



RAADGEVENDE INGENIEURS

Nieman-Kettlitz

Gevel- en Dakadvies

VERGELIJKING STEENSTRIPS

Minerale strips ten opzichte van keramische strips

VERGELIJKING STEENSTRIPS

Minerale strips ten opzichte van keramische strips

Kenniscentrum Gevelisolatie Steenstrips

Vlasakker 49

3417 XT Montfoort

Vertegenwoordigd door: De heer J. Harms

Nieman-Kettlitz Gevel- en Dakadvies B.V.

vestiging Utrecht

Atoomweg 400

Postbus 40217

3504 AA Utrecht

T (030) 30 32 650

info@gevelsendaken.nl

www.gevelsendaken.nl

Uitgevoerd door: De heer ing. H.G. van de Pol

De heer ir. C.J.A. Nuijen

Referentie: 20180606 / 13021

Status: Definitief

Datum: 25 september 2018

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1 Inleiding	4
1.1 Opdracht	4
1.2 Verstrekte gegevens	4
1.3 Achtergrond	5
1.4 Productie	7
Hoofdstuk 2 Toetsingskader	9
2.1 Productcertificering	10
Hoofdstuk 3 Analyse/ vergelijking	11
3.1 Duurzaamheid	11
3.2 Milieubelasting	14
3.3 Weerstand tegen vandalisme	15
3.4 Onderhoud	16
3.5 Uitstraling	17
3.6 Brandpreventie	18
3.7 Verwerking	19
Hoofdstuk 4 Conclusie	20

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Opdracht

Nieman-Kettlitz Gevel- en Dakadvies heeft onderzoek gedaan naar de relevante verschillen tussen minerale en keramische steenstrips bij de toepassing als gevelafwerking op een buitengevelisolatiesysteem. Het Kenniscentrum Gevelisolatie Steenstrips (KGS) heeft hiervoor aan Nieman-Kettlitz Gevel- en Dakadvies opdracht verleend.

In deze analyse is de productinformatie van de volgende leveranciers aangeleverd:

- Sto Isonet (minerale strips)
- Alsecco (minerale strips)
- StoBrick (keramische steenstrips)
- Duo Systems (keramische strips)
- Celina Klinker (keramische strips)
- Feldhaus Klinker (keramische strip)
- Brickworld A1 (keramische strip)
- E-Board Vandersanden (keramische strip)

De steenstrips worden vergeleken op basis van de volgende kwaliteitskenmerken:

- duurzaamheid;
- milieubelasting;
- vandalisme;
- onderhoud;
- uitstraling;
- brandpreventie aan het oppervlak van het materiaal.

1.2 Verstreckte gegevens

Ten behoeve van deze analyse zijn de onderstaande documenten aangeleverd door Uni-advies B.V. De nummering in de onderstaande tabellen komt overeen met de bronvermelding in dit document.

Tabel 1: Aangeleverde documenten keramische steenstrips

Nr	Omschrijving	Datum
1	DUO-Systems productbrochure	-
2	DUO-Systems Zulassung Z-33.46-1423	04-09-2014
3	DUO-Systems testrapport	
4	Sto-Brick productbrochure keramische steenstrips	-
5	StoBrick SA technisch informatieblad	25-09-2017
6	Celina Klinker productinformatieblad	-



Nr	Omschrijving	Datum
7	Celina Klinker Leistungserklärung (prestatieverklaring)	12-07-2018
8	Feldhaus Klinker Prüfungszeugnis	26-01-2016
9	Brickworld A1 gevelisolatiesysteem (prestatieverklaring)	2013
10	Vandersanden groep E-Board Atg technische goedkeuring	20-02-2018
11	Vandersanden groep E-Board brandattest	09-30-2016
12	Vandersanden (E-board) Eco-dossier	-

Tabel 2: Aangeleverde documenten minerale steenstrips

Nr	Omschrijving	Datum
13	Sto-Steenstrips productbrochure minerale steenstrips	-
14	Sto-Steenstrips Technisch informatieblad	18-08-2017
15	StoTherm Classic 5 ETA-09/0058	20-06-2013
16	Alsecco Steenstrips productbrochure	-
17	Alsecco Onderhoudsboekje gevelisolatie	-
18	Technisch informatieblad Flachverblender (Alsecco)	-
19	KOMO Attest IKB1515-att/15 (Alsecco)	01-01-2015

Tabel 3: Algemene documenten

Nr	Omschrijving	Datum
20	Achtergrondrapport Bouwfysica Buitengevelisolatiesystemen	01-10-2013
21	ETAG 004	02-2013
22	ETAG 017	11-2005
23	BRL 1328	29-11-2012

1.3 Achtergrond

Minerale en keramische steenstrips worden toegepast als afwerking van buitengevelisolatie waardoor het uiterlijk van een traditionele baksteengevel wordt nagebootst. Steenstrips kunnen ook rechtstreeks op een steenachtige ondergrond worden aangebracht. In deze analyse wordt specifiek de toepassing van steenstrips als gevelafwerking beoordeeld. Wanneer steenstrips worden toegepast als afwerking van een buitengevelisolatiesysteem zijn de strips doorgaans onderdeel van een compleet buitengevelisolatiesysteem (isolatie, lijm, ankers en steenstrips). Afhankelijk van het systeem en de leverancier kunnen de buitengevelisolatie-elementen geprefabriceerd of het systeem wordt als kit geleverd en op de bouwplaats en ter plaatse opgebouwd.

Hieronder wordt een voorbeeld van een veel voorkomende systeemopbouw bij zowel keramische als minerale steenstrips gegeven:

- Achterconstructie/ draagconstructie
- Verlijming en/of mechanische bevestiging
- Isolatiemateriaal (bijvoorbeeld PIR/PUR, steenwol of EPS)
- Cementlijm/ wapeningsmortel (base coat)
- Wapeningsweefsel (glasvezel)
- Lijmmortel (key coat)
- Minerale of keramische steenstrips

In het geval van keramische steenstrips kan er tussen de strips een voegmortel worden aangebracht, er kan ook voegloos worden gewerkt. Bij de toepassing van minerale steenstrips wordt de voeg gevormd door de zichtbaar blijvende lijmmortel tussen de strips.

Doorgaans wordt het isolatiemateriaal zowel gelijmd op als mechanisch bevestigd aan de achterliggende draagconstructie. De minerale of keramische steenstrips worden op het systeem gelijmd.

