



gemeente
Haarlemmermeer

De leden van de gemeenteraad van Haarlemmermeer

Postbus 250
2130 AG Hoofddorp

Bezoekadres:
Taurusavenue 100
Hoofddorp
Telefoon 0900 1852

Cluster	RED-Energietransitie
Contactpersoon	Senta Modder
Telefoonnummer	0900-1852
Uw brief	n.v.t.
Ons kenmerk	11844596
Bijlage(n)	Analyse NLR jan 2024 DGEC
Onderwerp	Vragen raad met betrekking tot overlast schittering zonnepark De Groene Energie Corridor

Verzenddatum

11 MAART 2025

Geachte heer, mevrouw,

Op donderdag 13 februari zijn tijdens het vragenuur diverse vragen gesteld over de schitteringsproblematiek bij De Groene Energie Corridor (DGEC). In deze brief treft u de beantwoording van deze vragen aan en een nadere toelichting op de actualiteiten. Ook gaan we in op het vergunningsproces dat DGEC heeft doorlopen en de keuze voor het alternatieve zonnepaneel.

Er is eerder toegezegd dat er geen spiegeleffect zou optreden. Hoe komt het dat dit toch is gebeurd? Waarom is er gekozen voor een ander type paneel?

Antwoord: De veiligheid van het luchtverkeer is een belangrijke factor in de vergunningverlening voor het zonnecarré. Als gemeente hebben we hiervoor de bevoegde instanties betrokken. Het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR) heeft voor DGEC getoetst aan de hand van de richtlijnen van de Federal Aviation Agency (FAA) van de Verenigde Staten (er zijn op dit gebied nog geen Europese richtlijnen). Dat er door piloten toch hinder wordt ervaren, nemen we uiterst serieus. Op donderdagmiddag 13 februari 2025 is er een ambtelijk overleg geweest met de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (verder: omgevingsdienst), DGEC en Schiphol en de betrokken instanties in het ISMS (Integral Safety Management System)*. In de periode daarna zijn er meerdere gesprekken geweest tussen Schiphol, ISMS, DGEC, Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT), omgevingsdienst en gemeente Haarlemmermeer. Verderop in deze brief gaan we in op de uitkomsten van deze gesprekken.

*In het ISMS werken onder andere Schiphol, Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) en verschillende luchtvaartmaatschappijen samen aan veiligheid op de luchthaven, onder toezicht van de ILT.

Onderzoek naar vliegveiligheid

We hebben de vliegveiligheidsaspecten van zonnepanelen uitvoerig laten onderzoeken. Voor het hele zonnecarré is dit gedaan door onderzoeksbureau To70. Daarnaast is er voor elk initiatief onderzoek gedaan door de initiatiefnemers. Dit is voor DGEC door het NLR

uitgevoerd. Het NLR adviseerde in 2020 om zogenaamde Deeply Textured Glass (DTG)* zonnepanelen toe te passen. Dit type panelen is ook als voorschrift in de vergunning opgenomen. Tijdens de ontwikkelfase, voor de bouw, zijn ISMS, de ILT en Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) geïnformeerd over de plannen en bijbehorende onderzoeken. In 2023 is door DGEC gekozen voor een alternatief paneel.

*DTG is een relatief dikke glassoort met 'groeven' die reflecties meer verstrooit. Deze glassoort zorgt voor meer verspreiding van het licht waardoor de reflectie minder intens is maar wel over een breder gebied verspreid wordt. Het voorkomt in veel gevallen hinderlijke reflectie.

Keuze voor alternatief paneel

DGEC heeft eind 2023 bij de omgevingsdienst aangegeven dat de door hen in 2020 geteste DTG panelen niet meer verkrijgbaar waren op de markt. Zij gaven aan dat de huidige generatie zonnepanelen is gemaakt van dunner glas en dat het oude type panelen met dikker glas niet meer gemaakt wordt. Hiervoor hebben ze verschillende leveranciers benaderd.

DGEC heeft (met het NLR) onderzocht welke alternatieven er verkrijgbaar zijn en heeft gekozen voor Lightly Textured Glass (LTG) panelen met Anti Reflection Coating (AR-coating). Dit is een dunnere glassoort uitgerust met een anti-reflectiecoating. Dit type paneel is destijds ook onderzocht in het onderzoek van To70. Uit dat onderzoek bleek ook dat er op deze locatie sprake zou zijn van glare richting de Polderbaan, in de ochtenden van oktober tot en met maart. Als mitigerende maatregelen is geadviseerd om de glare te reduceren door aanpassen van de oriëntatie en hellingshoek van de zonnepanelen. Dit rapport is aan alle initiatiefnemers in het zonnecarré meegegeven, als basis voor hun plannen en onderzoeken.

Beschikbaarheid in de markt

Omdat in de vergunning van andere zonneakkers in het zonnecarré ook DTG panelen als voorschrift zijn opgenomen, onderzoeken wij op dit moment welke type anti-reflectie zonnepanelen op de markt beschikbaar zijn. Er lijken nog zonnepanelen onder de noemer "deeply textured" op de markt verkrijgbaar, maar het is nog onduidelijk of de specificaties daarvan vergelijkbaar zijn met de in 2020 onderzochte DTG panelen die in de vergunning van DGEC zijn opgenomen. Over het algemeen zijn zonnepanelen namelijk inderdaad dunner geworden, waardoor het onduidelijk is of er nog wel echt van "deeply textured" gesproken kan worden. Daarnaast zijn er verschillende type "lightly textured" panelen en verschillende anti-reflectie coatings beschikbaar. We onderzoeken dit nader en kunnen hier vooralsnog geen conclusies uit trekken.

Toetsing van de alternatieve panelen

DGEC heeft een aanvraag gedaan om de nieuwe panelen (LTG met AR-coating) toe te passen, waarbij een aangepast rapport van het NLR is aangeleverd (bijgevoegd). Het NLR heeft het alternatieve paneel getoetst aan de richtlijnen van de FAA. Deze gaan over zonne-energieprojecten op luchthavens. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat een luchthaven zelf in voldoende mate kan analyseren of er potentieel gevaar voor verblinding door schittering bestaat, en dan met name voor de verkeerstoren. Omdat in Nederland geen beleid of richtlijnen zijn voor zonneparken buiten het luchthaventerrein, heeft het NLR zich gebaseerd op de normen van het FAA. Deze zijn in 2021 aangepast. Door deze aanpassing vervalt het criterium uit 2013 om geen 'yellow glare' toe te staan op de eindnadering van landingsbanen. Het FAA geeft aan dat op basis van voortschrijdend inzicht en praktijkervaringen geen significante hinder meer wordt verwacht voor vliegers. De reflecties van zonnepanelen worden vergeleken met wateroppervlakken, gebouwen met glazen gevels en autoruiten van geparkeerde auto's. Dit wordt ook toegelicht in het NLR-rapport op pagina 10.

Uit het rapport van NLR blijkt dat er wel kans op reflectie is, maar dat deze binnen de normen van het FAA blijven en conform die normen niet *ontoelaatbaar* is: *“Het zonnepark kan wel yellow glare veroorzaken op de eindnadering van de Polderbaan (baan 18R). Deze reflecties kunnen zich voordoen in het najaar en in de winter (vanaf medio september tot medio maart) en voornamelijk in de ochtend en voormiddag (tussen 09:15 en 13:30 lokale wintertijd). Rekening houdend met het effect van bewolking en het baangebruik op Schiphol, wordt verwacht dat in 1,5% tot 3,0% van alle landingen op Schiphol in de dagperiode de vlieger zal worden blootgesteld aan deze reflecties. Dit wordt in het huidige FAA-beleid niet als ontoelaatbaar gezien. Naar verwachting zal de hinder voor de vlieger vergelijkbaar zijn met die van reflecties veroorzaakt door andere reflecterende oppervlakken (zoals wateroppervlakken, gebouwen met glazen gevels en autoruiten van geparkeerde auto's) waaraan een vlieger kan worden blootgesteld.”*

De omgevingsdienst heeft beoordeeld dat de alternatieve panelen hetzelfde doel dienen, namelijk het verminderen van reflectie. En dat deze wijziging in het plan dus niet vergunningplichtig is. Het ging hierbij om een aanvraag voor het wijzigen van een voorschrift in de vergunning. Dit is niet vergunningsplichtig. Daarom heeft de omgevingsdienst per brief aan DGEC verklaard dat het om een omgevingsvergunningvrije activiteit gaat.

De omgevingsdienst heeft eind vorig jaar een inspectie uitgevoerd op locatie bij DGEC. Uit deze inspectie bleek dat op de locatie de alternatief aangevraagde panelen worden gebruikt.

Er is op donderdagmiddag 13 februari om 16.00 uur ambtelijk overleg geweest met Schiphol, De Groene Energie Corridor, de omgevingsdienst en de gemeente. In dit gesprek is de schitteringsproblematiek toegelicht. Wat zijn de uitkomsten van dit gesprek?

Antwoord:

Schiphol geeft aan dat er vanaf oktober 2024 een twintigtal meldingen over schittering zijn binnengekomen. Deze meldingen zijn door verschillende vliegtuigmaatschappijen gedaan. Schiphol geeft aan dat dit misschien weinig lijkt, maar dat dit in het kader van vliegveiligheid vermoedelijk een middelgroot risico genoemd kan worden en kan zorgen voor “loss of control” door verblinding en “loss of separation” (elkaar te dicht naderen) door uitwijkingsmanoeuvres. Schiphol ziet dit als onacceptabel.

Schiphol is op dit moment bezig met dossiervorming en ze geeft aan dat ISMS een vervolgonderzoek gaat uitvoeren. Naar verwachting is dit onderzoek eind mei gereed. Schiphol heeft de zorgen besproken met de ILT en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Ook is de ILT gevraagd om een dossier aan te leggen. Verderop in deze brief gaan we in op de uitkomsten van ons gesprek met de ILT.

DGEC heeft toegelicht waarom er voor een ander type zonnepaneel is gekozen en dat deze keuze is onderzocht door het NLR. De omgevingsdienst geeft aan dat dit rapport ook is gedeeld met de ILT maar die hebben niet kunnen toetsen omdat de kaders ontbreken. De omgevingsdienst bevestigt dat DGEC volledig volgens de vergunning handelt.

Schiphol geeft aan het “ongemakkelijk” te vinden dat zij niet meegenomen zijn in deze alternatieve keuze. In 2021 is het NLR-rapport wel aan hen voorgelegd. De keuze voor DTG-panelen was toen akkoord. Schiphol verwijst naar een brief die zij in 2020 naar de gemeente heeft gestuurd. Hierin staat: *“In het kader van veiligheid, is het van belang dat alle veiligheidsrisico's van tevoren goed worden geïdentificeerd en afgewogen. Met name van schittering, beïnvloeding van navigatiehulpmiddelen, aantrekkelijkheid voor vogels en windbeïnvloeding op de kritische delen van het start- en landingsproces moeten de risico's*

worden onderzocht. Voor verdere uitwerking zouden wij daarom graag tijdig LVNL betrekken bij de planuitwerking."

Het antwoord vanuit de gemeente is op 30 april 2020 (kenmerk: 2020.3680765) als volgt geweest: "De ontwikkeling van zonneakkers mag ook wat ons betreft op geen enkele manier een bedreiging vormen voor de vliegveiligheid. Wij zien in de wereld veel positieve voorbeelden van zonneakkers vlakbij luchthavens. Ook in Nederland zijn daar voorbeelden van. Zorgen over bijvoorbeeld schittering en beïnvloeding van navigatie moeten aandachtspunt blijven, maar met de juiste onderzoeken en technische maatregelen moet dat de ontwikkeling niet in de weg staan. Het vroegtijdig betrekken van toetsende instanties als de Luchtverkeerleiding Nederland en de Inspectie Leefomgeving en Transport, doen wij graag en wij hopen dat Royal Schiphol Group daar ook een rol in kan vervullen."

