Regeleffectonderzoek voorgenomen aanscherping brandklasse gevels hoge woon- en zorggebouwen

Aanscherping brandklasse gevels naar A2

Status	**definitief**
Versie	001
Rapport	B.2022.0064.02.R001
Datum	12 mei 2022

Adviseurs voor bouw, industrie, verkeer, milieu en software

Colofon

Opdrachtgever	Ministerie van Binnenlandse zaken en Koninkrijksrelaties Directie Bouwen en Energie
Contactpersoon opdrachtgever	ir. M. Balk
Project Betreft Uw kenmerk	BZK Regeleffectrapport brandklasse gevel Regeleffectonderzoek -
Rapport Datum Versie Status	B.2022.0064.02.R001 12 mei 2022 001 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Van Pallandtstraat 9-11 6814 GM Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Contactpersoon	ir. E.R. (Esther) Heblij 088 346 77 06 ehb@dgmr.nl
Auteur	ir. S.M. (Sharon) Ligthart 088 346 76 63 sli@dgmr.nl
Projectadviseur	ir. E.R. (Esther) Heblij 088 346 77 06 ehb@dgmr.nl
2e lezer/secr.	RMI|SMI

Inhoud

1. Samenvatting 4

2. Inleiding 8

3. Algemene uitgangspunten 10
3.1 Gebruiksfuncties 10
3.2 Afbakening bepaling brandklasse 10
3.3 Afbakening te beschouwen geveltypen 10
3.4 Afbakening varianten (vereenvoudiging ontwerpkeuzes) 11
3.5 Beschouwde gevelindeling 12
3.6 Brandklasse gevelmaterialen 13
3.7 Afscherming brandbare materialen 14
3.8 Warmtegeleidingscoëfficiënt isolatiematerialen 14
3.9 Milieuklassen en schaduwkosten isolatiematerialen 15

4. Technische consequenties aanscherping brandklasse 16
4.1 Bepaling brandklasse A2 versus brandklasse B 16
4.2 Specificatie aanscherping brandklasse casus geveltypen 16

5. Beschouwing aspecten 19
5.1 Gezondheid 19
5.2 Energiezuinigheid en Milieu 20

6. Bouwtechnisch 25
6.1 Uitzondering eis brandklasse – 5% regel 25
6.2 Uitzondering eis brandklasse – ramen en deuren 25
6.3 Uitzondering eis brandklasse – metalen vliesgevels 25
6.4 Uitzondering eis brandklasse – gelaagd glas/PV-panelen 26

7. Bouwkosten 28

8. Conclusie/ afsluitend 30

Bijlagen
Bijlage 1 Overzicht bepalingsmethoden en grenswaarde brandklasse A2 en B
Bijlage 2 Daglicht berekeningen - Casus geveltype 1
Bijlage 3 Thermische berekeningen (NTA8800) - Casus geveltype 1-3
Bijlage 4 Kosteneffect aanscherping brandklasse gevel - Casus geveltype 1-3

1. Samenvatting

In dit rapport zijn de effecten onderzocht van een eventuele aanscherping van de brandklasse van de gevel van B naar A2.

Algemene uitgangspunten
Allereerst zijn in hoofdstuk 3 de algemene uitgangspunten opgesteld. Dit onderzoek is gebaseerd op de aanbevelingen zoals deze zijn gedaan in het DGMR-rapport 'Risico's van gevels met brandklasse B'. In dit rapport zijn aanbevelingen gedaan de vereiste brandklasse te verhogen van B naar A2 voor:

- Woninggebouw en logiesgebouw van > 50 meter hoogte.
- Gezondheidszorggebouw waar minder zelfredzame personen verblijven van > 30 meter hoogte. Alleen van toepassing als de trappenhuizen onvoldoende zijn afgeschermd van een gevelbrand of als er maar één trappenhuis bereikbaar is.

Het onderzoek richt zich op drie geveltypen die veel worden toegepast en die als representatief worden beschouwd voor het in beeld krijgen van de effecten. Voor elk geveltype is één casus uitgewerkt, om de effecten van de aanscherping concreet inzichtelijk te maken. Daarnaast zijn ook twee standaard gevelindelingen bepaald, die als uitgangspunt dienen voor onder andere de daglichtberekeningen en de bouwkosten.

Verder zijn overzichten opgenomen van de brandklasse van gangbare materialen, de warmtegeleidingscoëfficiënt van isolatiematerialen en de milieuklassen en schaduwkosten van isolatiematerialen. In de afbakening van de bepaling van de brandklasse is bepaald dat het alternatief om de beoordeling van de brandklasse op basis van brandproeven op grote of middelgrote schaal, buiten beschouwing wordt gelaten in dit onderzoek.

Technische consequenties aanscherping brandklasse
In hoofdstuk 4 is de bepaling van brandklasse A2 versus brandklasse B nader toegelicht. Voor de bepaling van brandklasse A2 moeten ten opzichte van brandklasse B aanvullende testen worden uitgevoerd. Dit is een test waarbij de verbrandingswaarde van de afzonderlijke componenten in de gehele gevelopbouw wordt bepaald. Op basis van de norm moet daarbij al het brandbaar materiaal in een doorsnede van de gehele gevelopbouw worden bepaald.
Dit heeft grote consequenties voor opbouw van gevels. In het eerder aangehaalde DGMR-rapport is daarom voorgesteld om bij de invullingen van de eis alle materialen buiten beschouwing te laten die voldoende brandwerend zijn afgeschermd van de buitenlucht. Hiervoor zijn twee criteria voorgesteld, in dit rapport is vanwege de bekendheid in de Nederlandse situatie het EI 15 criterium gebruikt.

Voor de drie geveltypen is in paragraaf 4.2 van elke casus het effect van de aanscherping naar A2-brandklasse inzichtelijk gemaakt. Om te voldoen aan de aanscherping moeten onder andere de volgende aanpassingen worden gedaan:

- De niet-afgeschermde isolatie vervangen door A1/A2 isolatie. Dit kan door toepassing van glas- of steenwol, het isolatiepakket wordt hierdoor dikker.
- Houten stijl- en regelwerk in de spouw voldoet niet aan brandklasse A2, dit moet vervangen worden door bijvoorbeeld toepassing van een metalen achterconstructie.
- Een niet afgeschermd HSB-element moet voor zowel de isolatie als het houten stijl- en regelwerk voldoen aan brandklasse A2. Dit is voor hout echter niet mogelijk, dus moet het

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

HSB-element worden afgeschermd door de toevoeging van een A2-beplating, die voldoet aan EI 15.
- Isolatoren en rubbers in metalen vliesgevels (in het bijzonder elementengevels), maken het voor deze gevels onmogelijk om aan de A2 klasse te voldoen. Voor dit onderzoek is aangenomen dat deze vallen onder een uitzonderingsbepaling.

Beschouwing aspecten
In hoofdstuk 5 zijn onder gezondheid de deelaspecten daglicht en geluidwering behandeld. Onder energiezuinigheid en milieu zijn de deelaspecten thermische isolatie, BENG, milieuprestatie en biobased materialen besproken. De effecten van de voorgenomen aanscherping worden kwalitatief en (semi) kwantitatief worden besproken.

- Daglicht: Voor de aanscherping van de brandklasse naar A2 is gebleken dat in een aantal gevallen de isolatie dikker wordt en daarmee de hele gevel dikker wordt. Dit heeft uiteindelijk een negatieve invloed op de daglichttoetreding, omdat het raamoppervlak dat effectief bijdraagt aan de daglichttoetreding wordt beperkt. De achterliggende ruimte mag dan minder diep worden. Dit kan worden voorkomen door het raamoppervlak te vergroten. Berekeningen laten een afname van de diepte van de achterliggende ruimte zien tussen de 2,0-2,3%, óf een toename van het raamoppervlak tussen 1,9-5,6%.
- Geluidwering: Een beschouwing van het effect op de casussen laat zien dat door met name het aanpassen naar de A1/A2 isolatie in de vorm van glaswol en steenwol, de totale geluidwering niet significant verandert of beter wordt. Als er voor wordt gekozen om EI 15 plaatmateriaal toe te voegen om brandbare materialen af te schermen zal hierdoor de geluidwering verbeteren.
- Thermische isolatie: Afhankelijk van de afscherming van de buitenlucht, moet het isolatiemateriaal vervangen worden door isolatiemateriaal dat voldoet aan de brandklasse A1/A2. Om de isolatiewaarde van de gevel dan te behouden, moet in veel gevallen de dikte van het isolatiemateriaal worden vergroot. Volgens berekeningen kan dit tot een toename lijden van 50-55mm.
- BENG: Het netto-effect op de energieprestatie is niet generiek vast te stellen en wordt bepaald door meerdere factoren. Deze kunnen alleen voor concrete projecten worden vastgesteld.
- Milieuprestatie – MPG: Als er andere materialen worden toegepast om te voldoen aan de aanscherpte brandklasse, heeft dit effect op de milieuprestatie. Om het effect op de milieuprestatie indicatief te benaderen, is met MPG-berekeningen het verschil in de schaduwkosten inzichtelijk gemaakt. De uitkomsten laten zien dat het per casus verschillend is of de schaduwkosten kunnen toenemen of juist afnemen. Afhankelijk van het type isolatiemateriaal kunnen de schaduwkosten door aanscherping naar een A1/A2 isolatie toenemen of afnemen, voor deze casussen was er een afname van de schaduwkosten. Wanneer de gevelopbouw afgeschermd moet worden door een EI 15 materiaal, zal dit zorgen voor een toename van de schaduwkosten. In de casus van geveltype 3 zorgt de verdikking van de isolatie ook voor een verdieping van de profielen in de elementengevel, wat een negatief effect heeft op de schaduwkosten door toename aan materiaal.
- Biobased materialen: Biobased materialen komen in een grote verscheidenheid voor en hebben doorgaans brandklasse C-E. Dit betekent dat deze materialen nu alleen kunnen worden toegepast in de gevel, mits ze voldoende zijn afgeschermd van de buitenlucht en/of de spouw.

Bouwtechnisch
In hoofdstuk 6 wordt een aantal bouwtechnische aspecten besproken. De implicatie van een A2-eis voor de gevel is groot. Met name het onderdeel van de A2 bepalingsmethode dat grenswaarden

kent voor de maximale verbrandingswaarde per m² gevel levert praktisch een grote beperking op. In dit rapport zijn alle materialen achter een laag die aan EI 15 voldoet buiten beschouwing te laten. Daarnaast zijn er mogelijk nog vrijstellingen op de brandklasse nodig om een praktisch bruikbaar voorschrift te krijgen.

- In het Bouwbesluit is aangegeven dat 5% van het oppervlak niet hoeft te voldoen aan een brandklasse-eis. Om te voorkomen dat deze 5% geconcentreerd voorkomt op de gevel, wordt in een eerder DGMR-rapport (zie noot 1) voorgesteld om dit binnen een geveloppervlak van 3 x 3 meter te beschouwen.
- In de huidige systematiek van het Bouwbesluit wordt ook het kozijn vrijgesteld van de algemene eis. Ramen en deuren mogen voldoen aan brandklasse D. In bovengenoemd rapport wordt voorgesteld om hier brandklasse B te eisen.
- Voor metalen vliesgevels, die niet kunnen vallen onder de uitzondering voor kozijnen kan de impact van de aanscherping naar de klasse A2 zeer groot zijn. De A2 eis beperkt immers in hoge mate de hoeveelheid brandbaar materiaal dat in de gevel (over de volle diepte) aanwezig mag zijn. Rubber profielen, maar ook kunststoffen om de koudebrug in de metalen profielen te minimaliseren zullen de 5% vrijstelling overschrijden. Voor dit type gevels is het alternatief van de grote of middelgrote geveltest dus van belang.
- Op grond van de bepalingsmethode moet de hele doorsnede van de gevel worden beschouwd. Dit blijkt met name voor gelaagd glas en de toepassing van waterkerende folies een probleem. In eerdergenoemd rapport wordt voorgesteld om voor die materialen geen A2 te eisen, maar een B-klasse.
- Verder worden in toenemende mate PV-panelen geïntegreerd in de gevel. Om aan de B-klasse te kunnen voldoen worden die panelen nu gemaakt van gelaagd glas. Hierbij speelt echter niet alleen het gelaagd glas van het panelen een rol, maar ook de bekabeling en andere componenten van de elektrische installatie. Ook worden daardoor ontstekingsbronnen in de gevel geïntroduceerd. Het verdient dan ook aanbeveling om nader onderzoek te doen naar de toepassing van PV-panelen in gevels als de A2 eis in de regelgeving wordt opgenomen. Ook hier is voor de brandvoortplanting het alternatief van de grote of middelgrote geveltest dus van belang.

