

Cursus kadervorming lichthinder

Preventie Lichthinder vzw
& Natuurpunt Educatie
met de steun van Tandem en de Vlaamse overheid

Les 3



natuurpunt
educatie



voorjaar 2009

1

Inhoud cursus

- Les 1 (Preventie Lichthinder vzw)
 - Inleiding
 - Probleemstelling
 - Oorzaken
 - Oplossingen
 - Beleidskader
- Les 2 (Natuurpunt Educatie)
 - Effecten op natuur
 - Effecten op mens en gezondheid
 - Energieverspilling -> duurzame ontwikkeling
- Les 3 (Preventie Lichthinder vzw)
 - Technische achtergrond verlichting
 - Hoe efficiënt verlichten?
- Les 4 (Natuurpunt Educatie en Centrum Voor Milieueducatie)
 - Tips voorbereiding toelichtingen, wandelingen,...
 - Lichthinder testen

voorjaar 2009

Cursus kadervorming lichthinder



natuurpunt
educatie

2

Les 3 – Beperken van Lichtvervuiling en lichthinder vanuit de ontwerp fase

- Terminologie
- Neerwaartse verlichting
- Minimum doelgebied
- Minimum luminantie
- Minimum gebruiksduur

voorjaar 2009

Cursus kadervorming lichthinder

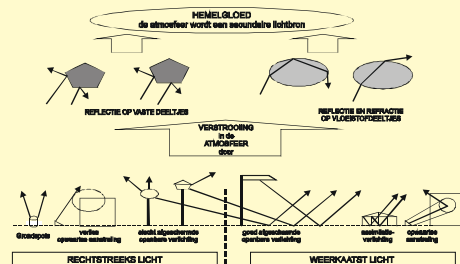


natuurpunt
educatie

3

Lichtvervuiling en lichthinder

- Lichtkoepel of Sky Glow: verhoogde helderheid van de nachthemel door gebruik van kunstlicht



voorjaar 2009

Cursus kadervorming lichthinder

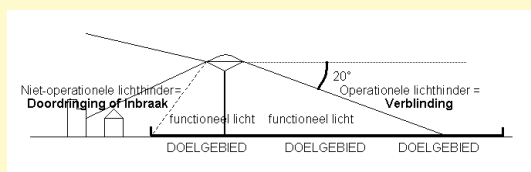


natuurpunt
educatie

4

LICHTVERVUILING en LICHTHINDER-2

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



voorjaar 2009

Cursus kadervorming lichthinder



natuurpunt
educatie

5

Definities

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

Lichtvervuiling wetenschappelijk: Is een wijziging van lichtniveau's in de buitenlucht als gevolg van kunstmatige verlichting.

voorjaar 2009

Cursus kadervorming lichthinder



natuurpunt
educatie

6

Lichtvervuiling en lichthinder: 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)



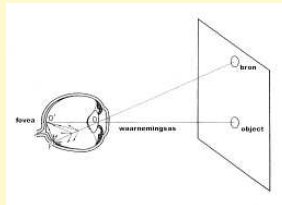
De 20° -regel: maximale waarnemings efficiëntie

- 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.



De 20° -regel: maximale waarnemings efficiëntie-2 1. Fysiologische verblinding door sluiertiluminantie

- Een lichtbron die zich niet ver van de waarnemingsas bevindt, veroorzaakt strooilight in het oog
- MECHANISMEN:
 - diffusie in het glasvocht van het oog
 - reflectie (80%) op het netvlies
- GEVOLG: contrastdaling of (extreem) totale verblinding
- Uit onderzoek blijkt dat waarneming in richtingen $< 20^\circ$ t.o.v. de bron niet efficiënt zijn



De 20° -regel: maximale waarnemings efficiëntie-3 2. Pupilvernauwing

- pupilopening bij schemerzicht: 5-7 mm
- lichtbron te dicht bij de waarnemingsas: pupilvernauwing tot 2 mm en minder
- gevolgen:
 - opp. met lagere luminantie moeilijk zichtbaar
 - aanpassingstijd bij overgang naar minder verlichte zones vergroot (3-10 s) → hoger risico
- bron $< 20^\circ$ van waarnemingsas
- ↓
pupilvernauwing = onvermijdelijk



Threshold Index

- Industrie geeft voorgaande effecten veroorzaakt door een verlichtingstoestel aan met de Threshold Index (T_i).
- T_i = % hogere lichtintensiteit nodig om zelfde zichtbaarheid te hebben door een persoon zonder oogafwijkingen in vergelijking met een situatie zonder verblinding of pupilvernauwing



De 20° -regel: maximale waarnemings efficiëntie-4 3. Verhinderen 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 (0.5 tot 2 cd/m^2)
- 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.



