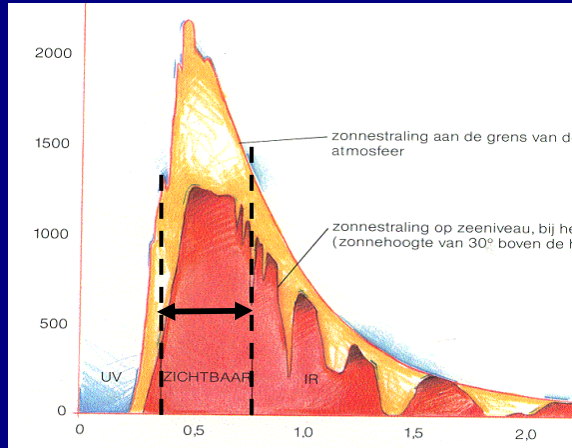
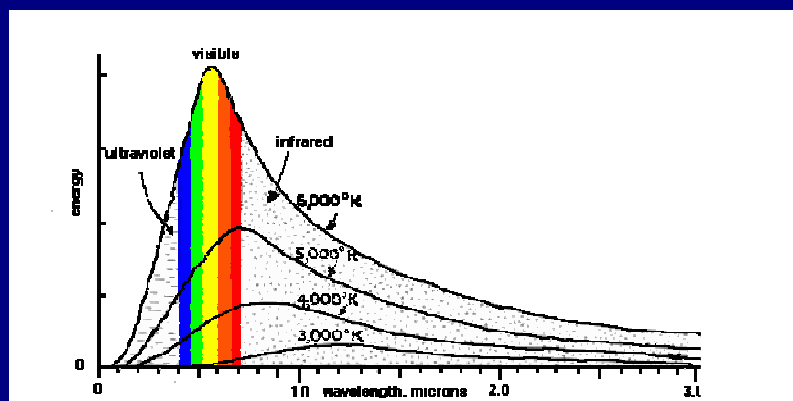


# Begrippen zonlicht / daglicht



# Begrippen kleuren zichtbaar licht



## Begrippen

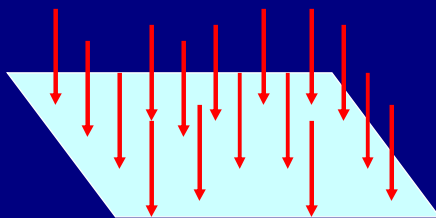
- Lichtstroom [ $\phi$ ] in lumen [cd·sr]
  - ◆ Lichthoeveelheid per tijdseenheid: elektromagnetische straling dat het menselijk oog als licht ervaart of wordt uitgezonden.
- Lichtsterkte [I] in candela
  - ◆ lichtstroom per eenheid van ruimtehoek in een richting
- Verlichtingssterkte [E] in lux:
  - ◆ lichtstroom per oppervlakteenheid ( $\text{lm}/\text{m}^2$ )

Ch

5

## Begrippen

- Verlichtingssterkte [E] in lux
  - ◆ lichtstroom per oppervlakte eenheid



Ch

6

## Formules

### ■ Verlichtingsterkte [E] in lux

#### ◆ Op een vlak:

$$E = \Phi / A \quad [\text{lumen/m}^2] \text{ ofwel } [\text{lux}]$$

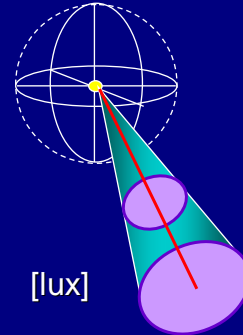
#### ◆ In een punt:

$$E = I / R^2 \quad [\text{lux}]$$

E Verlichtingssterkte [lux]

$\Phi$  'Lichtstroom' [lumen]

I lichtsterkte van de bron [candela]



Ch

## Verlichtingssterkten

### Werkzaamheden

Oriëntatieverlichting  
bijv gang en trappenhuis

Grove details

Kantoor, leslokaal

Zeer fijne details  
Bijv tekenkamer

operatietafel

### Gemiddelde

### verlichtingssterkte

100 lx

200 lx

400 lx

800 lx

> 3200 lx

## Luminantie

- Helderheidsverhoudingen
- Afhankelijk van:
  - ↳ Verlichtingssterkte van een vlak
  - ↳ Reflectiefactor van een vlak

Ch

9

## Begrippen

- Helderheid: subjectief
- Luminantie bij diffuse reflectie:

$$L = \frac{r \cdot E}{\pi}$$

- ◆ r= reflectiecoëfficiënt

Ch

10

## Luminantieverhoudingen

- Aanbevolen luminantieverhoudingen binnen gezichtsveld :

Werkveld : directe omgeving : perifere omgeving

10 : 3 : 1

Ch

11

## Kunstverlichting

Ch

12

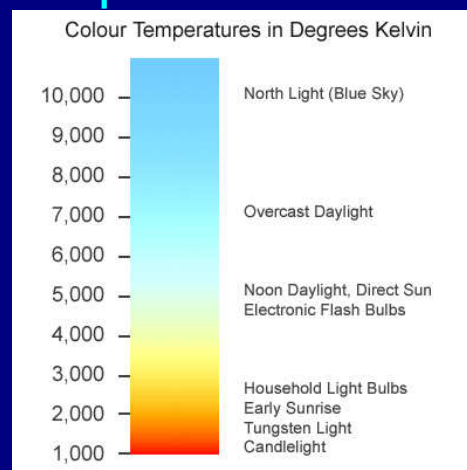
## Kleurtemperatuur

- Lage temperatuur: warmtestraling/ infrarood; kleur: warm wit. rood
- Hoge temperatuur: / koel wit; blauw

