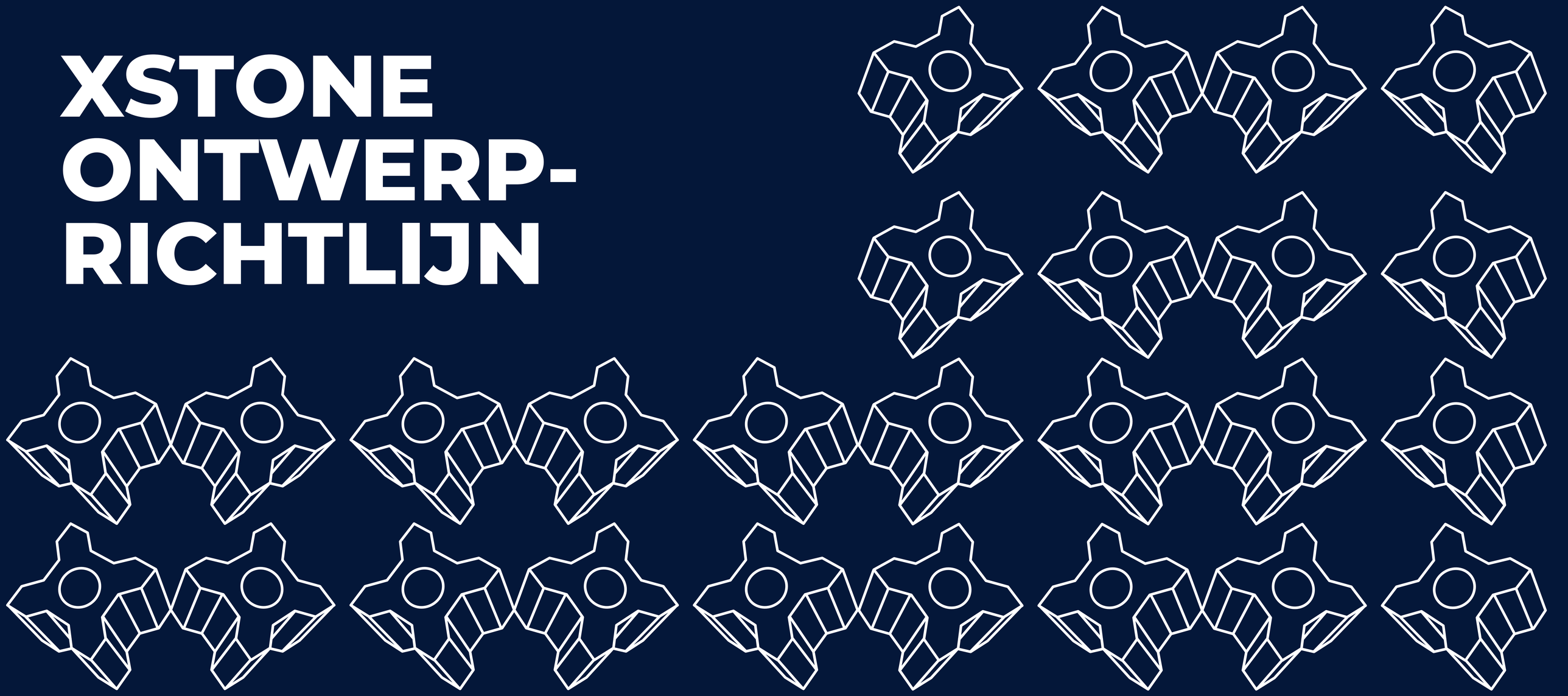
XSTONE ONTWERP-RICHTLIJN



Q4 2026
Holcim Coastal

HOLCIM

0.0 / INHOUD

1.0	Introductie	4
2.0	Blokvorm en afmetingen	6
3.0	Toepassingen	8
4.0	Bescherming tegen golven	10
4.1	Ontwerptabellen golven 1:1.0	11
4.2	Ontwerptabellen golven 1:1.5	13
5.0	Bescherming tegen stroming	14
5.1	Ontwerptabellen stroming	15
5.2	Ontwerptabellen schroefstraal belasting	17
6.0	Granulaire filterlaag	18
6.1	Ontwerptabellen granulaire filterlaag	19
7.0	*Offshore wind & kabelkruising ontgronding bescherming**	–
8.0	Productie	20
9.0	Logistiek	21
10.0	Installatie	22
11.0	Ontwikkelen leefgebieden	26
12.0	MKI & CO_2	28
13.0	Fysieke modeltest locaties	29
14.0	Toekomstige ontwikkelingen	30
15.0	Gebruiksvoorwaarden	31
16.0	Beeldmateriaal	32

*Verwachte update Q1 2027

xstone



HOLCIM

1.0 / INTRODUCTIE

1.1 MAAK KENNIS MET XSTONE

Xstone is een veelzijdig betonnen element ontworpen voor bescherming tegen golven en stromingen, terwijl het tegelijkertijd ecologische voordelen biedt en materiaalgebruik vermindert. De belangrijkste eigenschappen van Xstone zijn:

Blokvorm en structuur

- **Hoge stabiliteit** door gewicht en in elkaar grijpende X-vorm
- Stabiel op **steile hellingen (1:1)**
- **Porositeit van 60%**
- **Herbruikbaar** blok

Talrijke toepassingen

Xstone kan worden toegepast in de volgende soorten constructies:

- Golfbrekers
- Vooroeverdammen
- Kribben
- Riviergeleidingsdammen
- Bodem- en oeverbescherming
- Erosiebescherming offshore wind & kabels
- Bodembescherming in havengebieden

Grootschalige geautomatiseerde productie

- Geproduceerd in grote hoeveelheden in een geautomatiseerd dry-cast productie proces

Geoptimaliseerde logistiek

- Xstones kunnen gestapeld worden, waardoor opslag en transport efficiënt is

Installatie in bulk

- Xstones worden in bulk geplaatst met behulp van een kraan met sorteergrijper, (dubbele) stenenklem of poliep
- Plaatsing met wielladers ook mogelijk

Laag CO_2-gehalte & materiaalgebruik

- Gemaakt met bindmiddelen met laag CO_2 gehalte* in combinatie met gerecycled materiaal
- Minder materiaalgebruik per m^3 in vergelijking met traditioneel stortsteen door combinatie van porositeit en steile hellingen

Creatie van leefgebieden

- Onze bio-actieve betonmengsels promoten vestiging van vastzittende organismen en versterken zo de biodiversiteit
- De poreuze structuur van een Xstone constructie creëert gevarieerde habitats en biedt beschutting aan mobiele soorten

1.2 DOEL VAN DEZE RICHTLIJN

Dit document is bedoeld om ontwerpers te helpen bij het eenvoudig maken van doorsneden met Xstone voor concept ontwerpen. Installatie, logistiek, productie en materiaal eigenschappen komen ook aan bod ter ondersteuning van een geïntegreerde ontwerpbenadering.

Het uiteindelijke ontwerp blijft de verantwoordelijkheid van de ontwerper, die rekening moet houden met diverse factoren die het ontwerp beïnvloeden, zie ook de gebruiksvoorwaarden. Fysieke modelproeven worden aanbevolen om de stabiliteit van het ontwerp te controleren.

*Het gebruikte bindmiddel bereikt minimaal 30% lagere GWP (kg CO2e/t, A1-A3 scope) vergeleken met Portland Cement (CEM I/Type I) referentie.


xstone

2.0 / BLOKVORM EN AFMETINGEN

De vorm van Xstone is ontworpen om de technische prestaties te optimaliseren, de milieuvoordelen te vergroten, de installatie te vereenvoudigen en de productie-efficiëntie te verbeteren. De belangrijkste kenmerken zijn:

Stabiliteit: De X-vorm zorgt dat blokken in elkaar grijpen, waardoor de stabiliteit hoger is dan die van conventionele oplossingen

Robuustheid: De robuuste vorm maakt installatie in bulk vanaf verschillende hoogtes mogelijk

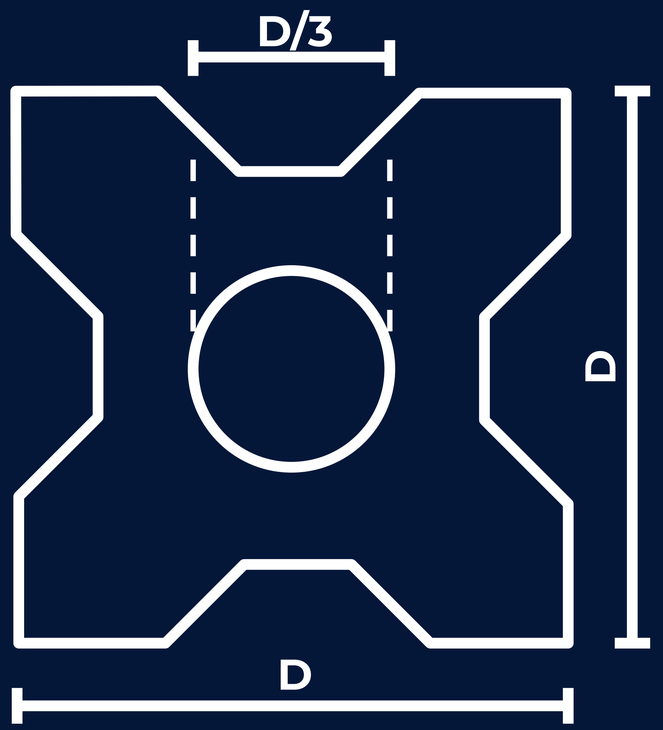
Creatie van habitats: Bioactief beton en hoge porositeit bevorderen de vorming van habitats

Efficiënt materiaalgebruik: De hoge porositeit en stabiliteit op steile hellingen verminderen materiaalgebruik

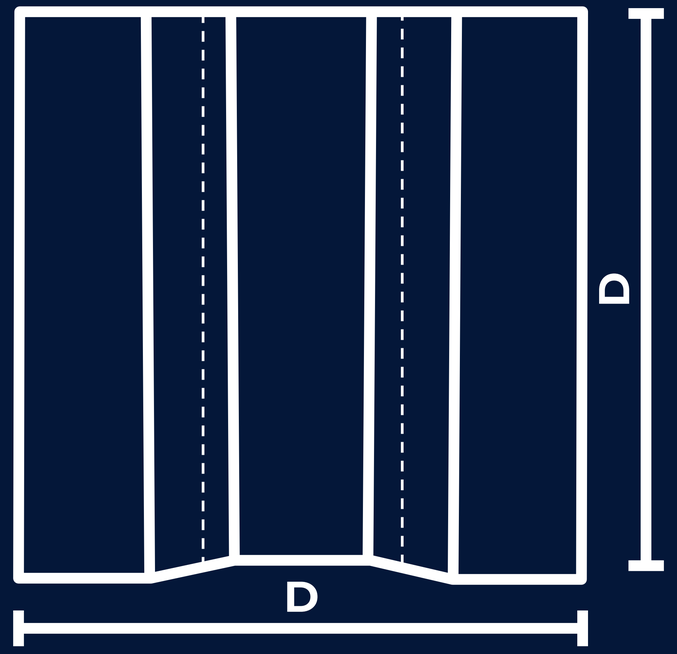
Transport en opslag: Vlakke oppervlakken zorgen dat Xstones gestapeld kunnen worden

Productie: 2D vorm zorgt dat Xstone op een efficiënt dry-cast productieproces gemaakt kan worden.

