

## Erratum II CROW-CUR Ontwerprichtlijn Geotextielen onder steenbekleding (660.16)

### *Aanleiding*

De ontwerprichtlijn 'Geotextielen onder steenbekleding' (SBRCURnet, 2017) beschrijft het ontwerp en de specificatie van geotextielen (verder in dit erratum bestaande richtlijn genoemd). Naar aanleiding van enkele schadegevallen in de praktijk is een inventariserend onderzoek uitgevoerd aan de Universiteit van Gent. Daar is op basis van valproeven de sterkte van geotextielen beproefd (De Strijcker, Decraene, (2017) en Den Dikken, De Smaele (2019)).

Deze onderzoeken wezen uit dat sneller dan verwacht schade ontstaat bij composieten (combinatie van vlies en een weefsel), wanneer er een teststeen op het geotextiel viel. Tijdens de valproeven ontstond vooral schade aan het onderste geotextiel. Tevens is geconcludeerd dat de voorgeschreven technische specificaties uit SBRCURnet (2017) voor een enkel geotextiel/composiet om schade door vallende stenen te voorkomen, niet afdoende zijn. Ook de veronderstelling dat voor de berekening van de absorptie energie (EAL) van een composiet, de EAL van de geotextielen afzonderlijk opgeteld mogen worden, blijkt niet correct.

De resultaten van bovenstaande onderzoeken hebben geleid tot een CROW-commissie die tot doel heeft om de ontwerpregels uit de bestaande richtlijn voor geotextielen tegen het licht te houden en waar nodig aan te passen. Daartoe zijn een eerste serie valproeven uitgevoerd, die de resultaten uit Gent bevestigden. De CROW-commissie heeft naar aanleiding van de resultaten van deze eerste valproeven begin 2021 een erratum uitgebracht (CROW, 2021). Dit erratum geeft een inperking van de toepasbaarheid van de eenvoudige methode uit de bestaande richtlijn.

De afgelopen 2 jaar zijn in meerdere testcampagnes vervolg valproeven uitgevoerd, zowel proeven in het veld als laboratoriumproeven. Hierbij zijn diverse parameters gevarieerd om een zo duidelijk mogelijk beeld te krijgen van de maatgevende faalmechanismen tijdens het vallen van stenen op een enkel geotextiel/composiet. Daarbij is veel inzicht verkregen in welke parameters relevant zijn. Ook is geconcludeerd dat een enkele steen die op een enkel geotextiel/composiet valt niet de maatgevende belastingsituatie is, maar dat de situatie wanneer al een enkele laag stenen op het geotextiel aanwezig is, zorgt voor het grootste risico op beschadiging. De conclusie op basis van al deze nieuwe valproeven is dan ook dat de eenvoudige ontwerpmethode uit de bestaande richtlijn in veel gevallen onvoldoende is en kan leiden tot schade aan het geotextiel tijdens het aanbrengen van een steenbestorting.

Daarom is besloten om met dit erratum een veilige eerste aanpassing van de ontwerprichtlijn te geven voor het ontwerp van geotextielen en composieten/zinkstukken. Dit erratum loopt vooruit op een nieuwe richtlijn voor het ontwerp van geotextielen onder steenbekledingen die eind 2024 wordt verwacht.

### *Erratum*

#### **Bestaande richtlijn 'Geotextielen onder steenbekleding'**

De eenvoudige en gedetailleerde methode uit de bestaande richtlijn mogen alleen nog gebruikt worden om:

- De openingsgrootte  $O_{90}$  te bepalen (Paragraaf 2.2.1 en 3.2);

- De eisen ten aanzien van de waterdoorlatendheid te bepalen (Paragraaf 2.2.2 en 3.3)<sup>1</sup>;
- De levensduurfactoren te specificeren (Paragraaf 2.2.3).

De overige onderdelen die beschreven worden in de bestaande richtlijn en het vorige erratum komen te vervallen.

Het voorliggend erratum beschrijft de werkwijze met betrekking tot de volgende onderdelen voor het bepalen van:

1. De benodigde sterkte van een enkel geotextiel/composiet tijdens het aanbrengen bestortingen
2. De werkwijze wanneer de situatie afwijkt van de onder Punt 1. gespecificeerde oplossingsrichtingen (valproeven)
3. Voorstel voor het ontwerp van een enkel geotextiel/composiet met een aangepaste eenvoudige methode

#### **Ad. 1. Benodigde sterkte van een enkel geotextiel/composiet tijdens het aanbrengen van bestortingen**

De minimale treksterkte van een geotextiel is gespecificeerd om verschillende redenen, o.a. de sterkte benodigd bij het installeren van geotextielen, het trekken van zinkstukken van een zate en het aanbrengen van bestortingen op geotextielen. De minimale treksterkte gespecificeerd in dit erratum is bepaald op basis van de minimale treksterktes van het geotextiel tijdens valproeven ten behoeve van het aanbrengen van bestortingen. Deze minimale treksterkte die volgt uit de eisen voor het aanbrengen van bestortingen wordt aangenomen maatgevend te zijn.