Bouwkosten
Voor de casussen van de drie geveltypen is het kosteneffect van de aanscherping naar brandklasse A2 inzichtelijk gemaakt. Het kosteneffect is berekend voor de drie casussen met zowel een open/dicht verhouding van 50/50 als 70/30. Voor de aanscherping naar brandklasse A2 is enerzijds de toeslag bepaald door de wijzing of toevoeging aan materialen om te voldoen aan de brandklasse en anderzijds is de toeslag berekend die gepaard gaat met het vergroten van het raamoppervlak door het verdikken van het gevelpakket vanuit de daglichtberekeningen.
De impact van de keuze van isolatiemateriaal en gevelafwerking zorgen samen met de verhouding open/dicht van de gevel voor de grootste verschillen in de berekeningen. Het kan per casus verschillend zijn of de gesloten gevel duurder of goedkoper is dan de open gevel. Het verschil in de toeslag van de bouwkosten voor de gevel varieert tussen -0,21% tot +8,7%, gemiddeld over alle casussen en geveltypen bedraagt het kosteneffect +3,2%. Bij een aanname dat de gevel circa 15% van de bouwsom is, zal op gebouwniveau de kostenstijging beperkt blijven tot circa 0,5%.

Conclusie
In hoofdstuk 8 is de conclusie opgenomen. Hoofdconclusie is dat het aanscherpen van de eis aan de brandklasse van de gevel van B naar A2 is voor de meer traditionele gevel (typen 1 en 2) technisch goed mogelijk wanneer in de regelgeving wordt opgenomen dat materialen die achter een EI 15

brandwerende beplating zitten, niet hoeven te worden beschouwd. Bij geveltype 3 (metalen elementengevel) is het voldoen aan de A2-klasse niet mogelijk, als niet een groot aantal onderdelen wordt vrijgesteld van deze eis. Het gaat hierbij weliswaar om relatief kleine onderdelen (rubbers, isolatoren), maar het is niet op voorhand evident dat met deze vrijstelling het doel bereikt wordt dat met de aanscherping is beoogd. Voor dit type gevels is het alternatief van de grote of middelgrote geveltest dus van belang.

2. Inleiding

De ATGB heeft in haar rapport van 30 maart 2020 naar aanleiding van de eerste fase van het Engelse onderzoek naar de brand in de Grenfell Tower (Grenfell Tower Inquiry phase 1) de aanbeveling gedaan onderzoek te doen naar de noodzaak om de eisen aan de brandvoortplanting voor gevels aan te scherpen. Dit onderzoek[1] heeft geleid tot een voornemen van het Ministerie van Binnenlandse zaken en Koninkrijksrelaties tot aanscherping van de eisen zoals verwoord in de annotaties voor JTC en OPB van eind 2021.

In deze annotaties wordt voorgesteld de brandklasse van de gevel, met enkele uitzonderingen, aan te scherpen van B naar A2 voor:

- Gebruiksfuncties waarin wordt geslapen hoger dan 50 meter (woonfunctie, logiesfunctie).
- Voor gebruiksfuncties waarin door minder-zelfredzamen wordt geslapen hoger dan 30 meter in het geval de trappenhuizen onvoldoende zijn afgeschermd van een gevelbrand of er maar één trappenhuis aanwezig is.

Het OPB heeft verzocht de effecten van deze aanscherping nader te onderzoeken.

De annotatie bevat ook een alternatief voor de aanscherping van brandklasse B naar A2, namelijk een beoordeling op basis van brandproeven op grote of middelgrote schaal, maar de effecten van de aanwezigheid van deze optie worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

De gevel is een complex bouwdeel, waar veel eisen samenkomen. Dit rapport bespreekt de belangrijkste hiervan. Bij sommige eisen zijn nu op gebouwniveau al complexe rekenmodellen nodig om te bepalen of wordt voldaan aan de eisen. Om een goed beeld te krijgen van de consequenties van de aanscherping zou alleen al voor het voldoen aan de geveleisen een parameterstudie moeten worden gedaan om de trends in de effecten goed in beeld te krijgen. Het geautomatiseerd uitvoeren van parameterstudies met dit soort complexe rekenmodellen staat helaas nog in de kinderschoenen. Een stap verder, waarbij meerdere aspecten, b.v. onderlinge beïnvloeding van de BENG- en daglichteisen in één studie worden beschouwd is daarom nog niet haalbaar.

In dit rapport is de beschouwing van een aantal aspecten dan ook niet kwantitatief uitgewerkt en dus ook niet uitgedrukt in geld. Voor de meest voor de hand liggende aspecten die invloed hebben op de dikte van gevel en daarmee op de grootte van de daglichtopeningen is dit wel gedetailleerd onderzocht. Ook bij deze meer gedetailleerd beschouwde onderdelen van deze studie moet de kanttekening worden geplaatst dat de toename van de dikte van de gevel in veel gevallen technisch kan worden ondervangen door de opbouw van de gevel te wijzingen. Deze ontwerpvrijheid is in dit rapport vanwege praktische beperkingen buiten beschouwing gelaten.

Hoofdstuk 3 van dit rapport geeft een overzicht van de gehanteerde uitgangspunten, casussen en inperkingen die zijn gehanteerd bij het opstellen van dit rapport.

In hoofdstuk 4 worden de technische gevolgen van de aanscherping omschreven, zowel in algemene zin als voor de in hoofdstuk 3 omschreven casussen.

[1] DGMR-rapport B.2020.1214.02.R001 – Risico's van gevels met brandklasse B – 19 oktober 2021

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

In hoofdstuk 5 worden de consequenties behandeld van deze technische gevolgen voor alle relevante aspecten van het Bouwbesluit, onderverdeeld in de onderdelen gezondheid en energiezuinigheid/milieu.

In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op bouwtechnische aspecten en hoofdstuk 7 beschouwt de bouwkosten.

Hoofdstuk 8 geeft tenslotte de conclusie.

3. Algemene uitgangspunten

3.1 Gebruiksfuncties

Slaapgebouwen

- Woninggebouw en logiesgebouw van > 50 meter hoogte.
- Gezondheidszorggebouw waar minder zelfredzame personen verblijven van > 30 meter hoogte. Alleen van toepassing als de trappenhuizen onvoldoende zijn afgeschermd van een gevelbrand of als er maar één trappenhuis bereikbaar is.

3.2 Afbakening bepaling brandklasse

De JTC- en OPB-annotaties bevatten een alternatief voor de aanscherping van brandklasse B naar A2, namelijk een beoordeling op basis van brandproeven op grote of middelgrote schaal. De effecten van de aanwezigheid van deze optie zijn in het hier gerapporteerde onderzoek buiten beschouwing gelaten. Bij het aanwijzen van een brandproef en de daarbij horende toetsingscriteria zou als uitgangspunt moeten worden gehanteerd dat een hoger veiligheidsniveau wordt bereikt dan met de huidige B-klasse het geval is, maar dat lager ligt dan een A2-klasse-eis voor de gehele gevel. Ook in het huidige voorstel voor aanscherping zit een variant die door toepassing van een 15 minuten brandwerende plaat in de gevelopbouw (zie paragraaf 3.7) de uitwerking van de A2-eis beperkt tot het deel voor deze plaat. Aangezien deze voorziening op relevante plaatsen is meegenomen bij de beschouwde effecten mag worden aangenomen dat dit rapport voorzieningen bevat waarvan bij een brandproef zou kunnen blijken dat deze overbodig zijn.

3.3 Afbakening te beschouwen geveltypen

Het onderzoek richt zich op drie geveltypen die veel worden toegepast en die als representatief worden beschouwd voor het in beeld krijgen van de effecten. Het gaat hierbij om de volgende typen:

1. Gevel met een massief binnenspouwblad, een geventileerde spouw met isolatie en een buitenblad bestaande uit steenachtige materialen of een beplating (type 1a/3a van het Borgingsprotocol brandveiligheid gevels).
2. Gevels met een samengesteld binnenspouwblad waarin ook de isolatie is opgenomen (o.a. HSB), een geventileerde spouw en een buitenblad bestaande uit steenachtige materialen of een beplating (type 1b/3b van het Borgingsprotocol brandveiligheid gevels).
3. Metalen (aluminium) vliesgevels.

Casussen

Voor elk geveltype is één casus uitgewerkt, om de effecten van de aanscherping concreet inzichtelijk te maken.

1. Casus geveltype 1: betonnen binnenspouwblad, resol-isolatie (brandklasse B), geventileerde spouw (geen spouwonderbreking), RVS-spouwankers en een buitenblad bestaande uit aluminium beplating.
2. Casus geveltype 2: HSB-element gevuld met minerale wol, waterkerende folie, geventileerde spouw, houten stijl- en regelwerk, keramiek tegels (mechanisch bevestigd).
3. Casus geveltype 3: Elementengevel bestaande uit aluminium stijl en regelwerk, dichte delen gevuld met PIR-isolatie en aan beide zijdes afgedekt met 3 mm aluminium beplating.

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

figuur 1: casus geveltype 1

figuur 2: casus geveltype 2

figuur 3: casus geveltype 3

De keuzes voor bovenomschreven geveltypen en -opbouwen is arbitrair. Voor een gekozen buitenbekleding kan uiteraard een ander materiaal worden gekozen. Het feit dat in de gekozen casussen al veel materialen met een A1 of A2-klasse worden toegepast volgt uit wetenschap dat samengestelde constructies pas aan een B-klasse kunnen voldoen als een deel van de materialen heel weinig of geen bijdrage levert aan de verbranding. Door bekledingsmaterialen voor en na de wijziging van klasse B naar klasse A2 gelijk te houden kan een goede vergelijking van beide situaties worden gemaakt.

Van een beperkt aantal producten zijn zowel varianten beschikbaar voor de B als de A2-klasse (b.v. Aluminium Composiet Materiaal ACM). Voor de hogere prestatie die de A2 variant levert zal dit materiaal ook om commerciële redenen duurder worden gemaakt dan de B variant. Er kan echter ook voor worden gekozen om een materiaal toe te passen dat aan A2 voldoet zonder dat dit consequenties heeft voor de prijs. In deze studie is daarom aangenomen dat het toepassen van een A2 'buitenspouwblad' niet kostenverhogend hoeft te werken (zie ook paragraaf 3.4).

3.4 Afbakening varianten (vereenvoudiging ontwerpkeuzes)

Het is praktisch gezien binnen het kader van dit onderzoek niet mogelijk om alle mogelijk keuzen te onderzoeken die deel uitmaken van het technisch ontwerpen van een gevel die in plaats van aan een B-klasse aan een A2-klasse moet voldoen. Zo kan het dikker worden van het isolatiepakket van een gevel in het ontwerp soms worden gecompenseerd door een dunnere buitenafwerking te kiezen of een samengesteld binnenspouwblad toe te passen. Daarmee kan het negatieve effect van het dikker worden van de gevel worden vermeden. In dit rapport is ervoor gekozen deze keuzemogelijkheden te negeren, zodat de effecten als een 'worst-case' worden beschouwd.

3.5 Beschouwde gevelindeling

Op basis van een analyse van gevelontwerpen van hoge woon- en zorggebouwen, zijn twee standaard gevelindelingen bepaald:

1. Gevelindeling 50/50, met een borstwering over de gehele breedte. Deze indeling kan worden toegepast in zorggebouwen en bij woongebouwen waar hoge eisen worden gesteld aan de geluidwering van de gevel.
2. Gevelindeling 70/30, met verdiepingshoge ramen. Deze indeling kan worden toegepast in hoge woongebouwen, waar veel daglichttoetreding gewenst is.

De gevelindeling geeft een open/dicht verhouding aan. Voor deze te beschouwen gevelindelingen betreft dat de verhouding van open geveldelen inclusief kozijn tot de dichte geveldelen. Beide bepaald over het stramien van buitenaf beschouwd.

