boven FL260 overvlogen automatisch ook veilig waren.
2. Het initiatief voor de verhoging naar FL320 op 14 juli 2014 kwam van de civiele luchtverkeersleiding. De onderbouwing van deze verhoging is onduidelijk gebleven.
3. In de NOTAMs stond geen inhoudelijke motivering voor de hoogtebeperkingen. Oekraïne heeft daarmee niet gehandeld naar het advies uit ICAO Doc 9554-AN/932.

¹⁵⁰ Verdrag van Chicago, Preambule.

4. De Oekraïense autoriteiten hielden bij bovenstaande maatregelen onvoldoende rekening met de mogelijkheid van een beschieting van een burgervliegtuig op kruishoogte. Dat gebeurde ook niet toen op 14 juli 2014 een Antonov An-26 en op 16 juli 2014 een Sukhoi Su-25 werden neergeschoten, volgens de Oekraïense autoriteiten op een hoogte die boven het bereik van MANPADS lag. De wapensystemen waarvan de Oekraïense staat naar aanleiding van deze beschietingen melding maakte, kunnen een risico opleveren voor burgervliegtuigen, omdat zij kruishoogte kunnen bereiken. Er werden echter geen maatregelen genomen om civiele vliegtuigen tegen de genoemde wapensystemen te beschermen.
5. De verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het luchtruim is in het internationale stelsel van verantwoordelijkheden exclusief bij de soevereine staat belegd. Het uitgangspunt van soevereiniteit kan tot kwetsbaarheid leiden als staten te maken hebben met gewapende conflicten op hun grondgebied en in hun luchtruim.
6. Het komt zelden voor dat een dergelijke staat zijn eigen luchtruim sluit of aeronautische informatie verstrekt met concrete informatie of waarschuwingen over dat conflict. In sommige gevallen zijn het andere staten die hun luchtvaartmaatschappijen en piloten beperken of verbieden het luchtruim boven dergelijke conflictgebieden te gebruiken.
7. Het ontbreekt aan effectieve prikkels om de soevereine staten te bewegen hun verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het luchtruim waar te maken.

7 OVERVLIEGEN VAN OEKRAÏNE: WAT DEDEN MALAYSIA AIRLINES EN ANDEREN?

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

7.1 Inleiding

Luchtvaartmaatschappijen hebben, als gebruikers van het luchtruim, de verantwoordelijkheid voor een veilige vluchtuitvoering.^{151, 152} In het geval van vlucht MH17 was dat Malaysia Airlines. Dit hoofdstuk geeft een reconstructie van de vluchtvoorbereiding en de vluchtuitvoering van MH17 op 17 juli 2014. Daarna volgt een beschrijving van het besluitvormingsproces ten aanzien van het vliegen over conflictgebieden bij Malaysia Airlines: hoe was dat georganiseerd en hoe is dit systeem toegepast in het geval van MH17? Wat wist Malaysia Airlines over de veiligheidssituatie in het oostelijk deel van Oekraïne, hoe zijn eventuele risico's beoordeeld en op grond waarvan is besloten om op 17 juli over het oostelijk deel van Oekraïne te vliegen? Vervolgens wordt beschreven wat andere staten en luchtvaartmaatschappijen hebben besloten ten aanzien van het overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne.

Malaysia Airlines

Malaysia Airlines is de nationale luchtvaartmaatschappij van Maleisië. Sinds 2013 is Malaysia Airlines alliantiepartner van **oneworld**, met onder andere America Airlines, British Airways, Qantas, Cathay Pacific en Japan Airlines. In de periode voor 17 juli 2014 vloog de luchtvaartmaatschappij met 91 burgervliegtuigen en zes vrachtvliegtuigen op 60 bestemmingen (code share vluchten niet meegerekend). Kuala Lumpur International Airport, de thuishaven van Malaysia Airlines, is een belangrijk knooppunt van vluchten tussen Europa en Azië en verder naar Oceanië.

7.2 Vlucht MH17

Op 17 juli 2014 vertrok een Boeing 777-200 van Malaysia Airlines met vluchtnummer MH17 om 10.31 uur¹⁵³ van luchthaven Amsterdam Airport Schiphol voor een lijnvlucht naar Kuala Lumpur International Airport in Maleisië. Voor deze vlucht had Malaysia Airlines om 07.07 uur een vliegplan ingediend waarin onder andere de route van MH17 was vastgelegd: de bakens, de luchtwegen en hoogten waarop MH17 zou vliegen. In Bijlage C is een uitleg van dit vliegplan opgenomen en een toelichting op vliegplannen in het algemeen.

¹⁵¹ Dit is onder meer vastgelegd in Annexen 17 (*security*) en 19 (*safety management*) van het Verdrag van Chicago (Zie ICAO HLSC/15-WP/3).

¹⁵² De nationale overheid is verantwoordelijk voor het certificeren en doorlopend toezicht houden op de in de staat gevestigde luchtvaartmaatschappijen.

¹⁵³ Alle tijden in dit rapport zijn, tenzij anders aangegeven, in UTC-tijd. Zie afkortingenlijst voor verdere toelichting.

Vliegplan MH17 met bakens, luchtwegen, hoogten en snelheden

-EHAM1000
 -N0490F310 ARNEM UL620 SUVOX UZ713 OSN UL980 MOBSA DCT POVEL DCT
 SUI L980 UTOLU/N0490F330 L980 LDZ M70 BEMBI L980 PEKIT/N0480F350 L980
 TAMAK/N0480F350 A87 TIROM/N0490F350 A87 MAMED B449 RANAH L750 ZB
 G201 BI DCT MURLI DCT TIGER/N0490F370 L333 KKJ L759 PUT R325 VIH A464
 DAKUS DCT
 -WMKK1137 WMSA WMKP

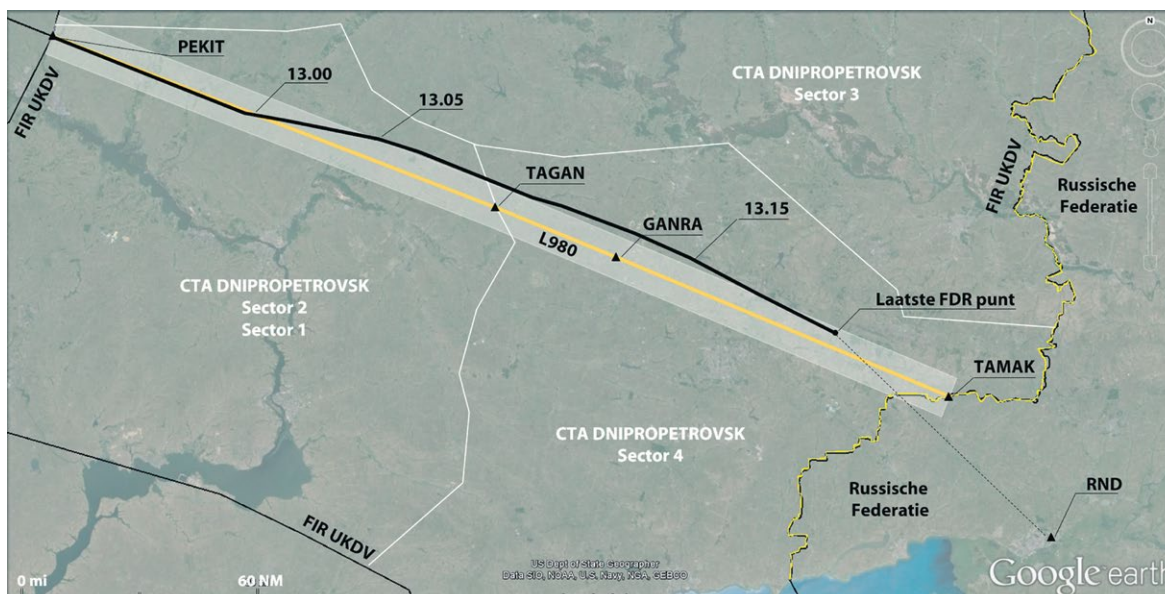
Alle betrokken luchtverkeersleidingscentra accepteerden het vliegplan van MH17 voor de vliegroute in hun regio's. De geplande route liep vanuit Nederland, via Duitsland, Polen, Oekraïne, de Russische Federatie, Kazachstan, Turkmenistan, Oezbekistan, Afghanistan, Pakistan, India, Myanmar en Thailand naar Kuala Lumpur. Het hoofdkantoor van Malaysia Airlines in Kuala Lumpur stelde deze route enkele uren voorafgaand aan het vertrek op 17 juli vast.



Figuur 84: De geplande route volgens het vliegplan. (Bron: Google, INEGI)

Volgens het vliegplan zou vlucht MH17 op vliegniveau 330 (FL330, circa 10.058 meter hoogte) boven Oekraïne vliegen tot het navigatiepunt PEKIT, dat ligt op de grens van het vluchtinformatiegebied (FIR) tussen Kyiv FIR (UKBV) en Dnipropetrovsk FIR (UKDV). Vanaf navigatiepunt PEKIT vermeldt het vliegplan FL350 (circa 10.668 meter hoogte) voor het resterende gedeelte van de vlucht boven Oekraïne.

Zoals uiteengezet in hoofdstuk 2.1 (deel A), vloog het vliegtuig Dnipropetrovsk FIR binnen op FL330 in plaats van de geplande FL350.



Figuur 85: Beeld van de Dnipropetrovsk FIR (UKDV), sectoren 1 en 4, de gevlogen (zwarte lijn) en de door de luchtverkeersleiding geklaarde (zwarte stippellijn) route van vlucht MH17. De gele lijn is het midden van luchtweg L980. (Bron: UkSATSE en Google, Landstat)

Uit de gegevens van EUROCONTROL blijkt dat Malaysia Airlines dagelijks meerdere keren door het luchtruim van Oekraïne vloog, waarbij ook door de Dnipropetrovsk FIR (UKDV) werd gevlogen. Op 17 juli 2014 gingen zeven vluchten van Malaysia Airlines door UKDV, te weten twee vluchten vanuit Kuala Lumpur naar Londen, een vlucht vanuit Kuala Lumpur naar Amsterdam, twee vluchten vanuit Londen naar Kuala Lumpur, een vlucht van Parijs naar Kuala Lumpur en een vlucht van Amsterdam naar Kuala Lumpur.

7.3 Code sharing met KLM

Vlucht MH17 was een dagelijkse vlucht van Malaysia Airlines van Amsterdam Airport Schiphol naar Kuala Lumpur International Airport. Het was een veelgeboekte vlucht. Dit had te maken met de doorreis mogelijkheden en de gunstige vertrektijd van Schiphol: de vlucht sloot goed aan bij de binnenkomende vluchten uit de Verenigde Staten en zou vroeg in de ochtend aankomen in Kuala Lumpur. Ook KLM biedt een dagelijkse vlucht tussen Amsterdam en Kuala Lumpur aan. Op beide vluchten is de codeshare-overeenkomst tussen Malaysia Airlines en KLM van toepassing.

In het geval van vlucht MH17 op 17 juli 2014 hadden elf passagiers hun vlucht geboekt via KLM en 269 passagiers via Malaysia Airlines. Voorts waren er twee passagiers met een ticket van Qantas en één met een ticket van Garuda Indonesia.¹⁵⁴ De passagiers met een KLM-ticket reisden op basis van de codeshare-overeenkomst met Malaysia Airlines. De passagiers die via Qantas en Garuda Indonesia hadden geboekt reisden met een gecombineerde vlucht, waarbij zij deels met deze luchtvaartmaatschappijen en deels met Malaysia Airlines vlogen (transfers).

¹⁵⁴ Zie rapport MH17 - Passagiersinformatie van de Onderzoeksraad voor Veiligheid.

De *codeshare*-overeenkomst tussen Malaysia Airlines en KLM is op 1 juli 1998 begonnen. De partners vernieuwen deze overeenkomst elke drie jaar. Voorafgaand aan elk seizoen (zomer-winter) passen zij de dienstregeling in de bijlage van de overeenkomst aan. Over details van de te vliegen routes (uitgezonderd vertrek- en bestemmingsplaats) is niets vastgelegd in de overeenkomst. In de overeenkomst is wel vastgelegd dat de partners onderling *safety*- en *security*-informatie uitwisselen en dat zij elkaar voorzien van technische en materiële ondersteuning op het gebied van *safety* en *security*. Daarbij wordt niet specifiek gesproken over de vliegroute. De Nederlandse overheid heeft de benodigde goedkeuring aan deze overeenkomst verleend.

De *codeshare*-overeenkomst tussen Malaysia Airlines en KLM bepaalt dat de vlucht geheel wordt afgehandeld door de luchtvaartmaatschappij die de vlucht uitvoert. In het geval van MH17 was dat Malaysia Airlines. Malaysia Airlines behandelt *codeshare*-passagiers op dezelfde wijze als eigen passagiers met betrekking tot afhandeling, service aan boord en claims. De verantwoordelijkheid voor veiligheid en beveiliging wordt volledig overgenomen door de uitvoerende maatschappij, in dit geval Malaysia Airlines. KLM heeft conform deze overeenkomst geen rol gehad in de vluchtvoorbereiding en -uitvoering. KLM en Malaysia Airlines hebben voor hun *codeshare*-overeenkomst gebruik gemaakt van de in Bijlage Q beschreven IOSA-audit om zich ervan te vergewissen dat zij aan een gelijkwaardige veiligheidsstandaard voldeden.

7.4 Vluchtvoorbereiding bij Malaysia Airlines

Voor dit onderzoek heeft de Onderzoeksraad interviews gehouden met functionarissen van Malaysia Airlines. De Onderzoeksraad heeft bij Malaysia Airlines verschillende documenten opgevraagd en ontvangen. Verzoeken van de Onderzoeksraad om functionarissen van de Maleisische civiele luchtvaartautoriteit (de '*Department of Civil Aviation*', DCA) te interviewen, zijn niet gehonoreerd. Ook schriftelijke vragen en verzoeken om relevante documentatie zijn niet door de DCA ingewilligd. Toch meent de Onderzoeksraad voldoende informatie te hebben om zich een beeld te vormen van de vluchtvoorbereiding bij Malaysia Airlines.

Deze paragraaf beschrijft de taakverdeling binnen Malaysia Airlines met betrekking tot de veiligheidsbeoordeling van vliegroutes. Daarbij gaat het om het maken van dreigingsanalyses, het plannen van routes en de procedure voor het maken van een vliegplan.

7.4.1 Security

Binnen de *security*-afdeling houden analisten zich bezig met de beveiliging van de operatie. De primaire taak van het hoofd van deze afdeling is het verschaffen van updates en het adviseren van de CEO van Malaysia Airlines over wat nodig is voor de veiligheid van de operaties. Dit betreft zaken als de beveiliging bij het vertrek en aankomst op de vliegvelden, de passagiers, de bagage, de vracht, het personeel (tijdens de vlucht en ter plaatse) en het vliegtuig zelf. Deze afdeling beoordeelt de situatie *op de grond*, en niet in het luchtruim. Malaysia Airlines vliegt niet op bestemmingen in Oekraïne en maakt dus ook geen risicoanalyses voor (bestemmingen in) dit land.

Het bestuderen van aeronautische informatie zoals NOTAMs en dreigingen voor buitenlands luchtruim behoort niet tot de verantwoordelijkheid van de security-afdeling. Daarbij baseert Malaysia Airlines zich op Annex 17 van het Verdrag van Chicago en op nationale voorschriften van de Department of Civil Aviation (DCA) van Maleisië en van Malaysia Airlines zelf.

Aanvullende acties zijn er alleen als Malaysia Airlines overweegt op een nieuwe bestemming te gaan vliegen. Zo kreeg de maatschappij ruim voor 17 juli 2014 een verzoek van haar regering om een chartervlucht uit te voeren naar Jemen, om een groep Maleisische burgers te evacueren. Het hoofd van de security-afdeling heeft de situatie ter plaatse laten beoordelen en in een overleg met de CEO, de charterafdeling en *Flight Operations* geadviseerd de vlucht niet uit te voeren. Dit was omdat de situatie op de grond op de plaats van bestemming niet veilig werd bevonden.

Voor het bepalen van de veiligheidssituatie in een land ontvangt de security-afdeling van Malaysia Airlines zo nu en dan inlichtingen van Maleisische ambassades en *High Commissioners* (ambassadeurs in de Gemenebestlanden). Daarnaast worden openbare bronnen gebruikt, zoals kranten en televisie en lokale stations die wereldwijde gebeurtenissen verslaan. Ook wordt gebruikgemaakt van lokale politiebronnen. Malaysia Airlines ontvangt dagelijks beveiligingsadviezen van een private dienstverlener over de verschillende grondstations. Ook wordt informatie binnen de *Association of Asia Pacific Airlines* (AAPA) gedeeld.

Malaysia Airlines¹⁵⁵ heeft in interviews gemeld dat zij van de Maleisische autoriteiten geen beveiligingsinformatie over het buitenland kreeg. De verklaring daarbij was dat de Maleisische overheid alleen inlichtingen verzamelt over het binnenland. De Onderzoeksraad heeft deze informatie niet bij de Maleisische autoriteiten kunnen verifiëren, omdat die vragen hierover niet heeft beantwoord. Daardoor is ook niet vast te stellen in hoeverre de Maleisische inlichtingendiensten informatie hadden over de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne.

7.4.2 Routeplanning

Bij Malaysia Airlines is de afdeling '*Flight Operations*' (*Flight Ops*) verantwoordelijk voor de gehele vluchttuitvoering, inclusief de veiligheid, vluchttuitvoering volgens de wettelijke regels en efficiëntie van vliegoperaties. Daartoe maakt *Flight Ops* gebruik van verschillende informatiebronnen: Aeronautische Informatie Publicaties (AIPs), Aeronautische Informatie Circulaires (AICs), NOTAMs, EASA-bulletins, informatie van de luchtverkeersleidinginstanties van de landen waarvan het luchtruim wordt gebruikt en EUROCONTROL. Een medewerker van de afdeling beoordeelt de details van de NOTAMs als een additionele verificatiestap. De afdeling volgt ook de berichtgeving in de media, maar deze wordt als mogelijk te oppervlakkig en speculatief beschouwd. Daarom grijpt *Flight Ops* terug op de NOTAMs als officiële en primaire informatiebron voor gebruik bij de vluchtplanning. *Flight Ops* vertrouwt op het vliegplansysteem (Sabre), dat via het systeem

¹⁵⁵ Een vertegenwoordiger van het *Department of Civil Aviation* (DCA) was als waarnemer aanwezig bij deze gesprekken.

OPUS de relevante NOTAMs zoekt en automatisch controleert of deze een beperking voor de geplande vlucht vormen. Het inventariseren en duiden van dreigingsinformatie behoort niet tot de werkzaamheden van de afdeling *Flight Ops*.

Wanneer Malaysia Airlines besluit een nieuwe route te gebruiken, bekijkt *Flight Ops* zaken als de in dat land geldende regels (gecommuniceerd via AIPs), beperkingen (bijvoorbeeld minimale vlieghoogtes) en afspraken (zoals overvliegvergunningen), afstanden, operationele behoeften (bijvoorbeeld uitwijkvluchthavens), algemene weercondities (windrichting/snelheid). Op basis daarvan wordt de meest efficiënte route bepaald.

Een luchtvaartmaatschappij kan verschillende routes hebben voor één bestemming en kiest er een op basis van eerdergenoemde overwegingen. Zo had Malaysia Airlines voor de vlucht van Amsterdam naar Kuala Lumpur voorafgaand aan 17 juli 2014 de keuze uit vier routes:¹⁵⁶

- Via Oekraïne en de Rostov-zone in de Russische Federatie (de meest efficiënte route van deze vier, die ook daadwerkelijk is gebruikt)
- Via Irak
- Via Iran
- Via Saoedi-Arabië

7.4.3 Vliegplannen

Nadat de routes zijn bepaald, wordt per vlucht een vliegplan gemaakt. Het maken van een vliegplan gebeurt door het Navigatie- en ATM Planningteam van de *Flight Dispatch*-afdeling. Het *Operational Control Centre* (OCC) houdt zich bezig met operationele risicoanalyses (wind, brandstofverbruik, etc.) en is puur uitvoerend. Zolang er geen bijzondere meldingen zijn, verloopt het werk op het OCC volgens de gebruikelijke routine. De afdeling beoordeelt dagelijks routes aan de hand van de actuele situatie. Specifieke omstandigheden (weer, tijdelijke luchtruimsluitingen, et cetera) kunnen ertoe leiden dat daarbij een afwijking van de optimale route noodzakelijk is.

Wanneer een vlucht van Malaysia Airlines vertrekt van een buitenlandse luchthaven, stuurt de *Flight Dispatch* afdeling een briefingpakket naar de station manager of de grondafhandelaar in het land van vertrek. Diens belangrijkste taak is te verzekeren dat de gezagvoerder dit briefingpakket krijgt in samenspraak met de grondafhandelaar.

Samenvattend: Malaysia Airlines beoordeelt de veiligheid van de vlucht in de vluchtfase op basis van aeronautische informatie. De *security*-afdeling beoordeelt alleen de situatie op de grond (vertrek en aankomstplaats, vliegtuig, bemanning, bagage, passagiers et cetera).

¹⁵⁶ Op dit moment (april 2015) is nog maar één route beschikbaar: via Iran, zuidelijk van Oekraïne. De extra kosten van deze route bedragen ongeveer 3,75 miljoen euro (15 miljoen ringgit) per maand (prijspeil januari 2015). Malaysia Airlines zegt niet langer over Afghanistan en Irak te vliegen, vanwege militaire activiteiten op de grond en de onduidelijkheid over de situatie daar.

Dagelijks stuurt de afdeling *Flight Dispatch* 385 vluchten aan. Dit gaat volgens een vaste procedure:

- Malaysia Airlines gebruikt een elektronisch systeem dat vliegplannen maakt en controleert. De afdeling toetst of de voorgestelde route niet in strijd is met procedures en tijdelijke beperkingen vermeld in de NOTAMs van landen op de route.
- De route wordt gecontroleerd aan de hand van wettelijke bepalingen van de betrokken landen. Zes uur voor de start van de vlucht controleert *Flight Dispatch* van Malaysia Airlines of het vliegplan kan worden uitgevoerd, rekening houdend met de actuele weersituatie en de technische toestand en belading van het vliegtuig.
- Drie uur voor vertrek van de vlucht verstuurt *Flight Dispatch* van Malaysia Airlines het vliegplan elektronisch naar EUROCONTROL (voor vluchten die door Europees luchtruim gaan) en naar alle landen waarvan het luchtruim wordt gebruikt. Dit om vooraf goedkeuring en toestemming te verkrijgen van EUROCONTROL en elk van de respectievelijke landen buiten Europa door wiens luchtruim zal worden gevlogen.
- Kort voor het vertrek van het vliegtuig overhandigt de grondaafhandelaar van Malaysia Airlines op de luchthaven van vertrek alle vluchtdocumenten, waaronder de NOTAMs, het vliegplan en de weergegevens die per email uit Maleisië zijn verstuurd, aan de gezagvoerder.
- Tot slot beoordeelt de cockpitbemanning (*flight crew*) ook de NOTAMs.

7.5 De risicobeoordeling door Malaysia Airlines voorafgaand aan vlucht MH17

Na de crash op 17 juli 2014 weerklonk de vraag waarom luchtvaartmaatschappijen over het oostelijk deel van Oekraïne vlogen, terwijl daar een gewapend conflict gaande was. Deze paragraaf beschrijft wat Malaysia Airlines wist over de veiligheidssituatie in het oostelijk deel van Oekraïne, hoe deze maatschappij eventuele risico's beoordeelde en op grond waarvan zij op 17 juli over het oostelijk deel van Oekraïne vloog.

7.5.1 Aeronautische informatie

In juli 2014 waren vier relevante NOTAMs¹⁵⁷ actief voor het betrokken luchtruim van Dnipropetrovsk FIR (UKDV).¹⁵⁸ Het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne was boven FL260 en later FL320 open. Deze NOTAMs zijn door Malaysia Airlines automatisch verwerkt door het daartoe ingerichte flight plan system. Alle genoemde NOTAMs waren in het briefingpakket van vlucht MH17 opgenomen. Deze NOTAMs vormden geen aanleiding om de vlucht niet via het luchtruim van Oekraïne uit te voeren.

¹⁵⁷ Het gaat hier om de volgende NOTAMs van Oekraïne: A1383/14, A1384/14, A1492/14, A1493/14.

¹⁵⁸ Zie ook hoofdstuk 5.3.

Malaysia Airlines heeft kennisgenomen van de State Letter van ICAO van 2 april 2014 over de Simferopol FIR (de Krim),¹⁵⁹ die lidstaten informeerde over de mogelijke risico's voor de veiligheid van civiele vluchten in de Simferopol FIR in verband met de claim van twee luchtverkeersleidingscentra op hetzelfde gebied. Dat gold ook voor het daarop volgende *Safety Information Bulletin* (SIB) van EASA, met daarin een bevestiging van de waarschuwing van ICAO. Maar omdat Malaysia Airlines geen vluchten had over de Krim, hadden deze veiligheidswaarschuwingen geen effect op de operatie van Malaysia Airlines. De keuze om de route naar het noorden of naar het zuiden van de Krim te verleggen was daarmee niet aan de orde.

Malaysia Airlines zegt SFAR 113 van de Amerikaanse luchtvaartautoriteit (*Federal Aviation Administration*, FAA) van 23 april 2014 niet te hebben opgemerkt. In deze veiligheidswaarschuwing verbood de FAA Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en piloten over de Krim te vliegen. Omdat Malaysia Airlines niet meer over de Verenigde Staten vloog, volgde de maatschappij de SFARs van de FAA niet meer. Zij beschouwde die ook als een Amerikaanse aangelegenheid, bijvoorbeeld omdat de Amerikaanse maatschappijen een ander risicoprofiel hebben dan Malaysia Airlines. De NOTAM die naar de betreffende SFAR verwees¹⁶⁰ kwam ook niet voor in het briefingpakket dat Malaysia Airlines had voor de vliegroute van MH17, omdat die vlucht immers niet startte of landde in de Verenigde Staten of dat luchtruim passeerde.¹⁶¹

In de periode tussen 23 april en 17 juli 2014 hebben buitenlandse of internationale partijen geen NOTAMs of andere formele informatieberichten over het oostelijk deel van Oekraïne uitgegeven. Malaysia Airlines zegt in de maanden voorafgaand aan 17 juli ook geen waarschuwingen van andere partijen te hebben gehad over de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne, ook niet van de Maleisische overheid en veiligheidsdiensten.

In het briefingpakket van vlucht MH17 zaten ook twee NOTAMs betreffende de Rostov FIR, die de Russische Federatie op 16 juli 2014 publiceerde en die op 17 juli van kracht werden. In deze NOTAMs, waarin het gebruik van een aantal vliegroutes aan de Russische kant van de grens met Oekraïne in hoogte werd beperkt, was een verwijzing opgenomen naar het gewapende conflict in het oostelijk deel van Oekraïne als reden voor de luchtruimbeperving. De informatie in deze NOTAMs was echter niet eenduidig: behalve de hoogtebeperking, die effectief gelijk was aan die in de aangrenzende Oekraïense UKDV FIR, stond er nog een vlieghoogte in waaronder niet zou mogen worden gevlogen: FL530 (zie hoofdstuk 5.2). Het automatische filter van het geautomatiseerde vliegplansysteem van Malaysia Airlines heeft de NOTAM toch geaccepteerd, en deze heeft niet geleid tot een routewijziging. Of de verwijzing naar het gewapend conflict bij nadere bestudering van de NOTAMs door Malaysia Airlines is opgevallen, is niet bekend, maar de route is in elk geval niet gewijzigd.

