Sleepbaanverlichting H3, H4
Vliegbasis Leeuwarden

Voorlopig ontwerp

Project nummer:	BL1310	Status:	Definitief
Team:	Daan Lagerberg, Maarten de Jong	Contact:	Daan.Lagerberg@haskoning.com
Versie:	20-02-2025		

Introductie

Op vliegbasis Leeuwarden wordt de reconstructie van het platform H3/H4 voorbereid. De sleepverharding tussen hangaar 3 en 4 is momenteel onverlicht, terwijl aangrenzende opstelplaatsen en rolbaan wel verlichting hebben. Om de functionaliteit van de sleepbaan beter te ondersteunen wil het Rijksvastgoedbedrijf (RVB), gelijk met de geplande infrawerkzaamheden, verlichting toevoegen. Met als doel de sleepbaan beter aan te laten sluiten op de bestaande infrastructuur en de operationele processen te verbeteren.

Dit document omvat een voorlopig ontwerp voor deze verlichtingsinstallatie. Het document kent als doel het in kaart brengen van de haalbaarheid en implicaties, zowel technisch als financieel. Dit ontwerp is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met de specialisten van Netherlands Airport Consultants (NACO).

Het plangebied betreft het platform tussen hangaar 3 en 4 en de verbinding sleepbaan naar hangaar 4. De opgave omvat onder andere het bepalen van juiste mastposities, het selecteren van geschikte materialen (armaturen en masten) en het toetsen aan geldende normen via een context specifieke lichtsimulatie.

Het voorlopig ontwerp vormt een eerste stap richting verdere technische uitwerking van de beoogde verlichtingsinstallatie.

Inhoud

Uitgangspunten 3

Lichtplan 4

Simulaties 6

Opzet
Simulaties optie 1
Simulaties optie 2
Simulaties optie 3

Specificaties 15

Masten
Armaturen

Kosten & advies 21

Raming
Conclusie
Advies

Uitgangspunten

Uitgangpunten en prestatie-eisen zijn vastgesteld in overleg met specialisten van NACO en de opdrachtgever zelf. Onderdelen van de internationale geldende richtlijnen, EASA Certification Specifications and Guidance Material for Aerodrome Design CS-ADR-DSN (may 2025) en ICAO Annex 14 Volume 1 Aerodrome Design and operations, ninth edition (july 2020), vormen hierbij het vertrekpunt. Hieronder een opsomming van vastgestelde uitgangpunten per onderwerp.

Taxiway minimum separation distance:
De huidige sleepbaan wordt gebruikt voor het verplaatsen van vliegtuigen met vleugelspanwijdte van 20 m. Om de sleepbaan ook in de toekomst geschikt te houden voor verschillende typen luchtvaartuigen, wordt uitgegaan van wingspanklasse B, met een vleugelspanwijdte tot 24 m. Conform tabel 3-1 “Taxiway Minimum Separation Distance” uit de ICAO-standaard geldt een obstakelvrije zone van 20 m aan weerszijden van de hartlijn van de sleepbaan.

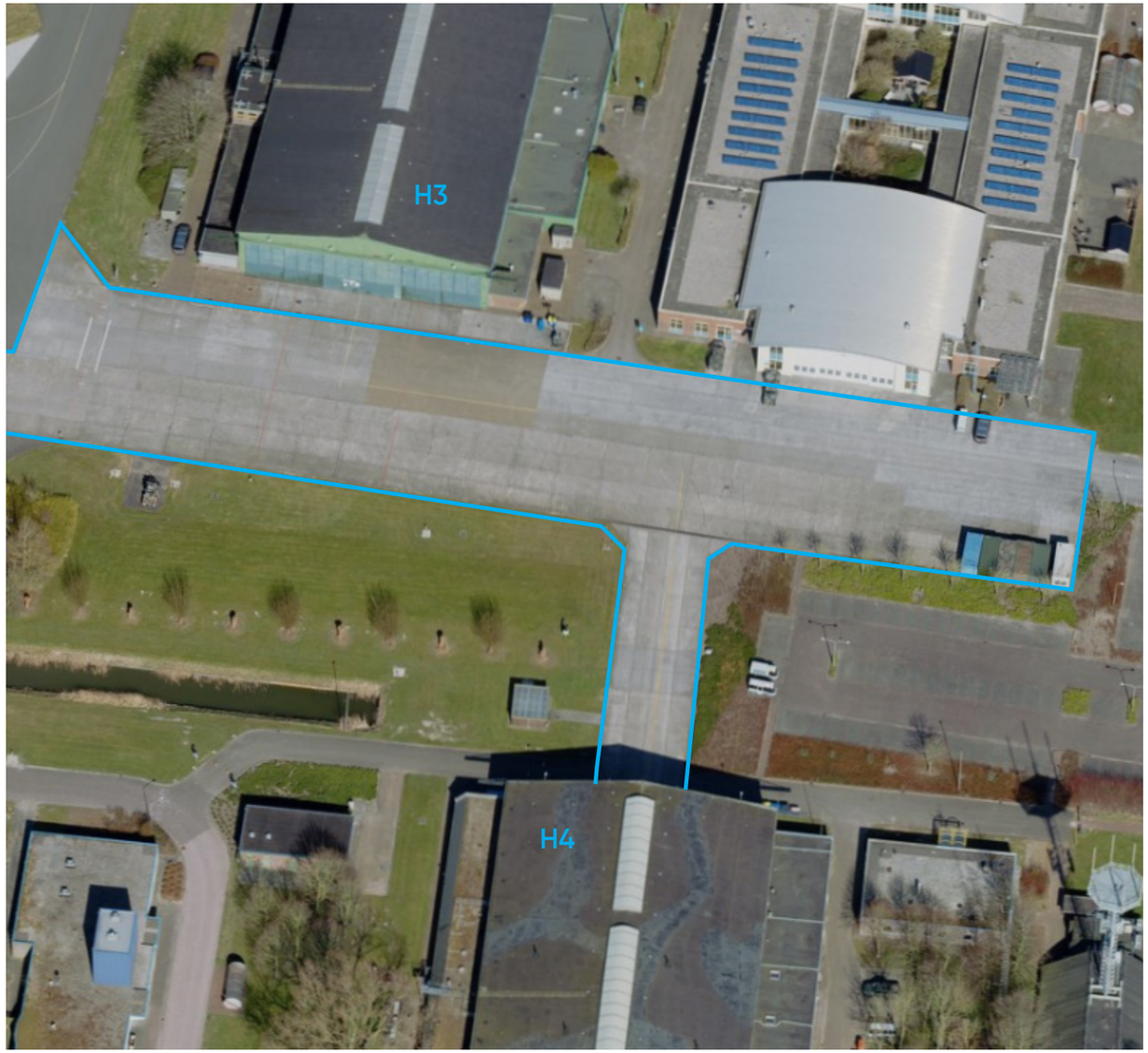
Obstacle limitation surface (OLS):
Een gezamenlijke controle, door NACO en het RVB, heeft bevestigd dat er geen beperkende uitgangspunten gelden voor de hoogte van de nieuw te plaatsen lichtmasten. Het is echter wenselijk om een gangbaar masttype toe te passen. De bestaande opstelplaatsverlichting ten westen van de sleepbaan dient als referentie. Deze masten worden geschat op een hoogte van circa 18 m. Elke nieuw te plaatsen mast wordt uitgevoerd met obstacle lights op de top.

Prestatie eisen verlichting:
Omdat de EASA-normen geen specifieke kaders geven voor taxiway floodlighting, is als referentie EASA CS ADR-DSN.M.750 (Apron floodlighting) gebruikt. Op basis daarvan en de projectcontext gelden de volgende eisen:

- Horizontale verlichtingssterkte: gemiddeld 10 lux, met een gelijkmatigheidsratio (gemiddelde tot minimum) van maximaal 4:1
- Verticale verlichtingssterkte: gemiddeld 10 lux op een hoogte van 2 m, gemeten in de relevante richting (de rijrichting van het gesleepte luchtvaartuig).
- Schaduwwerking: aanvullende eisen voor tweezijdige verlichting, zoals toegepast op aprons om schaduwen te beperken, zijn niet van toepassing op de sleepbaan.
- *Cilindrische verlichtingssterkte: gemiddeld 10 lux op een hoogte van 2m.

Toelichting: Het niveau van 10 lux is conform het advies van NACO voor taxiways, aangezien op de sleepbaan geen activiteiten zoals bagageafhandeling of tanken plaatsvinden. Dit is een afwijking van de in EASA.

*De cilindrische verlichtingssterkte maakt geen deel uit van de EASA-norm en is specifiek voor dit project toegevoegd. Omdat de verlichting slechts aan één zijde van de verharding is geplaatst, is het realiseren van voldoende verticale verlichtingssterkte in de rijrichting van de vliegtuigen lastig. De cilindrische meting beoordeelt de verlichting vanuit alle richtingen. Door verticale en cilindrische verlichtingssterkte met elkaar te vergelijken ontstaat een realistischer beeld.



Luchtfoto van plangebied, sleepbaan verharding omlijnd (bron: Streetsmart)

Lichtplan

Op basis van lichtsimulaties zijn de optimale masthoogte en mastposities vastgesteld. De plattegrond op de volgende pagina geeft een overzicht van deze posities en de relatie tot de omgeving.

Legenda

- A — Floodlight armatuur op lichtmast
- M- — Lichtmast 18m hoog (genummerd 1-4)
- Gebouw gebonden verlichting
- Indicatie van mast funderingspoer (2 x 2m)

- Gebouwen
- Sleepverharding

- Centreline sleepbaan
- Separation distance line (20m uit centreline)
- Indicatie van bestaande ondergronde infra

- Projectie vliegtuig (wingspan 20m)

Lichtplan

Schematisch stippenplan sleepbaan verlichting
Sleepbaan verharding H3, H4
Vliegbasis Leeuwarden

Versie:	concept (ter review)
Datum:	23-12-2025
Door:	DL
Klant:	Rijksvastgoedbedrijf
Schaal:	1/300
Formaat:	A2

Simulaties

Overzicht van de verlichtingssimulaties die ter toetsing en analyse zijn uitgevoerd.

Opzet

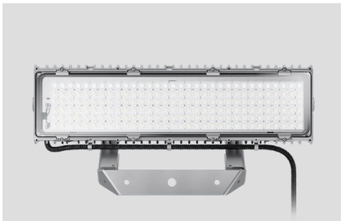
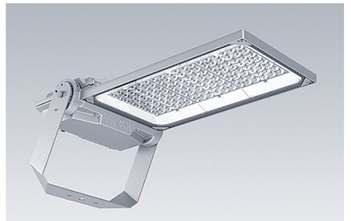
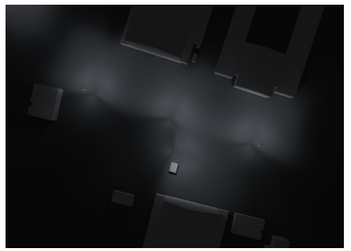
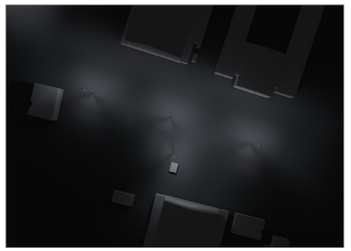
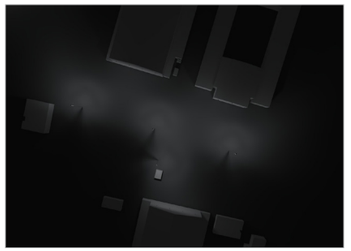
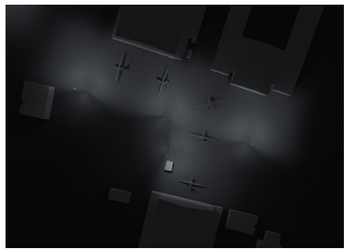
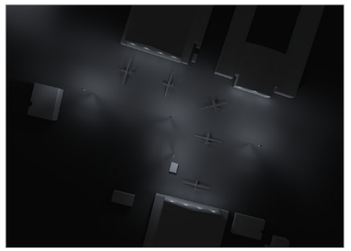
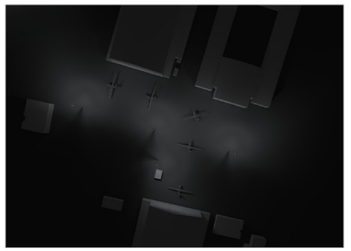
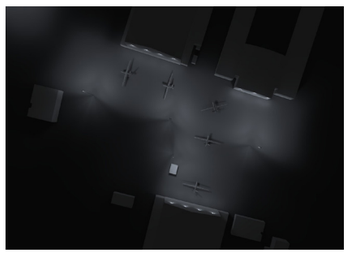
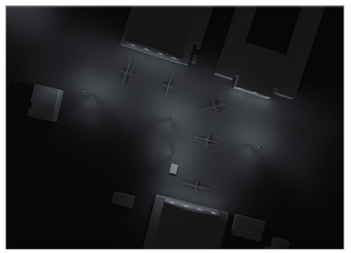
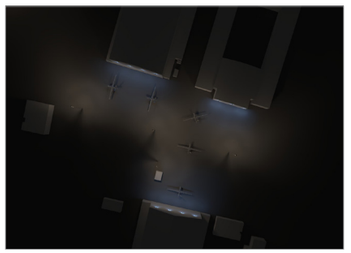
Aanvankelijk zijn de optimale masthoogte en mastposities bepaald op basis van een simulatiemodel. Daarbij is rekening gehouden met de minimale afstand tot de sleepbaan centreline en de reeds aanwezige ondergrondse infrastructuur aan de zuidzijde van de sleepverharding.