De 20°-regel: maximale waarnemings efficiëntie-5

4. Balansverstoring - Horizontale/vertikale verlichtingssterkte

- Aanstralen van objecten in een kleine hoek met het horizontaal vlak:
 - lage horizontale en hoge verticale verlichtingssterkte: horizontale details slecht zichtbaar, verticale details overbelicht.
 - sterke schaduwwerking
 - uitgebreide donkere zones
- Vanaf een invalshoek van minder dan 20° met de horizontale:
 - balans van de verlichtingssterkte verstoord
 - de waarnemingsefficiëntie daalt



De 20°-regel: maximale waarnemings efficiëntie-6

Afgeleide principes : Decentralisatie en compartimentatie

- **DECENTRALISATIE:** het doelgebied kan niet volledig aangestraald worden met uitrichting van het toestel volgens de 20°-regel (hoge verhouding "breedte doelgebied/paalhoogte")



een opstelling met meer lichtpunten die elk apart aan deze regel beantwoorden.

Hoger inclineren van het toestel = NOOIT een oplossing en veroorzaakt sterke lichtvervuiling/lichtshinder.



De 20°-regel: maximale waarnemings efficiëntie-7

Doorgedreven decentralisatie

= groter # toestellen van een kleiner vermogen op hetzelfde doelgebied

VUISTREGEL: 20% meer inplantingspunten t.o.v. het strikte minimum (bv. 8 i.p.v. 6)

voordelen:

- hogere uniformiteit (daling stroom)
- minder verre doorstraling (kleinere inclinatie)
- minder schaduwzones



De 20°-regel: maximale waarnemings efficiëntie-9

Compartimentatie

- **COMPARTIMENTATIE:** inkijk op bronnen die niet betekenisvol bijdragen tot de verlichtingssterkte op de plaats van de waarnemer beperken



- individueel sterk gedefinieerde lichtbundels (geen sterke doorstraling boven 20° onder HVT)



De 20°-regel: maximale waarnemings efficiëntie-10

Compartimentatie

- **Compartimentatie:** het te verlichten oppervlak wordt a.h.w. verdeeld in vakken die hun licht enkel vanuit de meest nabije bronnen ontvangen

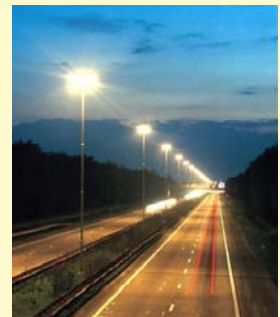


De 20°-regel: maximale waarnemings efficiëntie-11

Compartimentatie

Vb. van slechte compartimentatie

- rechtstreekse inkijk in bronnen mogelijk.
 - sluierluminantie
 - pupilvernauwing
- Het aangestraalde doelgebied lijkt minder helder.
- afscherming vd bronnen
 - wegdek lijkt veel helderder
 - lagere verlichtingssterkte volstaat



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.



LICHTBUNDELS-2 terminologie

- **HVT, Horizontaal vlak door het Toestel:** belangrijkste referentieveld voor lichthindervrije toepassingen.
- **doelgebied:** Oppervlak waar de verlichtingsfunctie vereist is.

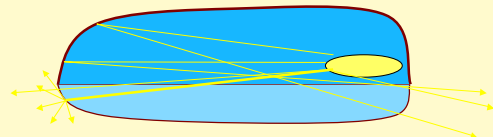


LICHTBUNDELS-3 High Definition Grids (HDG's)

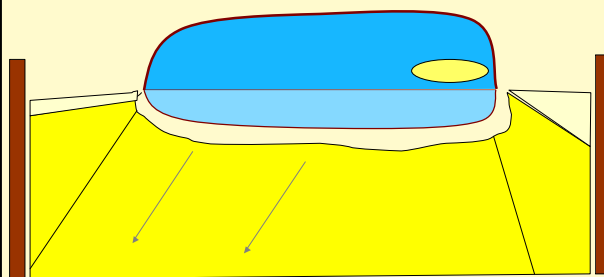
- Weringsprincipe: lamellen in en rond de beoogde hoofdbundel
 - reflecterend
 - absorberend
- lichtstroom bron en reflector: apart beheerst
- afschermende en terugkaatsende werking
 - nevenbundels geblokkeerd, teruggekaatsd
 - hoofdbundel:
 - hoog gedefinieerd
 - verhoogde lichtsterkte