Er is als casus gekozen voor een stramien van 3,6 meter breed en 3,0 meter hoog.

figuur 4: gevelindeling open/dichtverhouding van 50/50, van buitenaf bepaald

figuur 5: gevelindeling open/dichtverhouding van 70/30, van buitenaf bepaald

3.6 Brandklasse gevelmaterialen

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van gangbare materialen en de brandklasse waar deze, als afzonderlijk materiaal getest, aan kunnen voldoen.

tabel 1: brandklasse materialen voorkomend in de gevel

Hoofdcategorie	Materiaal	Brandklasse
Isolatie		
	Steenwol	A1
	Glaswol	A1
	PIR	C-E
	Resol	B-C
	EPS	E
	Vlas en biobased isolatiematerialen	C-E
	XPS	E
	Cellulair glas (CG)	A1
Glas		
	Floatglas	A1
	Gelaagd glas	B-C
	Gehard glas	A1
Gevelafwerking		
	Aluminium	A1
	Staal	A1
	Natuursteen	A1
	Metselwerk	A1
	Beton	A1
	ACM A2	A2
	ACM FR	B
	ACM PE	D-E
	Vezelcement panelen	A2-B

Hoofdcategorie	Materiaal	Brandklasse
	Houten gevelbekleding onbehandeld	D-E
	Houten gevelbekleding geïmpregneerd	B - D
	GVK-composiet	B - E
	Polymeerbeton	B
Conservering metalen gevelonderdelen		
	Polyester poedercoating, laagdikte >120mu	B
	Polyester poedercoating, laagdikte ≤120mu	A2
	PVDF-coating	A2
	Plastisolcoating maximaal 200 µm	C
	Anodiseren	A1
Overige		
	Metalen ankers	A1
	Houten ophangconstructie plaatgevels onbehandeld	D
	Houten ophangconstructie plaatgevels geïmpregneerd	B
	Folies	B-E
	EPDM-afdichtingsprofielen	E
	TPE (Neopreen) afdichtingsprofielen	E
	Siliconen afdichtingsprofielen	E
	Kitten	E
	Dichtingstapes	E

3.7 Afscherming brandbare materialen

In het DGMR-rapport B.2020.1214.02.R001 - Risico's van gevels met brandklasse B van 19 oktober 2021 is voorgesteld bij de bepaling van de brandklasse alle materialen buiten beschouwing te laten die voldoende brandwerend zijn afgeschermd van de buitenzijde. Hiervoor zijn in dit rapport twee criteria voorgesteld te weten EI 15 of K1 volgens NEN EN 13501-2. Voor dit rapport is vanwege de bekendheid voor EI 15 gekozen als maatregel om brandbare materialen in de gevel af te schermen van 'grenzend aan de buitenlucht' (zie ook paragraaf 4.1)

Voorbeelden van materialen die voldoen aan een brandwerendheid EI15 en voldoende weersbestendig zijn voor toepassing in een geventileerde spouw worden in tabel 2 gegeven.

tabel 2: voorbeelden van plaatmaterialen die voldoen aan EI15

Materiaal	Dikte (mm)
Calciumsilicaatplaat	10
Cementgebonden spaanplaat A2-klasse	15
Magnesiumoxideplaat vezelversterkt	12
Gipsvezelplaat	12,5
Cementgebonden lichtbetonplaat vezelversterkt	12,5

3.8 Warmtegeleidingscoëfficiënt isolatiematerialen

Representatieve waarden voor de warmtegeleidingscoëfficiënt van isolatiematerialen, volgens NTA 8800:2022 nl, tabel E.10 en E.11. Hierbij is een selectie gemaakt van de meest voorkomende isolatiematerialen die toegepast worden in hoge woon- en zorggebouwen.

tabel 3: warmtegeleidingscoëfficiënt/ lambda -waarde isolatiematerialen

Isolatiemateriaal	Warmtegeleidingscoëfficiënt λD [W/m.K] (NTA8800)	Aangehouden in dit onderzoek λ [W/m.K]
Steenwol (platen en dekens)	0,031 - 0,045	0,035
Glaswol (platen en dekens)	0,030 - 0,044	0,035
Geëxpandeerd polystyreen (EPS) (plaat)	0,031 - 0,045	0,035
Geëxtrudeerd polystyreen (XPS)	0,028 - 0,040	0,035
Polyurethaan (PUR)/ Polyisocyanuraat (PIR) hardschuim (platen)	0,023 - 0,029	0,025
Fenolformaldehyde of resol (PF)	0,021 - 0,025	0,023

Isolatiemateriaal	Warmtegeleidingscoëfficiënt λD [W/m.K] (NTA8800)	Aangehouden in dit onderzoek λ [W/m.K]
Cellulair glas (CG)	0,038 - 0,050	0,045
Vlaswol*	0,050	0,050

** forfaitaire waarde*

3.9 Milieuklassen en schaduwkosten isolatiematerialen

De milieuclassificering is constant onderhevig aan verandering De berekeningen in paragraaf 5.2.5 zijn gemaakt met GPR Materiaal versie 5. Er is voor de berekening gebruik gemaakt van de productendatabase met datum 03 december 2021 van de nationale milieudatabase versie 3.0. Het ontbreekt in de nationale milieudatabase aan overzichtelijke tabellen om de verschillende materialen te vergelijken, daarom is onderstaande tabel ter illustratie opgenomen met waarden uit de NIBE-database. Hierin kunnen verschillen zitten, omdat er verschillende bepalingsmethoden gebruikt worden.

In onderstaande tabel zijn de waardes voor de milieuklasse en schaduwkosten van spouwisolatie, volgens de milieuclassificaties van de NIBE-database van april 2022 weergegeven

tabel 4: milieuklassen en schaduwkosten spouwisolatie

Product	Milieuklasse	Schaduwkosten
Vlasplaten	1a	€ 0,26
Houtvezel flexibele isolatie (55 kg/m3)	2a	€ 0,48
Schuimisolatie van biopolymeren(BIO-EPS)	3a	€ 0,84
Biobased EPS parels	3a	€ 0,85
EPS platen	3c	€ 1,14
Glaswol platen	4a	€ 1,38
Celluloseplaten	4b	€ 1,62
PUR/PIRschuim platen (pentaan geblazen)	4b	€ 1,65
Steenwol platen	4c	€ 1,81
XPS platen	5c	€ 3,21
Cellulair glas	6a	€ 4,14
Schapenwol	>7c	€ 32,04

4. Technische consequenties aanscherping brandklasse

4.1 Bepaling brandklasse A2 versus brandklasse B

Om de consequenties van de aanscherping te doorgronden is begrip nodig van de verschillen in de bepalingsmethode van de brandklassen A2 en B. Voor brandklasse B moet na de kleine vlamtest volgens EN ISO 11925-2:2020 een SBI (Single Burning Item) test worden uitgevoerd volgens NEN-EN 13823:2020. De SBI test moet worden uitgevoerd op een materiaal of een combinatie van materialen zoals deze in het gebouw worden toegepast ('end use').

Voor brandklasse A2 vervalt de kleine vlamtest en moet naast de SBI een test worden uitgevoerd volgens EN-ISO 1716 (of EN ISO 1182). Dit is een test waarbij de verbrandingswaarde van de componenten in de gevelopbouw wordt bepaald. Deze verbrandingswaarde (energie-inhoud) van de afzonderlijk componenten wordt vervolgens getoetst aan een grenswaarde voor de verbrandingswaarde per kg voor homogene producten en dikke lagen en een verbrandingswaarde per m^2 voor dunne lagen, waarbij 'dun' betekent < 1 kg/m^2 en < 1 mm dik. Aan beide grenswaarden moet worden voldaan. Op basis van de norm moet daarbij al het brandbaar materiaal in een doorsnede van de gehele gevelopbouw worden bepaald.

Dit heeft grote consequenties voor opbouw van gevels. In het DGMR-rapport B.2020.1214.02.R001 – Risico's van gevels met brandklasse B van 19 oktober 2021 is daarom voorgesteld bij de bepaling van de brandklasse alle materialen buiten beschouwing te laten die voldoende brandwerend zijn afgeschermd van de buitenlucht. Hiervoor zijn in dit rapport twee criteria voorgesteld te weten EI 15 of K1 volgens NEN EN 13501-2. In dit rapport is vanwege de bekendheid in de Nederlandse situatie het EI 15 criterium gebruikt.
In het Bouwbesluit is aangegeven dat 5% van het oppervlak niet hoeft te voldoen aan een brandklasse-eis. Om te voorkomen dat deze 5% geconcentreerd voorkomt op de gevel wordt in bovengenoemd rapport (zie noot 1) voorgesteld om dit binnen een geveloppervlak van 3 x 3 meter te beschouwen.

4.2 Specificatie aanscherping brandklasse casus geveltypen

Voor de casussen van de verschillende geveltypes is het effect van de aanscherping naar A2-brandklasse in figuur 6 t/m figuur 8 inzichtelijk gemaakt. Er is hierbij per geveltype gekozen voor de meest economische oplossing.

Waar hier wordt gesteld 'moet voldoen aan' is bedoeld 'moet volgens de prestatie-eisen voldoen aan'. De mogelijkheid van een gelijkwaardige oplossing in de zin van artikel 1.3 van het Bouwbesluit 2012 is hier dus niet beschouwd. Daarnaast is de 5% vrijstelling volgens artikel 2.70 van het Bouwbesluit 2012 van toepassing naast het 'moeten voldoen'.

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

- Beplating: materialen direct grenzend aan de buitenlucht moeten voldoen aan brandklasse A2.
- Spouw is geventileerd, dus ankers in de spouw moeten voldoen aan brandklasse A2 of kunnen onder de 5% vrijstelling vallen.
- De toegepaste isolatie is niet afgeschermd van de geventileerde spouw en grenst dus aan de buitenlucht, de isolatie moet hiermee voldoen aan brandklasse A2. Dit kan door toepassing van glas- of steenwol, het isolatiepakket wordt daardoor dikker. Voor de casusstudie is hier gekozen voor glaswol omdat dit de eenvoudigste oplossing is.

figuur 6: aanduiding brandklasse casus geveltype 1

- Keramiek tegels: materialen direct grenzend aan de buitenlucht moeten voldoen aan brandklasse A2.
- Stijl- en regelwerk in de spouw voor de bevestiging van de gevelbekleding moet voldoen aan brandklasse A2. In deze casus is gekozen voor een aluminium achter-constructie.
- Het toegepaste HSB met isolatie is hier niet voldoende afgeschermd van de geventileerde spouw door de waterkerende folie. Zowel de isolatie als het houten stijl- en regelwerk moet voldoen aan brandklasse A2. Dit is voor hout echter niet mogelijk.
- Dus moet het HSB-element worden afgeschermd door de toevoeging van een A2-beplating, die voldoet aan EI 15. Voor deze casus is gekozen voor een vezelcementplaat (15 mm). Het HSB-element met isolatie grenst hiermee niet aan de spouw/buitenlucht.
  Het HSB-element inclusief isolatie achter deze plaat hoeft in dit geval niet te voldoen aan brandklasse A2.
- De waterkerende folie en EPDM/bitumen band onder in de spouw zijn uitgezonderd van de aanscherping naar brandklasse A2, deze moeten voldoen aan brandklasse B.

figuur 7: aanduiding brandklasse casus geveltype 2

- Plaatwerk buitenzijde paneel: materialen direct grenzend aan de buitenlucht moeten voldoen aan brandklasse A2.
- Klem- en deklijsten: materialen direct grenzend aan de buitenlucht moeten voldoen aan brandklasse A2.
- De isolatie is niet voldoende afgeschermd van de buitenlucht door het aluminium plaatwerk (voldoet niet aan EI 15). De isolatie moet voldoen aan brandklasse A2. Dit kan door toepassing van glas- of steenwol, het isolatiepakket wordt daardoor dikker. Voor de casusstudie is hier gekozen voor steenwol.
  In deze casus is ervoor gekozen om de profielen van de elementengevel ook te verdiepen, zodat deze ter plaatse van vloeraansluiting gelijkloopt met het verdikte isolatiepakket.
- Doorzichtglas valt analoog aan de uitzondering voor ramen en deuren onder de daarvoor voorgestelde uitzondering (klasse B).
- Isolatoren en rubbers vallen mogelijk onder de 5%-uitzondering.

figuur 8: aanduiding brandklasse casus geveltype 3

5. Beschouwing aspecten

In dit hoofdstuk zullen voor de volgende deelaspecten de effecten van de voorgenomen aanscherping kwalitatief en (semi) kwantitatief worden besproken.

- Gezondheid
  - daglicht
  - geluidwering
- Energiezuinigheid en Milieu
  - thermische isolatie (Rc-eisen)
  - BENG
  - milieuprestatie - MPG
  - biobased materialen

5.1 Gezondheid

5.1.1 Daglicht

Voor de aanscherping van de brandklasse naar A2 is gebleken dat in een aantal gevallen de isolatie dikker wordt en daarmee de hele gevel dikker wordt. De toename van het isolatiepakket is voor de drie casussen berekend in hoofdstuk 5.2.1 Thermische isolatie. Dit heeft uiteindelijk een negatieve invloed op de daglichttoetreding en daarmee de daglichtfactor, omdat het raamoppervlak dat effectief bijdraagt aan de daglichttoetreding wordt beperkt.

Als de daglichttoetreding afneemt, heeft dit effect op de diepte van de achterliggende ruimte. De achterliggende ruimte mag dan minder diep worden. Dit kan worden voorkomen door het raamoppervlak te vergroten. Meestal wordt er enige marge aangehouden om aan de daglichtfactor te voldoen en heeft het daarom niet direct invloed op het ontwerp.

