

JANUAR 2019
SLAGELSE KOMMUNE

HØJVANDSSIKRING SKÆLSKØR

RAPPORT



JANUAR 2019
SLAGELSE KOMMUNE

HØJVANDSSIKRING SKÆLSKØR

RAPPORT

PROJEKTNR. DOKUMENTNR.

A0129213 001

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1.0	24-01-2020	Rapport	LAFN/CNMN/NLBA	SOH	LAFN

INDHOLD

1	Indledning	7
2	Eksisterende forhold	10
2.1	Generelt om området	10
2.2	Planforhold	15
2.3	Terrænforhold	16
2.4	Havnen	16
2.5	Kloakering	17
3	Oversvømmelsesrisikoen	19
3.1	Global havspejlsstigning	20
3.2	Oversvømmelse: 100 års hændelse i 2070	23
4	Skadesomkostninger	25
5	Hvilke bygninger beskyttes?	26
5.1	Berørte ejendomme	26
5.2	Løsning 1	27
5.3	Løsning 2	28
5.4	Løsning 3	29
5.5	Hvad beskyttes ikke?	30
6	Sikringsforslag og anlægsøkonomi	31
6.1	Løsning 1	32
6.2	Løsning 2	40
6.3	Løsning 3	42
6.4	Sammenfatning af anlægsoverslag	45
7	Forudsætninger for løsningsmulighederne	46
7.1	Sikringskoter	46

7.2 Løsningskomponenter

46

1 Indledning

Med de forventede ændringer i klimaet og den heraf resulterede ændring i middelvandspejlet er der et øget fokus på oversvømmelsestruslen af de kystnære byer i Danmark. Flere byer er truet ved kombinationen af stigende havvandspejl samt stormflod, og kommunerne er i gang med at planlægge indsatser for de områder, hvor truslen er stor. Flere områder i Slagelse Kommune ligger lavt og er udpeget som fokusområder for sikring mod stormflod.

Slagelse Kommune har ønsket et projektforslag til hvorledes sikring mod stormflod af Skælskør kan udføres.

Projektforslaget i denne rapport sikrer, som udgangspunkt, mod stormflod for en hændelse med en gentagelsesperiode på 100 år fremskrevet til år 2070. Projektforslaget indeholder overslag over anlægs- og driftsomkostninger. Der er efter aftale med Slagelse Kommune udarbejdet 3 løsningsvarianter, som er kort beskrevet nedenfor og uddybet i senere afsnit:

Løsning 1: Landbaseret sikring.



Figur 1-1 Principskitse af Løsning 1. Løsningen er landbaseret og ligger på begge sider af havn/kanal.

Løsning 2: Landbaseret sikring med sluse/højvandsport i Broen ved Vestergade:



Figur 1-2 Principskitse for Løsning 2. Samme landbaserede løsning som ved Løsning 1, men med sluseport i broen ved Vestergade(markeret med prik) frem for landbaseret sikring mod nordpå hver side af kanalen.

