

Cursus

Kadervorming Lichthinder

in het kader van de

Nacht van de Duisternis

voorjaar 2009

Syllabus

Preventie Lichthinder vzw
& Natuurpunt Educatie

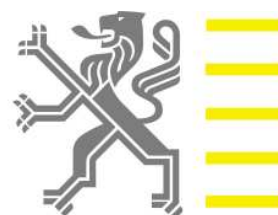


natuurpunt  Educatie

met de steun van Tandem en de Vlaamse overheid



Vlaamse overheid



Kadervorming Lichthinder

In het kader van de Nacht van de Duisternis

Les 1: inleiding: Lichthinder in Vlaanderen (Preventie Lichthinder vzw)

Probleemstelling:

Als men vanuit de ruimte 's nachts naar de aarde kijkt, valt Vlaanderen meteen op als een lichtende **witte driehoek**. Dat is 'omdat Vlaanderen de best verlichte regio is', wordt dan vaak gezegd. Dat is niet helemaal juist. Vlaanderen is wel de meest verlichte regio in de wereld, maar zeker niet de best verlichte regio. Al het licht dat men vanuit de ruimte kan zien is namelijk verloren licht. Licht dat niet op de weg terechtkomt maar gewoon rechtstreeks de ruimte in verloren gaat. Pure verspilling die zowel heel wat lichthinder als lichtvervuiling veroorzaakt.



Op de beelden van uit de ruimte zijn een aantal opvallende plaatsen te zien. Zo valt de **Japanse vissersvloot** erg op. Om tonijn te lokken steken ze felle lampen aan bij het vissen. Deze techniek wordt sinds enkele jaren ook in de Adriatische zee gebruikt.

Ook **booreilanden** vallen op.

In Europa vallen meteen de **steden** op, zoals Parijs, de stad der lampjes. Daarboven vinden we Vlaanderen de regio der lampjes. De astronauten noemen België niet voor niets Bright Belgium.

Als we verder inzoomen op Vlaanderen kunnen sportvelden, kerktorens, parkings van bedrijven en winkels en serres teruggevonden worden.

Definities:

Volgens het milieuraapport Vlaanderen en eveneens in het milieubeleidsplan van Vlaanderen wordt er een verschil gemaakt tussen lichthinder in en lichtvervuiling met de volgende definities:

Lichthinder is de overlast veroorzaakt door kunstlicht, als regelrechte verblinding, als verstorende factor bij het verrichten van avondlijke of nachtelijke activiteiten, of als bron van onbehagen. Een bijzonder gevoelige groep voor lichthinder zijn de astronomen. Ook dieren ondervinden lichthinder door versnippering en beïnvloeding van hun leefgebied en verstoring van hun bioritme. Voor planten werden weinig of geen nadelige effecten vastgesteld met uitzondering van vorstschade door het langer vasthouden van de bladeren in de herfst.

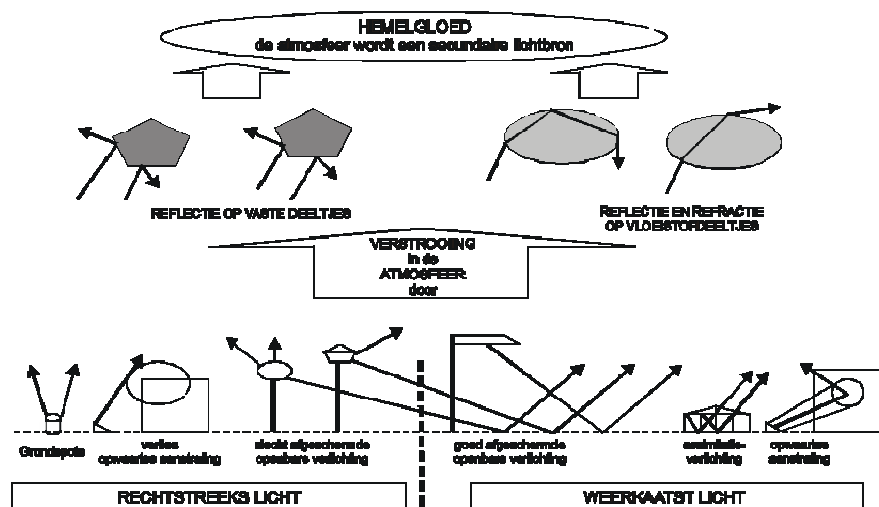
Lichtvervuiling is de verhoogde helderheid van de nachtelijke omgeving door overmatig en verspillend gebruik van kunstlicht.

De laatste jaren wordt er internationaal een meer **wetenschappelijke definitie** van lichtvervuiling gebruikt: De toename van lichtniveau als gevolg van gebruik van kunstlicht. Deze definitie komt meer overeen met klassieke definities van vervuiling. Net als met luchtvervuiling zal het niet mogelijk zijn lichtvervuiling volledig uit de wereld te helpen. Echter net als bij de andere vervuilingvormen dienen we wel al het mogelijke te doen om deze lichtvervuiling tot een minimum te beperken.

Vormen van lichthinder en lichtvervuiling

Lichthinder kent vier vormen. Het meest gekende verschijnsel is het ontstaan van een zogenaamde 'lichtkoepel'.

Die ontstaat door de reflectie van naar boven stralend licht op waterdamp en stofdeeltjes in de lucht. Je ziet hem vooral bij vochtig weer en bij sterke luchtverontreiniging. Vooral boven grote steden en industriële centra is de lichtkoepel sterk ontwikkeld. Het gevolg is dat een vrij uitzicht op de sterrenhemel sterk verminderd wordt. Het licht kan zowel komen van licht dat rechtstreeks de atmosfeer in gaat, of als gevolg van reflectie van verlichting op de grond. Het is dus ook als gevolg van oververlichting.



Verblindings is een vorm van lichthinder waar veel mensen mee geconfronteerd worden. Door te sterke lampen die rechtstreeks in de ogen schijnen wordt het zicht beperkt. Iedereen kent het probleem van auto's die met grote lichten rijden en tegenliggers verblinden. Ook veel permanente verlichtingsinstallaties, reclameverlichting, straatverlichting en verlichting van sportterreinen kunnen verkeersdeelnemers verblinden. Het gevolg is dat door de verblindings slechter gezien wordt, waardoor men de neiging heeft nog meer licht aan te steken. En zo komen we in een straatje zonder einde waar de verkeersveiligheid slechter wordt. Ook op grote bedrijfsterreinen komt verlichting vaak voor door slecht geplaatste spots die dienst doen als terrein- of parkingverlichting. Door slecht geplaatste lichtbronnen op bedrijfsterreinen die verblinden wordt het werken door het personeel vaak bemoeilijkt of zelfs gevaarlijk.

Een derde vorm van lichthinder bestaat uit licht dat ergens terechtkomt waar het niet nodig, of nog erger, niet gewenst is. Typische voorbeelden zijn straatlantaarns die in de slaapkamer binnenschijnen of verlichting van sportterreinen, serres of bedrijfsverlichting die de hele buurt mee verlichten.

Een laatste vorm van lichthinder wordt veroorzaakt door echte verspilling. Voorbeelden zijn het plaatsen van verlichting pal in de open ruimte, het laten branden van verlichting op

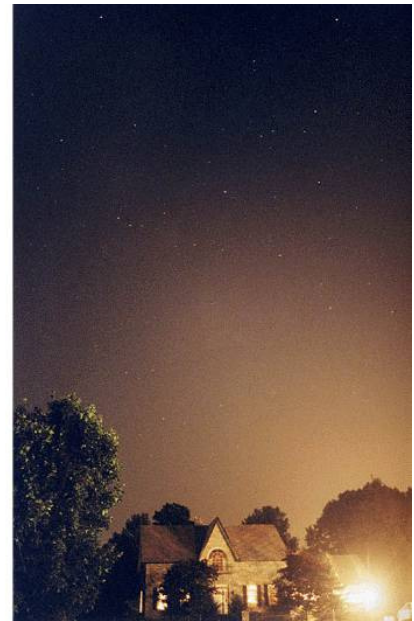
momenten dat het niet nodig is of gewoon meer lantaarnpalen dan nodig of te hoge verlichtingsniveaus.

Dit alles lijdt op diverse plaatsen tot zo een mengelmoes aan reclameverlichting, sfeerverlichting, functionele verlichting en bedrijfsverlichting. Dat zorgt er dan voor dat veiligheidsverlichting zoals verkeerslichten die juist moeten opvallen, verloren gaan in de zee van verlichting.

Gevolgen van lichtvervuiling.

Al dit onverantwoord gebruik van licht en verspilling van energie heeft tal van gevolgen voor mens, dieren en planten en het milieu. Laten we met de mens beginnen. Daar kunnen we de gevolgen opdelen in drie soorten: lichamelijke, maatschappelijke en kennisverlies.

Wie herinnert er zich nog de melkweg aan onze Vlaamse sterrenhemel. Een enorm witte sluier die zich aan de hemel uitstrekt van de ene horizon tot de andere en bestaat uit enkele ettelijke miljoenen sterren. Eigenlijk kan men het aantal plaatsen in Vlaanderen waar dit prachtig fenomeen nog te zien is, op één hand tellen. De lichtvervuiling heeft de Melkweg aan ons oog onttrokken. Normaal zou men met het blote oog in Vlaanderen zo'n 3.500 sterren moeten zien.



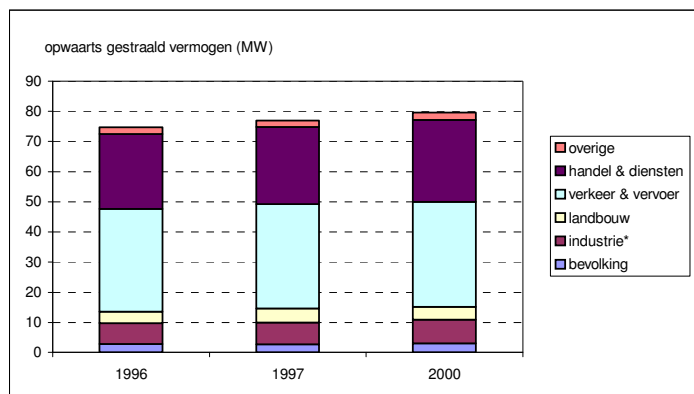
In Vlaanderen ziet men tegenwoordig op de meeste plaatsen minder dan 600 sterren en in de steden komt men zelfs nauwelijks aan een honderdtal sterren. Omdat een aanzienlijk deel van de sterrenhemel bedreigd is door lichthinder, kunnen onze Vlaamse astronomen nog nauwelijks een waardevolle wetenschappelijke bijdrage leveren en moeten heel wat hobbyisten naar het zuiden van Frankrijk trekken om hun hobby nog ten volle te kunnen beleven. Omdat er zeer lange wachttijden bestaan op grote telescopen (bv. in Chili) laten professionele astronomen veel waarnemingen over aan amateur sterrenkundigen die daarmee een belangrijke bijdrage aan de wetenschap leveren.

Het verlies van de sterrenhemel is ook verlies van een deel van ons cultuurpatrimonium. De mens leeft in een landschap dat mede de handelingsmogelijkheden van de mens bepaalt. Een specifiek voorbeeld, dat wellicht vreemd in de oren zal klinken, is een wandeling onder een romantische sterrenhemel. Voor onze ouders en grootouders was dat nog weggelegd, maar vandaag is het niet meer mogelijk. We vernietigen het nachtelijke landschap, de nachtelijke leefomgeving van de mens. Net zoals de maatschappij investeert in het behoud van natuur, landschap en stilte, dienen we ook wat overblijft van het nachtelijke landschap te beschermen.

De reden dat we minder sterren zien ten gevolge van lichthinder is het verlies aan contrast. Men kan makkelijker een wit sterretje waarnemen ten opzichte van een donkere achtergrond dan ten opzichte van een uitgelichte achtergrond. Door een deel verlichting te minderen kunnen we meteen al heel wat meer sterren zien.

Sterrenkunde is een wetenschap die reeds bedreven werd van bij de oermensen. Daarom ook dat de sterrenhemel onze cultuur eeuwen lang heeft geïnspireerd. Reeds in de grottschilderingen in de grotten van Lascaux in Frankrijk van 16.000 jaar voor Christus is de sterrenhemel terug te vinden. Stonehenge en andere steenformaties werden samen met de sterrenhemel gebruikt als een kalender om te weten wanneer men moest oogsten of welke rituelen diende plaats te vinden. Ook bij de Egyptenaren is in hun geschriften heel wat van de sterrenhemel terug te vinden en zij voorspelden zo de overstromingen van de Nijl. Unesco stelt dan ook dat locaties van zowel moderne astronomie als sterrenkunde in het verleden dienen beschermd te worden, evenals de sterrenhemel zelf, dit omwille van de onlosmakende relatie tussen de moderne en oude cultuur en de sterrenhemel. Zonder dat we in staat zouden geweest zijn sterren te zien zoals dit was in het verleden zou onze cultuur en maatschappij er ontegensprekelijk anders uit gezien hebben. En dat geldt voor alle culturen waar ook ter wereld. Ook Van Gogh en Picasso lieten zich voor een groot deel van hun werken inspireren door de pracht van de sterrenhemel.

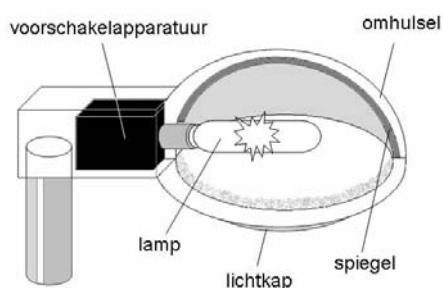
In het milieu- en natuurrapport Vlaanderen (MIRA-S) uit 2000 kunnen de voornaamste bronnen van lichthinder voor Vlaanderen teruggevonden worden. Dat jaar werd er een grootse enquête gehouden bij de gemeenten. Op basis daarvan werd geschat dat 58,7 % van de lichtvervuiling in Vlaanderen veroorzaakt wordt door wegverlichting en monumentverlichting. Met 27,5% gevolgd door handel- en diensten wat vooral kan teruggebracht worden naar reclameverlichting en verlichting van parkings van winkelcentra en sport- en recreatiecentra. Op de derde plaats volgt de verlichting van de industrie. Hier gaat het voornamelijk over terreinverlichting. De beveiligingsverlichting en tuinverlichting, maar ook meer en meer de klemtoonverlichting van de bevolking volgt op 2,9%. Landbouwverlichting bengelt aan de staart met 0,5%. Hierbij gaat het in de eerste plaats over serreverlichting. Over heel Vlaanderen gezien is dit met die 0,5% dit niet aanzienlijk. Dit is omdat er slechts op een beperkt aantal plaatsen grote verlichte serres zijn. Echter op die plaatsen is de voornaamste bron van lichthinder juist deze serreverlichting en vormt deze daar de belangrijkste bron van ergernis. In Nederland maakt de serreverlichting zelf 60% van de lichthinder uit.



Tussen 1996 en 2000 zou de lichthinder in Vlaanderen volgens hetzelfde MIRA-S gestaag toegenomen zijn. Door REG-programma's waarbij inefficiënte verlichtingsbronnen vervangen werden door meer efficiëntere lampen, daalde het aandeel van wegverlichting korte tijd, maar nam daarna weer toe. Dit voornamelijk omdat het aantal wegen dat verlicht werd daarna ook weer sterk

toenam. De toename manifesteerde zich voornamelijk bij handel- en diensten en landbouw.

Verlichting in Vlaanderen



De verlichting bestaat uit twee onderdelen. Een lamp en een verlichtingstoestel of armatuur waar de lamp in wordt geplaatst. Naargelang van de kwaliteit van de armatuur moeten we een sterkere of minder sterke lamp gebruiken om voldoende licht op de weg te hebben. Kortom, gebruiken we dus minder of meer

elektriciteit en energie en kost de verlichting ons minder of meer. Het verlichtingstoestel bestaat uit een spiegel die de lichtbundel in de richting van het gebied dat de bedoeling is te verlichten, dient te sturen. Ook de lichtkap kan verschillend zijn en heeft daardoor een belangrijke invloed op de richting waar het licht naar toe gaat. Er kan gebruik gemaakt worden van glazen of plexy-glazen lichtkappen, die of vlak, of licht gebogen, of diep gebogen kunnen zijn. Er bestaan ook diep gebogen lichtkappen die uitgerust zijn met ribbels (refractors). Deze hebben de bedoeling het licht verder te controleren door te functioneren als een soort van lenzen. In nieuwere verlichtingstoestellen kan men tegenwoordig ook meer en meer high definition grids (HDG's) gebruiken die het licht nog beter enkel naar doelgebied sturen. Daarnaast is er ook het elektronische gedeelte van het armatuur met daarin de voorschakelapparatuur met al dan niet dimbare ballasten. Met dimbare ballasten kan de lichtintensiteit van de lamp gecontroleerd worden en zo ook het verbruik van de verlichting.

De bedoeling van de straat- of terreinverlichting is de weg en het voetpad of een parkeer- of bedrijfsterrein in het licht te plaatsen. Al het licht dat naast deze strook valt, is dus niet gebruikte verlichting. Vele armaturen strooien het licht echter in alle richtingen rond. Kortom, laten heel wat van het licht verloren gaan. Sommige armaturen laten zelfs meer licht naar boven schijnen dan naar de weg. Een typisch voorbeeld zijn de bolvormige armaturen die onderaan afgeschermd zijn door de paal waarop ze bevestigd zijn. Naar boven toe is er totaal geen afscherming van de lamp. Het is dan ook rond de paal op de straat donker terwijl we juist daar het licht nodig hebben. Bij dergelijke armaturen gaat er meer licht, energie en geld verloren, dan er effectief nuttig gebruikt wordt.

Maar er bestaan ook andere type armaturen die aan de bovenkant goed afgeschermd zijn en een spiegel bevatten die het licht richten naar de plaats die moet verlicht worden. Het licht wordt als het ware gebundeld naar de weg of het terrein om het zo efficiënt mogelijk te kunnen gebruiken. Vaak kan men een lamp minder vermogen heeft gebruiken of kan er meer gedimd worden om dezelfde hoeveelheid licht op de weg of het terrein te hebben dan met de niet goed afgeschermd armaturen. Men beperkt op deze wijze niet alleen het elektriciteitsgebruik, maar ook wordt het licht niet meer naar de omgeving en de sterrenhemel rondgestrooid. Het gebruik van dergelijke armaturen kan dan ook de lichtvervuiling aanzienlijk indijken. Bevind men op dezelfde hoogte als het verlichtingstoestel, zal men nauwelijks kunnen zien of er al dan niet een lamp brandt, terwijl het terrein toch degelijk verlicht zal zijn.

Goede armaturen is niet het enige waar men moet op letten. Ook de plaatsing is van belang. Vaak worden goede armaturen op oude verlichtingspalen geplaatst, die bovenaan schuin zijn. Opnieuw zal een groot deel van het licht naar boven verloren gaan en de omgeving verlichten. Terwijl het vaak onder het armatuur donker is. Het is van belang dat een armatuur steeds horizontaal wordt opgesteld en nooit onder een hoek.

Ook moet er een beetje gelet worden op waar de lamp geplaatst wordt. Vaak worden de armaturen geplaatst tussen de takken van de bomen, op plaatsen waar ze meer daken verlichten dan het terrein of waar normaal niemand komt of werkt. Men kan dan spreken van een verkeerde inplanting van de verlichting of verlichting waar ze niet nuttig is.

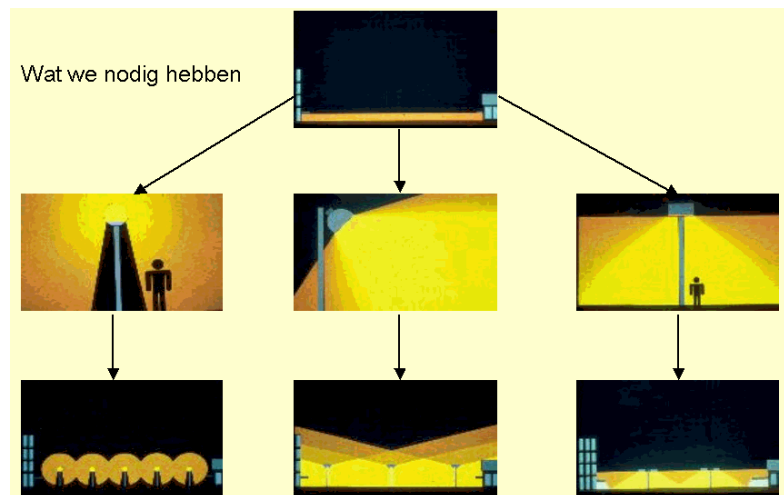
Het is ook eerder een trend om veel te hoge verlichtingsniveaus te gebruiken. De normen die op de weg gebruikt worden in Vlaanderen zijn nog oude Europese normen die ondertussen meermaals verlaagd werden, waardoor men de bestuurders minder verblindt en ervoor zorgt dat de weg gelijkmatig verlicht wordt. Onder die omstandigheden kan men met minder licht vaak een betere zichtbaarheid hebben. Vaak wordt er dan ook oververlicht door het gebruik van een teveel verlichtingstoestellen (bv, aan beide kanten van de weg terwijl aan een kant voldoende is) of door het gebruik van te hoge vermogens.

Vaak wordt er gedacht dat de veiligheid op de weg of op het werk blijft verhogen door steeds meer te verlichten. Deze veiligheid kan verhogen door beter te verlichten zonder hinder, maar daarvoor hoeft er niet met hogere verlichtingsniveaus verlicht te worden. Verlichting zal niet altijd de verkeersveiligheid verhogen. Dit is zeker wel het geval binnen de bebouwde kom, waar heel wat zwakke weggebruikers gedurende het grootste deel van de nacht op de baan zijn, of waar zeer veel kruispunten kort op elkaar volgen. Verlichting zal daar de waarneming verbeteren.

Echter op verbindingswegen tussen deze bebouwde kommen of autosnelwegen zal wanneer de verkeerdrukke daalt, volgens een studie van het Belgisch Instituut Voor Verkeersveiligheid (BIVV), een hoog verlichtingsniveau een

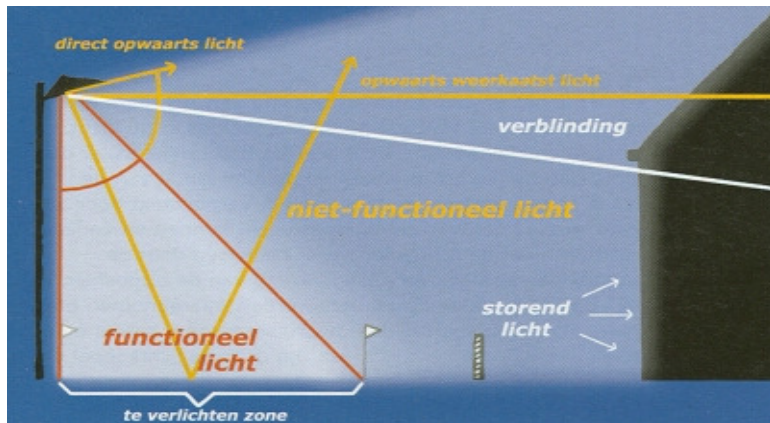
omgekeerd effect hebben. Bestuurders zullen dan de neiging hebben sneller te rijden en zich minder te concentreren. Dat heeft onveilige situaties als gevolg. Dat wordt eveneens gesterkt door een studie gedaan in de Nederlandse provincie Gelderland. Men heeft daar de ongevallen bestudeerd 3 jaar voor en 2 jaar na investeringen gedaan met het doel de verkeersveiligheid te verbeteren. Het gaat hierbij over gewogen

ongevallen cijfers waarbij ongevallen met doden en zwaar gewonden zwaarder wegen dan ongevallen met enkel blikshade. Dit in relatie met de kostprijs van de investering om zo na te gaan wat de meest efficiënte investeringen zijn betreffende de verkeersveiligheid. Van de 88 investeringen was er ook het plaatsen van verlichting langs een autosnelweg bij. De kostprijs van de investering bedroeg 55.000 euro per 100 meter enkel voor de plaatsing van de verlichting. De onderhoudskost en elektriciteitskost werd hierbij niet mee in rekening genomen. De verkeersveiligheid daalde gedurende de nacht na het plaatsen van de verlichting met 57%. Gedurende de dag was de daling 8%. Gezien over een etmaal van 24 uur komen we op een daling van 18%. Efficiënt kon de investering dus niet genoemd worden. Bij een andere studie na het plaatsen van verlichting op een autosnelweg in Nederland werd vastgesteld dat het aantal snelheidsovertredingen met meer dan 12% toenam na het plaatsen van de verlichting op hetzelfde stuk autosnelweg.



Best maakt men gebruik van continue verlichting op de weg of bij werksituaties. Het gebied waar de activiteiten zich afspelen moeten overal evenredig verlicht worden. Steeds lichte en donkere plekken zorgen er voor dat de ogen constant moeten aanpassen, en sneller vermoeien en het moeilijker werken is. Van uit een sterk verlichte zone is het ook moeilijker objecten waar te nemen in de donkere zones. Hierdoor zal de zichtbaarheid dus sterk afnemen ten opzichte van gelijkmatige verlichte wegen.

Goede weg- of terreinverlichting bestaat dus uit degelijk afgeschermd armaturen, uitgerust met een goede spiegel die het licht brengt enkel daar waar het nodig is. Op een degelijke manier geplaatst dat de weg of het terrein verlicht is en niet de omgeving. Voldoende ver uit elkaar zodat men niet met meerdere lampen hetzelfde stukje weg of terrein gaat verlichten, maar ook weer niet te ver zodat het wegdek of terrein overal evenveel verlicht is waar nodig. Op de juiste hoogte naar gelang de breedte van de weg of werkterrein en enkel daar waar het nodig is en gebruiken op tijdstippen dat het nodig is. Kortom, de plaatsing van verlichting doet men best niet zomaar in het wilde weg.



Om verblinding te voorkomen wordt best ook rekening gehouden met de 20°den regel. De hoofdbundel van dergelijke verlichting moet steeds onder de 20° onder het horizontaal vlak blijven. Indien de lichtbundel hoger doorstraalt, zal dit voor verblinding zorgen bij de weggebruikers. Vooral bij oudere weggebruikers en personen met oogziekten kan dit de zichtbaarheid op de weg

sterk verminderen. Ook bij goede ogen zijn hogere verlichtingsniveau's nodig om nog een zelfde zichtbaarheid te garanderen. Als er verblinding optreedt of bij een slechte uniformiteit zal door het rechtstreekse inkijk in de lichtbronnen pupilvernauwing optreden. Hierdoor zal het wegdek de indruk wekken dat het minder sterk verlicht is dan het in werkelijkheid het geval is.

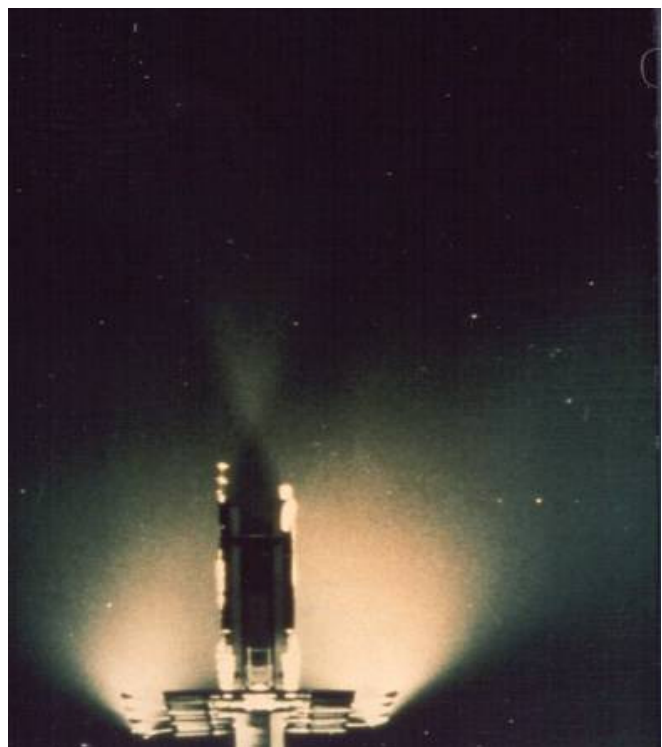
Men kan dit bekomen door te zorgen dat men verlichtingstoestellen gebruikt met de juiste spiegel, waarin de lamp op de juiste manier is geplaatst voor het bewuste wegtype en waarbij een vlakke lichtkap gebruikt wordt. Het kan nog verbeterd worden door het gebruik van high definition grids. Dit zijn afschermingen in het armatuur die er voor zorgen dat het licht nog minder naast het doelgebied zal terecht komen. Hierdoor zal ook minder licht huizen en slaapkamers binnenschijnen en zal de weg makkelijker gelijkvormig verlicht worden.

Licht dat schuin boven de horizon de atmosfeer wordt ingestuurd zal het meest bijdragen tot de hemelgloed. Dit licht zal door een veel bredere laag de atmosfeer doorkruisen dan licht dat recht omhoog wordt gestuurd. Het zal daardoor veel meer verstrooid worden in de atmosfeer en dus meer bijdragen tot de hemelgloed. Op een afstand van 200 km van de lichtbron zal quasi 100% van het licht verstrooid zijn en dus bijgedragen hebben tot de lichtkoepel tot op een afstand van 200 km. Licht dat recht omhoog de atmosfeer in gaat zal ook verstrooid worden, maar slechts voor een 15%.

Het licht dat dus tot ongeveer 30° boven de horizon rechtstreeks of door reflectie op de grond in de atmosfeer wordt gestuurd zal dus het meest bijdragen tot de lichtkoepel en dit tot op een afstand van 200 km van de lichtbron. Boven de 30° zal het effect gestaag afnemen en ook de afstand waarop de hinder wordt veroorzaakt zal afnemen. Licht dat onder de 30° onder het horizontaal vlak blijft zal de minste bijdragen tot de lichtgloed en het effect zal maar op een beperkte afstand echt waarneembaar zijn.

Reclameverlichting

Overall waar de mens zich regelmatig begeeft, is er tegenwoordig reclame te vinden. Niet alleen in kranten, televisie



of radio, maar ook met reclame langs de weg tracht men ons koopgedrag te beïnvloeden en ons naar bepaalde winkels te lokken. En dat niet alleen overdag, maar ook 's nachts. Reclame moet dus ook verlicht worden om 's avonds als het donker is de aandacht te trekken. Meestal wordt dit zeer ondoordacht gedaan. Er worden grote spots op de panelen gericht. Vaak worden deze recht naar boven gericht waarbij slechts een klein deel van het licht op het paneel zelf terechtkomt. Veel van deze spots schijnen ook in de ogen van de weggebruikers wat gevaarlijke verkeerssituaties kan opleveren.

Maar men kan reclame ook op een andere manier verlichten. Bijvoorbeeld van bovenuit naar beneden toe. Op deze wijze kan men het paneel efficiënt aanstralen en het niet gebruikte licht zal minder hinder opleveren voor de omgeving. Men kan met kleinere minder energie verslindende spotjes op die wijze toch hetzelfde effect behalen.

Daarnaast kan men zich ook de vraag stellen wat het nut is van reclameverlichting die de hele nacht door brandt. Na sluitingsuur kan dit geen extra klanten meer opleveren en na middernacht zijn er zo weinig mensen onderweg dat slechts een heel beperkt publiek, dat dan meestal toch geen aandacht heeft voor de reclame, kan bereikt worden. Volgens een Duitse studie zou lichtreclame na sluitingstijd puur weggegooid geld zijn en dus nagenoeg geen extra klanten opleveren. Lichtvervuiling veroorzaakt door reclameverlichting kan dus grotendeels vermeden worden door deze verlichting van bovenuit te plaatsen, en ze te doven zodra er weinig potentiële klanten op de baan zijn. Bijvoorbeeld na 11 uur 's avonds.

Klemtoonverlichting

Vlaanderen heeft een prachtig cultureel erfgoed waar we zeker meer dan trots op mogen zijn. Het is best begrijpbaar dat we al deze schoonheid dan ook in het licht willen plaatsen. Ook bedrijfsgebouwen worden steeds meer met klemtoonverlichting in de kijker gezet. Helaas is deze klemtoonverlichting in de meeste gevallen erg inefficiënt en energieverwendend. Ook hierbij worden vaak schijnwerpers gebruikt die het gebouw van beneden uit aanstralen. Ze worden vaak zodanig geplaatst dat het overgrote deel van het licht verloren gaat in de lucht.

Een deel van het probleem kan men al op een eenvoudige wijze op lossen. Op de schijnwerper kan een zogenaamde sky cap geplaatst worden die het licht dat naast het gebouw schijnt, afschermt. Tegenwoordig bestaat er voor de meeste schijnwerpers een heel gamma aan High Definition Grid's (HDG's) die de lichtbundel een stuk beter kunnen sturen en veel hinder kunnen wegnemen. Ook het licht dat naast het gebouw gaat zal verminderd worden. Best worden deze HDG's op maat van het gebouw gemaakt. Daarvoor kan men tegen kostprijs terecht bij Preventie Lichthinder vzw. Dit kan reeds aanzienlijk de hinder voor de omgeving minderen. Bij het stadhuis van Sint-Niklaas werd dit toegepast en kon zo 60% energie bespaard worden.



Nog beter is door gebruik te maken van zogenaamde accentverlichting. De mooiste punten van het gebouw worden van bovenuit met accentverlichting aangestraald. Het gebouw wordt zo op zijn mooist in het licht gezet, zonder te baden in een zee van licht, met nauwelijks hinder voor de omgeving en vooral een veel lagere energierekening tot gevolg. Zo'n verlichting van bovenuit benadert ook het meest de natuurlijke

situatie. Immers ook de zon schijnt overdag van boven naar beneden.