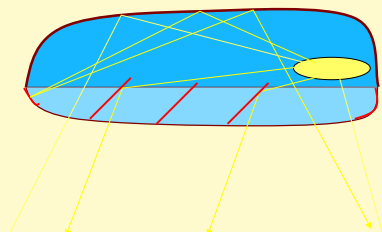
LICHTBUNDELS-4 High Definition Grids (HDG's)



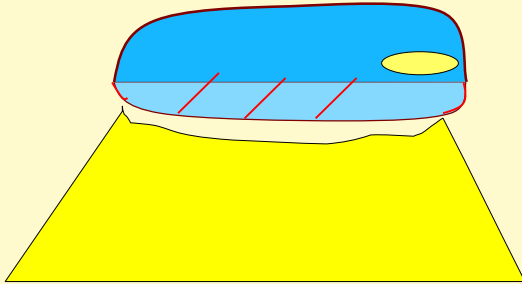
LICHTBUNDELS-5 High Definition Grids (HDG's)



LICHTBUNDELS-6 High Definition Grids (HDG's)



LICHTBUNDELS-7 High Defenition Grids (HDG's)



LICHTBUNDELS-8 High Defenition Grids (HDG's)

- Specifiek voor elke armatuur en toepassing
- toegevoegde module in bestaande armaturen
- in nieuwe modellen geïntegreerd (optioneel)

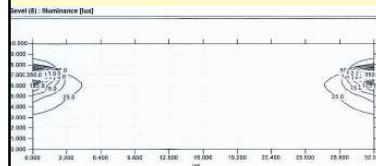


LICHTBUNDELS-8 High Defenition Grids (HDG's)

- Effecten:
 - maximale afscherming omgeving tegen ongewenst licht
 - verhoging van rendement (recuperatie nevenbundels)
 - verhoging uniformiteit doelgebied

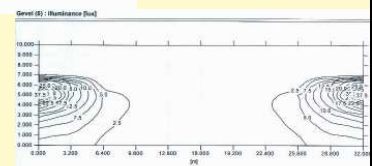


Verlichting op gevel(lux)



zonder HDG

met HDG



Voorbeeld uit Stekene



- Voorbeelden:

verbeterde versie toestel
Z18 (Schröder) voor
openbare verlichting



Verbeterde versie
toestel Technilite
Aurora voor
openbare
verlichting



II Ontwerptechnische reductie van lichtvervuiling en lichthinder



De 4 basisprincipes

- **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 LUMINATIE 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**



De 4 basisprincipes-2

- Of in een eenvoudige one-liner:

Steeds verlichten

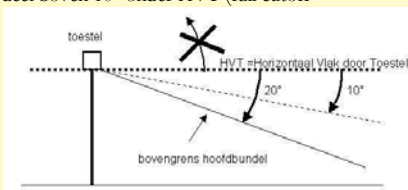
- met **neerwaarts gerichte** bundel,
- enkel **waar** nodig,
- **wanneer** nodig,
- en met de **juiste verlichtingssterkte**



Principe van de neerwaartse lichtstroom

= alle toepassingen moeten zoveel mogelijk
neerwaarts verlicht worden.

- hoogste grensvlak **hoofdbundel** niet boven 20° onder HVT
- geen ander deel boven 10° onder HVT (full cutoff system)



Principe van de neerwaartse lichtstroom-2

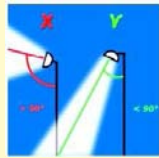
• NOODCLAUSULE

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.
(vb beschermde monumenten)

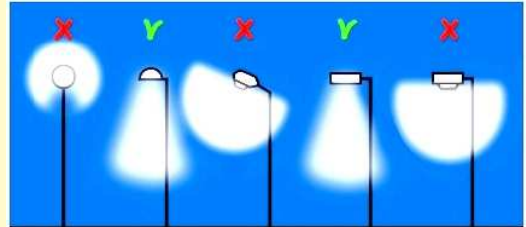
- Het Vlaams Gewest vraagt uitdrukkelijk de toepassing van deze voorschriften



