

rekenmodel IPOlicht

snelstartgids

achtergrondinformatie

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Lichtvervuiling en donkertebescherming	3
3	Belangrijke begrippen	8
4	Het rekenmodel IPOLicht	10
5	Snelstartgids IPOLicht	13
6	Leeswijzer overige documenten	29
7	Colofon & Contactgegevens	32

1

Inleiding

Lange tijd is licht geassocieerd met positieve gevoelens zoals veiligheid en gezelligheid, terwijl duisternis verbonden werd met zaken die het daglicht niet konden verdragen. De laatste jaren is er een kentering gaande. Duisternis wordt 'herontdekt' als oerkwaliteit, die net als rust en stilte beschermd dient te worden. Daarnaast groeit het bewustzijn dat licht niet altijd en overal gewenst is. Kunstlicht in de nacht heeft een verstorende werking op mensen, dieren en planten. Bovendien kost het veel energie. De satellietbeelden, waarop te zien is dat Europa en met name Nederland 's nachts baden in een zee van licht, roepen bij veel mensen bezorgdheid op.

Het onderwerp 'donkertebescherming en lichtvervuiling' leeft! Steeds meer provincies en gemeenten maken beleid en ondernemen acties op dit gebied. Het gaat daarbij om allerlei lichtbronnen, onder andere openbare verlichting, kassen, sportverlichting, reclameverlichting en gevelverlichting. Vanuit de gedachte om optimaal te leren van elkaars ervaringen en kennis op dit gebied is in opdracht van het Interprovinciaal Overleg (IPO) in 2009 het project 'lichtvervuiling en donkertebescherming' van start gegaan. Het project is uitgevoerd in het kader van het IPO-milieuprogramma 'Prisma'. In 2010 verscheen als eerste resultaat daarvan het 'Handboek licht/donker, beleid en uitvoeringsinstrumenten voor provincies'. Vervolgens is gewerkt aan de ontwikkeling van het rekenmodel IPO Licht, dat is te vinden op bijgevoegde CD. Het rekenmodel is mede gefinancierd door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), thans het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM).

Met het rekenmodel IPOLicht kunnen de effecten op hemelhelderheid en horizonvervuiling van ontwikkelingen of maatregelen kwantitatief worden bepaald. Dit instrument kan worden gebruikt bij ruimtelijke processen als gebiedsontwikkeling en -inrichting, ter ondersteuning van beleidskeuzes en bij vergunningverlening. Het is het eerste rekenmodel in zijn soort en kan daarom met recht een wereldprimeur worden genoemd.

In dit boekje staat, in hoofdstuk 5, de snelstartgids voor het rekenmodel IPOLicht. In de hoofdstukken daarvoor wordt informatie gegeven over het onderwerp 'lichtvervuiling en donkertebescherming' en over de mogelijkheden van het rekenmodel. Ook worden de belangrijkste begrippen inzake licht uitgelegd. Het boekje eindigt met een korte inhoudsbeschrijving van de overige documenten die op de bijgeleverde CD te vinden zijn.

2 Lichtvervuiling en donkertebescherming

Belangrijke thema's

Het onderwerp 'lichtvervuiling en donkertebescherming' is verbonden met diverse bestaande thema's. Deze thema's samen maken dat het onderwerp in deze tijd belangrijker wordt en meer aandacht krijgt.

- **Donkerte als oerwaarde**

Een groeiend aantal mensen ervaart donkerte als iets wat kostbaar is, steeds schaarser wordt en daarom bescherming verdient. Duisternis wordt, samen met de oerqualiteiten

stilte en rust, ook wel aangeduid als een compensatiewaarde, een waarde die tegenwicht biedt aan de huidige hectische maatschappij.

– **Natuur, flora en fauna**

Kunstlicht in de nacht verstoort het leven van planten en dieren. Gevolgen van deze verstoring kunnen onder meer zijn: ontregeling van biologische ritmes, desoriëntatie, verandering van de habitatkwaliteit en aantrekking door licht (met mogelijk fatale afloop voor onder andere vogels en insecten). Naar de mate waarin verstoring optreedt en de gevolgen die dit heeft wordt de laatste tijd, ook in Nederland, steeds meer onderzoek gedaan.

– **Biodiversiteit**

Een thema dat nauw verbonden is met flora en fauna is biodiversiteit. Een overdaad aan kunstlicht vormt een bedreiging voor sommige soorten. Het donkere, nachtelijk leven is voor het in stand houden van soorten en ecosystemen even belangrijk als het leven overdag.

– **Gezondheid**

Ook bij mensen heeft lichtvervuiling een versturende werking, onder andere door de stagnatie van melatonineproductie, die belangrijk is voor het menselijk afweersysteem. Er zijn relaties gelegd tussen lichtvervuiling en borstkanker, slaapstoornissen en stress. Ook hier zal verder onderzoek meer helderheid moeten geven over de precieze effecten van kunstlicht.

– **Energie, CO₂ en klimaat**

Nederland wil dat er in 2020 20% minder CO₂ wordt uitgestoten. Energiebesparing is een belangrijk middel om deze uitstoot te verminderen. De ambitie om energie te besparen

kan op eenvoudige wijze gekoppeld worden aan de ambitie om meer donkerte te creëren.

– **Landschap**

Hoe willen wij dat ons landschap zich ontwikkelt? Wat vinden wij belangrijke waarden? Deze vragen gelden voor het landschap overdag, maar ook voor het landschap in de nacht. Zaken als verrommeling, horizonvervuiling en hemelhelderheid spelen hierbij een rol.

– **Astronomie**

Nederlandse sterrenkundigen gaan noodgedwongen naar het buitenland, om de Melkweg waar te kunnen nemen. De prachtige, oneindige sterrenhemel boven ons wordt door de toenemende lichtvervuiling steeds minder zichtbaar. Dat wordt niet alleen door astronomen, maar ook door burgers als een gemis ervaren.

Over de grenzen – enkele internationale ontwikkelingen

Een internationale organisatie die zich al sinds 1988 actief bezighoudt met het onderwerp is de International Dark-Sky Association (IDA). Het Platform Lichthinder is de Nederlandse vereniging die hiermee is verbonden. Naast haar eigen initiatieven, onder andere op het gebied van richtlijnen voor verlichting, ondersteunt IDA anderen die donkere plaatsen beschermen, door deze te erkennen als International Dark Sky Parks en International Dark Sky Reserves. Ook UNESCO is begonnen met het aanwijzen van 'Starlight Reserves', (nationale) parken met vrijwel ongerepte duisternis. Een ander initiatief waar UNESCO, IDA en vele andere organisaties en overheden bij zijn betrokken is het Starlight Initiative. Deze brede coalitie richt zich op het behoud van de culturele, intellectuele en ecologische rijkdom van de sterrenhemel en de verbondenheid die de mensheid van oudsher daarmee heeft. Dit heeft geleid tot de Declaration in Defence of the Night Sky and the Right to Starlight ofwel de La Palma Declaration van april 2007.

