VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen® 2014

Staal

1 oktober 2013

Gedeponeerd ter Griffie van de Rechtbank te Utrecht
op 27 september 2013/aktenummer 138/2013

Deel 1 Inleiding

1 INLEIDING
1.1 Vakbekwaamheid 100
1.2 Stalen VMRG-gevelelementen 100
1.3 Profieltypen 101
1.4 Basisvoorwaarden 101
1.5 Benamingen 102
1.6 Aanduidingen op tekeningen 104
1.6.1 Beweegbare delen 104
1.6.2 Geveltypen 107
1.6.3 Benaming van profielen en hoofdmaten van profielen. 108
1.7 Belasting van het milieu 108
1.8 Vormgeving 109
1.9 Relatie met het Bouwbesluit en normen 109
1.10 Integriteit 109
1.11 Integrale veiligheid 109

Deel 2 Ontwerp en Productie

2 FUNCTIONELE EISEN
2.1 Inleiding 111
2.2 Luchtdoorlatendheid 111
2.2.1 Ramen en deuren 111
2.2.1.1 Bepaling luchtdoorlatendheid 111
2.2.1.2 Luchtdoorlatendheid ramen en deuren bij 10 Pascal 112
2.2.2 Vliesgevels 112
2.2.2.1 Bepaling luchtdoorlatendheid 112
2.2.2.2 Luchtdoorlatendheid vliesgevels bij 10 Pascal 113
2.3 Waterdichtheid 113
2.3.1 Ramen en deuren 113
2.3.2 Vliesgevels 115
2.3.3 Toepassingsgebied 115
2.4 Thermische isolatie 115
2.4.1 Temperatuurfactor panelen 116
2.4.2 Condensvorming 116
2.4.3 Infrarood thermografieën 117
2.5 Geluidwering 117
2.5.1 Bepaling geluidwering 117
2.6 Winkelpuien, entreepartijen en trafodeuren 119
2.7 Vliesgevels en serres 119
2.8 Schuine glasgevels en glasdaken 119
2.9 Ventilatie 120
2.10 Bediening van sluitwerk 120
2.11 Elektromagnetisch spectrum 121

3 LEGERINGEN EN ISOLATOREN
3.1 Inleiding 122
3.2 Staal legeringen 122
3.3 Plaatmateriaal 122
3.4 Isolatoren 122

4. CONSTRUCTIES
4.1 Inleiding 124
4.2 Sterkte 124

4.3 Doorbuiging 125
4.3.1 Algemeen 125
4.3.2 Horizontale doorbuiging 125
4.3.3 Verticale doorbuiging 125
4.3.4 Windbelasting 125
4.3.5 Controle op doorbuiging 127
4.3.6 Windtunnelonderzoek 127
4.4 Instabiliteit 127
4.5 Stijfheid van beweegbare delen 127
4.6 Sterkte van verbindingen 127
4.7 Maatafwijkingen van constructies 127
4.8 Glaslatten 127
4.9 Maatvoering 128
4.10 Haaksheid 128
4.11 Scheluwte, schrikstijfheid en stijfheid tegen scheluwvorming 128
4.12 Profielontmoetingen 128
4.13 Plaatconstructies 129
4.13.1 Plaatconstructies 129
4.13.2 Dubbele beplating 129
4.14 Gelaste verbindingen 130
4.15 Hang- en sluitwerk 130
4.15.1 Algemeen 130
4.15.2 Scharnieren van stalen ramen en deuren 130
4.15.3 Sluitwerk 130
4.15.4 Wielen van schuifelementen 130
4.15.5 Deuren in brand- en rookscheidingen 130
4.15.6 Nooduitgangen en vluchtdeuren 130
4.15.7 Onderhoud 131
4.16 Waterhuishouding 131
4.16.1 Glassponningen 131
4.16.2 Sponningen van beweegbare delen 132
4.17 Geprefabriceerde VMRG-gevelelementen 132
4.18 Leidingen 132

5. OPPERVLAKTEBEHANDELING STAAL
5.1 Inleiding 133
5.2 Oppervlaktebehandelingssystemen 133
5.3 Methoden van verzinken 133
5.3.1 Zinkspuiten (schooperen) 133
5.3.2 Thermisch verzinken 133
5.3.3 Continu thermisch verzinkt plaatmateriaal 134
5.3.4 Aanbrengen zinkepoxy poederprimer 134
5.4 Industrieel aangebrachte coating 134
5.4.1 Algemeen 134
5.4.2 Coating aangebracht op geschoopeerd staal 134
5.4.3 Coating aangebracht op thermisch verzinkt staal 134
5.4.4 Coating aangebracht op sendzimir verzinkt staal 134
5.4.5 Coating aangebracht op zinkepoxy poederprimer 134
5.4.6 Coating aangebracht op niet verzinkt staal 134
5.4.7 Bandgeverfd staal 134
5.5 Prestatie-eisen en keuringsmethoden 135
5.6 Prestatie-eisen met bijbehorende testmethode 135
5.6.1 Keuringseisen coating 135
5.6.2 Keuring van het coating-systeem 136
5.7 Partijkeuring 137
5.8 Oppervlaktebehandeling RVS 138

6 GLAS EN ANDERE VAKVULLINGEN
6.1 Inleiding 139
6.2 Glas en panelen 139
6.3 Diktebepaling van glas 139
6.4 Specificaties glas 139
6.5 Beglazingssystemen 140
6.6 Sponning 140
6.7 Steun- en stelblokjes 141
6.8 Voorgespannen glas 141
6.9 Veiligheidsbeglazing 142
6.10 Beoordeling van glas bij oplevering 143
6.10.1 Beoordeling isolerend dubbelglas 143
6.10.2 Veel voorkomende afwijkingen 143

7 BEHANDELING OP DE BOUWPLAATS
7.1 Inleiding 144
7.2 Transport van de fabriek naar de bouwplaats 144
7.3 Controle 144
7.4 Transport op de bouwplaats 144
7.5 Opslag 144
7.6 Voorzorgsmaatregelen tegen beschadigingen 144
7.7 Herstellen van beschadigingen op de bouw 145
7.8 Overgronden 145

8 MONTAGE VAN VMRG-GEVELELEMENTEN OP DE BOUWPLAATS
8.1 Inleiding 146
8.2 Levering inclusief montage 146
8.3 Controle 147
8.4 Oplevering (levering met montage) 148
8.5 Milieu 148
8.5.1 Materiaalkeuze 148
8.5.2 Afvalmateriaal 148

9 VOEGEN TUSSEN VMRG-GEVELELEMENTEN EN BOUWKUNDIG KADER
9.1 Inleiding 149
9.2 Ontwerp 149
9.3 Voegafmetingen en kitkeuze 150
9.4 Uitvoering 151
9.5 Dichtingsprofielen of -banden 151

10 BRANDVEILIGHEID
10.1 Inleiding 152
10.2 Bouwbesluit 152
10.3 Bliksembeveiliging 153

11 INBRAAKWERING
11.1 Inleiding 154
11.2 Bouwbesluit en inbraakwerendheid 154
11.3 Normen voor inbraakwerendheid 154
11.4 De praktijk 155
11.5 Herkenbaarheid 157

Deel 3 Nazorg
12 REINIGING EN ONDERHOUD
12.1 Inleiding 160

12.2 Voorkomen van aantasting 160
12.2.1 Corrosie 160
12.3 Behoud uiterlijk 160
12.4 Levensduur van de oppervlaktebehandeling 160
12.5 Reinigingsfrequentie 160
12.6 Conserverend onderhoud coating 161
12.7 Reinigings- en conserveringsmiddelen 161
12.8 Reiniging of onderhoud van hang- en sluitwerk, kit, glas en beglazingsrubbers. 162
12.8.1 Hang- en sluitwerk 162
12.8.2 Kit 162
12.8.3 Glas en beglazingsrubbers 162
12.8.4 Structural Sealant Glazing 162
12.8.5 Ventilatieroosters 162
12.9 Reiniging bij hoge buitentemperaturen 162
12.10 Gebouwbeheer 163

13 VMRG-GARANTIE- EN -AANSPRAKELIJKHEIDSREGELING
13.1 Inleiding 165
13.2 Garantie 165
13.3 Aansprakelijkheid 166
13.4 Besteksomschrijving 166

14 CE-MARKERING VAN GEVELELEMENTEN
14.1 Inleiding 167
14.2 CE-markering 167
14.3 ITT testen 167
14.3.1 Zelfstandige ITT 168
14.3.2 Gezamenlijke ITT 168
14.3.3 ITT van systeemhuis 168
14.4 CE-verklaring 169
14.4.1 Document CE-markering 169
14.4.2 DoP-verklaring 169
14.4.3 Combinatie document 170

15 MILIEU ASPECTEN
15.1 Inleiding 172
15.2 Het basismateriaal staal 172
15.3 Hergebruik en Recycling van staal 172
15.4 Staal en Cradle to Cradle (C2C) 172

16 ZONNE-ENERGIE
16.1 Zonnepanelen 173
16.1.1 Oriëntatie en hellingshoek 173
16.1.2 Beschaduwing PV-panelen 173
16.1.3 Wind- en waterdichtheid PV-panelen 174
16.1.4 Omvormerruimte 174
16.1.5 Veiligheid 174
16.1.6 Onderhoud en reiniging 174
16.1.7 Normen en richtlijnen 174
16.2 Zonnecollectoren 175
16.2.1 Oriëntatie en hellingshoek 175
16.2.2 Beschaduwing zonnecollector 175
16.2.3 Onderhoud en reiniging 175
16.2.4 Normen en richtlijnen 175

Deel 1
Inleiding

1 INLEIDING

Voor u liggen de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen© 2014 Staal.

Hierin staan de eisen beschreven waaraan de bij de VMRG aangesloten opdrachtnemers, de VMRG-gevelbouwers, moeten voldoen.

De eisen die door de VMRG gesteld worden boven de door de wetgever gestelde minimum eisen zijn op een grijze achtergrond afgedrukt en worden VMRG-eisen genoemd.

In de tekst zijn passages opgenomen die alleen van toepassing zijn op hoogbouw. Dit wordt aangegeven middels het volgende icoon:



Verder bevat dit boek een schat aan nuttige informatie.

De VMRG geeft hier de huidige stand van zaken omtrent de actuele gevelbouw weer. De doelgroep voor de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen bestaat uit o.a. opdrachtgevers, architecten, aannemers, onderwijsinstellingen, toeleveranciers en VMRG-gevelbouwers.

1.1 Vakbekwaamheid

1. VMRG-gevelelementen voldoen aan zowel de prestatienormen van het Bouwbesluit als aan de eisen genoemd in de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen zoals deze drie maanden voor de dag van overeenkomst luiden, tenzij partijen schriftelijk een andere datum afspreken.

2. VMRG-gevelementen worden geleverd onder de VMRG-garantie- en -Aansprakelijkheidsregeling, tenzij partijen schriftelijk anders overeenkomen.

De VMRG verzorgt vakgerichte opleidingen voor (de medewerkers van) de VMRG-gevelbouwers teneinde kennis en vakmanschap op het gewenste niveau te brengen, c.q. te houden.
Constructeurs, tekenaars èn binnen- en buitenmonteurs worden geschoold om hun taak op een verantwoorde wijze te kunnen verrichten.

De VMRG ziet toe op de handhaving van het vakmanschapniveau van de VMRG-gevelbouwers en op de naleving van de eisen van de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen.

Als bewijs dat het werk van een VMRG-gevelbouwer voldoet aan de eisen gesteld in de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen, kunnen VMRG-gevelelementen voorzien worden van een VMRG-Keurmerksticker.

3. VMRG-gevelementen worden geleverd onder VMRG-Keurmerk.

De productie van de VMRG-gevelbouwer staat derhalve onder geregelde controle van SKG in Wageningen.



In de branchegids en op de internetsite www.vmrg.nl is vermeld welke zaken door welke VMRG-gevelbouwers geleverd kunnen worden.

4. Uitsluitend indien schriftelijk overeengekomen tussen opdrachtgever en VMRG-gevelbouwer mag een VMRG-gevelbouwer andere leveringen verrichten dan VMRG-gevelelementen.

1.2 Stalen VMRG-gevelelementen

Onder 'VMRG-gevelelementen' worden verstaan:
Kozijnen, ramen, deuren, puien, vliesgevels, lichtdaken en andere constructies welke in hoofdzaak vervaardigd zijn van stalen profielstaven, waarbij de openblijvende vakken worden gevuld met glas, panelen en andere vakvullingen die bedoeld zijn als scheiding tussen ruimtes in het gebouw zelf, of als scheiding tussen het interieur van een gebouw en het buitenmilieu

(dit is de uitwendige scheidingsconstructie als bedoeld in het Bouwbesluit). Ook kunnen scheidingsconstructies in buiten-buiten situaties hierin zijn begrepen.

1.3 Profieltypen

De in VMRG-gevelelementen toegepaste profielen kunnen worden onderscheiden in profielen met en zonder thermische onderbreking, ook wel aangeduid als geïsoleerde, respectievelijk ongeïsoleerde profielen. Onder profielen met thermische onderbreking wordt in dit verband verstaan: staafmateriaal van een constante doorsnede, bestaande uit uiteindelijk twee (ongeïsoleerde) stalen profielen, die (doorgaans over hun volle lengte) mechanisch verbonden, maar thermisch gescheiden zijn door een isolator (meestal kunststof).

Geïsoleerde profielen worden toegepast om het thermisch isolerend vermogen van gevelelementen te verhogen en om condensvorming zo veel mogelijk te vermijden. Het type en de afmetingen van de isolator bepalen mede de isolatiewaarde. Dit heeft tot resultaat dat geïsoleerde stalen profielen aan hoge isolatiewaarden kunnen voldoen.

1.4 Basisvoorwaarden

Daar waar functionele eisen worden gesteld aan stalen VMRG-gevelelementen, gelden deze voor alle elementen, ongeacht de soort profielen waaruit deze zijn geconstrueerd. Voor gevelelementen waarin behalve staal ook ander materiaal verwerkt wordt (hout, beton enz.), zullen deze functionele eisen alleen gelden voor zover zij logisch toepasbaar zijn op stalen delen (bijvoorbeeld de schrankstijfheid van een stalen draaideel in een houten kozijn).

Stalen profielen en platen dienen, voor zover het voor het materiaal vereist is, opgeslagen en verwerkt te worden in een droge en condensvrije ruimte. Zaag- en boormachines, frees-, stans- en knipgereedschappen dienen scherp te zijn alsmede correct te zijn afgesteld, waardoor beschadigingen voorkomen worden en braamvorming beperkt blijft. Dit geldt ook voor bewerkingseenheden.

VMRG-gevelelementen dienen, zowel bij in- en extern transport alsmede bij (tussen)opslag, op daartoe geschikte transportmiddelen te worden vervoerd en/of opgeslagen. VMRG-gevelelementen moeten afdoende tegen beschadiging en vervuiling worden beschermd. Direct contact van de gevelelementen onderling en/of met wanden en/of bodem moet worden voorkomen.

De randaansluitingen van derden moeten voldoen aan de eisen genoemd in deze VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen.

De VMRG-gevelbouwer dient te beschikken over een kwaliteitsborgingsysteem waarbij ook de montage, montagearbeid en het toezicht op de montage opgenomen zijn.

De VMRG-gevelbouwer blijft eveneens onverkort verantwoordelijk bij onderaanneming of uitbesteding conform de vigerende VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen.

1.5 Benamingen

Binnenpui	Fabrieksmatig met behulp van raamwerken vervaardigd zelfdragend bouwdeel, zoals kozijnen, raamstroken en/of puien, met vaste vullingen en/of bewegende delen met toebehoren, bestemd voor toepassing als scheidingsconstructie tussen ruimten in een gebouw.
Bouwkundige constructie	Dragende constructie waarlangs de optredende krachten naar de fundatie worden afgeleid.
Chromateren	Chemische voorbehandeling van aluminium of verzinkt staal als maatregel tegen het optreden van corrosie door middel van het aanbrengen van een chromaatlaag.
Coating	Een deklaag (nat- of poederlaksysteem) op een voorbehandeld oppervlak.
Component	Onderdeel van een gevelelement zoals glas of een paneel.
Deur	Beweegbaar deel in een scheidingsconstructie bedoeld om doorgang mogelijk te maken.
Dilatatievoeg	Voeg die beweging van de gevelelementen ter plaatse van de voeg t.o.v. elkaar mogelijk maakt.
Elektrolytisch verzinken	Het langs elektrochemische weg aanbrengen van een zinklaag op staal ter bescherming tegen corrosie.
Fosfateren	Chemische behandeling van staal als maatregel ter bescherming tegen het optreden van corrosie en/of voor het verkrijgen van hechting, door middel van het aanbrengen van een fosfaatlaag.
Geïsoleerd profiel	Staafmateriaal van een constante doorsnede, thermisch gescheiden zijn door een 'isolator' van een ander materiaal (meestal kunststof) en met een aanzienlijk geringer thermisch geleidingsvermogen dan de stalen profielen die uit één stuk bestaan.
Gesloten voeg	Met toevoeging, meestal kit of rubber, afgedichte voeg.
Glasdak	Een zelfdragende beglaasde uitwendige scheidingsconstructie in een dakvlak.
Gevelelement	Fabrieksmatig met behulp van raamwerken vervaardigd zelfdragend bouwdeel, zoals kozijnen, raamstroken en/of puien, met vaste vullingen en/of beweegbare delen met toebehoren.
Hoogbouw	Gebouwen met een dakrandhoogte van meer dan 70 meter.
Horizontale raamstrook	Op elkaar aansluitende gevelelementen die in een horizontale strook worden aangebracht tussen de vloeren en/of borstweringen, maar vóór de wanden.
Ingangskeuring	Keuring door de VMRG-gevelbouwer van de aangeleverde materialen.
Kier	Bedoelde of onbedoelde spleetvormige opening in een aansluitconstructie.
Kozijn	Raamwerk dat bestemd is om in een bouwkundig kader te worden bevestigd, eventueel met behulp van een stelkozijn of stellijst.
Lakken	Zie bij coating.
Moffelen	Het geforceerd uitharden van een coating onder invloed van een verhoogde temperatuur.
Naad	Aansluiting tussen (bouw-)delen, die kennelijk niet bedoeld is om die delen ten opzichte van elkaar (door bediening of anderszins) te laten bewegen.
Natlak	Een nat aangebrachte deklaag. Voor het uitharden kan gebruik gemaakt worden van moffelen, doch dit is niet per definitie noodzakelijk.
Omtrekspeling	De ruimte tussen het bouwkundige kader en het gevelelement bedoeld om maattoleranties op te vangen.

Opdrachtnemer	VMRG-gevelbouwer.
Open voeg	Niet afgedichte voeg.
Poederlak	Een in poedervorm aangebrachte coating, waarbij uitharding plaatsvindt door middel van moffelen.
Poederlakken	Het aanbrengen van een coating door middel van moffelen van een langs elektrostatische weg op het werkstuk neergeslagen lak in poedervorm.
Pui	Een gevelvulling samengesteld uit aan elkaar gekoppelde kozijnen.
Raam	Kader t.b.v. beglazing of andere vakvullingen.
Roestvaststaal	Bevestigingsmiddelen van roestvaststaal dienen van kwaliteit 304 of 316 te zijn of beter, waarbij 304 overeenkomt met A2 kwaliteit en 316 overeenkomt met A4 kwaliteit.
Ruit	Op maat gemaakte glasplaat om te worden toegepast in een scheidingsconstructie.
Scheidingsconstructies	Constructies bedoeld om bouwkundige ruimtes af te schermen van de buitenatmosfeer of van elkaar.
Schooperen (zinkspuiten)	Het door middel van vlamspuiten van zinkdraad of –poeder aanbrengen van een zinklaag op staal.
Sendzimir verzinkt plaatmateriaal	Plaatmateriaal dat als vlak bandstaal, in een continu proces, door een zinkbad wordt geleid, waardoor een dunne laag zink op het staal achterblijft.
Serre	Een zelfdragende beglaasde uitwendige scheidingsconstructie samengesteld uit op elkaar aansluitende gevel- en dakelementen. De bouwkundige constructie en fundering maken geen onderdeel uit van het begrip serre in dit document.
Sluitnaad	De aansluiting in de aanslag tussen beweegbaar deel en kozijn.
Stelkozijn	Lucht- en waterdicht constructief element in een aansluitconstructie, geschikt als aanslag voor het monteren van een raamwerk (kozijn of pui) in een bouwkundig kader
Stellijst	Plaatachtig constructief element in een aansluitconstructie, geschikt als aanslag voor het monteren van een raamwerk (kozijn of pui) in een bouwkundig kader.
Structurele Beglazing	De ruiten worden niet in sponningen opgenomen maar door mechanische bevestiging tegen de achterliggende constructie bevestigd d.m.v. schroefverbindingen.
Structural Sealant Glazing (SSG beglazing)	De ruiten worden niet in sponningen opgenomen maar door “lijmen” of “verkleven” tegen de achterliggende constructie bevestigd, al dan niet ondersteund om het gewicht van het glas op te vangen.
Thermisch verzinken	Het door middel van dompelen in gesmolten zink aanbrengen van een zinklaag.
Verticale gevelstrook	Op elkaar aansluitende gevelelementen die in een verticale strook worden aangebracht tussen de wanden maar vóór de vloeren. Die gevelelementen kunnen kozijnen zijn maar ook panelen.
Verzinken	Het aanbrengen van een zinklaag.
Vliesgevel	Zelfdragende uitwendige scheidingsconstructie, ter plaatse in het werk opgebouwd uit gevelelementen en/of stijl- en regelwerk van profielen tot een systeemwand, welke door verankering aan de achterliggende bouwconstructie is bevestigd en waarin beweegbare delen en/of vullingen met toebehoren zij opgenomen.
VMRG-gevelbouwer	Gevelbouwer in het bezit van het VMRG-Keurmerk.
VMRG-Keurmerk	Bewijs dat een gevelbouwer gekwalificeerd is als VMRG-gevelbouwer.
Voeg	Een ten behoeve van dichting met een afdichting gevulde naad, teneinde voor de betreffende toepassing een doeltreffende duurzame afdichting te realiseren.

1.6 Aanduidingen op tekeningen

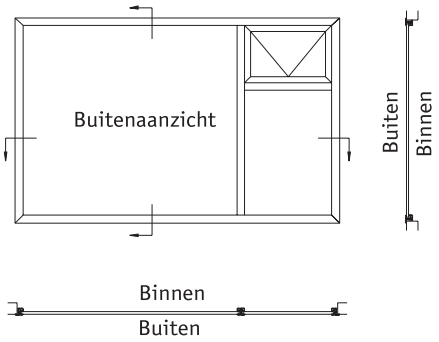
1.6.1 Beweegbare delen

In de praktijk worden verschillende benamingen en aanduidingen gebruikt. Ter wille van de duidelijkheid en de eenheid in terminologie worden onderstaande aanbevelingen gegeven die grotendeels ontleend zijn aan normbladen. De aanbevolen projectiemethode komt overeen met de navolgende projectiemethode. Indien niet uitdrukkelijk anders schriftelijk overeengekomen zullen de tekeningen volgens deze methode worden vervaardigd.

Op tekening wordt het buitenaanzicht aangegeven.
Dit wil zeggen: alsof de beschouwer buiten het gebouw staat en het gevelelement beziet.

Bij de horizontale doorsnede is de buitenzijde onder en bij de verticale doorsnede is de buitenzijde links.

Beweegbare delen kunnen als volgt worden geopend:
- Naar buiten;
- Naar binnen;
- In het vlak van de gevel (schuifelementen).

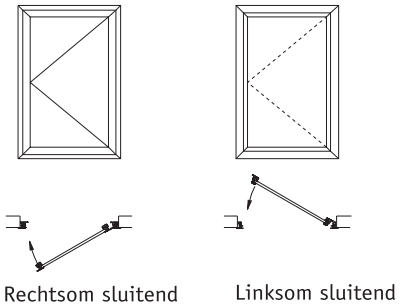


Beweegbare delen die naar buiten kunnen worden geopend, worden op tekeningen aangegeven door een getrokken lijn.

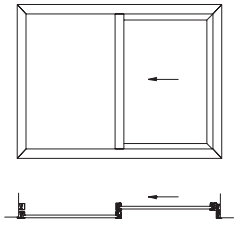
Beweegbare delen die naar binnen toe open gaan worden door een stippel- c.q. streepjeslijn aangegeven.

Bij schuifelementen wordt door middel van een pijl aangegeven welk deel beweegbaar is. De pijlpunt geeft de openingsrichting aan.

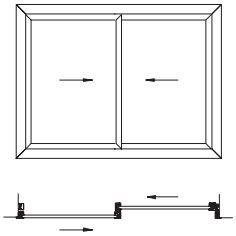
Draairichting:
De draairichting van beweegbare delen wordt - in bovenaanzicht - rechtsom sluitend genoemd als het beweegbare deel met de wijzers van de klok mee gesloten kan worden, en linksom sluitend als de sluitrichting tegen de wijzers van de klok in is (NEN 270).



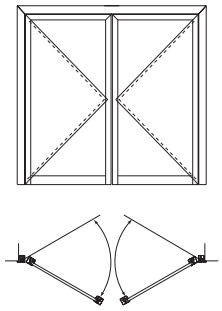
Typen beweegbare delen
Enkele veel voorkomende typen:



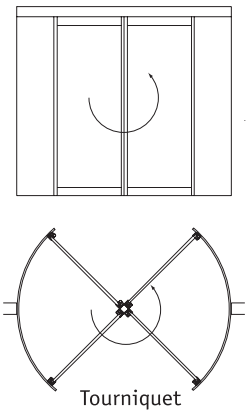
Horizontaal schuifraam/deur
Enkel schuivend



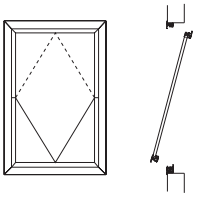
Horizontaal schuifraam/deur
Dubbel schuivend



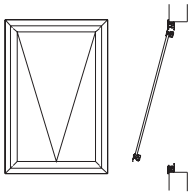
Dubbele doordraaiende deur



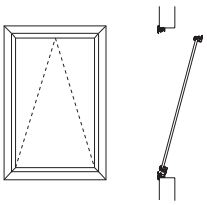
Tourniquet



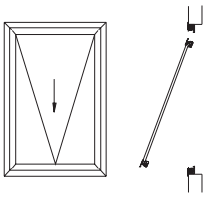
Tuimelraam



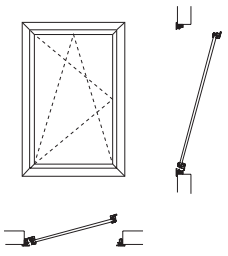
Uitzetraam



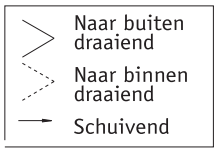
Valraam

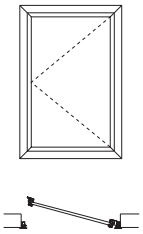


Uitzet zakraam

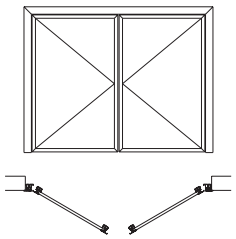


Draai-valraam/deur
Rechtsom sluitend

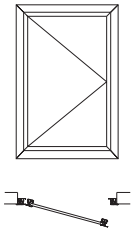




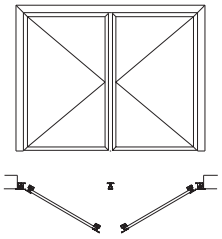
Draairaam/deur
Naar binnen draaiend
Linksom sluitend



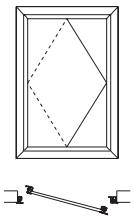
Stolpraam/deur
Naar buiten draaiend
Geen vaste middenstijl



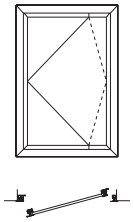
Draairaam/deur
Naar buiten draaiend
Linksom sluitend



Draairaam/deur
Naar buiten draaiend
Met vaste middenstijl



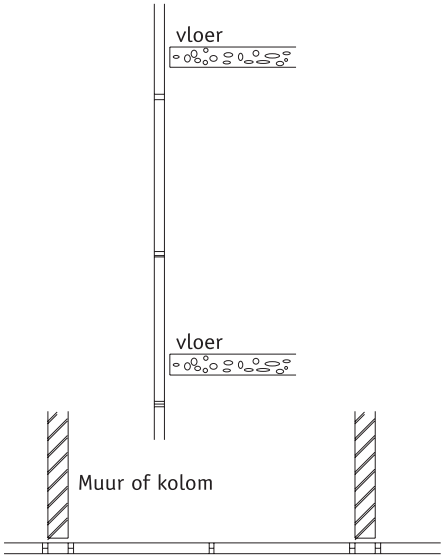
Taatsraam symmetrisch
Linksom draaiend



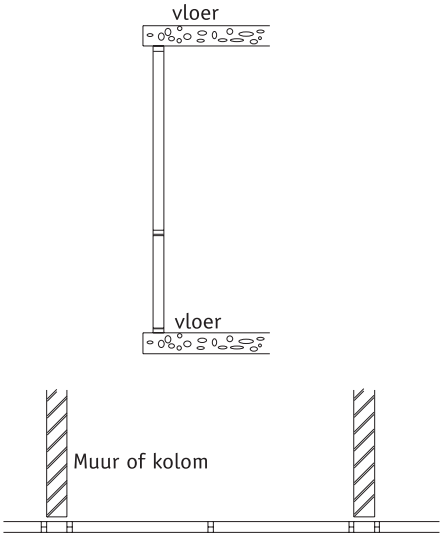
Taatsraam asymmetrisch
Rechtsom draaiend

1.6.2 Geveltypen

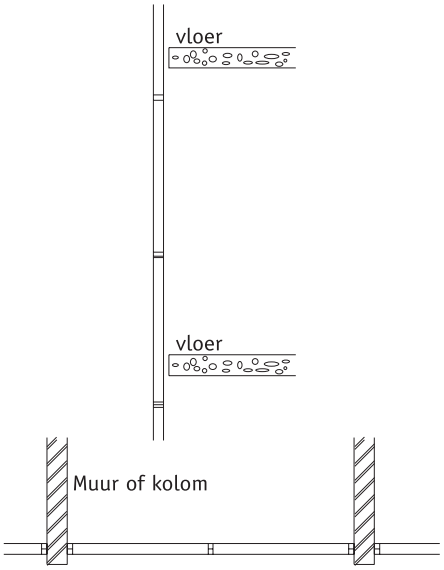
Stalen gevelelementen zijn zelfdragend. Zij leveren geen bijdrage aan de dragende constructie van het gebouw. Ze worden lichte gevelelementen genoemd en zijn in hoofdzaak samengesteld uit staal, glas, natuursteen, vezelachtige producten en kunststoffen.



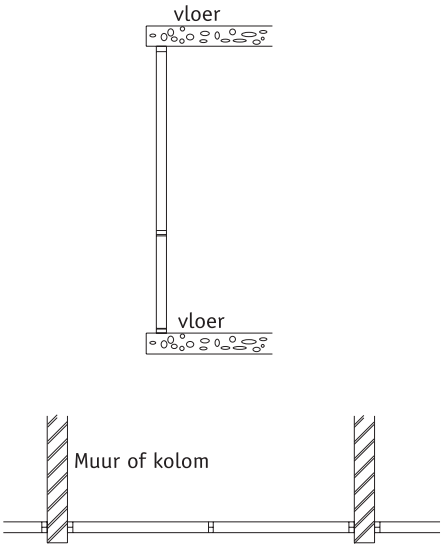
Vliesgevel



V Horizontale raamstrook



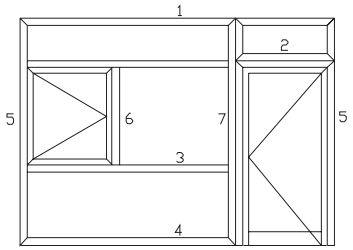
Verticale raamstrook



Pui

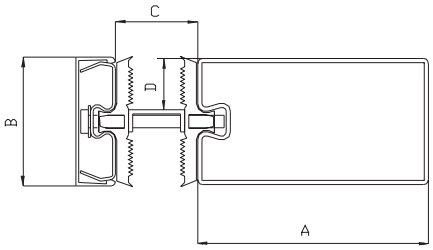
1.6.3 Benaming van profielen en hoofdmaten van profielen

1. Bovenregel
2. Koppelregel
3. Tussenregel
4. Onderregel
5. Zijstijl
6. Tussenstijl
7. Koppelstijl



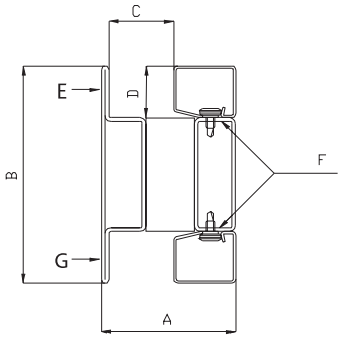
Pui

A = Profieldiepte
B = Profielbreedte
C = Sponningbreedte
D = Sponninghoogte

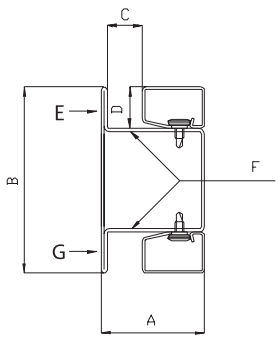


Geïsoleerd vliesgevelprofiel

A = Profieldiepte
B = Profielbreedte
C = Sponningbreedte
D = Sponninghoogte
E = Glasflens
F = Profiellijf
G = Aanslagflens



Geïsoleerd kozijnprofiel



Ongeïsoleerd kozijnprofiel

1.7 Belasting van het milieu

De VMRG-gevelbouwers dragen er zorg voor dat bij het produceren en monteren van stalen gevelelementen gebruik wordt gemaakt van materialen en processen die het milieu zo min mogelijk belasten.
Staal is vrijwel volledig terugwinbaar en kan onbeperkt en vrijwel zonder kwaliteitsverlies worden hergebruikt.