Daarna is het simulatie model benut om twee armatuurfabrikaten, twee opties, te analyseren en beoordelen. Elk armatuur is onderzocht onder drie verschillende omstandigheden:

- Geïsoleerde setting – uitsluitend de nieuw te plaatsen verlichting ingeschakeld, zonder gebouwverlichting en luchtvaartuigen, waarbij beide opties zijn beoordeeld op het voldoen aan de prestatie-eisen.
- Schaduwwerking – de invloed van schaduwen onder vliegtuigtoestellen is voor beide opties in kaart gebracht.
- Gebouwgebonden verlichting – tot slot is ook de verlichting van het gebouw toegevoegd.

Hiernaast volgt een overzicht van de verschillende scenario's.

In de geisoleerde setting worden de prestatie-eisen getoetst. De gebouwgebonden verlichting in de omgeving van de sleepbaan wordt geschakeld vanuit de gebouwen, niet centraal vanuit de control tower. Deze zal dus niet altijd aanstaan.

	Optie 1 EWO	*Optie 2 Thorn*	*Optie 3 Holophane*
Armatuur			
Geisoleerd			
Schaduwwerking			
gebouwgebonden			

Simulaties

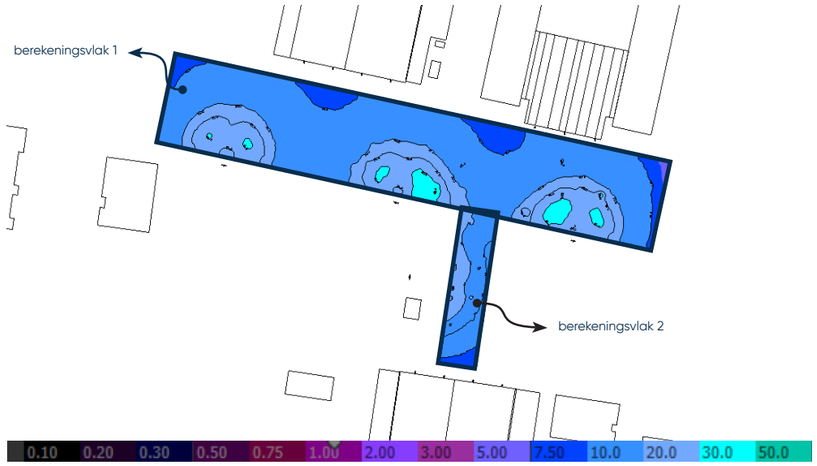
Optie 1 **- Geisoleerd**

De berekeningen tonen aan dat de horizontale verlichtingssterkte ruimschoots voldoet aan de gestelde eisen. Dit garandeert een voldoende hoeveelheid licht op de verharding.

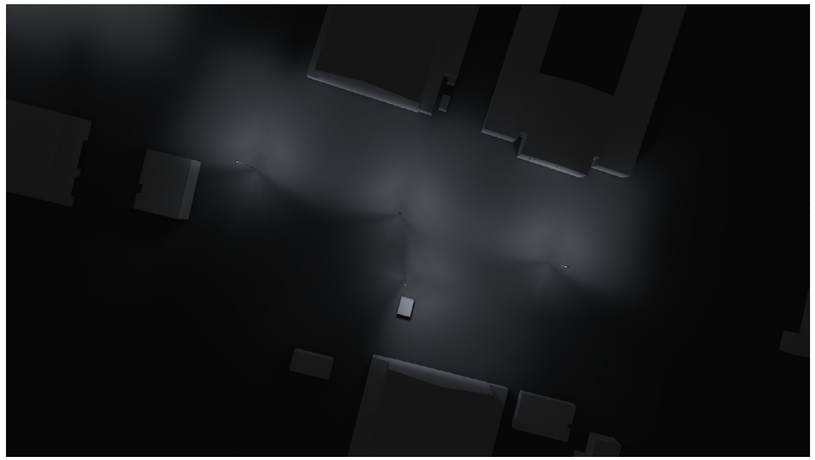
De verticale verlichtingssterkte voldoet daarentegen niet. De berekening is uitgevoerd in de sleeprichting van de vliegtuigen. De lage waarde wordt veroorzaakt door een combinatie van een hoge mast met een armatuur met een relatief smalle, voorwaardse, bundel. Ondanks deze afwijking zien we dat de cilindrische verlichtingssterkte hoger is. Echter komt deze ook onder gesteld eis uit. Om de verticale en cilindrische eisen te behalen is vermoedelijk een tweezijdige verlichting van de sleepbaan nodig. Gezien de functie van het terrein is het halen van de 10 lux gemiddeld minder kritische. Ook bij het huidige verlichtings niveau zijn objecten en personen op de sleepbaan goed waar te nemen.

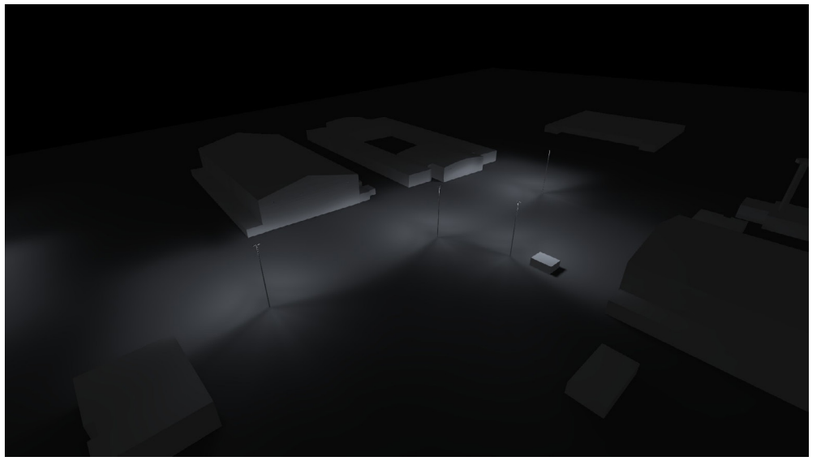
Daarnaast is geconstateerd dat een deel van het licht van de armaturen naar achteren schijnt, waardoor het gras wordt verlicht. Hoewel inefficient wordt dit als acceptabel beschouwd.

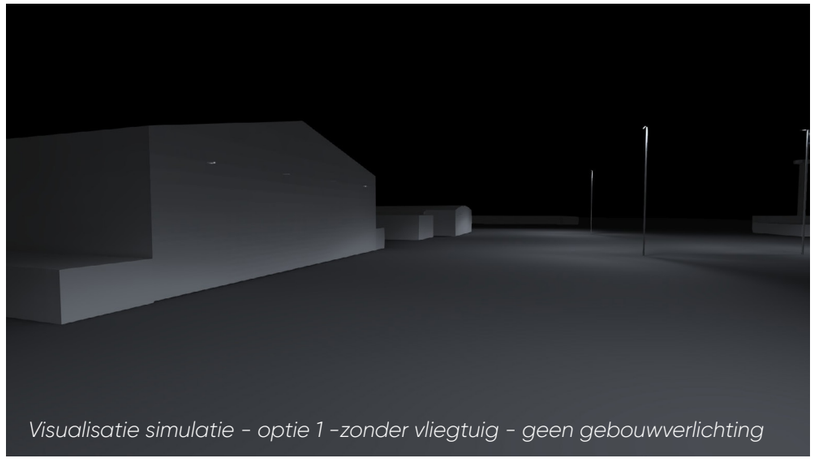
De horizontale verlichtingssterkte kent een overmaat ten opzichte van de eis. Energiebesparing is mogelijk tot circa 30% terug dimmen. Dit wordt echter niet aanbevolen, omdat een reductie ook de verticale verlichtingssterkte doet dalen. Deze kan dan onder de norm uitkomen.



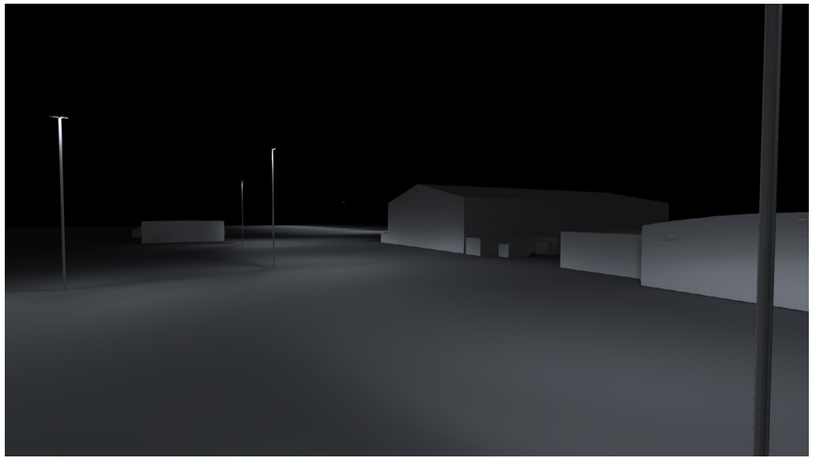
Resultaat berekeningsvlakken simulatie optie 1