In Groot Brittannië verscheen in 2010 een rapport van de UK Royal Commission on Environmental Pollution, met een advies aan de Britse regering voor de aanpak van lichtvervuiling. In hetzelfde jaar heeft de Raad van Europa een resolutie (1776) aangenomen over de onderwerpen geluid en lichtvervuiling. Bij deze resolutie hoort de volgende aanbeveling:



Recommendation 1947 (2010)

Noise and light pollution

1. The Parliamentary Assembly, referring to its Resolution 1776 (2010) on noise and light pollution, underlines the significant harmful effects of noise and light pollution on the environment in general, and on biodiversity and human health in particular.
2. It recommends that the Committee of Ministers:
 - 2.1. invite member and observer states of the Council of Europe to review their legislation regarding noise and light pollution to ensure that it is relevant to the present-day situation;
 - 2.2. consider whether or not it would be appropriate to draft a framework convention on the measures to be taken, at pan-European level, to address the scourge of noise and light pollution.
3. The Assembly also calls on the Congress of Local and Regional Authorities of the Council of Europe to analyse and encourage good practices in the fight against noise and light pollution at local and regional level.

Binnen de grenzen

Niet alleen internationaal, maar ook in Nederland wordt het onderwerp 'lichtvervuiling en donkertebescherming' steeds belangrijker. Er zijn goede argumenten om er als provincie aandacht aan te besteden. Het onderwerp raakt immers aan diverse provinciale taken en beleidsvelden:

- Ruimtelijke kwaliteit
- Milieubeleid
- Openbare verlichting provinciale wegen
- Vergunningen natuurbeschermingswetgeving en Wet milieubeheer

Daarnaast spelen het schaalniveau en de complexiteit van het onderwerp een rol:

- Lichtvervuiling overschrijdt de gemeentegrenzen (brede lichtuitstraling over open landschappen, hemelglod over grote afstand zichtbaar) en is een bovenlokaal probleem.
- De benodigde aanpak vraagt maatwerk en wisselt per regio, waardoor beleid vanuit de provincie vaak doeltreffender is dan algemeen rijksbeleid.
- Het vraagstuk speelt in vrijwel alle gemeenten. Deze gemeenten missen echter vaak de expertise en/of middelen voor beleid en uitvoering op dit gebied. Provinciaal beleid en ondersteuning vanuit de provincie zijn belangrijk.

Het rekenmodel IPOLicht is daarom niet alleen gemaakt voor provincies, maar ook voor gemeenten en milieudiensten. Ook zij kunnen er gratis gebruik van maken.

3

Belangrijke begrippen

In de wereld van licht en donker worden verschillende termen gebruikt, die niet voor iedereen bekend zijn. Om verwarring te voorkomen wordt hier een korte beschrijving gegeven van de belangrijkste termen.

Begrippen lichtvervuiling

We onderscheiden drie verschillende niveaus voor wat betreft lichtvervuiling, namelijk lichthinder, horizonvervuiling en hemelhelderheid:

- **Lichthinder**
Hinder op individueel niveau door direct invallend/instralend licht. Hierbij kan gedacht worden aan een lichtmast of reclameverlichting die een woning binnen schijnt.
- **Horizonvervuiling**
De zichtbaarheid van licht(bronnen) op langere afstand. Voorbeelden hiervan zijn het tot op grote afstand zichtbaar zijn van een open stal of een verlicht sportveld vanuit een open landschap.
- **Hemelhelderheid**
De verminderde zichtbaarheid van de sterren, veroorzaakt door de opheldering van de hemel door aanwezigheid en uitstraling van kunstlicht. Hieronder vallen ook de lichtkoepels boven steden en boven kassen.

Begrippen licht

Er worden bij het kwantificeren van licht verschillende begrippen

gebruikt, die elk een eigen eenheid en afkorting hebben. Hier de belangrijkste begrippen op een rij:

– **Lichtstroom**

Dit is de hoeveelheid licht die van de lichtbron afkomt. Meestal wordt de totale lichtstroom bedoeld, die dus in alle richtingen van een lamp komt. De eenheid van lichtstroom is lumen (lm). De lichtstroom zelf kan men niet zien.

– **Lichtsterkte**

De lichtintensiteit van een lichtbron in een bepaalde richting. Dit bepaalt de mate van verblinding. Dit wordt uitgedrukt in candela (cd).

– **Illuminantie**

Dit is de hoeveelheid licht die op een vlak valt, ofwel de totale verlichting van een oppervlak vanuit alle richtingen. Illuminantie wordt ook wel verlichtingssterkte genoemd. De eenheid van illuminantie is lux (= lumen per m²).

– **Luminantie**

Dit is de hoeveelheid licht die van een oppervlak afkomt. De eenheid van luminantie is candela per m² (cd/m²). Het wordt ook wel helderheid genoemd. Hemelhelderheid wordt gewoonlijk uitgedrukt in mcd/m² (= 1/1000ste cd/m²).

Begrip	Eenheid	Afkorting	Uitgangspunt	Richting(en)
lichtstroom	lumen	lm	van lichtbron	totaal
lichtsterkte	candela	cd	van lichtbron	vanuit één richting
illuminantie	lux	lx	op oppervlak	totaal op een oppervlak
luminantie	candela per m ²	cd/m ²	van oppervlak	in één richting

4

Het rekenmodel IPOLicht

Wat kun je met het rekenmodel en waarom?

IPOLicht is software voor het berekenen van de invloed van verlichting op de omgeving. Daarbij kan gedacht worden aan de invloed van een bedrijventerrein, een sportveld of een snelweg. Het gaat hierbij niet zo zeer om het effect op korte afstand, zoals het naar binnen schijnen van een lantaarnpaal voor een woning (lichthinder), maar om de effecten op een groter gebied. Voorheen konden we hier alleen kwalitatieve uitspraken over doen, maar met IPOLicht kunnen we het effect ook kwantificeren.

In IPOLicht worden twee effecten berekend:

- IPOLicht en hemelhelderheid
Bij onbewolkt en helder weer kunnen we zowel overdag als 's nachts de hemel zien. Dit komt doordat er van de hemel licht afkomt. Overdag is dit het verstrooide zonlicht dat de hemel een blauwe kleur geeft. 's Nachts is het licht afkomstig van de sterren, van atmosferische processen hoog in de atmosfeer, van verstrooid maanlicht en ook van verstrooid kunstlicht. IPOLicht berekent hoeveel helderder de nachtelijke hemel wordt door kunstlicht. De resultaten worden weergegeven in mcd/m^2 en in het aantal zichtbare sterren. In de snelstartgids (hoofdstuk 5) wordt dit verder uitgelegd.
- IPOLicht en horizonvervuiling
Lichtbronnen zijn aan de horizon vaak goed zichtbaar, waarbij de lichtbronnen een verschillende helderheid hebben. De hoeveelheid zichtbare bronnen en hun helderheid geeft de mate van nachtelijke horizonvervuiling aan. IPOLicht berekent voor een waarnemer in het veld hoe helder hij de

lichtbronnen ziet. De intensiteit van de bronnen ofwel zichtbaarheid aan de horizon wordt weergegeven in zes klassen, uiteenlopend van zeer helder tot niet zichtbaar. Ook dit wordt in de snelstartgids verder uitgelegd.

