Plan van aanpak controle Structurele verlijming van gevels

Toetsingshulpmiddel voor Bouwtoezichten

Opgesteld door de COBc werkgroep bestaande uit;

dhr. T.J.M. Smit (gem. den Haag),
dhr. F. Raijmakers (gem. Eindhoven),
dhr. B. Winkel (gem. Hengelo),
dhr. P.A.J.A.T. Willemen (gem. Rotterdam)
en dhr. A. Borst (gem. Utrecht)

7 november 2019
Groene versie

Centraal overleg Bouwconstructies

groene versie 7 november 2019

Beste collega's,

Voor U ligt de eerste groene versie van het toetsingshulpmiddel constructieve verlijming. Deze is bedoeld om U als toetser handvatten te geven als u constructief verlijmd glas, steenstrips, en andere verlijmde (gevel)elementen toetst aan het Bouwbesluit.

De afgelopen jaren hebben we meerdere schadegevallen gezien met verlijmde geveldelen. Daarnaast is de sterkte van de lijmverbinding over de referentieperiode afhankelijk van uitvoeringskwaliteit en externe factoren zoals vocht gedurende deze termijn.
In 2011 is de BRL4101-7 (publieksrechtelijk) ingetrokken.

Vanuit de energieopgave en de verduurzaming van bestaande gebouwen, is er grote behoefte in de markt. Om deze innovatie verantwoord ruimte te kunnen geven, heeft de werkgroep constructieve verlijming van het COBc het initiatief genomen om een toetsingshulpmiddel op te stellen.
Constructeurs van diverse gemeenten hebben gezamenlijk deze richtlijn opgesteld, om toepassing van constructieve verlijming voor een aantal situaties toch mogelijk te maken.

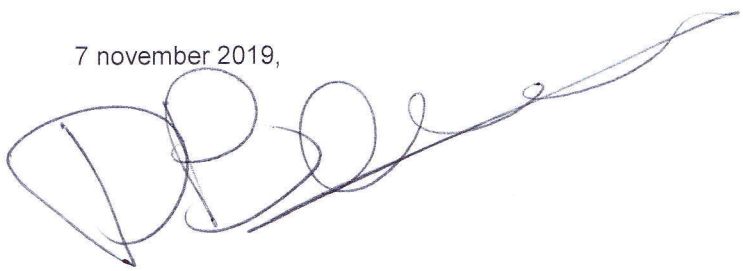
Deze aanpak is risico-gestuurd.

Constructieve verlijming is niet altijd mogelijk. Met deze richtlijn kunt u nagaan wat er in uw bouwplan van toepassing is, en welke aanpak daarbij hoort.

Met deze richtlijn willen we als COBc werken aan een open en uniforme aanpak.
Het is een groei-document, waar nieuwe kennis en ervaring steeds in verwerkt zal worden.

Uw inbreng is van grote waarde. Daarom ontvangen we graag uw vragen en commentaar op deze groene versie. Dat is mogelijk tot 10 februari 2020, door een mail te sturen naar a.borst@utrecht.nl. Daarna zal deze definitief gemaakt worden.

7 november 2019,



D.C.W. Bezemer, voorzitter COBc

groene versie 7 november 2019

Aanpak structurele verlijming van gevels

Aanleiding

Hoewel er reeds meer dan 30 jaar ervaring is op het gebied van lijmen van gevels blijkt het zeer moeilijk om de sterkte en de duurzaamheid gedurende de ontwerplevensduur aan te tonen voor dit samengestelde product.
De lijmproducent heeft bovendien over het algemeen geen controle op de uitvoering, de omstandigheden en de uitvoeringsmethode terwijl deze een grote invloed hebben op de kwaliteit van het product. Producenten nemen daarom hiervoor geen verantwoordelijkheid. Daarnaast blijft er discussie over de duurzaamheid van de hechtsterkte gedurende de referentieperiode omdat dit door diverse oorzaken nadelig beïnvloed kan worden. Gelijmde gevelelementen worden steeds vaker toegepast. Omdat er hiervoor in Nederland geen (materiaal gebonden) normen bestaan is dit plan van aanpak opgesteld als leidraad voor de beoordeling door bouwtoezicht.