Ch

13

## Kleurtemperatuur



Ch

14

## Kleurtemperatuur

Lichttype	Kleurtemperatuur (K)
Kaars	1900-2500
Gloeilamp	2700-3200
Zonlicht	5000-5800
Daglicht	5800-6500

15

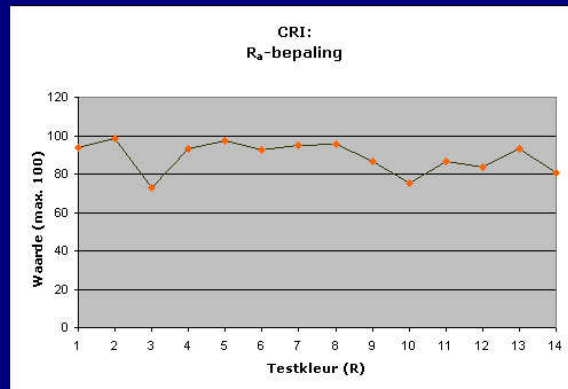
## Kleurweergave- index $R_a$

- Geeft mate van kleurindrukken aan.
- Hoge  $R_a$ : goede kleurweergave mogelijk
- Maximaal 100: voor thermische stralers zoals zon, gloeilamp, halogeenlamp.

16

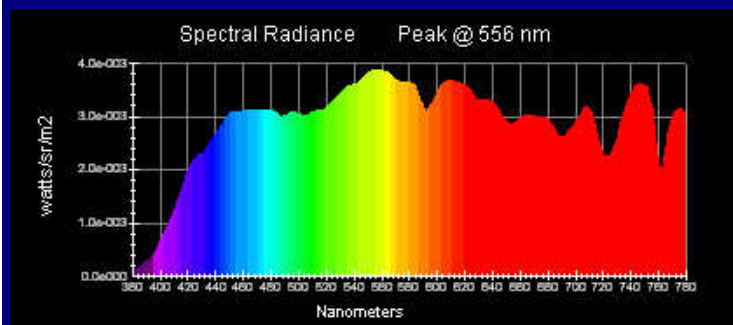
## Kleurweergave- index $R_a$

- Resultaat van een meting waarbij met 14 kleuren wordt vergeleken.



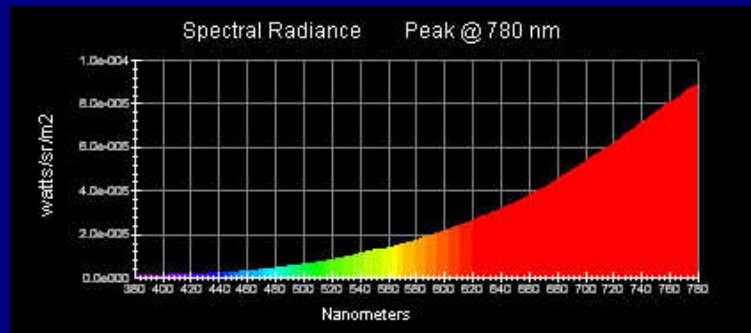
17

## Zonlicht: $R_a = 100$

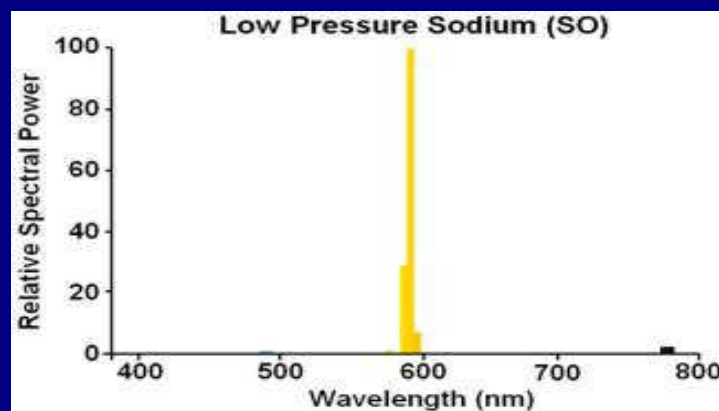


18

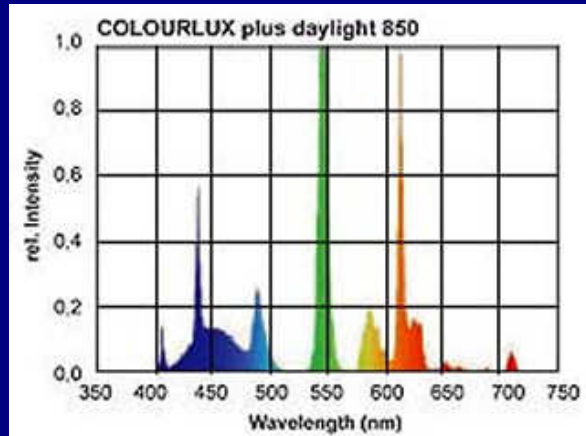
# Gloeilamp: $R_a = 100$



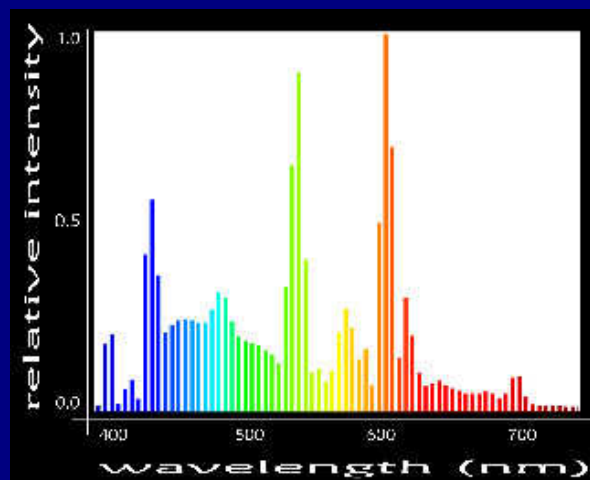
# Natriumlamp: $R_a = 0$



# Trifosfor TL-lamp. rood, groen en blauw. $R_a = 85$



# 'Second-sun' $R_a = 92$



## 'Second-sun' Ra= 92

- Vermogen: 25W
- Lichtopbrengst: 1400 lumen
- Levensduur: 8000 uur
- Rendement: 56 lm/W