De resultaten van de berekeningen geven een indruk van het effect van bijvoorbeeld het aanleggen van een weg of een sportveld. Tot welke afstand is de verlichting zichtbaar en in welke mate? En wat is het effect op de hemelhelderheid? Deze resultaten kunnen worden gebruikt bij het in kaart brengen van de effecten van ontwikkelingen, activiteiten of maatregelen, zodat een onderbouwde keuze kan worden gemaakt. Dit kan zijn in het kader van een planproces van gebiedsontwikkeling, het maken van beleidskeuzes of de beslissing op een vergunningaanvraag.

Overigens zal het vaak niet de vergunningverlener of beleidsmaker zelf zijn die het rekenprogramma gebruikt. Waarschijnlijk zal veelal iemand die al ervaring heeft met dit soort programma's (bijvoorbeeld met Geomilieu) de berekening uitvoeren, waarbij de vraagstelling afkomstig kan zijn uit diverse hoeken.

De longen en het hart van het rekenmodel: lichtbronnen en vuistregels

Er is een inventarisatie gemaakt van de meest voorkomende soorten lichtbronnen in Nederland en hun kenmerken. Daarna zijn er gedetailleerde berekeningen uitgevoerd van het effect van deze lichtbronnen op hun omgeving: de toename van de hemelhelderheid en de mate van horizonvervuiling. Hieruit zijn vuistregels voor de overdracht van licht naar de omgeving afgeleid. De karakteristieken van lichtbronnen en de vuistregels inzake overdracht vormen de basis voor het rekenprogramma IPOLicht. Doordat heel veel rekenwerk vooraf heeft plaatsgevonden, en de resultaten hiervan verwerkt zijn in het rekenmodel, is de rekentijd sterk verkort.

Werken met IPOLicht

Bij IPOLicht is gebruik gemaakt van een bestaand platform voor milieuberekeningen, namelijk Geomilieu van DGMR. De gebruiker dient een model te maken van de situatie die doorgerekend moet worden. De kwaliteit van deze modellering bepaalt in sterke mate de kwaliteit van de resultaten. Het is dus belangrijk om de door te rekenen situatie zorgvuldig in te voeren. In de snelstartgids wordt uitgelegd hoe dit werkt.

Nadat het gebied is gemodelleerd en de berekeningen zijn uitgevoerd, krijgt men resultaten inzake hemelhelderheid en horizonvervuiling. Het is mogelijk om verschillende situaties te vergelijken, bijvoorbeeld:

- huidige situatie versus toekomstige situatie
- situatie zonder maatregel versus situatie met maatregel
- situatie met maatregel A versus situatie met maatregel B

Beperkingen

Ieder model is een vereenvoudiging van de werkelijkheid. De brongebieden zijn gestandaardiseerd als afspiegeling van een "gemiddeld" brongebied in Nederland. Er is een beperkte keuzemogelijkheid in de eigenschappen van een brongebied. Het model berekent verder alleen de bijdrage van de ingevoerde brongebieden aan de hemelhelderheid en niet de totale helderheid van de hemel. En de resultaten gelden voor slechts één meteoconditie, te weten helder weer.

In de toekomst kan het model verder worden uitgebreid. Daarbij kan gedacht worden aan het toevoegen van meer meteocondities, meer armaturen, meer lichtbronnen, 3D-weergaven van horizonvervuiling, et cetera.

Snelstartgids IPOLicht

Dit is een beknopte handleiding om snel aan de slag te kunnen met het IPOLicht-programma.

Om berekeningen te kunnen uitvoeren zal door de gebruiker in IPOLicht een model moeten worden opgebouwd. In een model zijn alle ruimtelijke gegevens en kenmerken opgenomen van gebieden en infrastructuur die impact hebben op de hemelhelderheid en kunnen leiden tot horizonvervuiling. Naast deze invoergegevens van de lichtbronnen dienen toetspunten te worden opgegeven. Dit zijn locaties, op 2 meter hoogte, waarop de hemelhelderheid en de horizonvervuiling kunnen worden bepaald. In het IPOLicht-programma zijn alle mogelijkheden opgenomen om dit te bewerkstelligen. Hierna is een beknopt stappenplan weergegeven, hiermee kan de gebruiker het programma verkennen. In de diverse stappen wordt verwezen naar de menuopties van het IPOLicht programma.

Stappenplan

Om aan de slag te kunnen met het rekenprogramma wordt hieronder een stappenplan gegeven. Door middel van deze stappen kan gewerkt worden vanuit de invoergegevens naar de uiteindelijke presentatie van rekenresultaten. Deze stappen zijn:

- 1 opstarten IPOLicht-programma
- 2 aanmaken project
- 3 aanmaken model
- 4 invoeren gegevens in een model
- 5 overzicht invoergegevens
- 6 gebruik van achtergrondkaarten of luchtfoto's
- 7 controleren van het model
- 8 starten van een berekening

- 9 interpretatie van de resultaten hemelhelderheid
- 10 interpretatie van de resultaten horizonvervuiling
- 11 bekijken van resultaten hemelhelderheid
- 12 bekijken van resultaten horizonvervuiling
- 13 afdrukken van de resultaten
- 14 gegevens exporteren
- 15 gebruik van het helpbestand

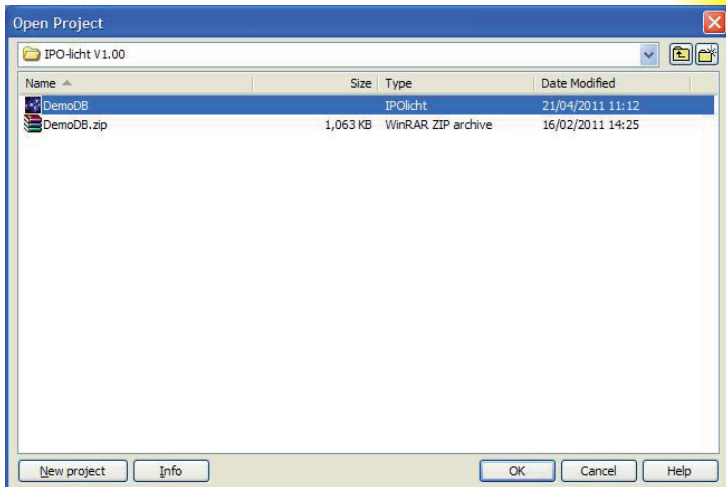
1 Opstarten IPOLicht-programma

Na het installeren van de software kan het programma worden gestart vanuit het Windows Startmenu onder Programs\IPOLicht. Na het opstarten wordt het hoofdvenster van IPOLicht getoond. Automatisch wordt ook het venster getoond voor het aanmaken van een nieuw project of het openen van een bestaand project.

