

6	302	LUXEMBURG	930
AZ	419	TURIN	935
LH	1122	NEAPEL	935
LH	1906	MADRID	935
LH	1022	STUTTGA RT HBF	935
AF	1701	LYON	940
AY	822	HELSINKI	940
AA	071	SFRANCISCO-DALLAS	945
AF	743	PARIS	945
LH	1118	VENEZIG	945
DL	023	DALLAS	950
	892	AMSTERDAM	950

18.171.56 • december 2018

Veiligheidsanalyse mitigerende maatregelen t.b.v. Kokkeltocht

Safety assessment van mitigerende maatregelen voor het veilig gebruik van de VFR-route BRAVO bij Special VFR-omstandigheden bij aanwezigheid van hoge windturbines langs de Kokkeltocht

Veiligheidsanalyse mitigerende maatregelen t.b.v. Kokkeltocht

Safety assessment van mitigerende maatregelen voor het veilig gebruik van de VFR-route BRAVO bij Special VFR-omstandigheden bij aanwezigheid van hoge windturbines langs de Kokkeltocht

Definitieve versie 1.0

Rapport

Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat
Directoraat Generaal Bereikbaarheid
Postbus 20904
2500 EX Den Haag

To70
Postbus 85818
2508 CM Den Haag
tel. +31 (0)70 3922 322
fax +31 (0)70 3658 867
E-mail: info@to70.nl

Door:
Robert Kok

Den Haag, december 2018

Inhoudsopgave

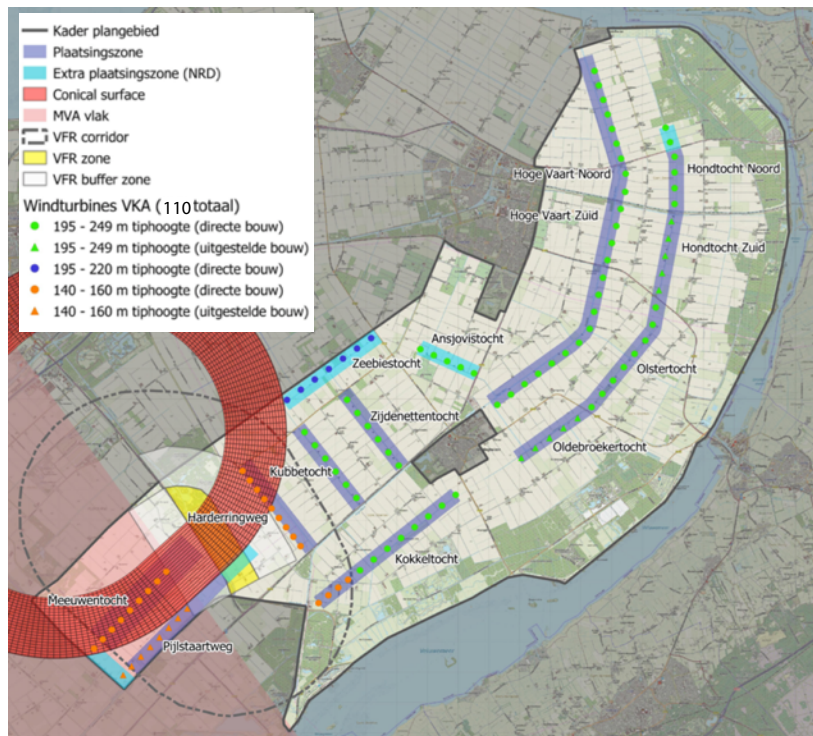
1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding.....	4
1.2	Vraagstelling en scope	5
1.3	Leeswijzer.....	5
2	Werkwijze.....	6
2.1	Definitie van het onderzoekscenario	6
2.2	Identificatie en classificatie van veiligheidsrisico's	7
2.3	Identificatie (en classificatie) van mitigerende maatregelen (indien noodzakelijk)	10
3	Definitie onderzoekscenario.....	11
3.1	Beoordeling voorgestelde maatregelen	11
3.2	Gebruik van de (verbeterde) VFR-route	20
3.3	Locatie en hoogte van relevante windturbines	22
4	Resultaten veiligheidsanalyse	24
4.1	Resultaten Kahoot!-sessie en classificatie van risico's.....	24
4.2	Toelichting risico's in de nominale situatie.....	26
4.3	Risico's in de niet-nominale situatie	28
4.4	Risicomatrix en aanvullende mitigerende maatregelen.....	31
5	Conclusies en aanbevelingen.....	35
	Bibliografie	38

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In september en oktober 2018 heeft To70 een analyse gedaan van de veiligheidsrisico's bij het gebruik van de zuidelijke VFR-route naar Lelystad Airport op een hoogte lager dan 1000 voet bij aanwezigheid van de bestaande en/of nieuwbouw windturbines uit het voorkeursalternatief (VKA7) van windplan Groen (To70, 2018). Op basis van deze veiligheidsanalyse en een studie door het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) is in november een pre-toets uitgevoerd door de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). Daarin is door ILT aangegeven dat voor het voorkeursalternatief van windplan Groen alleen een verklaring van geen bezwaar kan worden verleend als een deel van de beoogde windturbines niet wordt gerealiseerd of in hoogte wordt beperkt.

De hoogte beperking voor de gehele Kokkeltocht tot 500 voet (152 m) NAP in plaats van de gewenste 813 voet (248 m) NAP voor de acht meest noordoostelijke turbines (zie Figuur 1), is erg nadelig voor zowel de business case als de samenhang van windplan Groen. Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) heeft op verzoek van de Directeur Generaal Luchtvaart en Mobiliteit (DGLM) van ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) mogelijke mitigaties geïdentificeerd, die zouden kunnen worden ingezet om de risico's van hoge turbines aan de Kokkeltocht te mitigeren.. LVNL heeft geen beoordeling van de veiligheidsrisico's van deze maatregelen uitgevoerd, maar wordt in deze studie gedaan door een groep van experts.



Figuur 1: Windplan Groen VKA7 (EZK-versie 11 juli 2018¹)

¹ Het MVA vlak boven het noordoostelijk deel van Flevoland heeft een hoogte van 1800 voet (549 m) boven NAP. Het outer horizontal surface (OHS) heeft een hoogte van 146 m NAP. Beide vlakken zijn niet vermeld in de legenda.

1.2 Vraagstelling en scope

To70 is gevraagd om in aanvulling op de uitgevoerde veiligheidsanalyse een inschatting te maken van de veiligheidsrisico's van een scenario met mitigerende maatregelen waardoor de windturbines van de Kokkeltocht (zoveel als mogelijk) behouden kunnen blijven op de hoogte zoals voorzien in het voorkeursalternatief (zie Figuur 1).

Er is in overleg met LVNL en de General Aviation (GA) sector onderzocht of er een realistisch scenario van operationele maatregelen en zichtbaarheidskenmerken denkbaar is, waarmee de in de voorgaande studie geïdentificeerde veiligheidsrisico's kunnen worden gemitigeerd. De voorstellen van LVNL kunnen (indien van toepassing) worden aangevuld met door een expertgroep voorgestelde maatregelen. Voor elke voorgestelde mitigerende maatregel wordt een duidelijke afweging gemaakt waarom deze wel of niet in het scenario wordt opgenomen.

De scope van de studie is beperkt tot:

- De nieuwbouw windturbines van de Kokkeltocht, en
- Het gebruik van de VFR-route bij een vlieghoogte lager dan 1000 voet (304 m) NAP onder nominale en niet-nominale omstandigheden.

Op basis van deze veiligheidsanalyse kan door ILT een nieuwe pre-toets worden uitgevoerd als onderdeel van het proces om te komen tot een Verklaring van Geen Bezwaar (VvGB) voor windplan Groen, en in het bijzonder de nieuw te plaatsen windturbines van de Kokkeltocht. De resultaten van deze veiligheidsanalyse kan worden gebruikt om de risico's van doorsnijdingen van de wettelijke hoogtebeperkingsvlakken in de omgeving van de VFR-route te beoordelen en te bepalen welke doorsnijdingen wel of niet toegestaan kunnen worden.

1.3 Leeswijzer

In dit rapport worden de bevindingen van het veiligheidsonderzoek gepresenteerd. De werkwijze van de veiligheidsanalyse wordt beschreven in hoofdstuk 2. De motivatie van het onderzoekscenario voor het gebruik van de VFR-route wordt toegelicht in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de veiligheidsanalyse beschreven. Hoofdstuk 5 gaat in op de conclusies en aanbevelingen.

2 Werkwijze

Voor deze veiligheidsstudie is gebruik gemaakt van de *Safety Assessment (SA)* methodiek, zoals beschreven in het Safety Management Manual (DOC 9859) van de International Civil Aviation Organisation (ICAO, 2013) waarbij de volgende stappen worden doorlopen:

1. Definitie van het onderzoekscenario,
2. Identificatie en classificatie van risico's, en
3. Mitigatie van risico's (indien van toepassing).

2.1 Definitie van het onderzoekscenario

Het onderzoekscenario beschrijft de situatie waarvoor de veiligheidsrisico's worden geanalyseerd. Dit betreft de maatregelen die worden getroffen om het vliegverkeer veilig langs de turbines van de Kokkeltocht te kunnen laten vliegen en bestaan uit voorstellen van LVNL en aanvullende voorstellen van experts.

De voorgestelde mitigerende maatregelen zijn beoordeeld en - indien geschikt geacht - opgenomen in het onderzoekscenario tijdens een expertsessie op 28 november 2018. Aanwezig bij deze expertsessie waren vertegenwoordigers van LVNL, NLR en de GA sector en waarnemers van de ministeries Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Economische Zaken en Klimaat (EZK), ILT en Lelystad Airport (LA). De lijst van aanwezigen en hun rollen tijdens de expertsessie zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Lijst van deelnemers expertsessie 28 november 2018

Naam	Organisatie	Rol	Gebrevetteerd vlieger
Robert Kok	To70	Voorzitter / Expert (IFR/VFR-vlieger)	Ja
Theo de Jong	To70	Secretaris	Nee
Esther Lap	Onafhankelijk	Expert (VFR-vlieger)	Ja
Henk Veldkamp	Wings over Holland	Expert (VFR-vlieger)	Ja
Mark Rademaker	AOPA	Expert (VFR-vlieger)	Ja
Michael Tefsen	KNVvL	Expert (VFR-vlieger)	Ja
Robert de Muynck	NLR	Expert (IFR/VFR-vlieger)	Ja
Jochem Mollema	LVNL	Expert (Luchtverkeersleider)	Nee
Peter van der Werf	LVNL	Expert (procedure ontwerper)	Nee
Jan Maarten Kroon	LVNL	Waarnemer	Nee
Ben Schoon	EZK	Waarnemer	Nee
Ben Schute	IenW	Waarnemer	Niet meer
Remco de Waard	ILT	Waarnemer	Ja
Suzanne Schultz	ILT	Waarnemer	Nee
Edward de Kruijf	Lelystad Airport	Waarnemer	Nee

2.2 Identificatie en classificatie van veiligheidsrisico's

Tijdens een tweede expertsessie op 29 november 2018 zijn de gebeurtenissen (hazards) die in het scenario kunnen optreden geïdentificeerd en geclassificeerd door de aanwezige experts (en niet door de waarnemers en secretaris). De lijst van aanwezigen en hun rollen bij deze expertsessie zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Lijst van deelnemers expertsessie 29 november 2018

Aanwezigen	Organisatie	Rol	Gebrevetteerd vlieger
Robert Kok	To70	Voorzitter / Expert (IFR/VFR-vlieger)	Ja
Theo de Jong	To70	Secretaris	Nee
Esther Lap	Onafhankelijk	Expert (VFR-vlieger)	Ja
Henk Veldkamp	Wings over Holland	Expert (VFR-vlieger)	Ja
Michael Tefsen	KNVvL	Expert (VFR-vlieger)	Ja
Robert de Muynck	NLR	Expert (IFR/VFR-vlieger)	Ja
Arjan Vermeij	lenW	Expert (IFR/VFR vlieger)	Ja
Tim Weert	KNvVL	Expert (IFR/VFR vlieger)	Ja
Karel Abbenes	AOPA	Expert (IFR/VFR vlieger)	Ja
Jan-Maarten Kroon	LVNL	Waarnemer	Nee
Jochem Mollema	LVNL	Expert (Luchtverkeersleider)	Nee
Peter van der Werf	LVNL	Waarnemer ²	Nee
Ben Schoon	EZK	Waarnemer	Nee
Ben Schute	lenW	Waarnemer	Niet meer
Remco de Waard	ILT	Waarnemer	Ja

De identificatie van gebeurtenissen (hazards) betreft mogelijke situaties die kunnen bijdragen aan onveilige situaties voor het VFR-verkeer. Deze zijn tot stand gekomen door te kijken naar de situaties in de voorgaande safety assessment en een brainstorm met de aanwezige experts over gebeurtenissen die voor kunnen komen.