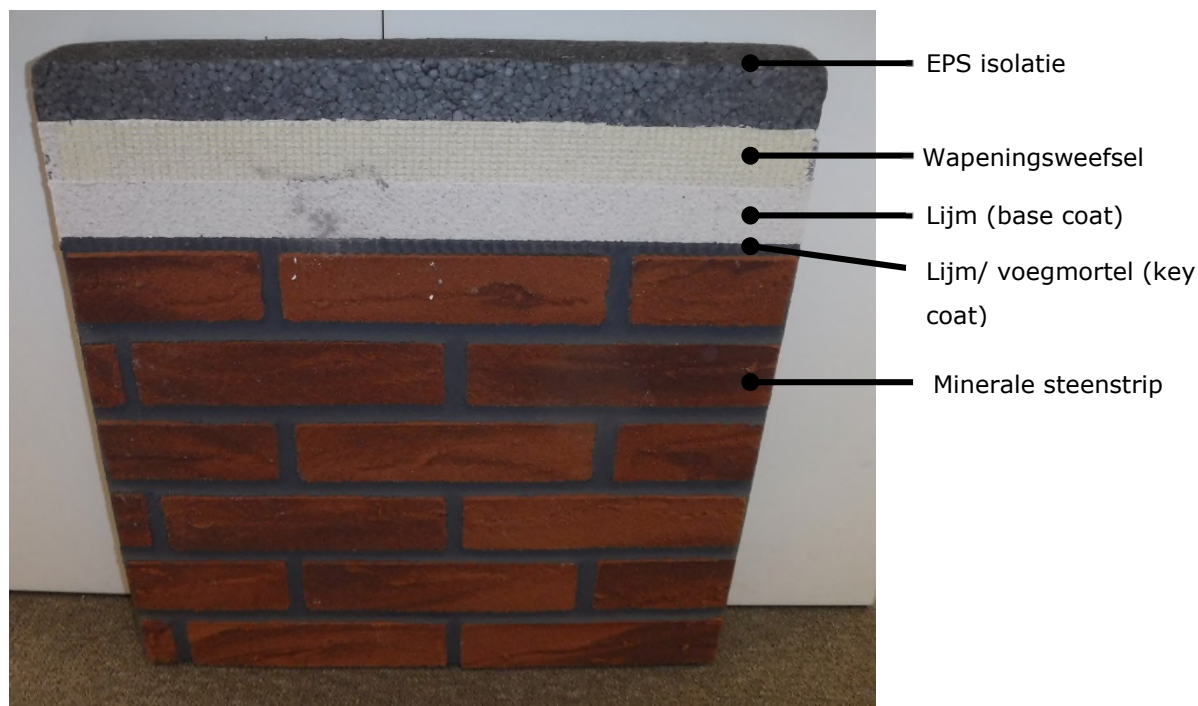


Foto 1: Opbouw buitengevelisolatiesysteem voorzien van minerale steenstrips

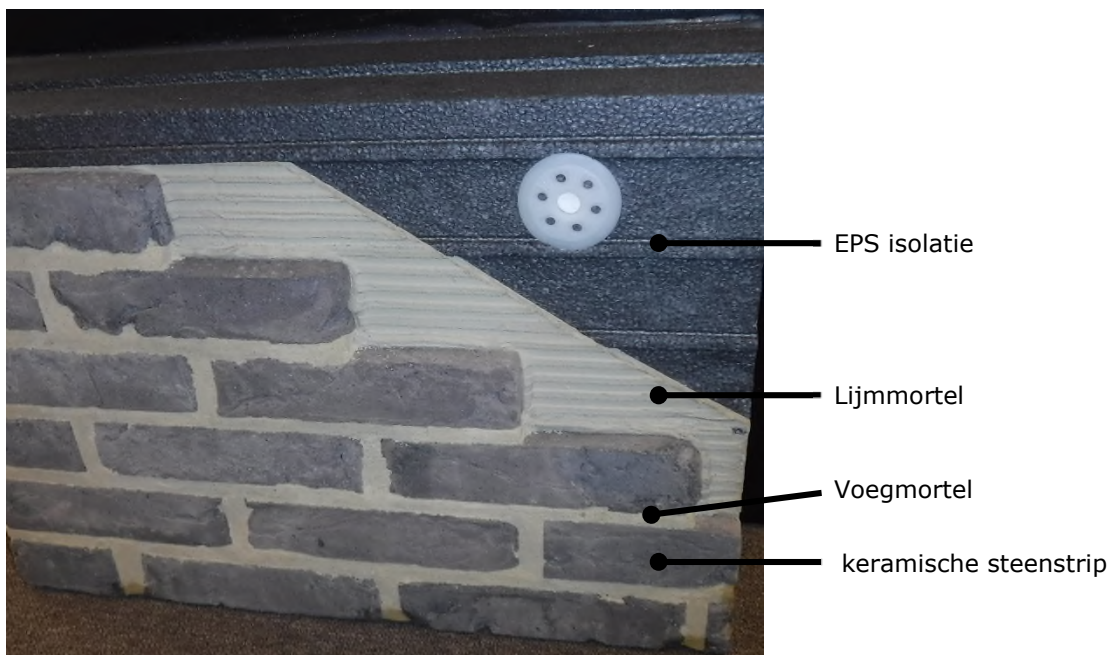


Foto 2: Opbouw buitengevelisolatiesysteem voorzien van keramische steenstrips

1.4 Productie

Het productieproces van keramische strips is vergelijkbaar met dat van traditionele keramische baksteen. Hierbij wordt klei (eventueel in combinatie met een toeslagmateriaal) in een vorm geperst, gedroogd en gebakken [4]. De temperatuur waarbij de stenen worden gebakken is afhankelijk van de gewenste kwaliteit, doorgaans is deze temperatuur 1000 °C tot 1300 °C [4]. De keramische steentrips kunnen in de gewenste dikte worden gebakken of worden gezaagd of gespleten uit traditionele gevelbakstenen. Het bakken van een steenstrip op de gewenste dikte heeft een lagere milieu-impact en geeft minder afval.

Om de milieu-impact van de productie te beperken wordt er bij de productie van keramische steenstrips zoveel mogelijk gebruik gemaakt van zuinige systemen en energiebronnen met een lage impact. Bij de productie van keramische steenstrips wordt nagenoeg geen afval geproduceerd.

De grondstof voor keramische steenstrips wordt gewonnen uit leemgroeves. Leem en klei zijn een natuurlijk grondstof, door sedimentatie worden kleideeltjes aangevuld. Leem wordt daarom beschouwd als een (quasi) hernieuwbare grondstof. Uitgeputte wingebieden worden ingezet voor landbouw of recreatie. Daarnaast worden bij de productie van keramische steentrips grondstoffen toegepast welke vrijkomen bij infrastructurele projecten en bouwprojecten [12].



Minerale steenstrips worden geproduceerd door minerale grondstoffen, zoals kwarts en aluminiumhydroxyde te binden middels een polymeerdispersie, eventueel kunnen keurpigmenten of andere additieven worden toegevoegd [12], de strips kunnen met verschillende oppervlaktestructuren worden geleverd. De strips worden gedroogd bij een temperatuur van 60 °C [12].

Minerale steenstrips worden gekleurd met een kleurstof (bijvoorbeeld titaandioxide), waardoor recycling wordt bemoeilijk/ onmogelijk is.

Hoofdstuk 2 Toetsingskader

In deze rapportage worden de eigenschappen van minerale en keramische steenstrips vergeleken op basis van de onderstaande kwaliteitskenmerken. Aan een aantal van deze kenmerken wordt in het Bouwbesluit 2012 een minimumeis gesteld.

Tabel 4: Relatie tussen kwaliteitskenmerken en producteigenschappen

Kwaliteitskenmerken	Eisen in het Bouwbesluit 2012	Overige relevante producteigenschappen
Duurzaamheid	- Constructieve veiligheid (afdeling 2.1)/ duurzaamheid van de bevestiging van de strips	- Weerstand tegen vorst- en dooicycli - Vochtbestendigheid
Milieubelasting	- Milieuprestatie (afdeling 5.2) Hiervoor kan een EPD (Environmental Product Declaration) worden opgesteld. Als alternatief hierop kan een forfaitaire milieuprestatie worden aangehouden.	Op basis van een LCA-berekening kunnen o.a. de volgende kenmerken worden beoordeeld: - grondgebruik - hinder - vervuiling - Emissies - mogelijkheden voor recycling of hergebruik
Vandalisme	- Geen eis	- impactweerstand - Verwijdering graffiti
Onderhoud	- Geen eis	- verwachte levensduur - noodzakelijke periodieke onderhoudswerkzaamheden
Uitstraling	- Geen eis	- overeenkomsten met traditioneel gevelmetselwerk - mogelijkheden voor variatie in keur en oppervlaktestructuur van de steenstrip - mogelijkheden voor variatie in de uitstraling van de voeg
Brandpreventie	- Brandveiligheid (afdeling 2.9 en 2.10)/ brandreactieklasse en brandweerstand	- het wel of niet ontstaan van giftige rookgassen

Een deel van de hierboven omschreven producteigenschappen worden gedeclareerd in de productcertificering.