7.5.2 Berichtgeving in de media

In de periode tussen het uitbreken van het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne in april 2014 en de dag van de crash van MH17 op 17 juli zijn in de media diverse berichten

¹⁵⁹ EUR/NAT 14-0243.TEC (FOL/CUP).

¹⁶⁰ NOTAM FDC 4/7667. Geldig van 23 april 2014 t/m 27 april 2015.

¹⁶¹ En omdat Malaysia Airlines geen Amerikaanse operator is. Voor Amerikaanse operators vormt een SFAR een dwingend voorschrift, ongeacht of de vlucht door het Amerikaanse luchtruim gaat.

verschenen over toestellen van de Oekraïense strijdkrachten die waren beschoten (zie hoofdstuk 5). De Oekraïense autoriteiten hebben een deel van deze incidenten bevestigd (zie hoofdstuk 5.3). De Onderzoeksraad heeft Malaysia Airlines gevraagd welke van deze signalen de maatschappij hebben bereikt.

Malaysia Airlines was zich ervan bewust dat de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne niet stabiel was en dat er sprake was van een gewapend conflict op de grond. Voor de luchtvaartmaatschappij was dat geen aanleiding om het gebied scherper in de gaten te houden, ook al omdat Malaysia Airlines niet op Oekraïense bestemmingen vloog. Omdat de beperkingen in het luchtruim van Oekraïne geen invloed hadden op de planning van de vlucht, zag Malaysia Airlines geen aanleiding om bewust na te denken over de veiligheid van deze route. Naar eigen zeggen heeft de maatschappij in media geen signalen opgemerkt die op een dreiging wezen.

Voor 17 juli 2014 wist Malaysia Airlines niet dat er volgens de Oekraïense autoriteiten op 14 juli boven het oostelijk deel van Oekraïne een Antonov An-26 zou zijn neergehaald op 6.500 meter hoogte met een wapensysteem dat kruishoogte kan bereiken (zie hoofdstuk 5). De luchtvaartmaatschappij had voor 17 juli geen informatie over de mogelijkheid dat er (middel)langeafstands grond-luchtraketten of lucht-luchtraketten in het gebied zouden zijn.

7.5.3 Overige informatie

Zoals beschreven in hoofdstuk 7.4 heeft Malaysia Airlines verklaard dat de luchtvaartmaatschappij van de nationale autoriteiten geen dreigingsinformatie krijgt over het buitenland. De eigen overheid was dus voorafgaande aan 17 juli 2014 geen bron voor informatie over luchtruimveiligheid boven het oostelijk deel van Oekraïne.

Malaysia Airlines is lid van de *Association of Asia Pacific Airlines* (AAPA), een belangenorganisatie voor internationale luchtvaartmaatschappijen in de Azië-Pacific regio. Binnen AAPA is Malaysia Airlines onder andere lid van de *Security Group*, waarbinnen maatschappijen beveiligingsinformatie uitwisselen over de beveiliging op de grond, en het *Flight Ops*-overleg dat onder meer gaat over vliegroutes. Malaysia Airlines heeft via dit netwerk geen signalen ontvangen over de verslechterende veiligheidssituatie in het oostelijk deel van Oekraïne.

In april 2014 ontving Malaysia Airlines signalen van andere luchtvaartmaatschappijen dat de satellietcommunicatie (SatCom) en mogelijk ook GPS in het luchtruim van Oekraïne werd gestoord. Malaysia Airlines heeft haar piloten gewaarschuwd en hen gevraagd dit in de gaten te houden en onregelmatigheden direct te melden. De luchtvaartmaatschappij zag dit ook niet als groot risico voor de navigatiecapaciteit, omdat de navigatiebakens op de grond bleven functioneren. Er zijn geen verstoringen van apparatuur gemeld.

Malaysia Airlines heeft voorafgaand aan 17 juli 2014 over de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne geen contact gezocht met andere luchtvaartmaatschappijen, ook niet met maatschappijen die hun route hadden gewijzigd. In interviews met de Onderzoeksraad stelde Malaysia Airlines dat luchtvaartmaatschappijen hun routes voortdurend wijzigen, om allerlei redenen. Bijvoorbeeld omdat zij in tegenstelling tot Malaysia Airlines wel

toestemming hebben om over een bepaald land te vliegen, of omdat ze in hun route een tussenlanding hebben ingelast. Malaysia Airlines verwacht dat andere luchtvaartmaatschappijen contact zouden hebben opgenomen als het luchtruim niet veilig zou zijn geweest. Naar eigen zeggen zou Malaysia Airlines, als zij om veiligheidsredenen een route verandert, dit aan de alliantiepartners doorgeven. In het geval van het oostelijk deel van Oekraïne hebben andere luchtvaartmaatschappijen geen veiligheidsinformatie met Malaysia Airlines gedeeld, ook haar alliantiepartners niet. Er waren veel luchtvaartmaatschappijen die wel vlogen, waardoor er voor Malaysia Airlines geen reden was om aan de veiligheid van het luchtruim te twifelen.

Bij de planning van een route moeten luchtvaartmaatschappijen ook rekening houden met onvoorziene scenario's. Een voorbeeld is een verstoring van de normale vluchttuivoering, zoals een motorstoring met als gevolg een *drift down*.¹⁶² Bij het bepalen van het vliegplan moet de maatschappij de route zodanig kiezen dat het vliegtuig in zo'n geval altijd kan voldoen aan de minimumhoogte boven de grond, met name bij bergachtig terrein. Concreet is in dit geval het risico dat het vliegtuig door *drift down* onder FL320 (en eerder FL260) zou kunnen komen, als zeer onwaarschijnlijk beschouwd. Malaysia Airlines vertrouwt erop dat de piloten zijn getraind in wat ze in zo'n situatie moeten doen en dat ze daarbij hulp krijgen van de verkeersleiding om in veilig gebied te komen.

7.6 Wat deden andere staten en ICAO?

Na de crash van vlucht MH17 van Malaysia Airlines werd ook de vraag actueel wat andere staten en ICAO hebben gedaan met betrekking tot gebruik van het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne, in relatie tot de inlichtingen die zij hadden.

Daarom is onderzocht hoe ICAO en andere staten hebben gehandeld en wat hun opties waren. Voor het verkrijgen van informatie hierover heeft de Onderzoeksraad vooral gebruikgemaakt van enquêtes en interviews, al dan niet met behulp van buitenlandse zusterorganisaties. De voorbeelden die in dit hoofdstuk worden genoemd zijn niet uitputtend, maar dienen slechts om de besluitvorming bij Malaysia Airlines in perspectief te plaatsen. De vraag die centraal staat is: hebben ICAO en andere overheden ten aanzien van overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne in de periode voorafgaand aan 17 juli 2014 risico's gesignaleerd?

7.6.1 ICAO

Na de eerste State Letter op 2 april heeft ICAO geen nieuwe State Letter verspreid over mogelijke dreigingen in de Simferopol FIR. In antwoord op vragen van de Onderzoeksraad heeft ICAO laten weten geen aanvullende informatie te hebben ontvangen die het uitgeven van zo'n nieuwe State Letter rechtvaardigde. Over het oostelijk deel van Oekraïne heeft ICAO in deze periode geen State Letters uitgebracht. Ook de verklaring

¹⁶² *Drift down* is de situatie waarbij een vliegtuig, waarvan één motor niet draait, gedwongen wordt vanaf kruishoogte te dalen tot de hoogte waarop het vliegtuig, met het maximum toegestane motorvermogen, kan blijven vliegen op de resterende motor.

van de Oekraïense overheid over het neerschieten van de Antonov An-26 op 14 juli, waarin wapensystemen werden genoemd die kruishoogte kunnen bereiken, vormde voor ICAO geen aanleiding een State Letter uit te brengen.

ICAO stelt van Oekraïne geen verzoek te hebben ontvangen om te adviseren ten aanzien van het mogelijk nemen van veiligheidsmaatregelen. Over de mogelijkheid om landen met een gewapend conflict te assisteren, vermeldt ICAO Doc 9554-AN/932, par 10.10: *"ICAO may assist in the development, co-ordination and implementation of necessary safety measures in the event that the State(s) responsible for the provision of air traffic services in an area of armed conflict cannot, for some reason, adequately discharge the responsibility referred to in 10.2 above. The specific nature and scope of such action will depend upon the particular circumstances involved. In such circumstances, ICAO will work in close co-ordination with the responsible State, with other provider and user States concerned, and with IATA and IFALPA."*

In antwoorden op vragen van de Onderzoeksraad stelt ICAO dat de organisatie geen mandaat heeft om actief te interveniëren in de besluitvorming door staten over sluiting van het luchtruim. Alleen als ICAO informatie heeft ontvangen over mogelijke dreigingen, kan zij de staat in kwestie aanschrijven. ICAO zegt dat het mandaat noch faciliteiten heeft om alle risico's in landen te onderzoeken.

7.6.2 Rolopvatting van staten

Uit het onderzoek naar het luchtruimbeheer boven conflictgebieden blijkt dat aanwijzingen dat er ten gevolge van gewapende conflicten risico's zijn voor de burgerluchtvaart, vaak van derden komen. Ondanks het internationale karakter van de burgerluchtvaart zijn er grote verschillen in de rol die nationale overheden nemen ten aanzien van het overvliegen van conflictgebieden (zie ook Bijlage U). Alvorens in te gaan op de vraag wat andere staten ten aanzien van het oostelijk deel van Oekraïne hebben gedaan, is het nodig stil te staan bij die verschillen.

Het internationale kader biedt staten ruimte om meer of minder verantwoordelijkheid naar zich toe te trekken ten aanzien van de besluitvorming over vliegroutes. Naarmate de rol van de staat beperkter is, zullen de luchtvaartmaatschappijen zelf meer moeten doen om een beeld te krijgen van conflictgebieden en de risico's daarvan voor de burgerluchtvaart. Het vergaren van inlichtingen over wat zich in conflictgebieden precies afspeelt, is echter moeilijk. Luchtvaartmaatschappijen hebben minder mogelijkheden dan staten, die de beschikking hebben over diplomatieke- en inlichtingendiensten. Als de overheid zich volledig afzijdig houdt, is de kans aanwezig dat de informatiepositie van de in dat land gevestigde luchtvaartmaatschappijen te beperkt is om een adequate risicobeoordeling van conflictgebieden te kunnen uitvoeren.

Op grond van de informatie die verstrekt is door Malaysia Airlines concludeert de Onderzoeksraad dat de Maleisische overheid voor zichzelf geen rol ziet bij het in kaart brengen en beheersen van risico's in het buitenlandse luchtruim. De nationale overheid richt zich wat betreft inlichtingenactiviteiten op de binnenlandse veiligheid. Daaronder valt dus wel de veiligheid van de in dat land gevestigde luchthavens, maar niet de veilig-

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

heid van de burgerluchtvaart in het buitenlandse luchtruim. Wat betreft een nadere beoordeling van het buitenlandse luchtruim was Malaysia Airlines dus aangewezen op andere bronnen dan de Maleisische overheid.

In enkele landen kan de overheid de in dat land gevestigde luchtvaartmaatschappijen en piloten verbieden naar een specifieke bestemming te vliegen of van (een deel van) het luchtruim van een bepaald land gebruik te maken. In dat geval maken de luchtvaartautoriteiten eigen dreigings- en risicoanalyses als zij daartoe aanleiding zien.

In de Verenigde Staten kan de *Federal Aviation Administration* (FAA) een overvliegverbod of waarschuwing uitvaardigen.¹⁶³ Ook het *Department for Transport* (DfT) in het Verenigd Koninkrijk kan op basis van de *Aviation Security Act* uit 1982 een overvliegverbod uitvaardigen (voor details zie Bijlage U). In de praktijk richt het DfT zich met name op het doen van risicoanalyses en het adviseren en eventueel waarschuwen van luchtvaartmaatschappijen. Dit vergt een uitgebreide inlichtingenpositie in alle landen die een mogelijk risico voor de burgerluchtvaart vormen. In april en juli 2015 heeft Duitsland vliegverboden uitgevaardigd voor het luchtruim van Libië en Jemen.^{164, 165} Voor veel landen is dit niet de praktijk en onhaalbaar.

Tussen deze twee uitersten bevinden zich staten die niet verder gaan dan het (informeel) informeren van luchtvaartmaatschappijen en landen die de in hun land gevestigde luchtvaartmaatschappijen adviseren.¹⁶⁶ Staten kunnen relevante veiligheidsinformatie over het buitenlandse luchtruim en gewapende conflicten delen met die luchtvaartmaatschappijen, zodat die deze informatie kunnen gebruiken in hun risicobeoordeling. Daarnaast kunnen staten relevante informatie delen met de internationale luchtvaartsector, bijvoorbeeld door middel van NOTAMs.

Ten slotte zijn er landen die verder gaan dan informatie delen. Daar stellen overheden ook luchtvaartspecifieke risicoanalyses op en stellen die ter beschikking aan luchtvaartmaatschappijen of geven advies op basis van dergelijke analyses. Frankrijk is hier een voorbeeld van. Daar geven de autoriteiten adviezen, formele verzoeken en waarschuwingen, die al dan niet urgent kunnen zijn. De formele verzoeken zijn van toepassing op de Franse luchtvaartmaatschappijen. Daarmee participeren de autoriteiten actief in de besluitvorming over het overvliegen van conflictgebieden, terwijl de uiteindelijke verantwoordelijkheid bij de luchtvaartmaatschappijen blijft.

7.6.3 Wat deden andere staten?

Zoals beschreven in hoofdstuk 5 heeft de Amerikaanse luchtvaartautoriteit (FAA) op 4 maart 2014 een NOTAM gepubliceerd met daarin een algemene waarschuwing voor de Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en piloten die in het luchtruim van Oekraïne vlogen in verband met potentiële instabiliteit en toenemende militaire aanwezigheid in het luchtruim. Op 3 april 2014 vaardigde de FAA een verbod uit voor Amerikaanse luchtvaartmaat-

¹⁶³ Voor een toelichting op het begrip 'SFAR', zie hoofdstuk 12, Afkortingen en Begrippen.

¹⁶⁴ <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/LR/verbot-luftraum-jemen.html>. Geraadpleegd op 19 augustus 2015.

¹⁶⁵ <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1NMIJfXoT0sJ:m.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/LR/verbot-luftraum-libyen.html%3Fnn%3D62482+encd=1enhl=nlenct=clnkengl=n>

¹⁶⁶ Vaak betreft dit informatie die als 'bijvangst' bij activiteiten is verkregen.

schappijen en piloten om in het luchtruim van de Krim (Simferopol FIR) te vliegen. In de NOTAM 4/2816 werden de luchtvaartmaatschappijen ook gewaarschuwd extreem voorzichtig te zijn met vliegen in andere delen van Oekraïne, vanwege de voortdurende kans op instabiliteit. Op 23 april werd deze waarschuwing die dus ook, maar niet specifiek, over het oostelijk deel van Oekraïne ging, herhaald in een NOTAM. In beide laatste NOTAMs werd geen verwijzing meer gemaakt naar militaire activiteiten. Daarna heeft de FAA tot 17 juli 2014 geen nadere waarschuwingen en/of verboden afgekondigd voor het vliegen in het gebied boven het oostelijk deel van Oekraïne.

De autoriteiten in het Verenigd Koninkrijk hebben op 30 juni een advies uitgebracht om het luchtruim boven de Krim te mijden,¹⁶⁷ maar hebben geen nadere waarschuwingen uitgebracht ten aanzien van het overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne.

Het 'bereik' van de algemene waarschuwingen voor Oekraïne is overigens beperkt geweest (zie uitleg in het tekstvak hieronder). Dat blijkt ook uit de risicobeoordeling van Malaysia Airlines, die zich in de dreigingsanalyse juist baseerde op aeronautische informatie, maar de Amerikaanse NOTAMs en SFARs niet actief volgde, omdat de maatschappij niet meer over of naar de Verenigde Staten vloog.

Zichtbaarheid van NOTAMs

Indien een land een NOTAM over een ander land uitgeeft, komt die NOTAM alleen voor in de selectie van relevante NOTAMs voor die vlucht, indien de vlucht door het land van uitgifte gaat. Dit betekent dat een NOTAM van het Verenigd Koninkrijk over een ander land (zoals Oekraïne) alleen in beeld komt bij maatschappijen die in het Verenigd Koninkrijk starten, landen of door het luchtruim van het Verenigd Koninkrijk vliegen. NOTAMs van een staat over het eigen grondgebied komen altijd voor in de selectie van NOTAMs indien een vlucht de betreffende FIR aandoet, in dit geval Dnipropetrovsk FIR (UKDV).

Samenvattend: voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan, is er tussen begin maart en 17 juli 2014 één waarschuwing gepubliceerd over de veiligheid van het luchtruim in Oekraïne in relatie tot militaire activiteiten. De Verenigde Staten waarschuwde voor potentiële instabiliteit, toenemende militaire aanwezigheid en mogelijke confrontatie met militaire activiteiten in het luchtruim. De NOTAM met deze waarschuwing was alleen geldig en zichtbaar in de maand maart 2014. Tussen eind april en 17 juli 2014 zijn er geen formele waarschuwingen uitgebracht over de veiligheid van het luchtruim in Oekraïne, ook niet over het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne. Juist in deze periode breidde het gewapend conflict zich daar uit tot de lucht.

¹⁶⁷ Notam EGTB B1258/14, d.d. 30 juni 2014. Deze Notam bevat geen nieuwe informatie ten opzichte van eerdere publicaties van ICAO en FAA in april 2014.

7.7 Wat deden andere maatschappijen? ¹⁶⁸

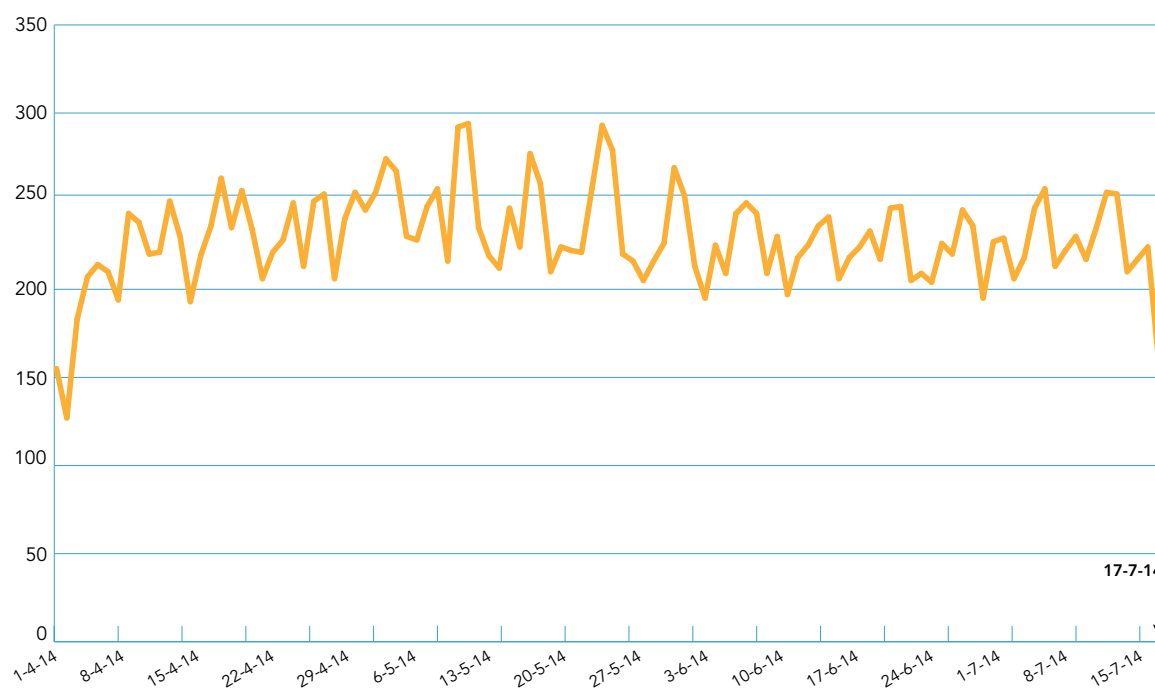
Deze paragraaf beschrijft hoe andere luchtvaartmaatschappijen hebben gereageerd op de veranderende situatie in Oekraïne. Hierbij komen alleen internationale vluchten aan bod die net als vlucht MH17 het luchtruim van Oekraïne passeerden, en niet de binnenlandse vluchten of vluchten die luchtvaartmaatschappijen vanuit of naar Oekraïne uitvoerden.

Uit gegevens die de Onderzoeksraad heeft verkregen van EUROCONTROL blijkt dat tussen 1 april en 17 juli 2014 geen zichtbare reactie van luchtvaartmaatschappijen was op de situatie in Oekraïne; een groot aantal maatschappijen bleef de routes over het oostelijk deel van Oekraïne gebruiken. Op basis van de EUROCONTROL-gegevens is een aantal overzichten gemaakt (zie ook Bijlage R). Als eerste is een overzicht gemaakt van alle vluchten die over het gehele gebied van het oostelijk deel van Oekraïne zijn gemaakt gedurende de maanden april, mei, juni en juli 2014 (tot en met 17 juli). Hoofdstuk 6 beschreef al dat er in de periode van april tot en met 17 juli *in heel Oekraïne* gemiddeld 1300 vluchten per dag werden uitgevoerd.

Uit het overzicht van EUROCONTROL blijkt dat het gemiddeld aantal internationale vluchten dat per dag door het gebied UKDV (Dnipropetrovsk FIR) ging, niet is veranderd nadat de onrust in het oostelijk deel van Oekraïne toenam en het gewapend conflict zich naar het luchtruim uitbreidde. Ook na de Oekraïense NOTAMs ¹⁶⁹ van 6 juni, 1 juli en 14 juli 2014 was er geen significante wijziging in het aantal vluchten door UKDV; per dag waren dit gemiddeld ongeveer 220 vluchten. (Zie Figuur 86).

¹⁶⁸ De informatie over de wijze waarop luchtvaartmaatschappijen hebben gereageerd op de situatie in Oekraïne is vooral via enquêtes en met behulp van gegevens van EUROCONTROL verkregen.

¹⁶⁹ NOTAMs A1255, A1256, A1383/14, A1384/14 - de beperking tot FL260 vanaf 6 juni 2014 en NOTAMs A1492/14 en A1493/14 - de beperking tot FL320 op 14 juli 2014.



Figuur 86: Dagelijks aantal vluchten door UKDV weergegeven voor de periode 1 april - 17 juli 2014. (Bron: EUROCONTROL)

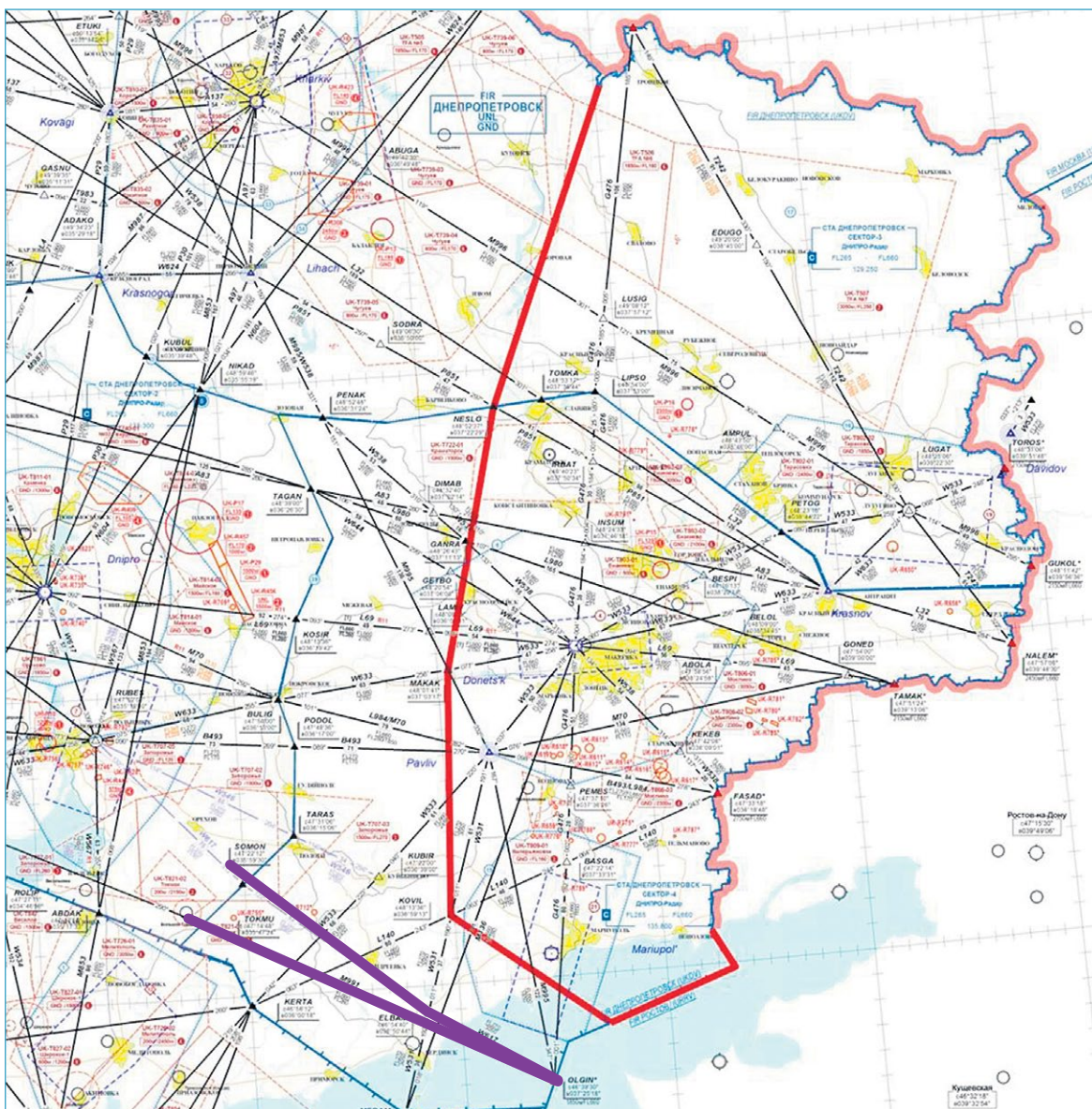
Er is wel een kleine verschuiving zichtbaar in de verdeling van het aantal dagelijkse vluchten in het luchtruim over het gebied binnen UKDV dat door de genoemde NOTAMs werd aangeduid en de vluchten die net ten zuiden van dit gebied werden uitgevoerd (zie Figuur 87). In het luchtruim boven het deel van UKDV waarop de NOTAM betrekking had, werden in de maand april 2014 gemiddeld 152 vluchten per dag uitgevoerd, in juni waren dit gemiddeld 147 en in juli 2014 was dit aantal 145 per dag. In dezelfde periode nam het aantal vluchten ten zuiden van het NOTAM-gebied, waar de hoogterestricties niet golden, licht toe; dit waren gemiddeld respectievelijk 68, 76 en 79 per dag.