De afmetingen van Xstone zijn:



Bovenaanzicht



Zijaanzicht

xstone

Pakket →

Blok →



Xstone 20 | **Xstone 30** | **Xstone 40** | **Xstone 50** | **Xstone 60**

Type	D [cm]	Massa [kg]	Blokken per m^3 constructie [-]	Pakket: Buitenmaten (l x b x h)	Pakket: Aantal blokken per pakket	Pakket: Massa bij s.g. 2.3 [kg]
Xstone 20*	20	12.3	75.0	1.2m x 1.2m x 1.0m	180	2.214
Xstone 30	30	41.4	22.2	1.2m x 1.2m x 0.9m	48	1.987
Xstone 40	40	98.2	9.4	1.2m x 1.2m x 1.2m	27	2.652
Xstone 50*	50	191.8	4.8	1.0m x 1.0m x 1.0m	8	1.535
Xstone 60*	**60**	**331.5**	**2.8**	1.2m x 1.2m x 1.2m	8	2.652

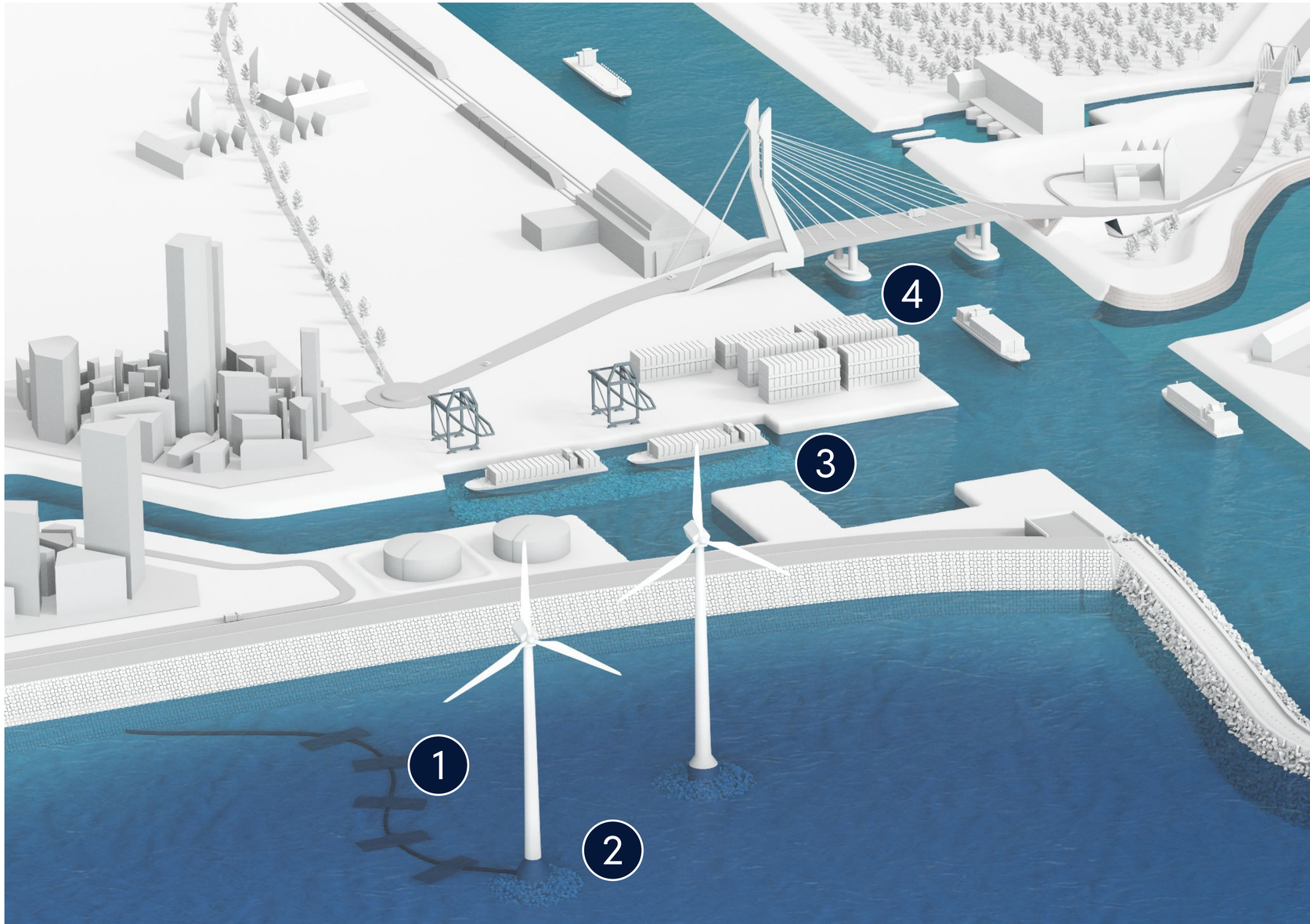
**Beschikbaar op aanvraag*

HOLCIM

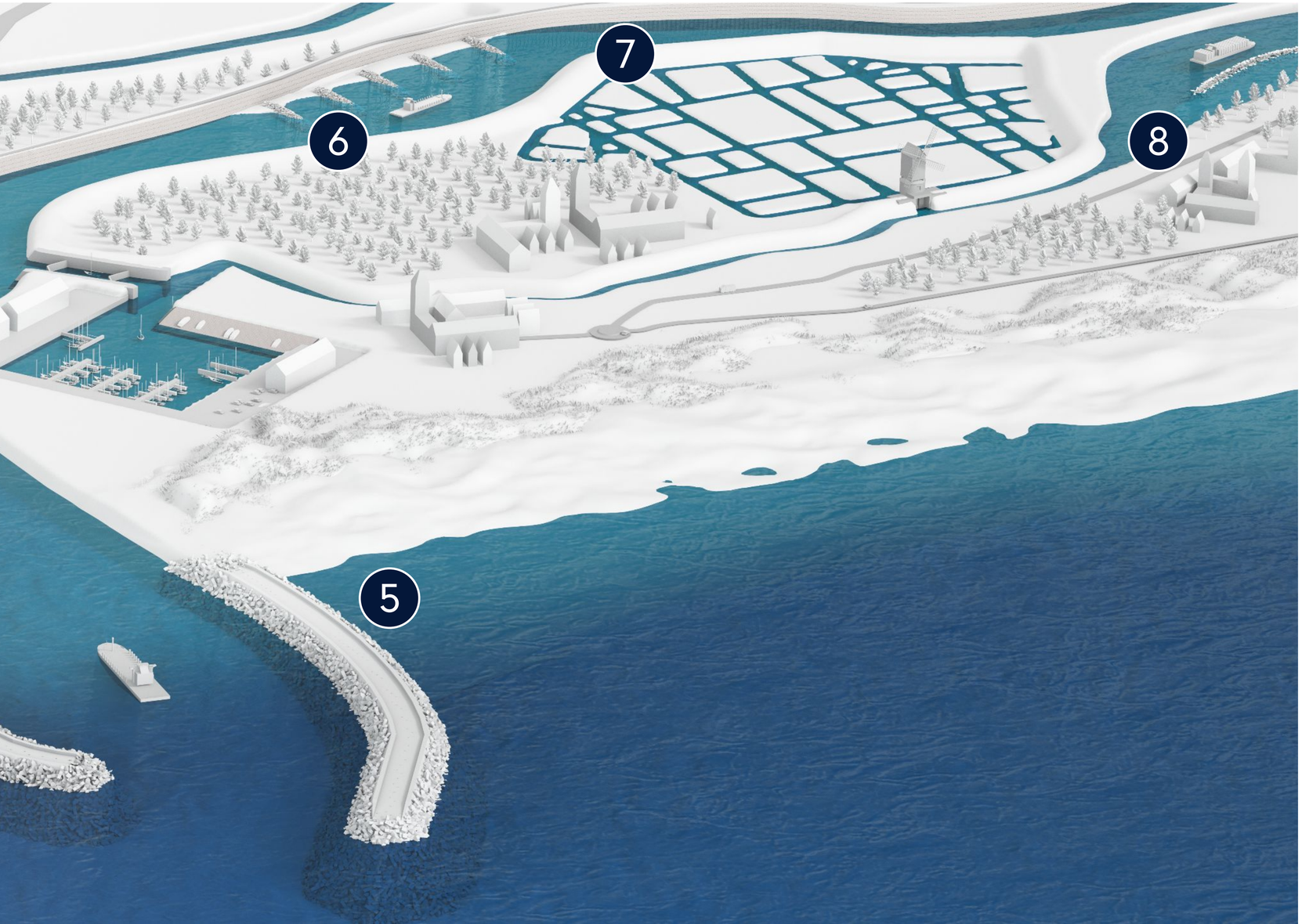
3.0 / TOEPASSINGEN

Xstone kan als alternatief voor stortsteen worden gebruikt. Door de hoge stabiliteit biedt het bescherming tegen golven en stroming, waardoor Xstone geschikt is voor veel toepassingen, zoals:

1. Kabelkruisingen
2. Offshore wind bodembescherming
3. Bodembescherming in havens
4. Bescherming tegen aanvaring



xstone



5 Golfbrekers & vooroever dammen

6 Kribben

7 Bodem- en oeverbescherming

8 Langsdammen / geleidingsdammen

HOLCIM

4.0 / BESCHERMING TEGEN GOLVEN

Xstone toegepast als golfbreker
Rifgolfbrekers zijn lage, op puin gebaseerde constructies die zijn opgebouwd uit één type materiaal. Ze zijn ontworpen om golfenergie te dempen, kusterosie te verminderen en kustinfrastructuur te beschermen. Het gebruik van Xstone in golfbrekers biedt een veelzijdige oplossing die zowel aan technische eisen als aan milieudoelstellingen voldoet. Door natuurlijke riffen na te bootsen, biedt een Xstone-golfbreker meerdere voordelen, zoals:

1. **Golfbescherming:** Doordat golven inwerken op de ruwe, poreuze Xstone-golfbrekers, wordt de golfenergie verminderd. De vorm van Xstone maakt het mogelijk om de elementen in elkaar te laten grijpen, wat de structurele stabiliteit verbetert, naast de stabiliteit die al wordt geboden door het gewicht van de blokken.
2. **Efficiënt materiaalgebruik:** Xstone is stabiel op zeer steile hellingen (tot 1:1), waardoor er minder materiaal nodig is dan bij traditionele rotsgolfbrekers.
3. **Milieuvoordelen:** De hoge structurele porositeit (60%) bevordert de vorming van habitats, terwijl het bioactieve betonmengsel micro-organismen aantrekt.

Vereist formaat Xstone:
Het vereiste formaat van Xstone voor typische dwarsdoorsneden van rotsgolfbrekers is afhankelijk van de ontwerp golfhoogte, de relatieve vrijboordhoogte en de helling van de constructie en kan worden berekend met de volgende formule:

$$D = 1{,}15 \cdot H_{m0}/\Delta N_s$$

waarbij

D	Eenheidshoogte (=1,15 D_n)	[m]
D_n	Nominale diameter (=0,87 D)	[m]
H_{m0}	Spectrale significante golfhoogte aan de voet	[m]
N_s	Stabiliteitsgetal zoals gespecificeerd in Tabel 4	[-]
Δ	Relatieve betondichtheid (ρ_c-ρ_w/ρ_c)	[-]
ρ_c	Massadichtheid van beton [kg/m^3]	
ρ_w	Massadichtheid van water [kg/m^3]	
R_c	Vrijboordhoogte van de kruin	[m]

De ontwerp stabiliteit getallen (N_s) voor Xstone, zoals weergegeven in Tabel 4, zijn gebaseerd op golfgootproeven met een golfsteilheid van s_{op} = 4%. De ontwerp stabiliteit cijfers houden rekening met een gemiddelde verlaging van de kruinhoogte met 1 · D_n en omvatten een veiligheidsfactor van 10%.

[1] Xstone heeft een standaard dichtheid van 2.300 kg/m^3, maar kan worden geproduceerd met een dichtheid tot 2.700 kg/m^3.

Xstone is beschikbaar in de formaten zoals weergegeven in Tabel 4-1 en 4-2. Andere formaten zijn beschikbaar op verzoek.

Tabel 4: Stabiliteitsgetallen (N_s) gebaseerd op helling en relatief vrijboord (R_c/D_n)

Helling (V:H)	N_s		
	R_c/D_n = 2	R_c/D_n = 0	R_c/D_n = -2
1:1	2.9	3.6	3.7
1:1.5	3.5	3.5	4.2

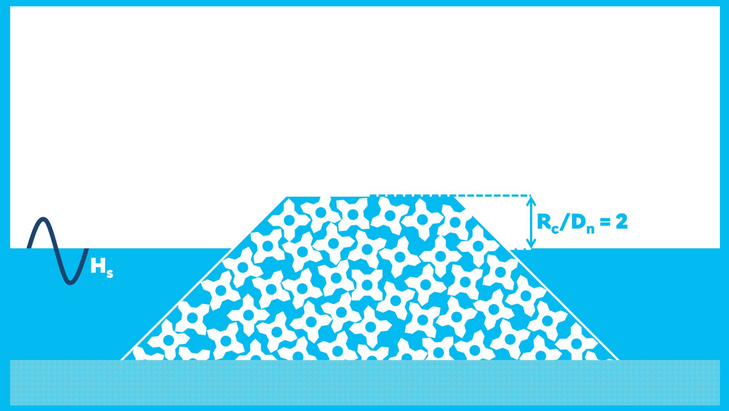
Ontwerptabel
De benodigde Xstone maten, bijbehorende ontwerp golfhoogte en eigenschappen zijn weergegeven in Tabel 4-1 en 4-2. Tabel 4-1 is gebaseerd op een helling 1:1 met dichtheid ρ_c = 2.300 kg/m^3 en ρ_w = 1.030 kg/m^3. Tabel 4-2 is gebaseerd op een helling 1:1.5 met dichtheid ρ_c = 2.300 kg/m^3 en ρ_w = 1.030 kg/m^3.