2.1 Productcertificering

Op basis van de Verordening Bouwproducten is het verplicht om een CE-markering en prestatieverklaring op te stellen voor producten waarvoor een geharmoniseerde Europese productnorm (hEN) bestaat. Voor producten waarvoor geen productnorm bestaat mag vrijwillig een CE-markering en prestatieverklaring worden opgesteld op basis van een Europese beoordelingsrichtlijn (European Technical Approval Guideline, ETAG).

In deze rapportage worden minerale en keramische steenstrips vergeleken in de toepassing als gevelafwerking. Buitengevelisolatiesystemen worden doorgaans als een compleet systeem door één fabrikant in de handel gebracht, deze systemen worden als 'kit' beschouwd. Bij dergelijke systemen kan het complete systeem worden beoordeeld in plaats van de afzonderlijke onderdelen. De certificering is dan van toepassing op het complete systeem in plaats van enkel de afwerking.

Er bestaat nog geen Europese geharmoniseerde productnorm (hEN) voor steenstrips gevelafwerking. Om de prestaties van een buitengevelisolatiesysteem voorzien van steenstrips te beoordelen kan gebruik worden gemaakt van de volgende richtlijnen:

- ETAG 004 'External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with Rendering'. Deze richtlijn is van toepassing op een buitengevelisolatiesysteem voorzien van gevelstucwerk (rendering). Deze norm kan worden aangehouden tot aan de afwerking met keramische strippen. De minerale steenstrip bij de toepassing van ETA004 beschouwd als een decoratieve afwerklaag op het gevelstucwerksysteem. Een keramische steenstrip heeft naast een decoratieve functie ook functionele eigenschappen, zoals brandeigenschappen en stootvastheid.
- ETAG 017 'Veture kits'. ETAG 017 is van toepassing op een geprefabriceerde buitengevelisolatiesystemen afgewerkt met een duurzaam materiaal, bijvoorbeeld keramische steenstrips of een gevelstucwerk. Het systeem wordt mechanisch aan de achterliggende constructie bevestigd.

Indien de minerale of keramische steenstrips onderdeel uitmaken van een buitengevelisolatiesysteem 'kit' is er voor dit systeemonderdeel geen afzonderlijke CE-markering of prestatieverklaring verplicht. Eventueel kunnen de volgende normen worden gehanteerd om de producteigenschappen van keramische strips te beoordelen:

- NEN-EN 771-1 'Specificaties voor metselstenen – Deel 1: Baksteen'. Deze productnorm is van toepassing op metselstenen, eventueel kunnen enkele producteigenschappen van keramische steenstrips volgens NEN-EN 771-1-1 worden omschreven.
- NEN-EN 14411 'Keramische tegels - Definitie, classificatie, eigenschappen, evaluatie van conformiteit en merken'.

Hoofdstuk 3 Analyse/ vergelijking

3.1 Duurzaamheid

3.1.1 Bouwbesluiteisen constructieve veiligheid (afdeling 2.1)

De constructieve veiligheid van de steenstrips in de toepassing als gevelafwerking is onder andere afhankelijk van de duurzaamheid van de bevestiging van de strips.

In het Bouwbesluit 2012 wordt met betrekking tot de constructieve veiligheid verwezen naar de normen behorende tot de Eurocode serie. Voor woongebouwen wordt gerekend met een referentieperiode van 50 jaar. De constructie en onderdelen van de constructie moeten minimaal 50 jaar voldoende betrouwbaar zijn, zonder dat de uiterste grenstoestand wordt overschreden. Als alternatief hierop kan de veiligheid ook worden gewaarborgd door inspecties van de gevel en de eventuele vervanging van elementen. De constructieve veiligheid van een buitengevelisolatiesysteem wordt over het algemeen gerekend tot gevolgklasse CC1.

Een buitengevelisolatiesysteem maak geen onderdeel uit van de hoofddragconstructie, het systeem moet in staat zijn om het eigen gewicht en de windbelasting over te dragen naar de achterconstructie. Met betrekking tot de afwerking in de vorm van keramische of minerale steenstrips zijn de volgende aspecten van belang:

- de hechting tussen de steenstrips en het isolatiemateriaal of wapeningsnet middels een lijm mortel;
- de bevestiging van het buitengevelisolatiesysteem aan de achterconstructie;
- de sterkte van de steenstrip zelf.

Bevestiging steenstrips

Zowel minerale als keramische steenstrips worden gelijkmd op het isolatiemateriaal. De volgende factoren zijn van invloed op de hechting tussen de steenstrip en de isolatie:

- de verlijmbaarheid van het isolatieoppervlak;
- de kwaliteit van de toegepaste lijm mortel en de verwerking;
- het gewicht van de steenstrip;
- verhindering van opgelegde vervormingen bij temperatuurs- en vochtschommelingen;
- windbelasting;
- afname van de hechtsterkte als gevolg van vorst- en dooischommelingen;
- Verwerkings- en uithardingskarakteristieken van de lijm

In onder andere de productrichtlijn ETAG 004 worden eisen gesteld aan de minimale hechtsterkte, waterabsorptie, weerstand tegen vorst- en doocycli en een duurzame hechtsterkte.

Bevestiging buitengevelisolatiesysteem

Buitengevelisolatiesystemen kunnen met lijm/mortel of met mechanische middelen op de gevel worden bevestigd. Isolatie voorzien van keramische steenstrips wordt altijd zowel verkleefd aan de achterconstructie als mechanisch aan de gevel bevestigd.

Gelijmde systemen worden in de Nederlandse Beoordelingsrichtlijn [23] als volgt omschreven: *buitengevelisolatiesystemen die op de ondergrond gelijmd worden en waarbij eventuele mechanische bevestigingsmiddelen slechts ter meerdere zekerheid worden aangebracht d.w.z.: de mechanische bevestiging is te beschouwen als een secundaire bevestiging i.v.m. brandveiligheid respectievelijk om gedurende de applicatie en verhardingsfase weerstand te kunnen bieden aan windzuigbelasting en de belasting door eigen gewicht).*

Bevestiging enkel door verlijmen kan uitsluitend als er een zeer goede hechting kan worden verkregen op de ondergrond. Als de ondergrond niet voldoet en bij toepassing van buitengevelisolatie op hoogte (> 10 m) wordt om veiligheidsredenen aanvullend mechanisch bevestigd door middel van pluggen.

Mechanisch bevestigde buitengevelisolatiesystemen worden in de Nederlandse Beoordelingsrichtlijn [23] als volgt omschreven:

buitengevelisolatiesystemen die uitsluitend met mechanische bevestigingsmiddelen op de ondergrond worden bevestigd respectievelijk waarbij lijm additioneel wordt gebruikt (in hoofdzaak met als doel om een vlakke ondergrond te waarborgen).

Op basis van systeemtesten kan de constructieve veiligheid van de bevestiging van steenstrips worden gewaarborgd.

Sterkte van de steenstrip zelf

Naast de bovenstaande aspecten moet de sterkte van de steenstrips zelf voldoende zijn. De strip mag bijvoorbeeld niet afschilveren als gevolg van vorst of zouten. Daarnaast moeten de stenen bestand zijn tegen mechanische (stoot)belasting. Met name in de zone welke bereikbaar is vanaf het openbare terrein.

