

Stormflodsbarrierer og sluser

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	5
Fremtidssikring	5
Fordele og ulemper	5
Muligheder for multifunktionalitet/rekreativ merværdi	6
Læs mere	8



Ribe Kammersluse

Beskrivelse

Stormflodsbarrierer og sluser er konstruktioner, der etableres over et vandområde, som udgangspunkt i flodudmundinger, fjorde, vandløb eller havne.

Der skelnes imellem stormflodsbarrierer og sluser med følgende definitioner:

- Stormflodsbarrierer konstruktioner, der kun i tilfælde af stormflod eller højvandssituationer beskytter mod oversvømmelse ved at lukke for vandgennemstrømning fra havet ind i baglandet.
- Sluser er en fællesbetegnelse for konstruktioner, der har en daglig funktion i at regulere de ellers naturligt forekommende vandstande i vandområdet. Slusernes funktion kan opdeles i kategorierne afvandingssluse og navigationssluse.

En konstruktion kan varetage funktionen som både stormflodsbarriere og sluse; altså både den beskyttende effekt mod oversvømmelse samt den daglige regulering af vandstande.

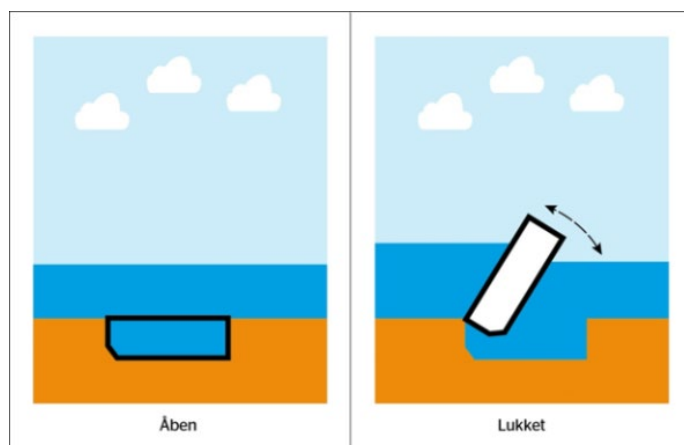
I et større oversvømmelsestruet område kombineres en konstruktion, der fungerer som barriere eller sluse ofte med andre løsninger mod oversvømmelse, som pumper, diger og højvandsmure. Et eksempel er digerne og sluserne i Vadehavet. Sluserne tillader ved lavvande i Vadehavet afvandning fra Ribe Marsken med vand fra Ribe Å, Kongeåen og flere små vandløb. I tilfælde af højere vandstand i Vadehavet end i vandløbene lukkes sluserne, så vandet ikke strømmer ind i Marsken.

Der findes forskellige typer af barrierer eller sluser. Disse har forskellige påvirkninger på vandområdet. Nogle konstruktioner er helt åbne under daglige forhold, og vil ikke forårsage større ændringer i sejlads, natur eller miljø. Andre konstruktioner er mere lukkede og kan have store påvirkninger på alt fra vandstand, strømhastigheder, saltindhold, miljøforhold og andre påvirkninger til følge.

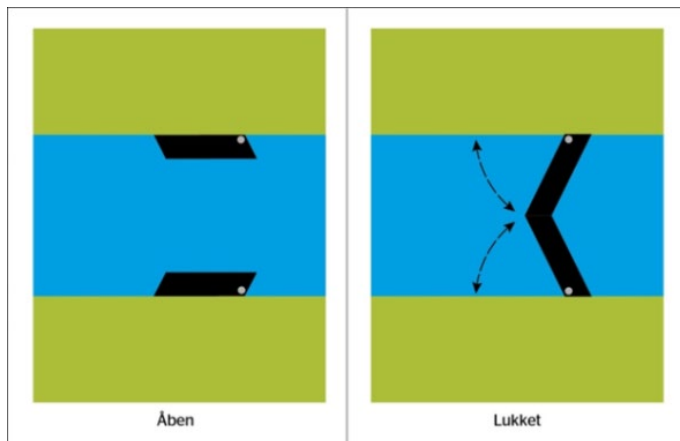
Tværsnit (tegning)

Der findes forskellige typer af konstruktioner med porte, som er cirkulerende eller roterende, skydeporte og pneumatiske konstruktioner.