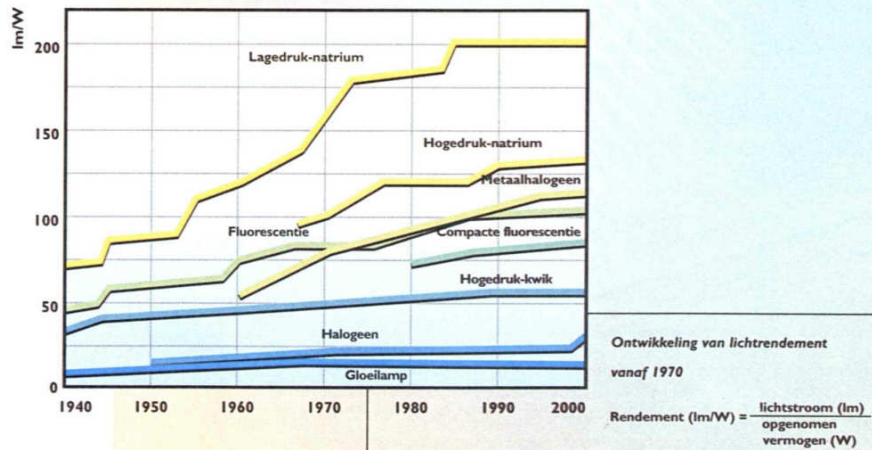


## Lichtbronnen (Ra minimaal 80)

(tabel 7) Rendement

Type lamp	lichtopbrengst	levensduur
Gloeilamp	6-19 lm/W	1.000 u
Halogeen	12-25 lm/W	2.000-3.500 u
TL lampen	45-95 lm/W	6.000-12.500 u
Compacte fluorescentielampen	25-80 lm/W	5.000-8.000 u

## Overzicht lichtbronnen-ontwikkelingen rendement

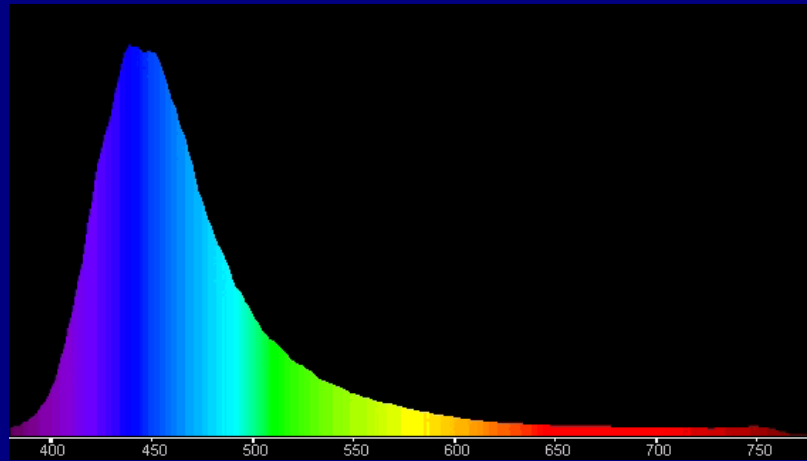


## Overzicht lichtbronnen

### OVERZICHT VAN ENKELE TYPISCHE LICHTBRONNEN

Lamptype	Lichtstroom (lm)	Lichtrendement (lm/W)	Kleurtemperatuur (K)	Kleurweergave-index (Ra)	Vermogen (W)
Gloei/halogeen	120/8400	6 – 27	2700 – 3200	100	15 – 2000
Lagedruk-natrium	1800 – 32500	100 – 200	1700	n.a.	18 – 180
Hogedruk-natrium	1300 – 90000	50 – 130	2000, 2200, 2500	25 – 80	35 – 1000
Hogedruk-kwik	1700 – 59000	35 – 60	3400, 4000	40 – 55	50 – 1000
Fluorescentie	200 – 8000	60 – 105	2700, 3000, 4000, 6500	60 – 95	5 – 80
Compacte fluorescentie	200 – 12000	50 – 85	2700, 3000, 4000, 6500	80	5 – 165
Metaalhalogeen	5300 – 22000	75 – 140	3000, 4000, 5600	65 – 95	70 – 2000
Keramisch metaalhalogeen	3300 – 14000	90 – 95	3000 – 4200	80 – 90	20, 35, 70, 150
Solid-state	10 – 250	Up to 50	4000 – 5000	65 – 90	1 – 5

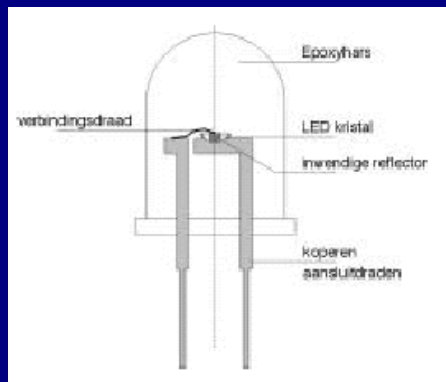
# LED



27

# LED

- Kostbaar
- Zeer lange levensduur
- $R_a$ : 65-90
- Hoog rendement:  $>50 \text{ lm/W}$



