

Licht en duisternis

Inleiding

Licht kan je zien omdat het iemands ogen komt en het komt van een lichtbron (of oppervlakte dat door een andere lichtbron beschenen wordt en daarmee zelf een lichtbron wordt). Licht dat in je ogen komt van een (punt)lichtbron wordt uitgedrukt in candela (kaars; het licht dat je krijgt als je naar een kaars kijgt is 1 candela).

Als je naar een oppervlakte (secondaire lichtbron kijkt) dan wordt dat uitgedrukt in candela per vierkante meter.

Er is een ander maat voor licht die we niet kunnen zien is verlichtingssterkte. We kunnen geen verlichtingssterkte zien omdat onze ogen altijd in een richting kijken. Alle licht dat op een oppervlakte valt van alle kanten is samen de verlichtingssterkte. In een bijlage zijn alle lichtertermen nog eens benoemd.

Ook het meten van duisternis is het meten van licht. Duisternis is niets anders dan het ontbreken van licht. Op het moment dat je een getal aan duisternis toekent dan is dat een getal een lichteenheid. De mate van duisternis is omgekeerd evenredig met het licht. Hoe lichter, hoe minder duister.

Duisternis

Stel je de volgende situatie voor: Je staat 's nachts midden op de Dwingelderveld en de zon is ver onder de horizon en geen maan en zelfs geen ster te zien want het is bewolkt. De vraag is nu dus : wat is de invloed van ver af gelegen bronnen op mijn locatie?

Er zijn ruwweg 200.000 lichtpunten die in een straal van 50 kilometer van Dwingeloo staan en die produceren allemaal licht. Het meeste licht zie je niet (gelukkig maar want het lekker donker).

Het licht van een lamp kan naar beneden schijnen en komt dan de grond ergens tegen, kan precies horizontaal gaan en komt dan meestal ook wat tegen, op afstand, zoals bomen, huizen en dergelijke of hij gaat omhoog en komt dan soms ook wat tegen (huizen zijn vaak hoger dan straatlantaarns) maar er gaat dus een deel van het licht direct de lucht in.

Van het deel van het licht dat op de grond komt, huizen etc. wordt ook weer een deel gereflecteerd (daardoor kunnen we de grond of een huis ook zien). Een deel daarvan kan dus ook de hemel in gaan. Dus in de hemel boven en rondom elke lamp hebben we een directe component van licht en een indirecte component en dat geldt voor al die 200.000 lichtpunten.

Lucht/atmosfeer

De lucht of met een duurder woord atmosfeer, waar dat licht doorheen gaat is niet helemaal doorzichtig. Dat lijkt wel zo anders zou je toch niets kunnen zien om je heen. Waar de lucht dikker is en meer deeltjes bevat komt een lichtstraal minder ver. In onze lucht zit vaak erg veel water (en stof en aerosolen) en dat licht raakt deze (kan ook een molecuul stikstof of zuurstof etc. zijn waar de lucht uit gevormd wordt) en komt dus niet meer aan in je oog en gaat de informatie dus verloren. Daarom kunnen we in Nederland zelden verder kijken dan 25 kilometer. In een woestijn kun je bijna

tot aan de kromming van de aarde zien tot wel 150 kilometer en in Indonesië zie je in de omgeving nooit een vulkaan terwijl je die bij zonsopgang wel ziet als er nog geen water in de lucht is.

Dat licht in de atmosfeer, afkomstig van al die 200.000 lampen, kan in een grote cirkel om die lichtbron heen tegen een deeltje komen en daarna toevallig net in je oog op de heide terecht komen. Die cirkel is wel een kilometer of 25 (in de woestijn dus veel verder). Dat betekent dat zelfs licht uit Zwolle in je oog terecht kan komen van de hemel, licht dat eerst afkomstig was uit Zwolle. Er is dus boven al die steden in de omgeving een lichtkoepel met een straal van 25 kilometer waar dat licht tegen een deeltje aan kan komen. De hoeveelheid licht op grote afstand neemt natuurlijk hard af (ruwweg met een kwadratische afname 2 keer zo ver, vier zo weinig).

Je kan daarom de lichtkoepel van Zwolle nog een beetje zien en die van Hoogeveen veel sterker. Die lichtkoepel lijkt zich wel alleen aan de horizon te bevinden, maar hij zit helemaal om me heen, die lichtkoepel gaat wel tot 25 kilometer van al die steden af. Je zit dus in die lichtkoepel van wel 5 steden en nog veel meer dorpjes. Er hangt boven Nederland dus een grote lichtkoepel die in theorie gevormd wordt door enige miljoenen kleine individuele lichtkoepeltjes van alle lichtbronnen buiten. Ook het Roergebied en Antwerpen dragen bij aan onze lichtkoepel net zoals wij aan hun lichtkoepel bijdragen.