3.1.2 Vergelijking constructieve eigenschappen

Minerale steenstrips zijn over het algemeen dunner en lichter dan keramische steenstrips. In de onderstaande tabel zijn de eigenschappen van minerale en keramische steenstrips uit de aangeleverde documentatie opgenomen.

Tabel 5: Massa steenstrips

	Mineraal		Keramisch	
	Van tot	Gemiddeld	Van tot	gemiddeld
Dikte (strip en lijmmortel) [mm]	4 tot 10	5,5	7 tot 29	18
Massa (strip en lijmmortel) [kg]	3 tot 9	6	12 tot 51	31,50

Beide materialen worden verlijmd door middel van een cementgebonden lijm. De duurzaamheid van de lijm moet door de lijmproducent worden gegarandeerd. Het is hierbij van belang dat de lijm compatibel is met de achterconstructie. Met zowel minerale steenstrips, keramische steenstrips en cementlijm is al geruime tijd positieve praktijkervaring opgedaan in zowel binnen- als buitenland.

3.1.3 Vergelijking vorstbestandheid

De duurzaamheid van de steenstripafwerking is voor een groot deel afhankelijk van de weerstand van de hechting van de strip tegen vorst- en dooiwisselingen (vorstbestandheid). Om de vorstbestandheid vast te stellen kunnen de volgende proeven worden uitgevoerd:

- De opname van vocht, hierbij mag minder dan $0,5 \text{ kg/m}^2$ vocht worden opgenomen binnen 24 uur.
- Hechtsterkte metingen na kunstmatige vorst- en dooi cycli (doorgaans 30 Cycli).

Daarnaast kan vorstbestendigheid van keramische steenstrips kan worden getoetst conform NEN EN 771-1. Keramische steenstrips vallen doorgaans in klasse F2, de hoogste vorstbestendigheidsklasse.

Door verschillende leveranciers van minerale als keramische steenstrips is de vorstbestendigheid vastgesteld. Voor de verschillende producten worden verschillende testmethode gehanteerd. Er kan daarom geen algemene vergelijking worden gemaakt tussen de vorstbestendigheid van minerale en keramische steenstrips.

3.1.4 Vergelijking vochtwering

Steenstrips worden onder andere toegepast als afwerking van een buitengevelisolatiesysteem. Dergelijke systemen zijn gebaseerd een enkelvoudige waterwaterdichting zonder luchtsponw. De afwerking van de isolatie: cementlijm, wapeningnet en de steensteenstrip, vormen een bescherminglaag van het isolatiemateriaal tegen de weersinvloeden. De weerstand van de afwerking tegen regen en temperatuurschommelingen is daarom van belang voor de duurzaamheid van de gevel.

Ook voor dit productkenmerk worden door verschillende leveranciers verschillende testmethode gehanteerd. Van zowel systemen afgewerkt met minerale steenstrips als systemen afgewerkt met keramische steenstrips is de vochtwerendheid geschikt bevonden.

3.2 Milieubelasting

3.2.1 Bouwbesluiteisen afdeling 5.2

De milieubelasting van een bouw materiaal kan worden beoordeeld op basis van een levenscyclusanalyse. Hierbij wordt onder andere de milieubelasting als gevolg van de winning van grondstoffen, productie, transport, gebruik en afvalverwerking berekend.

In afdeling 5.2 van het Bouwbesluit 2012 wordt voorgeschreven dat een te bouwen bouwwerk en zijn onderdelen zodanig is ontworpen dat de belasting van het milieu door de in het bouwwerk toe te passen materialen wordt beperkt. Voor woongebouwen en kantoren geldt een milieuprestatie van ten hoogste 1, bepaald volgens de bepalingmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken. Volgens de rekenmethode worden de milieuprestaties van bouwproducten conform de Nationale Milieu Database gehanteerd (NMD). Indien er geen merkgeboden milieuprestatie bekend is moet met een ongunstige forfaitaire waarde gerekend worden. Doorgaans wordt de geëiste milieuprestatie van minimaal 1 eenvoudig gehaald.

3.2.2 Overige kenmerken

De milieubelasting door minerale en keramische steenstrips kan (onder andere) als volgt worden gecategoriseerd:

- grondgebruik
- hinder (onder andere geluid)
- vervuiling
- emissies
- mogelijkheden voor recycling of hergebruik

3.2.3 Vergelijking milieubelasting

Grondstoffen

Voor zowel minerale als keramische steenstrips worden minerale grondstoffen toegepast gewonnen uit kleiwgebieden. Het voordeel van deze minerale grondstoffen is dat deze lokaal kunnen worden gewonnen. Omdat keramische steenstrips enkel uit minerale grondstoffen bestaan kunnen deze materialen eenvoudiger worden gerecycled of worden hergebruikt. Bij de productie van minerale steenstrips wordt naast minerale grondstoffen een polymeerdispersie aan de samenstelling toegevoegd [13]. Minerale steenstrips worden gekleurd met een kleurstof (bijvoorbeeld titaandioxide), waardoor recycling wordt bemoeilijk/ onmogelijk is.

Energiegebruik productie

Voor de productie van minerale steenstrips wordt het materiaal gedroogd bij een temperatuur van 60 °C [6]. De temperatuur waarbij de keramische steenstrips worden gebakken is afhankelijk van de gewenste kwaliteit, doorgaans is deze temperatuur 1000 °C tot 1300 °C [4]. Naast de hoogte van de temperatuur

is de CO₂-uitstoot bij het productieproces onder andere afhankelijk van de efficiëntie van de productie en de opwekking van de warmte-energie (hernieuwbare of fossiele brandstof).

Transport

Zowel minerale als keramische steenstrips worden als complete kit op de bouwplaats geleverd. Het gewicht en volume van de steenstrip bepalen daarom maar voor een deel de milieubelasting van het transport van de leverancier naar de bouwplaats. Daarnaast moet het transport door de gehele productieketen worden beoordeeld. Hier is geen informatie van bekend.

Afval

Als gevolg van het lagere volume van minerale steenstrips is er minder verpakkingsmateriaal nodig, ook is het materiaalverlies (zowel in steenstrips als voegmateriaal) lager bij de toepassing van minerale steenstrips ten opzichte van de toepassing keramische steenstrips.

Bij de productie van minerale steenstrips worden de minerale steenstrips gemengd met een polymeerdispersie [13] en kleurstoffen. Het mengen van grondstoffen heeft een negatieve invloed op de mogelijkheden tot hergebruik en recycling. Hierdoor kunnen minerale steenstrips door afvalverwerkers worden aangemerkt als chemisch afval.

Kwantitatieve vergelijking

Er is geen milieuproductverklaring (zoals EPD of MPRI) opgesteld voor minerale steenstrips of keramische steenstrips. Zowel minerale als keramische steenstrips worden toegepast in een product-specifiek buitengevelisolatiesysteem. In de vergelijking tussen de milieuprestatie van minerale en keramische steenstrips zou daarom de levensloopcyclus van het totale buitengevelisolatiesysteem moeten worden beoordeeld. Omdat er geen verklaring van de milieuprestatie van de minerale en keramische steenstrips bekend is kunnen deze niet kwantitatief worden vergeleken.

3.3 Weerstand tegen vandalisme

In het Bouwbesluit 2012 worden geen eisen gesteld aan de weerstand van een gevel tegen vandalisme. Het risico op beschadiging kan worden vastgesteld op basis van een proef van de impactweerstand. In ETA004 en ETA017 wordt in het kader van de impactweerstand onderscheid gemaakt tussen drie categorieën:

- Categorie I Een zone direct bereikbaar vanaf het maaiveld en kwetsbaar voor de impact van een hard object en/of kwetsbaar voor abnormaal ruig gebruik.
- Categorie II Een zone kwetsbaar voor de impact van geworpen of getrapte objecten, waar de hoogte van de zone de kracht van de impact zal verkleinen, of lagere gebouwdelen waarbij de toeging van het aangrenzende terrein beperkt is.
- Categorie III Een zone welke niet waarschijnlijk zal beschadigen als gevolg van de impact van een hard object.

