

De Norm van de Toekomst

Een onderzoek naar een aanscherping van de daglichtfactoreis



onderzoek



duurzaamheid



energie



daglicht



Doel van het onderzoek

Inleiding

Bij de inwerkingtreding van de Omgevingswet wordt ook het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) van kracht. Los daarvan is een nieuwe bepalingsmethodiek en eis voor daglichttoetreding opgenomen: de daglichtfactoreis. Vanuit het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijk-relaties is gekozen voor een beleidsneutrale overgang van de oude naar de nieuwe rekenmethodiek. De invoeringsdatum van deze eisen is nog niet bekend, maar er is al vooruitgekeken. Het is waarschijnlijk dat een aantal jaar na de invoer van de daglichtfactoreis een aanscherping op deze eis plaatsvindt.

Een aanscherping van de daglichtfactoreis resulteert in meer glasoppervlak in de gevels. Dit heeft niet alleen gevolgen voor daglichttoetreding, maar ook het energetisch concept en de milieuprestatie van het gebouw veranderen. Het is daarom van belang dat bij een aanscherping van de daglichtfactoreis ook gekeken wordt naar de haalbaarheid van de BENG- en MPG-eisen.

Ter afsluiting van haar opleiding bouwkunde aan Hogeschool Rotterdam heeft Marijke van Hulst in haar afstudeeronderzoek gekeken naar een mogelijke aanscherping van de daglichtfactoreis.

De centrale onderzoeksvraag luidt als volgt: **“Wat is de maximaal haalbare streefdaglichtfactor voor woningbouw wanneer wordt gekeken naar de toekomstige aanscherpingen op het gebied van BENG- en MPG-regelgeving?”**

Om antwoord te kunnen geven op deze onderzoeksvraag heeft Marijke een literatuurstudie en een rekenkundig onderzoek uitgevoerd.

Het belang van voldoende daglicht

Voordat een aanscherping van de daglichtfactoreis wordt voorgesteld, moet antwoord gegeven worden op de vraag waarom daglicht zo belangrijk is.

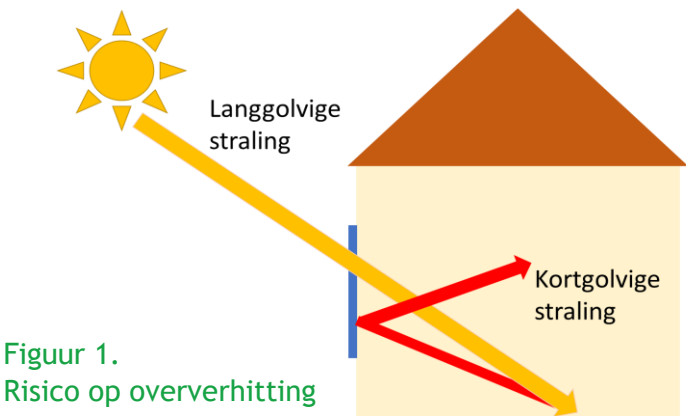
Daglicht is de beste kwaliteit licht die er is. Door het dynamisch karakter en de hoge verlichtingssterkte wordt de mentale gezondheid positief beïnvloed. Er zitten bijvoorbeeld minder stresshormonen in het bloed bij voldoende blootstelling aan daglicht.

Daarnaast beïnvloedt daglicht de aanmaak van de hormonen melatonine en cortisol, die de biologische klok regelen. Bij te weinig daglicht in een ruimte gaat de aanmaak van melatonine, het slaaphormoon, door. Omdat mensen voor het grootste gedeelte van de dag in gebouwen zijn, is voldoende daglichttoetreding dus van groot belang.

Het risico van veel glas in de gevel

Het toepassen van meer glas in de gevel brengt ook risico's op het gebied van thermisch comfort met zich mee. Zo is het risico op oververhitting groter. Glas laat langgolvlige zonnestraling binnen, hierdoor warmt de constructie op en gaat deze infraroodstraling uitstralen. Deze straling is kortgolvig en wordt niet door glas doorgelaten, waardoor het gebouw sterk opwarmt (figuur 1).

Daarnaast kan in de winter discomfort ontstaan door asymmetrische straling en koudeval.



