

Afstudeerverslag:

Visualiseren Transparante Obstakels



Naam Student:	Stefan Link
Studienummer:	0850767
Onderwijsinstelling:	Hogeschool Rotterdam
Opleiding:	Bouwkunde
Afstudeerdocent:	P.C.J. Budde
Tweede Lezer:	C. van Kranenburg
Afstudeerbedrijf:	PBTconsult
Bedrijfsbegeleiders:	R. de Kloe W. Jagersma
Inleverdatum:	12 januari 2017

De ironie van transparantie:

Mensen willen overzicht, uitzicht en daglicht,
totdat zij tegen het glas knallen met hun gezicht,
dan moet de schijnbare openheid weer dicht.

Ik had niet verwacht een afstudeeronderwerp te vinden dat zo goed aansluit op hetgeen waarmee ik mijzelf op de opleiding bouwkunde en bij het PowerPlatform van de Hogeschool Rotterdam de afgelopen jaren bezig gehouden heb.

Ik wil een aantal mensen bedanken:

Allereerst wil ik **Willem, Robert** en **Mariska** bedanken voor de begeleiding die ik gekregen heb vanuit PBTconsult, en de goede tijd die ik gehad heb tijdens mijn afstudeerstage.

Dan wil ik graag **Peter Budde** bedanken voor de begeleiding die ik vanuit school gekregen heb.

Ook mijn moeder **Anja** en vader **Tony** wil ik bedanken voor de steun die zij mij geboden hebben vanuit het thuisfront, en het geloof dat zij in mij hebben getoond.

Tot slot wil ik **Roland van Grinsven** en **Berry den Brinker** bedanken voor hun aandeel in dit onderzoek door hun expertisen te delen.

Inhoudsopgave

Inhoud

VOORWOORD	1
INHOUDSOPGAVE	2
AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN	4
SAMENVATTING	6
1. ONDERZOEKSPLAN	7
1.1. PROBLEEMOMSCHRIJVING	7
1.2. ONDERZOEKSKADER	8
1.3. DOELSTELLING	9
1.4. HOOFDVRAAG + DEELVRAGEN	9
1.5. ONDERZOEKSOPZET	10
2. MENSELIJK KADER.....	12
2.1. BELANGEN OMTRENT TRANSPARANTIE	12
2.2. TRANSPARANTIE EN GOED ZICHT	15
2.3. OOGAANDOENINGEN	17
2.4. TERUGKOPPELING 'DE MENS' EN TRANSPARANTIE.....	18
3. BOUWKUNDIG KADER	19
3.1. TRANSPARANTE BOUWDELEN	19
3.2. ANALYSE BEELDMATERIAAL.....	21
3.3. FYSISCH INVLOEDEN WAARNEEMBAARHEID.....	22
4. RANDVOORWAARDEN EN RESTRICTIES	25
4.1. BESTAANDE EISEN EN CRITERIA	25
5. OMSLAGPUNT WAARNEEMBAARHEID.....	28
5.1. ONDERBOUWING BEPALING OMSLAGPUNT	28
5.2. OMSLAGPUNT VOLDOENDE WAARNEEMBAARHEID	28
6. MOGELIJKE MAATREGELEN.....	29
6.1. INVENTARISATIE MAATREGELEN	29
6.2. BEPALEN EFFECTIVITEIT MAATREGELEN.....	30
6.3. COMBINEERBAARHEID MAATREGELEN.....	31
6.4. EFFECTIVITEIT IN DIVERSE SITUATIES.....	32
7. RESULTAAT: PUNTENSYSTEEM.....	33
7.1. ONDERBOUWING KEUZE PUNTENSYSTEEM	33
7.2. OPBOUW EN WERKING PUNTENSYSTEEM	33
7.3. INHOUD ONDERDELEN PUNTENSYSTEEM	33
8. VALIDATIE PUNTENSYSTEEM	36
8.1. VALIDATIE DEEL A: VIDEOFRAGMENTEN (BIJLAGE 5)	36

8.2.	VALIDATIE DEEL B: ANALYSE ASPECTEN (BIJLAGE 7).....	36
8.3.	VALIDATIE DEEL C: TRANSPARANTIE KANALENEILAND	37
8.4.	CONCLUSIE VALIDATIE PUNTENSISTEEM	37
9.	CONCLUSIE AFSTUDEERONDERZOEK.....	38
	LITERATUURLIJST	39
	BIBLIOGRAFIE.....	39

Lijst met bijlagen

B1	Informatie PBTconsult
B2	Functies van transparante
B3	Kijklijn-analyse
B4	Visuele beperkingen
B5	Videomateriaal: Ongelukken
B6	Waarneembaarheid typen glas
B7	Analyse fysische aspecten
B8	ISO 21542 Randvoorwaarden
B9	ITs gestelde gewenste voorzieningen
B10	Mogelijke maatregelen
B11	Puntensysteem
B12	Validatie puntensysteem

Lijst met figuren

F1.a	Voorbeeld: Provinciehuis Utrecht Ambtenaren	Blz. 7
F1.b	Voorbeeld: Universiteit Amsterdam	Blz. 7
F1.c	Geïnterviewde deelonderzoeken	Blz. 10
F2.a	Gevel uitzicht + daglicht	Blz. 12
F2.b	Glazen wanden kantoor	Blz. 12
F2.c	CHANEL Amsterdam	Blz. 14
F2.d	Poll van het AD	Blz. 15
F2.e	Anatomie van het oog	Blz. 16
F3.a	Uitleg ZTA-waarden	Blz. 19
F3.b	Kleurenspectrum golflengtes	Blz. 19
F3.c	Nieuwe transparante materialen	Blz. 20
F3.d	Tegenlicht	Blz. 24
F4.a	Arbowet over glasmarkering	Blz. 28
F6.a	Contrastwerking t.o.v. de achtergrond	Blz. 31
F6.b	Vroege schemering is donker en late schemering is duister.	Blz. 32
F9.a	Resultaat afstudeeronderzoek	Blz. 38

Lijst met tabellen

T2.a	Inventarisatie verschillende overige oogaandoeningen Bron: Oogfonds	Blz. 17
T2.b	Visus gradatie, mate van slechtziendheid en blindheid	Blz. 17
T3.a	Inventarisatie verschillende typen glas. Bron: connect-nen.nl – NEN 1301	Blz. 20
T3.b	Inventarisatie invloed-hebbende aspecten waarneembaarheid transparantie	Blz. 21
T4.a	Hoofdstuk-indeling Bouwbesluit 2012	Blz. 25
T6.a	Inventarisatie mogelijkheden maatregelen visualiseren transparante obstakels.	Blz. 29
T6.b	Tabel 6.b Sterktes en zwaktes van maatregelen waarop keuzes worden afgewogen	Blz. 30

[H, B, F, T] en (getal)

[H1.1]	[B1.1]	[F1.A]	[T1.A]	(1)
Deelhoofdstuk 1 van hoofdstuk 1	Onderdeel 1 van bijlage 1	Figuur a in hoofdstuk 1	Tabel a in hoofdstuk 1	Verwijzing bron 1 literatuurlijst

Afkortingen en begrippen

Hieronder worden verschillende afkortingen en begrippen nader verklaard:

Aanlooptlengte

De aanlooptlengte betreft de lengte van een aanlooproute vanaf een startpunt of kromming van de aanlooproute, tot aan het transparante bouwdeel.

Aanlooproute

De aanlooproute staat voor de route die een persoon vanaf een bepaald punt neemt, tot aan het transparante bouwdeel.

Design for All

De term "Design for all" wint aan populariteit binnen de toegankelijkheidssector. In plaats van dat er wordt ontworpen voor de gemiddelde mens, wordt er ontworpen voor iedereen, zoals bijvoorbeeld rolstoelgebruikers, mensen met een oogandoening, kinderen en ouderen.

Daglichtoppervlakte

De daglichtoppervlakte staat voor het percentage of het deel van een vloer van een ruimte dat door daglicht wordt beschenen. Dit is binnen het Bouwbesluit geregeld.

Gebouwde omgeving

De gebouwde omgeving omvat niet alleen gebouwen, maar ook verschillende bouwwerken die geen gebouw zijn. Door het gebruik van deze term kunnen ook overige situaties, uit de openbare ruimte, worden meegenomen in dit onderzoek.

Gebouwoppervlakken

Met gebouwoppervlakken wordt bedoeld op gevelwanden, scheidingswanden, vloeren, plafonds, glasplaten en balustrades van gebouwen.

LRV

De *Luminance reflectance value*, (lichtreflectiewaarde) staat voor de golflengte van een lichtstraal dat de kleur van het licht bepaald. Binnen dit afstudeeronderzoek wordt bedoeld op het contrast tussen twee kleuren met verschillende LRV's.

Lux

Lux is de eenheid van verlichtingssterkte. Het staat voor de hoeveelheid licht (in lumen) waarmee een vierkante meter oppervlak wordt beschenen.

LTA

LTA staat voor de lichttoetredingsfactor dat wordt uitgedrukt in het percentage van het invallend licht dat door een transparant materiaal schijnt. Het deel van het licht dat niet door het transparante vlak straalt, wordt gereflecteerd of geabsorbeerd.

ITs

ITs, oftewel 'integrale toegankelijkheidsstandaard', is een pakket met bouwtechnische eisen die voortkomen uit algemene richtlijnen en normen voor toegankelijkheid. De ITs kan worden toegepast bij ontwerp en realisatie van integraal toegankelijke projecten zodanig dat een synthese ontstaat tussen toegankelijkheidsrichtlijnen en de reguliere bouwkundige praktijk.

Tegenlicht

Tegenlicht wordt binnen dit afstudeeronderzoek omschreven als zonlicht dat door een transparant bouwdeel heen schijnt richting de aanlooproute, waarbij dit licht op ooghoogte schijnt. Er is enkel overdag sprake van tegenlicht.

Transparante Bouwdelen

Met transparante bouwdelen wordt bedoeld op transparante vlakken inclusief omringend kozijn en deurbeslagen.

Transparante Obstakels

Transparante Obstakels betreffen, binnen dit onderzoeksrapport, glazen/doorzichtige elementen binnen de gebouwde omgeving, die een visuele en fysieke belemmering vormen en waarbij het risico bestaat dat mensen ertegenaan lopen of erdoor gedesoriënteerd raken.

Transparante Vlakken

Met transparante vlakken wordt bedoeld op transparante platen exclusief het kozijn en deurbeslagen.

Visuele Toegankelijkheid

Visuele Toegankelijkheid staat voor de mate waarin mensen met een visuele beperking, dus zowel blindheid als slechtziendheid, zich kunnen bewegen zonder daarbij obstakels tegen te komen die het gevaarlijk of onmogelijk maken om in een bepaalde omgeving te doen wat zij er volgens de bestemming moeten kunnen doen.

Visus

De Visus staat voor het percentage of deel van het beeld dat iemand ziet. Hoe lager de visus, hoe minder mensen zien.

Samenvatting

Het transparantieprobleem wordt groter, nu de gebouwde omgeving continu transparanter wordt. De urgentie van een methode om de waarneembaarheid van transparante bouwdelen te toetsen volgens de “*design-for-all* filosofie” is in de afgelopen jaren toegenomen.

Glas wordt in de gebouwde omgeving niet zonder reden toegepast. Transparante vlakken kunnen meerdere functies hebben waarmee rekening gehouden dient te worden wanneer er gekeken wordt naar mogelijke maatregelen om het transparante vlak mee te visualiseren.

Mensen met een oogaandoening hebben moeite met het waarnemen van transparante bouwdelen. Een lichte oogaandoening of beeldscherptevermindering geeft een groter risico op een ongeval omdat deze mensen nog niet op de tast lopen, en transparantie minder goed waarnemen. Mensen zonder oogaandoening botsen ook tegen transparante bouwdelen, omdat zij niet expliciet waarnemen. Zij hebben baat bij dezelfde maatregelen als mensen met beeldscherpteafwijking.

Naast het waarnemingsvermogen van mensen, speelt ook de bouwkunde situatie een rol bij het inschatten van het risico op ongevallen of desoriëntatie. Er valt een veelvoud aan aspecten te onderscheiden die invloed hebben op de waarneembaarheid van transparante bouwdelen: tegenlicht, donkere ruimten en de afwezigheid van kleurcontrasten zijn enkele voorbeelden van aspecten die de visuele toegankelijkheid negatief beïnvloeden. Transparante vlakken die volledig doorzichtig zijn, blijken het risico op ongevallen het meest te verhogen.

Er zijn nog geen specifieke richtlijnen of eisen die duidelijk maken op welke manier transparante obstakels gevisualiseerd dienen te worden. De wens is groot, maar geen partij kan richtlijnen, inclusief getalwaarden, vastleggen zonder dat er een discussie op gang komt.

Binnen dit afstudeeronderzoek is gezocht naar een mogelijke methode om te kunnen toetsen of transparante bouwdelen voldoende waarneembaar zijn. Hierbij is bepaald wanneer er sprake is van een transparant obstakel waardoor er ingegrepen dient te worden.

Er is een veelvoud van mogelijk te nemen maatregelen die allemaal sterktes en zwaktes hebben, waar verschillende voorwaarden voor gelden en die uiteindelijk ook verschillend gewaardeerd worden. De effectiviteit van maatregelen kan door omstandigheden worden beïnvloed.

Uit dit onderzoek blijkt dat het mogelijk is om de waarneembaarheid van transparante bouwdelen te toetsen aan de hand van een puntensysteem dat uit vijf onderdelen bestaat. Het systeem gaat ervan uit dat er meerdere mogelijke maatregelen zijn, met verschillende effectiviteit in verschillende situaties. Het blijkt dat het hiermee mogelijk is om voldoende waarneembaarheid te bereiken zonder de toepassing van glasmarteringen die de functionaliteit van het transparante vlak belemmeren.

Het belangrijkste voordeel van dit puntensysteem is dat het constant kan worden aangescherpt en aangepast. Dit finetunen is nodig wanneer de waarderingen niet overeenkomen met de beleving, of als er nieuwe producten op de bouwmarkt verschijnen die een rol kunnen spelen bij het visualiseren van transparante obstakels binnen de gebouwde omgeving.