Aan de hand van de vluchtgegevens van EUROCONTROL heeft de Onderzoeksraad een lijst gemaakt van alle luchtvaartmaatschappijen die in de periode 14 tot 17 juli 2014 (de periode tussen de NOTAM die het luchtruim beperkte vanaf FL320 tot aan de crash van vlucht MH17) over het NOTAM-gebied hebben gevlogen. Daarnaast heeft de Onderzoeksraad een overzicht gemaakt van alle vluchten die op 17 juli (de dag van de crash) zijn uitgevoerd door UKDV totdat het luchtruim om 15.00 werd gesloten. Dit waren 160 vluchten. Beide overzichten zijn opgenomen in Bijlage R.

Uit alle overzichten blijkt dat er geen merkbare wijziging in gedrag is waar te nemen; in de periode van 14 tot 17 juli 2014 vlogen 61 luchtvaartmaatschappijen uit 32 landen over het gebied. Hieronder waren ook luchtvaartmaatschappijen uit Oekraïne zelf en uit de Russische Federatie.

Bij beoordeling van de gegevens van EUROCONTROL moeten de volgende punten in acht worden genomen:

- De gegevens zijn door EUROCONTROL automatisch gegenereerd. Er heeft geen controle op de correctheid van de gegevens plaatsgevonden.
- Dit zijn de luchtvaartmaatschappijen onder wier vluchtnummer de vlucht bekend is en aan wie de overvlieggelden zijn berekend. Dit is niet noodzakelijkerwijs de maatschappij die de vlucht daadwerkelijk heeft uitgevoerd.



Figuur 87: De vliegroutes door het oostelijk deel van Oekraïne met in rood het gebied dat is aangeduid in de NOTAMs die in hoofdstuk 6 zijn genoemd. In paars de routes die buiten (ten zuiden van) het NOTAM-gebied maar wel binnen UKDV liggen. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Daarnaast heeft de Onderzoeksraad een enquête uitgezet om meer zicht te krijgen op de beweegredenen van luchtvaartmaatschappijen om wel of niet over het oostelijk deel van Oekraïne te vliegen. Negentien luchtvaartmaatschappijen uit acht landen hebben aan deze enquête meegewerkt. Vier luchtvaartmaatschappijen gaven aan dat zij nooit over het oostelijk deel van Oekraïne hadden gevlogen en één maatschappij was al in 2011 gestopt met het vliegen over Oekraïne. Zes van de bevraagde maatschappijen vlogen over het oostelijk deel van Oekraïne totdat MH17 op 17 juli 2014 neerstortte. Eén van deze zes maatschappijen had in april besloten niet meer over de Krim te vliegen,

maar bleef wel over het oostelijk deel van Oekraïne vliegen. Acht andere maatschappijen waren in maart en april 2014 al gestopt met het overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne, naar eigen zeggen vanwege de onzekerheid over de situatie in de Simferopol FIR (Krim), waarvoor ook door diverse luchtvaartautoriteiten werd gewaarschuwd.

Daarnaast heeft de Onderzoeksraad ook uit interviews en observaties bij luchtvaartmaatschappijen informatie gekregen over beweegredenen om wel of niet te vliegen. Eén maatschappij gaf in zo'n interview aan dat de veiligheidsafdeling de situatie in Oekraïne in de maanden voorafgaande aan de crash van vlucht MH17 voortdurend volgde, maar dat de focus daarbij lag op de situatie in en om Kiev, omdat dat een landingsplaats was. De maatschappij achtte de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne niet bedreigend, omdat zij ervan uitging dat de strijdende partijen burgervliegtuigen niet als doelwit zagen.

Een andere maatschappij liet weten in maart te zijn gestopt met het overvliegen van heel Oekraïne, omdat zij als gevolg van de ontwikkelingen in de Krim het luchtruim in heel Oekraïne niet veilig genoeg achtte. Deze maatschappij is de ontwikkelingen wel blijven volgen en concludeerde na de beschieting van de Antonov An-26 op 14 juli 2014 dat de juiste beslissing was genomen, omdat het toestel met een krachtiger wapen dan een MANPADS moest zijn neergeschoten.

Uit het onderzoek blijkt verder dat twee maatschappijen uit de VS om praktische redenen vanaf 14 en 15 juli niet meer over het oostelijk deel van Oekraïne vlogen. Bij navraag bleek dat een van de twee maatschappijen geen vluchten had gepland over het oostelijk deel van Oekraïne in de periode van 14 tot 17 juli 2014. De andere maatschappij meldde dat de beslissing een gevolg was van de NOTAM met de hoogterestructie tot FL320, die na het neerschieten van de Antonov An-26 was uitgevaardigd. Deze maatschappij gaf aan dat het voor haar sneller was om een andere route te kiezen dan om de nieuwe hoogte-restrictie in haar vliegplanprogramma te implementeren. De nieuwe NOTAM was voor deze maatschappij dus de directe aanleiding voor het verleggen van de route, en niet eventuele informatie over het gewapend conflict en mogelijke gevaren daarvan voor overvliegende civiele vliegtuigen. Overigens hebben andere Amerikaanse maatschappijen hun route niet verlegd en zijn ze over het oostelijk deel van Oekraïne blijven vliegen.

7.8 Analyse: wat deed Malaysia Airlines en wat deden anderen?

7.8.1 Malaysia Airlines en andere maatschappijen

Malaysia Airlines werkte volgens de vereisten voor *Security en Flight Operations* zoals neergelegd in internationale standaarden en aanbevolen werkwijzen van ICAO. Malaysia Airlines wist dat er in het oostelijk deel van Oekraïne sprake was van een gewapend conflict op de grond maar ging ervan uit dat het luchtruim veilig was gebaseerd op de officiële informatie over de status van het luchtruim, zoals aangegeven door de nationale luchtvaartautoriteiten en EUROCONTROL. Malaysia Airlines gaf aan niet actief naar informatie gezocht te hebben en heeft de berichtgeving in de media over de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne niet actief gevolgd. Tegelijkertijd heeft Malaysia Airlines ook geen dreigingsinformatie ontvangen van haar eigen overheid of van andere staten, internationale organisaties of luchtvaartmaatschappijen.

Malaysia Airlines is ook niet benaderd door andere luchtvaartmaatschappijen en heeft geen informatie gekregen via haar alliantienetwerk. Ook met KLM, als codeshare-partner op vlucht MH17, is geen informatie-uitwisseling geweest over de situatie in het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne. Aangezien KLM op grond van eigen risicoanalyses geen aanleiding zag om niet meer over het oostelijk deel van Oekraïne te vliegen, was er voor KLM geen reden om Malaysia Airlines te benaderen over eventuele risico's van de route.¹⁷⁰

Met andere woorden, Malaysia Airlines heeft zich dus vrijwel uitsluitend gebaseerd op aeronautische informatie (selectie van NOTAMs) en heeft zelf geen additionele risico-beoordeling gemaakt.

Voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan, voldoet Malaysia Airlines aan alle voor 'air operators' relevante standaarden: de luchtvaartmaatschappij heeft een AOC, waarmee de Maleisische staat aangeeft dat de luchtvaartmaatschappij voldoet aan de standaarden van ICAO en de nationale regelgeving. Malaysia heeft een security-programma, waarmee de luchtvaartmaatschappij invulling geeft aan de vereisten van Annex 17 van ICAO. Malaysia Airlines heeft aeronautische informatie gefilterd, verwerkt en gebruikt ten behoeve van de vluchtvoorbereiding en uitvoering. De manier waarop Malaysia Airlines de vlucht voorbereidde is daarmee in overeenstemming met de vereisten voor *Security en Flight Operations* zoals neergelegd in de internationale regelgeving van ICAO.

De Onderzoeksraad constateert dat Malaysia Airlines voor zover viel na te gaan heeft voldaan aan wettelijke eisen, maar geen extra inspanning heeft gedaan om een beeld te krijgen van de veiligheid van het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne. De informatiepositie van Malaysia Airlines over mogelijke dreigingen in het luchtruim was beperkt, deels door zelf gemaakte keuzes en omdat de luchtvaartmaatschappij geen inlichtingen over het buitenlandse luchtruim kan krijgen van de nationale overheid. Tegelijkertijd is het de vraag of een betere informatiepositie tot een ander besluit over de vliegroute had geleid. Malaysia Airlines bevond zich niet in een uitzonderingspositie: er waren veel luchtvaartmaatschappijen die nog over het conflictgebied vlogen, waaronder ook luchtvaartmaatschappijen die doorgaans wél additionele informatie zochten over conflictgebieden of opereerden binnen een context waarin hun nationale overheid een meer informerende of sturende rol speelt.

7.8.2 ICAO

In de State Letter op 2 april 2014 over Simferopol FIR (de Krim) heeft ICAO aangegeven dat zij met partijen in de regio actief zou blijven coördineren ten aanzien van ontwikkelingen op het gebied van de vliegveiligheid. Dat kan de verwachting hebben gewekt dat ICAO de situatie in heel Oekraïne zou blijven volgen.

De burgerluchtvaartorganisatie heeft na uitgifte van de State Letter tot aan de crash van vlucht MH17 geen verdere actie ondernomen met betrekking tot Oekraïne. ICAO is afhankelijk van de informatie die zij krijgt van andere landen en zegt in die periode geen

¹⁷⁰ Zie ook hoofdstuk 8.

informatie te hebben ontvangen die het uitgeven van een nieuwe State Letter rechtvaardigde. Ook de verklaring van de Oekraïense autoriteiten over het neerschieten van een Antonov An-26 op 14 juli vormde voor ICAO geen reden voor nadere actie, ondanks dat in die verklaring stond dat het mogelijk ging om een veel zwaarder type raket of een interventie door een gevechtsvliegtuig. Daarnaast heeft ICAO van Oekraïne geen verzoek tot bijstand gekregen (zoals geadviseerd in ICAO Doc 9554-AN/932), op basis waarvan ICAO een rol had kunnen spelen.

Naar eigen zeggen zoekt ICAO actief naar verificatie in geval van ongeverifieerde berichten over onveiligheid van een luchtruim, allereerst bij de staat die het luchtruim beheert. Op basis van deze rolopvatting zou ICAO ook haar assistentie hebben kunnen aanbieden aan Oekraïne, en zo nodig uit voorzorg een State Letter kunnen uitbrengen. Doc. 9554-AN/932 sluit zo'n actieve rol van ICAO ook niet uit. De Onderzoeksraad heeft begrip voor het standpunt van ICAO dat zij niet op basis van niet-geverifieerde rapporten of mediaberichten een waarschuwing of State Letter kan uitgeven, maar is van mening dat dit niet geldt voor officiële verklaringen van betrokken autoriteiten. Naar het oordeel van de Onderzoeksraad was het hier op zijn plaats geweest dat ICAO opheldering had gevraagd aan Oekraïne en/of haar diensten had aangeboden, naar aanleiding van de verklaringen van de Oekraïense autoriteiten over het neerschieten van de Antonov An-26 op 14 juli.

7.8.3 Andere staten

Verschillende landen verzamelden informatie over het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne. Hoewel de FAA begin maart 2014 een waarschuwing uitbracht over het luchtruim in Oekraïne, was deze slechts geldig tot eind maart en gericht op heel Oekraïne. Geen enkele staat heeft na eind april 2014, toen het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich naar het luchtruim uitbreidde, een specifiek risico voor de burgerluchtvaart onderkend bij het overvliegen van het gebied. Staten hebben geen concrete aanbevelingen gedaan met betrekking tot het overvliegen van het conflictgebied. De verklaring hiervoor is dat de landen de informatie vanuit militair-strategisch en geopolitiek perspectief verzamelden en beoordeelden. Bij westerse landen stond de vrees voor een invasie van Oekraïne door de Russische Federatie en de gevolgen voor de stabiliteit in Europa en de wereld voorop. Deze landen hebben niet onderkend dat het conflict een risico zou kunnen vormen voor overvliegende civiele vliegtuigen, ook niet toen de strijd zich naar het luchtruim uitbreidde en de Oekraïense autoriteiten melding maakten van wapensystemen die kruishoogte kunnen bereiken.

7.8.4 Andere luchtvaartmaatschappijen

Uit het vrijwel onveranderde aantal vluchten over het gebied boven het oostelijk deel van Oekraïne maakt de Onderzoeksraad op dat ook andere luchtvaartmaatschappijen dan Malaysia Airlines niet in beeld hadden dat de burgerluchtvaart een risico zou kunnen lopen door het gewapend conflict. Slechts van één maatschappij heeft de Onderzoeksraad kunnen vaststellen dat deze om veiligheidsredenen heeft besloten niet meer over Oekraïne te vliegen. Dat besluit is echter al in maart 2014 genomen, naar aanleiding van de ontwikkelingen in de Krim. Op dat moment was nog geen sprake van een gewapend conflict in het oostelijke deel van het land. Kennelijk zagen de meeste maatschappijen geen reden om aan te nemen dat de burgerluchtvaart enig gevaar liep tijdens het, op grote hoogte, overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne.

Uit het onderzoek komt naar voren dat de ontwikkelingen in de Krim voor acht van de 19 bevroegde luchtvaartmaatschappijen reden waren om de vliegroutes te wijzigen en niet meer over het oostelijk deel van Oekraïne te vliegen. Dit gebeurde enkele maanden voor 17 juli 2014, toen in het oostelijk deel van Oekraïne nog niet of nauwelijks sprake was van een gewapend conflict. Voor zover maatschappijen hun routes hebben verlegd, is voorzichtigheid bij het trekken van conclusies geboden. Zoals hierboven gemeld is van slechts één maatschappij geconstateerd dat de veiligheidssituatie in Oekraïne in het algemeen de aanleiding was voor het besluit. Beslissingen over het verleggen van routes kunnen ook het gevolg zijn van andere overwegingen, zoals meteorologische omstandigheden, wijzigingen in bestemmingen, het maken van een tussenlanding of andere operationele omstandigheden. Dit geldt ook voor de kleine toename van het aantal maatschappijen dat ten zuiden van het door NOTAMs aangeduide gebied over het oostelijk deel van Oekraïne vloog.

7.9 Deelconclusies

1. Als 'operating carrier' was Malaysia Airlines verantwoordelijk voor een veilige vluchttuitvoering van vlucht MH17 en dus voor keuze van de vliegroute op 17 juli 2014. De manier waarop Malaysia Airlines de vlucht voorbereidde en uitvoerde was overeenkomstig de voorschriften. Malaysia Airlines verliet zich op aeronautische informatie en heeft geen eigen, aanvullende risicobeoordeling gemaakt. Malaysia Airlines heeft noch van andere luchtvaartmaatschappijen noch via andere kanalen signalen gekregen dat het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne onveilig zou zijn.
2. Malaysia Airlines was ook verantwoordelijk voor de veiligheid van passagiers die via codeshare-partner KLM hadden geboekt. Omdat KLM net als andere luchtvaartmaatschappijen geen veiligheidsredenen zag om het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne te mijden, hebben Malaysia Airlines en KLM geen informatie over het gewapend conflict uitgewisseld.
3. Een enkele luchtvaartmaatschappij heeft vanwege de groeiende onrust in Oekraïne besloten niet meer over het land te vliegen. Dat besluit is in maart 2014 genomen, dus voordat het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne begon.
4. Daarna zijn er voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan geen luchtvaartmaatschappijen geweest die hun vliegroutes hebben gewijzigd om veiligheidsredenen die betrekking hadden op het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne. Dit gebeurde ook niet naar aanleiding van het neerschieten van de Antonov An-26 op 14 juli 2014, volgens de Oekraïense overheid met een zwaarder wapensysteem dan MANPADS.

5. Uit gegevens van EUROCONTROL blijkt dat in de periode 14 tot en met 17 juli 61 luchtvaartmaatschappijen uit 32 landen gebruik maakten van het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne. Op 17 juli 2014 zijn 160 vluchten uitgevoerd door UKDV tot het luchtruim om 15.00 uur (17.00 MET) werd gesloten werd.
6. Luchtvaartmaatschappijen - inclusief Malaysia Airlines - gingen ervan uit dat het opengestelde luchtruim boven FL320 boven het oostelijk deel van Oekraïne veilig was. Dit ondanks het feit dat het conflict zich uitbreidde naar de lucht en ondanks dat volgens de Oekraïense autoriteiten wapensystemen waren gebruikt die civiele vliegtuigen op kruishoogte kunnen bereiken.
7. Toen het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich vanaf eind april tot juli uitbreidde naar het luchtruim, heeft voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan geen enkele staat zijn luchtvaartmaatschappijen en piloten expliciet gewaarschuwd dat het luchtruim boven het conflictgebied onveilig was, of een vliegverbod uitgevaardigd. Staten die informatie verzamelden over het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne waren gefocust op de ontwikkelingen op de grond en militaire luchtactiviteiten en op de mogelijke geopolitieke en militair-strategische gevolgen daarvan. Mogelijke risico's voor overvliegend burgerlucht-verkeer zijn niet onderkend.
8. ICAO heeft in de periode dat het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich naar het luchtruim uitbreidde de Oekraïense autoriteiten geen vragen gesteld over het luchtruimbeheer of assistentie aangeboden. Dit gebeurde ook niet naar aanleiding van de verklaring van de Oekraïense autoriteiten op 14 juli 2014 over de beschieting van de Antonov An-26.

8 HET LAND VAN VERTREK VAN VLUCHT MH17 - DE ROL VAN NEDERLAND

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding

Deel A: 2 Feitelijke informatie

Deel A: 3 Analyse

Deel B: Inleiding op deel B

Deel B: 4 Besluitvorming

Deel B: 5 De situatie

Deel B: 6 Vlucht MH17

Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne

Deel B: 8 Het land van vertrek

Deel B: 9 Risico-beoordeling

10 Conclusies

11 Aanbevelingen

12 Afkortingen en begrippen

13 Bijlagenlijst

8.1 Inleiding

De crash van vlucht MH17 op 17 juli 2014 riep de vraag op waarom luchtvaartmaatschappijen over het oostelijk deel van Oekraïne vlogen, terwijl daar een gewapend conflict gaande was. In Nederland kwam daar de vraag bij of de Nederlandse staat iets had kunnen doen om de crash te voorkomen.¹⁷¹ Redenen hiervoor waren dat er 193 Nederlandse staatsburgers aan boord waren, dat het toestel vanuit Nederland was vertrokken en dat elf passagiers hun vlucht via een Nederlandse maatschappij (KLM) hadden geboekt.

De Onderzoeksraad heeft onderzocht in hoeverre het land van waaruit internationale vluchten vertrekken, een rol moet of kan spelen in de besluitvorming over vliegroutes. Deze rol betreft in de eerste plaats vluchten van in die staten gevestigde luchtvaartmaatschappijen, omdat het kader van ICAO ruimte biedt aan staten om de daar gevestigde luchtvaartmaatschappijen te informeren, of te waarschuwen of te verbieden om bepaalde luchtruimen te doorkruisen. Burgers uit die staten kunnen echter ook met luchtvaartmaatschappijen vertrekken die niet in die staat zijn gevestigd. Vanuit de zorg voor hun staatsburgers is het daarom denkbaar dat staten eventuele informatie over dreigingen delen met alle maatschappijen die vluchten vanuit die staten uitvoeren. In dit hoofdstuk is de situatie in Nederland als uitgangspunt gekozen, omdat Nederland het land van vertrek was voor vlucht MH17. De Onderzoeksraad meent dat andere landen van vertrek lering kunnen trekken uit de bevindingen.

Specifieke onderzoeksvragen voor dit hoofdstuk zijn:

- Welke rol had de Nederlandse staat in de besluitvorming over de vliegroute van vlucht MH17, die vanuit Nederland is vertrokken?
- Welke mogelijkheden heeft de Nederlandse staat om de besluitvorming over vliegroutes in het buitenland te beïnvloeden?
- Welke signalen had de Nederlandse staat (inclusief inlichtingen- en veiligheidsdiensten AIVD en MIVD)¹⁷² over de veiligheid van de vliegroute van vlucht MH17 in het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne?

Onderzoek CTIVD

Op verzoek van de Onderzoeksraad hebben de Nederlandse ministers van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en van Defensie de Commissie van Toezicht op de Inlichtingen- en Veiligheidsdiensten (CTIVD) verzocht onderzoek te doen naar de vraag of de AIVD en

¹⁷¹ Zie bijvoorbeeld Kamerstukken II, 2014/2015, 33997, Nr. 36.

¹⁷² AIVD: Algemene Inlichtingen- en Veiligheidsdienst. MIVD: Militaire Inlichtingen- en Veiligheidsdienst.

de MIVD een wettelijke taak hebben bij de besluitvorming rondom vliegroutes en hoe zij daar invulling aan geven.

De CTIVD is in Nederland de instantie die toezicht houdt op de rechtmatigheid van de uitvoering van de Wet op de Inlichtingen- en veiligheidsdiensten en de Wet Veiligheidsonderzoeken, en is bevoegd geclassificeerde informatie in te zien.

Het rapport van de CTIVD ¹⁷³ beantwoordt de volgende onderzoeksvragen:

- Hebben de diensten een wettelijke taak voor de veiligheid van buitenlandse vliegroutes?
- Hoe ziet de formele overlegstructuur tussen de AIVD en de MIVD en de partijen in de burgerluchtvaart over veiligheidskwesties er uit en welke informatie-uitwisseling vindt hier plaats?
- Wat wisten de diensten voor de crash over de veiligheid voor civiele vliegtuigen boven het oostelijk deel van Oekraïne, en hebben zij deze informatie met externe partijen gedeeld?

8.2 Formele verantwoordelijkheden voor vlucht MH17

Zoals in hoofdstuk 4 is toegelicht, zijn staten verantwoordelijk voor het beheer van het luchtruim binnen hun grenzen (zie Figuur 76). De staten moeten alles wat redelijkerwijs mogelijk is doen om de veiligheid van het civiele luchtverkeer in dat luchtruim waarborgen. Zij kunnen besluiten het luchtruim voor de burgerluchtvaart open te stellen, te sluiten, of het gebruik ervan te beperken. Ze zijn hierin soeverein. Bij vlucht MH17 was Oekraïne verantwoordelijk voor het luchtruimbeheer in het gebied waar de crash plaatsvond.

Op grond van de besluiten die de Oekraïense autoriteiten hadden genomen, mochten civiele vliegtuigen op 17 juli 2014 gebruikmaken van het luchtruim boven het conflictgebied (Dnipropetrovsk FIR) vanaf FL320. Dit gold ook voor vlucht MH17 van Malaysia Airlines (zie ook hoofdstukken 6 en 7).

Vlucht MH17 was een vlucht van een Maleisische luchtvaartmaatschappij. Deze staat onder toezicht van de Maleisische autoriteiten. Alleen de staat waarin Malaysia Airlines is gevestigd, dus Maleisië, zou dus (in theorie) de maatschappij hebben kunnen verbieden gebruik te maken van de opengestelde vliegroute boven het conflictgebied, of de luchtvaartmaatschappij adviezen of aanwijzingen kunnen hebben geven over het overvliegen daarvan. Los van de vraag of de Maleisische wetgeving deze mogelijkheid biedt, kan worden vastgesteld dat de Maleisische autoriteiten geen vliegverbod of -beperking hebben uitgevaardigd. De verantwoordelijkheid voor het besluit om over het gebied te vliegen, lag daardoor volledig bij Malaysia Airlines.

¹⁷³ Zie Bijlage T. De CTIVD is verantwoordelijk voor de inhoud van de bijlage, inclusief de gebruikte terminologie. Deze kan afwijken van de terminologie die door de Onderzoeksraad wordt gebruikt.

Het voorgaande betekent dat Oekraïne, Maleisië en Malaysia Airlines op internationaal en nationaal recht gebaseerde verantwoordelijkheden hadden voor de uitvoering van vlucht MH17. De Nederlandse staat had zulke verantwoordelijkheden niet. Een staat heeft geen verantwoordelijkheden ten aanzien van vluchten van een buitenlandse luchtvaartmaatschappij in buitenlands luchtruim, ook niet wanneer die maatschappij vertrekt vanaf grondgebied van die staat.

Het feit dat voor vlucht MH17 een *codeshare*-overeenkomst met KLM van kracht was, had geen invloed op de verantwoordelijkheden van de Nederlandse staat. Volgens deze overeenkomst is de maatschappij die de vlucht uitvoert verantwoordelijk voor de veiligheid van die vlucht (zie ook hoofdstuk 4).¹⁷⁴ KLM had op grond van die overeenkomst ook geen verplichting Malaysia Airlines te waarschuwen voor eventuele gevaren.¹⁷⁵

8.3 Mogelijkheden Nederlandse staat ten aanzien van vliegroutes

Hoewel Nederland formeel gezien geen rol had ten aanzien van de keuze van de route van vlucht MH17, is denkbaar dat de staat informeel wel invloed had kunnen uitoefenen, bijvoorbeeld door luchtvaartmaatschappijen te waarschuwen voor dreigingen vanuit het conflictgebied. Het Verdrag van Chicago, inclusief bijlagen (Annexen), laat ruimte aan staten om de daar gevestigde luchtvaartmaatschappijen te verbieden een buitenlands luchtruim te gebruiken, of daar adviezen over te geven (zie ook hoofdstuk 7). Ieder land, dus ook het land van vertrek, kan informatie verschaffen over buitenlands luchtruim. Hoewel dit type informatie meestal bedoeld is voor de 'eigen' luchtvaartmaatschappijen, kan deze informatie ook ter beschikking komen van luchtvaartmaatschappijen die in het land van uitgifte starten, landen of door het luchtruim van dat land vliegen. Deze paragraaf beschrijft de rolopvatting van de Nederlandse staat ten aanzien van dit soort situaties.

8.3.1 Veiligheid van de burgerluchtvaart in Nederland

De verantwoordelijkheid voor beveiliging van de luchtvaart is binnen de Nederlandse staat verdeeld over verschillende departementen.¹⁷⁶ De NCTV¹⁷⁷ is verantwoordelijk voor de beveiliging van de burgerluchtvaart in Nederland. Het gaat hierbij om maatregelen op luchthavens die wederrechtelijke daden die een gevaar vormen voor de burgerluchtvaart, dienen te voorkomen.

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu is verantwoordelijk voor de veiligheid van de burgerluchtvaart (*safety*) en heeft daarnaast een verantwoordelijkheid voor *in-flight security*. Een luchtvaartuig wordt geacht '*in flight*' te zijn vanaf het ogenblik dat de buitendeuren na het instappen zijn gesloten en het motorvermogen wordt aangewend

¹⁷⁴ Conform de *codeshare*-overeenkomst tussen KLM en Malaysia Airlines. Dit is een gebruikelijke bepaling in dergelijke overeenkomsten.

¹⁷⁵ KLM geeft aan dat zij wel, als er concrete dreigingsinformatie zou zijn geweest, deze aan *codeshare*- en alliance-partners zou hebben doorgegeven. KLM had echter, mede op basis van informele contacten met Nederlandse inlichtingendiensten en andere luchtvaartmaatschappijen, geen dreiging gesignaleerd en vloog zelf ook over oostelijk Oekraïne.