Principe van de neerwaartse lichtstroom-3



Principe van de neerwaartse lichtstroom-4



Principe van de neerwaartse lichtstroom-5



Principe van de neerwaartse lichtstroom-6 A) Gewone OV (weg- en terreinverlichting)

- VOORKEUR:
reflectortoestellen met
 - full cutoff (FCO)
 - performante spiegeloptiek
 - kleine brander
 - vlakke lichtkap



vlakke kap



Principe van de neerwaartse lichtstroom-7 A) Gewone OV (weg- en terreinverlichting)

- Minder goed
 - Reflectortoestellen met **licht of diep gebolde lichtkap.**
 - Grotere UFF door schuin opwaartse reflectie van bron en/of reflector op de binnenkant van het glas.



Principe van de neerwaartse lichtstroom-8 A) Gewone OV (weg- en terreinverlichting)

- 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.



Het gebruik van verschillende lichtkappen

Paalafstanden in vergelijking voor masten van 10 meter

Voorbeeld voor uitrusting van een hoofdstraat (EN 13201, klasse ME2) met

$$I_{\text{m}} = 1,5 \text{ cd/m}^2$$

$$U_0 = 0,4$$

$$U_L = 0,7$$

$$T_1 \leq 10$$

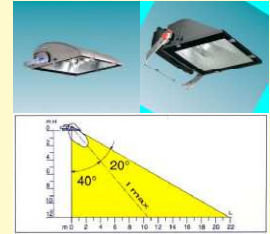
Type lichtkap	diep gebold (PMMA / PC)	Licht gebold glas (ESG)	Vlak glas (ESG)	Vlak glas met anti-reflectie coating
				
Graad van efficiëntie $\eta_{\text{L,A}}$	78 %	76 %	74 %	79 %
T_1	% Dicht bij paal 10,58 Ver van paal 3,87	% Dicht bij paal 9,7 Ver van paal 3,8	% Dicht bij paal 8,46 Ver van paal 3,62	% Dicht bij paal 19,75 Ver van paal 4,28
Maximale afstand	52 m	49 m	48 m	52 m



Principe van de neerwaartse lichtstroom-10 B) Projectoren voor terreinverlichting

• VOORKEUR

- sterk asymmetrische reflectortoestellen
- full cutoff
- uitvalshoek 50°-60°
- gladde of gesatineerde reflector, geen gehamde
- aanvullende deflector of paralumen
- montage steeds met minimum inclinatie: 0-10°



Principe van de neerwaartse lichtstroom-11 B) Projectoren voor terreinverlichting

• VERMIJDEN

- zwak asymmetrische reflectortoestellen
- uitvalshoek 15-45° t.o.v. de loodlijn op het frontglas
- slechts geschikt: paalhoogte/terreinbreedte 1/1 tot 1/2



Monteren met beperkte inclinatie zodat geen doorstraling hoger dan 10° onder het HVT ontstaat



Principe van de neerwaartse lichtstroom-12 B) Projectoren voor terreinverlichting

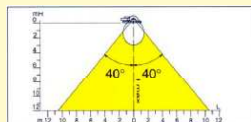
• ABSOLUUT TE VERMIJDEN

- symmetrische open projectoren
- zowel met als zonder deflector boven de brander



Principe van de neerwaartse lichtstroom-13 B) Projectoren voor terreinverlichting

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



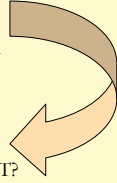
Functionele vs Decoratieve verlichting

- Functionele verlichting:
 - Bedoeld om een bepaald gebied te verlichten.
 - Een bepaalde zichtbaarheid te garanderen.
 - Ten voordele van de veiligheid.
- Decoratieve verlichting:
 - Bedoeld om een sfeer te creëren.
- Functionele verlichting kan een decoratief uiterlijk hebben, echter decoratieve verlichting is niet functioneel.



Principe van de neerwaartse lichtstroom-15 C) Decoratieve verlichting

- Grote verscheidenheid:
 - toestellen
 - lichtbeheersingstechnieken
- individuele beoordeling
 - rechtstreeks licht boven HVT?
 - Sterke weerkaatsing boven HVT?
 - Lichtdiffusie boven het HVT?



