

# FILIFORME CORROSIE VAN ALUMINIUM

Praktijkaanbevelingen ter vermindering van de kans op filiforme corrosie



## Inhoudsopgave

1.	Inleiding .....	3
1.1	Algemeen.....	3
1.2	Substraat .....	3
1.3	Opslag.....	4
1.4	Aandachtspunten coaters.....	4
1.5	Aandachtspunten gevelbouwers .....	5
1.6	Aandachtspunten ontwerpers .....	5
1.7	Bewassen en reinigen .....	5
1.8	Doelgroep .....	5
2.	Substraat .....	7
2.1	Samenstelling.....	7
2.2	Basismateriaal (billets).....	7
2.3	Extrusie .....	7
3.	Klimaat .....	8
3.1	Invloed van het klimaat op de duurzaamheid .....	8
3.2	Macroklimaat .....	8
3.3	Mesoklimaat.....	8
3.4	Microklimaat .....	8
3.5	Klimatologische kaart Benelux.....	9
4.	Beleidsgroep samenstelling en tijdslijn.....	10

Dit is een uitgave van Vereniging ION: [www.vereniging-ion.nl](http://www.vereniging-ion.nl).

Alles uit deze uitgave mag gebruikt en gepubliceerd worden mits met bronvermelding.

### Disclaimer:

Deze praktijkaanbevelingen zijn met de grootse zorg naar de stand van de techniek geschreven door erkende specialisten. Hoewel de kans op filiforme corrosie bij toepassing van deze praktijkaanbevelingen minimaal is, blijft er altijd een (geringe) kans dat er toch filiforme corrosie optreedt. Vereniging ION aanvaardt geen aansprakelijkheid, indien dit het geval is.

## 1. Inleiding

Filiforme corrosie is een draadvormige vorm van corrosie dat zich hoofdzakelijk voordoet op gelakt aluminium. Het fenomeen begint vanuit plaatsen waar geen, dan wel onvoldoende, lak aanwezig is zoals zaagkanten, stansgaten, beschadigingen en vanuit scherpe randen met onvoldoende kantendekking. Door met grote nauwkeurigheid de verschillende processtappen, genoemd in onderstaande aandachtspunten, uit te voeren, kan men de kans op het ontstaan van filiforme corrosie tot een minimum beperken.



### 1.1 Algemeen

- De uitvoerende bedrijven dienen over een voldoende kwaliteitsborgingsysteem te beschikken, bijvoorbeeld ISO 9001 of ISO 14001. Voor coatingbedrijven geldt dat deze Qualicoat \*1) gecertificeerd moeten zijn. Coatingbedrijven, die werk uitvoeren bestemd voor kustgebieden, dienen Qualicoat Seaside gecertificeerd te zijn.

*\*1) De praktijkaanbevelingen zijn geschreven op basis van de procesbeschrijving en terminologie in de Qualicoat Technische Specificatie. Uiteraard kunnen de praktijkaanbevelingen ook vertaald worden naar andere kwaliteitssystemen.*

### 1.2 Substraat

- Materiaal dient besteld te worden volgens een nauwkeurige specificatie, omvattende:
  - analysegrenzen, welke zijn ingeperkt ten opzichte van ruime normen;
  - eisen aan extrusie billet/walsblok (basismateriaal voor plaatmateriaal);
  - eisen aan profiel/coil.
 Enige details zijn weergegeven in hoofdstuk 2.

Uitgangspunt voor deze praktijkaanbevelingen zijn de geldende normen, waaronder in ieder geval:

- NEN EN 573 serie, Aluminium en aluminiumlegeringen - Chemische samenstelling en vorm van geknede producten, chemische samenstellingen.
- NEN EN 485 serie, Aluminium en aluminiumlegeringen - Plaat en band, condities voor inspectie en aflevering.
- NEN EN 486, Aluminium en aluminiumlegeringen - Extrusieblokken - Specificaties extrusie billets.
- NEN EN 487, Aluminium en aluminiumlegeringen - Walsblokken - Specificaties walsblokken.
- NEN EN 755, Aluminium en aluminiumlegeringen - Geëxtrudeerde staven, buizen en profielen.
- NEN EN 1396, Aluminium en aluminiumlegeringen - Bandgelakte plaat en band voor algemene toepassingen - Specificaties Aluminium en aluminiumlegeringen, continu bekleedde plaat en band, specificaties.
- NEN EN 12020, Aluminium en aluminiumlegeringen - Geëxtrudeerde precisieprofielen van legeringen EN AW-6060 en EN AW-6063.