¹⁷⁶ Ministerie van Veiligheid en Justitie/NCTV: Nationaal programma voor de Beveiliging van de Burgerluchtvaart (NCASP), april 2014.

¹⁷⁷ Nationaal Coördinator Terrorismebestrijding en Veiligheid, onderdeel van het ministerie van Veiligheid en Justitie.

om op te stijgen. Dit onderdeel van luchtvaartbeveiliging heeft betrekking op concrete beveiligingsmaatregelen aan boord van een luchtvaartuig. Deze maatregelen zijn vaak onderworpen aan de certificatie-eisen van het luchtvaartuig (denk hierbij aan de verstevigde cockpitdeuren). Een uitzondering hierop is de inzet van *air marshals*.¹⁷⁸ De inzet van *air marshals* vindt plaats onder de verantwoordelijkheid van het ministerie van Veiligheid en Justitie omdat het een politietaak betreft. Zodra de deur van het vliegtuig gesloten is wordt in het kader van dit rapport en hoofdstuk (beveiliging) gesproken over *in-flight security*, niet over *in-flight safety*.

De beveiliging van het Nederlandse luchtruim is een gezamenlijke verantwoordelijkheid van de ministeries van Infrastructuur en Milieu en Defensie. Beveiliging van luchtverkeersdiensten (waaronder de luchtverkeersleiding) valt onder de primaire verantwoordelijkheid van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Daar waar het ministerie van Veiligheid en Justitie een primaire verantwoordelijkheid heeft, wordt het ministerie van Infrastructuur en Milieu betrokken, en omgekeerd.

De beveiliging van luchthavens in Nederland valt onder de verantwoordelijkheid van de NCTV. De NCTV is voor wat betreft de luchthavens het bevoegd gezag voor de Koninklijke Marechaussee (KMar). De KMar is belast met de uitvoering van de politietaak op de luchthaven Schiphol en op de andere door de minister van Veiligheid en Justitie en de minister van Defensie aangewezen luchtvaartterreinen, alsmede met de beveiliging van de burgerluchtvaart. Bij de beveiliging van luchthavens vraagt de NCTV in het kader van het Alerteringssysteem terrorismebestrijding zowel de AIVD, de MIVD als de dienst Landelijke Informatievoorziening van de Nationale politie (DLIO) halfjaarlijks een update van de dreigingsanalyse burgerluchthavens te maken. De NCTV handelt op basis van de informatie van de diensten en politie.

De AIVD betreft in zijn dreigingsanalyse de dreiging tegen nationale luchthavens, maar ook de daarmee samenhangende dreiging tegen de binnenkomende luchtvaart in Nederland (bijvoorbeeld komend vanuit risicogebieden), de dreiging tegen Nederlandse luchtvaartmaatschappijen in het buitenland (bijvoorbeeld de veiligheid van een Nederlandse bemanning tijdens verblijf in het buitenland), veiligheid van buitenlandse luchthavens om op te landen, dreiging van terroristische groeperingen tegen civiele vliegtuigen die in Nederland gaan landen of Nederland mogelijk overvliegen en de dreiging tegen de vertrekkende luchtvaart uit Nederland (bijvoorbeeld een dreiging in Nederland).¹⁷⁹

Eenmaal per jaar maakt de NCTV een dreigingsanalyse voor de luchtvaartsector, die primair betrekking heeft op de nationale aspecten en op de dreiging van terrorisme in Nederland. Daarbij komen ook aanvallen in het vliegtuig of van buitenaf op het vliegtuig in het Nederlandse luchtruim aan de orde.

Nederlandse luchtvaartmaatschappijen kunnen aan de Nederlandse inlichtingendiensten ook informatie vragen over mogelijke dreigingen in het buitenland. In geval van een concrete dreiging tegen Nederlandse luchtvaartmaatschappijen ziet de overheid het als

¹⁷⁸ Een *air marshal* of *sky marshal* is een gewapende niet-geüniformeerde veiligheidsagent die meereist met een verkeersvliegtuig ter bestrijding van eventuele terreuracties.

¹⁷⁹ Zie Bijlage T.

haar plicht om actief informatie te delen. Hierin spelen de inlichtingen- en veiligheidsdiensten een belangrijke rol (zie paragraaf 8.3.2). Nederland verstrekt dus - gevraagd of ongevraagd - informatie aan luchtvaartmaatschappijen, maar geeft geen advies met betrekking tot het vliegen boven conflictgebieden. In interviews met de Onderzoeksraad hebben respondenten van de NCTV en de ministeries van Infrastructuur en Milieu en Buitenlandse Zaken hiervoor de volgende redenen gegeven:

- De staat die het luchtruim beheert, kan bemoeienis met dat beheer opvatten als aantasting van de soevereiniteit, wat de diplomatieke betrekkingen met de desbetreffende staat zou kunnen verstoren;
- Luchtvaartmaatschappijen zijn zelf verantwoordelijk voor de veilige uitvoering van vluchten. Door daarin te sturen, neemt de staat die verantwoordelijkheid over en dat is ongewenst;
- Nederland kan nooit over voldoende informatie beschikken om de veiligheid van de burgerluchtvaart (en burgers in het algemeen) in andere landen te waarborgen;
- De staat heeft geen wettelijke bevoegdheid om nationale luchtvaartmaatschappijen een overvliegverbod van andere landen op te leggen, laat staan buitenlandse maatschappijen die vertrekken vanuit Nederland;
- Sturend optreden ten aanzien van overvliegen van andere landen kan leiden tot schadeclaims.

Overigens neemt het ministerie van Buitenlandse Zaken sinds enige tijd in reisadviezen over gebieden met een eventuele dreiging ook - indien relevant - een advies op over de vliegroute ernaartoe.¹⁸⁰

8.3.2 Taken AIVD en MIVD

De wettelijke veiligheidstaken van de AIVD en de MIVD houden kort gezegd in dat de diensten onderzoek doen naar dreigingen tegen de nationale veiligheid.¹⁸¹ De AIVD richt zich daarbij op de civiele aspecten en de MIVD op de militaire aspecten. De AIVD en de MIVD hebben verder de taak onderzoek te verrichten naar andere landen.¹⁸² Dit is de *inlichtingentaak buitenland*. Ook hebben de AIVD en de MIVD tot taak het bevorderen van maatregelen ter bescherming van de belangen die de diensten behartigen.¹⁸³ Dit wordt de *veiligheidsbevorderende taak* genoemd.

Het valt niet onder de wettelijke veiligheids- en inlichtingentaken van de AIVD en MIVD zelfstandig onderzoek te doen naar de veiligheid van buitenlands luchtruim, en daarmee naar de veiligheid van vliegroutes die daardoorheen gaan.¹⁸⁴ Dit omdat de taakstelling

¹⁸⁰ Een voorbeeld is het reisadvies voor Egypte, Jordanië en Israël. Daarin wordt gewaarschuwd voor dreigingen in het luchtruim boven de Sinaï-woestijn: 'Het vliegverkeer dat gebruik maakt van het luchtruim boven de Sinaï heeft te maken met een terroristische dreiging. Vraag vóór uw reis aan uw luchtvaartmaatschappij of reisorganisatie of zij bij de vliegroute rekening houden met deze dreiging.' <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/reisadviezen>, geraadpleegd op 22 juli 2015.

¹⁸¹ Dit is de zogenoemde a-taak van de AIVD (artikel 6 lid 2 sub a Wiv 2002) en de a- en c-taak van de MIVD (artikel 7 lid 2 sub a en c).

¹⁸² Dit is de zogenoemde d-taak van de AIVD (artikel 6 lid 2 sub d Wiv 2002) en de e-taak van de MIVD (artikel 7 lid 2 sub e).

¹⁸³ Dit is de zogenoemde c-taak van de AIVD (artikel 6 lid 2 sub c Wiv 2002) en de d-taak van de MIVD (artikel 7 lid 2 sub d). Deze taak van de MIVD richt zich geheel op de defensiesector, inclusief de defensie-industrie. Burgerluchtvaart valt hier buiten.

¹⁸⁴ Zie Bijlage T.

van de diensten verbonden is met de verantwoordelijkheden van de rijksoverheid. De Nederlandse overheid heeft geen zeggenschap over, en dus ook geen verantwoordelijkheid voor, een buitenlands luchtruim. De veiligheid van vliegroutes in het buitenland valt wel onder de veiligheidsbevorderende taak van de AIVD.¹⁸⁵ Dit is geen zelfstandige onderzoekstaak, maar een taak die vooral wordt vervuld aan de hand van al verzamelde informatie uit onderzoeken onder de veiligheids- en inlichtingentaak.

De AIVD levert vanuit de veiligheidsbevorderende taak een bijdrage aan de informatievoorziening van de Nederlandse luchtvaartmaatschappijen, door op eigen initiatief informatie over concrete dreigingen te delen met de NCTV en de Nederlandse luchtvaartmaatschappijen, en tevens door vraagbaak te zijn voor Nederlandse luchtvaartmaatschappijen. De AIVD heeft hiertoe een accountmanager burgerluchtvaart, die contacten onderhoudt met (onder meer) *security managers* van Nederlandse luchtvaartmaatschappijen. De CTIVD concludeert dat onder de veiligheidsbevorderende taak niet van de AIVD kan worden verwacht dat de dienst zelfstandig kan inschatten aan welke informatie luchtvaartmaatschappijen behoefte hebben. Daarom ligt bij de luchtvaartmaatschappijen het initiatief; zij dienen de AIVD te bevragen.¹⁸⁶

De MIVD deelt concrete dreigingsinformatie met de NCTV. Met de luchtvaartmaatschappij KLM onderhoudt de MIVD informele contacten.

De AIVD heeft in het verleden concrete dreigingsinformatie gedeeld. Dit gebeurde onder meer in oktober 2013, toen er signalen waren dat in de Sinaï-woestijn (Egypte) gewapende groeperingen in het bezit waren van draagbare grond-luchtraketten, en dat zij de intentie hadden om burgervliegtuigen neer te schieten. De AIVD heeft hiervan een melding gedaan bij de NCTV, het ministerie van Buitenlandse Zaken en Nederlandse luchtvaartmaatschappijen.¹⁸⁷

Volgens het beleid van de AIVD spreekt de dienst van een concrete dreiging indien sprake is van drie dreigingsfactoren: capaciteit (aanwezigheid van middelen), potentie (mogelijkheden van middelen en actoren) en intentie (motieven). Met deze factoren schat de AIVD de ernst en waarschijnlijkheid van een dreiging in. De MIVD hanteert een iets andere terminologie, maar heeft een vergelijkbare benadering voor het bepalen van een dreiging. De MIVD leidt intentie onder meer af uit het (strategische) doel van de tegenstander of groepering, de ideologie en de militaire doctrine. De MIVD betreft de mogelijkheden van de middelen en actoren (potentie) bij de factor capaciteit en gebruikt daarnaast nog de factor activiteit (het geheel aan handelingen dat betrekking heeft op het uitvoeren van de dreiging).

De CTIVD concludeert dat de dreigingsfactoren die de AIVD en de MIVD hanteren een goed uitgangspunt vormen voor de beoordeling of sprake is van een concrete dreiging. Wel geeft de CTIVD de beide diensten in overweging hun terminologieën op elkaar af te stemmen.¹⁸⁸

¹⁸⁵ Deze taak is erop gericht de bescherming van belangrijke en kwetsbare onderdelen van het maatschappelijk leven in Nederland te bevorderen (zie Bijlage T).

¹⁸⁶ Zie Bijlage T.

¹⁸⁷ Zie Bijlage T.

¹⁸⁸ Zie Bijlage T.

8.3.3 Taken NCTV

Het stellen van regels of het geven van adviezen over het vliegen door een buitenlands luchtruim is geen taak van de NCTV. Als er echter bijvoorbeeld informatie van inlichtingendiensten (die niet direct betrekking heeft op de wettelijke taak van de NCTV) binnenkomt bij één van de directies van de NCTV, delen de NCTV, het ministerie van Buitenlandse Zaken en de diensten deze wel met de partijen die daar baat bij hebben. Dit geldt dus ook voor informatie over risico's voor de burgerluchtvaart in buitenlands luchtruim.

Uit het onderzoek van de Onderzoeksraad blijkt dat de NCTV de ernst en waarschijnlijkheid van dreigingen op dreigingsfactoren baseert: capaciteit (aanwezigheid van middelen), potentie en intentie. Potentie heeft betrekking op de mogelijkheden van de middelen en actoren om schade toe te brengen (in dit geval aan de luchtvaart). Intentie gaat uit van handelen met een vooropgezette bedoeling. Voor de NCTV bestaat er alleen een concrete dreiging als er sprake is van een potentie én een intentie. In dat geval zal de NCTV actief een waarschuwing uitbrengen aan luchtvaartmaatschappijen. Waar wel sprake is van een potentie, maar er geen aanwijzingen zijn voor een intentie, ziet de NCTV voor zichzelf geen rol. De NCTV gaat ervan uit dat andere partijen in dat geval hun verantwoordelijkheid nemen, te weten de staat die het luchtruim beheert en de luchtvaartmaatschappijen.

8.4 Welke informatie had de Nederlandse staat en wat is daarmee gedaan?

Deze paragraaf beschrijft hoe de Nederlandse staat heeft gehandeld ten aanzien van het overvliegen van het conflictgebied in het oostelijk deel van Oekraïne voorafgaande aan de crash van vlucht MH17. Daarbij zal worden ingegaan op de belangrijkste informatiebronnen, de informatie die aanwezig was over het gewapend conflict en over eventuele dreigingen voor de burgerluchtvaart (in het bijzonder Nederlandse luchtvaartmaatschappijen), en wat met die informatie is gedaan.

8.4.1 Informatiepositie

In de maanden voorafgaande aan de crash van vlucht MH17 vergaarde Nederland zowel via de inlichtingen- en veiligheidsdiensten als via de ambassade in Kiev informatie over de situatie in Oekraïne. Op het gebied van militaire ontwikkelingen had Nederland vanaf het najaar van 2013 vrijwel geen informatiepositie in Oekraïne. Een Nederlands team dat ooit voor observaties in Oekraïne was opgericht, werd in augustus 2013 ontmanteld.

Voor de AIVD bestond geen aparte onderzoeksopdracht die op Oekraïne was gericht. De AIVD deed wel onderzoek naar de Russische Federatie, voortkomend uit het Aanwijzingsbesluit buitenland 2011-2016. Het gaat hier om de inlichtingentaak buitenland van de AIVD. Onder deze taak verzamelt de AIVD inlichtingen die de regering kunnen ondersteunen bij het bepalen van het buitenlandse beleid en bij het voeren van internationale onderhandelingen. Dit worden ook wel 'politieke inlichtingen' genoemd.

Toen de onrust in Oekraïne vanaf februari 2014 escaleerde, verzocht het Ministerie van Buitenlandse Zaken de AIVD in maart 2014 ook te rapporteren over de ontwikkelingen in de politieke kringen in Oekraïne. De focus van het team van de AIVD lag in de periode

voor de crash bij het politieke krachtenveld in Oekraïne en de Russische invloed hierop. Vanuit dat oogpunt keek het team naar de informatie die binnenkwam. Het team van de AIVD verzamelde geen informatie over de militaire capaciteiten van de bij het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne betrokken partijen. Wel kreeg het team informatie binnen die een breder zicht bood op het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne en op de militaire capaciteiten en activiteiten van de betrokken partijen. Het team gebruikte deze informatie als achtergrondinformatie bij de onderzoeksopdracht.

De MIVD had geen onderzoeksopdracht die gericht was op Oekraïne.¹⁸⁹ Wel was er een team van de MIVD dat zich richtte op het buitenlands, veiligheids- en defensiebeleid van de Russische Federatie. Dit hield in dat het team keek naar proliferatie van Russische wapens, militaire kennis en technologie. In maart 2014 kreeg de MIVD opdracht wekelijks te rapporteren over de crisis tussen Oekraïne en de Russische Federatie. Dit leidde tot een lichte verschuiving van de focus naar de Russische militaire capaciteit en capaciteit in de nabijheid van Oekraïne. Daarbij ging de aandacht uit naar de mogelijke dreiging van een Russische inval in Oekraïne. Door deze werkwijze was het beeld over de Russische capaciteiten completer dan het beeld over de Oekraïense strijdkrachten en de gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden.¹⁹⁰

Een deel van de informatie over de toestand in het oostelijk deel van Oekraïne waarover de Nederlandse staat beschikte, kwam van de Nederlandse ambassade, en van de defensie-attaché (defat) die daar werkzaam was. De defat valt onder de verantwoordelijkheid van de Commandant der Strijdkrachten en rapporteert in eerste instantie aan het Ministerie van Defensie, maar kan ook informatie verzamelen ten behoeve van de taakuitvoering van de MIVD. Voor de ambassadeur (*Chef de Poste*) dient hij als (militaire) adviseur. Nederland had in 2013 een defensie-attaché voor Oekraïne, maar de post Kiev was een 'reizende defat-post', vanuit de standplaats in Den Haag. De post in Kiev werd gecombineerd met die in Warschau en Praag. De defat bezocht de post in Kiev drie tot vier maal per jaar.

Vanaf eind februari 2014, toen de binnenlandse spanningen en de zorgen in Nederland over de rol van de Russische Federatie daarin toenamen, is de rol van reizende defat opgeschaald naar, uiteindelijk, een vaste standplaats in Kiev ('residerend defat'). De defat had sindsdien als opdracht partijen in het conflict in Oekraïne in kaart te brengen, belangrijke ontwikkelingen te signaleren en aan te geven wat de gevolgen daarvan kunnen zijn voor Nederland en Europa.

Tot de taak van het Nederlandse ambassademedewerkers en de defensie-attaché behoorde niet dat zij eventuele risico's voor burgerluchtverkeer in kaart brengen. Met Nederlandse luchtvaartmaatschappijen hadden zij niet of nauwelijks contact.

¹⁸⁹ Zie Bijlage T.

¹⁹⁰ Zie Bijlage T.

8.4.2 De informatie de beschikbaar was

8.4.2.1 MIVD en AIVD

De MIVD beschikte over informatie dat de groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden zich in de maanden voorafgaande aan de crash van vlucht MH17 in toenemende mate aan het bewapenen waren. Daarbij probeerden zij ook luchtafweergeschut te bemachtigen, omdat zij door de Oekraïense strijdkrachten vanuit de lucht werden aangevallen. Het was de MIVD bekend dat de gewapende groeperingen beschikten over MANPADS en mogelijk over 'vehicle borne' (door een voertuig gedragen) luchtafweersystemen met een kort bereik. Beide soorten systemen worden aangemerkt als *surface-to-air missiles* (SAM), maar vormen vanwege hun beperkte bereik geen risico voor de burgerluchtvaart op kruishoogte.¹⁹¹ De uitspraken van NAVO-generaal Breedlove op een persbriefing op 30 juni 2014 over opbouw van wapens en trainingen met over de grens in de Russische Federatie (zie hoofdstuk 5) bevatten weinig nieuws voor de MIVD. De termen 'vehicle borne capability' en 'air defense vehicles' zijn generiek en worden ook gebruikt voor luchtafweergeschut met een kort bereik.

Ook de AIVD wist dat de groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden in de maanden voorafgaande aan 17 juli de beschikking kregen over meer en krachtiger wapens, waaronder MANPADS en mogelijk 'vehicle borne' luchtafweergeschut met een kort bereik.

Op 16 juli kreeg de AIVD een rapportage uit betrouwbare bron waarin stond dat er geen informatie was die er op wees dat gewapende groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden over luchtafweergeschut beschikten, dat op 14 juli de Antonov An-26 op 6.500 meter hoogte had kunnen neerschieten (zie hoofdstuk 5).¹⁹²

De MIVD heeft een onderzoek ingesteld naar het neerhalen van de Antonov An-26 op 14 juli. De aanleiding hiervoor waren de uitspraken van de Oekraïense autoriteiten in de media dat het toestel op 6.500 meter¹⁹³ vloog en met een krachtig luchtafweersysteem (een middellangeafstands grond-luchtraket of een lucht-luchtraket) door of zelfs vanuit de Russische Federatie was neergehaald. Hiermee zou Russische deelname aan het gewapend conflict een feit zijn, reden voor de MIVD om een onderzoek te starten. In de ochtend van 17 juli 2014 heeft de MIVD de uitkomsten van dit onderzoek met een aantal partijen, onder wie de NCTV en de AIVD, gedeeld. De MIVD beoordeelde het als onwaarschijnlijk dat de Antonov door een krachtig luchtafweersysteem was neergeschoten (los van de vraag of dit vanaf Russisch grondgebied was gebeurd). Uit beelden van het wrak en verklaringen van ooggetuigen bleek dat het toestel in de rechtermotor is getroffen en dat vervolgens 5 à 6 parachutes verschenen. Daarna zou de Antonov pas zijn neergestort. Op basis hiervan concludeerde de MIVD dat het schadebeeld niet overeenkomt met het schadebeeld dat een treffer door een krachtig luchtafweersysteem zou hebben opgeleverd. Waarschijnlijk was het toestel dan in de lucht vernietigd. De bemanning zou dit waarschijnlijk niet hebben overleefd. Volgens de MIVD ondersteunden

¹⁹¹ Zie Bijlage T (paragraaf 5.2.2. van het CTIVD-rapport).

¹⁹² Zie Bijlage T.

¹⁹³ In een briefing voor diplomaten werd een hoogte van 6.200 meter genoemd; in antwoord op aanvullende vragen van de Onderzoeksraad werd in juli 2015 een hoogte van 6.300 meter genoemd.

het wrak en de ooggetuigen het feit dat het toestel uit de lucht is geschoten met een MANPADS vanaf Oekraïens grondgebied. Dit is alleen mogelijk als de Antonov substantieel lager vloog dan 6.200 of 6.500 meter. Een andere mogelijkheid was dat een *vehicle-borne* luchtafweersysteem met een kort bereik was ingezet. De informatie van de MIVD wijst niet op de inzet van een krachtig luchtafweersysteem. De mogelijkheid dat het toestel met een lucht-luchtraket was neergeschoten werd niet genoemd.

De CTIVD heeft vastgesteld dat beide diensten voor 17 juli 2014 geen informatie hadden dat de groeperingen die tegen de regering strijden de beschikking hadden over operationeel en krachtig luchtafweergeschut, zoals Buk (SA-11). Weliswaar beschikte de MIVD over diverse, onbevestigde, berichten dat de gewapende groeperingen de beschikking hadden over minimaal één Buk-M1, waarschijnlijk afkomstig van de Oekraïense luchtverdediging, maar op basis van verschillende betrouwbare inlichtingenbronnen concludeerde de MIVD dat het systeem niet operationeel was. Zowel de MIVD als de AIVD beschikte over informatie dat de gewapende groeperingen die tegen de regering strijden gemotiveerd waren militaire luchtvaartuigen neer te schieten. De diensten hadden echter geen aanwijzingen dat de gewapende groeperingen de intentie hadden een civiel luchtvaartuig neer te halen.

Het onderzoek van de CTIVD wijst uit dat de MIVD en de AIVD informatie hadden dat de strijdkrachten van Oekraïne en de Russische Federatie wel beschikten over krachtige luchtafweersystemen. De Russische krijgsmacht had die op het grondgebied van de Russische Federatie in de nabijheid van de grens met het oostelijk deel van Oekraïne; de Oekraïense krijgsmacht in het westen van Oekraïne en een aantal in het oosten van het land. De diensten beschikten niet over aanwijzingen dat een van deze actoren de intentie had een civiel luchtvaartuig neer te halen.

De CTIVD concludeert dat de diensten geen signalen hadden die wezen op een concrete dreiging tegen de burgerluchtvaart voorafgaand aan de crash van vlucht MH17. Uit de informatie bij de diensten blijkt niet dat bij de actoren die betrokken waren bij het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne vóór de crash sprake was van een combinatie van militaire middelen, mogelijkheden en intentie gericht op het neerhalen van een civiel vliegtuig op kruishoogte. Hieruit concludeert de CTIVD dat de MIVD en de AIVD op basis van de beschikbare informatie geen concrete dreiging tegen de burgerluchtvaart boven het oostelijk deel van Oekraïne hadden moeten onderkennen en aan externe partijen hadden moeten melden. Geen van beide diensten heeft in de onderzochte periode (januari 2014 tot en met 17 juli 2014) een expliciete of impliciete waarschuwing ontvangen van zijn buitenlandse partnerdiensten over een risico voor de burgerluchtvaart boven het oostelijk deel van Oekraïne.

De CTIVD heeft ook vastgesteld dat geen van de Nederlandse luchtvaartmaatschappijen vóór 17 juli 2014 de MIVD of AIVD heeft bevraagd over de veiligheidssituatie in het oostelijk deel van Oekraïne.

8.4.2.2 De Nederlandse ambassade in Kiev

De Onderzoeksraad heeft onderzocht welke informatie aanwezig was op de Nederlandse ambassade in Kiev, inclusief de defensie-attaché die daar was gestationeerd. Vanaf het moment dat de spanningen in Oekraïne toenamen (begin 2014) tot aan de crash op

17 juli zijn er vanaf de ambassade vele honderden berichten naar de ministeries van Buitenlandse Zaken en Defensie gestuurd. Uit het berichtenverkeer vanaf maart 2014 blijkt dat er op doordeweekse dagen vrijwel dagelijks een of meerdere updates werden gestuurd over de situatie in Oekraïne. Aanvankelijk lag de nadruk op de situatie in de Krim, maar later verschoof de aandacht naar het oostelijk deel van Oekraïne, waar het conflict tussen gewapende groeperingen en de Oekraïense regering escaleerde.

De rapportages gingen vooral over de (in)stabiliteit, de ontwikkelingen in het gevecht tussen de Oekraïense strijdkrachten en de gewapende groeperingen en de mogelijke rol van de Russische Federatie daarbij. Dit alles werd gezien vanuit geopolitiek en militair-strategisch perspectief: wat waren de gevolgen voor de politieke (in)stabiliteit van Oekraïne, en welk gevaar vormden de troepenbewegingen en wapenopbouw van de Russische Federatie voor de veiligheid van Oekraïne en Europa?

Uit geen van de berichten blijkt dat er enig verband is gelegd met risico's van het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne voor overvliegende burgervliegtuigen.¹⁹⁴ Ook de defensie-attaché (defat), die zoals gezegd tot taak had de militaire ontwikkelingen in kaart te brengen, heeft naar eigen zeggen op geen enkel moment een verband gelegd tussen de ontwikkelingen op de grond en overvliegend burgerluchtverkeer. De defat had wekelijks overleg met defats van andere - vooral westerse - landen, ook in NAVO-verband, onder andere over de militaire ontwikkelingen in het oostelijk deel van Oekraïne. Zij signaleerden dat de strijd zich uitbreidde naar de lucht, waarbij de gewapende groeperingen vanaf de grond probeerden het luchtverkeer van de Oekraïense strijdkrachten uit te schakelen. Volgens de Nederlandse defat is bij geen van die gelegenheden gesproken over mogelijke risico's van deze escalatie voor het burgerluchtverkeer. Er was volgens hem geen enkel besef dat boven het conflictgebied burgerluchtvaartroutes liepen. De defats van de verschillende landen hebben de crash van vlucht MH17 onderling geëvalueerd. De conclusie daarbij was dat niemand aan de mogelijkheid van neerschieten van een burgervliegtuig had gedacht.