Bij beschermde monumenten kan dit een probleem zijn. Op de meeste plaatsen is het niet toegestaan voorwerpen op het gebouw te bevestigen die het uitzicht van het gebouw wijzigen. Verlichtingstoestellen moeten dus zo opgesteld worden dat deze niet zichtbaar zijn. Dat kan bijvoorbeeld gebeuren door ze in de dakgoot van het gebouw te plaatsen. Bij het oude postgebouw van Sint-Niklaas werd dit toegepast en kon 65% energie bespaard worden.



Open constructies van op afstand aanstralen levert altijd grote problemen op voor de omgeving. Hier wordt best eveneens met kleinere spots

van in de structuur verlicht en accenten gelegd. Dit werd ondermeer gedaan bij de vredesbrug in Willebroek waar op die wijze 90% energie kon bespaard worden.

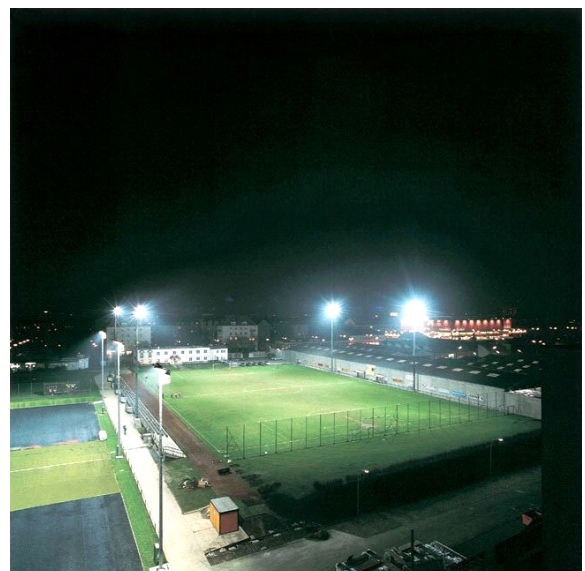
Daarnaast kunnen we net als voor de reclameverlichting ons de vraag stellen welk nut het heeft om klemtoonverlichting de hele nacht door te laten branden.

Ook hier zijn er na middernacht nog maar weinig mensen die van dit schouwspel kunnen genieten. Ook lichtvervuiling veroorzaakt door klemtoonverlichting kan dus grotendeels weg genomen worden door op de juiste wijze te verlichten en deze te doven na middernacht.

Terreinverlichting

Omdat de meeste mensen overdag gaan werken of op de schoolbanken zitten, moeten de trainingen van onze favoriete sporten 's avonds gebeuren. Daarbij kan het zeker handig zijn dat we kunnen zien of we op de bal stampen of op de schenen van een van onze vrienden. Een sportterrein moet dus zeker verlicht worden. Bij veel van schijnwerpers die langs de sportvelden geplaatst werden, hield men niet zoveel rekening met waar het licht moest terechtkomen.

Hiervoor moet men gebruik maken van schijnwerpers met asymmetrische spiegel die goed geplaatst werden. Op die wijze kan men de lichtbundel ook beter beheersen en soms tot 50% energiebesparing komen. Vaak blijft de verlichting ook branden als alle activiteiten op de terreinen al lang beëindigd zijn. Op die momenten moet deze verlichting best gedoofd worden. Ze laten branden is pure verspilling.



Dergelijke schijnwerpers worden vaak ook gebruikt voor verlichting van grote parkings en pleinen. Voor de plaatsing moet men uiteraard ook hier rekening houden met dezelfde regels. Deze verlichting wordt meestal geplaatst om de veiligheid op de parkings te

verhogen. Men hoopt dat dan de wagens minder snel gestolen worden of dat vandalisme wordt voorkomen. Dat is waar, maar dan moet er ook voldoende sociale controle op het parkeerterrein zijn. Bij afwezigheid van deze controle, kan een potentiële dief veel gemakkelijker in de wagen inbreken dan wanneer het donker is. Op diverse (openbare) parkeerterreinen stelde men vast dat aantal diefstallen van auto's gevoelig steeg na het plaatsen van verlichting. Dit waren stuk voor stuk locaties waar sociale controle niet evident was. Ook vandalen moeten kunnen zien wat ze doen. Mogelijke belagers kunnen zich opstellen in de schaduw zodat ze een slachtoffer heel gemakkelijk kunnen zien naderen zonder dat een slachtoffer hen ziet. Kortom, verlichting KAN op deze plaatsen de veiligheid verhogen als er ook voldoende sociale of politiecontrole is. Bij afwezigheid van controle en op plaatsen waar nauwelijks iemand voorbijkomt heeft het echter meestal het omgekeerde effect.

Het voorkomen van verblinding is ook belangrijk in beveiligingsverlichting. Verblind je deze die de sociale controle moet uitoefenen, dan kan die zich moeilijk van zijn taak kwijten. De inbreker ziet wel goed wat hij doet, terwijl hij zelf moeilijk zichtbaar is en zeker niet herkenbaar. Goed afschermen en zo verblinding voorkomen is dan ook belangrijk om de zichtbaarheid te verbeteren en zo de sociale controle mogelijk te maken.

Ook bedrijven baden vaak in het licht. Soms omdat er ook gedurende de nacht wordt gewerkt. Indien deze arbeid op de terreinen rond de gebouwen plaatsvindt, moeten de werknemers uiteraard ook in staat zijn voldoende te zien om hun werkzaamheden op een comfortabele en veilige manier uit te voeren. Maar deze activiteiten blijven echter beperkt tot de terreinen die van het bedrijf zijn. Dat is dan ook het enige wat moet verlicht worden en niet de tuinen in de omgeving of de sterrenhemel.

Assimilatieverlichting

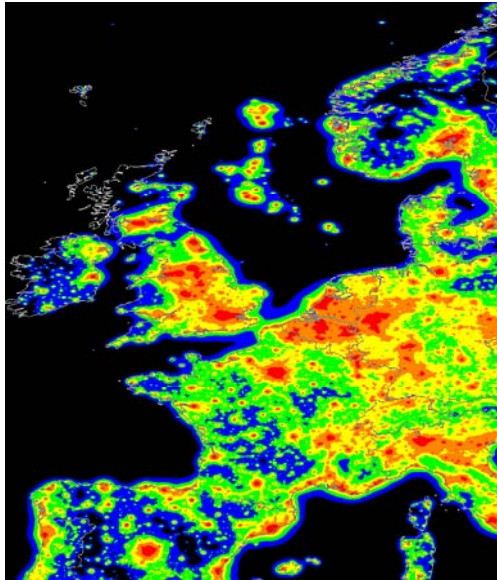
Planten reageren op licht. Dat komt uitgebreider aan bod in het tweede deel bij de gevolgen van lichtvervuiling op de flora. En dat weten diegene die in de glastuinbouw actief zijn ook maar al te goed! Door aan de hand van verlichting kunstmatig de dag te verlengen en de nacht te verkorten, trachten zij de biologische klok van de planten te misleiden. Het is door die verlichting die we soms reeds van op meer dan 10 kilometer afstand al broeikassen kunnen zien, dat we bijna het hele jaar door verse tomaten kunnen eten, dat we veel bloemsoorten kunnen kopen die normaal gesproken niet het hele jaar door beschikbaar zijn. Met behulp van een computer gestuurde installatie kan ervoor gezorgd worden dat de broeikassen worden afgedekt. En dat levert een besparing op van elektriciteit en verwarming van tussen de 10 en de 40% op. Op drie jaar tijd kan zo de hele installatie terugverdiend worden. Daarna is er enkel een grotere winst en bovendien wordt er veel minder lichthinder veroorzaakt. Momenteel betaald de Vlaamse overheid reeds 40% van deze investering om deze redenen terug. Gemeenten kunnen daar nog een extra ondersteuning geven door eventueel een soort lening te geven, die de bedrijven moeten terug betalen met de helft van de gerealiseerde besparing.



Momenteel kan men ook gebruikmaken van LED verlichting. De plantjes worden dan geteeld in een fabriekshal onder LED verlichting. Deze verlichting kan aangepast worden zodat het kleur licht dat de plant op dat tijdstip van zijn groei het meest nodig is kan gebruikt worden. Op die wijze kan men beter controleren welke planten wanneer klaar zijn voor gebruik. Bovendien is dit een heel stuk energiezuiniger dan met de klassieke serreverlichting en is er geen lichthinder. Ook kan

er meer bespaard worden op verwarmingskosten en kan men op een zelfde oppervlakte tot 5 keer meer plantjes telen omdat de verlichting dicht bij de planten kan geplaatst worden en dus van meer lagen boven elkaar kan gebruikt worden. Op deze wijze wordt dus aardig wat energie bespaard, heeft men meer controle over de planten, heeft men minder plaats nodig voor meer productie en kan lichthinder totaal weggewerkt worden. In Nederland zijn reeds een paar bedrijven die hier gebruik van maken.

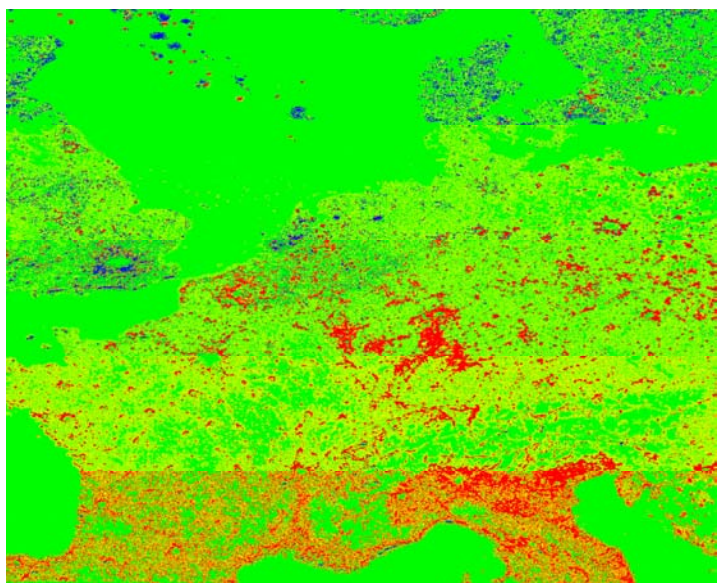
Lichthinder in kaart gebracht.



Professor Cinzano bracht de lichthinder in heel de wereld in kaart. Daarbij werd nagegaan hoeveel helderder de hemel wordt ten gevolge van kunstmatige verlichting. UNESCO en IAU stelde in het verleden dat dit niet meer mocht bedragen dan 10% van de natuurlijke achtergrondverlichting van de sterren. In Vlaanderen zitten we zo goed als overal met meer dan 300% en bijna de helft van Vlaanderen haalt waarden van meer dan 900%. Meer info over deze atlas kan teruggevonden worden op <http://www.lightpollution.it/dmsp>.

Men heeft de beelden van deze satelliet voor Europa van 1993 met deze van 2002 vergeleken om na te gaan waar de hoeveelheid licht die naar de ruimte gaat is toegenomen, afgenomen of gelijk is gebleven. Quasi overal kon een toename vastgesteld worden, hier en daar ook een stagnering. In Nederland werden heel wat gebieden met minder licht vastgesteld. Dat is het gevolg van reglementering betreffende serreverlichting in Nederland. De serreverlichting dient daar zijwaarts afgeschermd te worden, maar belangrijker ook gedoofd te worden tussen 20 uur en middernacht. De foto's van deze satellieten zijn steeds genomen tussen 21 uur en 23 uur. In 1993 was deze wetgeving nog niet van kracht, in 2002 wel. Dit verklaart de belangrijke daling in Nederland. Echter als de foto's na middernacht zouden genomen zijn is de kans groot dat er een sterke toename zou opgetekend zijn daar het aantal verlichte serres in Nederland alleen maar sterk zijn toegenomen in die tijd.

In het zuiden van het Verenigd Koninkrijk en rond Londen kon eveneens een belangrijke daling vastgesteld worden. Dit heeft vooral te maken met een andere wijze van verlichten. Door de campagnes van de Campaign for Dark Skies is men daar meer en meer volledig afgeschermd armaturen gaan gebruiken voor openbare verlichting. Ook worden meer wegen gedoofd gedurende de nacht wanneer er weinig verkeersdruk is. Wat dus als de oorzaak kan gezien worden voor deze daling. Het geeft ook aan dat met degelijk verlichten wel degelijk een goed resultaat kan bereikt worden voor de beperking van lichthinder.



Werk aan de winkel op beleidsniveau

Bond Beter Leefmilieu (BBL), de Werkgroep Lichthinder van de Vlaamse Vereniging voor Sterrenkunde (VVS) en Preventie Lichthinder vzw, samen het Platvorm Lichthinder, ijveren reeds enkele jaren voor een doelmatige aanpak van lichtverontreiniging en lichthinder.

Veel van de problemen rond lichthinder zijn er gewoon uit onwetendheid. Daarom zijn sensibilisatiecampagnes als deze Nacht van de Duisternis ook zo belangrijk. Zo willen zij de gebruikers informeren over het probleem zodat er wat aan kan gedaan worden. Momenteel staan er een beperkt aantal lichthinderbepalingen in Vlarem II. Die bepalingen zijn echter weinig concreet, te vaag om bruikbaar te zijn en niet controleerbaar. Zowel voor lokale besturen als bedrijven is het niet duidelijk hoe ze die bepalingen moeten toepassen.

Daarom is het ook belangrijk dat er een duidelijke reglementering voor lichthinder komt. Zo'n reglementering is voor iedereen duidelijk zodat eenvoudig kan bepaald worden wat toegelaten is en wat niet. Dat laat ook een betere controle en bijgevolg ook handhaving toe. Elk beleid staat of valt juist met handhaving. Net zoals het bij verkeersveiligheid duidelijk is dat overdreven snelheid maar zal verdwijnen als de pakkans voldoende groot is, is het bij lichthinder hetzelfde. Pas als duidelijk is wat toegelaten is, er voldoende sensibilisatie is en de pakkans voor overtreders voldoende groot is, zal het probleem opgelost geraken.

Er moet hierbij van uitgegaan worden dat er enkel gebruik mag gemaakt worden van armaturen die volledig afgeschermd zijn. Armaturen met een goede spiegel die het licht bundelen naar waar het moet zijn, en niet naar de omgeving. Er moeten regels in staan omtrent de plaatsing. Een goed armatuur op een slechte wijze geplaatst is alleen maar zand in eigen ogen strooien. De lichtbundels mogen daarom onder geen beding boven de 10° onder het horizontaal vlak komen.

Ook heeft men nu vaak de neiging om te gaan oververlichten. De verlichtingsniveaus op de Vlaamse wegen zijn meestal meerdere keren hoger dan vereist. Betere armaturen zorgen er ook voor dat met minder energie dezelfde lichtintensiteit (luminantie) op de weg kan worden bekomen. Dat betekent dan ook dat die luminantie moet gelimiteerd worden in functie van de doelstellingen. Daarom moeten er ook naast minimum ook maximum luminantienormen komen. Alleen op die wijze kan lichtvervuiling ook daadwerkelijk ingeperkt worden.

Verlichting op parkings en bedrijfsterreinen die afgesloten en niet gebruikt worden, kunnen beter gedoofd worden. Klemtoonverlichting kan beter steeds van boven naar beneden, waarbij gebruik kan gemaakt worden van accentverlichting. Hierbij wordt op een sfeervolle wijze de belangrijkste punten van het gebouw met kleinere spots uitgelicht van boven naar beneden. Het is sfeervoller, vergt veel minder energie en de lichthinder is beperkt. Ook moet deze verlichting verplicht gedoofd worden tussen middernacht en 6 uur in de ochtend wanneer er weinig geïnteresseerden op de baan zijn.

Ook voor reclameverlichting moeten er afgeschermd armaturen gebruikt worden die van boven naar beneden gericht worden. Dit zal ook leiden tot heel wat minder verblinding van autobestuurders. Ook hier heeft het geen zin deze verlichting de nacht door te laten branden. Reclame in het midden van de nacht verlichten zal ook niet leiden tot extra klanten. Hierbij kan als overgangsmaatregel, in afwachting van een verbod op slechte reclameverlichting, voor een beleid gekozen worden waarbij een regulerende heffing op reclameverlichting drastisch kan verhoogd worden in functie van de kwaliteit van de verlichting. Hoe beter de verlichting is, hoe lager de heffing. Zo worden bedrijven gestimuleerd om efficiënte reclameverlichting te plaatsen.

Uit het MIRA-S van 2000 blijkt ook dat enkel bij het scenario van een duurzaam ontwikkelingsbeleid de lichthinder ernstig kan terug gedrongen worden. Doch wordt nog steeds getalmd om dit in de praktijk om te zetten.

Daarnaast moet de overheid meetbare doelstellingen vooropstellen. Dit kan aan de hand van lichthinderkaarten opgemaakt aan de hand van satellieten. Er moet daarbij gestreefd worden naar een duidelijk meetbare verbetering van de lichtvervuiling waaraan het gevoerde beleid kan getoetst worden.

Interpretatie van het aspect lichthinder in Vlarem.

In Vlarem zijn enkele artikelen omtrent lichthinder opgenomen. Deze zijn vaak moeilijk begrijpbaar en interpreteerbaar. De wijze waarop de reglementering dient begrepen te worden wordt hier uit de doeken gedaan aan de hand van wat de milieu-inspectie zelf in haar milieuhandavingsrapport van 2003 heeft geschreven.

De 4 artikelen die opgenomen zijn, komen zowel voor in het deel voor de ingedeelde inrichtingen (Deel 4, Hoofdstuk 4.6: Beheersing van hinder door licht) en in het deel voor de niet ingedeelde inrichtingen (Deel 6, Hoofdstuk 6.3: Beheersing van hinder door licht). Concreet betekent dit dat de volgende artikelen zowel van toepassing zijn voor vergunningsplichtige bedrijven als voor ieder ander. Hieronder valt ook de openbare verlichting.

Het gaat hierbij over de volgende artikels:

Art. 4.6.0.1 en Art. 3.6.0.1: De exploitant neemt de nodige maatregelen om lichthinder te voorkomen.

Deze artikels zijn weinig concreet. Het legt de exploitant met buitenverlichting een zorgplicht op om lichthinder zoveel mogelijk te vermijden. Bij klachten is hij verplicht hier iets aan te doen in zoverre dat mogelijk is.

Art. 4.6.0.2 en Art. 3.6.0.2: Het gebruik en de intensiteit is beperkt tot de noodwendigheden inzake uitbating en veiligheid; niet functionele lichtoverdracht naar de omgeving wordt beperkt.

Het eerste deel van het artikel gaat over wanneer en hoeveel licht er gebruik mag worden. Er bestaan Europese normen die per soort werkvloer aangeven hoeveel verlichting er nodig is. Wat de intensiteit van de verlichting is die op het terrein nodig is, kan daar uit afgeleid worden.

Het aspect veiligheid is complexer. Vaak wordt verlichting op terreinen gebruikt als beveiliging tegen inbraak. De milieu-inspectie stelt echter dat bij geen activiteit de verlichting moet gedoofd worden. Dit op basis van het antwoord van de toenmalige minister bevoegd voor leefmilieu naar aanleiding op een parlementaire vraag waarin hij stelt dat de term 'veiligheid' in de wetgeving verwijst in deze context echter naar de bescherming van de integriteit van de personen en niet naar beveiliging tegen inbraak. Hierdoor dient als er geen buitenactiviteit is terreinverlichting gedoofd te worden. Desondanks eisen heel wat politiediensten en verzekeringsmaatschappijen, en recent ook beveiligingsfirma's, verlichting als beveiliging. Dat kan echter opgelost worden door gebruik te maken van schrikverlichting die aanspringt als er activiteit op het terrein is. Dit werkt ook beter als beveiliging en afschrikking. Bovendien bevordert dit sterk de sociale controle daar het plots aanspringen van de verlichting de aandacht trekt van de omgeving.

Art. 4.6.0.3 en Art. 3.6.0.3: Klemtoonverlichting wordt enkel op de inrichting gericht.

Verlichting die naast de gebouwen gaat is dus in strijd met deze reglementering. Ook sky-tracers of lichtbundels die door de hemel kruisen is klemtoonverlichting. Deze is veelal niet op de inrichting zelf gericht. Daardoor zijn ze eigenlijk in Vlaanderen verboden.

Art. 4.6.0.4 en Art. 3.6.0.4: Lichtreclame kan de intensiteit van de openbare verlichting niet overtreffen.

Dit artikel is moeilijk meetbaar. Het eenvoudigst is om zicht te baseren op richtlijnen rond verlichtingsniveaus voor reclameverlichting. Men kan eventueel ook stellen dat als de openbare verlichting in een straat in de loop van de nacht gedoofd wordt, ook de reclame verlichting best gedoofd word.

Informatie op het internet.

Hier nog enkele internet links van Belgische websites over het thema:

<http://www.lichthinder.be>

<http://www.preventielichthinder.be>

<http://www.emis.vito.be/licthinder>.

LES 2 (Wim Veraghtert, Natuurpunt Educatie)

A. Effecten van lichthinder op mens

Lichthinder & menselijke gezondheid

Lichthinder & obesitas

Heel wat zoogdieren profiteren van lange zomerdagen om veel te kunnen eten, zodat ze een vetreserve aanleggen die hen tegen de winter bestand maakt. 's Winters zijn de dagen niet alleen veel korter, maar is er ook veel minder voedsel voorhanden. Wiley en Formby (2000) suggereren dat een gelijkaardig mechanisme invloed kan hebben op mensen die zich onvoldoende kunnen aanpassen aan de onnatuurlijke situatie van lange ('zomer')dagen dankzij kunstmatige verlichting in de winter en het uitblijven van een voedselschaarste in datzelfde seizoen. Dit is een mogelijke verklaring voor het globaal toenemen van obesitas en obesitas-gerelateerde ziekten zoals diabetes type 2.

Minder slapen leidt tot verminderde hoeveelheden van het hormoon leptine, dat een normale reactie op een calorietekort is, en verhoogde hoeveelheden ghreline, een appetijt-stimulerend hormoon.

Lichthinder en kankers

Tot voor kort werd het ongezonde westers dieet als één van de belangrijkste veroorzakers van borstkanker beschouwd. Wetenschappers konden echter geen eenduidige correlatie vinden tussen dit dieet en het voorkomen van borstkankergevallen. Dit deed vermoeden dat ook andere factoren een invloed hadden. Intussen weet men dat blootstelling aan vrouwelijk hormoon (oestrogeen) één van de oorzaken is. Meisjes gaan steeds vroeger de puberteit in, maar bevallen steeds later van hun eerste kind. De periode waarin ze blootgesteld worden aan verhoogde concentraties oestrogeen is dus verlengd. Sinds het recente onderzoek van Kloog (2008) staat het bovendien helemaal vast dat nachtelijke blootstelling aan kunstlicht een niet te onderschatten factor bij het voorkomen van borstkanker is.

Dit heeft te maken met de hoeveelheid melatonine die in ons lichaam geproduceerd wordt. De aanmaak van dit hormoon, die in de epifyse plaatsvindt, is immers afhankelijk van de afwisseling van dag en nacht. 's Nachts produceert ons lichaam veel melatonine, maar overdag valt de productie van dit hormoon grotendeels stil. Melatonine beïnvloedt verschillende lichamelijke functies: gaande van de gemoedstoestand tot voortplantingsfysiologie. Daarnaast heeft melatonine een belangrijke kankerremmende functie. Precies daarom is het belangrijk dat de melatonineproductie op peil blijft.

Onderzoeken hebben uitgewezen dat de verstoring van de nachtrust deze productie helemaal in de war kunnen brengen. Slapen in een onverlichte ruimte is van groot belang. Mensen die voor de televisie in slaap vallen of in een leefruimte die niet donker is, hebben last van een verlaagde melatonineproductie. Een verhoogd risico op borst- (en volgens sommigen ook prostaat)kanker is het gevolg.

De hoeveelheid licht die de melatonineproductie stopt en de groei van kankercellen bevordert, bedraagt bij ratten 0,2 lux (tweemaal de lichthoeveelheid van volle maan). Het toedienen van melatonine bij ratten vertraagde de kankercelgroei met 70%.

In zijn onderzoek bracht Kloog gevallen van borstkanker in Israël in kaart. Hij vergeleek deze kaart met de lichthinderkaart, gebaseerd op satellietbeelden die aantonen waar veel of weinig nachtelijke verlichting voorkomt. Deze vergelijking werd doorgevoerd voor 147 Israëlische steden en toonde een duidelijke positieve correlatie: hoe meer lichthinder, hoe meer borstkankergevallen. Bovendien hield men in de studie rekening met andere factoren zoals bijv. luchtvervuiling. Vrouwen die op een plek leven waar het licht genoeg is om om middernacht buitenshuis een boek te lezen hadden 73% meer kans op de ontwikkeling van borstkanker dan vrouwen die in de minst verlichte gebieden leven. Het longkankerrisico werd door licht(hinder) niet beïnvloed. De bevindingen werden in januari 2008 gepubliceerd in

Chronobiology International. “We zeggen geenszins dat lichthinder de enige of de belangrijkste oorzaak van borstkanker is, maar de correlatie die we vonden toont aan dat deze factor zeker invloed heeft,” stelt Kloog.

Om het risico op borstkanker te beperken raden medische wetenschappers negen uur slaap per nacht aan in een donkere ruimte, zonder lichtbronnen binnenskamers (bijv. computerschermen) of lichtvervuiling van buitenaf (straatverlichting). Een studie bij 12000 Finse vrouwen wees uit dat vrouwen die negen uur per nacht slapen tot een derde minder kans op borstkanker hadden dan vrouwen die slechts zeven uur per nacht slapen.

Lichthinder & bijziendheid

Een onderzoek uitgevoerd in mei 1999 door het departement oftalmologie (oogkunde) van de universiteit in Pennsylvania, USA, heeft het over de gevolgen van nachtluchtjes voor jonge kinderen. Hoewel ontzettend veel ouders 's nachts een lampje laten branden zodat hun kind rustig kan inslapen, blijkt nu pas dat er hierdoor later een verhoogde kans is op bijziendheid. Bij bijziendheid wordt het beeld van het waargenomen object voor het netvlies gefocust in plaats van erop bij normale ogen. Een veel voorkomende oorzaak van bijziendheid is een te lange oogbal.

Wetenschappers hadden reeds gemerkt dat licht een invloed had op de groei van de oogballen van hoenders. Hieropvolgend werd het zicht van 479 kinderen tussen 2 en 16 jaar getest. Het onderzoek wees uit dat slechts 10% van de kinderen die in volledige duisternis hadden geslapen bijziend waren. Echter, 34% van de kinderen die met een nachtlampje sliepen hadden het probleem. En 55% van de kinderen waarvan het kamerlicht bleef branden, waren bijziend.

De wetenschappers besloten dus dat er een verband *kon* zijn tussen het gebruik van nachtluchtjes gedurende de eerste twee levensjaren en bijziendheid. Het echte bewijs is nog niet geleverd, maar de resultaten gaan toch sterk in die richting. Een artikel over het onderzoek, gepubliceerd in het prestigieuze wetenschappelijke tijdschrift *Nature*, raadde aan om geen nachtluchtjes meer te gebruiken. Ook vermeldde het tijdschrift dat verder onderzoek een noodzaak was.

(bron: Vereniging voor Sterrenkunde)

Lichthinder & verkeersveiligheid

Een belangrijke reden voor het plaatsen van straatverlichting is het verhogen van de zichtbaarheid op (snel)wegen. De brochure ‘Wegverlichting zonder hinder’ van de Vlaamse overheid licht toe:

“Verlichting van openbare wegen moet ervoor zorgen dat weggebruikers zich veilig, vlot en comfortabel kunnen verplaatsen. Belangrijk hierbij is voldoende en gelijkmatig verlichten en verblinding vermijden. Aangenomen wordt dat bij grote verkeersdrukte en slechte weersomstandigheden de kans op ongevallen afneemt als de weg goed verlicht is.

Verlichting maakt het voor de bestuurder ook gemakkelijker om in te spelen op onverwachte obstakels op de weg zoals ongevallen of auto's in panne. Anderzijds hebben studies uitgewezen dat langdurig nachtelijk rijden een vermindering van het waakzaamheidsniveau van de bestuurder veroorzaakt, die totaal onafhankelijk is van de verlichting. Meer verlichting zal dus niet kunnen vermijden dat bestuurders achter het stuur in slaap vallen.

Wegverlichting wordt ook gebruikt voor visuele geleiding. Zo zorgt verlichting ervoor dat de loop van de rijweg duidelijk is voor de automobilist. Daarnaast kan men verlichting ook gebruiken om automobilisten erop te wijzen dat er zich een wijziging in de verkeerssituatie voordoet. Kruispunten kunnen bijvoorbeeld anders verlicht worden dan de erop aansluitende straten, wegen in de bebouwde kom kunnen anders verlicht worden dan de grote verbindingswegen. Door verlichting kan tevens een duidelijke afbakening gemaakt worden in de zones die aan de verschillende weggebruikers zijn voorbehouden. Dat draagt bij tot de verkeersveiligheid van zowel voertuigbestuurders als ‘zwakke’ weggebruikers.”

Er zijn diverse studies die bevestigen dat het aantal dodelijke ongevallen 's nachts afneemt bij goede verlichting. Langs de andere kant stellen we vast dat België, waar zowat ca. 90% van de grotere wegen en snelwegen verlicht is, toch een hoog aantal verkeersslachtoffers kent in vergelijking met andere West-Europese landen (bijv. Nederland, waar slechts 20% van de rijkswegen verlicht is). Een brochure van de Waalse overheid geeft dan ook aan dat wegverlichting geen grote invloed heeft op het aantal verkeersongevallen.

Lichthinder & criminaliteit

Mensen hebben van nature angst in het donker. In een goed verlichte omgeving voelen we ons 's nachts veiliger. Het is dan ook erg begrijpelijk dat wegen en paden 's nachts goed verlicht worden. Op veelgebruikte paden is het belangrijk dat we zien waar we stappen, zonder onze benen te breken. En bovendien leeft bij veel mensen de overtuiging dat (een overdaad aan) verlichting criminelen afschrikt. Die overtuiging bestaat al sinds de uitvinding van de gloeilamp op het einde van de negentiende eeuw. De uitvinder, Thomas Edison, stelde al dat zijn uitvinding de criminaliteit sterk ging terugdringen. Verlichting neemt inderdaad onze angst in het donker weg, maar of het ook criminelen weghoudt, is een andere vraag.

Wie de redenering 'licht schrikt criminelen af' tot in het absurde doortrekt, zou kunnen concluderen dat er overdag weinig of criminaliteit plaatsvindt. Niets is echter minder waar! In Noord-Amerika vond 54% van de criminele activiteiten met geweld plaats tussen 6h s' ochtends en 18h.

Recente case-studies tonen aan dat minder verlichting niet noodzakelijk meer criminaliteit betekent:

- In Des Moines (Iowa, VS) werd in september 2003 39% van de straatverlichting met een vermogen van meer dan 70W op de belangrijkste verkeersaders uitgeschakeld als een besparingsmaatregel. Het aantal meldingen van vandalisme, inbraken en overvallen in de stad daalde 3,5% in de eerste vier maanden van 2004 (Alex & Pauluch 2004) nadat ze in 2002 met 10% gestegen waren en in 2003 weer met 6% gedaald.
- In de Zweedse stad Övertornea en delen van het naburige Haparanda resulteerde een dispuut tussen de het stadsbestuur en de elektriciteitsdistributeur in het uitschakelen van de openbare wegverlichting gedurende vijf maanden in de winter 2006-2007. In die periode halveerde het aantal diefstallen en inbraken en waren er bovendien geen verkeersongevallen die aan de duisternis konden worden toegeschreven.
- In Chicago stelden de onderzoekers Hutton & Moore (2000) vast dat de 'verbetering' van de openbare verlichting in een bepaald stadsdeel niet het beoogde effect had. Straatlantaarns met een vermogen van 90W werden vervangen door lampen met een vermogen van 250W. Kapotte lampen werden hersteld. Dit alles met het oog op het verhogen van de veiligheidsgevoel en het terugdringen van het aantal misdaden. De onderzoekers vergeleken de criminaliteitscijfers voor én na de aanpassing en vergeleken met een ander stadsdeel (dat gelijkaardige criminaliteitscijfers kende). De conclusie was verrassend: de misdaad in het 'beter' verlichte deel nam toe met 21%. Het plaatsen van meer en sterkere lampen had duidelijk een averechts effect.

Toen de Nieuw-Zeelandse stad Auckland in 1998 met een langdurige stroompanne te kampen kreeg, stelde politie-inspecteur Mitchell dat "blijkbaar zelfs de criminelen de donkere straten van downtown Auckland verlaten hebben". "Het is bijna een misdaadvrije zone geworden," aldus de inspecteur.

Criminelen ondervinden zelf ook de voordelen van straat- en buitenverlichting. Op die manier hoeven ze zich niet meer zo vaak van een zaklamp te bedienen, wat argwaan bij toevallige passanten zou kunnen opwekken. Duidelijk is dat sociale controle vele malen efficiënter is dan buitenverlichting. Zonder sociale controle zal er steeds criminaliteit blijven.

Hetzelfde geldt overigens voor graffitispuiters en vandalen. Ook zij profiteren liever van het schijnsel van straatlantaarns of andere verlichting om te zien wat ze bekladden of vernielen.