Visualisatie simulatie - optie 1 -zonder vliegtuig - geen gebouwverlichting

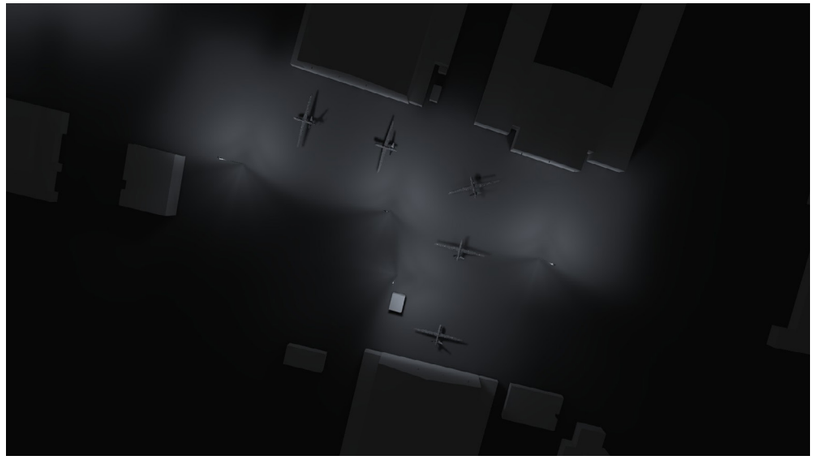


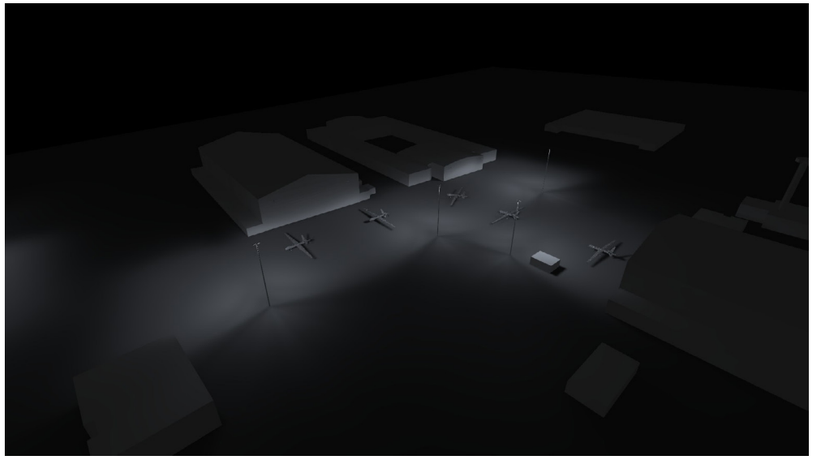
	$\bar{E}_{horizontaal}$ [lux] (0m hoogte)		$\bar{E}_{verticaal}$ [lux] (2m hoogte)		$\bar{E}_{cilindrisch}$ [lux] (2m hoogte)		U_o [-] (0m hoogte)	
	Prestatie-eis	Resultaat simulatie	Prestatie-eis	Resultaat simulatie	Prestatie-eis	Resultaat simulatie	Prestatie-eis	Resultaat simulatie
Berekeningsvlak 1	10	17.3	10	9.11	10	9.51	0.25	0.35
Berekeningsvlak 2	10	16.7	10	7.93	10	8.48	0.25	0.48

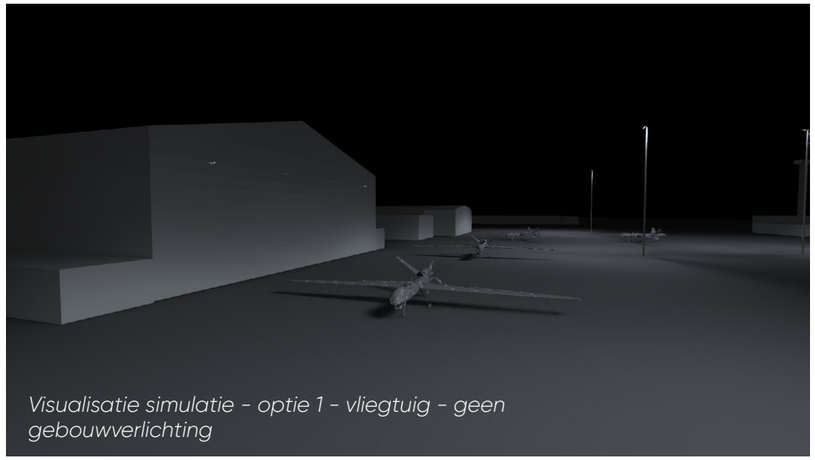
Simulaties

Optie 1 **- Schaduwwerking**

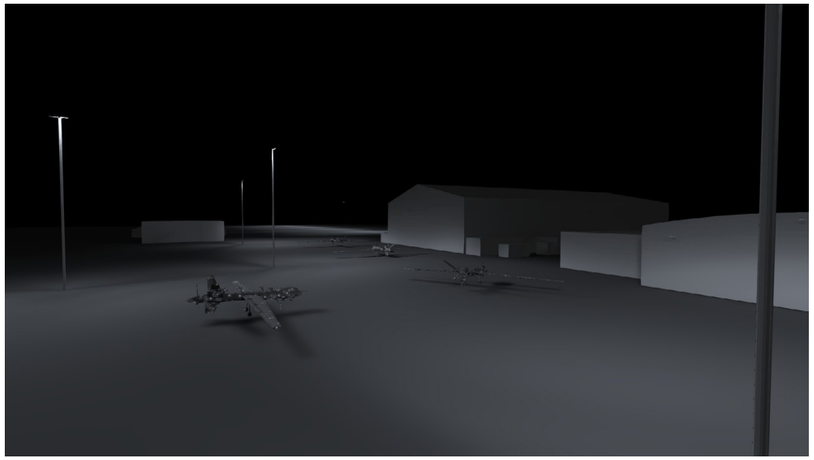
Wanneer de drones in de berekening worden meegenomen, ontstaat er een slagschaduw onder het vliegtuig. Deze schaduw heeft een beperkt oppervlak, waardoor er geen elementen volledig uit het gezichtsveld verdwijnen. Bovendien valt de slagschaduw bijna volledig onder het vliegtuig zelf. De mastpostie is relatief kort op de verharding waardoor de invalshoek van verlichting relatief steil is.

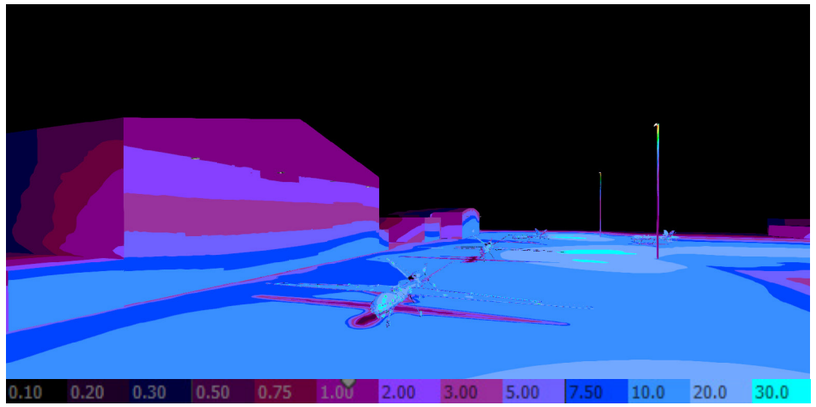






Visualisatie simulatie - optie 1 - vliegtuig - geen gebouwverlichting



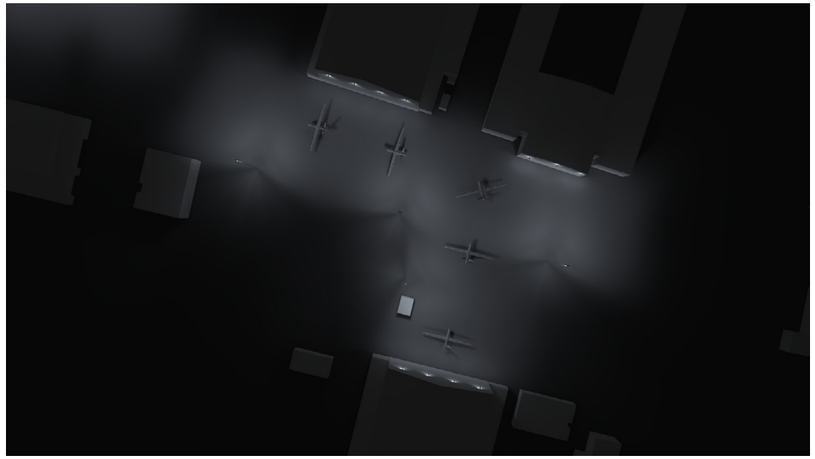


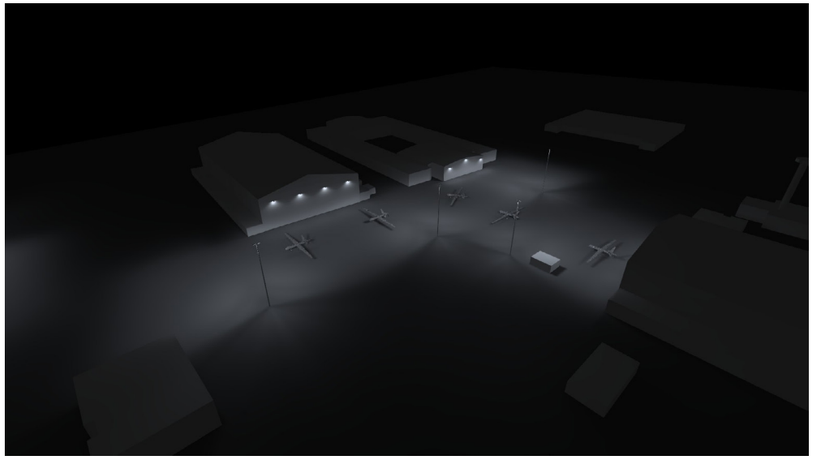
Simulaties

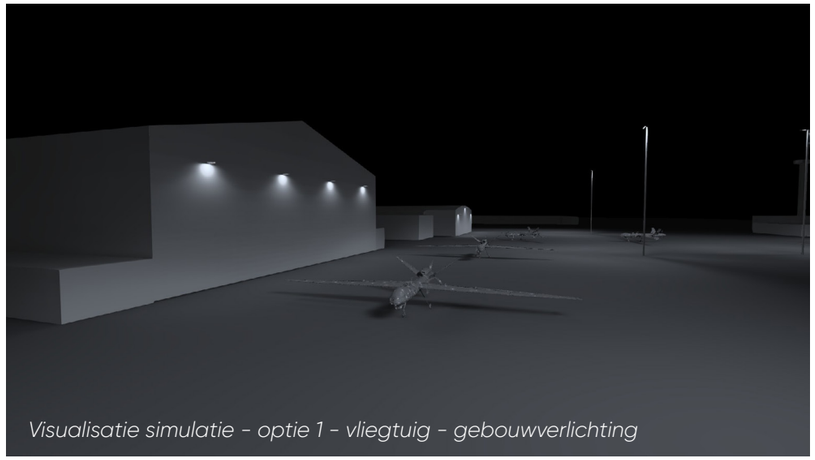
***Optie 1* - Gebouwgebonden verlichting**

In deze derde situatie is de gebouwverlichting meegenomen in de simulatie. We zien dat de lichtverdeling verbetert en de schaduwen onder de toestellen deels worden ingevuld met licht. Dit draagt bij aan een beter verlichte sleepbaan. Echter, deze extra verlichting is niet strikt noodzakelijk voor het gebruik van de sleepbaan.

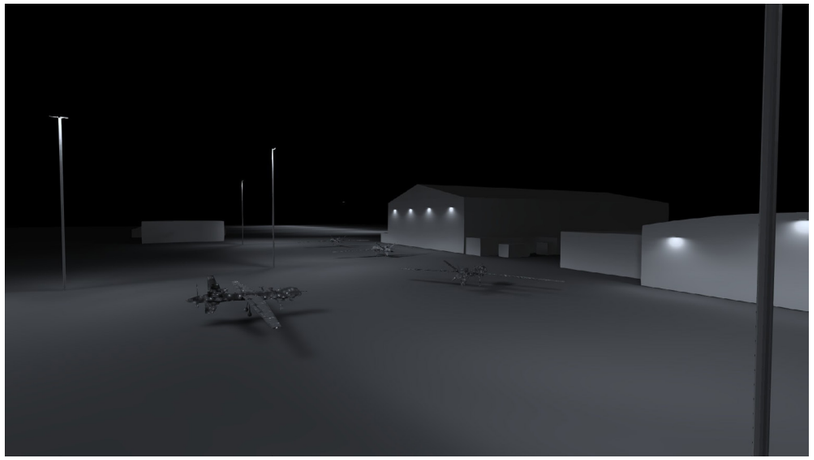
De gebouwgebonden verlichting wordt niet geschakeld vanuit de verkeerstoren. Er is ook geen controle op deze verlichting. Daarom wordt het niet als aanvullend gezien door het RVB.