Om het effect op de daglichttoetreding toch te kwantificeren, is aan de hand van de daglichtfactor de grenswaarde berekend voor de diepte van de achterliggende ruimte en de grenswaarde van het raamoppervlak. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens NEN-EN 17.037 omdat deze norm naar verwachting bij invoering van het BBL de huidige methode zal vervangen. Voor de toetsing zijn de grenswaarden van het BBL gehanteerd. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 2.
Voor de berekening zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- opbouw van gevel volgens casus van geveltype 1 (grootste toename dikteverschil isolatiemateriaal: +55 mm als gevolg van een minder goed isolerende werking van minerale wol ten opzichte van kunststofschuim, zie hoofdstuk 5.2.1);
- dikte gevelpakket - huidige situatie = 345 mm: 200 mm betonnen binnenspouwblad, 115 mm resol-isolatie, 27 mm spouw en een buitenblad bestaande uit 3 mm aluminium beplating;
- dikte gevelpakket bij aanscherping naar brandklasse A2: 345mm + 55mm = 400 mm;
- gevelindeling, stramien en hoogte van achterliggende ruimte volgens de 50/50 gevelindeling uit figuur 4 in hoofdstuk 3.5;
- toetsing aan daglichtfactor voor de gebruiksfuncties wonen (DTvg= 1,0%) en gezondheidszorg (DTvg= 0,5%). DTvg is de minimum daglichtfactor die op 50% van het verblijfsgebied gehaald moet worden. Rekenraster op een afstand van 0,5 meter tot binnenzijde gevel.

tabel 5: vergelijking grenswaarde diepte achterliggende ruimte aan de hand van daglichtfactor

	Huidige situatie: Gevelopbouw 345mm	Aanscherping ≤ A2: Gevelopbouw 400mm	Afname diepte achterliggende ruimte
Casus geveltype 1 • Woonfunctie	9,9m[1]	9,7m[1]	2,0%
Casus geveltype 1 • Gezondheidszorg	12,9m[1]	12,6m[1]	2,3%

tabel 6: vergelijking grenswaarde raamoppervlak aan de hand van daglichtfactor

	Huidige situatie: Gevelopbouw 345mm	Aanscherping ≤ A2: Gevelopbouw 400mm	Toename raamoppervlak
Casus geveltype 1 • Woonfunctie	5,4m²	5,5m²	1,9%
Casus geveltype 1 • Gezondheidszorg	5,4m²	5,7m²	5,6%

5.1.2 Geluidwering

Effect op de geluidsisolatie van het gesloten geveldeel:

- Casus geveltype 1, glaswol in plaats van Resol: geen effect op de geluidsisolatie. De geluids-isolatie wordt in dit geval bepaald door de massa van het betonblad, de spouwvulling is dan niet significant voor de totale geluidsisolatie.
- Casus geveltype 2, extra beplating: toename geluidsisolatie met 6 dB(A). Door toename van de massa van het HSB-element wordt de geluidsisolatie beter.
- Casus geveltype 3, steenwol in plaats van PIR: toename van de geluidsisolatie met 5 dB. Doordat de spouwvulling met steenwol geluidsabsorberend en minder stijf is, zal de geluidsisolatie beter worden.

Of de verbetering van de geluidisolatie een (financieel) voordeel oplevert hangt af van de geluidbelasting op de gevel. Dit is dus afhankelijk van de locatie waar gebouwd wordt. Er zullen in dat geval geen of minder aanvullende voorzieningen hoeven te worden getroffen. De kostenstijging van de aanscherping van de brandklasse wordt in deze gevallen dus gecompenseerd door geen of geringere meerkosten voor het realiseren van de noodzakelijke geluidisolatie. Het is aannemelijk dat de grote bouwopgave voor de komende jaren leidt tot een toename van het bouwen op geluid belaste locaties.

5.2 Energiezuinigheid en Milieu

5.2.1 Thermische isolatie

Afhankelijk van de afscherming van de buitenlucht, moet het isolatiemateriaal vervangen worden door isolatiemateriaal dat voldoet aan de brandklasse A2. Om de isolatiewaarde van de gevel dan te behouden, moet in veel gevallen de dikte van het isolatiemateriaal worden vergroot.
De isolatiematerialen met een lage warmtegeleidingscoëfficiënt, bijvoorbeeld PIR, PUR, resol (λ = 0,023-0,025), vallen binnen brandklasse B-E en moeten vervangen worden door isolatiemateriaal dat minimaal voldoet aan brandklasse A2. Dit zijn isolatiematerialen met een hogere warmtegeleidingscoëfficiënt, bijvoorbeeld steenwol, glaswol en cellulair glas (λ = 0,035-0,045).

Voor de casussen van de verschillende geveltypes hebben we het effect van de aanscherping ook in kaart gebracht. Allereerst hebben we berekend hoeveel isolatie er als uitgangspunt nodig is om aan de Bouwbesluiteis te voldoen: Rc-waarde ≥ 4,7 m^2K/W voor de dichte gevel. Daarna hebben we getoetst of het isolatiemateriaal vervangen moet worden om aan de brandklasse te voldoen,

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

zie hoofdstuk 4.2. Als het isolatiemateriaal vervangen moet worden door isolatiemateriaal dat voldoet aan brandklasse A2, is berekend hoeveel extra isolatie er aangebracht moet worden om de totale isolatiewaarde te houden.

Casus 1-3|Uitgangspunt dikte isolatiemateriaal
Voor de casussen zijn onderstaande afmetingen van de gevelonderdelen als uitgangspunt aangehouden voor een Rc-waarde van ± 4,7 m^2K/W. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 3. Alleen van de elementen die invloed hebben op de isolatiewaarde zijn de afmetingen/aantallen benoemd.

1. Casus geveltype 1: 200 mm betonnen binnenspouwblad, 115 mm resol-isolatie (brandklasse B), sterk geventileerde spouw (geen spouwonderbreking), rvs-spouwankers (Ø5 mm, ±4/m^2) en een buitenblad bestaande uit aluminium beplating.
2. Casus geveltype 2: 240 mm HSB-element gevuld met minerale wol (houtpercentage 15%), met een 12 mm gipskartonplaat aan de binnenruimtezijde. Spouwzijde HSB: waterkerende folie, sterk geventileerde spouw, houten stijl- en regelwerk, keramiek tegels (mechanisch bevestigd).
3. Casus geveltype 3: Elementengevel bestaande uit aluminium stijl en regelwerk, dichte delen gevuld met 120 mm PIR-isolatie en aan beide zijdes afgedekt met 3 mm aluminium beplating.

Casus 1-3|Toetsing brandklasse isolatiemateriaal
In hoofdstuk 4 is de uitgebreide onderbouwing gegeven welke onderdelen aan brandklasse A2 moeten voldoen en welke kunnen worden uitgezonderd. Dit heeft het volgende effect op de beschreven casussen.

1. Casus geveltype 1: De toegepaste resol-isolatie is niet afgeschermd van de geventileerde spouw en grenst dus aan de buitenlucht, de isolatie moet vervangen worden door een isolatiemateriaal dat voldoet aan brandklasse A2, bijvoorbeeld glaswol.
2. Casus geveltype 2: Het hout in het HSB-element is niet afgeschermd van de geventileerde spouw en grenst dus aan de buitenlucht. Het HSB-element inclusief isolatie zou dus moeten voldoen aan brandklasse A2, maar dat is niet mogelijk. Een mogelijkheid is om het HSB-element aan de spouwzijde af te schermen door A1/A2 beplating die voldoet aan EI 15. Het HSB-element is dan voldoende afgeschermd en hoeft zelf niet te voldoen aan brandklasse A2.
3. Casus geveltype 3: De PIR-isolatie is niet voldoende afgeschermd van de buitenlucht door het aluminium plaatwerk (voldoet niet aan EI 15). De PIR-isolatie moet vervangen worden door een isolatiemateriaal dat voldoet aan brandklasse A2, bijvoorbeeld steenwol (glaswol is niet drukvast genoeg om sandwichpanelen mee de maken).

Casus 1-3|Dikte isolatiepakket bij aanscherping brandklasse A2
Als het huidige isolatiemateriaal vervangen moet worden door een isolatiemateriaal dat voldoet aan brandklasse A1/A2, is in tabel 7 aangegeven hoeveel dikte aan isolatiemateriaal nodig is om aan dezelfde Rc-waarde te voldoen en wat het dikteverschil van het isolatiemateriaal in de gevel is.

tabel 7: dikte en dikteverschil isolatiemateriaal aanscherping brandklasse A2

	Isolatiemateriaal huidige situatie	Isolatiemateriaal aanscherping ≤ A2	Dikteverschil isolatiemateriaal
Casus geveltype 1	115 mm Resol (brandklasse B)	170 mm glaswol (brandklasse A1)	+ 55 mm
Casus geveltype 2	240 mm minerale wol (brandklasse A1)	240 mm minerale wol (brandklasse A1)	0 mm
Casus geveltype 3	120 mm PIR (brandklasse C-E)	170 mm steenwol (brandklasse A1)	+ 50 mm

5.2.2 BENG

De dikte en het type van het isolatiemateriaal in de gevel heeft geen directe invloed op de energieprestatie van het gebouw (BENG) zolang de warmteweerstand (R_c-waarde) niet verandert. De detailaansluiting tussen raam en gesloten geveldeel zal veranderen en daarmee ook de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt (psi-waarde/ψ). Dit heeft invloed op de totale warmtetransmissie van de gevel en dus ook invloed op BENG. In hoeverre dit een positieve of negatieve invloed heeft, is volledig afhankelijk van de gekozen detaillering. Uitgangspunt voor deze studie is dat de effecten hiervan niet worden meegenomen, ook omdat in de meeste gevallen in de berekening de forfaitaire waarden worden gebruikt.

Wanneer de afmetingen van het raam groter moeten worden om bijvoorbeeld dezelfde daglichttoetreding te verkrijgen, kan dit invloed hebben op de energieprestatie. Hier kan gelijktijdig een positief en negatief effect ontstaan:

- Een groter glasoppervlak geeft meer warmteverlies.
- Afhankelijk van de geveloriëntatie kan de koelvraag toenemen.
- Afhankelijk van de geveloriëntatie kan de zoninstraling extra warmtewinst opleveren.

Het netto-effect op de energieprestatie is dus niet generiek vast te stellen en wordt bepaald door meerdere factoren. Deze kunnen alleen voor concrete projecten worden vastgesteld. Zie ook paragraaf 3.4.

5.2.3 Milieuprestatie - MPG

De milieuprestatie van een gebouw (MPG) wordt beoordeeld door de berekening van de totale schaduwkosten per m² BVO per jaar van het gebouw. De MPG-eis van 0,8 betekent dus dat de schaduwkosten van het gebouw niet meer mogen bedragen dan € 0,80/m² BVO. Doel hiervan is het identificeren, stimuleren en documenteren van het gebruik van materialen met een lage milieu-impact gedurende de volledige levenscyclus van het gebouw.

Als er andere materialen worden toegepast om te voldoen aan de aanscherpte brandklasse, heeft dit effect op de milieuprestatie. Voor het aandeel van de gevel is dit geheel afhankelijk van het type gevel en de toegepaste materialen. Om het effect op de milieuprestatie indicatief te benaderen, zijn met MPG-berekeningen de schaduwkosten inzichtelijk gemaakt[2]. Dit is berekend voor de drie casussen, van de huidige en aangescherpte situatie. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 4. De berekeningen zijn gemaakt met het programma GPR Materiaal. De gehanteerde rekenmethode is bedoeld om de schaduwkosten op gebouwniveau te bepalen. Gedetailleerde nuanceverschillen in de gevelopbouw zijn daardoor lastig inzichtelijk te maken. De uitkomsten zijn daarom een benadering van de schaduwkosten.

Voor de berekening zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- opbouw van gevel volgens casus van geveltypen 1 t/m 3, alleen dichte gevel;
- geveloppervlak: 1,0 m²;
- vloeroppervlak achterliggende ruimte: 1,0 m² BVO;
- levensduur woonfunctie: 75 jaar, levensduur gezondheidszorgfunctie: 50 jaar.

[2] Gezien de beperkte invloed op de grootte van de daglichtopeningen (zie par. 5.1.1) is in het kader van dit onderzoek alleen de mutatie van de opbouw van de dichte geveldelen beschouwd.

