

NOVEMBER 2020  
REGION HOVEDSTADEN OG REGNVANDSFORUM

# STORMFLOD OG HAVVANDSTIGNING – STRATEGI FOR KLIMATILPASNING AF SMÅ HAVNE

RAPPORT





NOVEMBER 2020  
REGION HOVEDSTADEN OG REGNVANDSFORUM

# STORMFLOD OG HAVVANDSTIGNING – STRATEGI FOR KLIMATILPASNING AF SMÅ HAVNE

RAPPORT

PROJEKTNR.

A095193

DOKUMENTNR.

300

VERSION

3.0

UDGIVELSESDATO

18. nov. 2020

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

Jeppe Sikker Jen-  
sen, Peter Holt  
Overgaard

KONTROLLERET

Bo Christensen

GODKENDT

Jeppe Sikker Jen-  
sen



# INDHOLD

1	Baggrund og formål	7
2	To typer af havne	9
2.1	Løsninger	9
2.2	Adaptiv strategi for sikring	10
3	Havne ved strandparker	12
3.1	Problemstillingen	12
4	Ishøj og Vallensbæk Havn	14
4.1	Eksisterende forhold	14
4.2	Højvandstatistik for området	15
4.3	Udfordringer	16
4.4	Opsummering	28
4.5	Perspektivering	29
5	Byhavne	31
5.1	Problemstillingen	31
6	Kastrup Gammel Havn	32
6.1	Eksisterende forhold	32
6.2	Udfordringer	34
6.3	Løsninger	34
6.4	Opsummering	39
6.5	Perspektivering	41
7	Idekatalog over mulige indsatser ift. havne	42
7.1	Beredskabsløsninger	42
7.2	Øge Robustheden	43
7.3	Lokale sikringer	44

## 7.4 Ydre løsninger

45

# 1 Baggrund og formål

Region Hovedstaden og Regnvandsforum ved HOFOR har gennem de seneste år analyseret problemstillingen ift. truslen fra den stigende havvandstand og stormflod. Arbejdet omfatter hele kystlinjen fra Ishøj i syd til Lyngby-Taarbæk i nord. Arbejdet er afrapporteret i to rapporter udarbejdet af COWI:

- > Stormflod og havvandsstigninger, februar 2018
- > Udredning om stormflod og havvandstigning i regi af Regnvandsforum – stormflodssikring, juni 2019

Den første rapport (herefter benævnt baggrundsrapport A) analyserede risikoen for stormflodsskader i hovedstadsområdet. Rapporten fokuserede på de samfundsøkonomiske konsekvenser ved ikke at gøre noget samt på kystens modstandsdygtighed og det eksisterende beredskab. Grundlaget var avancerede hydrauliske beregninger af oversvømmelser fra stormflod baseret på den nyeste viden om historiske stormfloder, statistisk analyse og de forventede klimaændringer. Analysen inddrog viden om stormfloder fra de seneste 1000 år.

Den anden rapport (baggrundsrapport B) går et skridt videre, idet den skitserer konkrete tiltag, analyserer, hvilke niveauer det er optimalt at sikre sig til, og belyser tidsperspektivet for etablering af sikringen. Rapporten beskriver de enkelte tiltag og analyserer de samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster ved tiltagene. Stormflodstruslen for Hovedstadsregionen er forskellig fra syd til nord.

## Små havne er en særlig problemstilling

Arbejdet med baggrundsrapporterne har tydeliggjort, at der er en særlig udfordring ift. klimatilpasning af de små havne i regionen. De små havne er et væsentligt bindeled i samspillet mellem baglandet og vandet. Havnene i Køge Bugt Strandpark giver mulighed for sejlad, fiskeri, vandski og andre fritidsinteresser, der ikke kan serviceres fra en strandpark uden havne. De små havne i byerne kobler ligeledes byerne med vandet og giver en del af de samme muligheder, som strandparken giver.

I denne rapport søger vi at besvare:

- > Hvordan kan man sikre disse mindre havne mod den øgede trussel fra den stigende havvandstand og stormflod?
- > Hvilke alternativer findes til diger og sluser?
- > Kan der med disse alternativer opnås en acceptabel sikkerhed?

Rapporten diskuterer også, om løsningen er at opretholde den nuværende anvendelse og fastholde det eksisterende sikringsniveau - eller om der med fordel kan tænkes i alternativ anvendelse af arealerne, eller om der er egnede alternativer til sikring ved etablering af faste anlæg.



## 2 To typer af havne

Langs hele kysten er der både små lokalhavne og lystbådehavne, som fx. Valensbæk, Ishøj, Kastrup og Dragør Havn, og større havneområder som Københavns Nordhavn.

De store havne indgår som en naturlig del af stormflodsikringen og fx. Nordhavn ligger for størstedelens vedkommende indenfor den forventede fremtidige ydre sikring af København.

For de mindre lokale havne kan en stormflodsikring være en dyr løsning. Generelt kan der arbejdes med ydre sikringer i form af fx. sluseporte, der kan lukkes ved højvande, eller der kan arbejdes med indre sikringer, som dog kan være svære at forene med havnens daglige anvendelse.

De små havne kan opdeles i to karakteristiske typer: Havne ifm. strandparker og bynære havne.

- > Havne i forbindelse med strandparker er adskilt fra de bagvedliggende byer af strandparken. De fungerer som byens åndehul for at kunne komme på vandet i form af sejlads, fiskeri, vandski, vandscooter, surfing mm. Mens de mellemliggende strande anvendes til badeaktiviteter. For havnene i Køge Bugt Strandpark gælder at det er unge havne, og kulturen er således opstået gennem den seneste generation.
- > De bynære havne er derimod ofte gamle havne med en historie, der knytter sig til erhvervslivet i byen, samt som fiskerihavn. Disse havne kan have en betydelig alder og er kulturelementer, som ønskes bevaret.

Havnene er generelt robuste, men kan have sårbare installationer ifm. servicebygninger samt kloakering, der kan påvirkes af oversvømmelser. Udløbene fra spildevandskloak og eller fælleskloak kan ved stormflod lede havvand tilbage til renseanlæg med deraf følgende problemer.

Der er mange lokale forhold, der skal tages hensyn til ifm. sikringen af havnene. I nogle tilfælde kan sikringen indarbejdes i en samlet plan for havnen, hvor der tages hensyn til funktion ved en højere middelvandstand og samtidig tages hensyn til adgangsforhold, erhverv, turisme og rekreative muligheder.

Arbejdet med problemerne rejser spørgsmålet om, hvorvidt traditionel sikring af havnene er eneste vej frem, eller om der skal tænkes i mere alternative og robuste løsninger, der gør havnene modstandsdygtige overfor den stigende vandstand og truslen fra stormflod, således at de med tiden løbende tilpasses i anvendelse og sårbarhed.

### 2.1 Løsninger

I baggrundsrapport B er angivet to principper for løsninger baseret på hhv. en indre og ydre sikring af havnen. En ydre sikring af havnen løser i princippet alle

udfordringerne, men er en dyr og besværlig løsning, både med hensyn til anlæg og drift. En indre statisk løsning med forhøjelse af sikringen omkring havnen er billigere.

Et alternativ til en omfattende fysisk sikring er at gøre havnene mere modstandsdygtige over for de kommende trusler fra den stigende vandstand og stormflod. Hvis havnene bliver mere modstandsdygtige, flyttes behovet for stormflodssikring til Stormflodssikring af de bagvedliggende arealer omfatter oftest andre tiltag end selve havnearealerne og vil for strandparkhavnenes vedkommende også omfatte digerne mellem havnene, dvs. hele strandparken.

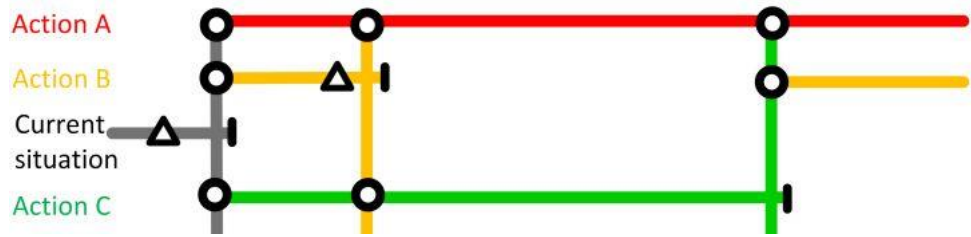
Mulighederne kan opsummeres som følger:

Scenarie	Tiltag i havnene	Tiltag for sikring af baglandet	Konsekvens
1	Ingen indgreb	Ingen indgreb	Risikoen øges i takt med den stigende vandstand
2	Ydre sikring med diger og sluseporte	Sikring mellem havne	Reduceret/fastholdt risiko
3	Ingen indgreb	Indre sikring mellem havne og bagland, samt mellem havnene	Risikoen øges i havneområderne, men reduceres/fastholdes i baglandet
4	Sikring af ejendomme og aktiver på havnearealer	Indre sikring mellem havne og bagland, samt mellem havnene	Reduceret fastholdt risiko
5	Øge havnenes robusthed	Indre sikring mellem havne og bagland, samt mellem havnene	Sandsynligheden for oversvømmelse øges i havnene, men risikoen reduceres eller fastholdes, da sårbarheden reduceres. Risikoen reduceres/fastholdes i baglandet.

Scenarie 1, 2 og 3 er behandlet i baggrundsrapport B. I denne rapport fokuserer vi på de konkrete muligheder på havnearealerne både ift. sikring og i forhold til at øge robustheden i scenarie 4 og 5.

## 2.2 Adaptiv strategi for sikring

En metode for adaptiv klimatilpasning er skitseret i figuren herunder.