5. Er worden bij de fabrikage van VMRG-gevelelementen uitsluitend CFK-vrije materialen gebruikt.

In verband met renovatie en/of vervanging dient in de ontwerpfase rekening te worden gehouden met de demontage van gevelelementen en/of componenten.

1.8 Vormgeving

In het ontwerpstadium dient, mede ter voorkoming van corrosie, o.a. met de volgende punten rekening te worden gehouden:
- Horizontale vlakken blijven langer nat en vervuilen sneller;
- Capillaire naden houden vocht en vuil vast;
- Moeilijk bereikbare plaatsen worden meestal niet of slecht onderhouden;
- Hellende gevels zijn lastig schoon te maken;
- Zeer grote draaiende delen zijn vanwege de grotere afmetingen minder gebruikersvriendelijk en meer windgevoelig, dus kwetsbaar;
- Slecht bereikbare ruiten zijn moeilijk herplaatsbaar.

Ruiten met grote afmetingen of bijzondere specificaties kunnen consequenties hebben voor aspecten als:
- Levertijd;
- Fabricage;
- Uitvoerbaarheid;
- Transport;
- Montage;
- Vervangbaarheid;
- Risico op breuk.

1.9 Relatie met het Bouwbesluit en normen

De VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen zijn mede afgestemd op het Bouwbesluit en de BRL 2701.
De VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen bevatten hogere, aanvullende en nadere eisen dan het Bouwbesluit en de BRL 2701. Voor een juist gebruik van de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen is het noodzakelijk kennis te nemen van de specifieke toepassing.

In de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen wordt mede verwezen naar normen en bepalingen.
De VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen worden voortdurend aangepast aan de op dat moment geldende eisen, normen en adviezen.
Op o.a. de website www.vmrg.nl en www.bouwbesluitonline.nl zijn steeds de meest actuele gegevens beschikbaar.

Partijen die overeenkomsten sluiten onder toepassing van de VMRG-eisen genoemd in de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen worden geadviseerd uit te gaan van de actuele gegevens.

1.10 Integriteit

De VMRG en haar leden stellen vertrouwen als een beginsel waar men trots op is. Concreet wordt de inhoud van het integriteitprincipe weergegeven door:

"De leden zullen zich zorgvuldig, integer en maatschappelijk verantwoord gedragen."

Directie en medewerkers van de leden zullen zich onthouden van:
- gedragingen die in strijd zijn met het Europees Nederlands Mededingingsrecht;
- gedragingen op grond waarvan een aannemer ingevolge artikel 24, sub c t/m sub g van de Richtlijn 93/37/EEG [1] (en de corresponderende bepalingen in de overige Europese aanbestedingsrichtlijnen) kan worden uitgesloten van deelname aan een aanbesteding;
- andere strafbare gedragingen in het verkeer met opdrachtgevers en concurrenten.

1.11 Integrale veiligheid

Bij het realiseren van een gebouw is de integrale veiligheid van groot belang. Daarmee wordt gedoeld op alle veiligheidsaspecten tot en met de fase waarin demontage of sloop van het gebouw plaatsvindt. Veel aspecten die te maken hebben met de integrale veiligheid van het gebouw worden bepaald door het ontwerp van het gebouw. De opdrachtgever dient in de ontwerpfase een gevelontwerp te realiseren waarbij rekening gehouden is met de aspecten in relatie tot de veiligheid zoals:
- de maakbaarheid;
- de logistieke veiligheid;
- de gebouwomgeving;
- de montage;
- het gewicht en de afmetingen;
- de toleranties en zettingen van het gebouw;
- de materiaaleigenschappen;
- het gebruik;
- de reiniging, het onderhoud en de inspectie;
- de demontage en recycling van gebouwonderdelen.

staal

Deel 2
Ontwerp en Productie

2 FUNCTIONELE EISEN

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de verschillende functionele eisen behandeld die aan VMRG-gevelelementen worden gesteld. Naast enkele algemene zaken worden de bouwfysische eigenschappen van gevelelementen behandeld. Vervolgens komen enkele specifieke eisen van speciale producten aan bod. Voor de opdrachtgever is het o.a. van belang dat de VMRG-gevelelementen voldoende beschutting bieden tegen weersinvloeden en geluidsoverlast en dat beweegbare delen goed te bedienen zijn.

Voor het vaststellen van de toetsingsdruk met betrekking tot de luchtdoorlatendheid en waterdichtheid is de ligging van het gebouw in Nederland bepalend. Voor de luchtdoorlatendheid / waterdichtheid alsook het vaststellen van de winddruk voor het berekenen van de sterkte geldt de indeling volgens NEN-EN 1991-1-4(NB). Deze norm geeft voor windsnelheidsgebied I en II de indeling in "bebouwd", "onbebouwd" en "kust".

Voor binnenpuien geldt alleen het gestelde onder 2.10; voor winkelpuien en entreepartijen zoals hardglazen deuren, (automatische) schuifdeuren, tourniquets, vouwwanden, schuifwanden alsmede trafodeuren geldt het onder 2.6 gestelde.

2.2 Luchtdoorlatendheid

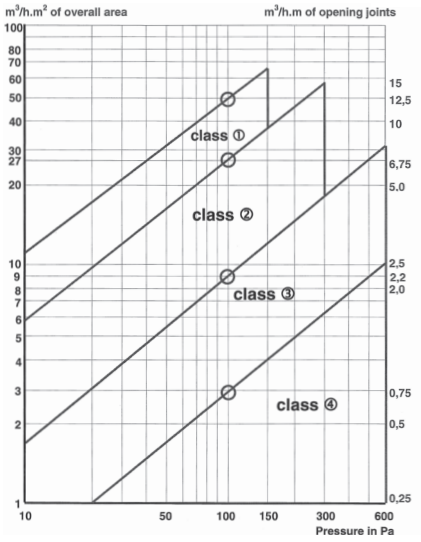
De luchtdoorlatendheid van VMRG-gevelelementen kan van invloed zijn op het comfort in een ruimte en op de energiezuinigheid van een gebouw. Voor wat betreft het comfort is het van belang dat onder extreme omstandigheden ofwel bij grote luchtdrukverschillen (storm) de gevelelementen niet te veel lucht doorlaten; voor wat betreft de energiezuinigheid is het van belang, dat de luchtdoorlatendheid bij kleine drukverschillen, te weten 10 Pascal, gering is. Een geringe luchtdoorlatendheid bij 10 Pascal heeft immers een positief effect op de grootte van de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) van een gebouw. Hieronder zal op beide facetten nader worden ingegaan, zowel voor ramen en deuren, als voor vliesgevels.

2.2.1 Ramen en deuren

2.2.1.1 Bepaling luchtdoorlatendheid

De luchtdoorlatendheid van ramen en deuren wordt bepaald met behulp van een beproeving in een proefkast overeenkomstig NEN-EN 1026 en dient te worden gerelateerd aan de toetsingsdruk volgens tabel 2 van NEN 2778 (tabel 2f). Daarbij wordt de luchtdoorlatendheid in m^3/h gemeten bij drukverschillen van 50, 100, 150, 200, 250, 300, 450 en 600 Pascal.

Door de luchtdoorlatendheid per m^1 sluitnaad en m^2 oppervlak grafisch weer te geven kan het beproefde gevelelement worden geklasseerd overeenkomstig klasse 1, 2, 3 of 4 van NEN-EN 12207.



figuur 2a Classificatie luchtdoorlatendheid van ramen en deuren volgens NEN-EN 12207

Het beproefde gevelelement wordt geklasseerd op basis van het oppervlak en de lengte van de sluitnaad.
Indien beide in dezelfde klasse vallen: het gevelelement wordt geklasseerd in deze klasse.
Indien er 1 klasse verschil is: het gevelelement wordt geklasseerd in de beste klasse.
Indien er 2 klassen verschil is: het gevelelement wordt geklasseerd in de tussenliggende klasse. Indien er meer dan 2 klassen verschil is: het gevelelement kan niet geklasseerd worden.

De tussenliggende waarden die tijdens de test worden gemeten kunnen uit figuur 2a afgelezen worden. Het testobject behoort tot een bepaalde klasse als geen enkel testresultaat de bovenste grenswaarde (dikke lijn) overschrijdt van die bepaalde klasse.
Er mag van uitgegaan worden, dat ramen en deuren van gangbare afmetingen en voorzien van rubber afdichtingsprofielen (o.a. een middendichting ter plaatse van de sluitnaad) geklasseerd kunnen worden in Klasse 4. Voor schuiframen en –deuren voorzien van borsteldichtingen kan uitgegaan worden van Klasse 2.
Opmerking: het bovenstaande is niet van toepassing op zogenaamde vaste vakken of vaste beglazing.
Er mag van uitgegaan worden, dat de naden in vaste vakken tot een toetsingsdruk van 650 Pa niet meer lucht doorlaten dan

0,5 m³/h per strekkende meter naad. Onder naden wordt verstaan de ontmoeting tussen glas en het kozijn of de glaslat, alsook de ontmoeting tussen het kozijn en de glaslat. Bij buitenbeglazing bedraagt de naadlengte 1 x de glasomtrek; bij binnenbeglazing 2 x de glasomtrek.

2.2.1.2 Luchtdoorlatendheid ramen en deuren bij 10 Pascal

Het Bouwbesluit stelt uit oogpunt van energiezuinigheid eisen aan de mate van luchttoetreding. Als eis geldt, dat bij een drukverschil van 10 Pa niet meer dan 0,2 m³/s lucht mag toetreden naar het totaal van verblijfsgebieden, toiletruimten en badruimten van een gebruiksfunctie. In dit verband is het dan ook van belang de mate van luchttoetreding te kennen door naden en sluitnaden bij een drukverschil van 10 Pa. Uitgegaan mag worden van de volgende waarden:

- voor naden (rubber en ontmoetingen tussen profielen): 0,1 m³/h per strekkende meter;
- voor sluitnaden (uitgevoerd met een middendichting): 0,3 m³/h per strekkende meter;
- voor borstelafdichtingen tussen schuivende delen: 0,6 m³/h per strekkende meter.

2.2.2 Vliesgevels

2.2.2.1 Bepaling luchtdoorlatendheid

De luchtdoorlatendheid van vliesgevels wordt bepaald met behulp van een beproeving in een proefkast volgens NEN-EN 12153 en dient te worden gerelateerd aan de toetsingsdruk volgens tabel 2 van NEN 2778 met een minimum van 150 Pa (tabel 2f). Daarbij wordt de luchtdoorlatendheid in m³/h gemeten bij drukverschillen van 50, 100, 150, 200, 250, 300, 450 en 600 Pascal.

De resultaten van de beproeving worden geclassificeerd volgens NEN-EN 12152. De classificatie (tabel 2b) is gebaseerd op de luchtdoorlatendheid gerelateerd aan het oppervlak (m³/h.m²)

staal

tabel 2b Classificatie luchtdoorlatendheid van vliesgevels volgens NEN-EN12152

Klasse	Luchtdoorlatendheid in m³/m².h	Luchtdoorlatendheid in m³/m¹.h	Maximale testdruk in Pa
A1	1.5	0.5	150
A2	1.5	0.5	300
A3	1.5	0.5	450
A4	1.5	0.5	600
AE	1.5	0.5	> 600

figuur 2c

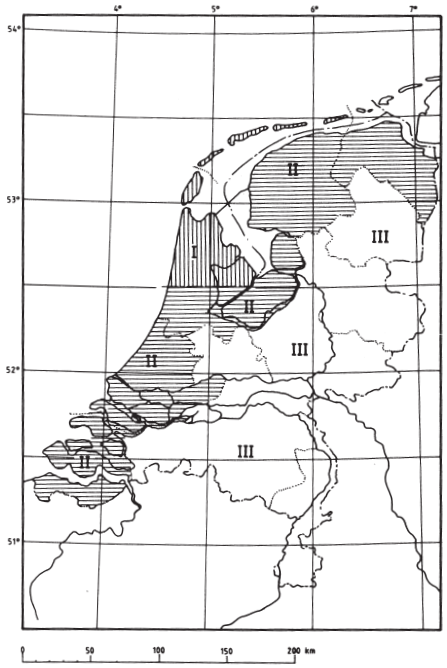
Verdeling van Nederland in drie windsnelheidsgebieden volgens figuur NB.1 uit NEN-EN 1991-1-4(NB).

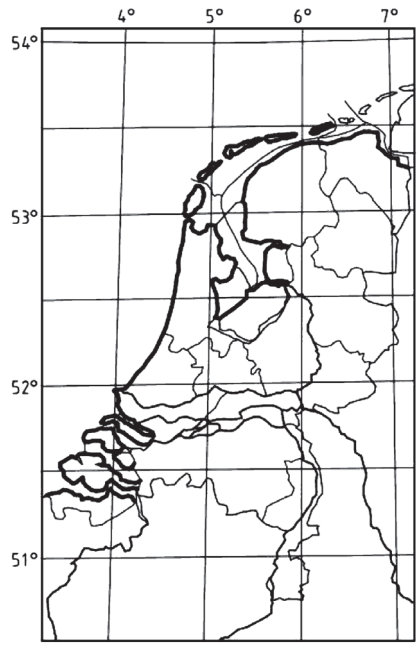
Gebied I: Markermeer, Waddeneilanden en de provincie Noord-Holland ten noorden van de gemeenten Heemskerk, Uitgeest, Wormerland, Purmerend en Edam-Volendam;

Gebied II: Het resterende deel van de provincie Noord-Holland, de provincies Groningen, Friesland, Flevoland, Zuid-Holland en Zeeland;

Gebied III: Het resterende deel van Nederland.

Ter plaatse van de grenzen van de gebieden dient een continue overgang te worden aangenomen van 5 km vanaf de grenslijn afbouwend naar de grenslijn. Hanteer hierbij de winddrukwaarden (in Pa) uit tabel 2f.





figuur 2d

Mogelijke locaties met terreincategorie 0 (kust) volgens figuur NB.4 uit NEN-EN 1991-1-4

Voor de bepaling van de windbelasting op bouwwerken uit richtingen overeenkomend met een sector moet zijn uitgegaan van terreincategorie 0, indien aan de volgende drie voorwaarden is voldaan.

- Voor ten minste de helft van de windrichtingen in de desbetreffende sector geldt dat de afstand van het bouwwerk tot open water, met een strijklengte van ten minste 2 km, minder is dan tienmaal de bouwwerkhoogte. (Strijklengte is de ononderbroken afstand waarover de wind over het water kan waaien.)
- Het bouwwerk heeft een hoogte die ten minste tweemaal de gemiddelde hoogte is van de gebouwen en andere obstakels die zich in de desbetreffende sector tussen het bouwwerk en het open water bevinden.
- Het bouwwerk is niet gelegen in windgebied III.

Opmerking:
Terreincategorie 0 komt met name voor bij de Noordzeekust, aan de Waddenzee, het IJsselmeer en de Zeeuwse meren.

en op de naadlengte (m³/h.m). In de tabel wordt per klasse de luchtdoorlatendheid aangegeven die op mag treden bij de bij die klasse behorende maximale testdruk. Onder de naadlengte wordt ongeacht de constructie verstaan: 1 x de glasomtrek.

2.2.2.2 Luchtdoorlatendheid vliesgevels bij 10 Pascal

Voor vliesgevels geldt hetzelfde als voor ramen en deuren met dien verstande, dat sluitnaden en borstelafdichtingen bij vliesgevels niet voorkomen. Voor naden (rubber en ontmoetingen tussen profielen) in vliesgevels mag derhalve eveneens worden uitgegaan van een waarde van 0,1 m³/h per strekkende meter.

2.3 Waterdichtheid

6. De constructie van VMRG-gevelelementen dient zodanig te zijn, dat het zich in de sponning bevindende water niet zodanig kan spatten dat delen nat zouden worden die droog moeten blijven en dat een gecontroleerde afvoer gegarandeerd wordt.



Voor gebouwen met een hoogte van meer dan 150 meter geldt als minimum een toetsingsdruk van 750 Pa. De opdrachtgever wordt aanbevolen om voor productie de gevelelementen te onderwerpen aan een test zoals op de wind- en waterdichtheid. Daarbij is het aan te bevelen ook de bouwkundige aansluitingen te testen.

2.3.1 Ramen en deuren

De waterdichtheid van ramen en deuren wordt bepaald met behulp van een beproeving in een proefkast volgens NEN-EN 1027. Tijdens de beproeving wordt er een drukverschil onder waterbelasting over het gevelelement aangebracht, oplopend van 0, 50, 100, 150 enz. Pa. Voor de klasse-indeling wordt gekeken naar de waarde van de toetsingsdruk voorafgaand aan de toetsingsdruk waarbij lekkage optreedt. De resultaten van de beproeving worden geclassificeerd volgens NEN-EN 12208 (tabel 2e).

tabel 2e Classificatie waterdichtheid van ramen en deuren volgens NEN-EN 12208

Maximale testdruk P_{max} in Pa	Classificatie Testmethode A
-	0
0	1A
50	2A
100	3A
150	4A
200	5A
250	6A
300	7A
450	8A
600	9A
> 600	Exxx

Opmerking: Testmethode B is niet van toepassing op Nederland en wordt daarom ook niet afgebeeld.

tabel 2f Toetsingsdruk in Pa volgens tabel 2 van NEN 2778. Voor hoge gebouwen, gebouwen met een afwijkende vormgeving en voor gebouwen op een kritische locatie wordt de opdrachtgever aanbevolen om een windtunnelonderzoek uit te laten voeren.

Hoogte dakrand boven maaiveld in m	**WINDSNELHEIDSGEBIED**							
	Gebied I			Gebied II			Gebied III	
	kust	onbebouwd	bebouwd	kust	onbebouwd	bebouwd	onbebouwd	bebouwd
8	330	240	150	250	170	150	150	150
10	340	260	150	270	190	150	150	150
15	380	310	180	300	220	150	170	150
20	410	340	230	320	250	180	200	150
25	430	370	270	340	280	210	220	170
30	450	400	300	350	300	240	230	200
35	470	420	330	360	320	260	250	210
40	480	440	360	370	340	280	260	230
45	490	450	380	380	350	300	280	250
50	500	470	400	390	360	320	290	260
55	510	480	420	400	380	330	300	270
60	520	500	440	410	390	350	310	280
65	530	510	460	410	400	360	320	290
70	540	520	470	420	410	370	330	300
75	550	530	490	430	420	380	330	310
80	560	540	500	430	430	400	340	320
85	560	550	520	440	440	410	350	330
90	570	560	530	440	440	420	360	340
95	580	570	540	450	450	430	360	350
100	580	580	550	460	460	430	370	360
110	590	590	570	470	470	450	380	370
120	610	610	600	490	490	470	390	380
130	620	620	610	500	500	480	400	390
140	640	640	630	510	510	500	410	410
150	650	650	650	520	520	510	420	420
160	660	660	660	530	530	520	430	430
170	670	670	670	540	540	540	440	440
180	680	680	680	560	550	550	450	450
190	690	690	690	560	560	560	450	450
200	700	700	700	570	570	570	460	460
225	720	720	720	590	590	590	480	480
250	740	740	740	600	600	600	490	490
275	760	760	760	620	620	620	510	510
300	770	770	770	640	640	640	520	520

2.3.2 Vliesgevels

De waterdichtheid vliesgevels wordt bepaald met behulp van een beproeving in een proefkast volgens NEN-EN 12155. Tijdens de beproeving wordt er een drukverschil onder waterbelasting over het gevelelement aangebracht, oplopend van 0, 50, 100, 150 enz. Pa. Voor de klasse-indeling wordt gekeken naar de waarde van de toetsingsdruk voorafgaand aan de toetsingsdruk waarbij lekkage optreedt. De resultaten van de beproeving worden geclassificeerd volgens NEN-EN 12154 (tabel 2h).
Genoemde testmethoden kunnen ook gebruikt worden voor het bepalen van de waterdichtheid van gevelelementen anders dan ramen, deuren en vliesgevels.

tabel 2g Classificatie waterdichtheid van vliesgevels volgens NEN-EN 12154

Maximale testdruk P_{max} in Pa	Classificatie
150	R4
300	R5
450	R6
600	R7
>600	RE xxx

2.3.3 Toepassingsgebied

Na de vaststelling van de klasse met betrekking tot de waterdichtheid kan met behulp van tabel 2 van NEN 2778 (tabel 2f) vastgesteld worden tot op welke hoogte het gevelelement toegepast mag worden in de drie verschillende windsnelheidsgebieden (zie vorige pagina).

Voor indeling in windsnelheidsgebieden en het bepalen van mogelijke kustlocaties, zie figuur NB.1 en NB.4 uit NEN-EN 1991-1-4(NB) (figuur 2c en 2d).

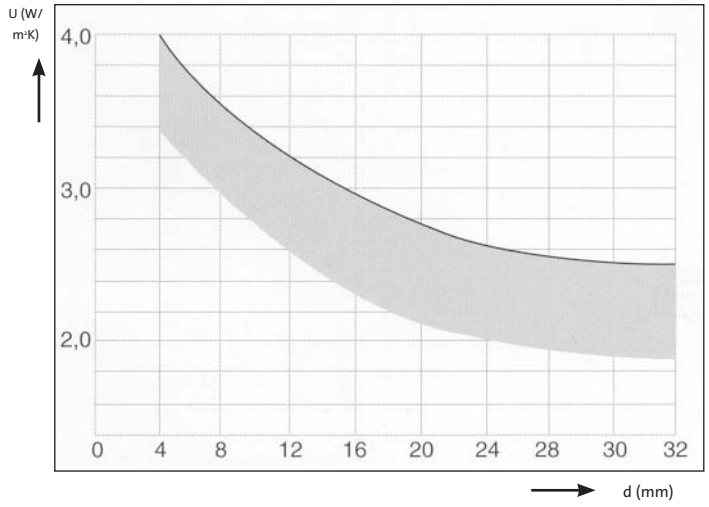
7. De minimale toetsingsdruk waarbij VMRG-gevelelementen waterdicht dienen te zijn, bedraagt 150 Pa.

2.4 Thermische isolatie

Een belangrijke reductie van warmteverliezen wordt verkregen door het toepassen van geïsoleerde profielen, isolatieglas, isolerende panelen enz. Desalniettemin kan er toch condens op deze bouwdelen optreden. Dit is afhankelijk van de oppervlaktetemperatuur, luchtvochtigheid e.d. Zie ook 2.4.2.
Het Bouwbesluit stelt, dat een uitwendige scheidingsconstructie overeenkomstig NEN 1068, ten minste een Rc-waarde moet hebben van 3,5 m²K/W. Deze eis geldt niet voor een deur, raam, kozijn en een daarmee gelijk te stellen gevelelement. Hiervoor geldt de voorgenomen eis in het Bouwbesluit dat per 1 januari 2015 de warmtedoorgangscoëfficiënt (U-waarde) bepaald volgens NEN 1068 ten hoogste 2,2 W/(m²/K) is met een gemiddelde U-waarde van alle ramen, deuren en dergelijke in het bouwwerk van maximaal 1,65 W/(m²K). Let op dat in het huidige bouwbesluit afwijkende eisen zijn gedefinieerd.

De warmtedoorgangscoëfficiënt van een raam of deur is afhankelijk van het type profiel en het type glas inclusief de randverbinding van het glas. De warmtedoorgangscoëfficiënt van

grafiek 2h Isolatiewaarde in relatie tot dikte isolator



De verticale as geeft de U-waarde betrokken op het geprojecteerde profieloppervlak in het buitenaanzicht en de horizontale as de afmetingen van de isolator aan. De afmeting van de isolator (d in mm) is de kortste afstand tussen de samengestelde profielen. Het gearceerde deel geeft het gebied aan dat is vastgesteld aan de hand van tal van metingen van thermisch onderbroken metalen kozijnprofielen in verschillende Europese landen. Uit deze praktijkmetingen blijkt, dat U-waarden gerealiseerd worden die zelfs onder de 2.0 W/(m²K) liggen. Het VMRG-informatieblad 'Energieprestatie metalen ramen' gaat nader op deze materie in.

stalen raam- en deur-profielen is vooral afhankelijk van de soort en afmeting van de isolator (koudebrugonderbreking).
De kleinste afstand tussen de beide metalen profieldelen (d) in mm mag niet kleiner zijn dan de waarde die uit de lijn in de figuur kan worden afgeleid. Voor kleinere afstanden dient door beproeving te worden aangetoond dat het profiel voldoet.
Garceerd gebied: vanuit talrijke praktijkmetingen verkregen bandbreedte welke de U-waarde geeft van thermisch onderbroken metalen kozijnprofielen.

In NEN 1068 worden berekeningsmethoden aangegeven om de U-waarde van raam of deur vast te stellen. Hierin moet voor het geprojecteerde oppervlakte van het raam worden uitgegaan van het buitenaanzicht. De isolatiewaarde (U-waarde) van VMRG-gevelelementen is afhankelijk van de gebruikte isolator in het stalen profiel. Iedere VMRG-gevelbouwer kan aangeven wat de U-waarde van een specifiek gekozen profiel is. Hoe lager de U-waarde van een profiel, hoe beter het profiel isoleert. Moderne stalen profielen hebben een U-waarde van 2,6 W/m²K of lager. De totale U-waarde van een VMRG-gevelelement is daarnaast afhankelijk van het type beglazing en/of panelen. Tegenwoordig wordt meestal HR++ beglazing met een U-waarde van 1,1 W/m²K toegepast.

Bij de reële aanname dat het stalen kozijn oppervlak 20% van het totale oppervlak van een kozijn, raam, deur, pui, vliesgevel, glasdak of serre bedraagt, kan voor het opzoeken van de totale U-waarde van een VMRG-gevelelement tabel 2i.1 worden gebruikt. Indien deze gegevens voor een EPC-berekening benodigd zijn en er nog geen specifiek stalen profiel glas en/of panelen gekozen is, kan worden uitgegaan van de genoemde uitgangspunten en tabel 2i.1.
Voor het bepalen van de specifieke U-waarde van een VMRG-gevelelement kan een berekening gemaakt worden.
Indien een thermisch verbeterde randverbinding wordt toegepast kan worden uitgegaan van de waarden in tabel 2i.2. Voor de psi-waarde van de thermisch verbeterde randverbinding wordt meestal 0,08 aangehouden. Voor een juiste indicatie van de psi-waarden voor de glasrandverbinding zie NEN-EN-ISO 10077-1, tabel E.1 en E.2.

2.4.1 Temperatuurfactor panelen

Er worden aan panelen opgenomen in ramen en deuren nadere eisen gesteld aan de temperatuurfactor f_{ri}, zulks als omschreven in en te bepalen volgens NEN 2778. Voor panelen in woongebouwen geldt een minimale temperatuurfactor f_{ri} = 0,65 (Rc ≥ 0,42 m²K/W); voor niet voor bewoning bestemde gebouwen geldt een minimale temperatuurfactor f_{ri} = 0,50 (Rc ≥ 0,21 m²K/W).
Door de opdrachtgever kunnen hogere eisen worden gesteld, zodat aan specifieke wensen voldaan kan worden.

2.4.2 Condensvorming

Afhankelijk van de relatieve vochtigheid in een ruimte en de oppervlaktetemperatuur van de stalen profielen van de

tabel 2i.1 U-waarde VMRG-gevelelement

Type beglazing	U_g in W/m²K	U_f in W/m²K Kozijn oppervlak (20%)												
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Enkelglas	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0
	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9
	3,0	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8
	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,5
	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,4
	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1
Dubbel of drievoudig glas met thermisch standaard randverbinding	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1
	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	3,0
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,8
	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7
	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5
	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4
	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3
	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3
	0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2
	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1
	0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,0
	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9

tabel 2i.2 U-waarde VMRG gevelelement met thermisch verbeterde glasrandverbinding

Type beglazing	U_g in W/m²K	U_f in W/m²K Kozijn oppervlak (20%)												
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Enkelglas	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0
	3,3	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,9
	3,0	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,8
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,7
	2,8	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,5	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,4
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	3,3
	2,3	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
Dubbel of drievoudig glas met thermisch verbeterde randverbinding	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,5	2,5	3,0
	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,9
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,8
	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5
	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,5
	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,4
	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3
	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2
	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1
	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,1
	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0
	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,9

gevelelementen kan condensvorming optreden. Om condensvorming tegen te gaan is het van belang dat aan de binnenzijde de oppervlaktetemperatuur van de stalen profielen zo hoog mogelijk is. Daarnaast is het belangrijk om voldoende te ventileren om de relatieve vochtigheid laag te houden. De oppervlaktetemperatuur is weer afhankelijk van de buitentemperatuur en de warmtegeleiding door het profiel. De warmtegeleiding kan beperkt worden door geïsoleerde profielen toe te passen. Bij gegeven binnen- en buitentemperatuur ontstaat de hoogste oppervlaktetemperatuur aan de binnenzijde van het profiel indien het grootste profieloppervlak naar binnen is gekeerd en dus het kleinste oppervlak naar buiten.

Opgemerkt moet worden dat in die situatie ten gevolge van het grotere temperatuurverschil tussen het binnen- en buitenoppervlak de warmtestroom groter kan zijn.

2.4.3 Infrarood thermografieën

Tegenwoordig worden in de praktijk steeds vaker infrarood thermografieën (IR foto's) gebruikt om warmtelekken van gevels te beoordelen. Deze methode is echter een kwalitatieve testmethode voor het opsporen van temperatuurverschillen in de gebouwschil. Deze methode dient niet om de isolatiewaarde of de luchtdichtheid van een gevel of bouwwerk te bepalen. Hiervoor zijn andere onderzoeksmethoden noodzakelijk.

2.5 Geluidwering

De werkelijke geluidwering van een gevelelement kan alleen zuiver worden vastgesteld door meting. In het ontwerpstadium is de mate van de te verwachten geluidwering uitsluitend door berekening te bepalen.

Bij de verschillende geveltypen uit paragraaf 1.6.2 gelden met name de volgende aandachtspunten met betrekking tot geluidoverdracht:

1. Vliesgevel:
   - Geluidsisolatie buiten – binnen
   - Geluidtransport via stijlen (contact- en luchtgeluid)
   - Geluidtransport via regels (contact- en luchtgeluid)
   - Aansluiting tussen gevel en plafond (luchtgeluid)
   - Aansluiting tussen gevel en wand (luchtgeluid)
2. Horizontale raamstrook:
   - Geluidsisolatie buiten – binnen
   - Geluidtransport via regels (contact- en luchtgeluid)
   - Aansluiting tussen gevel en wand (luchtgeluid)
3. Verticale raamstrook:
   - Geluidsisolatie buiten – binnen
   - Geluidtransport via stijlen (contact- en luchtgeluid)
   - Aansluiting tussen gevel en plafond (luchtgeluid)
4. Pui:
   - Geluidsisolatie buiten – binnen

Buitengevels:
Gevelelementen in de buitengevel leveren al snel een geluidsisolatie van 26 dB(A) op, mits de beweegbare delen rondom aansluiten tegen een dichtingsrubber. Omdat bij deuren meestal de onderzijde niet afgedicht wordt, is deze geluidsisolatie bij deuren meestal niet te bereiken: daar zal de geluidsisolatie ca. 20 dB(A) zijn.