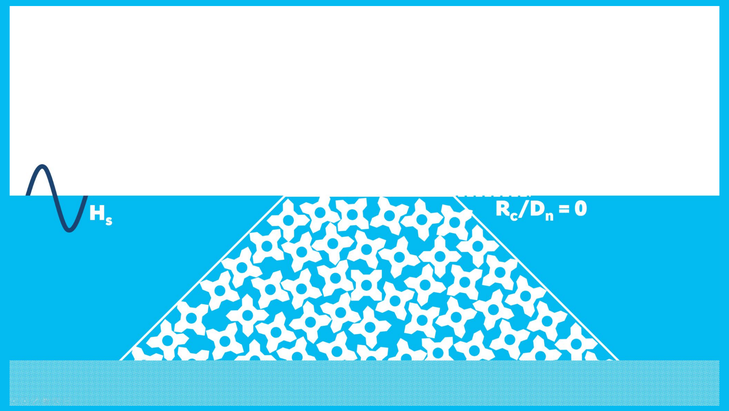
4.1 / ONTWERPTABEL GOLVEN

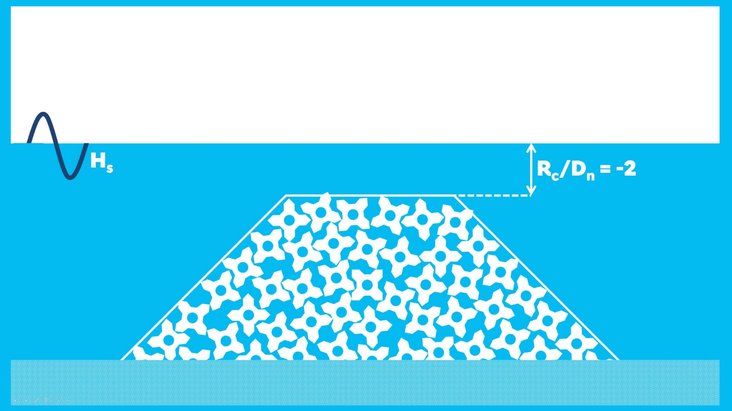
cot(α) = 1

xstone

Type	Formaat D [cm]	Massa M [kg]	Ontwerp golfhoogte $R_c/D_n \leq 2$ H_{m0} [m]	Ontwerp golfhoogte $R_c/D_n = 0$ H_{m0} [m]	Ontwerp golfhoogte $R_c/D_n \geq -2$ H_{m0} [m]	Beton volume per blok V [liters]	Blokken per m^3 [-]
Xstone 20	20	12.3	0.6	0.8	0.8	5.3	75.0
Xstone 30	30	41.4	1.0	1.2	1.3	18.0	22.2
Xstone 40	40	98.2	1.3	1.6	1.7	42.7	9.4
Xstone 50	50	191.8	1.7	2.1	2.2	83.4	4.8
Xstone 60	60	331.5	2.0	2.5	2.6	144.1	2.8







HOLCIM

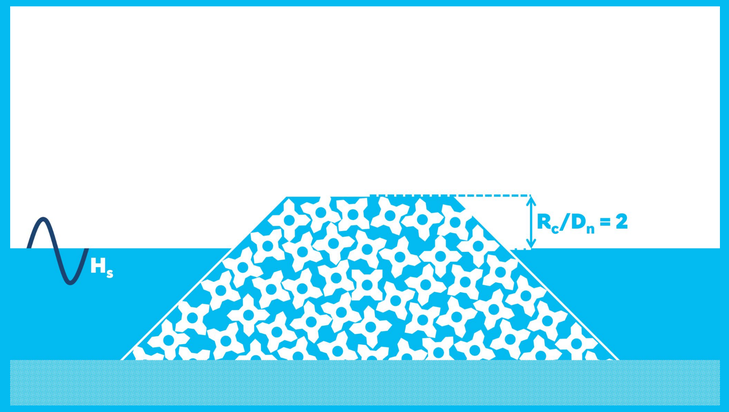


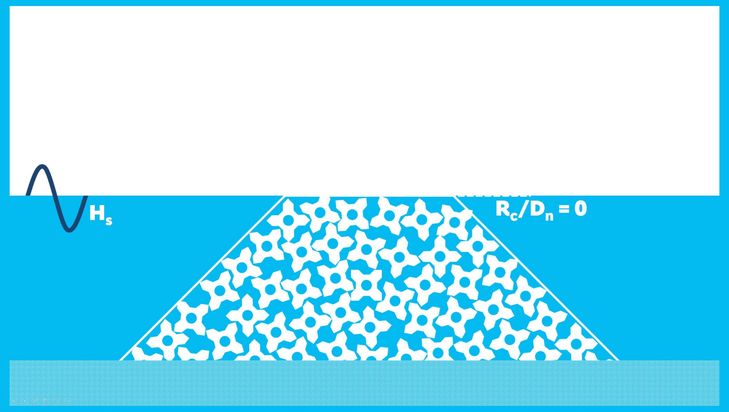
4.2 / ONTWERPTABEL GOLVEN

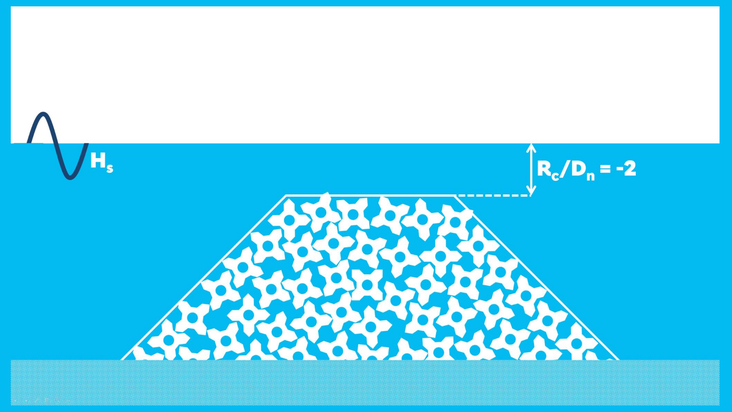
cot(α) = 1.5

xstone

Type	Formaat D [cm]	Massa M [kg]	Ontwerp golfhoogte $R_c/D_n \leq 2$ H_{m0} [m]	Ontwerp golfhoogte $R_c/D_n = 0$ H_{m0} [m]	Ontwerp golfhoogte $R_c/D_n \geq -2$ H_{m0} [m]	Beton volume per blok V [liters]	Blokken per m^3 [-]
Xstone 20	20	12.3	0.7	0.9	0.9	5.3	75.0
Xstone 30	30	41.4	1.1	1.3	1.4	18.0	22.2
Xstone 40	40	98.2	1.5	1.7	1.8	42.7	9.4
Xstone 50	50	191.8	1.9	2.1	2.3	83.4	4.8
Xstone 60	60	331.5	2.2	2.6	2.7	144.1	2.8





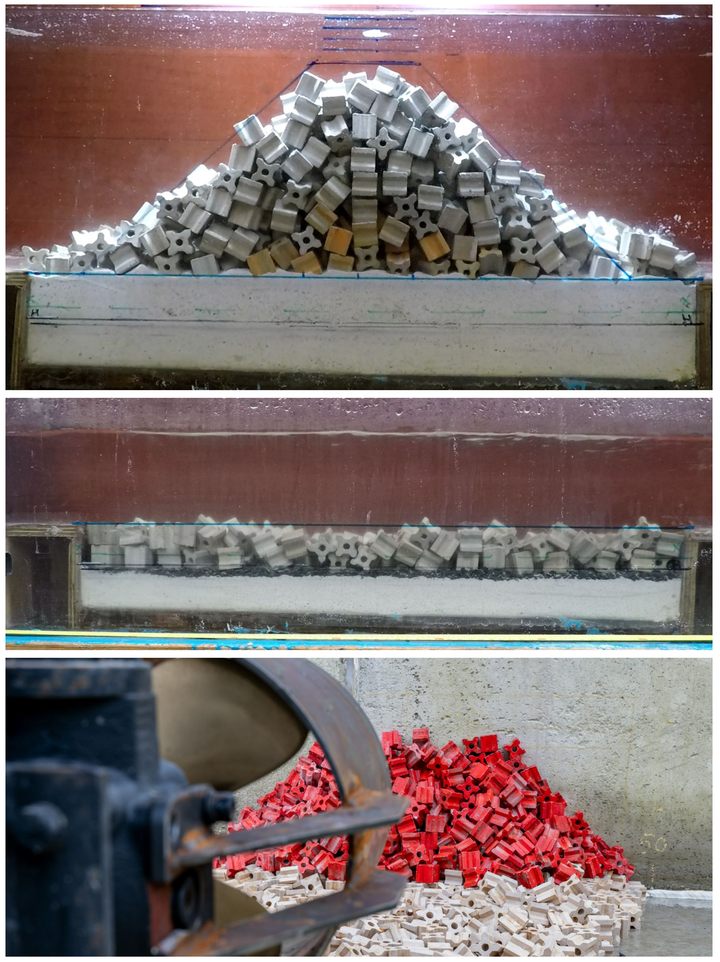


HOLCIM

5.0 / BESCHERMING TEGEN STROMING

Toepassingen van Xstone in hydraulische infrastructuur
Xstone kent diverse toepassingen in de waterbouwkunde, waaronder riviergeleidingsdammen, kribben, erosie- en bodembescherming en aanvaringsbeveiliging. Het gebruik biedt meerdere voordelen:

1. **Flexibel en aanpasbaar:** Kribben of geleidingsdammen kunnen volledig van Xstone worden gemaakt, waardoor flexibele constructies ontstaan die kunnen worden aangepast om de effecten van klimaatverandering te beperken.
2. **Efficiënt materiaalgebruik:** Het ontwerp maakt een steilere helling mogelijk (tot 1:1), waardoor het materiaalgebruik aanzienlijk wordt verminderd in vergelijking met traditionele rivierconstructies.
3. **Milieuvoordelen:** De hoge structurele porositeit (60%) bevordert de habitatvorming, terwijl de bioactieve betonmix micro-organismen aantrekt.
4. **Plaatsing en transport:** Xstones worden in bulk geplaatst met behulp van een kraan met een sorteergrijper, een hydraulische grijper of een (dubbele) stenenklem en kunnen in bulk worden getransporteerd per binnenvaartschip.



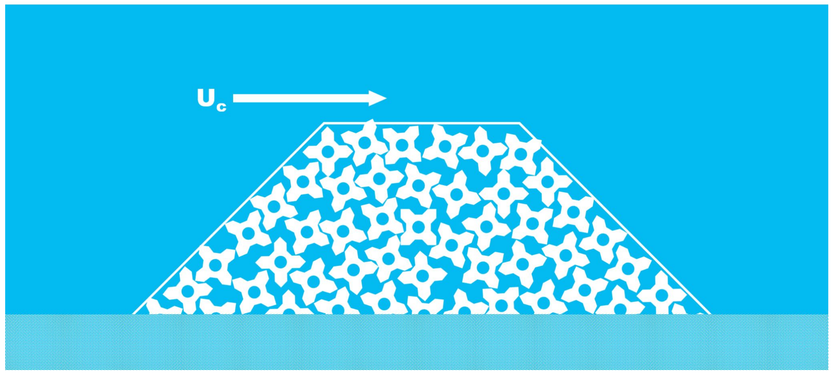
Vereiste afmetingen van de Xstone
De vereiste afmetingen van de Xstone zijn voornamelijk afhankelijk van de ontwerp-kritische stroomsnelheid nabij de bodem (Tabel 5-1). De ontwerp-kritische stroomsnelheden nabij de bodem (U_c) voor Xstone zijn bepaald aan de hand van fysieke modelproeven. De modelproeven omvatten twee model opstellingen met Xstone: als bodembescherming en in een rivierkrib. Deze kritische stroomsnelheden nabij de bodem zijn gemeten bij de Xstone-eenheden en zijn daarom geen gemiddelde stroomsnelheden over de diepte. De snelheden zijn gemeten vóórdat de constructie bezweek en omvatten een veiligheidsfactor van 10%.

