

TABELLARIUM LICHT

INHOUD:

[Grootheden en eenheden](#)

[Termen en definities](#)

[Formules \(algemeen\)](#)

[Daglicht](#)

[Kunstlicht](#)

1. LICHT, GROOTHEDEN EN EENHEDEN

Symbol	Eenheid	Omschrijving
L	cd.m^{-2}	Luminantie
ϕ	lm	Lichtstroom
Q	lm.s	Lichthoeveelheid
ϕ_e	W	Stralingsenergiestroom
E	lx	Verlichtingssterkte
I	cd	Lichtsterkte
S	m^2	Oppervlakte
ε	rad	Elevatiehoek
ω	sr	Ruimtehoek
η	--	Rendement
α	(a) --	Absorptiefactor
τ	(t) --	Doorlaatfactor of transmissiefactor
ρ	(r) --	Reflectiefactor
ZTA	--	Absolute zontoetredingsfactor
LTA	--	Absolute lichttoetredingsfactor
df	--	Daglichtfactor
hf	--	Hemelfactor
d_h	--	Hemelcomponent: hemelfactor gecorrigeerd op de hemelluminantie
ir	--	Interne reflectiecoëfficiënt
er	--	Externe reflectiecoëfficiënt

indices

hor	horizontaal (in horizontaal vlak)
vert	vertikaal (in vertikaal vlak)
vv	in vrije veld
i	intern
e	extern
w	wand
p	plafond
vl	vloer

2. LICHT, TERMEN EN DEFINITIES

Absorberen (licht)	Proces waardoor <i>licht</i> omgezet wordt in een andere vorm van energie door tussenkomst van materie.
Absorptiecoëfficiënt	Zie absorptiefactor
Absorptiefactor	Verhouding van de <i>geabsorbeerde lichtstroom</i> tot de opvallende <i>lichtstroom</i> . Symbool: α
Afhangoogte	Afstand tussen het plafond en het lichtcentrum van de <i>armatuur</i> .
Afschermhoek	Het complement van de <i>maximale uitstralingshoek</i> .
Armatuur	Behuizing van een of meer lampen die het licht op een bepaalde wijze verdeelt.
Armatuurrendement	De verhouding tussen het <i>licht</i> dat uit de <i>armatuur</i> komt en de hoeveelheid <i>licht</i> door de lampen geproduceerd.
Behoudfactor	De verhouding tussen de <i>verlichtingssterkte</i> in een vertrek na een bepaalde gebruiksperiode en de <i>verlichtingssterkte</i> in een nieuw vertrek met nieuwe <i>armaturen</i> en lampen.
Bestralingssterkte	Zie irradiantie (bij warmte).
Candela	SI-eenheid van <i>lichtsterkte</i> , uitgedrukt in lumen per steradiaal.
Contrast	Verschil van <i>helderheid</i> tussen twee of meer delen van het gezichtsveld.
Contrastgevoeligheid	Reciproke waarde van het kleinste waarneembare (fysische) <i>luminantiecontrast</i> gewoonlijk uitgedrukt door L/Δ waarbij de L de gemiddelde <i>luminantie</i> en de Δ de luminantiedrempel bij dit niveau is.
Daglicht	Zichtbaar deel van het gehele spectrum van <i>zonnestraling</i> .
Daglichtopening	Al dan niet beglaasde opening in een uitwendige <i>scheidingsconstructie</i> , waardoor <i>lichttoetreding</i> mogelijk is.
Daglichtfactor	Maat voor de <i>dagverlichting</i> binnen een gebouw, uitgedrukt in de verhouding van de <i>verlichtingssterkte</i> in een punt binnen dat gebouw tot de gelijktijdige <i>verlichtingssterkte</i> in het vrije veld. Direct <i>zonlicht</i> wordt niet meegerekend. $\text{Daglichtfactor} = \frac{E_1}{E_0} \times 100\%$ $E_1 = \text{verlichtingssterkte binnen in een punt}$ $E_0 = \text{horizontale verlichtingssterkte buiten in het vrije veld.}$
Daglichtkamer	Ruimte waarin daglicht zoals voorkomend in het vrije veld wordt nagebootst. Meestal zonder direct zonlicht.
Daglichtkoepel	Daglichtopening in het dak of in een horizontaal vlak van een gebouw.
Daglichtoppervlak, equivalent	Maat van de (dag)lichtopening met verdiscontering van belemmering, uitgedrukt in m ² .

Daglichtschijf	Hulpmiddel voor het bepalen van de hemelcomponent van de <i>daglichtfactor</i> .
Dagverlichting	Verlichting met gebruikmaking van <i>daglicht</i> .
Depriciatiefactor	Zie behoudfactor.
Detail, kritisch	Het kleinste (onder)deel dat voor een bepaalde <i>oogtaak</i> op een bepaalde afstand nog zichtbaar moet zijn.
Diffusie (licht)	Het zich naar alle kanten verspreiden van een lichtbundel door afbuiging door een medium zonder dat het karakter van het <i>licht</i> verandert.
Diffusiefactor (licht)	Verhouding tussen de gemiddelde luminantiewaarden, gemeten bij 20° en 70° (0.35 rad respectievelijk 1.22 rad) en de luminantie gemeten bij 5° (0.09 rad) van de normaal, bij normale verlichting van het oppervlak.
Dispersie = kleurschifting	Scheiding van de monochromatische componenten van <i>licht</i> door bij voorbeeld een prisma.
Doorlaatfactor	De verhouding tussen de doorgelaten lichtstroom tot de opvallende <i>lichtstroom</i> . Symbool: τ
Doorlating	Het in bepaalde mate doorlaten van <i>licht</i> door een materiaal zonder dat de frequentie verandert.
Doorlating, gemengde	Gedeeltelijk gerichte en gedeeltelijk <i>diffuse doorlating</i> .
Doorlating, gerichte	<i>Doorlating</i> volgens de wetten van de geometrische optica, zonder <i>diffusie</i> .
Doorlating, volkomen diffuse	<i>Diffusie</i> door doorlating waarbij macroscopisch gezien, geen <i>gerichte doorlating</i> optreedt.
Doorschijnend	<i>Licht</i> in hoofdzaak <i>verstrooiend doorlatend</i> .
Doorzichtig	<i>Licht</i> in hoofdzaak <i>gericht doorlatend</i> .
Externe reflectiecoëfficiënt (van de daglichtfactor)	De bijdrage die afkomstig is van <i>daglicht</i> , dat via <i>reflecties</i> tegen belemmeringen buiten, het meetpunt bereikt.
Glans	Weerspiegeling door richtingsafhankelijke reflectie van een oppervlak.
Helderheid	Kenmerk van een visuele waarneming op grond waarvan een oppervlak meer of minder <i>licht</i> lijkt uit te stralen.
Helderheidscontrast	Zie contrast.
Hemelfactor	In een ruimte gemeten hoeveelheid direct <i>daglicht</i> , uitgedrukt als fractie van de <i>verlichtingssterkte</i> in het vrije veld.
Hoeveelheid licht	Tijdsintegraal van de <i>lichtstroom</i> over een bepaalde tijdsperiode.
Illuminantie	De <i>lichtstroom</i> die op een oppervlak valt gedeeld door het oppervlak, gemeten op een bepaald punt.
Kleurschifting = dispersie	Scheiding van de monochromatische componenten van <i>licht</i> door bij voorbeeld een prisma.
Kleurtemperatuur	Kleur, van de door een lichtbron uitgestraald <i>licht</i> uitgedrukt in de temperatuur van een <i>zwarte straler</i> waarvan de straling dezelfde kleur heeft als het licht van de lichtbron.

Kleurweergave-index	Maat voor de overeenkomst van de kleurindruk van een door een bepaalde lichtbron verlichte reeks proefkleuren met de kleurindruk van die proefkleuren verlicht door een referentiebron.
Kunsthemel	Plafondconstructie met <i>kunstverlichting</i> waarmee verlichting door <i>daglicht</i> zoals voorkomend in het vrije veld wordt nagebootst.
Kunstlicht	Licht van een andere bron dan de zon.
Licht	Elektromagnetische straling waarvoor het menselijk oog gevoelig is (en die visuele waarneming mogelijk maakt).
Licht, diffuus	<i>Licht</i> dat door een matte of opalen lamp of door een licht oppervlak naar alle kanten wordt uitgestraald.
Licht, gericht	<i>Lichtstroom</i> in een bepaalde richting.
Lichtemittantie	De uitgezonden <i>lichtstroom</i> per eenheid van oppervlak.
Lichtenergie	Zie lichthoeveelheid.
Lichthoeveelheid	Grootheid om aan te geven hoeveel <i>licht</i> er is binnengekomen. Ook wel lichtenergie. Symbool: Q
Lichtsterkte	De hoeveelheid licht die per eenheid van <i>ruimtehoek</i> wordt uitgestraald, uitgedrukt in <i>candela</i> .
Lichtsterkediagram	Grafiek waarin een kromme de <i>lichtsterkte</i> van een door een lichtbron uitgezonden licht in de verschillende richtingen aangeeft.
Lichtstroom	Totale hoeveelheid <i>licht</i> die een lichtbron per tijdseenheid uitstraalt. Symbool: ϕ
Lichtstroom, specifieke	Deel van de toegevoerde energie dat wordt omgezet in zichtbare straling.
Lichttoetreding	Het binnentreden van <i>licht</i> .
Lichttoetredingsfactor (LTA)	Verhouding doorgelaten <i>lichtstroom</i> tot totale opvallende <i>lichtstroom</i> .
LTA	Zie lichttoetredingsfactor.
Lumen	SI-eenheid van <i>lichtstroom</i> , uitgedrukt in candela per <i>steradiaal</i> .
Luminantie	<i>Lichtsterkte</i> per eenheid van schijnbaar oppervlak, uitgedrukt in candela per m ² . Symbool: L
Luminantiecontrast	Verschil van <i>luminantie</i> van delen van het gezichtsveld.
Luminantieverhouding	Verhouding van de <i>luminanties</i> .
Lux	SI-eenheid van <i>verlichtingslichtsterkte</i> , uitgedrukt in lumen per m ² .
Modelling	Effect van <i>verlichting</i> op de visuele waarneming van de vorm van een object.
Nieuwwaarde	De gemiddelde <i>verlichtingssterkte</i> op het werkvlak bij oplevering van de verlichtingsinstallatie.
Nieuwwaarde-index	De verhouding van de <i>nieuwwaarde</i> tot de gemiddelde <i>verlichtingssterkte</i> op het werkvlak aan het einde van een bepaalde onderhoudsperiode.

Ondoorzichtig	Niet-lichtdoorlatend.
Oogtaak	Datgene wat een oog bij het uitvoeren van een taak voor langere tijd moet waarnemen.
Raam	Beglaasde <i>daglichtopening</i> in een scheidingsconstructie.
Radiaaldiagram	Horizontale projectie van de hemelkoepel die dienst doet als grafisch hulpmiddel voor bepaling van de <i>hemelfactor</i> .
Reflectie	Weerkaatsing van <i>licht</i> .
Reflectiefactor	Verhouding van de weerkaatste <i>lichtstroom</i> tot de opvallende <i>lichtstroom</i> . Symbool: ρ
Reflectie, diffuse	<i>Diffusie</i> door <i>reflectie</i> waarbij, macroscopisch gezien, geen gerichte <i>reflectie</i> optreedt.
Reflectie, gemengde	Gedeeltelijk gerichte en gedeeltelijk diffuse reflectie.
Reflectie, gerichte	<i>Reflectie</i> met één bepaalde voorkeursrichting waardoor men geen glans waarneemt.
Reflectie, spiegelende	<i>Reflectie</i> volgens de wetten van de geometrische optica, zonder <i>diffusie</i> .
Reflectie, spreidende	<i>Diffuse reflectie</i> met een zodanige ruimtelijke verdeling van de gereflecteerde straling dat de radiantie of <i>luminantie</i> gelijk is in alle richtingen binnen de hemisfeer waarin de straling wordt gereflecteerd.
Reflectie, verstrooide	Zie diffuse reflectie.
Ruimte-index	Getal dat de geometrische verhoudingen van een ruimte aangeeft en dat wordt gebruikt voor bepaling van het <i>verlichtingsrendement</i> , waarmee de gemiddelde <i>verlichtingssterkte</i> in een ruimte kan worden berekend. $k = \frac{\text{horizontaal oppervlak}}{\text{verticaal oppervlak}} = \frac{l \cdot b}{h \cdot (l + b)}$
Ruimterendement	Zie vertrekrendement
Steradiaal	SI-eenheid van <i>ruimtehoek</i> .
Stippendiagram	Grafisch hulpmiddel voor bepaling van de <i>hemelfactor</i> .
Stralingsrendement	<i>Stralingsenergiestroom</i> gedeeld door het opgenomen vermogen.
Translucent	Zie doorschijnend.
Transmissie	Zie doorlating.
Transmissiefactor	Zie doorlaatfactor.
Transparant	Zie doorzichtig.
Uitstralingshoek, maximale	De hoek gevormd door de hartlijn van de lichtbron en de door de <i>armatuur</i> gestelde begrenzing van de uitstraling.