Uit de rapportages van de ambassade blijkt dat voor 17 juli 2014 meerdere malen is gemeld dat een militair toestel uit de lucht is geschoten. Ook het neerschieten van de Antonov An-26 op 14 juli 2014 werd gemeld. Zoals vermeld in hoofdstuk 5 vond op dezelfde dag een besloten briefing plaats bij de presidentiële administratie voor hoofden van de diplomatieke missies in Oekraïne. Bij deze bijeenkomst was ook een vertegenwoordiger van de Nederlandse ambassade aanwezig.¹⁹⁵ Deze maakte in het verslag van de briefing melding van het feit, maar legde geen verband met mogelijke risico's voor de burgerluchtvaart. Het verslag beschrijft dat de Oekraïense autoriteiten het incident zagen als een bewijs van toenemende betrokkenheid van de Russische Federatie in het gewapend conflict, en dat zij van hun internationale bondgenoten een reactie en solidariteit verwachtten. Uit het verslag blijkt dat de ambassademedewerker concludeerde

¹⁹⁴ In hoofdstuk 3 is beschreven dat een dergelijk verband wel gelegd lijkt te zijn in een OVSE-memorandum van maart 2014 over de Krim, dat ook de Nederlandse ambassade heeft bereikt.

¹⁹⁵ Volgens het verslag van de ambassademedewerker waren vertegenwoordigers aanwezig van de ambassades van de EU-lidstaten, VS, Canada, Brazilië en Japan.

dat Oekraïne, gesteund door de Amerikaanse ambassadeur, de druk op de aanstaande Europese Raad probeerde op te voeren om de sancties tegen de Russische Federatie uit te breiden.

8.4.2.3 De NCTV

De NCTV vervulde naar eigen zeggen geen rol van betekenis bij het analyseren van de situatie in het oostelijk deel van Oekraïne. Volgens de NCTV was de informatie uit het oostelijk deel van Oekraïne voor de Nederlandse staat alleen van belang vanwege het gedrag van de Russische Federatie en de geopolitieke gevolgen die dat kon hebben. Volgens de NCTV brachten noch de betrokken Nederlandse partijen noch andere landen het gewapend conflict in verband met risico's voor de burgerluchtvaart. Op basis van eerder aangevallen doelen en de aard van het conflict zag de NCTV geen aanleiding om aan te nemen dat Nederlandse doelen *doelbewust* zouden worden aangevallen. Die aanwezigheid van een intentie is voor de NCTV mede basis voor het vaststellen van een dreiging. De Nederlandse staat kon volgens de NCTV in dit geval weinig voor de Nederlandse luchtvaartmaatschappijen betekenen, omdat de NCTV niet beschikte over informatie die wees op een concrete dreiging.

In de nasleep van de crash heeft de NCTV zich vooral gericht op de crisisbeheersing.¹⁹⁶ Op 31 augustus 2014 heeft de NCTV ten behoeve van de Ministeriële Commissie Crisisbeheersing (MCCb) een feitennotitie opgesteld over de Nederlandse informatiepositie en -verstrekking in de periode tot het neerhalen van vlucht MH17 op 17 juli 2014.¹⁹⁷ Daaruit blijkt dat er geen informatie was die er op duidde dat de burgerluchtvaart boven een hoogte van 9.900 meter gevaar liep. De NCTV blijkt op twee momenten informatie te hebben ontvangen over luchtafweerraketten in het oostelijk deel van Oekraïne. Op 27 juni 2014 vernam de NCTV van de MIVD dat groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden de beschikking hadden over (onder andere) draagbare grond-luchtraketten (MANPADS). Op 17 juli stuurde de MIVD aan de Directie Dreigingen en Risico's van de NCTV een rapportage met de uitkomsten van het onderzoek naar het neerhalen van de Antonov An-26 op 14 juli 2014. Uit de feitennotitie blijkt verder dat de MIVD op 17 juli 2014 aan de NCTV berichtte dat zij beschikte over inlichtingen dat er Russische SA-11 en SA-20 luchtdoelraketten¹⁹⁸ op Russisch grondgebied aanwezig waren, nabij de grens met het oostelijk deel van Oekraïne, maar dat de daadwerkelijke inzet ervan niet uit radargegevens kon worden vastgesteld. Uit de feitennotitie blijkt ook dat er volgens de MIVD diverse, onbevestigde berichten waren dat de groeperingen die tegen de Oekraïense regering strijden de beschikking hadden over minimaal één Buk-M1, waarschijnlijk afkomstig van de Oekraïense luchtverdediging. Zoals hierboven al gemeld, heeft de CTIVD vastgesteld dat de MIVD uit verschillende betrouwbare inlichtingenbronnen wist dat het systeem niet operationeel was.¹⁹⁹

Samenvattend kan worden gesteld dat de Nederlandse overheid geen dreiging heeft geconstateerd voor de burgerluchtvaart boven het conflictgebied in het oostelijk deel

¹⁹⁶ Zie rapport *MH17 - Passagiersinformatie*.

¹⁹⁷ Het betreft een interne notitie die niet officieel is vastgesteld.

¹⁹⁸ Een SA-11 is de Amerikaanse benaming van een type Buk, een middellangeafstands grond-luchtraket. De SA-20 is een langeafstands grond-luchtraket.

¹⁹⁹ Zie Bijlage T.

van Oekraïne. Om die reden heeft zij ook geen aanleiding gezien om luchtvaartmaatschappijen actief te informeren of te waarschuwen. Luchtvaartmaatschappijen hebben in de periode voor de crash van vlucht MH17 ook geen informatie aan de AIVD of MIVD gevraagd over de veiligheidssituatie in het oostelijk deel van Oekraïne.

8.5 Analyse

In het stelsel van verantwoordelijkheden voor de veiligheid van de burgerluchtvaart zijn er expliciete verantwoordelijkheden voor het beheer van het luchtruim door staten, uitvoering van een vlucht door luchtvaartmaatschappijen en toezicht op de in een land gevestigde luchtvaartmaatschappijen. Het land van vertrek komt als zodanig in die expliciete verantwoordelijkheidsverdeling niet voor (zie ook Figuur 76 in hoofdstuk 4).

Het Verdrag van Chicago (inclusief bijlagen) verhindert ICAO-lidstaten niet om in die staten gevestigde luchtvaartmaatschappijen adviezen te geven over het overvliegen van een luchtruim in een ander land. Dit geldt ook voor het land van vertrek en ook voor de uit dat land vertrekkende buitenlandse luchtvaartmaatschappijen. Het ICAO-kader biedt staten ook ruimte om relevante nationale wetgeving uit te vaardigen die vliegverboden aan luchtvaartmaatschappijen en piloten uit de staten in een buitenlands luchtruim mogelijk maken. In hoofdstuk 7 is beschreven dat een aantal landen, zoals de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk en Duitsland, gebruik maken van de mogelijkheid om een vliegverbod uit te vaardigen.

Bij de Nederlandse diensten was geen informatie aanwezig die wees op een concrete dreiging tegen de burgerluchtvaart boven het conflictgebied in het oostelijk deel van Oekraïne. Er waren geen aanwijzingen dat de in het gewapend conflict betrokken partijen de intentie hadden om de burgerluchtvaart te treffen en er waren geen aanwijzingen dat de groeperingen die tegen de Oekraïense regering streden beschikten over de wapen-capaciteit om vliegtuigen op kruishoogte te raken. Om die reden is er geen waarschuwing aan luchtvaartmaatschappijen uitgebracht. Ook andere staten hebben geen waarschuwingen gegeven aan luchtvaartmaatschappijen over het overvliegen van het conflictgebied in het oostelijk deel van Oekraïne.

De Nederlandse informatiepositie in het voorjaar van 2014 over het oostelijk deel van Oekraïne was nog in opbouw en de aandacht was vooral gericht op ontwikkelingen met betrekking tot de Russische Federatie. Voor vlucht MH17 was dit niet relevant: ook landen met een betere informatiepositie hebben geen concrete dreiging vastgesteld (zie hoofdstuk 7).

De Nederlandse staat ziet het als zijn taak om bij een concrete dreiging de in Nederland gevestigde luchtvaartmaatschappijen actief te informeren. Buitenlandse luchtvaartmaatschappijen die vanuit Nederland vertrekken, ontvangen dergelijke informatie niet van de Nederlandse staat. Verder hebben de Nederlandse luchtvaartmaatschappijen de mogelijkheid om veiligheidsinformatie te vragen over andere landen (vraaggestuurd). Hierbij spelen zowel de AIVD als de MIVD een rol. De Nederlandse staat ziet het niet als zijn taak luchtvaartmaatschappijen te waarschuwen of te verbieden over een conflictgebied te vliegen.

In buitenlandse reisadviezen aan Nederlandse reizigers over risicogebieden geeft het ministerie van Buitenlandse Zaken in sommige gevallen ook een waarschuwing over de vliegroute naar een bestemming. Dergelijke adviezen zijn een voorbeeld van een initiatief dat toch wordt genomen, ook al heeft de Nederlandse overheid geen formele verantwoordelijkheid voor de veiligheid van vliegroutes.

Na de crash van vlucht MH17 zijn de ministeries van Infrastructuur en Milieu, Veiligheid en Justitie en Buitenlandse Zaken in overleg getreden met Nederlandse luchtvaartmaatschappijen (KLM, Corendon, ArkeFly) en de Vereniging Nederlandse Verkeersvliegers om een systeem van informatie-uitwisseling en risicoanalyses op te zetten.²⁰⁰ De Onderzoeksraad meent dat een dergelijk overleg de meeste waarde heeft als het een vaste structuur krijgt. Dat vergroot de kans dat partijen conflicten vanuit wederzijds perspectief beoordelen en dat een geïntegreerde risicobeoordeling plaatsvindt.

Op het genoemde uitgangspunt van de concrete dreiging dat de Nederlandse staat net als veel andere staten en luchtvaartmaatschappijen hanteert, komt de Onderzoeksraad nog terug in hoofdstuk 9 van dit rapport.

8.6 Deelconclusies

1. Als land van vertrek van vlucht MH17 had Nederland geen verantwoordelijkheid om de buitenlandse luchtvaartmaatschappij Malaysia Airlines adviezen of aanwijzingen te geven over het overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne, dan wel te verbieden dat luchtruim te gebruiken.
2. Nederland had geen in Nederlandse wetgeving vastgelegde bevoegdheid om luchtvaartmaatschappijen die in Nederland zijn gevestigd vliegverboden voor buitenlands luchtruim op te leggen.
3. Voorafgaand aan de crash van vlucht MH17 op 17 juli was bij de Nederlandse inlichtingen- en veiligheidsdiensten geen informatie aanwezig over een concrete dreiging tegen de burgerluchtvaart die gebruik maakte van het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne.

²⁰⁰ Ministerie van Veiligheid en Justitie, Stand van Zaken brief MH17, 30 juni 2015.

9 RISICOBEOORDELING VAN CONFLICTGEBIEDEN

9.1 Inleiding

Om te kunnen leren van de crash van vlucht MH17, is het van belang te onderzoeken of er algemene factoren een rol spelen die de casus overstijgen. In dit hoofdstuk identificeert de Onderzoeksraad factoren die bij het proces van beoordeling van risico's van het overvliegen van conflictgebieden een rol spelen en niet uniek zijn voor de crash van vlucht MH17. Het hoofdstuk begint met een resumé van de bevindingen van de crash en vervolgt met een analyse van processen van risicobeoordeling ten aanzien van het overvliegen van conflictgebieden. Dit is bedoeld als opmaat voor de eindconclusies en aanbevelingen van dit rapport.

De Onderzoeksraad gebruikt voor dit hoofdstuk naast de informatie uit de voorgaande hoofdstukken ook aanvullende informatie over de werkwijzen die staten en luchtvaartmaatschappijen in het algemeen hanteren bij risicobeoordeling (zie Bijlage U).

9.2 MH17: geen integrale risicobeoordeling

Uit dit onderzoek blijkt dat geen van de betrokken partijen voorafgaand aan de crash van vlucht MH17 de risico's van het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne voor overvliegend burgerluchtverkeer op adequate wijze heeft onderkend.

- De besluitvorming over het luchtruim in Oekraïne werd gedomineerd door de militaire autoriteiten en de belangen van de militaire luchtvaart. De Oekraïense autoriteiten hebben het risico voor de burgerluchtvaart niet adequaat ingeschat.
- De meeste luchtvaartmaatschappijen gingen ervan uit dat een luchtruim dat niet gesloten is, veilig is. Maatschappijen pasten hun vliegplannen aan aan de beperkingen van het luchtruim, maar legden geen verband met het gewapend conflict dat daaronder plaatshad. Voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan is er één luchtvaartmaatschappij geweest die vanwege risico's voortkomend uit de toenemende onrust in Oekraïne uit voorzorg haar vluchten over dat gebied heeft gestaakt. Dat gebeurde echter al voordat het gewapende conflict in het oostelijk deel van het land ontstond.
- Ook is er voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan in de periode tussen eind april en 17 juli 2014 geen staat geweest die de in die staat gevestigde luchtvaartmaatschappijen heeft verboden het gebied te overvliegen, of expliciet heeft gewaarschuwd voor mogelijke risico's in het luchtruim van het oostelijk deel van Oekraïne als gevolg van het conflict. Er waren staten - zeker niet alle staten - die informatie verzamelden over het conflict; zij deden dat vanuit geopolitiek en militair oogpunt en zagen geen verband met risico's voor de overvliegende burgerluchtvaart.

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

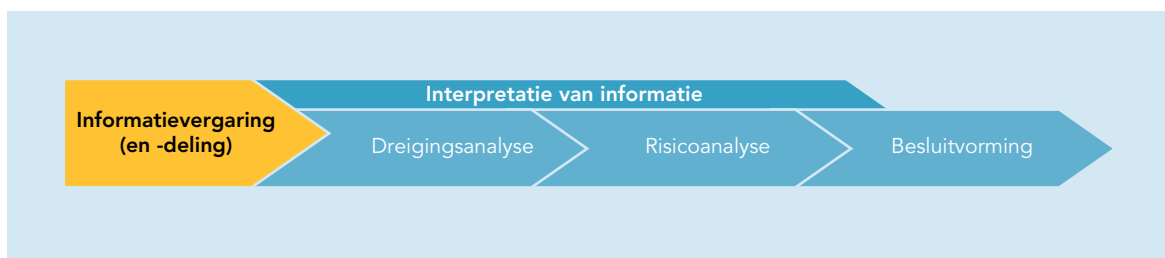
De betrokken partijen (Oekraïne, luchtvaartmaatschappijen, andere staten en internationale organisaties) bezagen het gewapende conflict vanuit hun eigen domein, met hun eigen specifieke focus. Luchtvaartmaatschappijen richten zich in hun risicobeoordeling in de eerste plaats op dreigingen op de grond (vertrekplaats en bestemming, bijvoorbeeld ten aanzien van de luchthaven), het vliegend personeel, passagiers, bagage en in het vliegtuig. Bij het hoog overvliegen van conflictgebieden gaan bijna alle luchtvaartmaatschappijen er bij opengestelde luchtruimen van uit dat zij veilig zijn. Dat was ook zo ten aanzien van het oostelijk deel van Oekraïne: de luchtvaartmaatschappijen hadden geen oog voor de ontwikkeling van het conflict op de grond in relatie tot het overvliegen ervan.

De focus op risico's op de grond (vertrekplaats en bestemming) komt mede voort uit Annex 17 van het Verdrag van Chicago. Daarin heeft de beoordeling van eventuele risico's in een buitenlands luchtruim op kruishoogte geen expliciete plaats, al wordt een dergelijke beoordeling ook niet uitgesloten. De focus ligt bij maatschappijen daarom op de veiligheid van hun vertrek- en landingslocaties. De crash van vlucht MH17 laat zien dat ten aanzien van risico's in het hogere luchtruim sprake is van een lacune in de voorschriften voor risicobeoordeling.

Met deze manier van risico-beoordeling zijn de risico's van het overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne niet in beeld gekomen. Een integrale risicobeoordeling, waarbij partijen ook oog hadden voor een ander dan hun eigen domein, en waarin kennis over de interpretatie van het conflict was samengebracht, ontbrak. Achteraf bezien zou een integrale beoordeling ertoe hebben moeten leiden dat de veiligheid van het burgerluchtverkeer bij het luchtruimbeheer een groter gewicht had gekregen, dat luchtvaartmaatschappijen ook oog hadden gehad voor de ontwikkeling van het gewapend conflict op de grond, en dat staten die informatie verzamelden over het conflict zich er meer bewust van waren geweest dat zich daarboven een belangrijke corridor van de burgerluchtvaart bevond. In het stelsel van verantwoordelijkheden heeft het ontstaan van een zwakke schakel (het luchtruimbeheer) er niet toe geleid dat andere partijen actie ondernamen om de veiligheid van de burgerluchtvaart boven het conflictgebied te helpen garanderen. Dit roept de vraag op hoe de risicobeoordeling in dergelijke situaties kan worden verbeterd.

9.3 Luchtvaart in relatie tot conflictgebieden: patronen van risicobeoordeling

De Onderzoeksraad heeft op basis van het onderzoek een aantal patronen van risicobeoordeling onderkend (zie voor een uitgebreide toelichting Bijlage U). Deze patronen hebben betrekking op zowel staten als luchtvaartmaatschappijen. In de besluitvorming over conflictgebieden kunnen staten een belangrijke rol vervullen, omdat zij veelal over andere mogelijkheden beschikken dan luchtvaartmaatschappijen om inlichtingen te verzamelen. Luchtvaartmaatschappijen nemen de beslissing om vliegroutes in luchtruimen daadwerkelijk te gebruiken.



Figuur 88: Stappen in het proces van risicobeoordeling. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Het proces van risicobeoordeling is onder te verdelen in een aantal stappen. De eerste stap is de informatievergaring (en -deling): het vergaren van informatie via diverse bronnen over een mogelijke dreiging en het delen van informatie met andere partijen²⁰¹ ('wat zou kunnen gebeuren, is sprake van intentie en capaciteit?'). Na de informatie-verzameling vinden de volgende stappen plaats:

- dreigingsanalyse: het bepalen van de kans dat een dreiging zich voordoet;
- risicoanalyse: het inschatten van de risico's voor de luchtvaartmaatschappij, op basis van kwetsbaarheid en gevolgen;
- besluitvorming: wel of niet vliegen. Zo ja, zijn er dan aanvullende maatregelen nodig?

Zoals beschreven in hoofdstuk 6 hebben gewapende conflicten een grote mate van onvoorspelbaarheid. De staat die verantwoordelijk is voor het beheer van het luchtruim heeft in geval van een conflict niet altijd controle over het grondgebied onder dat lucht-ruim. Mede daardoor is niet altijd duidelijk wie over welke wapensystemen beschikt en of en hoe die in de strijd worden ingezet. Voor zover er niet-statelijke partijen betrokken zijn, kunnen deze zich niet gebonden achten aan internationale verdragen en conventies. Als gevolg van het voorafgaande zouden dergelijke conflicten een risico voor de burger-luchtvaart kunnen vormen.

Buiten het oostelijk deel van Oekraïne zijn er nog andere gebieden in de wereld met gewapende conflicten. De lessen die uit de crash van vlucht MH17 kunnen worden geleerd, kunnen eraan bijdragen om ook voor die gebieden een scherpere risicobeoor-deling te maken.

9.3.1 Informatievergaring

Hoewel luchtvaartmaatschappijen met behulp van openbare bronnen informatie kunnen verzamelen over wat zich in een conflictgebied afspeelt, kent deze informatie ook beperkingen. Voor informatie uit inlichtingenbronnen zijn de maatschappijen afhankelijk van inlichtingendiensten van staten. Hoewel luchtvaartmaatschappijen ook een *security*-afdeling hebben, beschikken deze niet over de middelen en bevoegdheden van inlichtingen-diensten.

Er blijken grote verschillen te zijn in de mate waarin staten inlichtingen vergaren die de veiligheid van de luchtvaartmaatschappijen betreffen die zij onder controle hebben (zie ook hoofdstuk 7). Er zijn staten die dit alleen binnen de eigen grenzen doen (zoals

²⁰¹ Voor de betrokken partijen geldt dat zij informatie vooral delen wanneer sprake is van wederkerigheid.

Maleisië), er zijn staten die op beperkte schaal inlichtingen vergaren buiten hun grenzen, maar in principe geen verantwoordelijkheid zien ten aanzien van de burgerluchtvaart (zoals Nederland), en er zijn staten die wel een verantwoordelijkheid zien om de burgerluchtvaart te beschermen, door de informatie over te dragen en/of zo nodig door (over) vliegverboden uit te vaardigen (zoals de Verenigde Staten). Deze verschillen hebben te maken met de mogelijkheden van staten om zich een inlichtingenpositie te verwerven (capaciteit, diplomatieke betrekkingen met landen, geopolitieke positie), maar zijn ook het gevolg van de keuze die staten maken ten aanzien van de verantwoordelijkheid voor de veiligheid van luchtvaartmaatschappijen. Ook de bereidheid om zich te mengen in de keuze van soevereine staten om hun luchtruim open te houden loopt uiteen. Bij de crash van vlucht MH17 is gebleken dat de verschillende rolkeuzes van staten geen verschil hebben gemaakt. Gelet op de afhankelijkheid van luchtvaartmaatschappijen van informatie die staten verzamelen kan de crash toch aanleiding zijn om deze keuzes nader te bezien.

Niet alle staten hebben de capaciteit om in andere landen inlichtingen over mogelijke dreigingen te verzamelen. Deze staten kunnen toch aan informatie komen als andere landen bereid zijn die met hen te delen. Naar aanleiding van de crash van MH17 heeft de *ICAO Task Force on Risks to Civil Aviation arising from Conflict Zones* (TF RCZ) gepleit voor een centraal informatiesysteem, waaronder een webtoepassing voor NOTAMs, aangevuld met relevante *safety*- en *security*-informatie over risico's van conflictgebieden voor de burgerluchtvaart.²⁰²

Inmiddels hebben meerdere landen, waaronder de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Saoedi-Arabië, Duitsland en de Verenigde Arabische Emiraten informatie op de website geplaatst.²⁰³ De eerste evaluatie van dit online informatiesysteem is voorzien voor eind 2015. Het lijkt er op dat de bereidheid is toegenomen om adviezen en zonodig verboden voor nationale luchtvaartmaatschappijen uit te vaardigen over het vliegen in buitenlands luchtruim. Na de crash van vlucht MH17 is het Verenigd Koninkrijk er ook toe overgegaan dreigingsinformatie (via NOTAMs) ter beschikking te stellen aan alle luchtvaartmaatschappijen die door de dreiging kunnen worden getroffen. Een dergelijke deling van relevante informatie vanuit landen van vertrek kan een aanvulling zijn op de internationale deling van informatie, die momenteel via de ICAO-website wordt vormgegeven.

Daarnaast zou in NOTAMs die in verband met een gewapend conflict worden uitgegeven, concretere informatie over dat conflict kunnen worden opgenomen, zoals voorgesteld in ICAO Doc 9554-AN/932. Het is dan wel zaak dat geautomatiseerde vliegplansystemen in de toekomst die informatie herkennen, zodat deze informatie tijdig in het proces van risicobeoordeling terechtkomt.

9.3.2 Dreigingsanalyse: nadruk op concrete dreiging, intentie en capaciteit

De betrokken partijen blijken de mogelijke risico's van het overvliegen van conflictgebieden te bezien vanuit het perspectief van een concrete dreiging. De vaststelling van intentie, de vooropgezette bedoeling om burgervliegtuigen of specifieke burgervlieg-

²⁰² ICAO Conflict Zone Information Repository, gestart in april 2015.

²⁰³ ICAO Conflict Zone Information Repository, stand van zaken juli 2015.

tuigen (bijvoorbeeld van bepaalde landen of maatschappijen) neer te schieten, blijkt daarbij zwaar te wegen. Ook capaciteit blijkt een belangrijk criterium, waarvoor geldt dat deze aangetoond of in elk geval aannemelijk moet zijn. Deze benadering laat weinig ruimte voor onzekerheden. Onzekerheid over deze factoren wordt in de gangbare benadering gelijkgesteld met afwezigheid ervan. Een meer kwalitatieve benadering kan de analyse versterken. Zo kunnen ontwikkelingen in het gewapend conflict aanwijzingen geven voor een verhoogd risico. Het feit dat de strijd in het oostelijk deel van Oekraïne zich uitbreidde naar het luchtruim had bijvoorbeeld een indicatie kunnen zijn dat de onveiligheid voor overvliegend burgerluchtverkeer groter werd.

Als concrete aanwijzingen voor intentie ontbreken, maar ook als capaciteit niet afdoende is aangetoond, stopt bij betrokken partijen de dreigingsanalyse. Minder harde signalen voor een dreiging verdwijnen zo al vroeg uit het risicobedoordelingsproces en bereiken dan niet het domein waarin een operationele risicobedoordeling wordt gemaakt. Hierdoor blijven bijvoorbeeld ook de onbedoelde gevolgen van menselijk handelen buiten beschouwing. Met de toename van militaire activiteiten in de lucht neemt bijvoorbeeld de kans toe dat burgervliegtuigen onbedoeld door een grond-luchtrakiet of lucht-luchtrakiet worden geraakt. De aanwezigheid van (middel)langeafstands grond-luchtrakietten in de directe omgeving van een conflict, of de inzet van lucht-luchtrakietten in het conflict, vergroot dat risico.

9.3.3 Risicoanalyse: risicoverhogende factoren

Om vanuit de dreigingsanalyse een betere risicobedoordeling van conflictgebieden mogelijk te maken, heeft ICAO²⁰⁴ in 2015 een aantal factoren geïdentificeerd die de risico's voor de burgerluchtvaart kunnen vergroten. Toepassing van deze risicoverhogende factoren kan ertoe leiden dat de risicobedoordeling tot een andere uitkomst leidt. ICAO heeft zich beperkt tot situaties waarin mogelijk (middel)langeafstands grond-luchtrakietten aanwezig zijn, omdat deze het grootste risico vormen voor burgerluchtverkeer op kruishoogte.

De factoren die volgens ICAO risico's verhogen, en dus zwaarder moeten wegen bij de bepaling van de dreiging en het risico van neerschieten van burgervliegtuigen zijn:

- De burgerluchtvaart is doelwit van een der strijdende partijen;
- Degenen die de luchtdoelrakietten bedienen zijn slecht getraind of onervaren; (eventueel in combinatie met afwezigheid van een goede commandostructuur)
- Er vinden vluchten plaats met militaire vliegtuigen in een gevechtsrol;
- Er vinden militaire transportvluchten plaats;
- Er lopen vliegroutes over of vlakbij locaties met een strategisch belang, die vanuit de lucht kunnen worden aangevallen;
- Effectieve luchtverkeersleiding boven het gebied is afwezig, bijvoorbeeld doordat de staat waar het gewapend conflict zich afspeelt geen volledige controle heeft over zijn eigen grondgebied.

²⁰⁴ ICAO Working Group on Threat and Risk (WGTR), HLSC/15- WP/10, 7 januari 2015.