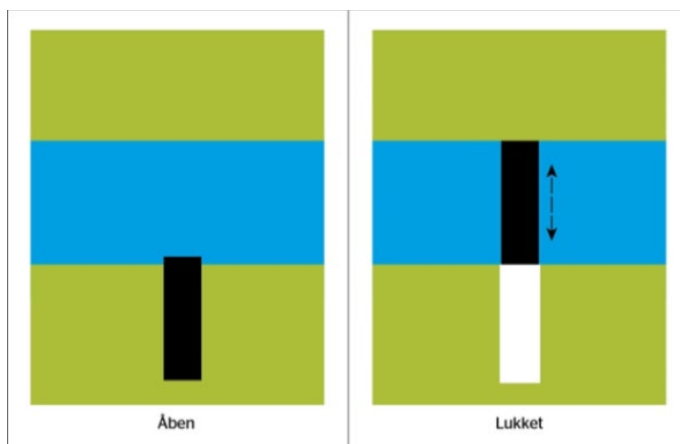
Port, som vipper op fra bunden (Venedig-barrieren)



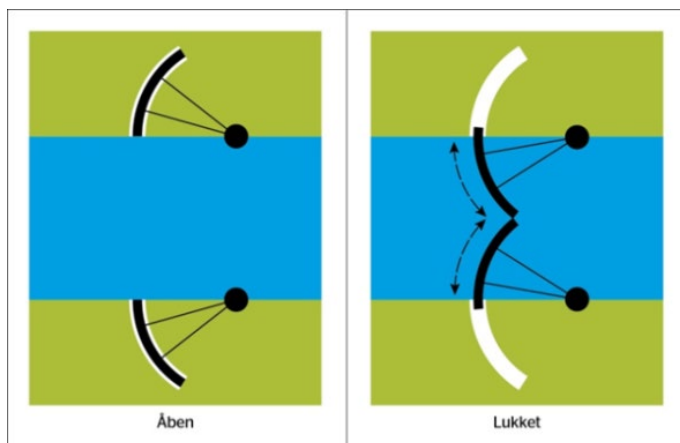
Roterende Port (f.eks. Kammerslusen i Ribe)



Skydeport – horisontal (eksempel slusen i Hvide Sande)



Cirkulerende porte (eksempel Measlant Stormflodsbarriere, Holland)



Dimensioneringsgrundlag

Dimensionering af stormflodsbarrierer afhænger af de lokale forhold i en sådan grad, at det er vanskeligt at give generelle retningslinjer herfor.

Funktion/virkning

Stormflodsbarrierer beskytter mod høj vandstand under en stormflod. Er barrieren opført som en sluse, tillader den under normale vejrforhold samtidig trafik og/eller afvanding af vand fra vandløb eller overfladevand fra baglandet.

Stormflodsbarrierer fungerer ved fysisk at spærre for gennemstrømningen af vand gennem konstruktionen under en højvandssituation. Dette kan gøres med metalporte, skodder, oppustelige gummimembraner eller andet. Stormflodsbarrierer er velegnet til at beskytte mod oversvømmelse via en fjord, flodmunding eller vandløb. Barrieren bruges ofte i kombination med diger, da de tillader daglig afvanding gennem digelinjen.

Stormflodsbarrieren er åben, når der ikke er et varsel om forhøjet vandstand, og generer dermed ikke skibstrafikken. En stormflodsbarriere kan med fordel anvendes, hvor der ikke er behov for daglig regulering af vandstande, men hvor der udelukkende er risiko ved oversvømmelser under stormflod.

For at konstruktionen kan anvendes som stormflodsbarriere, forudsættes et varslingsystem. Ved et varsel, hvor vandstanden kommer over et fastsat niveau, lukkes konstruktionen. Under en højvandssituation vil vandstanden derfor være lavere inden for barrieren og højere uden for barrieren. Den kan først åbnes igen, når vandstanden på begge sider af barrieren er i samme niveau. Dette kan under længerevarende storme føre til forhøjede vandstande på indersiden af barrieren, da vand fra baglandet ikke har mulighed for at løbe ud i havet. Dette kan nødvendiggøre andre tiltag, så som pumpeanlæg.

Stormflodsbarrierer og sluser kan lukkes enten automatisk eller manuelt. Det stiller forskellige krav til beredskabet.