Figur 1 *Dynamic adaptiv policy pathway* ([www.deltares.nl](http://www.deltares.nl))

Figuren illustrerer forskellige veje til en løbende klimasikring over tid. Den nuværende situation (grå) hvor vi står nu er uholdbar og der skal skiftes spor til en af de 3 aktioner: A, B eller C. Aktion A, har lang levetid og kunne f.eks. være en ydre sikring med forhøjede moler og sluser. Aktion B har kortere levetid. Dette kunne f.eks. være at gøre havnearealer og husene derpå mere robuste og modstandsdygtige, så der ikke opstår skader ved oversvømmelser, på sigt må man derfor skifte til en anden løsning A eller C. Men på et tidspunkt står vandet så højt at dette ikke er en løsning. Aktion C, kan være en lokal sikring af huse mm og lokale diger på havnearealerne. Dette kan holde længere end aktion B, men på et tidspunkt skal der skiftes til aktion A, eller findes en helt anden løsning, som ikke er skitseret. Det er således ikke givet, at den mest landsigtede løsning er den bedst egnede, da det kan indebære en overimplementering i de første mange år.

## 3 Havne ved strandparker

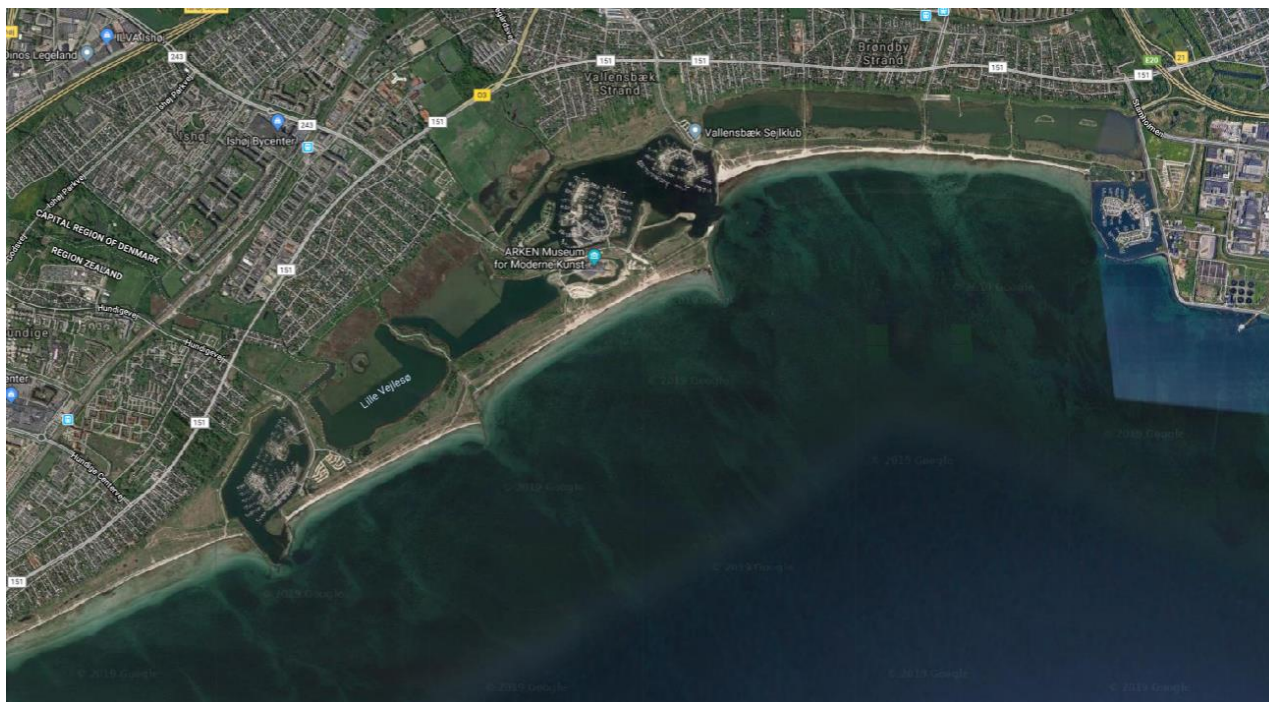
### 3.1 Problemstillingen

Der er ingen havne i Amager Strandpark, men Køge Bugt Strandpark inkluderer i alt 4 havneområder på tre lokaliteter. Området administreres af Strandparken I/S.

#### 3.1.1 Strandparken I/S

Strandparken er et landskab skabt ved et af Nordeuropas største inddæmningsarbejder. Den er anlagt i årene 1976-1979 og består af en 7 km lang strand med klitter, parkeringspladser, adgangsveje og kiosker. Mellem strand og bagland ligger 6 søer, der via slusebygværker står i forbindelse med Køge Bugt.

Der er tillige blevet plads til 4 lystbådehavne som grønne ø-havne i Brøndby, Vallengsbæk, Ishøj og Hundige. Havnene er kommunalt ejede og derfor ikke en del af Strandparken IS.



Foruden at være et stort rekreativt område for befolkningen i hovedstadsregionen udgør klitterne sammen med dæmningsvolde en effektiv sammenhængende kystbeskyttelse for baglandet ([www.strandparken-kbh.dk](http://www.strandparken-kbh.dk)).

Strandparken blev anlagt som en tiltrængt højvandsbeskyttelse og for at forbedre vandkvaliteten i de meget lavvandede kystnære områder. Den blev etableret ved indpumpning af 1,5 mio. m<sup>3</sup> sand, hvorved der etableredes klitvolde, som blev beplantede med 2,6 mio. hjælmeplanter fra den jyske vestkyst.

Topkoten blev fastsat politisk til 2,93 m DVR90 (3,0 DNN), hvilket sikrede udsigten fra tagterrasser. Digerne ved havnene er i kote 2,23 m (2,3 DNN). Enkelte digepartier når op i kote 4. Det er vurderet, at sikringen, da den blev etableret, svarede til en 200-års hændelse.

Vandkvaliteten i søerne opretholdes ved en tidevandsstyret vandudskiftning, hvor vandet løber ind i søerne ved Vallensbæk/Ishøj Havn og ud ved hhv. Brøndby og Hundige Havn. Der er højvandsslukker ved udløbene fra St. og Lille Vejleå, og der er etableret aflastningsmulighed fra åerne til strandparksøerne, såfremt vandstanden i åen stiger i situationer, hvor højvandsslukket er lukket. Desuden er der etableret en nødpumpe ved udløbet fra St. Vejleå, som kan sikre afledning til Ishøj Havn i situationer med høj vandstand i Køge Bugt

Strandparken beskytter således de bagvedliggende ejendomme og værdier mod oversvømmelser, da vandstanden i strandparksøerne typisk kan holdes mellem -0,2/+0,5 m. Vandstandsvariationen er således mindre end ved normale vindpåvirkede højvandshændelser, og det har derfor været muligt at bygge tættere på vandet end ved de åbne kyster.

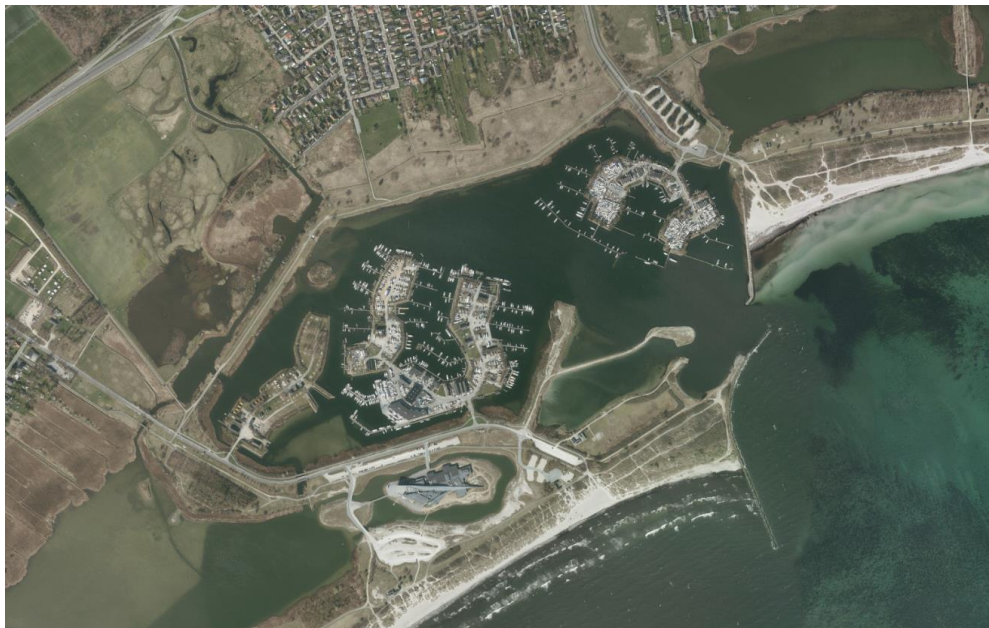
Det betyder samtidigt, at udfordringen med den stigende havvandstand kræver en fortsat udbygning af sikringen.

## 4 Ishøj og Vallensbæk Havn

Ishøj og Vallensbæk havne er sammenhængende midt i området. Vallensbæk Havn mod øst er den mindste havn i strandparken, mens Ishøj Havn er den største.

Den eksisterende beskyttelse mod højvande består af diger mellem havnene og så bagvedliggende diger i forbindelse med et stisystem rundt om havnene. Mange opfatter nok ikke digerne og stierne som højvandsbeskyttelse, men de har en væsentlig funktion i beskyttelsen af bagland.