- Om bij profielen tijdens het coaten een goede kantendekking te verkrijgen is een afrondingsstraal van tenminste 0,5 mm noodzakelijk.

*Qualicoat spreekt zich niet expliciet uit over de afrondingsstraal in een getal, maar geeft slechts aan dat er geen scherpe randen mogen zijn. Bij een afrondingsstraal van 0,5 mm zal de laagdikte op de hoeken niet meer dan 15-20% bedragen van de laagdikte op de vlakke delen. Bij een laagdikte van 60-80  $\mu\text{m}$  zal de laagdikte op scherpe kanten dus niet meer zijn dan 9-16  $\mu\text{m}$ . Indien die afrondingsstraal verder gereduceerd wordt zal de laagdikte op de scherpe randen*

nog lager worden. Op locaties met een corrosieklasse C2 (zie klimaatkaart) zal het allemaal wel meevallen, maar in C4 en C5, zelfs in C3 gebieden zijn de risico's van corrosie uit de scherpe randen een zeer reëel risico.

### 1.3 Opslag

4. Gewalste en geëxtrudeerde halffabricaten dienen tijdens de verdere verwerking zodanig opgeslagen te worden dat er geen corrosie of andersoortige aantasting door vocht kan ontstaan. Tevens dienen er beschermingsmaatregelen getroffen te worden om beschadigingen te voorkomen.
5. Voorbehandeld materiaal mag alleen met schone handschoenen worden aangepakt.

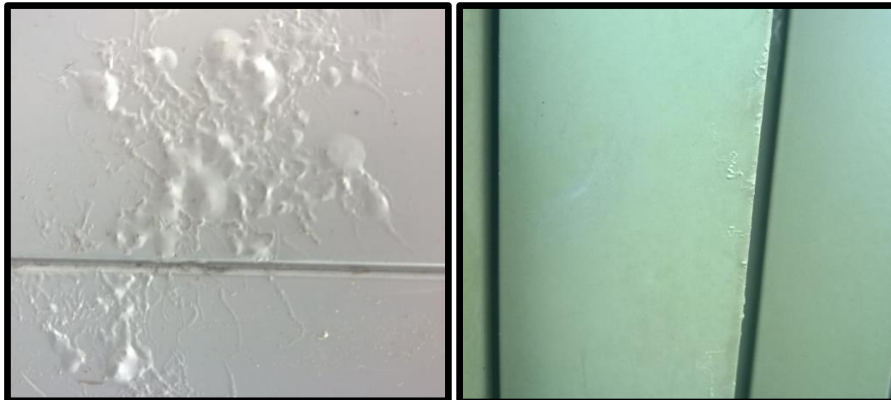
### 1.4 Aandachtspunten coaters

Uitvoering van het voorbehandelen en coaten.

6. Uitvoering dient te geschieden conform de voorschriften, die zijn vastgelegd in de eisen volgens Qualicoat.
7. De opslagtijd tussen voorbehandeling en het coaten mag maximaal 16 uur bedragen, tenzij anders aangegeven in de Qualicoat-specificatie.
8. In maritieme omstandigheden, de gebieden C4 en C5 op de "Klimatologische kaart Benelux", is een twee-lagensysteem gewenst/noodzakelijk uit het oogpunt van corrosiebescherming (zie hoofdstuk 3). In deze gebieden dient ook minimaal 2 gram per m<sup>2</sup> materiaal afgebeitst te worden conform Qualicoat Seaside. Overigens wordt door experts geadviseerd om in alle gevallen 2 gram per m<sup>2</sup> af te beitsen.
9. Vereiste minimale laagdiktes zijn afhankelijk van poeder/laksoort en belasting, en zijn vastgelegd in de Qualicoat-specificatie (zie ook de VMRG Kwaliteitseisen en Adviezen en voor coil-coatmateriaal de NEN EN 1396).