Schroefstraalbelasting
Xstone is ook getest voor schroefstraalbelasting. De vereiste afmetingen van Xstone is afhankelijk van de kritische bodemsnelheid (Tabel 5-2). De ontwerp-kritische stroomsnelheden bij de bodem ($U_{b,max}$) voor Xstone zijn bepaald aan de hand van fysieke modelproeven. Xstone is hierbij als vlakke bodembescherming getest onder invloed van schroefstralen. De snelheden zijn gemeten vóórdat de constructie bezweek en omvatten een veiligheidsfactor van 10%.

Ontwerptabel
De vereiste Xstone-afmetingen, hun ontwerp-kritische stroomsnelheid nabij de bodem en eigenschappen worden weergegeven in Tabel 5-1 en Tabel 5-2. De tabel is gebaseerd op een beton dichtheid van ρ_c = 2.300 kg/m³.

5.1 / ONTWERPTABEL STROMING

Type	Formaat D [cm]	Massa M [kg]	Ontwerp kritische stroomsnelheid U_c [m/s]	Beton volume per blok V [liters]	Blokken per m^3 [-]
Xstone 20	20	12.3	2.2	5.3	75.0
Xstone 30	30	41.4	2.7	18.0	22.2
Xstone 40	40	98.2	3.1	42.7	9.4
Xstone 50	50	191.8	3.5	83.4	4.8
Xstone 60	60	331.5	3.8	144.1	2.8

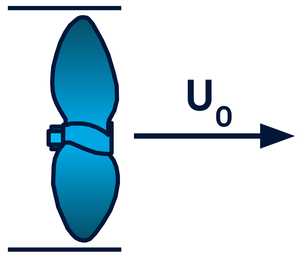


Let op: De weergegeven waarden zijn de meest conservatieve waarden van een groot aantal testomstandigheden, inclusief een veiligheidsfactor van 10%. De waarden dienen als uitgangspunt, maar bij andere omstandigheden is een modelproef aanbevolen.



5.2 / ONTWERPTABEL SCHROEFSTRAALBELASTING

Type	Formaat D [cm]	Massa M [kg]	Ontwerp kritische bodemsnelheid $U_{b,max}$ [m/s]	Laagdikte (2 $D_{n,50}$) [m]	Blokken per m^3 [-]
Xstone 20	20	12.3	2.3	0.35	75.0
Xstone 30	30	41.4	2.8	0.52	22.2
Xstone 40	40	98.2	3.3	0.70	9.4
Xstone 50	50	191.8	3.7	0.87	4.8
Xstone 60	60	331.5	4.0	1.04	2.8



Let op: De weergegeven waarden zijn de meest conservatieve waarden van een groot aantal testomstandigheden, inclusief een veiligheidsfactor van 10%. De waarden dienen als uitgangspunt, maar bij andere omstandigheden is een modelproef aanbevolen.



6.0 / GRANULAIRE FILTERLAAG

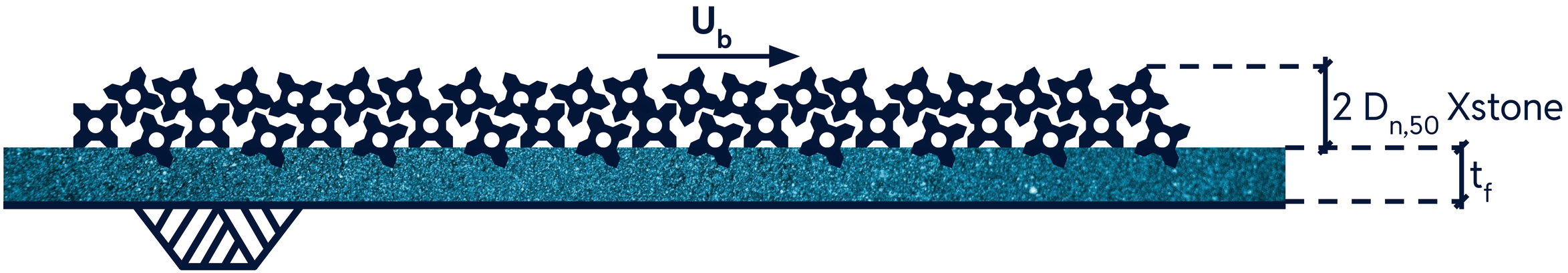
Geometrisch open & gesloten filters

Geometrisch open en gesloten filter

Afhankelijk van de hydraulische randvoorwaarden, laagdikte en geotechnische eigenschappen kan in bepaalde gevallen een filterlaag nodig zijn in combinatie met Xstone.

Bij toepassing in een dubbellaagse configuratie wordt in Tabel 6.1 een geometrisch gesloten en open filter voorgesteld. Het geometrisch gesloten filter is gebaseerd op de richtlijnen in CIRIA/CUR/CETMEF (2007), die zijn afgeleid voor toepassing met breuksteen in de waterbouw. Het geometrisch open filter is afgeleid uit fysische modelproeven in een stromingsgoot.

Let op: Deze configuraties zijn bedoeld als uitgangspunt voor het conceptontwerp. Afhankelijk van de projectspecifieke omstandigheden kan aanvullend onderzoek of verdere toetsing noodzakelijk zijn om de geschiktheid en uitvoerbaarheid te bevestigen.



CIRIA, CUR, CETMEF (2007). The Rock Manual: The use of rock in hydraulic engineering (2nd edition). CIRIA C683. London: CIRIA.

6.1 / GRANULAIRE FILTERLAAG

Type	Formaat D [cm]	Massa M [kg]	Gesloten filter: voorgestelde steensortering [mm]	Minimum filterlaagdikte t_f [m]
Xstone 20	20	12.3	30/90	0.2
Xstone 30	30	41.4	30/90	0.2
Xstone 40	40	98.2	45/125	0.2
Xstone 50	50	191.8	45/125	0.2
Xstone 60	60	331.5	90/180	0.3

Type	Formaat D [cm]	Massa M [kg]	Open filter: voorgestelde steensortering [mm]	Minimum filterlaagdikte t_f [m]
Xstone 20	20	12.3	20/60	0.2
Xstone 30	30	41.4	30/90	0.2
Xstone 40	40	98.2	30/90	0.2
Xstone 50	50	191.8	45/125	0.2
Xstone 60	60	331.5	45/125	0.2

8.0 / PRODUCTIE

De vorm van Xstone is geoptimaliseerd zodat het op veel bestaande dry-cast beton technologieën geproduceerd kan worden, zodat lokale productie en flexibiliteit mogelijk zijn. Hieronder staan drie verschillende productie methodieken omschreven, toepasbaar voor Xstone:

1. Productie bij Holcim Coastal



Bij Holcim Coastal hebben we een ruime ervaring met diverse projecten. We kunnen een zeer hoge productiesnelheid realiseren en leveren Xstone met de volgende voordelen:

- Gebruik van CO_2-arme cementsoorten tijdens de productie
- Tot 100% gerecyclede materialen (met uitzondering van het bindmiddel)

5 verschillende Xstone-varianten

- Xstone Regulier (soortelijk gewicht 2,3)
- Xstone Zwaar (soortelijk gewicht 2,7)
- Xstone Poreus fijn
- Xstone Poreus grof
- Xstone Schelp

Holcim Coastal is gevestigd aan Hoorn 350, 2404HL, Alphen aan den Rijn, Nederland.

2. Lokale productie



Xstone kan worden geproduceerd op een standaard bestratingsmachine met behulp van een vereenvoudigde stalen mal die is aangepast aan het tril- en verdichtingssysteem van de machine.

Omdat bestratingsmachines al vergelijkbare geometrieën verwerken, hoeft alleen de mal te worden aangepast. Hierdoor kunnen kleine en middelgrote prefab fabrieken Xstone produceren zonder nieuwe apparatuur, gegeven dat de betreffende machine de gewenste hoogte van Xstone onder de stempel kwijt kan.

Een licentiemodel ondersteunt deze lokale productie aanpak. Dit houdt de productie lokaal en economisch, terwijl ervoor wordt gezorgd dat elke eenheid voldoet aan de vereiste normen voor sterkte, vorm en duurzaamheid.

3. Productie met een Egg Layer



Xstone kan efficiënt worden geproduceerd met een standaard betonnen egg layer. De egg layer voert vochtig beton in de mal, trilt en verdicht het, en tilt vervolgens de mal op terwijl deze vooruit beweegt, waardoor vers gevormde Xstone-elementen op de productievloer achterblijven. Omdat het proces gebruikmaakt van conventionele verdichting en uitharding, kunnen fabrieken Xstone produceren zonder grote investeringen of nieuwe apparatuur. Dit maakt Xstone compatibel met vrijwel elke producent van prefab betonblokken wereldwijd. Daarnaast geeft een egg layer de mogelijkheid om Xstone met maten >60cm te produceren.

Om veilig en consistent te kunnen schalen, wordt Xstone aangeboden via een licentiemodel. Dit garandeert dat elk Xstone-blok – ongeacht waar het wordt gemaakt – voldoet aan de eisen op het gebied van hydraulische prestaties en duurzaamheid van het oorspronkelijke ontwerp.

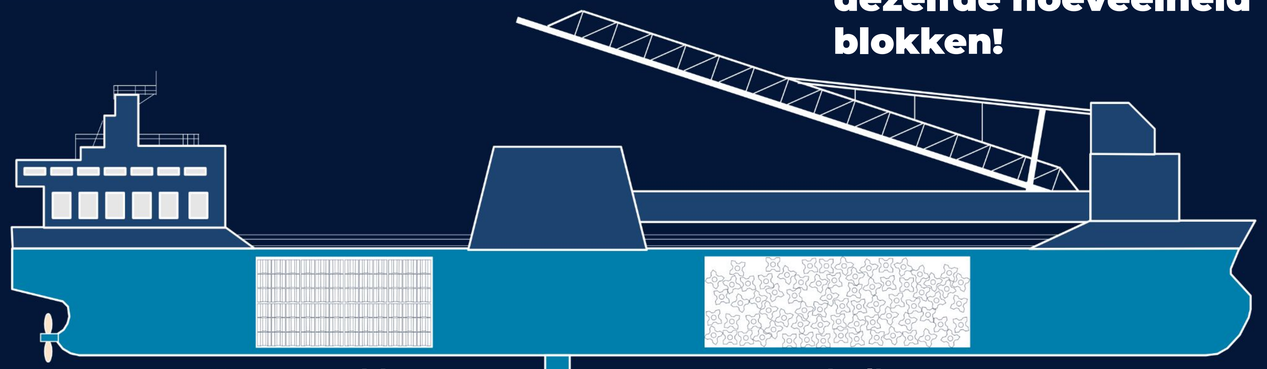
9.0 / LOGISTIEK

Xstone is zeer efficiënt in transport. De blokken worden compact verpakt. Dit resulteert in besparingen op transport- en installatiekosten, omdat het volume van de constructie veel groter is dan het transportvolume (zie het voorbeeld rechts).

De configuratie van elk blok type wordt weergegeven in de onderstaande tabel. Xstones worden standaard zonder pallet geleverd; pallets zijn op aanvraag mogelijk. Zorg er bij mechanische klemming voor dat de klem groter is dan de afmetingen van de verpakking.

Type	D [cm]	Pakket: Buitenmaten (l x b x h)	Xstones per pak	Massa per pak bij s.g. 2.3 [kg]
Xstone 20	20	1.2m x 1.2m x 1.0m	180	2.214
Xstone 30	30	1.2m x 1.2m x 0.9m	48	1.987
Xstone 40	40	1.2m x 1.2m x 1.2m	27	2.652
Xstone 50	50	1.0m x 1.0m x 1.0m	8	1.535
Xstone 60	60	1.2m x 1.2m x 1.2m	8	2.652

Xstone bulk neemt 50% meer volume in t.o.v. pakketten voor dezelfde hoeveelheid blokken!