### 4.1 Eksisterende forhold



Figur 2 Oversigtskort Ishøj og Vallensbæk Havne

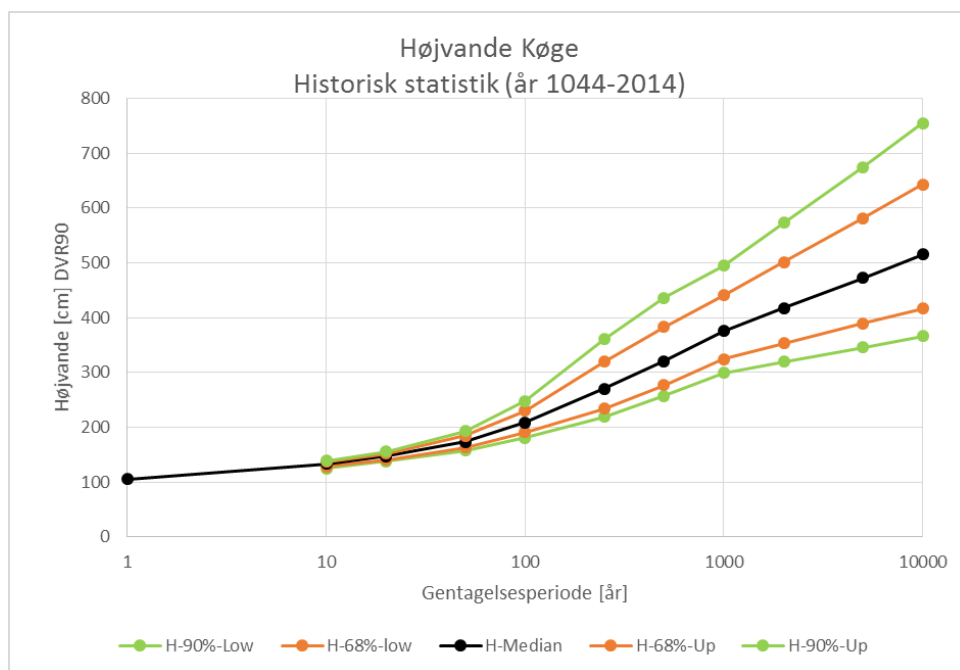
Oversigtskortet viser Vallensbæk Havn mod øst og Ishøj Havn mod vest.



Figur 3 Højdemodel over området. Digerne ses omkring havnen

## 4.2 Højvandstatistik for området

Hele strandparkområdet er truet af højvande fra syd og øst. Det er herfra, de mest ekstreme højvander, der kan ramme hovedstadsregionen, kommer. Højvandstatistikken er nærmere beskrevet i baggrundsrapport A.



Figur 4-4 Ekstremværdistatistik for Køge Havn uden klimaforandringer, baseret på historiske hændelser (Median=sort, 68% konfidensinterval=orange, 90% konfidensinterval=grøn).

Tabel 1 Stormflodskoter ved Køge Havn for højvande fra syd for år 2015.

Gentagelsesperiode (år)	10	20	50	100	250	500	1000	2000	5000	10000
Vandstand (cm)	133	147	174	209	270	321	376	418	473	515

Det fremgår af statistikken for den nuværende havvandstand, at hændelser med en vandstand i kote 1,8 kan forventes at forekomme med lidt over 50 års mellemrum. Dette vil medføre oversvømmelser af Vallensbæk Havn. En vandstand i kote 2,1 m som vil give problemer i Ishøj Havn svarer ca. til en 100-årshændelse, mens en vandstand i kote 2,3, som er sikringsniveauet omkring havnene svarer til ca. en 150-årshændelse.

I det følgende arbejdes med sikring på hhv. kort, mellemlangt og langt sigt, defineret som hhv. sikring til 2050, 2080 og 2120. Den forventede højvandsstatistik for disse tre tidsperspektiver er anført herunder.

Tabel 2 Stormflodskoter for eksisterende forhold på kort, mellemlangt og langt sigt. Med gul er markeret hændelser, hvor huse på havnearealer kan oversvømmes (kote 180 cm) og med rød koten for mulig oversvømmelse af baglandet (kote 230 cm).

Gentagelsesperiode (år)	10	20	50	100	250	500	1000	2000	5000	10000
Vandstand 2014 (cm)	133	147	174	209	270	321	376	418	473	515
Vandstand 2050 (cm)	153	167	194	229	290	341	396	438	493	535
Vandstand 2080 (cm)	177	192	219	253	314	365	420	462	517	559
Vandstand 2120 (cm)	220	234	260	295	357	407	463	505	560	602

Den nuværende sikkerhed svarer således til, at huse oversvømmes ved ca. en 100-årshændelse, mens baglandet oversvømmes med en 200 års hændelse.

I en vurdering af eventuelle tiltag skal det vurderes, om denne risiko er acceptabel, og om omkostningerne til yderligere tiltag står mål med den øgede sikkerhed.

### 4.3 Udfordringer

Udfordringen for disse havne er primært, at de er anlagt uden hensyntagen til, at havets vandspejl vil stige. Havnene er bygget op omkring en relativt flad østruktur med servicebygninger mm. Disse bygninger ligger ret udsat, og der opleves oversvømmelser af bygninger i Vallensbæk Havn allerede omkring kote 1,8 m.





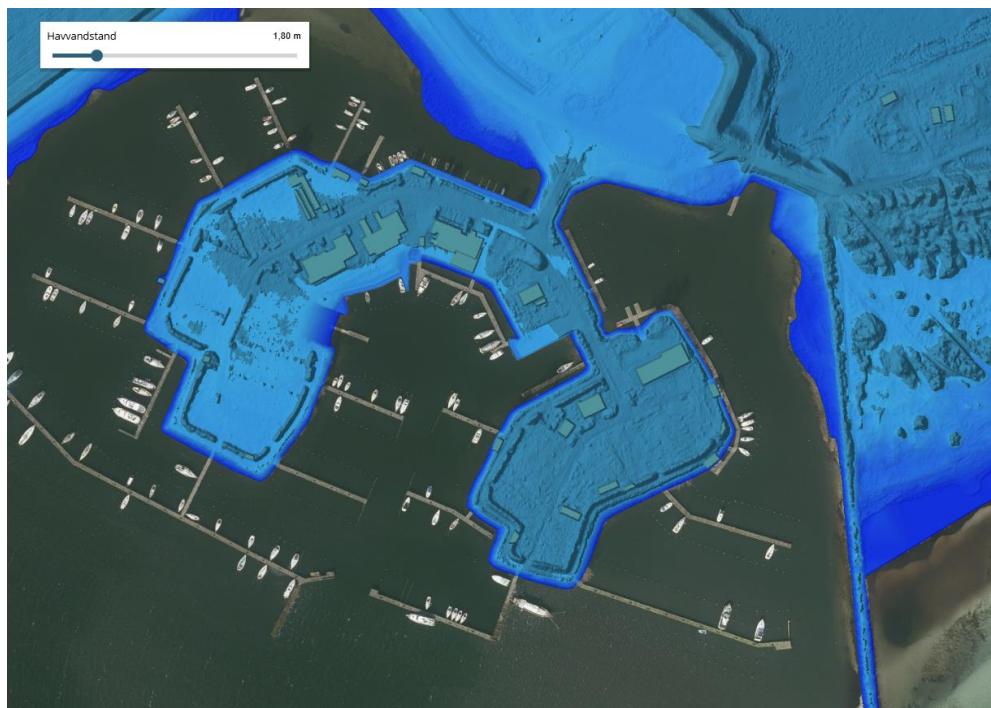
*Figur 5* Oversigtskort over Ishøj og Vallensbæk Havn med oversvømmelser i kote 2,3, svarende til det generelle beskyttelsesniveau som digerne omkring havnene giver det bagvedliggende opland.



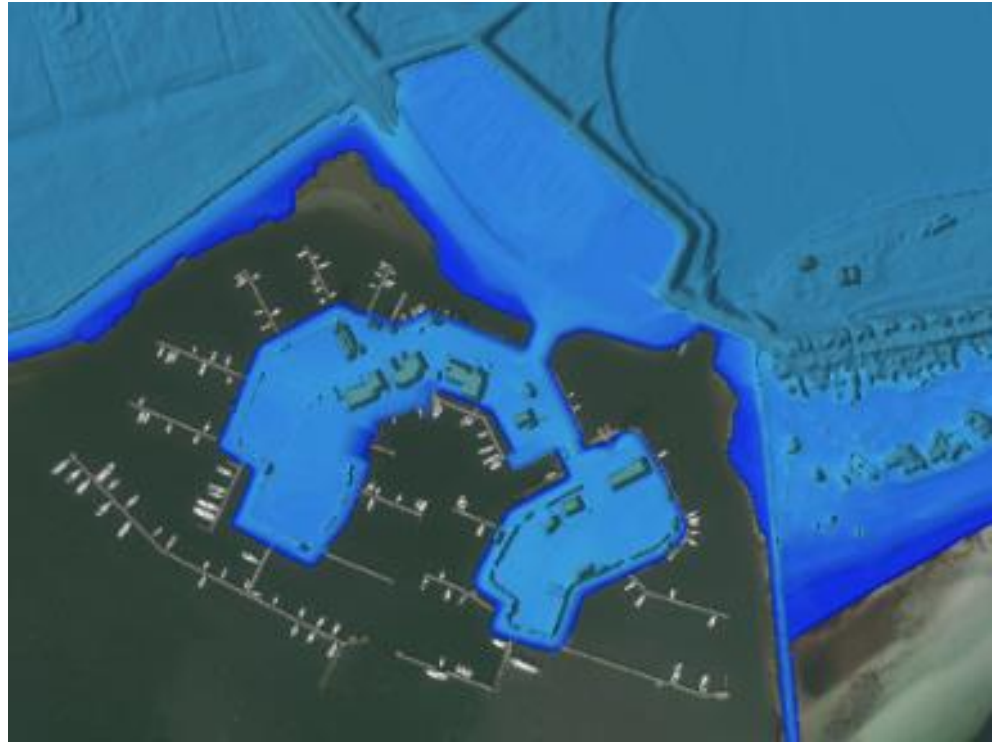
*Figur 6* Ishøj havn med vandspejl i kote 2,1. Her bliver de første bygninger ramt af vand.