*Qualicoat spreekt zich niet expliciet uit over het waar en hoe toepassen van twee lagen. Het twee-lagensysteem is "typisch" Nederlands en gebaseerd op ervaringen in de jaren 80 en 90 van de vorige eeuw. Twee lagen in C4-C5 gebieden is nadrukkelijk aanbevolen, juist om voldoende kantendekking te bereiken. Twee-lagensystemen zijn zelfs aan te raden bij het pre-anodiseren als voorbehandeling, waarbij profielen met een radius op alle hoeken van minimaal 0,5mm en een conversiecoating als een uitzondering kunnen worden gezien.*

*Geperforeerde plaat moet aan de achterzijde geborsteld worden, teneinde bramen en scherpe punten/randens voldoende te verwijderen. Daarnaast wordt geadviseerd om ook bij geperforeerde plaat een twee-lagensysteem toe te passen vanwege de kantendekking.*



Voorbeelden van filiforme corrosie vanwege scherpe randen.

10. De applicatie en moffelcyclus dient te worden uitgevoerd volgens de voorschriften van de poeder-/lakleverancier.
11. Uitgangscntrole op het product dient te worden uitgevoerd conform de Qualicoat-voorschriften.
12. Als toevoeging op de traditionele voorbehandelingssystemen is het ook mogelijk aluminium te pre-anodiseren met een laagdikte van 4-10 micron, alvorens het coatingsysteem aan te brengen.

Het procedé is omschreven in de Qualicoat-specificatie. Behalve dat het noodzakelijk is om deze stipt op te volgen, zijn daarbij 2 aandachtspunten:

- Ook bij dit systeem blijven de risico's van onvoldoende kantendekking bestaan. Het voorzien van de juiste radius blijft dus noodzakelijk.
- De hechting van de coating dient verzekerd te zijn. Binnen de Qualicoat-eisen is daarom voorzien in een conversiecoating. In de praktijk zullen we de pre-anodisatielaag dus vrijwel altijd zien als een extra laag.

Als er gebruik gemaakt wordt van de mogelijkheid om off-site te pre-anodiseren, dan is het noodzakelijk om (minimaal) de standaard overeenkomst van Qualicoat te gebruiken om de kwaliteitsborging van het gehele coatingsysteem op een juiste wijze tussen de coater en de anodiseur vast te leggen.

Als toevoeging wordt nog vermeld dat sinds 18 december 2020 het gebruik van de traditionele chroom-6-houdende voorbehandelingen geen houdbare optie is voor “standaard” toepassingen. Een chroom-6-houdende voorbehandeling is alleen in zeer specifieke toepassingen nog (wettelijk) toegestaan.

## 1.5 Aandachtspunten gevelbouwers

De elementen die het onder andere betreft zijn kozijnen, ramen en deuren, architecturale metalen gevelbekleding en gecoate aluminium onderdelen van zonwering.

13. Voorkomen van beschadigingen.
14. Alleen gereedschap geschikt voor aluminium gebruiken. Dit gereedschap dient altijd scherp te zijn en alleen voor het bewerken van aluminium toegepast te worden.
15. Knipkanten, zaagsneden (ander dan verstekken) en boorgaten breken/afbramen; bewerkingskanten nabehandelen of goed ventilerend (drogend) detailleren.
16. Contact/galvanische corrosie ontstaan door het gebruik van hulpmiddelen uit andere materialen, dient door de juiste uitvoering vermeden te worden.
17. Waterdicht afwerken van verstek en T-verbindingen met gebruikmaking van een anticorrosieve pH neutrale flexibele kit of lijm.
18. Bevestigingsmaterialen dienen uitsluitend van aluminium, kunststof of RVS vervaardigd te zijn. Let hierbij op dat bij het gebruik van RVS-bevestigingsmateriaal waarbij blootstelling aan het buitenklimaat (vocht) zal plaatsvinden, contact/galvanische corrosie moet worden vermeden.