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

tabel 8: vergelijk schaduwkosten gevel

	Schaduwkosten huidige situatie	Schaduwkosten aanscherping A2	Verschil schaduwkosten*
Casus geveltype 1			
• Woonfunctie	€ 0,26	€ 0,23	-9,3%
• Gezondheidszorg	€ 0,35	€ 0,31	-10%
Casus geveltype 2			
• Woonfunctie	€ 0,16	€ 0,20	+28%
• Gezondheidszorg	€ 0,24	€ 0,39	+19%
Casus geveltype 3			
• Woonfunctie	€ 0,33	€ 0,33	+2,2%
• Gezondheidszorg	€ 0,37	€ 0,38	+2,7%

**bij een negatief percentage is er sprake van afname van de schaduwkosten*

Beschouwing uitkomsten

- Geveltype 1:
  De uitkomsten van de MPG-berekening laten een afname van de schaduwkosten zien. Dit komt doordat de isolatie wijzigt van Resol naar glaswol en de schaduwkosten van glaswol lager zijn.
- Geveltype 2:
  De schaduwkosten zijn toegenomen door de toevoeging van een EI15 plaat in de spouw, in de vorm van een vezelcementplaat. Daarnaast zal, om aan de aanscherping van de brandklasse te voldoen, ook het houten stijl- en regelwerk in de spouw aangepast moeten worden naar een metalen achterconstructie.
- Geveltype 3:
  Twee factoren spelen een rol in de wijziging van de schaduwkosten. De aanpassing van PIR-isolatie naar steenwolisolatie zorgt enerzijds voor een lichte verlaging van de schaduwkosten[3]. Anderzijds moet vanwege een dikker van het isolatiepakket ook de elementengevel dieper worden, dit vanwege de aansluiting ter plaatse van de vloer. Deze toename van stijldiepte zorgt uiteindelijk voor een stijging van de schaduwkosten.

In de tabel is het verschil in schaduwkosten voor de dichte geveldelen weergegeven. Op basis van een analyse van een aantal utiliteits- en woningbouwprojecten blijft dat dit onderdeel 8–10% uitmaakt van de totale schaduwkosten van een gebouw[4]. Dit betekent op basis van de onderzochte casussen dat de voorgenomen aanscherping van de brandklasse eisen de schaduwkosten voor het hele gebouw maximaal 2-3% verhoogt (de MPG slechter wordt).

Biobased materialen

Biobased materialen komen in een grote verscheidenheid voor en hebben doorgaans brand-klasse C-E. Dit betekent dat deze materialen nu alleen kunnen worden toegepast in de gevel, mits ze voldoende zijn afgeschermd van de buitenlucht en/of de spouw. Bij een aanscherping van brandklasse B naar A2, heeft dit in grote lijnen daarom geen effect op de toepassing.

[3] Deze constatering is tegenstrijdig met de benoemde schaduwkosten voor PIR en steenwolisolatie in tabel 4. Dit is te wijten aan de verschillende bepalingsmethoden voor de milieuclassificering
[4] Dit wordt bevestigd in de Gids-Milieuprestatieberekeningen juli 2020 van MBD. Daarin wordt voor woningenbouw de bijdrage van de gehele gevel geschat op 13-18%.

Er zijn ook bewerkte biobased producten verkrijgbaar die door toevoeging van een brandvertragend impregneermiddel kunnen voldoen aan brandklasse B.[5] Dit gaat echter ten koste van het milieuvriendelijke karakter en de milieuprestatie van het product.
Voor deze producten geldt dat ze nu afhankelijk van de verdere opbouw van de gevel eventueel zonder afscherming kunnen worden toegepast. Voor een aanscherping naar brandklasse A2 moeten echter ook deze materialen voldoende (EI 15) worden afgeschermd van de buitenlucht of spouw. Wanneer voldoende afgeschermd, is een impregnatie van het biobased materiaal daarmee overbodig.

[5] Deze producten zijn niet opgenomen in tabel 1.

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

6. Bouwtechnisch

Zoals in pararaaf 4.1 al aangegeven, is de implicatie van een A2-eis voor de gevel groot. Met name de maximale verbrandingswaarde per m² gevel levert praktisch een grote beperking op. Zo zal een polyester poedercoating op een aluminium beplating bij een laagdikte van 60 micrometer al meer dan 50% van de maximaal toegelaten verbrandingswaarde voor een toplaag vertegenwoordigen.
In dit rapport zijn, zoals beschreven in paragraaf 3.7, alle materialen achter een laag die aan EI 15 voldoet, buiten beschouwing gelaten. Maar ook daarnaast zijn er nog vrijstellingen nodig om een praktisch bruikbaar voorschrift te krijgen. In onderstaande paragraaf wordt daar nader op in gegaan.

6.1 Uitzondering eis brandklasse - 5% regel

In het Bouwbesluit is aangegeven dat 5% van het oppervlak niet hoeft te voldoen aan een brandklasse-eis. Om te voorkomen dat deze 5% geconcentreerd voorkomt op de gevel, wordt in hier beschouwde advies (zie noot 1) voorgesteld om dit binnen een geveloppervlak van 3 x 3 meter te beschouwen.

Op grond van de bepalingsmethode moet de hele diepte (doorsnede) van de gevel worden beschouwd. De bepalingsmethode voor A2 stelt eisen die zijn gebaseerd op de afzonderlijke materialen in een product (een gevel). Op grond daarvan is het de vraag of een uitzondering met als criterium het oppervlak de beste oplossing is. Mogelijk sluit een volume- en gewichtspercentage (beiden zijn dan noodzakelijk) beter aan bij de bouwpraktijk.

6.2 Uitzondering eis brandklasse - ramen en deuren

In de huidige systematiek van het Bouwbesluit wordt ook het kozijn vrijgesteld van de algemene eis. Ramen, kozijnen en deuren mogen voldoen aan brandklasse D. In bovengenoemd rapport wordt voorgesteld om hier brandklasse B te eisen. Overigens verdient het wel aanbeveling te definiëren wanneer iets een kozijn is en wanneer een vliesgevel.

6.3 Uitzondering eis brandklasse - metalen vliesgevels

Voor metalen vliesgevels, die niet kunnen vallen onder de uitzondering voor kozijnen, kan de impact van de aanscherping naar de klasse A2 groot zijn. De A2-eis beperkt immers in hoge mate de hoeveelheid brandbaar materiaal dat in de gevel (over de volle diepte) aanwezig mag zijn. Rubberen profielen, maar ook kunststoffen om de koudebrug in de metalen profielen te minimaliseren zullen de 5% vrijstelling overschrijden. Voor dit type gevels is het alternatief van de grote of middelgrote geveltest dus van belang. Overigens vallen effecten van de in de annotatie van BZK genoemde grote of middelgrote geveltest buiten dit onderzoek.

Het niet aan de A2-eis kunnen voldoen heeft te maken met:
- de toepassing van kunststof isolatoren om de thermische isolatie van profielen te verbeteren;
- de sterk toegenomen toepassing van zogenaamde elementengevel. Deze gevels hebben ter plaatse van de onderlinge koppeling van de elementen meestal meerdere achter elkaar geplaatste rubberen profielen. Deze voegen lopen vaak ononderbroken door over de hoogte en breedte van de gevel. Afhankelijk van de benodigde voegbreedte, kunnen deze voegen samen met de beglazingsrubbers meer dan 5% van het buitenoppervlak beslaan.

Met deze rubber en kunststof onderdelen is het niet mogelijk om aan de criteria voor de verbrandingswaarde per kg of per m² te voldoen. In Engeland, waar de A2-eis al enige tijd van kracht is, is daarom door het Center for Window and Cladding Technology (kenniscentrum van de

Engelse gevelindustrie) en Society of Façade Engineering een richtlijn[6] gepubliceerd met daarin toegestane en niet toegestane uitzonderingen. Ter illustratie onderstaand een samenvattende tabel uit deze publicatie.

The application of the new regulation to a number of components is considered in following sections, as listed in Table 2.

Material/component	Interpretation	Further guidance & explanation
Curtain wall and window frames	Exempt from regulation 7(2)	Section 5.1 and 5.1.1
Glazing – vision areas	Exempt from regulation 7(2)	Section 5.1.2 and 6.1.1
Glazing – opaque areas	Required to meet regulation 7(2)	Section 3.1.3 and 4.1.2
Glazing – Insulated glass units	Exempt from regulation 7(2)	Section 6.1.3
Glazing – balconies	Required to meet regulation 7(2)	Section 4.1.3
Glazing – Juliet guarding	Exempt from regulation 7(2)	Section 0
Membranes	Exempt from regulation 7(2)	Section 6.4 and 5.3.1
Thermal breaks	Exempt from regulation 7(2)	Section 6.3 and 5.3.1
Fixings	Exempt from regulation 7(2)	Section 5.2, 5.2.1 and 5.2.3
Seals	Exempt from regulation 7(2)	Section 6.5, 6.1.2 and 6.1.3.1
Adhesives	Required to meet regulation 7(2)	Section 6.6
Spandrel panels	Required to meet regulation 7(2)	Section 6.2 and 5.1.3
Paint finishes	Required to meet regulation 7(2)	Section 6.2

Table 2 – Summary of key components/elements

figuur 9: samenvattende tabel uit CWTC technical guideline

Bij toepassing van de brandklasse A2 wordt aanbevolen om voor de Nederlandse situatie niet zonder voorafgaand onderzoek een gelijksoortige lijst met uitzonderingen te publiceren. Met het opnemen van een alternatief voor de A2-eis in de vorm van de grootschaliger test is de verwachting dat het toepassing van dit type gevel mogelijk blijft.

6.4 Uitzondering eis brandklasse - gelaagd glas/PV-panelen

In het rapport 'Risico's van gevels met brandklasse B' wordt voorgesteld om voor ramen en deuren geen A2-klasse te eisen maar een B-klasse. Daarbij moet worden opgemerkt dat het daarbij niet alleen om de kozijn- en raam/deurprofielen gaat, maar ook om het daarin geplaatste doorzicht glas.

Voor gelaagd glas is het behalen van de A2-klasse niet mogelijk. Ook hier is de verbrandingswaarde per m^2 maatgevend. Om te voldoen aan de B-klasse moet aandacht worden geschonken aan de dikte en het aantal van de toe te passen kunststoffen folies en de dikte van met name de buitenste ruit. Door de Europese brancheverenigingen van glasproducenten is een publicatie[7] uitgebracht waarin wordt aangegeven met welke opbouwen welke brandklasse kan worden gerealiseerd[8]. Daarbij moet worden aangetekend dat niet bekend is of in deze publicatie alle voorgestelde opbouwen en de daar bij behorende klassering door middel van testen zijn onderbouwd.

[6] Technical guidance for interpretation in relation to the external walls and specified attachments of Relevant Buildings in England - Issue 1, September 2020
[7] Classification of reaction to fire of glass products Recommendation from Glass for Europe, 2015
[8] Deze publicatie geeft helaas geen inzicht in de wijze waarop de SBI testen zijn uitgevoerd.
De klasse-indeling is ook niet volledig onderbouwd met testen, in sommige gevallen lijkt tussen testen geïnterpoleerd te zijn.

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

Naast toepassing in kozijnen wordt gelaagd glas ook op ander plaatsen in de gevel toegepast. Denk hierbij aan glazen balkonbalustrades. In Engeland zijn deze balustrades niet uitgezonderd van de A2-eis, hetgeen feitelijk een verbod op glazen balustrades betekent, omdat A2-glassoorten niet kunnen voldoen aan de doorvaleisen.

Verder worden in toenemende mate PV-panelen geïntegreerd in de gevel[9]. Om aan de B-klasse te kunnen voldoen worden die panelen nu gemaakt van gelaagd glas. Hierbij speelt echter niet alleen het gelaagd glas van het panelen een rol, maar ook de bekabeling en andere componenten van de elektrische installatie. Daardoor worden overigens ook ontstekingsbronnen in de gevel geïntroduceerd.

Het verdient dan ook aanbeveling om nader onderzoek te doen naar de toepassing van PV-panelen in gevels, vooral vanwege de introductie van mogelijke ontstekingsbronnen. Voor de brandvoortplanting is ook hier het alternatief van de grote of middelgrote geveltest dus van belang.

[9] Uit de BENG-methodiek volgt dat bij hoge gebouwen het haast onvermijdelijk is om PV-panelen op te nemen in de gevel om te kunnen voldoen aan de BENG 3-eis

7. Bouwkosten[10]

In paragraaf 5.2.5 zijn eerder de schaduwkosten per m² BVO per jaar van het gebouw berekend, als onderdeel van de milieuprestatie. In dit hoofdstuk worden de bouwkosten van de materialen in de gevel beschouwd.

Voor de casussen van de drie geveltypen is het kosteneffect van de aanscherping naar brandklasse A2 inzichtelijk gemaakt. Het kosteneffect is berekend voor de drie casussen met zowel een open/dicht verhouding van 50/50 als 70/30.
Voor de aanscherping naar brandklasse A2 is enerzijds de toeslag bepaald door de wijzing of toevoeging aan materialen om te voldoen aan de brandklasse en anderzijds is de toeslag berekend die gepaard gaat met het vergroten van het raamoppervlak door het verdikken van het gevelpakket vanuit de daglichtberekeningen. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de gebruiksfuncties wonen en gezondheidszorg, omdat vanwege een afwijkende daglichteis per gebruiksfunctie dit ook een verschil geeft in de impact van een vergroot raamoppervlak.

Ook de wijze van montage zoals prefab elementen aanleveren of montage ter plaatse van materialen zijn onderdeel van de berekeningen.