DGEC is nog deels in aanbouw. Wat Schiphol betreft zouden er nu tijdelijk geen nieuwe panelen bijgeplaatst moeten worden om het probleem niet groter te maken. Dit zou een bouwstop betekenen. De omgevingsdienst geeft aan dat dit de problemen waarschijnlijk niet oplost. Het zonneveld waar de meeste klachten over zijn gekomen is al zo goed als klaar. Er is na dit gesprek niet gekozen om een bouwstop op te leggen. In plaats daarvan wordt gezocht naar een tijdelijke en één permanente oplossing.

Wij bespreken met de omgevingsdienst hoe de vergunningverlening en de toetsing van de alternatieve panelen is verlopen. Schiphol houdt de gemeente daarnaast op de hoogte van de planning en doorlooptijd van het door ISMS gewenste vervolgonderzoek.

Er is op maandag 24 februari een eerste overleg geweest tussen de ILT, de gemeente en de omgevingsdienst. Wat is hier uitgekomen?

Antwoord: Bij het analysebureau luchtvaartveiligheid van de ILT zijn zestien gevalideerde meldingen van piloten bekend. ILT heeft aangegeven dat de klachten zo ernstig zijn dat zij mogelijk Schiphol moeten adviseren om tijdelijk de Polderbaan te sluiten op momenten dat er hinderlijke schittering kan optreden. Alle partijen zien in dat dit slechts een tijdelijke oplossing is. Er moet daarom snel gezocht worden naar een blijvende oplossing voor het probleem.

De ILT geeft aan dat er op dit moment weinig regels zijn over zonnevelden in de buurt van luchthavens waar zij aan kunnen toetsen. Zij hebben desondanks aangeboden nu toch te adviseren bij nog lopende initiatieven. Ook raden zij aan om bij initiatiefnemers aan te dringen contact op te nemen met Schiphol, zodat er gekeken kan worden welke maatregelen nodig zijn om het schitteringsprobleem te voorkomen.

Hoe is de gemeente verder in gesprek met De Groene Energie Corridor en Schiphol over een oplossing?

Antwoord: Op dit moment zijn alle partijen met elkaar in gesprek over een mogelijke oplossingsrichting voor de korte termijn. Er is op 27 februari een gesprek geweest tussen Schiphol, DGEC, de omgevingsdienst, gemeente Haarlemmermeer, ILT en ISMS. DGEC heeft aangegeven meer informatie nodig te hebben om tot een uitvoerbare oplossing te komen. Op donderdag 6 maart is er informatie over de meldingen uitgewisseld tussen DGEC, Schiphol en ISMS. Dit wordt op 11 maart vervolgd.

Ook was er op 6 maart een bestuurlijk overleg tussen gemeente Haarlemmermeer en Schiphol. In dit overleg zijn de aard en ernst van de meldingen besproken. Verder is er onder andere gesproken over het belang van een korte termijnoplossing. Volgens het rapport van NLR wordt namelijk verwacht dat de hinder medio maart voorbij is. Hier is Schiphol niet gerust op, omdat

er ook op de Zwanenburgbaan geen hinder werd verwacht, maar daar toch hinder is geconstateerd. Onze burgemeester heeft op basis van de inbreng van Schiphol geconcludeerd dat het gevaar acuut is.

Op 7 maart is de ernst van de situatie besproken in een bestuurlijk overleg tussen gemeente Haarlemmermeer en DGEC. Er uitgesproken dat gewerkt wordt aan mogelijke oplossingen die op korte termijn haalbaar, uitvoerbaar en veilig zijn. Wij hebben benadrukt dat het essentieel is dat de juiste informatie wordt uitgewisseld tussen DGEC en Schiphol. Deze afspraak krijgt ook op 11 maart vervolg, direct na de informatieuitwisseling met Schiphol.

Sluiting Polderbaan

Schiphol heeft op maandag 3 maart besloten om tijdelijk de Polderbaan op bepaalde momenten te sluiten. Hierover bent u geïnformeerd in de raadsbrief van 3 maart (XS-25030301.904).

Contact met het rijk

Onze burgemeester heeft op 3 maart gesproken met de minister van Infrastructuur & Waterstaat over de schitteringsproblematiek. Er is gesproken over de acute situatie en dat er op korte termijn een oplossing moet komen voor de veiligheid van het vliegverkeer en voor de inwoners die in het gebied wonen. De burgemeester heeft aangegeven dat niemand hier verantwoordelijkheid voor lijkt te nemen omdat het zonnepark buiten het luchthaventerrein ligt. Daarom zet zij zich nu in voor een korte termijn oplossing. Op 4 maart heeft de minister van Infrastructuur & Waterstaat de Tweede Kamer geïnformeerd over deze problematiek middels een kamerbrief.

We zien ook een hiaat in de landelijke wetgeving, aangezien er getoetst moest worden aan de hand van Amerikaanse richtlijnen. In de contacten met het rijk willen we daarom benadrukken dat hier een landelijke verantwoordelijkheid ligt. Ook omdat het ene ministerie aanstuurt op realisatie van de RES-opgave, terwijl we bij de uitvoering tegen een hitaat in de landelijke regelgeving aanlopen waar een ander ministerie voor verantwoordelijk is. In artikel 9 van de Europese verordening 139/2014 is daarnaast te lezen dat lidstaten erop toe moeten zien dat er goed overleg is over ontwikkelingen rondom de luchthaven die voor schittering kunnen zorgen. Ook ILT heeft een oproep voor richtlijnen in haar jaarplanning 2023-2027 opgenomen. Er zijn andere Europese landen waar wel landelijke richtlijnen zijn opgesteld.

Hoe zit het met de nog te ontwikkelen initiatieven?

Antwoord: Afgelopen 10 december hebben wij u geïnformeerd over de stand van zaken bij de verschillende initiatieven (XS-24111509.696). Een aantal projecten is vergund. Bij andere loopt het vergunningsproces nog. Op dit moment zijn er geen nieuwe zonneparken in aanbouw. De omgevingsdienst heeft een overzicht gemaakt van de beoogde panelen bij alle initiatieven. Aan de hand daarvan willen we op korte termijn het gesprek met de initiatiefnemers aangaan. Wij nemen eventuele bevindingen of aandachtspunten die voortkomen uit de problematiek rondom DGEC mee in deze gesprekken. En bij de vergunningverlening van initiatieven waar nog geen vergunning is verleend. Er zal met name extra aandacht zijn voor het op het juiste moment betrekken van Schiphol, ISMS, ILT en LVNL.

Wat zijn de (financiële) gevolgen voor onze gemeente?

Antwoord: Wij gaan vooralsnog niet uit van financiële gevolgen voor onze gemeente. Er is namelijk volgens alle regels gehandeld. Als gemeente hebben wij alles gedaan wat redelijkerwijs van ons gevraagd kan worden. Het is nog onduidelijk of de huidige risico's overeenkomen met de geschatte risico's uit het aangepaste NLR-rapport.

Wanneer zou het college de panelen laten vervangen om te voldoen aan de eisen van de luchtvaartsector?

Antwoord: Dat is niet aan de orde. Alle partijen (gemeente Haarlemmermeer, DGEC, Schiphol, ISMS, de omgevingsdienst en de ILT) overleggen intensief met elkaar en zoeken naar een haalbare blijvende oplossing.

Kan de schittering van de zonnevelden ook gevaar op leveren voor het wegverkeer?

Antwoord: Op dit moment zijn bij ons geen klachten van het wegverkeer bekend over deze locatie. Wel hebben we deze week enkele klachten ontvangen van omwonenden over de schittering. Deze worden onderzocht. Belangrijk daarbij is dat de beoogde groene afscherming van het zonnepark nog niet is gerealiseerd.

Wat zou de impact zijn op de energievoorziening van de gemeente Haarlemmermeer als de betreffende zonnevelden weggehaald zouden worden?

Antwoord: Dat zou een grote impact hebben op onze energiedoelstellingen in de Regionale Energiestrategie. DGEC heeft een oppervlakte van circa 100 hectare en vertegenwoordigt daarmee een derde van onze opgave voor zon op land tot 2030. Het zonnepark zal jaarlijks ongeveer 123 GWh aan groene energie produceren. Dit staat gelijk aan het energieverbruik van circa 40.000 huishoudens.

Komt het vaker voor dat onder de aanvliegeroute zonnevelden liggen?

Antwoord: Ja, Schiphol is daarin zeker niet uniek. Zo liggen bijvoorbeeld bij de start- en landingsbaan van Groningen Airport Eelde (EHGG) en Rotterdam The Hague Airport zonneparken. De ILT heeft aangegeven hier tot op heden geen meldingen van hinder over ontvangen te hebben.

Ook over de grens worden zonnevelden in de buurt van vliegvelden aangelegd. Zo zijn bijvoorbeeld bij het vliegveld Fiumicino in Rome onlangs 55.000 zonnepanelen langs één van start- en landingsbanen aangelegd. Ook in andere landen wordt de (vlieg)veiligheid onderzocht voor het verlenen van de vergunning.

Wij verwachten u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,
burgemeester en wethouders van de gemeente Haarlemmermeer,
de secretaris,

Cees Vermeer

de burgemeester

Marianne Schuurmans-Wijdeven

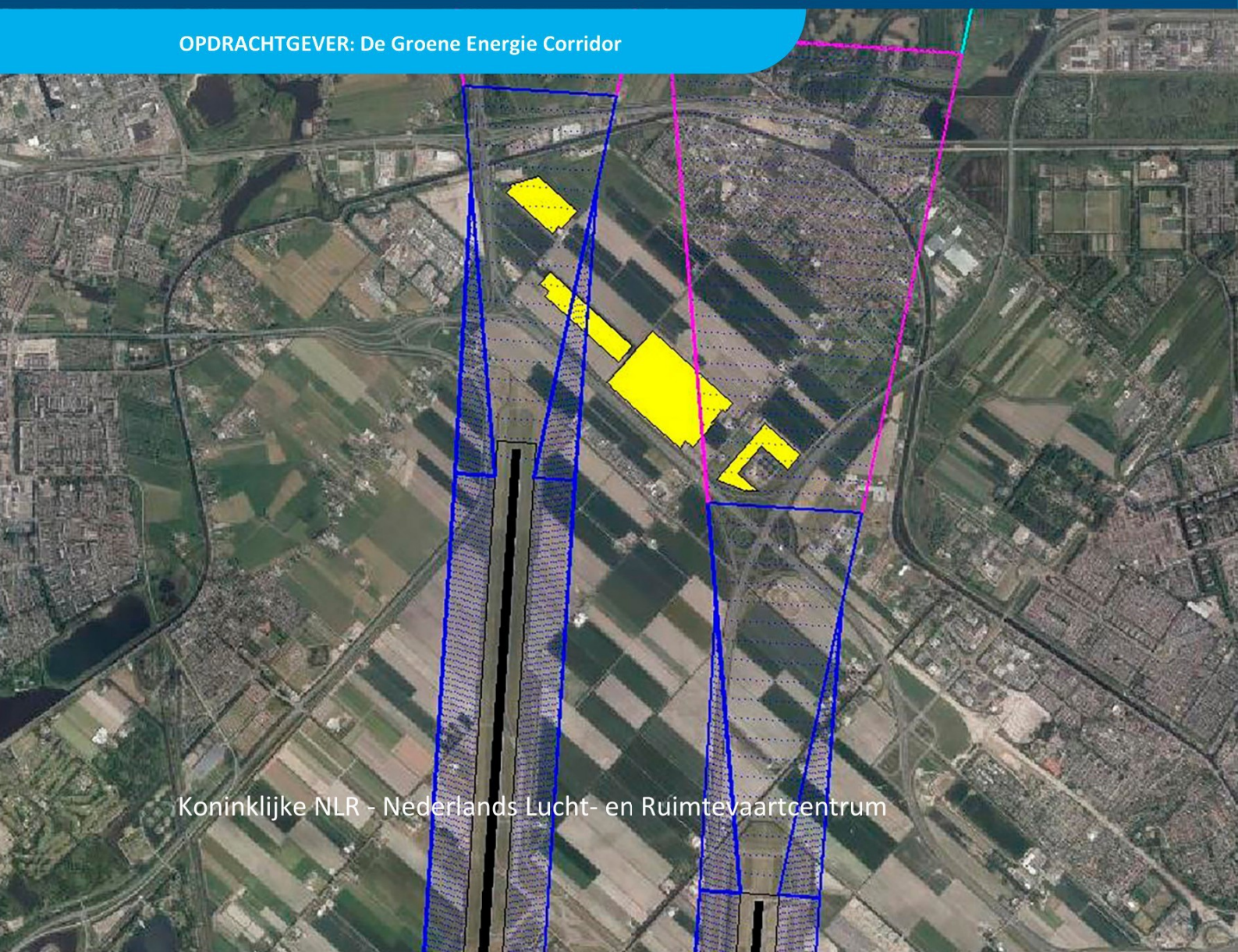


Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2021-053-Hzv-1 | januari 2024