Elke gebeurtenis (hazard) wordt geclassificeerd door een inschatting te maken van de kans van optreden (likelijkheid) en de ernst van de gevolgen (severity). De kans van optreden wordt kwalitatief ingeschat op een schaal van vijf cijfers (1 t/m 5), variërend van uiterst onwaarschijnlijk (extremely improbable) tot frequent voorkomend (frequent). Voor de definitie van deze kansen is gebruik gemaakt van de voorbeelden uit het ICAO Safety Management Manual (zie Tabel 3).

De ernst van het gevolg wordt kwalitatief ingeschat op een schaal van vijf letters (A t/m E), variërend van catastrofaal (catastrophic A) tot te verwaarlozen (negligible E). De definitie van de ernst van het gevolg is gebaseerd op de voorbeelden uit het ICAO SMM (zie Tabel 4).

² Peter van der Werf heeft tijdens de classificatie van de risico's continue telefonisch contact onderhouden met Jochem Mollema en zijn expert beoordeling ingebracht.

Tabel 3: Kans van optreden (risk probability) in (ICAO, 2013)

Likelihood	Meaning	Value
Frequent	Likely to occur many times (has occurred frequently)	5
Occasional	Likely to occur sometimes (has occurred infrequently)	4
Remote	Unlikely to occur, but possible (has occurred rarely)	3
Improbable	Very unlikely to occur (not known to have occurred)	2
Extremely improbable	Almost inconceivable that the event will occur	1

Tabel 4: Ernst van gevolgen (severity) in (ICAO, 2013)

Severity	Meaning	Value
Catastrophic	<ul style="list-style-type: none"> - Equipment destroyed - Multiple deaths 	A
Hazardous	<ul style="list-style-type: none"> - A large reduction in safety margins, physical distress or a workload such that the operators cannot be relied upon to perform their tasks accurately or completely - Serious injury - Major equipment damage 	B
Major	<ul style="list-style-type: none"> - A significant reduction in safety margins, a reduction in the ability of the operators to cope with adverse operating conditions as a result of an increase in workload or as a result of conditions impairing their efficiency - Serious incident - Injury to persons 	C
Minor	<ul style="list-style-type: none"> - Nuisance - Operating limitations - Use of emergency procedures - Minor incident 	D
Negligible	<ul style="list-style-type: none"> - Few consequences 	E

De inschatting van de kans van optreden en ernst van het gevolg is gedaan door de aanwezige experts. Door een evenwichtige samenstelling van de groep (variatie in ervaringsniveau, lokale en niet-lokale vliegers, e.d.), een duidelijk gestructureerde vraagstelling, en een evaluatie van de resultaten per gebeurtenis, kan ondanks de (mogelijk) subjectieve beoordeling van een individuele expert, toch een zo objectief mogelijk oordeel over de risicoclassificatie van de gehele groep worden verkregen.

Om te voorkomen dat de verschillende experts elkaars mening over een hazard kunnen beïnvloeden, is gebruik gemaakt van het online platform Kahoot!. Daarmee is vooraf een multiple choice-quiz gemaakt (zie Figuur 1), die door de gebruikers tijdens de expertsessie op een eigen device (telefoon of tablet) is ingevuld.



Figuur 2: Voorbeeld vraagstelling tijdens de Kahoot! sessie

In Kahoot! kunnen slechts vier antwoorden worden gegeven. De kans van optreden “extremely improbable” en “improbable” en de ernst van het gevolg “negligible” en “minor” zijn daarom gecombineerd in de Kahoot!. Bij de keuze van deze optie tijdens de expertsessie is om een mondelinge toelichting gevraagd welke van de twee mogelijkheden van toepassing is.

Tijdens de expertsessie zijn ook grote variaties van de beoordelingen besproken. In veel gevallen betrof het een verkeerde invoer of verkeerde interpretatie van de vraag. De resultaten zijn op basis van deze bevindingen gecorrigeerd.

Door voor elke gebeurtenis de kans van optreden en ernst van de gevolgen te combineren ontstaat een risicomatrix (zie Figuur 3).

Risk probability	Risk severity				
	Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E
Frequent 5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional 4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote 3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable 2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremely improbable 1	1A	1B	1C	1D	1E

Figuur 3: Risicomatrix (ICAO, 2013)

2.3 Identificatie (en classificatie) van mitigerende maatregelen (indien noodzakelijk)

De maatregelen in het te beoordelen onderzoekscenario zijn feitelijk al mitigerende maatregelen voor de risico's die in de eerder uitgevoerde veiligheidsstudie (To70, 2018) zijn geïdentificeerd. Afhankelijk van de toelaatbaarheid van het specifieke risico kunnen aanvullende mitigerende maatregelen worden toegepast. De toelaatbaarheid van het risico wordt bepaald door de plaats in de risicomatrix en is onderverdeeld in drie categorieën:

- Ontoelaatbaar (**intolerable**) risico dat niet kan worden geaccepteerd en tenminste moet worden gemitigeerd naar de **tolerable** categorie.
- Ongewenst of toelaatbaar (**tolerable**) risico dat acceptabel gemaakt kan worden door aanvullende mitigerende maatregelen, of acceptatie van het risico door het management (in geval van organisaties) of bevoegd gezag.
- Acceptabel (**acceptable**) risico dat niet hoeft te worden gemitigeerd.

De mitigerende maatregelen kunnen betrekking hebben op het verlagen van de kans van optreden en/of het verlagen van de ernst van het gevolg. Voor ontoelaatbare risico's is mitigatie verplicht, maar voor toelaatbare risico's is de vraag of een ongewenst/toelaatbaar risico moet worden gemitigeerd of kan worden geaccepteerd, is voorbehouden aan het bevoegd gezag. Dit is in dit verband de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) die toezicht houdt op de luchtvaart in NL en o.a. verantwoordelijk is voor de afgifte van een Verklaring van Geen Bezwaar (VvGB) voor penetratie van hoogtebeperkingen in verband met de vliegveiligheid.

3 Definitie onderzoekscenario

In dit hoofdstuk wordt het onderzoekscenario voor deze veiligheidsanalyse gedefinieerd. Hierbij wordt aandacht besteed aan:

- Beoordeling van de voorgestelde verbetermaatregelen,
- Ligging en gebruik van de (verbeterde) VFR-route,
- Locatie en hoogte van relevante windturbines.

3.1 Beoordeling voorgestelde maatregelen

Naar aanleiding van de discussie over de windturbines langs de Kokkeltocht heeft LVNL op verzoek van DGLM een reeks maatregelen voorgesteld (LVNL, 2018) om vliegers beter te attenderen op de aanwezigheid van windturbines, verbeterde aanwijzingen om de route naar de luchthaven te vliegen en de zichtbaarheid van windturbines te verbeteren. De maatregelen zijn uitsluitend nog maar op hoofdlijnen uitgewerkt (geen gedetailleerd ontwerp) en niet door LVNL beoordeeld op de veiligheidseffecten. De maatregelen zijn:

- Waarschuwingen in AIP en op VFR-kaart,
- Advisory route,
- VFR-corridor,
- Danger/caution area,
- Visuele kenmerken in het landschap, en
- Zichtbaarheid turbines verbeteren.

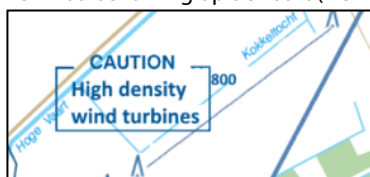
De maatregelen zijn individueel ook al in de voorgaande studie (To70, 2018) voorgesteld als mitigatie voor de risico's voor wachtend verkeer in de buurt van punt BRAVO en een vlieger die punt BRAVO niet kan vinden. Door de maatregelen te combineren ontstaat een nieuwe situatie die mogelijk minder beperkingen oplevert voor de windturbines van de Kokkeltocht dan in de voorgaande studie.

Waarschuwingen in AIP en op VFR- kaart

In het voorstel van LVNL worden verschillende voorstellen gedaan om de aanwezigheid van (hoge) windturbines te benadrukken om vliegers bij de vluchtvoorbereiding te wijzen op de locatie en hoogte van relevante obstakels. Vliegtuigen uitgerust met elektronische navigatiehulpmiddelen genereren een waarschuwing wanneer dicht in de buurt van obstakels gevlogen wordt, maar dergelijke hulpmiddelen zijn niet verplicht gesteld. Daarom heeft het benadrukken van obstakels ook tijdens de vluchtuitvoering een functie om de aandacht te vestigen op hoge windturbines. Dit kan worden gedaan door:

- A. Een waarschuwingsnoot op de VFR-kaart van de luchthaven,
- B. Aangepaste symboliek voor (hoge) windturbines.

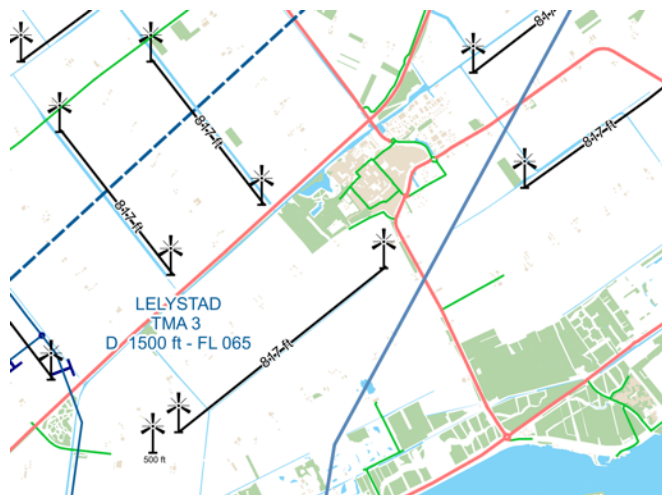
Een waarschuwing op de kaart (zie Figuur 4) kan helpen om de aandacht van de vlieger te trekken.



Figuur 4: Voorbeeld van een waarschuwing op de kaart

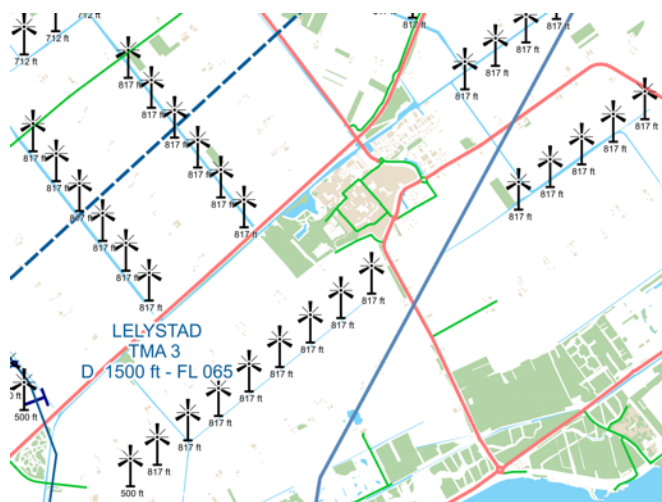
Een voordeel van deze maatregel is dat het eenvoudig realiseerbaar is. Nadelen zijn dat inconsistentie kan ontstaan wanneer niet alle hoge turbines van een noot worden voorzien en als dat wel wordt gedaan de kaart onoverzichtelijk wordt door de grote hoeveelheid waarschuwingen.

Aangepaste symboliek voor windturbines hoger dan 500 voet (152 m) boven NAP (zie Figuur 5). Dit kan eenvoudig worden gerealiseerd door het bestaande symbool voor windturbines met verlichting (verplicht voor turbines hoger dan 150 m) vet af te drukken en de lijn van de opstelling te accentueren door de lijndikte te vergroten. Wel moet in de legenda duidelijk de betekenis van de symbolen worden weergegeven. Hierdoor kan de aandacht worden gericht op de hoge turbines, zonder dat de consistentie en leesbaarheid van de kaart verloren gaat. Het voorstel wordt opgenomen in het onderzoeksscenario.



Figuur 5: Aangepaste symboliek lijnopstelling windturbines

Een variant op dit voorstel is om geen lijnopstellingen, maar wel de individuele windturbines op de kaart weer te geven (zie Figuur 6).



Figuur 6: Aangepaste symboliek individuele windturbines

De betrokken experts hebben aanbevolen om het voorstel van de waarschuwingsnoot niet op te nemen in het onderzoekscenario. De aangepaste symboliek voor hoge turbines op de VFR-kaart van de luchthaven wordt wel in het onderzoekscenario opgenomen.

Adviesroute

De adviesroute heeft als doel om VFR-verkeer langs een obstakelvrije route naar het punt BRAVO te laten vliegen. De basis van het voorstel is een duidelijk herkenbaar meldingspunt langs de zuidoostkust van Flevoland. De jachthaven Flevostrand en de bijbehorende vakantieparken van Landal Waterpark Veluwemeer en Molecaten Park Flevostrand (zie Figuur 7) vormen een daarvoor mogelijk een geschikt punt. De locatie is niet nader onderzocht op gevolgen voor hinder en de correcte juridische interpretatie van de Europese wetgeving met betrekking tot vereiste obstakelklaring³.



