

Bølgebrydere

Indhold

Beskrivelse	2
Tværsnit (tegning)	2
Dimensioneringsgrundlag	3
Funktion/virkning	3
Påvirkning af naturens frie dynamik, kystlandskab og miljø	4
Anlægsomkostninger	4
Drift og vedligeholdelse	4
Fremtidssikring	5
Fordele og ulemper	5
Muligheder for multifunktionalitet/rekreativ merværdi	5
Læs mere	6



Bølgebrydere ved Skagen

Beskrivelse

En bølgebryder er en konstruktion, typisk af sten, som er opført i en vis afstand fra stranden og parallelt med kysten. Bølgebrydere bygges ofte i grupper i den indre del af det aktive kystprofil.

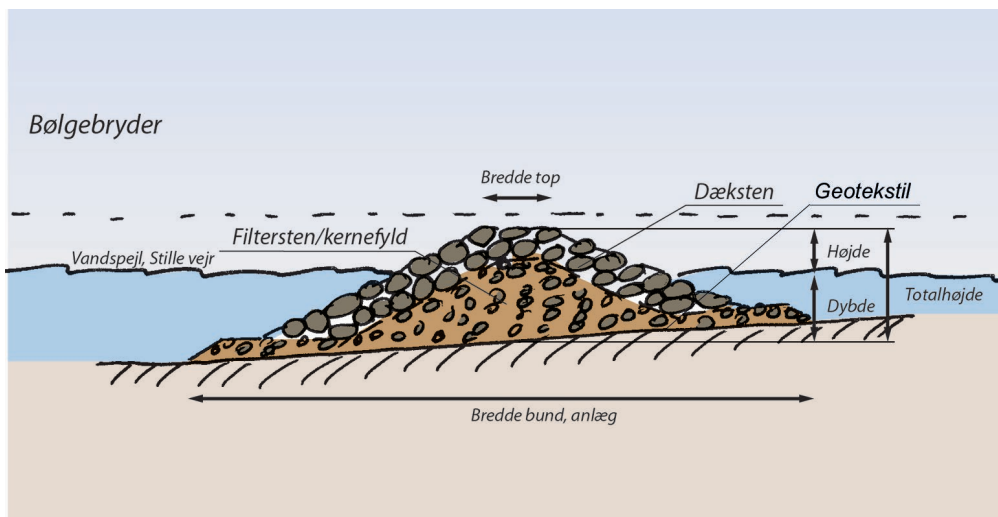
Afstanden til stranden bør svare til ca. 30 % af bølgebryderens bredde. Afstanden mellem de enkelte bølgebrydere bør svare til halvdelen gange længden af den enkelte bølgebryder. Højden kan variere, men vælges typisk til omkring 80 % af den dimensionsgivende vandstand.



Bølgebrydere ved Skagen

Tværsnit (tegning)

Bølgebrydere er som oftest opbygget med en kerne af fyld/filtersten dækket af to lag dæksten.



Dimensioneringsgrundlag

Følgende parametre skal indgå ved dimensionering af bølgebryderen:

- Bølgeforhold (fx bølgehøjde og bølgeperiode)
- Dimensionerende vandstand (højvandsstatistik)
- Længden af den strækning, der ønskes beskyttet
- Kystprofil (skrænttop, skræntfod, kystlinje, dybdekurver)
- [Erosionsraten](#), i forhold til at beregne evt. kompenserende fodring

Oversigt over bølgebrydere som funktion af eksponeringsgraden (farvandsområder)

Lille = fjorde, Moderat = sunde og bæltter, Stor = Kattegat og Østersøen, Meget stor = Vesterhavet

Eksponering	Dybde (m)	Topkote (m)	Længde (m)	Afstand (m)	Sandfyld (m ³ /m)	Læside-erosion (m ³ /m/år)*	Total-volumen (m ³)	Dæksten (m ³)
Lille	0,7	1,5	20	25	3	0,1	260	160
Moderat	1,5	1,5	64	80	20	0,3	1440	740
Stor	2,0	1,5	100	125	40	1	3000	1380
Meget stor	3,5	2,6	200	250	150	15	18.000	9000

*Denne mængde er regnet i forhold til længden af den beskyttede strækning.

Det er i tabellen forudsat, at der som en del af byggeprojektet fyldes sand ind bag bølgebryderne. Såfremt dette ikke sker, vil den umiddelbare virkning af bølgebryderne være erosion mellem dem. Sandfodringen kan s reducere læsideerosionen i den tid efter etableringsfasen, hvor sandet endnu ikke har lejret sig.

Herudover er det forudsat, at der over årene kompenseres for læsideerosionen ved at fodre langs strækningen på læsiden af gruppen af bølgebrydere. Den mængde, der evt. ville skulle fodres med for at kompensere for bølgebrydernes læsideerosion, svarer til det sand, som bølgebrydergruppen tilbageholder, hvilket her anslås til at være ca. 50 % af den erosion, der ville have fundet sted, der hvor bølgebryderne er placeret.

En sådan kompensationsfodring kan indgå som et krav for fremtidige projekter set i lyset af lovens krav om, at en kystbeskyttelsesforanstaltning ikke må skade nabostrækninger.

Funktion/virkning

Bølgebryderen virker dels ved at mindske den bølgeenergi, der når ind på kysten og i højere grad ved at nedsætte den del af langtransporten, som foregår mellem strandlinjen og bølgebryderen. Derved fanges en del af langtransporten, og sand aflejres bag bølgebryderen.

Bølgebryderne vil således reducere langtransporten bag sig og eventuelt helt blokere for den. Transportraten reduceres typisk med 50 % procent.