Figuur 1. Risico op oververhitting

Verschillen oude en nieuwe rekenmethodiek

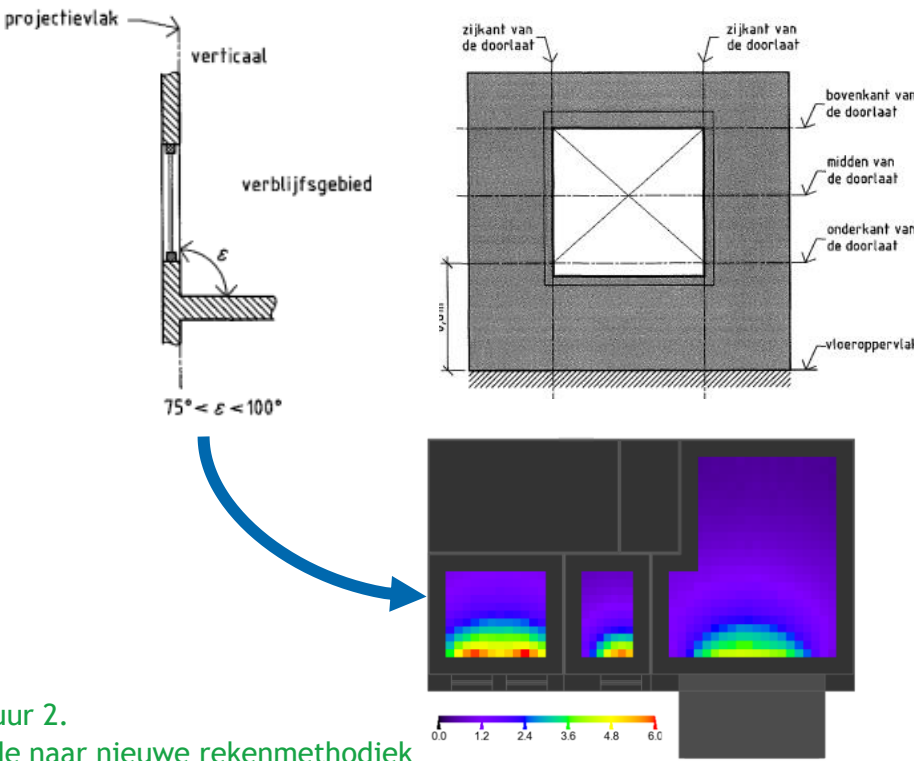
In de huidige rekenmethodiek, het equivalente daglichtoppervlakte volgens NEN 2057, wordt de daglichttoetreding op het verticale raamoppervlak gemeten. Hiervoor wordt het glasoppervlak gemeten en worden er diverse reductiefactoren over dit oppervlak toegepast.

Bij de daglichtfactorberekening wordt de daglichttoetreding op het horizontale referentievlak berekend met behulp van een daglichtsimulatie. Hierbij spelen de positie van de ramen en de vorm van de ruimte een zeer belangrijke rol. Hierdoor wordt de werkelijkheid beter benaderd dan bij de huidige rekenmethodiek. Zie figuur 2.

In tabel 1 wordt de nieuwe daglichtfactoreis, D_T , die nu is gepubliceerd, weergegeven.

Gebruiksfunctie	D_T VG [%]	D_T VR [%]
Huidige eis	0,8	1,0
Grondgebonden woningen voorgesteld	2,1	1,7
Woongebouw voorgesteld	1,5	1,2

Tabel 1. daglichtfactoreis BBL

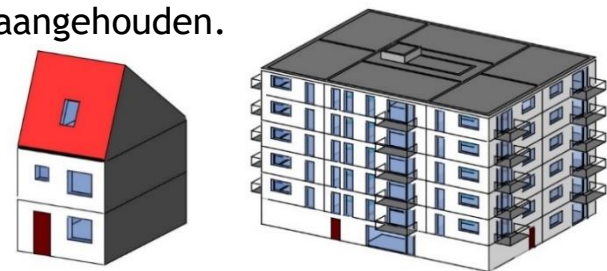


Figuur 2. Oude naar nieuwe rekenmethodiek

Onderzoek en varianten

Het onderzoek

In de rekenfase van het onderzoek is gebruik gemaakt van twee RVO referentiegebouwen (figuur 3). Bij deze gebouwen is steeds het glasoppervlak procentueel vergroot, waarna voor verschillende varianten de BENG 1-, TOjuli- en MPG-score berekend zijn. Deze scores zijn vervolgens getoetst aan de huidige en toekomstige eisen. Voor de toekomstige BENG-eisen is een voorstel van gemeente Amsterdam aangehouden.



Figuur 3. RVO referentiegebouwen

De eisen

BENG 1:	Huidige eis	Toekomstige eis
Zware bouw Rij-tussenwoning	55 kWh/m2.jr	50 kWh/m2.jr
Lichte bouw Rij-tussenwoning	60 kWh/m2.jr	55 kWh/m2.jr
Zware bouw woongebouw	65 kWh/m2.jr	60 kWh/m2.jr
Lichte bouw woongebouw	70 kWh/m2.jr	65 kWh/m2.jr