Het Bouwbesluit stelt als eis dat een uitwendige scheidingsconstructie in gesloten toestand een geluidwering van minimaal 20 dB(A) op moet leveren. Afhankelijk van de geluidsbelasting en de soort binnenruimte kan deze eis hoger liggen. Dus om aan de eisen van het Bouwbesluit te kunnen voldoen dient de opdrachtgever de VMRG-gevelbouwer nauwkeurig te informeren over de eis t.a.v. de geluidsisolatie van het te leveren gevelelement.

8. Een VMRG-gevelelement , mits voorzien van een rondomlopend kader en zonder ventilatierooster(s) e.d., heeft in gesloten toestand een geluidwering van minimaal 23 dB(A).

Bij VMRG-gevelelementen met uitstekende delen zoals waterslagen of lightshelves dient extra aandacht besteed te worden aan contactgeluidisolatie. Indien gekozen wordt voor een oplossing met antidreunfolie dient bij horizontale delen voor een goede werking ca. 2/3 van het oppervlak bedekt te zijn.

Er kunnen hinderlijke windgeluiden ontstaan door het toepassen van bijvoorbeeld roosters, scherpe hoeken en holle profielen in gevelelementen. Dit is door de VMRG-gevelbouwer niet te voorzien. Indien deze vorm van geluidhinder optreedt, dient achteraf beoordeeld te worden hoe dit door de opdrachtgever verholpen kan worden.

2.5.1 Bepaling geluidwering

De werkelijke geluidwering van een gevelelement kan alleen zuiver worden vastgesteld door meting. In het ontwerpstadium is de mate van de te verwachten geluidwering echter uitsluitend door berekening te bepalen.
In het kader van CE-markering voor ramen en deuren geeft Bijlage B van de zg. Productnorm NEN-EN 14351-1 voor ramen en buitendeuren hiervoor een goede en eenvoudige mogelijkheid.

Uitgangspunten voor het mogen/kunnen toepassen van voornoemde Bijlage B met bijbehorende tabellen B.1, B.2 en B.3 zijn:

- de tabellen zijn alleen van toepassing bij gebruik van isolerende beglazing. De geluidwerende eigenschappen uitgedrukt in R_w (C; C_{tr}) van het isolerende dubbelglas dienen bekend te zijn. Hierin is R_w de globale geluidwering tegen luchtverkeerslawaai van het isolerende dubbelglas, terwijl C en C_{tr} correctiefactoren zijn voor geluid met relatief hoge frequenties (bijv. snelwegverkeer en treinverkeer) resp. voor geluid met relatief lage frequenties (bijv. stadsverkeer). Zo heeft isolerend dubbelglas 6-12-8 een geluidsisolatie R_w (C; C_{tr}) van 35(-2; -5) dB ofwel 33 dB, namelijk 35-2 tegen hoogfrequent geluid en 30 dB, namelijk 35-5 tegen laagfrequent geluid. De geluidwerende eigenschappen kunnen overeenkomstig NEN-EN-ISO 10140-1 t/m -5 in een laboratorium worden gemeten. Het proefstuk waarop de metingen dienen plaats te vinden heeft een afmeting van 1,23 x 1,48 = 1,82 m².

Tabel B.1 - Rw van een raam, bepaald uit Rw van de isolerende beglazing

R_w [a] van de isolerende beglazing [dB]	Enkelvoudige ramen [b]		Enkelvoudige schuiframen [b]	
	R_w van het raam [dB]	Vereist aantal afdichtingen [d]	R_w van het raam [dB]	Vereist aantal afdichtingen [d]
27	30	1	25	1
28	31	1	26	1
29	32	1	27	1
30	33	1	28	1
32	34	1	29	1
34	35	1	29	1
36	36	2	30	1
38	37	2	Op aanvraag	Op aanvraag
40	38	2	Op aanvraag	Op aanvraag

[a]) Beproeving volgens NEN-EN-ISO 10140-1 t/m -5 of gegevens volgens EN 12758 of EN 12354-3.
[b]) Vaste en of te openen ramen die voldoen aan ten minste luchtdoorlatendheidsklasse 3 (Klasse 3 van NEN-EN 12207 t.b.v. CE-markering).
[c]) Schuiframen die voldoen aan ten minste luchtdoorlatendheidsklasse 2 (Klasse 2 van NEN-EN 12207 t.b.v. CE-markering).
[d]) Aantal dichtingen voor ramen, die geopend kunnen worden.

Bepaling van de geluidsisolatie Rw (C; C_{tr}) van een raam op basis van bekende geluidwerende eigenschappen van het isolerende dubbelglas in het raam:

Tabel B.2 - $R_w + C_{tr}$ van een raam, bepaald uit $R_w + C_{tr}$ van de isolerende beglazing

$R_w + C_{tr}$ [a] van de isolerende beglazing [dB]	Enkelvoudige ramen [b]		Enkelvoudige schuiframen [b]	
	$R_w + C_{tr}$ van het raam [dB]	Vereist aantal afdichtingen [d]	$R_w + C_{tr}$ van het raam [dB]	Vereist aantal afdichtingen [d]
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	Op aanvraag	Op aanvraag
36	34	2	Op aanvraag	Op aanvraag

1) R_w van het raam kan bepaald worden uit de bekende waarde van Rw van het isolerende dubbelglas; zie tabel B.1.
2) $R_w + C_{tr}$ van het raam kan bepaald worden uit de bekende waarde van $R_w + C_{tr}$ van het isolerende dubbelglas; zie tabel B.2.
3) De waarde van C van het raam bedraagt in alle gevallen -1 dB.
4) C_{tr} is nu eenvoudig te berekenen door de waarde R_w van het raam (tabel B.1) af te trekken van de waarde $R_w + C_{tr}$ (tabel B.2) van het raam.

De waarde van $R_w + C_{tr}$ van het isolerende dubbelglas als weergegeven in tabel B.2 is normaliter overeenkomstig NEN-EN-ISO 10140-1 t/m -5 gebaseerd op een glasafmeting van 1,23 x 1,48 = 1,82 m². Bij toepassing van isolerend dubbelglas in ramen van andere afmetingen kan gebruik worden gemaakt van tabel B.3. Uit deze gegevens blijkt, dat de geluidsisolatie van een raam afneemt naarmate de afmeting van het raam toeneemt.

Tabel B.3 - Extrapolatieregels voor verschillende raamafmetingen

Bereik van raamafmetingen		Geluidsisolatiewaarde van het raam
Percentage van het geteste oppervlak	Totale oppervlakte bij gebruik van tabellen B.1 en B.2.	
-100% tot +50%	≤ 2,7m²	R_w en R_w+C_{tr} uit tabel B.1 en B.2
+50% tot +100%	2,7 m² tot 3,6 m²	R_w en R_w+C_{tr} gecorrigeerd met -1 dB
+100% tot +150%	3,6 m² tot 4,6 m²	R_w en R_w+C_{tr} gecorrigeerd met -2 dB
> 150%	> 4,6 m²	R_w en R_w+C_{tr} gecorrigeerd met -3 dB

Voorbeeld:
Bereken de geluidsisolatie R_w (C; C_{tr}) van een draaivalraam met enkele dichting. Het draaivalraam heeft een afmeting van 1250 x 1600 mm (= 2,0 m2) en is voorzien van isolerend dubbelglas met een geluidisolatie van Rw (C; C_{tr}) = 30 (-1; -4).
Met een Rw van het isolerende dubbelglas van 30 dB bedraagt overeenkomstig tabel B.1 de geluidsisolatie van het draaivalraam: **33 dB**.
Met een C_{tr} van – 4 dB van het isolerende dubbelglas bedraagt de waarde van $R_w + C_{tr}$ van het isolerende dubbelglas derhalve 26 dB. De bijbehorende waarde van $R_w + C_{tr}$ van het draaivalraam overeenkomstig tabel B.2 bedraagt **28 dB**. Dit betekent, dat C_{tr} van het draaivalraam **– 5 dB** bedraagt, namelijk 28 dB – 33 dB.
Met een standaard waarde van C= -1 voor het draaivalraam bedraagt de geluidsisolatie R_w (C; C_{tr}) van het draaivalraam **33 (-1; -5)**.

Opmerking: correctie in verband met de oppervlakte is niet noodzakelijk. De oppervlakte bedraagt namelijk 2,0 m^2 ofwel < 2,7 m^2; zie ook tabel B.3.

2.6 Winkelpuien, entreepartijen en trafodeuren

Voor winkelpuien en entreepartijen worden veelal hardglazen deuren, (automatische) schuifdeuren/vouwwanden, tourniquets en schuifwanden toegepast. Door de aard van dergelijke constructies is het veelal niet zonder bijzondere voorzieningen mogelijk de kieren (sluitnaden) zodanig uit te voeren, dat voldaan kan worden aan de normale lucht- en waterdichtheidseisen als vermeld in 2.2 en 2.3.

Bij toepassing van dergelijke constructies dient het onderstaande in acht te worden genomen:
- In gesloten stand mogen kieren niet groter zijn dan 10 mm.
- Door de opdrachtgever dienen aanvullende bouwkundige voorzieningen getroffen te worden in verband met de eis uit het Bouwbesluit "wering van vocht van buiten".

Bouwkundige voorzieningen kunnen zijn het aanbrengen van:
- Een luifelconstructie van voldoende grootte, zodat regenwater onder een hoek van 45 het beweegbare deel niet kan raken en stuwing van water wordt tegengegaan;
- Een tochtportaal;
- Een gootconstructie in de vloer, zodat eventueel naar binnen dringend regenwater effectief afgevoerd kan worden;
- Tochtborstels.

Stuwing van water kan worden tegengegaan door installatietechnische maatregelen te treffen, bijvoorbeeld door het creëren van een permanente overdruk in de binnenruimte.
Aan deuren in bijzondere toepassingen, zoals trafodeuren, vluchtdeuren in tunnels, archiefdeuren e.d., kunnen met betrekking tot de luchtdoorlatendheid en waterdichtheid, door de opdrachtgever afwijkende en/of aanvullende eisen gesteld worden.

2.7 Vliesgevels en serres

De diverse geveltypen kunnen worden onderscheiden naar de wijze van constructie en naar de wijze van functioneren. Men spreekt b.v. van stijl- en regelgevel, componentengevel, warmespouw gevel, koudespouw gevel, klimaatgevel, tweedehuid gevel, reactieve gevel enz.
Alhoewel specifieke gevelconstructies met betrekking tot ontwerp en uitvoering hun eigen specifieke problemen met zich meebrengen, kan gesteld worden:

9. De in deze VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen® gestelde eisen zijn onverkort van toepassing op vliesgevels, glasdaken en serres.

Nadere informatie is te vinden in VMRG-publicatie "Gevels en Architectuur", ISBN: 90.9009266.8.

2.8 Schuine glasgevels en glasdaken

Bij het ontwerpen, fabriceren, monteren en gebruiken van glasdaken en schuine glasgevels moet rekening worden gehouden met een aantal factoren die bij verticaal geplaatste gevels een andere rol spelen. Die factoren hebben betrekking op o.a.:
- De constructieve veiligheid;
- De brandveiligheid;
- De waterhuishouding;
- De licht- en zontoetreding;
- De thermische isolatie;
- De beglazing;
- De bereikbaarheid (montage/technisch onderhoud/reiniging);
- Condensafvoer.

Nadere informatie is te vinden in "Schuine Glasgevels", SBR 61.403.

2.9 Ventilatie

Veelal wordt de toevoer van de noodzakelijke verse buitenlucht in utiliteitsgebouwen verzorgd door het ventilatiesysteem dat deel uitmaakt van het verwarmingssysteem. In woningen daarentegen ontbreekt meestal een actief ventilatiesysteem. De ventilatie moet dan tot stand worden gebracht door openingen in de buitengevel, zoals roosters en uitzetramen.

De benodigde ventilatie moet worden bepaald volgens NEN 1087 en voldoen aan de eisen zoals gesteld in het Bouwbesluit.

10. De in deze VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen gestelde eisen zijn onverkort van toepassing op ventilatieroosters .

De eisen die aan ventilatie worden gesteld hebben o.a. betrekking op:
- De ventilatiecapaciteit, ofwel de hoeveelheid buitenlucht die toetreedt bij een drukverschil van 1 Pa;
- De geluiddemping in geopende stand;
- De regelbaarheid;
- De luchtdichtheid in gesloten stand;
- De mogelijkheid tot schoonmaken van binnen uit.

Voorts dient de ventilatievoorziening waterdicht te zijn tot een toetsingsdruk overeenkomstig NEN 2778 in gesloten stand. De luchtsnelheid van de toegetreden buitenlucht dient bij een luchtdrukverschil van 10 Pa lager te zijn dan 0,20 m/s op een afstand van 1 m van de gevel. Ventilatievoorzieningen geplaatst boven 1,8 m worden geacht hieraan te voldoen. Deze eis heeft te maken met comfort.

Aangezien de VMRG-gevelbouwer onvoldoende inzicht heeft in de geluidsbelasting op de gevel (bepalend voor de vereiste mate van geluiddemping van het rooster) en de grootte van het verblijfsgebied (bepalend voor de mate van de ventilatiecapaciteit) dient de opdrachtgever de vereiste geluiddemping en de ventilatiecapaciteit bij de aanvraag op te geven.

Nadat alle eisen bekend zijn waaraan het ventilatierooster dient te voldoen, is selectie van het juiste rooster te bepalen aan de hand van de KOMO kwaliteitsverklaringen op basis van BRL 5701. In deze KOMO kwaliteitsverklaringen van de fabrikanten van ventilatieroosters wordt namelijk een opgave verstrekt van de prestaties, die de diverse typen en uitvoeringen leveren.



Bij het toepassen van ventilatieroosters dient rekening gehouden te worden met hoge windsnelheden.

2.10 Bediening van sluitwerk

Om de bedieningskrachten van ramen en deuren te bepalen dienen testen uitgevoerd te worden conform NEN-EN 12046-1 (ramen) en NEN-EN 12046-2 (deuren). De resultaten uit de testen kunnen geclassificeerd worden volgens NEN-EN 13115 (ramen) of NEN-EN 12217 (deuren).
In tabellen 2j en 2k is de wijze van classificeren weergegeven. Genoemde klassen worden op het CE-document weergegeven.

11. VMRG-gevelelementen dienen minimaal te voldoen aan klasse 1 volgens EN 13115 voor ramen en klasse 1 volgens EN 12217 voor deuren.

Schuifdeuren moeten minimaal voldoen aan klasse 0, met een maximale bedieningskracht van 150N.

tabel 2k Classificatie van deuren volgens NEN-EN 12217

Bedieningskrachten (max. kracht of moment)	Klasse 0[1]	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
Het in beweging brengen van de deur	schuifdeur max 150N	75 N	50 N	25 N	10 N
Hang- en sluitwerk, 1. Handbediend	schuifdeur max 150N	100 N of 10 Nm	50 N of 5 Nm	25 N of 2,5 Nm	10 N of 1 Nm
Hang- en sluitwerk, 2. Vingerbediend	-	20 N of 5 Nm	10 N of 2,5 Nm	6 N of 1,5 Nm	4 N of 1 Nm

[1] EN 12217 stelt geen eisen aan producten die in klasse 0 vallen.

tabel 2j Classificatie van ramen volgens NEN-EN 13115

Bedieningskrachten (max. kracht of moment)	Klasse 0[1]	Klasse 1	Klasse 2
Het in beweging brengen van het raam	-	100 N	30 N
Hang- en sluitwerk, 1. Handbediend	-	100 N of 10 Nm	30 N of 5 Nm
Hang- en sluitwerk, 2. Vingerbediend	-	50 N of 5 Nm	20 N of 2 Nm

[1] Er worden geen eisen gesteld aan producten die in Klasse 0 vallen.



Bij het bedienen van te openen delen dient rekening gehouden te worden met hoge windsnelheden.

2.11 Elektromagnetisch spectrum

Gebouwen kunnen door hun vorm en/of afmetingen radarsignalen verstoren. Bij het ontwerp van het gebouw dient door de opdrachtgever daar rekening mee te worden gehouden. Dit kan gevolgen hebben voor bijvoorbeeld de positie van de gevel, de gevelbeplating of het glas. Voorbeelden van locaties waar het bovenstaande kan optreden zijn:

- Bouwlocatie nabij een vliegveld;
- Bouwlocatie nabij een zendmast.

3 LEGERINGEN EN ISOLATOREN

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de legeringen van staal en de eigenschappen van isolatoren behandeld. In de eerste paragraaf worden eigenschappen van verscheidene soorten staal gegeven. En in de laatste paragraaf komen tenslotte de ken-grootheden van isolatoren aan bod.

3.2 Staal legeringen

De meeste warmgewalste profielen en koudgewalste koker- of buisprofielen zijn vervaardigd van de legeringen zoals in tabel 3a aangegeven.

3.3 Plaatmateriaal

Onder plaatmateriaal wordt hier bedoeld staal al dan niet in combinatie met andere materialen.

De toleranties op de dikte van plaatmateriaal zijn vastgelegd in EN 10025-1.

3.4 Isolatoren

Het thermisch en mechanisch gedrag van geïsoleerde profielen blijkt vooral te worden beheerst door:
- Profielvorm en materiaal van de beide profieldelen;
- De eigenschappen van de isolator, die numeriek kunnen worden vastgelegd in 'ken-grootheden'.

De belangrijkste ken-grootheden zijn:

Thermische ken-grootheden
Deze grootheid bepaalt de thermische isolatie van het profiel. Meer informatie hierover is te vinden in 2.4.

Mechanische ken-grootheden
- De vervormingsconstante C (in N/mm²), gedefinieerd door $C = T/\delta$ waarin
  T = schuifweerstand van de verbinding (in N/mm).
  δ = door T veroorzaakte verplaatsing van de beide metaalprofielen ten opzichte van elkaar, in de lengterichting van de profielen (in mm);
- De bezwijkwaarde van T (bezwijken door scheuring of vervorming binnen de isolator, danwel door onthechting van één van de metaalprofielen);
- De bezwijkwaarde op normaalbelasting (Q-waarde) in N, dit is de bezwijkwaarde van een trekkracht die de beide metaalprofielen van elkaar verwijdert.

De waarden T, C en Q moeten voldoen aan de eisen, toetsen en beproevingen gesteld in NEN-EN 14024. Verder wordt de kwaliteit en duurzaamheid van de profielen bepaald aan de hand van de resultaten van de metingen van de karakteristieken bij verschillende temperaturen (-10° C, 20°C en 70°C) evenals voor en na een versnelde kunstmatige veroudering.

De toeleveranciers van geïsoleerde profielen werken elk met hoogstens enkele isolatoren. Veelal worden glasvezel-versterkte polyamide isolatoren toegepast. Het grote aantal geïsoleerde profielvormen ontstaat door de grote verscheidenheid van metaalprofielen. De mechanische ken-grootheden, die in principe per isolator verschillen, worden niet altijd door de toeleverancier vermeld.

De eigenschappen van isolatoren en hun hechting aan het metaal kunnen worden beïnvloed door oppervlaktebehandelingen van het metaal, de daarbij optredende temperaturen en de toegepaste chemicaliën.

tabel 3a Mechanische en Fysische eigenschappen Staal

Eigenschap	Symbool	Uitgedrukt in	LEGERING				
			S235	S275	S355	Roestvaststaal	
						304	316
Min. vloeigrens	σ_v	N/mm²	235	275	355	-	-
Min. 0,2% rekgrens	$\sigma_{0,2}$	N/mm²-	-	-	-	185	205
Min. 1,0% rekgrens	$\sigma_{1,0}$	N/mm²	-	-	-	225	245
Treksterkte	σ_B	N/mm²	360-470	430-540	510-610	500-700	500-700
Brinellhardheid	HB	-	105-125	125-160	150-180	130-180	130-180
Elasticiteitsmodules	E	kN/mm²	210	210	210	200	200
Glijdingsmodules	G	kN/mm²	81	81	81	87	87
Poissonverhouding	V	-	0,3	0,3	0,3	0,15	0,15
Lineaire uitzettingscoëfficient (20-100°C)	α	10^{-6} K	12,0	12,0	12,0	16,0	16,5
Warmtegeleidingscoëfficient (bij 20°C)	λ	W / m K	52	52	52	15	15
Smelttemperatuur (c.q. smelttraject)	T_{sm}	°C	1495-1530	1495-1530	1495-1530	1400-1450	1375-1450
Dichtheid	ρ	kg/m³	7800	7800	7800	7900	7950

4 CONSTRUCTIES

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden eisen gesteld aan en adviezen gegeven over de constructieve eigenschappen van VMRG-gevelelementen. In het eerste gedeelte komen de sterkte- en stijfheidseigenschappen aan bod. Vervolgens worden de toleranties van verscheidene constructies gedefinieerd. De laatste twee paragrafen behandelen respectievelijk het hang- en sluitwerk en de waterhuishouding. Verder hebben alle Europese lidstaten hun nationale normen voor constructieberekeningen (in Nederland: NEN 6700 t/m NEN 6790) in 2010 ingetrokken zodat nu alleen nog Eurocodes (NEN-EN 1990 t/m 1999) gebruikt worden. Het is hierbij van belang deze normen steeds inclusief de Nationale Bijlage (NB) te raadplegen.

4.2 Sterkte

Voor de constructieve berekeningen dient de opdrachtgever de volgende gegevens te verstrekken:
- de ligging in verband met het vaststellen van het windgebied;
- bebouwd of onbebouwd gebied of kust;
- gebouwhoogte;
- gebruiksfunctie (bijvoorbeeld woonfunctie, kantoorfunctie);
- situatie t.o.v. eventuele nabijgelegen hoge gebouwen;
- situatie in relatie met hoogteverschillen in het omringende terrein;
- eventuele bijzondere belastingen.

De belangrijkste belastingen zijn: winddruk, windzuiging en eigen gewicht van de gevelvulling.

Gevelelementen zijn niet-dragende constructies en mogen dus niet worden belast door de omringende bouwkundige constructie. Op schuin geplaatste gevels (α<60°C) dient ook met sneeuw-belastingen rekening te worden gehouden.
Voor de sterkte van de constructie zijn de maximale belastingen van belang: de constructie mag immers ook niet bezwijken bij bijvoorbeeld een storm.

Voor het berekenen van de gevelelementen op sterkte wordt voor het bepalen van de windbelasting uitgegaan van de waarden van de stuwdruk uit tabel NB.4 van NEN-EN 1991-1-4 (NB). Deze stuwdrukken dienen te worden vermenigvuldigd met diverse factoren, overeenkomstig NEN-EN 1991-1-4(NB). Ook de verankeringen van VMRG-gevelelementen dienen voldoende sterk te zijn om de optredende belastingen volgens NEN-EN 1990 en 1991 af te kunnen voeren.

Voor gevelelementen (stijlen & regels) kan in het algemeen worden uitgegaan van gevolgklasse CC1 volgens NEN-EN 1990 (NB). Dit betekent dat voor sterkte gerekend kan worden met de belastingfactoren:

$\gamma_G = 0{,}9 \cdot 1{,}35 = 1{,}20$
$\gamma_Q = 0{,}9 \cdot 1{,}50 = 1{,}35$

Zie ook VMRG-publicatie "Gevels en Statica".

Naast de windbelasting dient het gevelelement in voorkomende gevallen ook bestand te zijn tegen horizontale belastingen t.g.v. personen en meubilair. Dit geldt voor die gevallen waar het gevelelement ook als kering moet functioneren, waarbij de hoogte tussen de niveaus aan weerszijden groter is dan 1,0 m. In 6.4 van NEN-EN 1991-1-1(NB) wordt hiervoor verwezen naar de bijbehorende bijlagen NB.A en NB.B. Dit zijn een lijnbelasting, puntlast en stootbelasting. Voor de grootte en plaats van punt- en lijnlast zie bijlage NB.6 in bijlage NB.A.

Teneinde een eenvoudige berekening van de stijlen en regels te krijgen, zijn deze lijnbelasting, puntlast en stootbelasting vervangen door een minimum gelijkmatig verdeelde belasting van 1 kN/m² (rekenwaarde).
De controle op sterkte bij deze belastingen volgens 6.4 van NEN-EN1991-1-1(NB) is dus niet noodzakelijk mits gerekend is met deze gelijkmatig verdeelde belasting van 1 kN/m².
Het glas dient uiteraard wel te worden gecontroleerd bij de belastingen volgens 6.4 van NEN-EN1991-1-1(NB).
Voor binnenpuien dient een minimale belasting aangehouden te worden van 0,2 kN/m². In het geval dat binnenpuien dienst doen als kering, moet echter worden gerekend met bovengenoemde gelijkmatig verdeelde belasting van 1 kN/m².

Behalve door deze belastingen kunnen gevelelementen ook worden belast door glazenwasinstallaties, zonweringen e.d.
De opdrachtgever verschaft vooraf de plaats en grootte van eventuele bijkomende belastingen.
Het gevelelement mag niet bezwijken ten gevolge van de windlast, eigen gewicht en/of eventuele andere belastingen. De sterktecontrole kan eventueel langs proefondervindelijke weg plaatsvinden. In NEN-EN 12211 is hiervoor een beproevingsmethode vastgesteld. De vereiste beproevingsdruk moet gelijk zijn aan de berekende waarde volgens NEN-EN 1991-1-4(NB).

In het ontwerpstadium kan de sterktecontrole echter alleen op rekenkundige wijze gebeuren. De rekenwaarden van de materiaalsterktes zijn vermeld in de normen:
- NEN-EN 1993-1-1(NB): staalconstructies - algemene regels en regels voor gebouwen
- NEN-EN 1999-1-1(NB); aluminiumconstructies - algemene regels en regels voor gebouwen
- NEN 2608: glas.

4.3 Doorbuiging

4.3.1 Algemeen

Voor het beperken van de spanningen in het glas alsook voor het in goede staat behouden van de glasrandverbindingen worden in geval van isolerende beglazing eisen gesteld aan de maximaal toelaatbare doorbuiging van de aluminium profielen die het glas ondersteunen.
Het spreekt derhalve voor zich, dat de stijfheid van raamprofielen afgestemd moet worden op de beperkingen die toepassing van glas inhouden. Deze beperkingen volgen onder andere uit de bepalingen in NEN 2608, waarin eisen aan glas zijn gesteld met betrekking tot o.a. de weerstand tegen windbelasting.

4.3.2 Horizontale doorbuiging

12. Stijlen en regels in zowel VMRG-vliesgevels als in VMRG-gevelelementen mogen bij de hierna bepaalde windbelasting ("frequente combinatie") op geen enkel punt van hun overspannende lengte meer doorbuiging (w) vertonen dan:
- lengte $L \leq 3{,}0$ m : $w \leq L / 200$
- $3{,}0 \text{ m} < L \leq 7{,}5$ m : $w \leq 5 + L/300$
- $L > 7{,}5$ m : $w \leq L/250$.

4.3.3 Verticale doorbuiging

13. Regels mogen ten gevolge van het totaal van de verticale belastingen, veroorzaakt door eigen gewicht, het gewicht van glas en/of van andere vakvullingen, in het verticale vlak niet meer doorbuigen dan:
- 3 mm: bij gevelconstructies
- 3 mm: bij ramen en deuren.

Bij gebruik van geïsoleerde profielen dient het gewicht van het glas of andere vakvulling te worden afgedragen aan het ondersteunende metaalprofiel, tenzij de isolator op de overbrenging van deze krachten is berekend.

4.3.4 Windbelasting

De in rekening te brengen windbelasting om tot verantwoorde profielen te komen, dient bepaald te worden overeenkomstig NEN-EN 1991-1-4(NB).
Voor de berekening op sterkte (alleen wind) in de uiterste grenstoestand (UGT) is deze:

$$q_d = \gamma_Q \cdot q_p \cdot c_p$$

waarin:
- γ_Q 1,35 (belastingfactor, CC1)
- q_p is de extreme stuwdruk bij de betreffende referentiehoogte, zie tabel NB.4;
- c_p is de drukcoëfficiënt voor de gecombineerde in- en uitwendige druk, bepaald volgens hoofdstuk 7.2, in het bijzonder 7.2.2 en 7.2.9, van NEN-EN 1991-1-4(NB)

Voor de berekening van de doorbuiging, kan worden uitgegaan van de frequente combinatie in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT). Bij de elastische doorbuiging van gevelelementen is immers sprake van een omkeerbare situatie, waarbij geen blijvende vervormingen optreden:

$$q = \psi 1 \cdot q_p \cdot c_p = 2/3 \cdot q_d$$

waarin:
$\psi 1 = 0{,}90$ (factor behorende bij een terugkeertijd van 12,5 jaar)

De extreme stuwdruk is afhankelijk van:
- het windgebied (zie figuren NB.1 en NB.4);
- ligging aan de kust of in een al-dan-niet bebouwde omgeving;
- de referentiehoogte z_e van het (beschouwde onderdeel van het) gebouw.

Voor de bepaling van c_p wordt ook verwezen naar de VMRG-publicatie "Gevels en Statica".

Voor de bepaling van de referentiehoogte moet worden uitgegaan van 7.2.2 van NEN-EN 1991-1-4(NB).
In incidentele gevallen moet de extreme stuwdruk als gevolg van locale effecten worden verhoogd. Dit is het geval bij:
- nabijgelegen (hoge) bouwwerken, zie hiervoor bijlage A.4 van NEN-EN 1991-1-4(NB)
- hoogteverschillen in het omringende terrein, denk aan solitaire heuvels en steile taluds. Dit wordt in rekening gebracht door de orografie factor c_o, zie hiervoor bijlage A.3 van NEN-EN 1991-1-4(NB).

tabel 4a Stuwdrukwaarde volgens tabel NB.4 van NEN-EN 1991-1-4(NB). Voor hoge gebouwen, gebouwen met een afwijkende vormgeving en voor gebouwen op een kritische locatie wordt de opdrachtgever aanbevolen om een windtunnelonderzoek uit te laten voeren.

h in m	q_p in kN/m²							
	GEBIED I			GEBIED II			GEBIED III	
	kust	onbebouwd	bebouwd	kust	onbebouwd	bebouwd	onbebouwd	bebouwd
8	1,51	0,94	0,73	1,26	0,79	0,62	0,65	0,51
10	1,58	1,02	0,81	1,32	0,85	0,68	0,70	0,56
15	1,71	1,16	0,96	1,43	0,98	0,80	0,80	0,66
20	1,80	1,27	1,07	1,51	1,07	0,90	0,88	0,74
25	1,88	1,36	1,16	1,57	1,14	0,97	0,94	0,80
30	1,94	1,43	1,23	1,63	1,20	1,03	0,99	0,85
35	2,00	1,50	1,30	1,67	1,25	1,09	1,03	0,89
40	2,04	1,55	1,35	1,71	1,30	1,13	1,07	0,93
45	2,09	1,60	1,40	1,75	1,34	1,17	1,11	0,97
50	2,12	1,65	1,45	1,78	1,38	1,21	1,14	1,00
55	2,16	1,69	1,49	1,81	1,42	1,25	1,17	1,03
60	2,19	1,73	1,53	1,83	1,45	1,28	1,19	1,05
65	2,22	1,76	1,57	1,86	1,48	1,31	1,22	1,08
70	2,25	1,80	1,60	1,88	1,50	1,34	1,24	1,10
75	2,27	1,83	1,63	1,90	1,53	1,37	1,26	1,13
80	2,30	1,86	1,66	1,92	1,55	1,39	1,28	1,15
85	2,32	1,88	1,69	1,94	1,58	1,42	1,30	1,17
90	2,34	1,91	1,72	1,96	1,60	1,44	1,32	1,18
95	2,36	1,93	1,74	1,98	1,62	1,46	1,33	1,20
100	2,38	1,96	1,77	1,99	1,64	1,48	1,35	1,22
110	2,42	2,00	1,81	2,03	1,68	1,52	1,38	1,25
120	2,45	2,04	1,85	2,05	1,71	1,55	1,41	1,28
130	2,48	2,08	1,89	2,08	1,74	1,59	1,44	1,31
140	2,51	2,12	1,93	2,10	1,77	1,62	1,46	1,33
150	2,54	2,15	1,96	2,13	1,80	1,65	1,48	1,35
160	2,56	2,18	2,00	2,15	1,83	1,67	1,50	1,38
170	2,59	2,21	2,03	2,17	1,85	1,70	1,52	1,40
180	2,61	2,24	2,06	2,19	1,88	1,72	1,54	1,42
190	2,63	2,27	2,08	2,20	1,90	1,75	1,56	1,44
200	2,65	2,29	2,29	2,22	1,92	1,92	1,58	1,58
225	2,70	2,35	2,35	2,26	1,97	1,97	1,62	1,62
250	2,74	2,40	2,40	2,30	2,01	2,01	1,66	1,66
275	2,78	2,45	2,45	2,33	2,05	2,05	1,69	1,69
300	2,82	2,5	2,5	2,36	2,09	2,09	1,72	1,72

14. Ter voorkoming van een situatie waarin de gevelelementen te slap "aanvoelen", zijn de volgende aanvullende eisen gesteld:
- Bij gevelelementen met beweegbare elementen geldt als ondergrens een belasting van 0,5 kN/m².
- Voor binnenpuien zonder beweegbare delen moet een minimale belasting aangehouden worden volgens artikel 7.2.9 van NEN-EN 1991-1-4(NB) met een absoluut minimum van 0,2 kN/m².