Visualisatie simulatie - optie 1 - vliegtuig - gebouwverlichting

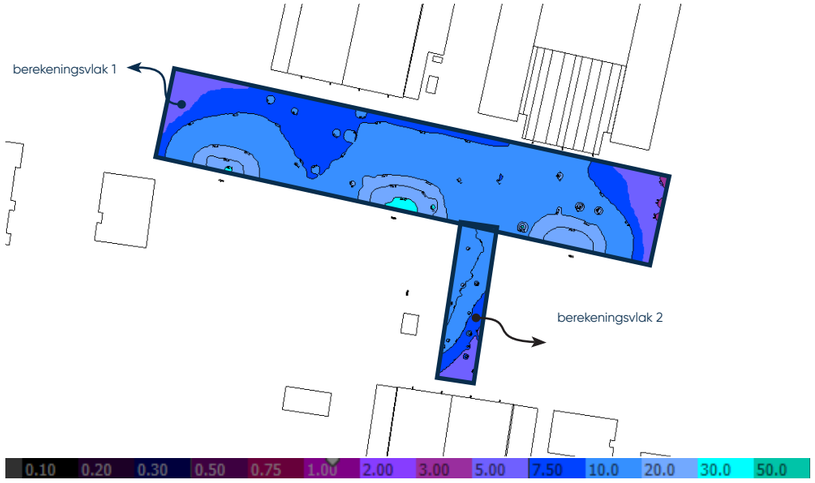


Simulaties

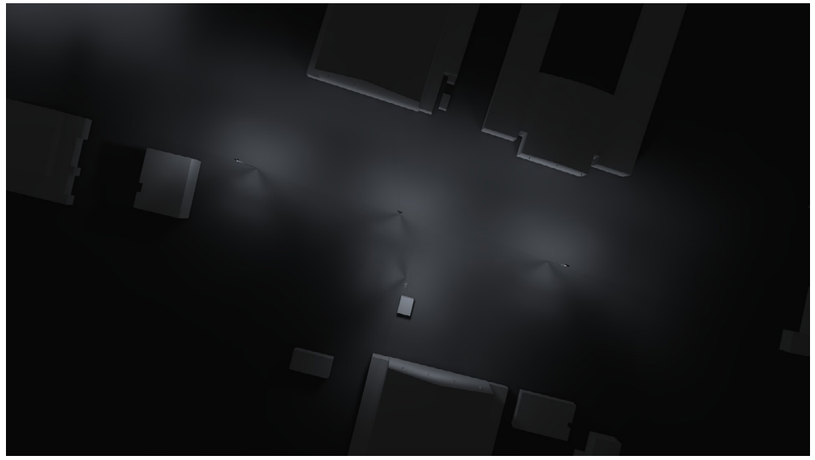
Optie 2 **- Geisoleerd**

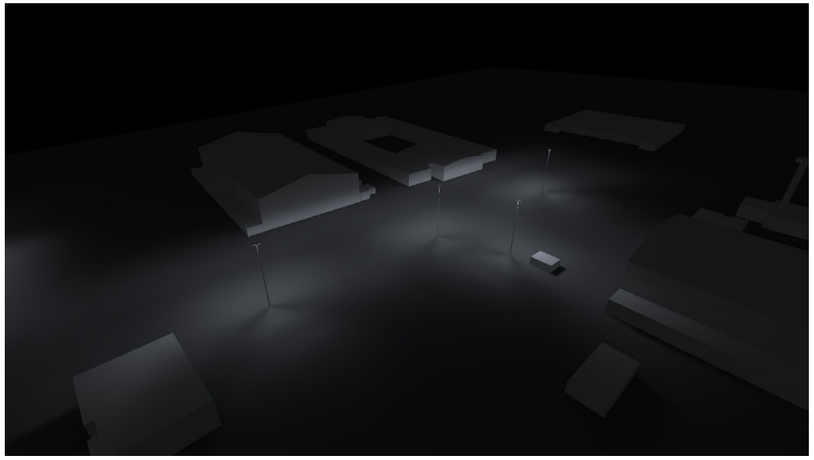
In vergelijking met optie 1 levert optie 2 relatief minder licht op. De verhouding tussen horizontale en verticale verlichtingssterkte is echter gunstiger. Dit komt doordat armatuuroptie 2 een bredere, naar de zijkant verder uitstralende, lichtbundel heeft, waardoor de verticale vlakken beter worden verlicht. Wel schijnt deze bundel iets meer naar achteren, wat de efficiëntie op dat vlak vermindert. Een optie tot dimmen is hier niet relevant, omdat de prestatie-eisen dan al snel in het geding komen.

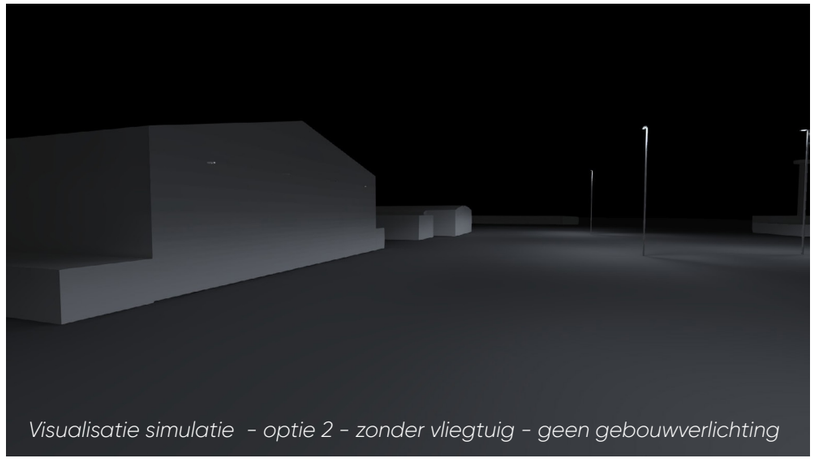
De westzijde van de slaapbaan langs H3 is minder gelijkmatigverlicht dan de oostzijde. Dit effect wordt veroorzaakt doordat mast M4, langs de baan naar H4, ook licht werpt op de baan langs H3.



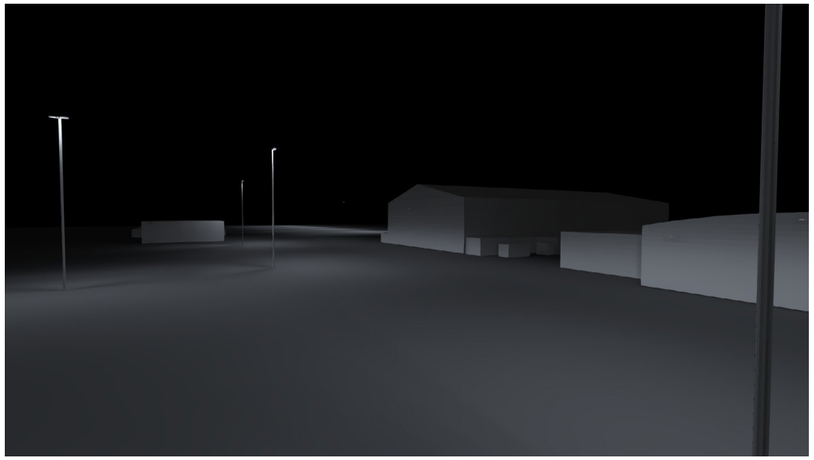
Resultaat berekeningsvlakken simulatie optie 2







Visualisatie simulatie - optie 2 - zonder vliegtuig - geen gebouwverlichting

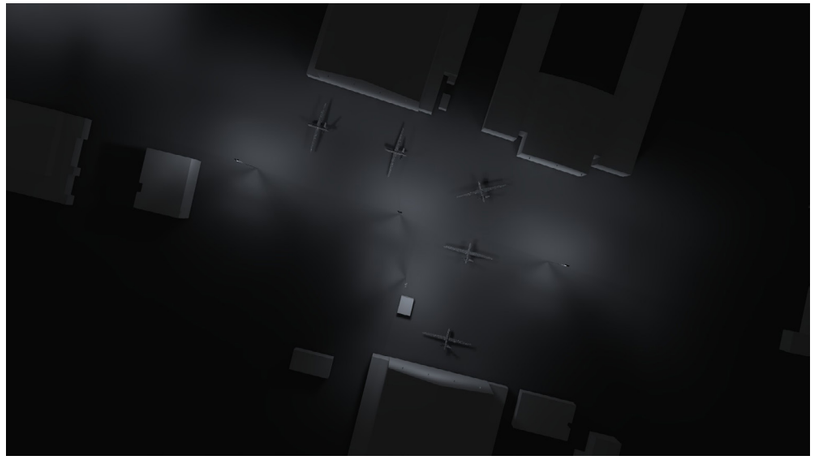


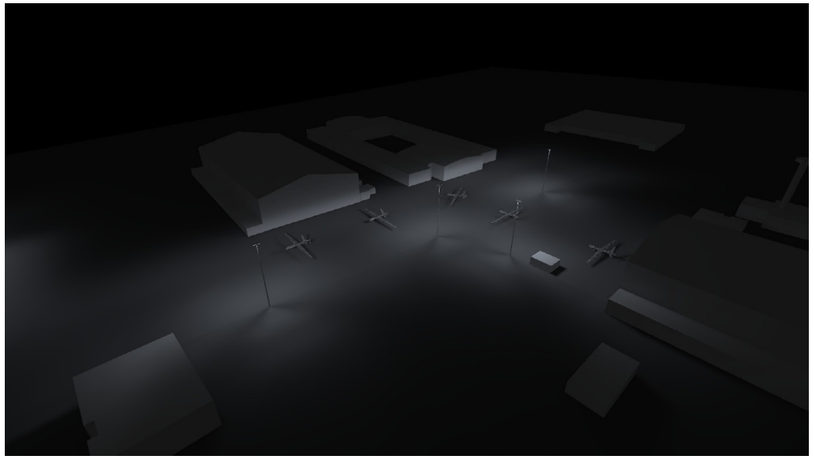
	$\bar{E}_{horizontaal}$ [lux] (0m hoogte)		$\bar{E}_{verticaal}$ [lux] (2m hoogte)		$\bar{E}_{cilindrisch}$ [lux] (2m hoogte)		U_o [-] (0m hoogte)	
	Prestatie-eis	Resultaat simulatie	Prestatie-eis	Resultaat simulatie	Prestatie-eis	Resultaat simulatie	Prestatie-eis	Resultaat simulatie
Berekeningsvlak 1	10	13.3	10	8.88	10	8.48	0.25	0.35
Berekeningsvlak 2	10	12.2	10	6.19	10	7.89	0.25	0.45

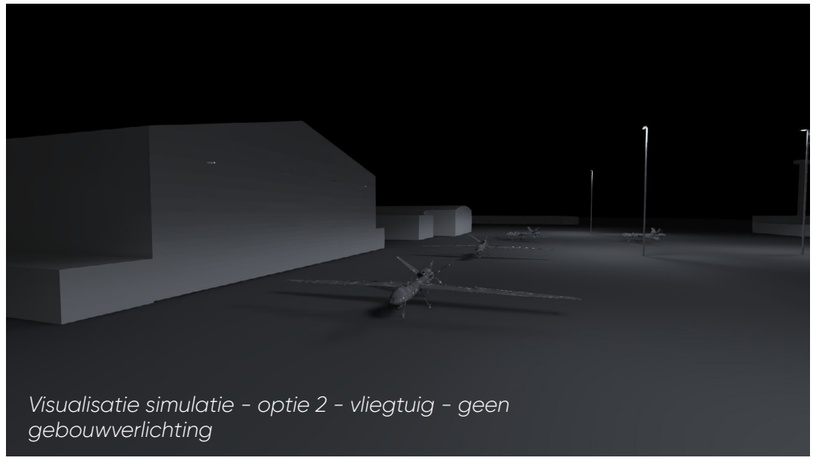
Simulaties

Optie 2 **- Schaduwwerking**

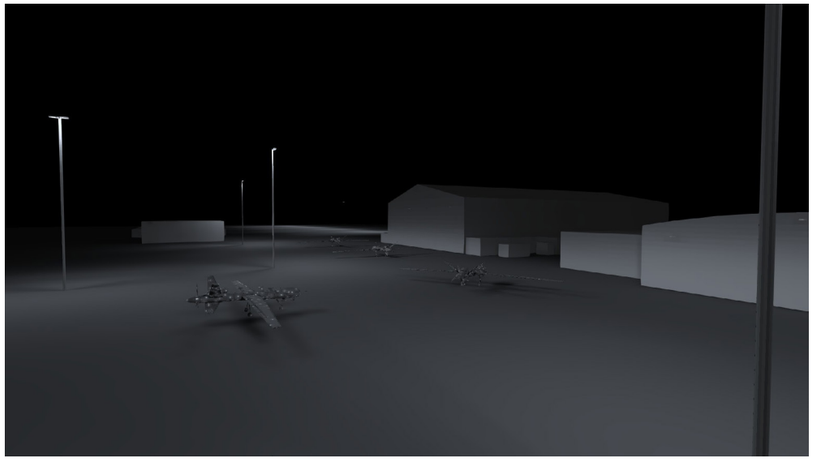
Door de bredere uitstraling overlappen de bundels van de verschillende lichtpunten gedeeltelijk. Hierdoor krijgen de drones een dubbele slagschaduw. Dit zorgt ervoor dat de schaduwen verzacht worden en minder scherp aftekenen.