Figur 7 Ishøj Havn med vandspejl i kote 2,3. Her er de fleste bygninger ramt af vand.



Figur 8 Vallensbæk Havn med vandstand i kote 1,8 m. Her bliver de første bygninger ramt af vand.



Figur 9 Vallensbæk Havn med vandspejl i kote 2,3. Her står der vand omkring alle bygninger.



Figur 10 Diget omkring Vallensbæk Havn

### 4.3.1 Fotos fra Vallensbæk Havn



Figur 11 Vallensbæk Havn, ejendomme vendt mod inderhavnen, fra begge sider



Figur 12 Vallensbæk Havn, Havnekontor

Vallensbæk Havn

Billederne fra Vallensbæk Havn viser, at bygningerne i selve havneområdet er træbygninger med forskellige servicefunktioner, restauranter mm. De er ikke udført, så der er særligt modstandsdygtige overfor oversvømmelser forårsaget af stormflod.

### 4.3.2 Fotos fra Ishøj Havn



Figur 13 Jorddige med "huller" omkring oplagsplads



Ishøj Havn, dykkerklubben



Figur 14 Ishøj Havn, restaurant



Ishøj Havn, lavtliggende bygninger



Figur 15 Ishøj Havn, lavtliggende bygninger

### 4.3.3 Kort sigt – 2050

Vallensbæk Havn	På kort sigt vil der være behov for en sikring af ejendommene på Vallensbæk Havn. Sandsynligheden for oversvømmelse vil jf. tabel 2 stige fra ca. 2% årligt i dag til 3-3,5% årligt i 2050. Dette vurderes, at være en betydelig risiko, der bør tages hånd om, såfremt ejendommene fortsat skal kunne anvendes til nuværende formål.
Ishøj Havn	På Ishøj Havn er risikoen ikke lige så stor. Sandsynligheden for oversvømmelse vil stige fra ca. 1% årligt til 1,5%. Det bemærkes dog, at ejendommene på Ishøj Havn umiddelbart vurderes til at have en højere værdi, og skaderne ved oversvømmelse derfor vil være højere.
Baglandet	Sandsynlighed for overskridelse af nuværende digekote, og dermed oversvømmelse af baglandet, stiger fra ca. 0,7% årligt til ca. 1 %.

### 4.3.4 Mellemlangt sigt – 2080

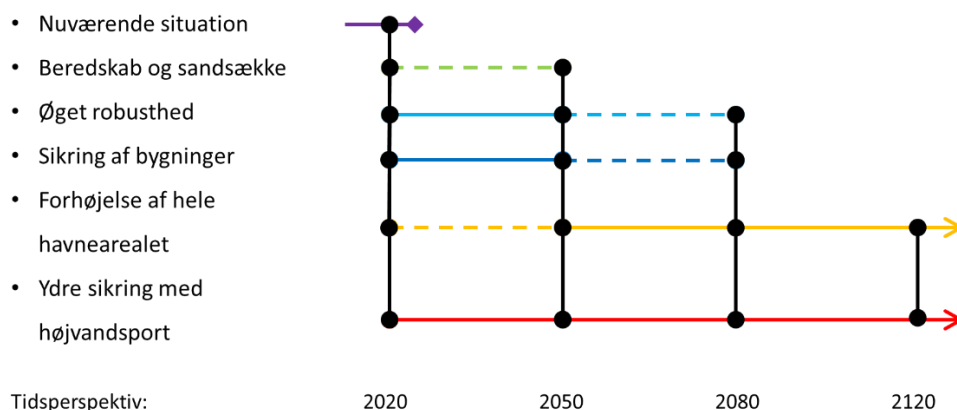
Vallensbæk Havn	På mellemlangt sigt er der et stort behov for sikring af ejendommene særligt på Vallensbæk Havn. Sandsynligheden for oversvømmelse vil stige fra ca. 2% årligt i dag til knap 10% årligt i 2080. Inden da skal der være etableret sikring eller ændret anvendelse af området.
Ishøj Havn	På Ishøj Havn vil sandsynligheden for oversvømmelse stige fra ca. 1% årligt til ca. 4 %. Det bemærkes, at ejendommene på Ishøj Havn umiddelbart vurderes til at have en højere værdi og skaderne ved oversvømmelse derfor vil være højere.
Baglandet	Sandsynligheden for overskridelse af nuværende digekote, og dermed oversvømmelse af baglandet, stiger fra ca. 0,7% årligt til knap 2%.

### 4.3.5 Langt sigt - 2120

Vallensbæk Havn	På langt sigt vil der være behov for en sikring af ejendommene særligt på Vallensbæk Havn. Sandsynligheden for oversvømmelse vil stige fra ca. 2% årligt i dag til meget ofte (langt over 10%) i 2120. Inden da skal der være etableret sikring eller ændret anvendelse af området.
Ishøj Havn	På Ishøj Havn vil sandsynligheden stige fra ca. 1% årligt til over 10 %. Inden da skal der være etableret sikring eller ændret anvendelse af området.
Baglandet	Sandsynligheden for overskridelse af nuværende digekote og dermed oversvømmelse af baglandet stiger fra ca. 0,7% årligt til ca. 5%.

### 4.3.6 Adaptiv tilgang til sikring af havnene

Baseret på ovenstående perspektiver kan skitseres nedenstående adaptive tilgang til klimasikringen af Ishøj og Vallensbæk Havne.



*Figur 16 Adaptiv tilpasning af Vallensbæk og Ishøj Havn. De forskellige farver illustrerer hver sin løsning, fuldt optrukken linjer er optimal tilpasning ift. situationen, stiplede linjer indikerer at løsningen ikke er optimal, enten over eller underimplementering. Sorte lodrette linjer, angiver muligheder for skift af strategi.*

Den nuværende situation er på kort sigt uholdbar og erstattes naturligt af en beredskabssituation, såfremt der ikke gøres noget aktivt for at sikre havnearealet. Beredskabssituationen har dog en begrænset levetid og er heller ikke 100% sikker, da der kræves en aktiv indsats ved stormflod. En sikring af havnearealer kan således bedst ske ved at øge robustheden af hele området, dvs. reducere skaderne ved stormflod, alternativt eller i kombination med sikring af bygninger. Den ydre sikring med en højvandsmur er selvfølgelig også en mulighed, men vurderes ikke nødvendig på kort sigt. En forhøjelse af hele havnearealet vil både sikre bygninger og øge robustheden. Dette bør dog ske samtidigt med gennemgående renoveringer i takt med at bygningerne trænger.

### 4.3.7 Løsningsmuligheder på havnene

#### Beredskabsløsninger

Såfremt der ikke gøres aktive tiltag, vil den nuværende situation langsomt glide over i en ren beredskabsløsning, hvor en indsats ifm. stormflod vil være afhængig af beredskabets kapacitet og tilrådeværende materiel. Det vil med tiden ikke være holdbart, da beredskabets mulige indsats er begrænset. Særligt ved de værste situationer må det forventes, at der vil opstå skader på bygninger.

Sandsække og watertubes kan anvendes til sikring af bygninger ved lave vandstande. Sandsække anvendes med fordel, hvor man bare skal sikre døre og andre mindre åbninger i terrænhøjde. Typisk op til en halv meter. Sandsække kan håndteres lokalt og det er en oplagt mulighed at inddrage havnenes brugere i beredskabet.

Watertubes kan ikke anbefales til enkeltbygninger, da længden af nødvendig sikring er meget lang ift. hvad der sikres.

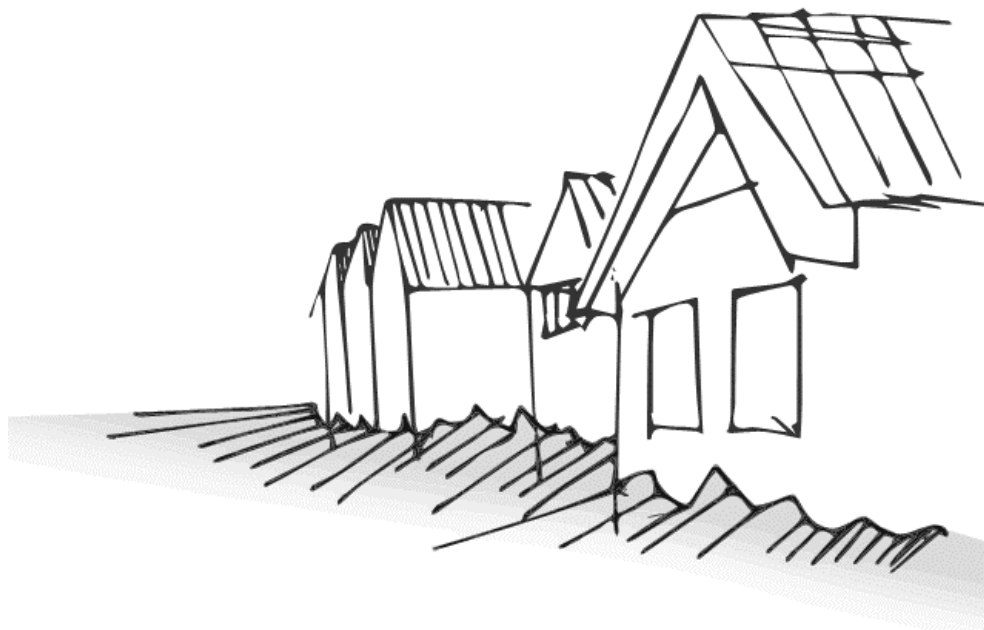
### Øget robusthed

En mulighed for imødegå den stigende trussel er at øge robustheden af area-lerne. Konkret handler det om at reducere konsekvensen af oversvømmelser. En øget robusthed kan således opnås ved at:

- > Fjerne de mest udsatte og sårbare bygninger.
- > Ændre arealanvendelsen på de lavest liggende havnearealer.
- > Reducere skaderne i bygninger, når der kommer vand. f.eks. at hæve inventar fra gulvet og sikre elinstallationerne.
- > Sikre bygninger mod indtrængende vand.