Lichthinder & wetenschap

De Vereniging voor Sterrenkunde belicht op haar website de bedreiging van lichthinder voor astronomie:

“Deze vorm van vervuiling vormt een enorme bedreiging voor de oudste wetenschap die er bestaat: astronomie. In streken waar geen of nauwelijks lichtpollutie voorkomt, kan men met het blote oog makkelijk 3000 à 3500 sterren, en een indrukwekkende Melkweg zien. In België valt dit terug tot een gemiddelde van 600 sterren, terwijl er in steden als Brussel, Antwerpen en Gent zelfs geen 100 meer te zien zijn. Als dit verder gaat, zal dit stukje natuur volledig verdwijnen. Nu al hebben de meeste mensen nog nooit de Melkweg gezien, een in donkere streken nochtans opvallend lichtgevende band aan de hemel.

Het excuus dat het wetenschappelijk astronomisch werk gedaan wordt met gigantische telescopen die op afgelegen bergen en in de ruimte worden geplaatst is een grote misvatting. Deze telescopen worden gebruikt voor specifieke waarnemingen en er bestaan lange wachttijden om er een project op te mogen uitvoeren. Sommige waarnemingen, zoals het opsporen van nieuwe kometen en planetoïden, sterbedekkingen, ..., kunnen met kleine telescopen worden gedaan en worden daarom volledig overgelaten aan de amateur. Deze waarnemingen worden dan door de professionele astronomen in hun berekeningen verwerkt. Vlaanderen kent meerdere duizenden getalenteerde en waardevolle amateurs die echter in het buitenland moeten gaan waarnemen om nog iets nieuws te vinden.

Een astronoom ondervindt reeds hinder van een verlichte stad op meer dan 100 km afstand. Het is dus duidelijk dat België, slechts 300 km lang, enorm veel te lijden heeft onder het probleem. En nochtans, met de nodige maatregelen kunnen we in bepaalde regio's van Vlaanderen weer wegdromen onder een donkere sterrenhemel!”

Unesco formuleerde het volgende streefdoel: ‘kunstmatige verheldering van de hemel mag niet meer dan 10% bedragen.’ In Vlaanderen is dit gemiddeld nog 300% (en op sommige plekken zelfs 900%). Uit Nederlandse metingen en foto's blijkt dat de helderheid van de sterren de afgelopen decennia met een factor 15 verminderd is.

Emotionele en spirituele waarde van duisternis

Duisternis is een oerkwaliteit. Voor heel wat schrijvers, dichters en filosofen was (of is) de duisternis een bron van inspiratie. Ook in religies vervult duisternis een belangrijke functie. Stilstaan bij de nachtelijke hemel doet ons nadenken over de nietigheid van ons bestaan.

Een nota van de Nederlandse overheid beschrijft de emotionele waarde van duisternis: “[Natuur] biedt de broodnodige ruimte om in alle stilte tot jezelf te komen. Niet alleen overdag, maar zeker 's avonds als de flonkering van sterren aan een heldere nachtelijke hemel een extra dimensie toevoegt aan de rust en stilte om je heen.”

B. Effecten van lichthinder op dieren

De effecten van lichthinder op dieren situeren zich op verschillende vlakken. We sommen ze even op en belichten ze aan de hand van concrete voorbeelden:

- inkrimping van leefgebied
- aantrekking & desoriëntatie
- communicatieproblemen
- verstoring van de voortplantingsproblemen
- veranderende prooi-predatorrelaties

We houden in het achterhoofd dat er verschillende soorten lichthinder zijn: ecologische en astronomische lichtvervuiling. Astronomische lichtvervuiling wordt veroorzaakt door verlichting die hemelwaarts gericht is, wat ondermeer resulteert in een hemelgloed (vooral boven steden) die de zichtbaarheid van de sterren vermindert. Ook op bijv. trekvogels kan zo'n hemelgloed invloed hebben: zo'n hemelgloed is dus zowel astronomische als ecologische lichtvervuiling. Met die laatste term bedoelen we lichtvervuiling met negatieve effecten op flora en fauna. Indien we erin slagen om astronomische lichtvervuiling uit te schakelen (geen hemelgloed meer, een donkere sterrenhemel; door bijv. aanpassing van armaturen en doven van bepaalde lampen), dan zullen we nog steeds geconfronteerd worden met ecologische lichtvervuiling: als straat- of andere verlichting op ongelukkige plaatsen is aangebracht, dan zal deze vleermuizen, padden en insecten blijven aantrekken (misschien in mindere mate). In kwetsbare natuurgebieden moet de hoeveelheid kunstlicht dan ook minimaal zijn.

Trekvogels & lichthinder

Tal van vogelsoorten trekken 's nachts. Op die manier kunnen vogels op een korte tijdspanne grote afstanden overbruggen, maken ze minder kans om gepredeerd te worden door bijv. roofvogels en hebben ze geen last van een eventuele verzengende hitte (minder kans op uitdroging en vochtverlies). Bovendien kan op die manier overdag makkelijk worden bijgetankt. 's Nachts is er gemiddeld minder wind, wat een bijkomende gunstige omstandigheid is.

Niet alle vogels trekken 's nachts. Onder de nachttrekkers vinden we steltlopers (bijv. strandlopers, ruiters, ...), eenden en ganzen, kraanvogels en een groot deel van de insectenetende zangvogels die in (sub)tropisch Afrika overwinteren. Bij sommige soorten (bijv. steltlopers en lijsters zoals Koperwiek) zien we dat trek zowel overdag als 's nachts kan plaatsvinden.

Maan en sterren vormen voor nachtelijke trekkers een belangrijk oriëntatiepunt. Lichtvervuiling kan die oriëntatie in de war sturen. Het staat immers vast dat kunstmatige verlichting een grote aantrekkingskracht uitoefent op nachttrekkers. Zeker bij slechte weersomstandigheden (bijv. mist) zullen vogels snel geneigd zijn naar artificiële lichtbronnen toe te vliegen. Meermaals werd vastgesteld dat vogels boven steden in kunstmatige lichtbundels gevangen geraakten. Net als een konijn dat verblind wordt door de lichtbak van een stroper en de felle lichtbundel niet meer durft te verlaten, zien vogels die boven een fel verlichte stad vliegen aan de rand van de lichtbundel ondoordringbare, zwarte muren. Cirkelgedrag rond felle lichtbronnen is dan ook het gevolg. Uiteindelijk blijken veel vogels zich te pletter te vliegen tegen torens of raken ze helemaal uitgeput. Lichtbronnen die vogels kunnen aantrekken zijn bijv. vuurtorens langs de kust, boorplatforms, fel verlichte wolkenkrabbers en sky-beamers in steden, verlichte windmolens of ceilometers¹ op militaire luchthavens. Dat dit geen gratis theorie van vogelbeschermers is, kunnen we illustreren aan de hand van enkele concrete voorbeelden.

In Noord-Amerika werden twee langlopende studies gepubliceerd over de impact van wolkenkrabbers. Aan één televisietoren van 305m hoog werden op 38 jaar niet minder dan 121.560 vogelslachtoffers gevonden, die in totaal tot 123 soorten behoorden (Kemper, 1996). In Florida werden aan een televisietoren 44.007 exemplaren gevonden in een periode van 29 jaar (in totaal 186 vogelsoorten) (Crawford & Engstrom, 2001).

¹ Toestel waarmee met behulp van een laser de hoogte en de dichtheid van wolken bepaald kan worden.

Spectaculair zijn de aantallen dode vogels die men telde aan vuurtoren in Sulina (1910: 4.000 slachtoffers in één nacht), op een boorplatform in de Noordzee (2.500 slachtoffers in één nacht) en op een militaire lucht

Als je dan weet dat de meeste torens niet onderzocht worden, dan is duidelijk dat de impact van verlichte wolkenkrabbers enorm is. Enkele conclusies heeft men in de loop van de jaren reeds getrokken:

- hoe hoger de toren, hoe meer slachtoffers hij maakt
- bij televisiemasten sterven meer vogels door een botsing met de tuikabels (stalen verstevigingskabels aan de grond bevestigd) dan met de mast zelf
- Wit licht trekt meer vogels aan dan rood licht.
- De ligging van de toren speelt een rol. Als deze op of langs belangrijke vogeltrekroutes gelegen is, zal deze meer slachtoffers maken.

Enkele probleemgevallen heeft men op eenvoudige wijze kunnen oplossen:

- Op enkele torens heeft men permanente verlichting vervangen door flitsende lichten (Evans, 2007).
- De kleur van de verlichting aanpassen lost het probleem vaak op. Op een boorplatform daalde het aantal vogelslachtoffers gevoelig nadat men witte lichten verving door groene lichten.

Broedvogels & lichthinder

Voorbeeld 1: Grutto en lichthinder

In 1998 werd de invloed van wegverlichting op het nestgedrag van de Grutto (*Limosa limosa*), een typische weidevogel, bestudeerd. Dit onderzoek werd uitgevoerd in een open Noord-Hollands weidegebied aan weerszijden van de A9 tussen Limmen en Akersloot. De Grutto werd gekozen als gidssoort voor weidevogels in het algemeen. Het onderzoeksgebied beslaat 230 ha. Het behoort wat de Gruttostand betreft met meer dan 50 broedparen/100 ha tot de beste van Nederland.

Het onderzoek bestond uit een vergelijking van één en hetzelfde, in 1998 onverlicht en vervolgens in 1999 verlicht terrein, direct langs de A9. Daartoe is de verlichting van de A9 in 1998 uitgeschakeld en in 1999 weer normaal ingeschakeld. Daarnaast is in 1998 een terreindeel onderzocht waar de autosnelweg, in het bijzonder het geluid van het wegverkeer geen invloed heeft. Er is vervolgens wegverlichting geplaatst in de vorm van 24 lichtmasten. Die is tijdens het voortplantingsseizoen in 1999 synchroon met de verlichting van de A9 ingeschakeld.

De bestaande invloed van de weg en het wegverkeer op de gruttostand zijn als gegeven beschouwd. Vastgelegd zijn de exacte plek van de in 1998 en 1999 opgespoorde nesten, hun afstand tot de weg en tot de verlichting, het aantal eieren per nest, de maten en - ter controle - de gewichten van de eieren, de datum van het leggen van het eerste ei per legsel en eventueel verlies van legfels.

Wegverlichting blijkt een aantasting van de habitatkwaliteit voor de grutto te betekenen. Wegverlichting heeft een significant negatieve invloed op de geschiktheid als broedterrein, die zich lijkt uit te kunnen strekken over enige honderden meters afstand van de verlichting. Daarnaast blijken de vogels die als eerste beginnen te nestelen, hun nestplaats significant verder van de lichtbron af te kiezen dan vogels die later gaan nestelen. Een invloed van verlichting op het gemiddelde eivolume per nest, als indicatie voor het broedsucces en de conditie van de oudervogels, is in het onderzoek niet aangetoond. Evenmin is een invloed van verlichting op de predatie van gruttolegfels aangetoond.

Negatieve invloed van de weg (het wegverkeer) blijkt in dit onderzoek niet meetbaar.

Blijkbaar kan deze invloed gecompenseerd worden door terreinfactoren die mede de habitatkwaliteit bepalen. Dat de negatieve invloed van de verlichting minder door de geschiktheid van de terreingesteldheid wordt gecompenseerd, suggereert dat de invloed van de verlichting sterker zou kunnen zijn dan die van de weg (het wegverkeer) op zich.

Voorbeeld 2: Dagactieve vogels worden nachttactief

Vooraf in stedelijke omgeving is het duidelijk dat een aantal algemene zangvogels steeds vroeger op de dag (soms zelfs midden in de nacht) actief worden. Alexandra Pollard onderzocht de invloed van lichthinder op de roodborst. Zij stelde vast dat de roodborst op verschillende vlakken last had van lichthinder: verstoord zanggedrag, gebrek aan slaap, verstoord bioritme, verstoorde Body Mass Index (metabolisme) en een verstoorde broedcyclus werden waargenomen bij de roodborst. Ook bij merels wordt verstoord zanggedrag vastgesteld, maar andere (gezondheids-)aspecten zijn bij deze vogel nog niet onderzocht. Foerageergedrag onder straatverlichting wordt ook bij dagactieve soorten waargenomen.

Uit Nederland zijn enkele waarnemingen bekend van Bosuilen die overdag roepen. Hierbij gaat het steeds om exemplaren die in de onmiddellijke omgeving van grote glastuinbouwcentra leven. De assimilatieverlichting van de serres is zo fel dat het 24uursritme van de bosuil daar verstoord wordt. Dit verschijnsel is echter nog niet op grote schaal vastgesteld.

In Groot-Brittannië werd de invloed van lichthinder op overwinterende Kleine Zwanen onderzocht. Elk jaar trekken Kleine Zwanen vanuit Noord-Europa en Siberië naar West-Europa (met name Engeland en Nederland) om er te overwinteren. Ze verblijven er op plassen, graslanden en akkers waar ze voedsel vinden. Engelse onderzoeken merkten dat Kleine zwanen in sterk verlichte omgeving ook 's nachts verder foerageren. In donkere gebieden slapen Kleine Zwanen 's nachts. Het gevolg was dat het vetgehalte van de Kleine zwanen in de meer verlichte gebieden sneller toenam, zodat deze vogels vroeger dan normaal klaar waren om de terugtrek naar de broedgebieden aan te vatten. Die terugtrek vroeger aanvangen heeft echter weinig zin: als de Kleine zwanen vroeger in Siberië arriveren, treffen ze daar nog sneeuw en ijsmassa's aan.

Voorbeeld 3: Zeevogels & lichthinder

Birdlife International stelt vast dat de Yelkouanpijlstormvogel last ondervindt van lichthinder. Van deze zeevogel uit het mediterrane gebied broedt niet minder dan 10% van de populatie op Malta. Wanneer de jonge pijlstormvogels hun nest verlaten, oriënteren ze zich op het maanlicht dat op het zeeoppervlak reflecteert. De felle verlichting van hotels en boulevards langs de kustlijn brengt hen echter in de war en doet hen de verkeerde richting uitvliegen. Jonge pijlstormvogels die binnenlandwaarts vertrekken, vliegen zich soms te pletter tegen gebouwen. Ook werd vastgesteld dat nestplaatsen verlaten werden indien elektrische verlichting in de buurt werd geïnstalleerd. Malta heeft nog geen reglementering op het vlak van lichthinder.

Insecten & lichthinder

Insecten reageren op verschillende manieren op licht. Tal van insecten worden door licht aangetrokken. Lichthinder kan de communicatie bij sommige soorten in de war sturen. De voortplanting kan bij uiteenlopende groepen insecten in het gedrang komen in een door licht verstoorte omgeving.

Waarom insecten op licht afkomen

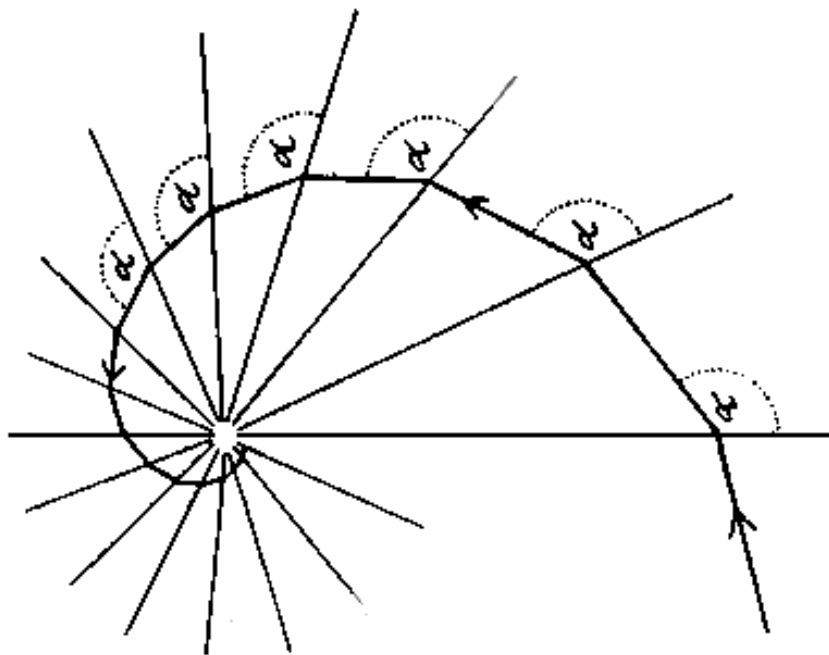
Zowel voor de leek als voor de insectenkenner is dit een intrigerende vraag, waarvoor al menig theorie werd bedacht (Young 1997).

De traditionele verklaring gaat ervan uit dat insecten, met name nachtvlinders, steeds tijdens hun traject steeds dezelfde hoek met de maanstralen aanhouden. De maan fungeert dan als

een lange-afstandsoriëntatiepunt. Als het insect plots een lamp als de maan aanziet, zal zij eveneens trachten in eenzelfde hoek ten opzichte van de lamp te vliegen, wat resulteert in een spiraalvormige vlucht, aangezien de lamp op een te korte afstand staat.

Op deze theorie is wel wat kritiek geuit. Nachtvinders vliegen immers niet steeds in een spiraalvormige vlucht naar de lamp, maar vaak in een erg onregelmatige vlucht, waarbij de vlinders vaak ook weer weg van het licht vliegen.

Een andere theorie zoekt de verklaring in de bouw van het facetoog van de vlinder. Een facetoog bestaat uit afzonderlijke puntreceptoren (ommatidia) die nooit allemaal tegelijk belicht worden. Door de werking van de ommatidia krijgt de vlinder de indruk dat er zich vlak naast een lichtbron een erg donker gat bevindt. De vlinder heeft de intentie om in dat gat te vliegen. Omdat bij het passeren van de lamp steeds andere ommatidia worden belicht, verandert de donkere zone steeds van plaats. Toch tracht de vlinder steeds in het gat te vliegen, wat resulteert in een onregelmatige, hectische vlucht rondom de lamp. Puur gezichtsbedrog dus!



Figuur: vlucht van een nachtvlinder die zich oriënteert op 'maan'stralen afkomstig van een lamp.

Niet alle soorten licht trekken evenveel insecten aan. Wit en blauw licht trekken meer insecten dan geel of oranje licht. De hoeveelheid **UV-licht** speelt hier een belangrijke rol. Hoe meer UV, hoe groter de aantrekkingskracht op insecten. De kwikdamplampen die vroeger gebruikt werden in de straatverlichting trokken veel meer insecten aan dan het geel-oranje licht dat bijv. door snelwegverlichting verspreid wordt. Dit laatste type lantaarns trekken tot 75% minder nachtvinders aan dan kwikdamplampen die veel UV-licht uitstralen.

Nachtvinders



Het merendeel van de orde van de Lepidoptera, m.a.w. vlinders (in ons land meer dan 2400 soorten) behoort tot de nachtvinders. In België telt de dagvlinderlijst slechts een dikke 110 soorten. Over motten bestaan een aantal hardnekkige clichés. Ten eerste zijn nachtvinders weinig populair omdat ze zogezegd schade berokkenen aan kledij en textiel. Dit moet sterk genuanceerd worden. Van de 2300 Belgische

nachtvinders zijn er slechts een handvol die effectief schadelijk zijn binnenshuis: de echte kleermotten zijn kleine micro-nachtvinders (kleiner dan 0,5 cm) die enerzijds synthetisch materiaal mijden en anderzijds vochtige omstandigheden verkiezen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de schadelijke soorten nu veel zeldzamer geworden zijn dan een aantal decennia geleden.

Ten tweede leeft bij veel mensen de overtuiging dat motten grijze of bruine, harige beesten zijn, in tegenstelling tot de sierlijke en kleurrijke dagvlinders. Het is inderdaad zo dat vele tientallen soorten nachtvinders bruin zijn en forser gebouwd dan de meeste dagvlinders maar ook onder de nachtvinders vinden we gele, oranje of groene juweeltjes (bijv. de Vliervlinder op de foto). Daarnaast zijn er ook een aantal dagvlinders die geen opvallende kleuren vertonen en een eerder motachtige uiterlijk hebben.

De meeste nachtvinders leven slechts een korte tijd als imago (= het eigenlijke vlinderstadium). Sommige soorten brengen vele maanden (soms jaren) door als rups om uiteindelijk maar enkele dagen als 'mot' rond te vliegen.

Lichtvervuiling heeft wellicht een negatieve impact op nachtvinders:

- nachtvinders die aangetrokken worden door lampen en zich nabij de lichtbron zetten (bijv. tegen een verlicht raam), blijven vaak uren ter plaatse. Ze zijn dan niet bezig met de dingen die ze normaal wel zouden moeten doen: foerageren (nectar zoeken), paren en/of eitjes afzetten. Als je weet dat de meeste nachtvinders gemiddeld slechts een tiental dagen als 'vlinder' doorbrengen voor ze sterven, dan betekent een nacht stilzitten bij kunstverlichting in de eerste plaats verlies van kostbare tijd.
- Nachtvinders worden vaak aangetrokken door straatverlichting. Sommige soorten vleermuizen (bijv. dwergvleermuis) profiteren van dit verhoogde voedselaanbod rondom straatlantaarns. De kans op predatie is voor de motten dan hoog.
- Dodelijke slachtoffers vallen er zelden. Vooral kleine nachtvinders kunnen gedood worden door sterke lampen. Bijzonder gevaarlijk zijn lantaarns met armaturen die niet volledig 'insectendicht' zijn. Als de insecten via kleine openingen of spleten in de armatuur terecht komen, geraken ze er vaak niet meer uit. Bovendien kunnen ze dan ook sterven door verhitting.

Glimwormen

Als we het over nachttactieve insecten hebben, dan denken we uiteraard ook aan glimwormen. Deze tot de kevers behorende insecten bezitten in hun achterlijf een lichtorgaan. In dit orgaan vindt een biochemische reactie plaats waarbij energie vrijkomt in de vorm van fotonen (licht dus). Zowel eitjes, larven als volwassen (vrouwelijke en mannelijke) glimwormen kunnen licht geven.

In de paartijd zit het vleugelloze vrouwtje (lengte 1 tot 2 cm) stil en verspreidt het een groenig licht. De rondvliegende mannetjes worden door die lichtsignalen aangetrokken.

In feite kunnen we niet spreken over 'de' glimworm. Er zijn namelijk drie soorten glimwormen in Vlaanderen:

- de Grote glimworm (*Lampyris noctiluca*): de meest algemene glimworm in Vlaanderen die zowat in het hele land voorkomt.
- de Kleine glimworm (*Lamprohiza splendidula*): Bijna uitgestorven in Vlaanderen. Enkele recente vindplaatsen in Limburg. Bij deze soort geeft het mannetje al vliegend licht, vandaar de lokale naam 'vuurvlieg'. Vroeger veel algemener.
- de Kortschildglimworm (*Phosphaenus hemipterus*): Een slecht gekende soort en bovendien een uitzondering onder de glimwormen: het vrouwtje lokt het mannetje met behulp van feromonen (geurstoffen) in plaats van lichtsignalen; het mannetje kruipt vooral overdag rond. Vrij zeldzaam in Vlaanderen (vooral aanwezig in Vlaams-Brabant; mijdt te zandige bodem).

Het is onbekend welk effect kunstmatige verlichting (straatlantaarns e.d.) heeft op de mannelijke glimwormen; ofwel aantrekkelijk (cfr. de reactie op gloeiende vrouwtjes), afstotend (te fel licht?) of neutraal.

Glimwormen zijn sterk achteruitgegaan. Lichtvervuiling is mogelijk een belangrijke oorzaak van deze achteruitgang. Glimwormenspecialist Raphaël Decock licht toe: "Er wordt aangenomen dat naast de "normale" versnippering van leefgebieden ook kunstmatige verlichting bijdraagt tot een zekere mate van isolatie als vb. de te felle straatverlichting een afstotend effect heeft op mannetjes. Ook een mogelijk aantrekkelijk effect vanop grotere afstand kan nefast zijn als mannetjes zo weggezogen worden van de populatie met vrouwtjes. Dikwijls worden vrouwtjes gevonden onder straatlantaarns. De mannetjes kunnen hier het groenige licht van de vrouwtjes blijkbaar niet onderscheiden en de vrouwtjes komen aldus nooit tot reproductie.

Een mogelijk negatief effect van lichthinder blijkt verder nog uit observaties van larven. Bij zwaar lichtvervuilde omstandigheden (bv. zware bewolking die 's nachts als reflectorlaag werkt voor kunstlicht) stoppen de larven met lichtgeven. Uit onderzoek blijkt dat dit gedrag adaptief is als anti-predatorsignaal. De vraag is of larven in meer lichtvervuilde omstandigheden kwetsbaarder zijn voor predatie, of dat ze inactief worden en zo een achterstand oplopen met foerageren en dus in de ontwikkeling."

De achteruitgang van glimwormen wordt wellicht door verschillende factoren veroorzaakt. "Glimwormen zijn hoogstwaarschijnlijk gevoelig aan verdroging, pesticidengebruik (opname via voedsel: slakken), habitatversnippering en -verkleining", stelt Raphaël Decock.

[meer info op www.inbo.be > kenniscentrum > fauna > insecten > glimwormen]

Andere insecten

Een negatieve impact zoals we die voor nachtvlinders beschreven, zien we ook bij andere nachtactieve insecten. Enkele voorbeelden:

- Lieveheersbeestjes: een aantal inheemse lieveheersbeestjes zijn duidelijk nachtactief. Als voorbeeld noemen we Tienvleklieveheersbeestje, Oogvleklieveheersbeestje, Meeldauwlieveheersbeestje en ook de exoot Veelkleurig Aziatisch lieveheersbeestje. Het Zevenstippelig lieveheersbeestje
- Ook in andere keverfamilies vind je heel wat nachtactieve soorten. Aaskevers vliegen 's nachts rond en komen duidelijk op lampen af. Iedereen heeft ook al wel eens meikevers bij tuinverlichting gezien. Ook boktorren, loopkevers en zelfs waterkevers komen vaak op sterke lampen af.
- Wantsen. Heel wat soorten wantsen worden aangetrokken door licht. In volle zomer kan de Roodpootboomwants (*Pentatoma rufipes*) met tientallen exemplaren bij één lichtbron aanwezig zijn.
- Langpootmuggen
- Sluipwespen
- Gaasvliegen

- Kokerjuffers of schietmotten: watergebonden insecten met lange voelsprieten en fijnbehaarde vleugels
- Eendagsvliegen of haften: tere insecten met een erg korte levensduur

In Noord-Amerika zagen onderzoekers dat waterinsecten misleid werden door glanzende, donkere oppervlaktes of materialen. Waterkevers werden aangetrokken door de carrosserie van wagens (motorkap), door blinkend asfalt en reflecterende materialen die bijv. bij wolkenkrabbers gebruikt worden. Dergelijke materialen polariseren licht op een gelijkaardige manier als water dat doet. Watergebonden insecten zoals steenvliegen zijn daardoor zo in de war dat ze zelfs eitjes afzetten op artificiële substraten zoals asfalt.

Ook kleinere waterbeestjes, zoals watervlooien, ondervinden last van lichthinder. Door kunstlicht verstoorde watervlooien stoppen namelijk met het eten van algen, wat leidt tot een onnatuurlijke algengroei (en bijgevolg minder zuurstof in het water).

Opmerkelijk is dat ook een aantal dagactieve insecten 's nachts verstoord indien een felle lichtbron in hun leefgebied geplaatst wordt. Zo werd meermaals vastgesteld dat sommige soorten dagvlinders 's nachts rond sterke lampen fladderden: bij Eikenpage, Oranje zandoogje en Distelvlinder werd dit gedrag reeds waargenomen. Uitzonderlijk komen ook libellen 's nachts op verlichting af (eigen waarneming van nachtactieve pantserjuffers aan de rand van de Kalmthoutse heide).

Zweefvliegen zoek je meestal op bloemen, liefst op zonnige lente- en zomerdagen. 's Nachts durven ook zweefvliegen als Gewone citroenzwever, pendelvliegen en bandzwevers ook op lampen afkomen.

Een Duitse studie uit 2003 schatte dat een straatlantaarn gemiddeld 150 insecten per nacht doodt.

Zoogdieren & lichthinder

Vleermuizen

Als we aan nachtactieve zoogdieren denken, vormen vleermuizen uiteraard een belangrijke soortgroep.

De effecten van lichthinder op vleermuizen zijn erg divers en sterk verschillend van soort tot soort:

- vleermuizen kunnen worden afgeschrikt door verlichting
- vleermuizen kunnen worden aangetrokken door verlichting

Alle vleermuissoorten zijn nachtactief. Overdag houden ze zich schuil op donkere plekken (in holle bomen of onder daken), om na het invallen van de schemering uit te vliegen om op insecten te gaan jagen. Het moment van uitvliegen wordt in belangrijke mate bepaald door de lichtintensiteit. Verlichting in de omgeving van een vleermuizenschuilplaats beïnvloedt het moment van uitvliegen: in verlichte omgeving vertrekken de vleermuizen later op jacht. Niet zo best voor die vleermuis omdat net in de uren na het invallen van de duisternis de meeste insecten actief zijn. Later op de avond, wanneer de temperatuur daalt, daalt ook de insectenactiviteit. Door later uit te vliegen zien de vleermuizen hun jachtijd ingekort.

Bovendien zijn een aantal soorten vleermuizen uitgesproken lichtschuw. Tabel 1 geeft een overzicht van de lichttolerantie van een aantal inheemse soorten. De traagvliegende soorten (met brede vleugels) blijken lichtschuw te zijn.

Lichtschuw	Lichttolerant
Grootoorvleermuizen (<i>Plecotus</i> sp.)	Dwergvleermuizen (<i>Pipistrellus</i> sp.)
Myotis-soorten (Franjestaart, Baard- en Watervleermuis)	Laatvlieger (<i>Eptesicus</i>)
Hoefijzerneuzen (<i>Rhinolophus</i> sp.)	Rosse vleermuis (<i>Nyctalus noctula</i>)

Tabel 1. Vleermuizen en hun reactie op lichthinder

Lichtschuwe soorten gaan zoveel mogelijk verlichting vermijden. Een algemeen voorbeeld is de Watervleermuis, die laag boven het wateroppervlak van vijvers jaagt. Wie een felle zaklamp op een jagende watervleermuis richt, zal merken dat dit diertje zo snel mogelijk wegdraait en de lichtbundel ontwijkt. Watervleermuizen schuilen overdag op beschutte plekjes (bijv. holle bomen) en een recente studie toonde aan dat ook op de aanvliegroute (tussen schuilplaats en jachtplaats) lichtbronnen ontweken werden.

Een sterk bedreigde soort is de Ingekorven Vleermuis (*Myotis emarginatus*), een soort die in Vlaanderen op een beperkt aantal plaatsen te vinden is (bijv. abdij van Postel, kerk van Houwaart). Van deze soort is geweten dat verlichting vermijdt. De kerken en gebouwen waarin zich kolonies van de Ingekorven vleermuis bevinden mogen dan ook niet verlicht worden (met bijv. klemtoonverlichting). Voor dergelijke lichtschuwe soorten kunnen verlichte straten een ware barrière vormen. Verlichte natuurverbindingselementen (verlichting langs dreven, bosranden, waterlopen) zijn voor de meest zeldzame soorten bijzonder nefast. Lichthinder draagt op die manier dus bij aan versnippering.

Vleermuizen die aangetrokken worden verlichting, zijn in zekere mate bevoordeeld. Zij kunnen immers genieten van een verhoogd voedselaanbod. Straatverlichting trekt immers ook insecten aan. Wanneer het gaat om verlichting in de buurt van een natuurgebied kan dit op termijn mogelijk voor een veranderde gemeenschapsstructuur zorgen. Een mogelijke toename van lichttolerante soorten gaat dan gepaard met een afname aan lichtschuwe soorten.

Men heeft wel waargenomen dat sommige dagactieve roofvogels onder straatlantaarns kunnen jagen en dat dan ook vleermuizen op hun menu staan. De Torenvalk zou zich wel eens aan een vleermuis te goed durven doen. In Zuid-Europa werd reeds beschreven hoe tientallen Kleine torenvalken 's nachts op jacht gingen en naast hun traditionele prooien (met name insecten) ook op kleine vleermuizen joegen.

De website www.platformlichthinder.nl maakt melding van een interessant laboratoriumexperiment: *“Proeven met de **Siberische hamster** die 's zomers een bruine en 's winters een witte vacht draagt, wezen uit dat het dier onder invloed van licht z'n vacht aanpaste: hij werd 's winters bruin en 's zomers wit. Voor roofdieren een gemakkelijke prooi. Bovendien gooide het dier het seizoen van voortplanting om naar een periode waarin dit geen enkel perspectief had.”*

In het achtergronddocument van het Milieuraapport² (MIRA-T 2007) lezen we: *“Ook voor ree kon besloten worden dat drukke wegen actief gemeden worden en de territoria actief begrenzen; er werd geen invloed op de reeënpopulatie vastgesteld (Holsbeek, 2001). Die dieren worden mogelijk gewoon afgeschrikt door lawaai en licht.”*

Amfibieën & lichthinder

Baker en Richardson onderzochten het voortplantingsgedrag (roepactiviteit) en de bewegingen van mannelijke kikkers (*Rana clamitans*) in Ontario (Canada). Hierbij werden drie situaties onderzocht: kikkers in een poel waar kunstlicht aanwezig was, in een poel zonder kunstlicht maar wel met volle maan en tenslotte bij nieuwe maan of sterk bewolkte avond. Uit dit onderzoek bleek dat kikkeractiviteit niet varieert in de loop van de maancyclus. Wel bleek dat de mannelijke kikkers bij verstoring door kunstlicht minder vaak riepen.

Labo-experimenten wezen uit dat de larvale ontwikkeling van kikkers verstoord wordt door overmatige blootstelling aan licht. Kikkervisjes die onnatuurlijk lang in verlichte omstandigheden blijven, doen er langer over om zich te metamorfoser.