Verblindings	Teruglopen van waarnemingsvermogen door onbehaaglijk hoge <i>luminantie</i> of <i>luminantiecontrasten</i> .
Verblindings, maskerende/storende	<i>Verblindings</i> die de waarneming van voorwerpen nadeling beïnvloedt zonder noodzakelijkerwijs onbehagen te veroorzaken.
Verlichten	Toepassen van <i>licht</i> om voorwerpen en/of hun omgeving zichtbaar te maken.
Verlichtings, diffuse	<i>Verlichtings</i> met <i>licht</i> van alle kanten.
Verlichtings, directe	<i>Verlichtings</i> met <i>armaturen</i> die veruit het grootste deel (90–100%) van de <i>lichtstroom</i> rechtstreeks naar een werkvlak of object uitstralen.
Verlichtings, gerichte	<i>Verlichtings</i> die hoofdzakelijk uit één richting komt.
Verlichtings, indirecte	<i>Verlichtings</i> met <i>armaturen</i> die slechts een zeer klein deel van de <i>lichtstroom</i> (0-10%) rechtstreeks naar een werkvlak of object uitstralen.
Verlichtingsrendement	Verhouding tussen ontvangen <i>lichtstroom</i> en geleverde <i>lichtstroom</i> door lampen.
Verlichtingssterkte	Opvallende <i>lichtstroom</i> per eenheid van oppervlak (in <i>lux</i>). $E_v = \frac{\Phi}{A} \quad [lx]$
Verlichtingssterkte, horizontale	De <i>verlichtingssterkte</i> in een punt van een horizontaal vlak.
Verlichtingssterkte, verticale	De <i>verlichtingssterkte</i> in een punt van een verticaal vlak.
Verstrooiing	Zie diffusie.
Vertekrendement	Het quotiënt van de <i>lichtstroom</i> naar het werkvlak en de <i>lichtstroom</i> die door de <i>armaturen</i> wordt uitgestraald.
Visuele prestatie	Prestatie van het visuele systeem, bij voorbeeld gemeten door de snelheid en nauwkeurigheid waarmee een visuele taak wordt uitgevoerd.
Vormindex	Zie ruimte-index.
Zonlicht	Zie daglicht.
Zonnestraling	Elektromagnetische <i>straling</i> van de zon.
Zonshoogte	Hoek die directe zonnestrallen maken met horizontaal vlak.

3. LICHT, FORMULES (ALGEMEEN)

Relatieve spectrale ooggevoeligheid $V(\lambda)$

$$V(\lambda) = \frac{P_{555}}{P_{\lambda}}$$

P_{555} = vermogen bij 555 nm voor subjectieve

helderheidsindruk

P_{λ} = vermogen bij λ nm voor dezelfde subjectieve
helderheidsindruk

Totaal spectraalvermogen P [W]

$$P = \int_0^{\infty} \frac{dP}{d\lambda} \cdot d\lambda$$

$\frac{dP}{d\lambda}$ = spectraalvermogen van de bron bij golflengte λ

Lichtstroom Φ [lm]

$$\Phi \approx 670 \int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} V(\lambda) \cdot \frac{dP}{d\lambda} \cdot d\lambda$$

lm = lumen

670 = Fotometrisch stralingsequivalent in [lm / W]

De integraalgrenzen mogen ook van 0 tot ∞ genomen worden.

Lichtsterkte I [cd]

$$I = \frac{d\phi}{d\omega}$$

cd = candela = lm / sr

sr = steradianaal

Verband tussen lichtstroom en lichtsterkte

$$\Phi = \int I d\omega$$

$\Phi = I \cdot \omega$ binnen een bepaalde kleine ruimtehoek

$$\Phi = I \cdot 4\pi$$

Voor I = constant in alle richtingen en berekend voor 4π sr
(puntbron)

Luminantie L [cd/m²]

$$L = \frac{dI}{d(S \cos \alpha)} = \frac{dI}{dS'}$$

S' = het schijnbaar oppervlak

α = hoek tussen loodlijn op vlak van luminantie en richting
van waarneming.

Verlichtingssterkte E [lx]

$$E = \frac{d\phi}{dS}$$

$$lx = lux = lm / m^2$$

Reflectiefactor r

$$r = \frac{\phi_{\text{gereflecteerd}}}{\phi_{\text{opvallend}}}$$

Cosinuswet van Lambert

$$I_{\alpha} = I_o \cdot \cos \alpha$$

I_{α} = lichtsterkte onder hoek α met de normaal

I_o = lichtsterkte loodrecht op het oppervlak

Formule geldt voor diffuus reflecterende of stralende oppervlakken

Verband tussen verlichtingssterkte E en luminantie L van een diffuus reflecterend oppervlak

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

Fotometrische grondwet

$$E = \frac{I \cos \alpha}{R^2}$$

R = afstand van lichtbron tot licht ontvangend oppervlakte
in [m]

α = hoek tussen richting lichtbron / oppervlak en normaal op het oppervlak

Verband tussen verlichtingssterkte E en lichtsterkte I

$$E = \frac{I \cos^3 \alpha}{h^2}$$

E = verlichtingssterkte in een punt van een vlak

h = afstand van lichtbron tot het vlak in [m]

α = hoek tussen richting lichtbron/oppervlak en normaal op het oppervlak

Algemene verlichtingsformule

$$E = \int L \cos \alpha \, d\omega = \int L \, d\omega_{\text{projectie}}$$

Verlichtingssterkte in vrije veld onder een egaal heldere hemel met luminantie L :

$$E = L \int_{h.b.} d\omega_{\text{projectie}} = \pi L$$

Luminantieverdeling van de CIE-hemelkoepel

$$L_{\varepsilon} = \frac{1 + 2 \sin \varepsilon}{3} \cdot L_{\text{Zenith}}$$

ε = elevatiehoek boven de horizon

L_{zenith} = hemelluminantie in het zenith

L_{ε} = CIE-hemel

Hemelcomponent d_h [-]

$$d_h = \int \frac{L_{\varepsilon} d\omega_{\text{projectie over de zichtbare hemel}}}{L_{\varepsilon} d\omega_{\text{projectie over de eenheidskoepel}}} = \frac{L_{\bar{\varepsilon}}}{L_{42}} \cdot h.f.$$

$\bar{\varepsilon}$ = gemiddelde elevatie

L_{42} = hemelluminantie voor $\varepsilon = 42^\circ$

h.f. = hemelfactor

Hemelfactor h.f. [-]

$$h.f. = \frac{E_m}{E_{v.v.}} = \frac{L \int d\omega_{\text{projectie}}}{L \cdot \pi} \equiv \frac{\omega_{\text{projectie}}}{\pi}$$

E_m = verlichtingssterkte in een meetpunt op het meetvlak

t.g.v. het zichtbare gedeelte van de hemelkoepel

$E_{v.v.}$ = verlichtingssterkte in het vrije veld op een horizontaal vlak.
(egaal bedekte hemelkoepel, geen glas of belemmering, geen interne reflecties, geen externe reflecties objecten in omgeving)

Daglichtfactor d.f. [-]

$$d.f. = \frac{E_m}{E_{v.v.}}$$

E_m = verlichtingssterkte in een meetpunt op het meetvlak

t.g.v. het zichtbare gedeelte van de hemelkoepel
(egaal bedekte hemelkoepel, rekening houdend met glas of belemmering en interne reflecties)

$E_{v.v.}$ = verlichtingssterkte in het vrije veld op een horizontaal vlak.

4. LICHT, DAGLICHT

Hemelfactor [%]

$$h.f. = \frac{E_{z.h.}}{E_{hor.v.v.}} = \frac{E_{z.h.}}{\pi L_o}$$

$E_{z.h.}$ = verlichtingssterkte t.g.v. zichtbare deel van de hemelkoepel

$E_{hor.v.v.}$ = verlichtingssterkte op horizontaal vlak in het vrije veld

Daglichtfactor [%]

$$d.f. = (h.f. + e.r.) \times c + i.r.$$

$h.f.$ = hemelfactor

$e.r.$ = externe reflectiecomponent

$i.r.$ = interne reflectiecomponent

c = reductiefactor: $\left\{ \begin{array}{l} \text{LTA} \\ \text{vervuiling} \\ \text{veroudering} \end{array} \right.$

e.r.-component [%]

$$e.r. = h.f. \cdot \overline{\rho_e}$$

$h.f._e$ = door externe bebouwing belemmerd deel van de hemelkoepel

$\overline{\rho_e}$ = gemiddelde externe reflectiecoëfficiënt

i.r.-component [%]

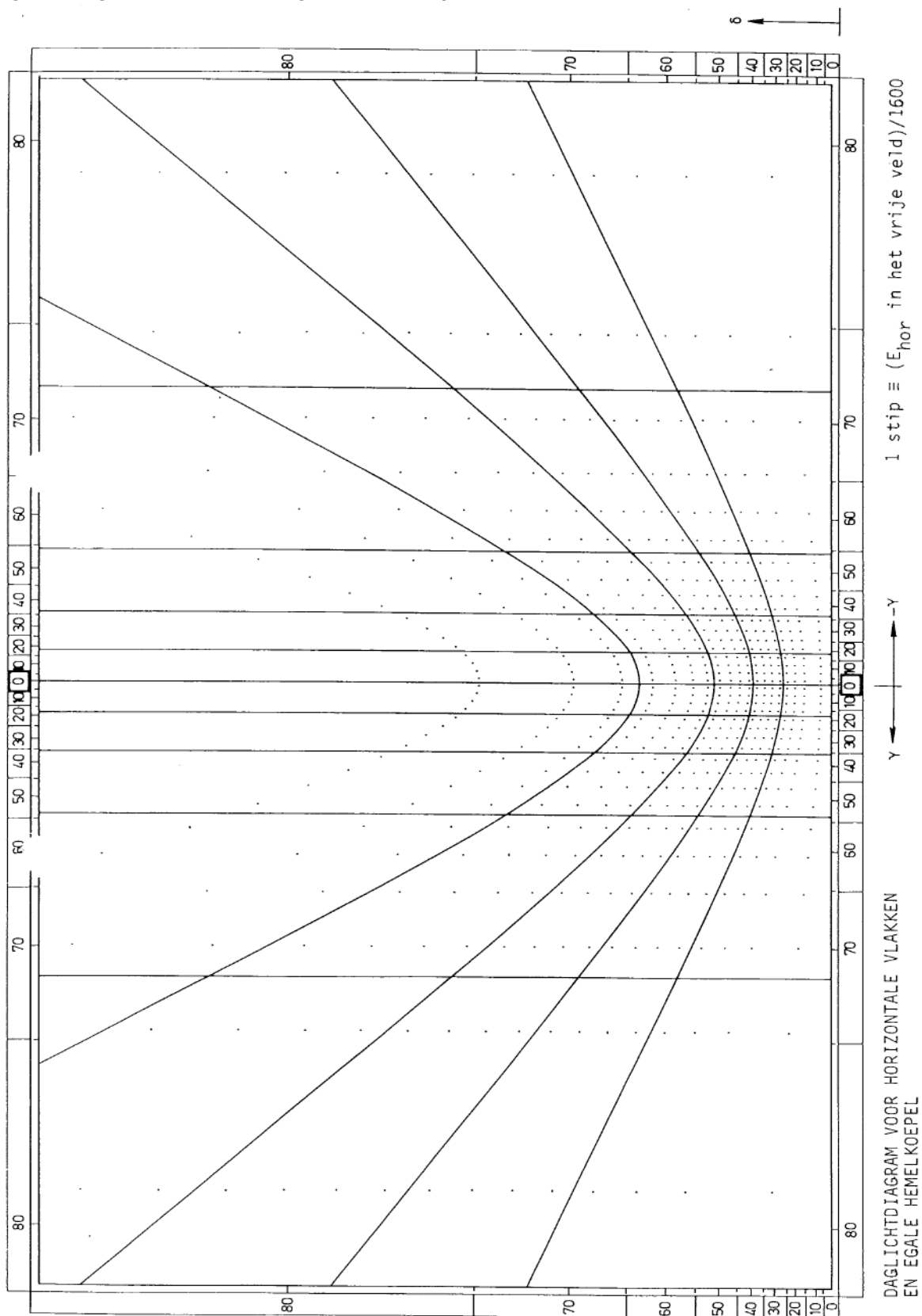
$$i.r. \text{ afhankelijk van: } \left\{ \begin{array}{l} A_{glas,n} / A_{vloer} \\ \rho_w, \rho_p, \rho_{vl} \end{array} \right.$$

zie tabel of grafieken

Verlichtingssterkte [lux]

