

IR. TOM J. HAARTSEN¹

Transparantie; reflectie over doorzicht

Ontwerpers van het Nieuwe Bouwen (begin vorige eeuw) spraken van licht, lucht en ruimte.

Ze streefden transparantie na, en in enkele gevallen werd die ook gerealiseerd.

Bij de restauratie van jonge monumenten van het Nieuwe Bouwen is het – voor het behoud van het transparante karakter – noodzakelijk de randvoorwaarden voor transparantie te kennen.

Die kennis is ook direct inzetbaar in de huidige ontwerppraktijk én... bij de inrichting van musea.

Transparante gevel

Bij het Nieuwe Bouwen in het begin van de vorige eeuw stond transparantie van gevels centraal. Ook veel huidige architecten streven deze kwaliteit na, maar vaak blijft het slechts bij woorden die het oog proberen te overtuigen.

De term 'transparante' gevel kan op twee manieren worden opgevat: dat er geen belemmerende onderdelen zijn die het doorzicht door glas beperken of dat het mogelijk is om werkelijk van buiten naar binnen door het glas te kijken. De beide zienswijzen karakteriseren we hier als 'slanke profielen' en als 'goed zicht van buiten naar binnen'.

Van slanke profielen tot geen profielen

Een transparante gevel is een gevel die weinig belemmeringen oplevert als je van binnen naar buiten kijkt of van buiten naar binnen. De foto van Zonnestraal toont de voor die tijd bijzonder ranke profielen in de glaspuien.

Tegenwoordig biedt de techniek de mogelijkheid om grotendeels zelfs 'stijlloos' te bouwen, waardoor deze opvatting van transparantie gemakkelijk

te realiseren is. Zelfs met sterk reflecterend glas en binnerverlichting aan is het 's avonds mogelijk van buiten naar binnen te kijken. De avondsituatie is dan ook niet meer onderscheidend voor een 'transparante gevel' dan dat er slanke profielen zijn toegepast.



Afbeelding 1 > Zonnestraal, Hilversum;
transparantie van binnen naar buiten door slanke profielen

¹ Bouwfysisch adviseur en venoot Climatic Design Consult

KADER 1

CONTRAST EN ADAPTATIE MENSELIJK OOG BELANGRIJK

Voor de handregel “glas is transparant *indien de luminantie van het beeld achter het glas vanaf de waarneempositie hoger is dan die van het gereflecteerde beeld*” bestaat fysisch geen verklaring.

Het is ons oog dat een belangrijke rol vervult in de praktische werking van deze handregel. Lichthoeveelheden laten zich eenvoudig rekenkundig sommeren. De luminantie van het waargenomen beeld is pixel voor pixel een optelling van de luminantie zonder het gereflecteerde beeld plus de luminantie van het gereflecteerde beeld. Ons oog richt zich op de ‘dominante’ luminantie binnen het blikveld om de wijidte van de pupil aan te passen en het concentreert zich op de beelden met het grootste contrast: de verhouding tussen licht en donker.

De handregel zou eigenlijk moeten luiden: glas is transparant indien de contrastverhoudingen in het beeld achter het glas vanaf de waarneempositie niet worden verstoord door hoge luminanties in het gereflecteerde beeld.

De kwaliteit van het contrast wordt op verschillende manieren uitgedrukt zie o.a. [1], [2], [3], [4], waarbij naast het luminantieverschil tussen verschillende vlakken in het beeld ook de dominante of referentie-luminantie een rol speelt. Soms wordt de logaritme van de contrastverhoudingen als maat voor de waarneembaarheid gehanteerd. Bijgaande foto toont een reflectie waarin de takken van de bomen in het gereflecteerde beeld tegen de donkere achtergrond zich beter aftekenen omdat het contrast daar groter is.



Afbeelding 2 > Reflectie in een museumvitrine
foto: Hans Crone, Nijmegen

Goed zicht van buiten door het glas

Dat ligt anders bij de tweede opvatting van transparantie die zich op de eigenschappen van het glas in de dagsituatie betreft.

Een werkelijk transparante gevel is een gevel waardoor je ook overdag gemakkelijk van buiten naar binnen kunt kijken. Dat lukt alleen *indien de luminantie² van het beeld achter het glas vanaf de waarneempositie hoger is dan die van het gereflecteerde beeld*, zie ook kader 1. Aan die voorwaarde wordt het gemakkelijkst voldaan bij ‘doorkijk’.