En forøgelse af robustheden handler også om at inddrage brugerne og borgerne i problemstillingen, således at de selv tager et ansvar i beskyttelsen. Stormflodshændelser sker jo primært i vinterhalvåret hvor bådene er på land. Det kan således arbejdes målrettet med at klargøre selve havnearealerne til mulige oversvømmelser og derved sikre, at skaderne herved bliver mindst mulige.

Det kan i den forbindelse anbefales at kommunerne engagerer sig i formidlingen og inddragelsen. Dette kan f.eks. ske ved at holde orienteringsmøder på havnen og illustrerer den nuværende trussel og klimaændringernes betydning. I den forbindelse kan der nedsættes arbejdsudvalg der arbejder på konkrete løsninger og udarbejder lokalt tilpassede forslag. Erfaringen fra andre lignende problemstillinger viser at det lokale engagement er vigtigt for at lykkes med en sådan proces.



Figur 17 Oversvømmede bygninger ved Vallensbæk Havn

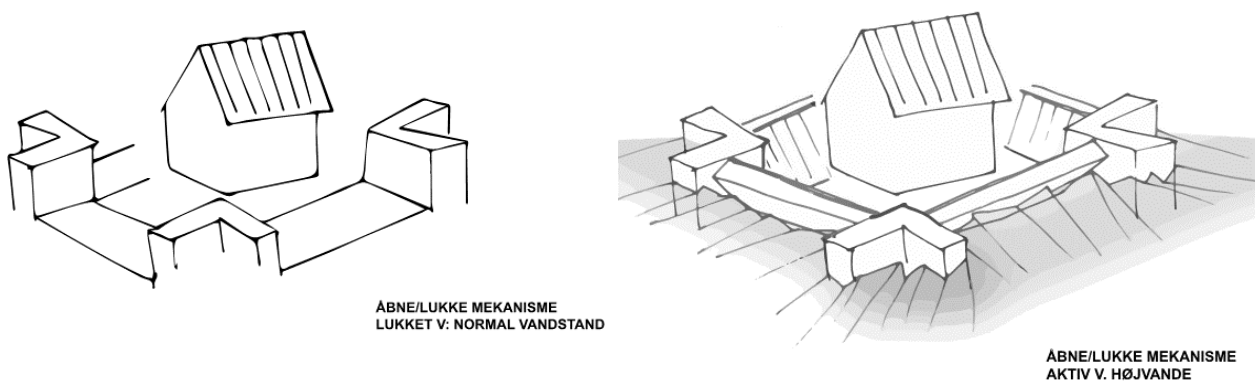


## Sikring af bygninger

Dette leder over i konkret forslag til at sikre bygningerne på havnen. Mulighed for at sikre bygninger i havneområderne er:

- > Semipermanente løsninger
- > Stationære løsninger
- > Stationære dynamiske løsninger, herunder etablering af lokale åbne/lukke mekanismer

Semipermanente løsninger kan samtænkes med stationære og stationære dynamiske løsninger



Figur 18 Illustration af ide bag en simpel lukke/åbne mekanisme, baseret på flydende hængslede elementer, som automatisk flyder ovenpå og lukker for vandet ved højvande.



Figur 19 Simple lukke åbne mekanisme illustreret ved Vallensbæk Havn.



Figur 20 "FloodFrame" er et eksempel på en af de løsninger der er på markedet, egnet til beskyttelse af enkeltejendomme. [www.floodframe.com](http://www.floodframe.com)



Figur 21 Støttemur for at beskytte restaurant ved Ishøj Havn, som samtidigt kan skabe merværdi med siddepladser.

Støttemure etableres typisk, hvor man kan nøjes med en sikring på op til 1 meter. Bliver de højere end det, kommer de til at virke meget afskærmende og bryder forbindelsen mellem land og vandsiden. Ved Ishøj Havn vil en støttemur på ca. 80 cm give en god sikring. Det giver samtidigt mulighed for at etablere rekreative elementer i form af bænke og andet. Niveaufri passage og adgang til bådebroen kan sikres med porte udført i stål eller træ.

#### Forhøjelse af hele havnearealet

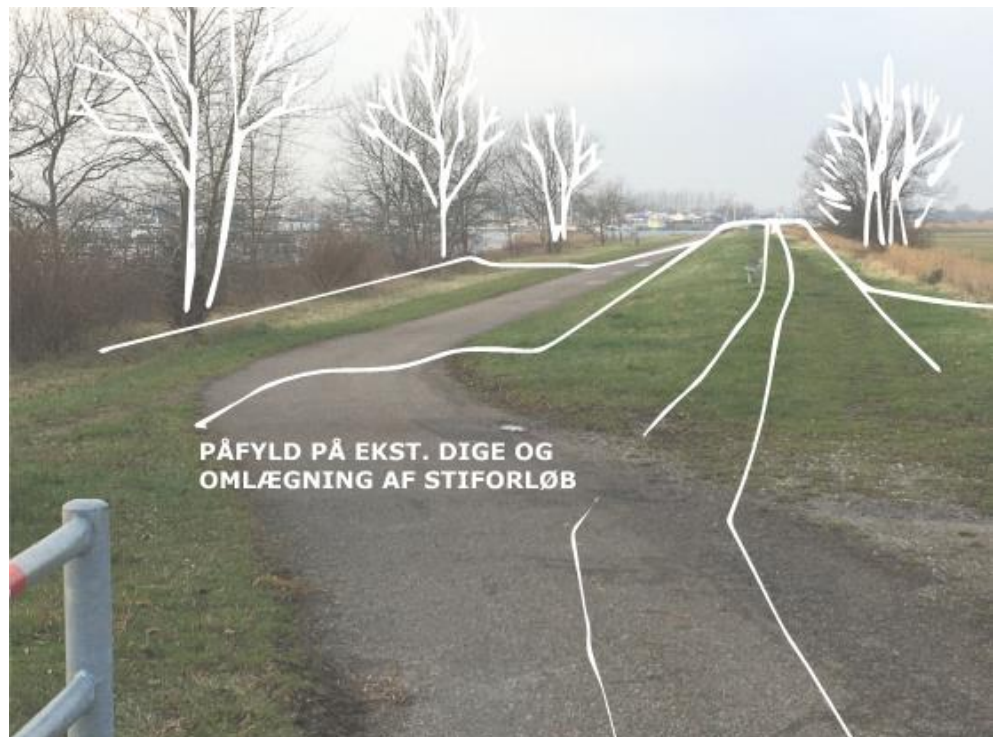
Et alternativ på den mellemlang og lange bane til at etablere en højvandsport er en gradvist og løbende forhøjelse af hele havnearealet. Dette kan se etapevist

for hhv. Ishøj og Vallensbæk Havn i takt med at bygningerne skal hovedrenoveres. Der kan i den forbindelse udarbejdes en ny lokalplan for havnearealerne, der fastlægger fremtidige sikringsniveauer ifm. renovering, således at det er klart for ejerne, hvilke niveauer de skal sikre til ved renovering. Sikring kan ske ved hævnning af fundamenter. Der bør ligeledes laves en plan for forhøjelse af vejarealer og de åbne arealer, hvor dette vurderes nødvendigt. For de arealer, der anvendes til oplagring af både om vinteren, skal det vurderes, om de ydre diger, der også beskytter mod bølger, ligeledes skal forhøjes.

Terrænet skal hæves i takt med vandstandsstigningen, hvor det dog skal indregnes, at sikkerhedsniveauet allerede er reduceret, siden arealer blev anlagt. Det anbefales således at arbejde med en plan om at hæve arealerne med ca. 0,5 m i perioden 2050-2080.

#### 4.3.8 Løsningsmuligheder for at sikre baglandet

Den simple løsning for at sikre baglandet er en forhøjelse af de eksisterende diger. Dette kan enten ske ved en simpel forhøjning eller etablering af mure. En af ulemperne ved en forhøjelse af digerne er at den nuværende udsigt udover digerne forsvinder. Dette kan imødekommes ved at forlægge stien op på diget, evt på en repos.



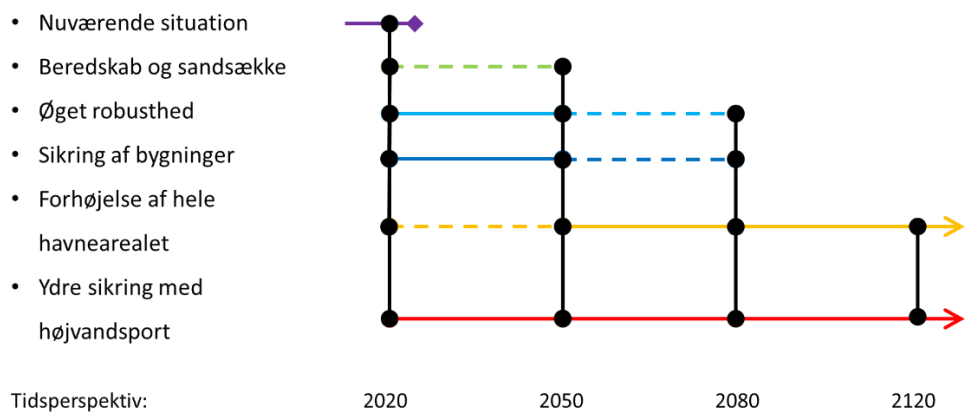
Figur 22 *Simpel forhøjelse af dige samt forlægning af eksisterende sti.*



Figur 23 De eksisterende diger mellem strandparksøerne kan simpelt forhøjes ved at påfylde yderligere materiale og sikre, at bevoksningen følger med op.