Voor meer informatie over sterkte- en stijfheidsberekeningen zie NEN-EN 1990 / 1991 / 1993 / 1999 en de VMRG-brochure "Gevels en Statica".

4.3.5 Controle op doorbuiging

De controle op stijfheid kan langs proefondervindelijke weg worden uitgevoerd. In NEN 3660 is hiervoor een meetopstelling beschreven. De vereiste beproevingsdruk moet minstens gelijk zijn aan de berekende waarde volgens 4.3.4. De constructie dient te voldoen aan de stijfheidseisen van 4.3.2.
In het ontwerpstadium kan de controle op doorbuiging echter alleen plaatsvinden langs rekenkundige weg.

4.3.6 Windtunnelonderzoek

Voor hoge gebouwen, gebouwen met een afwijkende vormgeving en gebouwen op een kritische locatie wordt de opdrachtgever aanbevolen om een windtunnelonderzoek uit te laten voeren. Daarmee zijn de gebouwspecifieke waarden voor de windbelasting te bepalen. Aanbevolen wordt om bij de uitvoering en de analyse van het windtunnelonderzoek CUR "Aanbeveling 103" aan te houden.

4.4 Instabiliteit

In elk geval dient nagegaan te worden of er gevaar bestaat voor instabiliteit van de profielen volgens NEN-EN 1993-1-1.

4.5 Stijfheid van beweegbare delen

Voor de doorbuiging van beweegbare delen gelden ook de eisen van 4.3.2 en 4.3.3. Tevens geldt de eis dat de profielen van beweegbare delen voldoende stijf dienen te zijn om de wind- en waterdichtheid te garanderen.

Het aantal scharnieren en sluitpunten hangt o.a. af van:
- De afmetingen van het beweegbare deel;
- De winddruk op het beweegbare deel;
- De stijfheid van de profielen;
- De stijfheid van de ruit;
- De hardheid van de dichtingsprofielen;
- De constructie van het beweegbaar deel (binnen of buitendraaiend);
- Het gebruiksdoel;
- De voorschriften van de profielleverancier.

4.6 Sterkte van verbindingen

De sterkte van hoek-, T- en kruisverbindingen moet zodanig zijn dat, zonder blijvende vervorming, de volgende belastingen kunnen worden opgenomen:
- Wind;
- Eigen gewicht met vakvulling;
- Hang en sluitwerk;
- Belastingen volgens NEN-EN 1990 en 1991.

4.7 Maatafwijkingen van constructies

Er moet zodanig geconstrueerd en gedimensioneerd worden dat maatafwijkingen kunnen worden opgenomen zonder schade of consequenties voor vereiste prestaties die een gevolg zijn van:
- Toleranties op eigen werk;
- Toleranties op het bouwkundig kader waarop moet worden aangesloten;
- Stelruimte.

De opdrachtgever dient op te geven met welke toleranties t.o.v. stramienmaten en peilmaten het bouwkundig kader zal worden gerealiseerd.

4.8 Glaslatten

Klikconstructies dienen zodanig te zijn uitgevoerd dat na minimaal 3x demontage nog steeds voldoende bevestiging gewaarborgd is.
Deze eis geldt niet voor speciale constructies zoals inbraak- of brandwerende systemen.

15. Bij buitenbeglazing en bij VMRG-gevelelementen voor binnentoepassing mogen de glaslatten aan de einden niet meer open staan dan 1 mm per zijde, evenredig verdeeld. Bij binnenbeglazing mag dit niet meer zijn dan 0,5 mm per zijde, evenredig verdeeld. Bij brandwerende puien kan hiervan afgeweken worden.

De eis van 0,5 mm bij binnenbeglazing is ter beperking van de luchtdoorlatendheid.

4.9 Maatvoering

16. De buitenmaten van een VMRG-gevelelement inclusief de dagmaten bij een vliesgevel mogen ten opzichte van de nominale maten niet meer afwijken dan plus of min 1,5 mm voor VMRG-gevelelementen tot 1 m en plus of min 2 mm voor gevelelementen met grotere afmetingen. Geen van de toleranties mag ten koste gaan van de wind- en waterdichtheid. De maatvoering tussen beweegbare delen en kozijnen moet zodanig zijn dat voldaan wordt aan de functionele eisen.

4.10 Haaksheid

17. De lengte van de diagonalen van een VMRG-gevelelement mag in gebruikstoestand onderling niet meer verschillen dan 3 mm.

4.11 Scheluwte, schrikstijfheid en stijfheid tegen scheluwvorming

18. De beglaasde beweegbare delen dienen vlak te zijn. De scheluwte mag niet meer bedragen dan 3 mm.

De beglaasde beweegbare delen dienen, bepaald overeenkomstig NEN-EN 14608, voldoende schrikstijf te zijn (zakking maximaal 1 mm).

De stijfheid tegen scheluwvervorming, bepaald overeenkomstig NEN-EN 14608, van beglaasde beweegbare delen dient aan het navolgende te voldoen: bij een puntlast van +250 N en –250 N op het midden van een lange zijde van een op drie punten ondersteund beglaasd beweegbaar deel, mag na beproeving geen blijvende deformatie optreden.

4.12 Profielontmoetingen

De verstekken en T-verbindingen in een uitwendige scheidingsconstructie dienen zodanig (ge)dicht te zijn dat blijvend voldaan is aan eisen van luchtdoorlatendheid en waterdichtheid.

Bij het stellen van de eisen t.a.v. de profielontmoetingen wordt een onderscheid gemaakt tussen:
1. Profielontmoetingen bij fabrieksmatig samengestelde gevelelementen;
2. Profielontmoetingen bij op de bouw gekoppelde onderdelen.

Ad 1: Profielontmoetingen bij fabrieksmatig samengestelde gevelelementen.

19. Bij in de fabriek samengestelde VMRG-gevelelementen mag de ongelijkheid van profielontmoetingen, gemeten in het vlak van de pui, bij versteknaden en T-verbindingen niet meer bedragen dan 0,5 mm bij profieldiepten tot 90 mm.

Ten gevolge van profieltoleranties is het niet in alle gevallen mogelijk aan de eisen ten aanzien van de ongelijkheid van profielontmoetingen te voldoen.

20. De naden aan de zichtzijden mogen niet groter zijn dan 0,5 mm.

Ad 2: Profielontmoetingen bij op de bouw gekoppelde onderdelen.

Hieronder vallen vliesgevels, stijl en regelwerk en op de bouw aan elkaar gekoppelde puionderdelen.
De speling bij profielontmoetingen moet zodanig gekozen worden dat de werking in verband met temperatuurverschillen ongehinderd kan plaatsvinden, waarbij bewegingen van de bouwkundige constructie, volgens opgave van de opdrachtgever, zonder risico op blijvende gevolgschade gevolgd moeten kunnen worden.

21. Kieren mogen, exclusief profieltoleranties, niet groter zijn dan 2 mm.

Kieren groter dan 2 mm moeten worden afgedicht met een hiervoor geëigend dichtingsmiddel.

4.13 Plaatconstructies

4.13.1 Plaatconstructies

Deze paragraaf behandelt zowel plaat- als sandwichconstructies.
Het is technisch niet mogelijk plaatwerk te vervaardigen dat absoluut vlak is. Ook is er nog geen praktisch bruikbare rekenmethode om de vereiste dikte van beplating te berekenen.
Afwijkingen in hoekverdraaiingen bij plaatconstructies en lekdorpels zijn toegestaan mits de toepasbaarheid niet in het gedrang komt.

In elk geval is het volgende van belang voor een goed eindresultaat:
- Constructiemethode;
- Legering en hardheid;
- Soort oppervlaktebehandeling;
- Afmetingen;
- Glansgraad na oppervlaktebehandeling;
- De relevante ervaring van de VMRG-gevelbouwer.

Het aantonen van relevante ervaring kan geschieden aan de hand van eerdere projecten.

Plaatconstructies voor een luchtdichte achtergrondconstructie zijn onderhevig aan externe druk en de druk in de spouw tussen element en achterconstructie.
De bevestigingsmiddelen van de plaatconstructies kunnen onderhevig zijn aan metaalmoeheid. Er dient apart gecontroleerd te worden dat de bevestiging van het paneel duurzaam is. Hierbij dient ook aandacht besteed te worden aan de oplegging en vermoeiing bij de maximale doorbuiging.

In de meeste gevallen is voor het ontwerp van plaatconstructies de onderdruk maatgevend. Spouwcompartimentering, zowel horizontaal als verticaal, speelt hierin een belangrijke rol.

22. De maximale afwijking van vlakheid in onbelaste toestand (inbegrepen temperatuurbelasting) en gemeten in de stand van zijn toepassing (in het vlak van het paneel) mag over de diagonalen gemeten onder een rei nergens meer bedragen dan ± 5 mm/m^1 met een absoluut maximum van ± 10 mm. De maximale afwijking van vlakheid over een beperkt oppervlak mag over een afstand van 100 mm in absolute zin nergens meer bedragen dan ± 1 mm. Over een afstand van 500 mm bedraagt de maximale afwijking ± 2 mm.

Voor het meten van vlakheid dienen de volgende hulpmiddelen aanwezig te zijn:
- Een meetinstrument waarvan de afleesbaarheid een nauwkeurigheid bezit van 0,1 mm;
- Een reilat van voldoende stijfheid en met een lengte die tenminste gelijk is aan de lengte van de te meten overspanning vermeerderd met minimaal 150 mm;
- 2 identieke (houten) klosjes met afmetingen van ca. 100 x 25 mm en dikte X. Het onder- en bovenvlak van de klosjes moet planparallel zijn.

23. Een paneel mag na montage niet meer dan 5 mm scheluw zijn.

Panelen, mits voorzien van een rondomlopend kader, dienen zonder blijvende vervorming belastingen te kunnen opnemen overeenkomstig NEN-EN 1990 en 1991. Panelen mogen voorts, gemeten over de lengte van hun diagonaal, bij de meest ongunstige combinatie van belastingen niet meer doorbuigen dan maximaal 1/50 daarvan. De blijvende vervorming moet kleiner zijn dan 1 mm.

Sandwichpanelen, gebruikt als uitwendige scheidingsconstructie, dienen te voldoen aan het gestelde in 2.4.

Ter voorkoming van corrosie verdient het aanbeveling extra aandacht te besteden aan de hoeken van gezette panelen. Capillaire naden dienen zoveel mogelijk vermeden te worden, hetgeen inhoudt dat de ruimte tussen de omgezette kanten van een paneel bij voorkeur groter dient te zijn dan 3 mm. Een alternatieve methode is het lassen van de hoeken; bij deze methode kunnen esthetische gevolgen ontstaan ten gevolge van het lassen.
De oppervlaktebehandeling dient bij voorkeur te worden aangebracht na het zetten c.q. lassen, behoudens bandgeverfd staal (zie 5.5).

4.13.2 Dubbele beplating

Aan de buitenbovenzijde van opliggende dubbele beplating in een uitwendige scheidingsconstructie voor deuren, borstweringen en dergelijke mogen geen inwaterende naden voorkomen.
Inwendig dient dubbele beplating te zijn gevuld met een isolerend materiaal. De beplating moet walshuid vrij zijn en inwendig zijn voorzien van een beschermende laag. Platen met circa 2 micrometer zink zijn niet toegestaan. De onderdorpels dienen voorzien te zijn van beluchtingsgaten.

4.14 Gelaste verbindingen

Koudgewalste kokerprofielen en/of warmgewalste profielen die in de hoekverbindingen en T-kruisingen worden gelast, moeten "vlak en strak" afgewerkt worden.
Opgemerkt wordt dat na het aanbrengen van het laksysteem de gelaste verbindingen nog zichtbaar (kunnen) zijn.

4.15 Hang- en sluitwerk

4.15.1 Algemeen
Hang- en sluitwerk van het VMRG-gevelelement dient zonder blijvende vervorming bestand te zijn tegen belastingen overeenkomstig NEN-EN 1990 en 1991.

Indien ramen en deuren moeten voldoen aan een klasse voor inbraakwerendheid, bepaald volgens NEN 5096, mag voor de bepaling van gelijkwaardigheid met gegeven technische specificaties van een beproefd element voor de toepassing van alternatief hang- en sluitwerk gebruik worden gemaakt van BRL 3104. Het toegepaste hang- en sluitwerk tijdens de test mag worden vervangen door hang- en sluitwerk dat geschikt is voor metalen gevelelementen, minimaal dezelfde classificatie (sterren) heeft, en qua inbraakwerende aspecten functioneel gelijkwaardig is aan het toegepaste hang- en sluitwerk.

4.15.2 Scharnieren van stalen ramen en deuren
Scharnieren kunnen zijn vervaardigd van messing, staal of roestvaststaal.

Ringen moeten zijn vervaardigd uit roestvaststaal, hardbrons of materialen met gelijkwaardige eigenschappen. Bij messing scharnieren moeten roestvaststalen pennen worden toegepast.
Aangezien hier sprake is van twee verschillende metalen, dient speciale aandacht geschonken te worden aan bescherming tegen corrosie.
Indien een eis is gesteld aan de inbraakwering dienen bij naar buiten draaiende ramen en deuren aan de scharnierzijde inbraakwerende voorzieningen te worden getroffen als bedoeld in hoofdstuk 11.

4.15.3 Sluitwerk
Hang- en sluitwerk moet tegen corrosie zijn beschermd volgens NEN 5089.

Indien aan ramen en deuren een eis is gesteld aan de inbraakwerendheid, dient ten minste één sluitpunt met een sleutel afsluitbaar te zijn, tenzij sprake is van toepassing van inbraakwerende beglazing (geldt niet voor alle klassen van inbraakwerendheid).
Inbraakwerende beglazing moet verhinderen dat door het maken van een handgat door glas, sluitingen voor het openen van raam of deur zouden kunnen worden bediend.

In inbraakwerende ramen en deuren zijn handbediende sluitpunten zonder weerstand tegen manipuleren niet toegestaan.

4.15.4 Wielen van schuifelementen
Deze wielen mogen geen blijvende vervorming vertonen ten gevolge van de normaal optredende belastingen, zoals het eigengewicht van het beweegbare deel, en/of ten gevolge van de gebruikelijke temperatuurwisselingen. De wielen van schuifelementen dienen ten minste eenmaal per jaar op hun werking gecontroleerd en waar nodig gesmeerd te worden.

4.15.5 Deuren in brand- en rookscheidingen
Een beweegbaar constructieonderdeel in een inwendige scheidingsconstructie waarvoor een eis aan weerstand tegen brand of rook geldt, moet volgens het bouwbesluit zelfsluitend zijn. Een uitzondering geldt voor een deur in een niet-gemeenschappelijke doorgang en een deur van een cel.
Deursluiters dienen CE gemarkeerd te zijn conform EN 1154. Zelfsluitende constructieonderdelen in geopende stand vastzetten (bijvoorbeeld met kleefmagneten), is toegestaan mits deze bij brand en bij rook door brand automatisch worden losgelaten. Elektrische openstandhouders voor naar binnen of naar buiten draaiende deuren dienen CE-gemarkeerd te zijn conform EN 1155. Voor de brand- of rookwerende prestatie van ramen en deuren wordt verwezen naar hoofdstuk 10.

4.15.6 Nooduitgangen en vluchtdeuren
Welke eisen gesteld worden aan deuren in vluchtroutes is sterk afhankelijk van het concept dat ten grondslag ligt aan het vluchten. De opdrachtgever dient, op grond van de keuze van o.a. gebruiksfunctie, verblijfsgebieden, aantal personen en (sub) brand-/rook-compartimenten, de vluchtroutes te bepalen.
De opdrachtgever dient de draairichting van elke deur te bepalen en duidelijk aan te geven aan welke eisen elke vluchtdeur dient te voldoen.

Opdrachtgevers en overheden kunnen eisen stellen aan het hang- en sluitwerk dat dient te worden toegepast in geval van nooduitgangen en vluchtdeuren middels verwijzing naar NEN-EN 179 respectievelijk NEN-EN-1125.

Er kunnen 3 toepassingsgebieden worden aangeduid.

1- Paniekopeners.
In situaties en gebouwen waar een groot aantal mensen tegelijkertijd aanwezig zijn die geen goede kennis hebben van de situatie (scholen, winkelcentra, ziekenhuizen, theaters, discotheken, sportcomplexen, restaurants e.d.) Vluchtdeuren dienen te worden voorzien van paniekopeners volgens NEN-EN-1125 (d.i. met duwbalken of stangen) Dit product dient CE-gemarkeerd te zijn.

2- Noodopeners.
In situaties en gebouwen waar een kleiner aantal mensen aanwezig zijn, waarbij niet aangenomen kan worden dat ze allen goede kennis hebben van de situatie (kantoren, werkplaatsen e.d.) Vluchtdeuren dienen te worden voorzien van noodopeners volgens NEN-EN-179 (d.i. met kruk of duwplaat) Dit product dient CE-gemarkeerd te zijn.

3- Andere vluchtmogelijkheid.
Dit toepassingsgebied is niet genormeerd en betreft situaties waar slechts weinig mensen tegelijk aanwezig zijn, die bovendien goed op de hoogte zijn van de situatie (woningen, kleine kantoren e.d.). Hierbij kan worden volstaan met andere voorzieningen zoals knopcilinders of draaiknoppen.

De opdrachtgever dient voor elke deur in een vluchtroute duidelijk aan te geven welke vluchtsituatie van toepassing is en of hang- en sluitwerk volgens EN 179 of EN 1125 vereist is.
Vluchtdeuren in niet-brandwerende buitendeuren dienen geleverd te worden met CE-markering en gecertificeerd te zijn conform EN 14351-1, zie hoofdstuk 14

4.15.7 Onderhoud

Al het hang- en sluitwerk dient regelmatig te worden onderhouden zodat het geheel soepel blijft functioneren.

4.16 Waterhuishouding

Deze paragraaf inclusief subparagrafen is niet van toepassing voor binnenpuien.

Het is van belang dat zo veel mogelijk wordt voorkomen dat regenwater in sponningen dringt. Het water neemt vuil mee dat zich in de sponningen afzet. Vuil en water belasten de sponningomgeving zoals afdichtingen en oppervlaktebehandeling.

De volgende maatregelen zijn van belang:

- Koudgewalste en koudgetrokken kokerprofielen dienen zo goed mogelijk te worden gesloten;
- Bevestigingsgaten, uitsparingen voor scharnieren, zonweringen, sloten en dergelijke dienen zodanig te worden aangebracht, dat na montage in de stelopening geen of zo weinig mogelijk water in de kokers kan binnendringen;
- Tijdens vervoer, opslag en in de montagefase kan er soms via bevestigingsgaten en dergelijke water in de kokers binnendringen (bijvoorbeeld tijdens opslag op zijn kant). Wanneer het raam in zijn juiste stand gehouden wordt, moet dit water naar buiten kunnen worden afgevoerd via gaten in de laagste delen van de raamconstructie. Deze gaten kunnen tevens dienst doen als dampontspanningsgaten. Doordat incidenteel regenwater in de kokerprofielen kan binnendringen, kan er inwendig enige lichte corrosie ontstaan. Uit onderzoeken is gebleken dat deze oppervlakkige corrosie, ook op langere termijn, niet schadelijk is voor de constructie. (Rapporten COT nr.1982 B-1470-2 en MCE 82101501 oktober 1982.);
- Verstekken en aansluitingen van regels op stijlen alsook de onderlinge aansluiting van beglazingsrubbers en dichtingsrubbers moeten van een geschikte, waar nodig elastische, afdichting worden voorzien om binnendringen van regenwater te voorkomen;
- Om waterinfiltratie onder de ruit en de glaslat te voorkomen, verdient binnenbeglazing de voorkeur. Bij toepassing van buitenbeglazing dienen aluminium glaslatten te worden toegepast;
- Sponningbreedte, glasdikte en de stuik-drukeigenschappen van de beglazingsrubbers dienen op elkaar te zijn afgestemd;
- De beglazingsdruk tussen de glasrubbers en de ruiten of panelen moet tussen de 500 en 1500 N/m liggen. Deze waarden gelden ook voor geschroefde glaslijsten over de gehele lengte.

4.16.1 Glassponningen

Buitenbeglazing
Bij toepassing van buitenbeglazing moet men ervan uitgaan dat er, via naden bij de glaslateinden, water in de sponning komt. De afwatering kan worden gerealiseerd d.m.v. openingen in de glaslatten. Tevens kan de beluchting van het glas plaatsvinden door deze openingen.

24. Waterafvoer via de kokers van profielen is niet toegestaan.

Binnenbeglazing
Bij toepassing van binnenbeglazing mag er geen water in de sponning worden toegelaten. Hiertoe dient het glas aan de buitenzijde zorgvuldig te worden afgekit.

Beluchting van het glas kan plaatsvinden via de naden aan de uiteinden van de glaslatten. Dit is niet bij alle glassoorten voldoende, daarom is overleg met de glasleverancier gewenst.

Vliesgevels
Elk vliesgevelsysteem heeft zijn eigen manier van water- en luchthuishouding.

Overleg met de VMRG-gevelbouwer is noodzakelijk.

4.16.2 Sponningen van beweegbare delen

De kozijnsponningen van naar binnendraaiende delen moeten t.b.v. een juiste waterhuishouding voorzien zijn van een opstand aan de binnenzijde en waterafvoergaten aan de buitenzijde.

Kozijnsponningen bij naar buitendraaiende delen behoeven in verband met waterafvoer bij naar buitendraaiende delen geen extra voorzieningen.

4.17 Geprefabriceerde VMRG-gevelelementen

Voornamelijk bij hoogbouwprojecten is het aan te bevelen de gevel uit te voeren in geprefabriceerde VMRG-gevelelementen. Daarbij dient in de ontwerpfase rekening gehouden te worden met aspecten zoals:

- Lange voorbereidingstijd;
- De logistiek tijdens productie, transport en montage;
- Het gewicht en de montagewijze;
- De vervangbaarheid van gevelcomponenten;
- De visuele beleving van maatafwijkingen;
- De visuele beleving van naden tussen elementen onderling;
- De waterhuishouding;
- Wind- en waterdichtheid van aansluitingen tussen gevelelementen onderling en op het bouwkundig kader;
- Bouwfysische aspecten bij de bouwkundige aansluitingen;
- De gevel als gebouwomhulling.

4.18 Leidingen

De integratie van installaties in VMRG-gevelelementen is niet ongewoon meer voor de gevelbranche. Daarbij kan de VMRG-gevelbouwer te maken krijgen met leidingen voor bijvoorbeeld water, elektra, data, etc. Het is van belang dat er duidelijke afspraken worden gemaakt over de werkzaamheden en de verantwoordelijkheden. Een aantal aandachtspunten daarbij zijn:

- Doorvoeren (i.v.m. brandeigenschappen, luchtdoorlatendheid, geluidsisolatie);
- Bereikbaarheid voor onderhoud, herstel en/of vervanging;
- Bestandheid tegen vocht (bijv. kans op corroderen of kortsluiting);
- Aansluitingen tussen leidingen onderling en/of op de gebouwinstallatie;
- Aansluiting op het Gebouw Beheer Systeem (GBS);
- Aanwezigheid van elektrische spanning op gevelelementen (stroomvragend of stroomleverend);
- Het aarden van VMRG-gevelelementen.

5 OPPERVLAKTEBEHANDELING STAAL

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de oppervlaktebehandeling van stalen gevelelementen.

Als eerste worden de oppervlaktebehandelingsystemen besproken die mogelijk zijn op staal, zowel voor binnen- als voor buitentoepassing, alsmede voor binnentoepassing in vochtig milieu.
Hierna komen de methoden van verzinken en de verschillende coatingsystemen aan bod.
Tenslotte worden de eisen genoemd met betrekking tot de testresultaten van coating, alsmede de eisen met betrekking tot het gecoate product.

N.B.: In tegenstelling tot gelakt aluminium zijn de Qualicoat eisen niet van toepassing op gelakt staal.

5.2 Oppervlaktebehandelingssystemen

Oppervlaktebehandelingsystemen voor binnentoepassing in droog milieu
Voor binnentoepassing in droog milieu is een zinklaag op het staal niet vereist.

Behalve de systemen voor buitentoepassing en binnentoepassing in een vochtig milieu is in een droog milieu ook mogelijk:
a. Industrieel aangebrachte coating op niet-verzinkt staal;
b. Industrieel aangebrachte grondlaag op niet-verzinkt staal en afgeschilderd in de bouw;

Oppervlaktebehandelingssystemen voor buitentoepassing en binnentoepassing in vochtig milieu

25. Alle stalen gevelonderdelen die met de buitenlucht in aanraking komen of in vochtige omgeving worden toegepast, moeten over het gehele buitenoppervlak worden voorzien van een zinklaag.

De onderstaande systemen zijn o.a. mogelijk:
a. Zinkspuiten (schooperen) + industrieel aangebrachte coating;
b. Alleen thermisch verzinken;
c. Thermisch verzinken + industrieel aangebrachte coating;
d. Continu verzinkt (sendzimir verzinkt) plaatmateriaal + industrieel aangebrachte coating;
e. Zinkspuiten (schooperen) met een industrieel aangebrachte grondlaag en afgeschilderd in de bouw;
f. Thermisch verzinken met een industrieel aangebrachte grondlaag en afgeschilderd in de bouw;
g. Continu verzinkt (sendzimir verzinkt) met een industrieel aangebrachte grondlaag en afgeschilderd in de bouw.
h. Zinkepoxy poederprimer + industrieel aangebrachte coating.

5.3 Methoden van verzinken

5.3.1 Zinkspuiten (schooperen)

Onder zinkspuiten (schooperen) wordt verstaan: het door middel van vlamspuiten van zinkdraad of -poeder aanbrengen van een zinklaag op staal.

Vóór het schooperen dient het staal te worden gereinigd door middel van stralen op zodanige wijze dat walshuid en roest zijn verwijderd.

De reinheid van het gestraalde materiaal moet tijdens het schooperen tenminste SA 2,5 bedragen (NEN-EN-ISO 8501).
De ruwheid Ra volgens NEN-EN-ISO 4287 van het gestraalde materiaal moet tijdens het schooperen tussen 8 en 12 liggen, bij een testlengte van l_t = 15 mm en een basislengte van λ = 2,5 mm.

26. De laagdikte van de aangebrachte zinklaag dient bij zinkspuiten tussen 25 en 50 micrometer te liggen.

5.3.2 Thermisch verzinken

27. Het thermisch verzinken, inclusief de laagdikte en repareren van beschadigingen, dient te voldoen aan NEN-EN-ISO 1461. Verzinkte materialen moeten vrij zijn van zinkresten, hardzink, zinkdruppels, zinkcorrosie producten en andere ongerechtigheden.

Door het thermisch verzinken kunnen er onregelmatigheden in de oppervlaktestructuur ontstaan, waardoor het uiterlijk wat minder glad en strak wordt.
Vlakgeslepen lassen kunnen zich na het verzinken gaan aftekenen als gevolg van een doorgroei van de zinklaag (het Sandelin effect).

Door de hoge temperaturen is het mogelijk dat er vervorming van het materiaal optreedt. Hiermee dient in het ontwerp en in de productie, waar mogelijk, rekening te worden gehouden, doch enige vervorming is onvermijdelijk.

Thermisch verzinken van geïsoleerde stalen profielen is met de huidige stand der techniek niet mogelijk.

5.3.3 Continu thermisch verzinkt plaatmateriaal

Onder continu thermisch verzinkt (sendzimir verzinkt) plaatmateriaal wordt verstaan: plaatmateriaal dat als vlak bandstaal, in een continu proces, door een zinkbad wordt geleid, waardoor een dunne laag zink op het staal achterblijft.

28. De laagdikte bij continu thermisch verzinkt plaatmateriaal dient tussen de 15 en 20 micrometer te bedragen.

Platen met circa 2 micrometer zink (Zincor) zijn niet toegestaan voor buitentoepassing.

5.3.4 Aanbrengen zinkepoxy poederprimer

Voor het aanbrengen van de zinkepoxy poederprimer dient het staal te worden gereinigd door middel van stralen met een inert straalmiddel, waarbij de reinheid tenminste SA 2,5 bedraagt (volgens NEN-EN-ISO 8501) en de ruwheid Ra 8-12 mu.

5.4 Industrieel aangebrachte coating

5.4.1 Algemeen

Na een voorbehandeling kan het staal worden voorzien van een deklaag, bestaande uit een nat- of een poederlak.

Door de aard van de bewerkingen (lassen, slijpen e.d.) zullen bij stalen onderdelen onvermijdelijk oneffenheden optreden. Indien deze onderdelen van een deklaag worden voorzien, zullen de oneffenheden duidelijker zichtbaar worden. Het is aan te bevelen de opdrachtgever hiervan vooraf op de hoogte te brengen.

5.4.2 Coating aangebracht op geschoopeerd staal

Geschoopeerde stalen onderdelen die van een deklaag worden voorzien, dienen na het schooperen, in hetzelfde bedrijf, te worden voorzien van een geschikte grondlaag. Daarna kan fabrieksmatig een coating worden aangebracht of worden afgeschilderd op de bouwplaats.

Met het oog op de porositeit van de schoopeerlaag (ca. 10%) dient de eerste corrosiewerende grondlaag binnen 24 uur na het schooperen te worden aangebracht.
Als gevolg van de porositeit van de schoopeerlaag kunnen luchtblaasjes in de coating optreden.

5.4.3 Coating aangebracht op thermisch verzinkt staal

Indien thermisch verzinkte onderdelen van een deklaag worden voorzien, dient de verzinkerij hiervan vooraf op de hoogte te worden gesteld en dienen afspraken gemaakt te worden over wie het materiaal "deklaaggereed" maakt, conform NEN 5254.
Voor het aanbrengen van de deklaag moet de zinklaag schoon, droog en stabiel zijn conform NEN 5254.

Bij eventueel tussentransport tussen het verzinken en aanbrengen van de deklaag dient voorkomen te worden dat onderdelen nat worden.
Na het thermisch verzinken moet een hechtingsverbeterende behandeling plaatsvinden.
Dit kan een chemische of mechanische behandeling zijn. Chemisch bijvoorbeeld door chromateren of fosfateren. Mechanisch door het zinkoppervlak onder gereduceerde druk, met een fijnkorrelig, scherp, niet metallisch, inert straalmiddel licht aan te stralen.

Hierna kan de deklaag worden aangebracht. Deze dient te worden aangebracht volgens de instructies van het applicatiebedrijf.

5.4.4 Coating aangebracht op sendzimir verzinkt staal

De coating op sendzimir verzinkt staal moet worden aangebracht volgens de instructies van het applicatiebedrijf.

5.4.5 Coating aangebracht op zinkepoxy poederprimer

De coating aangebracht op zinkepoxy poederprimer dient te worden aangebracht conform de instructies van de leverancier van de poederprimer.

5.4.6 Coating aangebracht op niet verzinkt staal

De coating en/of grondlaag op niet verzinkt staal moet worden aangebracht volgens de instructies van het applicatiebedrijf.

5.4.7 Bandgeverfd staal

Onder bandgeverfd staal (coilcoating) wordt verstaan: staal dat als vlak bandstaal in een continu proces wordt voorzien van één of meer lagen kunststof, lak of folie.
Bij toepassing van bandgeverfd staal in gezette uitvoering, bijvoorbeeld beplating, dient extra aandacht te worden geschonken aan de corrosiewering van de bewerkte kanten. De bewerkingen (o.a. zetten en knippen) kunnen namelijk de corrosieweerstand verminderen.

5.5 Prestatie-eisen en keuringsmethoden

Thans worden de eisen genoemd waaraan oppervlaktebehandelingssystemen dienen te voldoen.
De prestatie-eisen verschillen in aard en aantal voor producten die binnen in een droog milieu worden toegepast met die welke in een vochtig milieu (buiten of in een vochtig binnenmilieu) worden gesitueerd.

29. Coating voor binnentoepassing in droog milieu wordt uitsluitend aangebracht door een goedgekeurde applicateur.

30. Coating voor buitentoepassing en voor binnentoepassing in vochtig milieu wordt uitsluitend aangebracht door een goedgekeurde applicateur.

Een goedgekeurde applicateur levert voor de VMRG-gevelelementen uitsluitend een door de VMRG goedgekeurd coating-systeem. Applicatiebedrijven die in het bezit zijn van een geldig QualiSteel coat label èn QualiSteel coatings en coatingsystemen toepassen voldoen eveneens aan deze eis.
Een goedgekeurde applicateur wordt daarop gekeurd door een onafhankelijk erkend testinstituut.