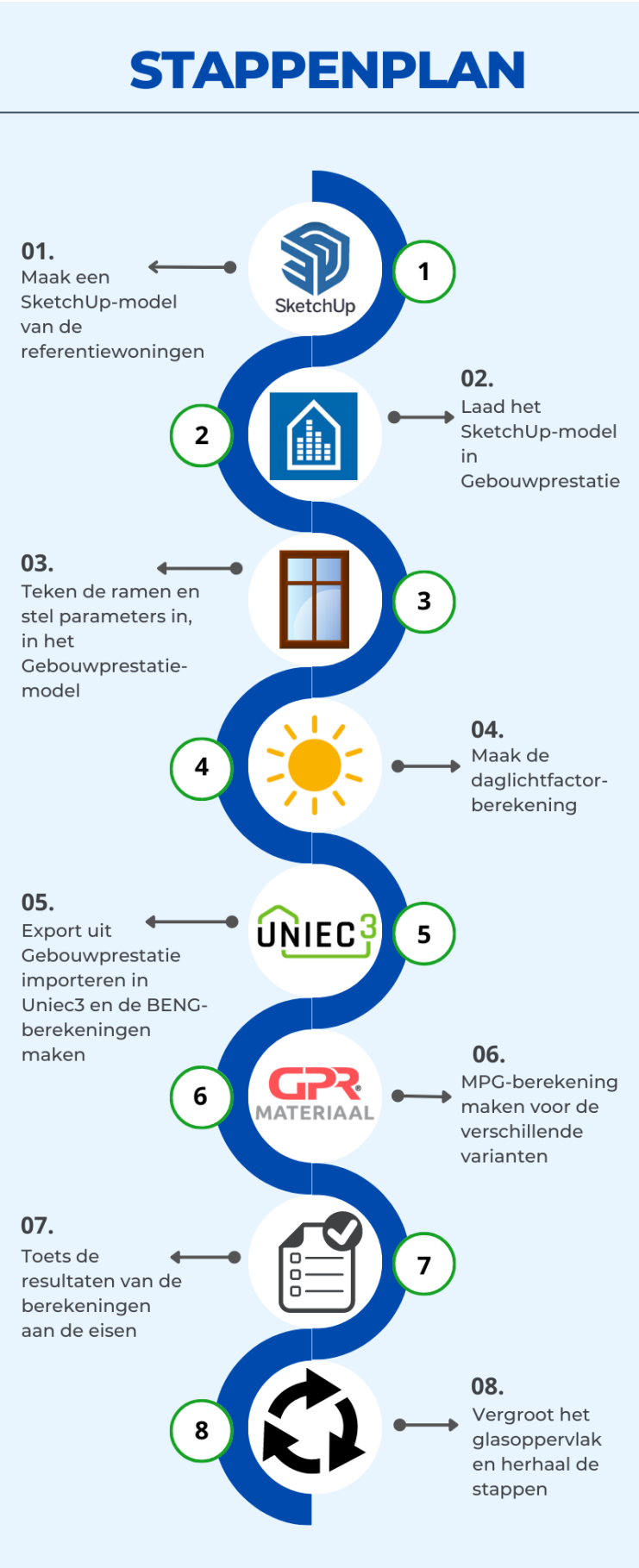
Tabel 2. BENG 1-eisen

TOjuli:

Voor de TOjuli-score is als huidige en toekomstige eis 1,2 aangehouden.

MPG:

Als huidige eis wordt 0,8 aangehouden. In 2030 wordt deze eis aangescherpt naar 0,5 voor woningbouw.



Figuur 4. Stappenplan rekenfase onderzoek

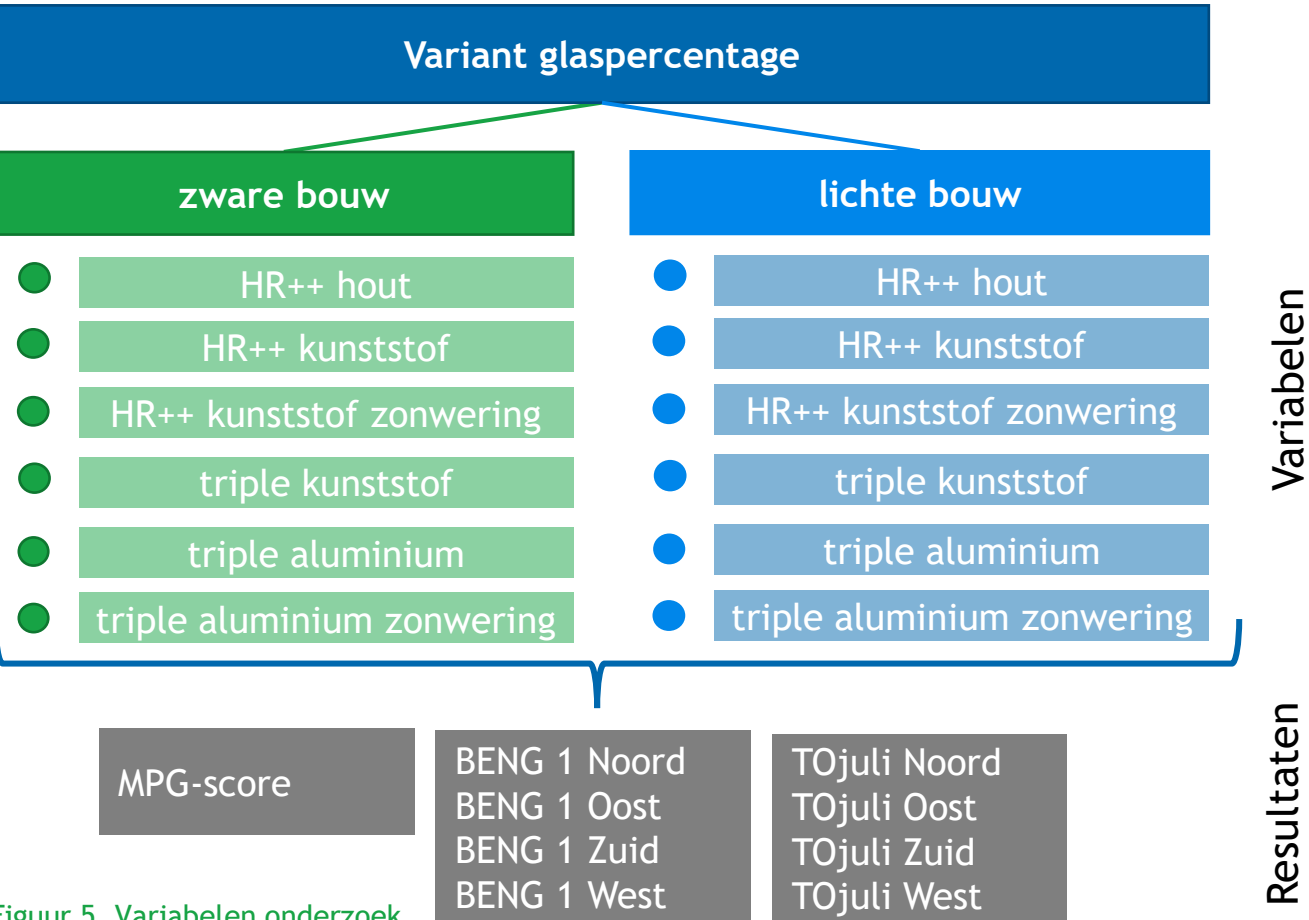
Varianten

In de rekenfase van het onderzoek zijn verschillende berekeningsvarianten gemaakt. Hierbij wordt steeds een aantal parameters gewijzigd (figuur 5).