Doorkijk naar de hemel

De term transparantie slaat bij het Nieuwe Bouwen op een aantal, veelal overhoekse, doorkijkjes die in alle beelden steeds weer terugkomen. Markante voorbeelden daarvan zijn het oorspronkelijke Glaspaleis van Peutz, het trappenhuis van Tabak van Van Nelle, de openluchtschool en Zonestraal van Duiker. De luminantie van het beeld achter het glas is bij doorkijk snel hoger dan die van het gereflecteerde beeld: bij een buitenlichtreflectiecoëfficiënt van 10% voor gewoon enkel glas, wordt de luminantie van de gereflecteerde hemel een tiende van de hemelluminantie. De luminantie van het stuk hemel achter twee lagen glas bij een LTA-waarde van 0,8, is ca. 0,65 x de hemelluminantie: meer dan vijf maal helderder dan het gereflecteerde beeld. De luminantiestrijd met het gereflecteerde beeld wordt bij blanke glassoorten altijd door de hemel achter het glas gewonnen!



Afbeelding 3 > Luchthavengebouw Eindhoven (Roosenburg), Overhoekse doorkijk; niet alleen de lucht, maar ook de zonbeschenen witgepleisterde woningen helpen deze overhoekse doorkijk.

² Luminantie is de herderheid van een oppervlak, uitgedrukt in een tamelijk oude eenheid: het aantal kaarsen (candela's) per eenheid van oppervlakte [cd/m^2]

Zonder 'doorkijk naar de hemel' komt transparantie niet vanzelf

De luminantie van het gereflecteerde beeld krijgt veel minder tegenstand van luminanties achter het glas als de hemel niet door het gebouw heen zichtbaar is. Licht geschilderde zonbeschenen vlakken direct achter de gevel winnen het vaak nog wel van het gereflecteerde beeld. Foto 3 toont op de bovenste verdiepingen enkele zonbeschenen kolommen die er bij reflectie van de onbewolkte hemel nog uitspringen, maar op andere plaatsen winnen de zonbeschenen wolken en het trappenhuis.

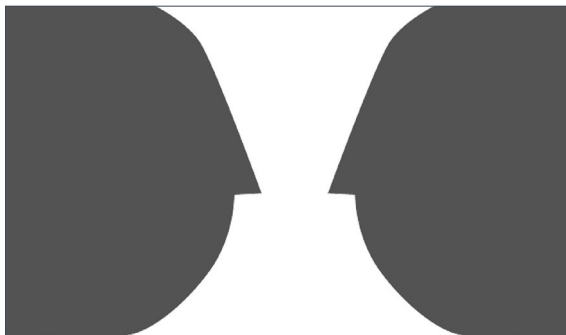
Zoals in kader 1 is aangegeven, is het niet alleen een zaak van luminanties, maar ook van contrastverhoudingen in het gereflecteerde beeld. Bij grote luminantieverschillen in een gereflecteerd beeld (groot contrast) trekt het beeld met het grotere contrast meer de aandacht. De contouren van het gereflecteerde trappenhuis, gecontramald door reflecties van de hemel, vormen het best waargenomen beeld. Door adaptatie van het oog aan ook de meer heldere vlakken binnen het blikveld valt de waarneming van voorwerpen in het donkere gedeelte binnen verder weg. Op de foto is te zien dat binnen de contouren van de gereflecteerde hemel en beschaduwde delen voorwerpen binnen zijn waar te nemen. Kijkend naar de gevel ontstaat echter als belangrijkste beeld de gereflecteerde wolk, zoals de vaas in afbeelding 5 (en vallen details in de twee gezichten weg).

De foto toont ook bij de enkel glasgevel van de Van Nelle Fabrieken een gereflecteerd beeld. Blijkbaar zit hier de reflectie de transparantie in de weg. Bij de beoordeling van de reflectie wordt veelal de buitenlicht-reflectie-coëfficiënt (BLR) van het glas als maat gekozen. Drie aspecten zijn echter veel belangrijker bij reflectie:

- onder welke hoek kijk je naar de gevel;
- wat en met welke luminantie (of welk contrast) laat je achter de gevel zien en
- welke luminantie, respectievelijk welk contrast, heeft het gereflecteerde beeld.