Principe van de neerwaartse lichtstroom-16 C) Decoratieve verlichting

- Uitzondering:
 - beperkte opwaartse lichtstroom toegestaan



opstelling in dicht ingesloten omgeving (gebouwen e.a.):

- verdere doorstraling is verhinderd
- zeer lage verlichtingsniveaus



Principe van de neerwaartse lichtstroom-17 C) Decoratieve verlichting

VOORKEUR

A toestellen voor directe verlichting:

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

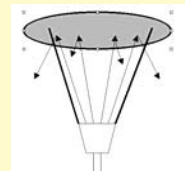


Principe van de neerwaartse lichtstroom-18 C) Decoratieve verlichting

B toestellen voor indirecte verlichting

= diffuus of semi-diffuus reflecterend oppervlak wordt aangestraald, werkt als secundaire bron

- enkel toepasbaar indien zonder opwaartse lichtlekken
- primaire bron niet zichtbaar buiten de reflector
 - het actieve deel van de diffusor niet zichtbaar boven het HVT



Principe van de neerwaartse lichtstroom-19 C) Decoratieve verlichting

• VERMIJDEN:

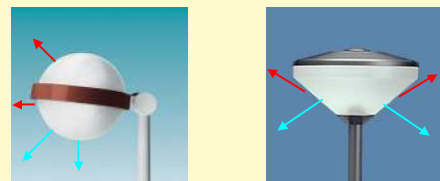
Toestellen met rechtstreekse bronstraling of harde reflectie boven het HVT



Principe van de neerwaartse lichtstroom-20 C) Decoratieve verlichting

• VERMIJDEN (2)

decoratieve refractortoestellen met actieve elementen zichtbaar boven het HVT



Principe van de neerwaartse lichtstroom-21 C) Decoratieve verlichting

- VERMIJDEN (3)
doorstralingseffect van wallpacks boven
het HVT



Principe van de neerwaartse lichtstroom-22 D) Monumentverlichting/publiciteit

- Rechtstreekse neerwaartse aanstraling van **onder vooruitspringende delen** van het gebouw (dakranden, balkons, borstweringen, overhangen, ...)
- diagonaal neerwaartse/inwaartse aanstraling **vanop vooruitgeschoven delen** van een gebouw naar de achteruitliggende delen of vanop dichtbij tegenoverliggende/aangrenzende gebouwen



Principe van de neerwaartse lichtstroom-23 D) Monumentverlichting/publiciteit



Principe van de neerwaartse lichtstroom-24 D) Monumentverlichting/publiciteit

- Inkapseling: licht opsluiten tussen de architectonische elementen



Opwaartse doorstraling
vermijden

- diffuse elementen (matglas, ...): enkel horiz positie, zeer schuin neerwaartse positie



Principe van de neerwaartse lichtstroom-25 D) Monumentverlichting/publiciteit

Slechte voorbeelden:

- Opwaarts gerichte projectoren (-)



Principe van de neerwaartse lichtstroom-26 D) Monumentverlichting/publiciteit

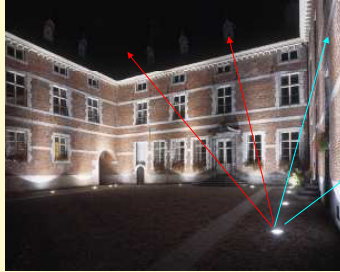
- Opwaarts scheerlicht met gevelspots (-)



Principe van de neerwaartse lichtstroom-27 C) Decoratieve verlichting

- Grondspots (-)

alternatief
grondeffect:
LED-tegels in
matglas



Principe van de neerwaartse lichtstroom -28 D) Monumentverlichting/publiciteit

- Besluit:
 - opwaarts gerichte projectoren
 - opwaarts scheerlicht met gevelspots
 - grondspots



groot rechtstreeks opwaarts licht onvermijdelijk,
zelfs mét middelen om de bundel te begrenzen



Principe van de neerwaartse lichtstroom -29 D) Monumentverlichting/publiciteit

- Om af te sluiten een goed voorbeeld



Principe van de neerwaartse lichtstroom -30 D) Monumentverlichting/publiciteit

- In uitzonderlijke situaties waarbij geen enkele mogelijkheid bestaat om opwaarts aanstralen te vermijden



- PRINCIPE VAN HET MINIMUM
DOELGEBIED volledig toegepast!



Principe van de neerwaartse lichtstroom -31

D) Monumentverlichting/publiciteit

De brug of de hemel verlicht?