Xstone pakketten
- Compact
- 33% porositeit (33% is lucht, 67% is beton)
- Zonder pallet

Xstone bulk
- Random
- 60% porositeit (60% is lucht, 40% is beton)

De efficiënte aanbeveling voor transport

10.0 / INSTALLATIE

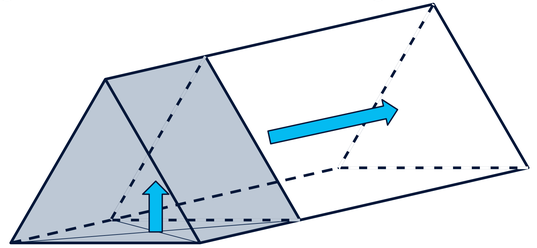
Opslag op locatie
Xstones moeten op een vlakke ondergrond van beton of verdicht grind worden geplaatst. Pakketten kunnen op elkaar worden gestapeld, tot een maximale hoogte van 2 pakketten.

Materieel
Xstone is te gebruiken met het meeste materieel. Voorbeelden zijn:

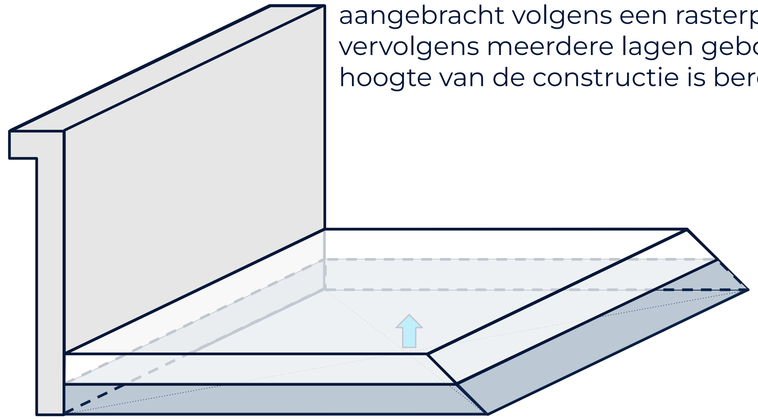
Materieel	Installatie snelheid	Schade tijdens plaatsing	Geschikt voor pakketten Xstone	Geschikt voor bulk Xstone
Sorteergrijper 	++	Minimaal	Ja	Nee
Orange peel grab 	+	Gemiddeld	Ja	Ja
Stenenklem 	+++	Minimaal	Ja	Nee
Wiellader 	+	Gemiddeld	Nee	Ja

Plaatsingsmethode
Het wordt aanbevolen om Xstones te plaatsen met een minimale laagdikte van 2 · Dn. Als de minimale laagdikte wordt gebruikt, installeer de Xstones dan in 1 of 2 lagen. Hoe groter de loslaathoogte, hoe groter de spreiding van de Xstones (vooral bij plaatsing onder water). Er zijn 2 aanbevolen plaatsingsmethoden (omhoog en naar buiten en laag-voor-laag) voor grotere constructies. Deze worden rechts nader toegelicht.

Methode 1: Omhoog en naar buiten
Bij deze methode wordt het eerste pakket Xstone onderaan geplaatst en wordt vanuit dit centrale punt verder opgebouwd tot de gewenste hoogte van de top is bereikt. Vervolgens wordt de structuur naar buiten toe opgebouwd, waarbij de blokken net rechts van de geconstrueerde top worden geplaatst.



Methode 2: Laag-voor-laag
De laag-voor-laag is meer geschikt voor projecten met een geringe laagdikte. De onderste laag wordt aangebracht volgens een rasterpatroon. Daarop worden vervolgens meerdere lagen gebouwd totdat de gewenste hoogte van de constructie is bereikt.

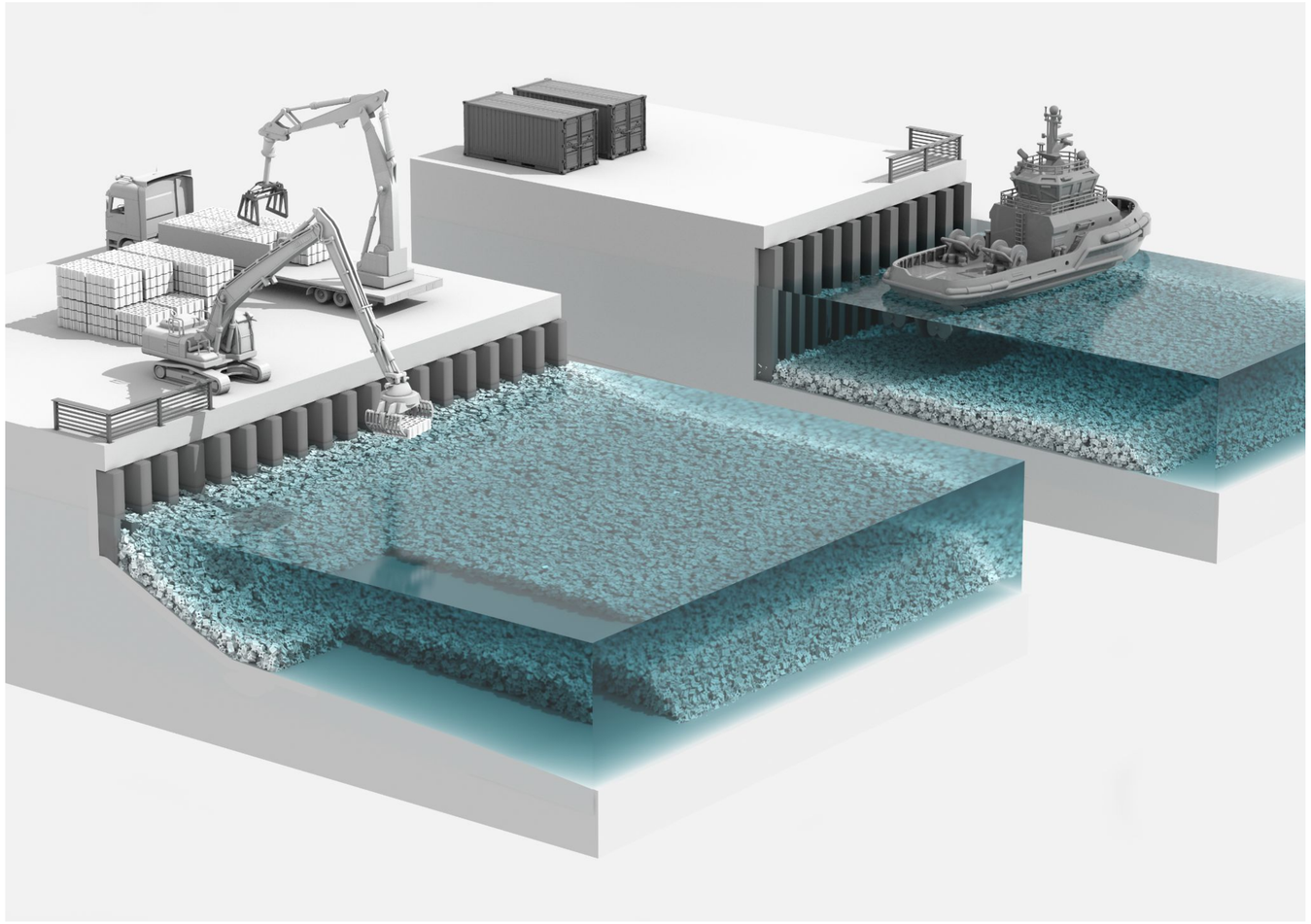


Installatie van bodem (ontgronding) bescherming
Xstone-blokken kunnen flexibel worden geïnstalleerd, afhankelijk van de projectomstandigheden. Levering is mogelijk per vrachtwagen, binnenvaartschip met steenklemmen, met tijdelijke ondersteuning op de kade of direct op drijvende pontons. De blokken kunnen vanaf de kade, vanaf pontons of zelfs met een kraan vanaf schepen worden geplaatst, afhankelijk van de bereikbaarheid van de locatie en de waterdiepte.

De plaatsing gebeurt doorgaans met een graafmachine of kraan uitgerust met een sorteergrijper of stenenklem. Eerst wordt het bodemprofiel bepaald en worden de blokken laag voor laag geplaatst, waarbij zowel de laagdikte als de willekeurige oriëntatie van de blokken gewaarborgd zijn.

Om spreiding van de blokken te voorkomen, moeten de Xstones zo dicht mogelijk bij de bodem worden geplaatst. Xstones gedragen zich vergelijkbaar met stortsteen.

Voor de eerste toepassing heeft een stenenklem of sorteergrijper de voorkeur boven hydraulische grijpers om schade te minimaliseren. Voor hergebruik is een grijper vereist.



10.0 / INSTALLATIE

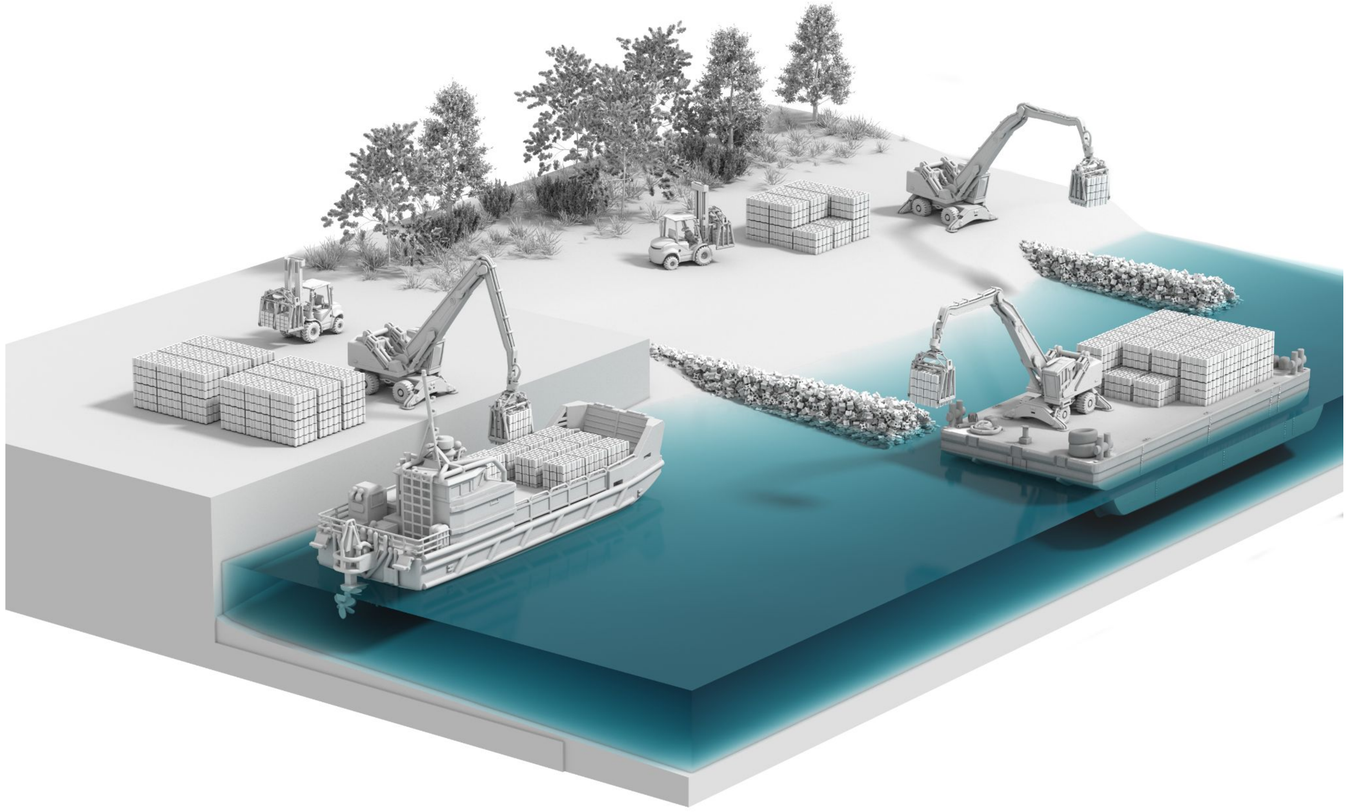
Drijvend materieel & direct vanuit schip

Installatie van hybride land/water constructies
Levering is mogelijk per vrachtwagen of binnenvaartschip. Op de bouwplaats kunnen de pakketten verplaatst worden met heftrucks voorzien van stenenklemmen. Bij installatie kunnen de blokken vanaf schepen worden geplaatst, afhankelijk van de bereikbaarheid van de locatie en de waterdiepte.