Naast de impactweerstand is ook de weerstand tegen graffiti en/ of het gemak waarmee graffiti kan worden verwijderd van invloed op de weerstand tegen vandalisme.

3.3.1 Vergelijking weerstand tegen vandalisme

Zowel minerale als keramische steenstrips kunnen worden geleverd in impactweerstandcategorie I. De impactweerstand van minerale steenstrips is echter vergelijkbaar met de weerstand van een stucwerkafwerking. De impactweerstand van keramische steenstrips is hoger, deze is gelijk aan de weerstand van baksteen.

Er is geen informatie bekend met betrekking tot de weerstand tegen het aanbrengen van graffiti.

3.4 Onderhoud

In het Bouwbesluit 2012 worden geen directe eisen gesteld aan het onderhoud van de gevelconstructie. Wel kan onderhoud aan de gevel een onderdeel zijn van de strategie om de constructieve veiligheid voor de gewenste levensduur te waarborgen.

Onderhoud aan de gevel is nodig indien de gevel is vervuild door bijvoorbeeld algengroei, of bij schade aan de gevel, zoals uitgespoelde voegen of loslatende steenstrips. Door minerale of keramische steenstrips toe te passen waarvan de weerstand tegen vorstschade, hygrothermische werking, impactweerstand en hechtsterkte na veroudering is getest kan het risico op schade worden beperkt. Naast de kwaliteit van het buitengevelisolatiesysteem en de steenstrip gevelafwerking is de duurzaamheid van de gevel sterk afhankelijk van de uitvoering, detaillering, de omgeving waarin het systeem wordt toegepast en indien van toepassing het type voegwerk. In ETAG 004 en ETAG 017 wordt uitgegaan van een beoogde levensduur van 25 jaar, indien de gevel goed wordt onderhouden is echter een veel langere levensduur mogelijk.

3.4.1 Vergelijking onderhoud

Er is geen verschil bekend in de snelheid van vervuiling, het risico op algengroei, of de onderhoudsfrequentie bij de toepassing van minerale of keramische steenstrips. De volgende verschillen tussen minerale en keramische steenstrips zijn van invloed op het benodigde onderhoud aan de gevel:

- Voegwerk keramische steenstrips. Tussen keramische steenstrips kan een voegmortel aangebracht, ook voegloos metselwerk is mogelijk in combinatie met keramische steenstrips. Geteste systemen worden geleverd met een gemodificeerde voegmortel. Deze mortels hebben een dichtere structuur en een hogere elasticiteit, hierdoor wordt het verzanden en uitspoelen van de voegen verhinderd. De voegmortel beschermt de achterliggende lijm mortel.

- Voegwerk bij minerale steenstrips dient de lijmortel waarmee de strips worden bevestigd tevens als voegafwerkingen. Voor de lijmortel tussen de steenstrips geldt hetzelfde onderhoud als voor de strips zelf, het onderhoud hiervan bestaat uit het periodiek reinigen en eventueel vervangen in het geval van schade. Andere mogelijke duurzaamheidsaspecten van de lijmortel (zoals weerstand tegen UV-straling) bij minerale steenstrips is geen informatie bekend.

Conform ETAG 004 wordt het buitengevelisolatiesysteem getest tot een temperatuur van 70 °C. Indien een donkergekleurde steenstrip wordt toegepast moet vooraf worden beoordeeld of deze temperatuur van 70 °C niet wordt overschreden.

3.5 Uitstraling

In het Bouwbesluit 2012 worden geen eisen gesteld aan de uitstraling van gevels. Wel kunnen er eisen zijn vanuit de gemeentelijke welstandsnota of vanuit een mogelijk beschermde status van een bestaand gebouw. De uitstraling van minerale en keramische steenstrips kan worden vergeleken op basis van de volgende kenmerken:

- overeenkomsten met traditioneel gevelmetselwerk;
- mogelijkheden voor variatie in keur en oppervlaktestructuur van de steenstrip;
- mogelijkheden voor variatie in de uitstraling van de voeg.

3.5.1 Vergelijking minerale en keramische steenstrips

Het productieproces van keramische steenstrips is gelijk aan dat van traditionele bakstenen, het uiterlijk van een keramische steenstrip komt daarom overeen met dat van een traditionele baksteen. De oppervlaktestructuur van een minerale steenstrips kan enigszins afwijken van dat van een traditionele baksteen.

Tussen de minerale steenstrips wordt geen voegmortel aangebracht. De voegen tussen de strips worden gevormd door de achterliggende cementlijm. De diepte van de voeg is bij minerale strips daarom altijd gelijk aan de dikte van de strip. Bij de toepassing van keramische steenstrips is een grotere variatie in de vorm van de voeg mogelijk omdat er bij de toepassing van keramische steenstrips een aanvullende voegmortel wordt aangebracht.

De mogelijkheden voor de kleur en oppervlaktestructuur zijn afhankelijk van de leverancier van de steenstrips. Zowel minerale als keramische steenstrips kunnen in een grote variatie in kleur en oppervlakte structuur worden geleverd. De maximale oppervlakte temperatuur van een systeem voorzien van minerale steenstrips is 80 °C [21] (door de product kan een lagere temperatuur worden aangehouden). De temperatuur van donkere oppervlaktes kan hogere oplopen. Om deze reden is kunnen minerale steenstrips niet worden uitgevoerd in donkere kleuren.

Bij de productie van minerale of keramische steenstrips kan rekening worden gehouden met onderlinge variatie in kleur en structuur waardoor niet iedere steen hetzelfde uiterlijk heeft.

3.6 Brandpreventie

3.6.1 Bouwbesluit

In het Bouwbesluit 2012 worden in hoofdstuk 2 eisen gesteld aan de brandveiligheid van een constructie. Voor buitengevelisolatiesystemen zijn de eisen in afdeling 2.8 (beperken van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie) en afdeling 2.9 (beperken van het ontwikkelen van brand en rook) van toepassing.

Ook worden er eisen gesteld aan de sterkte van een constructie in het geval van brand (afdeling 2.2), een gebouw moet in het geval van brand binnen redelijke ontvlucht kunnen worden, zonder gevaar voor instorting. Het buitengevelisolatiesysteem maakt geen onderdeel uit van de hoofdconstructie. Over het algemeen wordt de sterkte bij brand van de steenstripafwerking daarom niet beoordeeld.

Afdeling 2.9 - Beperking van het ontwikkelen van brand en rook

De brandreactieklasse van een gevel moet voldoen aan de eisen in artikel 2.68 in het Bouwbesluit 2012. De gevelbekleding moet minimaal voldoen aan brandreactieklasse B in de volgende situaties:

- vanaf 13 meter;
- tot 2,5 meter boven het aansluitende terrein van een bouwwerk met een voor personen bedoelde vloer hoger dan 5 meter, met uitzondering van een eengezinswoning.

In overige gevallen moet het buitengevelisolatiesysteem over het algemeen minimaal voldoen aan brandreactieklasse D.