1. Onderzoekplan

1.1. Probleemomschrijving

Er zijn nog weinig toegankelijkheidscriteria met betrekking tot de visuele toegankelijkheid: *“De reden hiervoor is dat er nog betrekkelijk weinig onderzoek is gedaan naar de effecten van maatregelen op dit gebied. Wel zijn er in de loop van de jaren diverse studies en documenten verschenen die op dit onderwerp ingaan, maar er is nog weinig gepubliceerd over functionele, technische en maatschappelijke haalbaarheid, waarop de ITs zich manifesteert.”* (1)

Toegankelijkheid gaat een steeds grotere rol spelen binnen de samenleving. Dit had tot gevolg dat de Tweede Kamer in 2016 besloot dat het per wet geregeld moet zijn dat alle gebouwen in Nederland toegankelijk zijn voor gehandicapten (2) (3). Dit heeft uiteindelijk ook invloed op de visuele toegankelijkheid van gebouwen, omdat slechthooftheid ook een handicap is.

Mensen met een oogandoening ondervinden in het dagelijks leven moeite met oriënteren. Binnen de gebouwde omgeving kunnen voorzieningen worden getroffen om ondersteuning te bieden aan mensen met een visuele handicap. Dit gebeurt echter niet vanzelfsprekend, waardoor de toegankelijkheid niet altijd wordt gewaarborgd.

Aan de hand van vooronderzoek kan worden geconcludeerd dat mensen die goed kunnen zien tevens tegen glazen bouwdeelen opbotsen, waardoor ook zij belang hebben bij een oplossing van het transparantie vraagstuk. [F1.a en F1.b].

Er zijn op dit moment ontwikkelingen gaande die een negatieve impact hebben op de visuele toegankelijkheid van de gebouwde omgeving. Een duidelijk voorbeeld hiervan is dat gebouwen steeds ‘transparanter’ worden. Glasplaten als ruimtescheiding vormen voor mensen een obstakel waar zij letterlijk tegenaan lopen.

Utrechtse ambtenaren knallen tegen glazen deuren in nieuw Provinciehuis (8)

De eerste maanden in het nieuwe Utrechtse provinciehuis is voor tientallen ambtenaren een pijnlijke ervaring. Er is zó veel glas verwerkt in het pand, dat bijna dagelijks iemand een glazen deur of wand niet opmerkt en er tegenaan knalt.

Redactie 04-07-12, 09:30 Laatste update: 18-02-16, 00:59

Figuur 1.a: Voorbeeld: Provinciehuis Utrecht Ambtenaren

Schoonmaakster raakt arbeidsongeschikt – wie heeft schuld? (9)

3 augustus 2016

Mevrouw Peters is bij schoonmaakwerk in het gebouw van de Universiteit van Amsterdam tegen een glaswand gelopen en onwel geworden. Zij is sindsdien arbeidsongeschikt en stelt haar werkgever aansprakelijk voor de gevolgen. Die wijst de aansprakelijkheid af en mevrouw Peters stapt naar de rechter.

Figuur 1.b: Voorbeeld: Universiteit Amsterdam

Er wordt meestal gebouwd voor de ‘gemiddelde mens’, maar dit wordt steeds vaker als achterhaald ervaren, omdat gebouwen niet voor iedereen toegankelijk blijken. Er zou moeten worden gebouwd voor iedereen, volgens de **design for all**-insteek, *“zodat mensen – divers zoals zij zijn, binnen de gebouwde omgeving kunnen doen wat zij er volgens de bestemming moeten kunnen doen”*.

1.2. Onderzoekskader

Afbakening menselijk kader

De aanleiding voor dit onderzoek betreft de noodzakelijkheid van het opnemen van eisen in de ITs voor mensen met een visuele beperking. Mensen met een visuele beperking zijn hierdoor een belangrijke stakeholder binnen dit onderzoek.

Er zal binnen dit onderzoek volgens de *design for all* filosofie worden gedacht. Hierdoor moeten de uitkomsten van dit onderzoek ook de visuele toegankelijkheid voor mensen zonder oogaandoening kunnen bevorderen. Volgens de design for all filosofie dient er ook rekening gehouden te worden met kinderen waarvan de ooghoogte lager ligt dan dat van een volwassene.

Betreffende de doelgroep met een visuele handicap wordt een onderscheid gemaakt tussen mensen die blind zijn of slecht kunnen zien. *Mensen die blind zijn vallen buiten het kader* van dit afstudeeronderzoek, omdat zij niet visueel waarnemen.

Afbakening bouwkundig kader

Dit onderzoek focust zich op de visualisatie van transparante obstakels binnen de gebouwde omgeving. De obstakels betreffen uitsluitend bouwdelen, dus niet los meubilair zoals tafels en stoelen. Er wordt gesproken over '*obstakels*' omdat hier sprake is van een probleem dat een oplossing behoeft, in tegenstelling tot bij een focus op '*objecten*' waarbij dit niet direct het geval is.

Tastbare of akoestische oplossingen verdienen een eigen onderzoek en worden daarom niet meegenomen binnen dit afstudeeronderzoek. Bouwfysische factoren die volgens het *PvA visuele toegankelijkheid* (1) moesten worden onderzocht en geanalyseerd, betreffen: verlichting, verlichtingsniveaus, contrastwaarden, reflectie en weerspiegelingen, kleurgebruik, tegenlicht en licht van achteren. Daarnaast zal rekening worden gehouden met looproutes, gebouwfuncties, de dag- en nachtsituaties en binnen/buiten-situaties. Het bouwkundig kader richt zich op deze aspecten.

Daarnaast is besloten om trappen, bruggen, vloeren en daken van glas buiten beschouwing te laten waardoor de selectie bouwdelen over blijft waar mensen tegenop kunnen lopen. Hiermee wordt binnen dit onderzoek dus gedoeld op transparante wanden en deuren.

Onderzoek naar het visualiseren van transparantie binnen de gebouwde omgeving zal betrekking hebben op openbare en publiek toegankelijke ruimtes. Private woonomgevingen worden uitgesloten van dit onderzoek. Utiliteitsbouw vraagt in de huidige situatie meer om een oplossing. De uitkomsten van dit onderzoek kunnen uiteindelijk wel toepasbaar blijken binnen de private sector.

Afstudeerbedrijf en derden

Deze afstudeerstage vindt plaats binnen PBTconsult, een zelfstandig ingenieurs- en adviesbureau dat gesitueerd is in Utrecht. Dit bedrijf is gespecialiseerd in de advisering en toetsing van de fysieke toegankelijkheid van de gebouwde omgeving [B1]. Met behulp van de expertisen en informatie die reeds in dit bedrijf aanwezig zijn, is mijn afstudeeronderzoek op gang geholpen.

Tijdens dit afstudeeronderzoek heb ik ook gebruikgemaakt van de expertisen van andere mensen buiten het bedrijf van PBTconsult. Deze mensen hebben raakvlak met het onderdeel visuele toegankelijkheid en/of zijn ervaringsdeskundig op het gebied van oogaandoeningen.

1.3. Doelstelling

Dit betreft een definiërend en verklarend onderzoek met betrekking tot de te treffen maatregelen ter visualisering van transparante obstakels binnen de gebouwde omgeving.

Aan de hand van dit onderzoek moeten verschillende partijen (o.a. PBTconsult, belangenorganisaties, aannemers en architecten) kunnen komen tot de juiste manier van visualiseren. Omdat er niet één oplossing is die voor elke situatie toepasbaar is, is er ingezet op het ontwikkelen van een methodiek waarmee de juiste oplossing voor bepaalde situaties gevonden kan worden.

Nadat dit onderzoek is afgerond, zal er echter waarschijnlijk nog steeds sprake zijn van discussie tussen de verschillende partijen. Dit onderzoek biedt geen concrete totaaloplossing voor het probleem, maar verklaart welke maatregelen een positieve invloed hebben binnen het thema transparantie, aan de hand van een methodische onderbouwing die in de huidige situatie nog ontbreekt. Voor PBTconsult is het van belang dat het resultaat van dit onderzoek kan worden meegenomen tijdens de toetsing van toegankelijkheid van gebouwen en de update van de Integrale Toegankelijkheidsstandaard in 2017.

1.4. Hoofdvraag + deelvragen

Hoofdvraag

Aan de hand van de 'doelstelling' [H1.1] en de 'uitkomst' van het onderzoek, kan de volgende hoofdvraag gedefinieerd worden:

“Welke maatregelen zijn geschikt om transparante obstakels te visualiseren, ter bevordering van de visuele toegankelijkheid in diverse situaties binnen de gebouwde omgeving.”

Deelvragen

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zullen er een aantal deelvragen moet worden beantwoord. Deze deelvragen kennen een samenhang met de deelonderzoeken. De deelvragen die van toepassing zijn op de hoofdvraag, betreffen:

1. Wat zijn de wensen en behoeften van de mens omtrent transparante bouwdelen?
 - a. Waarom passen mensen transparantie toe binnen de gebouwde omgeving?
 - b. Waarom nemen mensen transparante objecten moeilijk waar?
 - c. Waarom ervaren mensen met een oogandoening transparantie als een obstakel?
2. Waar ligt het omslagpunt tussen een goed of slecht waarneembaar transparant bouwdeel?
 - a. Welke omstandigheden dragen bij aan het ontstaan van een transparant *obstakel*?
 - b. Welke omstandigheden ondersteunen de visuele toegankelijkheid omtrent transparantie?
 - c. Waar moet een situatie, inclusief transparant bouwdeel, minimaal aan voldoen?
3. Welke middelen zijn geschikt om transparante obstakels mee te visualiseren?
 - a. Welke mogelijke maatregelen bestaan er om transparantie mee te visualiseren?
 - b. In welke omgevingen zijn de middelen geschikt om mee te visualiseren? (**waar?**)
 - c. Welke omstandigheden hebben impact op de effectiviteit van de middelen? (**wanneer?**)
 - d. Hoe moeten de middelen worden ingezet om effectief mee te visualiseren? (**Hoe?**)

De deelvragen zijn binnen dit onderzoek niet in deze volgorde behandeld. In sommige gevallen worden deelvragen binnen dezelfde deelhoofdstukken beantwoord.

1.5. Onderzoekopzet

Deelonderzoeken

Om onderbouwde conclusies te kunnen trekken aan het eind van dit onderzoek, is het noodzakelijk om genoeg kennis te hebben over het onderwerp transparantie en toegankelijkheid. Er zal dus onderzoek moeten worden gedaan naar verschillende thema's die raakvlak hebben met het onderwerp.

Er is een schema opgesteld van de deelonderzoeken die per thema van belang zijn om genoeg kennis te verkrijgen om, methodisch onderbouwd, onderzoek te kunnen doen [F1.c].



Figuur 1.c: Geïnterviewde deelonderzoeken

De uitwerking van de deelonderzoeken is voornamelijk te vinden in het bijlagenboek.

Oriëntatie en inventarisatie

Eerst moet verduidelijkt worden van welke problemen er sprake is in de huidige situatie.

Duidelijkheid wordt verkregen door veldonderzoek te plegen binnen de gebouwde omgeving (het vinden van voorbeelden in en om de openbare ruimten), bij belangenorganisaties, deskundigen en door literatuur over visuele toegankelijkheid en visuele handicaps.

Voor alle deelonderzoeken die van belang zijn [F1.c], zal data geïnterviewd worden ter oriëntatie, om uiteindelijk mee te kunnen analyseren:

De mens is een belangrijke factor binnen het thema transparantie. Het gaat hier om zowel slechthoofden en mensen die goed kunnen zien. Er zal data worden verzameld over de relatie tussen mensen en de toepassing van transparantie binnen de gebouwde omgeving, zoals voorbeelden van ongevallen en een inventarisatie van de belangen die spelen omtrent dit afstudeerthema.

Een ander belangrijk onderdeel van de oriëntatie en inventarisatie is het vinden van voorbeelden van visueel toegankelijke en ontoegankelijke situaties. Er ontstaat vervolgens een inventarisatie van situaties binnen de gebouwde omgeving, waarbij bouw delen niet bijdragen aan, of zelfs een negatieve impact hebben op, de visuele toegankelijkheid.

Het is belangrijk om te achterhalen hoe transparantie op dit moment wordt meegenomen bij de advisering en toetsing op gebied van toegankelijkheid. PBTconsult heeft hier zicht op.

Tot slot wordt geïnterviewd welke middelen er zijn om glazen bouw delen te visualiseren. Deze worden achterhaald vanuit voorbeelden uit de praktijk, literatuur en websites van leveranciers.

Analyse en conclusie

Aan de hand van de geïnventariseerde data, literatuur en het veldonderzoek zal worden geanalyseerd waarmee rekening moet worden gehouden bij het komen tot een methodiek om transparante obstakels te visualiseren.

Vanuit voorbeelden van ongevallen en ontoegankelijke situaties kunnen conclusies worden getrokken. Deze voorbeelden zijn daarom geanalyseerd, om te achterhalen welke invloed verschillende ergonomische en bouwkundige omstandigheden hebben op het thema transparantie.

Het eerste deel van de analysefase betreft de vastlegging van het omslagpunt van visuele ontoegankelijkheid naar visuele toegankelijkheid, uitgedrukt in minimum randvoorwaarden. Dit is bereikt door het analyseren van de belangen, vereisten, positieve omstandigheden en negatieve omstandigheden. Hiermee wordt antwoord gegeven op deelvragen 1 en 2.

Het tweede deel van de analyse betreft het analyseren van de maatregelen om transparantie mee te kunnen visualiseren. Er is onderzocht **waar**, **wanneer** en **hoe**, met verschillende maatregelen, voldaan kan worden aan de minimale randvoorwaarden. Hiermee wordt deelvraag 3 beantwoord.

Validatie

Uiteindelijk is gekomen tot het punt waarop geanalyseerd en geconcludeerd is welke maatregelen geschikt zijn om transparantie mee te visualiseren, bij verschillende omstandigheden. Dan is het belangrijk om te toetsen of deze conclusies de visuele toegankelijkheid van de gebouwde omgeving daadwerkelijk bevorderen.

Daarom zijn tijdens dit onderzoek de bevindingen toegepast op verschillende visueel ontoegankelijke situaties waarin een transparant bouwdeel een obstakel vormt. Deze manier van implementeren heeft tevens een voorbeeldfunctie.

Er is besloten om op meerdere manieren te valideren om het resultaat zo scherp mogelijk te krijgen. Hierbij maak ik gebruik van video's, foto's en betrek ik andere mensen bij de validatie het resultaat van dit afstudeeronderzoek.