2 Aanmaken project

Voor elke studie en/of het maken van berekeningen dient altijd een projectbestand te worden aangemaakt in IPOLicht. In dit projectbestand kunnen een of meerdere modellen of bepaalde situaties worden opgenomen. Voorbeelden van situaties zijn bijvoorbeeld 'huidige situatie', 'toekomstige situatie' of een 'situatie na het treffen van maatregelen'.

Het projectbestand kan worden uitgewisseld met andere IPOLicht-gebruikers. Bij voorkeur worden projecten in een eigen folder op de harde schijf of in een folder op het netwerk geplaatst. Bij het aanmaken van het project dient een projectnaam en een korte omschrijving te worden opgegeven. De mogelijkheden voor projecten bevinden zich in het menu Bestand. Bij het starten van het programma wordt automatisch het venster voor het openen van een bestaand project of het aanmaken van een nieuw project getoond:



Met de knop Nieuw project kan een nieuw project worden aangemaakt. Na het aanmaken van het project wordt automatisch het venster weergegeven voor het aanmaken van modellen (zie volgende paragraaf).

3 Aanmaken model

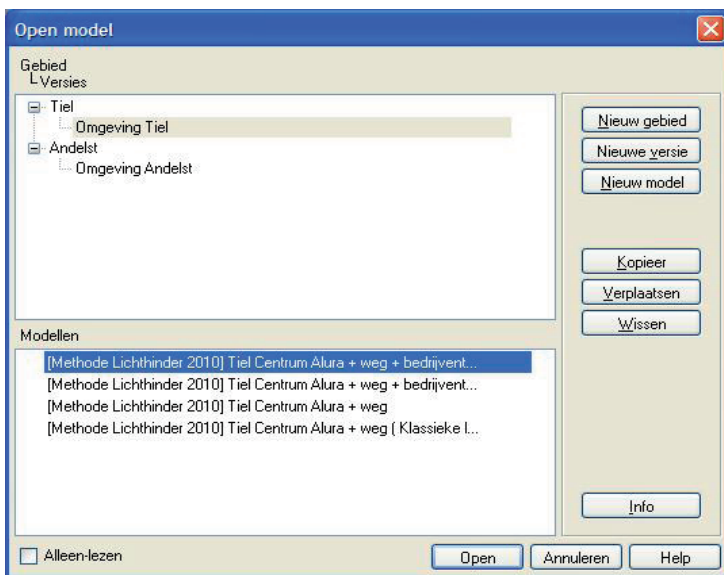
Om gegevens met betrekking tot de lichtbronnen te kunnen invoeren dient er een model te worden aangemaakt. Binnen een project zijn er drie niveaus te onderkennen:

- Gebieden: afbakening van een gebied waarin een studie wordt gedaan. Dit is slechts een afbakening van een gebied op basis van coördinaten. Hiermee is het mogelijk om voor meerdere gebieden een studie uit te voeren binnen één project.
- Versies: groeperen van modellen op basis van een specifiek thema. Bijvoorbeeld groeperen op basis van een bepaalde periode, peiljaar of specifieke scenario's.
- Modellen: modelleringen van de werkelijkheid voor een berekening van hemelhelderheid en horizonvervuiling.

Een gebied kan één of meerdere versies bevatten en een versie kan één of meerdere modellen bevatten. De gebruiker dient minimaal altijd één gebied, één versie en één model in te voeren om een studie te kunnen verrichten.

Om bijvoorbeeld een vergelijking te maken tussen een huidige situatie en een situatie met een gepland sportpark, kunnen twee modellen worden aangemaakt. Eén met de invoeritems van de huidige situatie en één met de invoergegevens van de huidige situatie plus het toekomstige sportpark (lichtbronnen). Beide modellen kunnen worden doorgerekend en hiermee kan de gebruiker inzicht krijgen in de impact van het sportveld voor zowel de hemelhelderheid als de horizonvervuiling.

In het onderstaande scherm is een voorbeeld gegeven van de inhoud van het project. In dit geval betreft het, het demonstratieproject wat wordt meegeleverd met het IPOLicht-programma.



In een model wordt alle informatie bij elkaar gehouden van lichtbronnen, toetspunten, berekeningsresultaten en de weergave van resultaten.

De mogelijkheden voor modellen bevinden zich in het menu Model | Openen. Het is mogelijk om tussen modellen onderling gegevens te kopiëren via het Windows-klembord.

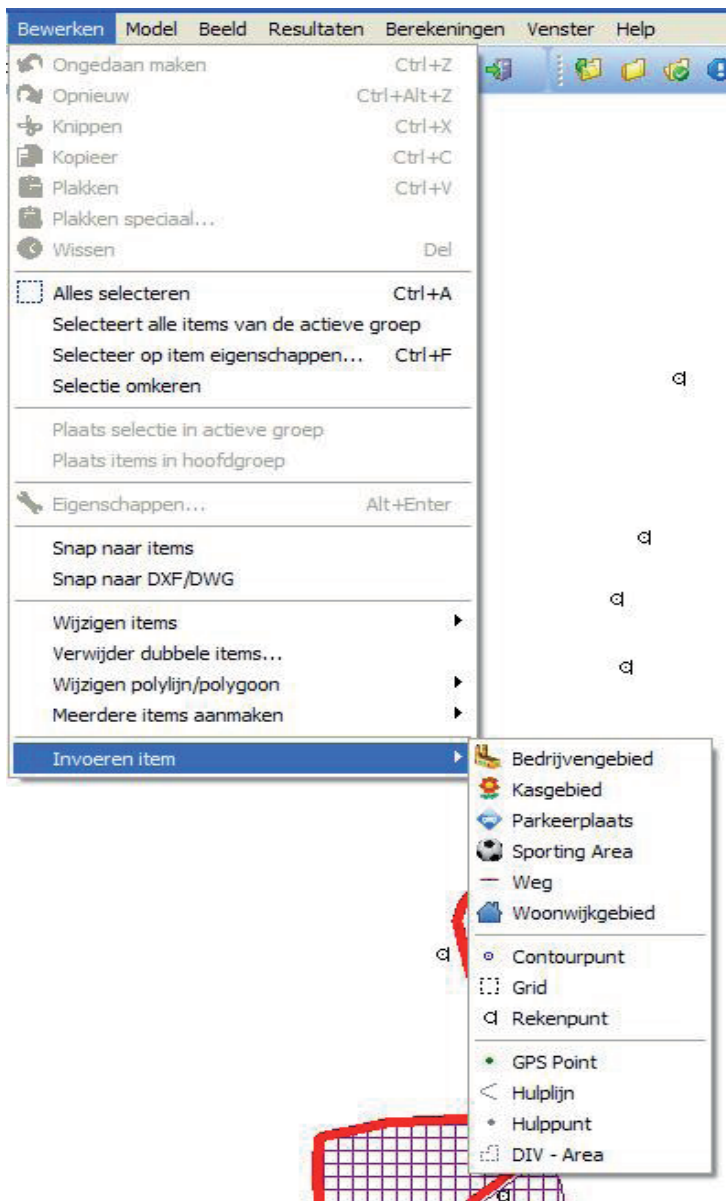
4 Invoeren gegevens in een model

Na het aanmaken van een model kunnen de gegevens ingevoerd worden. Deze gegevens kunnen handmatig worden ingevoerd door het opgeven van de coördinaten (van de vlak- en lijnbronnen) en de kenmerken (van bijvoorbeeld lichtbronnen). Dit noemen we in IPOLicht-termen ook wel 'invoeritems'.