Bij installatie vanaf water het met pontons heeft de 'omhoog en naar buiten'-installatiemethode de voorkeur. Dit zorgt voor een hellingshoek van 1:1 en een efficiënte constructie.

Voor grotere constructies kunnen complete pakketten in één keer worden geplaatst om een hoge installatiesnelheid te garanderen. Nadat de eerste laag is geplaatst, moeten de pakketten bovenop de eerste laag worden geplaatst om een willekeurige oriëntatie af te dwingen.

Voor de eerste toepassing heeft een stenenklem of sorteergrijper de voorkeur boven hydraulische 'orange peel grabs' om schade te minimalisieren. Voor hergebruik is een 'orange peel grab' vereist.

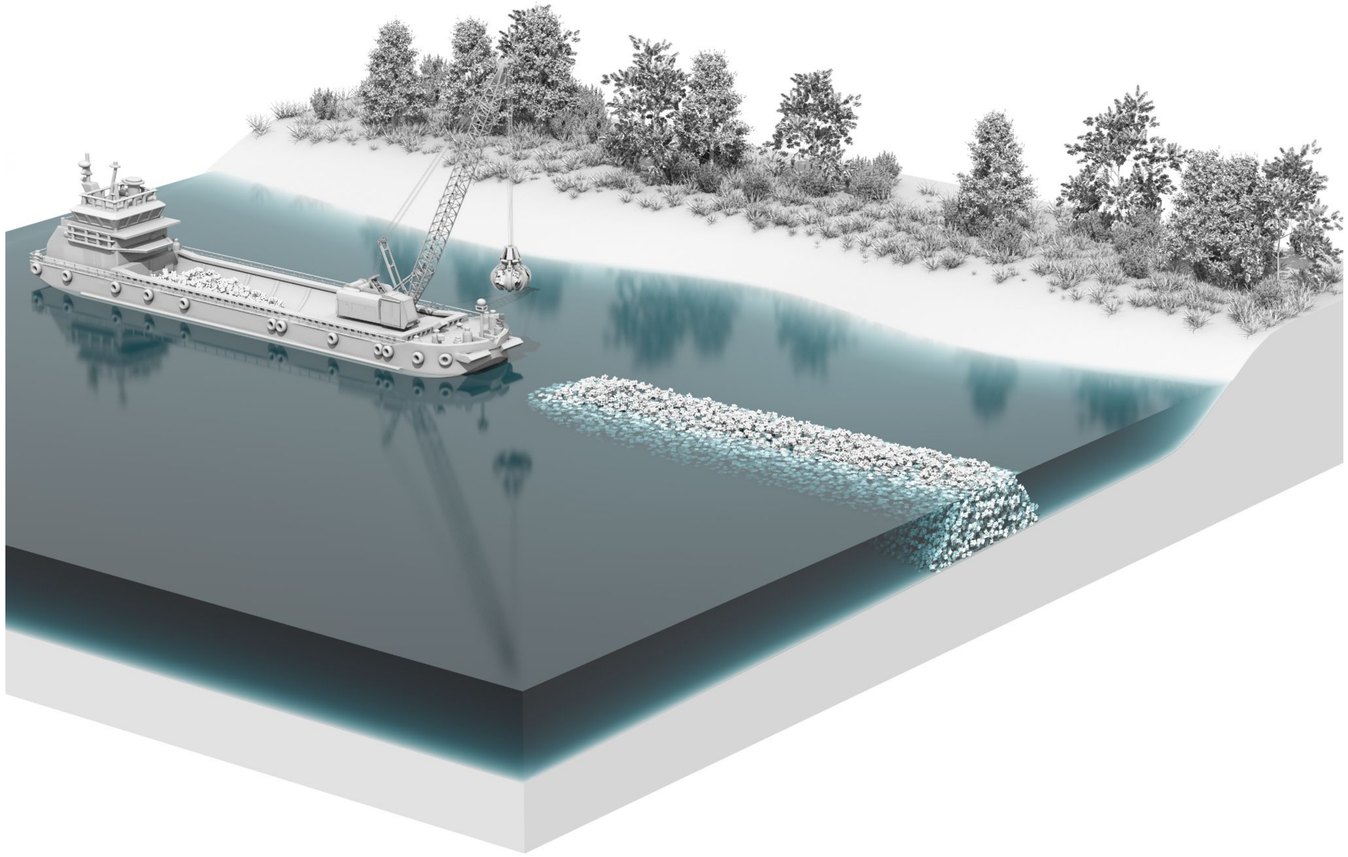


Installatie van watergebonden constructies
In deze situatie kan Xstone vanaf de fabriekslocatie worden opgehaald door een binnenvaartschip dat is uitgerust met een draadkraan of andere apparatuur aan boord. Xstone kan vervolgens direct vanaf hetzelfde schip in het water worden geïnstalleerd.

De voorkeur gaat uit naar de installatiemethode waarbij de blokken omhoog en naar buiten worden geplaatst. Dit zorgt voor een gelijkmatige hellingshoek van 1:1 en een efficiënte constructie.

Nadat de eerste laag is geplaatst, moeten de blokken bovenop de eerste laag worden geplaatst om een willekeurige oriëntatie te creëren.

Voor de eerste toepassing heeft een stenenklem of sorteergrijper de voorkeur boven hydraulische grijpers om schade te minimaliseren. Voor hergebruik is een grijper vereist.



11.0 / ONTWIKKELING LEEFGEBIEDEN

De bioactieve betontechnologie van Holcim biedt tal van voordelen:

Adaptieve oppervlakte-structuur en porositeit	Specifieke oppervlakte microstructuren die de biodiversiteit bevorderen
Lage pH	pH lager dan 10 (normaal is 12-13) bevordert de kolonisatie van zee- en rivierwater.
Lage CO_2 voetafdruk	CO_2-reductie tot 41% ten opzichte van traditioneel (CEM I) beton (prefab- en RMX-productie).

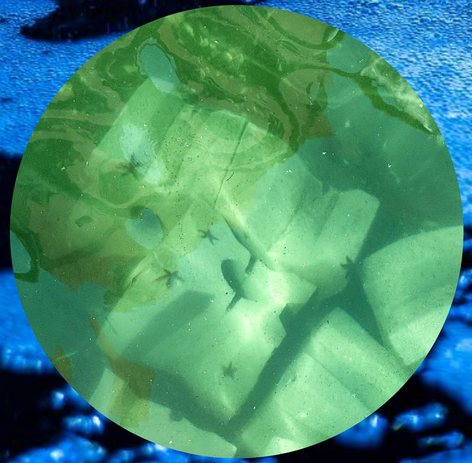


"Ons beton is ontworpen om samen te werken met de natuur. Het is CO_2-geoptimaliseerd en bioactief, waardoor planten en zeedieren zich op natuurlijke wijze kunnen vestigen. De Xstone-vorm creëert een veilige plek voor leven om te groeien, terwijl het beton zelf die groei ondersteunt."

xstone

“Xstone creëert de juiste omstandigheden voor een natuurlijke groei van diverse levensvormen”





Van installatie naar rif

In 3 maanden



HOLCIM

12.0 / MKI & CO_2



DIT PRODUCT IS OPGENOMEN IN DE NATIONALE MILIEUDATABASE

De milieubelasting van Xstone is geverifieerd en beschikbaar in de Nederlandse Nationale Milieudatabase.

EPD's zijn op aanvraag beschikbaar.

Voor de modellering van het EPD is rekening gehouden met het volgende:
A4, transport – 150 km transport per binnenvaartschip
A5, installatie – 33,2 s graafmachine + 33,2 s ponton
B1, carbonatatie – gemodelleerd volgens EN16757
C1-C4 en D voor reguliere kaarten – 99% recycling, 1% stort, 100 jaar
C1-C4 en D voor hergebruikkaarten – 50% hergebruik, 49% recycling, 1% stort, 50 jaar

Type	MKI A1-A3 [€ per geïnstalleerde m^3 constructie]	MKI A-D [€ per geïnstalleerde m^3 constructie]	CO_2 A1-A3 [kg per geïnstalleerde m^3 constructie]	CO_2 A-D [kg per geïnstalleerde m^3 constructie]
Xstone s.g. 2.3	€4,42	€5,43	48,4	54,4
Xstone s.g. 2.3 hergebruik	€4,39	€3,40	48,1	32,7

13.0 / FYSIEKE MODELTEST LOCATIES



SCHROEF-STRAALBASIN

Kan gebruikt worden voor:
- Bodembescherming testen
- Kademuur ontgronding
- Stabiliteit onder schroefstraal belastingen

Deze locatie kan ook gehuurd worden

Eigenschappen
- 5.5 x 5.5m
- Water diepte tot 1.2m
- 11”/13”/15” schroeven met 11” spoed
- 2x 2k live video beelden
- Stroomsnelheid meter



GOLFGOOT

Kan gebruikt worden voor:
- (drijvende) golfbrekers
- Ontgrondingbescherming
- Hydraulische stabiliteit
- Overtopping simulaties

Deze locatie kan ook gehuurd worden

Eigenschappen
- 25 x 0.6 x 1.0m
- Water diepte tot 0.70m
- H_s = 0.15m, H_{max} = 0.30m
- Stroomsnelheid meter



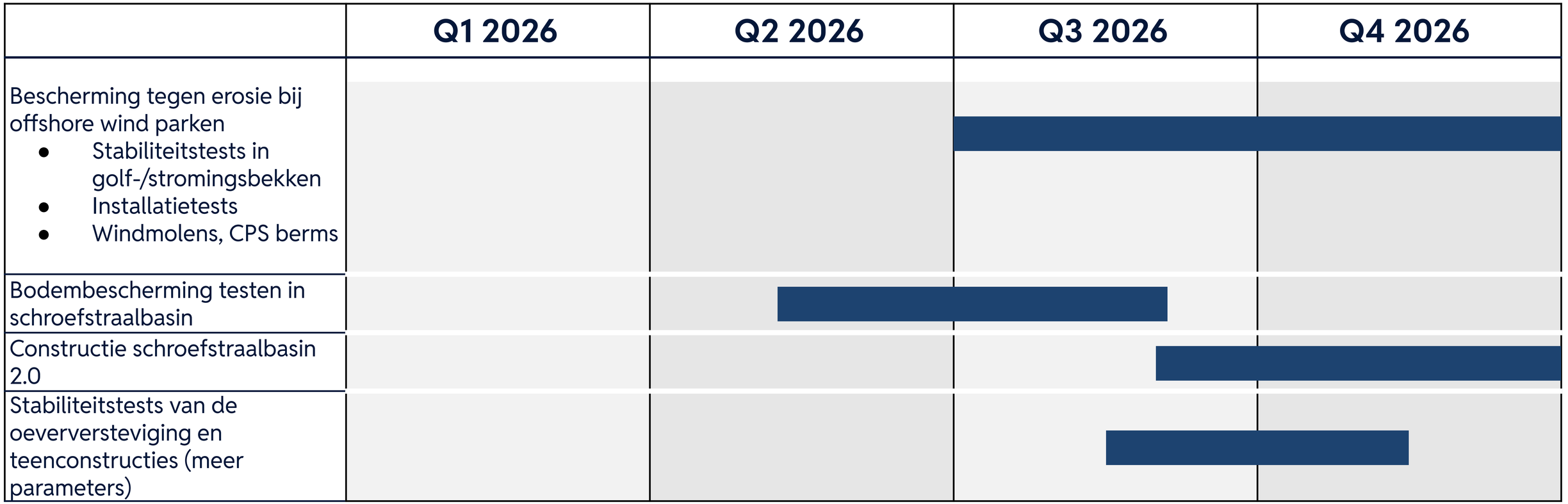
STROOMGOOT

Kan gebruikt worden voor:
- Filter structuur testen
- Stroming over dammen/kribben
- Stroming parallel aan dammen/kribben
- Bodembescherming testen

Deze locatie kan ook gehuurd worden

Eigenschappen
- 7.5 x 0.2 x 0.7m
- Water diepte tot 0.56m
- 6 pompen, 0.4m/s diepte gemiddeld, 0.03m^3/s
- Stroomsnelheid meter