Aanpak conform de vigerende regelgeving (Bouwbesluit 2012)

De aanvrager van de Omgevingsvergunning dient aan te tonen dat de kwaliteit van het samengesteld product (dus de lijm in combinatie met de aansluitende materialen) met betrekking tot de sterkte gedurende de referentieperiode aan het Bouwbesluit 2012 afdeling 2.1 inclusief de aangewezen normen voldoet. De aanvrager kan gebruik maken van de mogelijkheid tot gelijkwaardigheid (artikel 1.3). In de toelichting van het Bouwbesluit 2012, staat bij afdeling 2.1 dat rekening gehouden mag worden met voorzien onderhoud, waarbij in de Nationale Bijlage van de NEN-EN 1990 voorwaarden staan, zoals inspecteerbaarheid en mate waarin de constructie waarschuwt bij bezwijken.

Van bovenstaande kan worden afgezien als door middel van mechanische borging een tweede draagweg aanwezig is, voor betreft het afdragen van het eigen gewicht, temperatuur, wind en opgelegde belastingen

Om aan te tonen dat de sterkte van het samengesteld product gedurende de referentieperiode voldoet aan het Bouwbesluit 2012, dienen de volgende gegevens en bescheiden te worden overlegd, waarbij in ieder geval het constructieprincipe gelijktijdig met de aanvraag:

- Beschrijving van het constructieprincipe (inclusief wijze waarop duurzaamheid geborgd wordt);
- Een productomschrijving (de lijm en de aansluitende materialen);
- Overzichts- en detailtekeningen (voegdikte, voegdiepte en dergelijke);
- Berekeningen;
- Relatie met de in het Bouwbesluit 2012 aangewezen normen ;
- Risicoanalyse en inspectieprotocol om de faalkans onder de geëiste grenswaarden te houden
- Uitreksel van het kadaster waaruit blijkt dat het inspectieprotocol hierin zijn vastgelegd
- Kwaliteitsverklaring met een nationale status (CE-markering en ETA);
- Laboratoriumonderzoek (hechting op de aansluitende materialen);

Hierin moeten zijn verwerkt;

- De wijze van aanbrengen;
- De omstandigheden bij aanbrengen (in het werk of in de fabriek);
- De kwaliteitsbewaking (controle tijdens de uitvoering)
- Wisselingen van vochtigheid en temperatuur (tijdens de uitvoering en gebruik);
- Vorst-dooi inwerking;
- De fysieke eigenschappen (de lijm en de aansluitende materialen);
- De belastingen op de gevel (wind/ brand/ eigengewicht/ opgelegde vervormingen door krimp en/of temperatuur);
- De kwaliteit van de onderdelen (de lijm en de aansluitende materialen);
- De kwaliteit van het samengesteld product.

Toelichting

De kwaliteit van het samengesteld product kan aanzienlijk beter zijn als dit onder geconditioneerde omstandigheden in een fabriek wordt aangebracht dan als dat buiten in koude en natte omstandigheden in het werk wordt aangebracht.
De wijze van reinigen, primeren, aanwezigheid van luchtbellen, mengkwaliteiten en dergelijke moeten onderdeel zijn van het rapport. Ook moet duidelijk zijn hoe dik de lijm laag is en hoe de lijm is opgebracht (bijvoorbeeld met een lijmkam).
Wisselingen in temperatuur (zon/ vriezen) en vochtigheid (regen/ damp) komen tijdens de gebruiksperiode frequent voor. Ook kan er sprake zijn van het opvriezen van het vocht.
Als van een product een CE-markering conform de NEN-EN of DIN-EN is afgegeven kunnen hiermee de eigenschappen worden aangetoond. NEN-EN of DIN-EN –normen zijn geharmoniseerde Europese productnormen met een nationale status. Hierin worden eisen gesteld aan de eigenschappen en aan de beproevingsmethoden en wordt de wijze van conformiteitsbeoordeling vastgesteld. Tussen de verschillende materialen ontstaan spanningen. Deze ontstaan vooral ten gevolge van de verhinderde vervorming door krimp en temperatuursverandering. Aangetoond moet worden dat deze spanningen gedurende de ontwerplevensduur blijven voldoen in relatie tot de (hecht-)sterkte (unity check). Dit kan door berekening. Gebruikelijk gebeurt dit naast laboratoriumonderzoek. Hierbij is belangrijk dat het samengesteld product wordt beproefd (bijvoorbeeld steenstrip-lijm-prefabbeton). Laboratoriumonderzoek kan bestaan uit adhesietests door middel van afpelproeven en/of trekproeven [zie ref.2]. **Laboratoriumonderzoek kan echter geen uitspaak geven over de duurzaamheid van de hechtsterkte doordat altijd sprake is van een combinatie van factoren.**