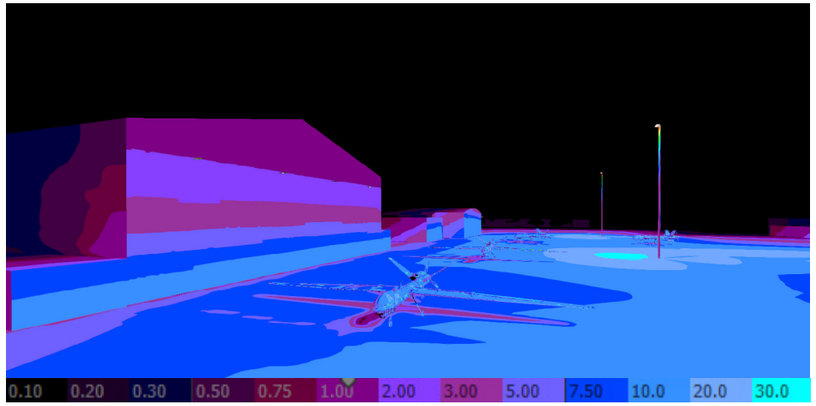






Visualisatie simulatie - optie 2 - vliegtuig - geen gebouwverlichting

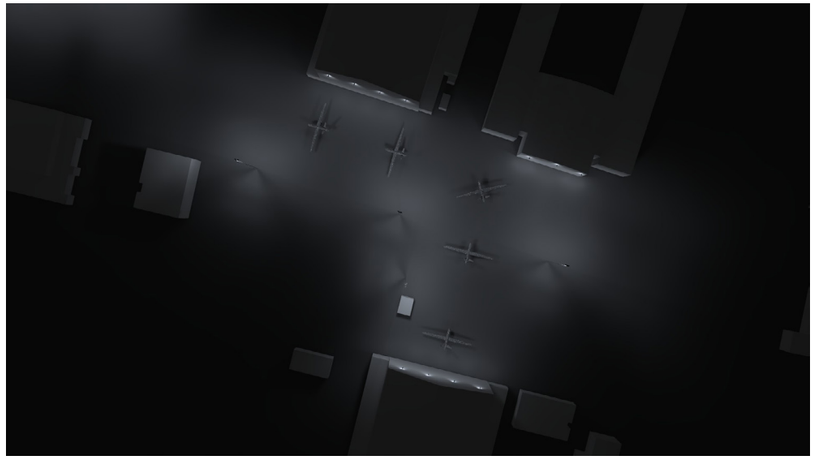


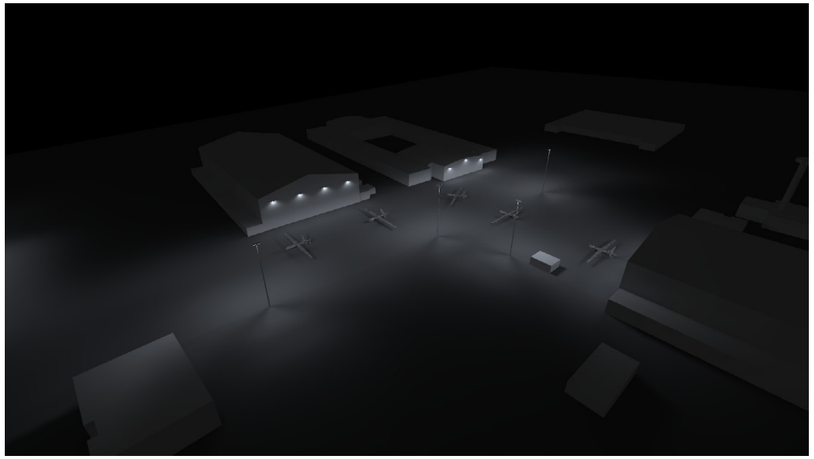


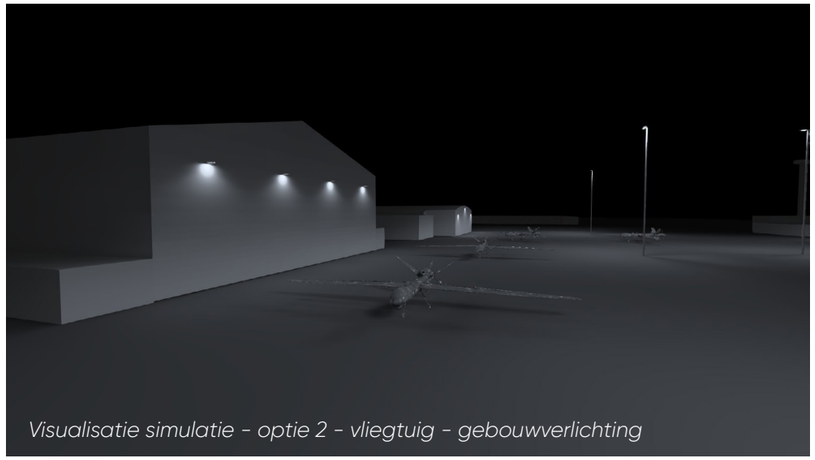
Simulaties

***Optie 2* - Gebouwgebonden verlichting**

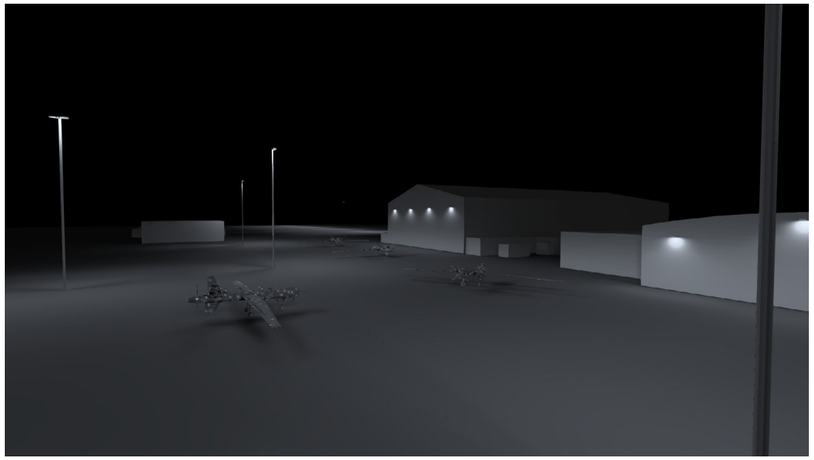
Wanneer de gebouwverlichting wordt ingeschakeld, neemt de hoeveelheid licht vanuit verschillende richtingen toe. Hierdoor worden schaduwen verder verzacht en minder contrastrijk. Doordat het licht uit verschillende richtingen komt verbeterd de zichtbaarheid, ook van personen of objecten rondom de vliegtuigen. Ook hier is de gebouwverlichting niet noodzakelijk voor het functioneren van de sleepbaan.







Visualisatie simulatie - optie 2 - vliegtuig - gebouwverlichting



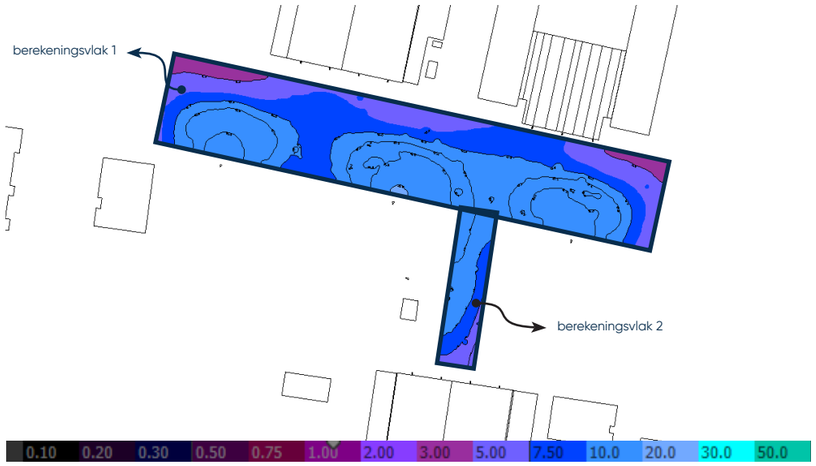
Simulaties

Optie 3 **- Geisoleerd**

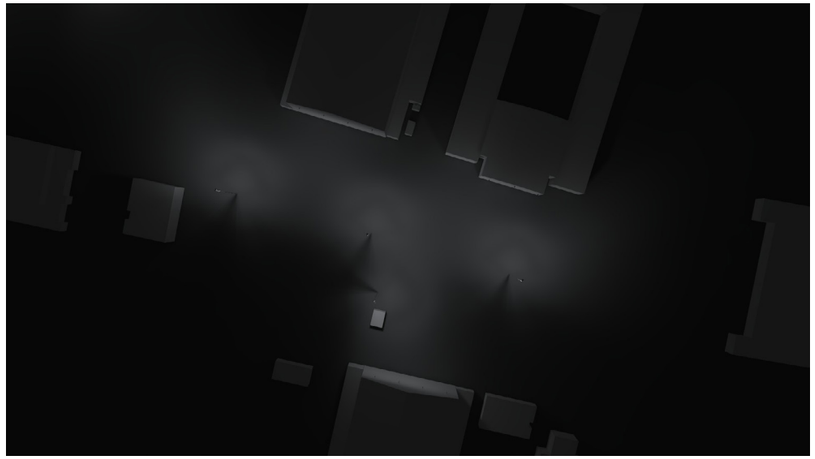
Het armatuur van Holophane kan de vereiste horizontale verlichtingssterkte behalen met slechts één armatuur per mast. De andere opties hebben daarvoor twee armaturen nodig. Dit betekent een potentiële kostenbesparing, maar ook een hogere piekluminantie – oftewel een grotere helderheid per armatuur. Het gevolg hiervan is een verhoogd risico op verblinding voor personen op maaiveldniveau en meer hinder richting de omgeving.