Analyse luchtvaartveiligheid met betrekking tot zonnepark De Groene Energie Corridor

OPDRACHTGEVER: De Groene Energie Corridor



Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Analyse luchtvaartveiligheid met betrekking tot zonnepark De Groene Energie Corridor



Probleemstelling

De Groene Energie Corridor is voornemens een groot zonnepark te realiseren ten zuiden van het dorp Zwanenburg-Halfweg, gemeente Haarlemmermeer, tussen de rijkswegen A9 en A5 en ten noorden van de luchthaven Schiphol. Het zonnepark zal bestaan uit een viertal grote zonnevelden, die gedeeltelijk onder de aanvliegeroutes naar de Polderbaan en de Zwanenburgbaan liggen. Het zonnepark kan een effect hebben op de veiligheid van de vliegoperaties op Schiphol. Mogelijke effecten zijn:

- Interferentie met hindernisbeperkingen;
- Reflecties en verblinding;
- Crash en post-crash effecten;
- Turbulentieschade.

De Groene Energie Corridor heeft NLR verzocht de mogelijke impact van het zonnepark op de veiligheid van de operaties op Schiphol in kaart te brengen.

RAPPORTNUMMER

NLR-CR-2021-053-Hzv-1

AUTEUR(S)



RUBRICERING RAPPORT

ONGERUBRICEERD

DATUM

januari 2024

KENNISGEBIED(EN)

Luchtvaartveiligheid
Vliegoperaties

TREFWOORD(EN)

Zonnepark
Veiligheid
Reflecties

Beschrijving van de werkzaamheden

De mogelijke veiligheidsconsequenties van het zonnepark zijn geanalyseerd. Interferenties met hindernisbeperkingen zijn beoordeeld aan de hand van de voorschriften, zoals vastgelegd in het Luchthavenindelingbesluit Schiphol. De mate van reflecties voor de vliegoperaties zijn vastgesteld met een speciaal daarvoor ontwikkeld softwarepakket (ForgeSolar). Crash en post-crash effecten zijn op pragmatische wijze beoordeeld, gebruikmakend van ervaring uit andere projecten. Tevens is aangegeven in welke zonnevelden de kans op een crash het grootst is. Turbulentieschade ten gevolge van tipwervels en neerstroming is bepaald met behulp van een speciaal simulatieprogramma van het NLR.

Resultaten en conclusies

De studie komt tot de volgende resultaten:

- Het zonnepark interfereert niet met de hoogtebeperkingen die rond Schiphol van kracht zijn.
- Het zonnepark zal geen reflecties veroorzaken op de verkeerstorens. Hiermee wordt voldaan aan de FAA-criteria zoals deze sinds 2021 van kracht zijn.
- Het zonnepark zal geen reflecties veroorzaken op de eindnadering van de Zwanenburgbaan (baan 18C).
- Het zonnepark kan wel reflecties veroorzaken op de eindnadering van de Polderbaan (baan 18R). Verwacht wordt dat in 1,5% tot 3,0% van alle landingen op Schiphol in de dagperiode de vlieger zal worden blootgesteld aan *yellow glare*. Volgens het FAA-beleid is dit niet ontoelaatbaar.
- Het zonnepark zal de hulpverlening na een crash bemoeilijken. Er zullen paden vrijgehouden moeten worden om de toegankelijkheid in een noodsituatie te waarborgen. Het wordt aanbevolen om de zonnevelden van een noodstop te voorzien.
- De zonnepanelen kunnen worden blootgesteld aan significante aerodynamische krachten veroorzaakt door (grote) vliegtuigen. Het wordt aanbevolen rekening te houden met een druk van 1.200N/m² en de constructie in de betreffende velden hiertegen bestand te maken.

De hoofconclusie luidt dat, met inachtneming van de aanbevelingen, het zonnepark De Groene Energie Corridor geen ontoelaatbare effecten zal hebben op de veiligheid van de vliegoperaties op Schiphol.

Toepasbaarheid

De resultaten van deze studie kunnen gebruikt worden bij het verkrijgen van een vergunning en voor overleg met deskundigen van de luchthaven.

NLR

Anthony Fokkerweg 2

1059 CM Amsterdam

p) +31 88 511 3113

e) info@nlr.nl i) www.nlr.nl



Dedicated to innovation in aerospace

NLR-CR-2021-053-Hzv-1 | januari 2024

Analyse luchtvaartveiligheid met betrekking tot zonnepark De Groene Energie Corridor

OPDRACHTGEVER: De Groene Energie Corridor

AUTEUR(S):



NLR
NLR

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de eigenaar en/of opdrachtgever.

OPDRACHTGEVER	De Groene Energie Corridor
CONTRACTNUMMER	
EIGENAAR	De Groene Energie Corridor
NLR DIVISIE	Aerospace Operations
VERSPREIDING	Beperkt
RUBRICERING TITEL	ONGERUBRICEERD

Inhoudsopgave

Afkortingen	4
1 Introductie	5
2 Zonnepark De Groene Energie Corridor en luchthaven Schiphol	6
2.1 Plangebied zonnepark	6
2.2 Hindernisbeperkingen rond de luchthaven	7
3 Reflecties en verblinding	9
4 Crash en post-crash effecten	16
5 Turbulentieschade	20
6 Conclusies en aanbevelingen	21
7 Referenties	22
Appendix A Reflectieanalyse	23
Appendix A.1 Invoer en instellingen	23
Appendix A.2 Observatiepunten en -routes	24

Afkortingen

ACRONIEM	OMSCHRIJVING
AC	Alternating Current (wisselstroom)
AIP	Aeronautical Information Publication
ARC	Anti-Reflection Coating
CNS	Communication, Navigation and Surveillance
DC	Direct Current (gelijkstroom)
DGEC	De Groene Energie Corridor
DNI	Direct Normal Irradiance
FAA	Federal Aviation Administration
ICAO	International Civil Aviation Organisation
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
ILS	Instrument Landing System
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
LIB	Luchthavenindelingbesluit
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland
METAR	Meteorological Aerodrome Report
MLW	Maximum Landing Weight (maximaal landingsgewicht)
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NLR	Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum
PR	Plaatsgebonden Risico
RMS	Root Mean Square
SGHAT	Solar Glare Hazard Analysis Tool
THR	Threshold (baandrempel)
TWR	Tower (verkeerstoren)
WGS-84	World Geodetic System 1984

1 **Introductie**

De Groene Energie Corridor (DGEC) is voornemens een groot zonnepark te realiseren ten zuiden van het dorp Zwanenburg-Halfweg, tussen de rijkswegen A9 en A5 en ten noorden van de luchthaven Schiphol. Het zonnepark zal bestaan uit een viertal grote zonnevelden, die gedeeltelijk onder de aanvliegeroutes naar de Polderbaan en de Zwanenburgbaan liggen. Om deze reden is het van belang om vast te stellen wat de mogelijke gevolgen van de realisatie van het zonnepark kunnen zijn voor de veiligheid van het luchtverkeer dat op Schiphol opereert. DGEC heeft aan het NLR de opdracht verleend om deze veiligheidsanalyse uit te voeren.

Ervaring met zonneparken in de buurt van andere luchthavens heeft laten zien dat zich de volgende veiligheidseffecten kunnen voordoen:

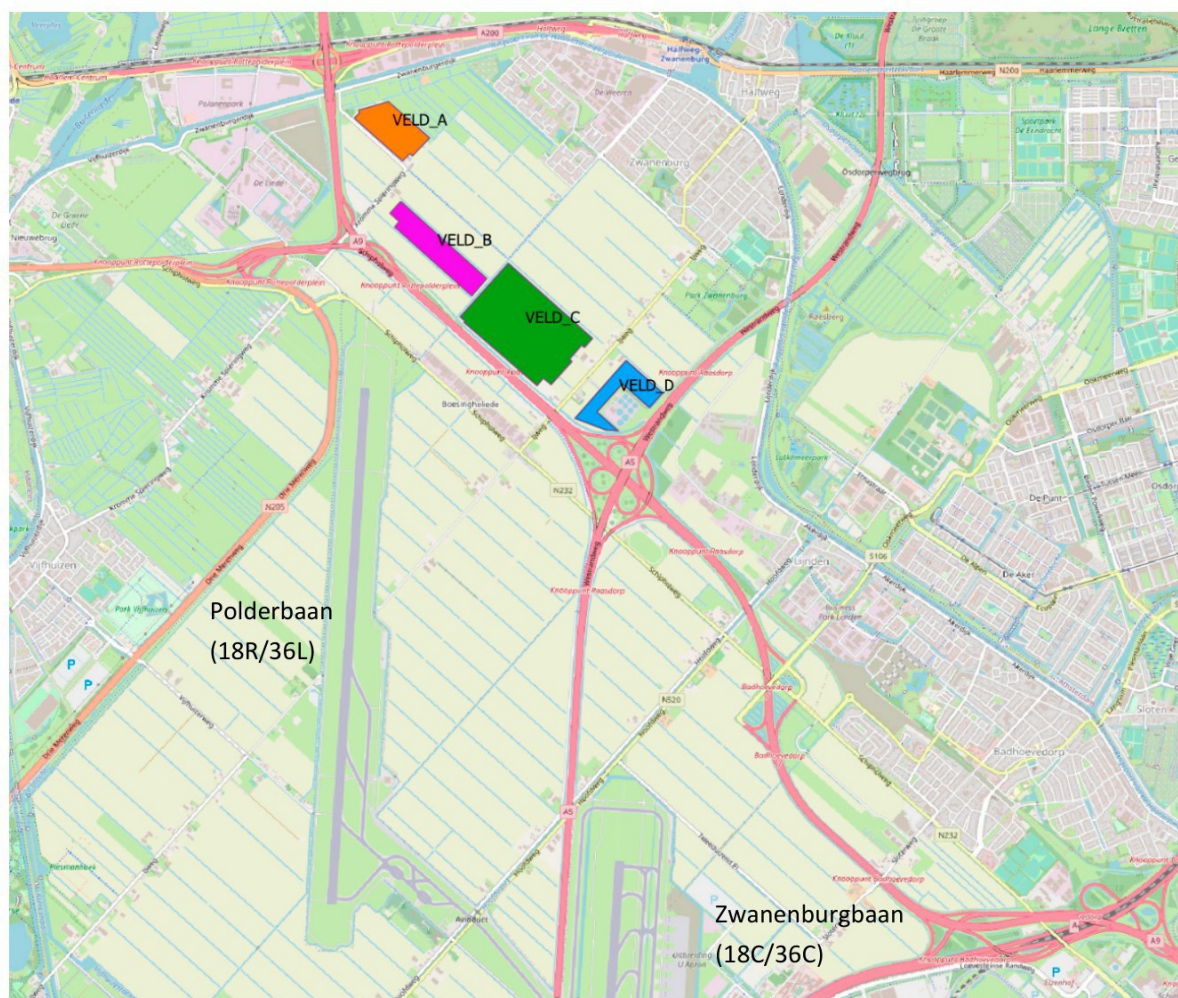
- **Interferentie met hindernisbeperkingen:** Ondanks dat zonneparken in het algemeen geen hoge obstakels zijn kunnen zij toch, dicht bij een luchthaven, interfereren met hindernisbeperkingen die de veiligheid van de vliegoperaties waarborgen.
- **Reflecties en verblinding:** Zonnepanelen kunnen de instraling van de zon weerkaatsen en zo leiden tot verblinding, zowel van vliegers die in de buurt van het zonnepark opereren, als van verkeersleiders op de verkeerstoren.
- **Crash- en post-crash effecten:** Hoewel de kans dat een vliegtuig in de buurt van een vliegveld neerstort extreem laag is, blijft de kans altijd aanwezig. Bij een crash in een zonnepark is het mogelijk dat door de inherente eigenschappen van het zonnepark de gevolgen van de crash verergerd worden. Hierbij kan worden gedacht aan de overleefbaarheid, elektrocutie en brandgevaar, en de toegankelijkheid voor hulpverleners.
- **Turbulentieschade:** Wanneer vliegtuigen op lage hoogte over een zonnepark vliegen zal de constructie worden blootgesteld aan de turbulentie die door deze vliegtuigen wordt veroorzaakt. Het zonnepark zal zodanig ontworpen moeten worden dat mogelijke schade wordt voorkomen en losrakende onderdelen geen gevaar vormen voor het luchtverkeer.