IPOLicht kent de volgende invoeritems:

- Lichtbronnen: kassen, wegen, sportvelden, woonwijken, bedrijvengebieden en parkeerplaatsen.
- Toetspunten: locaties waarop hemelhelderheid en horizonvervuiling kunnen worden berekend.
- Grids: verzameling van toetspunten waarmee vervolgens contouren voor hemelhelderheid kunnen worden bepaald.
- Contourpunten: aanvullende punten voor grids om de dichtheid van rekenpunten te kunnen variëren.

De mogelijkheden voor modellen bevinden zich in het menu Bewerken | Invoeren Item.



Nadat in het menu is gekozen voor het invoeren van een nieuw item, moet met de muis de positie van de bron worden gedigitaliseerd. Bij een weg bestaat dit uit het tekenen van een lijn. Bij het invoeren van bijvoorbeeld een kas of een parkeerterrein moet een vlak worden getekend. Voor alle invoeritems geldt, dat er altijd een aantal kenmerken moet worden opgegeven zoals een korte naam (identificatie) en een omschrijving. Na het digitaliseren van het item met de muis wordt automatisch het scherm weergegeven voor het invoeren van deze kenmerken.

Elke bron kent ook een zogenaamd 'type'. Dit type bepaalt in de meeste gevallen het 'profiel' van de bron, ofwel de standaardwaarden voor de diverse kenmerken van een bron. Een voorbeeld: bij het invoeren van een kas, is er tevens een keuzemogelijkheid om 'Gewas type' aan te geven.

De keuze in dit veld bepaalt automatisch het aandeel verlichte kassen en de kenmerken van de verlichting. Dit vereenvoudigt de invoer van de bronnen voor gebruikers. Bij elke lichtbron is een dergelijke keuzemogelijkheid aanwezig. Onderstaand is het invoerscherm voor een kas opgenomen:

The screenshot shows a software dialog box titled 'Kasgebied'. It has three tabs: 'Identificatie', 'Coördinaten', and 'Eigenschappen', with 'Eigenschappen' selected. The dialog is divided into two main sections: 'Algemeen' and 'Verlichting'. In the 'Algemeen' section, there is a dropdown menu for 'Gewas type' with 'Groente' selected, and two input fields: 'Oppervlak kassen [%]' with the value 65, and 'Aandeel verlichte kassen [%]' with the value 75. In the 'Verlichting' section, there are three input fields: 'Verlichtingssterkte [lux]' with the value 12000, 'Reflectie [%]' with the value 9, and 'Glasdak absorptie [%]' with the value 11. Below these fields is another input field for 'Afscherming doek [%]' with the value 95. At the bottom right of the dialog, there are three buttons: 'OK', 'Annuleren', and 'Help'.

De invoergegevens die in een model worden opgenomen zijn automatisch geschikt voor zowel hemelhelderheid- als horizonvervuilingberekeningen. Deze hoeven niet separaat te worden ingevoerd. Bij de invoer van de verschillende bronnen zijn dan ook altijd de horizonbronnen direct zichtbaar in de vorm van punten op de randen van de bron.

Een item verwijderen kan door het selecteren van een item op de plattegrond. Het item wordt dan gemarkeerd. Met de Delete-toets kan het item worden verwijderd. Voor het selecteren van meerdere items kan tijdens het klikken met de muis de Shift-toets worden ingehouden. Met het klikken met de rechtermuistoets op een item kunnen extra bewerkingmogelijkheden worden gekozen. Deze opties bevinden zich ook in het menu Bewerken.

Eventueel kunnen de invoergegevens ook geïmporteerd worden op basis van GIS bestanden. In het menu Bestand | Importeren | Data-uitwisseling bevinden zich de mogelijkheden voor het importeren van gegevens uit een GIS-bestand.

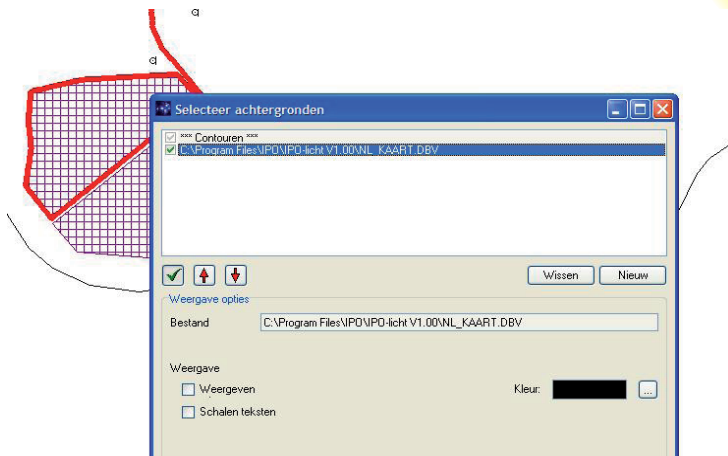
5 Overzicht invoergegevens

Het is mogelijk om alle ingevoerde items en kenmerken in lijstvorm te bekijken. Dit is een goede optie om een controle uit te voeren. Zo is bijvoorbeeld makkelijk op te sporen of er uitschieters zitten in de ingevoerde waarde voor reflectie (90% in plaats van 9%) of aantal masten/km (5 in plaats van 50). Deze lijst is beschikbaar via het menu Model | Lijst van items.

6 Gebruik van achtergrondkaarten of luchtfoto's

Om de invoer van gegevens in een model te vergemakkelijken, kan gebruik worden gemaakt van achtergrondbestanden. Dit zijn foto's, atlaskaarten of GIS-bestanden die als onderlegger kunnen worden gebruikt voor het invoeren van de invoeritems. Daarnaast dienen de achtergrondbestanden vaak ook om de herkenbaarheid

van het model te vergroten. Onderstaand is een voorbeeld gegeven van de weergave van een GIS-bestand als achtergrond.



Zowel een GIS-bestand als bitmapbestanden kunnen als achtergrond worden gebruikt. Een gebruikte achtergrond kan ook worden getoond op de printuitvoer.

Let er bij het gebruik van deze achtergrondkaarten op dat deze actueel genoeg zijn. De mogelijkheden voor het gebruik van achtergrondkaarten bevinden zich in het menu Weergave | Achtergronden.