## 1.6 Aandachtspunten ontwerpers

19. Aangeven waar het bouwwerk komt te staan, ter bepaling van de belastingklasse door het milieu (zie hoofdstuk 3).
20. Vastleggen van detailleringen, die het risico van filiforme corrosie verlagen, zoals:
  - geen detailleringen toepassen waarbij gevaar van "nabenatting" van "binnenuit" kan plaatsvinden.
  - afwaterend construeren.
  - attent zijn voor mogelijke vuilbelasting bij bouwkundige aansluitingen.
  - bij voorkeur zorgen dat afgaand water niet over zichtdelen loopt.
21. Het in overleg vaststellen van de onderhouds- en reinigingsprocedures met welke voorzieningen, methodes, frequenties en middelen. Niet beregende geveldelen dienen extra aandacht te krijgen bij het reinigen.

## 1.7 Bewassen en reinigen

Per project/gebouw dient door de gevelbouwer bij oplevering een onderhoudsplan inclusief start logboek te worden opgesteld en overhandigd aan de opdrachtgever. De opdrachtgever is verantwoordelijk voor het correct uitvoeren van onderhoud aan de gevels, vanaf het moment van (deel)oplevering.

Bewassen en reinigen van de gevel kent twee fasen:

- Tijdens de bouw. Alle verontreiniging zoals alkalische bouwmaterialen (cement) direct verwijderen en naspoelen met schoon water.
- Na oplevering tijdens gebruik. Onder normale omstandigheden tenminste één maal per jaar. Onder verzwaarde omstandigheden 2-4 maal per jaar, conform “Heldere kijk op onderhoud”, een uitgave van VMRG.

Reinigen moet altijd worden gedaan met een pH-neutrale oplossing. Let hierbij op dat demiwater niet pH neutraal is. Hierbij dient te worden opgelet dat ook na het indampen van de oplossing er geen agressief residu achter blijft.

## 1.8 Doelgroep

De aanbevelingen richten zich voornamelijk op aluminium delen in de bouw.

Aanpassingen ten behoeve van coilcoat-materiaal liggen vast in NEN EN 1396; Aluminium en aluminiumlegeringen - Bandgelakte plaat en band voor algemene toepassingen - Specificaties.

Voor meer details over de verschillende punten wordt verwezen naar de volgende verschenen publicaties:

- Normen zoals beschreven bij 1.2.
- Vigerende VMRG-kwaliteitseisen en adviezen.
- SKG BRL 2701: Nationale Beoordelingsrichtlijn voor metalen gevelementen.
- Heldere kijk op onderhoud van de VMRG.
- De meest recente Qualicoat Technische Specificatie inclusief updatesheets.

## 2. Substraat

Overleg binnen de aluminiumindustrie heeft geleid tot de volgende invulling van de paragraaf "substraat" in de praktijkaanbevelingen.

### 2.1 Samenstelling

De chemische samenstelling is gebaseerd op de EN-AW6060. Dit is wel een veelvoorkomende, maar niet de enige voorkomende legering. Met name komen ook de legering EN-AW5005, EN-AW5083, EN-AW6005A, EN-AW6063 en EN-AW6082 regelmatig voor.

Op basis van praktijkervaring worden voor een aantal elementen nauwere tolerantiegrenzen aanbevolen. Hierbij laten we als voorbeeld de legering EN-AW6060 zien.

Het gaat hier om aanpassing op de elementen: Silicium (Si), koper (Cu), zink (Zn) en lood (Pb).

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Pb	Overig	
										Elk	Samen
Min	0,30	0,10	0	0	0,35	0	0	0	0	0	0
Max	0,55	0,30	0,03	0,10	0,60	0,05	0,03	0,10	0,02	0,05	0,15

De getallen zijn gewicht percentages, het overgebleven percentage is aluminium.

*Hierbij wordt opgemerkt dat deze aanbevelingen gedaan zijn door Qualicoat. Door de toename van gerecycled aluminium kunnen elementen (gaan) afwijken. Indien dat zo gaat zijn wordt het wenselijk/noodzakelijk dat de applicateur de samenstelling van het aluminium gaat kennen. Op het moment van uitgifte van dit document loopt een Europees onderzoek waarbij alle stakeholders zijn aangesloten met als doel om na te gaan of hogere percentages van de elementen kunnen worden toegestaan zonder dat het negatieve consequenties heeft voor de coatingkwaliteit en welke eventuele consequenties moeten worden verbonden aan het feit dat aluminium niet aan deze samenstelling voldoet.*

Er lijkt dus een wens/noodzaak te gaan ontstaan voor de applicateur om de samenstelling van het aluminium te kennen. Deze wens/noodzaak kan op 3 manieren worden ingevuld.