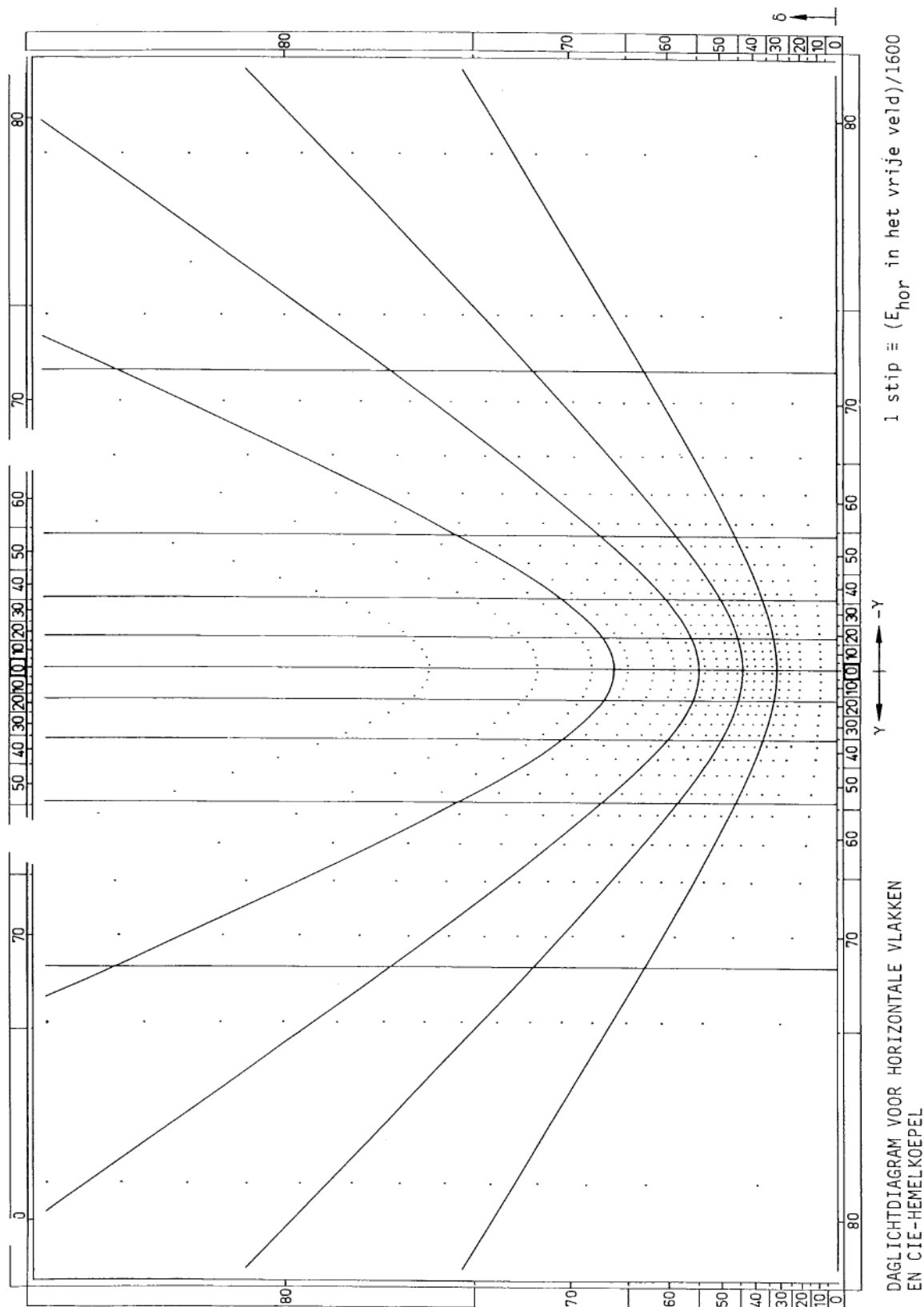
$$E = d.f. \cdot E_{hor.v.v.}$$

Daglichtdiagram, horizontaal, egale hemelkoepel



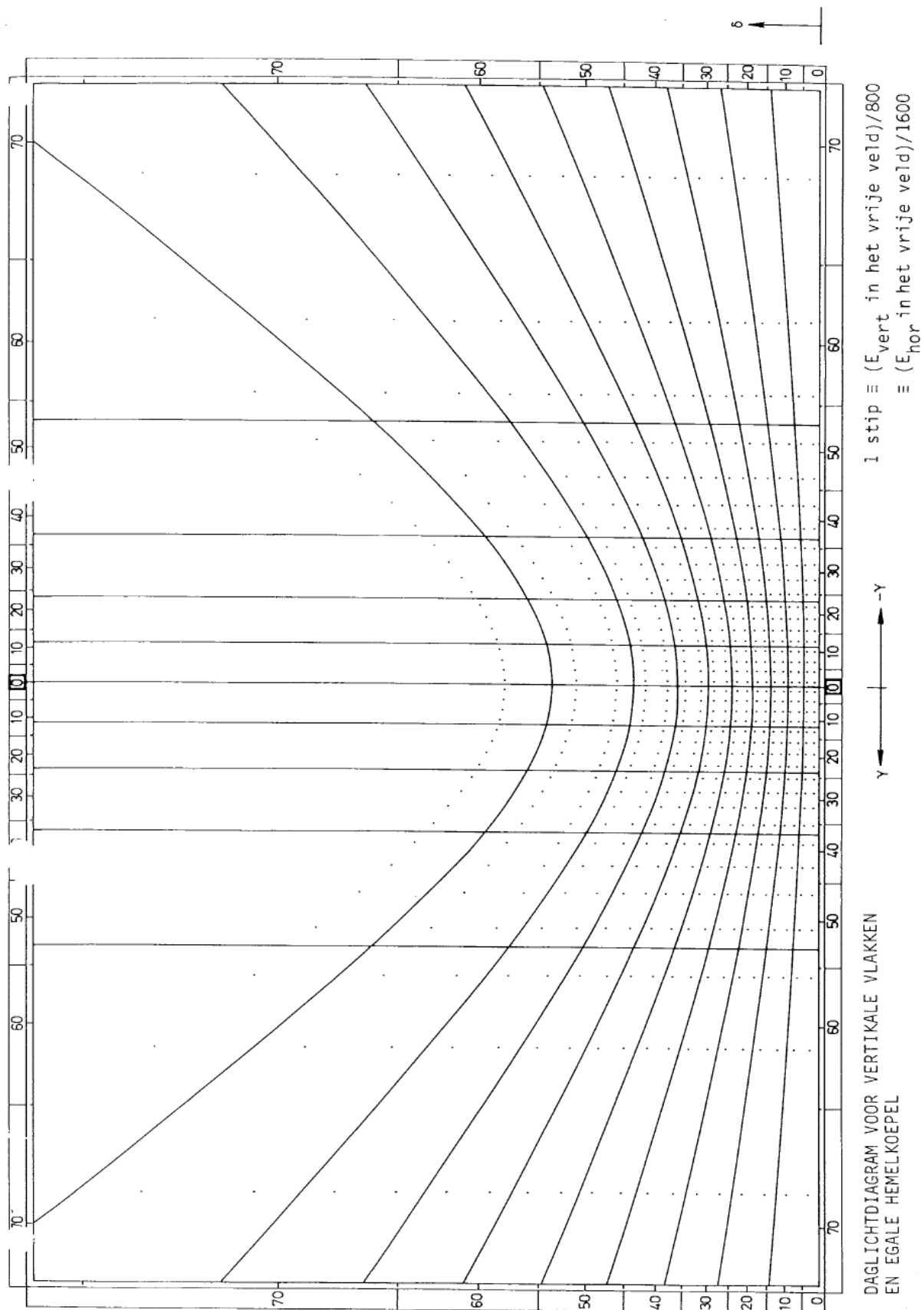
TH-Delft, vakgroep Bouwfysica Afd. Bouwkunde en Civiele Techniek