Afbeelding 4 > Achtergevel Theefabriek Van Nelle Rotterdam.
foto: Michel Kievits/Sybolt Voeten



Afbeelding 5 > Twee gezichten of een vaas ?

KADER 2

ANALYSE TWEEDE GEVEL VAN NELLE ONTWERPFABRIEK

Aan de enkelglas gevel bij de Van Nelle Ontwerpfabriek is op enige afstand van de buitengevel een tweede gevel met extra glas toegevoegd.

De effecten van de samenstelling van de tweede gevel op de transparantie en de reflecties is door het ontwerpteam van de fabrieken aan de hand van een schaalmodel geanalyseerd.

Voor het behoud van de transparantie van de fabrieken heeft coördinerend architect Wessel de Jonge eerst bepaald welke gezichtspunten het meest belangrijk zijn. Posities dichtbij het gebouw worden onderscheiden van posities verder weg.



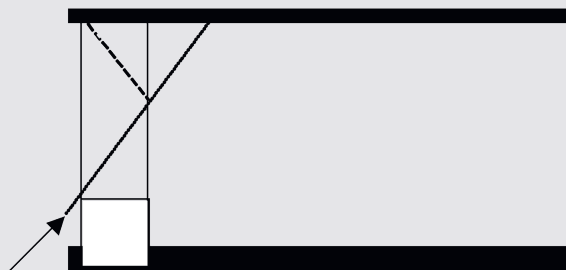
Afbeelding 6 > Beoordeling reflectie en doorzicht bij lichte zonwering aan de hand van schaalmodel

OMHOOG KIJKEN

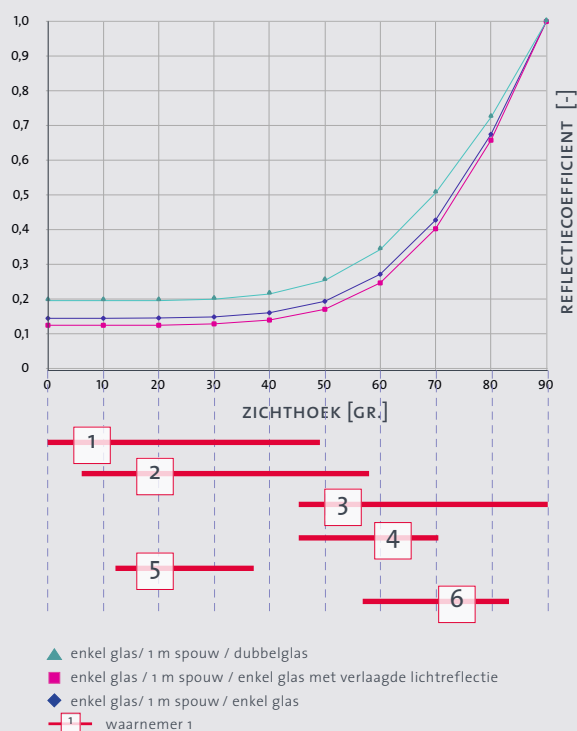
In alle gevallen dat de kijkhoek zodanig is dat de tweede gevel niet wordt waargenomen (omhoog kijken) wijzigt er niets. De tweede gevel reflecteert ook het buiten de tweede gevel gelegen deel van het plafond. Dat plafonddeel heeft in de dagsituatie vrijwel altijd een lagere luminantie dan het gereflecteerde beeld van de hemel. Daarom wordt de tweede gevel bij posities waarin tot twee maal de breedte van de gevelspouw op het plafond wordt gekeken, niet of nauwelijks waargenomen, zie figuur 7. Door de bredere gang aan de voorgevel is daar de zone, waarin de tweede gevel niet of nauwelijks wordt waargenomen, groter.

DOOR HET GEBOUW HEEN KIJKEN

Op posities van waaruit vrijwel loodrecht door het gebouw kan worden heengekeken zijn de binnengevels, voor het gedeelte dat met glas is uitgevoerd –afgezien van deuren, stijlen en regels– nauwelijks waarneembaar. De luminantie van het beeld achter de vier of vijf lagen glas (ca. 0,5 maal de werkelijke luminantie) is, zolang er geen directe bezonning van het gereflecteerde beeld is, altijd groter dan de luminantie van het gereflecteerde beeld zelf (bij enkelglas buitengevel 0,08 maal de werkelijke luminantie). Bij waarneming van de gevel onder een hoek gaat de verhouding tussen de reflectie van de buitengevel en de tweede gevel een rol spelen.