Principe van het minimum doelgebied

- alleen richten WAAR nodig
 - de rest goed afschermen
- ALGEMENE WERKWIJZE
1. Keuze toestellen
 2. Opstelling/africhting



Principe van het minimum doelgebied -2

1. Keuze toestellen

- a. best passende bundel voor doelgebied
- b. bundel: hoge uniformiteit, sterke begrenzing
- c. afschermingsmiddelen toepassen om a. en b. te realiseren



Principe van het minimum doelgebied -3

2. Opstelling /africhting

- juist oriënteren
 - a. hoofdbundel binnen doelgebied
 - b. 20°-regel!
- Bij uitgebreide oppervlakten
 - a. inwaarts aanstralen vanaf de buitenkant
 - b. decentralisatie
 - c. compartimentatie



Principe van het minimum doelgebied -4

1. Lineaire opstelling of wegconfiguratie

1. Lineaire opstelling of wegconfiguratie

- goede OV-optiek:
- kleine brander
 - performante spiegeloptiek in full cutoff opstelling



Principe van het minimum doelgebied -5

1. Lineaire opstelling of wegconfiguratie

- Correcte inclinatie toestel



- dwarsparalumen en/of HDG's tegen dwarsverstraling



Principe van het minimum doelgebied -6

1. Lineaire opstelling of wegconfiguratie

Vb. uitvoering paralumen Z18



Principe van het minimum doelgebied -7

1. Lineaire opstelling of wegconfiguratie

Vb. toepassing paralumen Z18



Principe van het minimum doelgebied -8

1. Lineaire opstelling of wegconfiguratie

- **TE VERMIJDEN**

- toestellen met grote branders (NaLD, PL, TL), ongeacht spiegeloptiek of refractorkap

Waarom?

- De lichtstroom is slecht beheersbaar
- zwaar lichtvervuiling
- goed rendement teniet gedaan door slechte beheersbaarheid



Principe van het minimum doelgebied -9

1. Lineaire opstelling of wegconfiguratie

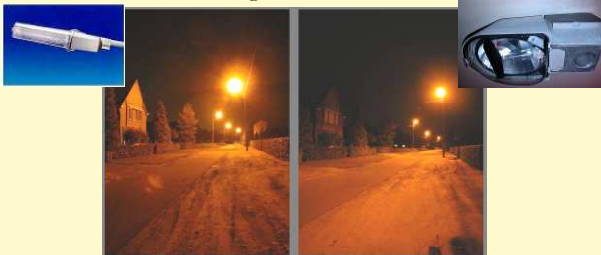
- Vb. vervangingsproject: refractortoestel (links) en goed begrensd reflectortoestel van zelfde vermogen (rechts)



Principe van het minimum doelgebied -10

1. Lineaire opstelling of wegconfiguratie

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



Principe van het minimum doelgebied -11

2) tweedimensionale opstelling of terreinconfiguratie

- **VOORKEUR**

- sterk asymmetrische toestellen
 - uitvalshoek 50°-60°
 - gladde of gesatineerde reflector
 - full cutoff
 - paralumen of HDG's
 - montage: min. inclinatie, 0-10°



Principe van het minimum doelgebied -12

2) tweedimensionale opstelling of terreinconfiguratie



Principe van het minimum doelgebied -13

2) tweedimensionale opstelling of terreinconfiguratie

- **VERMIJDEN**

- open symmetrisch
- open zwak asymmetrische zelfs met deflector



Principe van het minimum doelgebied -14

2) tweedimensionale opstelling of terreinconfiguratie

- vb.
 - hoofdterrein (rechts):
symm. Open
 - terrein links:
asymmetrische met goed
afgebakende neerwaartse
bundel
 - minimale doorstraling
 - grote uniformiteit



Principe van het minimum doelgebied -15

2) tweedimensionale opstelling of terreinconfiguratie

- VERMIJDEN (2)
 - refractorblokken
(zgn. “wallpacks”)
 - ver doorstralend
 - slecht gedefinieerd
 - grote diffusie
 - verblinding



Principe van het minimum doelgebied -16

3) Hoge complexe installaties

3) Hoge complexe installaties

Strikte toepassing:

- **decentralisatie** en **compartmentatie**
- vermijden of blokkeren verstraling **doorheen** de
installatie
- aangepast vermogen, aandacht voor **reflectie**-
eigenschappen van installatie