2. Menselijk kader

Transparante bouwdelen zijn enerzijds verplicht, maar vormen anderzijds een obstakel voor mensen die deze bouwdelen, meestal glasplaten, niet of nauwelijks kunnen waarnemen. De vraag die hierdoor ontstaat, betreft: *“Waarom wordt transparantie toegepast?”* [H2.1]

Om tot onderbouwde visualisatie-richtlijnen te kunnen komen, is vooronderzoek naar ‘de mens’ noodzakelijk. Omdat rekening gehouden moet worden met gezondheid, veiligheid en belangen.

2.1. Belangen omtrent transparantie

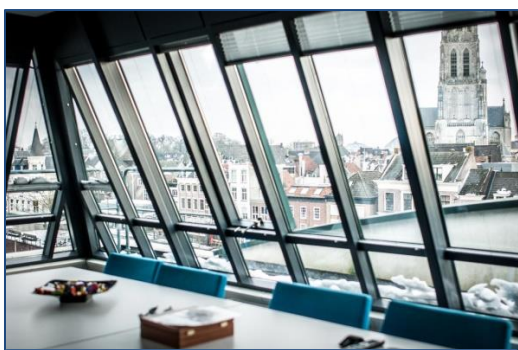
De belangen die er zijn met betrekking tot het toepassen van transparantie en glazen bouwdelen, spelen een belangrijke rol bij het vinden van oplossingen voor het visueel ondersteunend krijgen van gebouwoppervlakken. Het maken van afwegingen valt niet altijd te voorkomen en bij een onderwerp als transparantie is dat ook eigenlijk niet mogelijk.

Het is noodzakelijk om de functionaliteit van transparante bouwdelen te achterhalen, om een diepgaander inzicht te krijgen van de belangen die er zijn binnen dit thema. Het is de bedoeling dat de oplossingen die worden aangedragen geen of nauwelijks impact hebben op de functionaliteit van het transparante bouwdeel.

Er is geanalyseerd [B2] om welke redenen transparantie wordt toegepast. Hieruit wordt geconcludeerd dat er in principe vier verschillende functionaliteiten zijn te onderscheiden, die van toepassing zijn op dit afstudeeronderzoek:

- Daglichttoetreding en uitzicht [F2.a]
- Transparante afscherming
- Organisatorische transparantie [F2.b]
- Transparantie als uiting van esthetiek

Hiernaast zijn er nog enkele andere functies van glas/transparantie. Deze zullen worden benoemd en omschreven, maar worden niet verder meegenomen in het vervolg van dit onderzoek.



Figuur 2.a: Gevel uitzicht + daglicht



Figuur 2.b: Glazen wanden kantoor

Daglichttoetreding en uitzicht

Glas wordt in de gevel toegepast om 'licht en lucht' binnen te laten en er tegelijkertijd toch voor te zorgen dat geluiden en ongewenste geuren en geluiden niet naar binnen dringen en dat ook de warmte wordt vastgehouden. Het toepassen van glas draagt bij aan het verbeteren van het comfort van verschillende ruimtes binnen gebouwen.

Er wordt ook wel een koppeling gemaakt tussen daglicht en gezondheid. Zo zou daglicht de productiviteit en tevredenheid van mensen stimuleren en zou een gebrek aan daglicht een negatieve invloed kunnen hebben op de gezondheid. (4) Hierdoor is voldoende daglichttoetreding zelfs wettelijk verplicht [H4.1]

Deze belangen zijn van toepassing op glas in de gevels en dakramen die grenzen aan ruimten waar mensen komen en verblijven. [B2.1 en B2.2]

Transparante afscherming

Er wordt voor een transparante afscherming gekozen wanneer men iets wil tentoonstellen of in het overzicht wil hebben, zonder dat mensen het kunnen stelen of dat mensen worden blootgesteld aan gevaar door hetgeen dat zich aan de andere zijde van de glaswand bevindt.

Kenmerkend aan deze vorm van transparantie is dat 'bezoekers' niet de mogelijkheid hebben om het gebied achter het transparante vlak te bereiken, er is geen toegang naar het gebied erachter aanwezig. Het gaat hier ook niet om een bouwfysische scheiding maar om de mogelijkheid iets te kunnen observeren.

Deze vorm van transparantie wordt voornamelijk gevonden binnen publieke omgevingen zoals winkelcentra (etalages), dierentuinen en musea. [B2.4], maar bijvoorbeeld ook in detentiecentra waar gedetineerden geobserveerd moeten kunnen worden, zonder het risico om te maken te krijgen met agressie en geweld. Wanneer een glaswand deze functie heeft, betreft het vaak een bepaald type glas dat niet eenvoudig kan worden vernield.

"Transparante" werkplekken

Steeds vaker worden tussenwanden en ruimtescheidingen uitgevoerd in glas als onderdeel van de modernisering van de maatschappij en werkomgeving.

In het bijzonder binnen kantoorgebouwen, maar ook steeds vaker in scholen, ziekenhuizen en laboratoria, zou dit bevorderend zijn voor de productie en de communicatie. In principe is hier sprake van een letterlijke interpretatie van 'openheid' en 'transparantie' van een bedrijf of overheid.

Het biedt als bijkomend voordeel dat daglicht dieper het kantoor in kan komen. Daarnaast kunnen mensen ook zien wie er aanwezig zijn en waar mensen mee bezig zijn, terwijl er nog steeds sprake is van brand-, geur- en geluidscapartimentering. [B2.3]

Architecten vertalen "*transparantie binnen een bedrijf*" in dit geval naar een situatie waarbij letterlijk transparante materialen zijn toegepast.

Esthetische transparantie

Glas wordt gezien als materiaal dat speciale esthetische eigenschappen heeft en is daarom bij voorbaat een materiaal dat een gebouw veel architectonisch aanzien kan geven.

Er wordt steeds meer mogelijk met glas als materiaal. Binnen de kunstsector worden sculpturen van glas gemaakt in tal van verschillende vormen en kleuren. Binnen de gebouwde omgeving worden constant records verbroken op het gebied van glas, zoals de grootste overspanningen met glas en gebogen vormen van glasplaten.

Een voorbeeld van glas als uiting van architectuur is de gevel van de CHANEL-winkel in Amsterdam [F2.c], waar de gevel is herbouwd met bakstenen van glas, gemetseld met tandartslijm. Deze vorm van transparantie heeft een architectonische functie. [B2.2]



Figuur 2.c: Gevel CHANEL Amsterdam

Overig gebruik transparantie

Glas wordt binnen de gebouwde omgeving nog voor andere redenen gebruikt als materiaal:

Glas als constructiemateriaal

Glas wordt inmiddels gezien als een potentieel constructief bouw materiaal, om bijvoorbeeld zelfs kolommen en balken uit te vervaardigen. Er verschijnen steeds vaker publicaties over glazen trappen en bruggen. De verwachting is dat glas steeds vaker als constructief materiaal zal worden ingezet (5), (6). Deze toepassing van glas wordt echter nog niet zodanig ontwikkeld dat het een transparant obstakel vormt.

Transparante dragende wanden worden ingedeeld in de vier reeds onderscheiden categorieën.

Transparantie in de tuinbouw

Binnen de kassenbouw in Nederland is glas nadrukkelijk aanwezig. Zowel de wanden als de daken bestaan bijna volledig uit glas, geplaatst binnen een stalen constructie. Het belang ligt hier bij klimaatbeheersing, omdat planten beter groeien in daglicht en in een beheerst klimaat.

2.2. Transparantie en goed zicht

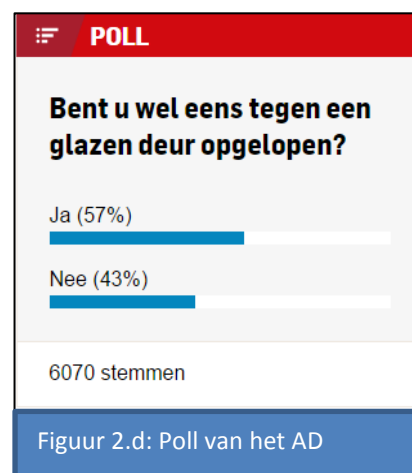
Urgentie voor de mensen zonder visuele belemmering

Mensen die slecht kunnen zien tasten over het algemeen meer voor zich uit dan mensen die geen oogaandoening hebben (7). Op het internet zijn artikelen en YouTube-filmpjes te vinden die weergeven dat mensen die goed kunnen zien ook vaak tegen transparante oppervlakken opbotsen:

- Een artikel uit het Algemeen Dagblad (8), omschrijft dat meerdere ambtenaren letsel hebben overgehouden aan het opbotsen tegen glazen deuren in het **Utrechts Provinciehuis**. Het provinciehuis bevat zoveel glazen scheidingswanden omdat dit ‘de transparantie van de overheid’ moest verbeelden.
- Op een locatie van de **Universiteit van Amsterdam** is een schoonmaakster arbeidsongeschikt geraakt nadat ze tegen een glasplaat was gebotst (9). De vrouw won een rechtszaak voor een schadeclaim omdat de Universiteit van Amsterdam, haar werkgever, het glas niet had gevisualiseerd, terwijl dat volgens Art. 3.11. en Art. 3.13. van het Arbobesluit, verplicht is.

Het Algemeen Dagblad heeft een Poll gehouden waarop 6.070 respondenten hebben gereageerd (8). De vraag luidde “Bent u wel eens tegen een glazen deur gelopen?” [F2.d] Hierop heeft 57% van de mensen geantwoord met “ja”.

Volgens het “design for all”-principe dient een gebouw toegankelijk te zijn voor alle groepen mensen. In principe moet er dus ook rekening worden gehouden met mensen die onoplettend of haastig zijn. Het is belangrijk om te achterhalen of mensen met en zonder oogaandoeningen gebaat zijn bij dezelfde maatregelen of dat de belangen tegenstrijdig blijken.



Toestand waarin mensen verkeren bij ongeval

Ongevallen hebben altijd oorzaken. Er kan vanuit worden gegaan dat de voortbewegende mens zelf de grootste veroorzaker is van ongevallen met betrekking tot transparante obstakels. Het is belangrijk om te weten waarom hier sprake van is.

Filmpjes van incidenten waarbij mensen tegen glazen deuren of wanden oplopen worden vaak op media zoals www.youtube.nl neergezet als *bloopers* of *blunders* als een vorm van leedvermaak / amusement. Een aantal van deze filmpjes zijn echter analyseerbaar:

Ik heb een aantal filmpjes geanalyseerd [B5]. Er kan worden geconcludeerd dat mensen tegen transparante bouwdeelen oplopen, omdat zij in veel gevallen **onoplettend, afgeleid, vermoeid** of **onder invloed** van bijvoorbeeld drank of drugs zijn. Mensen die actief waarnemen en navigeren hebben een kleiner risico op botsingen met transparante bouwdeelen. Al zijn er echter ook gevallen waarbij mensen niet expliciet door omstandigheden beïnvloed blijken, maar toch tegen transparante bouwdeelen opbotsen. In bijna alle gevallen gaan mensen ervanuit dat het transparante bouwdeel een doorgang betreft. De kracht van ‘suggestie’ is duidelijk aanwezig.

Een risico verhogende factor blijkt ook de bekendheid van een persoon met een gebouw [B5.1]. Personen die vaker binnen een bepaalde omgeving komen, navigeren beter en sneller met minder kans op ongevallen tot gevolg.

Waarneming van de mens

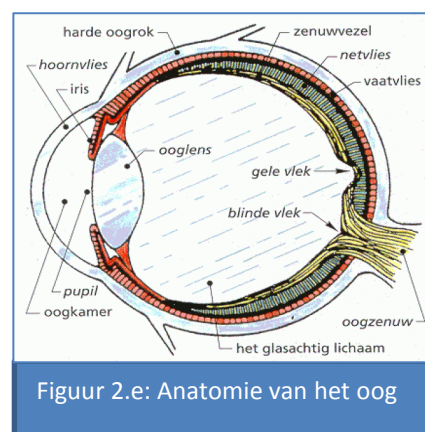
(On)bewust Waarnemen

Waarneming wordt mogelijk gemaakt door zintuigen. Hiervan zijn er oorspronkelijk vijf te onderscheiden: **Zien, horen, ruiken, proeven** en **voelen**. Op basis van de informatie die via deze zintuigen binnenstroomt, maken mensen (en dieren) keuzes met betrekking tot hun handelen.

Het proces van waarnemen gebeurt zowel bewust als onbewust. “Bewust- of expliciet waarnemen” wordt ook wel *observeren* genoemd. Mensen focussen zich dan op iets dat hun aandacht trekt. Er kan vanuit worden gegaan dat mensen die goed observeren een verminderd risico hebben om tegen transparante bouwdelen op te botsen, waardoor voornamelijk ingegaan moet worden op **“wat zien mensen die niet expliciet kijken?”**.

Kennis over de anatomie van het oog [F2.e] kan worden gebruikt om de visuele waarneming te verklaren:

- Het oog heeft een ooglens waarmee de scherpste kan worden geregeld;
- Met staafjes neemt de mens licht en donker waar;
- Met kegeltjes ziet de mens kleuren en contrasten door verschillende lichtgolf lengtes te onderscheiden;
- Het beeld dat op de gele vlek valt is het scherpst, omdat hier veel kegeltjes bij elkaar liggen;
- Elk oog heeft een blinde vlek op het punt waar de oogzenuw zich bevindt.



Figuur 2.e: Anatomie van het oog

Van het totale beeld dat mensen via de ogen binnenkrijgen, is maar een miniem deel scherp. Dit deel bevindt zich ongeveer in het centrum van het zichtveld. De rest van het beeld is onscherp:

- Het scherpe zichtveld is gericht op punten binnen de omgeving die de aandacht trekken en waarvan specifieke informatie moet worden opgenomen.
- Het zichtveld daaromheen heeft als functie de overige elementen waar te nemen, waar op dat moment niet op gefocust wordt.

Wanneer mensen, om verschillende redenen, niet expliciet waarnemen waar zij lopen, is de kans groot dat zij informatie mislopen. Transparante objecten worden nauwelijks opgenomen door het onscherpe gezichtsveld waardoor het risico op ongevallen wordt verhoogd.