Figuur 7: Locatie nieuw meldingspunt bij jachthaven Flevostrand

Het punt heeft als werknaam HOTEL gekregen in verband met de "h" van haven en Harderwijk. Tijdens de expertsessie is opgemerkt dat er ook in de huidige (ongecontroleerde) situatie op Lelystad een bestaand meldingspunt HOTEL voor helikopters is. Er moet bij een eventueel ontwerp van de adviesroute worden nagedacht over de te publiceren naam voor de jachthaven. Het punt HOTEL is goed waarneembaar vanuit de lucht, maar niet op de Lelystad VFR-kaart. Dit kan mogelijk worden opgelost door duidelijke kaartcontouren of een symbool voor de jachthaven.

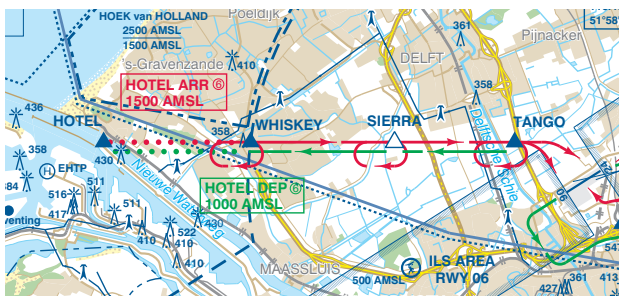
³ SERA 5005.f stelt dat "except by permission from the competent authority, a VFR flight shall not be flown:

(1) over the congested areas of cities, towns or settlements or over an open-air assembly of persons at a height less than 300 m (1 000 ft) above the highest obstacle within a radius of 600 m from the aircraft". Er is geen juridisch onderzoek gedaan in hoeverre de jachthaven en vakantieparken moeten worden gezien als een "open-air assembly of persons".

Het meldingspunt HOTEL zou door de nabijheid van de turbines van de Kokkeltocht niet moeten worden gebruikt voor het vliegen van een wachtpatroon. Het vliegverkeer wordt geadviseerd (bijvoorbeeld in de luchtvaartpublicatie) om in afwachting van toestemming om de CTR binnen te vliegen te wachten op een daarvoor geschikte locatie buiten de Flevopolder (bijvoorbeeld boven de provincie Gelderland), maar het is geen verplichting en kan niet worden afgedwongen.

Uitgaande van het punt HOTEL kan een adviesroute naar BRAVO worden gepubliceerd met daarop de te vliegen grondkoers (310° voor aankomend verkeer). Deze adviesroute ligt volledig in ongecontroleerd luchtruim. Dit betekent dat de vlieger alleen geadviseerd (en dus niet verplicht) kan worden om zich aan de route te houden. Een adviesroute in ongecontroleerd luchtruim is overigens niet uniek, want bijvoorbeeld de VFR-route HOTEL bij Rotterdam heeft ook een deel (tussen HOTEL en WHISKEY) buiten de CTR.

Een nadeel van de adviesroute is dat er tussen HOTEL en BRAVO geen duidelijk lijkenmerk beschikbaar is, waardoor het aankomend en vertrekkend verkeer geografisch kan worden gescheiden. Overigens is dit ook het geval bij de Rotterdamse VFR-route tussen HOTEL en WHISKEY (zie Figuur 8). WHISKEY is als obstakel wel markanter en ligt op radiaal 271 van het navigatiebaken Rotterdam (RTM). Hierdoor is het mogelijk gemakkelijker te vinden is dan BRAVO bij Lelystad, maar de afstand is met 6,7 km wel langer dan tussen HOTEL en BRAVO bij Lelystad.

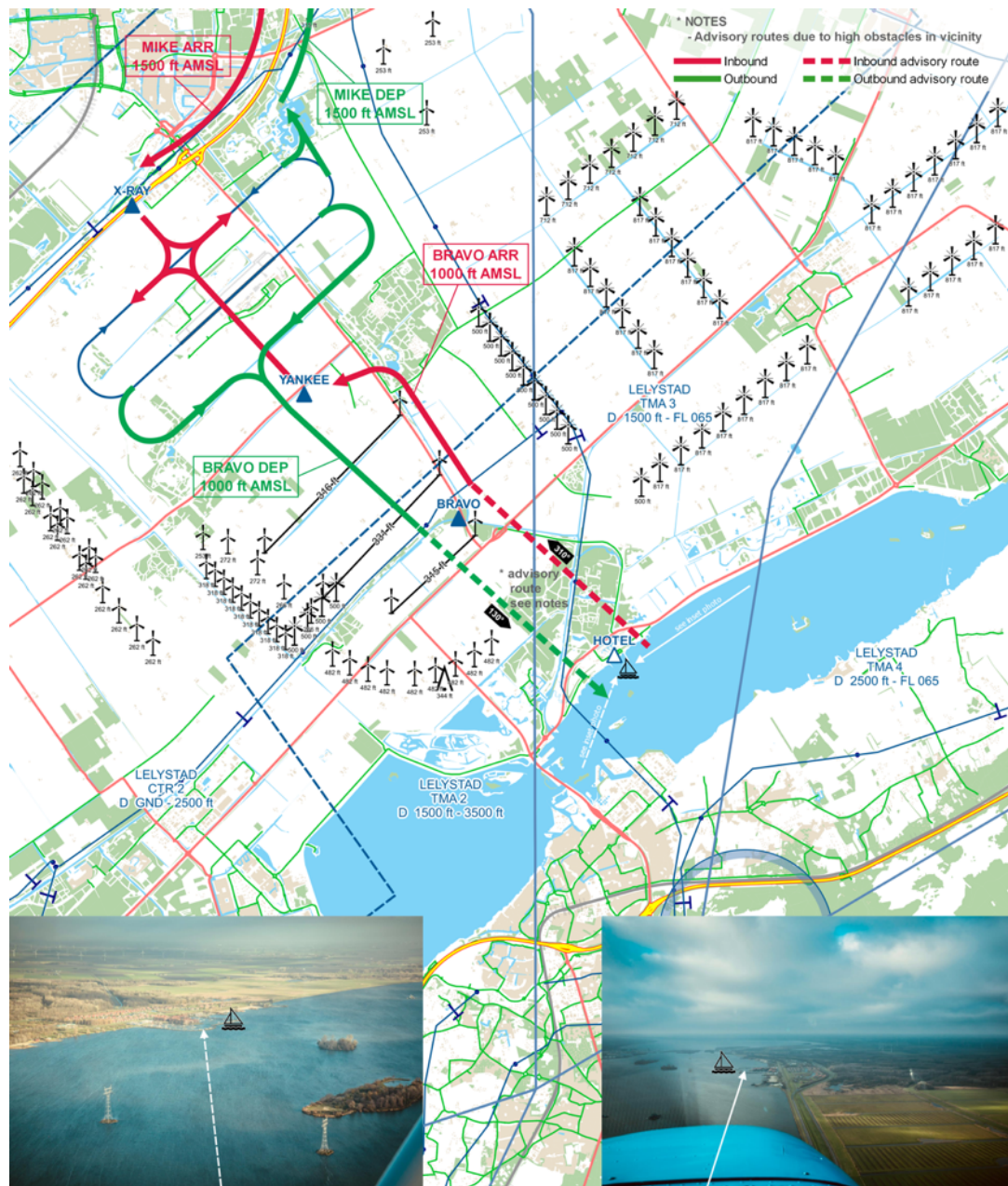


Figuur 8: Rotterdam VFR-route HOTEL

Het gebrek aan duidelijke lijkenmerken of markante punten op de adviesroute naar BRAVO kan mogelijk worden gecompenseerd door visuele kenmerken in het landschap te plaatsen (zie item #5 van de lijst met voorstellen) of foto's van de lokale situatie opnemen in de luchtvaartpublicatie (zie Figuur 9). Andere door de expertgroep voorgestelde mogelijkheden zijn om geen adviesroute voor het vertrekkende verkeer te publiceren of de adviesroute voor inbound en outbound verkeer verder uit elkaar te leggen.

Een onderdeel dat nog nader moet worden uitgewerkt is de vraag of het punt HOTEL een verplicht of niet-verplicht meldingspunt moet worden en of dat van toepassing is onder alle omstandigheden of alleen bij condities slechter dan VFR-omstandigheden (zicht meer dan 5 km en afstand tot de wolken tenminste 1000 voet verticaal of 1500 m horizontaal). Bij een niet-verplicht meldingspunt is er meer flexibiliteit (bijvoorbeeld voor vliegverkeer bekend met de lokale situatie) om direct naar BRAVO te vliegen, maar blijft de kans bestaan dat verkeer op zoek gaat naar BRAVO en het niet goed kan vinden. LVNL en AOPA hebben aangegeven de voorkeur te hebben voor een niet-verplicht meldingspunt. Bij een verplicht meldingspunt is er minder flexibiliteit, maar vliegt wel al het verkeer via een duidelijk herkenbaar punt van een naar de luchthaven.

De adviesroute aangevuld met de adviezen van de expertgroep om de te vliegen grondkoers en foto's van de lokale situatie op de kaart weer te geven, zoals geschetst in Figuur 9, wordt opgenomen in het onderzoekscenario.

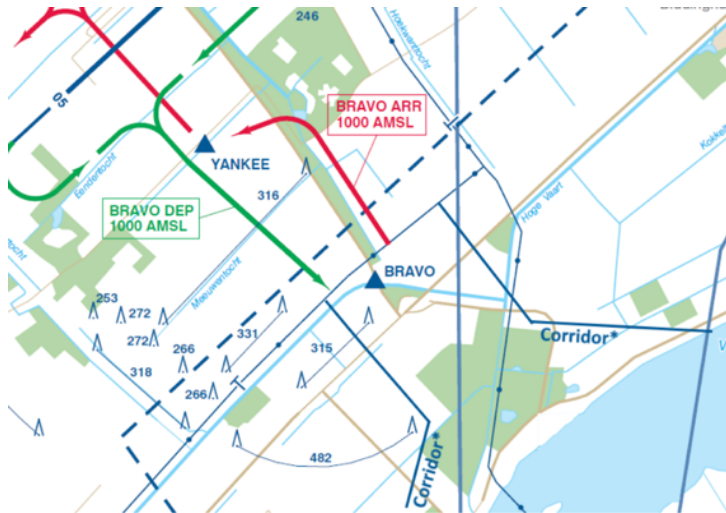


Figuur 9: Adviesroute tussen punt HOTEL en BRAVO

De GA-sector heeft aangegeven dat de ligging en gebruik adviesroute op een aantal zaken niet in voldoende detail is uitgewerkt. Daardoor is het niet duidelijk of de route veilig en maakbaar is. Hierbij zijn vooral botsingen tussen aankomend en vertrekkend Lelystad-verkeer (ook tijdens VFR-omstandigheden) een belangrijk punt van zorg.

VFR-corridor

De maatregel VFR-corridor omvat het publiceren van een trechtervormig gebied op de VFR-kaart voor Lelystad, waarmee een obstakelvrij gebied richting het punt BRAVO⁴ wordt weergegeven (zie Figuur 10).



Figuur 10: VFR-corridor op VFR-kaart Lelystad

De VFR-corridor op de kaart kan helpen om de aandacht van de vlieger te trekken en is eenvoudig realiseerbaar. Een nadeel van de maatregel is dat er geen duidelijke lijkenmerken in het landschap zijn die overeenkomen met de afmetingen van de corridor. De lijnen van de corridor zijn bovendien niet gemakkelijk te onderscheiden van de - eveneens blauwe - luchtruimgrenzen van de TMA. Hierdoor wordt de kaart onoverzichtelijk.

De VFR-corridor wordt om deze redenen niet opgenomen in het onderzoekscenario opgenomen.

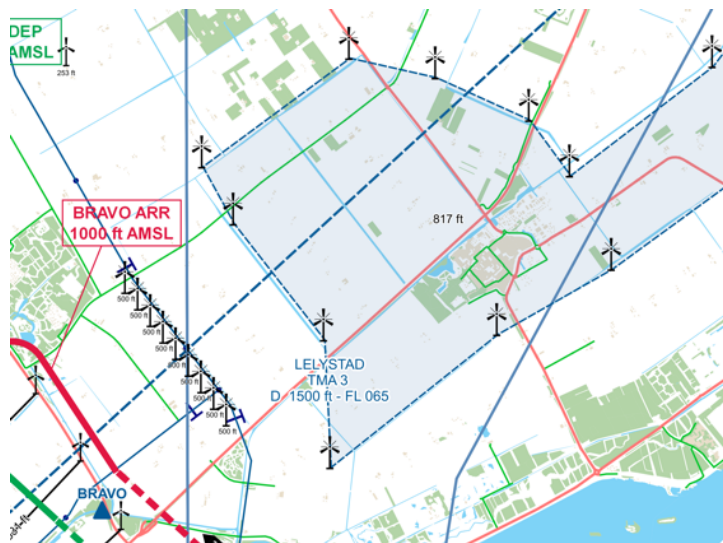
Caution area

Een caution area rondom gebieden met hoge turbines (zie Figuur 11) is bedoeld om de aandacht te trekken van vliegers. Het gebied is vergelijkbaar met een danger area. In de luchtvaartpublicatie (AIP) kan worden opgenomen dat toegang tot het gebied is toegestaan onder voorwaarde dat goed wordt uitgekeken voor hoge windturbines.