groene versie 7 november 2019

Risicoanalyse

Zolang de duurzaamheid gedurende de referentieperiode niet volledig op de bovenstaande wijze kan worden aangetoond, mag als gelijkwaardigheid gebruik worden gemaakt van voorzien onderhoud, onder voorwaarden (zoals inspecteerbaarheid en mate waarin de constructie waarschuwt bij bezwijken). Om te bepalen of het risico op letsel aanvaardbaar klein is, mag hierbij gebruik worden gemaakt van een risico analyse middels de methode van Fine en Kinney, beschreven in de aangewezen norm NEN 2608.
Volgens de methode Fine en Kinney is het risico op letsel is aanvaardbaar als de waarde kleiner is dan 25.
Om het risico op letsel te verkleinen kan gebruik gemaakt worden van een inspectieprotocol. Uit de methode van Fine en Kinney kan blijken (zie voorbeelden) dat in sommige gevallen een inspectieprotocol niet nodig, maar kan blijken dat de risico's dusdanig hoog blijven (bijvoorbeeld in een ruimte met heel veel publiek) dat mechanische borging noodzakelijk is.

Inspectie protocol

Bij het inspectieprotocol wordt door middel van een kwaliteitscontroleprogramma gedurende de referentieperiode de kwaliteit van de lijmverbindingen regelmatig gecontroleerd. De selectie van de controles kunnen in geval van transparante materialen plaatsvinden op basis van visuele inspectie. Bij niet transparante materialen kan dit door middel van kloppen. Hierbij wordt gezocht naar gelijmde gevelelementen met adhesieverlies of wijziging van de fysieke eigenschappen van de lijm. De aangewezen gevelelementen (minimaal 3%) voor de ontglazingstest [ref. 2] worden verwijderd (met een mes of een staaldraad).en de lijm wordt onderworpen aan de afpelproef (op de achterblijvende lijm ten opzichte van het frame). In plaats hiervan kan ook gekozen worden voor trek of druk proeven, waarbij de lijmvoeg met de ontwerpbelasting op trek (rekenbelastingen) wordt beproefd.`

De volgende controlefrequentie kan worden aangehouden:

- bij oplevering: minimaal 3% van de elementen
  maar in geval van omissies 100% controleren;
- 1 à 2 jaar na de oplevering minimaal 3% van de elementen
  maar in geval van omissies 100% controleren;
- 5 jaar na de oplevering gevolgd door inspecties om de 5 jaar minimaal 3% van de elementen
  maar in geval van omissies 100% controleren.

Voor een ontwerplevensduur van 50 jaar gelden dus 12 controles.

De controles moeten door de aanvrager worden bijgehouden in een logboek en daarbij beoordeeld door zijn constructeur. Het is aan de gemeente afhankelijk van haar handhavingsbeleid of dit logboek bij elke inspectie dient te worden ingediend, of alleen als er maatregelen nodig zijn (als lijmverbindingen niet meer voldoen of (passief) bij een calamiteit,

Aan de gemeente wordt geadviseerd, in de omgevingsvergunning op te nemen dat de eisen in het inspectieprotocol en van het logboek in het Kadaster moeten worden vastgelegd, i.v.m. mogelijk overdracht van eigenaar van het bouwwerk.

Tot slot

Dit plan van aanpak kan gebruikt worden om aanvragen op basis van gelijkwaardigheid (artikel 1.3) te beoordelen. Het is echter de bevoegdheid van het bevoegd gezag om hier over te beslissen.

Referenties

CUR Rapport 2007-1: Construeren met glas [ref.1]
- Dow Corning: Handboek voor structurele beglazing met silicone [ref.2]
- ETAG 002 [ref.3]
- ISO/DIS 28278-1 [ref.4]
- NEN 2608:2014 vlakglas in gebouwen [ref.5]
- NEN-EN 13022-2:2006 [ref.6]
- NEN-EN 15434:2006 [ref.7]
- STS 56 [ref.8]

Informatie internet

http://befl.saint-gobain-glass.com/sites/benl.saint-gobain-glass.com.im-extra-web2-natpub.sgg.lbn.fr/files/vec.pdf
http://nld.sika.com/nl/producten/industrie/bouwcomponenten/01a004sa04/01a004sa04ssa01.html
www.hechtingsinstituut.nl

groene versie 7 november 2019

Bijlage Risicoanalyse

In navolging van NEN2608 wordt de methode Fine & Kinney gebruikt om het risico op letsel, veroorzaakt door een calamiteit te bepalen. Het risico op letsel wordt berekend door RL=WS x BS x ES.
WS staat voor de waarschijnlijkheid van het optreden van de schade en heeft een referentiewaarde van 0.1 tot 10.
BS staat voor de duur dat personen gevaar kunnen lopen. De blootstellingsfactor gaat van 0.5 tot 10.
ES staat voor de ernst van de gevolgen met een waarde van 0.1 tot 100.
De waarden voor WS,BS en ES worden ontleend aan de tabellen.
Als de waarde voor het risico op letsel RL kleiner of gelijk is aan 25, is het risico aanvaardbaar.