Er bestaan poeders met verschillende klassen voor buitenduurzaamheid. Klasse 2 wordt normaal geadviseerd voor buitentoepassingen. Bij klasse 1 ligt de nadruk op mechanische eigenschappen (binnentoepassing). Klasse 3 poeders hebben betere eigenschappen op UV-bestendigheid en glans, ten koste van mechanische eigenschappen.
Voor wat betreft de oppervlaktebehandeling van het profiel aan de binnenzijde van een gevel, dat niet is blootgesteld aan weersinvloeden (noch aan een nat binnenmilieu) gelden de eisen ten aanzien van binnenpuien in een droog milieu.

De eisen aan kleur en glans en de punten ten aanzien van hechting, hardheid en stootvastheid blijven onverkort van kracht.
Aan de hechting van een eventuele oppervlaktebehandeling van isolatoren (kunststof delen) kunnen geen eisen worden gesteld

5.6 Prestatie-eisen met bijbehorende testmethode

5.6.1 Keuringseisen coating

31. Alle VMRG-gevelelementen voldoen aan de hieronder door de VMRG gestelde eisen over uiterlijk en laagdikte.

Uiterlijk
De oppervlaktebehandeling mag op het directe zichtvlak geen beschadigingen vertonen waardoor het metaal van de ondergrond zichtbaar wordt. Bij het bezien van de gecoate zichtvlakken, loodrecht op het oppervlak, mogen tijdens de ingangskeuring op een afstand van 3 meter, bij daglicht, geen gebreken storend zichtbaar zijn zoals:
- Ruw oppervlak;
- Zakkers;
- Blazen;
- Sinaasappeleffect;
- Insluitingen;
- Kraters;
- Doffe vlekken;
- Gaten;
- Krassen.

De oppervlaktebehandeling moet in kleur en glans gelijkmatig en dekkend zijn.
- Voor toepassing buiten geldt een beoordelingsafstand van 5 meter;
- Voor toepassing binnen geldt een beoordelingsafstand van 3 meter.

Bij kleurverschillen dient de ΔE-waarde te worden gehanteerd conform Qualisteelcoateisen.

Opgemerkt moet worden dat poedercoatings meestal minder glad en strak zijn dan natte laksystemen. Bij toepassing van een metallic-coating is het gewenst in verband met tintverschillen, dat de VMRG-gevelbouwer vooraf in overleg treedt met de opdrachtgever. Als gevolg van de ondergrond is het uiterlijk van gelakt staal minder strak dan bij aluminium.

Voor de beoordeling van het gemonteerde product met betrekking tot gebreken gelden de criteria als vermeld in 8.3.

Laagdikte

32. Minimale gemiddelde laagdiktes in micrometer voor laksystemen (tabel 5a).

Bij de aanvraag dient door de opdrachtgever te worden vermeld of het project wordt blootgesteld aan een agressieve omgeving zoals:

Omgevingsfactoren:
- Ligging binnen 25 km van de kust (zout neerslag)
- Ligging direct boven maaiveld (opspattend vuil)
- Ligging boven water (condens)
- Stedelijk gebied (uitstoot verbrandingsgassen)
- Industriële omgeving (uitstoot chemicaliën, rookgassen, ertsstof)
- Verkeersbelasting (zwavelverbindingen, stikstofverbindingen, stofdeeltjes van remvoeringen, ijzer- en koperdeeltjes van railverkeer)
- Overdekte gebieden (geen beregening)
- Bevuiling door dieren (honden, katten, vogels)

Gebruiksfactoren:
- Moeilijk bereikbaar voor doelmatige reiniging
- Veel handeling (deuren)

Oriëntatiefactoren:
- Ongunstige ligging op de zon
- Weinig beregening

De laagdikte dient door de applicateur per applicatie-charge te worden getest, de gemeten laagdiktes dienen hierbij schriftelijk te worden vastgelegd.
Geen enkele meting mag minder bedragen dan 80% van de voorgeschreven laagdikte, met inachtneming van het bepaalde in 5.7.

5.6.2 Keuring van het coating-systeem

De goedgekeurde applicateur gebruikt voor het coaten van VMRG-gevelelementen een coating-systeem dat een coating oplevert die aan de onderstaande eisen dient te voldoen.
Controle van het coating-systeem vindt plaats door een onafhankelijk erkend testinstituut door middel van proefmateriaal zoals hieronder wordt aangegeven. Het coating-systeem voor binnentoepassing in droog milieu wordt niet onderworpen aan de snelverweringstest en ook niet aan de zoutsproeitest en voldoet derhalve niet aan de aldaar aan het proefmateriaal gestelde eisen.

Hechting voor en na vochtbelasting

De hechting wordt zowel na acclimatisering als direct na vochtbelasting bepaald.

De hechting van de lak- of poedercoating wordt bepaald door middel van de ruitjesproef volgens NEN-EN-ISO 2409 met tapebelasting. De onderlinge afstand van de insnijdingen is 1 mm indien de dikte van de laag minder is dan 60 micrometer en 2 mm als de laag tussen de 60 en 120 micrometer dik is en 3 mm voor dikkere lagen.
Voor vochtbelasting dient het resultaat van de beproeving conform het gestelde van klasse 0-1 te zijn.
Na een vochtbelasting gedurende 48 uur bij 100% relatieve

tabel 5a Minimale gemiddelde laagdikte in micrometer

Minimale gemiddelde laagdikte in micrometer					
Milieu	classificatie conform ISO 12944-2	Fabrieksmatig aangebrachte grondlaag		Fabrieksmatig aangebrachte eindlaag	
		natlak	poeder	natlak	poeder
Binnen/droog	C1	35	40	60	60

Minimale gemiddelde laagdikte in micrometer					
Milieu		classificatie conform ISO 12944-2	zinklaag	coatinglaag	
				natlak	poeder
Buiten	Agressieve omgeving	C4 en C5	volgens par. 5.3	70	90
	Normale belasting	C2 en C3	volgens par. 5.3	50	60
Binnen/nat		C2 en C3	volgens par. 5.3	50	60

vochtigheid en bij een temperatuur volgens NEN-ISO 3270 van 23-2°C mag geen enkele proef een slechter resultaat geven dan het gestelde in klasse 1. De proef wordt uitgevoerd op de ondergrond die in het betreffende coating-systeem wordt genoemd. Deze test wordt elk halfjaar uitgevoerd door een onafhankelijk erkend testinstituut.

Hardheid
De hardheid wordt bepaald door middel van de Buchholzmeting volgens NEN-EN-ISO 2815.

De hardheid moet voldoen aan de door de lakfabrikant opgegeven waarde voor het uitgemoffelde product, maar mag niet lager zijn dan 80 bij de Buchholzmeting. Deze proef dient te worden uitgevoerd op sendzimir verzinkte plaat.

Deze test vindt plaats door een onafhankelijk erkend testinstituut bij invoering van een nieuw coating-systeem.

Slagvastheid
Bij een proefneming volgens ASTM-D-2794 met de laklaag naar boven (indeuken) met een slagvastheidsapparaat van Gardner type IG-1120 mag bij een energie van 1,0 Nm geen onthechting optreden of barsten voorkomen.
Deze proef dient te worden uitgevoerd op sendzimir verzinkte plaat.
Deze test vindt plaats door een onafhankelijk erkend testinstituut bij invoering van een nieuw coating-systeem.

Cementtest
Bij een proefneming volgens ASTM–D-3260, met een cementmortel volgens ASTM-C-207-06 moet na 24 uur in de beproevingskast onder standaardcondities (23°C en 50% relatieve vochtigheid) de cementmortel gemakkelijk en zonder de laklaag te beschadigen verwijderd kunnen worden. Er mag geen glansverlies optreden. Ook mogen er geen beschadigingen optreden zoals genoemd in ASTM-D-3260.
Er behoeft geen rekening te worden gehouden met eventuele mechanische beschadigingen door de korrels.
Deze test vindt plaats door een onafhankelijk erkend testinstituut bij invoering van een nieuw coating-systeem.

Zoutsproeitest (niet bij toepassing in droog milieu)
Bij de neutrale zoutsproei-proef volgens ISO 9227 mag na 500 uur de aantasting vanuit de kras niet meer bedragen dan 2 mm.
Verder mogen er geen blaarvorming en/of onthechting optreden.
De proef wordt uitgevoerd op de ondergrond die in het desbetreffende coating-systeem wordt genoemd.
Deze test wordt elk halfjaar uitgevoerd door een onafhankelijk erkend instituut.

Snelverwering (niet bij toepassing in droog milieu)
Test voor kunstmatig verweren van deklagen en blootstellen aan straling in een apparaat volgens NEN-EN-ISO 11341.

Op het gereinigde, aan verwering blootgestelde proefstuk en het niet aan verwering blootgestelde uitgangsmonster worden drie kleurmetingen op verschillende plaatsen verricht, met een onderlinge afstand van minimaal 50 mm.
De maximale toelaatbare afwijkingen zijn voor glansverlies niet meer dan 50% van de oorspronkelijke glans en voor verkleuringen conform de toegestane afwijkingen zoals genoemd in tabel 2 van Qualicoat.
Deze test vindt plaats door een onafhankelijk erkend testinstituut bij invoering van een nieuw coating-systeem.

5.7 Partijkeuring

Keuring van een patij geschiedt aan de hand van een steekproef, onder aanname van een normale verdeling van de eigenschappen over de partij. Onder partijgrootte dient te worden verstaan de totale hoeveelheid ter keuring aangeboden producten van gelijke aard of samenstelling.

De keuringsprocedure is gebaseerd op ISO 2859, waarin de steekproefgrootte een functie is van de partijgrootte.

Uit de te keuren partij dient aselect het voor de steekproef benodigde aantal stuks te worden getrokken. De steekproefomvang is afhankelijk van de partijgrootte en moet voldoen aan het in tabel 5b gestelde.

De partij wordt geacht te voldoen aan de eisen, indien het aantal producten uit de steekproefgrootte dat niet voldoet aan de eisen, kleiner is dan of gelijk aan het toegestane aantal volgens tabel 5b.

tabel 5b Steekproefgrootte in relatie tot Partijgrootte

Partijgrootte N		Steekproef grootte N	Toegestane aantal producten dat niet voldoet aan de eisen
van	t/m		
-	90	5	0
91	150	8	0
151	280	13	1
281	500	20	2
501	1.200	32	3
1.201	3.200	50	5
3.201	10.000	80	7
10.001	35.000	125	10
35.001	-	200	14

5.8 Oppervlaktebehandeling RVS

Er zijn verschillende soorten oppervlaktebehandelingen bij RVS mogelijk. De toepasbaarheid van iedere soort oppervlaktebehandeling is o.a. afhankelijk van de constructie. Wij adviseren om hierover in overleg te treden met de leverancier

6 GLAS EN ANDERE VAKVULLINGEN

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de vulling van de vakken van de VMRG-gevelelementen met glas of andere materialen. Achtereenvolgens komen aan de orde de diktebepaling van glasspecificaties, beglazingssystemen, sponning en steun- en stelblokjes. Tenslotte komen veiligheidsbeglazing en de beoordeling van glas bij oplevering aan bod.

6.2 Glas en panelen

In verband met de aan de constructie te stellen eisen kan de VMRG-gevelbouwer alleen verantwoordelijkheid aanvaarden, indien de beglazing en andere vullingen onder zijn verantwoordelijkheid zijn geleverd en aangebracht.

Glas en panelen die in gevelelementen worden geplaatst, dienen met betrekking tot de sterkte tegen windbelasting te voldoen aan de eisen die in NEN 2608 zijn gesteld. Als algemene eis geldt ook hier, dat alle materialen die voor de vakvulling worden gebruikt elkaar niet zodanig mogen beïnvloeden dat hierdoor de geschiktheid voor de gezamenlijke functie vermindert.

Voor glas en panelen die worden toegepast in gevelelementen met een onderdorpel lager dan 0,85 m boven vloerniveau en die grenzen aan vides, trappenhuizen en/of buitenlucht met een hoogteverschil tot de aangrenzende vloer of aansluitend terrein groter dan 1,0 m gelden aanvullende eisen. Indien er voor doorvalbeveiliging geen andere maatregelen zijn getroffen dient de vakvulling in dit geval bestand te zijn tegen een lijnbelasting, een geconcentreerde belasting en een stootbelasting; zie ook bijlage NB.A en NB.B van NEN-EN 1991-1-1(NB).

Indien aan ramen en/of deuren een eis is gesteld m.b.t. de inbraakwerendheid in een klasse volgens NEN 5096, dient inbraakwerende beglazing te worden toegepast als nader omschreven in hoofdstuk 11.

6.3 Diktebepaling van glas

De dikte van glas dient overeenkomstig NEN 2608 of eventueel NPR 3599 (wordt herzien op basis van NEN 2608: 2011) te worden vastgesteld.
Voor binnenpuien zijn NEN 2608 en eventueel NPR 3599 niet van toepassing.

Glas van verschillende dikte en/of samenstelling, maar ook van verschillende leveranciers kan een andere kleur krijgen. Hierdoor kan de kleurbeleving van verschillende naast of boven elkaar geplaatste ruiten anders zijn. Dit is een normaal verschijnsel. Daarnaast kunnen er bij glas, dat bijvoorbeeld onder een hoek geplaatst wordt, reflecties optreden die in sommige situaties als hinderlijk worden ervaren. Kans op thermische breuk is ondermeer te beperken door toepassing van thermisch voorgespannen glas. Maatregelen zoals het beperken van slagschaduw over het glas-oppervlak, afstand te creëren tussen verwarming en glas (ca. 20 cm of meer) en door warmte-absorberende vlakken achter het glas te beperken (gordijnen op ca. 15 cm of meer) dragen eveneens bij om het risico op thermische breuk verminderen.
Het verdient de voorkeur hierover contact op te nemen met de glasleverancier.

6.4 Specificaties glas

Voor termen en definities van de gangbare vlakglasproducten, bestemd voor het beglazen van gebouwen, wordt verwezen naar NEN-EN 572-1. NEN 1303 definieert de benamingen voor de bewerkingen van de zijkanten van vlakglas en randen van gaten in vlakglas.

De glassoorten kunnen o.a. als volgt worden ingedeeld:
- Thermische isolatie (U);
- Lichtdoorlatendheid (LTA);
- Zontoetreding (g-waarde);
- Geluidwerendheid (dB(A));
- Brandwerendheid (min.);
- Kogelwerendheid (klasse);
- Inbraakvertragend (klasse);
- Letselbeperkend (klasse).

6.5 Beglazingssystemen

In de praktijk worden in uitwendige scheidingsconstructies diverse beglazingssystemen toegepast, die te onderscheiden zijn in:

- Drukvereffenend beglazingssysteem met droge beglazingsprofielen;
- Drukvereffenend beglazingssysteem met elastische kit;
- Gesloten beglazingssysteem met elastische kit.

Bij de drukvereffende beglazingssystemen wordt uitgegaan van het principe dat na plaatsing van de ruit de omtrekspeling in open verbinding staat met de buitenlucht.

De beglazing moet voldoen aan het gestelde in NEN 3576.

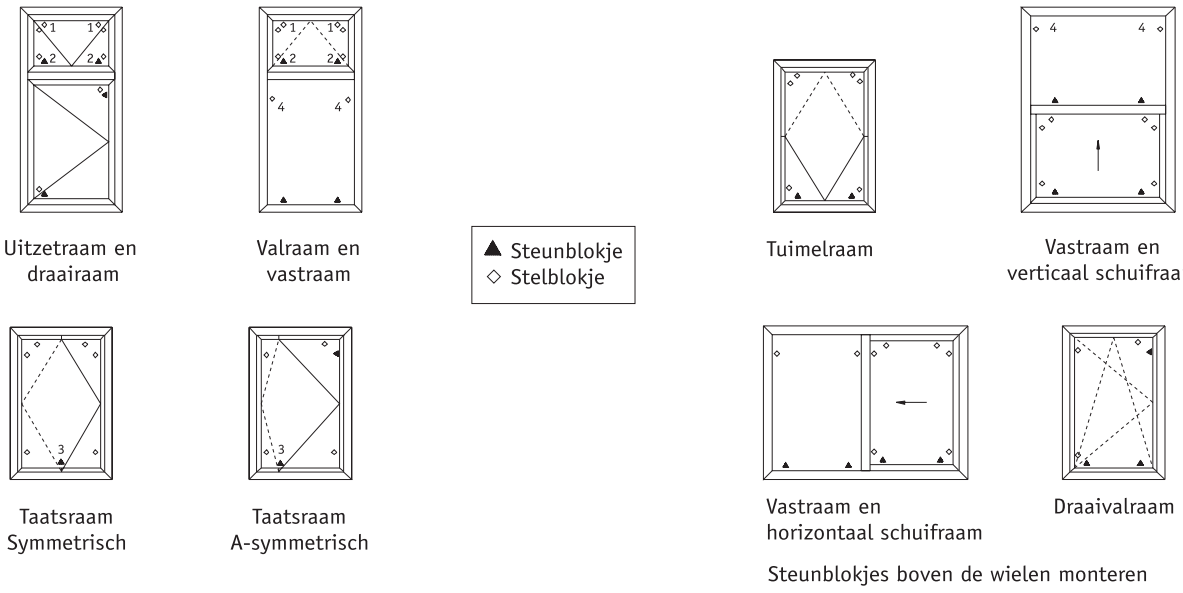
33. Bij de drukvereffende beglazingssystemen dient de sponning voorzien te zijn van de benodigde beluchtings- en afwateringsgaten. In de onderdorpel met een lengte tot 600 mm dient minimaal 1 opening, in langere onderdorpels dienen minimaal twee openingen aanwezig te zijn om het eventueel naar binnen gedrongen water naar buiten te kunnen afvoeren. Een opening dient te bestaan uit een gat van Ø 8 mm of een sleuf van 5 x 25 mm.
Afwijkende afmetingen van beluchtings- en afwateringsgaten zijn toegestaan, mits via een keuring is aangetoond dat ze voldoen.

In aanmerking moet worden genomen dat kleinere beluchtings- en afwateringsgaten sneller vervuilen en dus sneller aan onderhoud toe zijn. Voor inspectie, onderhoud en herstel, zie NPR 3577.

6.6 Sponning

In NPR 3577 worden aanwijzingen gegeven en eisen gesteld aangaande de sponningvorm, -hoogte en –breedte.

De sponningvorm moet geschikt zijn voor het toegepaste beglazingssysteem. Bij beglazingssystemen met behulp van kit behoort de vorm van de sponning en de glaslat zo te zijn, dat het volledig



1 Geen stelblokjes in de bovendorpel, indien de oppervlakte van de ruit kleiner is dan 1 m². Bij ruiten met een oppervlakte groter dan 1 m² in de bovendorpel op de aangegeven plaatsen een stelblokje.
2 In de stijlen boven altijd één stelblokje. Indien de oppervlakte van de ruit groter is dan 1 m² ook beneden in de stijl een stelblokje.
3 Bij dorpellengte tot 1 m één steunblokje; bij grotere lengten twee steunblokjes aan weerszijden van het scharnierpunt.
4 Stelblokjes in de stijlen aanbrengen bij in de fabriek beglaasde kozijnen.

vullen van de daarvoor bestemde voegen met afdichtingsmateriaal mogelijk is.

Bij beglazingssystemen met droogbeglazingsprofielen mag de sponninghoogte 14 mm bedragen mits het rubberen droogbeglazingsprofiel de randafdichting volledig afdekt, er een netto aanslag is van minimaal 10 mm en een omtrekspeling aanwezig is van minimaal 3 mm.

De eisen die aan de sponninghoogte worden gesteld hebben enerzijds te maken met de toleranties van de glasafmetingen en anderzijds het beschermen van de glasrandverbinding (butylband), tegen U.V.-licht. In overleg met de opdrachtgever en met goedkeuring van de glasfabrikant zijn geringere sponninghoogtes toegestaan. Dit speelt met name een rol indien slanke constructies vereist zijn.
Bij alle glassoorten, dus ook bij bijzondere glassoorten, zoals kogelwerend of brandwerend glas, dienen de eisen van de glasfabrikant ten aanzien van de benodigde sponningvorm te worden opgevolgd.

6.7 Steun- en stelblokjes

De steunblokjes zijn bedoeld om het gewicht van het glas over te brengen op de profielen.
Om overmatige spanningen op de hoeken van de ruit te voorkomen, behoort de afstand tussen de hoek van het kozijn en de dichtstbijzijnde zijde van het blokje minimaal gelijk te zijn aan de lengte van het blokje, maar nooit minder dan 50 mm, en niet meer dan 25 % van de lengte van de ruit.
In bijzondere gevallen mag, na overleg met de glasleverancier, de afstand aangepast worden.

Bij isolatieglas dienen beide glasbladen volledig ondersteund te worden.

Wanneer de afmetingen van het glasblad dit vereisen, kan het noodzakelijk zijn om deze blokjes boven de vaste punten in het raamwerk (ankers, schuifdeurwielen en dergelijke) te plaatsen.
Stelblokjes dienen om de glasruit op zijn plaats te houden en te voorkomen dat de ruit met de sponning in aanraking komt. Het verdient aanbeveling een zelfklevende uitvoering toe te passen. De minimum lengte van de steunblokjes is 50 mm voor ruiten tot 2 m^2; 75 mm voor ruiten van 2 tot 3,25 m^2 en 100 mm voor ruiten van 3,25 tot 5 m^2.

Voor stelblokjes is de minimum lengte 50 mm.

Voor beide soorten blokjes is de minimum breedte gelijk aan de dikte van het glas plus de spouw vermeerderd met 2 mm
Het verdient aanbeveling met de leverancier van het isolatieglas overleg te plegen over de plaatsingsvoorschriften.

Het is noodzakelijk bij geïsoleerde profielen de via de steun- en stelblokjes optredende krachten af te laten dragen aan het ondersteunende metaalprofiel, tenzij de isolator op de overbrenging van deze krachten is ontworpen. De steunblokjes mogen de afwatering en/of beluchting van de sponning niet belemmeren. Bij inbraakwerende gevelelementen verdient het aanbeveling om extra midden-stelblokjes aan te brengen bij het middenslot of sluitpunt en daar recht tegenover in de hangstijl. Meer informatie hierover is te vinden in hoofdstuk 11.

6.8 Voorgespannen glas

Voorgespannen glas heeft verbeterde eigenschappen ten aanzien van sterkte en weerstand tegen temperatuurverschillen in de ruit. Er bestaan twee hoofdvarianten: volledig voorgespannen glas (gehard of "toughened") of half voorgespannen glas (versterkt of "strengthened"). Voorspannen kan door middel van een thermische behandeling of in een chemisch proces, maar NEN 2608 spreekt alleen van thermisch gehard glas.

Bij breuk van half voorgespannen glasplaten, blijven de stukken scherfvormig. Bij breuk van volledig voorgespannen glas ontstaan glaskorrels, die hooguit lichte schaaf- of snijwonden veroorzaken. Glas dat wordt voorgespannen moet van tevoren alle mechanische bewerkingen hebben ondergaan (boren, slijpen, etc.). Naderhand is dit niet meer mogelijk omdat bij het raken van de inwendige, aan trekspanningen onderhevige zone, de ruit in kleine stukjes uiteenspringt.

Opgemerkt dient te worden dat voorgespannen glas minder vlak is dan ongehard floatglas.

Het glasproduct kan verontreinigd zijn met nikkel-sulfide. Bij volledig thermisch voorgespannen glas bestaat door de groei van de verontreiniging het risico op spontane glasbreuk. Om dit breukrisico te verlagen kan er een heat-soak-test volgens NEN-EN 14179-1 uitgevoerd worden. Deze test kan echter niet honderd procent zekerheid bieden, maar de kans op spontane glasbreuk door nikkelsulfide insluiting wel sterk reduceren. Bij chemisch

en half voorgespannen glas is het risico op spontane glasbreuk nihil. Het bouwbesluit verwijst naar NEN 2608 voor het bepalen van het niet bezwijken van glasconstructies. Volgens de NEN 2608 dient thermisch gehard glas de beproeving volgens de "Heat soak"-methode volgens NEN-EN 14179-1 hebben ondergaan, behalve als de ruit na breuk nog voldoende sterk is (zoals een gelaagde ruit). Indien thermisch gehard glas als verticaal geplaatst vlakglas toegepast wordt met géén enkel deel boven 2,5 m vanaf de aansluitende vloer, het aansluitende terrein of aansluitende water, dan behoeft het glas de beproeving volgens de "Heat soak"-methode volgens NEN-EN 14179-1 niet te hebben ondergaan.

6.9 Veiligheidsbeglazing

In het Bouwbesluit worden geen materialen voorgeschreven; het Bouwbesluit stelt immers prestatie-eisen aan gebouwen en/of onderdelen van gebouwen. Gelet op het bovenstaande is het dan ook logisch, dat NEN 3569 "Vlakglas voor gebouwen – Risicobeperking van lichamelijk letsel door brekend en vallend glas" in het Bouwbesluit niet als relevante norm wordt aangewezen. Deze norm wordt echter wel vaak in bestekken genoemd.

Indien het onduidelijk is of de NEN 3569 op het desbetreffende werk van toepassing is verklaard, of indien de norm expliciet niet van toepassing is verklaard, dient de VMRG-gevelbouwer met de opdrachtgever in overleg te treden en dit schriftelijk te documenteren.

Volgens NEN 3569 moet bij verticaal geplaatst glas (hellingshoek van 800 tot 1000 ten opzichte van de horizontaal) letselwerende beglazing worden toegepast conform tabel 6b, waarbij onderscheid gemaakt wordt in scheidingsconstructies in gebouwen en ruimten met de volgende gebruiksfuncties:

a = Woningen, hotelkamers, bergingen, garages;
b = Kantoren, scholen, ziekenhuizen, gemeenschappelijke ruimten in woongebouwen en hotels;
c = Verkoopruimten van winkels;
d = Stations, sportgebouwen, horecagebouwen, parkeergarages;
e = Industriegebouwen, productieruimten, fabrieken;
f = Bibliotheken en archieven.

In tabel 6a zijn de scheidingsconstructies, waaraan conform NEN 3569 eisen worden gesteld, ingedeeld in klasse I of II.

Tabel 6a Klasse-indeling van scheidingsconstructies

Type scheidingsconstructie	Hoogte h[a] [m]	Klasse
Scheidingsconstructies en beweegbare constructieonderdelen	h ≤ 0,85	I
Scheidingsconstructies en beweegbare constructieonderdelen ter plaatse van ontsluitingswegen	0,85 m < h ≤ 1,40	II
Deurconstructies	≤ 1,4	I
Overig	-	-

[a]) h is de verticale afstand tussen de bovenzijde van de aangrenzende vloer tot aan de onderzijde van het vlakglas.

Tabel 6b Vereiste classificatie van het breukpatroon volgens NEN-EN 12600

Gebruiksfunctie	Klasse volgens tabel 6a	
	I	II
a	2(B)2 of 1(C)3	-
b	2(B)2 of 1(C)3	2(B)2 of 1(C)3
c	2(B)2 of 1(C)3	2(B)2 of 1(C)3
d	2(B)2 of 1(C)3	2(B)2 of 1(C)3
e	2(B)2 of 1(C)3	-
f	2(B)2 of 1(C)3	-

Toelichting op de classificatie van het breukpatroon: $\alpha(\beta)\theta$

α is de hoogste valhoogte waarbij het vlakglas niet breekt of breekt volgens breukpatroon type B of type C (valhoogte impactor 450 mm = 2; valhoogte impactor 190 mm = 3).

β is het breukpatroon type B of C
Type B = glas bezwijkt; stukken blijven bij elkaar, geen openingen groter dan 76 mm.
Type C = glas bezwijkt; volledige desintegratie in kleine stukjes.

θ is de hoogste valhoogte waarbij het vlakglas niet breekt of breekt volgens breukpatroon type B (valhoogte impactor 450 mm = 2; valhoogte impactor 190 mm = 3).

Voor isolerend dubbelglas moet het veiligheidsglas in ieder geval aan die zijde worden geplaatst waar de stootbelasting kan optreden. De stootzijde kan aan beide zijden van de constructie zijn. Bij naar binnendraaiende ramen en deuren in franse balkons, die in gesloten toestand alleen aan de binnenzijde bereikbaar zijn, hoeft alleen de binnenzijde van het raam letselveilig te worden uitgevoerd. Bij deurconstructies zijn altijd beide zijden stootzijden.

De samenstelling van hellende beglazing, niet-vierzijdig opgelegde beglazing en doorvalveilige beglazing dient bepaald te worden aan de hand van NEN 2608 en/of NEN-EN 1990 en 1991.

6.10 Beoordeling van glas bij oplevering

Tijdens de bouwfase en de oplevering van een project komen regelmatig vragen, opmerkingen en klachten over hoe glas moet worden beoordeeld en welke normen hierop van toepassing zijn. Deze paragraaf behandelt slechts enkele visuele aspecten en is ter indicatie. Voor een officiële beoordeling dient altijd de betreffende productnorm gehanteerd te worden. Onderstaande is met name bedoeld om vooraf te beoordelen of een klacht terecht is, waarmee onterechte claims bij oplevering voorkomen kan worden.

6.10.1 Beoordeling isolerend dubbelglas

Voor het beoordelen van de visuele kwaliteit van isolerend dubbelglas moeten altijd de afzonderlijke glassoorten van het isolerend dubbelglas worden beoordeeld. De Europese productnorm voor isolerend dubbelglas, de NEN-EN 1279, verwijst hiervoor naar de normen voor de afzonderlijke glassoorten zoals float glas, gelaagd glas en gecoat glas.

6.10.2 Veel voorkomende afwijkingen

Voor het verloop in randhoogte bij isolerend dubbelglas staan in de Europese productnormen geen eisen maar wordt verwezen naar de toleranties van de producent. In paragraaf 6.6 van dit hoofdstuk wordt hierop ingegaan.

Bij isolerend dubbelglas kunnen er kleine (stof) deeltjes in de spouw op de afstandhouder liggen. Indien dergelijke kleine vervuilingen het doorzicht niet verstoren is dit geen reden tot afkeur. De kleur van het glas is afhankelijk van de dikte, de toegepaste folies en coatings. Door het gebruik van verschillende glassoorten en/of samenstellingen kunnen onderling kleurverschillen ontstaan welke niet te vermijden zijn.

Bij interferentie of kleurvlekken zijn er in het glas olieachtige vlekken zichtbaar die, als er op het glas druk wordt uitgeoefend, zich verplaatsen. Interferentie is een natuurkundig verschijnsel en wordt niet als een “fout” in het product gezien. Het is in de meeste gevallen te voorkomen door ruiten van ongelijke dikte toe te passen.

Condensvorming kan zowel aan de binnen- als buitenzijde van isolerend dubbelglas optreden en wordt veroorzaakt door een combinatie van temperatuur en hoge relatieve luchtvochtigheid en is geen fout in het product.
Indien condensvorming tussen de glasbladen (in de glasspouw) optreedt is het isolerend dubbelglas niet meer luchtdicht en dient te worden vervangen (zie ook par. 12.8.4).

7 BEHANDELING OP DE BOUWPLAATS

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komt de behandeling van gevelelementen op de bouwplaats aan de orde.
Achtereenvolgens worden het transport van de fabriek naar de bouwplaats, de controle bij aflevering, het transport op de bouwplaats, de opslag op de bouwplaats en de te treffen voorzorgen tegen beschadigingen behandeld. Tenslotte komt het herstellen van beschadigingen van VMRG-gevelelementen op de bouw aan bod.

7.2 Transport van de fabriek naar de bouwplaats

Evenals andere bouwonderdelen vereisen stalen VMRG-gevelelementen een eigen behandelingswijze op de bouwplaats. Het in acht nemen van voorzorgsmaatregelen zal bijdragen tot een goed eindproduct.
VMRG-gevelelementen dienen, zowel bij in- en extern transport alsmede bij (tussen)opslag, op daartoe geschikte transportmiddelen te worden vervoerd en/of opgeslagen. VMRG-gevelelementen moeten afdoende tegen beschadiging en vervuiling worden beschermd. Direct contact van de gevelelementen onderling en/of met wanden en/of bodem moet worden voorkomen. Bovendien moeten VMRG-gevelelementen vóór transport ontdaan worden van straalgrid om beschadigingen te voorkomen.

7.3 Controle

Bij aflevering van de gevelelementen op de bouwplaats dient de opdrachtgever zich ervan te overtuigen dat de elementen vervaardigd zijn conform de overeenkomst. Verder mogen de gevelelementen geen zichtbare gebreken vertonen.