Door aanwezigheid van een caution area zal bij gebruik van elektronische navigatiehulpmiddelen (die overigens niet verplicht zijn voor VFR-verkeer) een waarschuwing worden gegenereerd wanneer dicht in de buurt van de caution area gevlogen wordt. Dit gebeurt overigens bij de meeste elektronische navigatiehulpmiddelen ook bij aanwezigheid van (hoge) obstakels.

Voor de bovengrens van de caution area moet een geschikt gekozen hoogte worden gepubliceerd om te zorgen dat geen onnodige beperkingen worden opgeworpen, maar wel in alle gevallen aan de obstakelklaringseisen kan worden voldaan.

⁴ De voorgestelde maatregel is een visualisatie van de obstakelvrije zone die in de voorgaande veiligheidsstudie (To70, 2018) als Figuur 16 in het rapport is opgenomen.



Figuur 11: Caution area rondom windturbines

Een nadeel van het voorstel is dat het gebied door veel vliegers kan worden gezien als verboden gebied terwijl dat niet het geval is. Bovendien zullen in de provincie Flevoland op verschillende locaties hoge windturbines worden geplaatst. Bij een consistente toepassing van de caution area zal het aantal aanwijzingen op de kaart toenemen. Dit kan de kaart onleesbaar maken en voor verwarring zorgen bij de vlieger.

De caution area wordt in verband met de geconstateerde nadelen niet in het onderzoekscenario opgenomen.

Visuele kenmerken in het landschap

Het risico dat het meldingspunt BRAVO niet kan worden gevonden kan naast maatregelen op luchtvaartkaarten ook worden beperkt door visuele kenmerken in het landschap. Het is niet ongebruikelijk om een visueel kenmerk (zoals een oranje container) in het landschap te plaatsen om een bepaalde locatie voor het vliegverkeer te markeren (zie Figuur 12).

Visuele kenmerken kunnen helpen om de adviesroute tussen de punten HOTEL en BRAVO beter te markeren. EZK heeft aangegeven mogelijkheden te zien om te kunnen assisteren bij het beschikbaar maken van de benodigde locaties op de grond.

Voor het toepassen van visuele kenmerken op de adviesroute is een extra uitdaging de aanwezigheid van het Harderbos. Hierdoor kan de zichtbaarheid van het kenmerk beperkt zijn. Door de expertgroep is geopperd om eventueel een lichtbaken te gebruiken als visueel kenmerk. Een lichtbaken wordt wel toegepast op verkeerstorens van luchthavens, maar voor zover bekend niet in het landschap. Voorafgaand aan eventuele invoering zou daarom eerst een proef moeten worden gedaan om vast te stellen of de maatregel als effectief en veilig beschouwd kan worden.

Nadelen van niet-verlichte visuele kenmerken zijn dat ze niet altijd goed zichtbaar zijn (bijvoorbeeld door na verloop van tijd opgehoopt vuil) en kunnen zorgen dat vliegers juist gaan zoeken naar het visuele kenmerk en minder goed om zich heen kijken naar ander verkeer en obstakels langs de route.



Figuur 12: Visuele kenmerken in het landschap

De betrokken experts hebben aanbevolen om visuele kenmerken in het landschap worden in verband met de geconstateerde nadelen voornamelijk niet in het onderzoekscenario op te nemen. In een later stadium kan alsnog overwogen worden het voorstel als aanvullende mitigerende maatregel voor geconstateerde risico's in te zetten.

Zichtbaarheid turbines verbeteren

De risico's van het vliegen in de buurt van hoge windturbines (verminderde obstakelklaring, zogturbulentie en botsing) kunnen worden beperkt door het verbeteren van de zichtbaarheid van windturbines. Dit kan door verlichting en/of kleurmarkeringen. Verlichting op windturbines is verplicht voor turbines die door de wettelijke obstakelvlakken steken of hoger zijn dan 150 m en wordt geplaatst op de gondel van de turbine. De rotorbladen zijn daardoor niet altijd goed zichtbaar tegen een grijs wolkendek.

Rode vlakken op de rotorbladen, zoals bijvoorbeeld toegepast in Duitsland, kunnen de zichtbaarheid van windturbines verbeteren (zie Figuur 13).



Figuur 13: Verbeterde zichtbaarheid turbines door rode vlakken op turbinebladen

EZK heeft aangeven in de vergunningverlening af te kunnen dwingen dat initiatiefnemers voor specifieke lijnopstellingen zoals de Kokkeltocht rode markeringen moet aanbrengen.

Windtubines op het vaste land in Nederland moeten volgens de voorwaarden in een door ILT afgegeven informatieblad (IenW, 2016) worden uitgevoerd in de kleur wit. Afwijkingen van de richtlijn zijn toegestaan als in een aeronautische studie is aangetoond dat de veiligheid van het luchtverkeer met deze afwijking niet in gevaar wordt gebracht en sprake is van een gelijkwaardig veiligheidsniveau.

Een nadeel van verlichting is dat omwonenden extra hinder ondervinden van de intensiteit en het geflikker van de verlichting. Verschillende initiatieven worden daarom ontplooid om verlichting op windturbines te minimaliseren. In dat kader worden systemen getest, waarbij de verlichting pas wordt geactiveerd als er door een radar of soortgelijk systeem aanwezigheid van vliegverkeer wordt opgemerkt. Dergelijke systemen zijn maar beperkt effectief in gebieden met veel vliegverkeer, zoals in de omgeving van een luchthaven. In de nabijheid van de zuidelijke VFR-route van en naar Lelystad zouden naar de mening van de expertgroep geen concessies gedaan mogen worden met betrekking tot verlichting en strepen op turbinebladen als maatregelen voor betere zichtbaarheid.

De betrokken experts hebben aanbevolen om voor het verbeteren van de zichtbaarheid van de turbines van de Kokkeltocht naast de wettelijk verplichte obstakelverlichting ook aanvullende rode vlakken op de turbinebladen op te nemen in het onderzoekscenario.

Samenvatting onderzoekscenario

De resultaten van de beoordelingen door de expertgroep zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Samenvatting beoordeling verbetermaatregelen

Maatregel	In scenario		Motivatie
	Ja	Nee	
Waarschuwingen op VFR-kaart	Ja		Prominente symboliek voor hoge (>500') turbines; caution note niet in onderzoekscenario (te vol/inconsistent)
Adviesroute met gepubliceerde grondkoers	Ja		Betere duiding op VFR-kaart van te volgen route naar BRAVO
VFR-corridor		Nee	Geen duidelijke kenmerken in landschap
Caution area		Nee	Onnodige beperkingen in grote gebieden, inconsistent gebruik in rest van Flevopolder en Nederland
Visuele kenmerken in landschap		Nee	Niet onder alle omstandigheden goed zichtbaar, vliegers gaan zoeken naar kenmerk i.p.v. uitkijken naar ander verkeer en obstakels
Zichtbaarheid turbines	Ja		Verbeterde zichtbaarheid van rotorbladen

3.2 Gebruik van de (verbeterde) VFR-route

Door de verbetermaatregelen uit het onderzoekscenario zal de VFR-route BRAVO gaan bestaan uit een verplicht deel binnen de Lelystad CTR (tussen de start- en landingsbaan en BRAVO) en een geadviseerd deel daarbuiten (tussen BRAVO en HOTEL).

De Lelystad CTR zal worden geclassificeerd als klasse D luchtruim. Dit betekent dat VFR-verkeer voor dat het de CTR mag binnenvliegen toestemming nodig heeft van de luchtverkeersleiding. Buiten de CTR is het luchtruim tot 1500 voet hoogte geclassificeerd als klasse G (ongecontroleerd).

Weersomstandigheden en dienstverlening luchtverkeersleiding

Tijdens VFR-omstandigheden worden zowel de vertrek- als aankomstroute gevlogen op **1000 voet** boven Nieuw Amsterdams Peil (NAP). Volgens Europese SERA.5001 regels (EU, 2012) moet voor het gebruik onder VFR-omstandigheden in klasse D luchtruim het vliegzicht beter zijn dan 5 kilometer en de afstand tot de wolken tenminste verticaal 1000 voet of horizontaal 1500 m bedragen. Tijdens VFR-omstandigheden zal de verkeersleiding VFR-verkeer niet separeren van IFR-verkeer en ook niet VFR-verkeer onderling. Wel kan vluchtinformatie worden verstrekt over bekend verkeer in de nabijheid van de luchthaven.

Wanneer het vliegzicht en/of wolkenbasis slechter zijn dan de condities voor VFR-omstandigheden kan de verkeersleiding toestemming geven om onder Special-VFR (SVFR) de CTR binnen te vliegen of te verlaten. Volgens Europese regels in SERA.5010 (EU, 2012) kan de vlieger om een SVFR klaring vragen als het vliegzicht tenminste 1500 m (800 m voor helikopters) is, vrij van wolken en met zicht op de grond gevlogen kan worden met een snelheid van 140 knopen of lager.

De luchtverkeersleiding kan volgens dezelfde regels een SVFR klaring verstrekken tijdens de daglichtperiode als het grondzicht tenminste 1500 m is (800 m voor helikopters) en de wolkenbasis niet lager is dan 600 voet. Tijdens SVFR-omstandigheden is de verkeersleiding binnen de CTR verantwoordelijk voor separatie tussen SVFR-verkeer onderling en ander (IFR) verkeer in de CTR. De verantwoordelijkheid voor separatie van het SVFR verkeer onderling wordt bij deze omstandigheden ingevuld door slechts één (aankomende of vertrekkende) vlucht tegelijkertijd op de VFR-route BRAVO toe te staan. Tijdens SVFR-omstandigheden zal ook vluchtinformatie worden verstrekt over bekend verkeer in de nabijheid van de luchthaven.

Soorten vliegverkeer

Het vliegverkeer dat van de VFR-route gebruik zal gaan maken is voornamelijk klein General Aviation (GA) verkeer (C-172, PA28, DA42, etc.) dat vliegt onder zichtvliegeregels (VFR).

De aanname voor deze studie is dat bijzondere vliegtuigtypes, zoals de historische DC-3 Dakota, vanwege het "sightseeing" karakter van de vluchten, in principe niet bij slecht zicht en bij wolkenbasis lager dan 1000 voet gaan vliegen en onder de beschouwde omstandigheden geen gebruik van de route gaan maken. Wanneer dit toch gewenst blijkt te zijn, kan ook worden overwogen om voor dit verkeer een andere vliegroute, zoals een straight-in nadering, aan te bieden.

Obstakelklaring

De vlieger is tijdens VFR en SVFR-omstandigheden zelf verantwoordelijk voor het inachtnemen van voldoende obstakelklaring. De minimaal veilige hoogte langs de VFR-route op basis van de huidige reeds aanwezige obstakels en de Europese regels in SERA 5005.f (EU, 2012) tijdens de daglichtperiode is 700 voet boven NAP voor aankomend verkeer (afgerond 200 voet hoogspanningsmasten en 500 voet obstakelklaring) en 900 voet voor vertrekkend verkeer (afgerond 400 voet windturbines en 500 voet obstakelklaring). Dit is de minimale hoogte waarop de route bij SVFR-omstandigheden gebruikt kan worden.

In deze studie wordt analoog aan de voorgaande studie (To70, 2018) uitsluitend gekeken naar het gebruik van de VFR-route BRAVO bij een vlieghoogte boven de minimum veilige vlieghoogte maar lager dan de standaard vlieghoogte van 1000 voet boven NAP. Bij deze situatie is altijd een SVFR klaring noodzakelijk.

Nominale omstandigheden

Nominale omstandigheden zijn in de scope van deze studie situaties waarbij een vlieger met een *goed werkend vliegtuig en bekend met de lokale situatie* boven de minimaal veilige hoogte en lager dan 1000 voet en op tenminste de minimaal veilige hoogte van de route van en naar Lelystad vliegt. Er wordt vanuit gegaan dat de vlieger een brevet heeft en zich conformeert aan de wettelijke eisen voor wat betreft vluchtvoorbereiding en -uitvoering.

Dit betekent voor aankomend verkeer dat ruim voor het binnenvliegen van de CTR contact moet worden opgenomen met de torenverkeersleiding. De verkeersleider kan de vlieger afhankelijk van de weersomstandigheden en drukte op de luchthaven adviseren om:

- Naar het punt HOTEL te vliegen, het passeren van dit punt te rapporteren en door te vliegen naar het punt BRAVO. Dit advies zal alleen gegeven worden als er geen ander verkeer van de route gebruik maakt en de vlieger toestemming krijgt om de aankomstroute vanaf BRAVO naar de luchthaven te vliegen.
- Als er wel ander verkeer van de route gebruik maakt, zal de verkeersleider aankomend verkeer adviseren om te wachten in de buurt van het punt HOTEL. Hierbij kan aanvullende informatie worden gegeven over de aanwezigheid van ander (bekend) verkeer in de buurt en een schatting van de tijd dat toestemming gegeven kan worden om de CTR binnen te komen. In verband met de aanwezigheid van windturbines wordt het vliegverkeer geadviseerd om niet boven het punt HOTEL, maar buiten de provincie Flevoland (bijvoorbeeld ten oosten van Harderwijk) een wachtpatroon te gaan vliegen.