7 Controleren van het model

Na het opstellen van het model is het belangrijk om altijd te controleren of alle invoergegevens goed zijn ingevoerd. Bij voorkeur vindt dit plaats voorafgaand aan het uitvoeren van de berekening. Hiervoor staan de volgende mogelijkheden ter beschikking:

- Weergeven van de lijst van items. Hierbij worden de kenmerken van de lichtbronnen, toetspunten en grids in tabelvorm getoond. Deze lijst maakt het makkelijker om te controleren of alle gegevens goed zijn ingevoerd. Dit bevindt zich in het menu Weergave | Lijst van itemeigenschappen.

- Gebruikmaken van de optie 'controleren model'. Hiermee worden eventuele problemen of conflicten in de invoer opgespoord en heeft de gebruiker de mogelijkheid om dit eenvoudig te corrigeren. Dit bevindt zich in het menu Model | Controleren Model.

8 Starten van een berekening

Nadat het model ingevoerd en gecontroleerd is, kan de berekening worden uitgevoerd. Afhankelijk van de omvang van het model, wat afhankelijk is van het aantal lichtbronnen en het aantal rekenpunten, kan de berekening enige tijd duren. Er hoeft geen keuze te worden gemaakt tussen een berekening voor de hemelhelderheid of horizonvervuiling. Beide typen berekeningen vinden altijd automatisch plaats.

De rekenresultaten worden opgeslagen in het model en zijn altijd congruent met de invoergegevens. Dit houdt in dat de resultaten zijn samengesteld op basis van de invoergegevens in het model. Zodra er na een berekening enige invoergegevens worden aangepast, zullen de resultaten worden verwijderd, dit wordt ook gemeld aan de gebruiker. Een nieuwe berekening is dan nodig. De mogelijkheden voor het berekenen van het model bevinden zich in het menu Berekeningen | Start Berekening. Tijdens de berekening wordt een voortgangsscherm getoond. Eventuele meldingen en waarschuwingen worden hierin weergegeven.

9 Interpretatie van de resultaten voor hemelhelderheid

De eenheid voor hemelhelderheid (ook luminantie genoemd) is millicandela per m² (mcd/m²). Ter vergelijking: het computerbeeldscherm waar u naar kijkt, heeft een helderheid van ongeveer 300 cd/m² ofwel 300.000 mcd/m². In IPOLicht is de hemelhelderheid gedefinieerd uitsluitend voor het punt recht boven een waarnemer (ook het zenit genoemd). IPOLicht berekent voor het aangemaakte model de bijdrage van de ingevoerde lichtbronnen

aan de hemelhelderheid. Dit wordt in de resultatentabel uitgedrukt als luminantie (exclusief AG), ofwel hemelhelderheid in mcd/m^2 exclusief achtergrond. De natuurlijke achtergrondluminantie of de natuurlijke hemelhelderheid van een onbewolkte en maanloze hemel, zonder verstoring door kunstlicht heeft een waarde van $0.25 \text{ mcd}/\text{m}^2$. In IPOLicht zijn een aantal extra eenheden voor hemelhelderheid toegevoegd, die nu besproken worden.

De mate van lichtverontreiniging wordt uitgedrukt als een factor ten opzichte van de natuurlijke hemelhelderheid. De berekende bijdrage wordt dus gedeeld door de natuurlijke hemelhelderheid van $0.25 \text{ mcd}/\text{m}^2$. Dit wordt in de resultatentabel de 'Relatieve luminantie' genoemd.

Door Sotto le Stelle is voor ongeveer 60% van Nederland de daadwerkelijke hemelhelderheid gemeten (dus inclusief het al aanwezige kunstlicht). Wanneer het door de gebruiker aangemaakte model in het gebied valt waar meetresultaten voorhanden zijn, wordt dit in de resultatentabel in de kolom met de naam 'Achtergrond luminantie' vermeld. Indien in het gebied geen metingen zijn uitgevoerd wordt zonder achtergrondluminantie gerekend.

De resultatentabel geeft ook de totale hemelhelderheid weer van de bijdrage van de lichtbronnen in het model plus de al aanwezige achtergrond. Dit staat vermeld onder de kop 'Luminantie (inclusief achtergrond)'. Enige voorzichtigheid is hierbij op zijn plaats. De metingen zijn gebaseerd op al aanwezige lichtbronnen. Indien de berekende bijdrage uit het model wordt opgeteld bij de al aanwezige en gemeten achtergrond, dan is er het risico van dubbel telling. Daarom wordt aanbevolen deze waarde alleen te hanteren voor geplande en nog niet gerealiseerde uitbreidingen.

Als laatste eenheid voor luminantie is in de resultatentabel de berekende bijdrage opgeteld bij de natuurlijke achtergrond van $0.25 \text{ mcd}/\text{m}^2$. Dit staat vermeld als 'Luminantie (inclusief nat)'.

Tot slot zijn het aantal zichtbare sterren en het percentage ten opzichte van het aantal zichtbare sterren zonder lichtvervuiling (alleen natuurlijke achtergrondluminantie) weergegeven. Immers hoe hoger de hemelhelderheid hoe minder sterren er zichtbaar zijn.

Toelichting op de verschillende resultaatsoorten:

- Luminantie (exclusief AG): de bijdrage van de gemodelleerde lichtbronnen aan de hemelhelderheid in mcd/m^2 op het toetspunt exclusief achtergrond (AG).
- Relatieve luminantie: de factor van de bijdrage ten opzichte van de natuurlijke hemelhelderheid (dimensieloos).
- Achtergrondluminantie: de daadwerkelijk gemeten hemelhelderheid in mcd/m^2 (indien voorhanden).
- Luminantie (inclusief achtergrond): de bijdrage van de gemodelleerde lichtbronnen aan de hemelhelderheid plus de gemeten achtergrond in mcd/m^2 .
- Luminantie (inclusief nat): de bijdrage van de gemodelleerde lichtbronnen aan de hemelhelderheid plus de natuurlijke achtergrond in mcd/m^2 .
- Aantal zichtbare sterren: het aantal nog zichtbare sterren op het toetspunt.
- Percentage zichtbare sterren: het percentage aantal nog zichtbare sterren op het toetspunt ten opzichte van het aantal zichtbare sterren bij een natuurlijke, maanloze hemel zonder van verstoring door kunstlicht (gebaseerd op Luminantie exclusief AG).

10 Interpretatie van de resultaten voor horizonvervuiling

De resultaten voor horizonvervuiling worden getoond als zijnde wat een waarnemer ziet vanuit één toetspunt. Deze horizonvervuiling wordt dan schematisch weergegeven middels bolletjes op de rand van de lichtbronnen (met uitzondering van stadscentra en kassen). Deze bolletjes liggen niet op de daadwerkelijke posities van de lichtbronnen, want dat detailniveau is niet bekend binnen IPOLicht. Op basis van bijvoorbeeld het aantal masten langs een weg of lichtbronnen in een bedrijfengebied wordt een evenredige verdeling bepaald van de bronpunten langs de rand van het brongebied of op de lijnbron.