14.0 / TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN



15.0 / GEBRUIKSVOORWAARDEN

1. Holcim is rechthebbende op het gepresenteerde foto- en videomateriaal van Xstone. Gebruik en verspreiding hiervan is slechts toegestaan na van Holcim verkregen voorafgaande toestemming c.q. een overeenkomst met Holcim.
2. Holcim verstrekt vrijblijvend informatie over (de mogelijkheden van) haar product Xstone.
3. Alle informatie met betrekking tot Xstone die (mondeling of schriftelijk) wordt gegeven door of namens Holcim, wordt te goeder trouw gegeven, maar kan niet worden beschouwd als enige garantie door Holcim voor wat betreft de prestaties of de geschiktheid van het product. Holcim is niet aansprakelijk voor de inhoud hiervan, ook niet tegenover derden.
4. Holcim staat niet in voor het bereiken van het resultaat dat een gebruiker van Xstone met behulp van Xstone wil realiseren, ook niet indien adviezen van Holcim betrekking hadden op het gebruik van de producten met het oog op dat resultaat.
5. De partij die ontwerpen maakt of laat maken voor het gebruik van Xstone is zelf verantwoordelijk voor het uitvoeren van testen en verificaties.
6. Indien op enig moment voorafgaande aan, tijdens of na het sluiten van een overeenkomst van de zijde van Holcim adviezen zijn verstrekt over het gebruik van Xstone, van welke aard ook, maken deze adviezen van de betrokken overeenkomst slechts deel uit en hebben zij in de relatie tussen partijen slechts betekenis en rechtsgevolg indien deze adviezen schriftelijk zijn verstrekt en de andere partij aan Holcim daarvoor een overeengekomen separate vergoeding verschuldigd is.
7. Holcim is niet aansprakelijk voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de door Holcim verstrekte productinformatie. Ontwerpen met Xstone zijn steeds de uitsluitende verantwoordelijkheid van de ontwerper. Holcim raadt aan deze ontwerpen te testen met fysieke modellen.
8. Op de relatie tussen Holcim en de ontvanger van de productinformatie is uitsluitend Nederlands recht van toepassing.

16.0 / BEELDMATERIAAL



Schroefstraal basin



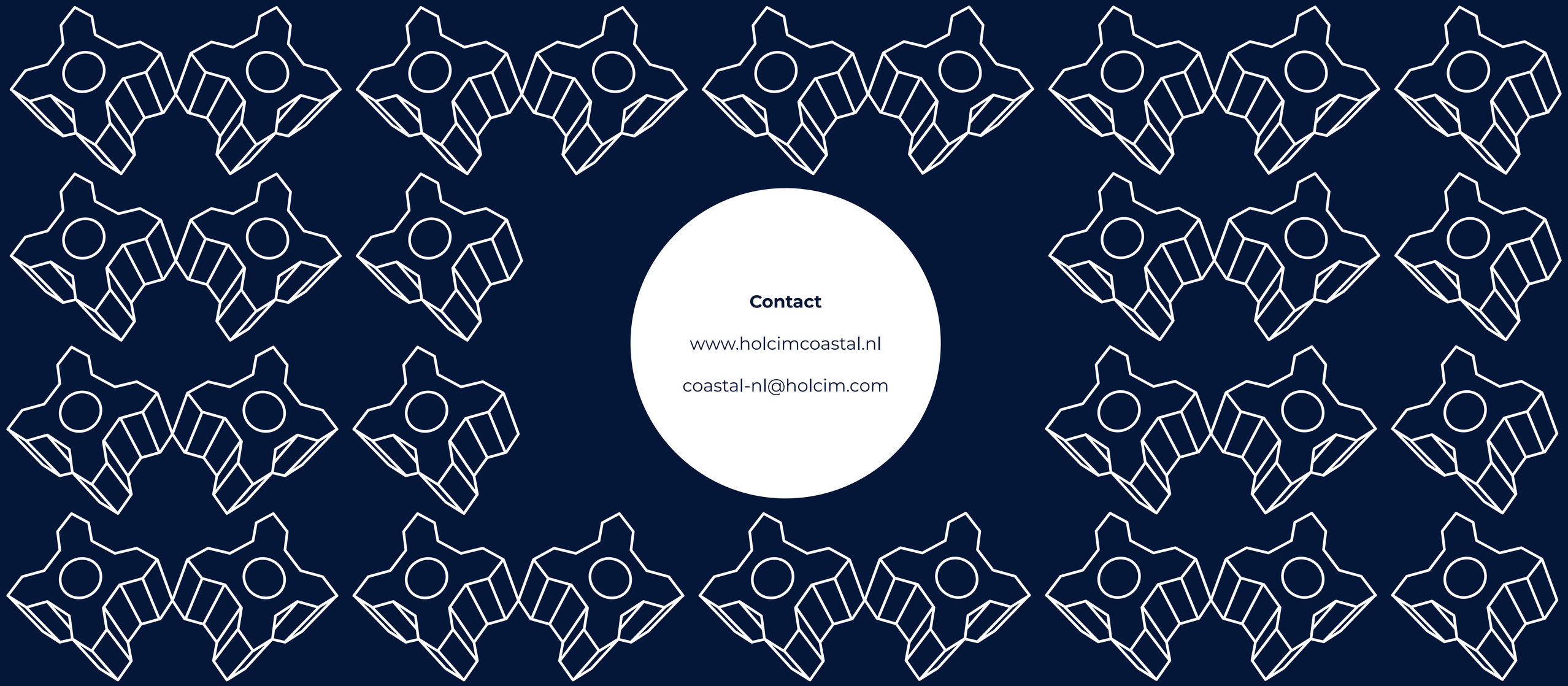
Xstone bij installatie als bodembescherming



Offshore wind bodembescherming bij Deltares

1:1 hellingen worden met gemak gebouwd!





Contact

www.holcimcoastal.nl

coastal-nl@holcim.com

Q4 2026
Holcim Coastal

HOLCIM

6.0 / GRANULAIRE FILTERLAAG

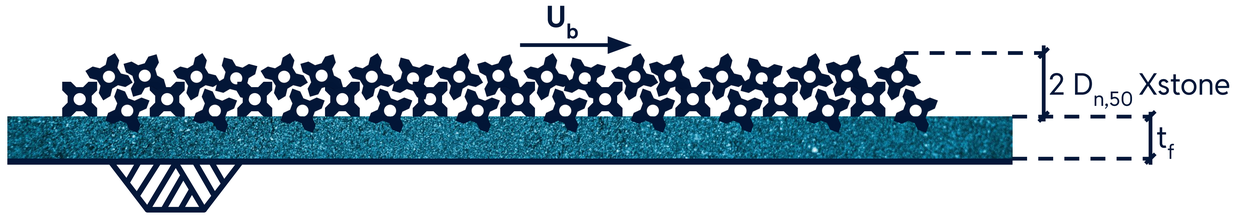
Geometrisch open & gesloten filters

Geometrisch open en gesloten filter

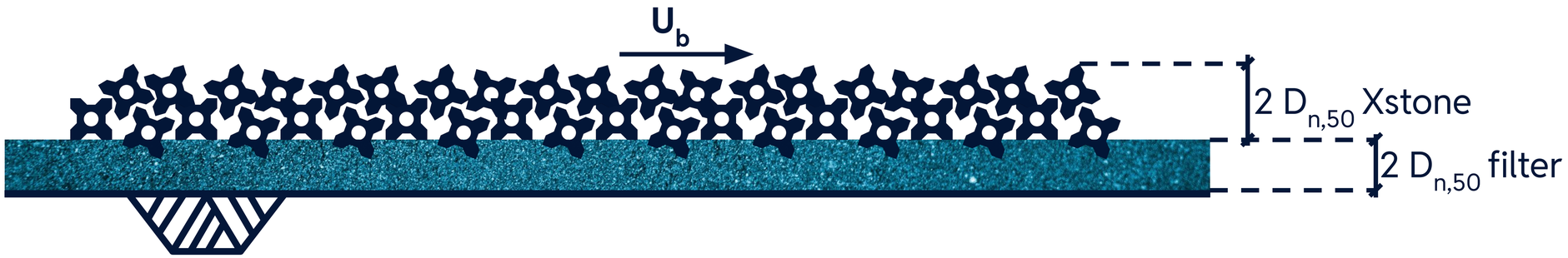
Afhankelijk van de hydraulische randvoorwaarden, laagdikte en geotechnische eigenschappen kan in bepaalde gevallen een filterlaag nodig zijn in combinatie met Xstone.

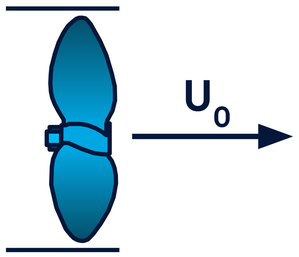
Bij toepassing in een dubbellaagse configuratie wordt in Tabel 6.1 een geometrisch gesloten en open filter voorgesteld. Het geometrisch gesloten filter is gebaseerd op de richtlijnen in CIRIA/CUR/CETMEF (2007), die zijn afgeleid voor toepassing met breuksteen in de waterbouw. Het geometrisch open filter is afgeleid uit fysische modelproeven in een stromingsgoot.

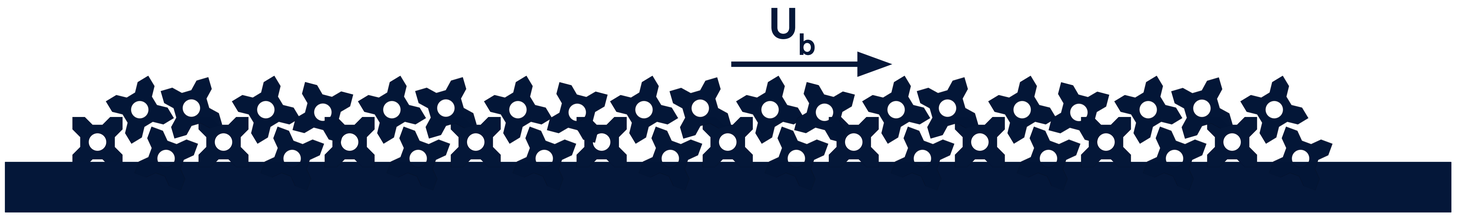
Let op: Deze configuraties zijn bedoeld als uitgangspunt voor het conceptontwerp. Afhankelijk van de projectspecifieke omstandigheden kan aanvullend onderzoek of verdere toetsing noodzakelijk zijn om de geschiktheid en uitvoerbaarheid te bevestigen.



CIRIA, CUR, CETMEF (2007). The Rock Manual: The use of rock in hydraulic engineering (2nd edition). CIRIA C683. London: CIRIA.


U_b
2 $D_{n,50}$ Xstone
2 $D_{n,50}$ filter


U_0


U_b

6.0 / GRANULAIRE FILTERLAAG

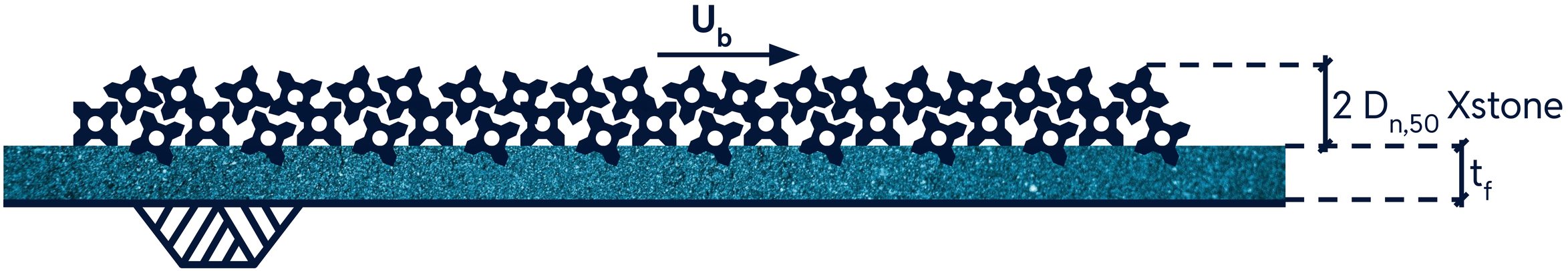
Geometrisch open & gesloten filters

Geometrisch open en gesloten filter

Afhankelijk van de hydraulische randvoorwaarden, laagdikte en geotechnische eigenschappen kan in bepaalde gevallen een filterlaag nodig zijn in combinatie met Xstone.