De uitgevoerde valproeven hebben aangetoond dat wanneer er stenig materiaal en/of puin aanwezig is in de laag onder het geotextiel er een grote kans is dat het geotextiel beschadigd raakt tijdens het aanbrengen van een bestorting, zelfs wanneer dit stenig materiaal of puin uit kleine deeltjes (enkele centimeters) bestaat. Bij geconstateerde schades aan het geotextiel werd er vaak stenig materiaal/puin onder het geotextiel rond de schade geconstateerd terwijl dit niet het geval was bij een "schone" ondergrond. Rond de randen van de schade was een smeltrand te zien wat erop kan duiden dat er door de vallende stenen op stenig materiaal eronder middels wrijvingswarmte vrijkomt die het geotextiel beschadigt.

Het is gebleken dat de maatgevende belastingsituatie voor een enkel geotextiel/composiet de situatie tijdens aanbrengen van een bestorting is, waarbij er al een enkele laag stenen op een geotextiel aanwezig is. Wanneer vervolgens een steen valt op deze reeds aangebrachte laag stenen ontstond er eerder schade dan verwacht. Deze schade was het resultaat van doorponsen van een reeds aangebrachte steen door een enkel geotextiel/composiet.

Voor een **enkel geotextiel (vlies)** geldt dat:

- Deze alleen mag worden toegepast als de ondergrond bestaat uit zand of klei dat vrij is van puin en/of stenig materiaal. In andere gevallen moet eerst een schone (zonder puin en/of stenig materiaal) zand-/kleilaag<sup>2</sup> worden aangebracht van min. 0,30 m dik.
- Bij een valhoogte van maximaal 2 m kunnen enkele vliezen worden toegepast tot en met sorteringen van 10 - 60 rechtstreeks op een geotextiel, waarbij het geotextiel moet

<sup>1</sup> De tekstuele uitleg ten aanzien van de doorlatendheid is incorrect. Voor de toelichting wordt verwezen naar Paragraaf 3.3 uit de bestaande richtlijn (gedetailleerde methode).

<sup>2</sup> Alle proeven zijn uitgevoerd met geotextiel/composiet op (verdicht) zand. De commissie vindt het geoorloofd om de proefresultaten ook van toepassing te laten zijn voor een geotextiel/composiet op klei (zonder puin en/of stenig materiaal)

voldoen aan de volgende minimale eisen:

\* een minimum<sup>3</sup> gewicht van 630 gram/m<sup>2</sup>;

\* een minimum<sup>3</sup> treksterkte in zowel "machine direction" (MD) als "cross-machine direction" (CMD) van 15 kN/m;

\* een minimale<sup>3</sup> rek bij breuk van 40%.

- Lichtere vliezen (min. 200 gram/m<sup>2</sup>) met een minimum<sup>3</sup> treksterkte in zowel "machine direction" (MD) als "cross-machine direction" (CMD) van 15 kN/m kunnen alleen worden gebruikt:
  - \* onder kleine steenslag (bijv. 16/32 mm of 20/40 mm) bij steenzettingen, omdat bij deze lichte sorteringen de kans op doorpensen minimaal is.
  - \* onder breuksteen die vol-en-zat wordt ingegoten met (colloïdaal) beton of gietasfalt. Eventuele beschadigingen aan het geotextiel zullen niet leiden tot uitspoeling, omdat de bovenliggende ingegoten bekleding grond dicht is (zie Tabel 3-6 uit de Handreiking Dijkbekledingen Deel 3).

Zwaardere sorteringen dan 10 – 60 kg kunnen niet rechtstreeks op een enkel vlies worden aangebracht zonder risico op schade.

Voor een **zinkstuk/composiet** geldt dat:

- De EAL-waarde blijkt geen representatieve parameter te zijn om de sterkte tijdens de installatie aan te duiden en kan niet worden gebruikt.
- Deze oplossing alleen mag worden aangebracht als de ondergrond bestaat uit zand of klei dat vrij is van puin en/of stenig materiaal. In andere gevallen moet eerst een schone (zonder puin en/of stenig materiaal) zand-/kleilaag<sup>2</sup> worden aangebracht van min. 0,30 m dik.
- Het primaire geotextiel (vlies) moet als onderste geotextiel worden aangebracht, zodat deze direct op de bodem/ondergrond komt te liggen.