Kijklijnanalyse

De kijklijnen verschillen per persoon en per kijkrichting [B3]. Dit wordt verklaard door een verschil in ooghoogtes en hetgeen waarop op een moment wordt gefocust.

Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat langere mensen die rechtdoor kijken een groter risico hebben op struikelen, omdat het vloeroppervlak dat buiten hun kijkveld valt groter is. Deze conclusie heeft gevolgen wanneer er wordt gekeken naar de diversiteit van bezoekers en dus naar de gebouwfuncties. Een voorbeeld hiervan is een basisschool waar kinderen rondlopen met een lagere ooghoogte dan volwassen mensen.

Een andere conclusie uit de kijklijnanalyse betreft dat mensen niet ver of en niet frequent omhoog kijken. Dit heeft invloed op de effectiviteit van maatregelen boven een bepaalde hoogte.

2.3. Oogaandoeningen

Verskillende vormen van visuele beperkingen

Er is een grote verscheidenheid aan oogaandoeningen [B4] (10). Deze kunnen uiteindelijk worden ingedeeld in twee categorieën (11):

- Belemmering in **gezichtsscherpte** (door vertroebeling of vervaging);
- Belemmering in **gezichtsveld** (wegvallen delen van het zicht).

Het kan ook voorkomen dat een aandoening impact heeft op beiden onderdelen.

Volgens de oogfonds en een rapport van VISION2020 (12) (13) betreffen de meest voorkomende oogziektes met bijbehorend aandeel van het totale aantal oogaandoeningen:

- Cataract (staar) [28%];
- (L)MD, [23%];
- Refractie afwijking [23%].

Overige vormen van slechthziendheid [T2.a]

- Blindvliesontsteking	- Netvliesloslating	- Retinitis Pigmentosa
- Charles Bonnet	- Nystagmus	- Scheelzien
- Episcleritis	- Oogontsteking	- Ziekte van Graves
- Lui Oog	- Uveitis	
- Nachtblindheid	- Ptosis	

Tabel 2.a. Inventarisatie verschillende overige oogaandoeningen Bron: Oogfonds

Statistieken slechthziendheid

Een verscheidenheid aan instanties, (o.a. Bartiméus (14), Visio en Oogfonds), gebruiken cijfers en statistieken die afkomstig zijn uit het rapport 'Vermijdbare Blindheid (12) van Vision2020. Tot op heden wordt er verwezen naar cijfers uit rapporten van Vision2020 die dateren uit 2005, hetgeen deze cijfers tevens relevant en acceptabel maakt om voor dit onderzoek te gebruiken:

Het aantal mensen in Nederland met een visuele beperking wordt geschat op 350.000. Dit aantal zal tussen 2010 en 2020 met 20% (12) stijgen vanwege de vergrijzing. Niet alle 350.000 mensen met een visuele beperking zien even slecht of zien niets. Er zijn verschillende niveaus van slechthziendheid en blindheid, gebaseerd op visus [T2.b].

Klasse	Degradatie	Visus, uitgedrukt in % dat men nog ziet.
I	Slechthziend	< 0,3 en ≥ 0,1 (tussen 10% en 30%)
II	Zeer slechthziend	< 0,1 en ≥ 0,05 (tussen 5% en 10%)
III	Maatschappelijk blind	< 0,05 en ≥ 0,02 (tussen 2% en 5%)
IV	Blind	< 0,02 en lichtperceptie (slechter dan 2%)
V	Totaal blind	Geen lichtwaarneming

Tabel 2.b. Visus gradatie, mate van slechthziendheid en blindheid

In principe kunnen mensen uit categorie III en IV nog deels visueel waarnemen, maar zodanig slecht dat zij redelijkerwijs eventuele oplossingen voor het transparantieprobleem niet kunnen onderscheiden of waarnemen. Mensen met een slechtere visus dan 0,05 lopen veelal met een taststok. De oplossing zal hierom gericht zijn op de doelgroep I en II. In 2005 betrof deze groep nog 223.000 mensen [B4] en dit was bijna 1.4% van het aantal Nederlandse inwonersaantal.

Er zijn statistieken en feiten over slechtziendheid [B4] en hier kunnen een aantal conclusies uit worden getrokken:

- Per land is er verschil en liggen de percentages van de soorten oogaandoeningen anders;
- Er zijn significant minder kinderen met een oogaandoening dan ouderen;
- Het aantal vrouwen met een visuele beperking ligt hoger dan het aantal mannen;
- Mensen met een visuele beperking blijven vaker steken op voortgezet onderwijsniveau.

Mensen die slecht zien vormen een omvangrijke groep binnen de samenleving. Daarom is het urgent dat de uitkomst van dit onderzoek ook voor mensen met een oogaandoening een verbetering van de visuele toegankelijkheid mogelijk maakt.

Obstakels voor mensen met een oogaandoening

Vanuit simulaties van verschillende vormen van slechtziendheid [B4], valt op te maken dat een deel van de visuele informatie niet of slecht bij iemand met een oogaandoening binnenkomt.

Er kunnen obstakels worden gedefinieerd voor groepen mensen met een oogaandoening:

- Een verhoogd risico op struikelen over lage objecten omdat er een deel onderin het gezichtsveld weggevallen is of als iemand een multifocale bril draagt.
- Vanwege een gebrekkige gezichtsscherpte alles troebel zien, waardoor details niet waargenomen kunnen worden en hoge lichtwaarden belemmerend kunnen werken.
- In het geval van kleurenblindheid slecht kunnen onderscheiden van contrasten en kleuren omdat de kegeltjes in het oog niet functioneren of in mindere mate aanwezig zijn.
- Geen diepte kunnen waarnemen door een refractieafwijking met de kans ergens eerder of later dan verwacht tegenop te lopen.
- Slecht kunnen oriënteren in een donkere omgeving, omdat staafjes niet functioneren (zoals het geval is bij nachtblindheid).

Welke obstakels worden ervaren, verschilt per persoon. De vorm van een blinde vlek kan bijvoorbeeld per persoon verschillen, net als de mate van troebelheid per stadium in het geval van *staar*. Aan de hand van een rondleiding van het MuZIEum, waarbij verschillende oogaandoeningen werden gesimuleerd met behulp van virtual reality (7), heb ik geconcludeerd dat mensen met een beeldveldafwijking nagenoeg altijd met een taststok lopen en hierdoor een verlaagd risico hebben op botsen tegen transparante bouwdeelen.

2.4. Terugkoppeling 'de mens' en transparantie

Transparante objecten zijn voor mensen zonder oogaandoeningen al moeilijk visueel waarneembaar. Wanneer een persoon een oogaandoening heeft, worden transparante wanden, deuren of balustrades soms zelfs helemaal niet waargenomen. Mensen met een oogaandoening hebben behoefte aan grotere contrastwaarden en afmetingen van 'maatregelen' voor het transparantieprobleem, dan mensen zonder oogaandoening, zodat transparante objecten ondanks een gebrekkige gezichtsscherpte of beperkt gezichtsveld toch kunnen worden opgemerkt.

Er kan worden geconcludeerd dat dezelfde oplossingen geschikt zijn voor mensen zonder oogaandoening die niet expliciet waarnemen met hun scherpe beeld, aangezien het effect van transparantie op hen vergelijkbaar is met dat op mensen met een beeldscherpteandoening.

3. Bouwkundig kader

3.1. Transparante bouwdelen

Hoofddefinities transparantie

Transparantie kent volgens de NEN-1301 (15) twee gedefinieerde niveaus:

- **Doorzichtig:** Lichtdoorlatend; een voorwerp dat achter een doorzichtige glasplaat is geplaatst, kan worden waargenomen met duidelijke contouren;
- **Doorschijnend:** Lichtdoorlatend; een voorwerp dat achter een doorschijnende glasplaat is geplaatst, kan worden waargenomen met vage contouren.

Verder kan er nog gesproken worden over **hol glas** (verpakkingsglas, zoals drinkglazen) en **vlak glas**. Glazen deuren, wanden en balustrades binnen de gebouwde omgeving betreffen nagenoeg altijd vlak glas.

Werking transparantie

Transparantie is mogelijk doordat lichtgolven ongehinderd tussen atomen en cellen kunnen stromen, zoals het geval is bij lucht, water en glas (dat in principe vloeibaar is).

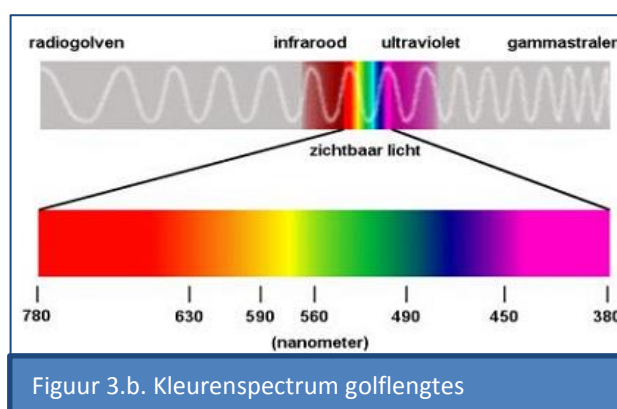
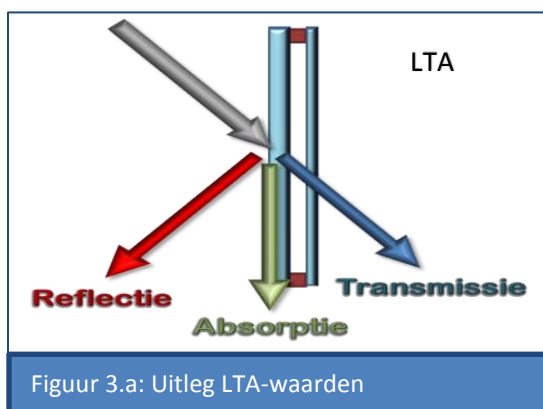
Wanneer licht op een transparant materiaal valt, kunnen drie effecten onderscheiden worden [F3.a]:

- **Transmissie:** De mate waarin lichtgolven door het transparante materiaal vloeien;
- **Absorptie:** De mate waarin lichtgolven worden afgebroken door het materiaal;
- **Reflectie:** De mate waarin lichtgolven door het materiaal worden teruggekaatst.

Transmissie, absorptie en reflectie kunnen uitgedrukt worden percentages van het inkomende licht. Gezamenlijk zijn deze effecten 100%.

Hoe bepaalde lichtstralen verlopen wanneer deze op een transparant vlak terecht komen, is afhankelijk de lichtbrekende eigenschappen van het transparante bouwdeel en de lichtstraal [F3.b] die op het transparante vlak valt. Dit heeft impact op wat mensen waarnemen [H2.2]:

- (zon)lichtstralen worden niet gebroken of gehinderd door kleurloos glas;
- (voorbeeld): blauw glas absorbeert alle golflengtes, maar laat blauw licht door;
- (voorbeeld): blauw glas zal (bijna) geen rood licht doorlaten;
- Kleurloze reflecterende coating breekt het licht niet, maar reflecteert het.



Transparante materialen

Er is gekozen om de term ‘transparantie’ te gebruiken binnen dit onderzoek, omdat vlakglas niet het enige transparante materiaal is, al wordt dit binnen de bouw wel overwegend toegepast.

De wetenschap zit niet stil en steeds vaker worden er nieuwe typen glas of zelfs nieuwe transparante materialen ontwikkeld. Wanneer bij www.want.nl de zoekopdracht ‘transparant’ ingevoerd wordt, verschijnen twee artikelen in beeld. Eén van deze artikelen gaat over transparant hout, en de ander over transparant aluminium [F3.c]. Er kan vanuit worden gegaan dat dergelijke transparante materialen uiteindelijk dezelfde invloed hebben op de visuele toegankelijkheid als het toepassen van glas, en dus om dezelfde ingrepen vragen.



Figuur 3.c: Nieuwe transparante materialen

Bestaande soorten glas

Er is een grote verscheidenheid aan typen glas die officieel kunnen worden onderverdeeld (15):

- Absorberend glas	- Matglas	- Geëmailleerd voorgespannen
- Antiekglas	- Floatglas	- Gehard glas
- Blank Glas (toevoeging)	- Figuurglas	- Gelaagd glas
- Beveiligingsglas	- Draadglas	- Geluidwerend glas
- Inbraakwerend glas	- Figuurdraadglas	- Isolierend trippel / dubbelglas
- Kogelwerend glas	- Gepolijst Draadglas	- Zon-reflecterend glas
- Slagwerend glas	- Chemisch voorgespannen glas	- Warmte-reflecterend glas
- Brandwerend glas	- Thermisch voorgespannen	- Zonwerend glas

Tabel 3.a. Inventarisatie verschillende typen glas. Bron: connect-nen.nl – NEN 1301

De soorten glas verschillen o.a. qua eigenschappen:

- **Hardheid:** De mate waarin het glas krachten kan verdragen (Inbraakwerend glas);
- **Thermische eigenschappen:** De mate waarop het glas isoleert of hitte kan verdragen;
- **Akoestische eigenschappen:** Verschil in de geluidwerende eigenschappen van het glas;
- **Vorm/structuur:** Of de glasplaat egaal is of vervormingen vertoont (zoals bij figuurglas);
- **Transmissiewaarden:** De mate waarin lichtgolven door het glasoppervlak kunnen komen;
- **Absorberend vermogen:** De mate waarin absorberende eigenschappen instraling matigen;
- **Reflectiewaarden:** De mate waarin instraling wordt gematigd door reflectie.

Verschil in hardheid, thermische en akoestische eigenschappen hebben geen invloed op de visuele toegankelijkheid omdat dit geen visuele aspecten zijn. De overige eigenschappen hebben invloed op de waarneembaarheid van bepaalde typen glas [B6]:

Antiekglas, figuur(draad)glas en geëmailleerd (gekleurd – contrasterend) glas zijn het best waar te nemen. Blank glas vormt het grootste obstakel.

3.2. Analyse beeldmateriaal

Beeldmateriaal zoals foto's en video's is analyseerbaar op gebied van visuele toegankelijkheid. Vanuit het geïnventariseerde beeldmateriaal [B5 en B7] kan worden opgemaakt welke aspecten waarneembaar zijn rondom transparante bouwdelen. Dit is nodig om het omslagpunt van onvoldoende naar voldoende waarneembaar te kunnen bepalen.