28

## Kunstverlichting

- Resultaat kunstverlichting bepaald door
  - ◆ geometrie ruimte
  - ◆ vermogen, type en aantal lampen
  - ◆ soort armaturen
  - ◆ poetsregime (vervuilingsgraad)
  - ◆ luminantieverhoudingen

Ch

29

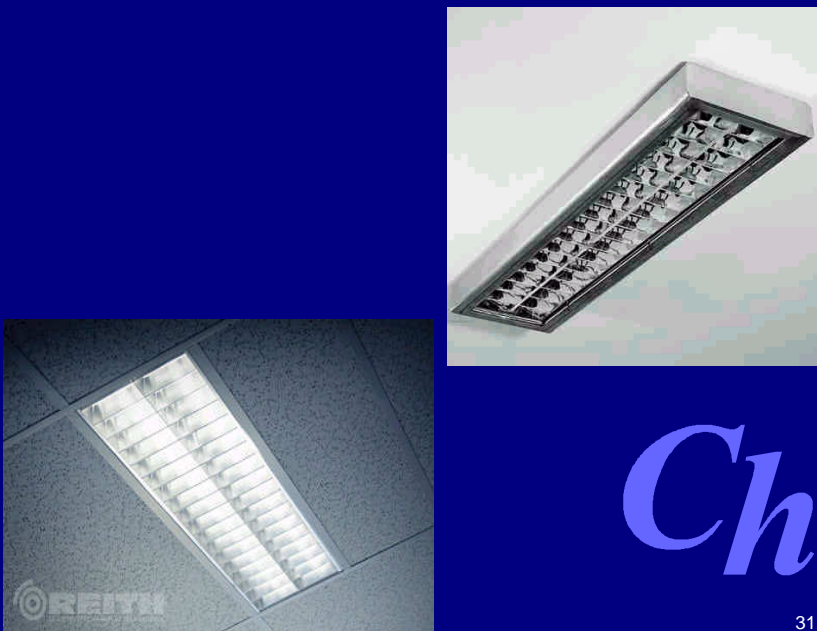
## Armaturen voor TL lampen

- Armaturen zonder reflector:
  - ◆ Dicht: prismakap / opalen kap
  - ◆ Open: lamellenrooster / mazenrooster
- Armaturen met reflector:
  - ◆ Open: rechte lamellen (verspiegeld lamellenrooster)
  - ◆ Open: gebogen lamellen ( spiegeloptiekrooster)

Ch

30

ch




REITH

Ch

31

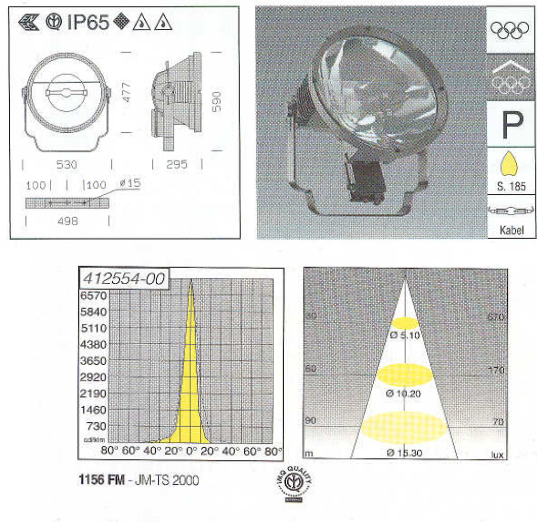
ch



Ch

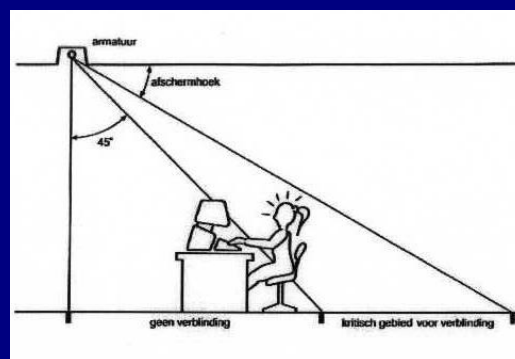
32

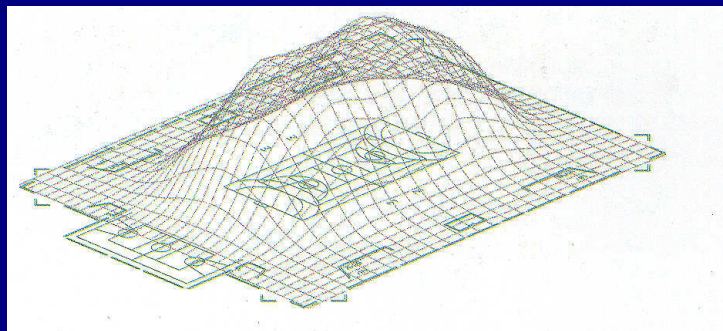
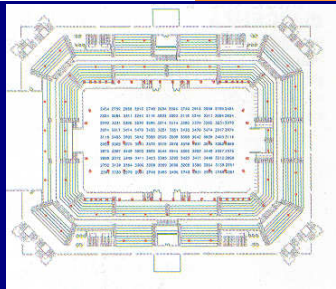
# armaturen