Løsning 3: Etablering afsluse/højvandsport før havnen

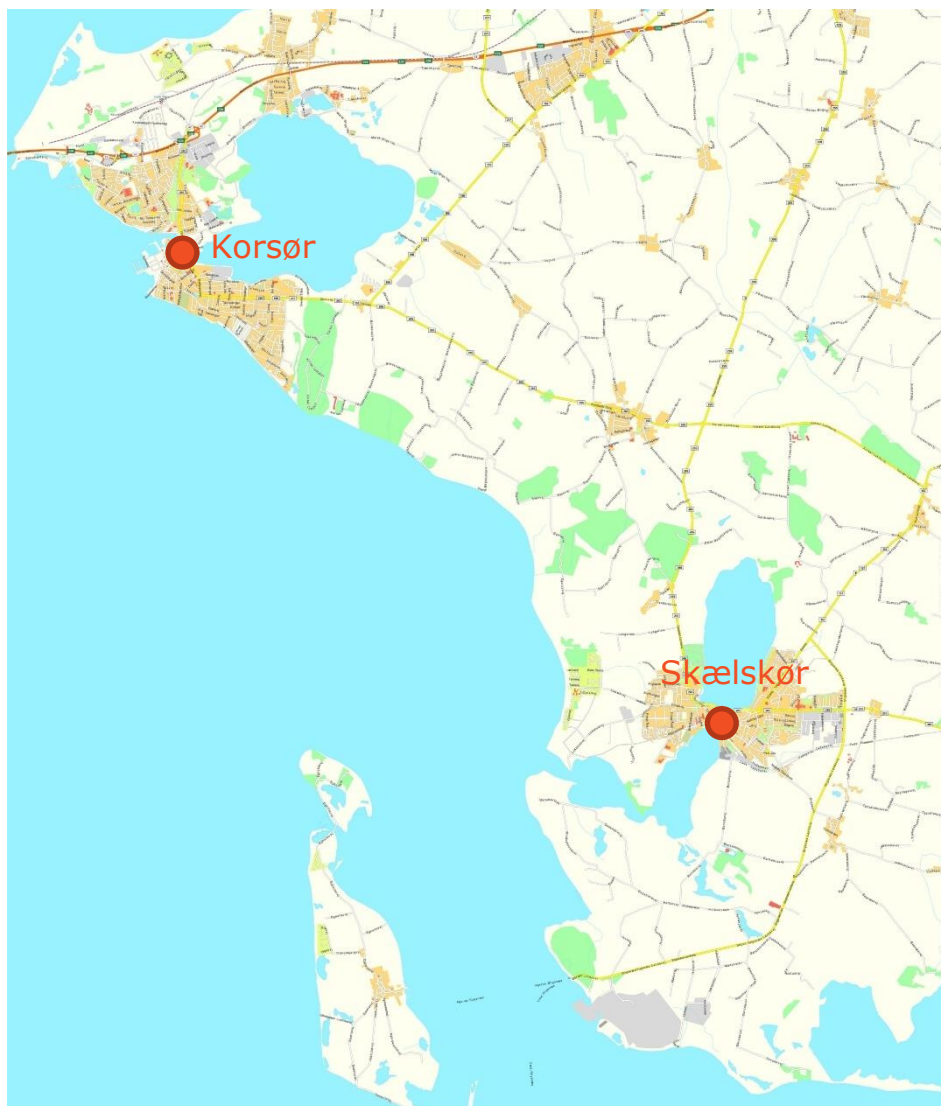


Figur 1-3 Principskitse for Løsning 3. Løsningen har få landbaserede sikringstiltag, men indeholder etableringen af en sluse/højvandsport i indløbet til havnen (markeret med prik).

2 Eksisterende forhold

2.1 Generelt om området

Skælskør er beliggende sydøst for Korsør i Slagelse Kommune.



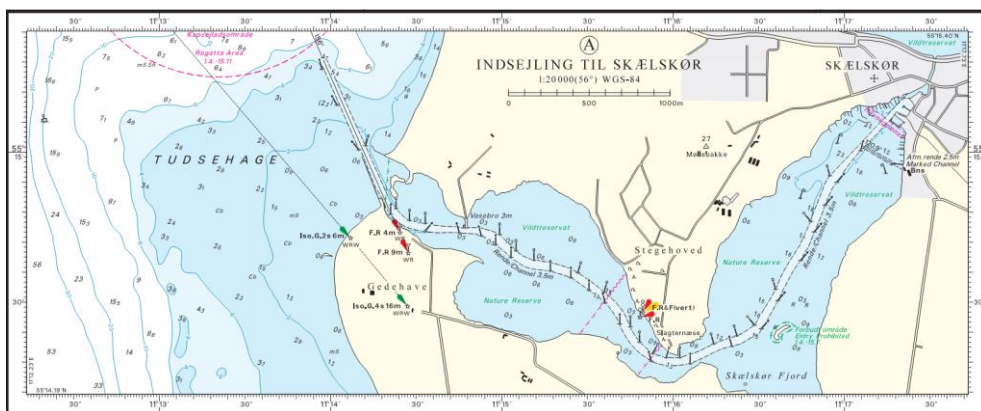
Figur 2-1 Skælskør er beliggende i Slagelse Kommune, sydøst for Korsør.

Skælskør Havn ligger i bunden af den 2,4 sømil lange Skælskør Fjord. Fra Skælskør Red fører en gravet rende over Tudsehage til Skælskør Fjord. Gennem fjorden fører et smalt, uddybet sejløb videre til havnen.



Figur 2-2 Visning af forbindelsen fra Storebælt til Skælskør.

Sejlrenden er ca. 40-50m bred og vedligeholdes med en dybde af 3,5m. Vanddybden uden for sejlrenden i Skælskør Fjord er begrænset til under 2m og i størstedelen meget lavvandet med omkring 0,5m.



Figur 2-3 Indsejling til Skælskør fra Søkort 160 Smålandsfarvandet



Figur 2-4 Visning af de centrale dele af Skælskør.

De havnenære arealer kendetegnes ved både at indeholde bebyggede områder herunder boliger, centerområder og erhverv samt rekreative områder i form af lystbådehavn. Specielt i sommermånederne er havnen en yndet destination for lystsejlere som tiltrækkes af det autentiske maritime miljø.