#### 4.4 Opsummering

I det følgende sammenlignes de forskellige løsninger og prissættes relativt til hinanden i en sammenligningsmatrice. Sammen med den adaptive tilgang gives et overordnet bud på sikring af Vallensbæk og Ishøj Havne.



Figur 24 Adaptiv tilpasning af Vallensbæk og Ishøj Havn. De forskellige farver illustrerer hver sin løsning, fuldt optrukken linjer er optimal tilpasning ift. situationen, stiplede linjer indikerer at løsningen ikke er optimal, enten over eller underimplementering. Sorte lodrette linjer, angiver muligheder for skift af strategi.

Figur 25 *Adaptiv tilpasning af Vallensbæk og Ishøj Havn. Antal af timeglas angiver varigheden af sikringen, jo flere jo længere. Antal af mønter angiver om løsningen er billig eller dyr, uden at den dog er prissat endeligt. Under sikkerhed er angivet med en smiley hvor sikker løsningen samlet set er.*

Indgreb	Tidsperspektiv	Økonomi	Sikkerhed	Bemærkning
Nuværende situation	-	-	☹️	Uholdbar
Beredskab og sandsække	🕒	🪙	☹️	Midlertidig løsning
Øget robusthed	🕒🕒	🪙	😊	God på den korte bane
Sikring af bygninger	🕒🕒	🪙🪙	😊	God på den korte bane
Forhøjelse af havnearealet	🕒🕒🕒	🪙🪙🪙	😊	Godt planlægningsperspektiv
Ydre sikring med højvandsport	🕒🕒🕒	🪙🪙🪙	😊	Alternativ til forhøjelse af havneareal

På grundlag af den udførte analyse anbefales en strategi for sikring af Vallensbæk og Ishøj havne baseret på at øge robustheden af arealerne, evt. i kombination med sikring af bygningerne, hvor dette kan gøres ved simple og billige indgreb.

I løbet af de kommende 10-20 år bør der udarbejdes en konkret plan for hvordan man etapevist kan hæve havnearealer og bygninger ifm. renoveringer. Herved kan havnearealerne bevare deres funktion og opretholde det nuværende sikringsniveau. Det anbefales at involvere havnenes brugere i disse tiltag. For at fastholde sikringsniveauet for baglandet, hvor værdierne er meget større, skal der sideløbende ske en forhøjelse af digerne, som ligger mellem havnene og mellem havnene og land.

## 4.5 Perspektivering

Metoden og resultaterne fra analysen af mulighederne for at imødegå oversvømmelsesproblematikken i Vallensbæk og Ishøj Havn kan med mange parallelle perspektiveres til de øvrige havne i forbindelse med strandparken.

Overordnet kan det konkluderes, at værdierne på havnearealerne ifm. bygninger er relativt små sammenholdt med risikoen og de omkostninger, der vil være ved at etablere en ydre sikring i form af porte.

På det grundlag kan generelt anbefales at arbejde med en adaptiv løsning, baseret på tre grundprincipper:

- > Forøgelse af havnenes robusthed
- > Sikring af bygninger, hvor det er kost-effektivt
- > Udarbejde en plan for en gradvis forhøjelse af havnearealerne.

Ovenstående bør ske i tæt dialog og samarbejde med havnenes brugere, hvorved der ligeledes kan opnås et endnu større engagement i forhold til etablering af en fælles sikring.

## 5 Byhavne

### 5.1 Problemstillingen

De små havne i byerne omkring København har gennem tiden udviklet sig fra byernes livsnerve ift. fiskeri og lokalt erhverv til mere rekreativ anvendelse, men med små lokale fiskersamfund og restauranter mm.

Kastrup Gammel Havn er en af de lokale havne i regionen, som stadig har et lokalt fiskersamfund. Havnen er truet af den stigende vandstand og risikoen for stormflod.

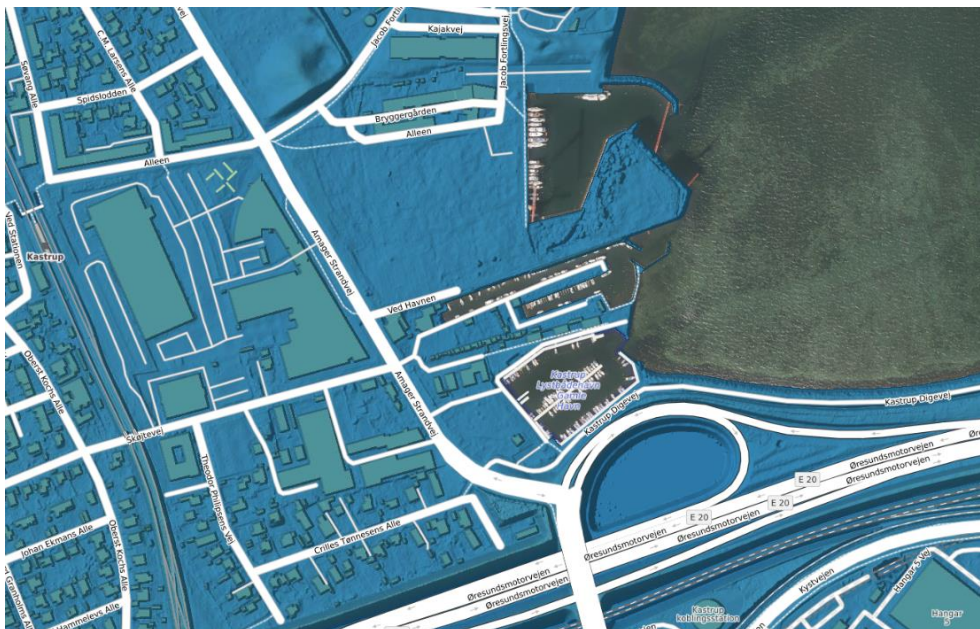
## 6 Kastrup Gammel Havn

Kastrup Gammel Havn ligger som en lang tange mellem Kastrup Gammel Lystbådehavn og den nyere lystbådehavn mod nord. Sikringen af den gamle lystbådehavn og Kastrup Gammel Havn er to forskellige problemstillinger, som behandles i det følgende.

### 6.1 Eksisterende forhold



Figur 26 Oversigtskort



Figur 27 Oversigtskort med terrænmodel





Figur 28 TV: Den sydlige mole i Kastrup Gammel Lystbådehavn. TH: Indermolen i Kastrup Gammel Lystbådehavn.

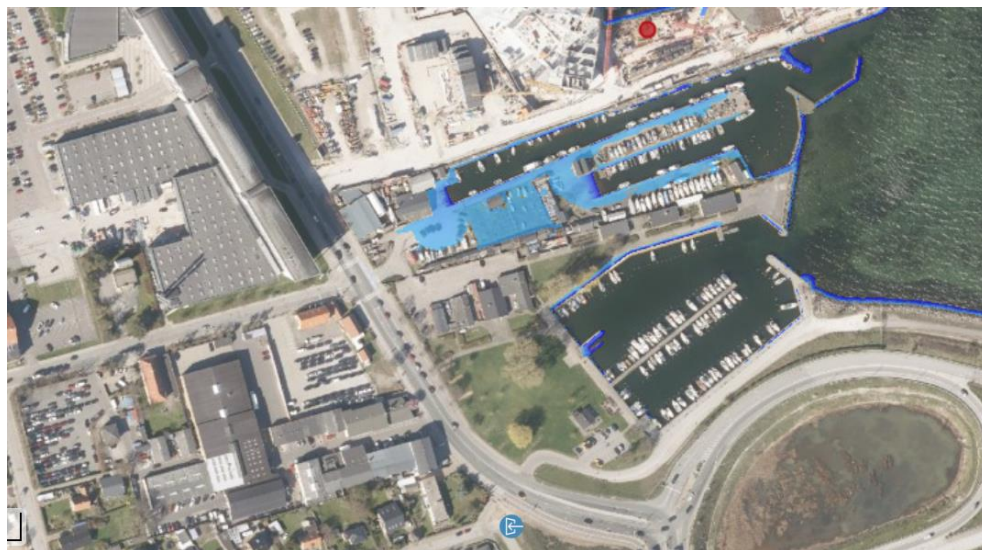


Figur 29 TV: Indermolen i Kastrup Gammel Lystbådehavn. TH Havnebassinet i Kastrup Gammel Havn

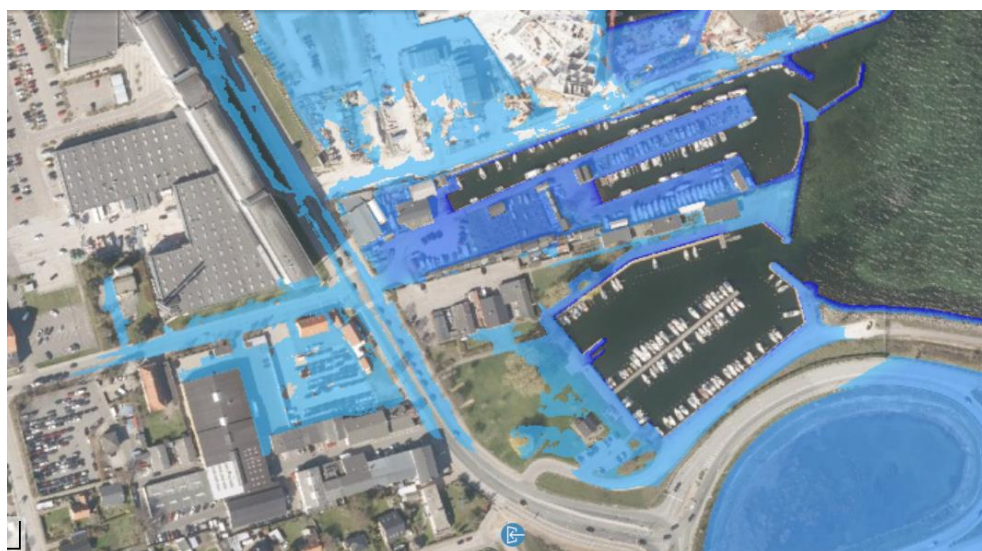


Figur 30 TV: Fiskerhytter mellem de to havnebassiner. TH: Det lavtliggende område, vest for strandvejen, bag begge havne. Selve vejen ligger i kote 1,60 m og oversvømmes i dag ved ca. en 100-årshændelse.