Voor deze studie is uitsluitend het deel buiten de CTR relevant. De bevindingen van de voorgaande studie (To70, 2018) voor het verkeer langs de VFR route en aansluiting op de start- en landingsbaan blijven ongewijzigd. Dit betekent dat er voor vertrekkend verkeer geen grote wijzigingen zijn, met uitzondering van het advies om na het verlaten van de CTR bij BRAVO door te vliegen naar het punt HOTEL. De torenverkeersleider kan daarbij vluchtinformatie verstrekken over ander bekend verkeer, maar is hiertoe niet verplicht.

Niet-nominale omstandigheden

De niet-nominale omstandigheden hebben analoog aan de voorgaande studie betrekking op de operationele omstandigheden en de technische staat van het vliegtuig:

- Operationeel niet-nominaal is bijvoorbeeld een situatie waarbij de vlieger met een *goed werkend vliegtuig vliegt, maar niet bekend is met de lokale omstandigheden* en bij slechte weersomstandigheden lijkenmerken niet goed herkent of zelfs verdwaald raakt.
- Technisch niet-nominale omstandigheden hebben betrekking op een *niet goed werkend vliegtuig* (bv. motorstoring, motorbrand of bestuurbareidheidsproblemen), waardoor mogelijk een noodlanding uitgevoerd moet worden.

De niet-nominale omstandigheden worden uitsluitend beschouwd buiten de Lelystad CTR. De resultaten van de voorgaande studie zijn van toepassing op de situatie in de CTR.

3.3 Locatie en hoogte van relevante windturbines

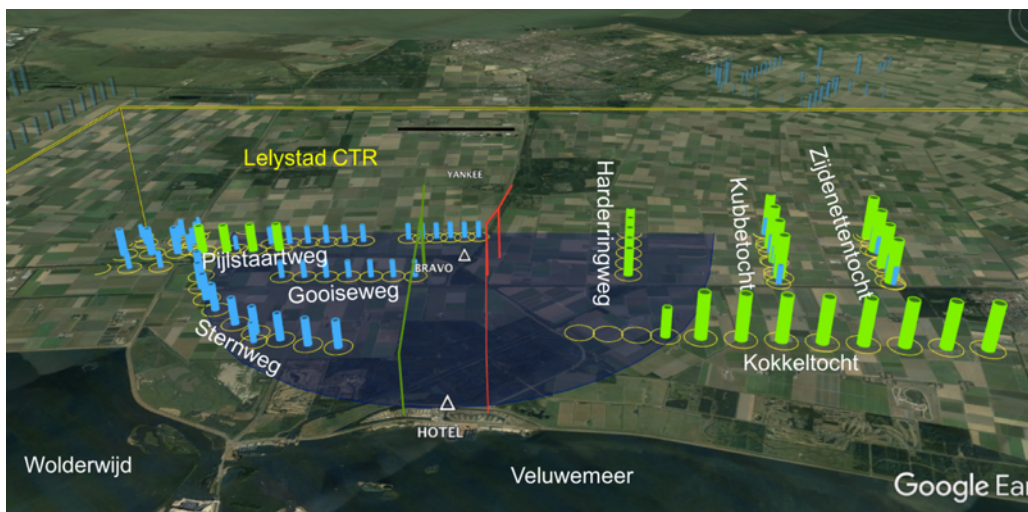
De veiligheidsanalyse beperkt zich tot de risico's van het gebruik van de hierboven beschreven zuidelijke VFR-route op een hoogte lager dan 1000 voet als gevolg van de nieuw te bouwen (hoge) windturbines langs de Kokkeltocht buiten de VFR-corridor conform het voorkeursalternatief van windplan Groen.

De relevante turbines binnen de VFR-corridor zijn in de voorgaande studie uitvoerig onderzocht (To70, 2018). De beoordeling van ILT met betrekking tot de lijnopstellingen binnen de VFR-corridor heeft geleid tot aanpassingen in het voorkeursalternatief van windplan Groen (VKA7).

De belangrijkste wijziging in het voorkeursalternatief is dat de drie meest zuidelijke turbines van de Kokkeltocht zijn geschrapt⁵. Daarmee resteert één turbine van 500 voet binnen de eerder gedefinieerde VFR-corridor (To70, 2017). De gewenste hoogte voor de overige windturbines van de Kokkeltocht is 813 voet (248 m) NAP. Dit is de maximaal toegestane hoogte onder de minimale hoogte van 1800 voet NAP voor het geven van koersinstructies (Minimum Vectoring Altitude, MVA).

In Figuur 14 zijn de relevante windturbines buiten de Lelystad CTR weergegeven. De bestaande turbines zijn weergegeven in blauw en nieuwbouw turbines in het groen. Een gele cirkel om een turbine geeft de wettelijke (SERA) laterale obstakelklaring van 150 meter weer. De geschrapte windturbines van de Kokkeltocht zijn nog herkenbaar door de gele cirkels binnen de VFR-corridor waarin geen windturbine is geplaatst.

⁵ Tijdens de expertsessie is door EZK (dhr. B. Schoon die als waarnemer aanwezig was) aangegeven dat de drie meest zuidwestelijke turbines van de Kokkeltocht kunnen worden geschrapt en niet in de beoordeling meegenomen hoeven worden.



Figuur 14: Relevante windturbines buiten Lelystad CTR in omgeving van de meldingspunten BRAVO en HOTEL

4 Resultaten veiligheidsanalyse

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de veiligheidsanalyse gepresenteerd. Eerst wordt een algemeen overzicht van de geïdentificeerde gebeurtenissen en risico classificatie gegeven, gevolgd door een meer gedetailleerde toelichting van de resultaten in de nominale en niet-nominale omstandigheden. Aan het einde van het hoofdstuk worden de geclassificeerde risico's weergegeven in de risico matrix en aanvullende mitigerende maatregelen voorgesteld.

4.1 Resultaten Kahoot!-sessie en classificatie van risico's

Er zijn vier verschillende gebeurtenissen (hazards A t/m D) geïdentificeerd voor het onderzoeksscenario. Deze risico's vormen deels een aanvulling en deels een vervanging van de risico's uit de voorgaande studie (To70, 2018). De onacceptabele (rode) risico's van het wachten voor het meldingspunt BRAVO en de (verdwaalde) vlieger op zoek naar punt BRAVO worden vervangen door onderstaande risico's.

Twee gebeurtenissen in de nominale situatie:

- A. Vlieger wacht op toestemming om de CTR binnen te vliegen voor HOTEL, moet uitwijken voor ander (aankomend, vertrekkend of onbekend kruisend) verkeer en komt daardoor in de buurt van windturbines,
- B. Vlieger vliegt op de adviesroute naar BRAVO en moet uitwijken voor ander (bv. onbekend kruisend) verkeer en komt daardoor in de buurt van windturbines,

En twee in de niet-nominale situatie:

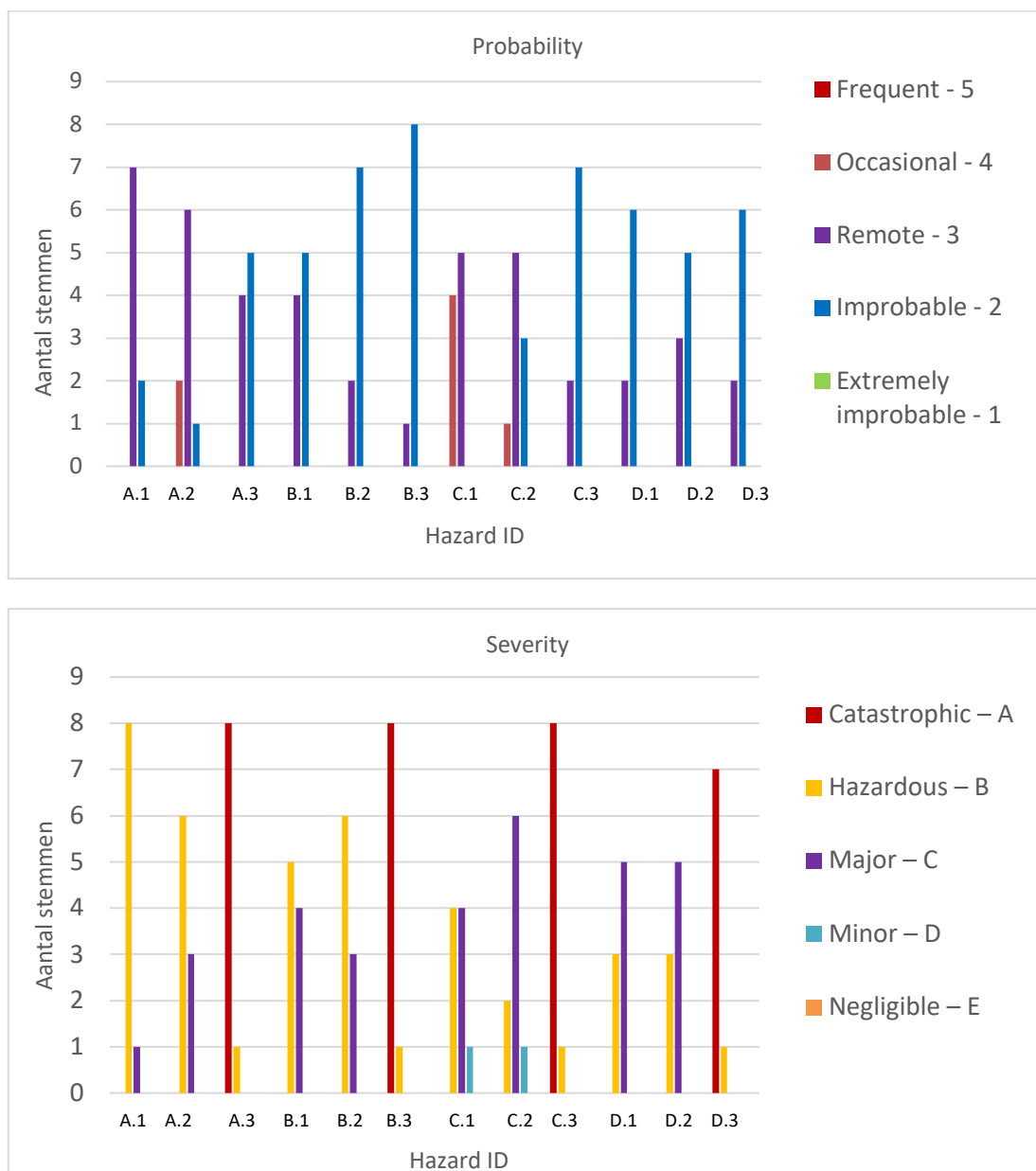
- C. Vlieger wijkt af van de adviesroute, bv door navigatiefout, wind, kompasfouten, etc. en komt daardoor in de buurt van windturbines.
- D. Een vlieger (leerling, onervaren en/of onbekend met situatie rondom de luchthaven) denkt bij HOTEL te zijn, rapporteert HOTEL (maar bevindt zich op een andere positie) en draait richting hoge windturbines elders in Flevopolder.

In de niet-nominale situatie vallen ook de risico's met betrekking tot technisch falen van het vliegtuig, maar die zijn niet afwijkend van hetgeen in de voorgaande studie zijn geïdentificeerd en geclassificeerd. Deze worden daarom hier niet verder beschouwd.

De vier hazards kunnen elk drie verschillende gevolgen hebben:

- 1. Vliegtuig komt in een gebied met zogturbulentie,
- 2. Vliegtuig komt op kortere afstand en/of hoogte van de windturbine dan vereist volgens de obstakelklaringseisen, of
- 3. Vliegtuig botst tegen de turbine.

Door de combinatie van de hazards (A t/m D) en de mogelijke gevolgen (1 t/m 3) ontstaan twaalf verschillende 'hazard-gevolg' combinaties (A.1 t/m D.3). Deze hazards zijn tijdens de Kahoot!-sessie door de aanwezige experts beoordeeld. Negen experts hebben een oordeel gegeven over hazard A.1 tot en met C.3. Door voortijdig vertrek van een expert, waren voor de classificatie van D.1 t/m D.3 acht experts beschikbaar. De resultaten van de Kahoot!-sessie zijn weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15: Classificatieresultaten (probability en severity) Kahoot!-sessie

Bij de beoordeling van de kans van optreden en ernst van het gevolg van de verschillende hazards is er steeds vanuit gegaan dat een vlieger zich conformeert aan de wettelijke eisen voor wat betreft vluchtvoorbereiding en -uitvoering. Daardoor mag er van worden uitgegaan dat in de te onderzoeken situaties al van nature mitigerende maatregelen aanwezig zijn. Dit betreft een goede voorbereiding van de vlucht (waarbij de locatie en hoogte van kritieke obstakels wordt opgemerkt) en goed naar buiten kijken tijdens de vluchtuitvoering.