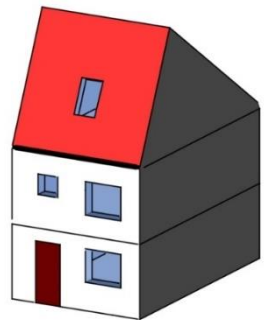
Er is onderscheid gemaakt tussen zware en lichte bouw. Er gelden hiervoor namelijk andere BENG 1-eisen voor. Doordat het materiaalgebruik in zware en lichte bouw anders is, zal ook de MPG-score beïnvloed worden. Voor zware bouw is een interne warmtecapaciteit van 450 kJ/m²K aangehouden, voor lichte bouw 80 kJ/m²K.

Daarnaast is gevarieerd in materiaalgebruik van de ramen. Zo zijn er varianten gemaakt met HR++ glas en triple glas. Ook voor het kozijntype zijn verschillende varianten gemaakt: hout, kunststof en aluminium. In sommige varianten is tevens buitenzonwering toegepast in de vorm van screens. De materialisatie heeft grote invloed op de warmteweerstand (U-waarde) van een raam. Deze U-waarde en het gebruik van zonwering beïnvloeden op hun beurt weer de BENG 1- en TOjuli-score.

Tot slot is de oriëntatie een belangrijke parameter. Deze is bepalend voor de hoeveelheid zoninstraling in het gebouw. Hierdoor wordt de verwarmings- en koelbehoefte, en dus BENG 1- en TOjuli-score, beïnvloed.



Figuur 5. Variabelen onderzoek



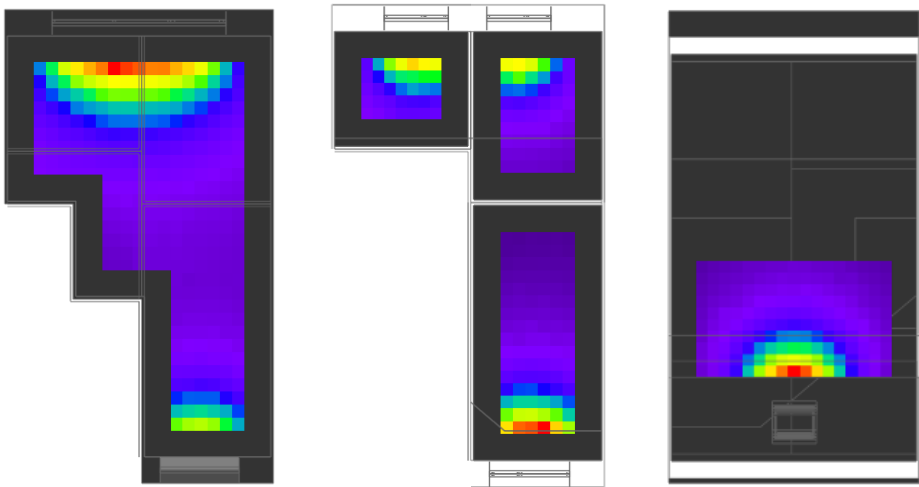
Daglichtfactor rij-tussenwoning

In tabel 3 en figuur 6 worden de resultaten voor de daglichttoetreding in de rij-tussenwoning weergegeven. De diepe slaapkamer op de eerste verdieping is de meest maatgevende ruimte voor daglichttoetreding. De zolder wordt als onbenoemde ruimte gezien. In de nul-situatie wordt voldaan aan de gepubliceerde daglichtfactoreis.

Het raam is in de berekeningen verhoudingsgewijs vergroot. Bij de grootste vergrotingen (90% en 110%) was dit niet meer mogelijk. Daarnaast kan de pui in de woonkamer niet verder dan 70% vergroot worden, meer glas past namelijk niet in de gevel.

Vergroting	D _T VR	D _T VG
Nul-situatie	0,8%	1,1%
Vergroting 10%	0,9%	1,3%
Vergroting 30%	1,1%	1,7%
Vergroting 50%	1,3%	1,9%
Vergroting 70%	1,5%	2,1%
Vergroting 90%	1,7%	2,3%
Vergroting 110%	1,9%	2,5%