De impact van de keuze van isolatiemateriaal en gevelafwerking zorgen samen met de verhouding open/dicht van de gevel voor de grootste verschillen in de berekeningen. Het kan per casus verschillend zijn of de gesloten gevel duurder of goedkoper is dan de open gevel. Een en ander is af te lezen in de kostenopstelling in bijlage 5.

In het overzicht zijn de extra kosten separaat inzichtelijk gemaakt. Hierbij wordt opgemerkt dat de extra kosten voor daglicht zo zijn berekend dat de extra kosten voor gezondheidszorg als toeslag op woonfunctie is berekend. Hiervoor moeten voor de kosten ten aanzien van daglicht voor gezondheidszorg de getallen van wonen en zorg bij elkaar opgeteld worden.

[10] Arcadis/BDB is verantwoordelijk voor het opstellen van de kostenconsequenties.
De kostenanalyse is gebaseerd op een up-to-date, marktconforme bouw-, investerings- en exploitatie(kosten)database met een verscheidenheid aan projecten in de woningbouw- en utiliteitsbouwsector, energiebesparende pakketten en maatregelen en ook aan loon-, materiaal- en materieelprijzen en mogelijke inkoopkortingen. Ook normeringen (zowel bouwkundig als installatietechnisch) vormen hiervan integraal onderdeel. Deze normen zijn enerzijds gebaseerd op projectanalyses en anderzijds op de in de bouwwereld gangbare normeringen met eventuele correctiefactoren, zoals Gustav Ende en Uneto-VNI.

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

tabel 9: kosteneffect aanscherping brandklasse gevel

	Gevelindeling 50/50 (50% open/50% dicht)		Gevelindeling 70/30 (70% open/30% dicht)	
	Toeslag bouwkosten [€/m²]	Verschil bouwkosten	Toeslag bouwkosten [€/m²]	Verschil bouwkosten*
Casus geveltype 1				
• Woonfunctie	-€ 1,36	-0,21%	€ 2,92	+0,31%
• Gezondheidszorg	€ 2,64	+0,41%	€ 12,06	+1,3%
Casus geveltype 2				
• Woonfunctie	€ 52,91	+8,7%	€ 49,56	+7,1%
• Gezondheidszorg	€ 51,19	+8,4%	€ 47,28	+6,8%
Casus geveltype 3				
• Woonfunctie	€ 19,87	+2,5%	€ 10,24	+1,2%
• Gezondheidszorg	€ 12,44	+1,5%	€ 2,24	+0,26%

**bij een negatief bedrag/ percentage is er sprake van afname van de kosten*

Bij het kosteneffect is, zoals ook is aangegeven bij de uitgangspunten, geen rekening gehouden met aanpassingen in het technisch ontwerp om de kostenverhoogde veranderingen te compenseren. Er is dus sprake van een 'worst-case' kosteneffect.

Het verschil in de toeslag van de bouwkosten voor de gevel varieert volgens tabel 9 tussen -0,21% - 8,7%, gemiddeld over alle casussen en geveltypen bedraagt het kosteneffect + 3,2%
Bij een aanname dat de gevel maximaal 15% van de bouwsom is, zal op gebouwniveau de kostenstijging beperkt blijven tot circa 0,5%

Uit het overzicht blijkt dat bij geveltype 2 met een HSB-achtig binnenspouwblad de kostenstijging substantieel hoger is dan van de ander geveltypen, omdat in deze gevel het hout in het HSB-element moet worden afgeschermd met een EI 15 beplating in de vorm van een vezelcementplaat, en de houten achterconstructie van de gevelbekleding moet worden vervangen door een metalen achterconstructie. Het is niet mogelijk om hier alleen een ander isolatiemateriaal toe te passen. Dit is op basis van de aanname dat er bij een lagere eis (klasse B) geen beplating wordt aangebracht op de buitenzijde van het HSB, maar deze is afgewerkt met een waterkerende dampopen folie. Gezien de hoogte van de hier beschouwde gebouwen zal in de praktijk ook plaatmateriaal worden toegepast onder andere om de isolatie te beschermen tijdens de bouwfase waarin nog geen bekleding op het element is aangebracht. De hier in beeld gebrachte kostenverhoging is dus een conservatieve benadering.

In de kosteneffecten voor geveltype 3 (metalen elementengevel) zit nog de onzekerheid welke onderdelen van het systeem onder een eventuele vrijstelling gaan vallen (zie par. 6.4).

8. Conclusie/ afsluitend

Het aanscherpen van de eis aan de brandklasse van de gevel van B naar A2 is voor de meer traditionele gevel (typen 1 en 2) technisch goed mogelijk wanneer in de regelgeving wordt opgenomen dat materialen die achter een EI 15 brandwerende beplating zitten, niet hoeven te worden beschouwd. Dit betekent dus dat alle isolatiematerialen, inclusief kunststofschuim en biobased materialen, in principe mogelijk blijven in deze geveltypen. Voor geveltype 3 (vliesgevels) kan worden gesteld dat deze maatregel niet afdoende is, omdat in dit type gevel veel polymeren (isolatoren en rubber) worden toegepast op plaatsen waar deze niet eenvoudig kunnen worden afgeschermd.

De EI15 beplating is samen met de metalen achterconstructie bij geveltype 2 de maatregel die de kosten van de gevel het meeste verhoogt. Het gaat hierbij om een stijging van de kosten van de gevel met maximaal 7-9%. Dit is op basis van de aanname dat er bij een lagere eis (klasse B) geen beplating wordt aangebracht op buitenzijde van het HSB. Hierbij is ook aangenomen dat er een uitzondering komt voor ramen en deuren en het daarin aanwezige (doorzicht) glas (die mogen een B-klasse hebben).
Een andere belangrijke factor die de prijs beïnvloedt, is de noodzaak andere (onbrandbare) isolatie toe te passen op plaatsen waar deze isolatie niet goed is afgeschermd (EI 15). Waar dit aan de orde is, moet gekozen worden voor minerale wol waardoor het isolatiepakket dikker moet worden om een gelijke mate van thermische isolatie te realiseren. Hierdoor wordt de gevel dikker en zullen dus de gevelopeningen groter moeten worden om aan de daglichteisen te voldoen.
Dit werkt kostenverhogend.

Gemiddeld over alle casussen en geveltypen bedraagt het kosteneffect voor de prijs van de gevel + 3,2%. Op gebouwniveau zal de kostenstijging beperkt blijven tot circa 0,5%

Bij de beschouwing van de MPG blijkt dat de MPG (schaduwkosten) lager worden als brandbare isolatie wordt gewijzigd naar minerale wol. Bij geveltype 2 is de noodzaak om een brandwerende beplating toe te voegen de oorzaak van een significante verhoging van de schaduwkosten.
Bij geveltype 3 is het dikker worden van de gevel de belangrijkste oorzaak van de toename. Daardoor wordt meer aluminium gebruikt.

De toename van de schaduwkosten (toename van de MPG) op gebouwniveau blijft beperkt tot maximaal 2-3%. Overigens moet hierbij als kanttekening worden geplaatst dat de gehanteerde rekenmethode is bedoeld om de schaduwkosten op gebouwniveau te bepalen. Gedetailleerde nuanceverschillen in de gevelopbouw zijn daardoor lastig inzichtelijk te maken.

Bij geveltype 3 (metalen elementengevel) is het voldoen aan de A2-klasse niet mogelijk als niet een groot aantal onderdelen wordt vrijgesteld van deze eis. Het gaat hierbij weliswaar om relatief kleine onderdelen (rubbers, isolatoren), maar het is niet op voorhand evident dat met deze vrijstelling het doel bereikt wordt dat met de aanscherping is beoogd. Dit heeft te maken met specifieke constructiekenmerken van dit type gevel. Een onderbouwing van de uitzonderingen is op dit moment ook niet mogelijk door een tekort aan testbewijs voor dit type gevel. Voor dit type gevels ligt het daarom voor de hand om bij invoering van de aangescherpte eisen gebruik te gaan maken van het alternatief van nader vast te stellen grootschaliger testmethode. Dit heeft de voorkeur boven het toestaan van niet onderbouwde uitzonderingen voor onderdelen van de gevel. Door het gebrek aan ervaring hiermee voor dit type gevels kan het kosteneffect in dit onderzoek zijn onderschat.

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

In dit onderzoek is geen rekening gehouden met het gegeven dat een kostenverhoging mogelijk kan worden gecompenseerd door het (technisch) aanpassen van de gevel of door innovaties die de stijging van de kosten kunnen reduceren. Uiteraard kan ook voor een ander geveltype worden gekozen.

ir. E.R. (Esther) Heblij
DGMR Bouw B.V.

Literatuur

[DGMR 2018] ‘Risico’s van gevels met brandklasse B - Voorstellen om de risico’s van gevelbranden te reduceren; B.2020.1214.02.R001v001, R. van Mierlo, DGMR, 2021

[CWTC/SFE 2020] Technical guidance for interpretation in relation to the external walls and specified attachments of Relevant Buildings in England - Issue 1, 2020

[Glass for Europe 2015] Classification of reaction to fire of glass products Recommendation from Glass for Europe, 2015

[MDB 2020] Gids Milieuprestatieberekeningen; herziene uitgave, juli 2020

k:\doc\b\2022\006402\b2022006402r001 regeleffectonderzoek.docx 19-05-2022

Bijlage 1

Titel	Overzicht bepalingsmethoden en grenswaarde brandklasse A2 en B

Bepalingsmethode brandklasse A2

SBI-test (Single Burning Item) volgens NEN-EN 13823:2020

Criteria:

- FIGRA $_{0,2\ MJ}$ ≤ 120 W/s
- THR (t0+600s) ≤ 7,5 MJ
- LFS rand van het proefstuk

en

Heat of Combustion volgens NEN-EN-ISO 1716:2018

Criteria:

- PCS (calorisch potentieel) ≤ 3,0 MJ/kg.
- PCS ≤ 4,0 MJ/m²

of

Non-combustibility NEN-EN-ISO 1182:2020

Criteria:

- Temperatuurstijging ≤ 30 ºC
- Massaverlies ≤ 50%
- Vlamtijd ≤ 20 seconden

Bepalingsmethode brandklasse B

Small Flame test volgens EN-ISO 11925-2:2020

Criteria:

en

SBI-test (Single Burning Item) volgens NEN-EN 13823:2020

Criteria:

- FIGRA $_{0,2\ MJ}$ ≤ 120 W/s
- THR (t0+600s) ≤ 7,5 MJ
- LFS rand van het proefstuk

Bijlage 2

Titel	Daglicht berekeningen - Casus geveltype 1
Bron	DGMR

Ruimte diepte = 9,9 m
Geveldikte = 345 mm
Raam oppervlakte = 5,4 m^2
Dt_{vbg} = 1,025%

Ruimte diepte = 9,7 m
Geveldikte = 400 mm
Raam oppervlakte = 5,4 m^2
Dt_{vbg} = 1,029%

Ruimte diepte = 9,9 m
Geveldikte = 400 mm
Raam oppervlakte = 5,5 m^2
Dt_{vbg} = 1,039%

Ruimte diepte = 12,9 m
Geveldikte = 345 mm
Raam oppervlakte = 5.4 m^2
Dt_{vbg} = 0,507%

Ruimte diepte = 12,6 m
Geveldikte = 400 mm
Raam oppervlakte = 5.4 m^2
Dt_{vbg} = 0,509%

Ruimte diepte = 12,9 m
Geveldikte = 400 mm
Raam oppervlakte = 5.7 m^2
Dt_{vbg} = 0,507%

Bijlage 3

Titel	Thermische berekeningen (NTA8800) - Casus geveltype 1-3
Bron	DGMR

Berekening warmteweerstand (R_c)

Datum	4-4-2022	Project	BZK Regeleffectrapport brandklasse gevel
Ons kenmerk	B.2022.0064	Opdrachtgever	BZK
Detail	Casus geveltype 1 (brandklasse B)	Adres	-

Tabel 1 warmtedoorgangscoëfficiënt constructie

Laag	Materialen			Dikte [mm]	λ [W/m¹K]	R_m [m²K/W]	
Buiten	R_{se}						
1	aluminium beplating			2	160,000	0,00	
	sterk geventileerde luchtspouw			≥ 20 mm		0,13	
	spouwankers RVS	Ø 5 mm	4 /m²		17		(ΔU_{fa})
2	resol			115	0,023	5,00	
	eigen invoer ...						
3	grindbeton (2.400 kg/m³)			200	1,800	0,11	
	eigen invoer ...						
Binnen	R_{si}					0,13	