# Aandachtspunten bij keuze armaturen

- Armatuurrendement
- Voorkomen van verblinding





Tabel 4.5  
Richtwaarden voor het verlichtingsrendement voor verschillende armatuurtypen in ruimten met verschillende vorm en reflectiefactoren

type armatuur	armatuur- rendement	verlichtingsrendement			
		kleine ruimte (h = 2,7 m)		grote ruimte (h = 2,7 m)	
		vormindex = 1*		vormindex = 3*	
		lage** reflectie	hoge** reflectie	lage*** reflectie	hoge*** reflectie
a.  balk	0,96	0,27	0,46	0,50	0,70
b.  trog	0,81	0,40	0,51	0,65	0,73
c.  lamellen- rooster	0,59	0,34	0,41	0,49	0,55
d.  prisma- kap	0,57	0,34	0,40	0,48	0,53
e.  opaal- kap	0,54	0,24	0,32	0,39	0,46
f.  spiegel- optiek	0,56	0,36	0,42	0,49	0,53

\*vormindex,  $k = \frac{l \times b}{h(l+b)}$ ; waarin: l = lengte van het vertrek  
b = breedte van het vertrek  
h = afstand armatuur tot werkvlak  
NB met moderne spiegeloptiek armaturen zijn nog hogere rendementen haalbaar dan aangegeven in deze tabel.  
\*\* lage reflectiefactoren : plafond -0,3; wanden -0,1; vloer -0,1  
\*\*\* hoge reflectiefactoren : plafond -0,7; wanden -0,5; vloer -0,1

## Invloed daglichttoetreding op Gebouwen

Daglichttoetreding heeft invloed op

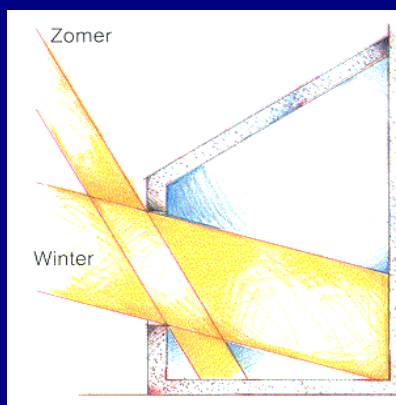
- ◆ gebouwoontwerp
  - ☞ raamoppervlakten, overstekken
- ◆ waardering / beleving gebouw
  - ☞ atria, lichtstraten
- ◆ energiebesparing gebouw
  - ☞ HR++glas
  - ☞ Zon georiënteerd



## Daglichttoetreding

- Gezondheid gebruikers
  - ◆ uitzicht naar buiten
  - ◆ dag/nachtritme
  - ◆ weersomstandigheden
  - ◆ beleving gebouw
- Bouwbesluiteisen
  - ◆ eisen aan de grootte v/d daglichtopening
  - ◆ geen eis aan de verlichtingssterkte in woningen

## Zomer - wintersituatie



Seizoens afhankelijk

- lichtinval
- warmtestraling

Ch

39

## Eisen daglichttoetreding

### ■ Bouwbesluit artikel 3.20 (nieuwbouw)

- ◆ Equivalent daglichtoppervlak (NEN 2057)
  - ☞  $\geq 10\%$  vloeroppervlak verblijfsgebied
  - ☞  $\geq 0,5 \text{ m}^2$  per verblijfsruimte
- ◆ Belemmeringen op ander perceel buiten beschouwing

Ch

40

# Bepaling daglichtoppervlakten

## NEN 2057

- Bepalingsmethode van toepassing op
  - ◆ woningen
  - ◆ n.t.b.b.g. (utiliteit)

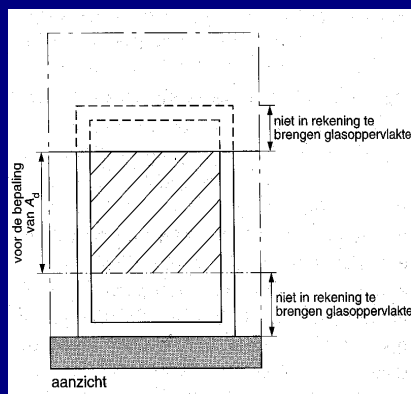
$$A_e = A_d \times C_b \times C_u$$

Ch

41

## NEN 2057

- Bepaling  $A_d$

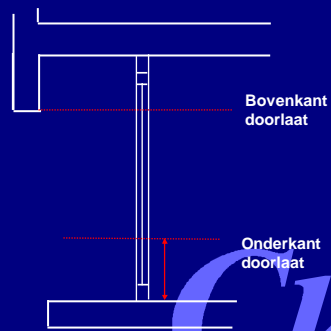
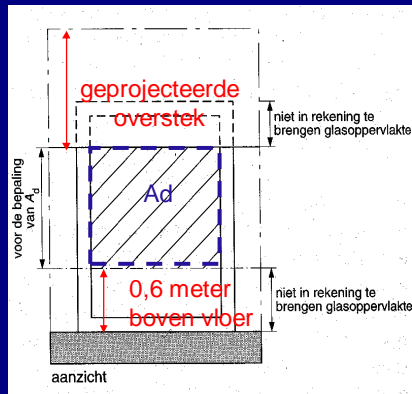
 $A_d ?$ 

Ch

42

## NEN 2057

### ■ Bepaling $A_d$



43

## NEN 2057

### ■ Bepaling $C_b$

$C_b$  : belemmeringsfactor

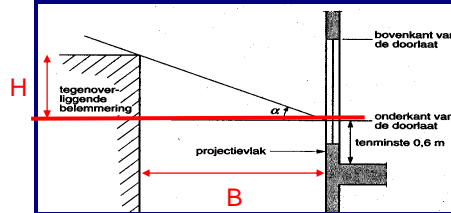
⇒ aflezen na bepaling  $\alpha$  en  $\beta$

- ◆  $\alpha$  belemmeringshoek (minstens  $25^\circ$ )
- ◆  $\beta$  overstekhoek