Tabel 3. Resultaten streefdaglichtfactor rij-tussenwoning



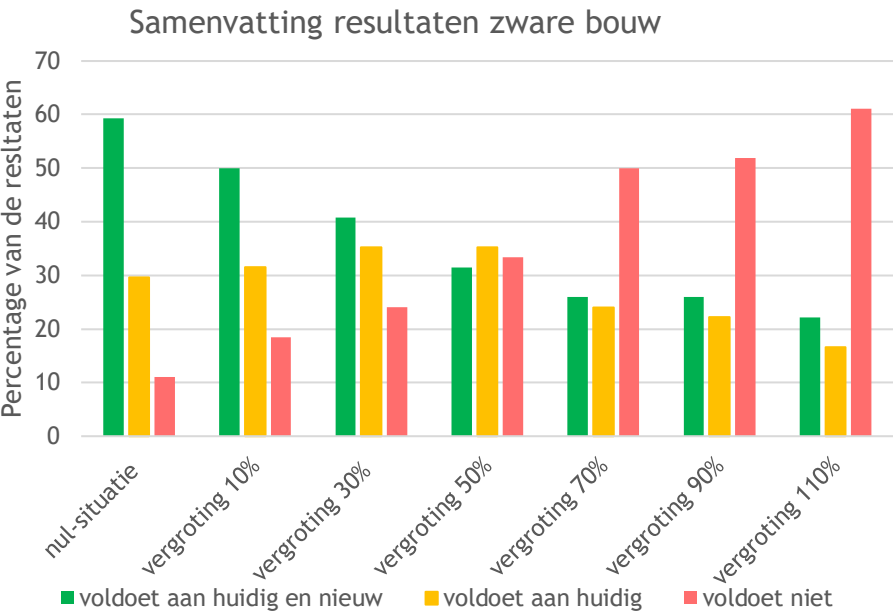
Figuur 6. Simulatie daglichttoetreding rij-tussenwoning

Resultaten

Omdat de resultaten voor zware en lichte bouw grote verschillen vertonen, zijn deze opgesplitst.

Resultaten zware bouw

De onderstaande figuur geeft een samenvatting van alle berekeningsresultaten voor BENG 1, TOjuli en MPG.



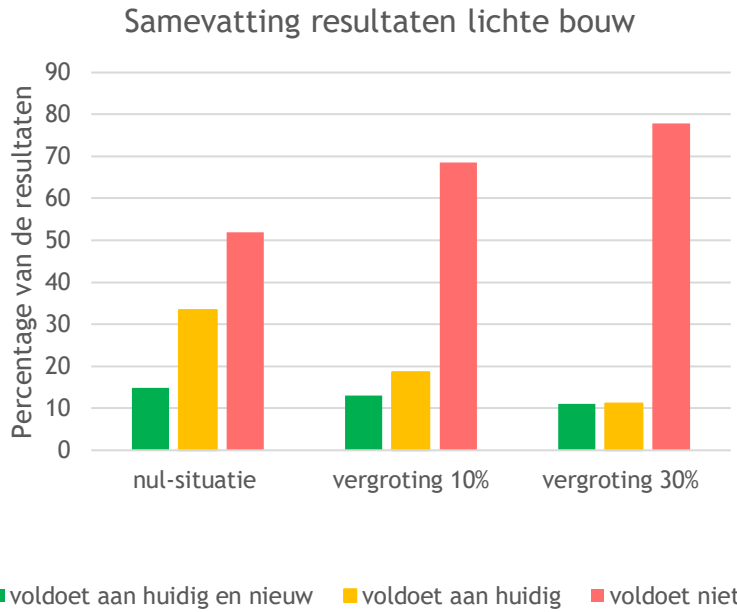
In de grafiek is duidelijk te zien dat in de nul-situatie het merendeel van de resultaten voldoet aan de toekomstige eisen. Bij een vergroting van het glasoppervlak met 70% voldoet de helft van de resultaten niet meer aan de gestelde eisen.

Uit verdere analyses van de resultaten blijkt dat:

- De MPG-score niet kritisch is, hier wordt voldaan aan de toekomstige eis.
- De BENG 1-score voldoet in de nul-situatie ten minste aan de huidige eis. Bij een vergroting van het glas met 90% voldoet ongeveer de helft van de BENG 1-scores nog aan de huidige eis.
- In de nul-situatie voldoet een deel niet aan de TOjuli-eis. Dit aandeel wordt steeds groter bij het vergroten van het glasoppervlak. Uiteindelijk voldoet 70% niet meer aan de eis. In situaties met zonwering wordt wel voldaan aan de eis.

Resultaten lichte bouw

De onderstaande figuur geeft een samenvatting van alle berekeningsresultaten voor BENG 1, TOjuli en MPG.

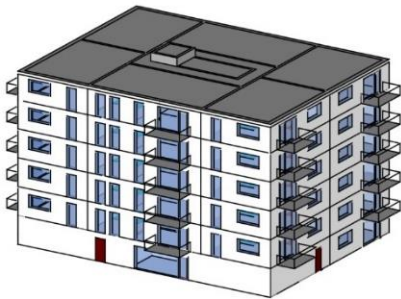


Er is duidelijk te zien dat de resultaten voor lichte bouw kritischer zijn dan voor zware bouw. In de nul-situatie voldoet minder dan de helft van alle resultaten aan de huidige eisen.

Uit verdere analyse van de resultaten blijkt dat:

- De MPG-score voldoet in alle varianten aan de toekomstige eis van 0,5.
- De BENG 1-score is vanaf de nul-situatie kritisch, er wordt niet voldaan aan de toekomstige eisen. ongeveer 75% voldoet aan de huidige eisen. Bij een vergroting van het glasoppervlak met 30% voldoet nog maar 25% van de resultaten aan de huidige eis.
- De TOjuli-score is zeer kritisch, in de nul-situatie zijn er enkele varianten met zonwering waarbij de TOjuli-eis van 1,2 wordt behaald. Actieve koeling lijkt bij lichte bouw noodzakelijk.