- Opgave door de leverancier of eigen onderzoek door de applicateur (nu al te realiseren).
- Op het moment van schrijven wordt in Qualicoat 3.0 gewerkt aan een materiaallijst (een lijst die het aluminium volgt) met daarin de aluminium samenstelling (nog niet operationeel).
- De EU werkt met Green Deal aan een duurzaam Europa met als één van de actiepunten waaraan wordt gewerkt, het Digitaal Product Paspoort. Mogelijk dat daar ook de aluminium samenstelling in wordt benoemd (nog niet operationeel).

### 2.2 Basismateriaal (billets)

Billets dienen te voldoen aan de eisen gesteld in EN 486, enkele specifieke punten zijn:

- Homogeniseren.
- Vrij van gietfouten zoals scheuren, insluitsels en inwendige fouten.
- In verband met de naspeurbaarheid: ieder billet kenmerken met gietnummer, legering en leverancier.

*Indien billets aan de buitenzijde oxideren of andere onvolkomenheden hebben, die het verwerkingsproces negatief beïnvloeden, kunnen de billets geschild worden.*

### 2.3 Extrusie

In verband met een beheerste procesvoering verdient aanbeveling dat een kwaliteitssysteem, bijvoorbeeld volgens ISO 9001 of ISO 14001, werkzaam is. Perstemperatuur en persomstandigheden dienen in kwaliteitshandboeken vast te liggen. Het aspect traceerbaarheid van materiaal tot aan de billets is hier van groot belang. De productkwaliteit dient te voldoen aan de NEN-EN 12020 en de VMRG Kwaliteitseisen en adviezen.

### 3. Klimaat

#### 3.1 Invloed van het klimaat op de duurzaamheid

Met uitzondering van het zonlicht zijn de klimatologische verschillen met betrekking tot luchtvochtigheid, chloriden, luchtvervuiling en dergelijke in Nederland groot. Het binnen- en het buitenklimaat bepalen in grote mate de eisen die gesteld moeten worden aan de corrosiebestendigheid van het systeem.

De klimaatindeling zoals deze is opgesteld door Centrum TNO Coatings is een goede steun bij het formuleren van de eisen voor de buitenzijde van de gevel. Bij deze indeling is onderscheid gemaakt tussen macro, micro- en mesoklimaat.

#### 3.2 Macroklimaat

Het macroklimaat maakt onderscheid tussen landelijke, stedelijke, industriële, maritieme en maritiem/industriële gebieden. Verreweg de zwaarste eisen zal de opdrachtgever moeten stellen voor producten, die in maritieme en maritiem/industriële gebieden wordt toegepast. Globaal omvat dit gebied een naar verhouding smalle kuststrook (ca. 10 km) met een chloridedepositie van > 300 mg/m<sup>2</sup> per dag. Extreme chloridebelastingen zijn te verwachten tot circa 500 meter vanaf de hoogwaterlijn. Op de kaart wordt de indeling van Nederland gegeven voor het macroklimaat.

#### 3.3 Mesoklimaat

Men spreekt over het mesoklimaat wanneer lokale invloeden een belangrijke rol spelen. Staat het gebouw aan de rand van een drukke verkeersweg (uitlaatgassen, wegzout), op of in de buurt van een industrieterrein of onder invloed van grote hoeveelheden (condens)water ten gevolge van afblazen van stoom of uitstoot van koeltorens.