² http://www.milieuraapport.be/Upload/main/miradata/MIRA-T/02_themas/02_07/AGLichthinder.pdf

Baker onderzocht de impact van kunstverlichting op de jonge exemplaren van de Gewone pad (*Bufo bufo*) in Walton Lake, Milton Keynes (Verenigd Koninkrijk). Jonge padjes ontwikkelen zich vaak simultaan en verlaten massaal tegelijk het water. Baker ging in die periode de aantallen padden in verlichte en onverlichte omgeving vergelijking. Daaruit bleek dat straatverlichting duidelijk een aantrekkingskracht op jonge padjes uitoefent. Wellicht vinden ze onder die lichtbronnen meer voedsel. De keerzijde van de medaille is de toegenomen kwetsbaarheid van de jonge padjes onder straatlantaarns: ze maken meer kans om door fietsers of auto's overreden te worden.

Zeeschildpadden

In 1996 verscheen een onderzoek naar de gevolgen van kunstlicht op het broedgedrag van zeeschildpadden in Florida. Het licht bleek een disoriënterend effect op de schildpadden te hebben. Bij de tocht van hun nest naar de zee richten de dieren zich o.a. op de stand van de maan. Door kunstmatig licht raken ze de weg echter kwijt. In Florida zorgt dit jaarlijks voor duizenden dode schildpadden. De dieren komen om door verdroging, vallen ten prooi aan een soort mier ('fire ant') of krabben of worden zelfs door auto's overreden als ze op een openbare weg terechtkomen. De exemplaren die na hun omzwervingen dan toch het zeewater bereiken, zijn vaak in slechte conditie en dus kwetsbaarder. De oplossing voor het probleem is eenvoudig: zorg dat het licht van de lampen aan het strand de schildpadden niet bereikt. Op sommige locaties bestaat hierrond al regelgeving en worden stranden beschermd voor de zeeschildpadden.

C. Lichthinder & planten

Voor het proces van fotosynthese zijn planten afhankelijk van licht. Het bladgroen (chlorofyl) dat een belangrijke rol speelt in dit proces, is gevoelig voor licht met een golflengte die ligt tussen 400 nm en 700 nm. Dit soort licht noemen groeilicht. Doorgaans groeien planten beter en sneller als de hoeveelheid groeilicht toeneemt.

Van Tichelen licht in het achtergronddocument MIRA-T 2007 toe: *"Planten meten anderzijds ook het licht, via het fotoperceptieproces. Daarbij zijn speciale moleculen, de fotoreceptoren, betrokken. Daarvan zijn er twee types, een voor licht tussen 300 nm en 500 nm, en een voor licht met golflengte groter dan 600 nm. Deze laatste is de fytochroom. Het beïnvloedt allerlei celactiviteiten, zoals kieming, celstrekking, ontvouwing van nieuwe bladeren, doorbreking van winterrust, vorming van plastiden en het transport van plantenhormonen."*

Totnogtoe zijn er geen grootschalige effecten van lichthinder op planten vastgesteld. Wel zien we dat planten in belangrijke mate afhankelijk zijn van (fel) licht, met name voor het proces van fotosynthese. Planten die in onmiddellijke omgeving van een sterke lichtbron groeien, kunnen dan ook gevolgen daarvan ondervinden.

Zo zien we dat loofbomen die vlakbij een straatlantaarn staan, in de herfst langer hun bladeren houden dan bomen die 's nachts niet verlicht worden. Zo blijkt dat sommige laanbomen die te sterk verlicht worden tot in december een aanzienlijk deel van hun bladeren behouden. Dat kan voor die bomen nefaste gevolgen hebben. Terwijl de andere bomen zich al helemaal voorbereid hebben op de komende winterperiode, lopen de bladerendragende laanbomen achter. Huidmondjes zijn bij die exemplaren nog niet gesloten. Dat zorgt ervoor dat deze bomen hogere kans op vorstschade lopen.

Niet alle bomen ondervinden in dezelfde mate last van lichthinder. Onderstaande tabel geeft de resultaten van Amerikaanse studies naar de lichtgevoeligheid van een aantal (in hoofdzaak Noord-Amerikaanse) boomsoorten.

Hoog	Middelmatig	Laag
Noorse esdoorn	Suikeresdoorn	Europese beuk
Amerikaanse esp	Amerikaanse eik	Ginkgo
Westerse plataan	Kleinbladige linde	Corsicaanse den
Ruwe berk	Rode kornoelje	Hulst
Robinia	Honingboom	Witte spar

Jonge bomen maken meer kans om schade door lichthinder op te lopen dan oude bomen. Vooral infrarood licht bevordert de groei van bomen, ook in het najaar wanneer ze zich op de winter zouden voorbereiden.

Te vroeg bloeien of kiemen

Net zoals loofbomen schade kunnen ondervinden als ze te lang hun bladeren houden, is het evenzeer nefast dat bomen en gewassen te vroeg in bloei komen. Ook dan lopen ze meer kans op vorstschade. Zaadkieming kan in de war gestuurd worden door lichthinder.

Van een aantal landbouwgewassen is geweten dat ze dagelijks een donkere periode nodig hebben om zich normaal te ontwikkelen. Tomaat en aubergine kunnen groeistoornissen vertonen als ze geen dagelijkse donkere periode (ca. 4 uur) doormaken. Ook aardbeien hebben een donkere periode nodig om in bloei te komen en vruchten te vormen.

Opbrengstverlies landbouw

In West-Vlaanderen vinden we een aantal commerciële hopplantages. Hop is namelijk een belangrijk bestanddeel van bier. De productie van hop is niet homogeen over de hele plantage. Zo heeft men gemerkt dat hop, aan de rand van de plantage, veel schade kan ondervinden van lampen die een aangrenzende weg verlichten. Het rijpen van de hop verloopt trager in een verlichte omgeving. Om dit te verhelpen heeft men besloten om gedurende bepaalde periodes van het jaar de verlichting in de omgeving te doven.

D. Energieverbruik & lichthinder

De verantwoordelijke sectoren kunnen we als volgt oplijsten:

- Overheid:
 - Weg- en straatverlichting
 - Monument- en klemtoonverlichting
 - Verlichting van sportterreinen
- Bedrijven
- Handel- en dienstensector
- Particulieren
- Landbouw

1. Wegverlichting

Het volgende citaat uit het Vlaamse milieuraapport (MIRA-T 2007) is tekenend: “De wegverlichting in Vlaanderen zorgt bij benadering voor genoeg licht om het hele Vlaamse grondgebied te verlichten tot ongeveer drie keer het vollemaanniveau.”

Over welke wegverlichting gaat het nu? In Vlaanderen hebben we 867 km snelwegen, 6007 km gewestwegen en 62 250 km gemeentelijke wegen. Er zijn dus drie bevoegde overheden (federale, Vlaamse en gemeentelijke). De hoofdmoot van de wegen valt echter onder gemeentelijke bevoegdheid.

2. Monument- en klemtoonverlichting

Verlichting van gemeentehuizen, kerken, kastelen en andere monumenten kan vaak lichthinder veroorzaken. Felle spots die omhoog schijnen belichten niet alleen de gevel van

het gebouw, maar veroorzaken ook hemelgloed. Vaak zijn de stralen van die schijnwerpers vanop kilometers te zien. Hier kan men zich de vraag stellen of er geen betere manieren zijn om monumenten te verlichten. Spots die omhoog gericht zijn, veroorzaken immers altijd hemelgloed. Tenslotte kan men zich ook afvragen of het nodig is om dergelijke verlichting de hele nacht te laten branden. Dat men tijdens een avondlijke wandeling kan genieten van monumentverlichting is logisch. Maar wie geniet daarvan om 4h 's nachts of wanneer hij 's ochtends weer in de ochtendspits terechtkomt?

3. Verlichting op sportterreinen

Sportterreinen worden vaak door sterke schijnwerpers verlicht. Vaak zijn deze slecht afgesteld en kunnen we spreken van tress-passing: licht dat niet alleen het sportterrein verlicht, maar ook –onnodig- de omgeving errond: gevels van aangrenzende huizen, bomen rond het terrein etc. Bovendien merken we dat deze zeer sterke verlichting niet alleen tijdens de match of training aangeschakeld is, maar vaak ook nog enkele uren erna. Tijdig doven is dan ook de boodschap.

Dat sportvelden wel degelijk op een goede manier verlicht kunnen worden, toont het voorbeeld uit Sinaai aan. Megalomane spots werden daar vervangen door kleinere verlichting, die niet voor strooilicht zorgen maar het veld toch optimaal verlichten.

4. Bedrijven

Bedrijven kunnen op verschillende manieren bijdragen aan lichthinder:

- in bedrijven waar 's nachts gewerkt wordt, is het soms nodig ook het hele terrein te verlichten. Zeker indien ook in open lucht gewerkt wordt (bijv; opslag van goederen met heftrucks e.d.).
- Bedrijven waar 's nachts niet gewerkt wordt, laten vaak toch spots branden omwille van de 'veiligheid', m.a.w. om criminelen af te schrikken.
- Tenslotte zijn er ook bedrijven die klemtoonverlichting aanbrengen om de bedrijfsgebouwen op een feestelijke manier in de kijker te zetten.

Ook parkeerterreinen aan bedrijven worden vaak (te) sterk verlicht.

5. Handel- en dienstensector

Voor reclameverlichting vormt bij de handel- en dienstensector het probleem. Dat varieert van sterke schijnwerpers die grote reclamepanelen verlichten tot een overdaad aan neonverlichting in het straatbeeld. In die laatste situatie kunnen voor de verkeersveiligheid gevaarlijke situaties ontstaan: verkeerslichten vallen niet meer op in een zee van neonverlichting.

Naast reclameverlichting vermelden we sterk verlichte uitstalramen, verlichte parkeerterreinen en binnenverlichting van kantoren die naar buitentreedt door de ramen.

6. Particulier

Ook bij de huishoudens zien we meer en meer lichthinderbronnen verschijnen. Vaak gaat het om spots die het huis (al dan niet de gevel) belichten. Heel wat mensen voelen zich veiliger met dit soort buitenverlichting, al lazten we hierboven dat dergelijke verlichting inbrekers niet altijd weghoudt. Bovendien zien we meer en meer spotjes die tuinpaden of opvallende elementen (ook bomen) in de tuin verlichten. Dit vaak gedurende de hele nacht.

Een aparte categorie is de kerstverlichting die jaarlijks in vele tuinen steeds grotere proporties aanneemt. In een tijd van energiebesparing wordt het blijkbaar mode om zoveel mogelijk sfeerverlichting buitenshuis aan te brengen.

7. Landbouw

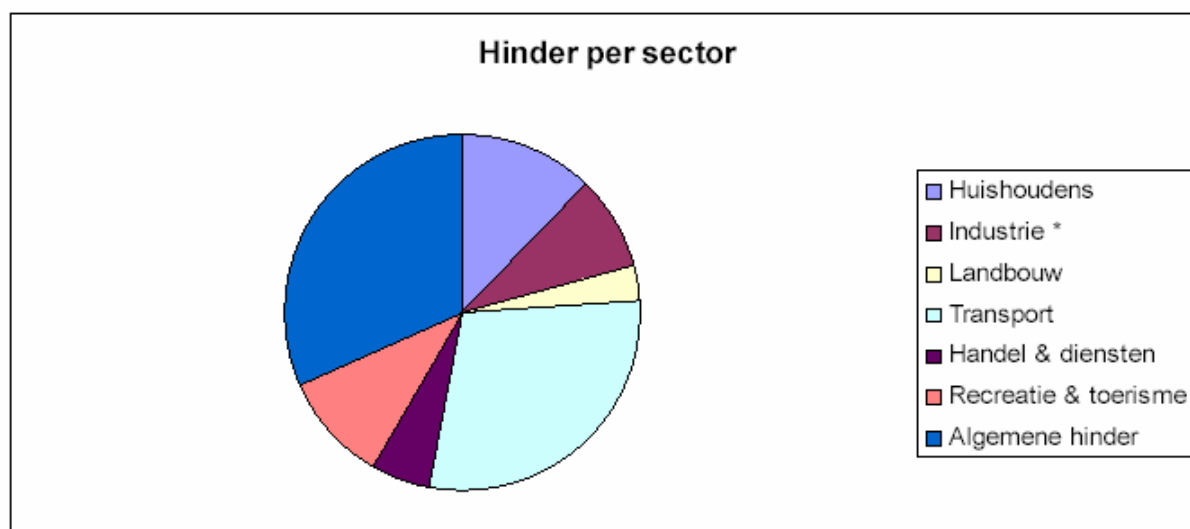
De landbouw veroorzaakt in Vlaanderen slechts weinig lichthinder. Het is enkel de kleine sector van de glastuinbouw die met haar sterke assimilatieverlichting hinder kan teweegbrengen. Voor een belangrijk deel gaat het dan over de rozenteelt (waarvan in Vlaanderen de oppervlakte aan serres gedaald is tot ca. 360.000m². In de Noorderkempen is

ook de groententeelt een bron van overdadig licht. Dit soort hinder kan gemakkelijk worden opgelost door het aanbrengen van schermfolies en gevelschermen.

Lichthinder ervaren

Hoe ervaren burgers het probleem lichthinder? Slechts een klein percentage (4 à 5 percent) vindt dat lichthinder een echt probleem is. De figuur hieronder (uit het achtergronddocument MIRA-T) geeft aan welke sectoren volgens de burger de meeste lichthinder veroorzaken. Hieruit blijkt dat wegverlichting in belangrijke mate als hinderlijk ervaren wordt. Naast 'algemene hinder' is het ook het percentage hinder veroorzaakt door huishoudens opvallend. Wellicht gaat het hier vaak om buitenverlichting van de burens die ook in eigen tuin schijnt.

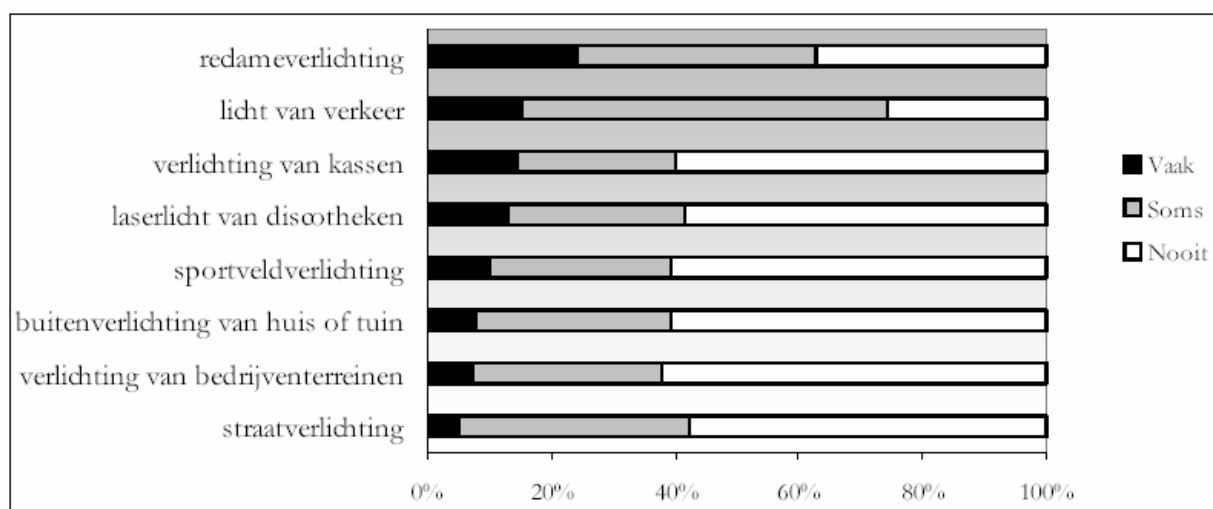
Figuur 23 Lichthinder bij de mens per sector (Vlaanderen, 2004)



* inclusief energiesector

Bron: AMINABEL (2004)

Een onderzoek in Nederland ging na welke lichthinderbronnen het meest hinderlijk waren voor de modale Nederlander.



Figuur 9: Verdeling Nederlandse bevolking naar mate waarin zij zich storen aan acht lichtbronnen

De Nederlandse onderzoekers stellen: “Mannen hebben significant vaker hinder van verlichting dan vrouwen. Ook is er een samenhang met het opleidingsniveau: hoe hoger het opleidingsniveau, des te vaker geeft men aan in de woonomgeving wel eens hinder te ondervinden van kunstmatige verlichting.”

Als storende bronnen worden vooral reclameverlichting en de koplampen geïdentificeerd. Maar liefst 74% van de Nederlandse bevolking stoort zich soms of vaak aan de koplampen van auto's.

Energieverbruik: enkele cijfers

De strijd tegen lichthinder past perfect in de strijd tegen klimaatverandering: energiebesparing is immers een belangrijk doel en een deel van de oplossing van het probleem.

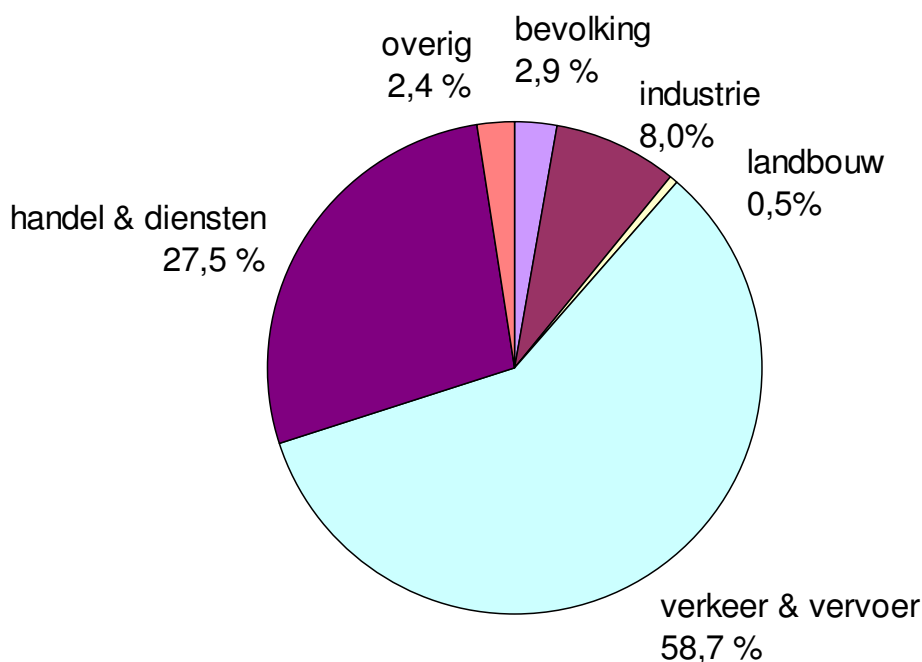
Naar schatting 40% van het licht voor buitenverlichting wordt verspild omdat het hemelgericht is. Op wereldniveau bedraagt die verspilde energie 80 terraWattuur per jaar. Dit komt overeen met tien kilowattuur per persoon, wat dan weer gelijkstaat met 6 kg CO₂ per persoon. Globaal gaat dit over 50 miljoen ton CO₂ per jaar!

Omdat lichthinder in Afrika veel minder dan in de Westerse wereld een probleem is, is het logisch dat we voor de Europese Unie nog straffere cijfers kunnen voorleggen. De verspilde energie is er goed voor 25 kilowattuur per persoon, wat overeenkomt met de totale productie van een energiecentrale met een vermogen van 1400MW. Verspilde energie is ook goed voor zo'n 5 miljoen ton CO₂. En alleen al in Europa smijten we ongeveer 100 miljoen euro weg door energieverpilling (naast het totaalbedrag van 1,3 miljard voor elektriciteitsproductie).

Hoe zit het nu in Vlaanderen?

Onderstaand schijfdiagram geeft aan welke sectoren verantwoordelijk voor het energieverbruik als het gaat over buitenverlichting. De cijfers komen uit het rapport MIRA-S 2000.

Bijna 60% wordt verbruikt door de sector 'verkeer en vervoer'. Deze omvat alle straatverlichting maar ook de openbare klemtoonverlichting (aan monumenten). Uit dit diagram blijkt ook dat het verbruik van de landbouwsector in vergelijking met andere sectoren verwaarloosbaar is.



Figuur: Aandeel sectoren in energieverbruik bestemd voor buitenverlichting

Bovendien blijkt dat elk jaar de hoeveelheid verbruikte energie nog toeneemt. Dit heeft enerzijds te maken met het verder aansnijden van open ruimte (aanleg nieuwe bedrijventerreinen, wegen en verkavelingen die elk lichtbronnen nodig hebben) en anderzijds met de drang naar meer buitenverlichting, de opkomst van 'sfeerverlichting' (cfr. de kerstverlichting) en het inzetten van sterkere lampen.

In het MIRA-S-rapport werden een aantal scenario's berekend. Stel dat we werk maken van lichthinderbestrijding, wat levert ons dat op? Deze oefening werd in onderstaande tabel voor verschillende maatregelen gemaakt.

Maatregel	Jaarlijkse energiebesparing	% van het verbruik
Lampen vervangen	48,4 GWh	7,3 %
Lampen vervangen met lager vermogen	152,9 GWh	23,2 %
Armaturen en lampen vervangen met lager vermogen	142,5 GWh	21,6 %
Doven tussen 24 u en 6 u	304,1 GWh	47,1 %
2 laatste maatregelen gelijktijdig	377,8 GWh	58,6 %

Het is echter duidelijk dat een dergelijke besparing niet mogelijk zonder voorafgaand te investeren. Er is dus een kostenplaatje. Ook dit kunnen we vrij goed in kaart brengen. De gegevens zijn geactualiseerd en aangepast aan de elektriciteitsstarieven van januari 2009. Opvallend is dat de terugverdientijd al bij al beperkt is.

maatregel	jaarlijkse besparing	investering	terugverdientijd
armat. & lamp. vervangen met lager vermogen	36,8 milj. €	192,9 milj. €	5 jaar en 3 maanden
doven tussen 24 en 6 u	78,6 milj. €	19,3 milj. €	3 maanden
armat. & lamp. vervangen met lager vermogen en doven tussen 24 en 6 u	97,6 milj. €	212,2 milj. €	2 jaar en 2 maanden

Dat de verspilling momenteel in Vlaanderen enorme proporties aanneemt, wordt als slot geïllustreerd door de volgende tabel. Stof om over na te denken...

Verbruik straatverlichting:	550 GWh
Opgestraald vermogen:	35 MW
Branduren/jaar:	4.366 u
Verspild verbruik (dat niet nuttig gebruikt wordt):	147 GWh >25% = jaarverbruik 42.000 gezinnen
CO2 uitstoot:	100.000 ton CO2

Referenties:

AMINAL (2001) Publiciteit zonder Lichtvervuiling brochure van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, depotnummer D/2001/3241/278, Brussel
(http://www.mina.be/uploads/Publ_zonder_Lichtverv.pdf)

Baker, J. 1990. Toad aggregations under street lamps. British Herpetology Society Bulletin 31:26-27.

Buchanan, B. W. 1993a. Effects of enhanced lighting of the behaviour of nocturnal frogs. Animal Behaviour 45:893-899.

Cochran, Wm. W. and Richard R. Graber. 1958. Attraction of Nocturnal Migrants by Lights on a Television Tower. Wilson Bulletin 70(4): 378-380.

Davis, S., Mirick, D. & Stevens, R. G. 2001. Night shift work, light at night and risk of breast cancer. Journal of the National Cancer Institute, Vol. 93, No. 20, 1557-1562, October 17, 2001.

de Molenaar J.G., Jonkers D.A. & Sanders M.E. (2000) Wegverlichting en Natuur III – Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie. DWW Ontsnipperingsreeks 38/Alterra-rapport 064. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft/Alterra research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.

Kloog, I., Haim A., Stevens R.G., Barchana M., Portnov B.A. (2008). *Light At Night Co-Distributes With Incident Breast But Not Lung Cancer In The Female Population Of Israel*; Chronobiology International; 25 (1): 65-81.

Morrow, E. en Hutton, S.A. (2000). The Chicago Alley Lighting project: Final evaluation report, Illinois Criminal Justice Information Authority, op:
<http://www.icjia.state.il.us/public/pdf/ResearchReports/Chicago%20Alley%20Lighting%20Project.pdf>

Pearse, A. S. 1910. The reactions of Amphibians to light. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 45:159-208.

Peters, A. and K. J. F. Verhoeven (1994). "Impact of artificial lighting on the seaward orientation of hatchling loggerhead turtles." *Journal of Herpetology* 28(1): 112-114.

Rich, C., Longcore, T. (2006). Ecological consequences of artificial night lighting. Washington, DC: Ecological consequences of artificial night lighting/Island Press.

Rydell, J. and Racey, P.A. 1995 Street lamps and the feeding ecology of insectivorous bats. *Symposia of the Zoological Society of London* **67**, 291–307.

Salmon, M. (2003). "Artificial night lighting and sea turtles". *Biologist* **50**: 163–168.

Sustare, B. D. 1977. Characterizing parameters of response to light intensity for six species of frogs. *Behavioural Processes* 2:101-112.

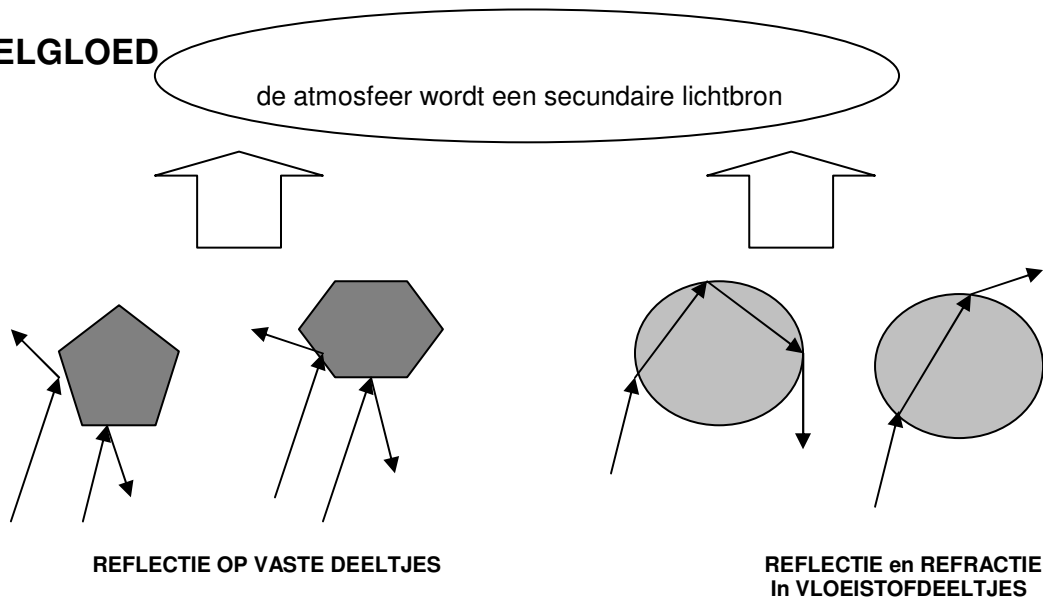
Telfer, Thomas C., John L. Sincock, G. Vernon Byrd, and Jonathan R. Reed. 1987. Attraction of Hawaiian Seabirds to Lights: Conservation Efforts and Effects of Moon Phase. *Wildlife Society Bulletin* 15(3): 406-413. WR 207. Project Number: HI W-018-R/Job R-VI-A.

Verheijen, F. J. (1958). "The mechanisms of the trapping effect of artificial light sources upon animals." *Netherlands Journal of Zoology* **13**:1-107.

Les 3: Beperking van lichtvervuiling en lichthinder vanuit de ontwerpfase

LICHTVERVUILING : Verhoogde helderheid van de nachthemel door gebruik van kunstlicht.

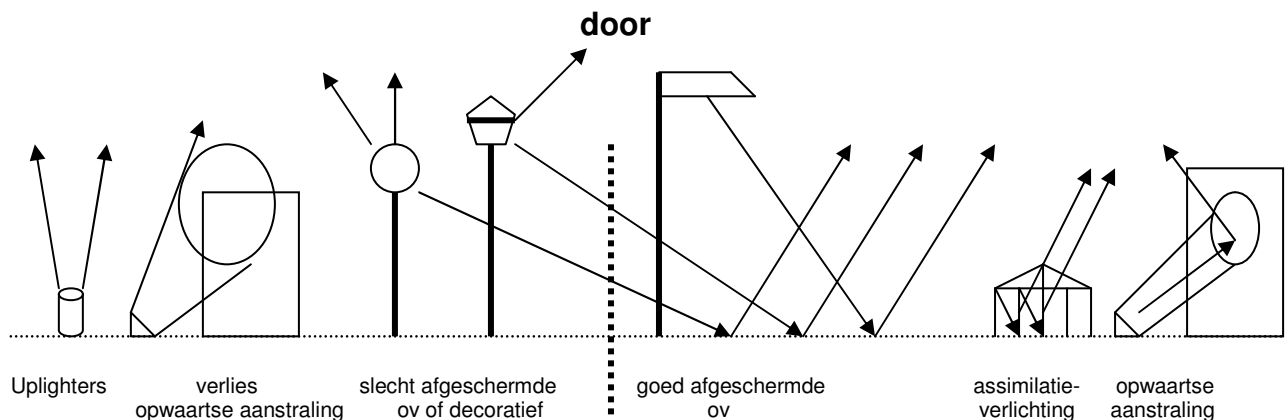
HEMELGLOED



VERSTROOIING

in de

ATMOSFEER



RECHTSTREEKS LICHT

Van de opwaartse lichtstroom komt **100 %** in aanmerking om verder verstrooid worden !

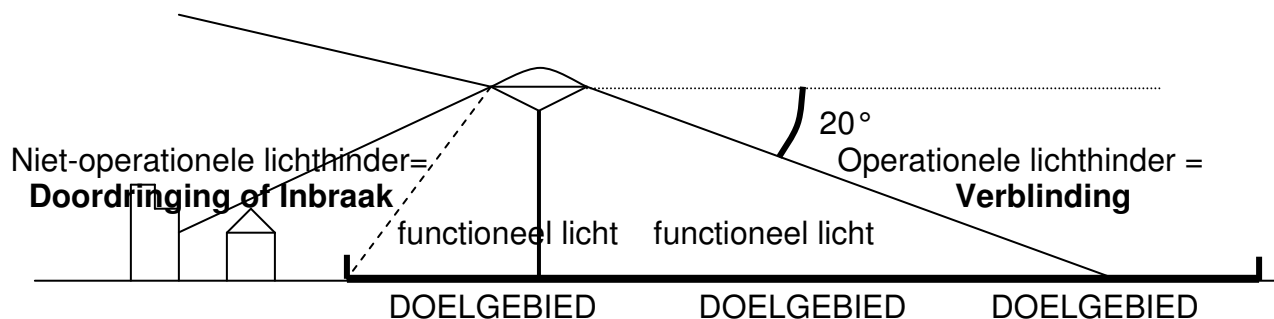
Dit is de **meest schadelijke vorm van lichtvervuiling**, zelfs bij relatief kleine vermogens.

WEERKAATST LICHT

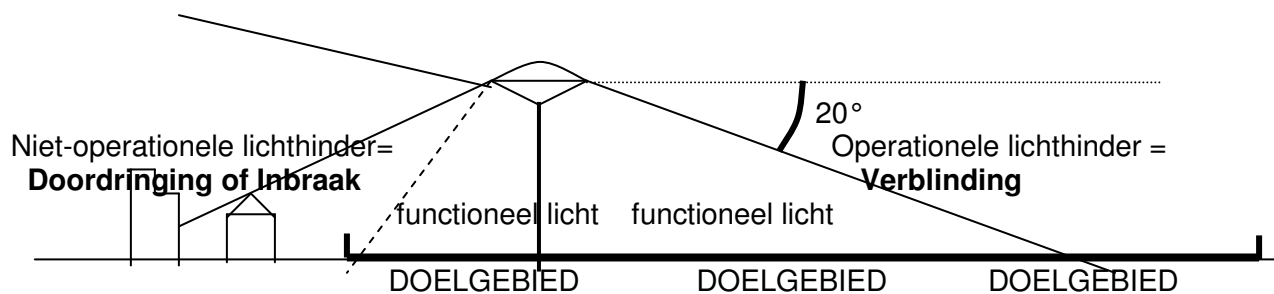
Van de neerwaartse lichtstroom weerkaatst slechts een **klein deel** dat daarna in aanmerking komt voor verdere verstrooiing :

6 % op asfalt,
8 % op beton,
10...12 % op planten

LICHTHINDER : Verstoring van activiteit en levenssfeer van mens, fauna en flora door nutteloze en/of ongewenste aanwezigheid van kunstlicht.



LICHTHINDER : Verstoring van activiteit en levenssfeer van mens, fauna en flora door nutteloze en/of ongewenste aanwezigheid van kunstlicht.



BESLUIT

Lichtvervuiling kan beperkt worden door :

- rechtstreeks opwaarts licht te vermijden
- de hoeveelheid weerkaatst licht te beperken

Lichthinder kan volledig vermeden worden door :

- uitsluitend het doelgebied aan te stralen (zonder doordringing of inbraak).
- niet hoger dan 20° onder het horizontaal vlak aan te stralen (tegen verblinding)

De praktische uitwerking van deze besluiten gebeurt in deel II :

Ontwerptechnische reductie van lichtvervuiling en lichthinder

DE 20°-REGEL :
MAXIMALE WAARNEMINGSEFFICIËNTIE

VAN TOEPASSING OP ALLE FUNCTIONELE VERLICHTING !

Een lichtbron moet zodanig geplaatst worden dat ze een hoek (meestal de hoogte) van minstens 20° met de waarnemingsas maakt.