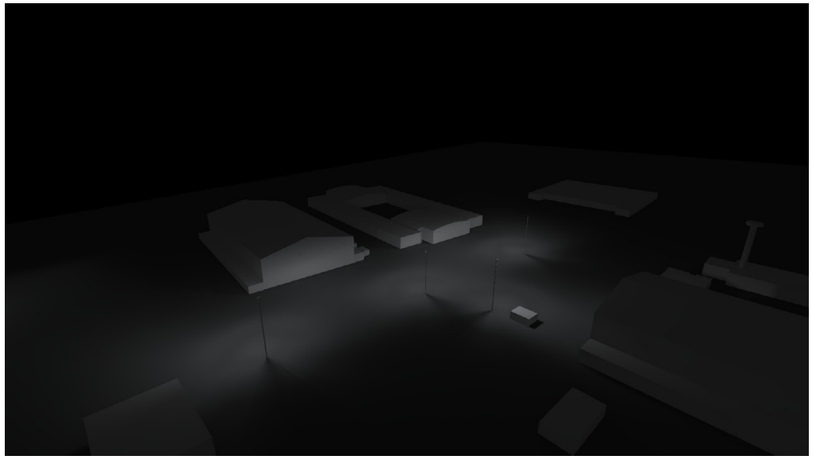
Daarnaast valt op dat de verticale en cilindrische verlichtingssterkte op 2 meter hoogte lager scoort dan bij de andere opties. Dit komt deels doordat per mast slechts één armatuur wordt toegepast. Als gevolg neemt de zichtbaarheid van objecten in het verticale vlak enigszins af, zoals gezichten, logo's, stickers en mechanische onderdelen.

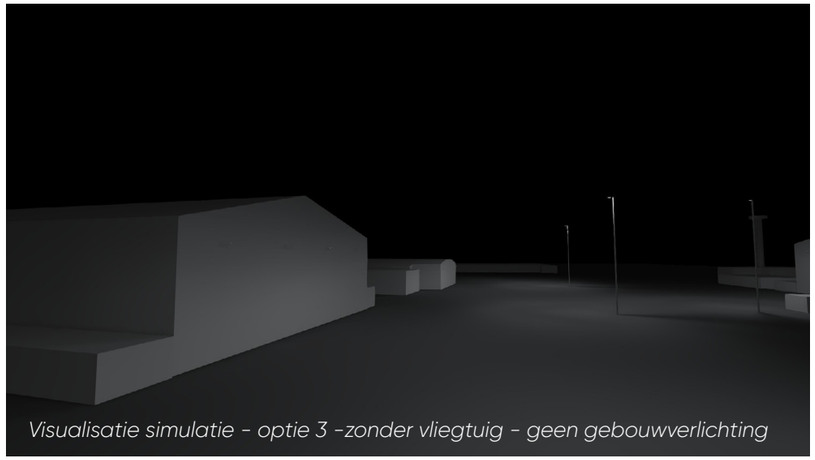
Een ander opvallend aspect is de gelijkmatigheid op vlak 2, de baan richting H4. Deze gelijkmatigheid ligt aanzienlijk hoger dan bij opties 1 en 2. Uit het distributiediagram van het Holophane-armatuur blijkt dat relatief veel licht naar achteren, richting de bermzone, wordt uitgestraald. Dit veroorzaakt de verhoogde gelijkmatigheid; mast M2 werpt hierdoor extra licht op vlak 2.



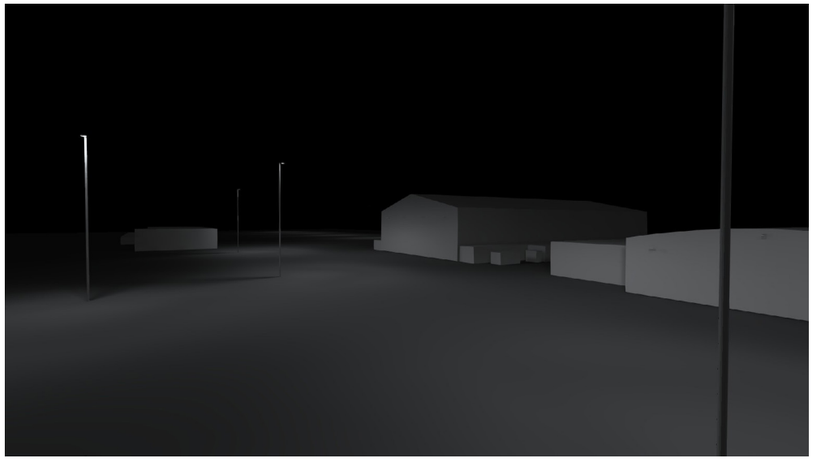
Resultaat berekeningsvlakken simulatie optie 2







Visualisatie simulatie - optie 3 -zonder vliegtuig - geen gebouwverlichting



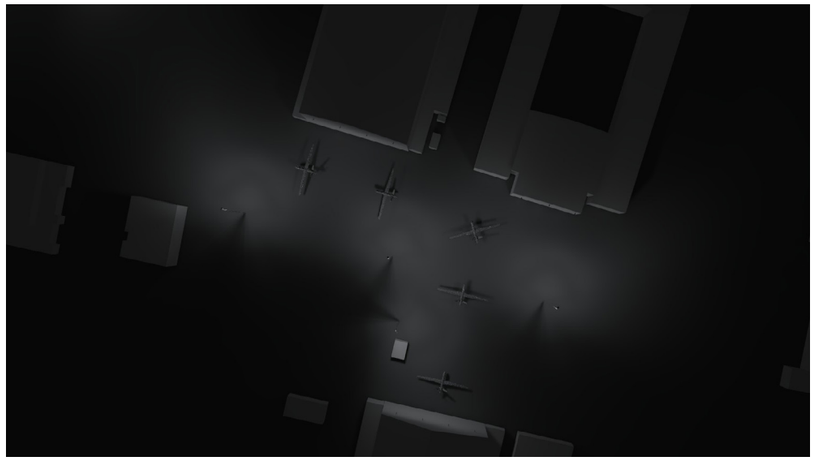
	$\bar{E}_{horizontaal}$ [lux] (0m hoogte)		$\bar{E}_{verticaal}$ [lux] (2m hoogte)		$\bar{E}_{cilindrisch}$ [lux] (2m hoogte)		U_o [-] (0m hoogte)	
	Prestatie-eis	Resultaat simulatie	Prestatie-eis	Resultaat simulatie	Prestatie-eis	Resultaat simulatie	Prestatie-eis	Resultaat simulatie
Berekeningsvlak 1	10	10.6	10	7.20	10	6.60	0.25	0.36
Berekeningsvlak 2	10	10.1	10	4.90	10	6.23	0.25	0.56

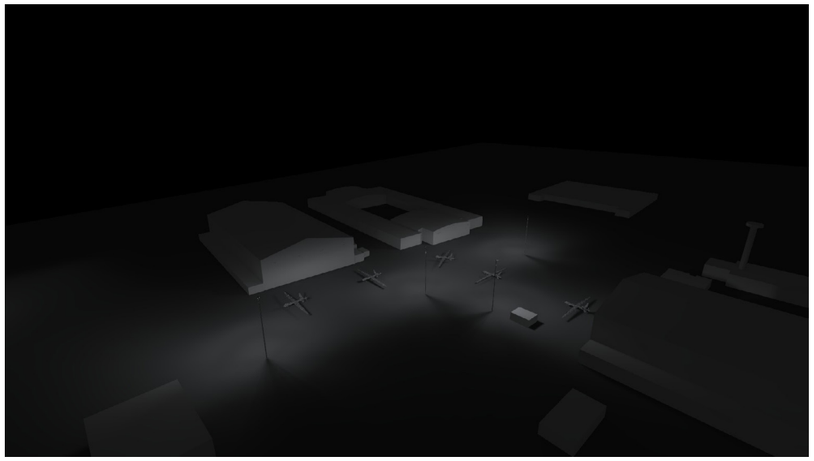
Simulaties

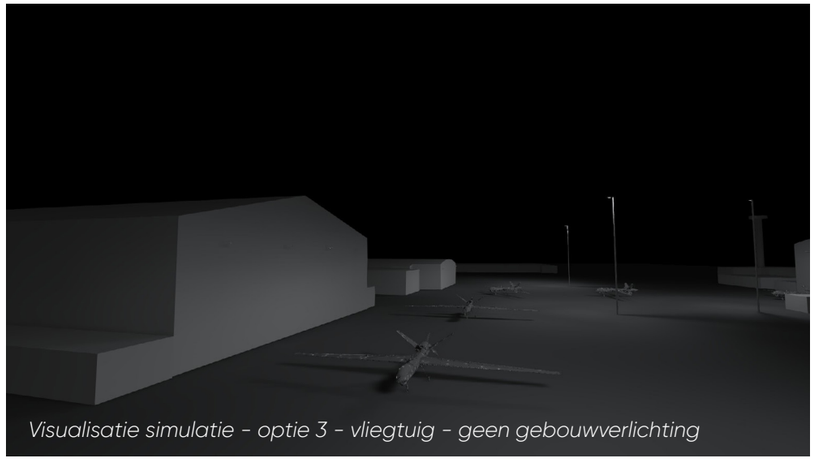
Optie 3 **- Schaduwwerking**

Ten opzichte van de andere opties zijn er weinig afwijkende aspecten zichtbaar. De lichtbundel van optie 3 (Holophane) vertoont qua distributie overeenkomsten met optie 2 (Thorn). Beide bundels zijn relatief breed, waardoor er veel overlap ontstaat tussen de lichtvelden van de verschillende masten. Dit zorgt ervoor dat slagschaduwen gedeeltelijk worden ingevuld vanuit een andere richting.

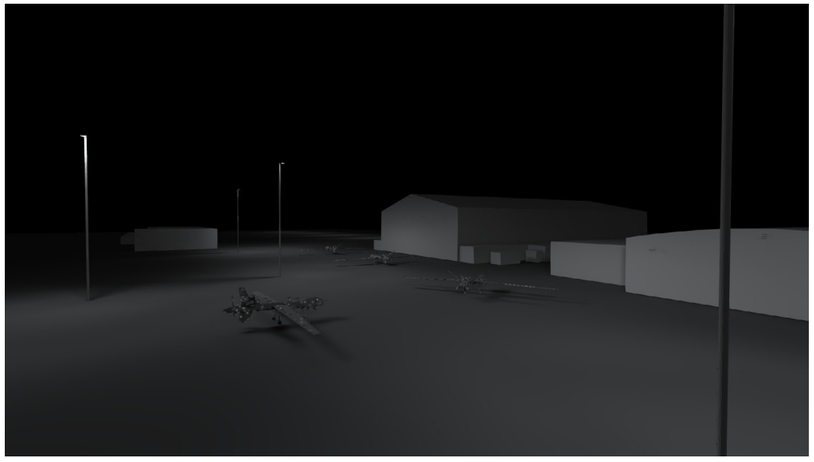
Visueel lijken de schaduwen echter relatief scherp. Dit kan het gevolg zijn van het toepassen van slechts één armatuur per mast, waardoor de lichtbron minder wordt gespreid en contrasten in de schaduwcontouren sterker zichtbaar blijven.