*Voorbeelden van mesoklimaten*

Omgeving	Belasting
Spoorlijn	Koperdeeltjes
Veehouderij	Ammoniak
Snelweg	Koolmonoxide
Vliegveld	Kerosine
Papierfabriek	Sulfieten

De verschillen tussen mesoklimaten zijn zo groot dat geen kaart van Nederland gemaakt kan worden met zones, laat staan dat algemene richtlijnen voor te stellen eisen gegeven kunnen worden. Het mesoklimaat kan zeer agressief zijn. Door een concentratie van vuildeeltjes kunnen met condens vochtverbindingen gevormd worden bijvoorbeeld een zuur, waardoor tijdens het “indrogen” een zeer lage (of in een bijzonder geval hoge) pH-waarde ontstaat. Dit resulteert in aantasting van het aluminium.

#### 3.4 Microklimaat

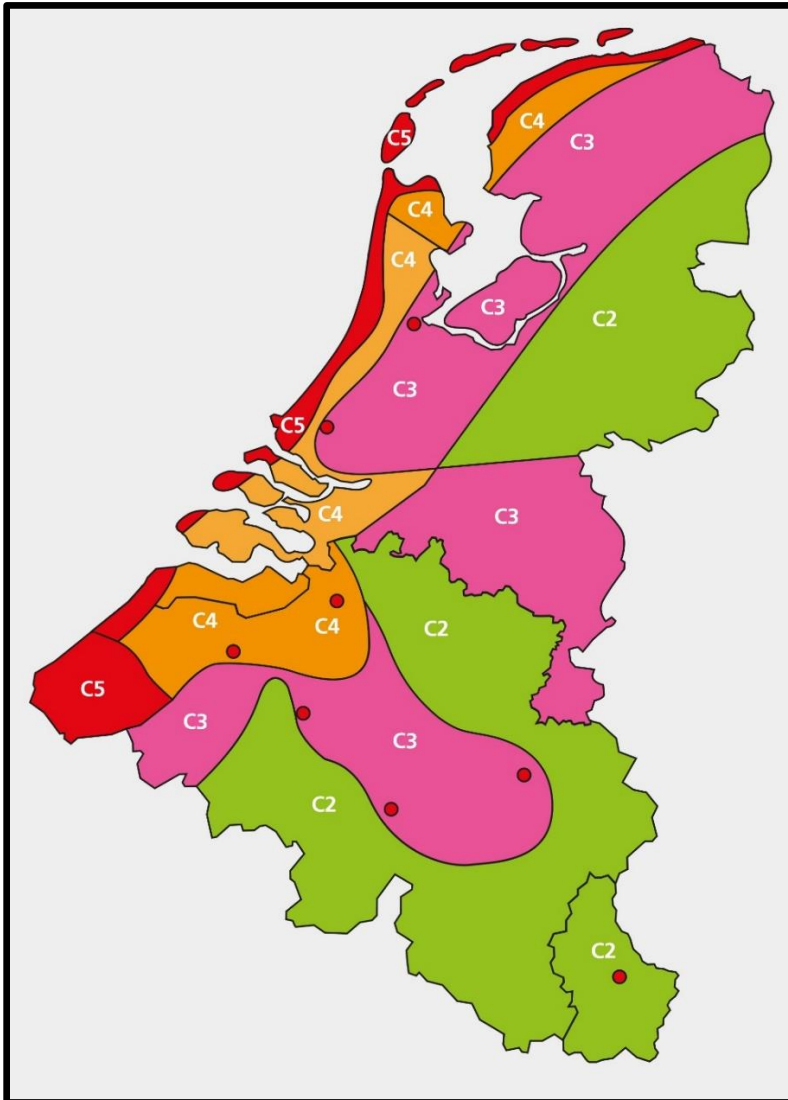
Onder het microklimaat wordt verstaan het klimaat direct in en rondom het gebouw. De meeste corrosieproblemen kunnen voorkomen worden wanneer in de ontwerp- en uitvoeringsfase aandacht geschonken wordt aan het beperken van condens- en verzamelplaatsen van (regen)water, dit ter voorkoming van ophoping van verontreinigingen.

De opdrachtgever en technisch adviseur kunnen zich ter plaatse vergewissen van het klimaat. Op basis van de ter zake doende testmethoden en de resultaten hieruit moet een productie worden overeengekomen.