De Kahoot!-resultaten laten een beperkte spreiding zien in de beoordeling van de kans van optreden en ernst van het gevolg van de gebeurtenissen. Dat betekent dat de betrokken experts de verschillende risico's redelijk eenduidig beoordelen. Voor deze hazards zullen de meeste stemmen als maatgevend voor het oordeel worden gezien.

Voor enkele gebeurtenissen is er geen eenduidig oordeel van de groep en is er bijna een 50/50 verdeling tussen twee categorieën, wat blijkt uit staafdiagrammen in Figuur 15 die bijna of geheel dezelfde hoogte hebben. Dit is het geval bij de kans van optreden van hazards A.3 en B.1 (beide improbable tot remote) en C.1 (occasional tot remote) en de ernst van het gevolg van hazards B.1 en C.1 (beide hazardous tot major). In deze gevallen zal de geconstateerde spreiding worden aangehouden.

4.2 Toelichting risico's in de nominale situatie

De geïdentificeerde veiligheidsrisico's in de nominale situatie zijn onder te verdelen in de situatie waarbij:

- A. De vlieger het meldingspunt HOTEL nog niet is gepasseerd, en
- B. De vlieger op de adviesroute tussen HOTEL en BRAVO vliegt.

A. Voor passage meldingspunt HOTEL

Door het invoeren van de adviesroute en bijbehorende – nog door LVNL te ontwikkelen – procedures voor het aanmelden bij de plaatselijke verkeersleiding, zullen de in de voorgaande studie geïdentificeerde risico's van wachten bij BRAVO worden verplaatst naar een locatie ten zuiden van het punt HOTEL.

Het risico is dat wachtend verkeer in de buurt van HOTEL moet uitwijken voor ander (aankomend, vertrekkend of onbekend kruisend) verkeer en door de horizontale (en eventuele verticale) uitwijkmanoeuvre in de buurt van windturbines komt.

Bij de adviesroute is verondersteld dat het vliegverkeer wordt geadviseerd om niet boven de Flevopolder te gaan wachten, maar dit kan niet verplicht worden gesteld. Enkele experts hebben aangegeven een veiligheidsrisico te zien in wachten bij slecht zicht en lage wolkenbasis boven het water van het Veluwemeer of het Wolderwijd, omdat door visuele illusies de vlieger de controle over het vliegtuig kan verliezen. Een geschikte locatie om te wachten kan door de vlieger zelf worden bepaald. Dat hoeft daarom niet boven water plaats te vinden, maar kan bijvoorbeeld ook boven het oude land (provincie Gelderland) worden gedaan.

In de omgeving van windturbines kan het vliegtuig in een gebied met zogturbulentie terecht komen, op kortere afstand en/of hoogte van de windturbine vliegen dan vereist volgens de obstakelklaringseisen, of uiteindelijk zelfs in botsing komen met de turbine. Hierdoor ontstaan in feite drie verschillende risico's:

- A.1. Vlieger wacht voor HOTEL, moet uitwijken voor ander (aankomend, vertrekkend of onbekend kruisend) verkeer en komt daardoor in het zog van één of meerder windturbines,
- A.2. Vlieger wacht voor HOTEL, moet uitwijken voor ander (aankomend, vertrekkend of onbekend kruisend) verkeer en komt daardoor op een afstand en hoogte van de windturbine die kleiner is dan de obstakelklaringseisen, en
- A.3. Vlieger wacht voor HOTEL, moet uitwijken voor ander (aankomend, vertrekkend of onbekend kruisend) verkeer en komt daardoor in botsing met een windturbine,

In de directe omgeving van het punt HOTEL zijn binnen een straal van 2,1 km geen windturbines aanwezig of gepland. De dichtstbijzijnde 813 voet (248 m) hoge turbines van de Kokkeltocht liggen op 3,7 km afstand van het punt HOTEL.

Het punt HOTEL ligt in ongecontroleerd luchtruim en (aankomend, vertrekkend en kruisend) vliegverkeer kan zich in principe buiten de CTR op elk willekeurig punt bevinden. De adviesroute gaat er echter vanuit dat aankomend verkeer via de randmeren vrij van windturbines richting HOTEL vliegt. Bovendien zijn door de gewijzigde symboliek op de VFR-kaart van de luchthaven de aanwezigheid van hoge windturbines beter gemarkeerd en door de rode markering op de turbinebladen beter zichtbaar.

De resultaten van de Kahoot!-sessie geven aan dat de aanwezige experts erkennen dat de kans van optreden van de verschillende risico's aanmerkelijk kleiner is (variërend tussen remote en improbable) in vergelijking met de bevindingen uit de voorgaande studie van het risico in de buurt van BRAVO (frequent).

De ernst van de gevolgen van worden door de geraadpleegde experts nog altijd hoog (major tot catastrophic) ingeschat. De gevolgen van zogturbulentie wordt net als in de voorgaande studie ingeschat als hazardous. Zogturbulentie van een turbine is het sterkst ter hoogte van de rotoras en neemt sterk af boven de tiphoogte en op enige afstand van de turbine. Er is maar beperkt wetenschappelijk onderzoek beschikbaar naar het effect van zogturbulentie op kleine vliegtuigen. Uit praktijkervaring is gebleken dat turbulentie van lijnopstellingen onacceptabele verstoringen van de vliegbaan en stand van het vliegtuig kan veroorzaken.

De classificatie hazardous geldt ook voor de gevolgen van verminderde obstakelklaring. Dit gevolg werd in de voorgaande studie nog ingeschat als major. Een verklaring hiervoor is mogelijk een lerend effect van de groep door de discussie tijdens de Kahoot!-sessie, want de ernst van het gevolg van verminderde obstakelklaring bij situatie C en D zijn wel als major ingeschat.

De ernst van het gevolg van een botsing is vergelijkbaar aan de voorgaande studie wederom ingeschat als catastrophic, omdat een botsing in vrijwel alle bekende gevallen dodelijke slachtoffers heeft opgeleverd. De voorgestelde maatregelen uit het onderzoeksscenario hebben geen effect op dit gevolg.

Samengevat zijn de risico's als volgt ingeschat:

- A.1 (uitwijk met zogturbulentie als gevolg) wordt geclassificeerd als 3/B (remote / hazardous),
- A.2 (uitwijk met verminderde obstakelklaring als gevolg) wordt geclassificeerd als 3/B (remote / hazardous),
- A.3 (uitwijk met botsing als gevolg) wordt geclassificeerd als 2-3/A (improbable – remote / catastrophic) waarbij een krappe meerderheid van de experts de kans van optreden inschat als improbable.

B. Tussen HOTEL en BRAVO op adviesroute

Zodra aankomend verkeer toestemming heeft gekregen om de CTR binnen te vliegen, kan het na passage van het meldingspunt HOTEL onbekend en ongecontroleerd verkeer tegenkomen waarvoor het moet uitwijken. Er is een risico dat het vliegtuig daarbij in de buurt van windturbines komt en te maken krijgt met de eerder geconstateerde gevolgen van zogturbulentie, verminderde obstakelklaring, of botsing met de turbine.

Door het uitwijken van aankomend verkeer ontstaan analoog aan de vorige situatie (A) voorafgaand aan de passage van het punt HOTEL drie verschillende risico's:

- B.1. Vlieger vliegt op de adviesroute, moet uitwijken voor onbekend kruisend verkeer en komt daardoor in het zog van één of meerder windturbines,
- B.2. Vlieger vliegt op de adviesroute, moet uitwijken voor onbekend kruisend verkeer en komt daardoor op een afstand en hoogte van de windturbine die kleiner is dan de obstakelklaringseisen, en
- B.3. Vlieger vliegt op de adviesroute, moet uitwijken voor onbekend kruisend verkeer en komt daardoor in botsing met een windturbine.

De kortste afstand van de adviesroute tussen HOTEL en BRAVO tot de turbines van de Kokkeltocht is 1,9 km en 2,3 km tot aan de dichtstbijzijnde 813 voet (248 m) hoge turbines van de Kokkeltocht.

De resultaten van de Kahoot!-sessie geven aan dat de aanwezige experts de kans van optreden van de verschillende risico's lager inschatten dan de kans van optreden van een uitwijkmanoeuvre voor het passeren van het punt HOTEL. De ernst van de gevolgen van zogturbulentie, verminderde obstakelklaring en eventueel botsing worden door de geraadpleegde experts nog altijd hoog ingeschat (major tot zelfs catastrophic), met als verschil dat het gevolg van zogturbulentie en verminderde obstakelklaring langs de route gemiddeld lager wordt ingeschat dan dezelfde gevolgen voor het passeren van HOTEL.

Samengevat worden de risico's als volgt ingeschat:

- B.1 (uitwijk met zogturbulentie als gevolg) wordt geclassificeerd als 2-3/B-C (improbable - remote / hazardous - major),
- B.2 (uitwijk met verminderde obstakelklaring als gevolg) wordt geclassificeerd als 2/B (improbable / hazardous),
- B.3 (uitwijk met botsing als gevolg) wordt geclassificeerd als 2/A (improbable / catastrophic).

Verschillende experts hebben overigens ook opgemerkt een veiligheidsrisico te zien tussen aankomend en vertrekkend Lelystad verkeer dat tijdens slecht weer (SVFR) min of meer op dezelfde hoogte op een adviesroute kunnen vliegen waarbij tussen de punten HOTEL en BRAVO een duidelijk lijkenmerk ontbreekt om dit verkeer te scheiden.

4.3 Risico's in de niet-nominale situatie

De geïdentificeerde veiligheidsrisico's in de niet-nominale situatie zijn onder te verdelen in de situaties dat:

- C. De vlieger na het passeren van HOTEL afwijkt van de adviesroute, en
- D. De vlieger onterecht in de veronderstelling is het meldingspunt HOTEL te hebben gevonden.

C. Onbedoeld afwijken van de adviesroute

Een vlieger kan na het passeren van het punt HOTEL onbedoeld van de adviesroute afwijken en daardoor in de buurt van windturbines terecht komen. Dit zou kunnen gebeuren door navigatiefouten (verkeerde koers), onvoldoende compensatie voor wind dwars op de vliegrichting en instellingsfouten van het gyroscopisch kompas, in combinatie met de beperkte beschikbaarheid van markante punten en lijkenmerken langs de adviesroute.

Als dat gebeurt en het vliegtuig in de buurt van windturbines komt, kan het te maken krijgen met de eerder geconstateerde gevolgen van zogturbulentie, verminderde obstakelklaring, of botsing met de turbine. Door het uitwijken ontstaan analoog aan de nominale situaties drie verschillende risico's:

- C.1. Vlieger wijkt onbedoeld af van de adviesroute en komt daardoor in het zog van één of meerdere windturbines,
- C.2. Vlieger wijkt onbedoeld af van de adviesroute en komt daardoor op een afstand en hoogte van de windturbine die kleiner is dan de obstakelklaringseisen, en
- C.3. Vlieger wijkt onbedoeld af van de adviesroute en komt daardoor in botsing met een windturbine,

In de directe omgeving van het punt HOTEL zijn binnen een straal van 2,1 km geen windturbines aanwezig of gepland. De dichtstbijzijnde 813 voet (248 m) hoge turbines van de Kokkeltocht liggen op 3,7 km afstand van het punt HOTEL.

De resultaten van de Kahoot!-sessie geven aan dat de aanwezige experts de kans van optreden van de verschillende risico's inschatten van occasional tot remote voor C.1 tot remote voor C.2 en improbable voor C.3. Uitgaande van de veronderstelling dat de effecten van zogturbulentie van extreem grote windturbines in lijnopstelling nog merkbaar zijn op een afstand van 1300 m achter de turbine ter hoogte van de rotoras (NLR, 2015), zou de afwijking van de adviesroute over een afstand van 2 km (de Kokkeltocht turbines staan halverwege de 4 km lange adviesroute tussen HOTEL en BRAVO) meer dan 2,4 km moeten zijn. Deze koersafwijking van meer dan 45 graden is niet ondenkbaar, maar ook niet erg waarschijnlijk.

AOPA heeft daarentegen aangegeven zich goed in de classificatie occasional te kunnen vinden, omdat het een gebied betreft waar weinig markante referentiepunten of lijnkenmerken zijn, navigatie lastig is en de veronderstelde meteorologische omstandigheden marginaal zijn. Tijdens de review van het concept rapport is door andere experts aangegeven dat dit mogelijk veroorzaakt is door de manier waarop over de verschillende mogelijke oorzaken van de afwijking is gesproken, waardoor de te beoordelen situatie niet geheel duidelijk was.