Aanstraling in een kleinere hoek leidt tot verschillende negatieve effecten die de waarnemingsefficiëntie sterk verminderen.

1) FYSIOLOGISCHE VERBLINDING DOOR SLUIERLUMINANTIE

Indien licht wordt uitgezonden dat zich niet ver van de waarnemingsas bevindt, dan resulteert dit in strooilicht in het oog.

Dit licht wordt enerzijds verstrooid (diffusie) in het glasvocht van het oog, het deel dat het netvlies bereikt wordt voor 80 % (!) in alle richtingen weerkaatst (reflectie).

Het gediffuseerde en gereflecteerde licht komt voor een deel in het beeldpunt (fovea) terecht .

Deze lichtwaas verstoort de waarneming van objecten door contrastdaling of (extreem) totale verblinding.

De sluierluminantie bestaat ALTIJD maar wordt vooral opgemerkt indien deze voldoende hoog is om het normaal zicht te storen.

Uit onderzoek blijkt dat waarneming in richtingen kleiner dan 20° t.o.v. de bron weinig efficiënt zijn .

2) PUPILVERNAUWING

Een mesopisch aangepast oog heeft een pupilopening tussen 7 en 5 mm.

Een lichtbron die zich te dicht bij de waarnemingsas bevindt veroorzaakt pupilvernaauwing tot 2 mm en minder (daglichtinstelling !)

Daardoor worden oppervlakten met lagere luminantie moeilijker zichtbaar en vergroot tegelijk de aanpassingstijd bij overgang naar minder verlichte zones (3-10 s). Daardoor verhoogt het risico in vele situaties.

Pupilvernaauwing is onvermijdelijk wanneer de bron zich op minder dan 30° van de waarnemingsas bevindt

3) VERHINDERING VAN DE INSTELLING VAN MESOPISCH ZICHT

Fotopisch zicht : daglichtsituatie, kegeltjes in het netvlies actief

Scotopisch zicht : nachtsituatie ($<0.05 \text{ cd/m}^2$), staafjes in netvlies actief

Mesopisch zicht : mengfunctie van staafjes en kegeltjes in omgeving met matig kunstlicht.

De aanpassing van fotopisch naar mesopisch zicht duurt 3-5 minuten.

Lichtbronnen binnen 25° van de waarnemingsas verhinderen deze aanpassing en er ontstaat een schijnbare nachtblindheid bij overgang naar minder verlichte zones.

4) BALANSVERSTORING HORIZONTALE/VERTIKALE VERLICHTINGSSTERKTE

Het aanstralen van objecten in een kleine hoek met het horizontaal vlak veroorzaakt een lage horizontale en hoge verticale verlichtingssterkte. Daardoor worden horizontale details slecht zichtbaar en zijn verticale details overbelicht.

Tegelijk ontstaan er door schaduwwerking uitgebreide donkere zones.

Vanaf een invalshoek van minder dan 25° met de horizontaal is de balans van de verlichtingssterkte verstoord en daalt de waarnemingsefficiëntie.

AFGELEIDE PRINCIPES : DECENTRALISATIE en COMPARTIMENTATIE

DECENTRALISATIE

Wanneer door een hoge verhouding “breedte doelgebied/paalhoogte” het doelgebied niet volledig kan aangestraald worden met uitrichting van het toestel volgens de 20°-regel, dan moet gekozen worden voor een opstelling met meer lichtpunten die elk apart aan deze regel beantwoorden.

Hoger inclineren van het toestel is NOOIT een oplossing door de snelle daling van de waarnemingsefficiëntie.

Tegelijk treedt in toenemende mate lichtvervuiling op.

BIJKOMENDE VOORDELEN VAN VER DOORGEDREVEN DECENTRALISATIE

Door de beperktheid van het maximum lampvermogen, in combinatie met de vorm van de lichtbundel, zal er steeds een **minimaal aantal toestellen** nodig zijn om de benodigde luminantie in het doelgebied te verkrijgen.

Hetzelfde doel kan ook bereikt worden door een **groter aantal toestellen van een kleiner vermogen** op hetzelfde doelgebied toe te passen.

Dit geeft verschillende voordelen, in volgorde van belangrijkheid :

- **hogere uniformiteit** en de daaruitvolgende **daling van de totale benodigde lichtstroom**
- **het ruimtelijk aandeel van de nevenbundels aan de periferie** van het doelgebied wordt verhoudingsgewijs **kleiner** dan bij het gebruik van een groter aantal toestellen.
- minder kans op **verre doorstraling** buiten het doelgebied door de kleinere inclinatie van de toestellen.
- minder kans op **schaduwzones** door het groter aantal aanstralingshoeken.
- verhoogde **veiligheid** bij uitval van een lichtpunt door het verhoudingsgewijs kleinere niet-verlichte oppervlak in het geheel.

Daarom is het zinvol om met **20 % meer inplantingspunten** te werken t.o.v. het strikte minimum.

Vb : 6 i.p.v. 4, 8 i.p.v. 6, enz

Voorbeelden :

- nieuwe benedenparking SCW (Koopcentrum Sint-Niklaas) met Neos 2
- nieuw voetbalterrein Sinaai met 6 palen en 8 x 1000 W Philips Optivision

COMPARTIMENTATIE

Bij grotere oppervlakten, die verlicht worden door aaneensluitende bundels (lineair of tweedimensionaal), moet de verblinding vermeden worden die ontstaat door inkijk op

bronnen die niet meer betekenisvol bijdragen tot de verlichtingssterkte op de plaats van de waarnemer.

Dit wordt gerealiseerd door te werken met individueel sterk gedefinieerde lichtbundels (= maximaal aandeel van de lichtstroom in de hoofdbundel, beperkte nevenbundel) zodat sterke doorstraling boven 20° onder het HVT vermeden wordt.

Daardoor wordt het oppervlak a.h.w. verdeeld in vakken die hun licht enkel vanuit de meest nabije bronnen ontvangen.

Dit is het principe van de COMPARTIMENTATIE.





LICHTBUNDELS

TERMINOLOGIE

Bundel : ruimtelijk model van de lichtstroom die de armatuur verlaat.

Hoofdbundel : bundelgedeelte waar de lichtsterkte voor het bereiken van het beoogde luminantieniveau gerealiseerd wordt, meestal door combinatie van rechtstreekse straling met reflectie/refractie.

Nevenbundel : bundelgedeelte waar de lichtsterkte te laag is voor het bereiken van het beoogde luminantieniveau, meestal het buitenste bundeldeel waar enkel nog rechtstreekse straling van de brander of reflectie werkzaam is.

HVT : **H**orizontaal **V**lak door het **T**oestel, belangrijkste referentievlak voor lichthindervrije toepassingen.

Doelgebied : oppervlak waar de verlichtingsfunctie vereist is.

VOORBEELDEN

HIGH DEFINITION GRIDS (HDG's)

WERKINGSPRINCIPE

Een HDG bestaat uit lamellen die in en rond de beoogde hoofdbundel worden geplaatst, evenwel zonder deze laatste betekenisvol te hinderen.

De vlakken zijn reflecterend of absorberend, naargelang de functie in het geheel.

De lichtstroom van bron en reflector worden **apart** beheerst.

Door hun beurtelings **afschermende en terugkaatsende werking** worden nevenbundels geblokkeerd en gedeeltelijk teruggekaatst naar het doelgebied.

Daardoor ontstaat een **hooggedefiniëerde hoofdbundel** met **verhoogde lichtsterkte**.

Het aantal lamellen, de vorm en plaatsing zijn specifiek voor elke armatuur en toepassing (grote doelgebied, paalhoogte, oriëntatie).

Daardoor is het ontwerp en uitvoering de taak van gespecialiseerde bedrijven.

Een HDG kan uitgevoerd worden als toegevoegde module voor bestaande armaturen en kan ook standaard in nieuwe modellen geïntegreerd worden.

EFFECTEN

Maximale afscherming van de omgeving tegen ongewenst licht.

Verhoging van rendement door recuperatie van licht van de nevenbundels naar de hoofdbundel.

Gevolg : vaak kan een lager vermogen geïnstalleerd worden t.o.v. de situatie zonder HDG's.

Verhoging van uniformiteit op het doelgebied.

VOORBEELDEN

Verbeterde versie armatuur Z18 (Schröder) voor openbare verlichting.

KEUZE-RICHTLIJNEN TOESTELLEN

- in alle gevallen kiezen voor toestellen met een zo klein mogelijke nevenbundel, een zo groot mogelijk aandeel van de lichtstroom moet tot de hoofdbundel behoren.
- Nevenbundels maximaal afschermen, eventueel terugkaatsen naar het doelgebied door middel van (reflecterende) paralumen = hoog gedefinieerde lichtstroom.
- Nevenbundels enkel toelaten als aansluiting van lichtbundels binnen éénzelfde doelgebied

II. ONTWERPTECHNISCHE REDUCTIE van LICHTVERVUILING en LICHTHINDER

De gebruikte voorbeelden zijn afkomstig uit het gamma van verschillende producenten.

Ze zijn niet representatief voor de algemene kwaliteit van de producent en vertegenwoordigen ook niet expliciet zijn verlichtingsfilosofie

Alle producenten hebben voor verschillende soorten toepassingen zowel aangeraden als afgeraden types in hun gamma.

De getoonde voorbeelden hebben op generlei wijze de bedoeling om de voorkeur voor een bepaalde producent te stimuleren.

Het is aan de gebruiker om zich zo ruim mogelijk te informeren over de bestaande verlichtingsproducten/verlichtingsconcepten en deze te toetsen aan de inhoud van deze syllabus.

DE 4 BASISPRINCIPES

Uit het onderzoek van de OORZAKEN (deel I. Inleiding) kan afgeleid worden dat lichtvervuiling en lichthinder aanzienlijk gereduceerd kunnen worden door het systematisch toepassen van 4 principes bij het ontwerpen van verlichtingsinstallaties.

RECHTSTREEKS OPWAARTS LICHT kan vrijwel volledig vermeden worden door

1. het principe van de NEERWAARTSE LICHTSTROOM

WEERKAATST OPWAARTS LICHT kan aanzienlijk beperkt worden door

2. het principe van het MINIMUM DOELGEBIED
3. het principe van de MINIMUM LUMINANTIE met MAXIMALE UNIFORMITEIT
4. het principe van de MINIMUM GEBRUIKSPERIODE

Ideale combinatie van 3. en 4. door ACTIEF LICHTBEHEER met o.a. DIMMING en LOGISCH ACTIEVE SCHAKELING

of in een eenvoudige one-liner :

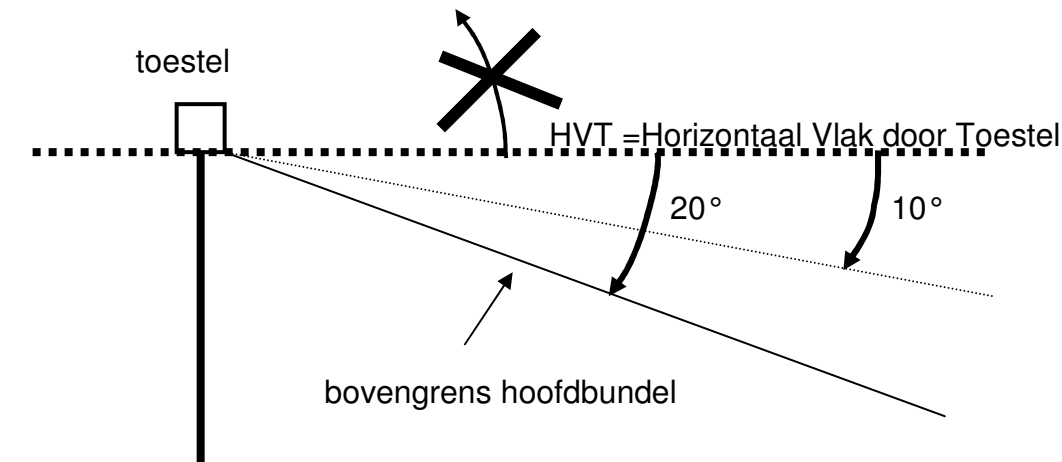
Steeds verlichten met NEERWAARTS GERICHTE bundel,
enkel WAAR nodig, WANNEER nodig,
en met de JUISTE VERLICHTINGSSTERKTE

UITWERKING

PRINCIPE VAN DE NEERWAARTSE LICHTSTROOM

Bij alle toepassingen moet zoveel mogelijk neerwaarts verlicht worden.

ALGEMENE WERKWIJZE



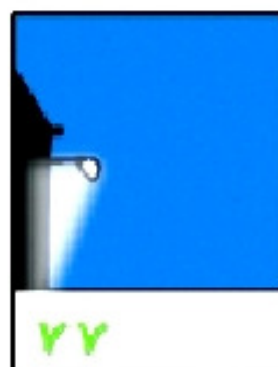
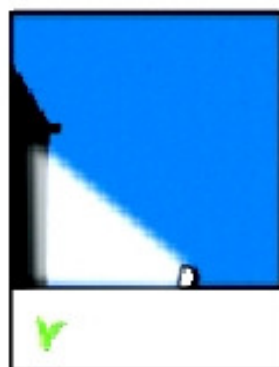
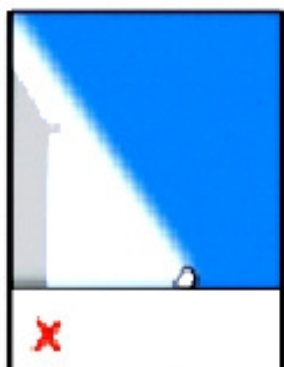
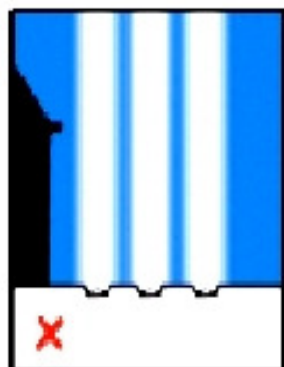
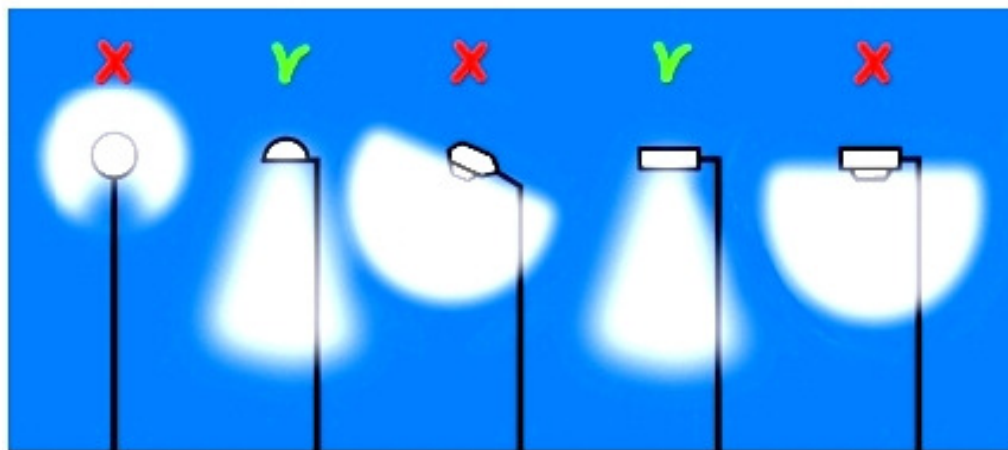
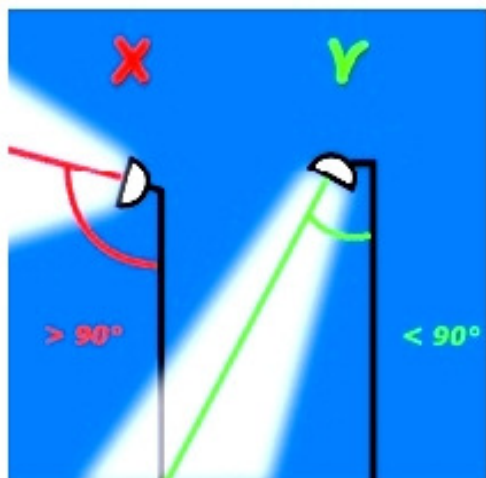
- **Het hoogste grensvlak van de hoofdbundel mag niet hoger opwaarts dan 20° onder het HVT gericht zijn.**

Dit beantwoordt aan de 20°-regel : een hogere inclinatie werkt steeds negatief (operationele verblinding) voor de waarneming.

GEVOLG : Indien door een hoge verhouding “terreinbreedte/paalhoogte” de bundel niet ver genoeg reikt, dan bestaat de juiste oplossing uit het gebruik van meer lichtpunten en NIET uit het hoger inclineren van de bundel.

- **Geen enkel ander deel van de bundel mag hoger dan het HVT waarneembaar zijn, liefst niet boven 10° onder dit vlak**
= Full Cutoff Systeem
- Horizontaal, schuin opwaarts of vertikaal verlichten wordt **volledig vermeden**, tenzij :
 - bij uitzonderlijke situaties waarbij geen enkele andere mogelijkheid bestaat om het doelgebied aan te stralen (zie verder monumentverlichting).**In dat geval moeten de algemene EN bijzondere werkwijze van het “principe van het minimum doelgebied” volledig toegepast worden (zie verder).**

Het Vlaams Gewest vraagt uitdrukkelijk de toepassing van deze voorschriften in de brochure “Wegverlichting zonder Lichthinder” (nov 2003).



IN DE PRAKTIJK

Onderzoek kritisch de toestellen en opstelling/afregeling bij elk ontwerp !

A) GEWONE OV (weg- en terreinverlichting)

Gewone OV-toestellen zijn meestal ontworpen met efficiënte neerwaartse lichtstroom. Toch hebben sommige toestellen een grotere UFF (Upward Flux Fraction) dan andere. Dit hangt vooral af van de vorm van de lichtkap en de lamppositie. OV-toestellen van de nieuwe generatie hebben een UFF van 0 %.

VOORKEUR

Reflectortoestellen met als eigenschappen :

- performante spiegeloptiek voor regelmatige spreiding in de lengte-as van de weg tot 15-20° onder het HVT.
- Full Cutoff : geen verstraling hoger dan 10° onder het HVT.
- Minimale dwarsverstraling buiten het wegdek (eventueel front- en achterparalumen) indien geen aanvullende verlichting naast de weg nodig is.
- Kleine brander voor goede beheersbaarheid lichtstroom.
- Vlakke lichtkap, om spreiding in de lengte-as te optimaliseren wordt best gebruik gemaakt van een antireflectie coating.

Voorbeelden :





paralumen tegen verre horizontale doorstraling

Moderne refractoroptiek met Full Cutoff van de refractorelementen :

Nog in ontwikkeling

MINDER GOED

Reflectortoestellen met **diep gebolde lichtkap**.

Grotere UFF door schuin opwaartse reflectie van bron en/of reflector op de binnenkant van het glas.



TE VERMIJDEN

Klassieke refractoroptiek, zowel met grote (NaLP) als kleine (NaHP, MH) branders wegens groot opwaarts verlies door lichtdiffusie in de refractorelementen

De moderne spiegeloptieken laten eenzelfde spreiding toe zodat grote paalafstanden kunnen behouden blijven.







OPSTELLING/AFREGELING

Steeds met minimum inclinatie om het doelgebied te verlichten.



GEBRUIK VAN DE LICHTKAP

Type lichtkap	diep gebold (PMMA / PC)	Licht gebold glas (ESG)	Vlak glas (ESG)	Vlak glas met anti-reflectie coating
				
Graad van efficiëntie η_{LB}	78 %	76%	74 %	79 %
T_i	% Dicht bij paal 10,58 Ver van paal 3,87	% Dicht bij paal 9,7 Ver van paal 3,8	% Dicht bij paal 8,46 Ver van paal 3,62	% Dicht bij paal 9,75 Ver van paal 4,28
Maximale afstand	52 m	49 m	48 m	52 m

Uit bovenstaande figuur kunnen we afleiden dat bij armaturen met een vlakke lichtkap het minste licht naar boven gaat. Door gebruik te maken van een antireflectie coating is de efficiëntie groter dan bij eender andere lichtkap en kunnen dezelfde paalafstanden gebruikt worden.

B) PROJECTOREN voor TERREINVERLICHTING

Door het groot vermogen van de brander is een strikte beheersing van de lichtstroom essentieel.

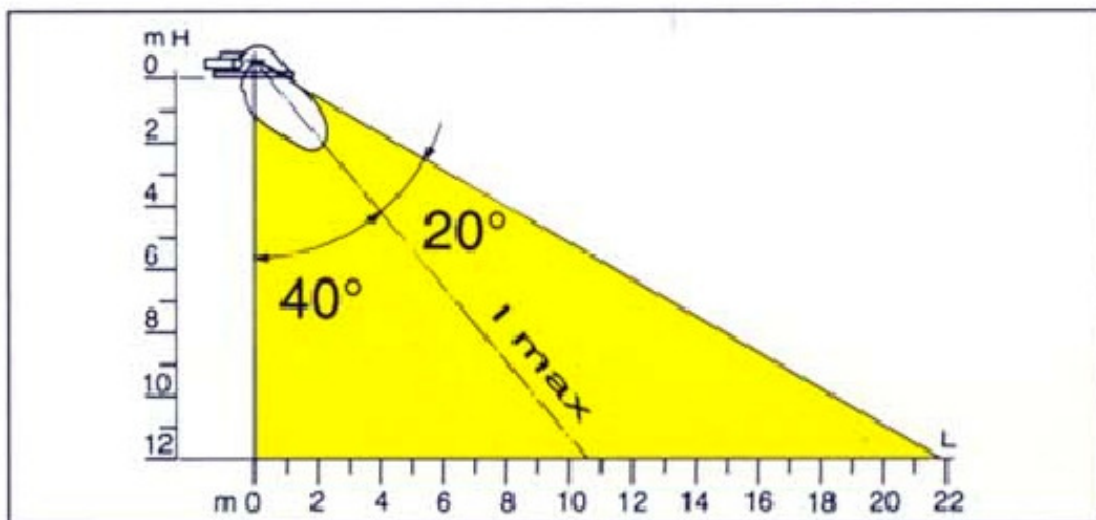
VOORKEUR

Sterk asymmetrische reflectortoestellen met als eigenschappen :

- uitvalshoek 50° - 60° t.o.v. de loodlijn op het frontglas.
- Gladde of gesatineerde reflector.
- Full Cutoff : geen verstraling hoger dan 10° onder HVT
- Aanvullende deflector of paralumen

Montage steeds met minimale inclinatie : $0 - 10^{\circ}$

Voorbeelden :



VERMIJDEN

Zwak asymmetrische reflectortoestellen met uitvalshoek 15- 45° t.o.v. de loodlijn op het frontglas.



Redenen :

Door de zwakke asymmetrie moet het toestel zodanig veel geïnclineerd worden om het doelgebied te bereiken dat de brander rechtstreeks kan doorstralen boven 10° onder het HVT, zelfs boven het HVT.

Tegelijk doen zich dezelfde verschijnselen voor als bij de symmetrische open projectoren (zie verder)

Zwak asymmetrische projectoren zijn daarom alleen geschikt voor het verlichten van terreinen bij verhouding paalhoogte/terreinbreedte 1/1 tot 1/2

Montage :

inclinatie beperken zodat geen doorstraling van de brander hoger dan 10° onder het HVT ontstaat.

ABSOLUUT TE VERMIJDEN

Symmetrische open projectoren, zowel met als zonder deflector boven de brander.



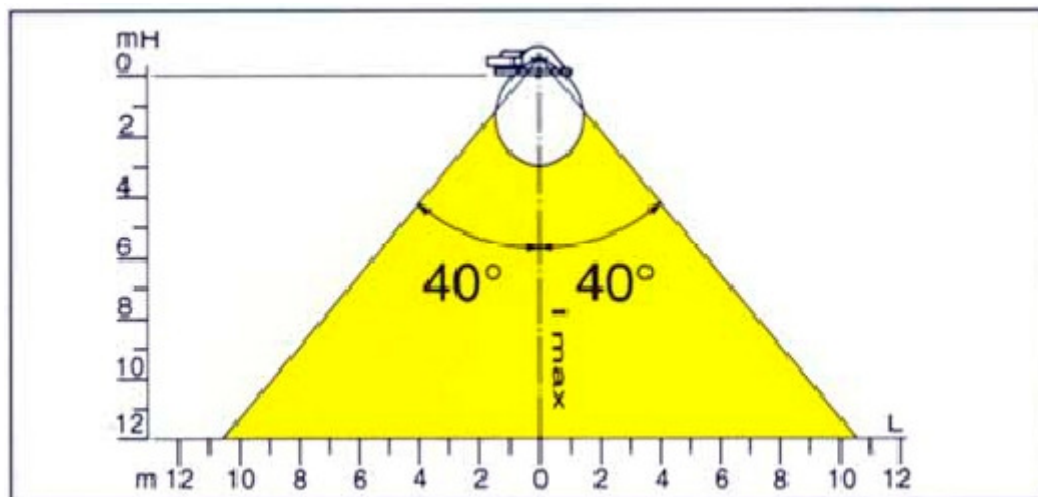
Redenen :

- Zonder deflector ontstaat rechtstreekse doorstraling van de brander tot 60-70° boven het HVT = zeer zware lichtvervuiling.
- ook met deflector is de brander vaak onvoldoende afgeschermd tegen doorstraling boven 10° onder het HVT = zware lichthinder omgeving !
- de sterke lichtdiffusie op het reflectoroppervlak is zichtbaar in een groot gebied (30-50°) buiten de hoofdbundel en dus ook boven het HVT = zware lichthinder en lichtvervuiling.

Hierbij is uitgegaan van de klassieke afregeling van dergelijke toestellen :
inslagpunt van het centrum van de hoofdbundel tussen 57 en 66 % van de terreinbreedte,
vanaf het toestel gemeten.

Besluit :

Deze toestellen kunnen enkel toegepast worden voor zeer lage inclinatie of vrijwel loodrecht neerwaartse aanstraling.



C) DECORATIEVE VERLICHTING

Door de **grote verscheidenheid aan lichtbeheersingstechnieken** bij deze toestellen is een individuele beoordeling met een flinke dosis inzicht en gezond verstand nodig.

Een test met een werkend toestel of bezoek aan bestaande installatie is aangewezen.

Als **BEOORDELINGSMETHODE** wordt deze vragenreeks gebruikt :

- 1) komt er rechtstreeks licht van de bron boven het HVT ?
- 2) ontsnapt er sterke weerkaatsing of refractie uit één van de toestelelementen boven het HVT ?
- 3) is er substantiële lichtdiffusie zichtbaar boven het HVT ?

UITZONDERING

Een licht opwaartse lichtstroom is toelaatbaar bij opstelling van decoratieve toestellen in een dicht ingesloten omgeving (gebouwen e.a.) die verdere doorstraling verhindert en waarbij het licht een nuttige functie heeft.

VOORKEUR

Toestellen voor directe verlichting met :

- een Full Cutoff OV-reflector binnenwerk.
- zo weinig mogelijk hard reflecterende delen onder de bron.
- zo weinig mogelijk opwaartse reflectie vanuit binnenkant lichtkap.

Voorbeelden :





Toestellen voor indirecte verlichting

Bij indirecte verlichting wordt een diffuus of semi-diffuus reflecterend oppervlak aangestraald zodat dit als een secundaire bron gaat werken (diffusor)

Ze zijn enkel toepasbaar indien **zonder opwaartse lichtlekken**:

- primaire bron (brander) niet zichtbaar is buiten de reflector = geen rechtstreekse aanstraling van objecten of atmosfeer
- het actieve deel van de diffusor niet zichtbaar is boven het HVT

Voorbeelden : vrijwel onbestaande.....

VERMIJDEN

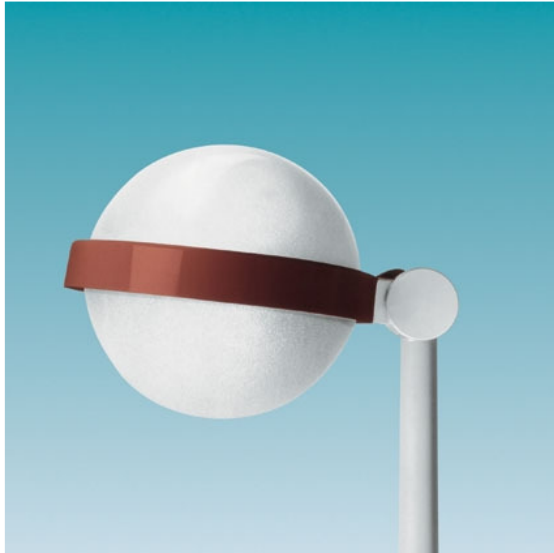
Toestellen met rechtstreekse bronstraling of harde reflectie boven het HVT, ongeacht het werkingsprincipe

Voorbeelden : directe en indirecte verlichting met opwaartse “lichtlekken”



Decoratieve refractortoestellen met actieve elementen zichtbaar boven het HVT

Voorbeelden : : “bollen” in melkglas, wanden in gestructureerd glas.



Voorbeelden : refractorblokken (de zgn “wallpacks”)



het doorstralings-effect van wallpacks boven het HVT

D) MONUMENTVERLICHTING/PUBLICITEIT

Hierbij wordt gebruik gemaakt van een combinatie van decoratieve toestellen en projectoren.

Voor de **decoratieve toestellen** : zie punt C

Voor de **projectoren** :

AANGERADEN WERKWIJZE

- **rechtstreeks neerwaartse aanstraling** van onder vooruitspringende delen van het gebouw (dakranden, balkons, borstweringen, overhangen,..)
Voorbeelden : Corus
- **diagonaal neerwaartse/inwaartse aanstraling** vanop vooruitgeschoven delen van een gebouw naar de achteruitliggende delen.
Voorbeelden :
- neerwaartse aanstraling vanop dichtbij tegenoverliggende/aangrenzende gebouwen.
- opwaartse straling vermijden wordt door het **licht op te sluiten tussen de architectonische elementen** door diagonale inwaartse aanstraling
- diffusie-elementen (matglas, gestructureerd glas) uitsluitend in horizontale of zeer schuin neerwaartse positie gebruiken.

STERK AFGERADEN

- opwaarts gerichte projectoren (uplighters)



- opwaarts scheerlicht met gevelspots



- grondspots !!!



Om het “grondeffect” (oplichtende zones in het grondvlak) te bekomen kan beter gebruikt gemaakt worden van LED-tegels in matglas.

Bij al deze technieken is een groot rechtstreeks opwaarts lichtverlies onvermijdelijk, zelfs met toepassing van verschillende middelen om de bundel te begrenzen.

EEN ZEER GOED VOORBEELD ALS TEGENHANGER...



Hier is gebruik gemaakt van neerwaartse en zeer goed gecompartmenteerde verlichting van het gebouw. De openbare weg en parking is op gelijkaardige manier verlicht.

OPMERKING

Maak creatief gebruik van de nieuwe technologieën en toestellen om opwaarts licht te vermijden.

NOODCLAUSULE

In uitzonderlijke situaties, waarbij geen enkele mogelijkheid bestaat om het opwaarts aanstralen van het doelgebied te vermijden, moeten de ALGEMENE en BIJZONDERE MAATREGELEN van het “PRINCIPE VAN HET MINIMUM DOELGEBIED” volledig toegepast worden.

PRINCIPE VAN HET MINIMUM DOELGEBIED

Verlichting mag uitsluitend gericht zijn op de plaats waar het nodig is : het doelgebied.

Al het licht dat vanaf het toestel (lamp én reflector/refractor) buiten dit doelgebied terechtkomt moet afgeschermd worden.

ALGEMENE WERKWIJZE

KEUZE TOESTELLEN

Verlichtingstoestellen selecteren met :

- **best passende bundel**/ beste mogelijkheden voor **bundelcombinatie** voor het doelgebied (= controleer isoluxcurves).
- **best gedefinieerde bundel** (= maximaal aandeel van de lichtstroom in de hoofdbundel, zeer beperkte nevenbundel) met het oog op verblindingsreductie door **compartimentatie**.

Lichtbundels controleren met **diafragma's, paralumen High Definition Grids** (HDG, zie deel I.Inleiding) zodat het licht uitsluitend op het doelgebied komt.

OPSTELLING/AFRICHTING

Juist oriënteren lichtbundels:

- hoofdbundel steeds volledig BINNEN doelgebied.
- Toepassen 20°-regel !

Bij uitgebreide oppervlakten :

- INWAARTS aanstralen vanaf de buitenkant het doelgebied = aanstraling vanop centrale punten vermijden.
Dit beperkt buitenwaarts verlies en doorstraling.
- DECENTRALISATIE
- COMPARTIMENTATIE

Licht dat ongehinderd doorheen de installaties gaat of gedeeltelijk weggericht is van het doelgebied vermijden, desnoods blokkeren.

IN DE PRAKTIJK

Verlichtingstoestel(len) en inplantingspunt(en) kiezen in functie van de grootte en vorm van het doelgebied.

We onderscheiden **lineaire opstelling** (wegen, smalle terreinen), **tweedimensionale opstelling** (uitgebreide terreinen) en **hoge complexe installaties**

1) LINEAIRE OPSTELLING of WEGCONFIGURATIE

VOORKEUR

OV-optiek met combinatie van beste spreiding in lengte-as van de weg (met respect van de 20°-regel) **en minimale dwarsverstraling**.