7.4 Transport op de bouwplaats

Lossen, alsmede horizontaal en verticaal transport op de bouwplaats moet met de nodige voorzichtigheid geschieden. Tijdens deze transporten mogen er geen belastingen voorkomen die de gevelelementen kunnen vervormen of beschadigen.



De opdrachtgever dient in de bouwplanning rekening te houden met extra windverlet bij het transport en de montage van gevelelementen en/of componenten.

7.5 Opslag

De opslagplaats(en) dient(en) vanaf de openbare weg goed bereikbaar te zijn voor normale transportmiddelen.

Veel beschadigingen kunnen worden voorkomen door de VMRG-gevelelementen deugdelijk in een droge ruimte op te slaan.

Voor opslagruimte komt in aanmerking :
- Een aparte loods;
- Een (zee)container;
- Een aparte ruimte op de vloer van het in aanbouw zijnde gebouw.

Buitenopslag is alleen verantwoord indien ervoor wordt zorg gedragen dat de materialen royaal vrij van de grond staan en voor zover noodzakelijk voldoende zijn afgedekt en belucht.
Het verdient aanbeveling de opslag op de bouwplaats over een zo kort mogelijke periode te laten plaatsvinden.

Indien stalen geveldelen verpakt worden opgeslagen, moet rekening gehouden worden met eventuele schade veroorzaakt door condensvorming.

7.6 Voorzorgsmaatregelen tegen beschadigingen

De voorzorgsmaatregelen tegen beschadigingen worden mede bepaald door de methode van bouwen, de organisatie van de bouw en in welke fase van de bouw de elementen worden gemonteerd. Het is in elk geval wenselijk dat de opdrachtgever met de VMRG-gevelbouwer vroegtijdig overleg pleegt op welke wijze beschadigingen zijn te voorkomen. Dit is van groot belang, omdat sommige beschadigingen (bijvoorbeeld veroorzaakt door metaalslijpsel, boorkrullen, cementwater en lassen) vrijwel niet te herstellen zijn.

Het moet worden benadrukt dat het voorkomen van beschadigingen door het kiezen van een juiste werkmethode of organisatie van de bouw altijd effectiever is dan welk herstel ook. Het verdient daarom aanbeveling de elementen pas te plaatsen na het gereedkomen van de ruwbouw. De detaillering en planning dienen dan ook zodanig te zijn, dat montage in een laat stadium van de bouw kan plaatsvinden.

De opdrachtgever dient tijdens de bouwperiode te voorkomen dat de elementen beschadigd raken.

Wanneer werkzaamheden, zoals betonstorten, metselen, pleisteren en voegen in de onmiddellijke nabijheid van reeds gemonteerde stalen elementen moeten worden verricht, dienen deze elementen door de opdrachtgever doelmatig te worden beschermd om beschadigingen en/of chemische aantasting te voorkomen.

Cementspatten en/of andere alkalische verontreinigingen dienen onmiddellijk door de opdrachtgever, met ruim water, te worden verwijderd, daar cement, cementwater en/of andere alkalische verontreinigingen oppervlakken, en ook glas, aantasten.

7.7 Herstellen van beschadigingen op de bouw

Zowel voor als na de oplevering kunnen beschadigingen aan de oppervlaktebehandeling van de gevelelementen plaatsvinden.
Het is niet of nauwelijks mogelijk beschadigingen onzichtbaar te herstellen, o.a. als gevolg van de optredende dikteverschillen van de afwerklaag.
Het beste resultaat wordt verkregen door de beschadigingen te reinigen, te ontvetten en te schilderen. Onderdelen die op diverse plaatsen beschadigd zijn, dienen na het reinigen en ontvetten in zijn geheel overgeschilderd te worden. De toe te passen lak dient in overleg met het lakapplicatiebedrijf te worden gekozen.

7.8 Overgronden

Wanneer stalen gevelelementen in de fabriek zijn voorzien van een grondverflaag moeten de tijdens het transport ontstane beschadigingen direct na aankomst op de bouwplaats worden bijgeschilderd met een in het systeem passende verfsoort.

Het aanbrengen van een tweede verflaag verdient aanbeveling, maar mag geen belemmering zijn voor het goed functioneren van de beweegbare delen en het hang- en sluitwerk. Functionele beluchtings- en ontluchtingsgaten, alsmede waterafvoeropeningen mogen niet kleiner worden en/of verstopt raken.

8 MONTAGE VAN VMRG-GEVELELEMENTEN OP DE BOUWPLAATS

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de montage van gevelelementen op de bouwplaats behandeld. Achtereenvolgens komen de levering van gevelelementen inclusief montage, de controle na de montage en de oplevering aan bod.

8.2 Levering inclusief montage

Voor het goed functioneren van gevelelementen is de montage van groot belang. VMRG-gevelelementen mogen na aflevering niet door onjuiste behandeling en/of montage aan kwaliteit inboeten.

Ter voorkoming van beschadigingen door onjuiste behandeling op het werk, verdient het aanbeveling de montagewerkzaamheden door de VMRG-gevelbouwer te laten uitvoeren.

De opdrachtgever zorgt voor zijn rekening en risico voor alle noodzakelijke breek-, hak-, metsel-, tegel-, stukadoors-, beton-, schilderwerk, werkzaamheden aan cv-installaties en dergelijke, alsmede voor beschikbaarheid van steigerwerk een en ander ten genoege van de VMRG-gevelbouwer.

Het leveren en aanbrengen van bevestigingsmiddelen, zoals ankerrails, schroefhulzen en invoegers, alsmede van stelregels en overige voorzieningen, welke noodzakelijk zijn voor de montage van zaken, is voor de rekening en risico van de opdrachtgever.

Het bouwkundig kader (inclusief het eventuele stelkozijn) dient voldoende sterk en stijf te zijn om de optredende belastingen volgens NEN-EN 1990 en 1991 af te kunnen voeren. Het dient tevens een lucht- en waterdichte, vlakke, haakse, en scheluwvrije aansluiting van VMRG-gevelelementen mogelijk te maken.

De montage vindt plaats op basis van door de opdrachtgever goedgekeurde tekeningen.
De VMRG-gevelbouwer monteert de VMRG-gevelelementen niet eerder dan nadat door de opdrachtgever is vastgesteld dat de maatafwijkingen van de relevante bouwkundige constructie binnen de overeengekomen toleranties ten opzichte van de as- en stramienlijnen alsmede peilmaten liggen.
De VMRG-gevelelementen dienen, met een maximale afwijking van 1 mm/m^1, waterpas, te lood, haaks en vrij van scheluwvorming te worden gemonteerd, met inachtneming van een tolerantie van 3 mm ten aanzien van de as- en stramienlijnen alsmede peilmaten.
Alle verankeringen - voorzover niet vervaardigd uit roestvaststaal -dienen afdoende tegen corrosie te zijn beschermd en mogen zelf ook geen aantasting van het stalen gevelelement veroorzaken.

Het aantal, de plaats en de wijze van verankering moet zodanig zijn gekozen dat de krachten, die op het gevelelement worden uitgeoefend, op de bouwkundige constructie worden overgedragen.
De plaats en de uitvoering van de ankers of andere bevestigingsmiddelen dienen zodanig te zijn gekozen, dat het gevelelement niet door de bouwkundige constructie kan worden belast en dat het element niet door het monteren wordt gedeformeerd.
Lengteveranderingen, veroorzaakt door temperatuurwisselingen, moeten ongehinderd plaats kunnen vinden.

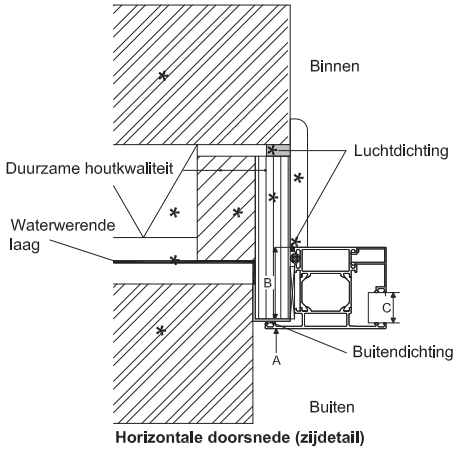
De kozijnaansluitingen in een uitwendige scheidingsconstructie dienen van een dubbele afdichting te zijn voorzien: een waterkering aan de buitenzijde en een tochtdichting aan de binnenzijde. Deze laatste kan bestaan uit dichtingsprofielen, kit, flexibele PUR of comprimeerbaar band. Waar dichtingsprofielen worden toegepast en waar bewegingen van het kozijn moeten worden opgevangen, dient het vlak waartegen het profiel aanligt, glad en strak te zijn.

Bij bovendorpels moet de voeg zo zijn uitgevoerd dat er geen water op kan blijven staan. Folies of andere vochtweringen die in de bouw aanwezig zijn kunnen bovengenoemde voeg ook afdekken. VMRG-gevelementen mogen niet door een vochtweringsmateriaal, zoals een loodslabbe, worden aangetast.

Doorgaans zijn spouwconstructies zwak geventileerd.
Er moet rekening mee worden gehouden dat door krimp buitenlucht kan toetreden vanuit de spouw langs de spouwlatten en/of stelkozijnen. Dit dient te worden voorkomen, bijvoorbeeld door een afwerklat met dichtingsband of kit. Alle benodigde voorzieningen, dus ook spouwlatten en/of stelkozijnen, worden verzorgd door de opdrachtgever.

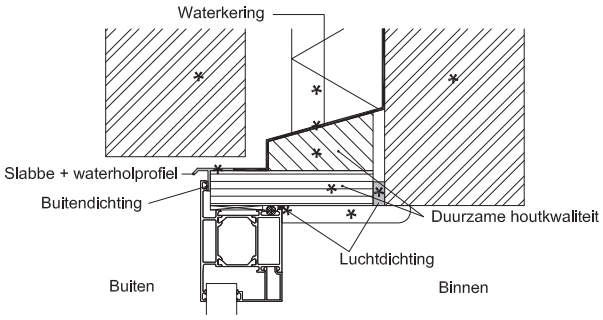
De dichtingsprofielen van het VMRG-gevelelement, die aan de buitenzijde zijn toegepast, worden geacht onder regenbelasting op den duur water door te laten, o.a. door de pompwerking van het gevelelement. In de VMRG-gevelelementen dienen derhalve voorzieningen te zijn aangebracht om dit water naar buiten af te voeren.

Onderstaande principedetails zijn slechts bedoeld om het principe van de waterkering en luchtdichting aan te geven en hebben niet de bedoeling informatie te verschaffen over profielen, kozijnaansluitingen met het bouwkundige kader of welke andere technische informatie ook. Uitgangspunt hierbij is dat er gebruik wordt gemaakt van een duurzaam stelkozijn.

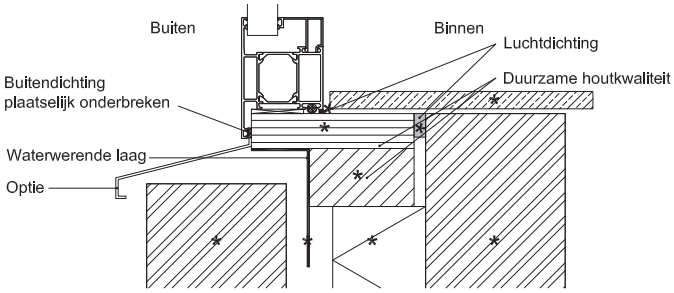


Horizontale doorsnede (zijdetail)

A = aanslagflens
B = inbouwdiepte
C = glasdikte



Verticale doorsnede (bovendetail)



Verticale doorsnede (onderdetail)

* door derden te bepalen en uit te voeren

8.3 Controle

Na de montage dient van elk VMRG-gevelelement te worden gecontroleerd of:

- De beweegbare delen en het hang- en sluitwerk goed en soepel functioneren;
- De beglazing onbeschadigd is;
- De aansluitingen op het bouwkundig kader correct zijn uitgevoerd;
- Het oppervlak vrij van beschadigingen is, met inachtneming van onderstaande;

Voor binnen geldt een beoordelingsafstand van 3 meter loodrecht op het oppervlak. Voor horizontale vlakken dient de beoordeling plaats te vinden onder een hoek van 15 graden met het oppervlak. Voor buiten geldt: beoordeling vanaf maaiveld binnen een ooghoek van 45° (horizontaal/verticaal) en op een afstand van ten minste 5 meter voor het oppervlak van de gevel.

In alle gevallen vindt beoordeling plaats met het ongewapende oog en bij diffuus daglicht. Eventuele afwijkingen mogen niet storend zichtbaar zijn.

De VMRG-gevelbouwer controleert direct na montage elk geplaatst VMRG-gevelelement; uiteraard geldt dit niet voor elementen die niet door de VMRG-gevelbouwer zijn gemonteerd.

Na montage door de VMRG-gevelbouwer zullen de VMRG-gevelelementen 'fabrieksschoon' worden opgeleverd. Hieronder wordt verstaan het eenmaal verwijderen van kitresten, kitvlekken, raammerken, stickers en stickerlijm-resten op het glas, panelen en profielen van de gevelelementen. Zelfklevende folies, aangebracht ter bescherming, dienen zo snel mogelijk verwijderd te worden zodra deze niet meer nodig zijn. Dit ter voorkoming van aantasting van de oppervlaktebehandeling. Het verwijderen van bouwvuil, stof, het wassen en zemen valt niet onder 'fabrieksschoon'.

8.4 Oplevering (levering met montage)

Direct na montage wordt het werk - eventueel in delen - opgeleverd en gaat de overeengekomen garantietermijn in. Schade, die tijdens de montage is ontstaan, en niet is veroorzaakt door de VMRG-gevelbouwer, komt voor rekening van opdrachtgever.

8.5 Milieu

8.5.1 Materiaalkeuze

Bij de keuze van de materialen die bij de montage worden toegepast zal door de VMRG-gevelbouwer rekening worden gehouden met de mate waarin deze materialen het milieu belasten. De toeleverancier dient de mate van milieuvriendelijkheid van een bepaald product aan te geven.

8.5.2 Afvalmateriaal

Opdrachtgever draagt er zorg voor dat het van de VMRG-gevelbouwer afkomstige afvalmateriaal op kosten van de opdrachtgever gescheiden kan worden afgevoerd.

9 VOEGEN TUSSEN VMRG-GEVELELEMENTEN EN BOUWKUNDIG KADER

9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de voegen tussen gevelelementen en het bouwkundig kader behandeld. Na een algemeen stuk komen achtereenvolgens het ontwerp van een voeg, de voegafmeting, kitkeuze en de uitvoering van de voeg aan bod. Tenslotte wordt dieper ingegaan op dichtingsprofielen en -banden.

Bij de voegen tussen VMRG-gevelelementen en bouwkundig kader behoren de voegvorm, voegafmetingen en het gekozen kitmateriaal goed op elkaar te worden afgestemd.
De kwaliteit van de afdichting mede bepaald door werkwijze van het afdichtingsbedrijf.

Het is daarom van belang dat schriftelijke afspraken worden gemaakt tussen opdrachtgever en VMRG-gevelbouwer ten aanzien van de toelaatbare toleranties en de maximaal toegestane beweging van de bouwdelen.
Indien hiermee in het ontwerpstadium onvoldoende rekening is gehouden, kunnen de voegafmetingen zodanig afwijken dat de toegepaste kit niet meer functioneert.

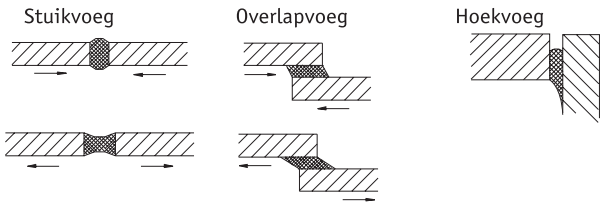
Voor het vullen van voegen kan gebruik worden gemaakt van plastische, plastisch-elastische en elastische kit.

Kitten dienen te voldoen aan de eisen genoemd in NEN-EN-ISO 11600.
Tabel 9a geeft een indicatie van de duurzaam toelaatbare vervorming van een aantal kitsoorten aan.

9.2 Ontwerp

Het ontwerp van een voeg is afhankelijk van:
- Het soort materiaal van de voegvormende elementen
- De te verwachten temperatuursverschillen
- De wijze van verankering
- De voegafmetingen

Daarnaast is de soort voeg van belang. We onderkennen vier soorten:
a. Stuikvoeg
b. Overlapvoeg
c. Hoekvoeg
d. Drievlaksvoeg

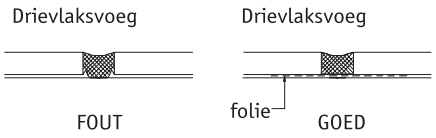


tabel 9a Indicatie toelaatbare vervorming kitsoorten

Benaming van de kit	Groep	Soort en indicatie van de duurzaam toelaatbare vervorming	
Butyleenkit	Plastisch	niet terugverend	2-8 %
Butylrubberkit	Plastisch-Elastisch	beperkt terugverend	0-8 %
Cretonrubber	Plastisch-Elastisch	beperkt terugverend	10-25 %
Acrylaatkit (oplossing)	Plastisch-Elastisch	beperkt terugverend	2-15 %
Polyurethaankit (1 component)	Elastisch	sterk terugverend	5-25 %
Polyurethaankit (2 componenten)	Elastisch	sterk terugverend	5-25 %
Polysulfidekit (1 component)	Elastisch	terugverend	10-15 %
Polysulfidekit (2 componenten)	Elastisch	terugverend	10-25 %
Siliconenkit	Elastisch	sterk terugverend	10-25 %

Voor de juiste waarde van de duurzaam toelaatbare vervorming van bepaalde kitsoorten dient contact met de toeleverancier te worden opgenomen.

Zoals uit onderstaande schets blijkt, is een drievlakshechting voor een kitvoeg sterk af te raden. De voeg verliest hierdoor aan vervormbaarheid. Scheuren in het kitmateriaal zullen dan gemakkelijk ontstaan.



De gewenste oplossing kan slechts worden gerealiseerd door er zorg voor te dragen dat de kit niet op de voegbodem kan hechten. Hiertoe dient op de voegbodem een rugvulling of een hechtingsbelemmerende folie te worden aangebracht. Zelfklevende folie waaraan geen kit hecht is hiervoor geschikt.

Een kitvoeg kan optimaal functioneren indien de hechtvlakken evenwijdig ten opzichte van elkaar lopen. Een gekitte overlapvoeg met de vereiste tussenruimte kan grotere bewegingen verdragen dan een stuikvoeg. Indien bewegingen opgenomen moeten worden, kan geen hoekvoeg worden toegepast. Weersinvloeden verkorten de levensduur van een kitvoeg.

Kitvoegen moeten dusdanig worden ontworpen en aangebracht, dat water niet op het bovenvlak van de voeg kan blijven staan.

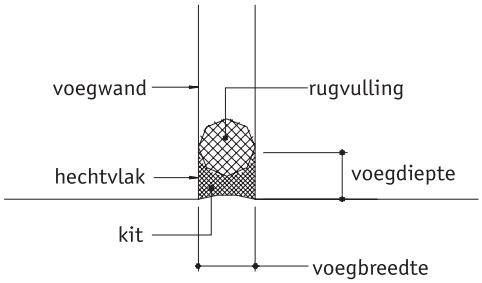
Door gebruik te maken van een rugvulling kan men bij diepe voegen de voegdiepte goed reguleren. Een goed klemmende ronde rugvulling zal tegendruk geven bij het inspuiten van de kit. Hierdoor kan men een goede aanhechting op de voegwanden verwachten.

In veel gevallen is het nodig om, alvorens tot het kitten over te gaan, een primer (voorstrijkmiddel) te gebruiken. Er dient wel opgelet te worden dat dit geen vlekken geeft. De voorschriften van de toeleverancier dienen ook hier te worden opgevolgd.

Het is van belang bij het ontwerpen van een gevel een goede bereikbaarheid van de voegen na te streven. Alleen dan kunnen eisen gesteld worden aan de juiste wijze van voorbehandeling van de voegen en aan het correct aanbrengen van de kit. Dit is ook in het belang van later onderhoud.

9.3 Voegafmetingen en kitkeuze

Het functioneren van een kitvoeg is afhankelijk van de eigenschappen van het kitmateriaal in samenhang met de functie van de voeg zoals beloopbare voegen, akoestische voegen, brandbeperkende voegen, gevelvoegen benevens voegen tussen gevelelementen en bouwkundig kader.
De keuze van de kit dient hiermede in overeenstemming te zijn. Bijvoorbeeld in verband met de overschilderbaarheid, de slijtvastheiden de chemische weerstand.



Bij het bepalen van de voegafmeting dient eerst bepaald te worden welke voegbewegingen kunnen optreden. De grootte van de te verwachten beweging is vast te stellen met behulp van de thermische lineaire uitzettingscoëfficiënt van de gebruikte materialen. Indien men te maken heeft met een voeg tussen gevelelement en bouwkundig kader, is het voldoende alleen rekening te houden met de beweging van het gevelelement.

Het spreekt vanzelf dat met de te verwachten beweging, als gevolg van temperatuurverschillen, rekening moet worden gehouden.

Als de voegbewegingen zijn berekend, kan de kitsoort worden bepaald aan de hand van de eerder genoemde tabel met duurzaam toelaatbare vervormingen.

Het verdient aanbeveling om in overleg met de toeleverancier en de opdrachtgever de definitieve keuze te maken.

Bij het toepassen van tweecomponenten kit moet een menging van beide componenten tot een homogeen mengsel plaatsvinden volgens opgave van de toeleverancier. Indien overlapvoegen in de constructie voorkomen, kan de maximaal toelaatbare beweging 1,5 x groter zijn dan bij stuikvoegen, die met hetzelfde type kit gevuld zijn.

De minimale voegbreedte voor elastische kit bedraagt 8 mm, voor plastisch-elastische kit 9 mm en voor plastische kit 10 mm.

De vereiste voegdiepte is:
- Elastische kit: 1/2 van de breedte + 3 mm;
- Plastisch-elastische kit: 1/2 van de breedte + 4,5 mm;
- Plastische kit: 1/2 van de breedte + 6 mm.

Voor nadere informatie zie "VNVI Factsheet afdichtingskitten".

In verband met de grote belastingen en de levensduur verdient het aanbeveling om voor het samenvoegen van profielen plastisch-elastische of elastische kit te gebruiken.

Indien vanwege de te verwachten bewegingen een kitvoeg niet mogelijk is, kunnen afdekplaten of overlapvoegen worden toegepast.

9.4 Uitvoering

De temperatuur van het object alsmede de omgevingstemperatuur moet hoger zijn dan +5°C en lager dan +30°C tenzij de kitfabrikant andere informatie verschaft.
De hechtvlakken dienen in de door de kitfabrikant voorgeschreven toestand te verkeren.

Voor het realiseren van de juiste voegdiepte kan open of gesloten cellen rugvulling gebruikt worden. Open cellenmateriaal met een overdruk van 75 – 100% en gesloten cellenmateriaal met een overdruk van ca. 50% om voldoende tegendruk te kunnen bieden tijdens het aanbrengen van de kitmassa. Gesloten cellenmateriaal moet met stomp gereedschap worden aangebracht om beschadigingen en blaasvorming in de kit te voorkomen.

De verwerkingsvoorschriften van de kitleverancier dienen altijd te worden nageleefd.

9.5 Dichtingsprofielen of -banden

Een steeds groter toepassingsgebied vinden de rubberachtige voegafdichtingsprofielen en de kunststof-dichtingsbanden.

Indien dichtingsprofielen worden toegepast, zijn de stalen raamprofielen veelal van een rubberbevestigingskamer voorzien. Bij aansluiting van ramen op stelkozijnen worden hiermee goede resultaten verkregen.

Kunststof-dichtingsbanden zijn er in grote verscheidenheid, zoals:
- Met open of gesloten cellen;
- Niet- en zelfklevend;
- Geïmpregneerde schuimzwelbanden.

Het aanbrengen van de dichtingsprofielen en/of –banden dient zodanig te geschieden, dat ook na verloop van tijd geen openingen of lekkages ontstaan. Het materiaal mag bijvoorbeeld niet opgerekt en om hoeken getrokken worden.
De toe te passen materialen dienen verouderingsbestendig te zijn. In verband met het goed functioneren van de voegafdichtingen dient men rekening te houden met de ruwheid van de voegwanden.

Profielen van massief rubber dienen te voldoen aan de eisen conform NEN-ISO 3934 en NEN-ISO 5892. Schuimbanden dienen te voldoen aan de eisen conform NEN 3413.

10 BRANDVEILIGHEID

10.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een korte uiteenzetting gegeven over de brandveiligheid van gemonteerde VMRG-gevelelementen.

De nationale regelgeving voor brandveiligheid is niet toereikend voor projecten hoger dan 70 m. Voor het bepalen van het concept van brandwerendheid bij hoogbouwprojecten kunnen de richtlijnen uit SBR-publicatie "Brandveiligheid in hoge gebouwen" aangehouden worden.

10.2 Bouwbesluit

De brandveiligheidseisen waaraan gebouwen moeten voldoen zijn vermeld in het Bouwbesluit.
Met betrekking tot de brandveiligheid worden in het Bouwbesluit de volgende functionele aspecten onderscheiden:
1. Beperking van de kans op het ontstaan en de ontwikkeling van brand;
2. Beperking van de uitbreiding van brand;
3. Beperking van het ontstaan en de uitbreiding van rook;
4. Aanwezigheid en inrichting van vluchtmogelijkheden;
5. Voorkoming en beperking van ongevallen bij brand;
6. Bestrijding van brand.

Voor constructieonderdelen van gebouwen zijn in het Bouwbesluit de functionele aspecten uitgewerkt in prestatie-eisen met bepalingsmethoden.
De prestatie-eisen kunnen worden ingedeeld naar materiaaleigenschappen, constructie eigenschappen en eigenschappen van daken.

De materiaaleigenschappen die, indien van toepassing (zie Bouwbesluit), beoordeeld worden, zijn:
- Onbrandbaarheid; onbrandbaar in de zin van NEN-EN 13501-1 en geen bijdrage leveren aan de brandvoortplanting;
- Brandvoortplanting; de mate waarin een materiaal bijdraagt aan de brandvoortplanting. Bepaling vindt plaats volgens NEN-EN 13501-1;
- Rookproductie; de mate waarin een materiaal bij brand rook produceert. Bepaling vindt plaats volgens NEN-EN 13501-1.

De constructie-eigenschappen die, indien van toepassing (zie Bouwbesluit), beoordeeld worden, zijn:
- Weerstand tegen BrandDoorslag en BrandOverslag (WBDBO) en Rookdoorgang. Bepaling vindt plaats volgens NEN 6068. Beoordeeld wordt de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag van de ene ruimte naar de andere ruimte. De beoordeling van de weerstand tegen rookdoorgang wordt uitgevoerd middels een beoordeling van de weerstand tegen branddoorslag van de constructie, waarbij alleen gekeken wordt naar het criterium vlamdichtheid (E). Bij ministeriele regeling kunnen er nadere voorschriften gegeven worden omtrent de rookdoorgang tussen ruimten;
- Brandwerendheid op bezwijken. Bepaling vindt plaats volgens NEN 6069 (experimenteel) of NEN-EN 1990-1999 (rekenkundig). Beoordeeld wordt wanneer de dragende functie verloren gaat;

Bij dakconstructies, incl. dakopeningen (dakramen, lichtkappen) worden, indien van toepassing (zie Bouwbesluit), beoordeeld:
- Het brandgevaarlijk zijn overeenkomstig NEN 6063;
- Brandwerendheid op bezwijken;
- Weerstand tegen BrandOverslag.

De prestatie-eisen die gesteld worden zijn mede afhankelijk van het gebouwtype. In het Bouwbesluit worden de gebouwen met betrekking tot de brandveiligheid ingedeeld in een beperkt aantal gebouwtypen, te weten:
- Woningen en woongebouwen;
- Woonfunctie;
- Bijeenkomstfunctie;
- Celfuntie;
- Gezondheidszorgfunctie;
- Industriefunctie;
- Kantoorfunctie;
- Logiesfunctie;
- Onderwijsfunctie;
- Sportfunctie;
- Winkelfunctie;
- Overige gebruiksfunctie;
- Bouwwerk geen gebouw zijnde.

In het Bouwbesluit wordt ook onderscheid gemaakt tussen nieuwbouw en bestaande bouw. Het niveau van de prestatieeisen voor bestaande bouw ligt doorgaans lager.

Indien in een ruimtebegrenzing tussen ruimten waaraan WBDBO-eisen worden gesteld VMRG-gevelelementen en/of binnenpuien worden toegepast en volgens NEN 6068 blijkt dat deze over een bepaalde brandwerendheid moeten beschikken (dat is lang niet

altijd het geval), zullen deze (inclusief hun aansluitingen), bepaald volgens NEN 6069, gedurende een voorgeschreven aantal minuten weerstand moeten bieden aan verhitting volgens de standaard brandkromme, dan wel – indien van toepassing – de gereduceerde standaard brandkromme, zonder hun brandwerende functie te verliezen. Al naar gelang de situatie (type bouwdeel, binnen- of buitenwand) moeten de volgende aspecten beoordeeld zijn:

a. Vlamdichtheid betrokken op de afdichting (E); het moment wordt vastgesteld waarop er te grote openingen ontstaan en/of waarop de constructie hete gassen en/of vlammen doorlaat;
b. Thermische isolatie betrokken op de warmtestraling (W); het moment wordt vastgesteld waarop de warmtestraling, gemeten op een afstand van 1 m vanaf het geometrisch zwaartepunt van de constructie een kritiek veronderstelde waarde (15 kW/m2) overschrijdt.
c. Thermische isolatie betrokken op de temperatuur (I); Hierbij wordt het moment vastgesteld waarop de temperatuur van het niet direct verhitte oppervlak van de constructie bepaalde kritiek veronderstelde waarden overschrijdt (temperatuurstijging gemiddeld max. 140 °C, op enig punt 180 °C).

Of VMRG-gevelelementen moeten voldoen aan prestatie-eisen met betrekking tot de brandveiligheid en indien dit het geval is, aan welke, hangt af van:

- Het gebouwtype;
- De ligging van het gebouw;
- De indeling in brandcompartimenten;
- De gebruiksfuncties van de ruimten;
- De prestatie-eisen, die met betrekking tot de brandveiligheid, worden gesteld aan het constructiedeel van het gebouw waarin het element wordt toegepast;
- De situatie van het element in het constructiedeel;
- De afmetingen van het element;
- De functie van het betreffende element.

De opdrachtgever dient voor elk VMRG-gevelelement en elke binnenpui exact op te geven aan welke brandwerende prestatie-eisen moet worden voldaan.

Voor eisen aan hang- en sluitwerk in deuren in brand- en rookscheidingen en in vluchtroutes, zie ook paragraaf 4.16.



De gevel moet dusdanig ontworpen en geconstrueerd worden dat de gevel voldoet aan brandklasse B volgens NEN-EN 13501-1. Voor geveldelen tussen de 2,5 en 13 meter kan in enkele gevallen uitgegaan worden van de lagere brandklasse D volgens NEN-EN 13501-1.

De mate waarin VMRG-gevelelementen brandwerend zijn kan als volgt worden aangetoond:

1. Voor ramen en deuren, overleg van een KOMO-Attest op basis van BRL 3241;

2. Voor ramen en deuren, overleg van een classificatierapport of beoordeling volgens bijlage A van NEN6069:2011 door een deskundige partij (notified body);

3. Voor ramen en deuren, overleg van een classificatierapport volgens EN13501-2 of beoordeling op basis van beproevingen door een deskundige partij (notified body) conform de Europese normen;

4. Voor vliesgevels, in het kader van CE-markering , overleg van het classificatierapport volgens EN13501-2 of beoordeling op basis van beproevingen conform de Europese normen door een deskundige partij (notified body).

NB. Goedkeuring van de dienst Bouw en Woningtoezicht (die deze taak meestal delegeert naar de gemeentelijke brandweer) kan alleen op basis van een sluitend testrapport of conformiteitsverklaring opgesteld door een deskundige partij (notified body). Afwijkingen op testrapporten of conformiteitsverklaringen mogen alleen beoordeeld worden door een deskundige partij (notified body).

10.3 Bliksembeveiliging

De opdrachtgever dient aan te geven of een bliksembeveiliging aanwezig dient te zijn op het gebouw. De noodzaak van het aanbrengen van een bliksembeveiliging op een gebouw kan door de opdrachtgever bepaald worden door middel van de methode die beschreven staat in NEN-EN-IEC 62305 deel 1 t/m 4.

Indien een bliksembeveiliging aangebracht dient te worden, dient men rekening te houden met aandachtspunten zoals:

- Het doorbreken van waterkerende folies door de aardingsleiding;
- Contactcorrosie tussen metalen;
- Esthetische gevolgen;
- Materiaalgebruik en montagemethode;
- De onderlinge koppeling van gevelelementen of componenten.