In dit rapport worden deze onderwerpen successievelijk behandeld in relatie tot zonnepark De Groene Energie Corridor.

2 Zonnepark De Groene Energie Corridor en luchthaven Schiphol

2.1 Plangebied zonnepark

Het zonnepark dat DGEC voornemens is om aan te leggen bevindt zich ten zuiden van het dorp Zwanenburg-Halfweg, gemeente Haarlemmermeer, tussen de rijkswegen A9 en A5 en ten noorden van de luchthaven Schiphol. De ligging van het zonnepark is weergegeven in Figuur 2-1. Het zonnepark bestaat uit vier grote, separate velden (A t/m D). Het zonnepark bevindt zich in het verlengde van de Polderbaan (18R/36L) en de Zwanenburgbaan (18C/36C). Hemelsbreed bedraagt de kortste afstand van het zonnepark tot aan de baandrempel van de Polderbaan circa 860 meter.



Figuur 2-1: Ligging van het zonnepark De Groene Energie Corridor ten opzichte van de luchthaven Schiphol

Vliegtuigen die naderen op de Polderbaan met behulp van het Instrument Landing System (ILS) zullen op lage hoogte direct over veld A en B vliegen. De nominale hoogte boven veld A is dan circa 370 voet (113 meter).

Ter plaatse van veld B zullen vliegtuigen zich ongeveer op 260 voet (80 meter) boven het veld bevinden.

Vliegtuigen die naderen op de Zwanenburgbaan zullen over veld D vliegen op een hoogte van ongeveer 600 voet (180 meter).

2.2 Hindernisbeperkingen rond de luchthaven

De bouwbeperkingen die gelden rond de luchthaven Schiphol zijn vastgelegd in het zogenaamde Luchthavenindelingbesluit Schiphol¹ (LIB). Hierin zijn enerzijds beperkingen opgenomen voor woningbouwlocaties in verband met geluid en externe veiligheid en anderzijds beperkingen in bouwhoogte met het oog op de veiligheid van het luchtverkeer. De huidige studie richt zich op de mogelijke veiligheidsconsequenties voor de luchtvaart ten gevolge van de realisatie van het zonnepark. Daarom zijn vooral de bouwhoogtebeperkingen van belang.

De bouwhoogtebeperkingen, zoals vastgelegd in het LIB, kennen drie soorten toetshoogtes:

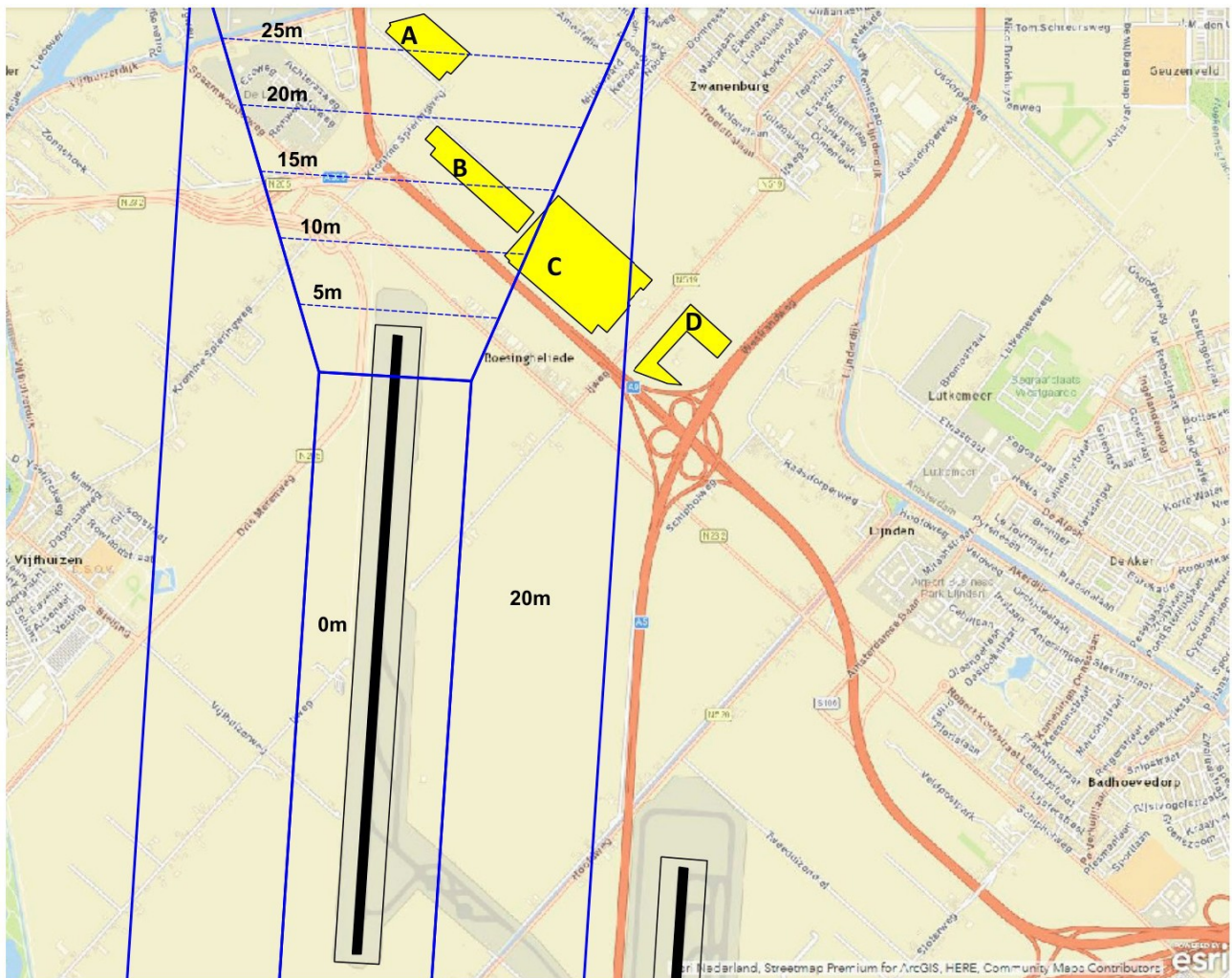
1. **Annex 14-vlakken:** Dit zijn hoogtebeperkingen die volgen uit de internationale regelgeving zoals vastgelegd door ICAO in Annex 14 (*Aerodromes, Volume 1, Aerodrome Design and Operations*) en die in de Nederlandse wetgeving is verankerd. De hoogtebeperkingen komen voort uit de gedefinieerde hindernisbeperkende vlakken (*Obstacle Limitation Surfaces*), die de veiligheid van het luchtverkeer (naderingen, vertrek en manoeuvreren) rond de luchthaven waarborgen.
2. **PANS-OPS-vlakken:** Dit zijn hoogtebeperkingen die noodzakelijk zijn om de veiligheid van het verkeer dat op instrumenten navigeert te waarborgen. De richtlijnen voor het vaststellen van de hoogtebeperkingen zijn vastgelegd in ICAO Doc 8168 (*Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations*), de zogenaamde PANS-OPS. Deze richtlijnen vormen een internationale standaard voor het ontwerp van instrumentvliegprocedures en worden ook in Nederland als uitgangspunt gehanteerd.
3. **CNS-vlakken:** Dit zijn toetsvlakken die de goede werking van de apparatuur voor luchtverkeerscommunicatie, -navigatie en -begeleiding (CNS-apparatuur) moeten waarborgen. De toetsvlakken zijn gebaseerd op de richtlijnen, zoals vastgelegd in ICAO EUR Doc 015 (*European Guidance Material on Managing Building Restricted Areas*). Deze richtlijnen zijn overgenomen in de Regeling burgerluchthavens en van toepassing verklaard op de luchthaven Schiphol via het LIB. De CNS-vlakken zijn toetsvlakken in de zin dat met zekerheid kan worden gesteld dat obstakels die de vlakken niet doorsnijden de goede werking van de CNS-apparatuur niet zullen verstoren. Bij een doorsnijding van een CNS-vlak bestaat deze zekerheid niet en dient een specialistische analyse uitgevoerd te worden of er feitelijk een verstoring plaatsvindt of niet. Dergelijke specialistische analyses worden vaak op verzoek door de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) uitgevoerd.

Het zonnepark zal een bouwhoogte hebben van maximaal 2 meter boven het maaiveld. De hoogte van het maaiveld ter plaatse van het zonnepark bedraagt tussen -5 en -4,5 meter boven NAP. De maximale hoogte van het zonnepark zal naar verwachting dus niet boven -3 meter NAP uitkomen.

Om een eenvoudige analyse van nieuwe bouwwerken in relatie tot de hoogtebeperkingen rond Schiphol uit te kunnen voeren heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) de webapplicatie LIB Schiphol publiek toegankelijk gemaakt². Met behulp van deze webapplicatie kan eenvoudig vastgesteld worden dat het zonnepark (vanwege haar geringe hoogte) niet interfereert met de bovengenoemde hoogtebeperkingen. Het meest kritische vlak is het toetsvlak van de Localizer-zender van de ILS-installatie voor baan 18R. Ter illustratie is dit vlak weergegeven in Figuur 2-2. Uit dit figuur blijkt dat de meest kritieke hoogtebeperking zich voordoet bij veld C (meest westelijke punt). De maximaal toegestane hoogte is daar 9 meter boven de hoogte van de baandrempe van baan 18R (welke ligt op -13 voet, -4 meter NAP). Het is evident dat het zonnepark deze hoogtebeperking niet zal overschrijden. Er kan dan ook geconcludeerd worden dat de hoogte van het zonnepark niet van invloed zal zijn op de veiligheid van het luchtverkeer op Schiphol.

¹ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0014329>

² [Webapplicatie LIB Schiphol \(lib-schiphol.nl\)](https://webapplicatie.lib-schiphol.nl)



Figuur 2-2: Toetsvlak van de Localizer 18R (aangegeven toetshoogtes zijn ten opzichte van de hoogte van de baandrempel)

3 Reflecties en verblinding

Zonnepanelen kunnen de vliegveiligheid ook beïnvloeden door hinderlijke reflecties (verblinding). Het betreft enerzijds de mogelijkheid van verblinding van vliegers die manoeuvreren rond de luchthaven en anderzijds verblinding van verkeersleiders op de verkeersstoren, die het vliegverkeer begeleiden.