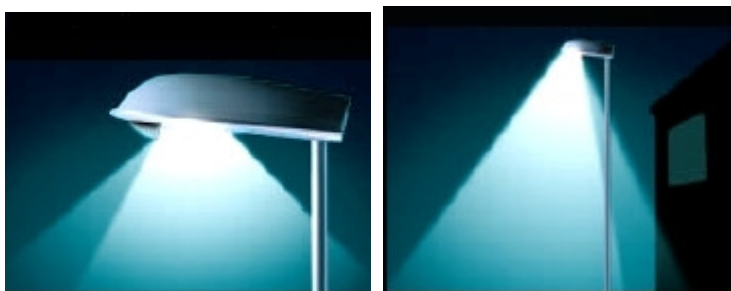
Opstelling met **juiste tussenafstand** voor behoud uniformiteit min/gem 0.40

Dit vereist :

- kleine brander
- performante spiegeloptiek in full-cutoff opstelling
- correcte inclinatie toestel, aangepast aan het doelgebied
- dwarsparalumen en/of HDG's tegen verstraling aan beide kanten naast de weg/fietspad/voetpad-combinatie



correcte africhting



paralumen tegen dwarsverstraling



toepassing paralumen Z18

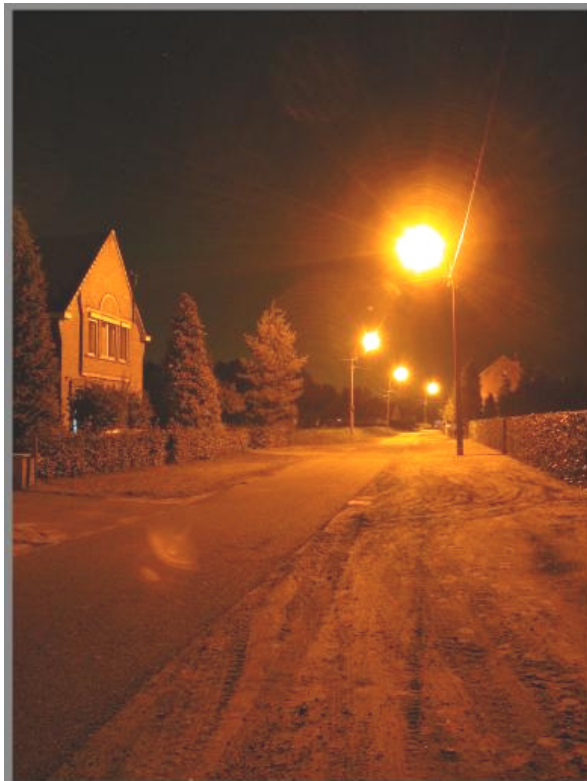
De doorstraling naar de woningen en in de verre omgeving is sterk gereduceerd.

TE VERMIJDEN

Alle toestellen met **grote branders** (lagedruk-natrium, PL,TL), **ongeacht of ze met spiegeloptiek of refractorkap zijn uitgerust.**

Door de grote brander is de lichtstroom slecht beheersbaar. De Isoluxcurves zijn zwak elliptisch, met het toestel in het midden. Daardoor ontstaat er groot lichtverlies dwars van de weg, zowel voor als achter het toestel.

Het betere rendement van deze branders (180 lm/W) wordt teniet gedaan door de slechte beheersbaarheid en resulteert in een toename van de lichtvervuiling door doorstraling en weerkaatsing van de lichtstroom naast het doelgebied.



Vervanging van refractortoestel (links) door goed begrensd reflectortoestel van hetzelfde vermogen.

Meer efficiëntie op de weg en het voetpad, minder verre doorstraling.

2) TWEEDIMENSIONALE OPSTELLING of TERREINCONFIGURATIE

VOORKEUR

Sterk asymmetrische reflectortoestellen met :

- uitvalshoek 50° - 60° t.o.v. de loodlijn op het frontglas.
- Gladde of gesatineerde reflector.
- Full Cutoff : geen verstraling hoger dan 10° onder HVT
- PARALUMEN of HDG's voor bundels die de periferie van het doelgebied verlichten
- Montage steeds met minimale inclinatie : $0 - 10^{\circ}$



Licht uitsluitend in het doelgebied, zeer gering verlies naar nabije omgeving.

VERMIJDEN

Open symetrische of zwak asymetrische projectoren, zelfs met deflector

Problemen : zie “Principe van de neerwaartse lichtstroom”, deel “projectoren voor terreinverlichting”.



Op het hoofdterrein zijn symetrische open projectoren met een eenvoudige deflector gebruikt.

Het opwaarts lichtverlies (lichtvervuiling) en de doorstraling naar de gebouwen achter het terrein (lichthinder) is duidelijk zichtbaar.

Op de terreinen links worden asymetrische projectoren toegepast met een goed afgebakende neerwaartse bundel. De doorstraling is minimaal en het terrein is regelmatig verlicht.

Refractorblokken (de zgn “wallpacks”) voor kleine terreinen, parkings



Zeer ver doorstralend en slecht gedefinieerd licht. Grote diffusie in de atmosfeer. Verlaagt tevens waarnemingscomfort door verblinding.

3) HOGE COMPLEXE INSTALLATIES

Zeer strikte toepassing van :

-DECENTRALISATIE en COMPARTMENTATIE

-Verstraling naast of doorheen de installatie VERMIJDEN OF BLOKKEREN

-Aangepast vermogen met bijzondere aandacht voor de REFLECTIE-EIGENSCHAPPEN van de installatie

VOORKEUR

Wordt bepaald door de eigenschappen van de constructie en doel van de verlichting (veiligheid, controle en onderhoud,..).

- fluorescentielampen in goed afschermd full-cutoff toestellen met vlakke en heldere lichtkap
- kleine projectoren, full-cutoff, helder frontglas, paralumen.

ABSOLUUT TE VERMIJDEN

- niet- of onvolledig afschermd fluorescentielampen.
- Refractor toestellen indien niet full-cutoff

BIJZONDERE WERKWIJZE bij OPWAARTS LICHTGEBRUIK

In de eerste plaats dient de techniek van het opwaarts verlichten vermeden te worden (zie “principe van de neerwaartse lichtstroom”). Enkel indien geen enkele andere mogelijkheid bestaat om het doelgebied aan te stralen kan dit in zeer beperkte mate toegepast worden.

Daarbij worden, naast de voorschriften van de **ALGEMENE WERKWIJZE**, een aantal **BIJKOMENDE MAATREGELEN** genomen om de rechtstreekse doorstraling naar de atmosfeer tot een minimum te beperken :

- **LAGE INCLINATIE** : om verticale overshoot te vermijden, bovenrand van het object werkt als afscherming
- **DECENTRALISATIE** : verschillende lokale lichtbronnen toepassen i.p.v. één algemene lichtbron.
- **NABIJHEID** : toestellen dicht bij het object plaatsen (groter deel van de bundel op het object, kleinere totale lichtstroom nodig).
- **INSLUITING** lichtbundel tegen het object
- **BEGRENZEN BUNDEL** in alle niet-gewenste richtingen door PARALUMEN, HDG's



KORT en BONDIG

“beter een groter aantal kleine, goed gedefinieerde bundels van dichtbij in plaats van enkele zware bundels vanop grote afstand”

PRINCIPE VAN DE MINIMUM LUMINANTIE met MAXIMUM UNIFORMITEIT

BEPALINGEN

LUMINANTIE

De LUMINANTIE van het verlichte oppervlak moet –onafhankelijk van de gebruikte bron – zo dicht mogelijk aansluiten bij de voorgeschreven minimumwaarde noodzakelijk om veilig en efficiënt in de gegeven situatie te functioneren.

D.w.z. MINIMUMNORM = MAXIMUMNORM

Uit metingen van referentiesituaties waarvan de verlichting op lange termijn en door verschillende gebruikers als voldoende wordt ervaren blijkt :
de voorgeschreven minimumnormen zijn ruim voldoende om tegelijk als maximumnormen te kunnen gelden !

Gebruik daarvoor de **TABELLEN met verlichtingsterkten en luminanties** voor verschillende activiteiten (verkeer, bouwterrein, sportveld, parkings, los- en laadplaatsen,enz).

Hou rekening met de **REFLECTIE-EIGENSCHAPPEN** van verschillende materialen.
Eenzelfde lichtbron geeft na weerkaatsing op verschillende materialen sterk verschillende luminanties.

UNIFORMITEIT

De UNIFORMITEIT in een doelgebied met gelijke soort activiteit moet zo hoog mogelijk zijn.

GEVOLG : POSITIEVE TERUGKOPPELING OP DE LUMINANTIE

Bij hoge uniformiteit (min/gem > 0,7) volstaat vrijwel altijd een luminantie die slechts 2/3 tot 3/4 bedraagt van de voorgeschreven minimumwaarde voor situaties met lagere uniformiteit.

BASISPRINCIPE

Het is niet de bedoeling om 's nachts buiten een daglichtsituatie (=fotopisch) te creëren maar wel een mengzichtsituatie (mesotopisch) die een grotere flexibiliteit geeft.

Test

Gebruik in bekende buitensituaties 50 %-folie om u te vergewissen van de eventuele overmaat aan licht. Vaak is het beeld aangenamer en even contrastrijk als de luminantie wordt verminderd !

INFO : ONDERZOEK NAAR NIEUWE LUMINANTIENORMEN VOOR BUITENVERLICHTING

- **STV (Small Target Visibility)-onderzoek :**

Kleine objecten (18 x 18 cm) blijven even goed zichtbaar bij luminantieniveaus die traditioneel als te laag werden beschouwd, vooral als verblinding vermeden wordt. Hoge uniformiteit verbetert de waarneming.

- **Mesotopische adaptatiedrempel-theorie :**

het verlagen van alle luminantieniveaus in de activiteitsomgeving tot binnen het mesotopisch niveau resulteert in een snellere aanpassing bij de overgang tussen de verschillende niveaus en het behoud van onderscheidend vermogen.

Hieruit blijkt dat de klassieke minimumnormen vaak te hoog zijn (30 tot 70 % !) en aanleiding geven tot afwisselend fotopische en mesopische situaties met grote adaptatietijd.

REALISATIE MINIMUM LUMINANTIE

ALGEMEEN

De toestelproducenten en installatie-ontwerpers beschikken over uitgebreide **rekenmodellen** om voor een gegeven situatie en armatuurkeuze het juiste lampvermogen en inplantingspatroon te berekenen.

Daarin kan naar verlichtingssterkte en/of luminantie gerekend worden.
Berekening naar **luminantienorm** is meest aangewezen.

Daarbij moet gestreefd worden naar een **minimale totale lichtstroom** om de vooropgestelde waarden (niveau en uniformiteit) te bereiken.

Modelberekeningen met verschillende toestellen, optieken, bronnen en inplantingspunten zijn aangewezen om deze minimale lichtstroom te realiseren.

MONUMENTVERLICHTING/PUBLICITEIT

Algemeen verlichtingsniveau van de omgeving laag houden zodat de monumentverlichting met normaal vermogen beter uitkomt.

Bij een hoog omgevingsniveau moet ook het niveau van de monumentverlichting mee opgetrokken worden zodat de lichtvervuiling tweemaal toeneemt (reflectie omgeving + monument).

Beperking totaal toegepaste lichtstroom door gebruik van accentverlichting i.p.v. volledige uitlichting met groot vermogen.

Sterke opwaartse weerkaatsing vermijden.

Bij diverse wetgevingen in het buitenland wordt de luminantie van gevels beperkt tot 1 cd/m².

REALISATIE HOGE UNIFORMITEIT

Toestellen kiezen met HOGE INITIËLE UNIFORMITEIT.

DECENTRALISATIE en bij grotere oppervlakten
(zie "Decentralisatie en compartimentatie" bij Inleiding)

Bij monumentverlichting is de hoge uniformiteit niet van toepassing.

Een hoog contrast, vertrekkend vanuit een lager niveau van omgevingslicht, kan daar precies het juiste effect geven zonder overmatige totale lichtstroom.

PRINCIPE VAN DE MINIMUM FUNCTIETIJD

Verlichting werkt uitsluitend in de periode dat zij functioneel is, daarbuiten is zij steeds gedoofd.

Dit betekent :

A) VOOR TERREINEN EN INSTALLATIES

- **Logisch Organisatorisch Schakelen (LOS)** : verlichten volgens lokalisatie en tijdstip van de activiteit
- klokschakeling : voor plaatsen met vast activiteitsschema
- bewegingsmelders : voor plaatsen met lage/onregelmatige gebruiksfrequentie, passage

B) VOOR WEGENVERLICHTING EN PARKINGS

- intensiteitsschakeling : geheel of gedeeltelijk doven met verkeers-intensiteitstellers
- klokschakeling : doven/dimmen buiten activiteitsperiode

C) PUBLICITEIT

- doven buiten activiteitsperiode of samen met openbare verlichting

Opmerking :

Omwille van de lange opstarttijd (5-10 min) zijn bepaalde lamptypes niet geschikt voor zeer flexibele en onregelmatige schakeling : NaLP, NaHP, CDMT, MH enz.

ACTIEF LICHTBEHEER met DIMMING en L.O.S

de ideale combinatie van minimum luminantie/maximum uniformiteit en minimum functietijd

De nieuwe generatie elektronische voedingen met regelbare dimming is beschikbaar. Zowel traploze dimming als stapsgewijs met vastgelegde niveaus wordt aangeboden.

Door dimming kan de verlichtingssterke/luminantie aangepast worden aan de omstandigheden en het tijdstip.

De **AANSTURING** kan gebeuren :

- elk toestel **individueel** (programmeerbare klok)
- **in groep** vanuit een lokaal schakelpunt (kloksturing met aparte signaalkabel of signaal in voedingskabel
- voor het **volledige verlichtingsnet** (kloksturing met aparte signaalkabel of signaal in voedingskabel)

ECONOMISCHE VOORDELEN

- besparing op **verbruik** (10-15 %, zelfs op volle sterkte t.o.v. klassieke voeding !)
- besparing op **lampen** en **onderhoudsbeurten** (40 %) over dezelfde tijdspanne.

Alle lampen verouderen in dezelfde mate, waardoor vervanging volledig rendabel is, i.t.t.

het systeem met wisselende doving van lichtpunten waarbij alle lampen gewisseld

worden, ongeacht het aanmerkelijk verschil in veroudering.

Lichttechnisch voordeel

- **de verlichtingsuniformiteit wordt behouden** omdat alle toestellen blijven werken, maar dan op lager regime, i.p.v. de gedeeltelijke afwisselende doving van toestellen waarbij donkere zones ontstaan.

EXTRA : door behoud van de uniformiteit kan een **lager algemeen luminantieniveau** aangehouden worden, waardoor opnieuw een **besparing** ontstaat **op verbruik en lampenslijtage**.

effect op lichtvervuiling

- is rechtstreeks evenredig met de besparing op lichtvermogen.

BIJLAGE : BIJZONDERE TOEPASSINGEN

VERLICHTING voor BEWAKINGSDOELEINDEN

Het gebruik van sterke en continu werkende verlichting voor bewakingsdoeleinden is geen werkzaam concept.

Redenen :

- Verdachte activiteit wordt enkel opgemerkt bij voldoende grote en/of snelle veranderingen in het beeldveld.

Gevolg : bij constante verlichting met grote intensiteit daalt de waakzaamheid door monotonie van de waarneming. Langzame, kleine veranderingen t.o.v. het grote geheel vallen nauwelijks op.

- een hoge verlichtingssterkte verbetert de zichtbaarheid zowel voor de bewakers als voor de criminelen. De voor- en nadelen nemen in dezelfde mate toe.
- zware criminaliteit laat zich nauwelijks beïnvloeden door verlichting

Oplossingen :

- gedecentraliseerde verlichting met bewegingsmelders/volgsensoren.

Gevolg : zeer opvallend door verhoudingsgewijs grote verandering (lichtsterkte) t.o.v. de omgeving. De activiteit en verplaatsing kan ook meer precies gelokaliseerd worden.

- Lichtgevoelige/beeldversterkende camera's, infraroodcamera's.
Gevolg : verdachte activiteit valt meer op omdat de criminelen minder handig kunnen werken en verplicht zijn om zelf licht te maken. Bovendien is het ook voor hen ook niet duidelijk of ze al dan niet kunnen waargenomen worden.

Enkele illustraties van de niet-functionaliteit :

- ramkraken in goed verlichte en dicht bevolkte centra van grote gemeenten
- home- en carjackings in overvloedig verlichte residentiële wijken met dito opritten.

LED verlichting

LED verlichting wordt meer en meer naar voor geschoven als de oplossing voor energie efficiënt te verlichten. Bij binnenverlichting, zeker in vergelijking met de klassieke halogeenspotjes is dat zeker het geval.

Voor buitenverlichting ligt dit wat complexer. De traditionele LED's leveren ongeveer een 45 lummen per Watt. Dat is heel wat minder dan de klassieke verlichtingsbronnen die gebruikt worden die over het algemeen een efficiëntie hebben tussen de 70 tot 200 lummen per Watt. Ter vervanging van de klassiek straatverlichting en terreinverlichting is LED verlichting momenteel nog niet efficiënt genoeg.

Wel is de volgende generatie van LED's op komst. Deze gaan een veel hogere efficiëntie hebben. Men verwacht dat deze leds een efficiëntie gaan hebben van tussen de 100 en de 150 Lummen per Watt. Deze leds bestaan reeds maar zijn nog niet klaar voor commercieel gebruik. Men moet nog een oplossing zoeken voor het probleem van de warmte die sterk de levensduur doet verminderen. Er wordt verwacht dat de eerste LED's met een dergelijke efficiëntie en bruikbaar voor buitenverlichting verwacht worden tussen nu en 5 jaar en dan een geschatte levensduur kunnen hebben van rond de 25 jaar.

De meest efficiënte LEDs stralen wel vooral licht uit in het blauw witte licht. Dit licht draagt het meest bij tot de lichtvervuiling en heeft ook het meeste effect op de gezondheid en het milieu. Dit is dus niet de beste oplossing. LED's kan men hebben in alle kleuren, echter de efficiëntie neemt met de andere kleuren vaak sterk af.

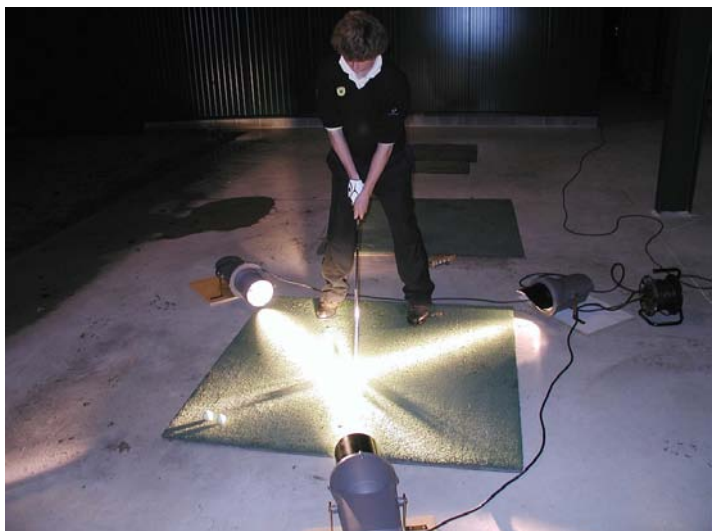
Kunnen LEDs dan totaal niet gebruikt worden voor buiten verlichting? Dat is zeker ook niet waar. De andere lichtbronnen zijn geschikt voor hoge verlichtingsniveaus. LEDs zijn uitermate geschikt voor accentverlichting, of Pad verlichting waar men een stuk lager verlichtingsniveau reeds aan voldoende heeft.

Verlichting van Driving Ranges.

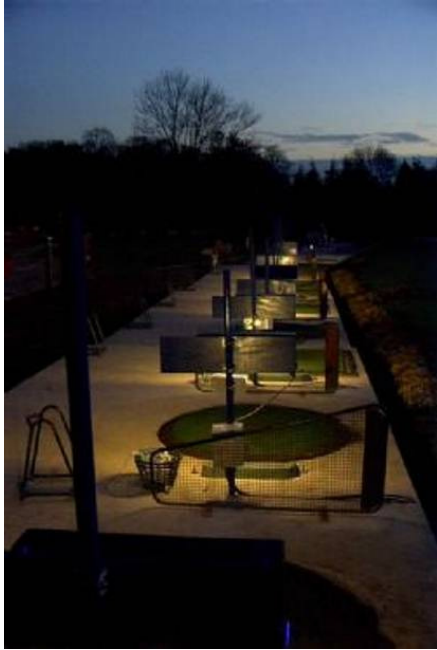
De Vlaamse overheid wenst een democratisering van de Golfsport. Dit betekend ook dat men de mogelijkheid wenst te creëren dat de werkende mensen 's avonds na zijn uren kan gaan Golfen. In de praktijk komt dit veelal neer op het gebruik van Driving ranges in Golf scholen. Het is hierbij de bedoeling dat de deelnemer kan leren op een balletje te kloppen. Hij dient dus te zien wat het traject van het balletje is door de lucht na de afslag.

In de praktijk worden vaak grote spots gebruikt die van achter de spelers het licht rechtstreeks de atmosfeer in stralen onder een relatief lage hoek. Het gaat hierbij vaak over vermogens van rond de 16000 Watt. In de meeste gevallen zijn dergelijke golfscholen vlak naast natuurgebied gelegen en vormen ze zo een bedreiging voor de leefomgeving. Ook zorgen ze voor tot op grote afstand voor verblinding op wegen en hinder.

Preventie Lichthinder vzw werkte een oplossing uit waarbij het



gebruikte golfballetje een fluorescerende coating kreeg. Het balletje wordt dan door een spot die het afslagpunt verlicht opgeladen. Het balletje is makkelijker door de lucht te volgen omdat het lichtgevende balletje een groter contrast heeft met de donkere achtergrond, in vergelijking van een wit balletje ten opzichte van een totaal uitgelichte hemel. Test met professionele golfers wees uit dat deze daar behoorlijk enthousiast over waren.



Dit leidde tot meer respect voor Vlarem, maar eveneens een belangrijke energiebesparing. In deze oplossing konden maar liefst 220 afslagpunten van licht voorzien worden om een zelfde verbruik te hebben als met de oude oplossing.

Een firma uit het Verenigd Koninkrijk heeft een verbeterde oplossing uitgewerkt voor het verlichten van het afslagpunt. Hierbij worden de fluorescerende golfballen in een machine gestoken die naast het afslagpunt staat. Binnenin brandt eveneens een licht die zorgt dat de balletjes worden opgeladen. Met een druk op den knop wordt een palletje op het afslagpunt gelegd dat nog licht wordt aangeschoten. Per afslagpunt heeft men zo nog slechts 50 Watt nodig. Dit betekent dat met een zelfde vermogen als de originele oplossing ongeveer een 300 afslagpunten kunnen uitgerust worden.

Kadervorming Lichthinder

Les 4: Tips en voorbeeldactiviteiten voor de Nacht van de Duisternis en beleidsacties

In de vorige lessen is het probleem van lichthinder duidelijk in kaart gebracht. In les 2 zag u ondermeer welke sectoren verantwoordelijk zijn voor het probleem en in les 1 en 3 kwam uitgebreid aan bod hoe lichtvervuiling kan worden aangepakt. De problemen zijn gekend, er is een ondersteunend wetgevend kader, de oplossingen zijn voor handen. Het is dus een kwestie van de beleidsmakers te overtuigen zodat er prioriteiten gesteld kunnen worden.

Want lichtvervuiling aanpakken is een win-win-situatie voor de burger én het milieu. We besparen energie, verspillen minder belastinggeld en lossen meteen een milieuprobleem op. In feite is lichtvervuiling één van de makkelijkst op te lossen milieuproblemen: negatieve effecten die op lange termijn blijven doorwerken, ook na het nemen van maatregelen, zijn er eigenlijk niet! Het probleem kan –mits het stellen van de nodige prioriteiten- op korte termijn opgelost worden. Dit in tegenstelling tot bijv. klimaatverandering, een chemisch proces dat in gang gezet en dat –ook als we morgen stoppen met de uitstoot van broeikasgassen- nog decennia zal blijven doorgaan...

Zoals we eerder al zagen situeren de problemen zich op verschillende vlakken. Veel lichthinder wordt niet doelbewust veroorzaakt, maar eerder uit onwetendheid. Dit geldt zowel voor burgers als voor overheden of bedrijven. Sensibilisatie is dus een erg belangrijk instrument als we lichthinder willen tegengaan.

Uit les 3 hebben we onthouden dat de gemeenten een uitermate belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het oplossen van het lichthinderprobleem. Zij beheren namelijk het merendeel van de Vlaamse wegen (meer dan 60.000 km gemeentelijke wegen) en staan ook in voor klemtoon- en vaak ook sportterreinverlichting op eigen grondgebied. Bovendien kan een gemeente een politiereglement rond lichthinder opmaken en kan ook de handhaving onder gemeentelijke bevoegdheid vallen.

1. Sensibilisatie: Nacht van de Duisternis

Doof het licht op de Nacht van de Duisternis

Op zaterdag 28 maart 2009 vindt voor de 14e maal de **Nacht van de Duisternis** plaats, een campagne die gemeenten wil overtuigen om **rationeel om te springen met openbare verlichting en om lichthinder zoveel mogelijk te beperken**. Op deze nacht vragen Bond Beter Leefmilieu, vzw Preventie Lichthinder en de Vereniging voor Sterrenkunde aan de gemeentebesturen om de openbare verlichting en klemtoonverlichting te doven. En om samen met lokale verenigingen knusse activiteiten in het duister te organiseren. Kortom, om mensen te laten **proeven van de gezelligste nacht van het jaar**.

In 2008 kwamen naar schatting ruim 18.000 mensen af naar lokale activiteiten in 109 (geregistreerde) gemeenten. BBL roept gemeenten op om op 28 maart 2009:

- De openbare **verlichting** en klemtoonverlichting te **doven**.
- Een gezellige activiteit te organiseren die het belang van een duistere nacht in de verf zet.
- De **activiteit te registreren** op www.nachtvandeduisternis.be.

Tussen 20u30 en 21u30 kunt u tijdens de Nacht bovendien speciale aandacht besteden aan het **internationale Earth Hour van WWF**. Wanneer u (een deel van) uw verlichting symbolisch dooft, kan u zich eveneens registreren bij www.earthhour.be. Op die manier neemt u deel aan een internationale oproep aan steden, bedrijven en burgers om

klimaatverandering tegen te gaan en geeft u zo een signaal naar de volgende klimaatconferentie in Kopenhagen.

Neem tijdig contact op met de contactpersoon van **uw netbeheerder** om te weten wat de mogelijkheden zijn op de Nacht van de Duisternis. Zowel Eandis als Infrax verlenen hun medewerking aan de nacht van de duisternis en voorzien een formule om de verlichting geheel of gedeeltelijk te doven. U ontvangt hierover een rechtstreekse communicatie van hen.

In 2009 geldt voor Eandis het volgende:

- Als verlichting kan gedoofd worden tijdens de kantooruren op vrijdag en terug aangestoken worden tijdens de kantooruren op maandag (dus hele weekend gedoofd), zal EANDIS dat gratis doen.
- Als ze verlichting doven gedurende zaterdag overdag en terug ontsteken gedurende zondag overdag, dus een nacht gedoofd, dan wordt hiervoor de werkuren aangerekend.
- Indien de gemeente een publieksactiviteit organiseert in het kader van de nacht van de duisternis, zijnde een lezing, wandeling, sterren kijken.... kan ze daarvoor bij EANDIS een premie van 400 euro ontvangen. Die kan gebruikt worden om verlichting gedurende die nacht te doven of voor andere zaken ter ondersteuning van de activiteit. Wie dus een activiteit organiseert, kan best contact opnemen met de gemeente en voorstellen op samenwerking. De gemeente kan dan de premie aanvragen en daarmee de activiteit ondersteunen.

Lichthindertour

Wat?

Een wandeling langs goede en slechte voorbeelden van buitenverlichting. Op die manier worden de principes van verlichten zonder hinder duidelijk gemaakt. Bedoeld voor handelaars, bedrijfsleiders, milieuambtenaren, technische diensten en geïnteresseerden.

Doel?

Op zaterdag 15 maart is het de 13e Nacht van de Duisternis. Deze campagne van Bond Beter Leefmilieu (BBL), de Vereniging voor Sterrenkunde (VVS) en vzw Preventie Lichthinder heeft als doel dat gemeenten rationeler omspringen met buitenverlichting. Goede buitenverlichting verspreidt het licht enkel daar waar er licht moet zijn en overdrijft niet in lichtsterkte. Eenvoudige principes, maar niet iedereen past deze toe. Vaak is verlichting naar boven gericht, recht de hemel in of wordt er gewoon te veel en te sterk verlicht.

Op de Nacht van de Duisternis wordt aan gemeenten gevraagd om zoveel mogelijk buitenverlichting en klemtoonverlichting te doven. Daarenboven vragen we aan gemeenten om in samenwerking met de plaatselijke (milieu)verenigingen en sterrenkundeverenigingen een activiteit te organiseren 'ter ere van de Nacht'.

Meer info over de Nacht van de Duisternis vindt u op www.bblv.be/nacht.

Formule: wandeling langs goede en slechte praktijkvoorbeelden

Een wandeling in het stads- of gemeentecentrum of industrieterrein toont goede en slechte voorbeelden van buitenverlichting. De uitleg tijdens de wandeling over de buitenverlichting en de principes van verlichten zonder hinder wordt gegeven door de vzw Preventie Lichthinder. Het voordeel van zo'n wandeling is dat de praktijk direct bij de theorie wordt gevoegd en de deelnemers een duidelijk beeld hebben over de problematiek en de oplossingen.

De wandeling wordt voorafgegaan door een infosessie van vzw Lichthinder Preventie over alle aspecten van de problematiek: wetgeving, oorzaken en gevolgen, oplossingen.

Deze wandelingen kunnen op eigen houtje worden georganiseerd, vermits het gaat om buitenverlichting en je dus nergens binnen hoeft te gaan (noch bij handelaars, noch bij gemeentelijke gebouwen). Ideaal is natuurlijk dat voor deze activiteit wel samenwerking wordt gezocht met het gemeente- of stadsbestuur en met de handelaars, vereniging of uitbaters van een industrieterrein... Zo kunnen zij zelf ook uitleg geven waarom ze kiezen voor efficiënte buitenverlichting. Voorzie tijdens je tocht genoeg rustpunten en na de activiteit is er ook gelegenheid om na te praten bij pot en pint.

Bij regenweer worden foto's getoond van goede en slechte voorbeelden die vooraf werden gemaakt door jouw vereniging of, op aanvraag, door vzw Preventie Lichthinder.

Uitbreiding: goede voorbeelden vallen in de prijzen

Ideaal om de pers te lokken op een dergelijke activiteit: zet handelaars en gemeente in de kijker door de goede voorbeelden een 'label van efficiënt verlichten' te geven op de avond zelf. Dit label kan zelf ontworpen worden.

Budget?

Enkele vaste kosten bij het organiseren van een lichthindertour: promotiekosten, vergoeding of klein geschenkje voor handelaars, drank en hapjes. Vergoeding voor vzw Preventie Lichthinder: 150 euro + 0,33 euro/km vervoerskosten + 21% BTW (wandelingen worden op voorhand door vzw Preventie Lichthinder uitgestippeld). Tip: probeer samenwerking te zoeken met je stad of gemeente (vb. voor een zaal).

_ Voorzie een zaaltje met projectiescherm en beamer.

_ Verzekering niet-leden. De meeste milieu- en natuurverenigingen hebben een vrijwilligersverzekering afgesloten of vallen onder de collectieve polis van hun koepelvereniging. Voor een grote publieke wandeling/fietstocht kan je ook overwegen om een verzekering voor niet-leden af te sluiten. Neem hiervoor contact op met de sportdienst van je gemeente. Via BLOSO kunnen zij een gratis sportverzekering voor een activiteit afsluiten. Contacteer sowieso vroeg genoeg je verzekeraar om na te gaan welke zaken je polis dekt om achteraf niet voor vervelende verrassingen te komen staan.

Organiseer je deze tour in samenwerking met de gemeente, dan kan je natuurlijk bij de gemeentelijke overheid en adviesraden aankloppen voor medefinanciering of voor logistieke steun.

_ Verenigingensteunpunt Tandem: Voor innovatieve en inspirerende activiteiten samen met je gemeente kan je beroep doen op de financiële ondersteuning (max. 500 euro) van Tandem: www.tandemweb.be/index.php/33/

Op zoek naar nachtleven & sterren

Wat?

In Duitsland bestaan restaurants waar het zo donker is dat je geen hand voor ogen ziet. De gedachte achter deze duisternis-bars is dat je zo extra geniet van de smaken en geuren. Het bedienend personeel is meestal blind, deze mensen zijn goed in staat in het donker de bestellingen zonder brokken af te leveren ...

Ook in de natuur valt op zintuiglijk gebied heel wat te beleven. In de duistere natuur kunnen we iets minder op onze ogen rekenen (alhoewel ze zich wel zullen aanpassen). Hierdoor kunnen we onze andere zintuigen eens wat meer aan bod laten komen. Door beroep te doen op het gevoel en het gehoor, kijk je op een andere manier naar de nachtelijke fauna en flora.

Doel?

De aandacht vestigen op de nachtelijke fauna en flora en via deze weg ook iets meer vertellen over lichthinder, lichtvervuiling en de invloed ervan op planten, dieren en mensen.

Verloop?

Wanneer we gaan wandelen maken we vaak heel bewust gebruik van ons gezichtsvermogen om de omgeving waar te nemen. Deze wandeling kan anders worden beleefd door bewust méér beroep te doen op je andere zintuigen: voornamelijk reukzin, gehoor en tastzin (waardoor je bijvoorbeeld verschillende bodemstructuren kan waarnemen: van asfalt over zandweg, door een vochtige weide, ...). Al snel zal je merken dat je als het ware andere dingen gaat 'zien'. De nacht dompelt de natuur namelijk in een magisch sfeertje door het ritselen van de bladeren, de roep van een uil, de geur van afgevallen bladeren, ... In maart is er in de nachtelijke natuur heel wat te beleven.