Bij toepassing in een dubbellaagse configuratie wordt in Tabel 6.1 een geometrisch gesloten en open filter voorgesteld. Het geometrisch gesloten filter is gebaseerd op de richtlijnen in CIRIA/CUR/CETMEF (2007), die zijn afgeleid voor toepassing met breuksteen in de waterbouw. Het geometrisch open filter is afgeleid uit fysische modelproeven in een stromingsgoot.

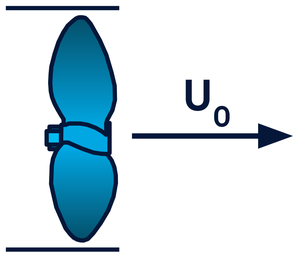
Let op: Deze configuraties zijn bedoeld als uitgangspunt voor het conceptontwerp. Afhankelijk van de projectspecifieke omstandigheden kan aanvullend onderzoek of verdere toetsing noodzakelijk zijn om de geschiktheid en uitvoerbaarheid te bevestigen.



CIRIA, CUR, CETMEF (2007). The Rock Manual: The use of rock in hydraulic engineering (2nd edition). CIRIA C683. London: CIRIA.

5.2 / ONTWERPTABEL SCHROEFSTRAALBELASTING

Type	Formaat D [cm]	Massa M [kg]	Ontwerp kritische bodemsnelheid $U_{b,max}$ [m/s]	Laagdikte (2 $D_{n,50}$) [m]	Blokken per m^3 [-]
Xstone 20	20	12.3	2.3	0.35	75.0
Xstone 30	30	41.4	2.8	0.52	22.2
Xstone 40	40	98.2	3.3	0.70	9.4
Xstone 50	50	191.8	3.7	0.87	4.8
Xstone 60	**60**	**331.5**	4.0	1.04	2.8

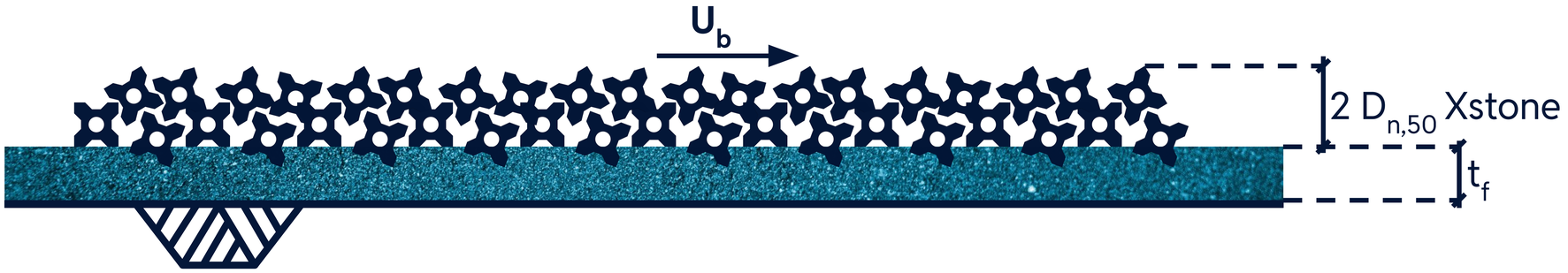


Let op: De weergegeven waarden zijn de meest conservatieve waarden van een groot aantal testomstandigheden, inclusief een veiligheidsfactor van 10%. De waarden dienen als uitgangspunt, maar bij andere omstandigheden is een modelproef aanbevolen.



5.3 / GEOMETRISCH GESLOTEN FILTER

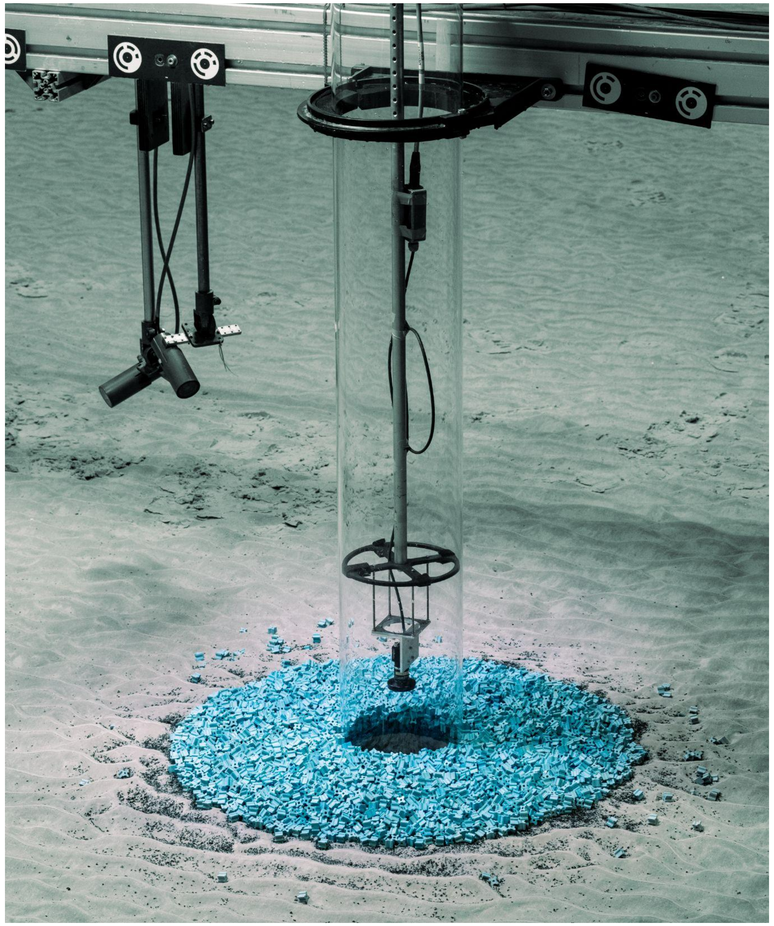
Type	Formaat D [cm]	Massa M [kg]	Voorgestelde steensortering voor de filterlaag U_c [mm]	Minimum filterlaagdikte tf [m]
Xstone 20	20	12.3	30/90	0.2
Xstone 30	30	41.4	30/90	0.2
Xstone 40	40	98.2	45/125	0.2
Xstone 50	50	191.8	45/125	0.2
Xstone 60	**60**	**331.5**	90/180	0.3



6.0 / OFFSHORE WIND SCOUR & CABLE PROTECTION

Xstone's application in hydraulic infrastructure
Xstone has various applications in hydraulic engineering, including river guiding dams, groynes, scour and bed protection as well as collision protection works. Its use in hydraulic engineering has multiple benefits:

1. **Flexible and adaptable:** Groynes or guide dams can be built entirely from Xstone, creating flexible structures that can be adapted to mitigate the effects of climate change.
2. **Efficient use of materials:** Its design allows for a steeper slope (up to 1:1), significantly reducing material usage compared to traditional river structures.
3. **Environmental benefits:** Its high structural porosity (60%) promotes habitat creation, while the bio-active concrete mix design attracts species
4. **Placement and transport:** Xstones are placed in bulk using a crane with a sorting gripper, orange peel grab or a (double) stone clamp and can be transported in bulk via river barges.

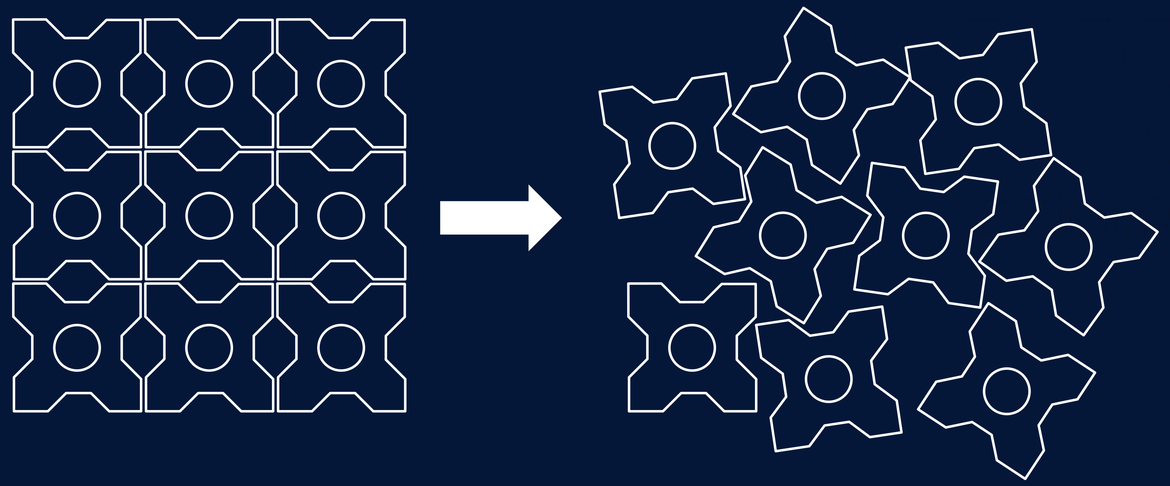


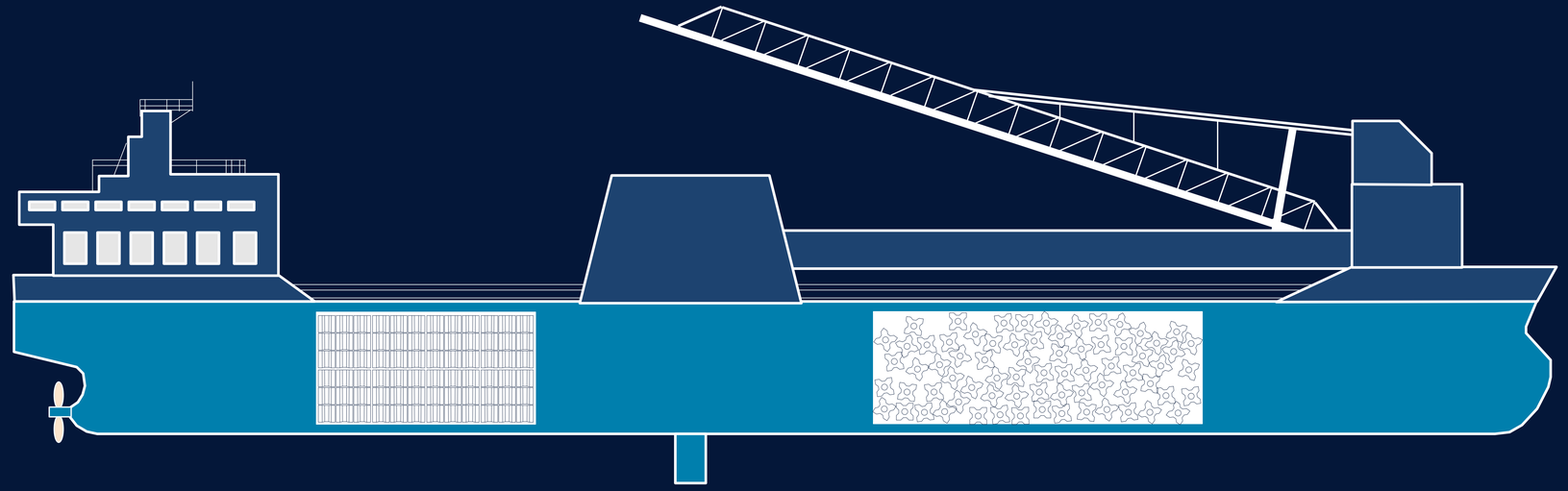
Required unit size
The required unit size of Xstone depends mainly on the design near-bed critical velocity (Table 5-1). Design near-bed critical velocities (U_c) were derived for Xstone through physical model tests. The model tests included two model setups with Xstone: as bed protection and within a river groyne. These near-bed critical velocities were measured at the Xstone units and therefore are not depth averaged velocities. The velocities are measured before failure of the structure occurred and include a 10% safety factor.

Xstone is available in the standard sizes shown in Table 5-1. Additional sizes may be available upon request.

Design table
The required Xstone sizes, their design near-bed critical velocity and properties are shown in Table 5-1. The table is based on a concrete density of ρ_c = 2300 kg/m^3







HOLCIM