Criteria

Het Informatiebulletin *toepassing zonnecollectoren op en rond luchthavens* van lenW geeft aan dat het is toegestaan om zonnecollectoren te plaatsen op en rondom luchthavens. Voor zover bekend zijn er geen noemenswaardige incidenten als gevolg van gereflecteerd zonlicht door zonnecollectoren bekend. Het is echter niet onmogelijk dat deze installaties hinder en gevaar kunnen opleveren voor het luchtverkeer. Daarom wordt in het informatiebulletin aanbevolen pragmatisch met de toepassing van deze installaties om te gaan. Hiervoor worden echter geen nadere richtlijnen gespecificeerd.

Ook in de Europese regelgeving (Commission Regulation 139/2014 van de Europese Unie) wordt de noodzaak van het beschouwen van de effecten van reflecterende oppervlakken benoemd:

Article 9

Monitoring of aerodrome surroundings

Member States shall ensure that consultations are conducted with regard to human activities and land use such as:

...

(d) the use of highly reflective surfaces which may cause dazzling;

...

Er wordt echter geen nadere aanduiding van een geaccepteerde manier van *consultation* gegeven.

In afwezigheid van internationale (ICAO), Europese of Nederlandse richtlijnen wordt voor het beoordelen van het risico van mogelijke hinderlijke reflecties van de zonnevelden gebruik gemaakt van de door de Amerikaanse luchtvaartautoriteit (FAA) opgestelde richtlijnen. Hoewel deze regelgeving formeel niet van toepassing is in Nederland, biedt het wel houvast bij het vaststellen van de toelaatbaarheid van hinderlijke reflecties. De FAA-methodiek wordt ook wereldwijd veel gebruikt.

De FAA definieert de volgende niveaus voor de mate van verblinding (*glare*):

- *Red glare*: de mate van verblinding is zo ernstig dat er permanent oogletsel (netvliesverbranding) kan optreden;
- *Yellow glare*: de mate van verblinding is zodanig dat er een redelijke kans bestaat op nabeelden (*after-images*) van beperkte duur;
- *Green glare*: elke mate van zonnereflectie die het oog treft, met een laag risico op nabeelden.

In de *Interim Policy* die in 2013 is gepubliceerd zijn door de FAA de volgende criteria vastgesteld:

- Geen *yellow glare* toegestaan op elk eindnaderingspad vanaf 2 mijl³ voor de baandrempel;
- Geen *glare* van enige soort toegestaan voor verkeersstorens op waarnemingshoogte.

³ 2 statute mile (3.219m)

In 2021 heeft de FAA een *Final Policy* gepubliceerd. Hierin wordt het eerste criterium (voor de eindnaderingspaden) niet meer gehanteerd. De eis dat er geen *glare* mag zijn op de verkeerstoren is in het nieuwe FAA-beleid echter onverminderd van kracht. Als reden hiervoor stelt de FAA het volgende:

“Initially, FAA believed that solar energy systems could introduce a novel glint and glare effect to pilots on final approach. FAA has subsequently concluded that in most cases, the glint and glare from solar energy systems to pilots on final approach is similar to glint and glare pilots routinely experience from water bodies, glassfaçade buildings, parking lots, and similar features. However, FAA has continued to receive reports of potential glint and glare from on-airport solar energy systems on personnel working in ATCT cabs. Therefore, FAA has determined the scope of agency policy should be focused on the impact of on-airport solar energy systems to federally-obligated towered airports, specifically the airport’s ATCT cab.”

In het nieuwe beleid geeft de FAA dus aan dat er, op basis van voortschrijdend inzicht en praktijkervaringen met bestaande zonneparken, geen significante hinder meer wordt verwacht voor vliegers. De reflecties van zonnepanelen worden (in de meeste gevallen) als vergelijkbaar ervaren met reflecties veroorzaakt door wateroppervlakken, gebouwen met glazen gevels en autoruiten van geparkeerde auto’s. Op grond daarvan is het criterium voor vliegers op de eindnadering in het definitieve FAA-beleid komen te vervallen.

Desalniettemin is de reflectieanalyse in deze studie niet beperkt tot alleen de verkeerstorens op Schiphol. Een luchthaven is op grond van EU-verordening 139/2014 verantwoordelijk voor het monitoren van activiteiten en ontwikkelingen in de omgeving van de luchthaven die mogelijk een effect hebben op de veiligheid van de vliegoperatie. Mogelijke verblinding veroorzaakt door sterk reflectieve oppervlakken⁴ wordt hierbij specifiek genoemd. In dat kader is het goed om ook de blootstelling van vliegers aan reflecties in kaart te brengen. Daarom zijn zowel de verkeerstorens als de eindnaderingen meegenomen in de reflectieanalyse voor zonnepark De Groene Energie Corridor.

Met betrekking tot de mogelijke hinder voor verkeersleiders op de toren geeft de FAA aan dat dit in de praktijk nog steeds voorkomt bij zonnepanelen op het luchthaventerrein en dat de scope daarom beperkt is tot *on-airport solar energy systems*. Gezien de ligging van zonnepark De Groene Energie Corridor (buiten het luchthaventerrein en op relatief grote afstand van de verkeerstorens) mag dus verwacht worden dat reflecties op de verkeerstoren, voor zover deze zich al voordoen, niet als hinderlijk zullen worden ervaren.

Reflectieanalyse

Voor het bepalen van de mate van reflectie is gebruik gemaakt van software van ForgeSolar, voorheen van Sandia National Laboratories: het zogenaamde Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT). Deze software is online toegankelijk⁵. De software is wereldwijd bruikbaar en berekent, op basis van door de gebruiker verschaft parameters over de zonnepanelen en de vliegoperaties in de nabijheid, in hoeverre verblinding kan optreden, gerelateerd aan de periode in het jaar en de tijd van de dag.

Voor de berekeningen zijn de volgende aannames en uitgangspunten gebruikt:

- Omvang en ligging van de 4 velden met zonnepanelen op basis van de aangeleverde coördinaten.
- De velden worden volledig bedekt met zonnepanelen.
- De zonnepanelen worden geplaatst in een NO-ZW-opstelling (NO: 42°, ZW: 222°).

⁴ Het is de vraag of zonnepanelen als sterk reflectieve oppervlakken moeten worden gezien. Een zonnepaneel is natuurlijk ontworpen om juist zoveel mogelijk zonnestraling te absorberen en zo min mogelijk te reflecteren.

⁵ [Home | ForgeSolar](#)

- De panelen zijn 12° gekanteld (hoek van 12° ten opzichte van de horizontaal) en hebben een gemiddelde hoogte van -12ft t.o.v. NAP.

In de software van ForgeSolar zijn een vijftal verschillende soorten zonnepanelen beschikbaar. De eigenschappen hiervan zijn gegeven in Appendix A.1 (Tabel A-2 en Figuur A-1). De reflectieanalyse in deze studie is uitgevoerd met *light textured glass with ARC (anti-reflection coating)*. Dit is een standaard glassoort met een anti-reflectiecoating, waarbij de hoek van lichtinval ongeveer gelijk is aan de hoek van uitval waardoor een relatief smalle reflectiebundel ontstaat. In de software kan ook gekozen worden voor een speciale glassoort (*deeply textured*) die de reflecties meer verstrooid. Deze glassoort levert een meer diffuse reflectiebundel, die minder intens is maar wel over een breder gebied verspreid wordt. Deze glassoort voorkomt doorgaans significante reflecties. Volgens verschillende zonneparkontwikkelaars is deze glassoort in de praktijk echter niet meer verkrijgbaar. Dit wordt daarom niet als een haalbaar alternatief beschouwd.

Voor de overige invoergegevens en instellingen (zoals de intensiteit van de instraling van de zon en de eigenschappen van het menselijk oog) zijn standaard waarden gebruikt (zie Tabel A-1).

In lijn met de (voormalige) richtlijnen van de FAA is de mate van reflectie berekend voor de eindnaderingen van de Zwanenburgbaan (baan 18C) en de Polderbaan (baan 18R) en de verkeerstorens (Schiphol-Centrum en Schiphol-West). De eindnaderingen zijn gedefinieerd als drie-graden naderingen vanaf 2 mijl in het verlengde van de baan tot 50ft (15m) boven de baandrempel. Ter plaatse van de verkeerstorens is een observatiepunt geplaatst. Voor de waarnemingshoogte is de hoogte van de verkeerstorens genomen (320ft/183ft NAP) zoals gepubliceerd in de Luchtvaartgids (AIP). Figuur 3-1 geeft een overzicht van de observatiepunten en -routes. De invoergegevens zijn opgenomen in Appendix A.2.

De resultaten van de reflectieanalyse zijn samengevat in Tabel 3-1. Hieruit is het volgende op te maken:

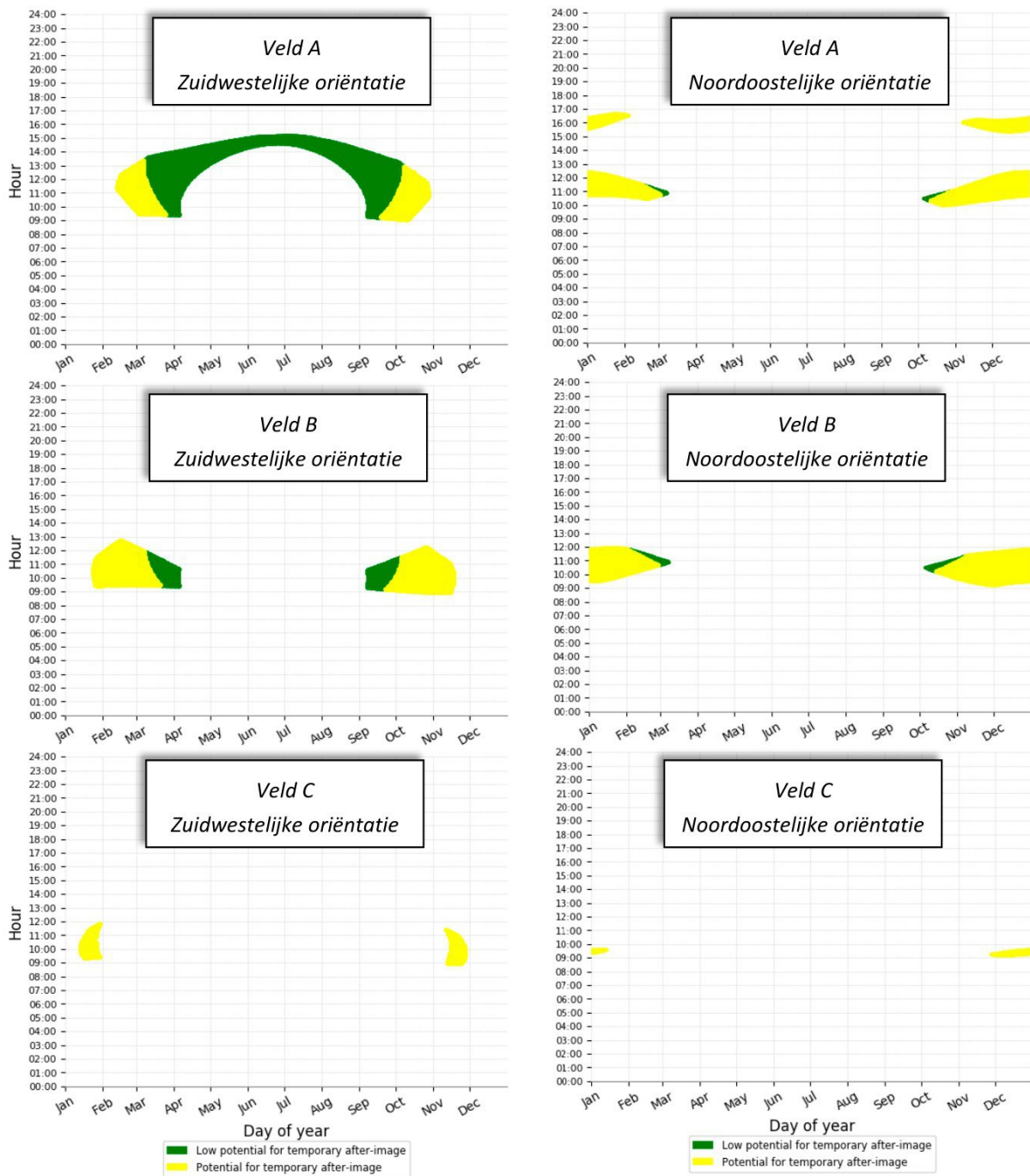
- Het zonnepark zal geen reflecties veroorzaken op de verkeerstorens. Hiermee voldoet zonnepark De Groene Energie Corridor dus aan de FAA-criteria zoals deze sinds 2021 van kracht zijn (geen *glare* op de verkeerstoren).
- Het zonnepark zal geen reflecties veroorzaken op de eindnadering van de Zwanenburgbaan (baan 18C).
- Het zonnepark kan wel reflecties veroorzaken op de eindnadering van de Polderbaan (baan 18R). Dit wordt veroorzaakt door zowel de noordoostelijk als de zuidwestelijk georiënteerde panelen en geldt voor alle velden met uitzondering van veld D. Figuur 3-2 toont dat *yellow glare* zich kan voordoen in het najaar en in de winter (vanaf medio september tot medio maart) en voornamelijk in de ochtend en voormiddag (tussen 09:15 en 13:30 lokale wintertijd). Volgens het voormalige FAA-beleid was dit in strijd met het eerste criterium (geen *yellow glare* op een eindnadering) en dus niet toelaatbaar. Het huidige FAA-beleid stelt echter geen eisen meer aan de mate van hinder voor de eindnadering. Op basis van voortschrijdend inzicht en praktijkervaringen met bestaande zonneparken, wordt dit door de FAA dus niet meer als ontoelaatbaar gezien. Naar verwachting zal de hinder voor de vlieger vergelijkbaar zijn met die van reflecties veroorzaakt door andere reflecterende oppervlakken (zoals wateroppervlakken, gebouwen met glazen gevels en autoruiten van geparkeerde auto's) waaraan een vlieger kan worden blootgesteld.