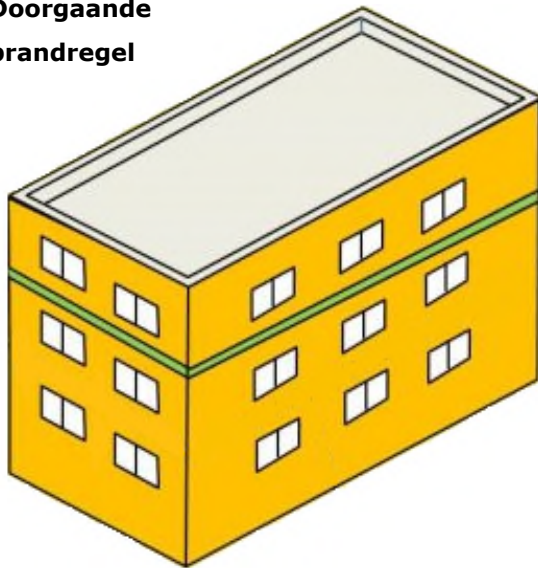
De brandreactieklasse wordt getest conform NEN-EN 13501-1. Hierbij is niet alleen de gevelafwerking van belang maar wordt brandreactieklasse van de gehele gevelopbouw beoordeeld. Ook het type isolatiemateriaal is van invloed zijn op de prestatie van het buitengevelisolatiesysteem.

Afdeling 2.10 Beperking uitbreiding van brand

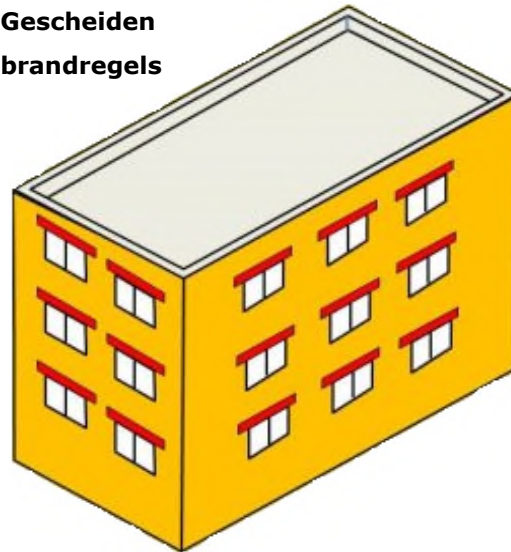
In artikel 2.84 van het Bouwbesluit 2012 zijn eisen opgenomen met betrekking tot het risico op branddoorslag en brandoverslag. Het type gevelafwerking, minerale steenstrips of keramische steenstrips, is van minder grote invloed op het risico op brandoverslag en branddoorslag dan het type toegepaste isolatiemateriaal.

Om brandoverslag tegen te gaan dient bij isolatiesystemen op basis van een brandbaar isolatiemateriaal (zoals bijvoorbeeld polystyreen) een strook boven gevelopeningen worden geïsoleerd met minerale wol, zie figuur 1. Er kan ook voor worden gekozen om een 'doorlopende brandregel' toe te passen, zie figuur 1. Hierbij wordt de polystyreenisolatie onderbroken door een doorgaande strook minerale wol.

Doorgaande brandregel



Gescheiden brandregels



Figuur 1: Brandregels

3.6.2 Overige eigenschappen

Naast Bouwbesluiteisen kan worden beoordeeld of er toxische gassen vrijkomen in het geval van brand.

3.6.3 Vergelijking brandveiligheid

Omdat keramische steenstrips enkel uit mineralen en water worden vervaardigd vallen deze strips in brandreactieklasse A1 (onbrandbaar). Daarnaast wordt door de leveranciers van keramische steenstrips aangegeven dat er geen toxische gassen vrijkomen bij brand [12]. Minerale steenstrips worden gebonden met een polymerendispersie en zijn daarom niet onbrandbaar. Er is geen informatie bekend van de brandreactieklasse van minerale steenstrips.

Ter beoordeling van de brandreactieklasse moet de gehele gevelopbouw worden beoordeeld, niet enkel de buitenafwerking.

Bij de toepassing van steenstrips als afwerking van buitengevelisolatie wordt de brandreactieklasse bepaald op basis van het gehele buitengevelisolatiesysteem, niet enkel het de afwerking. Over het algemeen moet de brandreactieklasse voldoen aan minimaal klasse B. In sommige gevallen is klasse D voldoende. Klasse B kan worden gehaald met zowel keramische als minerale steenstrips, dit is afhankelijk van het totale buitengevelisolatiesysteem.

3.7 Verwerking

Ook de randvoorwaarden bij de verwerking van minerale of keramische steenstrips, zoals de minimale temperatuur en luchtvochtigheid bij applicatie, zijn relevante producteigenschappen. Deze verwerkingsinstructies verschillen per leverancier. Het gewicht en het volume van de steenstrips zijn daarnaast van invloed op het gemak van verwerking en de benodigde opslagruimte.

Hoofdstuk 4 Conclusie

De verschillen tussen minerale steenstrips en keramische steenstrips zijn bepaald op basis van de beschikbare productinformatie van verschillende leveranciers. Er bestaat nog geen geharmoniseerde productnorm voor een gevelafwerking bestaande uit minerale steenstrips of gevelafwerking bestaande uit keramische steenstrips. Voor de certificering en toetsing van de producteigenschappen worden verschillende normen gehanteerd waardoor een kwantitatieve vergelijking niet altijd mogelijk is. Op basis van het onderzoek worden het volgende geconcludeerd:

Kenmerk	Minerale steenstrips	Keramische steenstrips
Duurzaamheid	<ul style="list-style-type: none"> - Ruime praktijkervaring in binnen- en buitenland - Levensduur minimaal 25 jaar conform ETA 004 (in de praktijk veel langer bij effectief onderhoud) - Vorstbestendig (doorgaans conform ETA 004) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ruime praktijkervaring in binnen- en buitenland - Levensduur minimaal 25 jaar conform ETA 004 (in de praktijk veel langer bij effectief onderhoud) - Vorstbestendig (doorgaans conform 771-1)
Milieubelasting	Er is geen milieuprestatieverklaring beschikbaar van buitengevelisolatiesystemen voorzien van minerale steenstrips of buitengevelisolatiesystemen voorzien van keramische steenstrips. Beide producten kunnen daarom niet kwantitatief worden vergeleken.	
	- Lagere oventemperatuur.	<ul style="list-style-type: none"> - Geen kunststoffen toegevoegd. - Eenvoudiger recyclebaar.
Vandalisme	Zowel minerale als keramische steenstrips zijn leverbaar voor impactweerstandcategorie I conform ETA 004. De impactweerstand van keramische steenstrips is hoger dan de impactweerstand van minerale steenstrips.	
Onderhoud	De duurzaamheid en levensduur van de gevelafwerking is afhankelijk van de detaillering, omgeving, verwerking eventuele mechanische schade en onderhoudswerkzaamheden.	
	- De voegen tussen de minerale steenstrips worden gevormd door de lijm mortel. Er is weinig informatie bekend over de duurzaamheidsaspecten van deze lijm mortel.	<ul style="list-style-type: none"> - Voegloos metselwerk mogelijk. - Indien voegen worden aangebracht wordt er bij keramische steenstrips een gemodificeerde mortel toegepast. Deze mortel heeft minder onderhoud nodig dan traditionele voegmortel. De voegmortel beschermt tevens de achterliggende lijm mortel.