Afbeelding 7 > Omhoog kijken



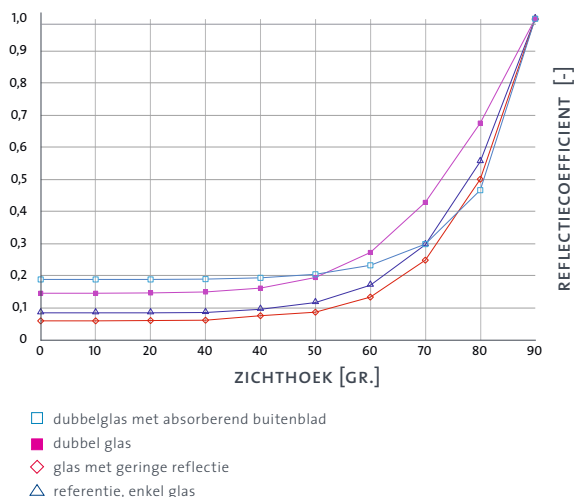
Afbeelding 8 > Analyse doorzicht Van Nelle Fabrieken vanuit verschillende standpunten

Reflectie: 't is maar hoe je het bekijkt

Figuur 9 geeft de typische reflectie-eigenschappen van enkel glas en van HR++-glas, afhankelijk van de hoek van inval. Uit de figuur blijkt dat de hoekafhankelijkheid veel belangrijker is dan de buitenlichtreflectiecoëfficiënt die in alle productinformatie van beglazing voor loodrechte inval wordt opgegeven. De afbeeldingen 10 en 11 illustreren die hoekafhankelijkheid van de reflectie.

Van groot belang is daarom na te gaan onder welke hoek een gevel die transparant zou moeten zijn, meestal wordt bekeken. Zo heeft de coördinerende architect voor de renovatie van de Van Nelle-fabriek standpunten geselecteerd, waarvandaan de transparantie als essentiële kwaliteit moest worden gewaarborgd. Vanuit die standpunten is nagegaan onder welke hoek het glas wordt waargenomen, zie kader 2.

Soms kan het zin hebben te overwegen de puien onder een hoek te zetten: enerzijds om de kans te verminderen dat de hemel in het gereflecteerde beeld voorkomt, anderzijds om de reflectiecoëfficiënt van het glas te beperken door een waarnemingsrichting die meer loodrecht op het glas staat.

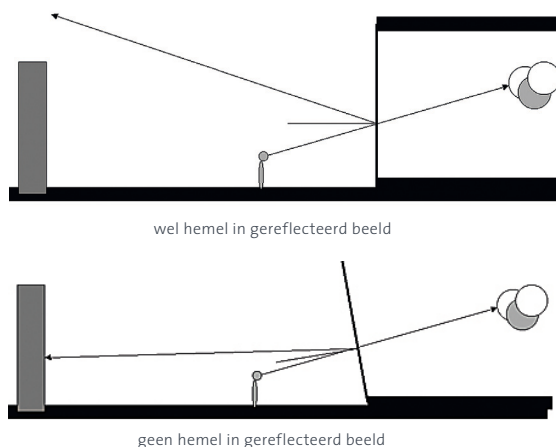


Afbeelding 9 > Reflectie van enkel en van dubbel glas afhankelijk van de hoek van inval

NB: Voor de hoekafhankelijke eigenschappen is gebruik gemaakt van de database van WIS (Window Information System) en de rekenwijze die in WIS is gehanteerd om eigenschappen afhankelijk van glasdikte en spouw te berekenen.



Afbeelding 10 en 11 > Voorzetgevel van enkel glas voor een boekhandel in Middelburg: recht van voren en onder scherpe hoek.



Afbeelding 12 > Puien onder een hoek: minder schuine hoek van inval en minder kans op reflectie van wolken e.d.

Transparantie: 't is maar waar je naar kijkt

Voor de transparantie van de Van Nelle-fabrieken wordt op een aantal plaatsen de doorkijk gewaarborgd door het opleggen van beperkingen aan huurders: dichte tussenwanden evenwijdig aan de langsegevels zijn niet toegestaan. Doorkijken door een gebouw zijn echter in het algemeen schaars. Bij lage standpunten voor hoge gebouwen kijk je tegen plafonds. De luminantie van de plafonds is in het algemeen laag, ook al zijn ze licht afgewerkt. In de winter kun je nog wel regelmatig de lampen waarnemen.