Principe van het minimum doelgebied -17

3) Hoge complexe installaties

- VOORKEUR

eigenschappen constructie, doel vd verlichting

- ↔ a) fluorescentielampen
 - full cutoff (goed afgeschermd)
 - vlakke en heldere lichtkap
- b) kleine projectoren
 - full cutoff
 - helder frontglas
 - paralumen



Principe van het minimum doelgebied -18

3) Hoge complexe installaties

- **ABSOLUUT TE VERMIJDEN**

- a) niet of onvolledig afgeschermd
fluorescentielampen
- b) refractortoestellen indien niet full-cutoff



Principe van het minimum doelgebied -19

Bijzondere voorwaarden bij opwaarts lichtgebruik

- **OPWAARTS LICHTGEBRUIK** zoveel mogelijk
vermijden!!
 - lage inclinatie: verticale overshoot vermijden
 - decentralisatie: verschillende lokale bronnen
 - nabijheid: toestellen dicht plaatsen
 - insluiting: lichtbundel tegen het object



Principe van het minimum doelgebied -20 Bijzondere voorwaarden bij opwaarts lichtgebruik

- Begrenzen bundel: in alle niet-gewenste richtingen door paralumen, HDG's



Principe van de minimum luminantie met maximum uniformiteit

- **Luminantie of lichtintensiteit**: de hoeveelheid lichtstroom die per oppervlakte-eenheid wordt uitgestraald of weerkaatst. De eenheid is cd/m^2 . 1 candela is gelijk aan 1 lumen per steradiaal ($I = S/\Omega$). De lichtsterkte van een gewone zaklamp is ongeveer 1 candela. Een gloeilamp van 100 watt heeft een lichtsterkte van circa 120 candela.
- **Illuminantie of verlichtingssterkte**: totale invallende lichtstroom op een bepaalde plaats (lux)
- **Uniformiteit**: verhouding tussen de minimale en de gemiddelde verlichtingssterkte (%)



Principe van de minimum luminantie met maximum uniformiteit -2

- **LUMINANTIE**
 - **minimumnorm = maximumnorm!**
 - Tabellen met verlichtingssterkten en luminanties (verkeer, bouwterrein, sportveld, parkings, los- en laadplaatsen, enz)
 - CIE-aanbevelingen, typebestek 005, ...
 - invloed reflectie-eigenschappen van materialen
 - Europese normen per werkplek
 - EN-13201 voor wegverlichting



Principe van de minimum luminantie met maximum uniformiteit -3

- **UNIFORMITEIT**
 - zo hoog mogelijk
 - GEVOLG: POSITIEVE TERUGKOPPELING OP DE LUMINANTIE
 - hoge uniformiteit ($\text{min}/\text{gem} > 0.7$) volstaat luminantiewaarde van 2/3 tot 3/4 van voorgeschreven minimumwaarde



Principe van de minimum luminantie met maximum uniformiteit -4

- **INFO**: onderzoek naar nieuwe luminantienormen voor buitenverlichting
 - STV (small target visibility) - onderzoek
 - geen verblinding
 - hoge uniformiteit
 - mesotopische adaptatiedrempel - theorie
 - verlagen luminantieniveau tot binnen mesotopisch niveau
 - klassieke minimumnormen vaak te hoog!
 - De 50%-test: eenvoudig maar veelzeggend



Principe van de minimum luminantie met maximum uniformiteit -5

Realisatie minimum luminantie

1) gewone openbare verlichting

- **waarden**: gedefinieerd in EN-13201-2
 - **rekenmodellen**: toestelproducenten en installatie-ontwerpers
 - juiste lampvermogen, inplantingspatroon
 - berekening naar verlichtingssterkte of luminantie?
- Luminantienorm is meest aangewezen
- – minimale totale lichtstroom om doel te bereiken! (verschillende modelberekeningen maken)

Diverse regio's in Italië is minimum verlichtingsnorm = maximum verlichtingsnorm



Principe van de minimum luminantie met maximum uniformiteit -6

Realisatie minimum luminantie

2) Monumentverlichting

- luminantie van aangestraalde object: 2 tot 5 maal die van de nabije omgeving = genoeg! (max. 1 cd/m²)
- Middel: algemeen verlichtingsniveau omgeving laag houden
- beperken totale lichtstroom



accentverlichting i.p.v. volledige uitlichting met groot vermogen

- sterke opwaartse weerkaatsing vermijden



Principe van de minimum luminantie met maximum uniformiteit -7

Realisatie minimum luminantie

3) Publiciteit

- AMINAL-brochure "Publiciteit zonder Lichthinder": maximum luminantiewaarden (zeer hoog!):

Oppervlakte lichtgevend vlak	Maximum luminantie
< 0,5 m ²	500 cd/m ²
> 0,5 m ² en < 10 m ²	400 cd/m ²
> 10 m ²	300 cd/m ²



Principe van de minimum luminantie met maximum uniformiteit -8

Realisatie minimum luminantie

Hoe verkrijg je een hoge uniformiteit?