Kenmerk	Minerale steenstrips	Keramische steenstrips
Uitstraling	<ul style="list-style-type: none"> - Veel verschillende kleuren en oppervlaktestructuren zijn mogelijk. - Donkere kleuren zijn niet mogelijk. 	<ul style="list-style-type: none"> - Veel verschillende kleuren en oppervlaktestructuren zijn mogelijk. - Het materiaal waar de strip van is gemaakt komt overeen met traditionele baksteen. - Meer variatie mogelijk in de vorm van het voegwerk. - Ook donkere kleuren mogelijk.
Brandpreventie	<p>Om te voldoen aan de eisen in het Bouwbesluit 2012 moet de brandreactieklasse van de gevel in veel gevallen voldoen aan brandreactieklasse B, in sommige gevallen kan worden volstaan met brandreactieklasse D. Zowel buitengevelisolatiesystemen voorzien van minerale steenstrips als buitengevelisolatiesystemen voorzien van keramische steenstrips kunnen voldoen aan brandreactieklasse B (als afwerking op EPS buitengevelisolatie). De brandreactieklasse moet door de systeemleverancier in een testrapport of prestatieverklaring worden gedeclareerd.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - Steenstrips zelf is brandbaar. - Totaalsysteem leverbaar met brandreactieklasse B. 	<ul style="list-style-type: none"> - Steenstrip zelf is onbrandbaar. - Totaalsysteem leverbaar met brandreactieklasse B. - Er ontstaan geen giftige gassen bij brand.

21 september 2018

Nieman-Kettlitz Gevel- en Dakadvies B.V.

De heer ing. H.G. van de Pol

De heer ir. J.H.T.O. Kettlitz

Bijlage 1 Producteigenschappen

Er is nog geen geharmoniseerde Europese productnorm voor buitengevelisolatie voorzien van steenstrips. Door verschillen in certificering en testmethoden kunnen niet alle kwaliteitsaspecten kwantitatief worden vergeleken. Op basis van de beschikbare gegevens wordt de onderstaande vergelijking gemaakt.

De product-eigenschappen van de volgende producten zijn vergeleken:

- Sto-steenstrips (minerale steenstrips)
- Alsecco (minerale steenstrips)
- DUO-systems (keramische steenstrips)
- StoBrick (keramische steenstrips)
- Celina Klinker (keramische strips)
- Feldhaus Klinker (keramische strip)
- Brickworld A1 (keramische strip)
- E-board (keramische strips)

De gedeclareerde producteigenschappen zijn overgenomen uit de ETA, Zulassung, technische informatieblad, website of tabellenboek (zie §1.4 voor de gehanteerde documenten).

Alle vier systemen worden op EPS isolatie aangebracht.

Tabel 6: Sto minerale steenstrips

Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Dikte (strip en lijm mortel) [mm]	4,0 - 7,0	ETA	ETAG 004
Massa (strip en lijm mortel) [kg/m ²]	3,0 – 4,0	ETA	ETAG 004
Brandklasse	B-s2,d0	ETA	NEN-EN 13501-1
Capillaire waterabsorptie < 0,5 kg/m ² ?	Ja voldoet		ETAG 004
Bestand tegen hygrothermische cycli?	Ja voldoet	ETA	ETAG 004
Vorst dooi cycli	Bestand tegen vorst en dooi cycli	ETA	ETAG 004
Impact weerstand	Categorie 1	ETA	ETAG 004
Waterdampdiffusie-equivalente luchtdoortocht Sd [m]	0,8	ETA	EN ISO 7783
Hechting van de lijm mortel op de isolatie ≥ 0,08 Mpa?	Voldoet	ETA	ETAG 004
Hechting van de strips na veroudering ≥ 0,08 Mpa?	Voldoet	ETA	ETAG 004

**Tabel 7: Alsecco minerale steenstrips (Meldorfer Flachverblender)**

Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Dikte steenstrip [mm]	6	ETA	ETAG 004
Dikte lijm mortel [mm]	1 – 4	ETA	ETAG 004
Massa Steenstrip [kg/m ²]	4 – 5	ETA	ETAG 004
Massa lijm mortel [kg/m ²]	3 – 4		
Brandklasse	C-s2, d0	ETA	NEN-EN 13501-1
Capillaire waterabsorptie < 0,5 kg/m ² ?	Ja voldoet	ETA	ETAG 004
Bestand tegen hygrothermische cycli?	Ja voldoet	ETA	ETAG 004
Vorst dooi cycli	Bestand tegen vorst en dooi cycli	ETA	ETAG 004
Impact weerstand	Categorie 1	ETA	ETAG 004
Waterdampdiffusie-equivalente luchtdoorgang Sd [m]	0,9	ETA	EN ISO 7783
Hechting van de base coat op de isolatie ≥ 0,08 Mpa?	Voldoet	ETA	ETAG 004
Hechting van de strips na veroudering ≥ 0,08 Mpa?	Voldoet	ETA	ETAG 004

Tabel 8: DUO Systems keramische steenstrips

Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Dikte steen [mm]	20	Meting mock up	-
Dikte mortel [mm]	4	Meting mock up	-
Vorstbestendigheid	Vorstbestendig (50 cycli)	Zulassung	DIN EN ISO 10545-12
Wateropname [%]	≤ 6,0	Zulassung	DIN EN ISO 10545-3
Brandreactieklasse	B-s1, d0	Test rapport	NEN-EN 13501-1
Keramische steen algemeen:			
Massa gevelklinker [kg/m ³]	2100	Handboek gevelisolatie	-
Massa cementmortel [kg/m ³]	1900	Handboek gevelisolatie	-
Massa steenstrip + metselmortel (24 mm) [kg/m ²]	± 48	Handboek gevelisolatie	-
Waterdampdiffusieweerstand mμ [-]	25	Handboek gevelisolatie	-



Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Waterdampdiffusie-equivalente luchtlaag Sd [m]	0,60	Handboek gevelisolatie	-

Tabel 9: Sto keramische steenstrips (StoBrick)

Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Dikte steenstrip [mm]	14	Technisch informatieblad	-
Dikte mortel [mm]	4	Aanname	-
Brandklasse systeem (StoTherm Vario)	B-s1, d0	Product brochure	EN 13501-1
Vorstbestendigheid	Vorstbestendig	Technisch informatieblad	EN ISO 10545-12
Grote van de poriën	≥ 0,2 µm	Technisch informatieblad	-
Volume van de poriën	≥ 20 mm ³ /g	Technisch informatieblad	-
Wateropname [%]	6	Technisch informatieblad	-
Keramische steen algemeen:			
Massa gevelklinker [kg/m ³]	2100	Handboek gevelisolatie	-
Massa cementmortel [kg/m ³]	1900	Handboek gevelisolatie	-
Massa steenstrip + metselmortel (24 mm) [kg/m ²]	± 36	Handboek gevelisolatie	-
Waterdampdiffusieweerstand m _μ [-]	25	Handboek gevelisolatie	-
Waterdampdiffusie-equivalente luchtlaag Sd [m]	0,35	Handboek gevelisolatie	-

Tabel 10: Celina Klinker keramische steenstrips

Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Dikte steenstrip [mm]	7 tot 25 mm	Productinformatieblad	NL BSB
Dikte mortel [mm]	4	Aanname	-
Brandklasse steenstrip	A1	Productinformatieblad	-

Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Vorstbestendigheid	Vorstbestendig	Productinformatieblad	EN 14411:2012
Grote van de poriën	$\geq 0,2 \mu\text{m}$	Productinformatieblad	DIN 18525-1
Volume van de poriën	$\geq 20 \text{ mm}^3/\text{g}$	Productinformatieblad	DIN 18525-1
Wateropname [%]	$< 12\%$; $< 6\%$ of $< 3\%$ op aanvraag mogelijk	Productinformatieblad	DIN 18525-1
Keramische steen algemeen:			
Massa gevelklinker [kg/m^3]	2100	Handboek gevelisolatie	-
Massa cementmortel [kg/m^3]	1900	Handboek gevelisolatie	-
Massa steenstrip + metselmortel (24 mm) [kg/m^2]	$\pm 14 - 51$	Handboek gevelisolatie	-
Waterdampdiffusieweerstand $m\mu$ [-]	25	Handboek gevelisolatie	-
Waterdampdiffusie-equivalente luchtlaag S_d [m]	0,35	Handboek gevelisolatie	-