#### **Sortering 10 - 60 kg:**

- Bij een valhoogte van maximaal 2m (zoals gespecificeerd in de bestaande richtlijn) kan dan afgezonken worden met zinksteen niet zwaarder dan standaard sortering 10 - 60 kg, waarbij het primaire vlies voldoet aan de volgende minimale eisen:
  - \* een minimum<sup>3</sup> gewicht van 330 gram/m<sup>2</sup> waarbij het bovenste geotextiel een weefsel is;
  - \* een minimum<sup>3</sup> treksterkte heeft in zowel "machine direction" (MD) als "cross-machine direction" (CMD) van 15 kN/m en voor het bovenliggende weefsel minimaal 35 kN/m;
  - \* een minimale<sup>3</sup> rek bij breuk van 40%.

#### **Sortering 40 - 200kg:**

- Bij een valhoogte van maximaal 2 m (zoals gespecificeerd in de bestaande richtlijn) kan dan afgezonken worden met zinksteen niet zwaarder dan sortering 40 - 200 kg, waarbij het primaire vlies voldoet aan de volgende minimale eisen:
  - \* een minimum<sup>3</sup> gewicht van 630 gram/m<sup>2</sup> waarbij het bovenste geotextiel een weefsel is;
  - \* een minimum<sup>3</sup> treksterkte heeft in zowel "machine direction" (MD) als "cross-machine direction" (CMD) van 15 kN/m en voor het bovenliggende weefsel minimaal 35 kN/m;
  - \* een minimale<sup>3</sup> rek bij breuk van 40%.

#### **Sortering 60-300kg:**

---

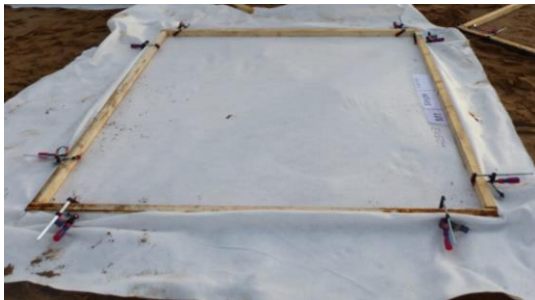
<sup>3</sup> Het minimum is in de NEN-EN 13253, NEN-EN 13254 en NEN-EN 13255 gedefinieerd als zijnde het gemiddelde minus de tolerantie overeenkomstig de 95% betrouwbaarheidsband

- Bij een valhoogte van maximaal 2 m (zoals gespecificeerd in de bestaande richtlijn) kan dan afgezonken worden met zinksteen niet zwaarder dan sortering 60 - 300 kg, waarbij het primaire vlies voldoet aan de volgende minimale eisen:
  - \* een minimum gewicht van 800 gram/m<sup>2</sup> waarbij het bovenste geotextiel een weefsel is;
  - \* een minimum<sup>3</sup> treksterkte heeft in zowel “machine direction” (MD) als “cross-machine direction” (CMD) van 15 kN/m en voor het bovenliggende weefsel minimaal 35 kN/m;
  - \* een minimale<sup>3</sup> rek bij breuk van 40%.
  - \* moet er een granulaire onderlaag (beschermlaag) worden toegepast van tenminste 20 cm

#### **Ad. 2 Werkwijze wanneer de situatie afwijkt van de oplossingsrichtingen onder ad. 1 (valproeven)**

Wanneer de ontwerpsituatie afwijkt van de in Ad. 1 beschreven situatie, dan kan met behulp van valproeven worden aangetoond dat een ontworpen geotextiel of composiet voldoet. Deze valproeven moeten als volgt worden ingericht:

- Pas een ondergrond toe die representatief is voor de toe te passen situatie (type ondergrond, verdichting, eventuele verontreiniging met puin/stenig materiaal).
- Zorg dat het geotextiel/composiet aan vier zijden is opgesloten. Dit kan door middel van een frame waaraan het geotextiel bevestigd zit of door middel van randen die met voldoende ballast materiaal (bijv. zand, stenen) zijn vastgezet (zie Figuur 1).
- Het wordt aanbevolen om de valproeven uit te voeren met een valhoogte die 0,5 m hoger is dan de ontwerpvalhoogte (meestal wordt hiervoor 2 m aangehouden).