Er is één conditie waaronder de reflectie van de hemel vaak kan verliezen van de luminantie achter het glas en dat is wanneer licht via een daklicht op een sterk reflecterend (bijvoorbeeld wit gestuct) vlak valt. Bij een reflectiecoëfficiënt van 70% en een LTA-waarde van het daklicht van 70% kan een goed aangelicht vlak het in de dagsituatie winnen van het gereflecteerde beeld.

Transparantie: 't is maar wie je achter je hebt staan

Indien je met het beeld achter het glas niet kunt winnen van de gereflecteerde hemel, kun je de wedstrijd beïnvloeden door met bijvoorbeeld bomen direct zicht op de hemel in het gereflecteerde beeld te voorkomen.

Bestaande bebouwing, mits niet direct aangelicht door de zon, kan dezelfde functie vervullen. In afbeelding 13 heeft de fotograaf een niet bezonde gevel van een hoog gebouw in de rug, waardoor de binnenwanden zichtbaar zijn en alleen bij de zijranden een stukje hemel wordt gereflecteerd. In afbeelding 14 is te zien wat er –op hetzelfde tijdstip– gebeurt als een veel groter deel van de glasgevel een heldere hemel reflecteert.

Woorden helpen niet

Regelmatig wordt de transparantie van gevels en/of gebouwen in vakliteratuur geroemd zonder overtuigende beelden. Transparantie realiseer je niet met woorden. Is er geen doorkijk door een gebouw mogelijk en wordt niet de sterkste lichtbron benut om het beeld achter het glas aan te lichten (de zon direct of via de hemel) en de gereflecteerde hemel te beconcurreren, dan is de term 'transparante' gevel voornamelijk een fictie³. Wie werkelijk zijn ogen gebruikt, ziet in de vakbladen wel het woord 'transparant' gebruikt zonder het bijbehorende beeld zoals bij [5]. Het is niet moeilijk andere voorbeelden zelf te vinden.



Afbeelding 13 en 14 > transparant of reflecterend?

³ Laurens Zonneveldt, Verlichtingsdeskundige aan de TUE/TNO: Het woord transparantie is de grootste leugen in de huidige architectuur

Oude kennis ophalen met een praktijktraining; laat u verrassen

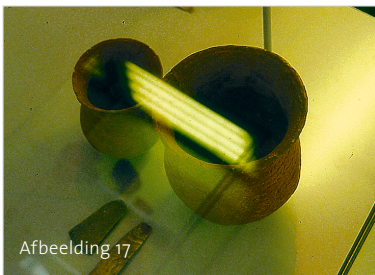
De hier beschreven verschijnselen zijn reeds jaren bekend. Voor het realiseren van transparantie volstaat een eenvoudige handregel: transparant is een gevel (of vitrine) indien de luminantie van het beeld achter het glas vanaf de waarnemingspositie hoger is dan die van het gereflecteerde beeld. Een korte praktijktraining is snel gevolgd door regelmatig de oren te sluiten, de ogen te laten dwalen langs bekende (en ook minder bekende) gevels en uitsluitend af te gaan op wat u werkelijk ziet. Eenmaal goed getraind bent u toe aan de rondgang door een willekeurig museum, om aan de hand van de waarneming van voorwerpen in vitrines vast te stellen in hoeverre de primaire functie van 'tentoonstelling' optimaal wordt vervuld. Dat kan nog tot menige verrassing leiden, zie kader 3.



Afbeelding 15 > Expositiegebouw Den Helder



Afbeelding 16 > Rijksmuseum Schiphol
foto > Patrick Post



Afbeelding 17

< Afbeelding 17 | 18

Reflecterende vitrines in een museum, exemplarisch voor veel musea
Foto's > Hans Crone
Nijmegen



Afbeelding 18

KADER 3

MUSEUMVITRINES: KENNIS OVER TRANSPARANTIE NIET NEGEREN

De primaire functies van musea zijn behouden en tonen van de collectie. Dat laatste vergt een goede waarneming van de tentoongestelde voorwerpen en schilderijen. Vaak worden de voorwerpen in vitrines getoond. Dan is transparantie een voorwaarde om de primaire functie goed te vervullen. Sommige musea verwaarlozen deze functie doordat zij de basis-kennis over doorzicht en reflectie niet inzetten.