44

# NEN 2057

Belemmering op *eigen* terrein



■ Bepaling  $\alpha$

$$H/B = \tan(\alpha)$$

$$\alpha = \text{invtan}(H/B)$$

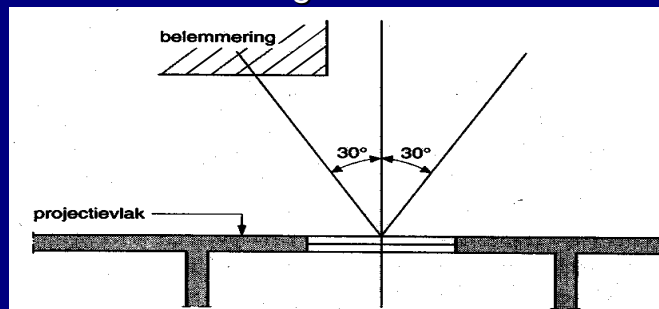
Verticale doorsnede

Belemmering ten opzichte van *onderkant* doorlaat

Ch

# $\alpha$ bepalen (conform NEN 2057)

belemmeringen binnen 60° hoek

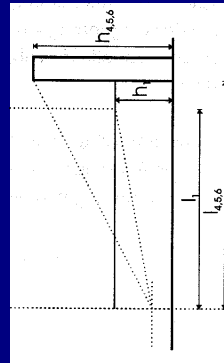


Horizontale doorsnede

Ch

# NEN 2057

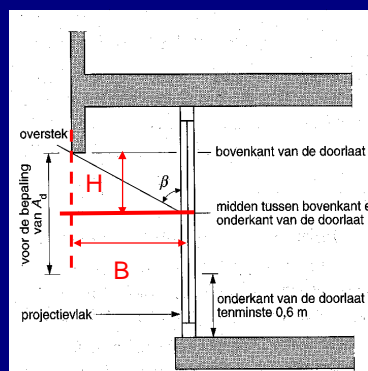
Bepaling  $\alpha$  bij niet constante belemmeringen



$$\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6) / 6$$

waarbij  $\alpha$  ten minste  $25^\circ$  !

# NEN 2057



■ Belemmeringshoek

■  $\beta$

$$B/H = \tan(\beta)$$

$$\beta = \text{invtan}(B/H)$$

Verticale doorsnede

Overstek ten opzichte van *midden* deur

Tabel 1 — Belemmeringsfactor  $C_b$  voor verticale en naar buiten hellende daglichtopeningen als functie van de belemmeringshoek  $\alpha$  (voor tegenoverliggende belemmeringen) en  $\beta$  (voor overslaken)

Vom	$\beta$ in °	$\alpha$ in °							
		25	26-27	28-29	30-31	32-33	34-35	36-37	38-39
-	0	0,86	0,83	0,80	0,76	0,74	0,71	0,69	0,67
1	2	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,71	0,69	0,66
3	4	0,84	0,81	0,78	0,75	0,73	0,70	0,68	0,66
5	6	0,83	0,81	0,77	0,74	0,72	0,69	0,68	0,66
7	8	0,82	0,79	0,76	0,74	0,71	0,69	0,67	0,65
9	10	0,81	0,78	0,75	0,72	0,71	0,68	0,66	0,64
11	12	0,79	0,76	0,74	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64
13	14	0,77	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,64
15	16	0,76	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,61
17	18	0,74	0,71	0,69	0,68	0,66	0,64	0,63	0,61
19	20	0,72	0,70	0,68	0,66	0,65	0,64	0,61	0,60
21	22	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,61	0,60	0,59
23	24	0,69	0,68	0,66	0,64	0,59	0,61	0,59	0,58
25	26	0,68	0,66	0,65	0,64	0,58	0,60	0,58	0,57
27	28	0,67	0,65	0,64	0,62	0,57	0,59	0,58	0,56
29	30	0,66	0,64	0,64	0,61	0,56	0,58	0,57	0,56
31	32	0,65	0,64	0,61	0,60	0,59	0,57	0,56	0,55
33	34	0,64	0,62	0,61	0,59	0,58	0,56	0,55	0,54
35	36	0,64	0,61	0,60	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54
37	38	0,61	0,60	0,59	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53
39	40	0,61	0,59	0,58	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52
41	42	0,60	0,58	0,57	0,56	0,54	0,53	0,52	0,52
43	44	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,47
45	46	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,49	0,42
47	48	0,56	0,56	0,54	0,53	0,52	0,49	0,44	0,39
49	50	0,56	0,54	0,54	0,52	0,52	0,47	0,39	0,35
51	52	0,55	0,54	0,53	0,52	0,47	0,42	0,37	0,32
53	54	0,54	0,53	0,52	0,47	0,42	0,37	0,32	0,27
55	56	0,53	0,52	0,49	0,44	0,37	0,32	0,30	0,25
57	58	0,52	0,49	0,44	0,39	0,35	0,30	0,25	0,22
59	60	0,49	0,44	0,39	0,35	0,30	0,25	0,22	0,20
61	62	0,44	0,39	0,35	0,30	0,27	0,22	0,20	0,17
63	64	0,39	0,35	0,32	0,27	0,22	0,20	0,17	0,15
65	66	0,37	0,32	0,27	0,22	0,20	0,17	0,15	0
67	68	0,32	0,27	0,25	0,20	0,17	0,15	0,15	0
69	70	0,27	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0	0
71	72	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,15	0	0
73	-	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel voor bepaling  $C_b$