Resultaten appartementengebouw en tussenappartement



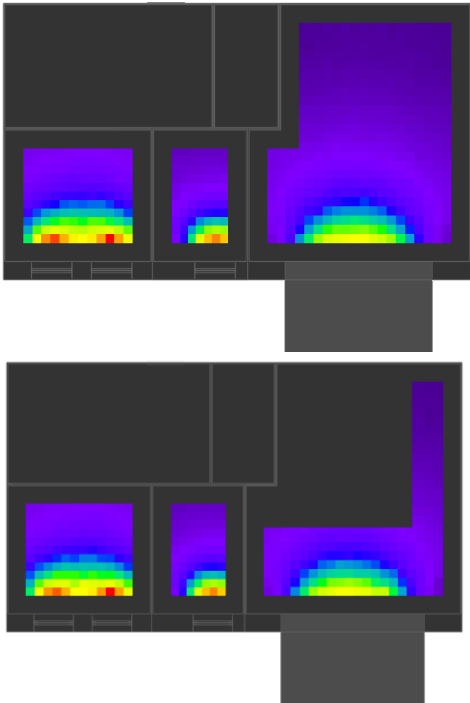
Daglichtfactor appartementengebouw

In tabel 4 en figuur 7 worden de resultaten voor de daglichttoetreding in het tussenappartement weergegeven. De woonkamer is de meest kritische ruimte, omdat deze diep is en er sprake is van een overstek. In deze ruimte is de krijtstreepmethode toegepast. In de nul-situatie wordt voldaan aan de gepubliceerde daglichtfactoreis.

Het raam is in deze berekeningen verbreed, omdat verhoudingsgewijze vergroting niet mogelijk was. Het balkon boven de woonkamer is ook verbreed, om zo een constant overstek te vormen. De maximale vergroting is 70%, meer glas past niet in de gevel.

Vergroting	D _T VR	D _T VG	D _T VR	D _T VG
			krijtstreep	krijtstreep
Nul-situatie	0,8%	1,0%	1,2%	1,5%
Vergroting 10%	0,9%	1,2%	1,3%	1,6%
Vergroting 30%	1,0%	1,4%	1,5%	1,9%
Vergroting 50%	1,2%	1,6%	1,7%	2,2%
Vergroting 70%	1,3%	1,8%	2,0%	2,5%

Tabel 4. Resultaten streefdaglichtfactor tussenappartement



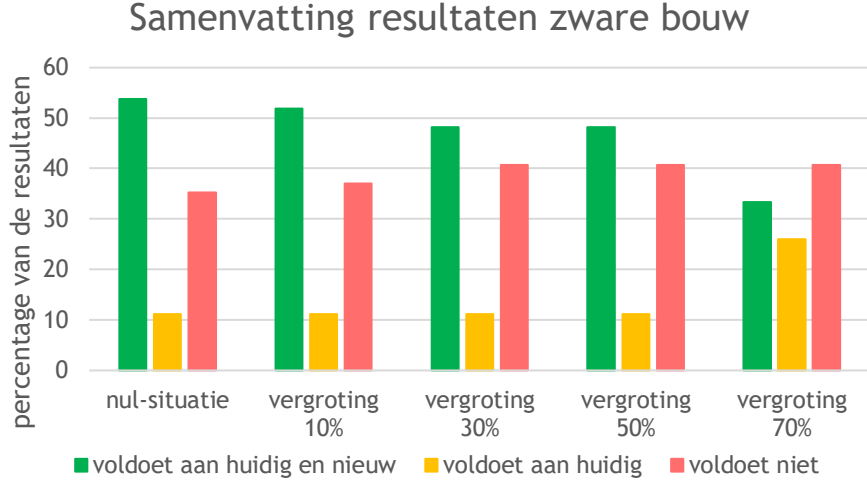
Figuur 7. Simulatie daglichttoetreding tussenappartement

Resultaten

Omdat de resultaten voor zware en lichte bouw grote verschillen vertonen, zijn de resultaten opgesplitst. De MPG- en BENG 1- berekening zijn uitgevoerd voor het appartementengebouw, de TOjuli- en daglichtberekeningen zijn uitgevoerd voor het tussenappartement.

Resultaten zware bouw

De onderstaande figuur geeft een samenvatting van alle berekeningsresultaten voor BENG 1, TOjuli en MPG.



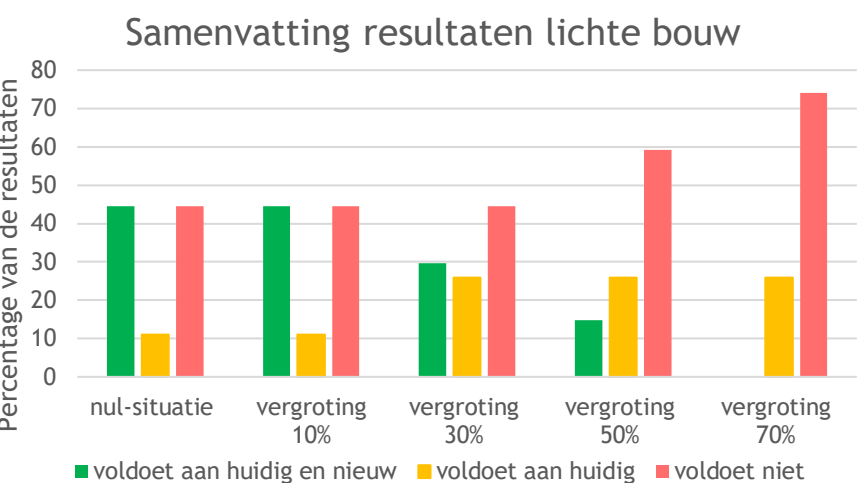
In de resultaten is duidelijk te zien dat in de nul-situatie de meerderheid voldoet aan de toekomstige eisen, daarnaast is er een groot gedeelte dat aan geen van de eisen voldoet. Bij alle vergrotingen voldoet de meerderheid van de resultaten tenminste aan de huidige eisen.