Figur 2-5 Den flotte bro hvor Vestergade krydser kanalforbindelsen mellem havnen og Noret. Broen med smedejernsrækværket med købstadens våben er fra 1906 og er efterfølgende gjort tidssvarende i bredden i 1958.



Figur 2-6 Langs kanalen der forbinder Havnen med Noret ligger bl.a. Skælskør Bibliotek og Borgerservice.



Figur 2-7 Langs kajen er der god nærhed til vandet samt klassisk maritim stemning.



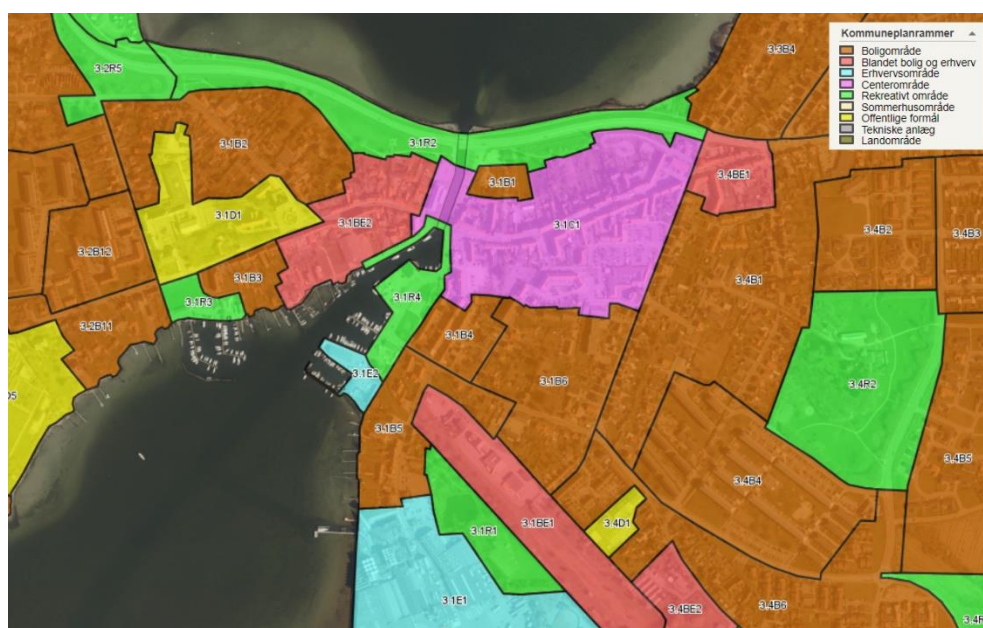
Figur 2-8 Rampe i inderhavnen.



Figur 2-9 Aktiv lystbådehavn

2.2 Planforhold

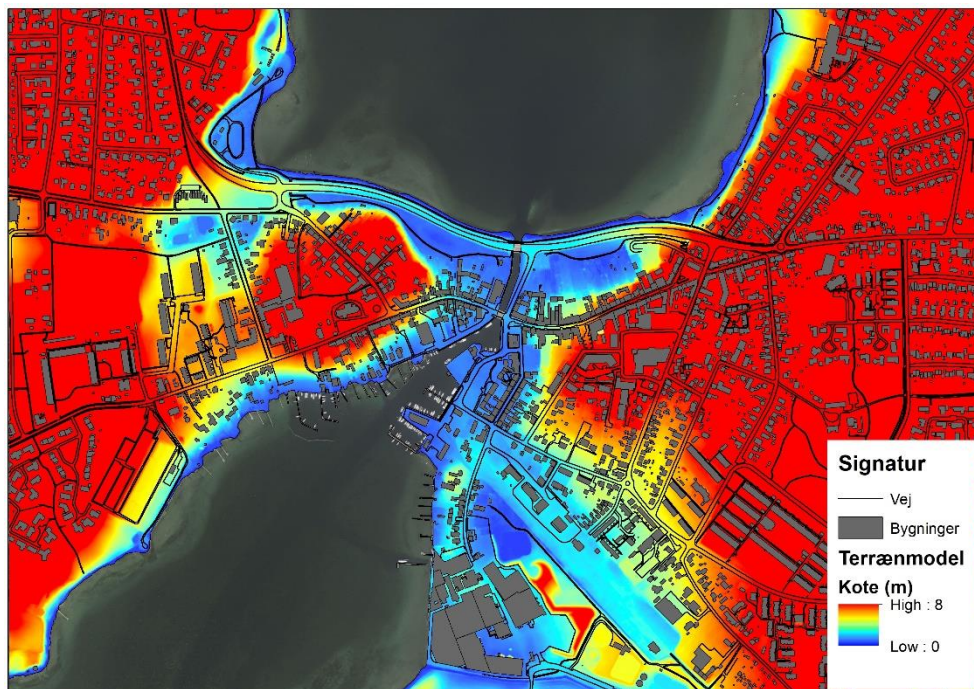
Området er udlagte til forskellige formål. Der findes både Boligområde, Centerområde, område til rekreative formål samt blandet bolig og erhverv. Kommuneplanrammer er gengivet på nedenstående figur (fra Slagelse Kommune):