11 INBRAAKWERING

11.1 Inleiding

Staal is zeer geschikt als basismateriaal voor het realiseren van voldoende sterke inbraakwerende gevelelementen.
Daarom wordt in dit hoofdstuk dieper ingegaan op het gebied van inbraakwering en VMRG-gevelelementen. In de eerste paragraaf worden de relevante normen m.b.t. inbraakwerendheid, die door het Bouwbesluit worden aangewezen, beschreven. In de tweede paragraaf worden deze normen in detail besproken.

Met de introductie van het bouwbesluit 2012 is correctieblad NEN5096/C2 van kracht geworden, waarmee de eisen voor vakvullingen van glas zijn gewijzigd.

Tenslotte komen de inbraakwerendheidseisen die voor de praktijk van belang zijn aan bod.

11.2 Bouwbesluit en inbraakwerendheid

Het Bouwbesluit stelt dat voor nieuwbouwwoningen of woongebouwen met een bouwvergunning afgegeven na 1 januari 1999 en indien ramen of deuren bereikbaar zijn, het gevelelement inbraakwerend moet zijn volgens klasse 2 van NEN 5096. Of ramen/deuren bereikbaar zijn, is vastgelegd in de norm NEN 5087.

Kort samengevat stelt deze norm dat alle ramen/deuren bereikbaar zijn waarvan de onderzijde lager ligt dan 5,5 m boven het aansluitend terrein. Daarnaast is de bovenste verdieping van een flatgebouw bereikbaar als de afstand tussen dakrand en galerijvloer minder dan 3,5 m bedraagt. De maat voor eenmalig opklimmen bedraagt 3,5 m, voor doorklimmen 2,4 m en voor afspringen 3,5 m. Een werkvlak bedraagt minimaal 0,4 x 0,4 m, en de reikwijdte daarvandaan bedraagt 1 m.
In NEN 5096 is gesteld dat het minimale toegestane oppervlak voor het toepassen van droge buitenbeglazing 2,0 m² bedraagt.

11.3 Normen voor inbraakwerendheid

In de norm NEN 5096 en de daarmee samenhangende normen zijn prestatieniveaus voor de inbraakwerendheid van gevelelementen geformuleerd in de vorm van weerstandsklassen met bijbehorende bepalingsmethoden, met de bedoeling te verhinderen dat binnen een bepaalde tijd een doorgangsopening (>150 x 250mm) zou kunnen worden gecreëerd.

Een gevelelement wordt op twee onderdelen beproefd op inbraakwerendheid:

tabel 11a Beproevingen per inbraakwerendheidsklasse volgens NEN 5096

	Inbraakwerendheidsklasse volgens NEN 5096	
Beproevingen	**2**	**3**
Dynamische Beproeving:		
Valhoogte	450 mm	750 mm
Manuele beproeving:		
Maximale contacttijd	3 min	5 min
Maximale testtijd	15 min	20 min
Gereedschapsset	A	B

1. Dynamische beproeving: Het element moet na uitvoering van de zanslingerproef nog intact zijn;
2. Manuele beproeving: Binnen een bepaalde tijd en met specifiek vastgesteld gereedschap mag het element niet geforceerd kunnen worden.

Er zijn twee inbraakwerendheidsklassen. In tabel 11a kunnen de prestatie-eisen behorende bij een bepaalde weerstandsklasse worden gevonden.

Gereedschapssets:
A: Gereedschapsset van een gelegenheidsinbreker met simpel gereedschap.
B: Gereedschapsset van een inbreker met simpel gereedschap waaronder een koevoet.

Opmerking:
Aan ramen, vakvullingen en/of luiken met afmetingen die kleiner zijn dan de vereiste doorgangsopening worden geen eisen gesteld.

Met behulp van een beproeving conform NEN 5096 kan de inbraakwerendheid van een gevelelement worden aangetoond.

In het algemeen zullen gevelelementen die voldoen aan EN 1627 tevens voldoen aan dezelfde klasse van NEN 5096. Aandachtspunt hierbij zijn gevelelementen met niet-manipulatiebestendig hang- en sluitwerk.

De opdrachtgever dient aan te geven aan welke inbraakwerendheidseisen welke gevelelementen moeten voldoen.

11.4 De praktijk

Momenteel beschikken diverse VMRG-gevelbouwers alsook systeemleveranciers over KOMO-attesten inzake inbraakwerendheid. In deze attesten worden uitspraken gedaan over de inbraakwerendheidsprestaties van een onderzocht/beproefd gevelelement.

De werkelijk geproduceerde VMRG-gevelementen kunnen afwijken van de beproefde elementen. Desalniettemin kan een certificeringsinstituut verklaren dat het werkelijk geproduceerde gevelelement voldoet aan dezelfde inbraakwerendheidseisen als het onderzochte type.
Hieronder wordt elk aspect van een gevelelement nader besproken. Ook wordt aangegeven welke randvoorwaarden er worden gesteld bij het vaststellen van de conformiteit m.b.t. een getest gevelelement:

1. Maatvoering:
Voor ramen en deuren geldt, dat de hoofdafmetingen van het gevelelement, de afstanden tussen de sluitpunten/scharnieren, alsook de afstanden van de sluitpunten/scharnieren t.o.v. de hoeken van het gevelelement mogen variëren t.o.v. het geteste gevelelement.
Variaties liggend tussen de –30% en +10% t.o.v. het geteste gevelelement zijn toegestaan. Het aantal sluitpunten van een raam mag alleen worden verminderd als de afstand tussen de sluitpunten niet groter is dan bij het beproefde element (zie ook NEN 5096).

Opmerking:
De variatie van de breedtemaat van schuifpuien is in beginsel onbeperkt.

2. Raamtypen:
Draai- en valramen bezitten dezelfde inbraakwerendheidsklasse als het bij dezelfde serie behorende draaivalraam indien voor de onderhavige draai- en valramen hetzelfde "soort" beslag wordt toegepast.

3. Profielafmetingen
Ramen en deuren die zijn vervaardigd uit een dieper of breder profiel uit een profielsysteem dan oorspronkelijk getest en goedgekeurd, bezitten ten minste dezelfde inbraakwerendheidsklasse. Dit komt met name voor bij metalen profielsystemen. Indien bijvoorbeeld de serie "50" is goedgekeurd, dan zijn de series "60", "70" enz. ook goedgekeurd.

4. Zijlichten e.d.
Ramen en deuren met een zijlicht e.d. hebben dezelfde inbraakwerende eigenschappen als ramen en deuren zonder zijlicht, mits:

- De verbinding tussen het beweegbare deel en het zijlicht "geborgd" is, door bijvoorbeeld paddestoelnokken en haaksloten.

óf:

- De stijl tussen het beweegbare en het vaste deel ter plaatse van de sluitpunten tegen uitbuigen is beveiligd. Dit kan gerealiseerd worden door vakvulling "op te stoppen" of door het opnemen van een tussenregel ter plaatse van het sluitpunt.

Opmerkingen:
a. Indien het zijlicht zich bevindt aan de scharnierzijde van een deur zijn bij toepassing van isolerend dubbelglas voor indeling in klasse 2 van NEN 5096 geen nadere voorzieningen noodzakelijk;

b. De glaslatconstructie van vaste delen dient uiteraard ook bestand te zijn tegen de inbraakwerendheidsbeproevingen. Hiervan kan worden uitgegaan indien de glaslatconstructie identiek is aan de glaslatconstructie van het bijbehorende beweegbare gevelelement.

5. Hang- en sluitwerk

Hang- en sluitwerk, geclassificeerd volgens BRL 3104, mag worden uitgewisseld met hang- en sluitwerk van een ander fabrikaat, mits alle onderstaande punten van toepassing zijn:

- Het hang- en sluitwerk functioneel gelijkwaardig is;
- Het hang- en sluitwerk dezelfde inbraakwerende eigenschappen bezit (ten minste hetzelfde aantal "sterren" overeenkomstig de SKG systematiek);
- De montage geschiedt op een wijze en met middelen overeenkomstig het montagevoorschrift van de leverancier van het hang- en sluitwerk, voor zover dit als gelijkwaardig beoordeeld kan worden met hetgeen oorspronkelijk getest is.

6. Glas

In tabel 11b is te zien welk glas toegepast moet worden bij de verschillende inbraakwerendheidsklassen. Het is toegestaan om standaard isolatieglas toe te passen in een gevelelement dat moet voldoen aan klasse 2. In dit geval geldt wel als extra eis dat de kruk of het sluitwerk afsluitbaar moet zijn met een uitneembare sleutel.

Opmerking:

Als paniekslotenworden geëist in inbraakwerendheidsklasse 2, dan moet altijd glas met weerstandsklasse P4A volgens NEN-EN 356 of een dicht paneel worden toegepast, waarvan de inbraakwerendheid eveneens door beproeving in een klasse volgens NEN 5096 bepaald moet zijn.

7. Vaste delen

Vaste delen zijn inbraakwerend overeenkomstig dezelfde klasse als het bijbehorende raam- en/of deursysteem mits de glaslatconstructie identiek is.

Opmerking:

Het spreekt voor zich, dat voor inbraakwerende gevelelementen normaliter binnenbeglazing wordt toegepast. Desondanks is droge buitenbeglazing toegestaan, mits de vakvulling bestaat uit isolerend dubbelglas en het oppervlak groter is dan 2,0 m². Bij kleinere afmetingen moet zijn aangetoond, dat ook de glasspanning voldoende weerstand tegen inbraakwerendheid bezit om te kunnen worden ingedeeld in een klasse volgens NEN 5096.

Tabel 11b Eisen voor vakvullingen aan glas volgens NEN 5096

Weerstandsklasse van het dak- of gevelelement*	Type beglazing	Eis aan vakvullingen van glas
		Weerstandsklasse van het glas Volgens NEN-EN 356
2	Isolerend dubbelglas [a]	–
	Enkelglas	P4A
3	Niet relevant	P5A

[a]) Waarvan minimaal één glasblad bestaat uit enkel glas met breukgedrag 'A' volgens NEN-EN 12600

11.5 Herkenbaarheid

De VMRG heeft samen met het Politiekeurmerk Veilig Wonen® besloten om de herkenbaarheid van inbraakwerende gevelelementen zodanig te verbeteren, dat er geen enkel misverstand over de eigenschappen van een dergelijk gevelelement kan bestaan.

33. De inbraakwerendheid moet door middel van een sticker zichtbaar aangegeven worden op het VMRG-gevelelement (ook bij vaste beglazing).

De stickers die goedgekeurd zijn om hiervoor te gebruiken zijn in figuur 11c weergegeven.



figuur 11c Inbraakwerendheidsstickers

Bij een fabrikant-eigenverklaring van de inbraakwerendheid moeten de onderstaande VMRG stickers geplakt worden.



Deel 3
Nazorg

12 REINIGING EN ONDERHOUD

12.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de reiniging en het onderhoud van stalen gevelelementen behandeld.
De paragrafen 12.2 t/m 12.4 gaan over de zin van reiniging en onderhoud. De overige paragrafen gaan over het reinigen en het onderhouden zelf en de daarvoor geschikte middelen.

12.2 Voorkomen van aantasting

Aantasting van het oppervlak kan veroorzaakt worden door mechanische beschadiging en door inwerking van vuil. Tijdens de bouwperiode is er een aanzienlijk risico van mechanische beschadiging en vervuiling t.g.v. bouwprocessen.

De opdrachtgever dient geschikte maatregelen te treffen om deze beschadigingen te voorkomen. Zo moet bijvoorbeeld worden voorkomen dat er cementspatten en/of andere alkalische verontreinigingen op de gevelelementen komen, mocht dit onverhoopt toch gebeuren dan moeten die onmiddellijk met ruim water worden verwijderd, omdat cement, cementwater en/of andere alkalische verontreinigingen oppervlakken en ook glas, rubbers en kitvoegen kunnen aantasten.
Zelfklevende folies, aangebracht ter bescherming, dienen zo snel mogelijk verwijderd te worden zodra deze niet meer nodig zijn. Dit ter voorkoming van aantasting van de oppervlaktebehandeling.

12.2.1 Corrosie

Corrosie op ferro en non-ferro metalen wordt veroorzaakt door onder andere:

- Metaaldeeltjes
- Chloriden
- Vervuiling

Indien metaaldeeltjes uit de lucht neerkomen op een stalen oppervlak kan onder invloed van vocht corrosie ontstaan, omdat de metalen met elkaar reageren. Het minst edele metaal wordt hierbij aangetast. Corrosie treedt vaak op in de nabijheid van industriegebieden, spoorwegen en tramlijnen. Bij de kust zijn het de hoge zout- en chloridengehaltes die kunnen leiden tot corrosie. Daarnaast kan corrosie optreden door inwerking van vuil op een stalen oppervlak.

12.3 Behoud uiterlijk

Het uiterlijk van stalen gevelelementen kan door vervuiling en verwering aan glans en kleur verliezen. Door tijdige reiniging en conserverend onderhoud kan dit worden tegengegaan.

12.4 Levensduur van de oppervlaktebehandeling

De levensduur van oppervlaktebehandeling wordt negatief beïnvloed door vuil en vocht, door inwerking van zuren, zouten en andere agressieve stoffen. Daarom is voor behoud van levensduur tijdig reinigen noodzakelijk. Bij het wassen van glas moet voorkomen worden dat vervuild waswater achterblijft op de profilering van de ramen en kozijnen. Daarom moet bij het wassen van glas de omliggende profilering worden meegewassen. Geadviseerd wordt de reiniging van gevels aantoonbaar te doen uitvoeren door ter zake kundige bedrijven met specifieke kennis op dit gebied.

12.5 Reinigingsfrequentie

De reinigingsfrequentie wordt met name bepaald door de mate van vuilbelasting van de gevelelementen. Agressieve omgeving is:

Omgevingsfactoren:
- Ligging binnen 25 km van de kust (zout neerslag)
- Ligging direct boven maaiveld (opspattend vuil)
- Ligging boven water (condens)
- Stedelijk gebied (uitstoot verbrandingsgassen)
- Industriële omgeving (uitstoot chemicaliën, rookgassen, ertsstof)
- Verkeersbelasting (zwavelverbindingen, stikstofverbindingen, stofdeeltjes van remvoeringen, ijzer- en koperdeeltjes van railverkeer)
- Overdekte gebieden (geen beregening)
- Bevuiling door dieren (honden, katten, vogels)

Tabel 12a Indicatie gevelreinigingsfrequentie voor stalen gevelelementen

Indicatie gevelreinigingsfrequentie voor stalen gevelelementen				
	Vlakke en beregende gevels		Geprofileerde en niet- beregende gevels	
	Agressieve omgeving	Normale belasting	Agressieve omgeving	Normale belasting
Classificatie conform ISO 12944-2	C4 en C5	C2 en C3	C4 en C5	C2 en C3
	2 x per jaar	1 x per jaar	3 x per jaar	2 x per jaar

Gebruiksfactoren:
- Moeilijk bereikbaar voor doelmatige reiniging
- Veel handeling (deuren).

Oriëntatiefactoren:
- Ongunstige ligging op de zon
- Weinig beregening

Indien er sprake is van één of meer van deze vuilbelastende factoren spreken we van een agressieve omgeving; in alle andere gevallen van een normale belasting.

De mate waarin een oppervlaktebehandeling al dan niet in combinatie met het onderliggende staal kan worden aangetast door bovenstaande factoren is afhankelijk van:
1. Het type staal
2. Het type oppervlaktebehandeling
3. De applicatie
4. De ernst en de duur van de belastende factoren.

De eerste 3 punten worden (eventueel na ingewonnen advies van een deskundige) met de opdrachtgever overeengekomen en door de VMRG-garantie afgedekt.

Het 4e punt valt buiten de verantwoordelijkheid van de VMRG-gevelbouwer maar onder de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever c.q. beheerder of gebruiker die tevens verantwoordelijk is voor het daadwerkelijk uitvoeren van de reiniging, het onderhoud, de inspectie en het herstel (zie paragraaf 12.10).

Het is daarom van belang dat direct na plaatsing, ook tijdens de bouw, aan de hand van regelmatige en tijdige inspectie de reinigings,- onderhouds- en inspectiemomenten worden vastgesteld en zo nodig worden bijgesteld. Dat kan dus per project verschillen. Bij deze inspectie moet met name gekeken worden naar de graad en de aard van de vervuiling en naar de aanwezige vuilbelastende factoren. Degene die de inspectie uitvoert dient over een ruime mate van kennis en ervaring te beschikken. De praktijk heeft uitgewezen dat een goed aangebrachte oppervlaktebehandeling, indien tijdig gereinigd, tientallen jaren zijn beschermende en esthetische eigenschappen behoudt.
Tabel 12a kan worden gezien als **indicatie** met welke reinigingsfrequentie voor stalen gevelelementen in eerste instantie rekening moet worden gehouden. Voor RVS dient dezelfde reinigingsfrequentie aangehouden te worden.

12.6 Conserverend onderhoud coating

De geveldelen die door de zon worden beschenen kunnen op den duur verweren en daardoor een deel van hun glans en kleur verliezen. Om esthetische redenen kan een behandeling, na reiniging, met een wasachtig product een nuttig effect hebben.

De noodzaak van een dergelijke behandeling is geheel afhankelijk van de mate waarin de verwering als storend zal worden ervaren waarbij de omstandigheden en de hoedanigheid (o.a. kleur) van de coating van invloed zullen zijn. Als indicatie kan een frequentie van 1x per 2 jaar worden aangegeven.

12.7 Reinigings- en conserveringsmiddelen

Voor al de te gebruiken reinigings- en conserveringsmiddelen geldt, dat deze de toegepaste materialen en hun oppervlaktebehandeling niet mogen beschadigen of aantasten. Alleen het gebruik van neutrale middelen, met een pH-waarde tussen 6 en 8 zijn toegestaan. Daarbij mogen deze middelen niet krassen. Het reinigen met gebruikmaking van staalwol, schuurpapier, oplosmiddelen e.d. is eveneens niet toegestaan.

Water dat bij het reinigen onder hoge druk de gevel bereikt kan schade veroorzaken. Tijdens het reinigen kan door het

optredende hoogteverschil de waterdruk in de reinigingsinstallatie toenemen. Voornamelijk bij hoogbouw dient hier rekening mee gehouden te worden.

12.8 Reiniging of onderhoud van hang- en sluitwerk, kit, glas en beglazingsrubbers

12.8.1 Hang- en sluitwerk

Hang- en sluitwerk van ramen en deuren dient regelmatig door de opdrachtgever onderhouden te worden. Ten minste eenmaal per jaar dient hang- en sluitwerk op hun werking te worden gecontroleerd en waar nodig gesmeerd te worden.

Indien het gebruik van mechanische aandrijvingen zoals vloerveren, deurdrangers, automatische aandrijvingen van (schuif-) deuren en tourniquets afwijkt van de gekozen uitgangspunten ten tijde van het ontwerp, dient deze frequentie conform de aanwijzingen van de fabrikant/leverancier te worden aangepast.

Het is aan te bevelen voor het onderhoud van hang- en sluitwerk en mechanische aandrijvingen met de leverancier een onderhoudscontract af te sluiten om zeker te zijn van een langdurige optimale werking van deze producten.

12.8.2 Kit

Door de werking van de gevel als gevolg van temperatuurverschillen alsmede de invloed van U.V.-straling wordt een kitvoeg voortdurend belast. Ter voorkoming van lekkageklachten is het noodzakelijk de kitvoegen regelmatig te inspecteren en waar nodig te herstellen, doch ten minste éénmaal per twee jaar.

12.8.3 Glas en beglazingsrubbers

Om aantasting van het glasoppervlak door neergeslagen vuil te voorkomen moet ook glas regelmatig worden gereinigd. Daarbij moet voorkomen worden dat op de omliggende profilering van de ramen en kozijnen vuil waswater achterblijft. Die omliggende profilering moet dus altijd worden meegewassen.

Ondanks de goede werking van beglazingsrubbers wordt in de constructie van de uitwendige scheidingsconstructie rekening gehouden met enige watertoetreding in de sponning. De randverbinding van isolatieglas mag niet langdurig worden belast met water. Om te voorkomen dat te veel water en vuil in de sponning kan dringen is periodieke controle van de beglazingsrubbers nodig. Hierbij moet vooral gelet worden op een goede aansluiting van de rubbers in de hoeken. Waterafvoergaten in de sponning zorgen er voor dat binnengedrongen water naar buiten wordt afgevoerd en de sponning wordt belucht. Een periodieke controle op de goede werking (niet verstopt zijn) van de waterafvoergaten is noodzakelijk. Voor controle van zowel de beglazingsrubbers als de waterafvoergaten kan, afhankelijk van ligging en oriëntatie, een frequentie worden aangehouden van 1 tot 3 jaar.

12.8.4 Structural Sealant Glazing

Ingeval van SSG geldt aanvullend: minimaal 1x per jaar controleren op blijvende hechting van de SSG verlijming.
Ingeval van condens tussen de twee ruiten van isolatieglas dient deze isolatieruit onmiddellijk te worden vervangen.

12.8.5 Ventilatieroosters

Ventilatieroosters dienen minimaal éénmaal per jaar volgens de reinigingsvoorschriften van de fabrikant te worden gereinigd. Voor reiniging van het staal dient dezelfde reinigingsfrequentie te worden aangehouden als van de gehele gevelelementen.

12.9 Reiniging bij hoge buitentemperaturen

Bij hoge temperaturen vereist het reinigen van metalen gevelelementen extra aandacht. Met name bij donkere oppervlakken die door de zon worden beschenen, dient reiniging met de nodige voorzichtigheid te gebeuren. In Nederland bereikt een donkere metalen beplating in de zon al snel een temperatuur van 70 à 80°C, in tegenstelling tot lichte beplating (60°C). Indien bij deze temperaturen gereinigd wordt, bestaat er de kans op krasvorming. Een verklaring voor dit gevoelige gedrag bij hoge temperaturen is dat een thermohardende kunststof (lees poedercoating) in uitgeharde toestand één of meerdere glasovergangstemperaturen (T_g) kent. Boven deze temperaturen wordt de kunststof rubberachtig (flexibeler/elastischer, maar ook zachter). Bij oppervlaktetemperaturen vanaf 40°C is het raadzaam eerst met veel water te spoelen. Bij oppervlaktetemperaturen boven de 45°C wordt afgeraden om te reinigen.

12.10 Gebouwbeheer

In het ontwerp van het gebouw dient door de opdrachtgever rekening te worden gehouden met het feit dat alle gevelelementen aan het gebouw op een veilige wijze, door middel van een voorziening aan het gebouw, bereikbaar dienen te zijn voor inspectie, reiniging en onderhoud.

Bij de oplevering van een werk levert de VMRG-gevelbouwer onderhoudsvoorschriften voor de gebouwbeheerder. Hierin staan aanwijzingen voor preventief onderhoud en inspectie, reiniging, aandachtspunten, etc.

Een goedgekeurd onderhouds- en inspectieplan kan bijdragen aan de goedkeuring van het toepassen van bepaalde materialen en/of componenten binnen een bouwvergunning. De eigenaar en/of gebouwbeheerder dient periodieke inspecties uit te voeren ten aanzien van de constructieve aspecten van de gevel conform de methodiek die beschreven staat in NEN 2767-1. Als indicatie voor de urgentie en frequentie van de uitvoering van deze periodieke controles kan de informatie uit de onderhouds- en inspectiematrix aangehouden worden (tabel 12b, zie vorige pagina). Deze matrix kan afhankelijk van de toegepaste materialen en componenten aangepast en/of aangevuld moeten worden.

tabel 12b Onderhouds- en inspectiematrix

Gebouwklassen		Is er sprake van een verhoogde belastingsfactor op het gebouw?	
		ja	nee
Zijn er geveldelen die zwaar belast worden door wind	ja	klasse A	klasse B
	nee	klasse C	klasse D

	klasse A	klasse B	klasse C	klasse D	na incident
Ernstige gebreken					
Constructief primair					
losgescheurde gevelvlakken					*ja*
grote scheuren bij constructieve delen					*ja*
ernstig manco in de verankeringen					*ja*
gebreken aan de wapening(sdekking) t.p.v. de verankeringen van de gevel					*ja*
ontbreken constructieve elementen					*ja*
openstaande verbindingen					*ja*
ernstige doorbuiging/scheefstand/verzakking					*ja*
Materiaalintrinsiek					
breuk					*ja*
scheuren bij kozijnwerk					
ernstige vorm van corrosie (contactcorrosie, putcorrosie)					
houtrot/te hoog vochtgehalte houten delen					
carbonatatie (met mogelijk betonrot tot gevolg)					
aantasting beschermlagen metalen draagconstructie					
brosheid kunststof delen					
delaminatie gevelelementen					*ja*
onthechten verlijmde/structureel verkitte delen					*ja*
uittreden inhoudstoffen bij houten kozijnwerk (harswellen, looizuur, e.d.)					
Basiskwaliteit					
condensvorming interieurzijde					
koudebrugwerking (schimmelvorming, condensvorming)					
hwa onvoldoende (overstorten, afvoerkanalen)					*ja*
afwatering constructieve onderdelen onvoldoende					*ja*
Werking primair					
afdichtingsgebreken (lucht- en waterlekkage)					*ja*
doorslaand vocht					*ja*
optrekkend vocht					
onvoldoende ventilatie spouwconstructie/houtskeletbouw					
Serieuze gebreken					
Constructief secundair					
deformatie/scheefstand/doorbuigen niet dragende delen					*ja*
scheuren in niet dragende delen					*ja*
openstaande verbindingen					
afbladderen/beschadiging/barsten/craquele beschermlagen					
Materiaalintrinsiek					
losliggende afwerking					*ja*
vorstschade					
afbrokkelen/afboeren/afschilveren					
serieuze beschadigingen					*ja*
erosie/verwering/verzanding					
slijtage onderdelen					
Basiskwaliteit					
dilatatie niet intact					
elasticiteit kitten e.d. onvoldoende					
gebreken aan (lood)slabben					*ja*
uitval van voegwerk					
Werking secundair					
hang- en sluitwerk manco					
uitzakken van te openen delen					
gebreken aan het kitwerk van beglazing en panelen					
Geringe gebreken					
Afwerking					
aangroei van mos (en grotere organismen)					
verpoederen/verbrossen/verzepen/verkrijten beschermlagen					
filiforme corrosie bij aluminium kozijnwerk e.d.					
vuil, aanslag, verkleuring, glansverlies					
aangroei van algen					

	jaarlijks controleren
	om de 2 jaar controleren
	om de 3 jaar controleren
	om de 5 jaar controleren

13 VMRG-GARANTIE- EN -AANSPRAKELIJKHEIDSREGELING

13.1 Inleiding

Onder deugdelijkheid wordt verstaan het voldoen aan de eisen genoemd in de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen.

Onder VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen wordt verstaan: VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen, inclusief eventuele aanvullingen, zoals deze luiden drie maanden voor de datum van het sluiten van de overeenkomst.

13.2 Garantie

1. Opdrachtnemer staat voor een periode van vijf jaar na (op) levering in voor de goede uitvoering van de overeengekomen prestatie.

2. In afwijking van de in lid 1 genoemde periode van 5 jaar, zal de garantietermijn op ventilatieroosters en hang- en sluitwerk 1 jaar bedragen.

3. Gebruikt opdrachtnemer bij de uitvoering van zijn prestatie door derden toegeleverde materialen of diensten dan strekt de garantie van opdrachtnemer aan opdrachtgever zich in geen geval verder uit dan tot de garantie die opdrachtnemer verkrijgt van zijn leverancier of onderaannemer.

4. Bestaat de overeengekomen prestatie uit aanneming van werk dan staat opdrachtnemer voor de in lid 1 genoemde periode in voor de deugdelijkheid van de geleverde constructie en de gebruikte materialen, mits hij vrij was in de keuze daarvan. Als blijkt dat de geleverde constructie of de gebruikte materialen niet deugdelijk zijn, zal opdrachtnemer naar zijn keuze deze herstellen of vervangen of opdrachtgever crediteren voor een evenredig deel van de factuur.

5. Bestaat de overeengekomen prestatie alleen uit levering van een zaak dan staat opdrachtnemer gedurende de in lid 1 genoemde periode in voor de deugdelijkheid van de geleverde zaak. Als blijkt dat de levering niet deugdelijk is geweest, dan moet de zaak franco aan opdrachtnemer worden teruggezonden. Daarna zal opdrachtnemer de keuze maken of hij:

   - De zaak herstelt;
   - De zaak vervangt;
   - Opdrachtgever crediteert voor een evenredig deel van de factuur.

   De eventueel gemaakte reis-, verblijf- en/of transportkosten komen voor rekening van opdrachtgever.

6. Tenzij opdrachtgever een consument is, dat wil zeggen iemand die niet handelt in het kader van de uitoefening van een beroep of bedrijf, komen de kosten van vervanging of herstel voor rekening van opdrachtnemer tot ten hoogste dat deel van het factuurbedrag (exclusief omzetbelasting) dat betrekking heeft op de vervaardigings- en montagekosten van het desbetreffende onderdeel, dan wel tot de garantie die opdrachtnemer verkrijgt van zijn leverancier of onderaannemer. De verdeling van de waarde van het geleverde is, tenzij anders overeengekomen, in procenten van het factuurbedrag als volgt:

a. Werkvoorbereiding	10%
b. Profielen en plaatwerk	30%
c. Oppervlaktebehandeling	10%
d. Afdichtingen	5%
e. Glas en panelen	20%
f. Hang- en sluitwerk e.d.	10%
g. Overige materialen	5%
h. Algemene kosten	10%

   Voor de kosten van montage wordt een vast percentage van 10% van het factuurbedrag gerekend, d.w.z. dat de genoemde percentages van het factuurbedrag elk met 10% worden verminderd.

7. Opdrachtgever moet opdrachtnemer in alle gevallen de gelegenheid bieden een eventueel gebrek te herstellen of een defect (onder)deel te vervangen. Opdrachtgever zal opdrachtnemer het gebruik van aanwezige energie, hijs-, hef- en transportwerktuigen, steigers, glazenwasinstallaties en dergelijke om niet toestaan.

8. De garantie gaat pas in wanneer opdrachtgever ten opzichte van opdrachtnemer aan al zijn verplichtingen heeft voldaan. Door opschorting van de ingangsdatum van de garantie, wordt de einddatum van de garantie niet gewijzigd.

9. Door herleveren, vervangen of herstellen wordt de garantietermijn niet verlengd of vernieuwd.

10. Geen garantie wordt gegeven voor gebreken zoals, of gebreken die het gevolg zijn van:
    a. Verwering en/of normale slijtage;
    b. Onoordeelkundig of abnormaal gebruik;
    c. Het ontbreken van onderhoud of reiniging overeenkomstig hetgeen daaromtrent in de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen, zoals deze gelden drie maanden voor het sluiten van de overeenkomst is opgenomen;
    d. Installatie, montage, wijziging, reparatie of toevoegingen door opdrachtgever of door derden;
    e. Kleine onvolkomenheden in de afwerking, die geen afbreuk doen aan de deugdelijkheid;
    f. Vormveranderingen in bouwkundige constructies, van niet op de juiste wijze uitgevoerde bouw-, herstel-, reinigings- of andere werkzaamheden of van het gebruik van voor het doel ongeschikt(e) materia(a)l(en);
    g. Onvoorziene, tijdelijke of blijvende, schadelijke invloed(en) van het milieu;
    h. Zaken, materialen, werkwijzen en constructies, welke afwijken van de in de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen genoemde voorschriften, eisen en adviezen, voorzover deze op uitdrukkelijke instructie van opdrachtgever zijn toegepast;
    i. Door of namens opdrachtgever geleverde materialen;
    j. Filiforme corrosie;
    k. Kleurverschillen en/of glansverlies overeenkomstig hetgeen daaromtrent in de VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen, zoals deze gelden drie maanden voor het sluiten van de overeenkomst, is opgenomen;
    l. Gebreken die bij de (op)levering geconstateerd hadden kunnen worden;
    m. Invloeden van buitenaf, welke tijdens of na (op)levering zijn ontstaan;
    n. Zonweringen, glazenwasinstallaties, ladders en dergelijke;
    o. (Thermische)glasbreuk of de toepassing van (spiegel)draadglas;
    p. Warmtebelasting boven de 70°C;
    q. Kitwerk, behalve voor wat betreft waterdichtheid;
    r. Afdichtingsprofielen (E.P.D.M.), behalve voor wat betreft de flexibiliteit.