Tabel 11: Feldhaus Klinker keramische steenstrips

Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Dikte steenstrip [mm]	14	Prüfungszeugnis	-
Dikte mortel [mm]	4	Aanname	-
Brandklasse steenstrips	A1	Prüfungszeugnis	-
Vorstbestendigheid	Vorstbestendig	Prüfungszeugnis	DIN EN ISO 10545-12
Grote van de poriën	$\geq 0,2 \mu\text{m}$	Prüfungszeugnis	-
Volume van de poriën	$\geq 20 \text{ mm}^3/\text{g}$	Prüfungszeugnis	-
Wateropname [%]	6	Prüfungszeugnis	DEN EN ISO 10545-3 en DEN EN 772-21
Keramische steen algemeen:			
Massa gevelklinker [kg/m^3]	2100	Handboek gevelisolatie	-



Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Massa cementmortel [kg/m^3]	1900	Handboek gevelisolatie	-
Massa steenstrip + metselmortel (24 mm) [kg/m^2]	± 36	Handboek gevelisolatie	-
Waterdampdiffusieweerstand $m\mu$ [-]	25	Handboek gevelisolatie	-
Waterdampdiffusie-equivalente luchtlaag S_d [m]	0,35	Handboek gevelisolatie	-

Tabel 12: Brickworld A1 gevelisolatiesysteem keramische steenstrips

Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Dikte steenstrip [mm]	14-18	Productinformatieblad	-
Dikte mortel [mm]	4	Aanname	-
Brandklasse steenstrip	A1	Productinformatieblad	ETAG 004
Brandklasse isolatie (minerale wol)	A1	DoP	EN 13501-1
Vorstbestendigheid	Vorstbestendig (50 cycli)	Productinformatieblad	EN ISO 10545-12
Grote van de poriën	$\geq 0,2 \mu\text{m}$	Productinformatieblad	DIN 66133
Volume van de poriën	$\geq 20 \text{ mm}^3/\text{g}$	Productinformatieblad	DIN 66133
Wateropname [%]	≤ 9	DoP	DIN EN 10545-3
Massa verlijming [kg/m^2]	3 – 4	Productinformatieblad	DIN EN 12004
Massa voegen [kg/m^2]	5,0 – 7,5	Productinformatieblad	DIN 18515-1 en EN 998-2
Vorstbestandheid	F2	Productinformatieblad	EN 771-1
Actieve zouten	S2	Productinformatieblad	EN 771-1
Keramische steen algemeen:			
Massa gevelklinker [kg/m^3]	2100		-
Massa steenstrip + metselmortel (24 mm) [kg/m^2]	± 37		-
Waterdampdiffusieweerstand $m\mu$ [-]	25		-
Waterdampdiffusie-equivalente luchtlaag S_d [m]	0,35		-

**Tabel 13: E-board gevelisolatiesysteem keramische steenstrips**

Onderdeel	Eigenschap	Bron	Norm
Dikte steenstrip [mm]	20	Atg	-
Dikte mortel [mm]	3 – 4	Atg	-
Brandklasse gevelisolatiesysteem	B-s1,d0	Classificatierapport	EN 13501-1
Vorstbestendigheid systeem	Vorstbestendig	Atg	NBN B62-400
Vorstbestendigheid steenstrip	Hoge vorstweerstand	Atg	NBN B 27-009
Warmte-regen bestendigheid	Warmte-regen bestendig	Atg	NBN B62-400
Impactbestendigheid	Klasse I, II en III	Atg	ISO 7892
Waterdampdiffusieweerstand $m\mu$ [-]	5 - 10	Atg	NBN EN 12524/ NBN EN 1745 / NBN EN ISO 12572
Waterdampdiffusie-equivalente luchtlaag S_d [m]	0,10 – 0,20	Atg	NBN EN 12524/ NBN EN 1745 / NBN EN ISO 12572
Keramische steen algemeen:			
Massa gevelklinker [kg/m ³]	2100		-
Massa steenstrip [kg/m ²]	≤ 40		



In de onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de verschillen tussen twee typen minerale steenstrips en twee typen keramische steenstrips.

Tabel 14: Vergelijking

Onderdeel	Mineraal		Keramisch					
	Sto	Alsecco	DUO-systems	StoBrick	Celina Klinker	Feldhaus Klinker	Brickworld A1	E-board
Algemeen/ constructief								
Dikte (strip en lijm mortel) [mm]	4,0 - 7,0	7 -10	24 (20 + 4)	18 (14 + 4)	11 tot 29 (4 mm mortel)	18 (14 + 4)	18 - 22 (4 mm mortel)	24 (20 + 4)
Massa (strip en lijm mortel) [kg/m ²]	3,0 - 4,0	7 - 9	± 48 ¹	± 36 ¹	± 14 - 51	± 36 ¹		40
Brandveiligheid								
Brandreactieklasse systeem	B-s2,d0	C-s2, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	- ³	- ³	- ³	B-s1,d0
Brandreactieklasse steenstrip	-	-	-	-	A1	A1	A1	- ³
Hygrothermisch								
Capillaire waterabsorptie	< 0,5 kg/m ²	< 0,5 kg/m ²	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	≤ 0,2 kg/m ² (isolatie)
Wateropname	- ³	- ³	≤ 6 %	≤ 6 %	≤ 12%; ≤ 6%; ≤ 3%	≤ 6 %	≤ 6 %	≤ 6 % (isolatie)
Poriën volume ≥ 20 mm ³ /g ?	n.v.t.	n.v.t.	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	- ³
Poriën radius > 0,2 µm?	n.v.t.	n.v.t.	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	Voldoet	- ³
Bestand tegen hygrothermische cycli? Norm	Ja conform ETAG 004	Ja conform ETAG 004	Ja conform DIN EN ISO 10545-12	- ³	- ³	- ³	- ³	Ja conform NBN B62- 400
Vorstbestendig? norm	Ja conform ETAG 004	Ja conform ETAG 004	Ja conform DIN EN ISO 10545-12	Ja conform EN ISO 10545-12	Ja conform EN 14411: 2012	Ja conform EN ISO 10545-12	Ja conform EN ISO 10545-12	Ja conform NBN B62- 400



Onderdeel	Mineraal		Keramisch					
	Sto	Alsecco	DUO-systems	StoBrick	Celina Klinker	Feldhaus Klinker	Brickworld A1	E-board
Waterdampdiffusie-equivalente luchtlaag Sd [m]	0,8 ²	0,9 ²	0,6 ¹	0,35 ¹	0,35 ¹	0,35 ¹	0,35 ¹	0,10 – 0,20
Duurzaamheid/ onderhoud								
Impact weerstand	Categorie I	Categorie I	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	Categorie I, II en III
Hechting van de strips na veroudering $\geq 0,08$ Mpa?	Voldoet	Voldoet	- ³	- ³	- ³	- ³	- ³	Voldoet

¹ Op basis van algemene waarden (handboek gevelisolatie)

² Conform ETA

³ Geen gegevens bekend



RAADGEVENDE INGENIEURS

Nieman-Kettlitz

Gevel- en Dakadvies

Nieman-Kettlitz Gevel- en Dakadvies B.V.

Vestiging Rijswijk

Nassaukade 1
Postbus 1757
2280 DT Rijswijk
T 070-307 89 10

Vestiging Zwolle

Dr. Van Lookeren -
Campagneweg 16
Postbus 40147
8004 DC Zwolle
T 038-467 00 30

In 't Hart van de Bouw