Daglichtdiagram, horizontaal, CIE-hemelkoepel

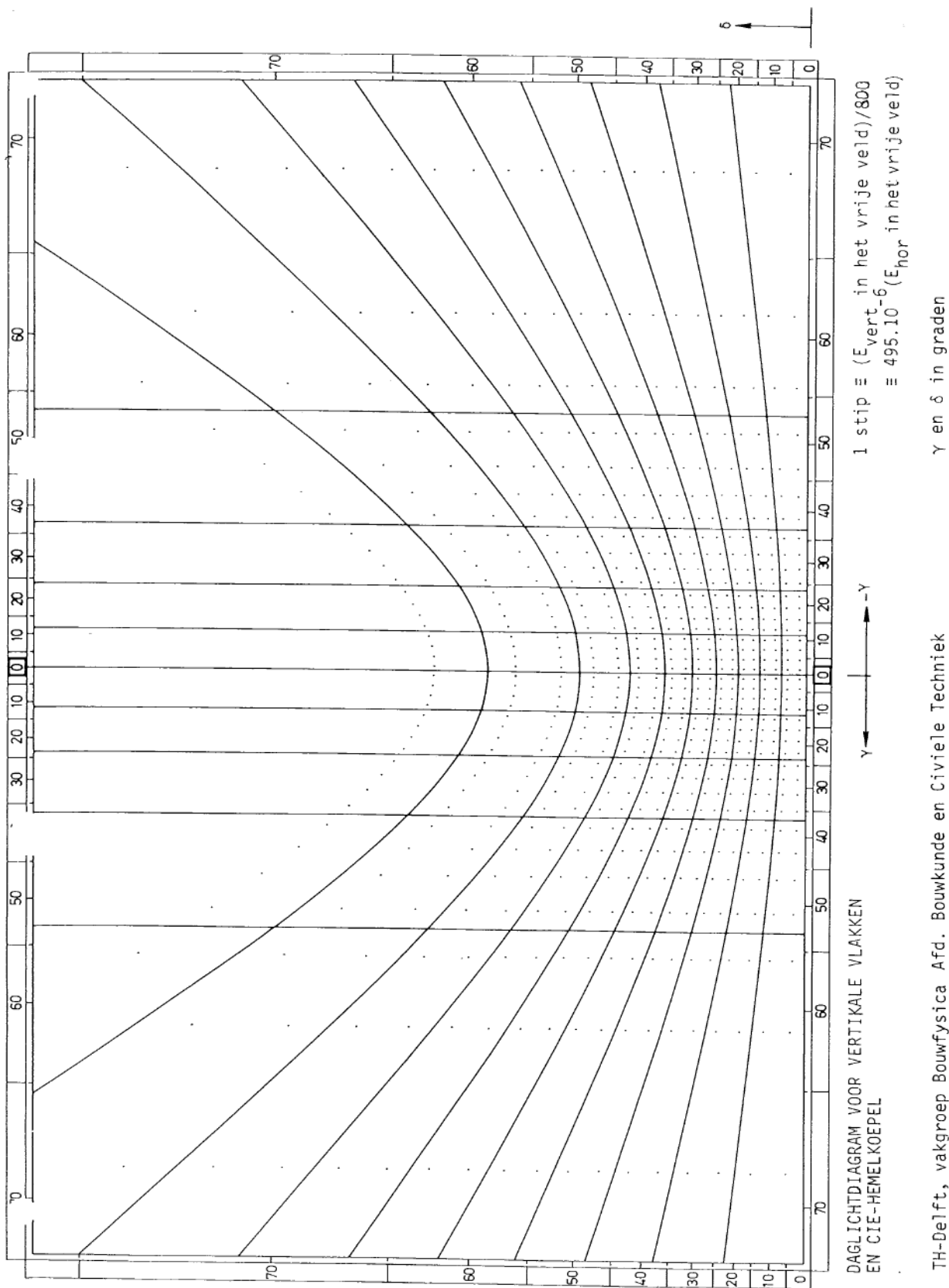


TH-Delft, vakgroep Bouwfysica Afd. Bouwkunde en Civiele Techniek

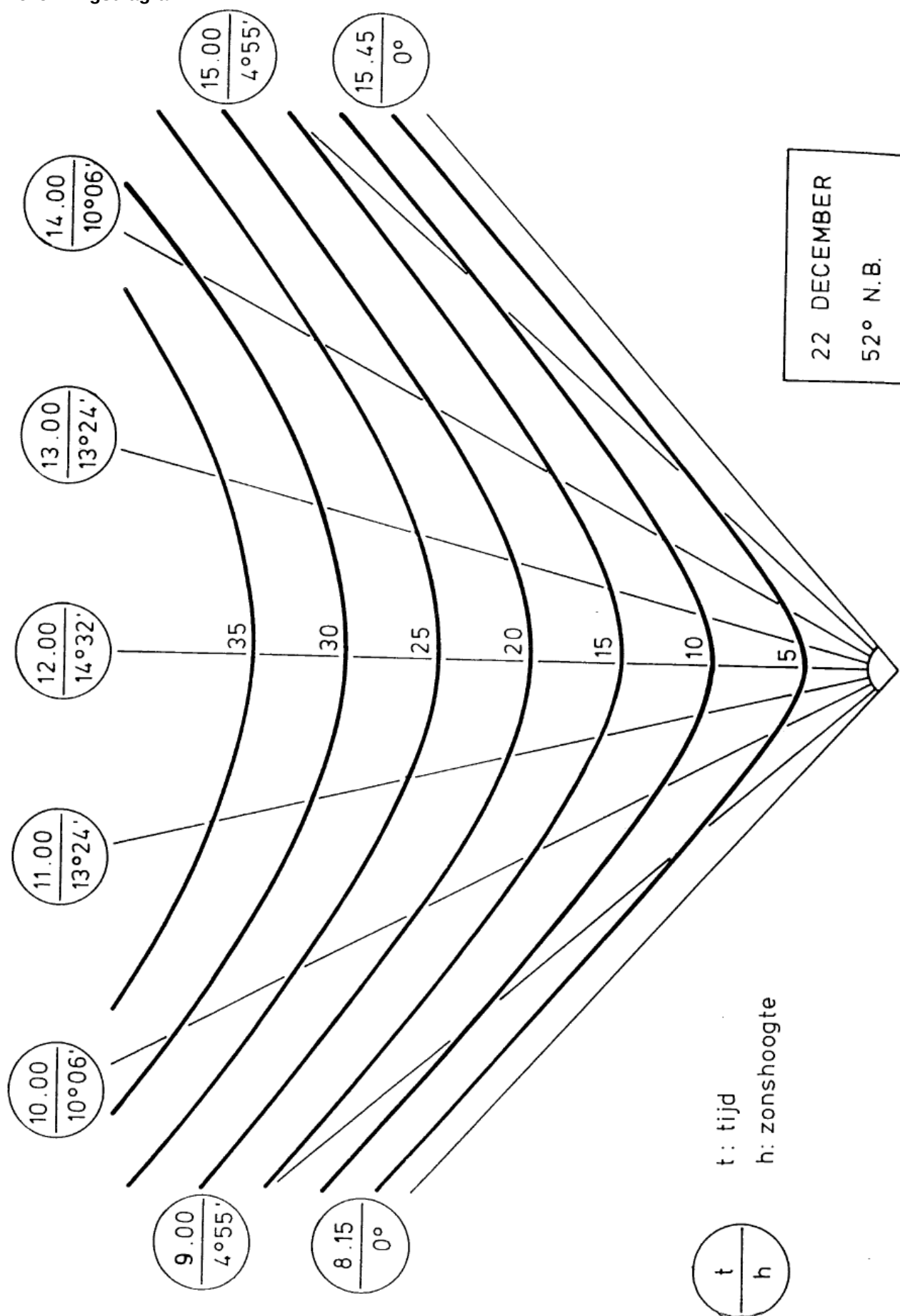
Daglichtdiagram, vertikaal, egale hemelkoepel



Daglichtdiagram, vertikaal, CIE-hemelkoepel

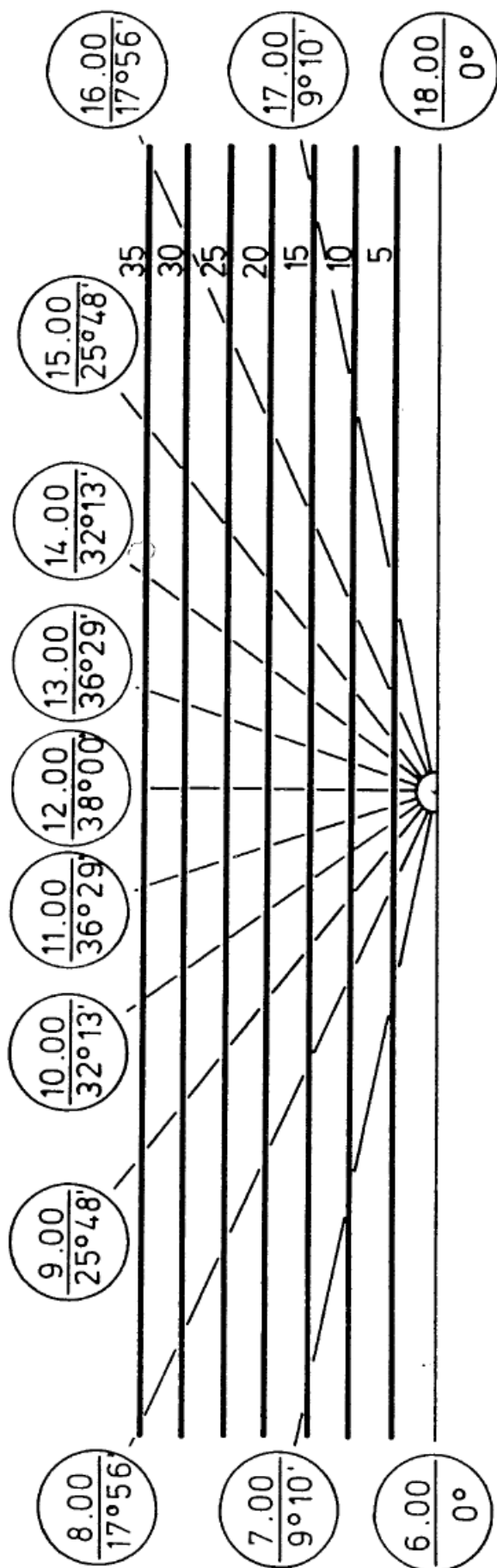


Bezonningsdiagram



(niet op schaal)

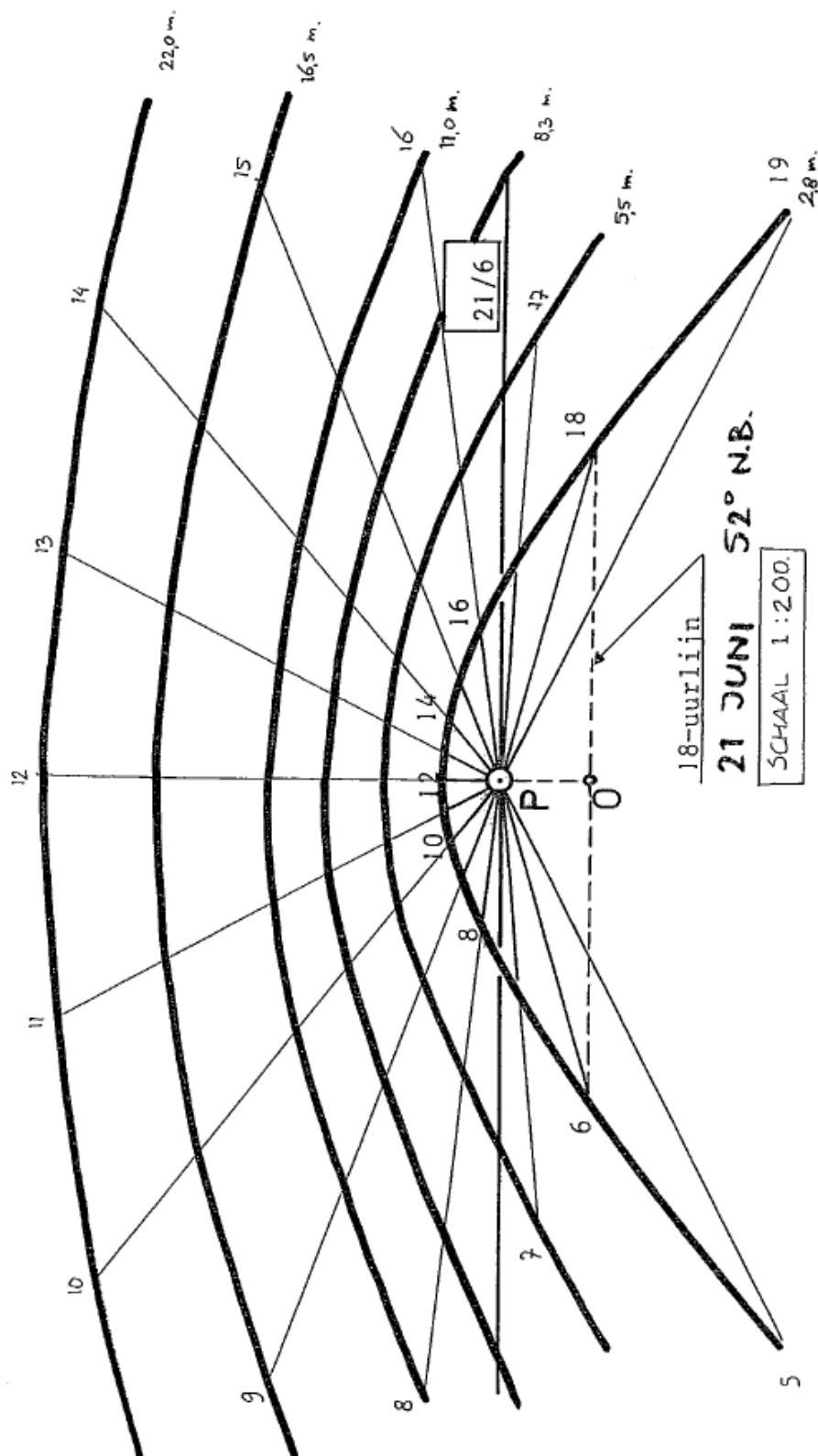
Bezonningsdiagram



21 MAART
52° N.B.

(niet op schaal)

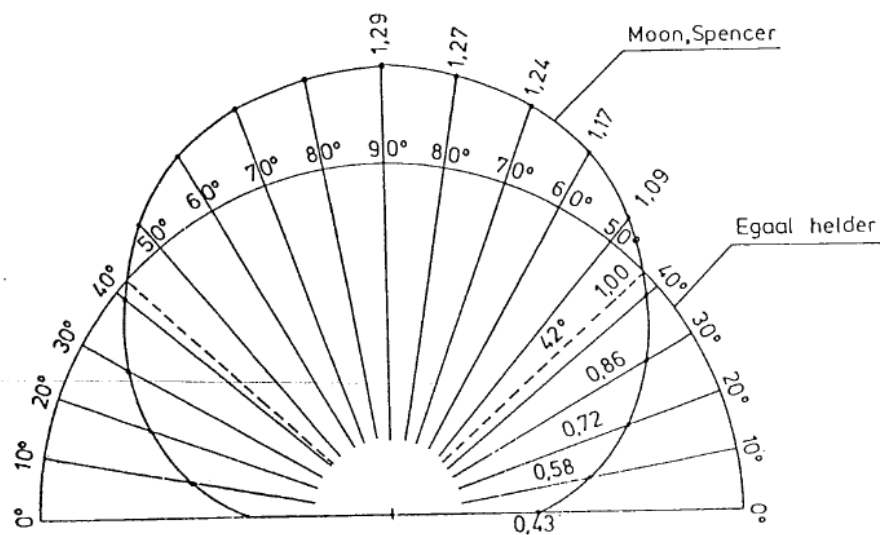
Bezonningsdiagram



(niet op schaal)

LUMINANTIEVERDELING IN CIE-HEMEL

De luminantieverdeling bij de CIE-hemel (Moon en Spencer) in vergelijking met die van de egaal heldere hemel