De waargenomen intensiteit (of lichtsterkte) van een lichtbron is in zes klassen verdeeld: van 0 = niet zichtbaar tot 5 = zeer helder. Er worden geen resultaten getoond voor stadscentra en kassencomplexen. Verreweg de meeste stadscentra in Nederland zijn immers ingesloten door woonwijken en/of bedrijventerreinen, waardoor deze niet zichtbaar zijn. Ook het directe licht van armaturen van kassencomplexen is niet zichtbaar, omdat kassen meestal 100%-zijafscherming hebben.

11 Bekijken van resultaten hemelhelderheid

Nadat de berekening is afgerond, zijn zowel de rekenresultaten voor hemelhelderheid als voor horizonvervuiling beschikbaar. De resultaten van hemelhelderheid kunnen op de volgende wijze worden geraadpleegd:

- De resultatentabel. Hier wordt de hemelluminantie per toetspunt weergegeven (naast ook de achtergrondluminantie en classificatie). Dit bevindt zich in het menu Resultaten|Resultatentabel. Daarnaast is het mogelijk om 'in te zoomen' op toetspunten en om de individuele bijdrage van de lichtbronnen op het toetspunt inzichtelijk te krijgen. Dit kan door te dubbelklikken op een punt (een rij). In deze

resultatentabel worden alleen de resultaten voor toetspunten weergegeven.

Resultatentabel		Toetspunten	Details	Toetspunten	Omschrijving	Luminantie (excl. AG)	Relatieve luminantie	Achtergrond luminantie	
Inhoudsoppgave		Aantal decimale		1	178	Veenweg	0.01	0.03	1.03
Kolommen		Toetspunten		179	Dwarsweg	0.01	0.06	0.95	
<input checked="" type="checkbox"/>	Toetspunten	Aantal decimale		180	N320	0.02	0.07	0.96	
<input checked="" type="checkbox"/>	Omschrijving	Aantal decimale		181	Haagweg	0.02	0.09	0.96	
<input checked="" type="checkbox"/>	Luminantie (excl. AG)	Aantal decimale		182	Beldersweg	0.03	0.13	1.11	
<input checked="" type="checkbox"/>	Relatieve luminantie	Aantal decimale		183	Maukiseweg	0.05	0.21	1.16	
<input checked="" type="checkbox"/>	Achtergrond luminantie	Aantal decimale		184	Lingeweg	0.13	0.53	1.28	
<input checked="" type="checkbox"/>	Luminantie (incl. achtergrond)	Aantal decimale		185	Zuidehavenweg	0.19	0.75	1.28	
<input checked="" type="checkbox"/>	Luminantie (incl. nat.)	Aantal decimale		186	Staatsweg	0.44	1.76	1.34	
<input checked="" type="checkbox"/>	Aantal zichtbare sterren	Aantal decimale		195	Jan D. Van Zeeuwenstraat	1.14	4.56	1.36	
<input checked="" type="checkbox"/>	Percentage zichtbare sterren	Aantal decimale		187	Sint Walburg	1.29	5.16	1.37	
		Aantal decimale		188	Achterweg	1.18	4.73	1.35	

- Tekstlabels op de kaart. Op de plattegrond in het model worden op de toetspunten tekstlabels weergegeven met bijvoorbeeld de berekende hemelluminantie. Dit bevindt zich in het menu Resultaten | Resultaat Labels.
- Contouren. Op basis van berekende grids in het model kunnen contouren (zowel lijnen als vlakken) worden weergegeven. Dit kan zowel op basis van de (relatieve) luminantie, achtergrondluminantie, maar ook op basis van het aantal zichtbare sterren. Dit bevindt zich in het menu Resultaten | Contouren. Voor de contouren kunnen diverse instellingen worden opgegeven zoals klassen, kleuren en de indicator die getoond wordt:

Contouren ✖

Luminantie (excl. AG)
 Relatieve luminantie
 Achtergrond luminantie
 Luminantie (incl. achtergrond)
 Luminantie (incl. nat.)
 Aantal zichtbare sterren
 Percentage zichtbare sterren
 Gevulde contouren
 transparant %
 Isolijnen
 Geef waarden weer

	Van	Tot	kleur
1	0	2.0000	
2	2.0000	4.0000	
3	4.0000	6.0000	
4	6.0000	8.0000	
5	8.0000	10.0000	
6	10.0000	12.0000	
7	12.0000	14.0000	
8	14.0000	16.0000	
9	16.0000	18.0000	
10	18.0000	20.0000	

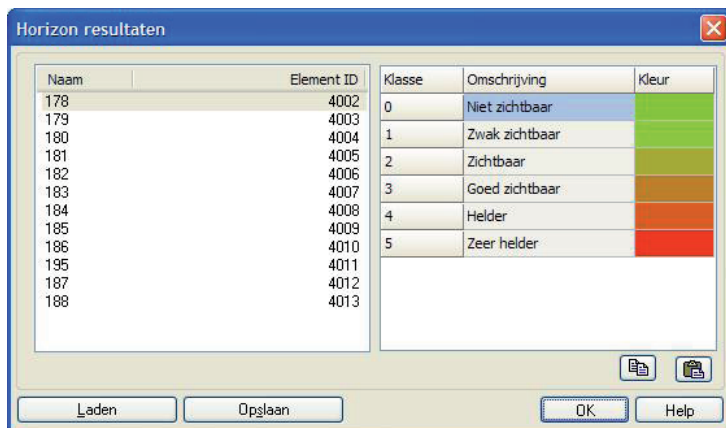
Max. interpolatie afstand [m]

Let wel: zolang er op het scherm resultaten getoond worden in de vorm van labels of contouren, kunnen er geen wijzigingen worden uitgevoerd in het model. De resultaten zijn immers altijd congruent met de invoergegevens. Om toch te kunnen wijzigen dient eerst de menuoptie Resultaten | Geen resultaten te worden geselecteerd.

12 Bekijken van resultaten horizonvervuiling

Nadat de berekening is afgerond zijn ook de rekenresultaten voor horizonvervuiling beschikbaar. Deze bevinden zich in het menu Resultaten | Horizonvervuiling. De resultaten voor horizonvervuiling worden grafisch weergegeven op de kaart. Op de plattegrond in het model wordt op de toetspunten met een kleur(klasse) aangegeven in hoeverre de lichtbron wordt waargenomen vanaf een gekozen locatie.

Bij keuze voor deze weergave wordt het volgende venster getoond:



Naam	Element ID	Klasse	Omschrijving	Kleur
178	4002	0	Niet zichtbaar	
179	4003	1	Zwak zichtbaar	
180	4004	2	Zichtbaar	
181	4005	3	Goed zichtbaar	
182	4006	4	Helder	
183	4007	5	Zeer helder	
184	4008			
185	4009			
186	4010			
185	4011			
187	4012			
188	4013			

Aan de linkerkant van het scherm staat een lijst met de ingevoerde toetspunten. Deze punten worden bij voorkeur voorzien van een eenduidige omschrijving (kenmerken van het item toetspunt).