Ligesom det er tilfældet med kystbeskyttelsesforanstaltninger som hølfer vil en række bølgebrydere skabe læsideerosion på kyststrækningen nedstrøms anlæggene, som nu får reduceret sin tilførsel af sand, og man må derfor regne med, at der kan blive stillet krav om kompenserende sandfodring på den nedstrøms strækning.

På strækninger med bølger, der kommer ind med en lille vinkel, kan det være en fordel at opføre færre men større bølgebrydere, som er placeret med større afstand. Ved små indfaldsvinkler er langtransporten af mindre betydning, alligevel vil der også i sådanne tilfælde samle sig sand bag konstruktionen. Grunden er, at de brydende bølger virker ind mod stranden med en kraft, som forårsager bølgestuvning. Bag bølgebryderen er bølgerne meget svagere, og vandet vil derfor strømme ind bag bølgebryderen, hvor der ikke er nogen opstuvning.

Resultatet er en cirkulationsstrøm, som trækker sandet ind bag bølgebryderen. Da bølgebryderne mindsker bølgeenergien lokalt, har de en vis virkning mod akut erosion bag den enkelte bølgebryder.

Mellem dem er den akutte erosion dog ikke mindsket væsentligt, og på grund af cirkulationsstrømmen vil det eroderede sand føres ind bag bølgebryderne, hvilket kan forsinke den efterfølgende naturlige retablering af stranden.

Bølgebrydere er velegnede på erosionskyster, dvs. hvor kystprofilen rykker tilbage pga. en langsgående sedimenttransport, og hvor der føres mindre sediment ind i profilet, end der føres ud af profilet (kronisk erosion). Bølgebrydere fanger bølgetransporteret sand og kan bryde bølger fra flere indfaldsvinkler i modsætning til hølfer. Derfor er de velegnet til etablering på kyststrækninger, hvor der er en krumning.

Bølgebrydere bremser/reducerer erosionshastigheden på kysten, men stopper den ikke. [Erosionsraten](#) reduceres typisk med 50 %. Erosionen føres blot længere ned ad kystprofilen, og læsideerosionen udgør typisk 50 % af [erosionsraten](#).

Bølgebrydere standser ikke akut erosion, men reducerer den.

Påvirkning af naturens frie dynamik, kystlandskab og miljø

Påvirker naturens frie dynamik, idet langstransporten bremses. Falder i øjnene som en menneskeskabt struktur i kystlandskabet. Grupper af bølgebrydere skaber "guirlande-strand".



Anlægsomkostninger

På en moderat eksponeret kyst er prisniveauet ca. 1,28 mio. kr. for et stk. bølgebryder.

Anlægsomkostningerne afhænger dog af den ønskede størrelse på konstruktionen, kystens eksponeringsgrad, hvorfra materialet kommer m.m.

Drift og vedligeholdelse

Udgifterne til reparation af en korrekt dimensioneret bølgebryder vil være marginale, dog vil der kunne forekomme udgifter til jævnlig kompensationsfodring på læsiden af bølgebryderne.

Det kan over tid blive nødvendigt at efterfylde stenkastningerne, fordi stenene synker ned i sandet, og især fordi vanddybden ud for bølgebryderen øges, og stenene derfor kan blive revet ud af konstruktionen på grund af bølgepåvirkningen.

Fremtidssikring

Bølgebrydere kan forstærkes / forhøjes med henblik på fremtidssikring.

Fordele og ulemper

Generelle fordele

- Reducerer bølgepåvirkningen på kysten og bremser erosionen.
- En del af den langsgående transport vil kunne passere uden for bølgebryderen.
- Der dannes små sandstrande bag bølgebryderne, hvis konstruktionen er dimensioneret korrekt.

Generelle ulemper

- Begrænser den langsgående sandtransport, hvilket giver forøget erosion nedstrøms – læsideerosion.
- Forringer strandens æstetiske værdi.
- Skaber et stejlere og dybere kystprofil søværts for bølgebryderne.
- Nedsætter badesikkerheden pga. stærk strøm omkring bølgebryderen.

Muligheder for multifunktionalitet/rekreativ merværdi

Bølgebrydere er et teknisk anlæg, hvorpå ophold ikke er muligt.

Eksempler



Bølgebrydere ved Skagen. Bemærk læsideerosionen og den karakteristiske guirlandeformede strand

Læs mere

Højvandsstatistik (statistikker for ekstreme vandstande)

<http://kysterne.kyst.dk/hoevandsstatistikker.html>

Kystmorfologi (Læren om kystzonens former og deres dannelse)

Aagaard T., Nielsen N. & Nielsen J. (2008): Kystmorfologi. Københavns Universitet.

Shoreline Management Guidelines (Giver bl.a. overblik over kystdynamiske processer, kystmorfologi, kysttyper, planlægning)

Mangor, K., Drønen, N. K., Kærgaard, K. H. & Kristensen S. E. (2017): Shoreline Management Guidelines. DHI.

Kort uddrag:

https://www.dhigroup.com/upload/campaigns/shoreline/assets/ShorelineManagementGuidelines_Feb2017-TOC.pdf

Rock Manual (kan anvendes til dimensionering)

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

<http://www.kennisbank-waterbouw.nl/DesignCodes/rockmanual/introduction.pdf>

[Stenkurver \(viser vægten af sten som funktion af diameteren\)](#)

Sedimentklassifikation (korndiameter af sten, ral, grus, sand, silt, ler)

<https://www.masterpiece.dk/UploadetFiles/10852/36/Sedimentklassifikation.pdf>