Deze activiteit kan best begeleid worden door iemand die een woordje uitleg kan geven over bijvoorbeeld de waargenomen geluiden. Omdat de groep gedurende de wandeling niet altijd stil is, kan de begeleider stille momenten inlassen, zodat de dieren niet te veel afgeschrikt worden.

Op zoek naar uilen

Uilenwandelingen lokken steevast veel publiek. Van de vier soorten uilen die in Vlaanderen het meest voorkomen, kan je er drie verwachten op een publieksactiviteit. De praktijk leert echter dat uilenwandelingen waarop je meer dan één soort te zien krijgt, uitzonderlijk zijn.

Als je een uilenwandeling organiseert, is het belangrijk dat je op voorhand weet waar welke uilensoorten voorkomen. Qua locatiekeuze komt er dus enige voorbereiding bij kijken. Mensen van de lokale Natuurpunt-afdeling, vogelwerkgroep of de Kerkuilwerkgroep Vlaanderen zijn meestal goed op de hoogte.

Even overlopen:

- De uil die je het gemakkelijkst te zien krijgt, is de **Bosuil**. In Vlaanderen een algemene soort die ook meer en meer in bosrijke tuinen en wijken voorkomt. De bosuil maakt zich al vroeg in het voorjaar op om aan gezinsuitbreiding te doen. Eind maart zit deze soort al met eieren in zijn nest. Zijn roep – bekend van de griezelfilms – zal je dan ook al terug wat minder horen. Bosuilen zijn redelijk territoriaal. Daardoor komen ze vrij makkelijk op afgespeelde geluiden af. Met een cassette-, cd- of mp3-speler kan je de Bosuil dan ook lokken.
- De **Steenuil** zit echter nog in een vroeger stadium: het mannetje is op 28 maart nog volop bezig met een vrouwtje te zoeken en een territorium af te bakenen. De steenuil is in deze periode dan ook de meest actieve uil, waardoor je zijn roep regelmatig kan horen. Net als bij de bosuil kan je zijn roep ook uitlokken door een cassette met de steenuilenroep te laten afspelen. De uilen in de omgeving zullen hierop ongetwijfeld reageren. Let echter wel op dat deze cassette niet te lang en te luid wordt afgespeeld, hierdoor denkt de uil immers dat er een meer dominante uil in de buurt is. In dat geval gaat hij zich gegarandeerd ergens anders vestigen.

De Steenuil vind je in een ander biotoop dan de Bosuil. Open (liefst kleinschalige) landbouwgebieden met houtkanten, knotwilgen, boomgaarden en rommelschuurtjes vormen het leefgebied van de Steenuil.

- De **Kerkuil** vind je vooral aan boerderijen, kerken en kastelen. Op deze uil maak je de meeste kans als je post van aan de uitvliegopening van zijn nestplaats. Dit kan bijv. een zolderopening in een kerktoeren zijn. Door op straat tijdig aanwezig te zijn, maak je redelijke kans dat de uil zich even laat zien als hij vertrekt voor zijn jachtronde. Kerkuilen zijn redelijk klokvast. Als je op jouw activiteit deze soort wil opnemen, kom dan in de week voor 28 maart eens checken om te zien wanneer de uil precies vertrekt. Als je een kwartier op voorhand post vat, is de kans dat het publiek de uil te zien krijgt, redelijk groot. Zorg er wel voor dat de mensen niet luidruchtig zijn! Goed weer is wel een voorwaarde. Zoniet blijft de uil misschien een avondje binnen. Kerkuilen laten zich niet lokken door geluiden.

- De **Ransuil** is de minst algemene uil in Vlaanderen. Zijn roep is vrij stil en niet erg opvallend. Bovendien reageert deze soort niet goed op het afspelen van geluid. De kans dat je een Ransuil ziet op een uilenwandeling, is dan ook erg klein.

Op zoek naar vleermuizen

Vleermuizen komen zowat overal voor. In wijken en dorpskernen vind je dwergvleermuizen, boven kasteelvijvers watervleermuizen en in bosrijke omgeving maak je kans op verschillende andere soorten. Eind maart zijn (indien de lente niet te koud is) de meeste vleermuizen al ontwaakt uit hun winterslaap. De dieren gaan dan meteen op jacht. Dit kleine vliegende zoogdier vangt insecten via echolocatie. Met heel hoge geluiden vindt hij zijn weg en zijn voedsel. Deze geluiden zijn ultrasoon en dus te hoog om ze te horen. De techniek staat echter voor niets en tegenwoordig kan men met een batdetector deze ultrasone geluiden omvormen (de frequentie verlagen) tot hoorbare geluiden. Het resultaat is een hevig tikkend en klickend geroep waaruit een specialist vanalles kan afleiden, zoals de soort, het gedrag van de dieren en zelfs wanneer het diertje een prooi verorbert!

Om een vleermuizenwandeling te leiden hoeft je geen echter specialist te zijn. Een algemene achtergrondkennis over vleermuizen volstaat. Natuurpunt Educatie heeft overigens in het kader van de 'Nacht van de Vleermuis' (laatste weekend augustus) ook een kadervorming voor 'vleermuisgidsen' uitgewerkt. Wie hierin geïnteresseerd is, neemt best contact op met of Vleermuizen opsporen doe je dus met een batdetector. We willen meteen een algemeen verspreid misverstand wegwerken: een vleermuisdetector dient niet om vleermuizen te lokken! De detector zet enkel de ultrasone geluiden (> 20 kHz) die vleermuizen voortbrengen om in voor de mens hoorbare geluiden (< 20 kHz). Op de detector vind je slechts twee knoppen: met de rechtse kan je het volume regelen (en af/aanzetten) en met de linkse kan je kiezen op welke frequentie je zoekt.

Jagen met een sonar

Om in het donker de weg te vinden en op prooien te jagen hebben vleermuizen een uiterst gesofisticeerd sonarsysteem ontwikkeld. Sonar is de afkorting voor "sound navigation and ranging". Via hun strottenhoofd genereren ze korte geluidspulsen welke via mond of neus uitgestoten worden. De echo van deze pulsen wordt via de oren opgevangen en in de hersenen verwerkt tot een beeld van de omgeving. Dit beeld ontstaat dus niet uit visuele waarnemingen maar wordt opgebouwd op basis van akoestische gegevens.

Het geluidsbeeld moet onze vleermuis alle mogelijke informatie verschaffen over zijn omgeving. Waar bevinden zich prooien en obstakels? Hoe groot en hoe ver weg zijn ze? Is het eetbaar?

Om op al die vragen antwoord te krijgen moet het gebruikte sonar systeem zeer flexibel zijn. Hoe het is opgebouwd en waarom het nu juist uit ultrasone geluiden bestaat, trachten we in deze paragraaf uit te leggen.

Waarom jagen vleermuizen met ultrasone geluiden?

De sterkte van de echo is afhankelijk van de golflengte. Hoe meer de golflengte de grootte van het voorwerp waarop het moet terugkaatsen benadert, hoe beter de echo. Zijn deze voorwerpen klein zoals bijvoorbeeld insecten, dan moet dus ook de golflengte van het signaal klein zijn. Hoe kleiner de golflengte, hoe meer periodes (volledige golfbewegingen) er in een seconde kunnen voorkomen. En vermits het aantal trillingen per seconde de frequentie van een geluid genoemd wordt, veroorzaakt een korte golflengte een hoge frequentie. We weten dat geluid zich met een constante snelheid voortplant. In één seconde wordt dus steeds éénzelfde afstand afgelegd. De golflengte van 7,5 mm komt zowat overeen met de gemiddelde grootte van een mug welke de voornaamste prooien van een dwergvleermuis uitmaakt. Dit verklaart waarom in het signaal van de meeste vleermuizen

frequenties rond 40 kHz voorkomen. Bij het werken met een batdetector wordt meestal deze frequentie ingesteld.

Op zoek naar nachtvlinders

De gemakkelijkste manier om nachtvlinders te lokken, is door het plaatsen van felle lampen. Dat is precies hetgeen we op de Nacht van de Duisternis niet willen doen! Er is echter een leuk alternatief...

Smeer en stroop: voor zoetebekjes.

Niet alle nachtvlinders worden in dezelfde mate aangetrokken door lampen. Sommige soorten zijn zelfs lichtschuw, bijv. weeskinderen (genus *Catocala*). Er bestaat nog een andere methode om deze soorten toch te lokken: het gebruik van suikerhoudende mengsels, die door de nachtvlinders 'smeer' of 'stroop' genoemd worden. Nachtvlinders voeden zich van nature al met suikerhoudende substanties, zoals honingdauw of sapstromen van bomen. De Vlinderstichting geeft de volgende instructies: *“Neem 200 ml suikerstroop, 2 eetlepels suiker en een scheutje bier of wijn. Je kunt er ook wat rode vruchtensap bij doen. Roer het goed door elkaar. Het mengsel wordt nog lekkerder als je het een dag laat staan, zodat het gaat gisten. Dit lokvoer smeer je op de bast van een boom of bijvoorbeeld op een paaltje. Hiervoor kun je een kwast of een oude afwasborstel gebruiken. Als het goed donker is geworden, ga je met een zaklamp de ‘gestroopte’ bomen langs om te kijken naar de nachtvlinders.”*

Voor smeer bestaan er echter veel recepten. Suiker en alcohol (meestal goedkope rode wijn) zijn twee vaste ingrediënten. Het meest eenvoudige recept is het samenvoegen van 1 fles rode wijn en 1 kg suiker, zonder te koken. Als de smeer lopend is, kan je hem met behulp van een spuitbus aanbrengen.

Bijkomend worden fruitsappen, rottend fruit of siroop toegevoegd om het goedje een extra aroma te geven. Over de beste mengsels zijn de meningen uiteenlopend. In Groot-Brittannië voegt men aan het mengsel van siroop, bruine suiker en bier ook wel een scheut rum toe. Enkele druppels amyl-acetaat worden door sommigen aanbevolen. Amyl-acetaat is een erg sterk ruikend product dat de vlinders kan afschrikken indien het in te hoge concentraties gebruikt wordt. In dat geval zal het smeersel geen vlinders aantrekken op de eerste avond, maar wel op de daaropvolgende avonden.

Het voorjaar (februari-maart) en het najaar (augustus – oktober) zijn de beste maanden om smeer te gebruiken. Eind maart kan je een variatie aan voorjaarsuiltjes op de smeerplek verwachten. Dan is het nectaraanbod voor de vlinders nog beperkt en maken ze gretig gebruik van andere voedselbronnen.

Nachtvlinderkenner Jeroen Voogd geeft nog enkele aanwijzingen voor het gebruik van smeer: *“Een strookje smeer van ongeveer 10 bij 5 centimeter op boomstammen levert meestal een vlinder of 10 tot 15 op. Mijn ervaring is dat ruwwandige stammen (eik, den) effectiever zijn dan gladde stammen (berk, beuk etc). Hele natte stammen kan je ook overslaan, ook nooit in het directe licht van een lantaarnpaal of andere lichtbron smeren. Wel altijd aan iedere zijde van de boom een lik smeer plaatsen, de wind moet er goed langs kunnen zodat de geur verspreid wordt. Vlak voor de schemering de smeer aanbrengen en een uurtje later gaan inspecteren...”*

Je kan de smeer best op steeds dezelfde plaatsen aanbrengen. Ook de dagen nadat je het hebt aangebracht, zal de smeer nog vlinders lokken. De smeer moet je op donkere plaatsen aanbrengen. Als je de smeerplaatsen gaat controleren, neem je best een zwakke lamp mee, omdat de vlinders door sterk licht worden afgeschrikt.

Het beste resultaat krijg je als je heel wat stammen of weipaaltjes met smeer bestrijkt, liefst een twintigtal of meer. De smeer werkt het beste in het begin van de avond. Na middernacht is het aantal aangetrokken vlinders erg beperkt.

Smeer werkt ook niet altijd: sommige avonden lokt de smeer tientallen vlinders, op andere avonden blijkt er niets op af te komen. Warme, relatief vochtige avonden met een zwakke wind lijken de beste resultaten op te leveren. Oorwormen lusten ook wel een likje smeer. Boomsprinkhaan ontmoet je ook vaak tijdens zo'n nachtelijke tocht.

In plaats van de smeer aan te brengen op boomstammen, kan je ook 'wine ropes' gebruiken. Hierbij worden (dikke) touwen gedrenkt in een mengsel van wijn en suiker. Die touwen kan je ophangen in de bomen, de vlinders komen dan op de touwen foerageren. Wie werkt met wine-ropes of andere smeermethoden, gebruikt best rubberen handschoenen; het is immers een enorm plakkerig goedje.

Een gelijkaardige methode is het gebruik van (rottend) fruit. Appeltjes buiten leggen en kijken wat erop afkomt, kan ook leuke resultaten opleveren. Veelal uiltjes, zoals de Huismoeder (*Noctua pronuba*) en de Piramidevlinder (*Amphipyra pyramidea*) in de nazomer of de Zwartvlekwinteruil (*Conistra rubiginosa*) in de herfst- en wintermaanden, maar ook wel eens een spanner zoals de Paardebloemspanner (*Idaea seriata*).

Op zoek naar muizen: werken met live-traps

Misschien hebben heel wat mensen angst van muizen, maar kan je –op je uilen- of vleermuizenwandeling- ook een stop inlassen om bos- en andere muizen te zien te krijgen. Die kan je vangen door middel van live-traps of inloopvallen. Hierbij worden de muizen niet gedood of gewond.

Muizenvangsten voor onderzoek gebeuren nu bijna uitsluitend met live-traps. De muizen worden levend gevangen en na bestuderen terug losgelaten.

De beste periode om muizen te vangen is de zomer en de herfst, omdat de muizenpopulaties dan het hoogst zijn. Koud en vochtig weer moeten we vermijden. Vangen in de winter is onverantwoord, omdat de dieren veel te snel sterven.

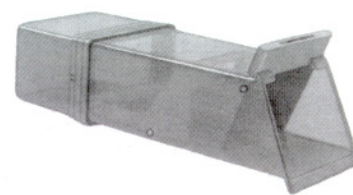
Types vallen

Een zeer veel gebruikte val is de **trip-trap**. Deze valletjes hebben als grote voordelen dat ze klein en licht zijn, goedkoop in aankoop (3€) en een zeer gevoelig vangmechanisme hebben. Zelfs de lichtste muisjes (Dwergspitsmuis) worden ermee gevangen, en door het speciale vergrendelklepje kunnen de dieren de val van binnen uit niet open krijgen.

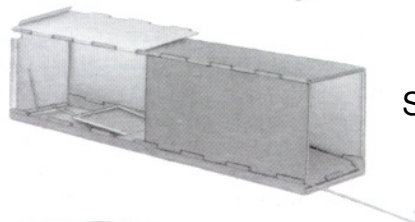
De triptrap heeft echter ook nadelen. De vallen zijn vrij broos: vooral de klepjes breken gemakkelijk af. Ze zijn helemaal van plastic, waardoor bij koud of vochtig weer (de meeste nachten zijn koud en vochtig!) de muizen snel onderkoeld raken en sterven.

De Zoogdierenwerkgroep van Natuurpunt heeft deze val omgebouwd door het achterste gedeelte te vervangen door een houten leefruimte die achteraan en onderaan voorzien is van een metalen gaas, om een verse luchtstroom binnen te laten en uitwerpselen buiten te werken. Deze vallen worden al vele jaren gebruikt in muizenonderzoeken van de Zoogdierenwerkgroep en hebben hun degelijkheid al meermaals bewezen. Vermoed wordt dat het natuurlijke karakter van de houten leefruimte – in vergelijking met het koude metaal van andere valtypes – hier mee te maken heeft.

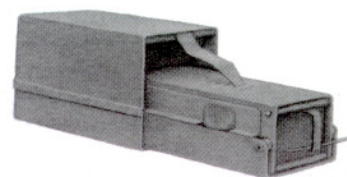
Triptraps moeten hoe dan ook om de 3 à 4 uur gecontroleerd worden. Triptraps zijn te koop in de Natuurpunt.winkel en vrijwel elke



Trip-trap



Sherman



Longworth

dierenspecialzaak.

De **Sherman-val** is een Amerikaanse val die volledig oplooibaar is. Uitgezet is ze een stuk ruimer dan de triptrap. Om snelle onderkoeling van de muizen in de blikken bakjes te vermijden, kan best wat droog hooi in de val gestopt worden. Shermanvallen zijn niet waterdicht. Het ingenieuze opplooi- en toeklapsysteem raakt bij geregeld gebruik snel defect. Kostprijs van een Sherman: ± 23 €.

Een bijna perfecte val is de Engelse **Longworth-val**. De prijs is dan ook navenant: ±35 € per stuk. De Longworth is een zeer robuuste metalen val met een erg verfijnd vangmechanisme. Nadeel is wel dat ze vrij zwaar is bij transport. Ook hier dient hooi in aangebracht te worden. De Longworth is wel waterdicht.

Longworth- en Shermanvallen zijn niet in België te koop maar moeten bij de producent (respectievelijk in Engeland en de VS) besteld worden.

Wie als amateur aan muizenonderzoek wil doen, staat voor een moeilijke keuze. Voor een fatsoenlijk onderzoekje heeft men al snel een 20-tal valletjes nodig. Het is dan ook duidelijk dat de Longworth en de Sherman enkel voor professionelen betaalbaar zijn.

De triptrap is wel betaalbaar, maar heeft belangrijke nadelen. Met enige handigheid kan men de triptrap zo ombouwen, dat men wel de voordelen (prijs en vangmechanisme) ervan behoudt, maar de nadelen (kleine afgesloten leefruimte en breekbaarheid) sterk beperkt. Kort samengevat komt het erop neer dat men het voorste stuk van de triptrap behoudt en het achterste plastic bakje vervangt door een grotere, houten bak. De achter- en onderzijde ervan bestaan uit fijn gaas (0,5 cm).

Op die manier bekomt men een val die in kwaliteit zelfs de Longworth overtreft.

Lokaas

Wanneer we vallen uitzetten, moeten we er uiteraard aas in doen. Dit heeft twee functies: de muizen naar de val lokken en ze in de val in leven houden.

Welk aas we gebruiken, hangt af van de soorten die we willen vangen, van wat we beschikbaar hebben en van de fantasie van de onderzoeker. Een belangrijke voorwaarde waaraan lokaas moet voldoen is dat het sterk ruikt. Het zogenaamde 'standaardmengsel' komt vrijwel steeds terug. Het gaat om een mengeling van pindakaas met havermout, aangevuld met stukjes spek. Het best kunnen we de havermout en pindakaas tot een droog bolletje kneden, zodat onze val niet helemaal besmeurd wordt. Spek mag niet gezouten of gerookt zijn.

Vallen uitzetten

Door onze vallen in verschillende gebiedjes te gaan zetten, hebben we meer kans om een grotere verscheidenheid aan muizen te vangen.

Eigenlijk moeten we bij het plaatsen van vallen niet denken als mensen, maar ons inleven in de wereld van de muizen. Bosranden, waar een meer gestructureerde vegetatie van struiken en kruiden voorkomt, geven vaak zeer goede resultaten. Ook hagen, houtkanten en struwelen zijn goed, maar veruit het beste biotoopje om een grote variatie aan muizen te vangen, is een ruigte met veel grassen en kruiden. Deze kunnen we vinden in spoorweg- en kanaalbermen, natuurreservaten, verwaarloosde landbouwgronden, overhoekjes,...

Het plaatsen van de val is erg belangrijk en bepaalt in grote mate of we veel of weinig zullen vangen. Wie de val gewoon tussen of op de vegetatie zet, zal weinig muizen vangen. De beste methode bestaat erin de muizegangen en -holletjes te gaan opsporen en de val dwars daarop te plaatsen.. Zorg dat er zeker geen takken of planten voor de opening zitten. Ook moeten we weten dat muizen niet graag open vlaktes oversteken. De val langs een muur, houtblok of boomstronk zetten, verhoogt daarom de kans op succes.

De vallen goed in de vegetatie verbergen is één zaak, ze terugvinden een andere. Wat overdag nog goed herkenbaar is, ziet er 's nachts met een zaklamp totaal anders uit. Daarom zetten we onze vallen best in reeksen (van 5, 10, 15 of 20) en op regelmatige afstand van mekaar.

We moeten er ons van bewust zijn dat de muizen meestal niet onmiddellijk in de val lopen, nadat deze geplaatst is. Ze moeten eerst aan het vreemde ding kunnen wennen. Een goede techniek is daarom de vallen al enkel dagen voor de eigenlijke vangactiviteit te gaan uitzetten met het aas erin, maar ervoor te zorgen dat ze niet kan toeklappen. Wanneer we dan echt gaan vangen, zetten we de vallen terug op scherp en doen er vers aas in. Schitterende vangstresultaten zijn gegarandeerd!

Op controle

Eenmaal de vallen gezet, moeten ze op regelmatige tijdstippen gecontroleerd worden, dit zowel overdag als 's nachts. Hoe frequent we controleren, hangt af van het type vallen en de weersomstandigheden. Triptraps moeten vaker gecontroleerd worden dan andere vallen, en ook bij koud en vochtig weer moeten we het aantal controles verhogen. Een vuistregel is om de vallen om de drie tot vier uur te controleren.

Wanneer we een muis in een val hebben, trekken we een doorschijnende plastic zak over de opening van de val en laten de muis in de zak lopen. Zo kunnen de dieren makkelijk bekeken en op naam gebracht worden.

Op zoek naar padden en salamanders

Eind maart is de amfibieëntrek doorgaans grotendeels voorbij. Kikkers, padden en salamanders zijn volop bezig met de voortplanting: paren en eieren afzetten. En dat doen ze ook 's nachts. Wie op een avondwandeling langs een poel passeert, kan trachten deze amfibieën te zien te krijgen. Dat kan eenvoudig door het beschijnen van de ondiepe oeverzone met een sterke zaklamp. Je kan salamanders zien zwemmen. Temperatuur is wel een bepalende factor: op erg koude avonden zijn de amfibieën niet actief. Bij zacht (en vaak regenachtig) weer is de amfibieënactiviteit het hoogst.

Met een schepnet kan je eventueel salamanders proberen te vangen om ze in een bokaal even van dichtbij te bekijken. Zet de dieren na enkele minuten terug. Salamanders, padden en kikkers komen ook niet graag in contact met een droge menselijke huid. Als je een amfibie wil vangen, kan je best eerst je handen bevochtigen. Dat is voor die diertjes veel aangenamer.

Eind maart maak je kans op Groene en Bruine kikker, Gewone pad, Alpenwater-, Kleine water- en Vinpootsalamander. In sommige regio's kan je ook Kamsalamander verwachten.

Kijken naar sterren

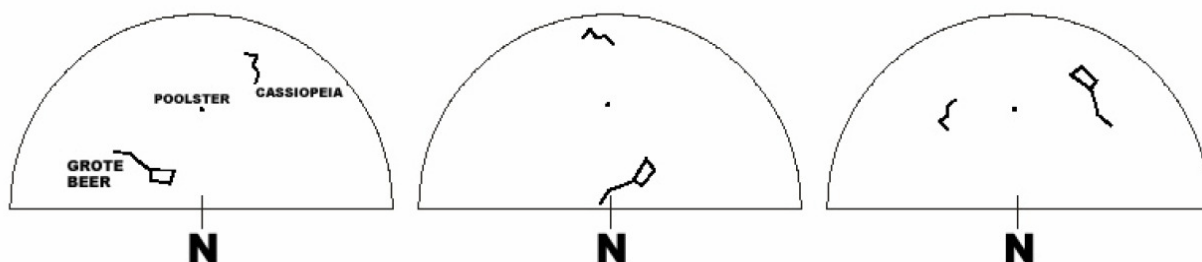
Sterren intrigeren mensen al eeuwenlang. Je kan op de Nacht van de Duisternis dan ook opteren voor een focus op astronomie, i.p.v. flora en fauna. Contact opnemen met een (lokale of regionale) vereniging voor sterrenkunde is dan aangewezen. Wie weet, ken je in je eigen gemeente wel iemand die uitleg over sterren wil komen geven. Voorzie voldoende telescopen als je met grotere groepen naar de hemel wil turen.

Lichthinder meten in jouw gemeente

Om lichthinder te meten zijn enkele eenvoudige tests ontworpen. Zo'n test kan je uitvoeren door het tellen van een aantal sterren die je in de sterrenbeelden Cassiopeia, Orion en de Kleine beer vindt. We stellen ze even aan je voor. De Cassiopeia-test is eenvoudig. Een handleiding voor deze test vind je op www.lichthinder.be. Voor de volledigheid geven we de tekst van de handleiding hieronder weer:

Eerst Cassiopeia vinden ...

Cassiopeia is een sterrenbeeld met 5 heldere sterren in de vorm van de letter “W”. Het bevindt zich steeds tussen de noordelijke horizon en het punt recht boven u. Gemakkelijk terug te vinden met de **draaibare sterrenkaart van VVS** of met deze **overzichtskaartjes** :



Kijk in noordelijke richting, één uur na zonsondergang

Let op : de sterrenbeelden draaien langzaam rond de Poolster in tegenwijzerzin !

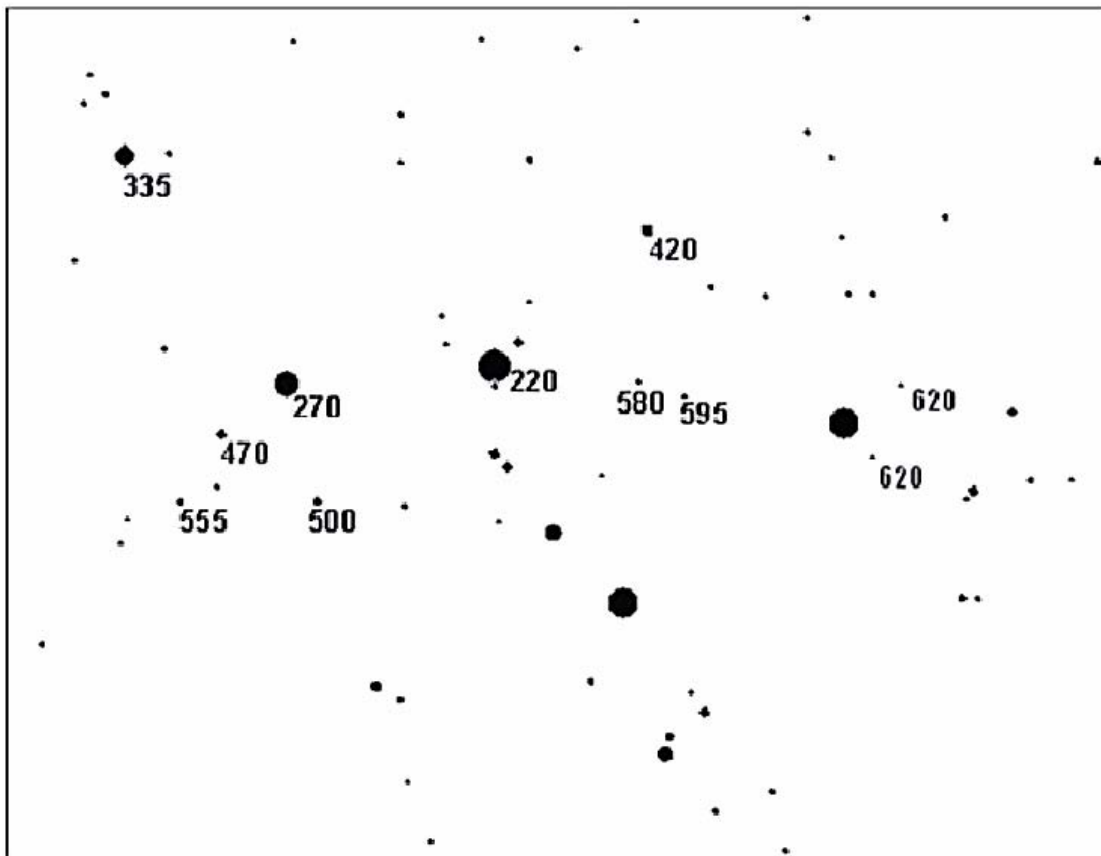
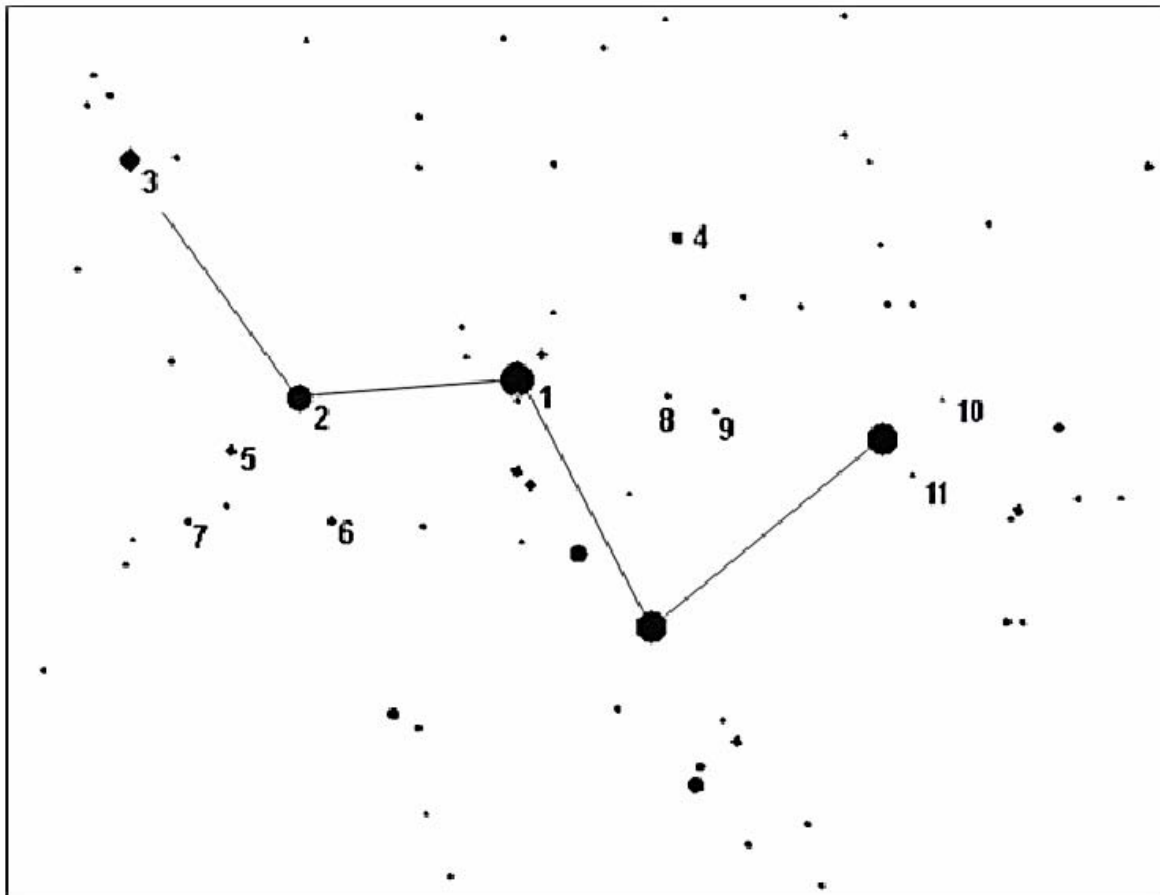
Testvoorwaarden

- De test wordt uitgevoerd met het **blote oog**, eventueel met de gewone bril voor ver zicht.
- Enkel uitvoeren tijdens een **maanloze nacht** en met een **wolkenvrij** Cassiopeia-gebied.
- Zorg er voor dat **geen kunstlicht** (straat- of tuinverlichting, ramen, ...) het oog rechtstreeks kan bereiken. Ga in de tuin staan achter het huis, achter een afsluiting of een eindje in het open veld.
- Gebruik een zaklamp met **rode filter** om de kaart te bekijken
- Geef je ogen minstens **vijftien minuten** de tijd om aan te passen aan de duisternis.
- Cassiopeia moet zich minstens 30 graden boven de horizon bevinden
= 1/3 van de afstand tussen de horizon en het punt recht boven u.
Dit lukt best in de herfst, de winter en de vroege lente. Tijdens de zomer staat het sterrenbeeld te laag.

Werkwijze

1. Situeer de “W” van Cassiopeia en hou de kaartjes in dezelfde positie als het sterrenbeeld.
2. Overloop aan de hand van het bovenste sterrenkaartje alle controle-sterren in de **aangegeven volgorde**. Probeer zo ver mogelijk te geraken.
 - Bij de zwakste waarneembare sterren kunt u best een beetje boven de ster kijken. Zo gebruikt u een meer lichtgevoelig deel van het oog.
 - Lees daarna op het onderste sterrenkaartje de waarde af van de **zwakst waarneembare ster** en vergelijk met de **waardeschaal**.

Waarde zwakste ster	Kwaliteit sterrenhemel	Percentage Zichtbare objecten
0 - 300	Zeer slecht, zeer zware lichtvervuiling	0 - 6
300 - 450	Slecht, ernstige lichtvervuiling	6 - 22
450 – 560	Redelijk, matige lichtvervuiling	22 – 64
560 - 600	Goed, zwakke tot zeer zwakke lichtvervuiling	64 – 95
+ 600	Perfekte sterrenhemel	100



Rapporteren

Vul het waarnemingsformulier in op <http://hms.sternhell.at/>

Cassiopeia: de mythe

Het sterrenbeeld Cassiopeia bevindt zich aan de verre noordelijke hemel tussen Cepheus en Andromeda. Volgens de legende was Cepheus de koning van Ethiopië, Cassiopeia de koningin en Andromeda hun dochter.