- toestellen: hoge initiële uniformiteit
- decentralisatie bij grotere opp.
- Bij monumentverlichting niet van belang
hoog contrast, vertrekkend vanuit een lager niveau van omgevingslicht



Principe van de minimum functietijd

- verlichting werkt **enkel** in de periode dat zij functioneel is
 - A) terreinen en installaties
 - B) wegverlichting en parkings
 - C) publiciteit



Principe van de minimum functietijd -2

A) voor terreinen en installaties

- **Logisch Organisatorisch Schakelen (LOS):**
localisatie en tijdstip van activiteit
- **klokschakeling:** vast activiteitsschema
- **bewegingsmelders:** lage/onregelmatige gebruikersfrequentie, passage



Principe van de minimum functietijd -3

B) voor wegenverlichting en parkings

- intensiteitsschakeling ~ verkeersintensiteit
- klokschakeling: doven/dimmen buiten activiteitsperiode

C) publiciteit

- doven: buiten activiteitsperiode of samen met openbare verlichting



Actief lichtbeheer met dimming

- = de ideale combinatie van minimum luminantie en minimum functietijd
 - aanpassen aan omstandigheden en tijdstip
 - toestel: integraal aangepast aan dimming
 - nieuwe verlichting
 - vernieuwingsprojecten

Verplicht tegen 2011 op alle toestellen



Actief lichtbeheer met dimming -2

- Aansturing
 - 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)




Actief lichtbeheer met dimming -3

- Economische voordelen
 - besparing op verbruik (10-40%)
 - besparing op lampen en onderhoudsbeurten (40%)
 - langere levensduur lampen door stabiele elektronische voeding



Actief lichtbeheer met dimming -4

- Lichttechnisch voordeel:
 - verlichtingsuniformiteit blijft behouden
 - 
 - donkere zones bij afwisselende doving
 - EXTRA: lager algemeen luminantieniveau aanhouden (besparing op energie en lampen)
- Effect op lichtvervuiling
 - ~ besparing op lichtvermogen!



Bijzondere toepassingen

1) Verlichting voor bewakingsdoeleinden

- **sterk en continu verlichten = geen goed concept!**

Reden: enkel grote en/of snelle veranderingen in het beeldveld worden opgemerkt

Gevolg: bij te intensieve verlichting daalt waakzaamheid

(zware criminaliteit laat zich nauwelijks beïnvloeden door verlichting)



Bijzondere toepassingen -2

1) Verlichting voor bewakingsdoeleinden

Oplossingen:

“DOMME VOLGING”

gedecentraliseerde snelstartende verlichting met bewegingsmelders

Uitvoering:

clusters fluorescentielampen

Resultaat:

zeer opvallend, snelle localisatie: **duidelijke visuele meldfunctie**

efficiënt en goedkoop!



Bijzondere toepassingen -3

1) Verlichting voor bewakingsdoeleinden

Lichtgevoelige/beeldversterkende camera's

Resultaat:

- verdachte activiteit valt meer op
- donker: criminelen minder handig en maken zelf licht
- criminelen weten niet duidelijk of ze al dan niet waargenomen kunnen worden



Bijzondere toepassingen -4

2) LED verlichting

- Energie efficiëntie lager dan klassiek straat verlichting (45 lum/Watt in plaats van 70 tot 200 lum/W)
- Nu enkel efficiënt:
 - voor klemtoon- of accentverlichting
 - padverlichting met lage verlichtingssterkte.



Bijzondere toepassingen -5

2) LED verlichting

- Toekomst LEDs met > 100 lum/Watt
- OLED of de Organic LED's
- Problemen:
 - Warmtebeheersing
 - Korte levensduur.



Bijzondere toepassingen -6

3) Golf Driving Ranges



Bijzondere toepassingen -7

3) Golf Driving Ranges



Bijzondere toepassingen -8

3) Golf Driving Ranges



Bijzondere toepassingen -9

3) Golf Driving Ranges