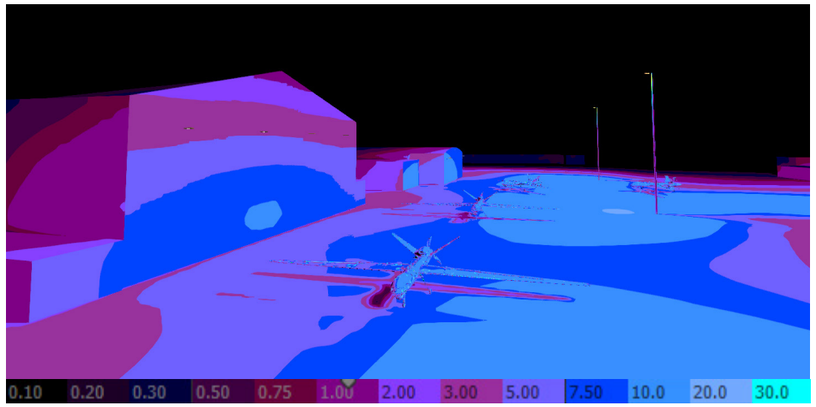






Visualisatie simulatie - optie 3 - vliegtuig - geen gebouwverlichting

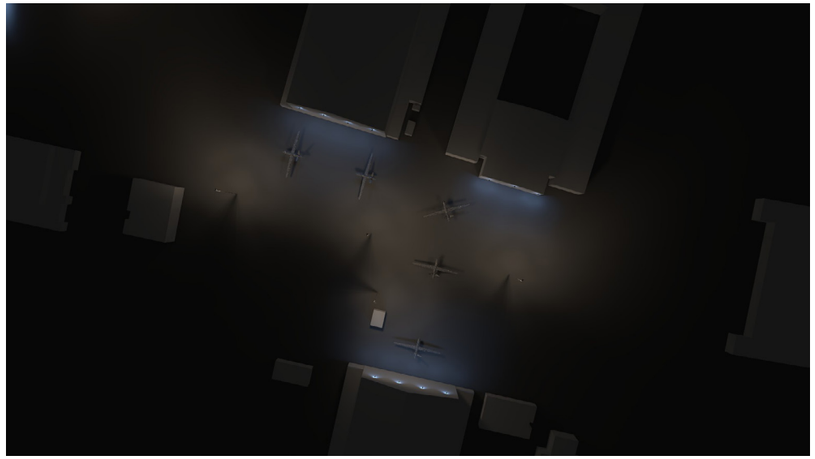


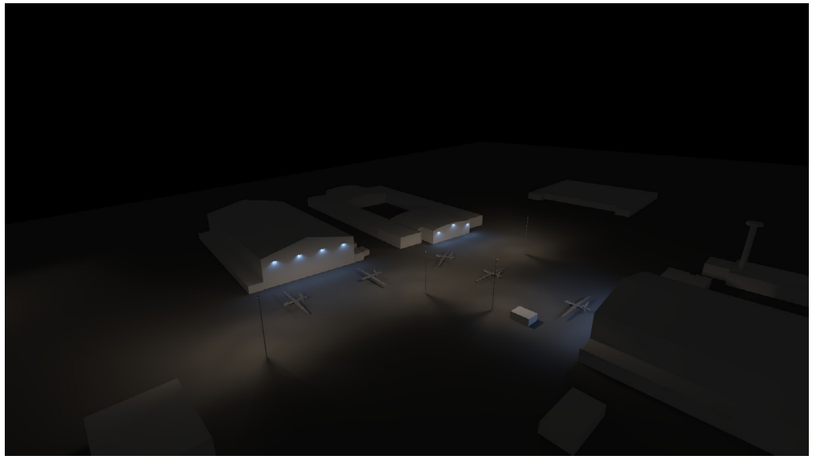


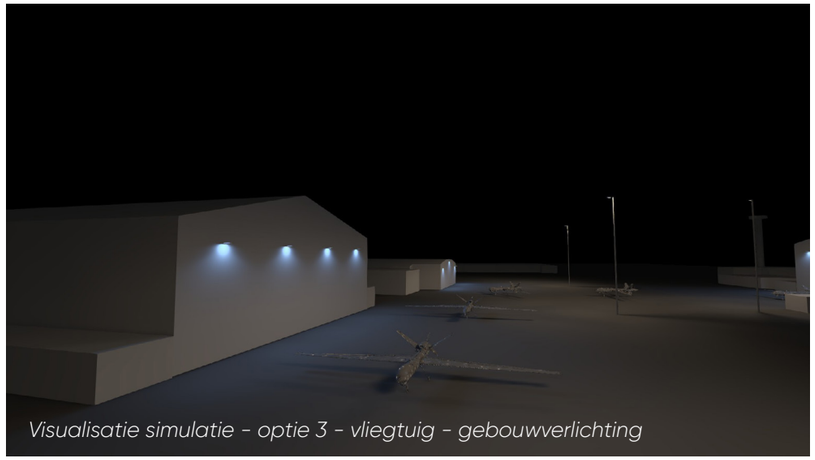
Simulaties

***Optie 3* - Gebouwgebonden verlichting**

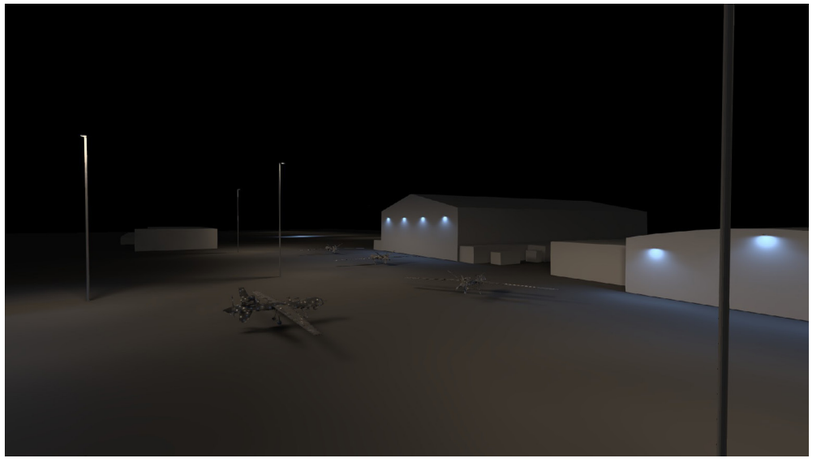
Ook voor optie 3 geldt dat de hoeveelheid licht vanuit verschillende richtingen toe neemt wanneer de gebouwverlichting wordt ingeschakeld. Hierdoor worden schaduwen verder verzacht en minder contrastrijk. Doordat het licht uit verschillende richtingen komt verbeterd de zichtbaarheid, ook van personen of objecten rondom de vliegtuigen.







Visualisatie simulatie - optie 3 - vliegtuig - gebouwverlichting



Specificaties

Technische omschrijving en specificaties van onderdelen van de verlichtingsinstallatie.

Masten

Een omschrijving van technische eisen een randvoorwaarden voor het viertal nieuw te plaatsen masten. Het betreft de masten eerder op tekening aangegeven onder code M1 t/m M4. Bij voorkeur worden standaard masten van een gerenomeerde leverancier toegepast.

Technisch programma van eisen

Algemeen	
Mast type:	18m floodlight mast
Lichtpunt hoogte [m]:	18 (boven het maaiveld)
Armaturen:	Geschikt voor planstralers (optie 1, 2 en 3)
Voorzieningen:	Mastluik + dinrail, kroon voor montage armaturen, steunen (dragers) voor trede
Materiaal:	Staal
Segmenten:	Mast opbouw uit 2 segmenten is mogelijk
Karakteristieken	
Afmetingen [mm]:	+/- 320 x 20000
Vormgeving:	Conisch
Diameter maaiveld [mm]:	320
Diameter top [mm]:	163
Fundering	
Type:	Ondergrondsdeel / funderingspoer
Voetplaat [mm]:	indien van toepassing +/- 750 x 750
Mastluik/ doorvoer	
Mastluik hoogte [mm]:	600
Mastluik afmeting [mm]:	164
Mastluik positie [mm]:	500 (boven maaiveld)
Kabeldoorvoer afmeting [mm]:	150 x 50
Kabeldoorvoer positie [mm]:	350
Afwerking	
Conservering:	Galvaniseren
Maaiveld bescherming:	Niet van toepassing
Opmerking:	De leverancier is verantwoordelijk voor de definitieve dimensionering en het toetsen van de constructieve degelijkheid, stijfheid en draagkracht. Bovenstaande maten zijn ter indicatie. Alleen de masthoogte boven maaiveld is bindend.



Armaturen

Optie 1

Armatuur

Type:	Floodlight
Bevestigings methode:	-
Afmetingen [mm]:	200x712x85
IP/IK rating:	66/08
Materiaal:	Gegoten aluminium - poedercoating

LED

Lichtbron:	LED
Kleurtemperatuur (CCT):	4000K
Lichtstroom [lm]:	28026
Systeem vermogen [W]:	237
Optisch systeem:	Lens
Optiek:	Planstraler asymetrisch (AP10 L/R)
Kleurweergave (TM30 Rf/CRI):	>70
Macadam Steps (SDCM):	<5
Levensverwachting:	L95 100000h

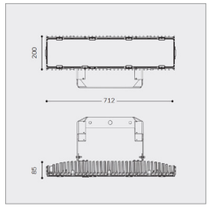
DRIVER

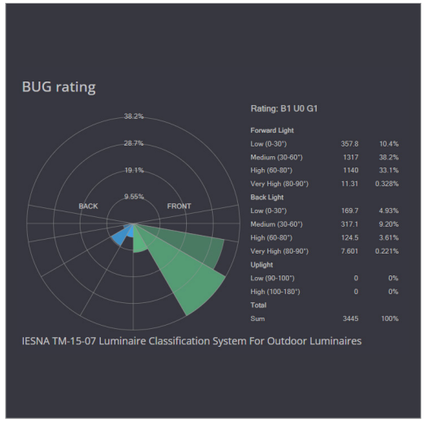
Driver protocol:	Protocol nader te bepalen
Power factor:	>0,9
Lifetime expectancy driver (MTBF):	>100.000

Remark: -









EWO - R–System gen5

Optie 2

Armatuur

Type:	Floodlight
Bevestigings methode:	-
Afmetingen [mm]:	388x729x295
IP/IK rating:	66/08
Materiaal:	Gegoten aluminium

LED

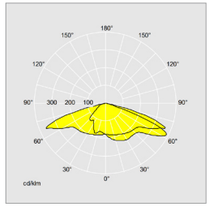
Lichtbron:	LED
Kleurtemperatuur (CCT):	4000K
Lichtstroom [lm]:	27122
Systeem vermogen [W]:	157
Optisch systeem:	Lens
Optiek:	Asymetric Wide Road (AWR)
Kleurweergave (TM30 Rf/CRI):	>70
Macadam Steps (SDCM):	5
Levensverwachting:	L95 100000h

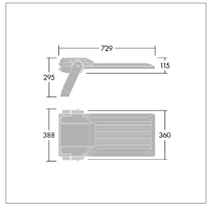
DRIVER

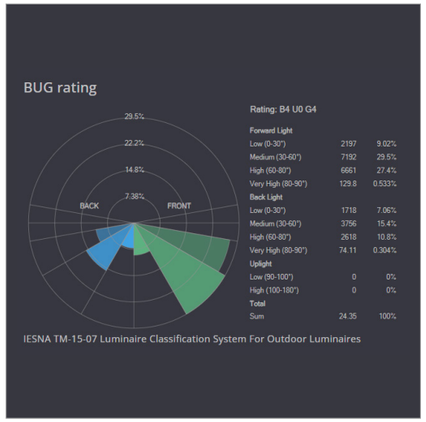
Driver protocol:	Protocol nader te bepalen
Power factor:	>0,9
Lifetime expectancy driver (MTBF):	>100.000

Remark: -









Thorn - Areaflood Pro 2 Large

Armaturen

Optie 3

Armatuur

Type:	Floodlight
Bevestigings methode:	-
Afmetingen [mm]:	584x686x254
IP/IK rating:	65/07
Materiaal:	Gegoten aluminium

LED

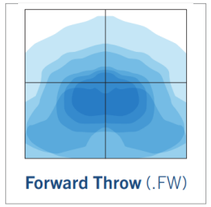
Lichtbron:	LED
Kleurtemperatuur (CCT):	4000K
Lichtstroom [lm]:	38634
Systeem vermogen [W]:	279
Optisch systeem:	Lens
Optiek:	Forward Throw (FW)
Kleurweergave (TM30 Rf/CRI):	>70
Macadam Steps (SDCM):	3
Levensverwachting:	50.000 L93 B50

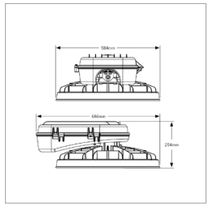
DRIVER

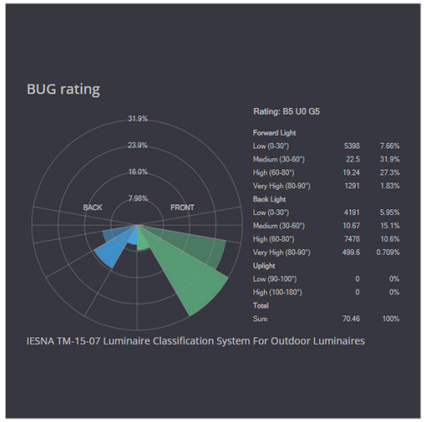
Driver protocol:	Protocol nader te bepalen
Power factor:	>0,9
Lifetime expectancy driver (MTBF):	>100.000

Remark:	-









Holophane - HMAO

Kosten & advies

Een uitvoeringskostenraming gevolgd door een conclusie en advies.