Figuur 3-1: Overzicht van de eindnaderingen en observatiepunten op de verkeerstoren die zijn gebruikt in de reflectieanalyse

Tabel 3-1: Theoretische blootstelling (mate en maximale duur op jaarbasis) aan reflecties van zonnepark De Groene Energie Corridor

Observatiepunt/-route	Veld A		Veld B		Veld C		Veld D	
	Green glare (uren)	Yellow glare (uren)	Green glare (uren)	Yellow glare (uren)	Green glare (uren)	Yellow glare (uren)	Green glare (uren)	Yellow glare (uren)
Eindnadering 18C	0	0	0	0	0	0	0	0
Eindnadering 18R	411	414	100	523	0	63	17	0
Verkeerstoren Centrum	0	0	0	0	0	0	0	0
Verkeerstoren West	0	0	0	0	0	0	0	0



Figuur 3-2: Blootstelling aan yellow glare tijdens de eindnadering van de Polderbaan (18R) bij toepassing van light textured glass met ARC. De tijden in de linker grafiek zijn uitgedrukt in lokale (winter)tijd (UTC+1)

Bewolking

De ForgeSolar-software houdt geen rekening met weersomstandigheden waarin reflecties zich niet zullen voordoen (zoals bewolking). De werkelijke blootstelling aan *yellow glare* op de eindnadering van de Polderbaan zal dus lager zijn dan de worst-case blootstelling die in Tabel 3-1 is gegeven. Om dit effect te kwantificeren zijn luchtvaartmeteorologische weerrapporten (METARs)⁶ voor Schiphol over een periode van vijf jaar (2018-2022) geanalyseerd.

In een METAR wordt de bedekkingsgraad (in achtsten) per wolkenlaag als volgt gerapporteerd:

- FEW (*few*): 1/8 t/m 2/8;
- SCT (*scattered*): 3/8 t/m 4/8;
- BKN (*broken*): 5/8 t/m 7/8; en
- OVC (*overcast*): 8/8.

Wanneer er geen (operationeel significante) bewolking is gedetecteerd wordt dit in de METAR aangegeven met de afkorting NSC (*no significant clouds*) of NCD (*no clouds detected*). In deze analyse is aangenomen dat er dan geen bewolking is⁷. Ook wanneer de informatie over bewolking niet beschikbaar is of wanneer CAVOK (*cloud and visibility OK*) wordt vermeld, is aangenomen dat er geen bewolking is. Als de hoogte/bedekkingsgraad van de wolkenbasis niet meetbaar is als gevolg van intensieve neerslag of mist, dan wordt in de METAR alleen het verticale zicht gerapporteerd (indien beschikbaar). In deze gevallen is aangenomen dat het volledig bewolkt is (8/8 bedekkingsgraad).

Aan de hand van bovenstaande uitgangspunten is voor iedere METAR uitgegeven tussen 08:00 en 13:00 UTC in de maanden september t/m maart (wanneer *yellow glare* op de eindnadering van de Polderbaan kan optreden), de bedekkingsgraad per wolkenlaag bepaald. Hieruit is afgeleid wat de kans is dat reflecties worden belet door bewolking. De gemiddelde kans over alle 10.593 beschouwde METARs is 46%. Dit betekent dat in 46% van de in Tabel 3-1 aangegeven uren op jaarbasis waarin een vlieger op de eindnadering van de Polderbaan (geometrisch gezien) kan worden blootgesteld aan *yellow glare*, de bewolking zodanig zal zijn dat er in de praktijk geen reflecties zullen optreden.

Baangebruik

In de uren dat een vlieger op de eindnadering van de Polderbaan in theorie kan worden blootgesteld aan *yellow glare*, zal deze baan niet altijd in gebruik zijn. Schiphol beschikt namelijk over zes start- en landingsbanen en tien baanrichtingen waarin geland wordt. De Polderbaan is echter wel een geluidpreferente baan. Zowel overdag als 's nachts is het de meest gebruikte landingsbaan op Schiphol. Op basis van door Schiphol gepubliceerde gebruiksgegevens (prognoses en werkelijk gebruik)⁸ over een periode van 3 jaar (2022-2024) is bepaald hoe vaak de Polderbaan in gebruik is als landingsbaan. Uit de gegevens blijkt dat gedurende de dagperiode (07:00-23:00 lokale tijd) circa 35% van alle landingen wordt uitgevoerd op de Polderbaan (18R).

Verwachte blootstelling in de praktijk

Tabel 3-2 toont het effect van bewolking en baangebruik op de theoretische blootstelling aan *yellow glare* op de eindnadering van de Polderbaan. De blootstellingsuren van de afzonderlijke velden kunnen niet zomaar bij elkaar opgeteld worden om het effect van het gehele zonnepark te bepalen. Dit komt omdat de reflecties van de verschillende velden zich deels gelijktijdig voordoen op verschillende punten van de eindnadering (de gele gebieden in

⁶ Dit zijn standaard weerrapporten met luchtvaartmeteorologische informatie voor operationeel gebruik en de vluchtvoorbereiding. Voor Nederlandse luchthavens worden deze ieder half uur door het KNMI uitgegeven.

⁷ Dit is een conservatieve aanname. Wolken met een basis van 5000ft of hoger worden als niet operationeel significant beschouwd en daarom niet gerapporteerd (met uitzondering van significante convectieve wolken). Deze hoge wolkenlagen zijn dus niet meegenomen in de analyse maar kunnen wel degelijk van invloed zijn op de blootstelling aan reflecties.

⁸ [Schiphol | Gebruiksprognose verwacht baangebruik](#)

Figuur 3-2 overlappen elkaar deels). De kans dat een vlieger tijdens een landing op Schiphol in de dagperiode wordt blootgesteld aan *yellow glare* van één of meerdere velden van zonnepark De Groene Energie Corridor ligt daarom ergens tussen de 1,5% en 3,0%. Het percentage van 1,5% komt overeen met de blootstelling door veld B en geeft een ondergrens voor de totale blootstelling. Dit zou het percentage zijn geweest wanneer de blootstellingsperiodes van de andere velden (A en C) volledig binnen de blootstellingsperiode van veld B zou hebben gelegen. Het percentage van 3,0% komt overeen met de som van de afzonderlijke velden en geeft een bovengrens. Dit zou het percentage zijn geweest wanneer de blootstellingsperiodes van de afzonderlijke velden elkaar niet zouden overlappen.

Tabel 3-2: Verwachte blootstelling in de praktijk aan *yellow glare* van zonnepark De Groene Energie Corridor op de eindnadering van de Polderbaan (18R)

Veld	Theoretische blootstelling (maximaal aantal uren op jaarbasis)	Verwachte blootstelling wanneer rekening wordt gehouden met bewolking en baangebruik (uren op jaarbasis)	Verwachte blootstelling als percentage van het totaal aantal daguren (07:00-23:00) per jaar	Verwachte aantal blootgestelde landingen per jaar*
A	414	78	1,3%	949
B	523	91	1,5%	1,097
C	63	11	0,2%	132
D	0	0	0,0%	0

* Op basis van de gebruiksprognose voor 2024 en uitgaande van een uniforme verdeling van landingen over de dag.

4 Crash en post-crash effecten

De kans dat een vliegtuig neerstort in de buurt van Schiphol is extreem klein. Desondanks is een ernstig ongeval in de buurt van Schiphol nooit helemaal uit te sluiten. In dit verband is het goed om op te merken dat het laatste ernstige ongeval bij Schiphol, de crash met de Turkish Airlines Boeing 737-800 op 25 februari 2009, plaatsvond in het gebied waar nu het zonnepark gerealiseerd wordt. De feitelijke crash-locatie was op de rand van zonneveld B. Dit toont aan dat, ondanks de extreem lage ongevals-kans, het toch kan gebeuren dat een vliegtuig precies in het gebied van het zonnepark neerstort.

De bepaling van de kans dat een vliegtuig op een bepaalde plaats neerstort in de buurt van de luchthaven is het domein van de externe veiligheid. De zogenaamde plaatsgebonden risico (PR) contouren, die in dit kader bepaald worden, worden gebruikt ten behoeve van de ruimtelijke ordening rond Schiphol om te voorkomen dat personen op de grond worden blootgesteld aan een onaanvaardbaar risico. Om deze reden is dit dan ook opgenomen in het LIB Schiphol. De PR-contouren die hierbij gehanteerd worden zijn de 10^{-5} en 10^{-6} risico contouren. Dit risico wordt uitgedrukt in een kans dat een persoon op de grond komt te overlijden ten gevolge van een vliegtuigongeval, indien deze persoon continu op een vaste plaats zou verblijven. De kans wordt uitgedrukt in een overlijdenskans per jaar. Ter illustratie zijn in Figuur 4-1 de toepasselijke PR-contouren aangegeven ter plaatse van het zonnepark.



Figuur 4-1: Plaatsgebonden Risico-contouren op de locatie van het zonnepark

Hieruit komt naar voren dat de kans op een crash in veld A het grootst is (gedeeltelijke binnen de PR 10^{-5} contour). Veld B en D bevinden zich gedeeltelijk binnen de PR 10^{-6} contour. De kans op een crash in veld C is relatief het kleinst. Dit illustreert dat er een zekere – maar nog steeds zeer kleine – kans bestaat dat een vliegtuig neerstort in één van de zonnevelden. Om deze reden is het goed om de mogelijke consequenties hiervan nader te analyseren. De volgende gevolgen kunnen hierbij onderscheiden worden:

- Schade aan het luchtvaartuig en gevolgen voor de overleefbaarheid;
- Elektrocutie en brandgevaar;
- Fysieke belemmering van de hulpverlening.