De Onderzoeksraad acht deze criteria bruikbaar voor een scherpere analyse van de risico's van conflictgebieden voor overvliegend burgerluchtverkeer. De Raad tekent daarbij aan dat niet van alle factoren tegelijkertijd sprake hoeft te zijn om van een verhoogd risico te kunnen spreken. Elke afzonderlijke factor verdient aandacht. De risicoanalyse zou volgens de Raad ook aandacht moeten besteden aan de trends die zichtbaar zijn in een bepaalde periode: nemen bijvoorbeeld de luchtacties of beschietingen van militaire vliegtuigen, met name door niet-statelijke actoren,²⁰⁵ toe? Neemt de hoogte waarop militaire vliegtuigen opereren toe? Het gaat dan nog altijd om een kleine kans dat burgervliegtuigen worden getroffen, maar het is geen ondenkbare gebeurtenis. Gelet op de ernst van de gevolgen en de mogelijkheden tot beheersing van het risico verdienen deze risico's aandacht, en dan niet of niet uitsluitend op een strikt kwantitatieve, maar op een kwalitatieve manier. Dit komt in de volgende paragraaf terug.

9.3.4 Risicoanalyse: de rol van waarschijnlijkheid

In het domein van de risicoanalyse zijn voor het bepalen van de kans op een bepaald voorval statistische data leidend: is het voorval in het verleden al eens eerder gebeurd en zo ja, hoe vaak? Daarnaast is de mogelijke impact van belang, namelijk de verwachte ernst en de omvang van de schade. Met behulp van een risicomatrix worden beide factoren, kansen en gevolgen, gecombineerd en ontstaan er risicocategorieën die gekoppeld kunnen worden aan beheersmaatregelen. Dit is een professionele werkwijze die in de burgerluchtvaart is ingeburgerd. ICAO omschrijft deze werkwijze dan ook in haar documenten en hanteert daarvoor een risicomatrix (zie Figuur 89).²⁰⁶

Likelihood	Severity				
	1 Insignificant	2 Minor	3 Moderate	4 Major	5 Catastrophic
A Certain/ frequent	Moderate (1A)	Moderate (2A)	High (3A)	Extreme (4A)	Extreme (5A)
B Likely/ Occasional	Low (1B)	Moderate (2B)	Moderate (3B)	High (4B)	Extreme (5B)
C Possible/ remote	Low (1C)	Low (2C)	Moderate (3C)	Moderate (4C)	High (5C)
D Unlikely/ improbable	Negligible (1D)	Low (2D)	Low (3D)	Moderate (4D)	Moderate (5D)
E Exceptional	Negligible (1E)	Negligible (2E)	Low (3E)	Low (4E)	Moderate (5E)

Figuur 89: Voorbeeld van een risicomatrix. (Bron: ICAO Safety Management Manual Doc 9859)

De gedachte achter een dergelijke matrix is dat activiteiten met een extreem risico (4A, 5A en 5B) onmiddellijk moeten worden gestopt of niet mogen worden ondernomen. De activiteiten mogen pas worden vervolgd als het risico tot een acceptabel niveau is terug-

²⁰⁵ ICAO geeft bij haar opsomming van de risicoverhogende factoren aan dat de kans op misidentificatie van militaire vliegtuigen bij het gebruik van langeafstands grond-luchtraketten het grootst is bij niet-statelijke groeperingen.

²⁰⁶ Speciaal voor dreigingen in het security-domein hanteert ICAO een andere maar vergelijkbare matrix. Deze gaat echter veel meer uit van opzettelijk handelen.

gebracht. Bij een lager risiconiveau zijn maatregelen nodig die de risico's beperken. Een van die maatregelen kan zijn het besluit om een gebied te mijden. Andere maatregelen met betrekking tot het overvliegen van een conflictgebied zijn bijvoorbeeld de verplichting bepaalde apparatuur aan boord te hebben, het vergroten van de herkenbaarheid van een burgervliegtuig, het extra instrueren van piloten voorafgaand aan een vlucht en/of het maken van extra instructies voor een eventuele noodlanding in een conflictgebied.

Het scenario dat burgervliegtuigen op kruishoogte al dan niet bij vergissing door grond-luchtraketten of lucht-luchtraketten worden getroffen is (ook) gezien vanuit het perspectief van risicoanalyse onwaarschijnlijk. De kans op zo'n gebeurtenis is statistisch gezien laag. Vergelijkbare gebeurtenissen hebben zich in het verleden slechts enkele malen voorgedaan (zie Bijlage S). Ten opzichte van het totale aantal civiele vluchten is het aantal zo klein, dat van een statistisch zeer kleine kans kan worden gesproken.

De crash van vlucht MH17 leert dat om dit scenario in beeld te krijgen en te houden, een andere risicobenadering nodig is, die meer kwalitatief is getint én die specifiek, per conflictgebied, wordt toegepast. De input daarvoor zijn niet de historische reeksen van vergelijkbare voorvallen en ook niet de vastgestelde concrete dreiging, maar de denkbaarheid van het scenario ('is het mogelijk'). Zo'n aanpak is gerechtvaardigd omdat de gevolgen in dit scenario zeer ernstig zijn ('catastrophic' in termen van de risicomatrix) en omdat er maatregelen mogelijk zijn die het risico mitigeren. Om tot een gefundeerd oordeel te kunnen komen over de denkbaarheid van een scenario, zijn de risicofactoren van ICAO over de beoordeling van gewapende conflicten (zie de vorige paragraaf) behulpzaam. Per conflictgebied kan dan een oordeel worden geveld, waarbij de Onderzoeksraad, zoals in de vorige paragraaf gezegd, ook aandacht vraagt voor een analyse van de wijze waarop een conflict zich ontwikkelt.²⁰⁷

Toepassing van deze werkwijze had in het geval van het oostelijk deel van Oekraïne kunnen leiden tot een verschuiving van de inschatting van de waarschijnlijkheid. Daarmee schuift ook de risicocategorie op, waardoor ook de urgentie van maatregelen groter wordt.

Samenvattend: deze manier van kijken naar risico's impliceert dat betrokken partijen bij het vliegen over conflictgebieden niet strikt naar de statistische waarschijnlijkheid van scenario's zouden moeten kijken. Zij zouden tot een gefundeerd oordeel moeten komen over de denkbaarheid van een scenario op basis van risicoverhogende factoren en een trendanalyse.

9.3.5 Besluitvorming: de druk om te blijven vliegen

Het internationale systeem voor de burgerluchtvaart is gebaseerd op de aanname dat burgerluchtverkeer in beginsel altijd mogelijk is: vliegen is de standaard. Zoals gesteld in hoofdstuk 4 dienen staten die het luchtruim beheren zo min mogelijk beperkingen op te leggen aan het burgerluchtverkeer. Van dit systeem kan een prikkel uitgaan om het luchtruim open te houden als mogelijke gevaren voor het vliegverkeer nog niet helemaal duidelijk zijn.

²⁰⁷ ICAO Doc 9859, Hoofdstuk 2, para 14.6 ondersteunt dit: 'Organisaties kunnen zowel kwalitatieve als kwantitatieve criteria betrekken ...'

Ook voor luchtvaartmaatschappijen is vliegen de standaard. Zij maken voor nieuwe vliegroutes de afweging of zij ergens wel willen vliegen, terwijl het blijven vliegen van bestaande routes over conflictgebieden in de meeste gevallen een 'non-besluit' is. Uit het onderzoek blijkt dat luchtvaartmaatschappijen bestaande routes alleen om veiligheidsredenen heroverwegen als er concrete aanwijzingen zijn voor gevaar. Dit heeft echter gevolgen voor het risicobehoordelingsproces. Het bepaalt hoe de maatschappijen dreigingsinformatie verzamelen en interpreteren. Beschikbare informatie gebruiken ze om het blijven vliegen te legitimeren en te blijven doen wat zij al deden. Dit perspectief deed zich voor ten aanzien van het overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne: de luchtvaartmaatschappijen zagen de NOTAMs die Oekraïne voor 17 juli 2014 uitvaardigde als een signaal dat Oekraïne het luchtruim beheerste; niet als een indicator voor een verslechterde veiligheidssituatie in het luchtruim.

9.3.6 Gevolgen voor de risicoanalyse

Uit het voorgaande blijkt dat huidige gewapende conflicten vanwege hun onvoorspelbaarheid risico's kunnen opleveren voor de burgerluchtvaart, en dat het stelsel van verantwoordelijkheden en het risicobehoordelingsproces hier nog onvoldoende op zijn ingericht. In staten met een gewapend conflict staat de veiligheid van het luchtruim boven dat conflict niet op voorhand vast, ook niet op kruishoogte. De Onderzoeksraad meent dat staten ook in een conflictsituatie hun verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het luchtruim dienen waar te maken, maar dat ook van andere partijen extra actie mag worden gevraagd.

Dat vergt in de eerste plaats dat een integrale risicobehoordeling plaatsvindt. Partijen die met een militaire of geopolitieke bril naar het conflict kijken, zouden meer oog moeten hebben voor mogelijke neveneffecten voor de burgerluchtvaart. Kennis van de belangrijkste vliegroutes kan dat bewustzijn vergroten. Luchtvaartmaatschappijen die over een conflictgebied willen vliegen, dienen rekening te houden met mogelijke risico's als gevolg van dat conflict. Een gestructureerd overleg tussen de verschillende partijen over vliegroutes kan een dergelijke integrale risicobehoordeling bevorderen.

Omdat in dreigingsanalyses intentie en capaciteit een zwaarwegende rol spelen, verdwijnen mogelijke risico's die van een gewapend conflict kunnen uitgaan te snel uit beeld. Dat kan ook gebeuren door de nadruk op statistische waarschijnlijkheid in risicoanalyses. Door meer rekening te houden met risicoverhogende factoren van gewapende conflicten en meer aandacht te besteden aan de ontwikkeling van zo'n conflict, kan de risicoanalyse aan kracht winnen.

9.4 Deelconclusies

1. Gezien de kwetsbaarheid van staten die te maken hebben met een gewapend conflict, mogen luchtvaartmaatschappijen en andere bij de luchtvaart betrokken partijen er niet op voorhand van uitgaan dat het luchtruim boven het conflict veilig is. Zij dienen zelf een risicobeoordeling te maken van de risico's van het overvliegen van conflictgebieden.
2. Daar waar staten (kunnen) beschikken over informatie die relevant is voor die risicobeoordeling, is het wenselijk dat zij die gestructureerd delen met luchtvaartmaatschappijen. De staten die informatie verzamelen over conflictgebieden zouden daarbij rekening kunnen houden met patronen van gebruik van het luchtruim door de burgerluchtvaart.
3. In de huidige dreigingsanalyses is alleen sprake van een concrete dreiging als zowel capaciteit als intentie met voldoende zekerheid zijn vastgesteld. Ook als over die factoren geen zekerheid bestaat, kunnen er bij een gewapend conflict risico's zijn voor de burgerluchtvaart. Deze worden in de huidige praktijk van risicobeoordeling te vroeg als onwaarschijnlijk uitgesloten.
4. De identificatie en het gebruik van risicoverhogende factoren zijn van belang om scherper inzicht te krijgen in de waarschijnlijkheid van scenario's bij een gewapend conflict.

MH17

Conclusies en Aanbevelingen

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1
Inleiding

Deel A:
2 Feitelijke
informatie

Deel A:
3 Analyse

Deel B:
Inleiding op
deel B

Deel B:
4 Besluitvorming

Deel B:
5 De situatie

Deel B:
6 Vlucht MH17

Deel B:
7 Overvliegen
van Oekraïne

Deel B:
8 Het land van
vertrek

Deel B:
9 Risico-
beoordeling

10
Conclusies

11
Aanbevelingen

12
Afkortingen en
begrippen

13
Bijlagenlijst

10 CONCLUSIES

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

De bevindingen van het onderzoek naar de crash van vlucht MH17 op 17 juli 2014 leiden tot de volgende conclusies.

10.1 Hoofdconclusies

1. Oorzaken van de crash

- a. Op 17 juli 2014 vloog Malaysia Airlines vlucht MH17, een luchtwaardige Boeing 777-200 met registratie 9M-MRD, in kruisvlucht nabij de Oekraïens/Russische grens op 33.000 voet, onder controle van de Oekraïense luchtverkeersleiding en bestuurd door een bevoegde en gekwalificeerde bemanning.
- b. Om 13.20:03 (15.20:03 MET) detoneerde een raketkop buiten en boven de linkerzijde van de cockpit van vlucht MH17. Dit was een 9N314M-raketkop op een raket van de 9M38-serie, zoals geïnstalleerd op het Buk grond-luchtraketsysteem.
- c. Andere mogelijke scenario's die hadden kunnen leiden tot het uiteenvallen van het vliegtuig werden overwogen, geanalyseerd en verworpen op basis van het beschikbare onderzoeksmateriaal.
- d. De inslag doodde de drie personen in de cockpit en leidde tot structurele schade aan het voorste deel van het vliegtuig waardoor dit in de lucht uiteenviel. Het opbreken resulteerde in een gebied met wrakstukken ter grootte van 50 vierkante kilometer tussen het dorp Petropavlivka en de plaats Hrabove in Oekraïne. Alle 298 inzittenden kwamen om het leven.

2. Conclusies met betrekking tot de vliegroute van MH17

- a. De betrokken luchtvaartpartijen hebben de risico's van het gewapende conflict in het oostelijk deel van Oekraïne voor het overvliegend burgerluchtverkeer niet op adequate wijze onderkend.
 - In de periode voorafgaand aan de crash van vlucht MH17 breidde het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich uit naar het luchtruim. Hierdoor zijn de risico's voor overvliegend burgerluchtverkeer toegenomen.
 - De verklaringen van de Oekraïense autoriteiten waarin zij meldden dat op 14 en 16 juli 2014 militaire vliegtuigen waren neergeschoten en waarin zij wapensystemen noemden die de kruishoogte van burgervliegtuigen kunnen bereiken, gaven voldoende aanleiding om het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne uit voorzorg te sluiten.
 - De overige betrokken partijen - luchtvaartmaatschappijen, de staten waarin zij zijn gevestigd en derde partijen zoals ICAO - hebben mogelijke risico's van het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne voor het burgerluchtverkeer niet onderkend. Luchtvaartmaatschappijen, inclusief Malaysia Airlines,

gingen ervan uit dat het opengestelde luchtruim veilig was. Staten hebben in de periode dat het conflict naar het luchtruim uitbreidde geen concrete waarschuwingen afgegeven over risico's voor de burgerluchtvaart. ICAO heeft geen aanleiding gezien om Oekraïne te bevragen of assistentie aan te bieden.

3. Conclusies met betrekking tot het vliegen over conflictgebieden

- a. De huidige inrichting van het stelsel van verantwoordelijkheden dat de veiligheid van de burgerluchtvaart moet waarborgen, leidt er onvoldoende toe dat risico's die gepaard gaan met het overvliegen van conflictgebieden adequaat worden beoordeeld.
- b. Bij de beoordeling van risico's voor de burgerluchtvaart boven gebieden waar een gewapend conflict plaatsvindt zouden naast concrete dreigingen ook risico's waarbij geen zekerheid is over intentie of capaciteit meegenomen moeten worden.

10.2 Ondersteunende conclusies (oorzaken van de crash)

De oorzaak die door de Onderzoeksraad voor Veiligheid is vastgesteld, wordt ondersteund door de volgende bevindingen:

1. Moment van uiteenvallen van vliegtuig

Het vastgestelde moment van uiteenvallen wordt ondersteund door de volgende bevindingen:

- a. De *Cockpit Voice Recorder* en de *Flight Data Recorder* stopten om 13.20:03 (15.20:03 MET) abrupt, doordat de stroomvoorziening werd onderbroken.
- b. De vaste *Emergency Locator Transmitter* werd automatisch ingeschakeld binnen twee seconden nadat de *Cockpit Voice Recorder* en de *Flight Data Recorder* stopten met opnemen.
- c. De ruwe data van de secundaire surveillanceradar van de Oekraïense luchtverkeersleidingsdienst en de video-opname van het radarscherm van de luchtverkeersleidingsdienst van de Russische Federatie toonden aan dat vlucht MH17 tot 13.20:03 (15.20:03 MET) rechtuit en horizontaal vloog op vliegniveau FL330.
- d. De ruwe data van de Oekraïense luchtverkeersleidingsdienst lieten verder zien dat door vlucht MH17 vanaf 13.20:03 (15.20:03 MET) geen secundaire surveillance data meer werden uitgezonden.
- e. De video-opname van het radarscherm van de luchtverkeersleidingsdienst van de Russische Federatie, met daarop gecombineerde primaire en secundaire radargegevens, liet radarechotrajecten van het vliegtuig zien vanaf 13.20:03 (15.20:03 MET) die het gevolg waren van 'coasting' en van vallende brokstukken.

2. Geluidspiek

De *Cockpit Voice Recorder* heeft een geluidspiek van 2,3 milliseconden opgenomen. Signaaldriehoeksmeting toonde aan dat dit geluid van buiten het vliegtuig kwam en zich vanaf een positie links boven de cockpit van voor naar achter voortbewoog.

3. Geen andere luchtvaartuigen

Er is geen bewijs gevonden dat zich andere luchtvaartuigen, civiel of militair, in de directe omgeving van vlucht MH17 bevonden. Volgens de radargegevens waren op het moment van de crash drie andere verkeersvliegtuigen aanwezig in Sector 4 van Dnipropetrovsk Area Control Centre. Twee daarvan vlogen in oostelijke richting, het derde in westelijke richting. Deze vliegtuigen stonden alle onder controle van Dnipro Radar. Om 13.20 (15.20 MET) bedroeg de afstand tussen vlucht MH17 en het dichtstbijzijnde van deze vliegtuigen 33 km.

4. Schade aan de cockpit en letsel van de bemanning

De waargenomen schade aan de voorkant van de vliegtuigromp en de cockpit van het vliegtuig, en het letsel van de cockpitbemanning en het lid van de cabinebemanning in de cockpit, duiden op inslagen door een groot aantal fragmenten vanaf een punt buiten en boven de linkerzijde van de cockpit. Het waargenomen schadepatroon aan het voorste rompgedeelte en de cockpit van het vliegtuig kwam niet overeen met de schade die verwacht zou worden als gevolg van enig gekend falen van het vliegtuig, zijn motoren of systemen.

5. Fragmenten vanaf één locatie

Het vliegtuig werd geraakt door een groot aantal kleine fragmenten van verschillende vorm en grootte (vierkante fragmenten en fragmenten in de vorm van een vlinderdas) die zich met hoge snelheid verplaatsten. Zowel de doorborende als de niet-doorborende fragmenten kwamen vanaf één enkele locatie buiten het vliegtuig linksboven de cockpit. De fragmenten veroorzaakten schade aan de linkerkant van de cockpit, aan de voorrand van de linker motorinlaat en aan het uiteinde van de linkervleugel.

6. Fragmentatieverspreiding van voorgevormde fragmenten

De deeltjes die het vliegtuig van buitenaf met hoge energie hebben geraakt, zoals aangetroffen in de wrakstukken van het vliegtuig en in de lichamen van de bemanningsleden in de cockpit, waren van ongelegeerd staal. Van sommige kon worden vastgesteld dat ze door de buitenste laag van het vliegtuig en/of de cockpitruiten waren gegaan. De gevonden deeltjes zijn consistent met voorgevormde fragmenten. De locatie, vorm en begrenzingen van de schade aan de wrakstukken van vlucht MH17 en het aantal en de dichtheid van treffers op de wrakstukken en de deeltjes van verschillende vorm en grootte die zijn gevonden, zijn consistent met het schadepatroon als gevolg van de fragmentatieverspreiding van voorgevormde fragmenten in een raketkop van het model 9N314M op een raket van de 9M38-serie, zoals die zijn geïnstalleerd op het Buk grond-luchtraketsysteem.

7. Raketonderdelen

Van een aantal grotere objecten die zijn gevonden op de grond en een klein aantal fragmenten gevonden in het vliegtuigwrak, bestond het vermoeden dat deze afkomstig waren van een raket. Verfmongsters die zijn genomen van deze vermoedelijke raketonderdelen die in het wrakstukgebied werden aangetroffen, komen overeen met de verf die is gevonden op objecten die uit het vliegtuigwrak werden verwijderd en niet van het vliegtuig afkomstig zijn. Op de raketonderdelen bevonden zich ook sporen van een explosief (te weten RDX) waarvan ook sporen op de wrakstukken werden gevonden.

8. Druk golf

Simulatie van de druk golf na detonatie van een 9N314M-raketkop liet een druk golf zien in de nabijheid van de cockpit. De simulatie toonde aan dat de druk golf tot 12,5 meter vanaf het detonatiepunt structurele schade aan het vliegtuig zou veroorzaken. Dit was consistent met de schade die is gevonden aan de wrakstukken van het vliegtuig.

9. Volgorde van uiteenvallen

Na geraakt te zijn, viel het vliegtuig als volgt uiteen:

- De cockpit werd vrijwel onmiddellijk nadat de voorgevormde fragmenten de cockpit doorboorden, gescheiden van het voorste deel van de romp. De cockpit kwam op de grond terecht op 2,3 kilometer van de laatst bekende positie die door de *Flight Data Recorder* is geregistreerd.
- Het vliegtuig zonder de voorste sectie van de romp bleef gedurende 8,5 kilometer volgens een onbestemd vliegp pad naar het oosten vliegen voordat het verder uiteenviel. Het middendeel van de romp kwam verder dan het achterste deel van de romp. Dit middendeel kwam ondersteboven te liggen. Delen van de wrakstukken vlogen in brand.
- De tijd tussen het begin van het uiteenvallen en het neerkomen op de grond kon niet exact worden bepaald, maar het midden- en achterste deel van het vliegtuig hebben naar schatting in 1 tot 1,5 minuut de grond bereikt. Andere, lichtere, delen zullen er langer over hebben gedaan.

10. Gebruikt wapen

Het vliegtuig werd geraakt door een raketkop van het model 9N314M zoals die zich bevindt op een raket van de 9M38-serie en wordt afgevuurd door een Buk grond-luchtraketsysteem. Deze conclusie is gebaseerd op de volgende combinatie van bevindingen: de geregistreerde geluidspiek, het op de wrakstukken aangetroffen schadepatroon dat werd veroorzaakt door drukgolven en het inslaan van fragmenten, de vlinderdasvormige en vierkante fragmenten die zijn gevonden in de cockpit en in de lichamen van de bemanningsleden in de cockpit, het letsel van drie bemanningsleden in de cockpit, de analyse van het in de lucht uiteenvallen, de analyse van de gevonden resten explosief en verf die werden aangetroffen, en de grootte en kenmerkende vlinderdasvorm van sommige van de fragmenten.

11. Raketbanen

Het gebied waarbinnen het beginpunt ligt van de mogelijke trajecten van een raketkop van het model 9N314M, op een raket van de 9M38-serie zoals geïnstalleerd op het Buk grond-luchtraketsysteem, beslaat ongeveer 320 vierkante kilometer in het oostelijk deel van Oekraïne. Om de lanceerlocatie te kunnen bepalen is aanvullend forensisch onderzoek nodig. Een dergelijk onderzoek valt buiten het mandaat van de Onderzoeksraad voor Veiligheid, op grond van zowel Annex 13 als de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid.

10.3 Uitsluiting van andere oorzaken van de crash

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft een aantal verschillende mogelijke oorzaken van de crash onderzocht en geanalyseerd. De Raad heeft de volgende zaken uitgesloten als factoren die een rol speelden bij de crash van vlucht MH17.

1. Bemanning

De cockpitbemanning was bevoegd en gekwalificeerd om de vlucht uit te voeren. Er zijn geen aanwijzingen dat de cockpitbemanning niet adequaat heeft gehandeld of dat hun vliegvaardigheid was beïnvloed door alcohol, drugs of medicijnen.

2. Luchtverkeersleider

Opleiding en kwalificaties van luchtverkeersleiders waren niet relevant voor het onderzoek naar de crash. De vluchtafhandeling en de acties nadat het radiocontact met MH17 was verloren, waren correct.

3. Luchtwaardigheid en vliegplan

Het vliegtuig was luchtwaardig bij vertrek vanaf de luchthaven Schiphol. Er waren geen technische storingen bekend die de veiligheid van de vlucht konden beïnvloeden. Er is een ATC-vliegplan bij de luchtverkeersleiding ingediend en de cockpitbemanning werd voorzien van een operationeel vliegplan, NOTAMs, en informatie over de belading en het weer.

4. Belading en vracht

Het gewicht en zwaartepunt van het vliegtuig bevonden zich binnen de toegestane limieten. Er was geen vracht aan boord die geclassificeerd was als gevaarlijk, noch is er enig bewijs gevonden van ontploffing van gevaarlijke goederen in het vliegtuig.

5. Luchtruim

Op 17 juli 2014 waren er beperkingen van kracht in het luchtruim boven het oostelijke deel van Oekraïne en in delen van het aangrenzende luchtruim in de Russische Federatie, van grondhoogte tot FL320. Er waren geen beperkingen voor vlucht MH17 om door de Dnipropetrovsk FIR te vliegen op de geplande vliegniveaus FL330 en FL350.

6. Klim

De beslissing van de cockpitbemanning om het verzoek van de luchtverkeersleiding om van FL330 naar FL350 te klimmen niet te accepteren, wordt gezien als een normale operationele overweging. Vliegen op een van beide vliegniveaus zou niet van invloed zijn geweest op het vermogen van de grond-luchtraket om het vliegtuig te raken.

7. Weer

Op de geplande vliegroute bevonden zich onweersbuien die vanaf de Zwarte Zee in noordelijke richting bewogen. Op verzoek van de cockpitbemanning gaf de luchtverkeersleider vlucht MH17 toestemming om deze onweersbuien heen te vliegen. Vlucht MH17 week niet meer dan ongeveer 6,5 NM van de hartlijn van luchtweg L980 af. Op de laatst geregistreerde positie om 13.20:03 (15.20:03 MET) bevond vlucht MH17 zich binnen 5 NM vanaf de hartlijn van luchtweg L980. Het weer is niet van invloed geweest op de crash van de MH17.

8. Reeds aanwezige schade

Er waren geen aanwijzingen voor bestaande schade aan de constructie van het vliegtuig, waaronder metaalmoeheid, corrosie of onjuist uitgevoerde reparaties. Er waren geen aanwijzingen voor een motorstoring.

9. Geen waarschuwingen

Analyse van de gegevens op de *Cockpit Voice Recorder* en de *Flight Data Recorder* bevestigde het normale functioneren van de motoren en systemen van het vliegtuig voorafgaand aan de crash. Er zijn geen waarschuwingen, foutmeldingen of afwijkingen gevonden in de gegevens over de betreffende vlucht. Er zijn geen akoestische alarmen of waarschuwingen voor storingen in de vliegtuigsystemen gehoord op de *Cockpit Voice Recorder*. De onderlinge communicatie tussen de leden van de cockpitbemanning bevatte geen aanwijzingen voor een storing of noodgeval voorafgaand aan de crash.