Waarden van waarschijnlijkheid

Waarschijnlijkheid van schade	Kans	WS
Bijna niet denkbaar	10^{-6} (1 op 1,000,000)	0,1
Praktisch onmogelijk	10^{-5} (1 op 100,000)	0,2
Onwaarschijnlijk	10^{-4} (1 op 10,000)	0,5
Denkbaar	10^{-3} (1 op 1000)	1
Ongewoon maar mogelijk	10^{-2} (1 op 100)	3
Goed mogelijk	10^{-1} (1 op 10)	6
Te verwachten	10^{-0} (>50%)	10

Waarden van blootstelling

Blootstelling aan het risico	Kans	BS
Zeer zelden	Minder dan 1x per jaar	0,5
Enkele malen	Minder dan 4x per jaar	1
Maandelijks	Minder dan 2x per maand	2
Wekelijks	Maximaal 1x per week	3
Dagelijks	Minder dan 182 dagen per jaar	6
Voortdurend	Meer dan 182 dagen per jaar	10

Waarden voor de ernst

Ernst van de gevolgen	ES
EHBO, blauwe plekken/schrammen	0,1
Licht letsel; behandeling door arts zonder verder verzuim	1
Licht letsel; behandeling door arts met verzuim	3
Zwaar letsel; behandeling door arts + lange nasleep	7
1 dode	15
Ramp,meer dan 1 dode	40
Catastrofe, vele doden	100

Indien een gelijmde gevel correct wordt geconstrueerd maar er geen inspectieprotocol wordt gehanteerd is de waarschijnlijkheid van optreden van schade ongewoon maar mogelijk (WS=3).

Bij het hanteren van het inspectieprotocol wordt de waarschijnlijkheid en het niet tijdig ontdekken onwaarschijnlijk (WS=0.5).

Als we de inspecties jaarlijks gaan uitvoeren mag de waarschijnlijkheid worden gereduceerd naar praktisch onmogelijk (WS=0.2).

Voor de waarden van de blootstelling is vooral kennis van de locatie noodzakelijk

De ernst van de gevolgen is vooral afhankelijk van de massa en de valhoogte.

Op deze wijze kan in samenspraak met het bevoegd gezag een risico analyse gemaakt worden waar bij gebruik gemaakt wordt van de kennis van de locatie.

groene versie 7 november 2019

Vingeroefeningen met Fine & Kinney

NEN-EN 1990 stelt eisen aan de betrouwbaarheid van bouwconstructies en onderdelen daarvan.
Door Tabel B2 en C1 te combineren komen we voor nieuwbouw tot het volgende overzicht:

Betrouwbaarheidsklasse	referentieperiode 1 jaar	
	β	bezwijkkans
RC3	5,2	10^{-7}
RC2	4,7	10^{-6}
RC1	4,2	10^{-5}

Voor het afkeur niveau volgens NEN 8700 komen we tot het volgende overzicht:

Betrouwbaarheidsklasse	referentieperiode 1 jaar	
	β	bezwijkkans
RC3	3,3	10^{-3}
RC2	2,5	10^{-2}
RC1	1,8	10^{-1}

NEN 2608 gaat in bijlage H wat verder in op de betrouwbaarheidsdifferentiatie.
Dit houd in dat een onderdeel wat niet belast wordt door personen 1 gevolgklasse lager mag worden ingedeeld dan de gevolgklasse van het bouwwerk, mits de afmetingen de in Tabel H1 genoemde waarden niet overschrijd. Een conservatieve mechanisch moment gecontroleerd verankerde gevel, geeft dan volgens de methode Fine & kinney de volgende risicoanalyse;
WS X BS X ES= 0.2 X 10 X 15 = 30 >25 dus niet acceptabel.
Een ontwerp conform CUR-aanbeveling 25 waarbij een tweede draagweg aangetoond is in geval van het niet functioneren van 1 anker, geeft dan volgens de methode Fine & kinney de volgende risicoanalyse;
WS X BS X ES= 0.2 X 10 X 0.1 = 0.2 <25 dus wel acceptabel.