Schade aan het luchtvaartuig

Door het opstellen van het zonnepark is het mogelijk dat de kans op het overleven van een crash op de gegeven locatie wordt verminderd. Bij een crash op enige afstand van de luchthaven is de kans op overleven na een crash echter vaak slechts beperkt. Desondanks zijn vliegtuigconstructies zodanig ontworpen dat ze een zekere impact ten gevolge van een crash kunnen weerstaan. Zoals de crash met Turkish Airlines heeft aangetoond was de vliegtuigconstructie zodanig sterk dat het merendeel van de passagiers de crash heeft overleefd. De vraag die zich hierbij voordoet is in welke mate deze uitkomst anders zou zijn geweest indien het toestel niet in de vlakke aarde maar in een zonnepark zou zijn neergestort. Deze vraag is echter zonder diepgaande analyse niet te beantwoorden en valt buiten de scope van het huidige onderzoek. Wel is het evident dat wanneer het zonnepark zodanig ontworpen zou worden dat het in zekere mate makkelijk breekbaar zou zijn na impact, dat dit de kansen op overleven zou doen toenemen. Het kan dus overwogen worden om hiermee bij het ontwerp van de constructie van het zonnepark rekening te houden.

Hierbij wordt echter aangetekend dat er geen formele eisen bestaan voor de breekbaarheid van constructie van het zonnepark of enig ander bouwwerk op de gegeven locatie ten behoeve van de luchtvaartveiligheid.

In Nederland wordt een gebied in het verlengde van de baan gehanteerd waar dergelijke breekbaarheidseisen wel van toepassing zijn. Dit is het zogenaamde veiligheidsgebied, zoals gedefinieerd in de Regeling Burgerluchthavens. Dit veiligheidsgebied strekt zich uit vanaf de strook van een start- en landingsbaan aan elke korte zijde van de baan, symmetrisch ten opzichte van de doorgetrokken hartlijn van de baan. Voor de Polderbaan en de Zwanenburgbaan heeft het veiligheidsgebied een lengte van 840 meter. Het zonnepark bevindt zich volledig buiten dit veiligheidsgebied, waardoor er vanuit luchtvaartveiligheid geen formele eisen gesteld kunnen worden aan de constructie van het zonnepark.

Elektrocutie en brandgevaar

Het zonnepark kan grote elektrische vermogens leveren. Wanneer een vliegtuig in het zonnepark zou neerstorten is het mogelijk dat het zonnepark, geheel of gedeeltelijk, blijft functioneren. Het gevolg is dat er vonkvorming kan ontstaan die kan leiden tot brandgevaar, zeker wanneer brandbare stoffen vrijkomen na een crash. Daarnaast is het mogelijk dat passagiers of hulpverleners worden blootgesteld aan stroomvoerende elementen, hetgeen kan leiden tot elektrocutie.

Om deze reden is het van belang dat er maatregelen genomen te worden om in algemene zin de veiligheid te bevorderen in de situatie na een crash voor hulpverleners en slachtoffers. Hierbij kan gedacht worden aan het dubbel isoleren van panelen en DC kabels en de AC kabels in de grond in te graven op een diepte van 60 cm tot 100 cm. Voorts dienen er voor ieder veld (of tenminste de velden A, B en D) noodstops aanwezig te zijn om na een crash zo snel mogelijk het veld spanningsvrij te maken. Het wordt aanbevolen om daarnaast een centrale noodstopvoorziening mogelijk te maken, waarmee de hulpdiensten van buiten af het veld spanningsvrij kunnen maken.

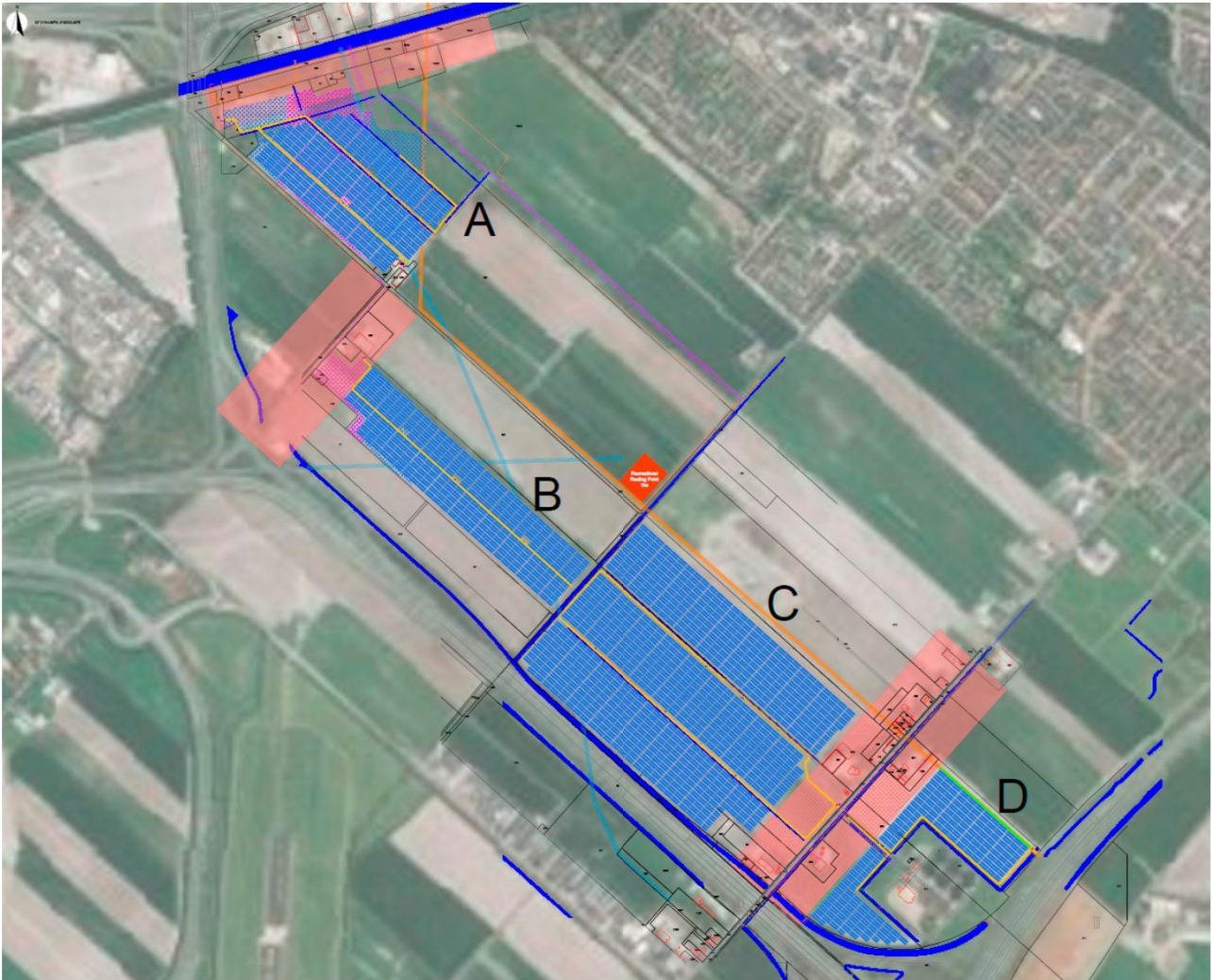
Met deze maatregelen wordt het extra risico van de plaatsing van het zonnepanelenveld in de context van een vliegongeval als aanvaardbaar beschouwd.

Toegankelijkheid

Het zonnepark is volledig gelegen buiten het luchthaventerrein. In geval van een crash in het zonnepark zullen de hulpverleners op de luchthaven en hulpverleners uit omliggende gemeenten over de openbare weg naar de crash locatie moeten aanrijden. De velden A en B zijn daarbij snel bereikbaar via de Kromme Spieringweg en de velden C en D via de IJweg. Omdat een crash mogelijk midden in een zonnenveld zou kunnen plaatsvinden is het noodzakelijk dat er vanaf de toegangswegen paden binnen de velden worden vrijgehouden, zodat de crash-locatie snel kan worden bereikt.

In Figuur 4-2 is het voorlopige ontwerp van de lay-out van het zonnepark weergegeven. Hierin is zichtbaar dat binnen de diverse velden overlangs paden zijn vrijgehouden om de toegang mogelijk te maken. Deze paden moeten wel zodanig ontworpen zijn dat zware apparatuur, zoals een crashtender, zich ongehinderd over deze paden kan bewegen. Het is hierbij niet noodzakelijk om de paden te verharden, indien gewaarborgd wordt dat de ondergrond (ook na veel regenval) voldoende stevig is om te voorkomen dat genoemde voertuigen zullen wegzakken of vast komen te zitten.

De zonnepanelen zullen worden gemonteerd op tafels, die in clusters worden neergezet. Bijvoorbeeld in veld B staan clusters van 3x5 tafels met een totale afmeting van ongeveer 80x80 meter. Tussen deze clusters zijn weer dwarspaden aangelegd. Deze paden kunnen worden gebruikt om hulpverleners toegang richting de crash-locatie te geven en kunnen eventueel overlevenden afgevoerd worden. Desondanks zullen de zonnepanelen een beperking voor de bewegingsvrijheid van hulpverleners geven. Hiermee dient echter pragmatisch mee omgegaan te worden, omdat de situatie niet wezenlijk verschilt van een reddingsinzet op een andere locatie buiten de luchthaven. Het onderwerp hoort vooral thuis in het aanvalsplan van de hulpverleners. Het wordt aanbevolen om dit onderwerp in ieder geval met de hulpverleningsdiensten af te stemmen.



Figuur 4-2: Gedetailleerde lay-out van het zonnepark

5 Turbulentieschade

Zoals in paragraaf 2.1 is aangegeven zullen vliegtuigen die naderen naar de Polderbaan op lage hoogte over het zonnepark vliegen. De laagste hoogte doet zich voor bij veld B, waar een vliegtuig op een hoogte van 80 meter zal passeren. Dit betekent dat ter plaatse van het zonnenveld de aerodynamische effecten ten gevolge van de tipwervels en neerstroming significant kunnen zijn. De aerodynamische kracht die hierdoor op het zonnepark uitgeoefend kan worden, wordt bepaald door het gewicht, de afmetingen en de snelheid van het overvliegende vliegtuig en de weersomstandigheden (wind en stabiliteit van de atmosfeer).

Het grootste vliegtuig dat gebruik maakt van de Polderbaan is de Airbus A380. Dit vliegtuig heeft een maximum landingsgewicht (MLW) van 386,000 kg. Van de Airbus A380 is bekend dat het zeer krachtige tipwervels kan genereren. Om deze reden valt dit toestel in een speciale (super-Heavy) categorie voor de bepaling van de veilige separatie afstand met andere toestellen. De tipwervels van dit toestel kunnen bij MLW en de laagste naderingssnelheid (*full flaps*) initieel een sterkte hebben van circa $670 \text{ m}^2/\text{s}$. Deze tipwervels zullen naar de grond zakken en in sterkte afnemen, maar kunnen bij het bereiken van de grond nog steeds grote aerodynamische krachten veroorzaken. De constructie van de zonnepanelen zal tegen deze krachten bestand moeten zijn om schade te voorkomen en te zorgen dat geen onderdelen losraken, die mogelijk weer een gevaar voor het vliegverkeer zouden kunnen opleveren.

Het NLR beschikt over software waarmee het verloop van de tipwervels kan worden gesimuleerd. Hiermee kan de snelheid waarmee de tipwervels naar de grond zakken, de mate waarin zij verzwakken en de uiteindelijke aerodynamische kracht die zij dicht bij de grond kunnen veroorzaken, worden geschat. Met deze software is het mogelijke aerodynamische effect bepaald ter plaatse van veld B ten gevolge van een nadering met een A380 met maximaal landingsgewicht en gunstige atmosferische omstandigheden (weinig wind en neutraal stabiele atmosfeer). Dit leidt tot een schatting van de maximale aerodynamische druk die zich zou kunnen voordoen. Uit deze berekening volgt dat de resulterende druk circa 780 N/m^2 kan bedragen.