*Helaas is het niet mogelijk om meer fijnmazig te zijn in de gebieden aangaande de corrosieklassen. Wel zal men altijd moeten kijken naar de lokale omstandigheden. Op lokaal niveau kunnen met name de (fijn)stofbelasting en de chloorbelasting sterk afwijken. Dit geldt ook voor specifieke locaties. Zo kan een binnen-toepassing in een zwembad in Enschede toch tot een hogere corrosieklasseindeling leiden vanwege de extreme chloorbelasting.*



### 3.5 Klimatologische kaart Benelux



NB: 1 km vanuit de kustlijn wordt aangemerkt als C5 (inclusief alle open verbindingen met zee).  
Bron: VISEM

Corrosieclassificatie volgens ISO12944 - 2019		
Klasse	Specificatie binnen atmosfeer	Specificatie buiten atmosfeer
C1	Binnen, in verwarmde gebouwen, met schone atmosfeer, zoals scholen, kantoren en hotels	
C2	Onverwarmde gebouwen waar zich condensatie kan vormen, bijvoorbeeld opslagplaatsen, sporthallen en magazijnen.	Omgeving met weinig verontreiniging en droog klimaat. Meestal landelijke gebieden.
C3	Bedrijfsruimten en gebouwen met hoge luchtvochtigheid en weinig vervuiling. Denk aan voedingsmiddelenbedrijven en wasserijen.	Industriële omgeving en stedelijk gebied met een matige SO <sub>2</sub> -vervuiling en een laag zoutgehalte.
C4	Bedrijfsruimten en gebouwen met hoge luchtvochtigheid en middelmatige vervuiling. Denk aan chemiebedrijven, zwembaden, havens en aan de kust gelegen scheepswerven.	Industriële omgeving en stedelijk gebied met vervuiling, niet direct aan de kust met matige zoutconcentratie, hoge luchtvochtigheid en agressieve atmosfeer.
C5	Bedrijfsruimten en gebouwen met (bijna) permanente condensatie en hoge vervuiling.	Industriële omgeving en stedelijk gebied direct aan de kust met hoge zoutconcentratie, hoge luchtvochtigheid en agressieve atmosfeer.
Cx	Industriële gebieden met extreme vochtigheid en agressieve atmosfeer.	Offshore, zeer agressieve atmosfeer. Subtropische en tropische atmosferen.

#### 4. Beleidsgroep samenstelling en tijdslijn

De praktijkadviezen zijn in 1996 opgesteld door een beleidsgroep bestaande uit:

- G. de Colfmaeker Alural / APA
- B. Govaert Hydro Aluminium / BAA
- G. Nijhof Hoogovens Groep / VNAI
- J. Renckens Renckens Advies / VMRG
- P. van der Eycken TUMS
- F. Viester Aluminium Coating Nederland / VISEM

Nadien aangevuld met:

- D. Boonen Balak / VISEM
- F. Eschauzier Hunter Douglas / ECCA

Deze editie van de praktijkadviezen is uitgegeven door het Aluminium Centrum.

De praktijkadviezen zijn in 2011 herzien door een beleidsgroep bestaande uit:

- A. Hofland Sapa Building System
- P. de Jong Reynaers
- J. Santegoeds Reynaers
- C. Kampen E-max company
- K. Nilsen Boal Aluminium
- J. Schothuis Jonkman Coating / VISEM
- L. Smit Kennis Centrum Gevelbouw
- W. van der Ven Havecon Kassenbouw
- M. van de Vliet Köhler Peutz Geveltechniek
- E. Vaders Aluminium Centrum
- F. Viester Coördinator

Deze editie van de praktijkadviezen is uitgegeven door het Aluminium Centrum.

De praktijkadviezen zijn in 2021 geactualiseerd door een beleidsgroep bestaande uit:

- Johan van de Graaf Damco Aluminium Delfzijl
- Ellen Vaders Aluminium Metal Knowledge
- Frank Viester VIAS
- Gerrit Buitenhuis VMRG
- Remco Hermes Scheldebouw
- Jan Willem Fidler Schüco Nederland
- Egbert Stremmelaar Vereniging Qual.ION/Vereniging ION

Nadien aangevuld met:

- Gerald Oude Nijhuis Jonkman Coating

Deze editie van de praktijkadviezen is uitgegeven door Vereniging ION.