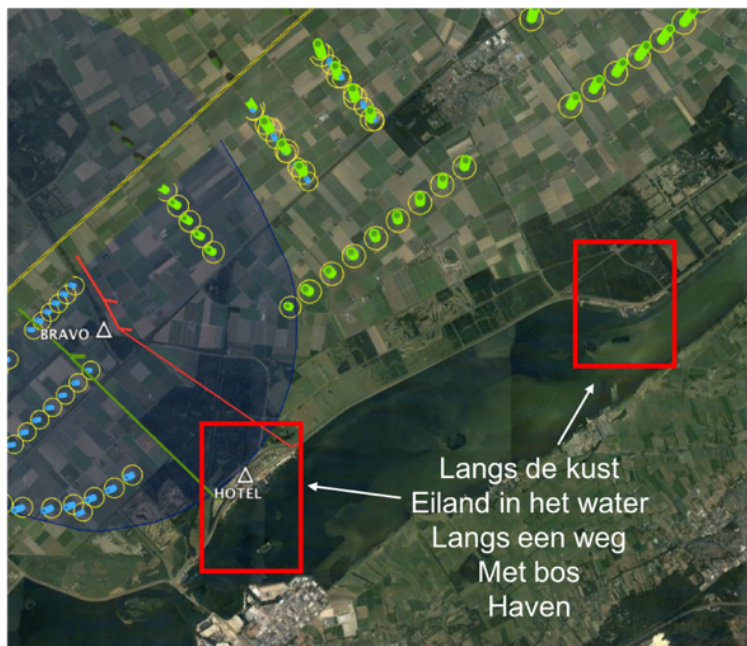
De ernst van de gevolgen van zogturbulentie, verminderde obstakelklaring en eventueel botsing worden door de geraadpleegde experts vergelijkbaar ingeschat (major tot catastrophic) als dezelfde gevolgen voor de nominale risico's.

Samengevat worden de risico's ingeschat als:

- C.1 (afwijking route met zogturbulentie als gevolg) wordt geclassificeerd als 3/B-C (remote / hazardous - major),
- C.2 (afwijking route met verminderde obstakelklaring als gevolg) wordt geclassificeerd als 3/C (remote / major),
- C.3 (afwijking route met botsing als gevolg) wordt geclassificeerd als 2/A (improbable / catastrophic).

D. Meldingspunt HOTEL niet kunnen vinden

Het meldingspunt HOTEL is in tegenstelling tot het punt BRAVO een markant punt dat goed zichtbaar is langs de kust van Flevoland, met een eiland in het water, langs een weg, een bos en een haven. Desondanks is er op ongeveer 8,5 km van HOTEL een locatie, die onterecht kan worden aangezien als het meldingspunt HOTEL (zie Figuur 16).



Figuur 16: Mogelijke verwarring meldingspunt HOTEL

Wanneer een onervaren (bijvoorbeeld leerling-) vlieger of een vlieger die niet bekend is met de lokale situatie denkt bij het meldingspunt HOTEL te zijn en de op de kaart aangegeven grondkoers van de adviesroute gaat vliegen, kan het vliegtuig in de buurt van de meest noordelijke, 813 voet (248 m) hoge windturbines van de Kokkeltocht uitkomen. Daardoor kunnen de eerder geconstateerde gevolgen van zogturbulentie, verminderde obstakelklaring, of botsing met de turbine optreden.

Er ontstaan drie verschillende risico's:

- D.1. Vlieger denkt onterecht HOTEL te passeren en komt daardoor in het zog van één of meerdere windturbines,
- D.2. Vlieger denkt onterecht HOTEL te passeren en komt daardoor op een afstand en hoogte van de windturbine die kleiner is dan de obstakelklaringseisen, en
- D.3. Vlieger denkt onterecht HOTEL te passeren en komt daardoor in botsing met een windturbine.

Naast de natuurlijke mitigatie van goede vluchtvoorbereiding en naar buiten kijken, zou het de torenverkeersleider op kunnen vallen dat de vlieger weliswaar rapporteert bij HOTEL te zijn, maar de pijlklok aangeeft dat het radiosignaal uit een (30 graden) afwijkende richting komt en de vlieger. Wanneer de vlieger daarover door de verkeersleider wordt geïnformeerd, kan dat de kans van optreden van het risico verlagen. Dit is een natuurlijke mitigatie voor het risico, maar geen verantwoordelijkheid of verplichting voor de torenverkeersleider.

De resultaten van de Kahoot!-sessie geven aan dat de aanwezige experts de kans van optreden van de verschillende risico's inschatten als improbable. De kans van optreden van een botsing is bij de gebeurtenissen A t/m C steeds kleiner dan de kans op zogturbulentie en verminderde obstakelklaring, maar is niet het geval bij dit risico. Een mogelijke verklaring waarom geen van de experts voor een lagere kans van optreden heeft gekozen is de definitie ervan "almost inconceivable that the event will occur" (zie Tabel 3).

De ernst van de gevolgen van zogturbulentie, verminderde obstakelklaring en eventueel botsing worden door de geraadpleegde experts vergelijkbaar ingeschat (major tot catastrophic) als dezelfde gevolgen voor de nominale risico's.

Samengevat worden de risico's ingeschat als:

- D.1 (passage ander punt dan HOTEL met zogturbulentie als gevolg) wordt geclassificeerd als 2/B-C (improbable / hazardous - major),
- D.2 (passage ander punt dan HOTEL met verminderde obstakelklaring als gevolg) wordt geclassificeerd als 2/B-C (improbable / hazardous - major),
- D.3 (passage ander punt dan HOTEL met botsing als gevolg) wordt geclassificeerd als 2/A (improbable / catastrophic).

4.4 Risicomatrix en aanvullende mitigerende maatregelen

De beoordeling van de veiligheidsrisico's is samengevat in Tabel 6.

Tabel 6: Risicomatrix op basis van meerderheid van stemmen

Risk Probability Scenario 1	Risk Severity				
	Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E
Frequent - 5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional - 4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote - 3	3A	A.1 A.2 C.1 3B	C.2 3C	3D	3E
Improbable - 2	A.3 B.3 C.3 D.3 2A	B.1 B.2 2B	D.1 D.2 2C	2D	2E
Extremely improbable - 1	1A	1B	1C	1D	1E

Uit de risicomatrix blijkt dat op basis van de meerderheid van stemmen:

1. Geen ontoelaatbare (rode) risico's zijn geïdentificeerd,
2. Twaalf toelaatbare (gele) risico's zijn geïdentificeerd, en
3. Geen acceptabele (groene) risico's zijn geïdentificeerd.

Het ontbreken van ontoelaatbare (rode) risico's, geeft aan dat de maatregelen uit het onderzoekscenario door de meerderheid van de betrokken experts als effectief zijn beoordeeld in het reduceren van de risico's van het wachten voor het meldingspunt BRAVO en de (verdwaalde) vlieger op zoek naar punt BRAVO uit de voorgaande studie (To70, 2018).

De twaalf geconstateerde risico's liggen allemaal in het toelaatbare (gele) gebied. Daarbij moet als kanttekening worden geplaatst dat een deel van de experts het risico van gebeurtenis A.3 (vlieger wacht voor HOTEL, moet uitwijken voor ander verkeer en komt daardoor in botsing met een windturbine) heeft ingeschat als "remote/catastrophic (3/A)" waardoor de spreiding van dit risico zich wel in tot het ontoelaatbare gebied uitstrekt. Dit kan worden verklaard door het adviserende karakter van de maatregelen. Hierdoor de in de voorgaande studie geïdentificeerde ontoelaatbare risico's weliswaar zijn verkleind, maar niet zijn weggenomen:

- Kaarten met duidelijkere symboliek kunnen de vlieger beter bewust maken van de aanwezigheid van obstakels, maar een botsing bij beperkt zicht, afleiding of onvoldoende situationeel bewustzijn niet voorkomen,
- De adviesroute voor aankomend en vertrekkend verkeer in ongecontroleerd luchtruim is een advies, maar geen verplichting die kan worden opgelegd.
- Verbeterde zichtbaarheidskenmerken van windturbines hebben in het verleden ongevallen met klein vliegverkeer niet kunnen voorkomen.

Voor het risico (A.3) wordt mitigatie noodzakelijk geacht.

De beslissing over aanvaardbaarheid van de overige risico's in het toelaatbare (gele) gebied van de risicomatrix is niet eenduidig. De risico's kunnen worden verlaagd door aanvullende mitigerende maatregelen of het risico kan door het bevoegd gezag worden geaccepteerd. To70 en de expertgroep kunnen daarbij assisteren door risico's te inventariseren, argumenten aan te dragen en te adviseren, maar niet beslissen. In dat kader zullen aanvullende mitigerende maatregelen worden verkend voor de risico's die tegen het ontoelaatbare (rode) gebied aan zitten:

- Risico's op botsingsgevaar met de 813 voet hoge windturbines (B.3, C.3 en D.3), en
- Risico's met zogturbulentie en verminderde obstakelklaring voor wachtend verkeer bij HOTEL (A.1 en A.2) en zogturbulentie door afwijkingen van de route (C.1).

De onderstaande aanvullende mitigaties zijn door To70 na afloop van de expertsessies op 28 en 29 november voorgesteld en tijdens de review van het concept rapport ter beoordeling aan de expertgroep voorgelegd. De resultaten van deze beoordeling zijn in deze definitieve versie van het rapport verwerkt.

Mitigatie botsingsrisico

De kans op botsingsrisico is als erg klein (improbable) beoordeeld. Verdere verlaging zou gerealiseerd kunnen worden door het uitsluiten van bepaalde gebieden door toepassing van de in hoofdstuk 3 genoemde caution area, of zelfs door het vergroten van de Lelystad CTR tot afmetingen waarbij de turbines binnen de laterale grenzen van de CTR gaan vallen.

De caution area geeft geen garantie dat vliegverkeer onbedoeld (bijvoorbeeld door een uitwijkmanoeuvre of navigatiefout) toch in botsing komt met de turbine. Dit geldt ook voor het vergroten van de CTR, waarbij nog wordt opgemerkt dat dit oneigenlijk gebruik van gecontroleerd luchtruim is. Deze maatregelen worden daarom als aanvullende mitigatie niet geschikt geacht.

Een meer effectieve aanvullende mitigatie is de hoogte van één of meerdere turbines van de Kokkeltocht te beperken tot 500 voet. Door de minimum vlieghoogte van 500 voet zal vliegverkeer nog wel in de buurt van de turbine kunnen komen, maar de ernst van het gevolg veelal beperkt blijven tot onvoldoende obstakelklaring. Dit zou mogelijk de classificatie "major" als gevolg opleveren, maar niet "catastrophic". Bij gelijkblijvende kans van optreden verschuift het risico daardoor naar rechts in de richting van het acceptabele (groene) gebied van de risicomatrix.

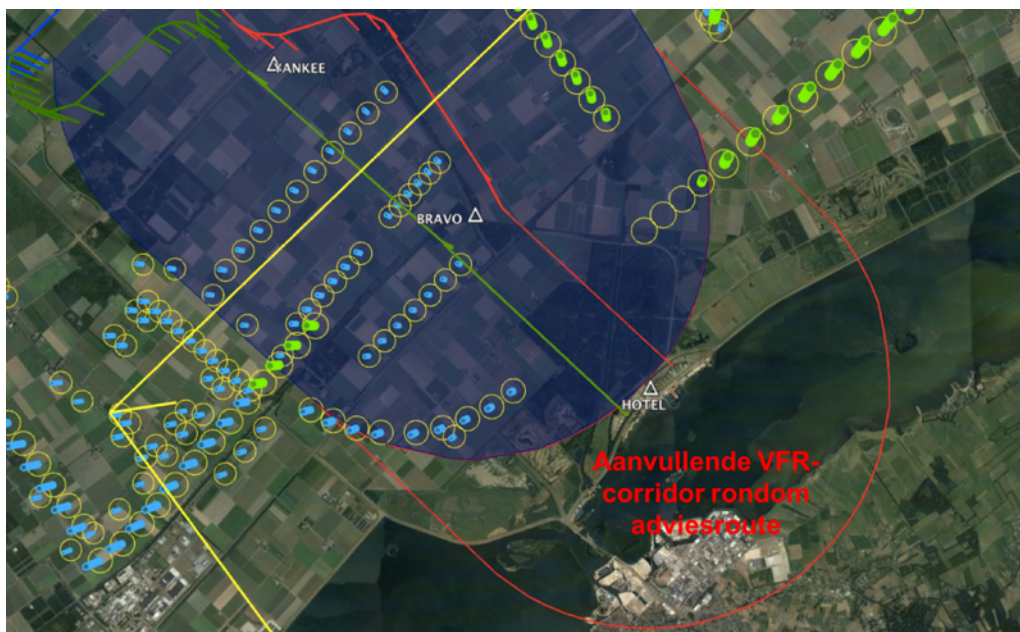
De aanvullende mitigatie van het botsingsrisico A.3 t/m D.3 door beperking van de turbinehoogte tot 500 voet (152 m) NAP zou tenminste toegepast moeten worden voor de turbines die redelijkerwijs bereikt kunnen worden rekening houdend met navigatiespreiding en eventueel (onbedoeld) draaien van een wachtpatroon.