*Figuur 1 Testsecties voor geotextiel met frame (boven-links), zand (boven-rechts) en enkele laag van de sortering (onder)*

- De grootte van het testoppervlak is ten minste 2 x 2 m.
- **In geval van een toplaag zonder onder-/filterlaag (1 sortering):**
  - \* Breng een enkele laag van de sortering aan op het testoppervlak, omdat in de praktijk een dubbele laag nooit ineens wordt aangebracht en gebleken is dat een enkele laag de

maatgevende situatie is.

\* Selecteer een teststeen uit de sortering die overeenkomt met de  $M_{85}$  conform de bandbreedte zoals gegeven in Tabel 6.3 uit de Handreiking Dijkbekledingen Deel 4.

\* Laat deze steen 3x vallen op drie verschillende plaatsen vanaf de ontwerphoogte (+0,5 m overhoogte) boven het testoppervlak op de al aangebrachte stenen op het testoppervlak.

\* Verwijder de onderlaag. Alleen wanneer elk van de 3 locaties geen schade vertoont, is de test geslaagd.

- **In geval van een toplaag met onder-/filterlaag:**

\* Breng de onder-/filterlaag met de minimum ontwerpplagdikte (ondergrens) aan op het testoppervlak.

\* De overige stappen zijn identiek als in het geval van een toplaag zonder onder-/filterlaag (1 sortering).

Bij het voorbereiden van de testen kan worden uitgegaan dat een horizontale testlocatie conservatiever is dan een talud. Daarnaast zijn testen in den droge gelijk of conservatiever dan onder water.

**Ad. 3. Voorstel voor het ontwerp van een geotextiel met een aangepaste eenvoudige methode**

**Stap 1:** Bepaal de openingsgrootte  $O_{90}$  conform de methode uit de bestaande richtlijn (Paragraaf 2.2.1 of 3.2).

**Stap 2:** Bepaal de minimaal benodigde waterdoorlatendheid van het geotextiel op basis van de bestaande richtlijn (Paragraaf 2.2.2 of 3.3).

**Stap 3:** Bepaal de levensduur van het geotextiel en bijbehorende reductiefactoren volgens de eenvoudige methode uit de bestaande richtlijn (Paragraaf 2.2.3).

**Stap 4:** Bepaal de minimaal<sup>3</sup> benodigde massa van het geotextiel op basis van Ad. 1 of Ad. 2 van dit addendum. Rek bleek niet maatgevend tijdens de valproeven voor alle geteste geotextielen met een rek  $\geq 40\%$ . De minimale<sup>3</sup> rek van het geotextiel (vlies) moet daarom 40% bedragen.

**Stap 5:** Controleer of het geselecteerde vlies een minimum<sup>3</sup> treksterkte heeft van 15 kN/m in zowel "machine direction" (MD) als "cross-machine direction" (CMD) en in geval van een composiet moet voor het bovenliggende weefsel een minimale<sup>3</sup> treksterkte van 35 kN/m worden aangehouden in zowel "machine direction" (MD) als "cross-machine direction" (CMD);

*Literatuur*

- [1.] SBRCURnet (2017), Geotextielen onder steenbekleding. SBRCURnet rapport artikel nummer 660.16, ISBN 978 90 5367 636 3 (CROW nummer: CRW 660 16)
- [2.] Strijcker de, Steven, Decraene, Tijn (2017), Sterkte van geotextielen tegen vallende stenen, laboratorium experimenten en validatie van software, MSc rapport Universiteit van Gent
- [3.] Dikken den, Merel, Smaele de, Dries (2019), Onderzoek beschadiging van verschillende geotextielen door vallende stenen, MSc rapport Universiteit van Gent
- [4.] CROW (2021), Erratum CROW-CUR Ontwerprichtlijn Geotextielen onder steenbekledingen (660.16)
- [5.] CUR (2009), Geokunststoffen in de waterbouw, CUR-rapport 174 (herziening) oktober 2009
- [6.] EN ISO 11058, Geotextiles and geotextile-related products — Determination of water permeability characteristics normal to the plane, without load

- [7.] NEN-EN 13253 (2016), Geotextiles and geotextile-related products - Characteristics required for use in erosion control works (coastal protection, bank revetments), October 2016
- [8.] NEN-EN 13254 (2016), Geotextiles and geotextile-related products - Characteristics required for the use in the construction of reservoirs and dams, October 2016
- [9.] NEN-EN 13255 (2016), Geotextiles and geotextile-related products - Characteristics required for use in the construction of canals, October 2016