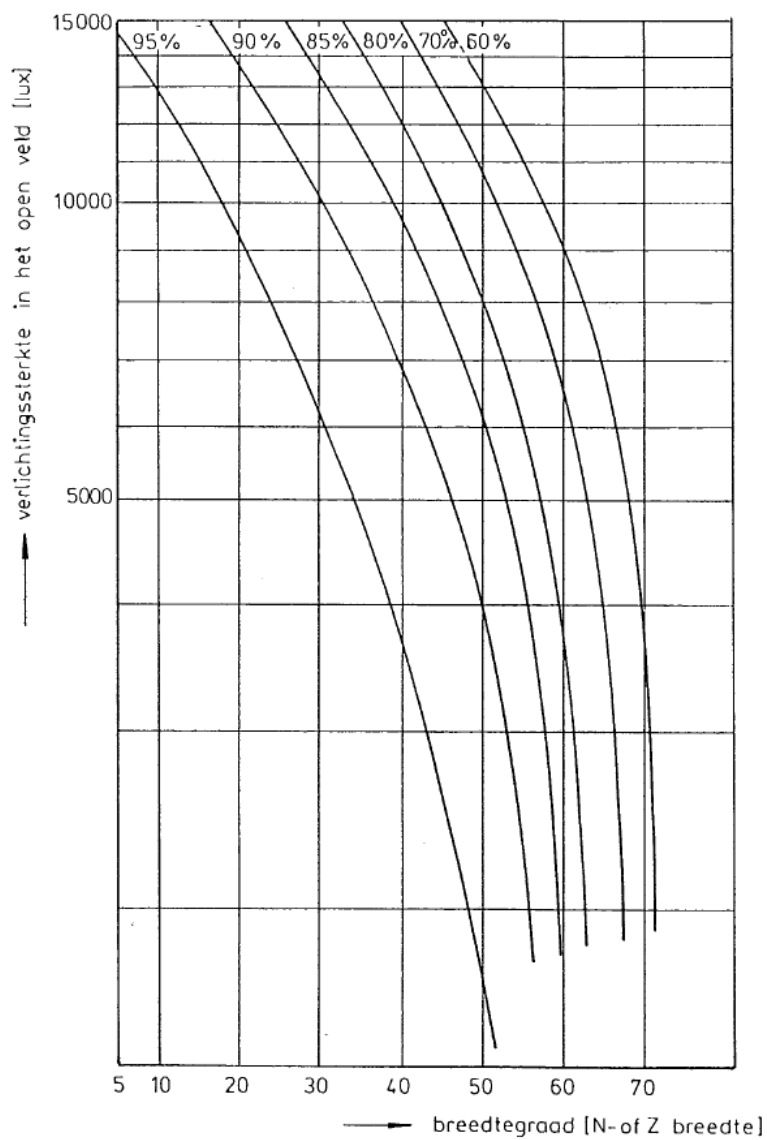


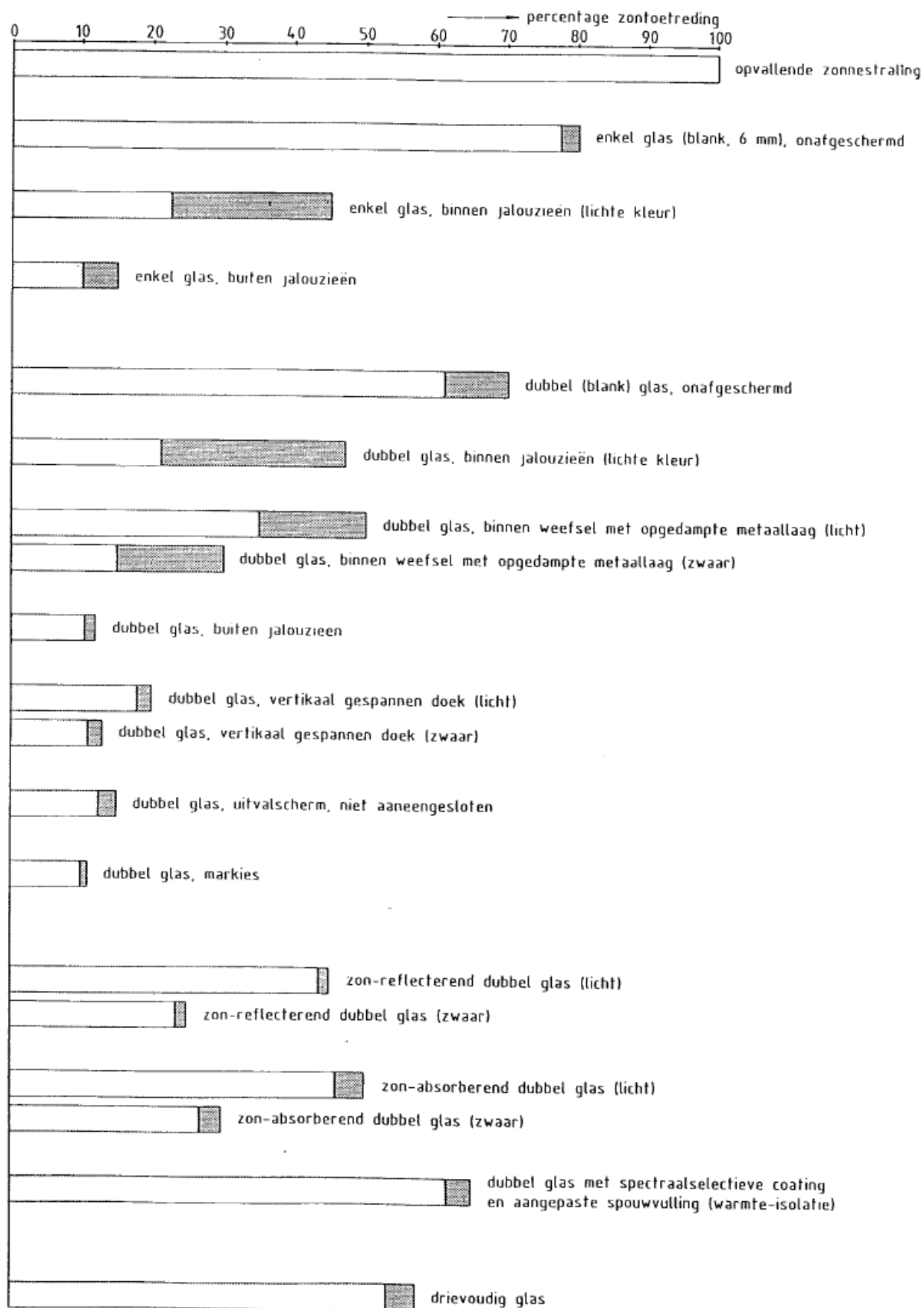
De verhouding tussen de luminanties van de CIE-hemel en de egale hemel voor de verschillende elevaties.

ϵ	L_{ϵ}/L_{42}	ϵ	L_{ϵ}/L_{42}
0°	0,43	45°	1,03
5°	0,50	50°	1,09
10°	0,58	55°	1,13
15°	0,65	60°	1,17
20°	0,72	65°	1,20
25°	0,79	70°	1,24
30°	0,86	75°	1,26
35°	0,92	80°	1,27
40°	0,98	85°	1,28
42°	1,00	90°	1,29

VERLICHTINGSTERKTE IN HET VRIJE VELD

Het percentage van de totale arbeidstijd (van 09.00 tot 17.00 uur), gedurende welk een zekere verlichtingsterkte als minimum aanwezig is in het vrije veld





Richtwaarden voor de zonweringseigenschappen van enkele raamsystemen.

Reflectiecoëfficiënt van verschillende oppervlakken bij wit licht [-]

Materiaalsoort	Reflectiecoëfficiënt r
Aluminium (gepolijst)	0,65 – 0,75
Aluminium (mat)	0,55 – 0,60
Baksteen (nieuw)	0,10 – 0,30
Baksteen (oud)	0,05 – 0,15
Beton (nieuw)	0,40 – 0,50
Beton (oud)	0,05 – 0,15
Blik	0,68 – 0,70
Chroom (gepolijst)	0,60 – 0,70
Chroom (mat)	0,52 – 0,55
Email (wit)	0,65 – 0,75
Gordijn (geel)	0,30 – 0,45
Gordijn (rood)	0,10 – 0,20
Gordijn (blauw)	0,10 – 0,20
Gordijn (zilvergrijs)	0,15 – 0,25
Gordijn (donkerbruin)	0,10 – 0,20
Gordijn (zwart fluweel)	0,005 – 0,01
Hout (vezelplaat, nieuw)	0,50 – 0,60
Hout (vezelplaat, oud)	0,30 – 0,40
Hout (licht berken of esdoorn)	0,55 – 0,65
Hout (licht gelakt eiken)	0,40 – 0,50
Hout (donker gelakt eiken)	0,15 – 0,40
Hout (mahonie of noten)	0,15 – 0,40
Hout (triplex of multiplex)	0,40
Koper	0,48 – 0,50
Marmer (wit)	0,60 – 0,65
Nikkel (gepolijst)	0,53 – 0,63
Nikkel (mat)	0,48 – 0,52
Pleister (wit, nieuw)	0,70 – 0,80
Pleister (wit, oud)	0,30 – 0,60
Papier (wit)	0,70 – 0,80
Spiegel (zilver)	0,80 – 0,88
Verf (aluminium)	0,60 – 0,75
Verf (wit, waterverf)	0,65 – 0,75
Verf (wit, olieverf)	0,75 – 0,85
Zandsteen (licht)	0,30 – 0,40
Zandsteen (donker)	0,15 – 0,25
Zilver (gepolijst)	0,88 – 0,93
Tegel (wit, geglaazuurd)	0,85

Kleur	Reflectiecoëfficiënt r		
	Licht	Middel	Donker
zwart	-	0,04	-
blauw	0,50	0,20	0,05
rood	0,35	0,20	0,10
bruin	0,50	0,25	0,08
groen	0,60	0,30	0,12
grijs	0,60	0,35	0,20
beige	0,65	0,45	0,25
geel	0,70	0,50	0,30
wit	0,80	0,70	-

Reflectiecoëfficiënt van verschillende materialen [-]

Kleur of materiaal	Reflectiecoëfficiënt r
Geel	0.4 – 0.6
Groen	0.15 – 0.65
Blauw	0.1 – 0.5
Rood	0.1 – 0.5
Bruin	0.1 – 0.4
Grijs	0.15 – 0.6
Zwart	0.05 – 0.1
Wit	0.7 – 0.75
Gebroken wit	0.60 – 0.65
Zichtbeton: Al naar gelang de uitvoering	0.25 – 0.45
Schoonmetselwerk:	
Rode steen	0.1 – 0.2
Gele steen	0.2 – 0.3
Kalkzandsteen	0.3 – 0.65
Hout:	
Donker	0.1 – 0.2
Middel	0.2 – 0.3
Licht	0.3 – 0.5
Vloerbedekking:	
Donker	0.1 – 0.15
Middel	0.15 – 0.25
Licht	0.25 – 0.4

Elektromagnetisch spectrum

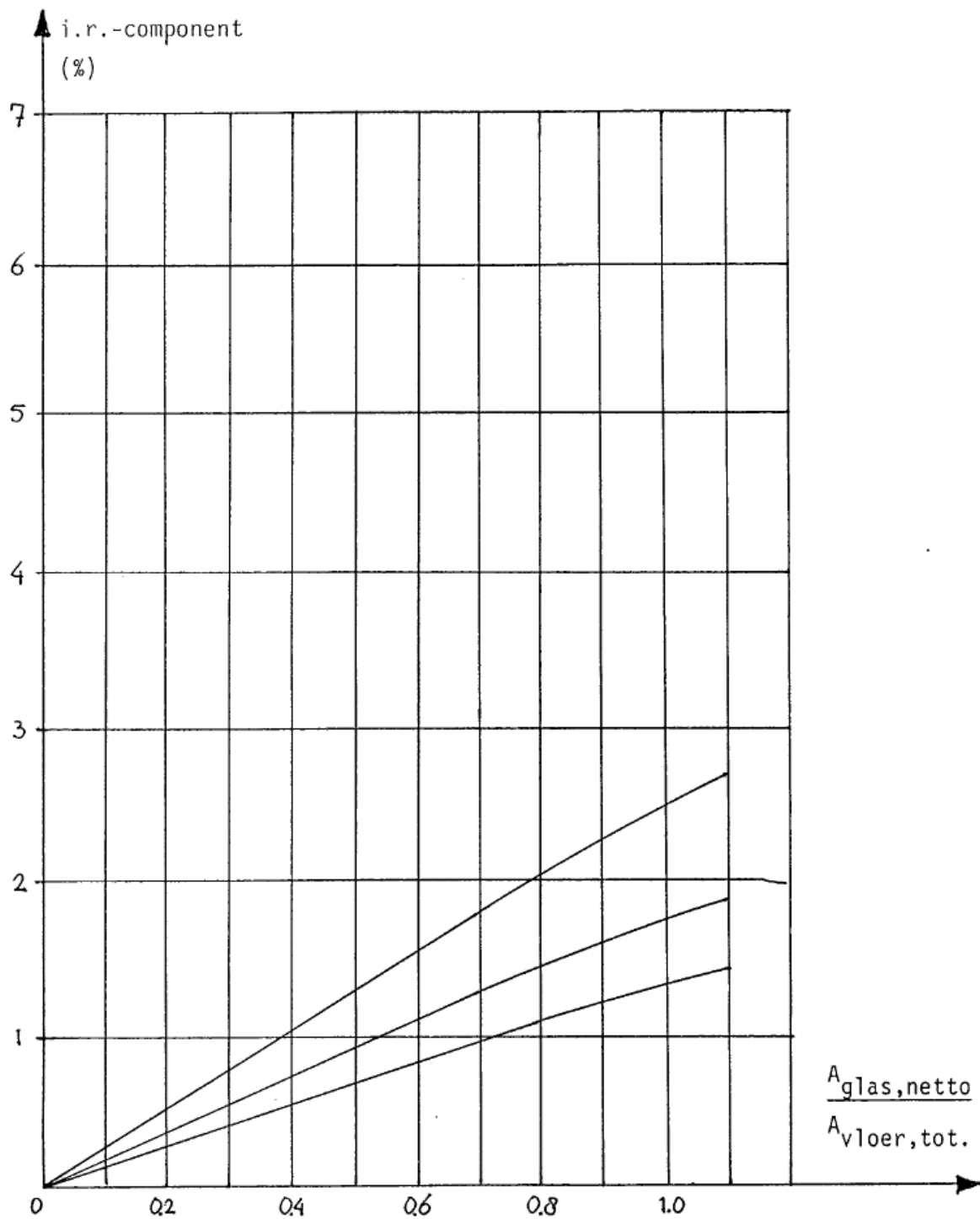
N.B. : nergens scherpe grenzen maar geleidelijke overgangen

soort straling	onderverdeling	golflengte
radiogolven		10 m <
infrarood	IR-C = 'verre' IR IR-B IR-A = 'nabije' IR	3,0 m < < 10 m 1,4 m < < 3,0 m 0,76 m < < 1,4 m
zichtbaar licht (de frequenties daarvan liggen tussen de $4 \cdot 10^{14}$ Hz en $8 \cdot 10^{14}$ Hz)	rood oranje geel groen blauw violet	600 nm < < 760 nm 580 nm < < 600 nm 560 nm < < 580 nm 490 nm < < 560 nm 440 nm < < 490 nm 390 nm < < 440 nm
ultraviolet	UV-A = 'nabije' UV UV-B UV-C = 'verre' UV	320 nm < < 390 nm 280 nm < < 320 nm 100 nm < < 280 nm
Röntgenstraling en gammastraling	Röntgenstraling gammastraling	0,01 nm < < 100 nm < 0,01 nm