In een eerdere studie (To70, 2017) zijn criteria ontwikkeld voor de afmetingen van het risicogebied voor klein vliegverkeer in de buurt van (hoge) windturbines. Deze criteria worden ook wel criteria voor de VFR-corridor⁶ genoemd en zijn door ILT geaccepteerd. Merk op dat dit niet de VFR-corridor betreft zoals beschreven in paragraaf 3.1. In de voorgaande figuren van dit rapport is de VFR-corridor steeds getoond als een blauw eivormig gebied rondom de VFR-route. Deze vorm is gebaseerd op de route tussen het punt BRAVO en de luchthaven. Door de adviesroute vanaf HOTEL wordt de VFR-route feitelijk verlengd tot aan de rand van het Veluwemeer en zou ook de corridor zou daarop moeten worden aangepast (zie Figuur 17).

Bij de criteria voor VFR-corridors wordt verondersteld dat een duidelijk lijkenmerk aanwezig is, maar dat ontbreekt tussen de punten HOTEL en BRAVO. Daarom is er voor het kunnen uitzetten van het 4 km brede gebied voor gekozen om de lijn tussen deze twee punten als referentie aan te houden. Het ontbreken van een duidelijk lijkenmerk zal naar verwachting een grotere navigatiespreiding opleveren. Dit wordt in de criteria voor de VFR-corridor gecompenseerd door de aanwezige buffers.

Uit Figuur 17 blijkt, dat door de aanvullende mitigerende maatregel de drie meest westelijke turbines van de Kokkeltocht beperkt zouden moeten worden tot 500 voet (152 m) NAP. De resterende zes turbines vallen buiten de aanvullende VFR-corridor en zouden op 813 voet (248 m) NAP gerealiseerd kunnen worden. Door deze maatregel wordt het botsingsrisico in de nominale en niet-nominale situaties (A.3, B.3 en C.3) verder verkleind.

⁶ Voor een route op 1000 voet wordt in de criteria voor VFR-corridors uitgegaan van een navigatiespreiding (1000 m), een wachtpatroon (360) met een snelheid van 120 knopen en 30 graden dwarshelling (1400 m), veilige afstand voor zogturbulentie (1300 m) en een extra veiligheidsmarge van 300 m; in totaal 4 km (To70, 2017).



Figuur 17: Aangepaste VFR-corridor rondom adviesroute

Mitigatie zogturbulentie

Het risico op zogturbulentie is het grootst als ter hoogte van de rotoras op enige afstand achter de turbine wordt gevlogen. Bij toenemende hoogte en afstand tot de turbine neemt het risico op zogturbulentie sterk af. Het zog van turbines kan goed worden gemodelleerd. Criteria voor het effect van dit zog op klein vliegverkeer zijn overigens veel minder goed ontwikkeld. Daardoor is terughoudendheid ten aanzien van de benodigde afstand tot hoge windturbines, waarbij de rotoras in de buurt van de vlieghoogte van het VFR-verkeer ligt, op zijn plaats.

Voor turbines met een tiphoogte van 500 voet (152 m) NAP ligt het sterkste deel van het zog tussen de 300 en 400 voet en dit is lager dan de minimum vlieghoogte. Voor turbines van 813 voet ligt het sterkste zog tussen de 500 en 600 voet. Wanneer de drie meest westelijke turbines van de Kokkeltocht binnen de aanvullende corridor worden beperkt tot 500 voet (152 m) NAP kan de route onder alle omstandigheden worden gebruikt en wordt analoog aan het bostingsrisico ook het risico op zogturbulentie (A.1, en C.1) verder verkleind.

Het risico op afwijken van de adviesroute door navigatiefouten, wind, etc. (C.3) kan verder nog worden beperkt door het plaatsen van visuele markering(en) in landschap tussen de punten HOTEL en BRAVO (zie paragraaf 3.1). Dergelijke markering kan bovendien het door verschillende experts geïdentificeerde botsingsrisico tussen aankomend en vertrekkend Lelystad verkeer onderling mitigeren dat kan ontstaan door het ontbreken van duidelijke lijnkenmerken voor het onderling lateraal scheiden van dit verkeer. De mitigatie *visuele markeringen* is in verband met praktische bezwaren niet in het onderzoekscenario opgenomen, maar is desondanks interessant om nader te onderzoeken.

5 Conclusies en aanbevelingen

In deze studie zijn veiligheidsrisico's geïdentificeerd, geclassificeerd en waar mogelijk verder gemitigeerd om antwoord te geven op de vraag of een veilige operatie voor het VFR-verkeer mogelijk is bij het gebruik van de (aangepaste) zuidelijke VFR-route van en naar Lelystad op een hoogte lager dan 1000 voet NAP bij aanwezigheid van de windturbines van de Kokkeltocht volgens het (aangepaste) voorkeursalternatief.

Onderzoekscenario

Voor het onderzoek is een scenario opgesteld bestaande uit maatregelen voor het mitigeren van de onacceptabele (rode) risico's uit de voorgaande veiligheidsanalyse voor windplan Groen (To70, 2018):

1. Wachten voor het meldingspunt BRAVO, en
2. De (verdwaalde) vlieger op zoek naar punt BRAVO.

De voorgestelde maatregelen zijn beoordeeld door een groep experts van LVNL, NLR en de GA sector in aanwezigheid van waarnemers van de ministeries Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Economische Zaken en Klimaat (EZK), ILT en Lelystad Airport (LA). Het gedefinieerde onderzoekscenario bestaat uit de volgende drie maatregelen:

1. Waarschuwingen op de VFR-kaart door middel van aangepaste en meer prominente symboliek voor windturbines hoger dan 500 voet (152 m) NAP,
2. Adviesroute tussen rand van de Flevopolder (HOTEL) van/naar het meldingspunt BRAVO, aangevuld met adviezen van de expertgroep om de te vliegen grondkoers en foto's van de lokale situatie op de kaart weer te geven, en
3. Verbetering van de zichtbaarheid van windturbines door gekleurde vlakken op de turbinebladen.

De ligging en het gebruik van de adviesroute is op hoofdlijnen uitgewerkt. Dit betekent dat er nog details kunnen wijzigen. Daar waar er bij het ontwerp afgeweken wordt van de aannames in deze studie moet worden gezien of dit een impact heeft op de geïdentificeerde risico's.

Identificatie en classificatie van veiligheidsrisico's

De veiligheidsrisico's uit deze studie vormen deels een aanvulling en deels een vervanging van de risico's uit de voorgaande studie (To70, 2018) over de zuidelijke VFR-route en windplan Groen. Bij het beoordelen van de veiligheidsrisico's is rekening gehouden met de reeds aanwezige mitigatie maatregelen:

- De vlieger heeft de vlucht goed voorbereid en is op de hoogte van de aanwezige obstakels in de omgeving, waardoor een route gekozen wordt die zoveel mogelijk vrij is van obstakels,
- Vlieger kijkt naar buiten om het vliegtuig te besturen, te navigeren en botsingen met ander verkeer en obstakels te voorkomen. De effectiviteit hiervan neemt af met slechter wordend zicht en wolkenbasis,
- Verkeersleider kan "traffic information" geven over bekend (maar niet over onbekend/ongecontroleerd) verkeer buiten de CTR.

Er zijn voor het onderzoekscenario vier verschillende gebeurtenissen (hazards A t/m D) geïdentificeerd:

- A. Vlieger wacht op toestemming om de CTR binnen te vliegen voor HOTEL, moet uitwijken voor ander verkeer en komt daardoor in de buurt van windturbines,
- B. Vlieger vliegt op de adviesroute naar BRAVO en moet uitwijken voor ander (bv. onbekend kruisend) verkeer en komt daardoor in de buurt van windturbines,
- C. Vlieger wijkt af van de adviesroute, bv door navigatiefout, wind, kompasfouten, etc. en komt daardoor in de buurt van windturbines.
- D. Een vlieger (leerling, onervaren en/of onbekend met situatie rondom de luchthaven) denkt onterecht bij het punt HOTEL te zijn, rapporteert HOTEL en draait richting hoge windturbines elders in Flevopolder.

Deze vier gebeurtenissen (hazards) in het onderzoekscenario kunnen elk drie verschillende gevolgen (1 t/m 3) hebben:

1. Vliegtuig komt in een gebied met zogturbulentie,
2. Vliegtuig komt op kortere afstand en/of hoogte van de windturbine dan vereist volgens de obstakelklaringseisen, of
3. Vliegtuig botst tegen de turbine.

Door combinatie van de hazards en de gevolgen ontstaan voor het onderzoekscenario twaalf hazard-gevolg combinaties. De classificatie van deze risico's door de meerderheid van de betrokken experts is weergegeven in de risicomatrix.

Risk Probability Scenario 1	Risk Severity				
	Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E
Frequent - 5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional - 4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote - 3	3A	A.1 A.2 C.1 3B	C.2 3C	3D	3E
Improbable - 2	A.3 B.3 C.3 D.3 2A	B.1 B.2 2B	D.1 D.2 2C	2D	2E
Extremely improbable - 1	1A	1B	1C	1D	1E

Uit de risicomatrix blijkt dat er door de meerderheid van de experts geen ontoelaatbare (rode), maar ook geen acceptabele (groene) risico's zijn geïdentificeerd. Dit kan worden geïnterpreteerd dat de meerderheid van de betrokken experts onderkent dat de voorgestelde maatregelen de risico's uit de voorgaande studie reduceren, maar niet wegnemen.

Wanneer naast de meerderheid van stemmen ook gekeken wordt naar de spreiding in de resultaten blijkt dat de situatie waarbij verkeer wacht voor het punt HOTEL moet uitwijken voor ander verkeer en daardoor in botsing komt met een windturbine (A.3) door een deel van de experts wel als ontoelaatbaar wordt ingeschat. Dit kan worden verklaard door het adviserende karakter van de maatregelen, waardoor de risico's weliswaar worden verkleind, maar niet zijn weggenomen. Dit risico moet worden gemitigeerd.

De overige risico's liggen allemaal in het toelaatbare (gele) gebied. Risico's in dit kunnen acceptabel gemaakt worden door aanvullende mitigerende maatregelen of worden geaccepteerd door het bevoegd gezag. In Nederland is dit voorbehouden aan de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT).

Aanvullende mitigatie

In de studie zijn aanvullende mitigerende maatregelen verkend voor de risico's die tegen het ontoelaatbare (rode) gebied aan zitten of rekening houdend met de spreiding in de resultaten er zelfs in terecht komen (A.1 t/m A.3, B.3, C.1, C.3 en D.3).

De voorgestelde aanvullende mitigatie voor deze risico's is het verlagen van de hoogte van turbines van de Kokkeltocht tot 500 voet (152 m) NAP binnen het gebied dat gevormd wordt door de criteria voor VFR-corridors toe te passen op de lijn tussen het nieuwe punt HOTEL en punt BRAVO. Deze criteria zijn in 2017 in opdracht van lenW ontwikkeld, door ILT goedgekeurd en houden rekening met (on)nauwkeurigheid van navigatie, het vliegen van een wachtpatroon en de risico's van zogturbulentie.

Op basis van de uitgebreide VFR-corridor zouden de drie meest westelijke turbines van de Kokkeltocht beperkt worden tot 500 voet (152 m) NAP. De resterende zes turbines zouden tot een maximale tiphoogte van 813 voet (248 m) NAP gerealiseerd kunnen worden.

Door deze mitigerende maatregel wordt zowel de situaties met bostingsrisico (A.3, B.3 en C.3) als de situaties met zogturbulentie (A.1 en C.1) verkleind.

De beslissing of de geïdentificeerde risico's met of zonder aanvullende mitigatie een voldoende toelaatbare situatie opleveren kan niet door To70 of de betrokken experts, maar uitsluitend door het bevoegd gezag worden gemaakt.

Bibliografie

- EU. (2012). Uitvoeringsverordening (EU) nr. 923/2012 tot vaststelling van gemeenschappelijke luchtverkeersregels en operationele bepalingen betreffende luchtvaartnavigatiediensten en -procedures. *Publicatieblad van de Europese Unie*. Brussel, België: Europese unie.
- ICAO. (2013). *Safety Management Manual (DOC 9859) version 3.0*. Montreal, Canada: ICAO.
- LVNL. (2018, november 15). Toolbox mitigaties WP Groen windturbines Kokkeltocht. *LVNL presentatie*. Schiphol: LVNL.
- NLR. (2015). *Aeronautische studie windscenario's Flevoland*. Air Transport Safety Institute (ATSI). Amsterdam: NLR.
- To70. (2018). *Aanvullende safety assessment VFR-route BRAVO en WP-Groen (versie 1.4)*. De Haag: To70.
- To70. (2018a). *Eindrapport evaluatie VFR-routes Lelystad Airport en windturbines Flevoland*. Den Haag: To70.

6	302	LUXEMBURG	930
AZ	419	TURIN	935
LH	1122	NEAPEL	935
LH	1906	MADRID	935
LH	1022	STUTTGART HBF	935
AF	1701	LYON	940
AY	822	HELSINKI	940
AA	071	FRANCISCO-DALLAS	945
AF	743	PARIS	945
LH	1416	VENEZIA	945
DL	023	DALLAS	950
	892	AMSTERDAM	950