En het is zo simpel: vanaf de meest voor de hand liggende standpunten mogen vlakken met hoge luminantie, zoals lampen of de hemel, niet worden gereflecteerd in de vitrinebeglazing. Aan die voorwaarde wordt voldaan *indien de luminantie van de voorwerpen achter het glas hoger is dan de luminantie van (delen van) het gereflecteerde beeld maal de reflectiecoëfficiënt van het glas.*

Het is duidelijk dat aan die voorwaarde met donkere voorwerpen, als aardn potten, moeilijker wordt voldaan dan met witte voorwerpen. Het aanlichten van voorwerpen met verlichting binnen een vitrine is in het algemeen een goede strategie. Zodra het aanlichten met verlichting buiten de vitrine gebeurt, begint het te spannen. En wanneer de hoek van de gereflecteerde lamp binnen het blikveld met het glas ook nog eens scherp is, dan is de luminantiestrijd verloren.

De voorbeelden liggen voor het oprapen:

Jan Pesman maakte in Den Helder een vitrine buiten. In een artikel in *Bouwwereld* [5] lezen we: "... koos voor een glazen draagconstructie om de transparantie van een expositiegebouwtje nog verder te vergroten." De foto van afbeelding 15 toont gereflecteerde auto's in plaats van het tentoongestelde schip. Het voorwerp is donker, hetgeen de basis vormt voor een lage luminantie. De lichttoetreding van bovenaf is gereduceerd door het toegepaste doek, waardoor de hoeveelheid op het voorwerp vallend licht altijd lager is dan die op direct bezonde gevels. Daardoor wordt ook bij waarneming loodrecht op het glas de luminantie-wedstrijd vaak verloren, zolang je de zon niet in de rug hebt.

Het Rijksmuseum heeft op Schiphol een dependance gemaakt. De opening is opgeluisterd met naamgenoten van Jan Steen. In *Trouw* van 24 augustus 2004 staat een illustratieve foto van Patrick Post. De weergave is weliswaar verstoord door de flits, maar de houding van Jan Steen spreekt voor zich.

Reflecties in musea beperken zich niet altijd tot vitrines. Ook platen achter glas en veel schilderijen tonen reflecties, ondanks het promotiewerk van mevrouw Eymers uit 1935! [6] Wanneer museumbezoekers moeizaam zoeken naar een goede waarnemingshoek van schilderijen en voorwerpen in vitrines, blijkt dat de ontwerpers en inrichters onvoldoende hebben nagedacht over transparantie en weerspiegeling.

CDC NIJMEGEN

bezoekadres:
Graafseweg 274
6532 ZV Nijmegen

telefoon 024 - 3780630

e-mail: postbus@climaticdesign.nl
www.climaticdesign.nl



CLIMATIC DESIGN CONSULT
ADVIESBUREAU VOOR BOUWFYSICA

BRONNEN

1. http://colorusage.arc.nasa.gov/luminance_cont.php
2. Whittle, P. (1994). The psychophysics of contrast brightness. In A. L. Gilchrist (Ed.), *Lightness, Brightness, and Transparency*. Pp. 35-110. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
3. Wyszecki, G. (1986). Color Appearance. In K. R. Boff, L. Kaufman & J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance* (Vol I: Sensory Processes and Perception, Chapter 8). New York: John Wiley & Sons.
4. NEN 3087:2011 Ergonomie – Visuele ergonomie: achtergronden, principes en toepassingen
5. Henk Wind, Glazen vinnen als draagconstructie, foto op blz. 24, Bouwwereld 16 (8 september 2003)
6. Eymers, J.G. - Fundamental principles for the illumination of a picture gallery. Together with their application to the illumination of The Municipal Museum at the Hague.'s-Gravenhage, Martinus Nijhoff, 1935. Gebonden. XII + 70 p. Ills. + Stellingen. Proefschrift 2 december 1935 aan de Rijks Universiteit te Utrecht.

Foto's zonder vermelding zijn van Climatic Design Consult

COLOFON**TEKST | REDACTIE**

Tom Haartsen
Climatic Design Consult
Nijmegen

ONTWERP EN PRODUCTIE

Beerens en Van Ierland | creative communication
Nijmegen

OPLAGE

1.500 ex.

Nijmegen, 26 november 2012