## 6.2 Udfordringer



Figur 31 Kastrup Gammel Havn med vandstand i kote 1,00 m. En del af havneareaerne mellem gammel havn og lystbådehavnen bliver oversvømmet.



Figur 32 Kastrup Gammel Havn med vandstand i kote 1,61 m. Det er den kote, hvor vandet lige akkurat kan finde vej til baglandet. Ved højere vandspejl oversvømmes en større strækning af Amager Strandvej.

## 6.3 Løsninger

I baggrundsrapport B er angivet to principper for løsninger baseret på hhv. en indre og ydre sikring af havnen. Den ydre sikring af havnen løser i princippet alle udfordringerne, men er en dyr og besværlig løsning både ift. anlæg og drift. Omkostningerne må forventes at være højere end ved en indre statisk løsning baseret på forhøjelse af sikringen omkring havnen.

I det følgende arbejdes med sikring på hhv kort, mellemlangt og langt sigt defineret som hhv. sikring til 2050, 2080 og 2120. Den forventede højvandsstatistik for disse tre tidsperspektiver er anført herunder.

*Tabel 3 Stormflodskoter for eksisterende forhold på kort, mellemlangt og langt sigt. Med gul er markeret hændelser, hvor bygninger på havnearealer kan oversvømmes (kote 100 cm) og med rød koten for mulig oversvømmelse af baglandet (kote 160 cm).*

Gentagelsesperiode (år)	10	20	50	100	250	500	1000	2000	5000	10000
Vandstand 2015 (cm)	139	148	158	165	173	179	185	191	198	203
Vandstand 2050 (cm)	159	168	178	185	193	199	205	211	218	223
Vandstand 2080 (cm)	183	192	202	209	217	223	229	235	242	247
Vandstand 2120 (cm)	226	235	245	252	260	266	272	278	285	290

### 6.3.1 Kort sigt – 2050

#### Havnearealer

De lavest liggende dele af havnen ligger under kote 1,0 m og oversvømmes således ca. en gang årligt ved høj vandstand allerede i dag. Ved kote 1,6 er hele det gamle havneareal samt kajlægg omkring lystbådehavnen oversvømmet. Vandet når her op til Amager Strandvej og skal kun stige få cm for at oversvømme de bagvedliggende ejendomme. Ved de nuværende forhold svarer det ca. til en 100-årshændelse (1% sandsynlighed pr. år) og øges til en 10-årshændelse i år 2050 (ca. 10% sandsynlighed pr. år).

#### Baglandet

Baglandet bliver oversvømmet ved en vandstand højere end kote 1,60 m. Ved de nuværende forhold svarer det ca. til en 100-årshændelse (1% sandsynlighed pr. år) og øges til en 10-årshændelse i år 2050 (ca. 10% sandsynlighed pr. år).

### 6.3.2 Mellemlangt sigt - 2080

#### Havnearealer

På mellemlangt sigt vil havnearealerne ofte blive oversvømmet. Der vil være stor sandsynlighed for oversvømmelse af bygninger. Det må forventes, at det sker flere gange årligt.

#### Baglandet

Baglandet kan blive oversvømmet ved kote 1,60 m. En 10-årshændelse vil være omkring kote 1,83, så der vil langt oftere være risiko for oversvømmelse af baglandet.

### 6.3.3 Langt sigt - 2120

#### Havnearealer

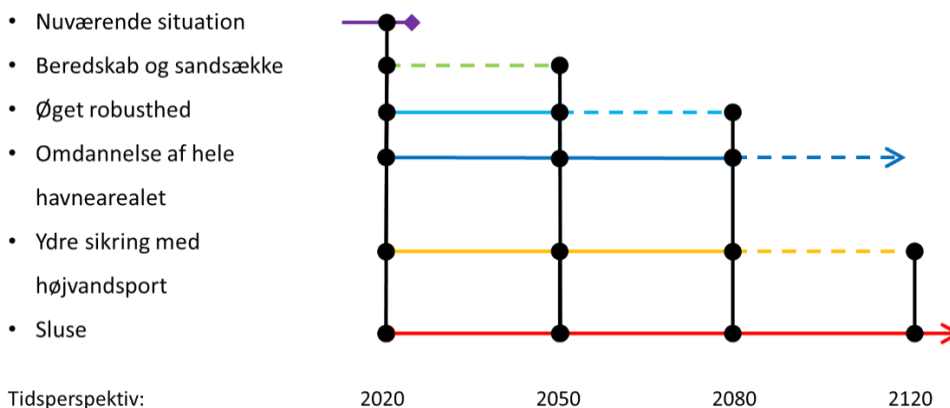
På langt sigt vil vandstanden stå 20-30 cm fra de lavest liggende havnearealer. Disse vil således ofte stå under vand, både ved højvande og bølgepåvirkning.

Baglandet

Baglandet vil blive oversvømmet årligt, såfremt der ikke iværksættes tiltag for at sikre dette.

### 6.3.1 Adaptiv tilgang til sikring af havnene

Baseret på ovenstående betragtninger kan der skitseres nedenstående adaptive tilgang til klimasikringen af Ishøj og Vallensbæk Havne.



Figur 33 *Adaptiv tilpasning af Kastrup Gammel Havn. De forskellige farver illustrerer hver sin løsning, fuldt optrukken linjer er optimal tilpasning ift. situationen, stiplede linjer indikerer at løsningen ikke er optimal, enten over eller underimplementering. Sorte lodrette linjer, angiver muligheder for skift af strategi.*

Den nuværende situation er uholdbar og en beredskabsindsats vil også kun have en begrænset levetid, før indsatsen skal ske så ofte, at det bliver uforholdsmæssigt dyrt. Store dele af havnearealerne er under forfald og bygningsværdierne på det mest udsatte område er således begrænsede. Der er imidlertid mange brugere af havnen, som stadig fungerer for fritidsfiskere og andre lokale brugere, og den har således betydelig rekreativ værdi.

En sikring af havnen kan ske ved forskellige tiltag langs kajkanterne. Disse begrænser dog naturligt anvendelsen og adgangen til vandet.

Et vidtgående alternativ er at omdanne hele havneområdet og gøre det modstandsdygtigt ift. fremtidens vandstandsforhold. Dette kan ske ved etablering af vandtætte bygninger, forhøjede arealer eller evt. kombineret med en nedlægning af havnens funktion.

Skal havnen bevares, er etablering af en ydre højvandsport en oplagt teknisk mulighed. Økonomisk står den ikke mål med de nuværende aktiviteter i havnen, men en sikring vil medføre en øget værdi og nye muligheder. Såfremt selve havnearealerne ikke forhøjes, vil den daglige vandstand dog med tiden øges så meget, at der i år 2100-2120 kun vil være 20-30 cm ned til vandspejlet fra de lavestliggende arealer. Her vil det så kræve at disse arealer forhøjes, eller at højvandsporten ombygges til en egentlig sluse.

## 6.3.2 Løsningsmuligheder på havnene

### Beredskabsløsninger

Såfremt der ikke gøres aktive tiltag, vil den nuværende situation langsomt glide over i en ren beredskabsløsning, hvor en indsats ifm. stormflod vil være afhængig af beredskabets kapacitet og materiel. Det vil være en løsning, som med tiden må forventes ikke at være holdbar, da beredskabets mulige indsats er begrænset. Særligt ved de værste situationer må det forventes, at der vil opstå skader på bygninger.

Watertubes kan anvendes til sikring af baglandet ved Kastrup Gammel havn. Det kan ikke anbefales til enkeltbygninger, da længden af nødvendig sikring er meget lang ift., hvad der sikres.

Sandsække kan håndteres lokalt i begrænset omfang, og der er en oplagt mulighed for at inddrage havnes brugere i beredskabet.

### Øge robustheden

Muligheder for at sikre bygninger i havneområderne er:

- > Semipermanente løsninger
- > Stationære løsninger
- > Stationære dynamiske løsninger, herunder etablering af lokale åbne/lukke mekanismer

En forøgelse af robustheden handler også om at inddrage brugerne og borgerne i problemstillingen, således at de selv tager et ansvar i beskyttelsen. Stormflodshændelser sker jo primært i vinterhalvåret hvor bådene er på land. Det kan således arbejdes målrettet med at klargøre selve havnearealerne til mulig oversvømmelser og derved sikre at skaderne herved bliver mindst mulige.

Det kan i den forbindelse anbefales at kommunen engagerer sig i formidlingen og inddragelsen. Dette kan f.eks. ske ved at holde orienteringsmøder på havnen og illustrerer den nuværende trussel og klimaændringernes betydning. I den forbindelse kan der nedsættes arbejdsudvalg der arbejder på konkrete løsninger og udarbejder lokalt tilpassede forslag. Erfaringen fra andre lignende problemstillinger viser at det lokale engagement er vigtigt for at lykkes med en sådan proces.

Semipermanente løsninger kan samtænkes med stationære og stationære dynamiske løsninger.