Cassiopeia was een zeer aantrekkelijke maar ook erg ijdele koningin. Het liefst zat ze op een stoel voor de spiegel haar lange haren te kammen. Op een dag vond ze dat ze er betoverend uitzag en beweerde ze nog mooier was dan de prachtige Neriëden (zeenimfen).

Natuurlijk waren de zeenimfen hierover niet te spreken. Amphitrite, een van de ongeveer vijftig Neriëden, was getrouwd met de zee-god Poseidon. Ze vroeg haar man Cassiopeia te straffen voor haar opschepperij, en dat deed hij. Hij stuurde het vreselijke zeemonster Cetus naar het koninkrijk van Cepheus en Cassiopeia om dit te verwoesten.

Om een eind te maken aan de vernielingen moesten de koning en koningin hun dochter Andromeda offeren aan het monster. Andromeda werd aan de rotsen vastgeketend en wachtte haar lot af. Maar de held Perseus verscheen ten tonele en doodde het monster. Maar Cassiopeia werd nog meer gestraft: dicht bij de Poolster geplaatst, waar ze in een stoel zit en haar haren kamt. Ze is gedoemd eeuwig in de ruimte rond te zweven, soms ondersteboven.

Op bovenstaande website vind je eveneens informatie over de Orion- en Kleine beertest. Je kan er je waarnemingen invoeren zodat die in een centrale databank gecentraliseerd wordt en je een kaartje met lichtvervuiling in Europa te zien krijgt.

Discussie over licht en veiligheid

Wat?

Eerder vond je in deze handleiding reeds informatie over onderzoeken die plaatsvonden rond enerzijds het verband tussen verlichting en verkeersveiligheid en anderzijds het verband tussen verlichting en criminaliteit. Deze informatie kan dienen als interessante gesprekstof voor een groepsdiscussie.

Inzake criminaliteit of verkeersveiligheid in de gemeente wordt weinig beroep gedaan op de eigen inwoners. Nochtans zijn zij vaak het meest alert voor onveilige plaatsen. Het is dan ook interessant om met een aantal mensen, precies door een wandeling doorheen de eigen gemeente, dit onderwerp ter sprake te brengen. Als men deze activiteit organiseert tijdens de Nacht van de Duisternis moet men wel rekening houden dat de gemeente misschien bepaalde straatverlichting heeft gedoofd of onder een ander regime laat branden.

Doelstellingen?

De deelnemers gaan met elkaar een discussie aan over het verband tussen verlichting en veiligheid. Op die manier vergelijk je verschillende meningen met elkaar. Uiteindelijk kan je tot de conclusie komen dat slechte verlichting de veiligheid niet altijd bevordert. In sommige gevallen is verlichting misschien wel nadelig. Wel moet je vermijden dat mensen een mening wordt 'aangesmeerd' over dit onderwerp. Het is beter dat mensen zelf gaan nadenken over de problematiek.

Verloop?

De deelnemers maken een vooraf nauwkeurig uitgestippelde wandeling met verschillende stopplaatsen. Enkele mogelijke stopplaatsen kunnen bijvoorbeeld zijn: een autoweg, een steegje, een kruispunt met of zonder verkeerslichten, een zebrapad, een park, een marktplein, ... Op elk van de vooraf bepaalde plaatsen stel je de vraag of de plaats voldoende veilig is. Deze vraag naar veiligheid kan zowel gaan over verkeersveiligheid als over onveiligheid door criminaliteit. Op elke plaats wordt nagegaan waardoor deze veilig of onveilig is, zo zal de openbare verlichting zeker aan bod komen in het gesprek. Belangrijk hier is om kritisch te zijn over de kwaliteit van de verlichting:

- Goede verlichting is goed afgeschermd zodat je niet verblind wordt. Hierdoor kunnen je ogen zich maximaal aanpassen en heb je een veel beter nachtzicht.
- Plaatsen met sterke lichtbronnen kunnen toch onveilig zijn als er schaduwplekjes zijn. Het is dan beter om meer lichtbronnen met een lagere intensiteit te plaatsen. Deze zullen ook minder lichthinder veroorzaken.

De begeleider van deze activiteit kan telkens wat informatie aanbieden om de discussie te voeden. Hiervoor is de informatie die je vindt in dit boekje onder de titel 'Hatelijk licht?' zeker bruikbaar.

Bij elke stopplaats kan je ook een stelling lanceren die aanzet tot discussie. Er zullen zeker meningsverschillen opduiken wanneer je als begeleider een aantal stellingen naar voor schuift. Eén van de stellingen kan bijvoorbeeld zijn:

- *'Verlichting zorgt ervoor dat de autoweg onveiliger wordt in plaats van veiliger want automobilisten gaan er sneller door rijden en hebben minder aandacht voor wat er op de weg gebeurt'.*

Meer uitleg: De BIVV heeft in het Waalse gewest een studie gedaan waaruit bleek dat bij een lage verkeersdruk op autosnelwegen verlichting een negatief effect heeft op de verkeersveiligheid.

- *'Een afgelegen pad is niet veiliger wanneer het verlicht wordt. Als wandelaar of fietser zie je immers minder wat er langs het pad gebeurt omdat je ogen niet zijn aangepast aan het donker.'*
- *'De continue verlichting van je achterdeur heeft weinig zin. De inbreker zal zelfs geen zaklamp nodig hebben en zal dus nog minder opvallen.'*

Meer uitleg: Een laag lichtniveau buiten, gecombineerd met enkele lichten rond het huis maar aangestuurd met bewegingsmelders is een veel veiliger systeem dan continu brandende krachtige lichten. Bij activiteit zal er een grote en/of snelle activiteit zijn in het beeldveld. Langzame, kleine veranderingen t.o.v. het grote geheel vallen nauwelijks op.

De discussie wordt dan gevoerd over het verschil tussen objectieve veiligheid en een subjectief veiligheidsgevoel en het belang van sociale controle.

Om een beter overzicht te hebben van de activiteit en om de deelnemers de mogelijkheid te bieden een aantal zaken op te schrijven, kan je een plannetje geven met een aanduiding van de verschillende stopplaatsen. Er kan ook iemand aangeduid worden die de verschillende meningen noteert zodat deze na de wandeling nog eens kunnen overlopen worden: hopelijk komt men tot het inzicht dat slechte verlichting de veiligheid niet altijd verhoogt.

Let op dat een dergelijke discussie niet ontaardt: vaak wijkt men na verloop van tijd van onderwerp af en worden allerlei gevoeligheden aangehaald (gaande van een voetpad in slechte toestand tot gemeentebelastingen) die niet altijd terzake doen. Wie een dergelijke discussie begeleidt, moet dan ook sterk in zijn schoenen staan. Ervaring met het modereren van debatten strekt tot aanbeveling.

Vertelsels in het donker

Wat?

Tijdens de vorige edities van de Nacht van de Duisternis organiseerde een aantal verenigingen activiteiten die op een heel leuke manier inspeelden op het thema. Ze maakten gebruik van de duisternis om legendes, mythes of sprookjes te vertellen of om te wandelen langsheen mysterieuze plekken in de gemeente. Deze activiteiten zorgden overal voor een grote opkomst van zowel jong als oud, vandaar dat deze activiteiten ook jouw vereniging zouden kunnen inspireren. Het thema wordt hier op een zeer ludieke manier benaderd.

We geven hierna enkele ideeën voor een activiteit in deze sfeer die je zelf verder kan uitwerken.

Doelstellingen?

Mensen op een ontspannende manier laten kennismaken met de donkere nacht om via deze weg de aandacht te vestigen op problematiek van lichtvervuiling en lichthinder.

Verloop?

Voor deze activiteit kunnen heel veel verschillende scenario's worden bedacht. Zo kan er aansluitend bij een wandeling een vertelling plaatsvinden of je kan een volledige tocht uitstippelen in jouw gemeente langs 'duistere plekken'. Het is zeker interessant om na te gaan of er in jouw gemeente verhalen, legendes of mythen bestaan. Bijvoorbeeld over heksen of andere duistere figuren, specifiek over de eigen regio.

De voorbereiding van een dergelijke activiteit kan wel wat tijd vergen. Maar een wandeling door een bos bij nacht houdt sowieso al een bepaalde sfeer in zodat niet echt ver moet gezocht worden naar griezelige elementen (duistere figuren die het pad van de wandelaars kruisen, het aanbieden van een 'toverdrankje',...). Uiteraard houdt de voorbereiding van deze activiteit in dat een aantal mensen bijeen dient gebracht te worden. Toch leert de ervaring van lokale verenigingen vorig jaar dat er snel geïnteresseerden voor dit thema kunnen gevonden worden.

Extra tips

Geen inspiratie? Enkele leuke ideetjes:

- Doe de nachtpicknick!
- Duik 's nachts eens onder water met je lokale duikclub.
- Laat je zaklamp thuis en stap de natuur in om de sterrenhemel beter te bekijken, misschien kom je het heispook tegen.
- Expositie over het nachtleven.
- Wandel eens in en rond een fort.
- Dichters in het donker, nodig een dichter uit en ga eens op een dak zitten om naar de sterren en de maansverduistering te zien.

- Mag het nog donker zijn? Een wandeling die in het teken staat van de felle verlichting van het verkeer.
- Vaar eens rond in het duister.
- Wat is duisternis eigenlijk? Is het nog wel ergens echt helemaal donker? We gaan in het bos op zoek naar plekjes waar ook in het donker nog licht te zien is

Flitsen ten strengste verboden!

Op zaterdag 15 maart 2008 vond de 13de Nacht van de Duisternis plaats. Deze campagne wil de problematiek van lichthinder en lichtvervuiling in de kijker zetten. ARGUS, Bond Beter Leefmilieu en SISA lanceerden voor die gelegenheid de fototentoonstelling: 'Flitsen ten strengste verboden!'.

De fototentoonstelling werd onder het toeziend oog van gerenommeerd Standaardfotograaf Michiel Hendryckx, die met veel enthousiasme het patronaat van de Nacht van de Duisternis op zich heeft genomen.

De fototentoonstelling werd het eerst getoond in de Antwerpse Boerentoren; en is nu een reizende tentoonstelling. Geïnteresseerd om ze uit te lenen?

Vraag meer info: **Mike Desmet** (Bond Beter Leefmilieu).

2. Beleidsacties

De Nacht van de Duisternis is een belangrijke gelegenheid om het lichthinderprobleem in de schijnwerpers te plaatsen. Zowel publiek als overheid wordt zo gesensibiliseerd. Maar daarmee is het probleem echter niet opgelost. Los van de Nacht van de Duisternis kan u, met uw vereniging, de milieuraad of als wakkere burger dit probleem aankaarten en de gemeente aanzetten tot actie. Hieronder enkele voorbeelden en tips.

Charter Lichthinder

In 2004-2005 konden gemeenten in het kader van het DULOMI-project Verlichten zonder hinder het Charter lichthinder ondertekenen. Dit charter omvatte een engagementsverklaring en een oplijsting van acties, gaande van een instap- tot een ambitieus niveau. Dit DULOMI-project is momenteel afgelopen. Het charter nu nog ondertekenen, is dus zinloos. Maar inhoudelijk is het charter nog wel actueel. De acties die erin voorgesteld worden, zijn nog steeds relevant en kunnen als voorbeeld voor gemeentebesturen fungeren. Daarom belichten we hier toch de inhoud van het Charter Lichthinder.

Charter lichthinder voor lokale besturen

Lokale besturen konden participeren aan de campagne 'Verlichten zonder hinder' door een 'charter lichthinder' te ondertekenen en in te stappen op een van de drie niveaus (analoog met de Samenwerkingsovereenkomst 'milieu als opstap naar duurzame ontwikkeling'):

Niveau 1 : **INSTAPNIVEAU**

Niveau 2: **VERDERGAAND NIVEAU**

Niveau 3: **AMBITIEUS NIVEAU**

De te nemen engagementen en maatregelen situeren zich op drie vlakken:

- **preventief / inventarisatie:** het voorkomen van lichthinder / -vervuiling en/of het inventariseren van bronnen van lichthinder / -vervuiling
- **curatief:** het structureel aanpakken van de bronnen van lichthinder / -vervuiling
- **communicatief / sensibiliserend / vorming:** opzetten van doel- en doelgroepgerichte communicatie- en/of informatiecampagnes of acties, vorming

INSTAPNIVEAU

Engagementsverklaring (doel: algemene bepalingen van Samenwerkingsovereenkomst 'Milieu als opstap naar duurzame ontwikkeling' (SO) herhalen, voor gemeenten die SO of deze cluster niet onderschreven hebben)

1. De gemeente verklaart een beleid te voeren dat erop gericht is om door haar activiteiten zo weinig mogelijk lichthinder te veroorzaken;
2. De gemeente verbindt er zich toe een rationeel energie- en verlichtingsbeleid te voeren;
3. De gemeente streeft er naar het bewustzijn van haar burgers omtrent lichthinder te vergroten door middel van sensibilisatie;
4. De gemeente engageert zich om efficiënt en effectief op te treden bij vaststelling van of een klacht over een acuut geval van lichthinder;
5. De gemeente engageert zich om een voortrekkersrol te spelen op het vlak van lichthinder.

Eenvoudige evaluatie monumentverlichting en verlichting sportterreinen

Achtergrond: verkeerd geplaatste monumentverlichting of verlichting van sportterreinen zijn vaak de grote boosdoeners, waarvoor de gemeente zelf verantwoordelijk is. Met relatief weinig inspanningen kan de gemeente een snelle evaluatie maken van deze verlichtingstypes.

Het platform lichthinder levert hiertoe een eenvoudige **handleiding**³ en **checklist** aan. Deze eenvoudige evaluatie kan ook uitgevoerd worden door verenigingen. Zo kan er bijvoorbeeld in het kader van de Samenwerkingsovereenkomst een tandem opgezet tussen de jeugddienst en een jeugdvereniging. Zo kunnen jeugdverenigingen bijvoorbeeld een avond- of nachtactiviteit opzetten waarbij ze de belangrijkste bronnen van lichthinder gaan opsporen.

Aanpakken van ernstige vormen van lichthinder veroorzaakt door monumentverlichting (of andere openbare gebouwen) of verlichting van sportterreinen in beheer van de gemeente

De gemeente engageert zich om binnen een termijn van twee jaar de meest hinderlijke bronnen van verlichting:

1. ofwel te doven;
2. ofwel de plaatsing aan te passen of de lichtbundel beter af te schermen (bijv. door paralumen) zodat de hinder herleid wordt;
3. ofwel de verlichting te vervangen door betere alternatieven.

Publiceren van sensibiliserend artikel in gemeentelijk infoblad en/of via gemeentelijke website

Het platform lichthinder levert een **modelartikel** aan. Het is de bedoeling dat de gemeente een lokale klemtoon ligt in het artikel, door bijvoorbeeld geplande acties aan te halen of verslag te brengen van uitgevoerde aanpassingen. Het artikel gaat ook in op de rol van particulariseren bij het beperken van lichthinder.

Participeren aan Nacht van de Duisternis

Het concept van de Nacht van de Duisternis werd lichtjes aangepast. De klemtoon komt meer te liggen op het inhoudelijke. De stappen die een stad of gemeente zet tegen lichthinder worden naar de burgers gecommuniceerd om ook hen aan te zetten om lichthinder aan te pakken.

³ <http://www.bondbeterleefmilieu.be/theme.php/3/dl/95> (nog steeds downloadbaar)

Het platform lichthinder levert **modellen** aan om deel te nemen aan de Nacht van de Duisternis, waarbij ook lokale verenigingen kunnen mee instappen. BBL en VVS roepen lokale verenigingen, afdelingen en jongerenkernen op om allerlei acties op te zetten zoals nachtwandelingen, sterrenkijkactiviteiten, enz. (cfr. supra)

VERDERGAAND NIVEAU

Opleggen van bijkomende reglementering (te kiezen uit):

1. Opleggen voorwaarden omtrent lichthinder aan vergunningsplichtige bedrijven
2. Opstellen van politiereglement met bijkomende voorwaarden m.b.t. lichthinder

Mogelijke voorbeeldmodellen: Mechelen en Lint. Het Platform Lichthinder levert een **model-reglement** aan.

Inventarisatie klachten m.b.t. lichthinder (soort hinder, aantal klachten en locatie)

De stad of gemeente zal via een gepast systeem - waarover de bevolking wordt ingelicht - klachten m.b.t. lichthinder registreren. Deze gegevens worden gebundeld en geanalyseerd en ev. doorgespeeld naar de Vlaamse overheid.

Inspectieprogramma lichthinder op basis van Vlarem II – regelgeving (focus op bedrijventerreinen)

Model Wetteren: inspectieronde lichthinder, op basis van de Vlarem II. Hierbij wordt 's avonds het grondgebied van de gemeente doorkruist met meerdere teams (milieuambtenaar, politie). De teams speuren naar overbelichting van bedrijventerreinen of handelszaken op het ogenblik dat de activiteiten stil liggen. Bij elke vaststelling wordt een checklist ingevuld. Na afloop van de terreinverkenning wordt een overzicht van de vaststellingen opgesteld en de eigenaars in kaart gebracht. Via een schriftelijke raadgeving door de burgemeester worden de verantwoordelijke eigenaars vriendelijk op de hoogte gebracht van de bestaande wetgeving. Daarbij worden deze personen ook ingelicht over hoe de hinder kan ingeperkt worden.

Het Platform Lichthinder verschaft een **handleiding** en een **eenvoudige checklist** voor dit inspectieprogramma. Het initiatief geeft een duidelijk signaal naar de bevolking doordat de actie een vrij direct en visueel waarneembaar resultaat oplevert. Gezien eerst de zwaarste hinderbronnen aan bod kunnen komen, levert deze inspectieronde ook een sterk resultaat op.

Deze actie kan ook op uitgewerkt worden door of in samenwerking met lokale milieu-, natuur- en/of sterrenkundeverenigingen.

Bij het vernieuwen of het plaatsen van nieuwe openbare verlichting wordt gekozen voor energiezuinige toestellen die weinig lichthinder veroorzaken.

Het Platform Lichthinder voorziet een **lijst met de meest geschikte toestellen**.

Organiseren van infosessie voor doelgroepen of ludieke actie, bij voorkeur in samenwerking met lokale verenigingen

De infosessie kan bijvoorbeeld specifiek opgezet worden voor de personen die in het kader van de inspectieronde werden aangeschreven. Op deze manier kan de gemeente het initiatief beter kaderen, gericht gaan informeren en zo goodwill creëren voor het initiatief.

Het platform lichthinder biedt de mogelijkheid aan om een **lezing** te geven over de problematiek en de mogelijke oplossingen van lichthinder. Een aantal **formules voor ludieke acties** worden ontwikkeld door het platform (zie boven). Daarbij wordt onder meer gedacht aan een dim-actie voor reclameverlichting (handelaars worden beloond voor het tijdig doven van de reclameverlichting).

Opzetten van een positieve communicatieactie omtrent bijkomende reglementering

AMBITIEUS NIVEAU

Na inventarisatie types lampen en armaturen die gebruikt worden voor de openbare verlichting, opstellen van actieplan voor de vernieuwing van de meeste hinderlijke toestellen.

Na inventarisatie maakt de gemeente in samenwerking met de netbeheerder/netmanagement en het platform lichthinder een actieplan op. Dit actieplan sluit aan bij bestaande gemeentelijke plannen (mobiliteitsplan, e.d.). Bevat: visie, doelstellingen, timing vervangingsprogramma, enz.

Het Platform Lichthinder zorgt voor **trajectbegeleiding** bij het uitwerken van dergelijk actieplan.

Uitgebreide audit buitenverlichting (openbare verlichting, monumentverlichting, industriële verlichting)

De vrijwilligers van de Werkgroep Lichthinder van de VVS voeren een **uitgebreide audit** uit in de gemeente. Zij nemen foto's, analyseren deze en leveren een uitgebreid advies aan het gemeentebestuur. Deze audit gebeurt tegen betaling.

Concrete maatregelen te kiezen uit:

* Buitengebied: instellen van avondregime (doven van verlichting na een bepaald uur) voor openbare verlichting, bijv. openbare verlichting in natuur- of groengebieden (vb. Bilzen); Voorbeeldproject(en) op buurt-/wijkeniveau uitwerken (bijv. met dimming), in samenwerking met de netbeheerder en het platform lichthinder;

* Instellen van (potentiële) donkertegebieden.

Organiseren van uitgebreide campagne "Week / Nacht van de Duisternis" met doelgroepgerichte en publieke acties

Het platform lichthinder biedt inhoudelijke **actiemodellen** aan voor de organisatie van een uitgebreide versie van de Nacht van de Duisternis.

Opzetten van een doelgroepgerichte campagne naar dienstensector en industriële sector

Gemeentelijke audits

Het uitvoeren van een gemeentelijke audit geeft aan waar op vlak van lichthinder de knelpunten zitten op het grondgebied van de gemeente. Tijdens de duur van het DULOMI-project 'Verlichten zonder hinder' werden dergelijke audits uitgevoerd door preventie lichthinder vzw.

Het blijft echter steeds mogelijk om een audit op beperkt niveau aan te vragen. We denken dan bijvoorbeeld aan de evaluatie van een complex sportterreinen, een aantal gebouwen met klemtoonverlichting,

Evaluatie projecten

In uw gemeente zal een nieuw sportcomplex aangelegd worden? Een bedrijf wenst uit te breiden? Een openbare weg wordt van (nieuwe) openbare verlichting voorzien?

Deze en andere ingrepen kunnen, wanneer ondoordacht met verlichting wordt omgesprongen, plots een enorme bron van lichthinder en lichtvervuiling vormen. Wilt u dit vermijden, dan kan u reeds **van bij de ontwerpfase** de hulp in roepen van Preventie Lichthinder vzw.

Hoewel Preventie lichthinder vzw zelf geen verlichtingsplannen ontwerpt, evalueert de vzw graag voor u reeds gemaakte plannen van expertisebureaus. Objectief wordt een verslag gemaakt van de gebruikte technieken, waarna u gesteund door onze technische evaluatie

nog steeds zelf de keuze kan maken, of de ontwerpers een aantal bijkomende voorwaarden kan opleggen.

Hier geldt trouwens zeer zeker de regel "*beter voorkomen dan genezen*". Geeft u nog voor het eerste potlood een papier raakt aan de ontwerpers de voorwaarde "lichthinder-vriendelijk" mee, dan zal u reeds sneller een goed resultaat verkrijgen. Waakzaamheid is en blijft echter de boodschap!

Recente case-studies

1. De Oudlandpolder in West-Vlaanderen

De Oudlandpolder is het openruimtegebied in de driehoek Blankenberge, Brugge en Oostende op het grondgebied van Blankenberge, Zuienkerke en De Haan. De nabijheid van de verstedelijkte kust, de stad Brugge en de bedrijvigheid in de zeehavens van Zeebrugge en Oostende zijn enkele van de factoren die een uitgesproken invloed hebben op de visueel - landschappelijke en ecologische kwaliteiten van het gebied. De Provincie wil de gemeenten ondersteunen om de aanwezige donkerte zoveel mogelijk te vrijwaren en waar mogelijk nog te versterken.

Hoewel de Oudlandpolder een openruimtegebied is, en je mogelijks verwacht dat het er 's nachts donker is, is er toch heel wat (hinderlijke) verlichting aanwezig. Omdat licht invloed heeft op het nachtleven van dieren en mensen, maar ook gewoon omdat donkerte een troef is van een kwalitatieve omgeving, nam de Provincie het initiatief voor een onderzoek naar 'donkerte' en 'lichthinder'. Het onderzoek werd ruimer opgezet dan het grondgebied van de drie Oudlandpoldergemeenten, omdat de donkerte in het open gebied van de polders immers in hoofdzaak bedreigd wordt door afstraling van verlichting buiten de Oudlandpolder (vb. vanuit verstedelijkte kustzone of de havens en de bedrijvigheid).

Dit onderzoek werd toevertrouwd aan het Platform Lichthinder, dat hiervoor ook samenwerkte met de Vlaamse Milieucoepel Bond Beter Leefmilieu vzw. Voor de inventarisatie van de lichthinderbronnen in het Oudlandpoldergebied werden vrijwilligers opgeleid en ingezet. Voor de inventarisatie van 'de randen' werd een specifieke techniek gebruikt, waarbij ondermeer de hoeveelheid afstraling van verlichting werd gemeten met de computer uit de analyse van digitale foto's.

Platform Lichthinder licht toe: *"Het Platform Lichthinder betreft voor deze inventarisatie vrijwilligers van lokale verenigingen: hun terreinkennis is groter en bovendien wordt zo het lokale draagvlak vergroot. Een opleiding op maat en een handleiding moeten de lokale vrijwilligers in staat stellen om de inventarisatie uit te voeren. Preventie Lichthinder coördineert de actie en heeft op maat een methodiek ontwikkeld waarbij met meetapparatuur en kruispeilingen de grootste lichthinderbronnen in de omgeving worden gelokaliseerd.*

Bij deze grootschalige inventarisatie wordt het volledige projectgebied bekeken. In zones met relatief veel lichthinder kan het provinciebestuur in een latere fase in overleg met de gemeenten een meer gedetailleerde inventaris laten uitvoeren."

2. Het kanaal Ieper-Ijzer in West-Vlaanderen

De aanleg van een bedrijventerrein in Ieper ging gepaard met het plaatsen van wegverlichting langs het kanaal Ieper-Ijzer. Aan dit kanaal komt ook de zeer zeldzame Meervleermuis voor. Door het zenderen van een vrouwtje Meervleermuis ontdekte men dat

een zomerkolonie van meer dan 30 exemplaren in de buurt van dit kanaal voorkwam. De Meervleermuis is echter zeer lichtschuw. Het foutief plaatsen van verlichting zou voor deze Europees bedreigde soort dan ook nefast zijn. Het kanaal is voor de Meervleermuis een belangrijke foerageroute.

De Meervleermuis is aangeduid als Habitatrichtlijnsoort: er geldt dus een Europese verplichting tot het nemen van beschermende maatregelen.

De lokale milieuraad pikte dit item op. Zij ondernam onmiddellijk actie en schreef brieven naar de bevoegde instanties om hen op de hoogte brengen en te vragen of ze bij het plaatsen van de lampen hiermee rekening konden houden. Er kwam reactie: het kwam tot een overleg tussen de verschillende partijen: milieuraad, provincie, WVI, Preventie Lichthinder vzw, netbeheerders en de Vleermuizenwerkgroep van Natuurpunt.

Vanuit de netbeheerders kwam de belofte dat men speciale lampen met paralumens ging plaatsen. Op die manier zou er amper strooilicht zijn.

Die belofte werd echter niet gehouden. Een nieuw overleg was dan ook nodig. Uiteindelijk gingen de netbeheerders toch over tot het plaatsen van de paralumens. Door een foutieve installatie was het probleem ook dan nog niet opgelost! Na een lange lijdensweg werden de paralumens correct geïnstalleerd en bleef het kanaal zelf onverlicht. Dit bracht een meerkost van 3740 EUR extra mee.

Dit voorbeeld geeft aan dat doelgerichte actie mogelijk is, maar dat de moeilijkheid van de thematiek ervoor zorgt dat problemen niet altijd snel kunnen worden opgelost. Volharding was hier zeker nodig om resultaat te bereiken.

3. Verlichting in Sint-Niklaas

Sint-Niklaas: een geïntegreerde benadering, met zichtbaar succes
Met de realisaties in Sint-Niklaas kan eigenlijk een hele website gevuld worden. Hier volgt een greep uit het aanbod. Maar laten we beginnen met de werkwijze die in Sint-Niklaas gehanteerd wordt.

De stad Sint-Niklaas laat zich goed informeren. Gemeenten hebben veelal geen lichttechnische ingenieurs in dienst. Daarom betreft Sint-Niklaas de volgende spelers zo goed mogelijk bij hun projecten:

- de distributienetbeheerder

door de openbaredienstverplichting worden de netbeheerders verplicht om jaarlijkse acties uit te voeren ter bevordering van rationeel energiegebruik, gemeenten te sensibiliseren om vlak van lichthinder en aanbestedingsdossiers op te stellen.

- de constructeur

lichtstudies, metingen en simulaties zijn noodzakelijk om te komen tot een goed ontwerp.

- maatschappelijk draagvlak: inspraak van natuur- en milieuorganisaties, sterrenkundige verenigingen, ... is meer dan gewenst. Ingeval van verlichting van monumenten en stad- of dorpsgezichten is een advies vanuit monumenten- en landschapszorg noodzakelijk.

In bouwprojecten wordt van in het begin plaats gemaakt voor de verlichting:

- vanaf de voorontwerpfase krijgt openbare verlichting als techniek een plaats. Concurrentie met bomen, parkeervakken, ... wordt aldus voorkomen. Lichtpunthoogte, lichtkleur, verlichtingssterkte, brandregimes, monumentverlichting, ... worden vooraf vastgelegd en in het project geïntegreerd.

- in de ontwerpfase wordt er een plenaire vergadering georganiseerd met de netbeheerder, gemeentelijke diensten en externe adviseurs, waarbij elke constructeur zijn ontwerp kan toelichten
- de netbeheerder stelt na deze "lichttoets" de offerte op en houdt hierbij rekening met lichthinder, energieverbruik en zijn onderhoudsopdracht (zie Vlaams besluit van 26 maart 2004).

Enkele realisaties ...

Terreinverlichting stedelijk sportcentrum Sinaai

Dit project is een primeur voor de samenwerking tussen de stad en Antares - Werkgroep Lichthinder VVS. Door gebruik van efficiënte, asymmetrische toestellen en een slimme inplanting op dit sportterrein in Sinaai is er een zeer gelijkmatige lichtspreiding op het terrein en wordt met een matig vermogen (50% van het oorspronkelijk geplande) een even goed resultaat bereikt als met veel zwaardere toestellen. Het lichtverlies naar de woningen in de buurt, de natuur en de nachtelijke hemel is tot een minimum beperkt.

Verlichting Grote Markt met monumentverlichting stadhuis en "Het woord"

Voor de verlichting van de nieuw aangelegde Grote Markt – 3 ha groot en daarmee de grootste van België – werden een aantal voorwaarden aan de ontwerpers opgelegd:

- zeer beperkt gebruik van opwaarts licht door zo weinig mogelijk en goed afgeregelde grondspots
- geen obstakels (palen) op het middenplein, dat bestemd wordt als multifunctioneel evenementenplein
- gebruik van wit licht om een goede herkenbaarheid te garanderen
- beperkte lichtpunthoogte voor de verlichting van de rijwegen rond het evenementenplein, zodat de lichtbundels onder de boomkruinen (tulpenboom) blijven
- aandacht voor rationeel energiegebruik



Om bepaalde avondactiviteiten (o.m. lantaarnballet, vuurwerk) op het evenementenplein mogelijk te maken werd aan de netbeheerder gevraagd om de verlichting op een afzonderlijk circuit te schakelen zodat ze afzonderlijk gedoofd kan worden.

De bestaande monumentverlichting van het stadhuis gaf aanleiding tot een uitgesproken lichtvervuiling. Bovendien zorgde de verlichting met vele projectoren van 400 W voor een heel vlakke verlichting, die voorbijging aan het neo-gotisch karakter van het stadhuis. De bedoeling van het verlichtingsontwerp was te zorgen voor een subtiele verlichting met accent op de verticale lijnen van de monumentale voorgevel. Het gebruik van grondspots (opwaartse flux) diende zeer beperkt te worden geïnterpreteerd.

"Het Woord"

Voor de verlichting van de nieuw aangelegde Grote Markt – 3 ha groot en daarmee de grootste van België – werden een aantal voorwaarden aan de ontwerpers opgelegd:

- zeer beperkt gebruik van opwaarts licht door zo weinig mogelijk en goed afgeregelde grondspots
- geen obstakels (palen) op het middenplein, dat bestemd wordt als multifunctioneel evenementenplein
- gebruik van wit licht om een goede herkenbaarheid te garanderen
- beperkte lichtpunthoogte voor de verlichting van de rijwegen rond het evenementenplein, zodat de lichtbundels onder de boomkruinen (tulpenboom) blijven
- aandacht voor rationeel energiegebruik



Om bepaalde avondactiviteiten (o.m. lantaarnballet, vuurwerk) op het evenementenplein mogelijk te maken werd aan de netbeheerder gevraagd om de verlichting op een afzonderlijk circuit te schakelen zodat ze afzonderlijk gedoofd kan worden.

De bestaande monumentverlichting van het stadhuis gaf aanleiding tot een uitgesproken lichtvervuiling. Bovendien zorgde de verlichting met vele projectoren van 400 W voor een heel vlakke verlichting, die voorbijging aan het neo-gotisch karakter van het stadhuis. De bedoeling van het verlichtingsontwerp was te zorgen voor een subtiele verlichting met accent op de verticale lijnen van de monumentale voorgevel. Het gebruik van grondspots (opwaartse flux) diende zeer beperkt te worden geïnterpreteerd.

Meer voorbeelden, ondermeer uit de gemeenten Bornem, Riemst, Herentals, De Pinte en Tervuren, vindt u op de website van de BBL:

<http://www.bondbeterleefmilieu.be/licthinder/index.php/95>

Meer informatie:

www.nachtvandeduisternis.be
www.preventielichthinder.be/kadervorming
www.laathetdonker.nl
www.lichthinder.be

Internationaal:

www.darksky.org

Wim Veraghtert

Educatief medewerker – wim.veraghtert@natuurpunt.be