

Factsheet  
Steen-  
bekleding



**Op de Waddenzeedijken bestaan er verschillende soorten bekleding: gras, asfalt en steen. De steenbekleding bestaat uit ingegoten Noorse steen en niet-ingegoten Noorse steen. De overgangen tussen het ene materiaal naar het andere zijn de zwakste schakels in de bekleding. Daar is de meeste kans op schade.**

De huidige toetsmethodes voor steenbekleding worden door beheerders als zeer conservatief beschouwd. Hierdoor bestaat het vermoeden dat de steenbekleding in het verleden of te zwaar ontworpen is of dat de steenbekledingen te snel zijn afgekeurd. Door goed te onderzoeken hoe sterk de steenbekleding daadwerkelijk is, kan dit veel geld besparen. Bijvoorbeeld doordat dijken minder snel afgekeurd worden of goedkoper worden in aanleg.

**Doel onderzoek**

Dit onderzoek had de volgende doelen:

- Het in beeld brengen van de hoeveelheid en de stabiliteit van de al aangebrachte steenbekleding op basis van de bestaande toetsmethoden.
- Het opstellen van een nieuwe of aangescherpte toetsmethodiek voor steenbekleding.
- Het opstellen van een nieuwe toetsmethodiek voor stabiliteit van steenbekleding bij overgangen.
- Het inventariseren van problemen bij de overgangen van hard naar zacht en het testen van innovatieve overgangsconstructies.

**Onderzoeksvragen**

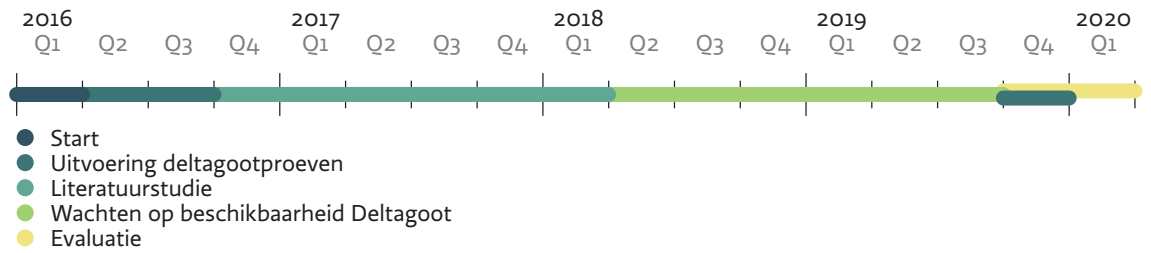
- 1 Hoeveel steenbekleding ligt er momenteel op de Waddenzeedijken en hoe stabiel is die?
- 2 Hoe is een nieuwe of aangescherpte toetsmethodiek voor steenbekleding het beste op te stellen?
- 3 Hoe is een nieuwe toetsmethodiek voor stabiliteit van steenbekleding bij overgangen het beste op te stellen?
- 4 Welke problemen zijn er bij overgangen van hard naar zacht?
- 5 Welke innovatieve overgangsconstructies zijn het beste toepasbaar?

**Aanpak**

Het onderzoek vond plaats in de Deltagoot van Deltares te Delft. Daar werden de dijkconstructies nagebouwd en beproefd met golven. Tegelijkertijd vonden nauwkeurige metingen plaats met behulp van sensoren. In de Deltagoot zijn drie proeven uitgevoerd:

- Deltagootproef voor ingegoten Noorse Steen
- Deltagootproef voor niet-ingegoten Noorse Steen
- Deltagootproef naar de invloed van overgangsconstructies

## Planning



## Resultaten

De hoofdconclusies op basis van de onderzoeken in de Deltagoot zijn:

- 1 Er kan meer sterkte toegekend worden aan ingegoten Noorse steen dan in Steentoets was onderkend. Steentoets is hierop aangepast.
- 2 Uit de proeven is gebleken dat de huidige rekenmethode voor de stabiliteit van Noorse steen (Wouters et al., 2006) niet voldoet. Deze rekenmethode overschat de stabiliteit. Op basis van de proefresultaten is een nieuwe rekenmethode opgesteld. Aanbevolen wordt om deze nieuwe formules op te nemen in Steentoets.
- 3 Voor de overgangconstructies hard-hard geldt het volgende:
  - De stabiliteit van de steenzetting, uitgedrukt in de golfhoogte bij bezwijken, was in deze modelopstelling met overgangsconstructie ongeveer gelijk aan die uit het verleden zonder overgangsconstructie (Wolters, 2016).
  - De invloed van de overgang op de stijghoogteverschillen bij een golfsteilheid van 2% is in werkelijkheid bijna afwezig, terwijl deze volgens Steentoets groot is (18% groter stijghoogteverschil door de overgang). Bij een golfsteilheid van 3% en 4% is de invloed een factor anderhalf kleiner dan volgens Steentoets.
  - Bij het toenemen van de diepte van de overgang, voorbij het punt waar het stijghoogteverschil het grootste is, daalt het stijghoogteverschil minder snel dan volgens de huidige versie van Steentoets. Daardoor zal de maatgevende waterstand voor een steenzetting iets hoger komen te liggen.

Het eerste en tweede punt uit deze lijst maken dat de steenzetting iets minder dik hoeft te zijn. Het laatste punt werkt echter andersom en vergt in de meeste gevallen een iets dikkere steenzetting, omdat de maatgevende waterstand iets hoger wordt en de golven bij een hogere waterstand meestal iets groter zijn. In de meeste gevallen zal het netto-effect van deze drie punten positief zijn: de steenzetting hoeft minder dik te zijn. Er zijn aanbevelingen gedaan voor aanpassing van Steentoets.

## Contact

### Ate Wijnstra

e a.wijnstra@noorderzijvest.nl

t 050 304 82 03

Op de website van de POV Waddenzeedijken vindt u meer informatie en de rapporten en (tussen)resultaten van de verschillende onderzoeken: [www.pov-waddenzeedijken.nl](http://www.pov-waddenzeedijken.nl). De documenten zijn ook te vinden in de Kennisbank van het HWBP: [www.hoogwaterbeschermingsprogramma.nl/documenten+openbaar/default.aspx](http://www.hoogwaterbeschermingsprogramma.nl/documenten+openbaar/default.aspx)

De waterschappen Hunze en Aa's, Noorderzijvest en Wetterskip Fryslân voerden de POV-Waddenzeedijken uit onder de paraplu van het Hoogwaterbeschermingsprogramma. In dit programma werken Rijk en waterschappen samen om Nederland te beschermen tegen overstromingen, nu en in de toekomst.