Analyse video's

In [B5] worden situaties vanuit een video-compilatie omschreven waarin mensen tegen glazen wanden opbotsen. Er wordt gezocht naar overeenkomsten tussen deze omschrijvingen die kunnen ondersteunen in de vaststelling van het omslagpunt van onvoldoende waarneembaarheid naar voldoende waarneembaarheid van transparante bouwdelen. In [H2.2] is binnen dezelfde bijlage gekeken naar de mensen die tegen glazen wanden en gevels opbotsen. In dit deelhoofdstuk wordt de omgeving geanalyseerd, met het doel te concluderen wat het risico op ongelukken vergroot:

- Wat allereerst opvalt is dat de mensen in dit videomateriaal voornamelijk tegen transparante wanden en gevels botsen die zich naast een transparante doorgang bevinden [B5]. De gebouwde omgeving suggereert dat er een doorgang moet zijn.
- De suggestie van een doorgang wordt versterkt door patronen op, en afwerkingen van de vloer. Wanneer een deurmat gelegd zou worden voor een glazen wand, kan dit geïnterpreteerd worden als doorgang met een hoger risico op een ongeval.
- Bij het merendeel van de ongevallen loopt de persoon richting een omgeving die lichter is dan de omgeving waar hij zich op dat moment in bevindt. In het geval van gevelglas zijn de mensen onderweg van binnen naar buiten het gebouw.

In twee van de gevallen [B5.2 en B5.6] is glasmarkering aanwezig wat aangeeft dat een ingreep niet de garantie geeft dat ongelukken volledig kunnen worden uitgesloten.

Analyse foto's

Het tweede deel van de beeldmateriaal-analyse betreft de analyse van foto's van transparante bouwdelen [B7]. Bij elke foto wordt bekeken of het transparante bouwdeel voldoende waarneembaar is en wat het risico op een ongeval is. Wanneer dit niet zeker is, wordt de situatie bestempeld als een twijfelgeval. Met de methodiek die voortkomt uit dit afstudeeronderzoek moet, in het geval van een twijfelgeval, geconcludeerd kunnen worden of een transparant bouwdeel voldoende waarneembaar is.

Om de waarneembaarheid van verschillende situaties zo specifiek mogelijk te onderbouwen, worden de situaties aan de hand van verschillende aspecten bekeken [T3.b]:

- Situering	- Verlichtingsniveaus	- Tegenlicht
- Afmetingen	- Kleurgebruik	- Overige objecten
- Transparantie	- Contrasten	- Tastbaarheid
- Lichtpunten	- Reflecties	- Auditief

Tabel 3.b. inventarisatie invloed-hebbende aspecten waarneembaarheid transparantie

Deze aspecten zijn geïnventariseerd aan de hand van het plan van aanpak visuele toegankelijkheid van PBTconsult (1) en aspecten die ook als invloed-hebbend kunnen worden verklaard.

3.3. Fysische invloeden waarneembaarheid

Situering

De situatie rondom transparante bouwdelen is van invloed op de waarneembaarheid van het transparante bouwdeel. Het risico is voornamelijk aanwezig wanneer het zich tussen een aanlooproute en bestemming bevindt. Glas dat zich langs een verkeersroute zonder ontsluitingen bevindt, vormt nauwelijks een obstakel omdat mensen geen reden hebben om van richting te veranderen en tegen het glas op te botsen.

De gebouwfunctie oefent een minimale invloed uit op de waarneembaarheid van transparante bouwdelen. Er moet wel rekening worden gehouden met lagere ooghoogtes op basisscholen en ziekenhuizen en bejaardentehuizen waar mensen vaak in een rolstoel zitten [H2.2].

Wanneer het gevelglas betreft is er een onderscheiding te maken tussen glazen puien op de begane grond en op de daarboven gelegen verdiepingen waar geen beloopbaar vlak aan het glasvlak grenst (aan de buitenzijde van het gebouw). Een transparante gevel zonder beloopbaar vlak aan de buitenzijde van het gebouw, is in principe een vloerafscheiding waar een verwaarloosbaar risico op een ongeval bestaat. Er is immers ook geen bestemming aan de buitenzijde aanwezig.

Afmetingen

De afmetingen van het transparante vlak heeft invloed op de suggestie van doorgangen. Een glazen wand in een kozijn, met de breedte van een deur, kan worden verward met een doorgang. Het risico is klein als de transparante vlakken smal zijn uitgevoerd. Een transparant vlak dat smaller is dan een halve meter zal niet meer gezien worden als potentiële doorgang.

Kozijnen zijn beter waarneembaar wanneer deze dikker worden uitgevoerd, dit is ook van toepassing op deurgrepen en hang- en sluitwerk.

Wanneer het glas niet op vloerhoogte begint, maar een borstwering heeft van een bepaalde hoogte, wordt het risico op ongevallen al drastisch kleiner.

Transparantie

Een hoge mate van transparantie wordt binnen dit onderzoek gezien als het primaire obstakel. Wanneer lichtgolven ongebroken door transparante bouwdelen kunnen treden, is het transparante vlak als object nauwelijks waar te nemen.

De transmissiewaarde kan lager zijn zoals het geval is bij mat glas. Dit maakt het transparante bouwdeel beter waarneembaar. Er kan gesteld worden dat het risico op een ongeval lager is wanneer de transmissiewaarde laag ligt. Schoon onbewerkt vlak glas vormt het grootste obstakel.

In sommige situaties zijn glazen deuren kozijn- én markeringsloos uitgevoerd met een maximale transmissiewaarde. Dit is onacceptabel omdat mensen redelijkerwijs moeten kunnen waarnemen of deuren open of gesloten zijn. Hetzelfde is van toepassing op tourniquets.

Lichtpunten

Lichtpunten in het plafond hebben een verwaarloosbare invloed op de waarneembaarheid van transparante vlakken. Lichtpunten kunnen wel de waarneembaarheid van de kozijnen versterken.

Lichtpunten die onder ooghoogte zijn gesitueerd en in het oog schijnen [B7.c], kunnen een verblindende werking hebben (16), wat het risico op ongevallen toe laat nemen, omdat mensen de transparante vlakken minder snel opmerken.

Lichtniveaus

Mensen nemen beter waar in ruimtes die goed verlicht zijn. Dit kan ook het verschil maken tussen het wel of niet opmerken van transparante vlakken. Gewenst is dat de ruimtes zowel vóór als áchter het transparante bouwdeel goed verlicht zijn. Transparantie toepassen in donkere ruimtes geeft een verhoogd risico op ongevallen.

Aan de hand van de videoanalyse [H3.2] kan geconcludeerd worden dat ongevallen vaker voorkomen aan de donkerder verlichte zijde van het glas, zoals vaak het geval is bij puin in de gevel wanneer mensen van binnen naar buiten willen lopen.

Kleurgebruik

Er is reeds geconcludeerd [H3.1] dat geëmailleerd (gekleurd) glas, mits contrasterend, een van de meest waarneembare soorten glas is. Echter, de interpretatie van dit glas kan verschillen met de werkelijkheid [B7.k] omdat niet duidelijk hoeft te zijn of het glas gekleurd is, de ruimte erachter in die kleur is ingericht, of er binnen de ruimte achter de glasplaat gekleurd licht is.

Het gebruik van signaalkleuren (16) kan de waarneembaarheid van onder andere het kozijn en de markering versterken. Dit is echter afhankelijk van de contrastwerking t.o.v. de rest van de situatie.

Contrastwerking

Binnen de visuele toegankelijkheid spelen contrasten een grote rol. Dit is ook het geval bij de waarneembaarheid van transparante bouwdelen. Wanneer geëmailleerd glas contrasteert met de rest van de wandvlakken, is het risico op ongelukken verwaarloosbaar.

Een kozijn kan contrasteren met de wand- en vloeroppervlakken vóór en/of áchter het kozijn, dit verbetert de waarneembaarheid van het transparante bouwdeel.

Ook de vloerafwerkingen vóór en áchter het kozijn kunnen onderling contrasteren, wat een ruimtescheiding aan kan duiden. Dit heeft bij een kozijnloos uitgevoerd transparant bouwdeel echter een minimale invloed op de waarneembaarheid van het glas.

Weerspiegeling/reflectie

Reflecties en weerspiegelingen zijn afhankelijk van de reflectiewaarden van materialen, de lichtpunten en de lichtsterkte daarvan. In [B7.J] is het effect te zien van reflectie in een geval met veel 'licht van achteren'. Doordat mensen zichzelf in het glas zien, is het risico verkleind dat zij tegen de glasplaat op zullen lopen.

Reflectie kan ervoor zorgen dat het transparante bouwdeel voldoende waarneembaar is. Echter, dit moet dan wel het geval zijn in alle voor die situatie van toepassing zijnde lichtsituaties, zoals dag en nacht.

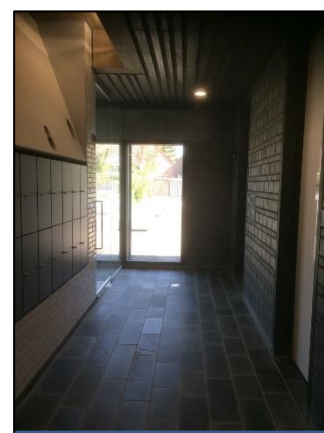
Weerspiegelingen en reflectie kunnen voor desoriëntatie zorgen. Wanneer te veel oppervlakken met hoge reflectiewaarden binnen een bepaalde omgeving worden gesitueerd, kan de situatie visueel ontoegankelijk worden.

Tegenlicht

Tegenlicht door lichtpunten zal niet snel extreme lichtsterkte-waarden aannemen, waardoor de invloed hiervan op de waarneembaarheid van transparante vlakken kan worden verwaarloosd.

De aanwezigheid van tegenlicht, in de vorm van daglicht, veroorzaakt in de meeste gevallen een verslechtering van de waarneembaarheid van transparante bouwdelen. Het kan een verblindende [F3.d] werking hebben, wat de kans op ongevallen verhoogd.

De schaduwwerking die wordt veroorzaakt door tegenlicht, kan wel waargenomen worden, voornamelijk in een omgeving met lichte kleuren.



Figuur 3.d: Tegenlicht

Objecten

Vaste of losse objecten kunnen de waarneembaarheid van glazen wanden en/of deuren verhogen, omdat deze de 'suggestieve' doorgang kunnen versperren.

Vaste objecten zoals gemonteerde banken, leuning en tussendorpels, nemen de suggestie weg dat een glaswand een doorgang betreft. Losse objecten doen dit ook, maar hier kan niet vanuit gegaan worden, omdat deze de dag na een toegankelijkheidskeuring weer verplaatst kunnen zijn.

Overige factoren

Het auditieve en tastbare aspect van bepaalde situaties draagt niet bij aan de visuele toegankelijkheid van de situatie, maar kan wel van invloed zijn op het wel of niet kunnen waarnemen van transparante bouwdelen.

Door demping van geluid kunnen mensen waarnemen waar glazen wanden zich bevinden, en auditief kan ook worden waargenomen waar zich een doorgang bevindt.

Door overgangen van vloerafwerkingen kan soms ook af te leiden zijn welk deel van een ruimte de looproute betreft en wat niet. Maar dit heeft verder geen impact op het wel of niet kunnen waarnemen van transparante bouwdelen, of het kunnen vinden van een doorgang.

4. Randvoorwaarden en restricties

4.1. Bestaande eisen en criteria

Wanneer er ingegrepen moet worden om de visuele toegankelijkheid te bevorderen, is het van belang dat dit gebeurt binnen de wettelijke en andere belangrijke kaders. Het moet uitgesloten zijn dat maatregelen in strijd zijn met randvoorwaarden gesteld door verschillende partijen.

Randvoorwaarden die betrekking hebben tot het thema transparantie, komen voort uit o.a.:

- Bouwbesluit;
- NEN en ISO-normen;
- Arbowetgeving;
- Belangenorganisaties;
- Literatuur over toegankelijkheid;
- ITs van PBTconsult.

Per categorie zal worden bekeken welke randvoorwaarden invloed hebben op de vorming van ingrepen op gebied van transparantie en de aspecten die behandeld zijn [H3.3].

Eisen vanuit het Bouwbesluit

Het Bouwbesluit (17) stelt wettelijke eisen aan bebouwing binnen een aantal verschillende hoofdstukken [T4.a]. Per afdeling wordt gezocht naar wettelijke eisen die een raakvlak hebben met transparantie.

2. Oogpunt van veiligheid	4. Oogpunt van bruikbaarheid	6. Voorschriften Installaties	8. Bouw- en sloopwerkzaamheden
3. Oogpunt van gezondheid	5. Energiezuinigheid en milieu	7. Overige bepalingen gebruik gebouwen	

Tabel 4.a. Hoofdstuk-indeling Bouwbesluit 2012

Door globaal de namen van de afdelingen per hoofdstuk door te nemen, kan op voorhand worden geconcludeerd dat hoofdstukken 5, 7 en 8 (Energiezuinigheid en milieu, overige bepalingen en bouw- en sloopwerkzaamheden) geen raakvlak hebben met de waarneembaarheid van transparantie. In hoofdstukken 2, 3, 4, en 6 van het Bouwbesluit bevinden zich één of meerdere afdelingen die nader bekeken moeten worden.

Hoofdstuk 2 – veiligheid

Er zijn binnen dit hoofdstuk twee afdelingen die relevant zijn voor dit onderzoek:

- **Afdeling 2.3. Afscheiding vloer, trap en hellingbaan:** Na het doorlezen van dit artikel kan worden geconcludeerd dat er geen eisen zijn aan de waarneembaarheid van vloerafscheidingen (gevelglas op verdiepingen en balustrades);
- **Afdeling 2.7. Beweegbare constructie-onderdelen:** Na het doorlezen van dit artikel kan worden geconcludeerd dat er geen eisen zijn aan de waarneembaarheid van beweegbare constructieonderdelen (ramen, deuren en luiken).

Hoofdstuk 3 – gezondheid

Er is binnen dit hoofdstuk één afdeling die relevant is voor dit onderzoek:

- **Afdeling 3.11. Daglicht:** De eisen die binnen dit hoofdstuk worden gesteld, hebben een directe invloed op de aanwezigheid en hoeveelheid transparantie in het gevelvlak, om voldoende daglichttoetreding te verkrijgen. Per gebouwfunctie verschilt de geëiste daglichtoppervlakte. Grenswaarden van de transmissiewaarde komen niet aan bod. Sinds 2015 is door wijziging van de NEN 2057 de LTA waarde van invloed op dit onderdeel wanneer deze minder is dan factor 0,6.