13.3 Aansprakelijkheid

1. Opdrachtnemer is aansprakelijk voor schade die opdrachtgever lijdt en die het rechtstreeks en uitsluitend gevolg is van een aan opdrachtnemer toe te rekenen tekortkoming. Voor vergoeding komt echter alleen in aanmerking die schade waartegen opdrachtnemer verzekerd is, dan wel redelijkerwijs verzekerd had behoren te zijn.

2. Niet voor vergoeding in aanmerking komen:
    a. Bedrijfsschade waaronder bijvoorbeeld stagnatieschade en gederfde winst;
    b. Opzichtschade. Onder opzichtschade wordt onder andere verstaan schade die door of tijdens de uitvoering van het aangenomen werk wordt toegebracht aan zaken waaraan wordt gewerkt of aan zaken die zich bevinden in de nabijheid van de plaats waar gewerkt wordt;
    c. Schade veroorzaakt door opzet of bewuste roekeloosheid van hulppersonen.

3. Opdrachtgever vrijwaart opdrachtnemer voor alle aanspraken van derden wegens productenaansprakelijkheid als gevolg van een gebrek in een product dat door opdrachtgever aan een derde is geleverd en dat (mede) bestond uit door opdrachtnemer geleverde producten en/of materialen.

13.4 Besteksomschrijving

De stalen gevelelementen dienen te voldoen aan de vigerende VMRG-Kwaliteitseisen en Adviezen, aan te tonen door middel van een geldig VMRG-Keurmerk.

14 CE-MARKERING VAN GEVELELEMENTEN

14.1 Inleiding

De Nederlandse bouwregelgeving wordt steeds meer beïnvloed door Europa. Ook worden er steeds meer Europese regels van toepassing verklaard op de levering van bouwproducten. Zo moeten vliesgevels voorzien zijn van CE-markering. Voor niet-brandwerende ramen, deuren en puien is deze eis op 1 februari 2010 verplicht geworden. Brandwerende ramen, deuren en puien zullen later volgen. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de VMRG-gevelbouwer de VMRG-gevelelementen kan voorzien van CE-markering.

14.2 CE-markering

CE-markering is een passport voor een product dat in de gehele Europese Unie (EU) geldig is. Het behandelt alle wettelijke eisen die de relevante geharmoniseerde (d.w.z. van toepassing verklaard in alle landen van de EU) normen stellen. Voor vliesgevels is dit NEN-EN 13830. Voor niet brand- en rookwerende ramen, buitendeuren en buitenpuien is dit NEN-EN 14351-1. Voor structureel verlijmd glas (geanodiseerd, gecoat én geïsoleerd) is dit ETAG 002. CE-markering vervangt alle nationale merktekens die in verschillende EU landen van toepassing zijn verklaard zoals bijvoorbeeld het Ü-zeichen in Duitsland. Er mogen geen additionele eisen door landen of regio's in de EU worden gesteld. Nationale regelgeving dient te worden aangepast indien deze tegenstrijdig is met de Europese regelgeving. Om CE-markering in te kunnen voeren zijn derhalve alle testmethodes en procedures in de gehele EU op elkaar afgestemd.

Alle VMRG-gevelelementen zullen, zodra vereist, voorzien zijn van CE-markering.

De CE-markering is van toepassing op gevelelementen die de fabriek verlaten, maar is niet van toepassing op de montage of installatie. Daarom zal de VMRG-gevelbouwer bij de levering van een VMRG-gevelelement een document leveren waarin de prestaties van het gevelelement beschreven staan. Met behulp van dit document kan dan eenvoudig worden bepaald of het desbetreffende gevelelement geschikt is om te worden toegepast in het bouwwerk.
De waarden die aangegeven zijn in verklaringen bij CE-documenten en commerciële publicaties, worden door de VMRG beschouwd als ideaal-typische waarden. Deze waarden zijn veelal verkregen vanuit ideale testomstandigheden.

De VMRG-gevelbouwer realiseert met de CE-gemarkeerde systemen in de praktijk gevelelementen met prestaties die voldoen aan het Bouwbesluit of hoger.

Ook stelt de EU eisen aan de mate van zekerheid dat het desbetreffende product ook de opgegeven prestaties haalt. Voor vliesgevels, niet-brandwerende ramen, - deuren en – puien is dit niveau 3 (Attestation of Conformity (AoC)). Dit wil zeggen dat er een Initiële Type Test (ITT) moet plaatsvinden onder supervisie van een Notified Body (certificatie instelling). Daarna mag de VMRG-gevelbouwer, die intern een systeem van IKB (Interne Kwaliteit Bewaking) hanteert, zelf verklaren wat de prestaties zijn van het desbetreffende gevelelement.
Voor brandwerende ramen, deuren en puien en vluchtdeuren is AoC niveau 1 vereist. Dit impliceert dat ook de productie onder toezicht staat van een willekeurige Notified Body (certificatie instelling).

14.3 ITT testen

Om de prestaties van een gevelelement te bepalen dienen er laboratorium testen en/of berekeningen op een prototype te worden uitgevoerd. Dit prototype dient representatief te zijn voor de gehele reeks gevelelementen die op basis van dit prototype worden gemaakt. Voor de prestaties kan gebruik worden gemaakt van de classificatie tabel die in de desbetreffende normen zijn weergegeven. Voor bijvoorbeeld vliesgevels is dit tabel 14a.

De Initiële Type Test en de bepaling van de prestaties van een gevelelement hoeft slechts éénmaal te worden uitgevoerd bij aanvang van de productie onder CE-markering. De VMRG-gevelbouwer kan garanderen dat de daadwerkelijke geproduceerde producten, ook na verloop van tijd, nog steeds voldoen aan de bepaalde prestaties uit de Initiële Type Test. Indien benodigd kan de VMRG-gevelbouwer besluiten om aanvullende testen of berekeningen uit te voeren zoals bijvoorbeeld bij modificaties van een bepaald gevelsysteem.

Als de prestatiebepalende onderdelen van een gevelsysteem ongewijzigd blijven is het niet nodig om aanvullende testen uit te voeren.

tabel 14a Classificatie tabel uit NEN-EN 13830

No	Designation	Units	Class or Declared value					
1	Resistance to Wind load	kN/m²	npd	Declared value				
2	Dead load	kN/m²	npd	Declared value				
3	Resistance against Impact Internal *Drop height*	*(mm)*	npd	I0 *(n.a.)*	I1 *(200)*	I2 *(300)*	I3 *(450)*	I4 *(700)*
4	External *Drop height*	*(mm)*	npd	E0 *(n.a.)*	E1 *(200)*	E2 *(300)*	E3 *(450)*	E4 *(700)*
5	Air permeability Test pressure	*(Pa)*	npd	A1 *(150)*	A2 *(300)*	A3 *(450)*	A4 *(600)*	AE *(>600)*
6	Watertightness Test pressure	*(Pa)*	npd	R4 *(150)*	R5 *(300)*	R6 *(450)*	R7 *(600)*	RE *(>600)*
7	Airborne sound insulation R_w (C:Ctr)	dB	npd	Declared value				
8	Thermal transmittance U_{cw}	W/m²K	npd	Declared value				
9	Fire resistance Integrity (E) i→0, 0→i, 0↔i,	*(min)*	npd	E 15	E 30	E 60	E 90	
10	Integrity and insulation (EI) i→0, 0→i, 0↔i,	*(min)*	npd	EI 15	EI 30	EI 60	EI 90	
11	Equipotentiality	Ohms	npd	Declared value				
12	Resistance to horizontal loads	kN at m sill height	npd	Declared value				

De Initiële Type Test (ITT) mag bij iedere Notified Body (certificatie instelling) in geheel Europa worden uitgevoerd mits deze is erkend door de EU. Een lijst van deze Notified Bodies kan worden gevonden op: "http://europa.eu.int/comm/enterprise/nando-is".

Overigens dient te worden opgemerkt dat niet voor de bepaling voor alle karakteristieken een Notified Body ingeschakeld hoeft te worden. De prestaties voor sommige karakteristieken mag een VMRG-gevelbouwer zelf bepalen. In de desbetreffende norm staat aangegeven om welke karakteristieken het gaat.

De VMRG-gevelbouwer hanteert een systeem van traceerbare Interne Kwaliteit Bewaking (IKB). Hierdoor waarborgt de VMRG-gevelbouwer de traceerbaarheid van de geleverde producten.

De Initiële Type Test kan in opdracht van drie verschillende partijen worden uitgevoerd:
1. De VMRG-gevelbouwer
2. Een aantal VMRG-gevelbouwers gezamenlijk
3. De systeemleverancier

De specifieke zaken die bij ieder van deze drie mogelijkheden aan de orde komen, worden in de volgende subparagrafen uitgewerkt.

14.3.1 Zelfstandige ITT

Indien een VMRG-gevelbouwer een **uniek** eigen gevelsysteem voert, is de VMRG-gevelbouwer ook zelf verantwoordelijk voor het uitvoeren van een Initiële Type Test (ITT) door een Notified Body (certificatie instelling). De VMRG-gevelbouwer is exclusief eigenaar van de test- en beproevingsresultaten die hieruit voortvloeien. Geen enkele andere fabrikant mag hier gebruik van maken. Aan de hand van het testrapport en productiehandleidingen en met behulp van een systeem van Interne Kwaliteits Bewaking (IKB) kan de VMRG-gevelbouwer zelfstandig verklaren wat de prestatie eigenschappen van een bepaald gevelelement zijn en derhalve CE-markering op het desbetreffende gevelelement uitgeven.

De VMRG-gevelbouwer is verantwoordelijk voor de prestaties van het gevelelement.

14.3.2 Gezamenlijke ITT

Omdat voor de bepaling van de prestatie eigenschappen een dure en gecompliceerde prototypetest benodigd is, bestaat er ook de mogelijkheid om de Initiële Type Test (ITT) resultaten van een andere VMRG-gevelbouwer of een groep van VMRG-gevelbouwers te gebruiken. Hiervoor is wel een overeenkomst noodzakelijk tussen de verschillende partijen.
Aan de hand van het testrapport en productiehandleidingen en met behulp van een systeem van Interne Kwaliteits Bewaking (IKB) kan de VMRG-gevelbouwer zelfstandig verklaren wat de prestatie eigenschappen van een bepaald gevelelement zijn en derhalve CE-markering op het desbetreffende gevelelement uitgeven.

De VMRG-gevelbouwer is verantwoordelijk voor de prestaties van het gevelelement.

14.3.3 ITT van systeemhuis

Indien de VMRG-gevelbouwer gebruik maakt van een systeem van een zogenaamd "systeemhuis" is het systeemhuis verantwoordelijk voor het uitvoeren van een Initiële Type Test (ITT) door een Notified Body (certificatie instelling). Het systeemhuis is hiermee eigenaar van de test- en beproevingsresultaten die hieruit voortvloeien. Indien er een overeenkomst is gesloten tussen het systeemhuis en de VMRG-gevelbouwer kan de VMRG-gevelbouwer gebruik maken van test- en beproevingsresultaten. Aan de hand van een door het systeemhuis verzorgde productiehandleiding en met behulp van een systeem van Interne Kwaliteits Bewaking (IKB) kan de VMRG-gevelbouwer zelfstandig verklaren wat de prestatie eigenschappen van een bepaald gevelelement zijn en derhalve CE-markering op het desbetreffende gevelelement uitgeven.

De VMRG-gevelbouwer is verantwoordelijk voor de prestaties van het gevelelement.

14.4 CE-markering en 'Declaration of Performance' (DoP)

14.4.1 Document CE-markering

Op de CE-markering kunnen de prestaties vermeld worden van de in de hEN (geharmoniseerde Europese Norm) genoemde essentiële karakteristieken voor het product. Voor ramen en deuren zijn deze als volgt:

- Weerstand tegen externe brand
- Reactie op brand
- Brandwerendheid (E + EI)
- Rookdoorlatendheid
- Zelfsluitend
- Waterdichtheid
- Gevaarlijke stoffen
- Windbestendigheid
- Weerstand tegen sneeuw en permanente belasting
- Stootvastheid
- Belastbaarheid van veiligheidsvoorzieningen
- Hoogte
- Ontgrendelbaarheid
- Geluidprestatie
- Warmteoverdracht
- Stralingseigenschappen
- Luchtdoorlatendheid

Voor vliesgevels zijn de essentiële karakteristieken grotendeels gelijk. Hiervoor wordt echter verwezen naar bijlage ZA van EN 13830.

Afhankelijk van het project waarin de gevel wordt toegepast kan het zijn dat niet alle essentiële karakteristieken verklaard hoeven te worden. Zo zijn de brand gerelateerde karakteristieken niet altijd van toepassing. In dat geval hoeft een karakteristiek niet op de CE-markering vermeld te worden.

De CE-markering die bij een product moet worden meegeleverd dient in elk geval de volgende gegevens te bevatten:

1. CE-afbeelding
2. Laatste twee cijfers van het jaar waarin het werd aangebracht
3. Naam en contactgegevens van de fabrikant
4. Unieke identificatiecode voor het producttype
5. Referentie naar de bijbehorende DoP (DoP-nummer)
6. Verwijzing naar de betreffende geharmoniseerde norm (hEN) (bijv. EN 13830: 2003
7. Beoogde toepassing(en) volgens hEN
8. Dezelfde prestaties voor de essentiële eigenschap(pen) als opgegeven in de DoP (Opmerking: NPD's uit DoP kunnen op de CE-markering weggelaten worden)

- Naam en ID-nummer van de betreffende Notified Body, indien van toepassing.

Een voorbeeld van een CE-markering is hieronder weergegeven.
Voorbeeld van een CE-markering voor ramen en deuren

CE

13

MWM ltd - Metal Window Manufacturer ltd.
Postbus 21, B-1050, Brussel

Nr. DOEEI30GD001-4

EN 14351-1:2006+A1:2010

9999

Buitendeur

Waterdichtheid	3A
Windbestendigheid	B1
Hoogte	2100
Warmteoverdracht (UD) [W/m2K]	1,8
Zonnefactor (g) [%]	60
Lichtoverdracht (t_v) [%]	72
Luchtdoorlatendheid	1

14.4.2 DoP-verklaring

Naast het feit dat een product vergezeld moet worden van een CE-markering dient de VMRG-gevelbouwer een prestatieverklaring (DoP) af te geven aan de afnemer van het product. Hiermee neemt de fabrikant de verantwoordelijkheid voor de opgegeven prestaties. Dit document wordt opgesteld wanneer het product op de markt wordt gebracht, in de (voer)taal van de lidstaat waar het product op de markt zou moeten verschijnen.

Op deze DoP dient voor alle essentiële karakteristieken vermeld te worden wat de prestatie is. Indien de prestatie niet bekend is kan volstaan worden met de vermelding van "npd" wat staat voor "no performance determined".

De DoP-verklaring dient in elk geval de volgende gegevens te bevatten:

1. DoP-nummer
2. Referentie naar het producttype
3. Naam en contactgegevens van de fabrikant
4. Systemen voor de beoordeling en verificatie van de prestatiebestendigheid (AVCP) (zie betreffende geharmoniseerde Europese norm (Eng. afkorting: hEN)
5. Verwijzing naar de betreffende geharmoniseerde norm d.d.
6. Beoogde toepassing(en) volgens hEN

7. Voor de beoogde toepassing(en), een lijst van alle essentiële eigenschappen:
- Prestatie (niveau / klasse / beschrijving) van ten minste één essentiële eigenschap
- Essentiële eigenschappen zonder opgegeven prestatie, aangegeven door "NPD" (No Performance Determined: geen prestatie vastgesteld)
- Naam en ID-nummer van de betreffende Notified Body, indien van toepassing.

8. Verklaring van verantwoordelijkheid en ondertekening

Een voorbeeld van een DoP-verklaring is hieronder weergegeven.

Voorbeeld van een DoP-verklaring voor deuren

Declaration of Performance

No DOEEI30GD001

Window and Door Manufacturer ltd
PO Box 21,
B-1050, Brussels

LOGO

External Doors

EN 14351-1:2006 + A1:2010	AVCP 3	Notified Body No. 9999

Essential Characteristics:

No	Watertightness	Dangerous substances	Resistance to wind load	Impact resistance	Load bearing capacity of safety devices	Height [mm]	Ability to release	Acoustic performance R_w (C; C_{tr}) [dB]	Thermal transmittance U_D [W/m²K]	Solar factor (g) [%]	Light transmittance (τ_v) [%]	Air permeability
1	3A	-	B1	1	-	2200	npd	npd	1,8	60	72	1
2	3A	-	B1	1	-	2100	npd	npd	1,8	60	72	2
3	3A	-	B1	npd	-	2200	npd	npd	1,2	-	-	2
4	3A	-	B1	npd	-	2100	npd	npd	1,8	60	72	1
5	6B	-	B1	npd	-	2150	npd	npd	1,8	60	72	1

npd = no performance determined
The performance of the product identified with the above unique identification code is in conformity with the relevant declared performances.
This declaration of performance is issued under the sole responsibility of Metal Window Manufacturer ltd / PO Box 21, B-1050, Brussels.
Signed for and on behalf of the manufacturer by

Name and function	Place and date of issue	Signature

De normen voor binnendeuren (prEN 14351-2) en brand- en rookwerende ramen en deuren (prEN 16034) zijn nog in ontwikkeling. Het is dus ook nog niet toegestaan om dergelijke producten te voorzien van een CE-markering en om hiervoor een DoP-verklaring af te geven.

14.4.3 Combinatie document

Op basis van de vereiste inhoud en de voorkeur van de fabrikant bestaat er de mogelijkheid om de DoP en de CE-markering op dezelfde pagina te combineren. In dat geval moet het document voldoen aan de verplichtingen van beide documenten en voor beide doeleinden worden aangeboden. Eindproducten moeten vergezeld gaan van de CE-markering, maar de DoP mag apart worden overhandigd.

15 MILIEU ASPECTEN

15.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden verschillende invalshoeken met betrekking tot de hedendaagse milieuaspecten behandeld waarmee VMRG-gevelelementen worden beoordeeld. In de eerste paragraaf komt staal als basismateriaal aan bod. Daarna wordt er gekeken naar hergebruik en recycling van staal en cradle to cradle.

15.2 Het basismateriaal staal

Staal is een legering bestaand uit ijzer en koolstof. IJzer wordt gewonnen uit ijzererts. Dit gebeurt door verhitting tot een zeer hoge temperatuur, tot boven het smeltpunt van ijzer, in een gesloten oven, na toevoeging van een reduceermiddel om het metaal uit zijn oxide te winnen. Meestal wordt koolstof als reduceermiddel gebruikt. De term staal wordt met name gebruikt voor ijzerlegeringen met een zodanig beperkt koolstofgehalte of gehalte aan toevoegingen als chroom, dat ze warm vervormd kunnen worden. Hierin onderscheidt staal zich van bijvoorbeeld gietijzer, dat een hoger koolstofgehalte heeft.

Er zijn veel verschillende legeringen met deze twee elementen, meestal ook met andere bestanddelen. De wereld kent vandaag de dag ongeveer 2500 verschillende soorten staal. Mede hierdoor en door de uitstekende bewerkbaarheid is staal een veel gebruikt constructiemateriaal. Het koolstof wordt gebruikt om een hoge treksterkte en hardheid te verkrijgen.
Wereldwijd wordt er jaarlijks ongeveer 900 miljoen ton staal geproduceerd.

15.3 Hergebruik en Recycling van staal

Het verschil tussen hergebruik en recycling is dat bij hergebruik het product in zijn toepassing opnieuw wordt gebruikt, terwijl bij recycling het staal omgesmolten wordt tot een nieuw of ander staalproduct. Hierbij is hergebruik qua materiaalenergie het voordeligst. Materiaalenergie is de energie voor productie en montage tot en met de energie die het slopen kost.

Aangezien staal demontabel is, kan het vaak makkelijk worden hergebruikt. Daarnaast is al het staal recyclebaar, ook wanneer het verzinkt of gecoat is. Centraal bij recycling staat het inzamelen van gedemonteerde stalen producten. Dit 'schroot' wordt wereldwijd ingezameld en verwerkt. Beide staalproductieprocessen (de hoogoven en de smeltoven) smelten dit schroot om naar vloeibaar staal. Wereldwijd wordt 45% van het staal gemaakt uit schroot. Dat (nog) niet al het staal uit schroot wordt gemaakt, komt door het feit dat de vraag naar staal hoger is dan wat vrijkomt uit schroot. Het maken van staal uit schroot kost 45% minder energie dan het maken van staal uit ijzererts. In Nederland wordt 87% van alle stalen kozijnen gerecycled.

15.4 Staal en Cradle to Cradle (C2C)

Bij C2C is 'afval' voedsel voor het nieuwe product in een volledig gesloten kringloop. Dit is in feite recycling en voor staal al jaren dagelijkse praktijk. Daarnaast is kenmerk van C2C ook upcycling wat in houdt dat met dat 'afval' ook hoogwaardiger producten te maken zijn.

Veel bouwmaterialen worden bij sloop gedowncycled. Staal is een bouwmateriaal dat geschikt is voor upcycling. Concreet is uit laagwaardig schroot staal te maken met een hogere sterkte door het materiaal een speciale walsbehandeling te geven (zogenaamd thermomechanisch walsen).

16 ZONNE-ENERGIE

De zon geeft een enorme hoeveelheid energie af in de vorm van straling. Jaarlijks valt er circa 174000 TW (terrawatt) op de aarde, terwijl ons huidige energieverbruik ongeveer 12,5 TW bedraagt. Over Nederland wordt vaak gedacht dat zonne-energie niet efficiënt is aangezien hier te weinig zon schijnt, gedurende het hele jaar. Dit is echter een misvatting. In één jaar ontvangt Nederland een energiehoeveelheid van de zon die gelijk staat aan 500 keer onze jaarlijkse elektriciteitsbehoefte en 60 keer onze jaarlijkse energiebehoefte. De producten die zonne-energie opwekken zijn in te delen in twee hoofdrichtingen. Deze tweedeling berust op het type energie dat wordt opgewekt. Met zonnecollectoren kan men warmte opwekken om bijvoorbeeld water te verwarmen. Met behulp van zonnepanelen kan men zonlicht omzetten in elektriciteit. Het grote verschil zit dus in het benutten van de warmte of het benutten van het licht van de zon. Het opwekken van warmte uit zonne-energie wordt ook wel thermische zonne-energie genoemd. Het opwekken van elektriciteit wordt ook wel het photovoltaïsche proces genoemd.

16.1 Zonnepanelen

Een zonnepaneel, ook wel een photovoltaïsch- of PV-paneel genoemd, is een elektrische cel die lichtenergie omzet in bruikbare elektrische energie. Hiertoe wordt een groot aantal photovoltaïsche cellen op een (glas)paneel gemonteerd. Er zijn diverse celtypen ontwikkeld. In tabel 16a is een overzicht gegeven van verschillende celtypen en hun eigenschappen.

Zonnecellen kunnen op twee manieren worden toegepast: autonoom of netgekoppeld. Autonome systemen bestaan uit zonnecellen, accu's en een laadregelaar. Als de zon schijnt, wordt elektriciteit geproduceerd, die wordt verbruikt door apparaten of wordt opgeslagen in accu's.
Een netgekoppeld PV systeem bestaat uit de volgende onderdelen:

- PV-panelen, die zonlicht omzetten in elektriciteit (gelijkstroom)
- Bekabeling en (bij grotere systemen) koppelkasten voor transport van de elektriciteit
- Omvormer of inverter, een apparaat dat de opgewekte gelijkstroom omzet naar wisselstroom.

Bij netgekoppelde systemen produceren de PV-panelen gelijkstroom, die door een omvormer wordt omgezet in bijvoorbeeld 230V wisselstroom. De omvormer is gekoppeld aan de normale elektrische installatie van het gebouw. Indien zonnepanelen worden geïntegreerd in gebouwen spreekt men over BIPV (Building Integrated Photovoltaics).

16.1.1 Oriëntatie en hellingshoek

In Nederland levert het plaatsen PV-panelen het optimale rendement als de panelen op het zuiden worden gericht onder een hoek van ongeveer 35° met het horizontale vlak. Andere oriëntaties tussen zuidoost en zuidwest en hellingshoeken tussen ca. 15° en 60° doen hier echter nauwelijks voor onder. Indien PV-panelen in de gevel verticaal op het zuiden worden toegepast benutten deze nog ca. 70% van het opvallende zonlicht ten opzichte van het optimum.

16.1.2 Beschaduwing PV-panelen

PV-panelen worden vaak in serie geschakeld. Dit heeft als voordeel dat kabelverliezen gereduceerd kunnen worden. Een nadeel is dat een string van seriegeschakelde panelen maar zo goed pres-

tabel 16a

Eigenschap	Celtype		
	Mono-kristallijn silicium	Poly-kristallijn silicium	Thin-film Silicium
Celvorm	Rond, vierkant of achthoekig	Vierkant	Geen cellen, maar dunne film
Kleur	Zwart, diepblauw	Blauw, soms magenta, groen, grijs, goud	Donkerbruin, zwart
Structuur	Egaal, met contactstrips	Geschakeerd met contactstrips	Egaal, geen contactstrips
Vermogen (Wp*/m²)	110	95	60
Rendement	15-25%	10-20%	5-10%

* Wattpiek: nominaal output vermogen van een zonnecel of zonnepaneel.

teert als het slechtste paneel in de serie. Indien een paneel beschaduwd wordt door bijvoorbeeld een tegenoverliggend gebouw, een boom of zelfs een ventilatiepijp, dan kan dit al zorgen voor een sterke verlaging van de energieopbrengst. Er zijn echter oplossingen bedacht om dit probleem tegen te gaan. Bijvoorbeeld het omleiden van de stroom die de niet-beschaduwde panelen leveren of het optimaliseren van de gelijkstroomspanning voor de slechtst producerende cel.
Indien PV-panelen worden toegepast dient bij het ontwerp gekeken te worden naar het bestemmingsplan om te achterhalen of er in de toekomst wellicht omringende gebouwen worden gebouwd die zorgen voor hinderlijke schaduw.
Het vermogen (product van de stroomsterkte en de spanning) van een zonnecel is daarnaast afhankelijk van de temperatuur. Hoge celtemperaturen leiden tot een laag vermogen en daardoor tot lagere rendementen. Er wordt geadviseerd om ervoor te zorgen dat de temperatuur van de PV-panelen niet te hoog oploopt, bijvoorbeeld door achter de panelen ruimte te laten voor ventilatie of koelvoorzieningen te treffen.

16.1.3 Wind- en waterdichtheid PV-panelen

Indien PV -panelen als gevelvulling worden gebruikt, dienen deze voldoende wind- en waterdicht te zijn. Daarnaast dient er ook rekening mee te worden gehouden dat de bekabeling en de kabeldoorvoeren van de PV-panelen de interne waterhuishouding van het profiel niet verstoord.

16.1.4 Omvormerruimte

De omvormer dient te worden geplaatst in een droge en geventileerde ruimte, die voor onderhoud en inspectie goed bereikbaar is. De afmetingen en aantallen van de omvormers zijn afhankelijk van de grootte van het systeem. Omvormers met IP65 kunnen eventueel buiten geplaatst worden, echter mogen deze niet volledig beregend worden.

16.1.5 Veiligheid

Bij montage, gebruik en vervanging dient men de veiligheid goed in acht te nemen. Hierbij moet onder andere gelet worden op de elektrotechnische voorschriften en gevaar voor elektrische schok, maar ook moet men denken aan de veiligheid voor werken op hoogte.

16.1.6 Onderhoud en reiniging

Schone panelen leveren meer stroom dan vervuilde panelen. De normale reinigingsfrequenties voor metalen gevels van één tot drie maal per jaar, afhankelijk van de vervuilingsgraad, is voldoende (zie ook hoofdstuk 12). Het reinigen dient te gebeuren door gebruik te maken van een ruime hoeveelheid water. Bij het verwijderen van vuil mag geen gebruikt worden gemaakt van scherpe middelen.

16.1.7 Normen en richtlijnen

Er zijn vele normen en richtlijnen van toepassing bij netgekoppelde PV-installaties. De meest gebruikte normen en richtlijnen met betrekking tot elektrische veiligheid staan hieronder verzameld in een overzicht. Belangrijk om te weten is dat de internationale IEC-norm de basis vormt voor Europese en nationale normen en richtlijnen. In Nederland gelden de volgende normen:

Normen met betrekking tot het **paneel**:

• NEN-EN-IEC *61215*	Kristallijn silicium Photovoltaische modules voor aardse toepassingen - Ontwerpclassificatie en typegoedkeuring.
• NEN-EN-IEC *61646*	Dunne-film photovoltaïsche (PV) modulen voor aardse toepassingen - Ontwerpkwalificatie en typegoedkeuring.
• NEN-EN-IEC *61730-1*	Veiligheidskwalificatie van photovoltaïsche (PV) modules – Deel 1: Eisen voor constructie.

Normen met betrekking tot de **omvormer**:

NEN-EN-IEC *62109-1*	Veiligheid van vermogensomzetters gebruikt in foto elektrische vermogenssystemen - Deel 1: Algemene eisen

Normen met betrekking tot de **interface naar het openbare elektriciteitsnet**:

NEN *11727*	Foto-elektrische systemen - Kenmerken van het gebruiksinterface

Normen met betrekking tot de **elektrische installatie**:

NEN *1010*	Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties
NTA *8493*	Kleine aan het net gekoppelde Photovoltaïsche systemen
NPR-IEC/TS *62257-1*	Aanbevelingen voor duurzame energie - Deel 1: Algemene introductie voor gedecentraliseerde elektriciteitsnetten
NPR-IEC / TS *62257-7-1*	Aanbevelingen voor duurzame energie - Deel 7-1: Generatoren - Photovoltaïsche generatoren

Integratie van PV dient met zorg te gebeuren. Daarom is het raadzaam om al in een vroeg stadium van het ontwerpproces te overleggen met een PV specialist voor een optimaal resultaat.

16.2 Zonnecollectoren

Bij actieve thermische zonne-energiesystemen wordt de energie van de zon omgezet in warmte in een zonnecollector. In Nederland worden zonnecollectoren vooral toegepast voor het verwarmen van tapwater. Het systeem van collector en opslag wordt een zonneboiler genoemd. Er zijn diverse zonneboilersystemen op de markt die ieder hun eigen opbouw kennen. Zonnecollectoren voor ruimteverwarming komen veel minder voor, omdat de behoefte aan ruimteverwarming het grootst is in de wintermaanden en de opbrengst dan relatief laag is. De aandacht voor de combinatie van tapwaterverwarming en ruimteverwarming is wel groeiend.

Een zonneboilersysteem bestaat uit de volgende componenten:
- een collector
- het voorraadvat
- de naverwarming (tapwater tot een temperatuur van 60 °C)
- het warmte-afgiftesysteem (bij ruimteverwarming).

Er zijn tal van systemen beschikbaar. Ieder systeem stelt zijn eigen eisen aan de plaatsing en montage van de collector, het voorraadvat en de leidingen. Integratie van zonnecollectoren dient met zorg te gebeuren. Daarom is het raadzaam om al in een vroeg stadium van het ontwerpproces te overleggen met een specialist/leverancier voor een optimaal resultaat.

16.2.1 Oriëntatie en hellingshoek

De opbrengst van een zonnecollector is afhankelijk van de oriëntatie en de hellingshoek. De hoogste opbrengst wordt gerealiseerd met een oriëntatie op het zuidwesten (oriëntatie zuid en 5° naar het westen) met een hellingshoek van 36°. De oriëntatie en hellingshoek zijn echter niet heel kritisch met betrekking tot de opbrengst. Met een oriëntatie tussen zuidoost en zuidwest en een hellingshoek tussen 15° en 60° is de opbrengst altijd nog meer dan 90% van het bovengenoemde optimum.

16.2.2 Beschaduwing zonnecollector

De collectoren dienen niet (te veel) te worden beschaduwd. De schaduw kan veroorzaakt worden door bomen in de omgeving (reeds aanwezig of nog aan te planten), door omliggende gebouwen of dakopbouwen, zoals technische ruimten.

16.2.3 Onderhoud en reiniging

Schone collectoren leveren meer thermische zonne-energie dan vervuilde panelen. De normale reinigingsfrequenties voor metalen gevels van één to drie maal per jaar, afhankelijk van de vervuilingsgraad, is voldoende (zie ook hoofdstuk 12). Het reinigen dient te gebeuren door gebruik te maken van een ruime hoeveelheid water. Bij het verwijderen van vuil mag geen gebruikt worden gemaakt van scherpe middelen.

16.2.4 Normen en richtlijnen

Voor de installatie van een zonneboilersysteem gelden de volgende normen:

- NEN 1010 Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties
- NEN 1006 Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties
- NEN 3215 Binnenriolering - Eisen en bepalingsmethoden

Het systeem kan worden getest door een onafhankelijk testinstituut volgens de norm EN 12976 en de collector volgens de norm EN 12975.