Uit verdere analyses van de resultaten blijkt dat:

- De MPG-score voldoet aan de huidige, maar niet aan de toekomstige eis.
- De BENG 1-score voldoet in bijna alle gevallen aan de toekomstige eis. Bij de grootste vergroting is er een klein deel dat enkel aan de huidige eis voldoet.
- In de nul-situatie voldoet ongeveer 20% van de resultaten voor TOjuli aan de eis van 1,2. Bij een verdere vergroting wordt dit aandeel kleiner. Actieve koeling lijkt bij appartementengebouwen noodzakelijk.

Resultaten lichte bouw

De onderstaande figuur geeft een samenvatting van alle berekeningsresultaten voor BENG 1, TOjuli en MPG.



De resultaten voor lichte bouw zijn iets kritischer dan voor zware bouw. In de nul-situatie voldoet ongeveer 43% aan geen enkele eis. Bij een vergroting van het glasoppervlak met 50% voldoet minder dan de helft van de resultaten aan de huidige eisen. Bij de grootste vergroting voldoet geen enkel resultaat aan de toekomstige eisen.

Uit verdere analyses van de resultaten blijkt dat:

- De MPG-score voldoet aan de huidige, maar niet aan de toekomstige eis.
- In de nul-situatie en bij een vergroting van 10% voldoet de BENG 1-score aan de toekomstige eis. Bij een vergroting van 50% voldoet ongeveer 60% ten minste aan de huidige eis. Bij de grootste vergroting is dit 35%.
- In geen enkele variant wordt voldaan aan de TOjuli-eis. Actieve koeling is noodzakelijk.

Optimalisaties en bevindingen

Optimalisatievarianten

Nadat de resultaten voor de grondgebonden woning en het appartementengebouw geanalyseerd zijn, is een optimalisatiestudie uitgevoerd. In deze studie zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

Standaardvarianten	Optimalisatievariant
Luchtdichtheid 0,40 dm ³ /s per m ²	Luchtdichtheid 0,25 dm ³ /s per m ²
U-waarde ≥ 1,1 W/m ² K	U-waarde 1,0 of 0,8 W/m ² K
g-waarde 0,60 of 0,50	g-waarde 0,50
Soms screens	Screens

Figuur 8. Optimalisaties

Uit de optimalisatievarianten blijkt dat een lagere U-waarde en betere luchtdichtheid een groot positief effect hebben op de BENG 1-score. In kritische situaties kan nu wel aan de eis en soms zelfs aan de toekomstige eis worden voldaan.

De TOjuli-score stijgt wanneer de warmteweerstand van de schil beter wordt. In de zomer kan er namelijk minder transmissie naar buiten plaatsvinden, waardoor de woning harder opwarmt.

Gevoeligheidsanalyse

Om de invloed van de interne warmtecapaciteit te beoordelen is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. In deze analyse wordt de interne warmtecapaciteit gevarieerd van 80 kJ/m²K naar 180 kJ/m²K in stappen van 20 kJ/m²K. Daarnaast is een variant voor zware bouw berekend met een interne warmtecapaciteit van 200 kJ/m²K.

Uit het onderzoek blijkt dat zowel de BENG 1- als de TOjuli-score dalen bij een hogere interne warmtecapaciteit. Wanneer de uiterste situaties worden vergeleken, blijkt dat de BENG 1-score met ca. 7,5 kWh/m².jr kan dalen. De TOjuli-score daalt met ca. 0,5-0,6. Er valt dus winst te halen door een bewuste keuze te maken voor de toe te passen constructie en het specifiek invoeren van de interne warmtecapaciteit.

Hoe lager de interne warmtecapaciteit, hoe groter het positieve effect op BENG 1- en TOjuli-score bij een verhoging van de interne warmtecapaciteit is.

Een vraag die overblijft is of de BENG-regelgeving niet beter genuanceerd moet worden nu in kaart is gebracht dat de verschillen in de BENG-scores zo groot kunnen zijn bij een andere interne warmtecapaciteit.



Aanvullende bevindingen

Uit de uitgebreide resultaten van het onderzoek kan een aantal aanvullende conclusies getrokken worden. Hierbij hoort ook een aantal effectieve optimalisaties om de BENG 1- TOjuli en MPG-score te laten dalen.

Oriëntatie

Uit het onderzoek is gebleken dat grote glasoppervlaktes op de oost- en/of west-oriëntatie een hoge BENG 1- en TOjuli-score tot gevolg heeft. Bij deze oriëntaties is in de winter de verwarmingsbehoefte iets hoger dan bij de zuid-oriëntatie. In de zomer is de koelbehoefte echter veel groter omdat de zon tot diep in de woning kan schijnen. Wanneer het glas gelijkmatig over alle gevels verdeeld is, is de invloed van de oriëntatie beperkt.



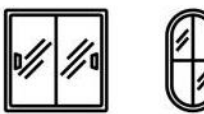
Effect zonwering

Het toevoegen van zonwering heeft een grote stijging op de MPG-score tot gevolg. Hier tegen overstaat dat de TOjuli-score altijd daalt bij het toepassen van zonwering (m.u.v. tussenappartement Noord). Zonwering heeft een wisselend effect op de BENG 1-score. Over het algemeen daalt deze score wanneer zonwering op de oost- en west-oriëntatie wordt toegepast. Wordt de zonwering op de zuid-oriëntatie toegepast, dan kan de BENG 1-score (bij kleine glasoppervlaktes) stijgen. De zonwering zorgt in de winter voor een grotere verwarmingsbehoefte. Het voordeel van de lagere koelbehoefte in de zomersituatie weegt hier niet tegen op, waardoor de BENG 1-score stijgt.