Als omschrijving van een toetspunt kan bijvoorbeeld een adres of unieke locatie aanduiding worden gebruikt. Aan de rechterzijde zijn de kleuren van de lichtsterkte klassen eventueel te wijzigen. Bij het klikken op een toetspunt in de lijst worden direct de geclassificeerde lichtsterktes van de lichtbronnen getoond op het scherm, gezien vanaf het geselecteerde punt. Om inzichtelijk te hebben waar het geselecteerde toetspunt zich op de kaart bevindt, kunnen de tekstlabels worden aangezet. Dit vindt plaats via het menu Weergave | Weergave opties.

13 Afdrukken van invoergegevens en resultaten

Alle invoergegevens kunnen worden afgedrukt naar de printer. Daarnaast kunnen ook de resultaten op het computerscherm, zoals contouren, horizonvervuiling en tekstlabels, worden afgedrukt. Dit werkt volgens het 'what you see is what you get' principe. De mogelijkheden voor het afdrukken bevinden zich in de lijst van items (Weergave | Lijst van Items) en in het bestandsmenu Bestand | Afdrukken.

14 Gegevens exporteren

IPOLicht leent zich prima voor het invoeren van gegevens in een model, het uitvoeren van berekeningen en het presenteren van resultaten. Het is daarnaast ook mogelijk om de invoergegevens van een model en de resultaten te exporteren. Hiermee kunnen deze gegevens bijvoorbeeld worden gebruikt in GIS of in andere DGMR-Geomilieuproducten.

De mogelijkheden voor het exporteren bevinden zich in het menu Bestand | Exporteren | Data uitwisseling.

15 Gebruik van het helpbestand

Voor meer informatie over het gebruik van het programma en/of de achtergronden van de methode (bronnenonderzoek, vuistregelmethodiek voor overdracht van licht en validatie) kan gebruik worden gemaakt van de helpfunctie van IPOLicht. Deze kan vanuit

het programma worden geactiveerd of met de functietoets F1.

Het helpbestand bevat de volgende onderdelen:

- definitie lichtbronnen
- toelichting vuistregelmethodiek
- validatie
- deze snelstartgids
- toelichting op menuopties en mogelijkheden IPOLicht

Gebruik van de documentatie

Voor meer informatie over de achtergronden van het programma wordt verwezen naar de documenten 'Lichtbronnenonderzoek', 'Vuistregelmethodiek' en 'Validatie'. De inhoud van deze drie documenten wordt in het volgende hoofdstuk kort weergegeven.

6

Leeswijzer overige documenten

Op de bijbehorende CD staan de volgende documenten:

- het rekenmodel IPOLicht
- de installatiehandleiding
- de snelstartgids
- het lichtbronnenonderzoek
- de vuistregelmethodiek
- de validatie van het model
- de afstands-luminantie-tabellen

In dit hoofdstuk wordt kort weergegeven welke informatie er in de vier laatstgenoemde documenten te vinden is.

D.2010.0909.00.R002 'Lichtbronnenonderzoek'

Een belangrijk invoeritem in het rekenmodel zijn de lichtbronnen. Voorafgaand aan de bouw van het rekenmodel is er een lichtbronnenonderzoek uitgevoerd. Dit document is het verslag van dit onderzoek.

U vindt in dit document onder andere informatie over:

- zes categorieën lichtbronnen die kunnen worden ingevoerd
- de kengetallen voor deze categorieën (zoals aandeel verlicht oppervlak, verlichting, afscherming)
- hoe tot deze kengetallen is gekomen

D.2010.0909.00.R003 'Vuistregelmethodiek'

In dit document wordt toegelicht hoe de vuistregels over de overdracht van licht tot stand zijn gekomen. Er wordt beschreven welke werkwijze er is gehanteerd, welke keuzes er zijn gemaakt voor wat betreft de parameters en om welke redenen.

U vindt in dit document onder andere informatie over:

- de werking van het rekeninstrument op hoofdlijnen
- lichttechnische begrippen
- het Garstangmodel dat ten grondslag ligt aan de vuistregels
- de keuze van de meteorologische condities
- de vereenvoudiging van het Garstangmodel tot vuistregels

D.2010.0909.00.R004 'Validatie'

Voor de definitieve oplevering is het rekenmodel gevalideerd. Centrale vraag daarbij was: komen de resultaten van de berekeningen door het rekenmodel overeen met metingen en waarnemingen in het veld? De resultaten van deze validatie waren positief.

U vindt in dit document informatie over:

- de wijze waarop het model is gevalideerd voor wat betreft het onderdeel hemelhelderheid en de resultaten van deze validatie
- de wijze waarop het model is gevalideerd voor wat betreft het onderdeel horizonvervuiling en de resultaten van deze validatie

Spreadsheet afstands-luminantie-tabellen

IPO wil derden in de gelegenheid stellen om de kennis, die dit project heeft opgeleverd, te gebruiken bij de ontwikkeling van eigen rekeninstrumenten. Hiervoor kan de informatie uit de documenten over het lichtbronnenonderzoek en de vuistregelmethodiek vrij worden gebruikt, in combinatie met de gegevens in het bijgevoegde spreadsheet. In dit spreadsheet zijn opgenomen:

- de rekenparameters die worden gehanteerd voor verschillende lichtbronnen
- de gestandaardiseerde bijdragen aan de hemelhelderheid voor de lichtbrongecategorieën
- de intensiteit van de gehanteerde armaturen voor verschillende hoeken
- een tabel voor de omzetting van hemelhelderheid naar aantal zichtbare sterren

7 Colofon & Contactgegevens

Auteurs

Richard Schmidt (DGMR)

Beatrijs Oerlemans (de Kok & partners)

Vormgeving

Ontwerpbureau Lood, Raalte

Opdrachtgever

Interprovinciaal Overleg (IPO)

Het rekenmodel is mede gefinancierd door het ministerie van IenM

Ontwikkelaars van het rekenmodel

Henk Spoelstra (voorheen werkzaam bij KEMA, thans bij LumineuxConsult)

Wim Schmidt (Sotto le Stelle)

Richard Schmidt e.a. (DGMR)

Begeleidingsgroep rekenmodel

Marian van Asten / provincie Utrecht, Wim Gerritsen / provincie Overijssel, Koos Bakker / provincie Zuid-Holland, Friso van Nijkerk / provincie Flevoland, Kees Polderdijk / provincie Zeeland, Michiel de Ruiter / provincie Noord-Brabant, Erin Schoute / Ministerie IenM, Dorien Lolkema / RIVM, Frank van Rijn / PBL, Daaf de Kok en Beatrijs Oerlemans / de Kok & partners

Voor meer informatie kunt u mailen naar

handboek.lichtdonker@provincie-utrecht.nl

of naar:

Marian van Asten (marian.van.asten@provincie-utrecht.nl)

Wim Gerritsen (w.gerritsen@overijssel.nl)