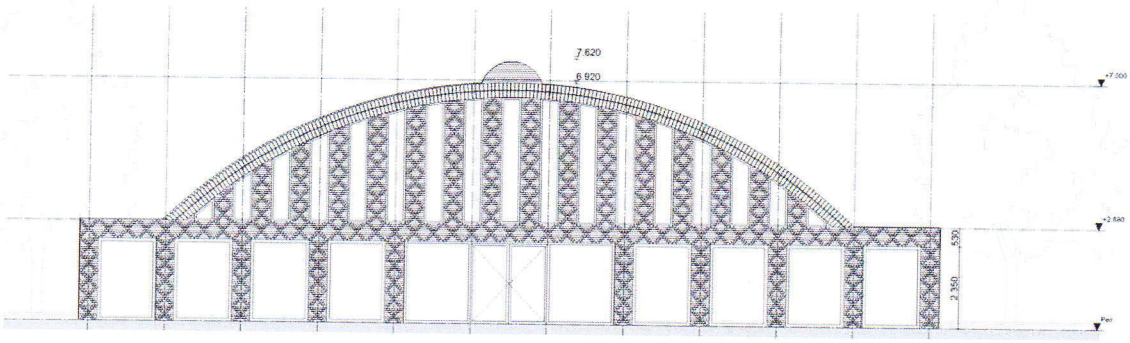
Als dezelfde gevel gelijmd zou worden stellen we een aantal duidelijke voorwaarden die gelijkenis vertonen met een conservatieve mechanisch verankerde gevel zoals;

1. Het onderzoek ofwel de engineering moet aan de gestelde eisen voldoen
2. Het laboratoriumonderzoek en de trekproeven tijdens de opleveringsinspectie moeten duidelijkheid geven over de betrouwbaarheid, wat vergelijkbaar is met het op moment controleren van ankers
3. In de berekening wordt voor alle belastingen een veiligheidsfactor 6 gehanteerd zodat ook bij het gedeeltelijk niet functioneren niet direct sprake is van bezwijken wat vergelijkbaar is met het niet functioneren van 1 anker
4. Om meer duidelijkheid te krijgen over de duurzaamheid van de hechting kan het nodig zijn dat middels een inspectieprotocol te bewaken zodat tijdig maatregelen getroffen kunnen worden bij niet functioneren

Als verder geen inspectieprotocol wordt gehanteerd, geeft dat volgens de methode Fine & kinney de volgende risicoanalyse; WS X BS X ES= 3 X 10 X 15=450>25 dus niet acceptabel.
Met een inspectieprotocol met 12 inspecties in 50 jaar geeft dat volgens de methode Fine & kinney de volgende risicoanalyse; WS X BS X ES= 0.5 X 10 X 15=75>25 dus niet acceptabel
Met een inspectieprotocol met 50 inspecties in 50 jaar geeft dat volgens de methode Fine & kinney de volgende risicoanalyse; WS X BS X ES= 0.2 X 10 X 15=30>25 dus niet acceptabel
Situaties met een 24/7 blootstelling komen dus niet in aanmerking voor een gelijmde gevel zonder mechanische borging berekend op afkeur niveau.
Situaties met een dagelijkse blootstelling en grootte valhoogte maar een beperkte afmeting komen alleen in aanmerking met een inspectieprotocol met 50 inspecties in 50 jaar en geeft volgens de methode Fine & kinney de volgende risicoanalyse; WS X BS X ES= 0.2 X 6 X 15=18<25 dus acceptabel.
Bij een beperkte hoogte (valhoogte 3.5m) en gewicht (35kg) van de elementen of (valhoogte 1.75m) en (70kg) kan op basis van eerdere incidenten (rapport OVV) gesteld worden dat sprake zal zijn van ernstig letsel dit geeft volgens de methode Fine & kinney bij een inspectieprotocol met 12 inspecties in 50 jaar de volgende risicoanalyse; WS X BS X ES= 0.5 X 6 X 7=21<25 dus acceptabel.
Een inspectieprotocol van 12 inspecties in 50 jaar verlaagd de bezwijkkans van 10^{-2} naar 10^{-4} ofwel de WS=3 naar WS=0.5 vergelijkbaar met een heat-soak test bij gehard glas.
In situaties van een tuin of plantsoen met beplanting zal de blootstelling hooguit wekelijks zijn, in die situaties met een inspectieprotocol van 12 inspecties in 50 jaar geeft de methode Fine & kinney de volgende risicoanalyse; WS X BS X ES= 0.5 X 3 X 15=23<25 dus acceptabel.
Alleen in situaties met 1 bouwlaag en een gewicht van 1kg kan gesteld worden dat de ernst van de gevolgen beperkt zijn zodat een inspectieprotocol niet verplicht gesteld hoeft te worden en geeft de methode Fine & kinney de volgende risicoanalyse; WS X BS X ES= 3 X 6 X 1=18<25 dus acceptabel.