Bijvoorbeeld  $C_b = 0,86$   
bij  $\alpha = 25^\circ$  en  $\beta = 0^\circ$



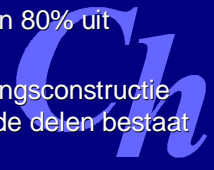
## NEN 2057

### ■ Bepaling $C_u$

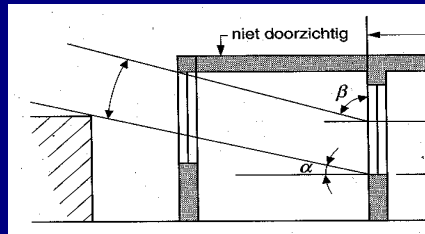
correctie factor voor de lichtdoorlatendheid van het glas (vergelijk LTA factor)

$$C_u = 0,8 * (A_{netto} / A_{bruto})$$

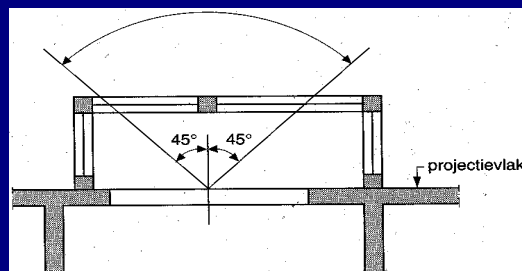
- ◆  $C_u = 1$  bij geen scheidingsconstructie voor daglichtopening
- ◆  $C_u = 0,8$  als scheidingsconstructie meer dan 80% uit lichtdoorlatende delen bestaat
- ◆  $C_u = ?$  berekenen  $A_{netto} / A_{bruto}$  als scheidingsconstructie minder dan 80% uit lichtdoorlatende delen bestaat



# NEN 2057



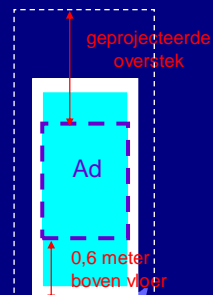
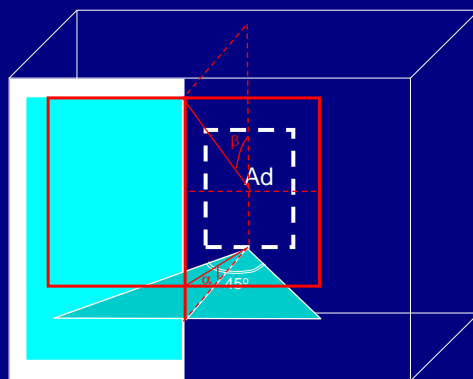
vertikaal



horizontaal

Ch

# NEN 2057

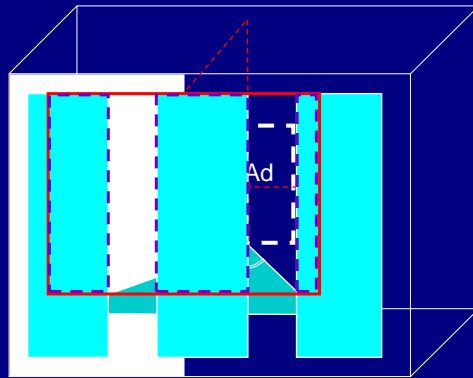


Uitgangspunt glazen serre:

$C_u = 0,8$  bij meer dan 80% glas binnen rode rechthoek

Ch

## NEN 2057



  $A_{bruto}$

  $A_{netto}$

Uitgangspunt serre met dichte delen:

$$C_u = 0,8 * (A_{netto} / A_{bruto})$$

Ch

53

## NEN 2057 opmerkingen

- NEN 2057 is een EENVOUDIGE bepalingsmethode

$$A_e = A_d \times C_b \times C_u$$

- NEN 2057 houdt geen rekening met:

- ◆ zijdelingse afscherming
- ◆ reflecties van oppervlakken
- ◆ diepe raamnissen
- ◆ afscherming buiten het perceel

Ch

54

# Openbare verlichting

Richtlijn voor verlichtingsklassen

Ch

55

# Hoofdcriterium

- Indeling in verlichtingsklasse gericht op visuele behoefte van een groep weggebruikers op een bepaald wegtype in een bepaalde omgeving.
- Uitgedrukt in:
  - ◆ Horizontale verlichtingssterkte;
  - ◆ Gemiddelde wegdeklluminantie

Ch

56

## Aanvullende criteria (1)

- Storende verblinding
- Milieucriteria: aanzien van een weg overdag en 's avonds en licht uitgestraald in ongewenste richting.
- Kleurweergave, afhankelijk van situatie:
  - ◆ Het vinden van de weg voor autobestuurders;
  - ◆ Zich oriënteren voor voetgangers;
  - ◆ Identificatie van personen.

Ch

57

## Aanvullende criteria (2)

- Visuele geleiding: een apart lichtpunt of een klein aantal lichtpunten.

Ch

58

Ch

## verlichtingsklassen

ME	Voor bestuurders van motorvoertuigen, van toepassing op wegen voor middelhoge tot hoge snelheid
CE	Voor bestuurders van motorvoertuigen voor conflictgevoelige situaties: kruispunten, rotondes, filegevoelige plaatsen
S	Voor voetgangers en fietsers: voet- en fietspaden, vluchtstroken, straat in woonwijk, parkeerterrein, schoolplein
ES	Aanvulling op S-klasse. Herkennen van personen en openbare ruimten met verhoogd misdaadriscico