Ud over at være en stormflodsbarriere har sluser også andre funktioner. Der findes to kategorier af sluser, som er navigationssluser (typisk kammersluser) og afvandingssluser. Navigationsslusers funktion er at tillade trafik af skibe, eller anden transport som f.eks. tømmer fra skovhugning, at blive transporteret fra et vandsystem til et andet med forskellige vandstande uden at udligne vandstandene eller tillade gennemstrømning. Dette ses f.eks. i klassiske kammersluser eller i skibselevatoreer.

Afvandingssluser bruges til at regulere vandstande ved at tilpasse gennemstrømningen gennem slusen fra siden med høj vandstand til siden med lavere vandstand. Afvandingssluser opretholder typisk en nøje planlagt balance i vandstanden på begge sider af slusen. Dette klares ved at variere gennemstrømningen f.eks. ved at åbne eller lukke et tilpasset antal sluseporte. Dette er ofte nødvendigt, da vandstande på begge sider af slusen varierer som resultat af årstid, vind og vejr, som giver forskellige behov eller begrænsninger for gennemstrømningen.

Påvirkning af naturens frie dynamik, kystlandskab og miljø

Ved planlægningen af en stormflodsbarriere og sluse, skal det forinden undersøges, hvordan konstruktionerne kan ændre hydrologien og dermed naturens frie dynamik. Dette vil påvirke miljøet ift. flora og fauna på land og på søterritoriet, fiskebestand, sedimenttransport mm.

Påvirkning af miljøet skal vurderes i anlægsfasen og i driftsfasen. I anlægsfasen sker der eksempelvis inddragelse af havbundsareal, spredning af spildt sediment som følge af gravearbejder, indsnævring af gennemstrømningsbredden, lokal ændring i vanddybden mm. Fysiske ændringer i driftsfasen kan være et ændret oversvømmelsesmønster af naturarealer, f.eks. strandenge, som dermed påvirkes, ændring af saltholdighed mm.

Afhængig af, hvilken stormflodsbarriere eller sluse, der vælges, kan anlægget være en synlig konstruktion i kystlandskabet. Der findes dog løsninger, hvor barrieren ligger på havbunden (fx Venedig-barrieren), og alene vil være synlig, når den er i funktion.

Anlægsomkostninger

Etablering og vedligeholdelse kan være omkostningstunge. Prisen vil afhænge af den valgte konstruktion og dimensioneringen af denne.

Endvidere vil omkostningerne afhænge af valgte materialer, gennemstrømningskapacitet, vandstanden den skal beskytte imod mm. I forbindelse med anlægsomkostninger bør også

indregnes udgifter til projektering og rådgiver, forundersøgelser (fx geotekniske undersøgelser og opmåling af havbund), forskellige miljøundersøgelser og evt. miljøvurdering ift. VVM samt konsekvensvurdering ift. Natura 2000 samt bilag IV-arter.

Derudover kan der være udgifter til overvågnings- og prognosesystem.

Drift og vedligeholdelse

Lokalisering af skader samt større eftersyn, hvor hele konstruktionen gennemgås, foretages med et fastsat antal års mellemrum.

Det er vigtigt, at lukning af barrieren og slusen afprøves årligt. I den forbindelse kan beredskabet også gennemføre en øvelse, som var det en stormflodssituation.

I forhold til drift af eksempelvis afvandingssluser, som har indflydelse på vandstand og saltholdighed bagved slusen, afstemmes slusedriften med andre interessenter i området (f.eks. landbrug, fiskeri),

Vedligeholdelse og drift af stormflodsbarrierer og sluser afhænger af det valgte system, f.eks. om det er et pneumatisk/hydraulisk system eller fysisk/elektrisk system.

Det er vigtigt at have et overblik over alle komponenter, der indgår i konstruktionen, herunder hvor tilgængelige de er på markedet, og hvor mange, der bør være på lager.

Det anbefales, at der udarbejdes en vedligeholdelsesplan i forhold til, hvornår de enkelte komponenter skal udskiftes. Som en del af vedligeholdelsen forudsættes eksempelvis ved vedligeholdelsen af sluserne i Thorsminde og Hvide Sande, men også i tilfældet med Venedig barrieren, at der er en ekstra port til rådighed. Dette skal indberegnes i anlægs- og vedligeholdelsesudgifterne.