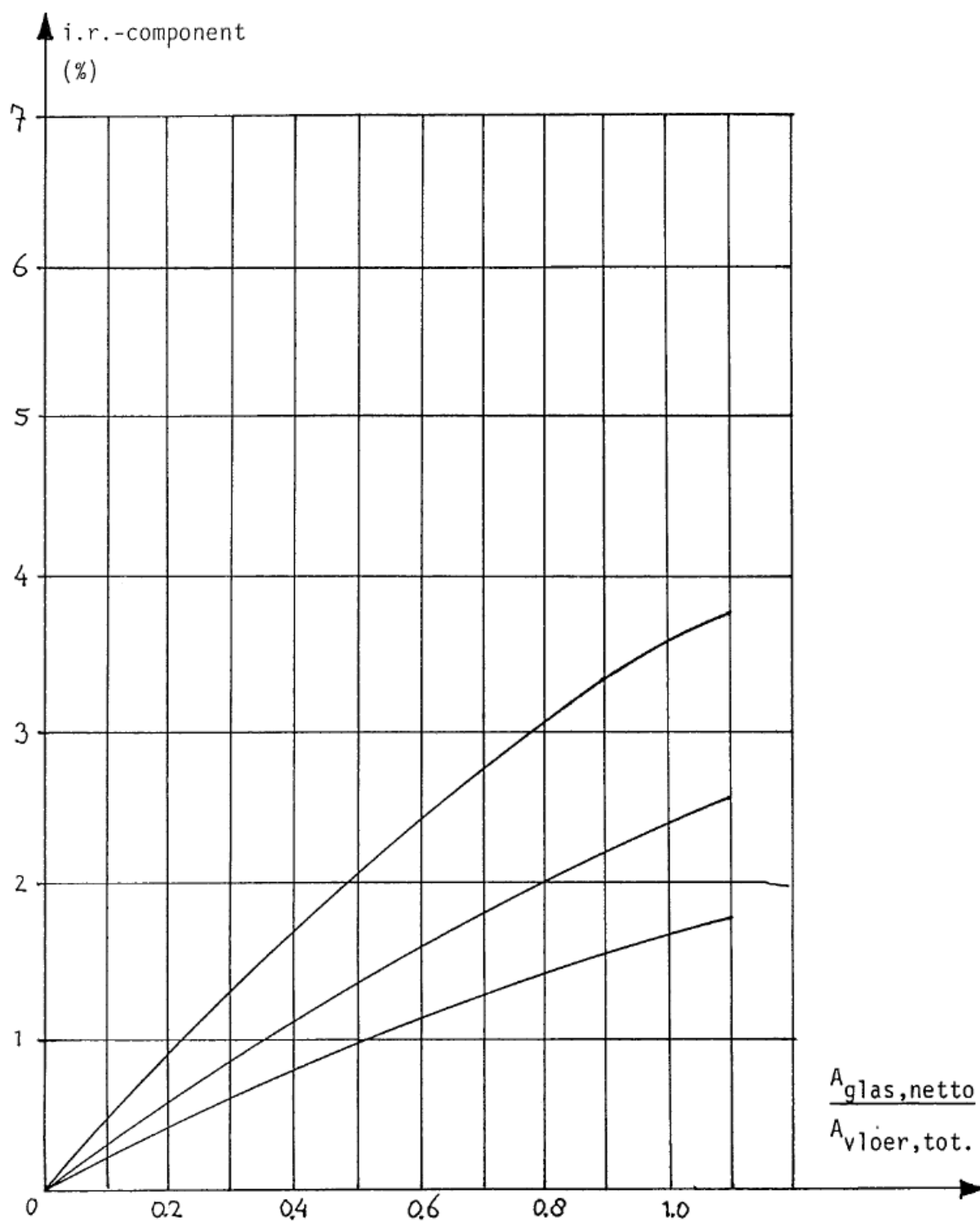
70% plafondreflekti

Verhouding glasopp. tot vloeropp.	Reflektiefactor vloer											
	10%				20%				40%			
	Reflektiefactor wanden											
	20%	40%	60%	80%	20%	40%	60%	80%	20%	40%	60%	80%
1 : 50	-	-	0,1	0,2	-	0,1	0,1	0,2	-	0,1	0,2	0,2
1 : 20	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,5	0,1	0,2	0,4	0,6
1 : 14	0,1	0,2	0,3	0,5	0,1	0,2	0,4	0,6	0,2	0,3	0,6	0,8
1 : 10	0,1	0,2	0,4	0,7	0,2	0,3	0,6	0,9	0,3	0,5	0,8	1,2
1 : 6,7	0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,5	0,8	1,3	0,4	0,7	1,1	1,7
1 : 5	0,2	0,5	0,8	1,4	0,3	0,6	1,1	1,7	0,5	0,9	1,5	2,3
1 : 4	0,3	0,6	1,0	1,7	0,4	0,8	1,3	2,0	0,6	1,1	1,8	2,8
1 : 3,3	0,3	0,7	1,2	2,0	0,5	0,9	1,5	2,4	0,8	1,3	2,1	3,3
1 : 2,9	0,4	0,8	1,4	2,3	0,5	1,0	1,8	2,8	0,9	1,5	2,4	3,8
1 : 2,5	0,5	0,9	1,6	2,6	0,6	1,2	2,0	3,1	1,0	1,7	2,7	4,2
1 : 2,2	0,5	1,0	1,8	2,9	0,7	1,3	2,2	3,4	1,2	1,9	3,0	4,6
1 : 2	0,6	1,1	1,9	3,1	0,8	1,4	2,3	3,7	1,3	2,1	3,2	4,9

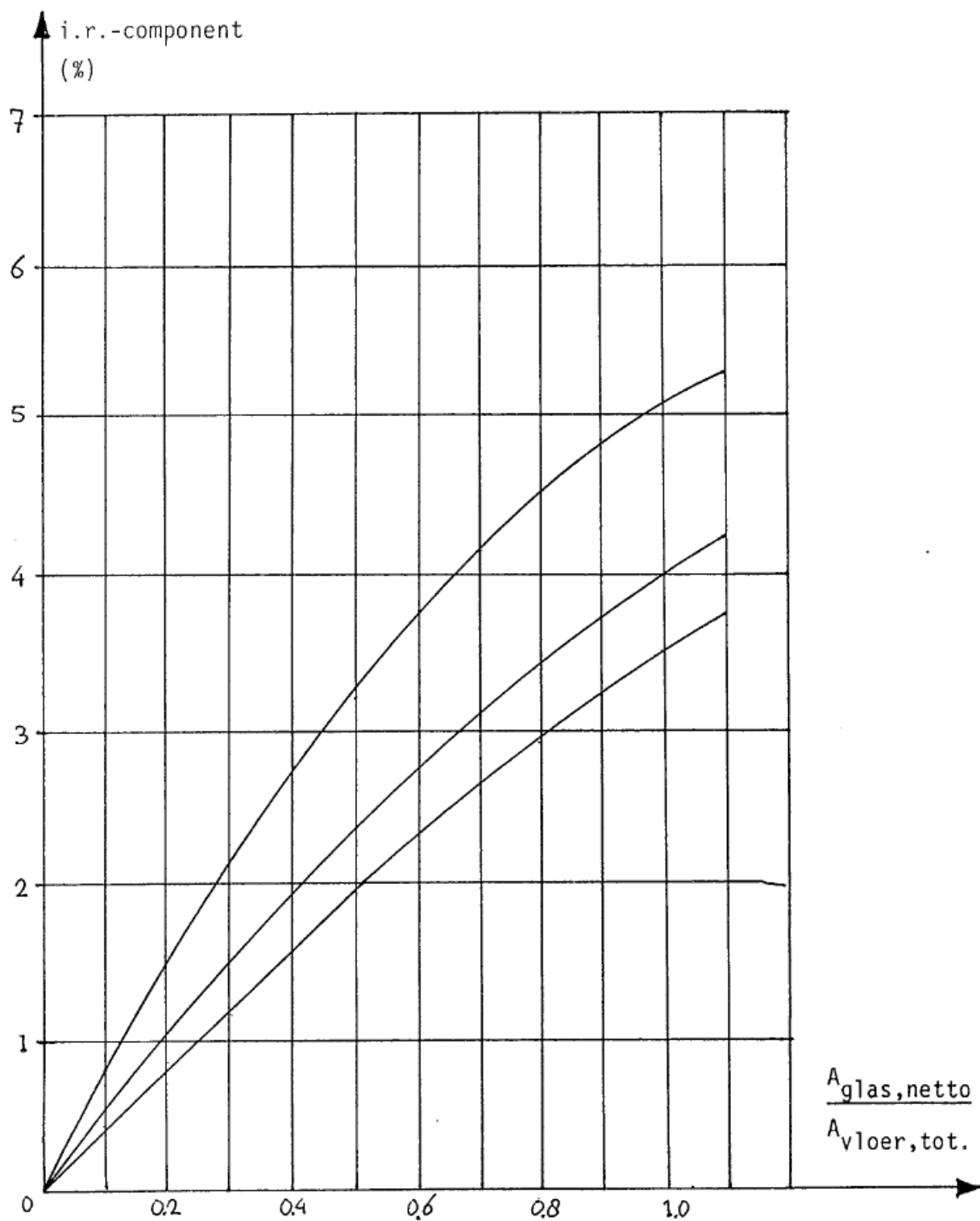
Globale waarden voor de interne reflektiecomponent, uitgedrukt in procenten.



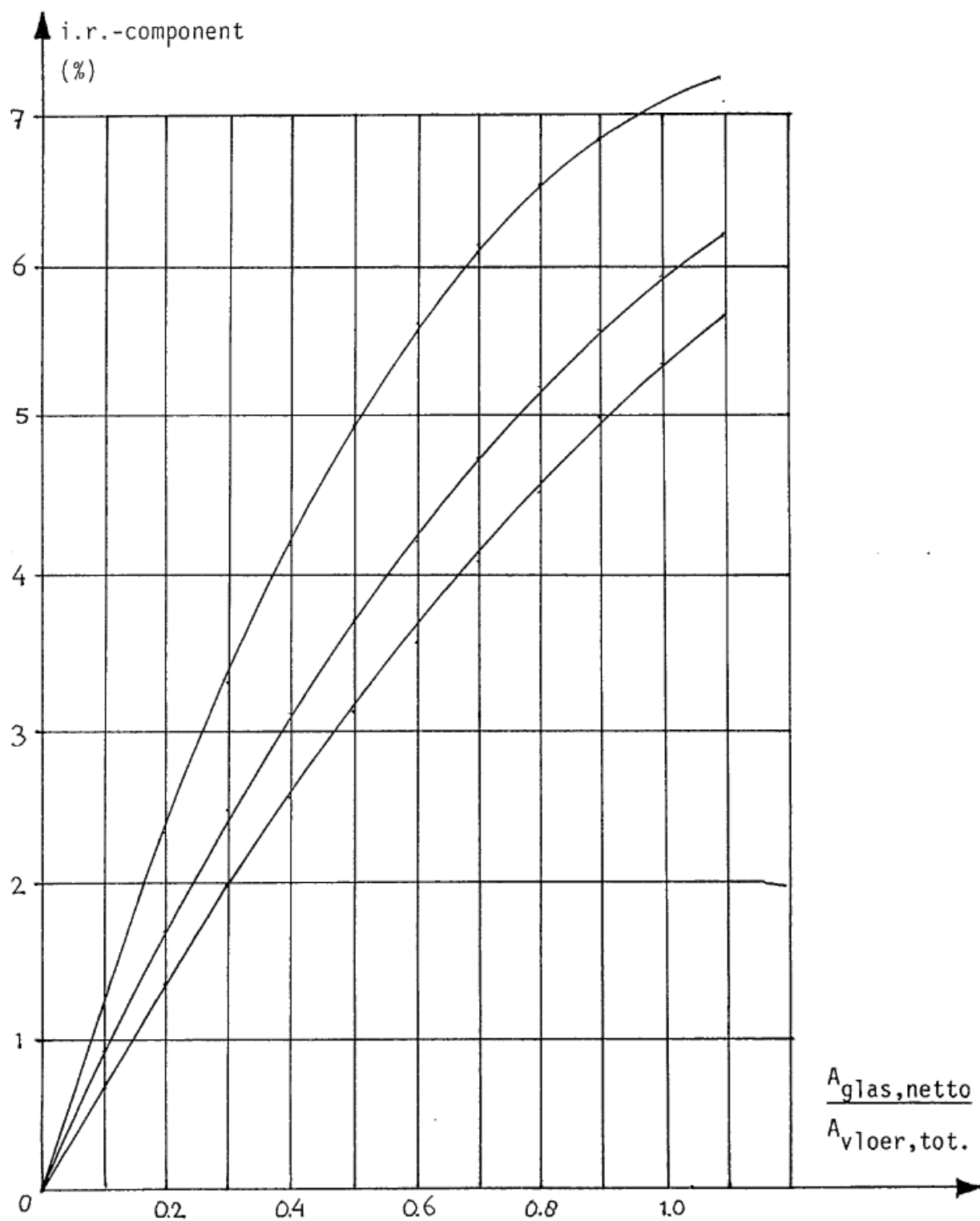
VERLOOP VAN DE INTERNE REFLECTIECOMPONENT BIJ: $r_{\text{vloer}} = 40\% \dots 20\% \dots 10\%$
 $r_{\text{plafond}} = 70\%$
 $r_{\text{wanden}} = 20\%$