Hoofdstuk 4 – bruikbaarheid

Er is binnen dit hoofdstuk één afdeling die relevant is voor dit onderzoek:

- **Afdeling 4.4. Bereikbaarheid en Toegankelijkheid:** Deze afdeling behandelt de vrije doorgang van 850mm die ook van invloed is op transparante schuivende en draaiende deuren. Transparantie en waarneembaarheid komen hier niet aan bod.

Hoofdstuk 6: - installaties

Er is binnen dit hoofdstuk één afdeling die relevant is voor dit onderzoek:

- **Afdeling 6.1. Verlichting:** Deze afdeling stelt eisen aan verlichtingsniveaus en lichtpunten bij verschillende gebruikersfuncties. Op de vloer gemeten moet er een verlichtingssterkte gemeten worden van 1 lux. In verduisterde ruimten dient volgens artikel 6.5 een “*redelijke oriëntatie mogelijk*” te zijn.

Conclusie verkenning Bouwbesluit

Het Bouwbesluit stelt eisen die invloed hebben op de doorgangbreedte, daglichttoetreding en verlichting van ruimten. Transparantie komt aan bod in de vorm van LTA-waarden van gevelvlakken. Verder komen thema's als tegenlicht, licht-absorptie, reflecties en contrasten niet aan bod.

NEN-normen en ISO-standaarden

NEN-normen en ISO-standaarden zijn niet wettelijk verplicht om op te volgen, en zijn hiermee eerder een kwaliteitsniveau vergelijkbaar, met wat de ITs is op gebied van toegankelijkheid.

NEN en ISO worden wel veelvuldig opgenomen in PvE's van gebouwen en dat maakt het belangrijk om die aspecten mee te nemen in de inventarisatie van randvoorwaarden op gebied van de visualisering van transparante bouwdelen.

Tijdens mijn gesprek met de auteur van *Zicht op Ruimte* (18), werd de **NEN-ISO 21542** [B8] (19) genoemd. Deze NEN-ISO-norm betreft een 150 pagina's tellend bestand om gebouwen toegankelijk te krijgen. In hoofdstuk 18 komen glasmarteringen aan bod [B.8]. Hier wordt gepleit voor drie contrasterende horizontale lijnen met een breedte van 50mm en/of 75mm op verschillende hoogten.

Andere NEN-normen die van toepassing zijn op dit onderzoek, betreffen:

- De **NEN-1301** is binnen dit onderzoek gehanteerd als lijst met te gebruiken definities van glas en transparantie (onderscheid doorzichtig en doorschijnend);
- De **NEN-3087** gaat in op de visuele ergonomie. Informatie vanuit deze NEN is bruikbaar bij het bepalen of mensen bepaalde objecten kunnen waarnemen.

Verder heb ik geen normen gevonden die invloed hebben op de uitkomst van dit onderzoek.

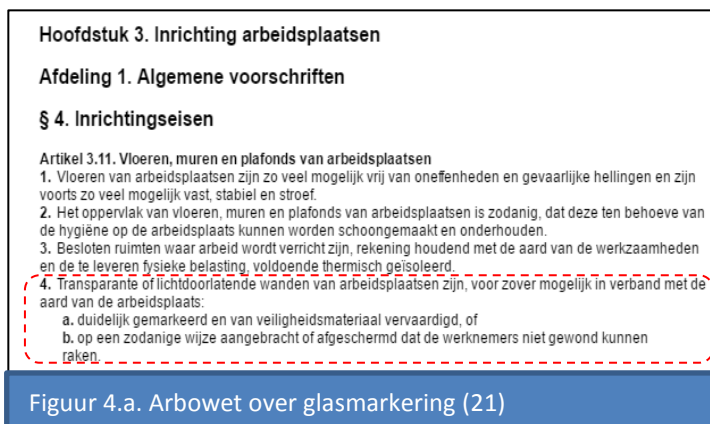
Arbowetgeving

In één van de artikelen die in hoofdstuk 1 zijn behandeld [F1.b] heeft een werkneemster een rechtszaak gewonnen van haar werkgever (9), omdat glas gemarkeerd had moeten zijn.

Binnen het

Arbeidsomstandighedenbesluit is vastgelegd waaraan transparante wanden moeten voldoen [F4.a]. Dit is geen eis vanuit de bouwwereld.

In het besluit is vastgelegd dat transparante wanden, indien mogelijk, gemarkeerd moeten zijn óf zodanig aangebracht of afgeschermd zijn, dat werknemers niet verongelukken.



De term “zodanige wijze aangebracht” is echter geen concrete specificatie om mee te nemen in het komen tot een oplossing binnen het transparantieprobleem.

Richtlijnen vanuit literatuur.

Voor het thema visuele toegankelijkheid zijn er twee boeken die vooralsnog als leidraad dienen:

- **Zicht op ruimte van Berry den Brinker (16):** In dit boek gaat hoofdstuk 2.8 over transparante bouwdelen en het voorstel is vergelijkbaar met de NEN-ISO 21542 (19). Dit geldt ook op andere vlakken zoals lichtniveaus, reflecties en contrasten.
- **Handboek voor toegankelijkheid, 4^e druk (20):** In dit boek gaan 4 pagina's over “zien”, hier worden grenswaarden gesteld op gebied van verlichtingssterkte (in lux), te vermijden specifieke kleurcombinaties en een lichtreflectiewaarde van factor 0.3.

Standpunten belanghebbenden

Architecten en opdrachtgevers

Architecten willen de vrijheid hebben om glas toe te passen (3) (8), en zij doen de moeite om omgevingen zo transparant mogelijk te krijgen, zonder kozijnen en markeringen. Architecten streven soms naar het effect dat niet te zien is dat er een ruimte-afscheiding is.

Belangenorganisaties

Belangenorganisaties zien de toename van transparantie binnen de gebouwde omgeving als een negatieve ontwikkeling omdat het een belemmering vormt voor mensen die slecht kunnen zien. Deze partijen zoals Bartimeús en de Oogvereniging, keuren volledig transparante bouwdelen af.

Randvoorwaarden vanuit ITs

PBTconsult is niet tegen de toepassing van transparantie binnen de gebouwde omgeving, maar wil graag specifieke randvoorwaarden kunnen stellen met betrekking tot de waarneembaarheid.

In de ITs is wel een onderdeel opgenomen dat *gewenste voorzieningen* voorstelt voor transparante bouwdelen [B9]. Dit blad uit de ITs betreft echter een voorzet, omdat er globale eisen wenselijk waren op vlak van het visualiseren van transparante bouwdelen. De conclusies uit dit onderzoek kunnen hiervan afwijken.

5. Omslagpunt waarneembaarheid

5.1. Onderbouwing bepaling omslagpunt

Het is belangrijk om het omslagpunt tussen een wel of geen transparant obstakel te bepalen. Wanneer een transparant bouwdeel geen obstakel vormt, omdat het voldoende waarneembaar is, heeft het vrijwel geen nut om in te grijpen en kan dus materiaal en moeite bespaard blijven.

Het omslagpunt van onvoldoende naar voldoende waarneembaarheid kan worden bepaald aan de hand van conclusies uit hoofdstuk 2, 3 en 4 van dit onderzoeksrapport.

Om het omslagpunt zo concreet mogelijk te omschrijven, zal dit bestaan uit een opsomming van regels waarbij constant verwezen wordt naar de hoofdstukken waarop deze zijn gebaseerd. Deze regels zijn van toepassing op de zijde(n) van het glas waar bezoekers en/of werknemers zich verplaatsen.

5.2. Omslagpunt voldoende waarneembaarheid

Het transparante bouwdeel betreft geen transparant obstakel waarvoor moet worden ingegrepen indien voldaan wordt aan één van de volgende criteria:

- Het transparante bouwdeel bevindt zich niet haaks tussen een aanlooproute en een bestemming [H3.2] [H3.3];
 - o Het glas betreft een vloerafscheiding, die eindigt op het punt waar de vloer van een verdieping stopt [H2.1], zoals het geval is bij een vide of gevelglas zonder aangrenzend balkon of dakterras;
 - o Het transparante bouwdeel grenst niet aan een ruimte waar bezoekers of werknemers zich voortbewegen. [H2.2] [H4.1];
- Het glazen bouwdeel is onderdeel van de tuinbouw of betreft een doorzichtige constructie, zoals een kolom [H2.1];
- De Glasplaat heeft geen ononderbroken hoogte van meer dan 2 meter* [H3.3];
 - o Er is een leuning, kozijnkalf, of ander vast object of markering (contrasterend met een LRV van 0,3 met de achterliggende vloer/wand) dat horizontaal over het bouwdeel verloopt, tussen de 1,0 en 2,0m hoogte gemeten vanaf de vloer. [H3.3]
 - o De onderzijde van het transparante vlak ligt 300mm boven vloerniveau [B.9];
- Het transparante bouwdeel is minder dan 0,5m* breed [H3.3] [B.9];
- Het transparante bouwdeel heeft een transmissiewaarde van minder dan 50%* [H3.3];

** = Er is binnen dit verslag niet eerder diep ingegaan op getalwaarden. Er is echter voor gekozen om dit op dit punt binnen het verslag wel te betrekken in de vorm van benaderde getalwaarden. Vervolgonderzoek zal wetenschappelijk onderbouwde getalwaarden kunnen opleveren.*

6. Mogelijke maatregelen

6.1. Inventarisatie maatregelen

Er is een veelvoud aan maatregelen die getroffen kunnen worden om de waarneembaarheid van transparante bouwdelen te bevorderen [B11]. Een aantal hiervan worden al in de praktijk toegepast om de waarneembaarheid te vergroten. Het beste voorbeeld hiervan is glasmarkering.

Daarnaast zijn er ook mogelijke maatregelen die reeds worden toegepast, zonder de intentie om de waarneembaarheid van transparante bouwdelen te bevorderen. Zo hebben kozijnen, deurgrepen en verlichting invloed op het kunnen opmerken van transparante obstakels.

Het uitdenken van nieuwe producten om als maatregel te kunnen worden toegepast, valt buiten het kader van dit onderzoek. Maar het is mogelijk dat er in de toekomst nog nieuwe mogelijkheden ontstaan waarmee de visuele toegankelijkheid kan worden verbeterd.

Buiten het visualiseren van transparante bouwdelen zijn er ook maatregelen die getroffen worden voor andere toegankelijkheidsvraagstukken, die van toepassing zouden kunnen zijn op dit onderzoek. Op treinstations zijn bepaalde waarschuwingsmarkeringen te vinden die ook kunnen worden ingezet om te waarschuwen voor een transparant obstakel [B11.3.B]

Binnen de ITs zijn er maatregelen voor andere thema's die van toepassing kunnen zijn als maatregel voor het visualiseren of afbakenen van transparante obstakels. Zo is opgenomen dat ruimtes die minder dan 2,3m hoog zijn (zoals onder een zwevende trap) kunnen worden afgebakend met zware objecten. Zware objecten zouden ook ingezet kunnen worden om glasvlakken mee af te bakenen.

Uiteindelijk zijn er door middel van brainstorming 18 verschillende maatregelen onderscheiden die zijn geclusterd in 8 hoofdgroepen [T6.a]. Met deze maatregelen kunnen transparante bouwdelen potentieel mee worden gevisualiseerd of afgebakend.

Hoofdgroep		A.	B.	C.
1	Glasvlakken	Matglas	Geëmailleerd glas	Reflecterend glas
2	Glasmarkeringen	Lineaire markeringen	Casuele markeringen	Oppervlaktemarkering
3	Vloermaatregelen	Vloercontrasten	Vloeraanduidingen	
4	Kozijnmaatregelen	Dikke kozijnen	Kozijncontrasten	Tussendorpels/stijlen
5	Plafond + wand	Wand-maatregelen		
6	Objecten situeren	Deur- / handgrepen	Blokkerende objecten	
7	Inzet lichtpunten	Lichtstroken	Glasvlakbelichting	
8	Inzet high-tech	Smartglass	Projectieglas	

Tabel 6.a: Inventarisatie mogelijkheden maatregelen visualiseren transparante obstakels.

Er zijn nog meer mogelijke maatregelen om het risico op een ongeval met letsel bij een transparant vlak te verkleinen, maar die buiten het kader van dit onderzoek vallen. Een voorbeeld hiervan betreft “geluidssignalen wanneer mensen het transparante vlak naderen”. In dit onderzoek heb ik alleen maatregelen geïnventariseerd die visueel waarneembaar zijn. In de toekomst verschijnen wellicht nieuwe producten of concepten waarmee transparante obstakels kunnen worden gevisualiseerd.

6.2. Bepalen effectiviteit maatregelen

De verschillende maatregelen hebben een verschillende effectiviteit voor de waarneembaarheid van transparante bouwdelen. In de praktijk blijkt dat bepaalde maatregelen niet voldoende zijn om transparante obstakels mee te visualiseren.

Vergelijkbare soorten maatregelen kunnen verschillen in vorm en afmetingen, die de effectiviteit van de maatregelen verder beïnvloeden. Grotere maatregelen zijn in de meeste gevallen effectiever.

Per maatregel is geanalyseerd van welke sterktes en zwaktes er sprake is, welke voorwaarden aan de toepassing ervan worden gesteld, en er wordt een waardering toegekend aan de maatregelen [B10].

Definiëring maatregelen

Een juiste definitie van een maatregel voorkomt dat bepaalde ingrepen ten onrechte geïnterpreteerd worden als mogelijke maatregel. Als een ingreep niet overeenkomt met de definitie van de maatregel, zou deze niet moeten tellen als een maatregel.

Tijdens de definiëring van maatregelen is vastgelegd wat een bepaalde maatregel inhoudt, welke doelstelling deze maatregel vervult en/of waar de maatregel is gesitueerd ten opzichte van het transparante vlak.

Sterktes en zwaktes maatregelen

Voor elke maatregel gelden er voordelen en nadelen ten opzichte van andere maatregelen. De sterktes en zwaktes zijn per maatregel geanalyseerd om duidelijk te krijgen welke afwegingen mensen maken om voor een bepaalde maatregel te kiezen [T6.b].