59

Ch

## Groepering van verlichtings-situaties

Typische snelheid van de hoofdgebruiker (km/h)	Typen gebruikers in hetzelfde gebied			Groep verlichtings-situaties
	Hoofdgebruiker	Terrein toegelaten voor	Verboden voor	
> 60	Autoverkeer		Langzaam verkeer (Bromfietsen) Voetgangers	A1
		Langzaam verkeer	(Bromfietsen) Voetgangers	A2
		Langzaam verkeer (Bromfietsen) Voetgangers		A3
> 50 en < 60	Autoverkeer		Langzaam verkeer (Bromfietsen) Voetgangers	A4
	Autoverkeer	Voetgangers		B1
	Langzaam verkeer	Voetgangers		B2
	Autoverkeer	Voetgangers		B3
	Langzaam verkeer (Bromfietsen) Voetgangers	Voetgangers	Autoverkeer	C1
> 30 en < 50	Autoverkeer		Langzaam verkeer (Bromfietsen) Voetgangers	A5
	Autoverkeer	Langzaam verkeer (Bromfietsen) Voetgangers		B4
	Autoverkeer	Voetgangers		B5
	Langzaam verkeer (Bromfietsen) Voetgangers		Autoverkeer	C2
	Langzaam verkeer (Bromfietsen) Voetgangers		Autoverkeer	C3
Woonwijken etc.	Voetgangers		Autoverkeer	D1
	Voetgangers	Autoverkeer Langzaam verkeer (Bromfietsen)		D2

a) Luchthoogte verlichtingspunten in beginsel is en blijft een de Duitse norm DIN EN 12290.

## S-reeks verlichtingsklassen (voetgangers)

Tabel B.10a – Groep E1 - Aanbevolen reeks verlichtingsklassen

Misdaadriscio	Gezichtsherkenning	Verkeersdichtheid voetgangers					
		Normaal			Hoog		
		←	o	→	←	o	→
Normaal	Niet noodzakelijk	S6	S5	S4	S5	S4	S3
	Noodzakelijk	S5	S4	S3 <sup>a)</sup>	S4	S3	S2 <sup>a)</sup>
Hoger dan normaal	Noodzakelijk	S3	S2	S1 <sup>a)</sup>	S2	S1	CE2 <sup>a)</sup>

a) Toegevoegde ES-klassen als alternatief voor de aanbevolen S-klassen zijn te vinden in tabel 2.

## S-reeks verlichtingsklassen (voetgangers)

Klasse	Horizontale verlichtingssterkte		
	$\bar{E}_h$ <sup>a)</sup>	$E_{min}$	$U_h$ <sup>b)</sup>
	(minimum gehandhaafd) lx	(gehandhaafd) lx	(minimum)
S1	15	5	0,30
S2	10	3	0,30
S3	7,5	1,5	0,20
S4	5	1	0,20
S5	3	0,6	0,20
S6	2	0,6	0,30
S7	oriëntatieverlichting	–	–

a) Bij de gegeven waarde van  $E_{min}$  mag  $\bar{E}_h$  niet meer dan 1,5 maal de aanbevolen waarde bedragen.

b) EN 13201 hanteert de minimumverlichtingssterkte ( $E_{min}$ ). In de Nederlandse praktijk geniet de horizontale gelijkmatigheid ( $U_h$ ) de voorkeur, omdat deze een beter beeld geeft van de verlichtingskwaliteit. Beide zijn eenvoudig uit elkaar af te leiden, volgens de formule  $U_h = E_{min}/\bar{E}_h$ .

**Verlichten verblijfsgebieden**  
**Vuistregels**

HPS 100 CityZen  
 Paaloparmatuur

Vuistregels voor het verlichten van verblijfsgebieden zoals woonwijken, pleinen, parkeerplaatsen, voet- en fietspaden en winkelstraten met het paaloparmatuur HPS 100 CityZen.

PL-L 24W    Hoogte 3.00 m    3lux  $U_h = 0.2$  klasse S5  
 Behoudfactor  $d = 0.85$     2lux  $U_h = 0.3$  klasse S6

Typenummers

HPS100 1xPL-L 24W 230V HF
HPS100 1xPL-L 24W 230V HF 10709
HPS100 1xPL-L 24W 230V HF 10714
HPS100 1xPL-L 24W 230V HF RAL9006
HPS100 1xPL-L 36W 230V HF
HPS100 1xPL-L 36W 230V HF 10709
HPS100 1xPL-L 36W 230V HF 10714
HPS100 1xPL-L 36W 230V HF RAL9006
HPS100 1xPL-L 36W 230V HFD
HPS100 1xPL-L 36W 230V HFD 10709
HPS100 1xPL-L 36W 230V HFD 10714
HPS100 1xPL-L 36W 230V HFD RAL9006
Midden grijs 10711 is +/- RAL7004
Philips grijs 10709 is +/- RAL7038
Dark grey 10714 is +/- RAL7043

Let's make things better    PHILIPS

63

**PL-L 24W**    Hoogte 3.00 m    3lux  $U_h = 0.2$  klasse S5  
 Behoudfactor  $d = 0.85$     2lux  $U_h = 0.3$  klasse S6

Typenummers

HPS100 1xPL-L 24W 230V HF
HPS100 1xPL-L 24W 230V HF 10709
HPS100 1xPL-L 24W 230V HF 10714
HPS100 1xPL-L 24W 230V HF RAL9006
HPS100 1xPL-L 36W 230V HF
HPS100 1xPL-L 36W 230V HF 10709
HPS100 1xPL-L 36W 230V HF 10714
HPS100 1xPL-L 36W 230V HF RAL9006
HPS100 1xPL-L 36W 230V HFD
HPS100 1xPL-L 36W 230V HFD 10709
HPS100 1xPL-L 36W 230V HFD 10714
HPS100 1xPL-L 36W 230V HFD RAL9006
Midden grijs 10711 is +/- RAL7004
Philips grijs 10709 is +/- RAL7038
Dark grey 10714 is +/- RAL7043

64