VERLOOP VAN DE INTERNE REFLECTIECOMPONENT BIJ: $r_{\text{vloer}} = 40..20..10 \%$
 $r_{\text{plafond}} = 70 \%$
 $r_{\text{wanden}} = 40 \%$



VERLOOP VAN DE INTERNE REFLECTIECOMPONENT BIJ: $r_{\text{vloer}} = 40..20..10\%$
 $r_{\text{plafond}} = 70\%$
 $r_{\text{wanden}} = 60\%$



VERLOOP VAN DE INTERNE REFLECTIECOMPONENT BIJ: $r_{\text{vloer}} = 40..20..10 \%$
 $r_{\text{plafond}} = 70 \%$
 $r_{\text{wanden}} = 80 \%$

5. LICHT, KUNSTLICHT

Vorm-index [-]

$$k = \frac{L \cdot B}{h \cdot (L + B)}$$

L = lengte van het vertrek; B = breedte van het vertrek

h = onderlinge afstand tussen het vlak waarin zich de armaturen bevinden en het werkvlak

Verlichtingsrendement [-]

$$\eta_{\text{verl}} = \frac{\phi_{\text{werkvlak}}}{\phi_{\text{lampen}}} = \eta_{\text{arm}} \cdot \eta_{\text{vertrek}}$$

Armatuurrendement [-]

$$\eta_{\text{arm}} = \frac{\phi_{\text{arm}}}{\phi_{\text{lampen}}}$$

Verlichtingsformule

$$\phi_{\text{lampen}} = \frac{E_{\text{gem}} \cdot B \cdot L}{\eta_{\text{verl}} \cdot D}$$

L = lengte van het vertrek; B = breedte van het vertrek

E_{gem} = gemiddelde horizontale verlichtingssterkte

ϕ_{lampen} = de door de lampen uitgestraalde lichtstroom

η_{verl} = verlichtingsrendement

D = depreciatiefactor

Aantal armaturen

$$N = \frac{E_{\text{gem}} \cdot B \cdot L}{\phi_{\text{arm}} \cdot \eta_{\text{vertrek}} \cdot D}$$

N = aantal armaturen

ϕ_{arm} = lichtstroom per armatuur

η_{vertrek} = vertrekrendement

Lichtsterkte in candela [cd]

lichtsterkte	
Rijwiellampje recht vooruit – zonder reflector	1 cd
Idem, in reflector – hart van de bundel	250 cd
Attraluxlamp 150 W/24 V, har van de bundel	35000 cd
Vuurtorenlicht, hart van de bundel	2000000 cd

Lichtstroom in lumen [lm]

lichtstroom	omstandigheden	lm = cd.sr
fietslampje	-	10
gloeilamp	(15 W)	130
projector (dia, video)	(150 W)	300 - 500
TL_lamp	(20 - 40 W)	750 - 1 900
gloeilamp	(100 - 150 W)	1425 - 2 100
TL_lamp	(150 W)	2 100
natriumlamp	(45 W - 85 W)	2 500 - 6 500
voetbalstadion	(4 masten samen)	15 .10 ⁶

Nuttig effect η in lumen per Watt [lm.W⁻¹]

nuttig effect η	omstandigheden	lm.W ⁻¹
gloeilamp	-	8 - 19
gloeilamp	(15 W)	8,7
gloeilamp	(100 W)	14,25
halogeen_gloeilamp	halogeen_gloeilamp	16 - 26
TL_lamp	-	40 - 95
TL_lamp	(20 W)	37,5
TL_lamp	(40 W)	47,5
SL-lamp		41 - 49
QL-lamp		65 - 71

Kleurweergaveindex R_A in %

lichtbron		R_A
perfect	zon, (halogeen-)gloeilamp	100 %
uitstekend	dure TL	95 %
heel aardig	goede TL	90 %
matig	QL, SL	80 %
slecht	slechte TL	70 %
geen sprake van kwaliteit bij de kleurweergave	kwiklamp, natriumlamp	< 70 %

Kleurtemperatuur T in K

lichtbron	vermogen	"kleurtemperatuur" in K
zon		5700
gloeilamp	100 W	2600 – 3000
halogeenlamp		2800 – 3200
SL-lamp	500 W	2700
QL-lamp	18 W	2700 – 4000
extra warm wit		< 2900
TL-buis "warm wit"		2500
TL-buis gloeilamp-achtige 'warme' kleur		2700
warm wit		2900 – 3300
neutraal wit		4000
TL-buis "neutraal"	40 W	4000 – 4200
koel wit		5000 – 6000
TL-buis 'koude' kleur		> 6000
fluorescentielamp		2700 – 7000
natriumlamp lage druk	131 W	1700
natriumlamp hoge druk	400 W	2000
kwiklamp		5700
kwiklamp	250 W	3200 – 4700

Luminantie in cd/cm^2 of cd/m^2

Luminantie		
Zon	165.000	cd/cm^2
Maan	0,25	cd/cm^2
Gloeidraad van een heldere lamp	700	cd/cm^2
"Argenta" lamp	20	cd/cm^2
SO Natriumlamp	19	cd/cm^2
"TL" Fluorescentielamp (dwarsrichting)	0,8	cd/cm^2
idem (lengterichting)	0,5	cd/cm^2
Wit papier (reflectiefactor 80%), verlichtingsterkte 400 lux	100	cd/m^2
Grijs papier (reflectiefactor 40%), verlichtingsterkte 400 lux	50	cd/m^2
Zwart papier (reflectiefactor 4%), verlichtingsterkte 400 lux	5	cd/m^2

Verlichtingssterkte = lichtdichtheid E in lux [lx]

verlichtingssterkte E	omstandigheden	lux = lm.m^{-2}
straat	bewolkte nacht	0,0001
straat	alleen sterren	0,0015
straat	bij volle maan	0,2
straat	normale verlichting	15
gang	gang	30 - 250
grofindustrie	(smeden, walsen)	80
woonkamer	(totaal)	60
woonkamer	(lang lezen)	125 - 500
woonkamer	onder kunstlicht	200
woonkamer	(naaien donkere stof)	250
magazijn	(aanbevolen)	250
kantoor	-	250 - 1 000
leslokaal	-	500 - 1 000
winkel	-	500 - 1 000
tekenkamer	-	500 - 1 000
toneel, etalage	-	1 000 en meer
voetbalveld	(Old Trafford, 2000)	1500
fijnindustrie	(horlogemaken)	1 000 - 5 000
zonverlichte vrije veld	(midden in de winter)	10 000
zonverlichte vrije veld	(midden in de zomer)	50 000 - 100 000
operatietafel	-	50 000 - 100 000

Aanbevolen verlichtingsterkten met betrekking tot de indeling van de ruimten

Klasse	Omschrijving	Voorbeelden	Aanbevolen verlichtingssterkte in lux
I	Er moeten gedurende lange tijd onafgebroken details worden waargenomen aan de grens van het gezichtsvermogen	Fijn tekenwerk, precisie-gereedschap maken, confectie-industrie, miniaturisatie in de elektronische industrie	1000 of meer*
II	Ruimten of werkzaamheden niet vallend onder I, III of IV	Normaal lees- en schrijfwerk, les lokaal, vergaderzaal, kantoor, bankwerkerij, automontage, toiletten, waslokalen	500 - 1000
III	Als regel geen waarneming van kleine details	Magazijn, smederij, constructiewerkplaats	250 - 500
IV	Er wordt niet voortdurend gewerkt	Opslagruimte, autostalling	125 - 250

De eerstgenoemde getallen gelden voor een goede verlichting, de tweede voor een zeer goede verlichting.

Aard van de te verlichten ruimte	E in lx
Woonhuizen	
Woonkamer (algemeen)	125_250
Slaapkamers	125_250
Badkamers	250_500
Keukens (algemeen)	250_500
Keukens (plaatselijk)	500_1000
Woonkamers (plaatselijk)	1000_2000
Winkels	
Magazijnen	250_500
Verkoopruimten, showrooms	500_1000
Etalages (algemeen)	1000_2000
Etalages (plaatselijk)	5000_10 000
Fabrieken	
Werkplaatsen voor grof werk (smederij, walserij)	250_500
Werkplaatsen voor gewoon werk (montagewerk, grof draaien, boren)	500_1000
Werkplaatsen voor fijn werk (fijn draaien, polijsten, naaien, zetterij, drukkerij, weverij, spinnerij enz.)	1000_2000
Werkplaatsen voor zeer fijn werk (instrumentmakerij, graveerinrichting, horlogemakerswerkplaats)	2000_5000
Scholen	
Gymnastieklokalen	125_250
Leslokalen	250_500
Tekenzalen, naaileslokalen	500_1000
Kerken	125_250
Kantoren	
Entree, gang, hal	100
Ontvang_ en wachtkamers	250_500
Directiekantoor, vergaderzaal	400
Normaal kantoorwerk typen, schrijven, bediening van kantoormachines, computerwerk enz.	500_1000
Tekenzalen	1000_2000
Hotels en restaurants	
Buffet, eetzaal, garderobes	125_250
Toiletten	250_500
Ziekenhuizen	
Ziekenzalen	125_250
Onderzoekkamers, operatiekamers	500_1000
Operatietafels	50 000_100 000
Alle soorten gebouwen	
Trappen, gangen, kelders	125_250
Buitenverlichting	
Straten, wegen, rangeerterreinen	20_40
IJsbanen	20_50
Pleinen, terreinen (laad_ en losterreinen, opslagplaatsen).	30_60
Wielerveden, IJsbanen (ijshockey, wedstrijden)	50_100
Voetbalvelden	100_200
Tennisbanen	250_500

Eigenschappen van diverse soorten lampen			
Lampsoort	Opgenomen elekt. Vermogen [W]	Lichtstroom rendement [lm/W]	levensduur [h]
Gloeilamp	5 - 150	10 - 25	1000 - 2000
Fluorescentielamp	20 - 2000	25 - 60	3000 - 5000
hogedruk gasontlading lamp	40 - 2000	30 - 95	2000 - 4000
lagedruk gasontlading lamp	35 - 2000	70 - 130	4000

Verlichtingssterkte in lux (benaderde waarden)	
zomermiddag in het vrije veld, onbewolkte lucht	100000 lux
wintermiddag - vrije veld, onbewolkte lucht	1000 lux
zomermiddag - onder een balkon, onbewolkte lucht	2000 - 5000 lux
zomermiddag - achter een venster, onbewolkte lucht	1000 - 3000 lux
bij zonsop- en ondergang, onbewolkte lucht	500 lux
volle maan en heldere hemel	0,25 lux
huiskamertafel met goede verlichting	500 lux
kantoor met zeer goede verlichting	800 lux

Aanbevolen verlichtingssterkte in lux in verschillende landen*:							
	Frankrijk		Duitsland	Engeland	Zweden	Verenigde Staten	Rusland
	1961		1963	1961	1962	1959	1959
	Minimaal	Aanbevolen					
Grof werk	150	200	60 - 120	150	300	500	100 - 150
Kantoren	300	300	120 - 150	300	300 - 1000	1000 - 5000	200 - 300
Extra fijn werk	1000	1500	600 - 1000	1500	4000	10000	750 - 3000

* De wijze van omschrijving van taak en omstandigheden waarvoor de waarden gelden, is voor de verschillende landen niet dezelfde, zodat slechts een globale vergelijking mogelijk is.

FORMULEBLAD LICHTSTROOM-REKENMETHODE

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Armatuurrendement | $\eta_{\text{arm}} = \frac{\phi_{\text{arm}}}{\phi_{\text{lampen}}}$ |
| 2. Vorm Index | $k = \frac{L \cdot B}{h(L+B)}$ |
| | $h = \text{afstand plafond-werkvlak}$ |
| 3. Verlichtingsrendement | $\eta_{\text{vrl}} = \frac{\phi_{\text{werkvlak}}}{\phi_{\text{lampen}}}$ |
| 4. Depreciatie | $D = 0,8$ |
| | Voor goed onderhouden kantoorvertrekken |
| 5. Vertrekrendement | $\eta_{\text{vrt}} = \frac{\eta_{\text{vrl}}}{\eta_{\text{arm}}}$ |

$\phi_{\text{lampen}} = \frac{E_{\text{gem}} \cdot L \cdot B}{\eta_{\text{vrl}} \cdot D} \quad (\text{TOTAAL})$
$\Rightarrow N = \frac{E_{\text{gem}} \cdot L \cdot B}{\phi_{\text{arm}} \cdot \eta_{\text{vrl}} \cdot D}$

η_{vertrek}
 η_{armatuur}

} ZIE: RENDEMENTSTABELLEN.