Je staat dus op het veld en zie geen lamp aan de horizon. Toch is het er niet zwart. Je kan best iets zien: je ziet bomen zich tegen de hemel aftekenen, je kan nuances in de hei zien, waar het wat dikker is, je kan het schelpenpad zien waar je op sta. Je zou zelfs kunnen fietsen zonder verlichting, terwijl je toch op een van de donkerste plekken in Nederland ben. Er is blijkbaar toch licht en dat licht komt van de hemel. Die lichtkoepel van al die steden geeft blijkbaar zoveel licht dat je dit soort dingen kan zien.

Duisternis meten

Nu wil je bepalen hoe donker het is, wat is de mate van duisternis? Dus eigenlijk wil je weten hoe sterk die lichtkoepel is die rondom me hangt. Eigenlijk wil je de lichthinder van de hemel, of eigenlijk het licht van de hemel bepalen. Die hemel strekte zich boven me uit en is recht omhoog erg donker, terwijl het naar de horizon toe al lichter wordt, zeker in de richting van Hoogeveen en de andere grote plaatsen. waar de hemel zelfs gelig wordt.

Om de duisternis te meten moet je dus gewoon licht meten. Je zou dus graag willen bepalen hoe veel licht er van elk stukje hemel komt. Maar dat is moeilijk dan krijg je heel veel getallen en een paar kilometer verder ook heel veel getallen en wat moet je ermee. Je kan een foto maken van de hele hemel. Daar staat op hoe helder de hemel in alle richtingen is, maar met heel veel foto's kan je geen kaart maken. Je wil eigenlijk een kaart maken van hoe donker het hier is en in alle ander plekken in de omgeving. Een plek aan de hemel die je altijd kan vinden en die eenduidig is, is recht boven mijn hoofd. Als je meet hoe helder het punt recht boven mijn hoofd is en dat in alle plekken doe in de omgeving kunnen alle tussenliggende plekken ook berekend worden en kan je zo een kaart maken.

Een alternatief zou zijn om te meten hoeveel licht er in totaal van de hele hemel komt. Hoe veel licht geeft die koepel nu totaal. Dat kunnen we in theorie meten want dat is de verlichtingssterkte. We kunnen het wel niet zien, maar het is wel een mooie maat omdat de totale hoeveelheid licht dat op iemand valt bijvoorbeeld zorgt er wel voor of je hem kan zien aankomen.

Helaas echter is verlichtingssterkte niet zo handig want stel dat er net een boom vlak bij me staat, die zorgt hij ervoor dat een deel van licht mij niet kan bereiken en je meet dus te weinig.

Verlichtingssterkte varieert dus zeer sterk in de buurt van bijvoorbeeld bomen of huizen en andere obstakels. Ook een lamp die in de verte schijnt kan het ene moment uit zijn en het andere aan. Dat probleem is er niet met die helderheid van het punt recht boven je, het zenit.

Daarom wordt in de wereld de helderheid van het zenit als een goede maat voor de duisternis genomen, de zogenaamde zenitluminantie. Ze varieert weinig op korte afstand, varieert ook niet als er toevallig een lamp in de buurt wel of niet aangaat en is, als het helder is, stabiel, min of meer gelijk gedurende een nacht en ook in de seizoenen.

Op je plek is het punt recht boven je erg donker en de zenitluminantie is dus ook laag. Aan de hemel kan je zoals we gezien hebben best helderder plekken aanwijzen waar die steden liggen en als je daarheen zou meten dan krijg je ook een veel hogere waarde. De zenitluminantie is maar getal maar de hemel kan er dus nog heel verschillende uitzien; hij heeft niet overal dezelfde helderheid. Hoe meer en sterker die koepels aan de horizon zijn hoe hoger mijn zenitluminantie ook zal zijn, want die koepels strekken zich helemaal om me heen uit, ook al kan je dat niet zien. Als je dichter naar Hoogeveen zal gaan meten dan zal de zenitluminantie al hoger worden want dan zal de koepel van Hoogeveen boven me sterker worden en zal je dus ook een hogere waarde meten.

Grootheid (Nederlandse term)	Symbool	Eenheid	Uitleg
Lichtstroom	Θ	lumen (lm)	Totale lichtemissie uit een lichtbron
Lichtsterkte	I	candela (cd)	Intensiteit in een bepaalde richting
Luminantie	L	cd/m ²	Verlichting van een oppervlakte uit een specifieke richting
Verlichtingssterkte	E	lux	Totale verlichting van een oppervlakte vanuit alle richtingen