10. Andere wapens**a. Boordgeschut**

De schade door hoogenergetische deeltjes werd niet veroorzaakt door boordgeschut omdat het aantal doorboringen niet consistent was met schade die wordt veroorzaakt door boordgeschut, en omdat boordgeschut geen fragmenten met de onderscheidende vormen produceert die werden aangetroffen in de wrakstukken en in de lichamen van de drie bemanningsleden in de cockpit.

b. Lucht-luchtraket

Geen van de lucht-luchtraketten die in de regio in gebruik zijn, bevatten de kenmerkend gevormde vlinderdasvormige fragmenten in hun raketkoppen.

c. Het vliegtuig werd niet geraakt door meer dan één wapen, gelet op de verspreiding van de wrakstukken, de schadepatronen en het feit dat slechts één schadebron werd aangetroffen.**11. Andere scenario's**

Andere mogelijke scenario's die hadden kunnen leiden tot het uiteenvallen van het vliegtuig zijn onderzocht en geanalyseerd. Deze scenario's waren: een brand aan boord of een ontploffing van een brandstoftank, de detonatie van een explosief in het vliegtuig, blikseminslag en inslag door een meteor of door in de atmosfeer terugkerend ruimtepuin. Al deze scenario's werden uitgesloten op basis van het beschikbare onderzoeksmateriaal.

10.4 Overige bevindingen die betrekking hebben op de ramp**1. Zuurstof**

De zuurstofmaskers in de passagiersruimte zijn uit hun opslagcompartimenten gevallen en de zuurstofgenerators zijn geactiveerd als gevolg van het uiteenvallen van het vliegtuig in de lucht of de inslag op de grond. Het is onwaarschijnlijk dat de zuurstofmaskers werden geactiveerd voordat de stroomvoorziening aan boord werd onderbroken.

2. Overlevingsaspecten (inzittenden van de cockpit)

Bij de twee piloten en de *purser* die op het moment van de ramp in de cockpit aanwezig waren, zijn honderden metaalfragmenten in het lichaam aangetroffen. Deze waren deels afkomstig van de raket. De plaats in het lichaam waar de raketdeeltjes werden aangetroffen en de kracht waarmee zij het lichaam zijn binnendrongen, maakt dat de drie personen in de cockpit direct na de inslag van de raketdeeltjes overleden.

3. Overlevingsaspecten (overige inzittenden)

- a. Er zijn geen voorgevormde fragmenten in de stoffelijke resten van de andere inzittenden gevonden. Zij zijn als gevolg van de inslag blootgesteld aan extreme, veel verschillende op elkaar inwerkende factoren: abrupte afremming en versnelling, decompressie en bijbehorende mistvorming, daling van het zuurstofgehalte, extreme kou, de sterke luchtstroming, het zeer snelle dalen van het vliegtuig en de rondvliegende objecten.
- b. Een deel van de passagiers heeft hierdoor ernstig letsel opgelopen met waarschijnlijk de dood tot gevolg. Bij anderen heeft de blootstelling binnen zeer korte tijd geleid tot verminderd bewustzijn of bewusteloosheid. Niet kon worden vastgesteld op welk moment de inzittenden zijn overleden. De val op de grond was niet te overleven.
- c. De Onderzoeksraad heeft geen aanwijzingen gevonden voor bewuste handelingen van inzittenden na de detonatie van de raket. Het is aannemelijk dat de inzittenden de situatie waarin zij zich bevonden nauwelijks konden bevatten.

4. Berging en vervoer van stoffelijke resten

De berging en het vervoer van stoffelijke resten is, gegeven de omstandigheden, met de grootst mogelijke zorgvuldigheid gebeurd.

5. Bewaren van ATC-gegevens

De Russische Federatie heeft niet in alle opzichten voldaan aan de ICAO-standaard die is opgenomen in paragraaf 6.4.1 van Annex 11.

10.5 Ondersteunende conclusies (vliegroute MH17)**1. Signalen voor de burgerluchtvaart**

- a. De aeronautische informatie van de Amerikaanse luchtvaartautoriteit FAA (FDC NOTAM 4/3635), geldig van 4 tot 31 maart 2014, waarschuwde Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen en piloten voor instabiliteit en toenemende militaire activiteiten in het gehele luchtruim van Oekraïne.
- b. Het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne breidde zich tussen eind april en 17 juli 2014 uit naar het luchtruim. Volgens meldingen van de Oekraïense autoriteiten zijn in die periode zeker 16 helikopters en vliegtuigen, waaronder ook gevechtsvliegtuigen, van de Oekraïense strijdkrachten neergeschoten.
- c. In de periode dat het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich naar het luchtruim uitbreidde, hebben noch Oekraïne, noch andere staten of internationale

- organisaties specifieke dreigingwaarschuwingen aan de burgerluchtvaart uitgegeven over het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne.
- d. De Russische NOTAM over de Rostov-FIR, die van kracht werd op 17 juli en betrekking had op luchtruim van de Russische Federatie, verwees wel concreet naar het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne als reden voor de beperking van enkele delen van het Russische luchtruim. Deze NOTAM was voor wat betreft de vlieghoogte intern tegenstrijdig.
 - e. Op 14 juli 2014 meldden de Oekraïense autoriteiten in het openbaar en in een besloten briefing met Westerse diplomaten dat een Antonov An-26 militair transporttoestel op een hoogte tussen 6.200 en 6.500 meter was neergehaald. De wapensystemen die de autoriteiten in hun verklaringen noemden, kunnen kruishoogte van civiele vliegtuigen bereiken en zouden daarmee een risico vormen voor de burgerluchtvaart.
 - f. Op 17 juli 2014 meldden de Oekraïense autoriteiten dat op 16 juli een Sukhoi Su-25 boven het oostelijk deel van Oekraïne was neergehaald; naar hun mening meest waarschijnlijk door een lucht-luchtrakiet die vanuit de Russische Federatie was afgevuurd. De wapensystemen die de autoriteiten in hun verklaringen noemden, kunnen kruishoogte van civiele vliegtuigen bereiken. De Oekraïense autoriteiten meldden aanvankelijk dat het toestel op een hoogte van 8.250 meter had gevlogen toen het werd geraakt. Deze hoogte is later bijgesteld naar 6.250 meter.

2. Luchtruimbeheer Oekraïne

- a. De besluitvorming over het luchtruim in Oekraïne werd gedomineerd door de belangen van de militaire luchtvaart. Het initiatief voor de beperking van het luchtruim tot FL260 boven het oostelijk deel van Oekraïne lag bij de militaire autoriteiten. De maatregel had tot doel militaire vliegtuigen tegen beschietingen vanaf de grond te beschermen en militair en burgerluchtverkeer te scheiden. De Oekraïense autoriteiten namen aan dat met deze maatregel de civiele vliegtuigen die boven FL260 overvlogen automatisch ook veilig waren.
- b. Het initiatief voor de verhoging naar FL320 op 14 juli 2014 kwam van de civiele luchtverkeersleiding. De onderbouwing van deze verhoging is onduidelijk gebleven.
- c. In de NOTAMs stond geen inhoudelijke motivering voor de hoogtebeperkingen. Oekraïne heeft daarmee niet gehandeld naar het advies uit ICAO Doc 9554-AN/932.
- d. De Oekraïense autoriteiten hielden bij bovenstaande maatregelen onvoldoende rekening met de mogelijkheid van een beschieting van een burgervliegtuig op kruishoogte. Dat gebeurde ook niet toen op 14 juli 2014 een Antonov An-26 en op 16 juli 2014 een Sukhoi Su-25 volgens de Oekraïense autoriteiten werden neergeschoten, terwijl deze vliegtuigen vlogen op een hoogte die boven het bereik van MANPADS lag. De wapensystemen waarvan de Oekraïense staat naar aanleiding van deze beschietingen melding maakte, kunnen een risico opleveren voor burger-vliegtuigen, omdat zij kruishoogte kunnen bereiken. Er werden echter geen maatregelen genomen om civiele vliegtuigen tegen de genoemde wapensystemen te beschermen.

3. Luchtvaartmaatschappijen

a. Malaysia Airlines

Als 'operating carrier' was Malaysia Airlines verantwoordelijk voor een veilige vluchtuitvoering van vlucht MH17 en dus voor keuze van de vliegroute op 17 juli 2014. De manier waarop Malaysia Airlines de vlucht voorbereidde en uitvoerde was overeenkomstig de voorschriften. Malaysia Airlines verliet zich op aeronautische informatie en heeft geen eigen, aanvullende risicobeoordeling gemaakt. Malaysia Airlines heeft noch van andere luchtvaartmaatschappijen noch via andere kanalen signalen gekregen dat het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne onveilig zou zijn.

b. Codeshare-partnerschap

Malaysia Airlines was ook verantwoordelijk voor de veiligheid van passagiers die via codeshare-partner KLM hadden geboekt. Omdat KLM net als andere luchtvaartmaatschappijen geen veiligheidsredenen zag om het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne te mijden, hebben Malaysia Airlines en KLM geen informatie over het gewapend conflict uitgewisseld.

c. Andere luchtvaartmaatschappijen

- Een enkele luchtvaartmaatschappij heeft vanwege de groeiende onrust in Oekraïne besloten niet meer over het land te vliegen. Dat besluit is in maart 2014 genomen, dus voordat het gewapend conflict in het oostelijk deel van Oekraïne begon.
- Daarna zijn er, voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan, geen luchtvaartmaatschappijen geweest die hun vliegroutes hebben gewijzigd om veiligheidsredenen die betrekking hadden op het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne. Dit gebeurde ook niet naar aanleiding van het neerschieten van de Antonov An-26 op 14 juli 2014, volgens de Oekraïense overheid met een zwaarder wapensysteem dan MANPADS.
- Uit gegevens van EUROCONTROL blijkt dat in de periode 14 tot en met 17 juli 61 luchtvaartmaatschappijen uit 32 landen gebruik maakten van het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne. Op 17 juli 2014 zijn 160 vluchten begeleid door UKDV tot het luchtruim om 15.00 uur (17.00 MET) werd gesloten.
- Luchtvaartmaatschappijen - inclusief Malaysia Airlines - gingen ervan uit dat het opengestelde luchtruim boven FL320 boven het oostelijk deel van Oekraïne veilig was. Dit ondanks het feit dat het conflict zich uitbreidde naar de lucht en ondanks dat volgens de Oekraïense autoriteiten wapensystemen waren gebruikt die civiele vliegtuigen op kruishoogte kunnen bereiken.

4. Andere staten

Toen het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich van eind april tot juli uitbreidde naar het luchtruim, heeft voor zover de Onderzoeksraad heeft kunnen nagaan geen enkele staat zijn luchtvaartmaatschappijen en piloten expliciet gewaarschuwd dat het luchtruim boven het conflictgebied toenemend onveilig was, of een vliegverbod uitgevaardigd. Staten die informatie verzamelden over het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne waren gefocust op de ontwikkelingen op de grond en militaire luchtactiviteiten en op de mogelijke geopolitieke en militair-strategische gevolgen daarvan. Mogelijke risico's voor overvliegend burgerluchtverkeer zijn niet onderkend.

5. ICAO

ICAO heeft in de periode dat het conflict in het oostelijk deel van Oekraïne zich naar het luchtruim uitbreidde de Oekraïense autoriteiten geen vragen gesteld over het luchtruimbeheer of assistentie aangeboden. Dit gebeurde ook niet naar aanleiding van de verklaring van de Oekraïense autoriteiten op 14 juli 2014 over de beschieting van de Antonov An-26.

6. Land van vertrek Nederland

Als land van vertrek van vlucht MH17 had Nederland geen verantwoordelijkheid om de buitenlandse luchtvaartmaatschappij Malaysia Airlines adviezen of aanwijzingen te geven over het overvliegen van het oostelijk deel van Oekraïne, dan wel te verbieden dat luchtruim te gebruiken.

7. Nederland

Nederland had geen in Nederlandse wetgeving vastgelegde bevoegdheid om luchtvaartmaatschappijen die in Nederland zijn gevestigd vliegverboden voor buitenlands luchtruim op te leggen.

8. Informatie bij Nederlandse diensten

Voorafgaand aan de crash van vlucht MH17 op 17 juli was bij de Nederlandse inlichtingen- en veiligheidsdiensten geen informatie aanwezig over een concrete dreiging tegen de burgerluchtvaart die gebruik maakte van het luchtruim boven het oostelijk deel van Oekraïne.

10.6 Ondersteunende conclusies (vliegen over conflictgebieden)**1. Luchtruimbeheer**

- a. De verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het luchtruim is in het internationale stelsel van verantwoordelijkheden exclusief bij de soevereine staat belegd. Het uitgangspunt van soevereiniteit kan tot kwetsbaarheid leiden als staten te maken hebben met gewapende conflicten op hun grondgebied en in hun luchtruim.
- b. Het komt zelden voor dat een dergelijke staat zijn eigen luchtruim sluit of aeronautische informatie verstrekt met concrete informatie of waarschuwingen over dat conflict. In sommige gevallen zijn het andere staten die hun luchtvaartmaatschappijen en piloten beperken of verbieden het luchtruim boven dergelijke conflictgebieden te gebruiken.
- c. Het ontbreekt aan effectieve prikkels om de soevereine staten te bewegen hun verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het luchtruim waar te maken.
- d. Gezien de kwetsbaarheid van staten die te maken hebben met een gewapend conflict, mogen luchtvaartmaatschappijen en andere bij de luchtvaart betrokken partijen niet als vanzelfsprekend aannemen dat het luchtruim boven het conflict veilig is. Zij dienen zelf een risicobeoordeling te maken van de risico's van het overvliegen van conflictgebieden.
- e. Daar waar staten (kunnen) beschikken over informatie die relevant is voor die risicobeoordeling, is het wenselijk dat zij die gestructureerd delen met luchtvaartmaatschappijen. De staten die informatie verzamelen over conflictgebieden

zouden daarbij rekening kunnen houden met patronen van gebruik van het lucht-
ruim door de burgerluchtvaart.

2. Risicobeoordeling

In de huidige dreigingsanalyses is alleen sprake van een concrete dreiging als zowel capaciteit als intentie met voldoende zekerheid zijn vastgesteld. Ook als over die factoren geen zekerheid bestaat, kunnen er bij een gewapend conflict risico's zijn voor de burgerluchtvaart. Deze worden in de huidige praktijk van risicobeoordeling te vroeg als onwaarschijnlijk uitgesloten.

3. Risicoverhogende factoren

De identificatie en het gebruik van risicoverhogende factoren zijn van belang om scherper inzicht te krijgen in de waarschijnlijkheid van scenario's bij een gewapend conflict.

11 AANBEVELINGEN

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding

Deel A: 2 Feitelijke informatie

Deel A: 3 Analyse

Deel B: Inleiding op deel B

Deel B: 4 Besluitvorming

Deel B: 5 De situatie

Deel B: 6 Vlucht MH17

Deel B: 7 Overvliegen van Oekraïne

Deel B: 8 Het land van vertrek

Deel B: 9 Risico- beoordeling

10 Conclusies

11 Aanbevelingen

12 Afkortingen en begrippen

13 Bijlagenlijst

Passagiers die een vliegreis maken, moeten ervan kunnen uitgaan dat de luchtvaartmaatschappij van hun keuze al het mogelijke heeft gedaan om de vlucht veilig uit te voeren en dat staten er voor zorgen dat het luchtruim waardoor zij vliegen veilig is. Luchtvaartmaatschappijen, die de vliegroute kiezen, moeten er op hun beurt op kunnen vertrouwen dat staten hun luchtruim beperken of sluiten als het onveilig is voor de burgerluchtvaart. Ook zouden luchtvaartmaatschappijen er op moeten kunnen vertrouwen dat staten die beschikken over informatie over risico's en dreigingen in buitenlands luchtruim er voor zorgen dat die informatie indien nodig ook leidt tot adviezen of waarschuwingen over het gebruik van dat luchtruim.

In de praktijk werkt dit stelsel echter nog niet zoals zou moeten. Dit onderzoek toont aan dat de huidige inrichting en werking van het stelsel van verantwoordelijkheden voor de burgerluchtvaart niet in alle gevallen leidt tot een adequate beoordeling van de risico's die gepaard gaan met het overvliegen van conflictgebieden. Gezien de geconstateerde kwetsbaarheden acht de Onderzoeksraad voor Veiligheid het urgent dat stelsel te versterken. Dat geldt voor de regelgeving, de wijze waarop verantwoordelijkheden zijn belegd en worden ingevuld, en voor de samenwerking tussen partijen.

Daartoe is het naar het oordeel van de Onderzoeksraad noodzakelijk om op drie gerelateerde niveaus verbeteringen te realiseren. Het eerste niveau betreft het beheer van het luchtruim in staten die te maken hebben met een gewapend conflict op hun grondgebied. Het tweede niveau betreft de wijze waarop andere staten en luchtvaartmaatschappijen risico's van het overvliegen van conflictgebieden beoordelen. Het derde niveau betreft de verantwoording die luchtvaartmaatschappijen zouden moeten afleggen over hun keuzen al dan niet over conflictgebieden te vliegen.

Meer aandacht voor de eerste twee niveaus zorgt voor verbetering van de veiligheid en verkleint naar het oordeel van de Raad de kans op een crash zoals die van vlucht MH17. Aandacht voor het derde niveau moet leiden tot transparantie bij luchtvaartmaatschappijen over hun keuzes voor vliegroutes en dat kan leiden tot een betere risico-beoordeling.

Om verbeteringen op deze drie niveaus te realiseren, dienen zowel in nationaal als in en internationaal verband initiatieven te worden genomen. De Onderzoeksraad roept staten en betrokken internationale organisaties op zich daartoe zoveel mogelijk in te spannen.

Niveau 1: Luchtruimbeheer in conflictgebieden

Het soevereiniteitsbeginsel vormt de basis van het Verdrag van Chicago. Dat beginsel houdt in dat iedere staat verantwoordelijk is voor zijn eigen luchtruim en zelf bepaalt hoe dat luchtruim wordt gebruikt en door wie. De veiligheid van het luchtruim is inbegrepen

in deze verantwoordelijkheid van staten. Wanneer een staat kampt met een gewapend conflict op zijn grondgebied kan deze staat echter moeite hebben de veiligheid van het luchtruim te verzekeren. De Onderzoeksraad acht het daarom van belang dat soevereine staten in dergelijke situaties meer prikkels en ondersteuning krijgen bij het invullen van deze verantwoordelijkheid. Hierbij denkt de Raad enerzijds aan een scherpere duiding van de verantwoordelijkheid van staten voor hun luchtruim en anderzijds aan een sterkere, meer proactieve rol voor de internationale burgerluchtvaartorganisatie ICAO. Dit laatste vraagt ook een meer actieve rol van staten in de richting van ICAO.

De volgende onderwerpen verdienen hierbij de aandacht:

- Het tijdig sluiten of beperken van het gebruik van het luchtruim;
- Het zo spoedig mogelijk beschikbaar maken van informatie voor derden in geval van een gewapend conflict met mogelijke risico's voor de burgerluchtvaart;
- Een zodanige coördinatie tussen de civiele en militaire luchtverkeersleiding ten tijde van een gewapend conflict dat de staat zijn verantwoordelijkheid voor de veiligheid van de burgerluchtvaart in het luchtruim kan waarmaken.

Dit vergt veranderingen in het Verdrag van Chicago zelf, en in Standaarden en Aanbevolen werkwijzen. De Raad komt daartoe tot de volgende aanbevelingen:

Aan ICAO:

1. Leg in Standaarden vast dat landen die te maken hebben met een gewapend conflict op hun grondgebied, tijdig zo concreet mogelijke informatie moeten publiceren over de aard en omvang van dreigingen van dat conflict en de gevolgen daarvan voor de burgerluchtvaart. Zorg voor duidelijke definities van relevante begrippen, zoals conflictgebied en gewapend conflict.
2. Vraag staten met een gewapend conflict om aanvullende informatie indien gepubliceerde aeronautische of andere publicaties daar aanleiding toe geven; bied assistentie aan en overweeg een State Letter uit te geven als staten, naar het oordeel van ICAO, onvoldoende invulling geven aan hun verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het luchtruim voor de burgerluchtvaart.
3. Actualiseer de Standaarden en Aanbevolen werkwijzen met betrekking tot de gevolgen van gewapende conflicten voor de burgerluchtvaart, en zet de betreffende Aanbevolen werkwijzen zo veel mogelijk om in Standaarden, opdat staten zo veel mogelijk eenduidige maatregelen nemen als de veiligheid van de burgerluchtvaart mogelijk is in het geding is.

Aan lidstaten van ICAO:

4. Zorg ervoor dat in het Verdrag van Chicago en de onderliggende Standaarden en Aanbevolen werkwijzen de verantwoordelijkheid van staten met betrekking tot de veiligheid van hun luchtruim zodanig wordt aangescherpt, dat duidelijk is in welke gevallen het luchtruim zou moeten worden gesloten.

Het initiatief hiervoor zou kunnen liggen bij staten die het meest betrokken zijn bij het onderzoek naar de crash van vlucht MH17.

Niveau 2: Risicobeoordeling

Uit het onderzoek blijkt dat luchtvaartmaatschappijen er niet op voorhand van kunnen uitgaan dat een opengesteld luchtruim boven een conflictgebied veilig is. Dat betekent dat luchtvaartmaatschappijen, vanuit hun verantwoordelijkheid voor een veilige vlucht-uitvoering, een eigen risicobeoordeling zouden moeten maken, niet alleen van de landen waar zij bestemmingen hebben, maar ook van de landen waar zij overheen vliegen. Staten worden geacht bij te dragen aan deze risicobeoordeling door relevante informatie over het conflict te delen.

Informatievoorziening

Verbetering van de informatiepositie van luchtvaartmaatschappijen is in de eerste plaats een zaak voor de maatschappijen zelf. Zij zullen actiever informatie moeten vergaren over conflictgebieden en relevante dreigingsinformatie zoveel mogelijk met elkaar moeten delen. Als staten over relevante dreigingsinformatie met betrekking tot het luchtruim beschikken, zou deze via een gestructureerd proces tijdig met luchtvaartmaatschappijen en andere belanghebbende partijen moeten worden gedeeld. De veiligheid van passagiers, bemanningen en vliegtuigen kan worden vergroot als staten deze informatie voor alle luchtvaartmaatschappijen toegankelijk maken en niet alleen voor de in het eigen land gevestigde luchtvaartmaatschappijen.

Met betrekking tot de beschikbaarheid van dreigingsinformatie komt de Onderzoeksraad tot de onderstaande aanbeveling.

Aan ICAO en IATA:

5. Bevorder dat staten en luchtvaartmaatschappijen die beschikken over relevante informatie over dreigingen met betrekking tot een buitenlands luchtruim, deze tijdig ter beschikking stellen aan anderen die hier in verband met de luchtvaartveiligheid belang bij hebben. Zorg voor een uitbreiding en aanscherping van de hiervoor relevante artikelen in de betreffende ICAO Annexen.

Risicobeoordeling

De risicobeoordeling kan verbeteren indien daarbij ook de onvoorspelbaarheid van een gewapend conflict en risicoverhogende factoren voor de burgerluchtvaart een rol krijgen. Met betrekking tot de beoordeling van dreigingsinformatie komt de Onderzoeksraad tot de onderstaande aanbevelingen.

Aan ICAO:

6. Wijzig relevante Standaarden zodanig dat risicoanalyses ook betrekking moeten hebben op dreigingen voor de burgerluchtvaart in het luchtruim op kruishoogte, met name bij het overvliegen van conflictgebieden. Daarbij zouden onzekerheid en risico-

verhogende factoren een rol moeten spelen, in lijn met de voorstellen van de Working Group on Threat and Risk van ICAO.

Aan IATA:

7. Zorg ervoor dat deze Standaarden met betrekking tot risicobeoordeling doorwerken in de *IATA Operational Safety Audits (IOSA)*.

Aan staten (State of Operator):

8. Zorg ervoor dat luchtvaartmaatschappijen via de nationale regelgeving worden verplicht risicoanalyses te maken van het overvliegen van conflictgebieden. Daarbij zouden onzekerheid en risicoverhogende factoren een rol moeten spelen, in lijn met de voorstellen van de Working Group on Threat and Risk van ICAO.

Aan ICAO en IATA:

9. Organiseer aanvullend op al genomen acties, zoals de website (*ICAO conflict zone Information Repository*) met berichten over conflictgebieden, een platform voor het uitwisselen van ervaringen en *good practices* ten aanzien van het beoordelen van de risico's aangaande het overvliegen van conflictgebieden.

Niveau 3: Verantwoording door luchtvaartmaatschappijen

Het is niet transparant welke vluchten van luchtvaartmaatschappijen over welke conflictgebieden gaan. Idealiter zouden luchtvaartmaatschappijen informatie over te vliegen en recent gevlogen routes actief beschikbaar moeten stellen, zodat eenieder in de gelegenheid is zich hier een oordeel over te vormen, waardoor de maatschappelijke aandacht hiervoor wordt vergroot. Als eerste stap op weg hiernaartoe zouden luchtvaartmaatschappijen periodiek openbaar verantwoording moeten afleggen over de door hen gekozen routes over conflictgebieden. Op grond hiervan komt de Onderzoeksraad tot de volgende aanbevelingen:

Aan IATA:

10. Zorg ervoor dat de bij IATA aangesloten luchtvaartmaatschappijen afspraken maken over hoe zij informatie over vliegroutes over conflictgebieden op voor potentiële passagiers transparante wijze publiceren en daar verantwoording over afleggen.