Totaal van opbouw constructie — zie pagina 2

R_T =	5,37	m²K/W
U_T =	0,19	W/m²K

Tabel 2 toeslagfactoren

toeslagfactor	keuze				
convectie	geen convectie	ΔU_a =	0,000	W/m²K	
bevestigingshulpmiddelen	spouwankers RVS, ø 5 mm	ΔU_{fa} =	0,008	W/m²K	
omgekeerd dak	niet van toepassing	ΔU_r =	0,000	W/m²K	+

Totaal toeslagfactoren

ΔU =	0,008	W/m²K

Tabel 3 resultaat

Totaal van opbouw constructie	U_T =	0,19	W/m²K
Totaal toeslagfactoren	ΔU =	0,01	W/m²K
Praktijk-prestatiefactor	f_{prac} =	1	
Totaal warmtedoorgangscoëfficiënt	U_c =	0,19	W/m²K

Totaal warmteweerstand (conform NTA8800 en NEN-EN-ISO 6946)	R_c =	4,89	m²K/W
Totaal warmteweerstand (conform Bouwbesluit 2012)	R_c =	4,8	m²K/W

Berekening conform 'NTA 8800:2020', DGMR-Excelsheet versie 3.2

Berekening warmteweerstand (R_c)

Datum	4-4-2022	Project	BZK Regeleffectrapport brandklasse gevel
Ons kenmerk	B.2022.0064	Opdrachtgever	BZK
Detail	Casus geveltype 1 (brandklasse ≤A2)	Adres	-
			-

Tabel 1 warmtedoorgangscoëfficiënt constructie

Laag	Materialen			Dikte [mm]	λ [W/m¹K]	R_m [m²K/W]	
Buiten	R_{se}						
1	aluminium beplating			2	160,000	0,00	
	sterk geventileerde luchtspouw			≥ 20 mm		0,13	
	spouwankers RVS	Ø 5 mm	4 /m²		17		(ΔU_{fa})
2	minerale wol			170	0,035	4,86	
	eigen invoer ...						
3	grindbeton (2.400 kg/m³)			200	1,800	0,11	
	eigen invoer ...						
Binnen	R_{si}					0,13	

Totaal van opbouw constructie — zie pagina 2

R_T =	5,23	m²K/W
U_T =	0,19	W/m²K

Tabel 2 toeslagfactoren

toeslagfactor	keuze				
convectie	geen convectie	ΔU_a =	0,000	W/m²K	
bevestigingshulpmiddelen	spouwankers RVS, ø 5 mm	ΔU_{fa} =	0,005	W/m²K	
omgekeerd dak	niet van toepassing	ΔU_r =	0,000	W/m²K	+

Totaal toeslagfactoren

ΔU =	0,005	W/m²K

Tabel 3 resultaat

Totaal van opbouw constructie	U_T =	0,19	W/m²K
Totaal toeslagfactoren kleiner dan 3% en derhalve niet meegenomen	ΔU =	0,00	W/m²K
Praktijk-prestatiefactor	f_{prac} =	1	
Totaal warmtedoorgangscoëfficiënt	U_c =	0,20	W/m²K

Totaal warmteweerstand (conform NTA8800 en NEN-EN-ISO 6946)	R_c =	4,82	m²K/W
Totaal warmteweerstand (conform Bouwbesluit 2012)	R_c =	4,8	m²K/W

Berekening warmteweerstand (R_c)

Datum	4-4-2022	Project	BZK Regeleffectrapport brandklasse gevel
Ons kenmerk	B.2022.0064	Opdrachtgever	BZK
Detail	Casus geveltype 2 (brandklasse B)	Adres	-

Tabel 1 warmtedoorgangscoëfficiënt constructie

Laag	Sect. [A-C]	Materialen		Dikte [mm]	λ [W/m¹K]	R_m [m²K/W]
Buiten		R_{se}				
1		keramiek tegels		20	1,000	
		sterk geventileerde luchtspouw		≥ 20 mm	0,000	0,13
2						
3	A	minerale wol	85%	240	0,035	6,86
3	B	houten stijl- en regelwerk	15%	240	0,140	1,71
4		gipskarton		12	0,230	0,05
5						
6						
Binnen		R_{si}				0,13

Totaal van opbouw constructie — zie pagina 2

R_T =	5,06	m²K/W
U_T =	0,20	W/m²K

Tabel 2 toeslagfactoren

toeslagfactor	keuze				
convectie	geen convectie	ΔU_a =	0,000	W/m²K	
bevestigingshulpmiddelen	geen bevestigingshulpmiddelen	ΔU_{fa} =	0,000	W/m²K	
omgekeerd dak	niet van toepassing	ΔU_r =	0,000	W/m²K	+

Totaal toeslagfactoren

ΔU =	0,000	W/m²K

Tabel 3 resultaat

Totaal van opbouw constructie	U_T =	0,20	W/m²K
Totaal toeslagfactoren kleiner dan 3% en derhalve niet meegenomen	ΔU =	0,000	W/m²K
Praktijk-prestatiefactor	f_{prac} =	1	
Totaal warmtedoorgangscoëfficiënt	U_c =	0,20	W/m²K

Totaal warmteweerstand (conform NTA8800 en NEN-EN-ISO 6946) — R_c = 4,80 m²K/W

Totaal warmteweerstand (conform Bouwbesluit 2012) — R_c = 4,8 m²K/W

Berekening conform 'NTA 8800:2020', DGMR-Excelsheet versie 3.2

Berekening warmteweerstand (R_c)

Datum	4-4-2022	Project	BZK Regeleffectrapport brandklasse gevel
Ons kenmerk	B.2022.0064	Opdrachtgever	BZK
Detail	Casus geveltype 3 (brandklasse B)	Adres	-

Tabel 1 warmtedoorgangscoëfficiënt constructie

Laag	Materialen	Dikte [mm]	λ [W/m¹K]	R_m [m²K/W]	
Buiten	R_{se}			0,04	
1	aluminium beplating	3	160,000	0,00	
					(ΔU_{fa})
2	PIR-plaat	120	0,025	4,80	
3	aluminium beplating	3	160,000	0,00	
	eigen invoer ...				
Binnen	R_{si}			0,13	

Totaal van opbouw constructie — zie pagina 2

R_T =	4,97	m²K/W
U_T =	0,20	W/m²K

Tabel 2 toeslagfactoren

toeslagfactor	keuze				
convectie	geen convectie	ΔU_a =	0,000	W/m²K	
bevestigingshulpmiddelen	geen bevestigingshulpmiddelen	ΔU_{fa} =	0,000	W/m²K	
omgekeerd dak	niet van toepassing	ΔU_r =	0,000	W/m²K	+

Totaal toeslagfactoren

ΔU =	0,000	W/m²K

Tabel 3 resultaat

Totaal van opbouw constructie	U_T =	0,20	W/m²K
Totaal toeslagfactoren kleiner dan 3% en derhalve niet meegenomen	ΔU =	0,00	W/m²K
Praktijk-prestatiefactor	f_{prac} =	1	
Totaal warmtedoorgangscoëfficiënt	U_c =	0,20	W/m²K

Totaal warmteweerstand (conform NTA8800 en NEN-EN-ISO 6946)	R_c =	4,80	m²K/W
Totaal warmteweerstand (conform Bouwbesluit 2012)	R_c =	4,8	m²K/W

Berekening conform 'NTA 8800:2020', DGMR-Excelsheet versie 3.2

Berekening warmteweerstand (R_c)

Datum	4-4-2022	Project	BZK Regeleffectrapport brandklasse gevel
Ons kenmerk	B.2022.0064	Opdrachtgever	BZK
Detail	Casus geveltype 3 (brandklasse B)	Adres	-

Tabel 1 warmtedoorgangscoëfficiënt constructie

Laag	Materialen	Dikte [mm]	λ [W/m¹K]	R_m [m²K/W]	
Buiten	R_{se}			0,04	
1	aluminium beplating	3	160,000	0,00	
					(ΔU_{fa})
2	minerale wol	170	0,035	4,86	
3	aluminium beplating	3	160,000	0,00	
	eigen invoer ...				
Binnen	R_{si}			0,13	

Totaal van opbouw constructie — zie pagina 2

R_T =	5,03	m²K/W
U_T =	0,20	W/m²K

Tabel 2 toeslagfactoren

toeslagfactor	keuze				
convectie	geen convectie	ΔU_a =	0,000	W/m²K	
bevestigingshulpmiddelen	geen bevestigingshulpmiddelen	ΔU_{fa} =	0,000	W/m²K	
omgekeerd dak	niet van toepassing	ΔU_r =	0,000	W/m²K	+

Totaal toeslagfactoren

ΔU =	0,000	W/m²K

Tabel 3 resultaat

Totaal van opbouw constructie	U_T =	0,20	W/m²K
Totaal toeslagfactoren kleiner dan 3% en derhalve niet meegenomen	ΔU =	0,00	W/m²K
Praktijk-prestatiefactor	f_{prac} =	1	
Totaal warmtedoorgangscoëfficiënt	U_c =	0,20	W/m²K

Totaal warmteweerstand (conform NTA8800 en NEN-EN-ISO 6946)	R_c =	4,86	m²K/W
Totaal warmteweerstand (conform Bouwbesluit 2012)	R_c =	4,8	m²K/W

Berekening conform 'NTA 8800:2020', DGMR-Excelsheet versie 3.2

Bijlage 4

Titel	Kosteneffect aanscherping brandklasse gevel - Casus geveltype 1-3
Bron	Arcadis Nederland B.V.

Project: Regeleffectonderzoek voorgenomen aanscherping brandklasse gevels hoge woon- en zorggebouwen

Subject: B.2022.0064.02.R001, Aanscherping brandklasse gevels naar ≤ A2

Name: W. Frehé

Control: W. Theunissen

\\arcadis-nl.local\dfs\BURIS\gb_proarc\Projecten\2022\DGMR Brandoverslag gevel\[Calc_Brandoverslag gevels_2022-04-04.xlsx]Calc_Brandklass gevels

Projectcode:	E07071.201901
Netwerknr.:	
Version:	4
Version date:	4-apr-22
Status:	concept