Afwegingspunten		
Opvallende eigenschappen	Behoud doorzichtig oppervlak	Afhankelijkheid
Suggestieve eigenschappen	Arbeidsintensiteit	Verplaatsbaarheid
Esthetische eigenschappen	Kostenefficiëntie	Multifunctionaliteit

Tabel 6.b Sterktes en zwaktes van maatregelen waarop keuzes worden afgewogen

Wanneer arbeidsintensiteit bijvoorbeeld een belangrijk afwegingscriterium betreft, zal er eerder worden gekozen voor een glasmarkering die eenvoudig op een glasplaat is aan te brengen.

Architecten en opdrachtgevers moeten zelf de keuzevrijheid behouden, maar daarbij is het wel van belang dat het voor hen duidelijk is welke voor- en nadelen verschillende maatregelen hebben.

Waardering maatregelen

Er is per maatregel geanalyseerd in welke vorm en op welke momenten de maatregel een positieve of negatieve invloed heeft op de waarneembaarheid van transparante bouwdelen.

Er wordt binnen dit onderdeel geconcludeerd of een maatregel een directe oplossing betreft voor het transparantieprobleem, of een ondersteunende maatregel, die waarschijnlijk nog moet worden gecombineerd met andere maatregelen om de waarneembaarheid te waarborgen.

In het enkele geval van 1c: reflecterend glas is de maatregel als zodanig 'afhankelijk' bestempeld, dat er niet vanuit gegaan kan worden dat deze maatregel transparante obstakels visualiseert [B10.1c].

Voorwaarden maatregelen

Maatregelen moeten soms op een bepaalde manier of op een bepaalde plaats worden vormgegeven, zodat het daadwerkelijk een positief effect heeft op de waarneembaarheid van transparante bouwdelen. De afmetingen van de maatregel spelen hierbij vaak een belangrijke rol.

Sommige maatregelen verliezen bijvoorbeeld effectiviteit wanneer de omgeving zeer donker is, zoals het geval is bij contrastmaatregelen. Lichte kleuren vallen op bij donkere achtergronden, en donkere kleuren vallen meer op binnen een lichte omgeving [F6.a].

De voorwaarde is dat de contrastwerking of afmetingen van de maatregel voldoende is.

Effectiviteit maatregelen

De maatregelen zijn gedefinieerd en geanalyseerd op sterktes, zwaktes, waardering en voorwaarden waardoor de argumenten zijn verduidelijkt om voor bepaalde maatregelen te kiezen. Het is echter nog onduidelijk op welke manier de verschillende maatregelen het gewenste positieve effect hebben.



De mate waarin een maatregel effectief de waarneembaarheid van transparante vlakken bevordert, is afhankelijk van de vorm, afmetingen en plaatsing ervan. Per maatregel zijn de aspecten onderscheiden die invloed hebben op de effectiviteit van de maatregelen.

Aan de hand van de zwaktes en voorwaarden [H6.2] is binnen dit onderdeel ook geconcludeerd wanneer bepaalde maatregelen geen positief effect meer hebben.

De punten die binnen dit onderdeel van de maatregelanalyses zijn opgesomd, zijn bepalend bij het beoordelen van situaties met transparante vlakken met behulp van de vastgestelde methodiek [H7].

6.3. Combineerbaarheid maatregelen

In theorie kunnen twee verschillende maatregelen getroffen worden, die in praktijk tegen elkaar wegvallen of niet te combineren zijn [B11.D]. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

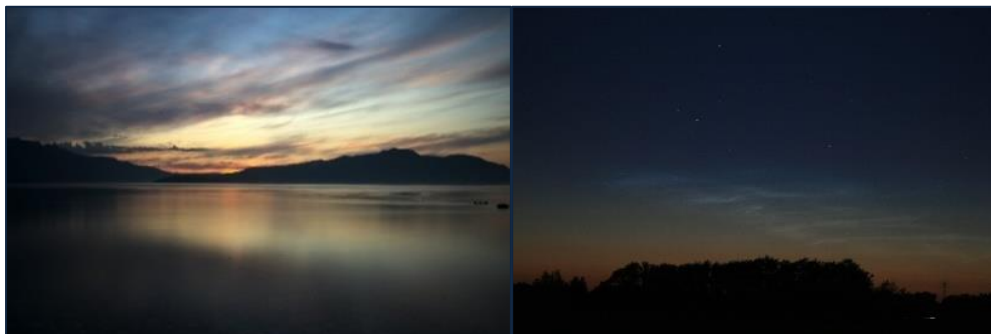
- Een casuele markering [2b] op een lineaire markering [2a] met eenzelfde kleur aanbrengen waardoor de casuele markering niet opvalt.
- Het plaatsen van een plantenbak [6b] vóór een contrasterend kozijn [4a + 4b] waardoor de onderdorpel niet meer wordt opgemerkt.
- Het toepassen van smartglass [8a] gaat niet samen met mat glas [1a]

Het blijkt het lastig de combineerbaarheid uit te drukken in waarden en regels. Maar er kan uitgegaan worden van verschillende basisprincipes, zoals contrastwerkingen van 0,3LRV en 'bedekking' van een maatregel door een andere maatregel.

6.4. Effectiviteit in diverse situaties

Er zijn verschillende aspecten binnen situaties, die de effectiviteit van maatregelen negatief beïnvloeden [B11.E]:

- Sommige maatregelen verliezen (een deel) van hun effectiviteit wanneer er zeer weinig licht is [F6.b], zoals bij bioscopen en sommige tentoonstellingen binnen musea;
- Sommige maatregelen zoals mat glas en kozijncontrasten verliezen effectiviteit wanneer er tegenlicht aanwezig is;
- Het plaatsen van een plantenbak is niet mogelijk wanneer de vrije doorgang hierdoor niet breed genoeg meer is.



Figuur 6.b: Vroege schemering is donker (10/50 lux) en late schemering is duister (minder dan 10 lux)

Sommige aspecten bevorderen juist de effectiviteit van maatregelen:

- Lichtstroken vallen beter op in duistere ruimtes;
- Deurgrepen duiden aan dat er sprake is van een transparante deur waardoor te interpreteren valt dat er sprake is van een transparante doorgang.

Er moet echter wel voorkomen worden dat deurgrepen op glazen wanden gemonteerd worden als maatregel om de transparante wand te visualiseren. Hierdoor wordt namelijk de suggestie gewekt dat er sprake is van een transparante doorgang, terwijl dit niet het geval is.

7. Resultaat: Puntensysteem

7.1. Onderbouwing keuze puntensysteem

De hypothese was dat er voor een workflow gekozen zou worden om mensen via een ja/nee-systeem naar vooraf gespecificeerde maatregelpakketten te leiden. Hier is vanaf gezien na feedback op de bedrijfspresentatie vanuit PBTconsult.

Er is besloten om, in plaats van een workflow, een puntensysteem op te stellen [B11], waarmee de effectiviteit van verschillende maatregelen beter kan worden bepaald. Een puntensysteem blijkt door de toepassing van bulletpointing overzichtelijker dan andere methodieken. Een belangrijke eigenschap van een puntensysteem is dat het achteraf gefinetuned kan worden door punten te kunnen aanpassen, toevoegen en schrappen.

7.2. Opbouw en werking puntensysteem

Het puntensysteem bestaat uit vijf onderdelen die zijn gebaseerd op verschillende onderdelen die reeds aan bod zijn gekomen binnen het afstudeerverslag:

- Deel A: Bepaling transparant obstakel [H5] (Geen punten);
- Deel B: Onvoldoende waarneembaarheid [H3.3] (Negatieve score);
- Deel C: Effectiviteit maatregelen [H6.2] (Positieve score);
- Deel D: Combineerbaarheid maatregelen [H6.3] (Puntenaftrek);
- Deel E: Effectiviteit in diverse situaties [H6.4] (+10 of /2 punten).

Door deze onderdelen te doorlopen bij de keuring van een transparant bouwdeel, kan worden bepaald worden of het een transparant obstakel betreft en of het voldoende waarneembaar is. Een transparant bouwdeel is voldoende waarneembaar wanneer de score positief is (0 of hoger).

7.3. Inhoud onderdelen puntensysteem

Deel A: Bepaling transparant obstakel

Binnen dit deel van het puntensysteem [B11.A] wordt bepaald of er daadwerkelijk maatregelen getroffen dienen te worden. Dit gebeurt door te checken of het een transparant obstakel betreft.

Deel A betreft een lijst met omschrijvingen waarvan bekeken dient te worden of deze van toepassing zijn op het transparante vlak dat op dat moment wordt getoetst. Indien één omschrijving uit deze opsomming van toepassing is, betreft het geen transparant obstakel [H5] waardoor er niet gekeken hoeft te worden naar te treffen maatregelen.

Wanneer in de toekomst situaties als risicoloos worden bevonden, kan de omschrijving van dergelijke situaties worden opgenomen in dit onderdeel van het puntensysteem, zodat vergelijkbare situaties in de toekomst ook als “geen obstakel” zullen worden aangemerkt.

Deel B: Onvoldoende waarneembaarheid

De mate waarin een transparant bouwdeel onvoldoende waarneembaar is, kan per situatie verschillen. Er zijn 4 aspecten onderscheiden die een nadelige invloed hebben op de waarneembaarheid van transparante bouwdelen [B11.B].

Er is vanuit gegaan dat de ernstigste situatie de meest negatieve score zou moeten krijgen. Deze is vastgesteld op -100 punten en betreft: **“Een maximaal transparant deurvlak, grenzend aan een donkere ruimte, waar sprake is van tegenlicht vanaf de aanlooproute.”**.

De puntenverhouding binnen dit onderdeel is gebaseerd op de volgende argumenten:

- Maximale transmissie kan worden gezien als de grootste negatieve impact op de waarneembaarheid van transparantie. Vandaar dat hier -50 punten voor gegeven worden (dat in de meeste gevallen geldt als negatief startpunt), [H3.3]
- Tegenlicht en donkere ruimtes zijn negatieve invloeden op de waarneming. Duister heeft een zwaardere negatieve invloed dan tegenlicht, omdat in het duister contrasten minder goed worden onderscheiden dan bij tegenlicht. [H3.3]
- Transparante bouwdelen die een (schuif)deur of tourniquet betreffen, zouden kritischer moeten worden beoordeeld, vandaar de negatieve score van -20.
- Een transparante wand naast een transparante deur is het vlak waar vaak tegenaan gelopen wordt en moet ook kritischer worden beoordeeld. [B5]

In het geval van transmissie en duistere ruimtes zijn gradaties aangebracht. Een transparant vlak dat iets matter is, is namelijk beter waarneembaar.

Deel C: Effectiviteit maatregelen

In deel C [B11.C] zijn punten gekoppeld aan de aspecten van maatregelen [B10] waarmee de waarneembaarheid van transparante bouwdelen kan worden bevorderd.

De eerste toekenning van punten is gebaseerd op hypothesen over in hoeverre een maatregel een oplossing vormt voor een transparantieprobleem en welke aspecten invloed hebben op de effectiviteit van de maatregelen [B10], en op basis van het vooronderzoek [H2 + H3].

De effectiviteit van lineaire glasmarkeringen is bijvoorbeeld afhankelijk van de afmetingen, contrastwerking en doorschijnendheid, en daarom is besloten voor elk aspect een aparte score op te stellen. Zo kan worden gekozen om voldoende waarneembaarheid te bereiken door:

- Een brede lineaire glasmarkering toe te passen
- Een lineaire glasmarkering toe te passen die niet doorschijnend is
- Een lineaire glasmarkering toe te passen die contrasteert met de achtergrond.

De aspecten van maatregelen zijn meestal opgedeeld in gradaties met verschillende waarderingen. Een dikkere markering scoort hierdoor beter dan een dunnere markering. Naast gradaties in afmetingen, zijn er ook gradaties in contrastwaarden.

Sommige maatregelen, zoals het plaatsen van een grote plantenbak voor een glazen wand, kunnen een directe oplossing zijn voor het probleem, waardoor daar 100 punten voor worden toegekend.

Per maatregel worden voorwaarden gesteld [B10]. Als een maatregel niet aan de voorwaarden voldoet, worden er geen punten aan toegekend. Lineaire markeringen van 1mm worden uitgesloten.

Deel D: Combineerbaarheid maatregelen

Sommige maatregelen versterken elkaar maar het kan ook voorkomen dat een maatregel een negatieve impact heeft op de effectiviteit van een andere maatregel [H6.3].

Er is nagedacht over mogelijke tegenstrijdigheid tussen maatregelen [B11.D] en er is besloten om geen punten toe te kennen aan maatregelen die wegvallen door andere maatregelen. Zo wordt voorkomen dat de punten van twee maatregelen bij elkaar worden opgeteld, terwijl in de praktijk de alleen de 'dominante' maatregel de waarneembaarheid van het transparante bouwdeel bevordert.

De uitkomst van de beoordeling betreft een schema met zowel horizontaal en verticaal de maatregelen. Dit schema is ingevuld met 3 verschillende kleuren:

- **Rood = uitgesloten:** Voor de maatregel op de verticale as vervallen de punten. Het is niet mogelijk om voor beide maatregelen de punten te krijgen (bijv. mat glas en smartglass);
- **Geel = Conditioneel:** Het risico is aanwezig dat de effectiviteit van een maatregel teniet wordt gedaan door een andere maatregel:
 - o De punten voor een vloeraanduiding (3b) vervallen wanneer er een plantenbak (6b) op gesitueerd wordt en de vloeraanduiding niet meer zichtbaar is vanaf de aanlooproute;
 - o De punten voor een vloeraanduiding (3b) zijn geldig wanneer de plantenbak (6b) náást de vloeraanduiding gesitueerd wordt en zichtbaar is vanaf de aanlooproute.
- **Blaauw = toepasbaar:** Er is geen of nauwelijks risico op het wegvallen van effectiviteit.

Deel D kan overgeslagen worden indien er slechts één maatregel getroffen wordt. Maar wanneer meerdere maatregelen worden getroffen, dient elke combinatie te worden gecheckt.

Deel E: Effectiviteit diverse situaties

In het vijfde onderdeel [B11.E] wordt gecheckt of verschillende aspecten binnen bepaalde situaties invloed hebben op de effectiviteit van maatregelen. Sommige maatregelen zijn in bepaalde situaties minder, of zelfs niet, effectief. Al zijn er ook situaties waar bepaalde maatregelen juist meer effect hebben [H6.4] en het inzetten van deze maatregelen extra zou moeten worden beloond.