I byhavnene er der i modsætning til havnene i strandparkerne oftest tale om simple muligheder, hvor der kan arbejdes langs kaj anlæg, enten fremskudt eller tilbagerykket.

Beredskabsløsninger med watertubes og semipermanente løsninger er ofte gode muligheder, da der er et stabilt underlag, som er let at holde tæt under hændelsen.

Mere permanente løsninger kan indtænkes, men de er ofte dyre, hvis der skal arbejdes med forhøjelse af hele kaj anlæg og evt. etablering af broer.



Figur 34 Forhøjelse af hammer ved kajkant, samt etablering af træbro til fortøjring. Evt. suppleret med portåbninger for at sikre adgangen til vandet.

### Omdannelse af hele havnearealet

En mulighed for at etablere sikring af området er at omdanne hele havnearealet. Herved kan der samtidigt etableres sikring af de bagvedliggende arealer. En omdannelse af havnearealet kan skabe mulighed for et nyt byrum med nye og andre muligheder end de nuværende. Det vil dog samtidigt have væsentlige konsekvenser for de nuværende brugere.

### Sikring med højvandsport eller sluse

Skal havnens funktion bevares uden væsentlige indgreb i selve havnen, kræver det etablering af en højvandsport. Den stigende havvandstand betyder dog, at terrænet inden for porten løbende skal hæves, eller at porten med tiden ombygges til en decideret sluse, hvorved der kan fastholdes en lav vandstand inden i havnen.

En ydre sikring med højvandsport eller sluse vil samtidigt sikre baglandet.

### 6.3.3 Løsningsmuligheder for at sikre baglandet

Den simple løsning ift. baglandet er en forhøjelse af det eksisterende terræn. Dette kan enten ske ved en simpel forhøjning eller etablering af mure.

Her er udfordringerne tilgængelighed og den tværgående trafik. Der kan her arbejdes med en højvandsmur langs Amager Strandvej suppleret med porte for at sikre adgangen til havnearealerne.



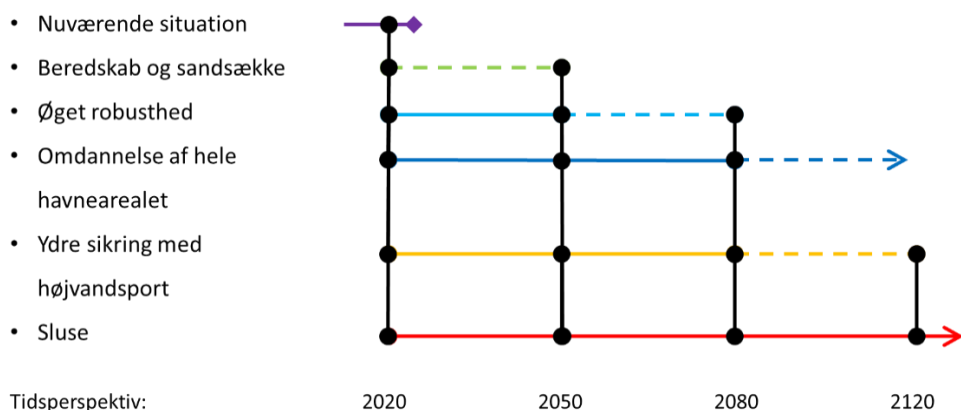
Figur 35 Eksempel på højvandsmur



Figur 36 Eksempel på højvandsmur, Lemvig

## 6.4 Opsummering

I det følgende sammenlignes de forskellige løsninger og prissættes relativt til hinanden i en sammenligningsmatrice. Sammen med den adaptive tilgang gives et overordnet bud på sikring af Kastrup Gammel Havn.



Figur 37 *Adaptiv tilpasning af Kastrup Gammel Havn. De forskellige farver illustrerer hver sin løsning, fuldt optrukken linjer er optimal tilpasning ift. situationen, stiplede linjer indikerer at løsningen ikke er optimal, enten over eller underimplementering. Sorte lodrette linjer, angiver muligheder for skift af strategi.*

Figur 38 *Adaptiv tilpasning af Vallensbæk og Ishøj Havn. Antal af timeglas angiver varigheden af sikringen, jo flere jo længere. Antal af mønter angiver om løsningen er billig eller dyr, uden at den dog er prissat endeligt. Under sikkerhed er angivet med en smiley hvor sikker løsningen samlet set er.*

Indgreb	Tidsperspektiv	Økonomi	Sikkerhed	Bemærkning
Nuværende situation	-	-	☹️	Uholdbar
Beredskab og sandsække	⌚	🪙	☹️	Midlertidig løsning
Øget robusthed	⌚	🪙	😊	God på den korte bane
Omdannelse af hele havnearealet	⌚⌚⌚	🪙🪙🪙	😊	Giver nye perspektiver og sikrer samtidigt baglandet
Ydre sikring med højvandsport	⌚⌚	🪙🪙🪙	😊	Sikrer havnens nuværende funktion
Ydre sikring med sluse	⌚⌚⌚	🪙🪙🪙	😊	Udbygning af portløsning

På grundlag af den udførte analyse anbefales en strategi for sikring af Kastrup Gammel Havn baseret på at øge robustheden af arealerne. Dette har en begrænset levetid uden væsentlige supplerende indgreb. I den følgende periode kan iværksættes en egentlig analyse af perspektiverne ved en havneomdannelse set i forhold til en ydre sikring med højvandsporte eller i stedet at omdanne havnen med bevarelse historien og arealerne i det mulige omfang. I den periode skal sikringen af baglandet så ske ved beredskab og watertubes. Såfremt det besluttes at bevare selve havnen, bør baglandet sikres ved etablering af diger og højvandsmure.



## 6.5 Perspektivering

Metoden og resultaterne fra analysen af mulighederne for at imødegå oversvømmelsesproblematikken i Kastrup Gammel Havn er på mange måder helt unik for denne. Kastrup Gammel Havn er karakteriseret ved et gammelt fiskersamfund og meget lavtliggende arealer.

Overordnet kan det konkluderes, at bygningsværdierne på havnearealerne er små sammenholdt med de omkostninger, der vil være ved at etablere en ydre sikring i form af porte. De største potentialer ligger ved en omdannelse af havnearealerne, men dette vil have store konsekvenser for selve havnen og dens brugere.

På det grundlag kan generelt anbefales at arbejde med en adaptiv løsning i to forløb:

- > Forøgelse af havnenes robusthed
- > Iværksættelse af en konkret analyse af mulighederne i havnen.

Ovenstående bør ske i tæt dialog og samarbejde med havnens brugere og øvrige interessenter.





## 7 Idekatalog over mulige indsatser ift. havne

Herunder gives en samlet opsummering af de løsninger og muligheder der er illustreret i rapporten, med fokus på havnearealer:

### 7.1 Beredskabsløsninger

Sikring	Eksempel	Beskrivelse
Alm. Sandsække		Sandsække anvendes traditionelt som beredskabsløsning. Det er en relativt arbejdskrævende indsats som kun kan anvendes over mindre strækninger.
Big Bags (1 tons sandsække).		I de senere år, har der været anvendt big bags som alternativ til sandsække. Kræver større maskiner end alm. sandsække
Watertubes og lign.		Watertubes findes i de fleste beredskaber. Er hurtige at etablere, men begrænses af højde og krav til underlag.
Midlertidige jordvolde med presenning		Jordvolde kan etableres som alternativer til f.eks. sandsække.
Semipermanent sikringsmur		Ved at være forberedt med beslag og planker, kan der hurtigt etableres semipermanente mure. Disse har god anvendelse på arealer som skal holdes frie til hverdag. f.eks. havnearealer.

## 7.2 Øge Robustheden





Sikring	Eksempel	Beskrivelse
<p>Ændre arealanvendelse og anvendelse af bygninger</p>		<p>Ændret arealanvendelse eller ændret anvendelse af bygninger</p>
<p>Fjerne de mest udsatte bygninger</p>		<p>Nedrivning</p>
<p>Hæve sårbart inventar fra gulvet</p>		<p>Ved at fjerne sårbart inventar eller hæve det fra gulvet, reduceres den potentielle skade.</p>
<p>Vandtætte døre og vinduer og porte</p>		<p>Der findes mange eksempler på etablering af vandtætte løsninger omkring bygninger.</p>

## 7.3 Lokale sikringer

Sikring	Eksempel	Beskrivelse
Forhøjelse af hammer ved kajkant		
Semipermanent sikringsmur		Ved at være forberedt med beslag og planker, kan der hurtigt etableres semipermanente mure. Disse har god anvendelse på arealer som skal holdes frie til hverdag. f.eks. havnearealer.
Sikringsmur	 	Sikringsmure kan udformes i mange varianter og materialer med forskellige rekreative formål.  Typisk etableres de i højder op til 1 m for at kunne indpasses i landskabet.
Floodframe		Floodframes er en type af løsninger, der baserer sig på at sikre den enkelte ejendom. Den fungerer ved at membranen, som er nedgravet omkring huset, selv ruller sig op, når vandet stiger.
Simple åbne og lukke mekanismer		Simple åbne og lukke mekanismer, kan fungere ved at de flyder og automatisk hæver sig, når der strømmer vand indover.

Diger		Traditionelle jorddiger med vandtætte kerner.
-------	--	---

## 7.4 Ydre løsninger

Sikring	Eksempel	Beskrivelse
Traditionel klapsluse		Kendes fra flere lokaliteter og ved mange vandløbsudløb.
Hæve/sænke sluse		Større anlæg, kræver omfattende planlægning og projektering. Giver god sikkerhed.
Hæve/sænke sluse		Større anlæg, kræver omfattende planlægning og projektering. Giver god sikkerhed.
"Venedig port"		Kan umiddelbart etableres over længere stræk end traditionelle porte. Begrænset i mulig vandspejlsforskel.