Raming

In deze raming zijn aanschafkosten voor materialen, masten en armaturen opgenomen. Ook het plaatsen van de mast en monteren en aansluiten van de armaturen is meegenomen.

Opgenomen prijzen voor materialen zijn richtprijzen. Voor een gedetailleerde prijs moeten offertes worden opgevraagd.

Onderstaande kosten zijn exclusief:

- Aanschaf en plaatsen mastfundatie poer
- Aanschaf kabels, buizen, goten
- Kosten voor grondwerkzaamheden
- Kosten voor aanleg mantelbuizen
- Kosten voor leveren plaatsen buitenopstelkast
- Aanleg ondergrondse kabel naar mast
- Project managment kosten
- Engineeringskosten aannemer
- Kosten voor inregelen en in bedrijfstellen verlichting
- Bouwplaatsinrichting
- Toeslagen voor nacht of weekend werkzaamhede

			Materiaal		Arbeid		
Optie		Aantal	Armatuur (€)*	Totaal materiaal	Tijdseenheid	Arbeid totaal	Kosten arbeid
Optie 1	Armatuur EWO - R-system	8	€ 3.000	€ 24.000	4,0	32,00	€ 2.720
	Mast (incl. kroon)	4	€ 7.500	€ 30.000	12,0	48,00	€ 4.080
	Obstruction light	4	€ 400	€ 1.600	4,0	16,00	€ 1.360
	CAM zekeringsmodule	4	€ 250	€ 1.000	1,0	4,00	€ 340
Optie 2	Armatuur Thorn - Areaflood pro	8	€ 750	€ 6.000	4,0	32,00	€ 2.720
	Mast (incl. kroon)	4	€ 7.500	€ 30.000	12,0	48,00	€ 4.080
	Obstruction light	4	€ 400	€ 1.600	4,0	16,00	€ 1.360
	CAM zekeringsmodule	4	€ 250	€ 1.000	1,0	4,00	€ 340
Optie 3	Armatuur Holophane - High Mast Advanced Optix	4	€ 1.200	€ 4.800	4,0	16,00	€ 1.360
	Mast	4	€ 7.000	€ 28.000	12,0	48,00	€ 4.080
	Obstruction light	4	€ 400	€ 1.600	4,0	16,00	€ 1.360
	CAM zekeringsmodule	4	€ 250	€ 1.000	1,0	4,00	€ 340

Alle prijzen excl. BTW

Aan deze raming kunnen geen rechten worden ontleend.

** Netto*

*** Opgeteld totaal 15% op materiaal*

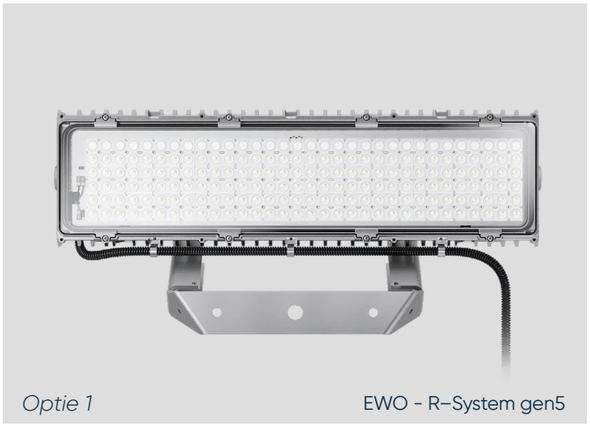
Uurtarief montage: € 85

Optie 1*	€ 56.600
Toeslagen installateur**	€ 8.490
Arbeid	€ 8.500
Optie 2*	€ 38.600
Toeslagen installateur**	€ 5.790
Arbeid	€ 8.500
Optie 3*	€ 35.400
Toeslagen installateur**	€ 5.310
Arbeid	€ 7.140

Totaal verlichting optie 1.	**€ 73.590**
Totaal verlichting optie 2.	**€ 52.890**
Totaal verlichting optie 3.	**€ 47.850**

Conclusie

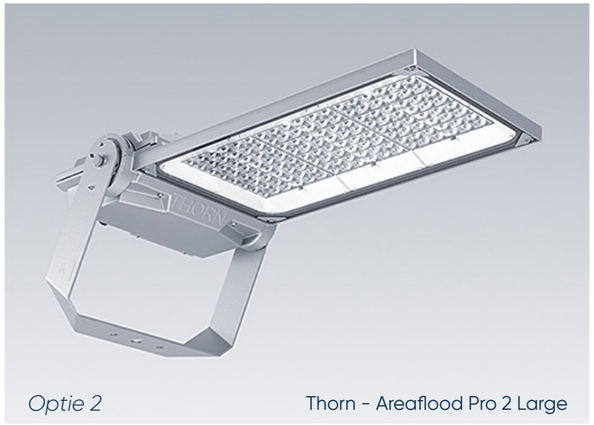
Voor de verlichting van de sleepbaan zijn twee floodlight-opties onderzocht: Optie 1 (EWO - R-System gen6) en Optie 2 (Thorn - AviorFlood Pro 2). Beide armaturen hebben een vergelijkbare bouwvorm, maar verschillen in bundelkarakteristiek en prestaties.



Optie 1 EWO - R–System gen5

Optie 1 levert een lichtstroom van 28.026 lumen bij een vermogen van 237 W, met een relatief smalle bundel. (118,3 lm/w) Hierdoor is de horizontale verlichtingssterkte ruim voldoende, wat zorgt voor een goed verlichte verharding. De verticale verlichtingssterkte in de richting van de sleepbaan blijft echter net onder de norm, al is de cilindrische sterkte voldoende voor herkenbaarheid. Dimmen zou theoretisch 30% energiebesparing opleveren, maar wordt afgeraden omdat de verticale sterkte dan verder daalt. Schaduwen door vliegtuigen zijn beperkt en gebouwverlichting kan de verdeling verbeteren, maar is niet noodzakelijk.

De prijs van armatuur optie 1 is relatief hoog. Het merk staat bekend als kwaliteitief hoogwaardig en heeft een vertegenwoordiging in Nederland via een dealer.



Optie 2 Thorn - Areaflood Pro 2 Large

Optie 2 heeft een bredere bundel en levert 27.122 lumen bij een vermogen van 157 W, wat resulteert in een zeer hogere efficiëntie. (172,8 lm/w) De bredere bundel zorgt voor een gunstigere verhouding tussen horizontale en verticale verlichting, waardoor objecten en personen beter herkenbaar zijn. Wel schijnt de bundel iets meer naar achteren, wat de efficiëntie op de verharding vermindert. Dimmen is hier niet mogelijk zonder prestaties te verliezen. Door bundeloverlap ontstaan dubbele slagschaduwen terwijl optie 1 één hardere schaduwen tekening veroorzaakt. Ook hier is gebouwverlichting optioneel.

De prijs van armatuur optie 2 is relatief gering. Het merk is wereldwijd bekend en heeft een eigen vertegenwoordiging in Nederland.



Optie 3 Holophane - High Mast Advanced Optix

Optie 3 kenmerkt zich door een bredere lichtbundel, waarbij relatief veel lichtverlies optreedt richting de bermzone. Het armatuur levert 38.640 lumen bij een opgenomen vermogen van 279 W (138,5 lm/W). Dankzij de relatief hoge lichtoutput per armatuur kan de sleepbaan worden verlicht met één armatuur per mast. Dit leidt echter tot een lagere verticale en cilindrische verlichtingssterkte ten opzichte van de andere opties, waardoor objecten en personen op de rijbaan iets minder goed herkenbaar zijn.

Doordat een groter deel van de lichtbundel richting de bermzone is gericht, is de benutting van het licht op de verharding minder efficiënt. Daarnaast ontstaat door bundeloverlap een dubbele slagschaduw, die scherper afgetekend is dan bij de overige opties.

De armatuurprijs van optie 3 ligt op een gemiddeld niveau, maar het benodigde aantal armaturen is de helft lager. Bovendien is geen kroon of armaturenrek op de mast noodzakelijk. Hierdoor is optie 3 de meest kostenefficiënte oplossing, al wijkt deze slechts beperkt af van optie 2. Het merk is bekend en actief vooral op de mark in de Verenigde Staten. Holophane heeft een vertegenwoordiging in Nederland via een dealer.

Advies

Op basis van de uitgevoerde analyses in dit rapport komt het armatuur van Thorn (optie 2) naar voren als de meest interessante optie. Deze optie presteert aantoonbaar beter in het realiseren van verticale verlichtingssterkte op de sleepbaan. Daarnaast is de efficiëntie van dit armatuur significant hoger dan die van beide andere onderzochte opties. Ook de overige technische specificaties zijn concurrerend en sluiten goed aan bij de gestelde eisen.

Optie 3 is de meest kostenefficiënte oplossing als gevolg van het geringere aantal benodigde armaturen. Het kostenverschil ten opzichte van optie 2 bedraagt echter slechts circa € 5.000. Daartegenover staat dat optie 3 minder goed presteert op het gebied van verticale en cilindrische verlichtingssterkte en een enigszins verhoogd risico op hinder en verblinding met zich meebrengt.

Als adviseur merken wij op dat de lichtontwerpers van Haskoning minder ervaring hebben met de floodlights van Thorn (optie 2) en Holophane (optie 3). Het merk Ewo is binnen onze praktijk bekend als een hoogwaardig, duurzaam en robuust product, met een betrouwbare support- en serviceorganisatie. Thorn maakt deel uit van het omvangrijke Zumtobel-concern, maar is binnen onze projecten minder frequent toegepast. Holophane is relatief onbekend voor ons.

Wij adviseren om alle opties mee te nemen in de nadere uitwerking van het plan. Hierbij kan worden gedacht aan een demolevering en/of een showroom- of fabrieksbezoek. Op deze wijze kan aanvullend inzicht worden verkregen in de praktische toepasbaarheid, productkwaliteit en de geboden ondersteuning van beide merken en armaturen.

Document title:	Sleepbaanverlichting H3, H4
Subtitle:	Vliegbasis Leeuwarden
Status:	Voorlopig ontwerp (definitief)
Date:	20-02-2026
Project name:	LWD sleepbaanverlichting
Project number:	BL1310
Author(s):	Daan Lagerberg, Maarten de Jong
Drafted by:	Mathijs Sommeijer
Checked by:	Geert-Jan Beems
Date:	19-02-2026
Approved by:	Daan Lagerberg
Date:	20-02-2026
Classification:	Final

HASKONING NEDERLAND B.V.

Mijnbouwstraat 120
2628 RX Delft
Netherlands

Trade register number 56515154

Phone: +31 88 348 90 00
Email: info@haskoning.com
Website: haskoning.nl

Project contact
Daan Lagerberg
daan.lagerberg@haskoning.com

Unless otherwise agreed with the Client, no part of this document may be reproduced or made public or used for any purpose other than that for which the document was produced. Haskoning Nederland B.V. accepts no responsibility or liability whatsoever for this document other than towards the Client.

Please note: this document contains personal data of employees of Haskoning Nederland B.V.. Before publication or any other way of disclosing, this report needs to be anonymized, unless

Haskoning

Enhancing Society Together

haskoning.com