Ter illustratie, uit de literatuur (ref. 7 en 8) is bekend dat bij een druk van ongeveer 500 N/m^2 schade kan ontstaan aan daken van huizen en dat bij een druk van 800 N/m^2 significante schade kan worden verwacht. Om deze reden is het verstandig om bij het ontwerp van de constructie van het zonnepark rekening te houden met de aerodynamische krachten die door een overvliegend vliegtuig kunnen worden veroorzaakt. In de literatuur wordt aanbevolen om voor huizen die direct onder een aanvliegroute liggen de daken zodanig te construeren dat zij bestand zijn tegen een druk van 1.200 N/m^2 . Gezien de onzekerheden in de berekening van de aerodynamische krachten is het verstandig om voor het zonnenveld een bepaalde veiligheidsfactor in acht te nemen en wordt aanbevolen om bij het ontwerp van de constructie ook uit te gaan van een maximale aerodynamische druk van 1.200 N/m^2 .

6 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de veiligheidsanalyse in dit rapport worden de volgende conclusies getrokken ten aanzien van de veiligheidsconsequenties voor de vliegoperaties op Schiphol ten gevolge van het zonnepark De Groene Energie Corridor:

- Het zonnepark interfereert niet met de hoogtebeperkingen die rond Schiphol van kracht zijn en is daarmee volledig in overeenstemming met de eisen die voortkomen vanuit het Luchthavenindelingbesluit Schiphol.
- Het zonnepark zal geen reflecties veroorzaken op de verkeerstorens. Hiermee voldoet zonnepark De Groene Energie Corridor aan de FAA-criteria zoals deze sinds 2021 van kracht zijn.
- Het zonnepark zal geen reflecties veroorzaken op de eindnadering van de Zwanenburgbaan (baan 18C).
- Het zonnepark kan wel *yellow glare* veroorzaken op de eindnadering van de Polderbaan (baan 18R). Deze reflecties kunnen zich voordoen in het najaar en in de winter (vanaf medio september tot medio maart) en voornamelijk in de ochtend en voormiddag (tussen 09:15 en 13:30 lokale wintertijd). Rekening houdend met het effect van bewolking en het baangebruik op Schiphol, wordt verwacht dat in 1,5% tot 3,0% van alle landingen op Schiphol in de dagperiode de vlieger zal worden blootgesteld aan deze reflecties. Dit wordt in het huidige FAA-beleid niet als ontoelaatbaar gezien. Naar verwachting zal de hinder voor de vlieger vergelijkbaar zijn met die van reflecties veroorzaakt door andere reflecterende oppervlakken (zoals wateroppervlakken, gebouwen met glazen gevels en autoruiten van geparkeerde auto's) waaraan een vlieger kan worden blootgesteld.
- Bij een crash van een vliegtuig zal de hulpverlening bemoeilijkt kunnen worden. Om deze reden zullen in de zonnevelden paden vrijgehouden moeten worden zodat een crash locatie snel toegankelijk is voor hulpverleners. Ook dienen maatregelen genomen te worden die het gevaar elektrocutie en brandgevaar zoveel mogelijk te beperken. Hierbij kan gedacht worden aan extra isolering en de mogelijkheid van een noodstop, waarmee het veld bij een crash zo snel mogelijk spanningsvrij gemaakt kan worden.
- Het zonnepark kan worden blootgesteld aan significante aerodynamische krachten, die veroorzaakt worden door vliegtuigen die laag over het park vliegen, richting de Polderbaan. Het wordt aanbevolen om bij het ontwerp van ten minste de velden A en B rekening te houden met een maximale aerodynamische druk van 1.200N/m^2 om schade aan het zonneveld te voorkomen.

Op basis van bovenstaande bevindingen, en met inachtneming van de aanbevelingen, wordt geconcludeerd dat het zonnepark De Groene Energie Corridor geen ontoelaatbare effecten heeft op de veiligheid van de vliegoperaties op Schiphol.

7 Referenties

1. ICAO Annex 14, Aerodromes - Volume I - Aerodrome Design and Operations, 9th Edition, July 2022.
2. ICAO Doc 8168, Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations - Volume II - Construction of Visual and Instrument Flight Procedures, 7th Edition, 2020.
3. ICAO EUR Doc 015, European Guidance Material on Managing Building Restricted Areas, 3rd Edition, 2015.
4. Informatiebulletin Toepassing zonnecollectoren op en rond luchthavens, Inspectie Verkeer en Waterstaat, 10 februari 2011.
5. Luchthavenindelingbesluit Schiphol, <https://wetten.overheid.nl/BWBR0014329>.
6. Regeling burgerluchthavens, <https://wetten.overheid.nl/BWBR0026564>.
7. P. Blackmore; The effects of aircraft trailing vortices on house roofs, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, No. 52, p155-170, 1994.
8. P. Blackmore; Slate and tile roofs, avoiding damage from aircraft wake vortices, Digest 467, June 2002.
9. AIP the Netherlands, [AIS publications \(lvnl.nl\)](https://www.lva.nl/publications).
10. Verordening (EU) nr. 139/2014 van de Commissie van 12 februari 2014 tot vaststelling van eisen en administratieve procedures met betrekking tot luchtvaartterreinen, overeenkomstig Verordening (EG) nr. 216/2008 van het Europees Parlement en de Raad, 14 februari 2014.
11. FAA Interim Policy, FAA Review of Solar Energy System Projects on Federally Obligated Airports, Federal Register / Vol. 78, No. 205 / Wednesday, October 23, 2013 / Notices.
12. FAA Policy: Review of Solar Energy System Projects on Federally-Obligated Airports, Federal Register / Vol. 86, No. 89 / Tuesday, May 11, 2021 / Rules and Regulations.
13. Evaluatie gebruiksprognose 2022, Schiphol, 5 juni 2023.
14. Gebruiksprognose 2023, Schiphol, 20 oktober 2022.
15. Gebruiksprognose 2024, Schiphol, 2 oktober 2023.

Appendix A Reflectieanalyse

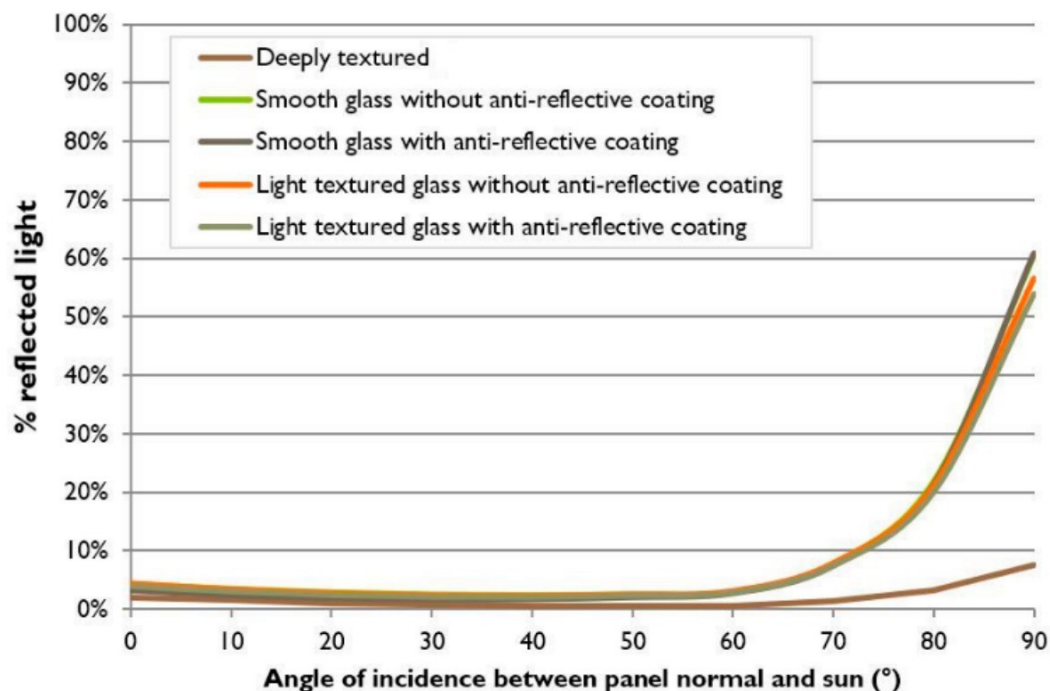
Appendix A.1 Invoer en instellingen

Tabel A-1: Gebruikte instellingen in ForgeSolar

Instelling	Waarde
Maximum Direct Normal Irradiance (DNI)	1,000W/m ²
Ocular transmission coefficient	0.5
Pupil diameter	0.002m
Eye focal length	0.017m
Sun subtended angle	9.3mrad
Vertical view	30°
Azimuthal view	50°

Tabel A-2: Eigenschappen van beschikbare paneelsoorten in ForgeSolar

PV Cover Type	Average RMS Slope Error (mrad)	Average Beam Spread (mrad)	Standard deviation of slope error	Standard deviation of beam error
Smooth glass without anti-reflection coating	6.55	87.9	4.43	53.3
Smooth glass with anti-reflection coating	8.43	110	2.58	30.9
Light textured glass without anti-reflection coating	9.70	126	2.78	33.3
Light textured glass with anti-reflection coating	9.16	119	3.17	38.0
Deeply textured	82.6	1000	N/A	N/A



Figuur A-1: Reflectie als functie van invalshoek van beschikbare paneelsoorten in ForgeSolar

Appendix A.2 Observatiepunten en -routes

Tabel A-3: Eindnaderingen

Parameter	Baan 18C	Baan 18R
Threshold coordinates (WGS-84)	52.331395°N 4.740035°E	52.360254°N 4.711728°E
Threshold elevation (AMSL)	-12ft	-13ft
Threshold height	15m	15m
True bearing	183.2°	183.2°
Glide path angle	3.0°	3.0°
		

Tabel A-4: Verkeerstorens

Parameter	Schiphol-Centrum	Schiphol-West
Coordinates (WGS-84)	52.307510°N 4.762428°E	52.331681°N 4.717919°E
Elevation (AMSL)	320ft	183ft
		



Dedicated to innovation in aerospace

Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Het onderzoekscentrum Koninklijke NLR werkt op objectieve en onafhankelijke wijze met zijn partners aan een betere wereld van morgen. NLR biedt daarbij innovatieve oplossingen en technische expertise en zorgt voor een sterke concurrentiepositie van het bedrijfsleven.

NLR is ruim 100 jaar een kennisorganisatie met de diepgewortelde wil om te blijven vernieuwen en zet zich in voor een duurzame, veilige, efficiënte en effectieve lucht- en ruimtevaart.

De combinatie van diepgaand inzicht in de klantbehoefte, multidisciplinaire expertise en toonaangevende onderzoeksfaciliteiten, maakt snel innoveren mogelijk. NLR vormt in binnen- en buitenland de spilfunctie tussen wetenschap, bedrijfsleven en overheid, en overbrugt de kloof tussen fundamenteel onderzoek en toepassingen in de praktijk. Daarnaast werkt NLR als Groot Technologisch Instituut ruim tien jaar in de TO2-federatie samen aan toegepast onderzoek in Nederland.

Vanuit de hoofdvestigingen in Amsterdam en Marknesse en twee satellietvestigingen, draagt NLR bij aan een veilige en duurzame maatschappij en werkt met partners in vele (defensie)programma's, onder andere aan complexe composieten constructies voor verkeersvliegtuigen en aan doelgericht gebruik van het F-35-jachtvliegtuig. Daarnaast geeft NLR invulling aan Nederlandse en Europese (klimaat)doelstellingen conform de Luchtvaartnota, de European Green Deal, Flightpath 2050, en door deelname aan programma's zoals Clean Sky en SESAR.

Voor meer informatie bezoek: www.nlr.nl

Postal address

PO Box 90502
1006 BM Amsterdam, The Netherlands
e) info@nlr.nl i) www.nlr.org

Royal NLR

Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam, The Netherlands
p) +31 88 511 3113

Voorsterweg 31
8316 PR Marknesse, The Netherlands
p) +31 88 511 4444