groene versie 7 november 2019

Horeca Paviljoen



Hoogte 7 m beplakt met steen strips met een gewicht van 0.475 kg
De valhoogte 7-1.8=5.2m dit heeft een potentiele Energie 0.475 x 9.814 x 5.2=24.2 knm
Als we uitgaan van een vervorming van 20 mm geeft dit een statisch equivalente kracht van 1.2 kn
Dit zal zwaar letsel geven, in een omgeving waar dagelijks mensen komen.
Met een inspectieprotocol komen we dan tot WS x BS x ES= 0.5 x 6 x 7=21 <25 dus acceptabel

Laboratorium



Structureel verlijm glas 10.10.4 met een gewicht van 122kg
Met een valhoogte van 5m kan dit dodelijk zijn.
Ter plaatse van de tuin is hooguit wekelijks iemand aanwezig
Met een inspectieprotocol komen we dan tot WS x BS x ES= 0.5 x 3 x 15=23 <25 dus acceptabel
Voor de ruiten grenzend aan publiek gebied geldt WS x BS x ES= 0.5 x 6 x 15=45 <25 dus niet acceptabel
Door hier jaarlijks te inspecteren komen we tot WS x BS x ES= 0.2 x 6 x 15=18 <25 dus acceptabel

groene versie 7 november 2019

Grenswaarden toepassingsgebied constructieve verlijming

Het verlijmen van onderstaande gevelproducten voldoet niet aan het Bouwbesluit, omdat (nog) niet voldaan wordt aan de benodigde duurzaamheid van de hechtsterkte van de verlijming.
Daarnaast spelen ook de uitvoering en omstandigheden tijdens gebruiksfase een grote rol.

Om toch ervaring op te kunnen doen is een beperkt toepassingsgebied gedefinieerd, waar het risico als voldoende beperkt wordt beoordeeld.

Zone 1:
Met berekening

Steenstrips (ca 30mm dik)
Gevels van eengezinswoningen (woonfunctie) maximaal 2 lagen (Maaiveld tot 7m), niet gelegen aan openbaar terrein.
Niet hangend (op horizontaal vlak geplaatst) toepassen

Minerale steenstrips- tot 3 mm dikte
Gelijmd op de stuclaag met weefseldoek
Achterconstructie (EPS/XPS); deze mechanisch bevestigen vanaf 6 m boven maaiveld.

Natuursteen
Plint tot maximaal 3 m hoogte boven maaiveld, niet aan openbaar terrein; Niet hangend (op horizontaal vlak geplaatst) toepassen

Glas (gehard)
Plint tot maximaal 3 m hoogte boven maaiveld; niet aan openbaar terrein; niet hangend (op horizontaal vlak geplaatst) toepassen

Zone 2:
Met inspectieprotocol, berekening, risicoanalyse etc. conform deze richtlijn :

Onder geconditioneerde omstandigheden fabrieksmatig geproduceerde gevelsystemen met productcertificaat.:
maximaal 3 lagen (maaiveld tot 10m), mits niet hangend geplaatst; geen winkel of bijeenkomstfunctie, niet boven een gezamenlijke toegang,

Steenstrips
Gevels van maximaal 3 lagen (woonfunctie), niet gelegen aan openbaar terrein.
Niet hangend geplaatst.

Natuursteen
Plint tot maximaal 7 m hoogte boven maaiveld. niet hangend geplaatst.

Glas (gehard) :
Plint tot maximaal 7 m hoogte boven maaiveld, .niet hangend geplaatst.
Alleen indien het gelaagd is met voldoende reststerkte na breuk
Voor zwaardere ruiten is jaarlijkse inspectie vereist.

Zone 3: (nog) niet toepasbaar

Niet genoemde producten en overige toepassingszones.
Mechanische borging noodzakelijk.

groene versie 7 november 2019