Stijging MPG-score

Bij meer glas in de gevel stijgt de MPG-score. Uit het onderzoek blijkt dat de materiaalkeuze voor het glas (HR++ glas of triple glas) een grote invloed heeft op de MPG-score. De invloed van de materiaalkeuze van het kozijn is gering. De MPG-score kan verlaagd worden door meer categorie 1 materialen te gebruiken of gebouwlevensduurverlenging toe te passen.



Conclusie en aanbevelingen

Conclusie

Met behulp van deze whitepaper en het afstudeeronderzoek kan een voorstel gedaan worden voor een toekomstbestendige aanscherping op de daglichtfactoreis, waarbij de BENG- en MPG-eisen haalbaar blijven.

Grondgebonden woning

Bij grondgebonden woningen zijn de BENG 1-resultaten en de TOjuli-score de beperkende factor. Er zijn grote verschillen tussen zware en lichte bouw te zien. Door het toepassen van verschillende optimalisaties, is een streefdaglichtfactoreis van 1,5% voor verblijfsruimtes en 1,9% voor verblijfsgebieden realistisch. Dit is lager dan de voorgestelde eis uit de NPR 4057 (VR 1,7%, VG 2,1%).

Woongebouw

Bij het woongebouw zijn de daglichttoetreding en de MPG-score de maatgevende factor. Om de TOjuli-score te kunnen behalen is actieve koeling nodig. Wanneer in acht wordt genomen dat verschillende optimalisaties en de krijtstreep-methode mogelijk zijn, is een daglichtfactor eis van 1,2% voor verblijfsruimten en 1,5% voor verblijfsgebieden realistisch. De voorgestelde eis uit de NPR 4057 is overgenomen.

Optimalisaties

Mogelijke optimalisaties zijn: het beperken van glasoppervlaktes op de west- en oost-oriëntatie, het verlagen van de U-waardes, het verbeteren van de luchtdichtheid, het toepassen van zonwering en het invoeren van een specifieke interne warmtecapaciteit. Voor het verbeteren van de MPG-score geldt dat gebouwlevensduurverlenging of het toepassen van meer categorie 1 materialen mogelijk is.

Voorgestelde daglichtfactoreis:

Grondgebonden:	VR 1,5%	VG 1,9%
Woongebouw:	VR 1,2%	VG 1,5%

Aanbevelingen

Er wordt een aantal aanbevelingen gedaan aan de hand van het afstudeeronderzoek:

- Beoordeel een aantal praktijksituaties op de haalbaarheid van de voorgestelde daglichtfactoreis, BENG 1, TOjuli, en MPG.
- Onderzoek de invloed van zonwering en zonwerende coatings. Hiermee kan een optimum gezocht worden tussen MPG en BENG.
- Onderzoek de invloed van zomernachtventilatie op de haalbaarheid van de BENG 1- en TOjuli-eis.
- Voer een kosteneffectiviteitsstudie uit.
- Ontwikkel een online tool om de berekeningsresultaten inzichtelijk te maken voor iedereen. Een goed voorbeeld is de BENG 1 tool.

Dialogoog

Er is naar aanleiding van het onderzoek ook een aantal vragen naar voren gekomen.

- Moet de BENG-regelgeving niet beter genuanceerd worden op de interne warmtecapaciteit?
- Is de TOjuli-eis nog wel realistisch nu de zomers steeds warmer worden? Wordt het toepassen van actieve koeling noodzakelijk om aan de eisen te voldoen, of accepteren we straks hogere binnen-temperaturen omdat het buiten ook warmer is?
- Is de TOjuli-eis wel de juiste bepalingsmethodiek voor oververhitting en kan er niet beter overgestapt worden op een GTO- of ATG-berekening?

DGMR

Zo'n 250 ingenieurs en adviseurs willen de beste in hun vak zijn. We dagen onszelf elke dag uit om met onverwachte oplossingen te komen. Doeltreffend voor de samenleving. Vernieuwend voor opdrachtgevers. Cruciaal voor de comfortabele leefomgeving van vandaag én morgen.

DGMR is een onafhankelijk ingenieursbureau in Nederland. Ons bureau zoekt niet de gebaande paden, maar de grenzen van mogelijkheden op. We gaan graag samen met onze opdrachtgevers de uitdaging aan om iets te bedenken dat van blijvende waarde is. Met nadrukkelijk aandacht voor duurzaamheid, veiligheid en gezondheid.

Afstuderen bij DGMR

Betekent zelfstandig een onderzoek opzetten en uitwerken, met deskundige begeleiding indien nodig. De informele sfeer geeft een prettige werkomgeving waar naast vakinhoudelijke kennisontwikkeling ook veel plek is voor zelfontwikkeling.

Voor meer informatie over dit onderzoek kunt u contact opnemen met:

Marijke van Hulst

Afstudeerder bouwfysica
Studente bouwkunde aan Hogeschool Rotterdam

Maaïke Lengton

Senior Technisch Specialist Bouwfysica
088 346 76 71 | mlg@dgmr.nl

Gertjan Verbaan

Unitmanager & Senior adviseur Bouwfysica
088 346 76 50 | VB@dgmr.nl

www.dgmr.nl