Aan luchtvaartmaatschappijen:

11. Leg openbaar verantwoording af over gekozen vliegroutes, minimaal eenmaal per jaar.

12 AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

Afkortingen

AAIB	<i>Air Accidents Investigation Branch</i> (instantie voor luchtvaartongevals-onderzoek, Verenigd Koninkrijk)
AAPA	<i>Association of Asia Pacific Airlines</i> (samenwerkende luchtvaartmaatschappijen in Azië en de Pacific)
ACARS	<i>Aircraft Communications Addressing and Reporting System</i> (systeem voor radiocommunicatie tussen vliegtuigen en grondstations)
ACI	<i>Airports Council International</i> (internationale branche-organisatie van luchthavens)
AIC	<i>Aeronautical Information Circular</i>
ADIRS	<i>Air Data Inertial Reference System</i>
AIP	<i>Aeronautical Information Publication</i>
AIVD	Algemene Inlichtingen- en Veiligheidsdienst
AMSL	<i>above mean sea level</i> (hoogte boven gemiddeld zeeniveau (in voeten))
ANSP	<i>Air Navigation Service Provider</i> (luchtverkeersdienstverlener, ook Air Traffic Service Provider genoemd)
AOC	<i>Air Operator's Certificate</i> (vergunning tot vluchtuitvoering)
APU	<i>auxiliary power unit</i> (hulpaggregaat)
ASCPC	<i>air supply cabin pressure controllers</i> (cabineluchtdrukregelaars)
ATC	<i>air traffic control</i> (luchtverkeersleiding)
ATL	<i>Aeroplane Technical Log</i> (logboek voor technische onderhoudsstatus van een luchtvaartuig)
ATM	<i>air traffic management</i> (luchtverkeersbeveiliging)
ATSB	<i>Australian Transport Safety Bureau</i> (instantie voor luchtvaartongevals-onderzoek, Australië)
AWACS	<i>Airborne Warning and Control System</i> (vliegend radarsysteem voor luchtruimbewaking)
BC	ballistische coëfficiënt
°C	graden Celsius
CAM	<i>cockpit area microphone</i> (cockpitomgevingsmicrofoon)
CAVOK	<i>Ceiling And Visibility OK</i> (luchtvaartmeteorologische aanduiding)
cm	centimeter
CML	Centrum voor Mens en Luchtvaart, Soesterberg
CoA	<i>Certificate of Airworthiness</i> (Bewijs van Luchtwaardigheid)
CRCO	<i>Central Route Charges Office</i> (onderdeel van EUROCONTROL dat belast is met de facturering, inning en verdeling van de vergoedingen voor het gebruik van de vliegroutes)

CTIVD	Commissie van Toezicht betreffende de Inlichtingen- en Veiligheidsdiensten
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i> (cockpitgeluidsrecorder)
DCA	<i>Department of Civil Aviation</i> (Burgerluchtvaartautoriteit, Maleisië)
Defat	Defensie-attaché, militair ambtenaar verbonden aan één of meer ambassades met als taak het in kaart brengen van (militaire) ontwikkelingen in het buitenland
DfT	<i>Department for Transport</i> (ministerie van transport, Verenigd Koninkrijk)
DOF	<i>direction of flight</i> (vliegrichting)
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i> (Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart)
ECAC	<i>European Civil Aviation Conference</i> (Europese organisatie met als doel de verdere ontwikkeling van een veilig, efficiënt en duurzaam Europees luchtvaartsysteem te bevorderen)
EDX	<i>energy dispersive X-ray analysis</i> (energiedispersieve röntgenanalyse)
EHAM	Locatie-indicatie (ICAO) voor luchthaven Schiphol Amsterdam
ELT	<i>Emergency Locator Transmitter</i> (plaatsaanduidende noodzender)
EUROCONTROL	<i>European Organisation for the Safety of Air Navigation</i> (Europese organisatie voor de veiligheid van luchtvaarnavigatie).
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i> (Federale Luchtvaartautoriteit, Verenigde Staten)
FATA	<i>Federal Air Transport Agency</i> (federale luchtvaartautoriteit van de Russische Federatie, ook wel Rosaviatsia)
FDC	<i>Flight Data Center</i>
FDR	<i>Flight Data Recorder</i> (recorder voor vluchtgegevens)
FIB	Focused Ion Beam (gerichte ionenbundel)
FIR	<i>Flight Information Region</i> (vluchtinformatiegebied)
FL	<i>flight level</i> (hoogte uitgedrukt per 100 voet ten opzichte van het luchtdrukvlak van 1,013.25 hectopascal. FL330 is gelijk aan 33.000 voet of 10.058 meter)
g	kracht veroorzaakt door versnelling, g-kracht
GKOV	Государственная корпорация по организации воздушного движения - Luchtverkeersbeveiligingsdienst van de Russische Federatie
GND	<i>ground level</i> (grondniveau)
GPS	<i>Global Positioning System</i> (wereldwijd plaatsbepalingssysteem)
HCSS	<i>The Hague Centre for Strategic Studies</i>
HP	<i>high pressure</i> (hoge druk)
hPa	hectopascal
IAC	<i>Interstate Aviation Committee</i> (IAK: Межгосударственный авиационный комитет)

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

IATA	<i>International Air Transport Association</i> (mondiale belangenorganisatie voor luchtvaartmaatschappijen)
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i> (internationale burgerluchtvaartorganisatie)
ICCb	Interdepartementale Commissie Crisisbeheersing
IFALPA	<i>International Federation of Air Line Pilots' Associations</i> (internationale belangenorganisatie van verkeersvliegers)
IFATCA	<i>International Federation of Air Traffic Controllers Associations</i> (internationale belangenorganisatie van luchtverkeersleiders)
IOSA	<i>IATA Operational Safety Audit</i> (evaluatiesysteem om de operationele veiligheid bij luchtvaartmaatschappijen te beoordelen)
JTAC	<i>Joint Terrorism Analysis Centre</i>
kg	kilogram
KLu	Koninklijke Luchtmacht
km	kilometer
km/u	kilometer per uur
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
kPa	kilopascal
kts	knots/knopen, maat voor de snelheid. 1 kt = 1,852 km/u
LTFO	Landelijk Team Forensische Opsporing
m	meter
MANPADS	<i>Man-portable air-defence system</i> (draagbaar luchtverdedigings-systeem)
MAS	<i>Malaysian Airline System Berhad</i> (in juli 2014 moederbedrijf van Malaysia Airlines)
MCCb	Ministeriële Commissie Crisisbeheersing
MET	Midden-Europese (zomer-)Tijd (lokale (zomer)tijd in Nederland, ook wel <i>Central European (summer) Time, CET</i>)
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> (actueel weerrapport van de luchthaven)
MH	IATA-code voor Malaysia Airlines
MIVD	Militaire Inlichtingen- en Veiligheidsdienst
ms	milliseconde (één duizendste van een seconde = 0,001 seconde)
m/s	meter per seconde
NAVO	Noord-Atlantische Verdrags Organisatie
NBAAI	<i>National Bureau of Air Accidents Investigation of Ukraine</i> (instantie voor luchtvaartongevalsonderzoek, Oekraïne)
NCTV	Nationaal Coördinator Terrorismebestrijding en Veiligheid
NFI	Nederlands Forensisch Instituut
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NM	Nautische mijl (1 NM = 1852 m)
NOTAM	<i>Notice to Airmen</i> (bericht aan luchtvaardenden)
NOTOC	<i>Notice to captain</i> (bericht aan gezagvoerder)

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i> (Raad voor Transportveiligheid, Verenigde Staten)
O ₂	zuurstof
OCC	<i>Operations Control Centre</i> (controlecentrum van een luchtvaartmaatschappij)
OVSE	Organisatie voor Veiligheid en Samenwerking in Europa
psi	<i>pound per square inch</i> (pond per vierkante inch, eenheid van druk)
PSU	<i>passenger service unit</i> (het onderdeel in de cabine boven de passagiersstoelen dat onder andere leeslampjes, ventilatiegaten van de airconditioning, en de zuurstofmaskers bevat)
QAR	<i>Quick Access Recorder</i> (gegevensrecorder)
RNBO	Ради національної безпеки і оборони України - De nationale veiligheids- en defensieraad van Oekraïne
SAM	<i>Surface-to-Air Missile</i> (grond-luchtraket; afhankelijk van het bereik onderscheidt men grond-luchtraketten voor korte, middellange en lange afstand)
SARPs	<i>Standards and Recommended Practices</i> (standaarden en aanbevolen werkwijzen) van ICAO
SASU	<i>State Aviation Service Ukraine</i> (staatsluchtvaartautoriteit, Oekraïne)
SATCOM	<i>Satellite communication</i> (satellietcommunicatie)
SES	<i>State Emergency Service</i> (Oekraïense noodhulpdiensten)
SFAR	<i>Special Federal Aviation Regulation</i> (speciale wetgeving van de Amerikaanse luchtvaartautoriteit)
SFC	<i>surface</i> (oppervlak)
SIB	<i>Safety Information Bulletin</i> (door EASA uitgegeven bulletin met veiligheidsinformatie)
SIGMET	<i>significant meteorological information</i> (belangrijke weerkundige informatie)
SSFDR	<i>solid state flight data recorder</i> (solid-state recorder voor vluchtgegevens)
SSP	<i>State Safety Programme</i> (luchtvaartveiligheidsprogramma van een staat)
STA	station
TF RCZ	<i>ICAO Task Force on Risks to Civil Aviation arising from Conflict Zones</i>
TNO	Nederlandse organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TNT	trinitrotolueen
TUC	<i>time of useful consciousness</i> (tijd van bruikbaar bewustzijn)
UKBB	Locatie-indicatie (ICAO) voor de luchthaven Kyiv Borispil
UKDD	Locatie-indicatie (ICAO) voor de luchthaven Dnipropetrovsk
UKDR	Locatie-indicatie (ICAO) voor de luchthaven Kryvyi Righ

UKDV	Locatie-indicatie (ICAO) voor de het vluchtinformatiegebied Dnipropetrovsk
UKHH	Locatie-indicatie (ICAO) voor de luchthaven Charkiv
UkSATSE	<i>Ukrainian State Air Traffic Services</i> (luchtverkeersdienstverlener, Oekraïne)
UNL	<i>unlimited</i> (onbeperkt)
UTC	<i>universal co-ordinated time</i> (gecoördineerde wereldtijd)
VAE	Verenigde Arabische Emiraten
VHF	<i>very high frequency</i> (radio met zeer hoge frequentie)
WGTR	<i>ICAO Aviation Security Panel Working Group on Threat and Risk</i>
WMKP	Locatie-indicatie (ICAO) voor de luchthaven Penang, Maleisië
WMMK	Locatie-indicatie (ICAO) voor de internationale luchthaven van Kuala Lumpur, Maleisië
WMSA	Locatie-indicatie (ICAO) voor de luchthaven Abdul Shah/Subang, Maleisië

Begrippen

Aeronautische Informatie Circulaire

Een melding met inlichtingen die niet in aanmerking komen voor publicatie in een NOTAM of in het AIP, maar wel in verband staan met de vliegveiligheid, vluchtuitvoering of technische, administratieve of wetgevende aangelegenheden.

Aeronautische Informatie Publicatie

Een publicatie die door of op gezag van een staat wordt uitgegeven, met aeronautische informatie van blijvende aard die essentieel is voor de luchtvaarnavigatie.

Aircraft Communications Addressing and Reporting System (ACARS)

Dit is een communicatiesysteem voor het uitwisselen van berichten tussen grondstations (luchtvaartmaatschappij, onderhoudsafdeling, luchtvaartuig- of systeemfabrikant, enz.) en luchtvaartuigen. Voor het doel van het onderzoek is niet alleen de inhoud van de berichten van belang, maar de uitwisseling van berichten kan op zichzelf ook gezien worden als een bevestiging van het functioneren van de communicatiesystemen. ACARS-berichten kunnen verzonden worden via radio met zeer hoge frequentie (VHF) of via satellietcommunicatiefrequenties (SATCOM).

Annex

In dit rapport wordt het woord Annex gebruikt ter verwijzing naar een van de 19 Annexen bij het Verdrag inzake de burgerluchtvaart. Een Annex bevat internationale standaarden en aanbevolen werkwijzen (*Standards and Recommended Practices*) zoals die met betrekking tot luchtvaartveiligheid en -beveiliging. Lidstaten nemen de standaarden in acht en nemen deze op in de nationale wetgeving tenzij zij melding maken van een verschil ten opzichte van een ICAO-standaard.

ATC vliegplan

Aan eenheden voor luchtverkeersdiensten verstrekte specifieke informatie over een voorgenomen vlucht of deel van een vlucht, zoals luchthaven van vertrek en van aankomst, de te volgen route, gewenste vlieghoogte(s) op deze route, type en registratie van het vliegtuig, etc.

Beladingsdocument

Een document dat wordt opgesteld vóór de vlucht en informatie bevat over het gewicht van het luchtvaartuig, het gewicht van aan boord zijnde hoeveelheid brandstof, passagiers en vracht, en de positie van het zwaartepunt van het luchtvaartuig.

Bewolkt (meteorologische term)

Bewolking die de hemel tussen vijf achtsten en zeven achtsten bedekt.

Boeing 777

Het vliegtuig dat onderwerp is van dit onderzoek is een model uit de 200-serie van de Boeing 777. De termen Boeing 777 en 777 zijn synoniemen.

Coasting

Een 'coasting'-modus is een modus waarbij de radarecho tijdelijk is onderbroken en de positie en hoogte worden geëxtrapoleerd en weergegeven op basis van de eerder ontvangen radar- en vliegplangegevens. Dit fenomeen is vergelijkbaar met de manier waarop een autonavigatiesysteem beweging van het voertuig blijft weergeven wanneer het zich in een tunnel bevindt en geen signaal kan ontvangen.

Cockpit Voice Recorder

Een opnameapparaat dat gebruikt wordt om de geluiden in de cockpit van een vliegtuig op te nemen, waaronder algemene geluiden en de communicatie tussen de bemanningsleden en met luchtverkeersleiders op de grond. In het geval van vlucht MH17 was een digitale solid-state recorder geïnstalleerd.

Conflictgebied

Gebied waarin verschillende partijen betrokken zijn bij een gewapend conflict.

CT scan

CT is de afkorting van computertomografie. Door middel van CT kunnen driedimensionale röntgenafbeeldingen worden gemaakt van het lichaam.

Cycli

Het aantal cycli kan betrekking hebben op twee begrippen:

- het aantal vluchten (van opstijgen tot landen) gemaakt door een vliegtuig, of
- het aantal cycli van een systeem; d.w.z. het aantal keren dat een systeem wordt gestart en vervolgens gestopt.

Decompressie

Het wegvallen van de (kunstmatig op peil gehouden) luchtdruk en daarmee de toevoer van zuurstof in de vliegtuigcabine.

Dreiging (threat)

De intentie en/of potentie van personen of organisaties om schade toe te brengen.

Drukcabine

Deel van het vliegtuig, waar de luchtdruk en de temperatuur gereguleerd worden, zodat inzittenden niet blootgesteld worden aan de omgevingscondities op grote hoogte. Naast het gedeelte voor passagiers, bevinden ook de cockpit en het laadruim zich binnen deze drukkabine.

Druk golf

Golf van hete lucht veroorzaakt door een explosie, ook bekend als 'blast'.

Emergency Locator Transmitter

Een radiobaken dat verbinding maakt met diensten die aangeboden worden door het Internationale COSPAS-SARSAT programma voor opsporing en redding.

Flight Data Recorder

Een opnameapparaat dat gebruikt wordt om de invoer- en uitvoerparameters van een vliegtuig tijdens de vlucht vast te leggen. In het geval van vlucht MH17 was de geïnstalleerde vluchtgegevensrecorder een digitale solid-state recorder.

Gecoördineerde wereldtijd

Een internationaal systeem waardoor de lokale tijd met een referentietijd op de nulmeridiaan (0 graden lengtegraad) kan worden vergeleken. Ten tijde van de crash was het in Nederland UTC +2 (Midden-Europese (zomer-)tijd of MET) en was het in Oekraïne UTC +3. Tenzij anders aangegeven worden alle tijden in dit rapport in een 24-uursnotatie gegeven en weergegeven in UTC, gevolgd door de Midden-Europese (zomer-)tijd tussen haakjes.

Gevaar

Elke bron van potentiële schade, letsel of nadelige gevolgen voor de gezondheid van iets of iemand.

hectopascal

De internationale meeteenheid voor atmosferische druk.

Hoogenergetische deeltjes

In dit rapport wordt de term 'hoogenergetisch object' veelvuldig in het enkel- en meervoud gebruikt. In de context van het onderzoek wordt de term gebruikt voor de kleine objecten die aangetroffen zijn en waarvan is vastgesteld dat ze niet tot het vliegtuig, de uitrusting daarvan of de belading behoorden. Vastgesteld is dat deze objecten van buiten het vliegtuig kwamen en dat zij met hoge snelheid in het vliegtuig zijn ingeslagen. Sommige van de delen verplaatsten zich met een snelheid die zo hoog was dat zij bedekt waren met sporen van gesmolten cockpitglas en/of aluminium. Details over het exacte aantal, vorm, grootte en oorsprong van de objecten worden in het rapport beschreven.

ICAO

De Internationale Burgerluchtvaartorganisatie (ICAO) is een gespecialiseerd agentschap van de Verenigde Naties. Deze intergouvernementele organisatie werd opgericht in 1947 op basis van het Verdrag inzake de Internationale Burgerluchtvaart (Verdrag van Chicago). De doelstellingen van ICAO zijn om de principes en technieken van de internationale luchtvaart te ontwikkelen en de planning en ontwikkeling van het internationale luchtvervoer te bevorderen om zo, onder andere, een veilige en ordelijke groei te bewerkstelligen van de internationale burgerluchtvaart in de hele wereld. Het Verdrag van Chicago is van toepassing op burgerluchtvaartuigen. ICAO heeft momenteel 191 lidstaten, waaronder Oekraïne, Maleisië en Nederland.

Interstate Aviation Committee (IAC)

De commissie voor veilig luchtvaartverkeer (MAK in het Cyrillisch) werd in 1991 op basis van een intergouvernementele overeenkomst opgericht. De volgende staten zijn lid van de IAC: Armenië, Azerbeidzjan, Wit-Rusland, Kazachstan, Kirgizië, Moldavië, Russische Federatie, Tadzjikistan, Turkmenistan, Oekraïne en Oezbekistan.

knoop

Snelheidseenheid gebruikt in de luchtvaart waarbij één knoop gelijk is aan één nautische mijl per uur, ofwel 1.852 m per uur.

Kruishoogte of -level

Een hoogte of vliegniveau die/dat gedurende een aanzienlijk deel van de vlucht wordt aangehouden; in dit rapport verwijst dit naar de kruishoogte van door een straalmotor aangedreven passagiersvliegtuigen.

Langsspant

Een structureel element van een vliegtuig dat het vliegtuig zijn stijfheid geeft. In het geval van de romp werken deze langs de lengteas van het vliegtuig.

MANPADS

Draagbare, vanaf de schouder gelanceerde grond-luchtraket, die bekend staat als '*man-portable air defence system*'.

Mode S

Deze term wordt gebruikt voor secundaire surveillanceradars en de data die zij verzenden/ontvangen.

NOTAM

Een via telecommunicatie verspreid bericht met inlichtingen over de instelling, toestand of verandering van enige luchtvaartfaciliteit, -dienstverlening, -procedure of -gevaar, waarvan het noodzakelijk is dat operationeel luchtvaartpersoneel tijdig kennis neemt.

NOTOC

Een document uitgegeven aan de cockpitbemanning dat door gronddiensten wordt gebruikt om details over gevaarlijke goederen of speciale lading aan boord door te geven.

Passagiersdeuren

Het Boeing 777-200 vliegtuig heeft acht passagiersdeuren, vier aan elke zijde. In de tekst wordt hiernaar verwezen met een cijfer (1 tot 4), van de voorste deur naar de achterste deur en met een letter 'L' of 'R' voor links of rechts. De voorste passagiersdeur links wordt in de tekst 'deur 1L'.

Passenger service unit

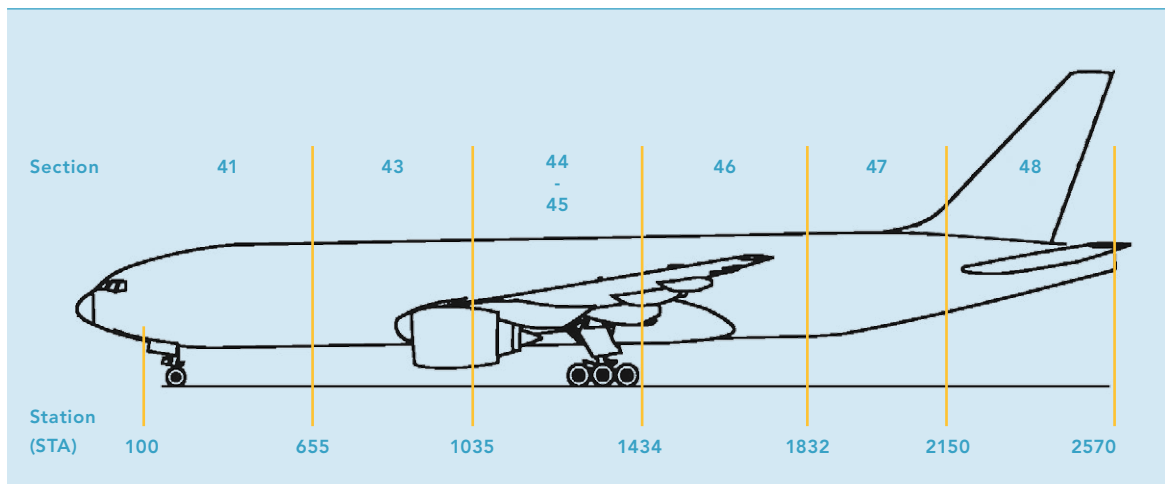
Het onderdeel in de cabine boven de passagiersstoelen dat onder andere leeslampjes, ventilatiegaten van de airconditioning, en de zuurstofmaskers bevat.

Risico

De kans op een ongewenste gebeurtenis.

Sectie

Om aan te geven waar bepaalde onderdelen van de structuur zich bevinden, heeft Boeing de romp verdeeld in zeven secties, zie Figuur 90. Deze zijn genummerd vanaf de voorzijde naar de achterzijde als secties 41 en 43, tot en met 48.



Figuur 90: Schematische weergave van de sectie en stations van de Boeing 777. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

Solenoid

Een solenoïde is een soort elektromagneet die wordt gebruikt voor het opwekken van een gecontroleerd magnetisch veld. De sloten die de zuurstofmaskers voor de passagiers in passagiersservice-eenheden (PSU) boven de passagiersstoelen houden, worden geregeld door een dergelijke elektromagneet.

Staat

In de context van dit rapport refereert het begrip 'staat' aan een land in zijn bestuurlijke hoedanigheid. In dit rapport is 'staat' geschreven met een hoofdletter, wanneer de tekst doelt op de verantwoordelijkheden van een staat die volgen uit het Verdrag van Chicago, zoals State of Operator, State of Occurrence, etc.

Station

Een manier om te refereren naar de locatie van een onderdeel van het vliegtuig door middel van de afstand, in inches, gemeten vanaf de neus van het vliegtuig. Dit wordt in

het rapport afgekort als 'STA' gevolgd door een nummer, bijvoorbeeld station 655 wordt dan STA655. Zie Figuur 90.

Target

In de context van dit onderzoek wordt het woord 'target' zowel gebruikt om de punten op een radarscherm te beschrijven die zijn afgeleid van signalen van een radarstation als in de militaire betekenis.

Underwater Locator Beacon

Zendapparaat dat is vastgemaakt aan de *Cockpit Voice Recorder* en/of *Flight Data Recorder* van het vliegtuig, en dat wordt geactiveerd door onderdompeling in water.

Veiligheid (safety)

De staat waarin de risico's verbonden aan luchtvaartactiviteiten met betrekking tot of ter directe ondersteuning van de vliegoperatie worden verminderd tot en gehandhaafd op een aanvaardbaar niveau.

Veiligheid (security)

Het beveiligen van de burgerluchtvaart tegen wederrechtelijke daden. Dit doel wordt bereikt door een combinatie van maatregelen met behulp van menselijke en materiële middelen.

Vliegniveau of FL

Een vlak van contante atmosferische druk die is gerelateerd aan een specifieke gegeven druk van 1.013,25 hectopascal (hPa). FL330 is ongeveer gelijk aan 33.000 voet of 10.058 meter boven gemiddeld zeeniveau.

Vluchtinformatiegebied

Een gebied in het luchtruim met vastgestelde begrenzings waarbinnen vluchtinformatie- en alarmeringsdiensten worden verleend.

voet

Maat voor de hoogte boven de grond. 1 voet = 0,3048 m.

Zwierbeweging (Dutch roll)

Beweging van een luchtvaartuig om de langsas in combinatie met gieren.

Schrijfwijzen

In dit rapport is een aantal schrijfwijzen gehanteerd:

- *Vliegtuig vs. luchtvaartuig*
In dit rapport wordt het woord 'vliegtuig' gebruikt voor vleugelvliegtuigen, zoals de Boeing 777 of soortgelijke toestellen. 'Luchtvaartuig' (aircraft) betekent 'vliegende voertuigen' in het algemeen en omvat zowel vliegtuigen, helikopters als andere vliegende voertuigen.
- *Breedtegraad en lengtegraad*

Locaties worden weergegeven in het WGS84-systeem, tenzij anders aangegeven. De gebruikelijke notatie is in graden, minuten en seconden: dd° mm' ss'N/ddd° mm' ss'E. Seconden kunnen, indien nodig, in twee of drie decimalen worden weergegeven voor een zeer gedetailleerde positiebeschrijving. In sommige gevallen worden de originele gegevens van de *Flight Data Recorder* in decimaal formaat gebruikt.

- *Getallen*

De volgende schrijfwijze wordt aangehouden: n.nnn.nnn,nn

- *Plaatsnamen*

Voor Oekraïense plaatsnamen wordt vernederlandst Oekraïens (bijv. Charkiv, Loehansk enz.) gebruikt. Vernederlandst Russisch wordt gebruikt voor plaatsnamen in de Russische Federatie.

13 BIJLAGENLIJST

Voorwoord

Samenvatting

1
InleidingDeel A:
2 Feitelijke
informatieDeel A:
3 AnalyseDeel B:
Inleiding op
deel BDeel B:
4 BesluitvormingDeel B:
5 De situatieDeel B:
6 Vlucht MH17Deel B:
7 Overvliegen
van OekraïneDeel B:
8 Het land van
vertrekDeel B:
9 Risico-
beoordeling10
Conclusies11
Aanbevelingen12
Afkortingen en
begrippen13
Bijlagenlijst

De volgende documenten zijn bijlagen van de twee delen:

DEEL A: OORZAKEN VAN DE CRASH

- A. Onderzoeksactiviteiten en deelnemers
- B. Referentie-informatie
- C. Vliegplan luchtverkeersleiding
- D. NOTAMs
- E. Informatie over belading
- F. Weerkaart en weersatellietfoto
- G. Transcripten ATC
- H. Opgenomen data
- I. Beelden radarscherm
- J. Informatie over de vliegtuigsystemen en motoren
- K. Methoden voor het analyseren van ballistische trajecten
- L. Typische soorten breuken
- M. Overeenkomst betreffende Oekraïense ATC data
- N. Achtergrond blootstelling inzittenden

DEEL B: VLIEGEN OVER CONFLICTGEBIEDEN

- O. Participanten in het onderzoek
- P. Ontwikkelingen relevant voor het onderzoek
- Q. Wet-en regelgeving
- R. Operators die over het oostelijk deel van Oekraïne vlogen
- S. Precedenten: incidenten met betrekking tot de burgerluchtvaart boven conflictgebieden
- T. Toezichtsrapport CTIVD
- U. Vliegen over conflictgebieden - beoordeling van risico's

BIJLAGEN BESCHIKBAAR VIA DE WEBSITE WWW.ONDERZOEKSRAAD.NL

- V. Overleg Deel A: Oorzaken van de crash
- W. Overleg Deel B: Vliegen over conflictzones
- X. NLR rapport: Onderzoek naar de inslagschade op de wrakstukken van vlucht MH17
- Y. TNO rapport: Reconstructie van het schadebeeld door inslag van hoog energetische deeltjes op Malaysia Airlines vlucht MH17
- Z. TNO rapport: Numerieke simulatie van de blastbelasting op vlucht MH17 van Malaysia Airlines als gevolg van de detonatie van een gevechtslading

De documenten in de bijlagen X, Y en Z zijn rapporten die geproduceerd zijn door derde partijen op verzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid. De Onderzoeksraad is niet verantwoordelijk voor de inhoud van deze rapporten. In het geval dat er verschillen zijn tussen de rapporten van derde partijen en het rapport van de Onderzoeksraad, dan zijn de opvattingen van de Onderzoeksraad verwoord in dit rapport.

Bezoekadres

Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
T 070 333 70 00
F 070 333 70 77

Postadres

Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1
Inleiding

Deel A:
2 Feitelijke
informatie

Deel A:
3 Analyse

Deel B:
Inleiding op
deel B

Deel B:
4 Besluitvorming

Deel B:
5 De situatie

Deel B:
6 Vlucht MH17

Deel B:
7 Overvliegen
van Oekraïne

Deel B:
8 Het land van
vertrek

Deel B:
9 Risico-
beoordeling

10
Conclusies

11
Aanbevelingen

12
Afkortingen en
begrippen

13
Bijlagenlijst