BEREKENINGSBLAD LICHTSTROOM-REKENMETHODE

L =	m.	
B =	m.	
H =	m.	
werkvlakhoogte:	m.	⇒ h = m.

$\rho_{\text{plafond}} =$	%	} Vertrek rendement : $\eta_{\text{vrt}} =$ %.
$\rho_{\text{wand}} =$	%	
$\rho_{\text{vloer}} =$	%	
$k = \frac{L \cdot B}{h(L+B)} =$		

armatuurtype :	
$\eta_{\text{arm}} =$	%
$\eta_{\text{vrt}} = \eta_{\text{arm}} \cdot \eta_{\text{vrt}} =$	%

depreciatiefactor	→ D = 0.8 (kantoorgebouw)
-------------------	---------------------------

$\bar{E}_{\text{gewenst}} =$		lux
$\phi_{\text{lampen}} = \frac{\bar{E}_{\text{gewenst}} \cdot L \cdot B}{\eta_{\text{vrt}} \cdot D} =$		lm.
lamptype :		Lichtstroom per lamp LSL = lm.
		Lichtstroom per armatuur LSA = lm.
aantal armaturen	→ $N = \frac{\phi_{\text{lampen}}}{\text{LSA}} =$	

BEREKENINGSBLAD LICHTSTROOM-REKENMETHODE

VOORBEELD

L =	5	m.	
B =	4	m.	
H =	3	m.	
werkvlakhoogte:	0,05	m.	⇒ h = 2,15 m.

$\rho_{\text{plafond}} = 80 \%$ $\rho_{\text{wand}} = 50 \%$ $\rho_{\text{vloer}} = 30 \%$ $k = \frac{L \cdot B}{h(L+B)} = \boxed{1,03}$	Vertrek rendement : $\eta_{\text{vrt}} = \boxed{73} \%$
---	---

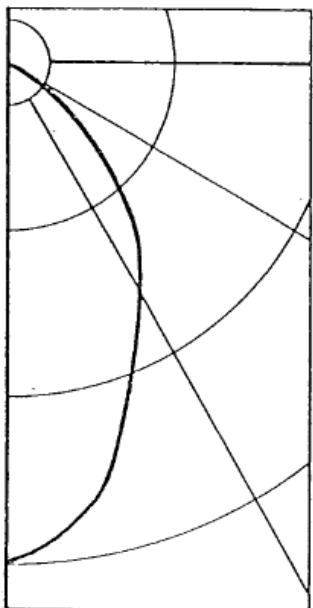
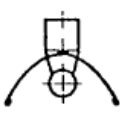
armatuurtype :	refraktor - kap
$\eta_{\text{arm}} =$	65 %
$\eta_{\text{vrl}} = \eta_{\text{arm}} \cdot \eta_{\text{vrt}} =$	47 %

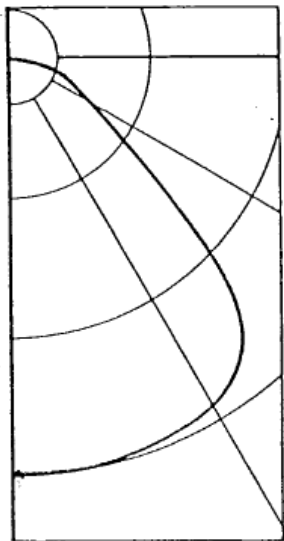
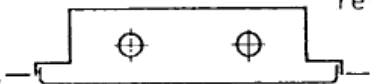
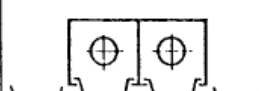
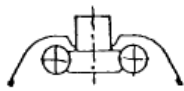
depreciatiefactor	→ D = 0.8 (kantoorgebouw)
-------------------	---------------------------

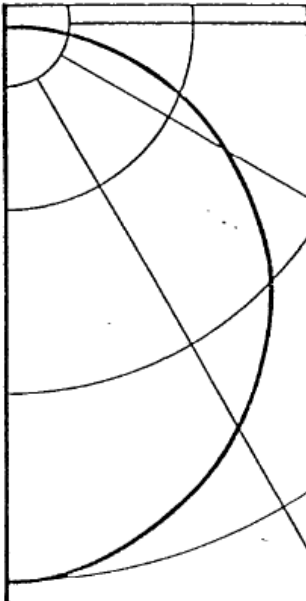
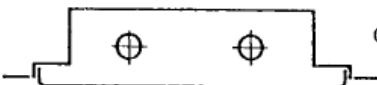
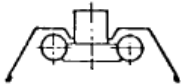
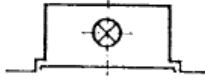
$\bar{E}_{\text{gewenst}} =$	750	lux
$\phi_{\text{lampen}} = \frac{\bar{E}_{\text{gewenst}} \cdot L \cdot B}{\eta_{\text{vrl}} \cdot D} =$	39 895	lm.
lamptype :	TL 84	Lichtstroom per lamp LSL = 2880 lm.
80 lm/W ; 36 W		Lichtstroom per armatuur LSA = 5760 lm.
aantal armaturen	→ $N = \frac{\phi_{\text{lampen}}}{\text{LSA}} = 6,9$	7 ⇒ E = 758 lux.

	maximaal toelaatbare onderlinge afstanden	
	open patroon	gesloten lichtlijnen
spiegeloptiek	$a = 1 \quad h$	
black body	$= 0,6$	
lichtrooster	$= 0,6$	
lichtrooster op montagebalk	$= 1,4$	$a = 1,7 \quad h$
reflektor	$= 1,6$	$= 1,9$
dwarslamellen	$= 1,4$	$= 2,1$
lamellenrooster	$= 1,4$	$= 1,7$
kunststofrooster	$= 1,5$	$= 1,7$
prismakap	$= 1,3$	$= 1,6$
opalen kap	$= 1,5$	$= 1,8$
breedstralend spiegeloptiek	$= 1,1$	$= 2,0$
low brightness spiegeloptiek	$= 1,4$	$= 1,7$
persglas "spot"	$= 0,4$	
persglas "flood"	$= 0,7$	
diffusoren en indirecte verl.	$= 1,7$	
FL zonder omhulling tegen het plafond	$= 1,5$	
overwegend indirecte verlichting	$= 3 \cdot b \quad (b = \text{afstand tussen armatuur of lichtkoof en plafond})$	
armaturen voor indirecte verlichting	$= 5 \cdot b$	
gloeilamp of FL in koven aan 2 zijden	$= 3 \cdot b$	

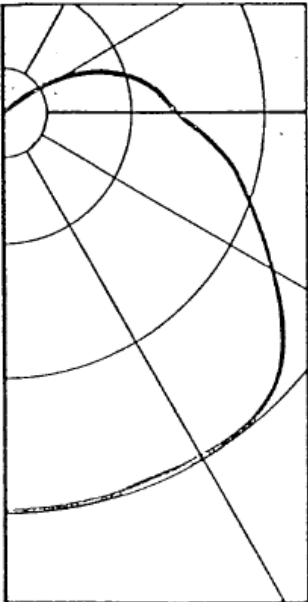
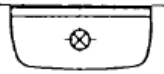
PLAATSING ARMATUREN

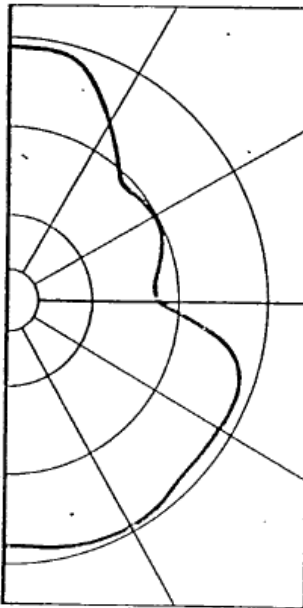
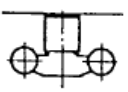
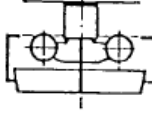
			armatuur							armatuur- rendement (%)	inwendige temp.verh. (ΔT)
			 spiegelraster met nauwe bundel							60	10
			 spiegelreflector met één lamp							80	5
			 reflector met nauwe bundel (hagedruk lamp)							75	
plafond	ρ_1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0
wanden	ρ_2	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0
vloer	ρ_3	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0
vertrekindex		vertrek-rendement (%)									
k	0.6	61	58	54	52	59	57	53	51	51	46
	1.0	80	75	73	69	76	73	70	68	67	62
	1.5	95	86	88	82	90	84	84	80	79	75
	2.0	102	91	96	87	95	89	91	66	84	80
	3.0	111	97	106	95	103	95	99	92	91	87
	5.0	119	102	115	100	109	98	106	97	96	92

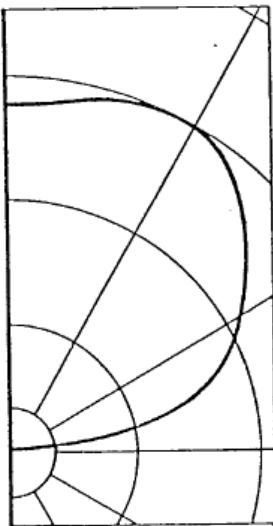
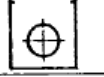
	armatuur							armatuur- rendement (%)	inwendige temp.verh. (ΔT)		
	 refraktor-kap							65	15		
	 breedstralend spiegelraster of wit raster							60	10		
	 prisma-kap							45	15		
	 spiegel-reflektor voor meerdere lampen							75	10		
plafond (ρ_1)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0	
wanden (ρ_2)	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0	
vloer (ρ_3)	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0	
vertrek-index	(k)	vertrek-rendement (%)									
k	0.6	52	49	43	42	49	48	42	41	41	35
	1.0	73	67	64	60	69	65	61	59	58	52
	1.5	89	81	81	75	83	78	77	73	72	66
	2.0	97	86	89	81	90	83	84	79	78	73
	3.0	107	94	101	90	99	91	94	88	86	81
	5.0	116	100	111	97	106	96	102	94	93	88

	armatuur							armatuur- rendement (%)	inwendige temp.verh. (ΔT)	
	 opalen kap							50	15	
	 witte reflektor							75	10	
	 opaal glas met gloeilamp							50		

plafond (ρ_1)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0	
wanden (ρ_2)	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0	
vloer (ρ_3)	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0	
vertrek-index (k)	vertrek-rendement (%)										
k	0,6	47	45	38	37	45	43	37	36	36	29
	1,0	67	62	58	54	63	60	55	53	52	45
	1,5	84	76	75	69	78	73	71	68	66	60
	2,0	93	83	84	77	86	80	79	75	73	67
	3,0	104	91	98	87	96	88	91	84	83	77
	5,0	114	98	109	95	104	94	100	92	90	86

		armatuur						armatuur- rendement (%)	inwendige temp.verh. (ΔT)		
		 opalen kap						50	20°		
		 refraktor-kap						65	20°		
		 gloeilamp met heldere kap						70			
plafond	(ρ_1)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0
wanden	(ρ_2)	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0
vloer	(ρ_3)	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0
vertrek-index (k)		vertrek-rendement (%)									
k	0.6	41	39	31	30	37	35	29	28	27	20
	1.0	59	55	49	46	52	50	44	43	41	32
	1.5	74	67	64	60	66	61	58	55	52	43
	2.0	83	74	73	67	73	68	66	62	59	50
	3.0	95	83	87	77	83	76	77	71	68	59
	5.0	106	91	99	86	91	83	87	80	76	67

	armatuur							armatuur- rendement (%)	inwendige temp.verh. (ΔT)		
	 vrijstralende fluo- rescentie-lampen							90	~0		
	 lamellen-rooster							82	~0		
	 gloeilamp met opalen kap							80			
plafond (ρ_1)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0	
wanden (ρ_2)	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0	
vloer (ρ_3)	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0	
vertrek-index (k)		vertrek-rendement (%)									
k	0,6	36	34	27	26	29	28	23	22	19	11
	1,0	52	48	43	40	41	39	35	33	29	19
	1,5	65	59	56	52	52	49	45	43	38	26
	2,0	74	66	65	59	58	54	52	49	43	30
	3,0	84	74	77	68	66	61	61	57	50	36
	5,0	94	81	88	77	74	67	70	64	56	42

	armatuur							armatuur- rendement (%)	inwendige temp.verh. (ΔT)		
	 brede witte goot							~70	~ 5		
	 smalle witte goot							~50	~10		
Plafond (p ₁)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0	
Wanden (p ₂)	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0	
Vloer (p ₃)	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0	
Vertrekindex (k _i *)		vertrek-rendement (%)**									
k _i	0,6	15	15	9	10	11	12	6	8	5	0
	1,0	28	27	20	19	18	19	13	13	8	0
	1,5	41	39	31	30	26	25	20	19	13	0
	2,0	51	48	41	40	32	30	26	25	16	0
	3,0	65	58	55	52	39	37	34	32	20	0
	5,0	77	68	70	63	45	43	42	39	24	0

* voor indirecte verlichting geldt: $k_i = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2h'(a+b)}$; waarbij h' = afstand plafond tot werkvlak

** voor lichtgoten tegen de wand moet het vertrek-rendement met 0,6 worden vermenigvuldigd.