Omschrijving	Bi.blad, beton met Aluminium beplating								Bi.blad, HSB met Keramische tegels								Bi.blad, Vliesgevel met Sandwichpaneel + alu.plaat t=3							
	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs		Subtotaal	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs		Subtotaal	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs		Subtotaal	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs		Subtotaal	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs		Subtotaal
General project info:																									
1. Gevelindeling 50/50, met een borstwering over de gehele breedte. Deze indeling kan worden toegepast in zorggebouwen en bij woongebouwen waar hoge eisen worden gesteld aan de geluidwering van de gevel.																														
2. Gevelindeling 70/30, met verdiepingshoge ramen. Deze indeling kan worden toegepast in hoge woongebouwen, waar veel daglichttoetreding gewenst is.																									
Uitgangspunten: vormfactoren																									
Gevelfragment, stramienmaat	3,60	m1				3,60	m1				3,60	m1				3,60	m1				3,60	m1			
Gevelfragment, hoogte verdieping	3,00	m1				3,00	m1				3,00	m1				3,00	m1				3,00	m1			
Gevelfragment, hoogte borstwering		m1				0,80	m1					m1				0,80	m1				0,80	m1			
Gevelfragment, oppervlak netto	3,30	m2				5,40	m2				3,30	m2				5,40	m2				3,30	m2			
Gevelfragment, oppervlak bruto	**10,80**	**m2**				**10,80**	**m2**				**10,80**	**m2**				**10,80**	**m2**				**10,80**	**m2**			
Gevelfragment, materiaal	Bi.blad, beton					Bi.blad, beton					Bi.blad, HSB					Bi.blad, HSB					Bi.blad, Vliesgevel				
Gevelfragment, materiaal isolatie	Resol brandklasse 2					Resol brandklasse 2					Minerale wol					Minerale wol					PIR isoaltie				
Gevelfragment, materiaal eindafwerking	Aluminium beplating					Aluminium beplating					Keramische tegels					Keramische tegels					Sandwichpaneel + alu.plaat t=3				
Kozijn, aantal	2	st				1	st				2	st				1	st				2	st			
Kozijn, breedte	1,50	m1				3,00	m1				1,50	m1				3,00	m1				1,50	m1			
Kozijn, hoogte	2,50	m1				1,80	m1				2,50	m1				1,80	m1				2,50	m1			
Kozijn, tussenstijl	2	st	4,8	m1		1	st	1,7	m1		2	st	4,8	m1		1	st	1,7	m1		2	st	4,8	m1	
Kozijn, tussendorpel	2	st	2,8	m1			st				2	st	2,8	m1			st				2	st	2,8	m1	
Kozijn, draaideel h= 1800mm	2	st	9,87	m1		1	st	2,89	m1		2	st	2,67	m1		1	st	2,89	m1		2	st	2,67	m1	
Kozijn, dagkant	13,00	m1				6,60	m1				13,00	m1				6,60	m1				13,00	m1			
Kozijn, omtrek	16,00	m1				9,60	m1				16,00	m1				9,60	m1				16,00	m1			
Kozijn, oppervlak	**7,50**	**m2**	**69% open**			**5,40**	**m2**	**50% open**			**7,50**	**m2**	**69% open**			**5,40**	**m2**	**50% open**			**7,50**	**m2**	**69% open**		
Kozijn, materiaal	Aluminum geisoleerd					Aluminum geisoleerd					Hout, meranti gevingerlast					Hout, meranti gevingerlast					Aluminum geisoleerd				
Kozijn, beglazing	HR++ U< 1,1					HR++ U< 1,1					HR++ U< 1,1					HR++ U< 1,1					HR++ U< 1,1				
Bouwkosten:																									
Buitenwand, gesloten	**3,3**	**M2**	**€ 543,80**			**5,4**	**M2**	**€ 440,38**			**3,3**	**M2**	**€ 609,85**			**5,4**	**M2**	**€ 532,55**			**3,3**	**M2**	**€ 874,16**		
Binnenblad, samengesteld	3,3	m2	€ 144,40	€ 477		5,4	m2	€ 144,40	€ 780		3,3	m2	€ 203,80	€ 673		5,4	m2	€ 203,80	€ 1.101		3,3	m2	€ 594,00	€ 1.960	
Vloerrand aansluiting	3,6	m1				3,6	m1				3,6	m1	€ 94,00	€ 338		3,6	m1	€ 94,00	€ 338		3,6	m1	€ 114,00	€ 410	
Isolatie	3,3	m2	€ 51,75	€ 171		5,4	m2	€ 51,75	€ 279		3,3	m2	€ 8,70	€ 29		5,4	m2	€ 8,70	€ 47		3,3	m2	€ 43,30	€ 143	
Voorziening eindafwerking, spouwankers/ankers	3,3	m2	€ 1,00	€ 3		5,4	m2	€ 1,00	€ 5		3,3	m2	€ 2,00	€ 7		5,4	m2	€ 2,00	€ 11		3,3	m2	€ 3,00	€ 10	
Voorziening eindafwerking, stijl en regelwerk	5,5	m2	€ 139,35	€ 766		9,0	m2	€ 77,30	€ 696		5,5	m2	€ 50,40	€ 277		9,0	m2	€ 27,95	€ 252		5,5	m2			
Eindafwerking gevel	3,3	M2	€ 114,40	€ 378		5,4	M2	€ 114,40	€ 618		3,3	M2	€ 208,80	€ 689		5,4	M2	€ 208,80	€ 1.128		3,3	M2	€ 109,50	€ 361	
Buitenwandopeningen,	**7,5**	**M2**	**€ 836,62**			**5,4**	**M2**	**€ 616,83**			**7,5**	**M2**	**€ 547,79**			**5,4**	**M2**	**€ 455,44**			**7,5**	**M2**	**€ 622,68**		
Kozijn aankoop profielen inclusief draaiend deel	33,4	m1	€ 112,75	€ 3.769		14,2	m1	€ 110,45	€ 1.566		26,2	m1	€ 70,75	€ 1.856		14,2	m1	€ 65,55	€ 929		26,2	m1	€ 115,65	€ 3.033	
Toeslag draaideel H&S, rubbers etc	2	st	€ 114,00	€ 228		1	st	€ 114,00	€ 114		2	st	€ 114,00	€ 228		1	st	€ 114,00	€ 114		2	st	€ 114,00	€ 228	
Kozijn montage	7,5	m2	€ 64,20	€ 482		5,4	m2	€ 64,20	€ 347		7,5	m2	€ 39,30	€ 295		5,4	m2	€ 39,30	€ 212		7,5	m2	€ 64,20	€ 482	
Beglazing	6,4	m2	€ 134,20	€ 862		4,9	m2	€ 134,20	€ 659		6,9	m2	€ 134,20	€ 927		4,9	m2	€ 134,20	€ 659		6,9	m2	€ 134,20	€ 927	
Aansluiting binnenblad, luchtdichting e.d.	16,0	m1	€ 8,85	€ 142		9,6	m1	€ 8,85	€ 85		16,0	m1	€ 8,85	€ 142		9,6	m1	€ 8,85	€ 85		16,0	m1			

Financial engineers | Beaulieustraat 22 | 6814 DV Arnhem | Nederland
Postbus 264 | 6800 AG Arnhem | Nederland
financialengineers@arcadis.nl | T. +31884261591

Omschrijving	Bi.blad, beton met Aluminium beplating						Bi.blad, HSB met Keramische tegels						Bi.blad, Vliesgevel met Sandwichpaneel + alu.plaat t=3					
	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs	Subtotaal	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs	Subtotaal	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs	Subtotaal	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs	Subtotaal	hoeveel-heid	een-heid	Eenheids prijs	Subtotaal
Dagkant afwerking	13,0	m1	€ 8,85	€ 115	6,6	m1	€ 8,85	€ 58	13,0	m1	€ 21,10	€ 274	6,6	m1	€ 21,10	€ 139	13,0	m1			6,6	m1		
Neggekant afwerking	13,0	m1	€ 27,35	€ 356	6,6	m1	€ 27,35	€ 181	13,0	m1	€ 10,35	€ 135	6,6	m1	€ 10,35	€ 68	13,0	m1			6,6	m1		
Lekdorpel	3,0	m1	€ 44,80	€ 134	3,0	m1	€ 44,80	€ 134	3,0	m1	€ 21,80	€ 65	3,0	m1	€ 21,80	€ 65	3,0	m1			3,0	m1		
Vensterbank	3,0	m1	€ 62,30	€ 187	3,0	m1	€ 62,30	€ 187	3,0	m1	€ 62,30	€ 187	3,0	m1	€ 62,30	€ 187	3,0	m1			3,0	m1		
Specifiek toeslag brandklasse ≤ A2	**10,8**	**M2**	**€ - 1,80**		**10,8**	**M2**	**€ - 2,95**		**10,8**	**M2**	**€ 40,62**		**10,8**	**M2**	**€ 43,33**		**10,8**	**M2**	**€ 11,53**		**10,8**	**M2**	**€ 18,88**	
toeslag klasse ≤ A2, spouwanker / bevestiging	3,3	m2	€ 12,45	€ 41	5,4	m2	€ 12,45	€ 67	3,3	m2	€ 53,85	€ 178	5,4	m2	€ 29,85	€ 161		m2				m2		
toeslag klasse ≤ A2, overgang vloerrand, aanvullende beplating in spouw en verankeringen		m1				m1			3,6	m1	€ 52,50	€ 189	3,6	m1	€ 52,50	€ 189		m1				m1		
toeslag klasse ≤ A2, isolatie	3,3	m2	€ - 18,35	€ - 61	5,4	m2	€ - 18,35	€ - 99	3,3	m2			5,4	m2			3,3	m2	€ 7,25	€ 24	5,4	m2	€ 7,25	€ 39
toeslag klasse ≤ A2, vezelcementplaat aan de spouwzijdeplaat in plaats van folie		m2				m2			3,3	m2	€ 21,80	€ 72	5,4	m2	€ 21,80	€ 118		m2				m2		
toeslag klasse ≤ A2, diepte gevelopbouw in verband met wijzigen dikte isolatie	3,3	m2			5,4	m2			3,3	m2			5,4	m2			3,3	m2	€ 30,50	€ 101	5,4	m2	€ 30,50	€ 165
Toeslag klasse ≤ A2, daglicht Onderzoek 5.1.3	**10,8**	**M2**	**€ 11,57**		**10,8**	**M2**	**€ 5,09**		**10,8**	**M2**	**€ - 2,31**		**10,8**	**M2**	**€ - 1,85**		**10,8**	**M2**	**€ - 9,72**		**10,8**	**M2**	**€ - 8,80**	
toeslag impact afname gebruiksoppervlak woonfunctie *(niet opgenomen)*	1	pm			1	pm			1	pm			1	pm			1	pm			1	pm		
toeslag impact afname gebruiksoppervlak gezondheidszorg *(niet opgenomen)*	1	pm			1	pm			1	pm			1	pm			1	pm			1	pm		
toeslag impact vergroten raamoppervlak woonfunctie 1,9% (tabel 4)	1	pst	€ 45,00	€ 45	1	pst	€ 20,00	€ 20	1	pst	€ - 5,00	€ - 5	1	pst	€ - 5,00	€ - 5	1	pst	€ - 35,00	€ - 35	1	pst	€ - 30,00	€ - 30
toeslag impact vergroten raamoppervlak woonfunctie 1,9% (tabel 4)	1	pst	€ 80,00	€ 80	1	pst	€ 35,00	€ 35	1	pst	€ - 20,00	€ - 20	1	pst	€ - 15,00	€ - 15	1	pst	€ - 70,00	€ - 70	1	pst	€ - 65,00	€ - 65
Subtotaal Directe kosten	**11**	**M²**	**€ 756,92**	**€ 8.175**	**10,8**	**M2**	**€ 530,75**	**€ 5.732**	**10,8**	**M2**	**€ 605,05**	**€ 6.535**	**10,8**	**M2**	**€ 535,47**	**€ 5.783**	**10,8**	**M2**	**€ 701,34**	**€ 7.574**	**10,8**	**M2**	**€ 671,65**	**€ 7.254**
Algemene uitvoeringskosten (AUK)	12,0%		€ 8.175	€ 981	12,0%		€ 5.732	€ 688	12,0%		€ 6.535	€ 784	12,0%		€ 5.783	€ 694	12,0%		€ 7.574	€ 909	12,0%		€ 7.254	€ 870
Algemene kosten	7,0%		€ 9.156	€ 641	7,0%		€ 6.420	€ 449	7,0%		€ 7.319	€ 512	7,0%		€ 6.477	€ 453	7,0%		€ 8.483	€ 594	7,0%		€ 8.124	€ 569
Winst & risico	3,0%		€ 9.797	€ 294	3,0%		€ 6.869	€ 206	3,0%		€ 7.831	€ 235	3,0%		€ 6.930	€ 208	3,0%		€ 9.077	€ 272	3,0%		€ 8.693	€ 261
Planonvolledigheid / onvoorzien			€ 10.090				€ 7.075				€ 8.066				€ 7.138				€ 9.350				€ 8.954	
Subtotaal bouwkosten exclusief btw	**11**	**M²**	**€ 934,30**	**€ 10.090**	**10,8**	**M2**	**€ 655,13**	**€ 7.075**	**10,8**	**M2**	**€ 746,85**	**€ 8.066**	**10,8**	**M2**	**€ 660,96**	**€ 7.138**	**10,8**	**M2**	**€ 865,70**	**€ 9.350**	**10,8**	**M2**	**€ 829,06**	**€ 8.954**

Conclusie

Impact aanscherpen brandklasse ≤ A2 inclusief daglicht en functie (incl. opslagen excl. btw)

Toeslag functie wonen	**10,8**	**M2**	**€ 2,92**	**0,31%**	**10,8**	**M2**	**€ - 1,36**	**-0,21%**	**10,8**	**M2**	**€ 49,56**	**7,11%**	**10,8**	**M2**	**€ 52,91**	**8,70%**	**10,8**	**M2**	**€ 10,24**	**1,20%**	**10,8**	**M2**	**€ 19,87**	**2,46%**
Toeslag functie gezondheidszorg	**10,8**	**M2**	**€ 12,06**	**1,31%**	**10,8**	**M2**	**€ 2,64**	**0,41%**	**10,8**	**M2**	**€ 47,28**	**6,76%**	**10,8**	**M2**	**€ 51,19**	**8,40%**	**10,8**	**M2**	**€ 2,24**	**0,26%**	**10,8**	**M2**	**€ 12,44**	**1,52%**

Opmerkingen:

Specifiek toeslag brandklasse ≤ A2	Verschil hoofdzakelijk door prijs isolatie	Verschil hoofdzakelijk door prijs isolatie	Verschil gewijzigde samenstelling	Verschil gewijzigde samenstelling	Verschil gewijzigde samenstelling	Verschil gewijzigde samenstelling
Toeslag klasse ≤ A2, daglicht Onderzoek 5.1.3	Gesloten gevel goedkoper dan kozijn	Gesloten gevel goedkoper dan kozijn	Gesloten gevel duurder dan kozijn	Gesloten gevel duurder als kozijn	Gesloten gevel duurder als kozijn	Gesloten gevel duurder als kozijn
	Verschil % woonfunctie of zorgfunctie	Verschil % woonfunctie of zorgfunctie	Verschil % woonfunctie of zorgfunctie	Verschil % woonfunctie of zorgfunctie	Verschil % woonfunctie of zorgfunctie	Verschil % woonfunctie of zorgfunctie

Financial engineers | Beaulieustraat 22 | 6814 DV Arnhem | Nederland
Postbus 264 | 6800 AG Arnhem | Nederland
financialengineers@arcadis.nl | T. +31884261591