Onderdeel E heeft, net als Deel D, de vorm van een schema ingevuld met kleuren. Op de horizontale as zijn de maatregelen gesitueerd en op de verticale as bevinden zich invloed-hebbende aspecten:

- **Rood = uitgesloten:** Een maatregel is niet effectief of onacceptabel om toe te passen binnen een situatie met dit aspect, waardoor de punten voor de maatregel vervallen.
- **Geel = conditioneel:** De maatregel is minder effectief in een bepaalde situatie waardoor de toegekende punten worden gehalveerd, zodat de maatregel groter of meer contrasterend moet worden om een transparant bouwdeel alsnog voldoende waarneembaar te krijgen, of een andere maatregel moet worden overwogen.
- **Blaauw = Toepasbaar:** De aspecten hebben geen, of een verwaarloosbare invloed, op de effectiviteit van de maatregelen.
- **Groen = bevorderlijk:** Het toepassen van een maatregel versterkt binnen een situatie de waarneembaarheid van het transparante bouwdeel en scoort daarom 10 punten hoger.

Na het afronden van onderdeel E kan de uitkomst van een keuring worden vastgelegd door de punten uit de onderdelen B t/m E bij elkaar op te tellen.

8. Validatie Puntensysteem

Het puntensysteem is op drie manieren gevalideerd. Aan de hand van de validatie is het puntensysteem [B11] veelvuldig aangepast om scores aan te scherpen zodat deze overeenkomen met de belevingswaarde m.b.t. voldoende waarneembaarheid.

8.1. Validatie deel A: Videofragmenten (Bijlage 5)

De eerste versie van het puntensysteem is gebaseerd op theoretische aannames en hypothesen, waardoor de scores nog significant konden afwijken van de belevingswaarden.

Er is gekozen om de eerste validatie te doen [B12.A] aan de hand van situaties waarvan geconcludeerd zou kunnen worden dat de transparante bouwdelen niet voldoende waarneembaar zijn, omdat er mensen reeds tegenop gebotst zijn [B5]. Wanneer de transparante bouwdelen uit de videofragmenten getoetst zouden worden, zouden de scores negatief moeten zijn.

Tijdens de eerste validatiereeks vielen 3 van de 6 videofragmenten positief uit. Dit kwam doordat in deze voorafgaande versie van het puntensysteem bij Deel D [B11.D] extra punten werden toegekend, omdat ervan uit gegaan werd dat bepaalde maatregelen elkaar versterkten. Dit bracht het puntensysteem echter uit evenwicht, waardoor ervoor gekozen is geen punten toe te kennen in Deel D van het puntensysteem.

De tweede validatiereeks bleek hierdoor scherper te zijn geworden en op dit moment scoorde nog slechts één situatie positief met +10 punten. Er is op dit punt geconcludeerd dat ‘voldoende waarneembaarheid’ nog geen garantie is voor het uitblijven van ongevallen.

8.2. Validatie deel B: Analyse aspecten (Bijlage 7)

Het tweede deel van de validatie [B12.C] richt zich op de situaties die zijn geanalyseerd om te achterhalen welke invloed verschillende aspecten hebben op de waarneembaarheid van transparante bouwdelen [B7]. Hier is per situatie aangegeven of het qua beleving voldoet, niet voldoet of een twijfelgeval is:

- Situaties die volgens de beleving niet voldoen zouden een negatieve score moeten krijgen;
- Situaties die volgens de beleving wel voldoen zouden een positieve score moeten krijgen;
- Situaties die volgens de beleving twijfelachtig zijn, zouden rond de 0 moeten scoren.

Na het uitvoeren van de validatie bleek de score overeen te komen met de hypothesen. Er is geen geval waarbij een situatie die volgens de beleving voldoende is, negatief gescoord heeft en andersom.

De reeks aanpassingen als gevolg van deze validatie bestond voornamelijk uit:

- Het verlagen van waarderingen voor dikkere onderdorpels en kozijncontrasten;
- Het invoegen van een aantal gele vlakken bij deel E van het puntensysteem;
- Het definiëren van verlichtingssterkte en donkere ruimtes.

Deze validatie toont aan dat het toetsen aan de hand van foto's mogelijk is met het puntensysteem.

8.3. Validatie deel C: Transparantie Kanaleneiland

Tot slot is het puntensysteem in de praktijk gevalideerd [B12.C] binnen het winkelcentrum en kantoorgebouw Kanaleneiland. Bij deze validatie zijn vier andere mensen betrokken geweest vanuit **PBTconsult, Advisering Toegankelijkheid en Mobiliteit**, en twee personen vanuit **Ervaringsdeskundigheid oogaandoeningen**.

Voorafgaand aan het validatiemoment zijn zes transparante bouwdelen uitgekozen binnen het winkelcentrum en het kantoorgebouw, die aanleiding konden zijn voor discussie tussen de betrokken partijen over de waarneembaarheid van deze bouwdelen.

De bedoeling was om de bouwdelen eerst te toetsen met het puntensysteem en om achteraf te controleren of de scores overeen zouden komen met de beleving van de betrokken mensen. Hen werd tijdens de validatieronde gevraagd om de situatie met **voldoende, onvoldoende** of **twijfelachtig** te beoordelen. Daarnaast zijn per situatie nog twee vragen opgesteld.

Tijdens de validatieronde werd duidelijk dat de betrokkenen niet bij elk transparant bouwdeel eenduidig antwoord gaven. Er ontstond in het geval van een transparante wand bij een winkel de discussie of het een obstakel betrof.

Het puntensysteem bevatte wel de aspecten die benoemd werden door de betrokkenen en de scores kwamen overeen met de beoordelingen die de betrokkenen gaven. Op de vragen die gesteld werden bij de situaties werd in de meeste gevallen wel eenduidig antwoord gegeven.

Aan de hand van de gegeven feedback zijn er enkele punten aan het puntensysteem toegevoegd en enkele waarderingen zijn verscherpt.

8.4. Conclusie validatie puntensysteem

Het vermogen om transparante bouwdelen waar te nemen blijkt per persoon verschillend te zijn waardoor uitkomsten vanuit het puntensysteem niet in alle gevallen overeenkomen met de beleving van ieder persoon.

De waarneembaarheid wordt daarnaast door zodanig veel aspecten beïnvloed, dat dit niet aan de hand van een eenvoudige formule kan worden gemeten.

Met het puntensysteem komt er een handvat beschikbaar waarmee bepaald kan worden of een transparant bouwdeel een transparant obstakel betreft. Er zijn geen richtlijnen die bijvoorbeeld stellen hoe breed een glasmarkering dient te zijn om voldoende te kunnen worden waargenomen. Tot het moment dat dit wel het geval is, kan het puntensysteem gebruikt worden om mee te toetsen.

Met dit puntensysteem kan worden benaderd of een situatie met een transparant bouwdeel, voldoende visueel toegankelijk is. Wanneer waarden niet (meer) kloppend zijn, kunnen deze worden aangepast. Het puntensysteem blijft een 'levend product' dat constant kan worden gefinetuned.

Op termijn kunnen er ook nieuwe producten op de markt komen die de waarneembaarheid kunnen vergroten. In het puntensysteem kan hier dan plaats voor worden ingeruimd.

9. Conclusie Afstudeeronderzoek

De hoofdvraag van dit afstudeeronderzoek luidde: **“Welke maatregelen zijn geschikt om transparante obstakels te visualiseren, ter bevordering van de visuele toegankelijkheid in diverse situaties binnen de gebouwde omgeving.”**

Ik heb geconcludeerd dat er verschillende mogelijke maatregelen [B10] zijn waarmee transparante obstakels kunnen worden gevisualiseerd, maar dat een groot aantal bouw fysische en ergonomische aspecten invloed hebben op de geschiktheid van deze maatregelen.

Tijdens het onderzoek naar de mens werd duidelijk dat mensen zonder oogaandoening net zo snel, of zelfs sneller, tegen transparante bouw delen opbotsen dan mensen met een oogaandoening. Mensen met een oogaandoening kunnen zich in een toestand van onoplettendheid bevinden die het risico op een ongeval vergroot. Wat mensen *‘zien als zij niet kijken’* is vergelijkbaar met het zicht van iemand met een beeldscherptebeperking. Hierdoor is geconcludeerd dat mensen, zowel met als zonder oogaandoening, gebaat zijn bij dezelfde maatregelen.

Uit mijn onderzoek naar de (bouw)fysische aspecten met betrekking tot transparantie binnen de gebouwde omgeving bleek dat de waarneembaarheid van transparante bouw delen afhankelijk is van een grote hoeveelheid aspecten:

- Tegenlicht, maximale transparantie en duister zijn aspecten die een nadelige invloed hebben op de waarneembaarheid van transparante bouw delen.
- Hoge onderdorpels en tussendorpels, contrasten en afbakening bevorderen de mate van waarneembaarheid.

Verder heb ik geconcludeerd dat het risico op ongevallen aanzienlijk groter is bij transparante deuren, en dan voornamelijk bij de glazen deuren die geen kozijn en geen glasmarkering hebben.

Ik heb geconcludeerd dat er geen wetgeving bestaat die bepaalt op welke manier transparante obstakels dienen te worden gevisualiseerd. Vanuit mijn vooronderzoek blijkt dat het grote aantal ergonomische en bouw fysische aspecten het ondoenlijk of zelfs onwenselijk maken om goed onderbouwde getalwaarden te koppelen aan bijvoorbeeld glasmarkeringen.

Uiteindelijk heb ik een puntensysteem [B11] opgezet waarmee de waarneembaarheid van transparante bouw delen kan worden getoetst. Gradaties van afmetingen en contrasten bepalen hoeveel punten een maatregel krijgt toegekend. Samen met de lijst met maatregelen [B10] en de validatie [B12] kan dit worden gezien als het resultaat van dit afstudeeronderzoek [F9.a].

Het aanscherpen van dit puntensysteem kan in de toekomst door PBTconsult worden voortgezet wanneer de standaarden veranderen of er nieuwe producten op de (bouw)markt verschijnen.



Literatuurlijst

Bibliografie

1. **PBTconsult.** *Uitbreiding, actualisering Integrale Toegankelijkheidsstandaard (ITs).* februari 2016. Plan van Aanpak.
2. **NOS.** Kamer: vanaf 2017 gebouwen verplicht toegankelijk voor gehandicapten. [Online] <http://nos.nl/artikel/2081783-kamer-vanaf-2017-gebouwen-verplicht-toegankelijk-voor-gehandicapten.html>.
3. **PBTconsult.** *ITs criteria 2011.* sl : PBTconsult, 2011. <http://pbtconsult.nl/its-criteria>.
4. **Ieperma, Goaitske.** *De invloed van daglicht op de gezondheid van.* sl : Louis Bolk Instituut, juli 2005.
5. **Grievink, Elsbeth.** Is glas het materiaal van de toekomst? [Online] 25 juni 2016. <https://fd.nl/fd-persoonlijk/1157272/is-glas-het-materiaal-van-de-toekomst>.
6. **Rots, Prof.dr.ir. Jan.** De Kracht van Glas. [Online] http://www.tudelft.nl/fileadmin/UD/MenC/Support/Internet/TU%20Website/TU%20Delft/Images/Actueel/Universiteitsbladen/Delft_Integraal_2011-4/DI_nl/DI-04-wetenschap-krachtvanglas.pdf.
7. **MuZIEum.** Expeditie Ribbelroute. Nijmegen : sn. Met Oculus Rift rondleiding oogaandoeningen door begeleider met een oogaandoening.
8. **AD.** Utrechtse ambtenaren knallen tegen glazen deuren in nieuw Provinciehuis. *Algemeen Dagblad.* 4 juli 2012.
9. **Poort, Rob.** Transparante uitspraak over glaswand. *Arbo-online.* [Online] april 2016. [Citaat van: 25 augustus 2016.] <http://arbo-online.nl/transparante-uitspraak-over-glaswand/>. ECLI:NL:RBNHO:2016:4683.
10. **Bartimeús.** *Zien App.* [Applicatie] sl : Bartimeús.
11. **Grinsven, Roland.** [interv.] Stefan Link. september 2016.
12. **Limburg, Dr. Hans.** "Vermijdbare Blindheid". *Vision2020.* [Online] maart 2005. <http://www.vision2020.nl/contents/V2020Nlrapport.pdf>.
13. **Keunen, Jan E.E.** Toename in de vraag naar oogzorg in Nederland. [Online] 2011. <http://www.vision2020.nl/contents/a3461.pdf>.
14. **Bartimeús.** Feiten & cijfers over blind of slechtziend zijn. [Online] https://www.steunbartimeus.nl/wp-content/uploads/2014/05/BARTI1305_factsfigures4.pdf.
15. **NEN.** Vlakglas voor gebouwen. 4e druk *Termen en definities van vlakglas.* sl : NEN connect, september 1989.

16. **Brinker, Berry den.** *Zicht op Ruimte*. Amsterdam : Silvur, 2014. 978-90-821504-0-7.
17. **BRIS.** Bouwbesluit Online. [Online] BRISwarenhuis, 2012. [Citaat van: 2 november 2016.] <http://www.bouwbesluitonline.nl/>.
18. **Brinker, Berry den.** *Visuele Toegankelijkheid*. PBTconsult, 10 oktober 2016.
19. **NEN.** NEN-ISO 21542. *NENconnect*. [Online] januari 2012. [Citaat van: 3 november 2016.] <https://connect-nen-nl.ezproxy.hro.nl/standard/openpdf/?artfile=536257&RNR=167269&token=e78344b7-6d7a-4426-8aa6-08f83553f126&type=pdf#pagemode=bookmarks> .
20. **Wijk, Maarten.** *Handboek voor toegankelijkheid*. 7e. sl : Sdu uitgevers, 1973. over de ergonomie van buitenruimten, gebouwen en woningen. ISBN 978-90-12-58505.
21. **Werkgelegenheid, Sociale Zaken en.** Hoofdstuk 3. Inrichting arbeidsplaatsen Afdeling 1. Algemene voorschriften § 4. Inrichtingseisen Artikel 3.11. Vloeren, muren en plafonds van arbeidsplaatsen. 1997. Vol. 2015, Arbo, Arbobesluit. BWBR0008498.