Vedligeholdelsesarbejder bør planlægges i god tid, især når der skal foretages reparationer, hvor slusekamre skal tømmes for vand. På grund af trykforskelle skal det planlægges, hvor hurtigt et slusekammer kan tømmes og fyldes i forhold til differensvandtryk, så der ikke sker skade på konstruktionen. Til reparationer under vand skal der bruges dykkere.

Til vedligeholdelse og drift kræves en faglig kvalificeret medarbejderstab.

Fremtidssikring

Det er vigtigt at få fastsat en målsætning for, hvilken vandstand, bølger mm, barrieren skal beskytte imod. Da der er store udgifter forbundet med etablering af slusen, bør man se på fremtidige vandstandsstigninger. Det samme gælder for kapacitet til afvanding og vandstandsregulering.

Fordele og ulemper

Generelle fordele

- Ved at etablere en stormflodsbarriere forkortes kyststrækningen, og det stiller mindre krav til højvandsbeskyttelse bag ved barrieren.
- Kan etableres som en regional løsning. Barrieren kan beskytte store områder mod oversvømmelse og derved beskytte mange værdier.

Generelle ulemper

- Der kan være store omkostninger forbundet med etablering og drift af en stormflodsbarrierer og sluser.
- Mere lukkede konstruktioner kan påvirke miljøet og skibstrafikken.
- Der skal være fokus på øvelser, vedligeholdelsesplan, uddannelse og opretholdelse af betjening og beredskab.

Muligheder for multifunktionalitet/rekreativ merværdi

En stormflodsbarriere og sluse kan kombineres med en broforbindelse til at forbinde bredderne af en fjord eller vandløb afhængigt af lokale forhold og miljøpåvirkninger. En afvandingsssluses mulighed for at regulere vandstandene kan i nogle tilfælde have positive effekter på sejlads, fiskemuligheder, natur og miljø.

Stormflodsbarrierer og sluser kan være et tilløbsstykke for turister i området. Ved Kammerslusen ved Ribe er der eksempelvis en rampe/bro, som besøgende kan gå hen over. Slusen i Hvide Sande er et populært fiskested. Men mange stormflodsbarrierer, som de er designet i dag, giver ikke mange muligheder for multifunktionalitet.

Eksempler



Ribe Kammersluse

Højer Sluse (den gamle) og Ribe Kammersluse er kammersluser, som tillader sejlads selv ved forskellige vandstande på hver side af slusen. De kan stå helt åbne for at udligne vandstandene på hver side af slusen. Vidåslusen (den nye sluse på det fremskudte dige ved Højer) og slusen i Thorsminde er afvandingsluser. I Hvide Sande er der både en afvandingsluse og kammersluse.



Kammersluse i Hvide Sande

Slusen i Hvide Sande har flere funktioner: 1) beskytte fjorden mod stormflod, 2) regulere vandstand i fjorden 3) opretholde en saltbalance i fjorden (gøres ved at lukke vand ind fra havet under visse forhold), 4) tillade passage for fisk. Slusemesteren skal altså planlægge, hvor mange sluseporte, der skal åbnes og lukkes, samt hvornår, for at dette regnestykke går op.



Vidåslusen på det fremskudte dige ved Højer



Maeslant Stormflodsbarriere, Holland (kilde: I-storm Conference 2007, Venedig)



Venedig Barriere (kilde: Deltares, I-Storm & Rijkswaterstaat: Overview Storm Surge Barriers 2018)

Læs mere

Højvandsstatistik

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

Film om oversvømmelse og stormflodsbarriere i Holland – Rijkswaterstaat

<https://vimeo.com/253609871>

I rapporten "Overview Storm Surge Barriers" udarbejdet af det hollandske konsulentfirma Deltares sammen med det internationale I-STORM netværk og det hollandske ministerium for infrastruktur og miljø Rijkswaterstaat er der flere informationer om forskellige typer konstruktioner, der fungerer som stormflodsbarrierer, og mange af dem også som sluser:

http://www.masterpiece.dk/UploadetFiles/10852/25/Deltares_2018_Overview_storm_surge_barriers_komprimeret.pdf

Shoreline Management Guidelines

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