Figur 2-10 Planforhold for Skælskør (Slagelse Kommune, WebGis).

2.3 Terrænforhold

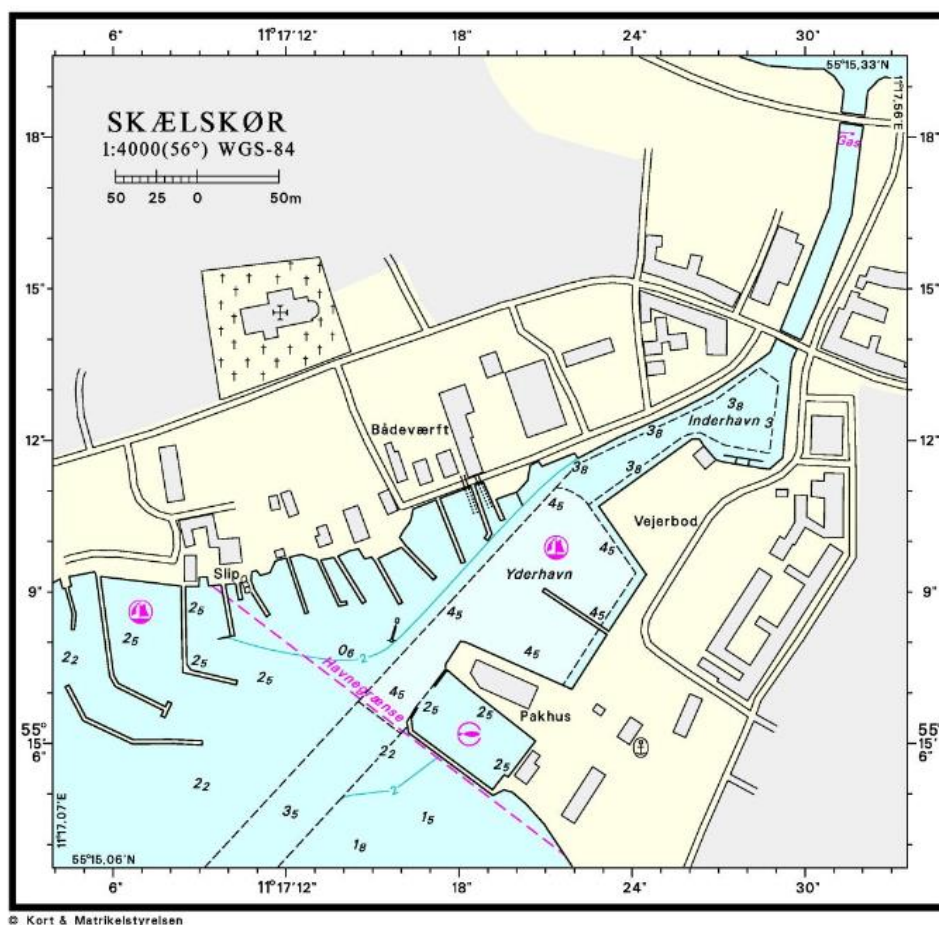
Danmarks Højdemodel viser tydeligt, at dele af Skælskør er lavt beliggende. Terrænet stiger dog hurtigt i både i vestlig og østlig retning fra havnen.



Figur 2-11 Terrænmodellen for Skælskør. Blå(lavest) gående mod rød(højest). Terrænet stiger markant både øst og vest for havnen, mens de havnenære arealer ligger meget lavt.

2.4 Havnen

Vandyber i de forskellige havnebassin fremgår af nedenstående søkort fra Kort og Matrikelstyrelsen.



Figur 2-12, Søkort over Skælskør havn

2.5 Kloakering

Størstedelen af Skælskør er separat kloakeret, hvor vand og spildevand løber i 2 separate rør: Spildevandet bliver pumpet til renselanlæg og regnvandet ledes til recipient (oversigt fra SK Forsyning på nedenstående figur):

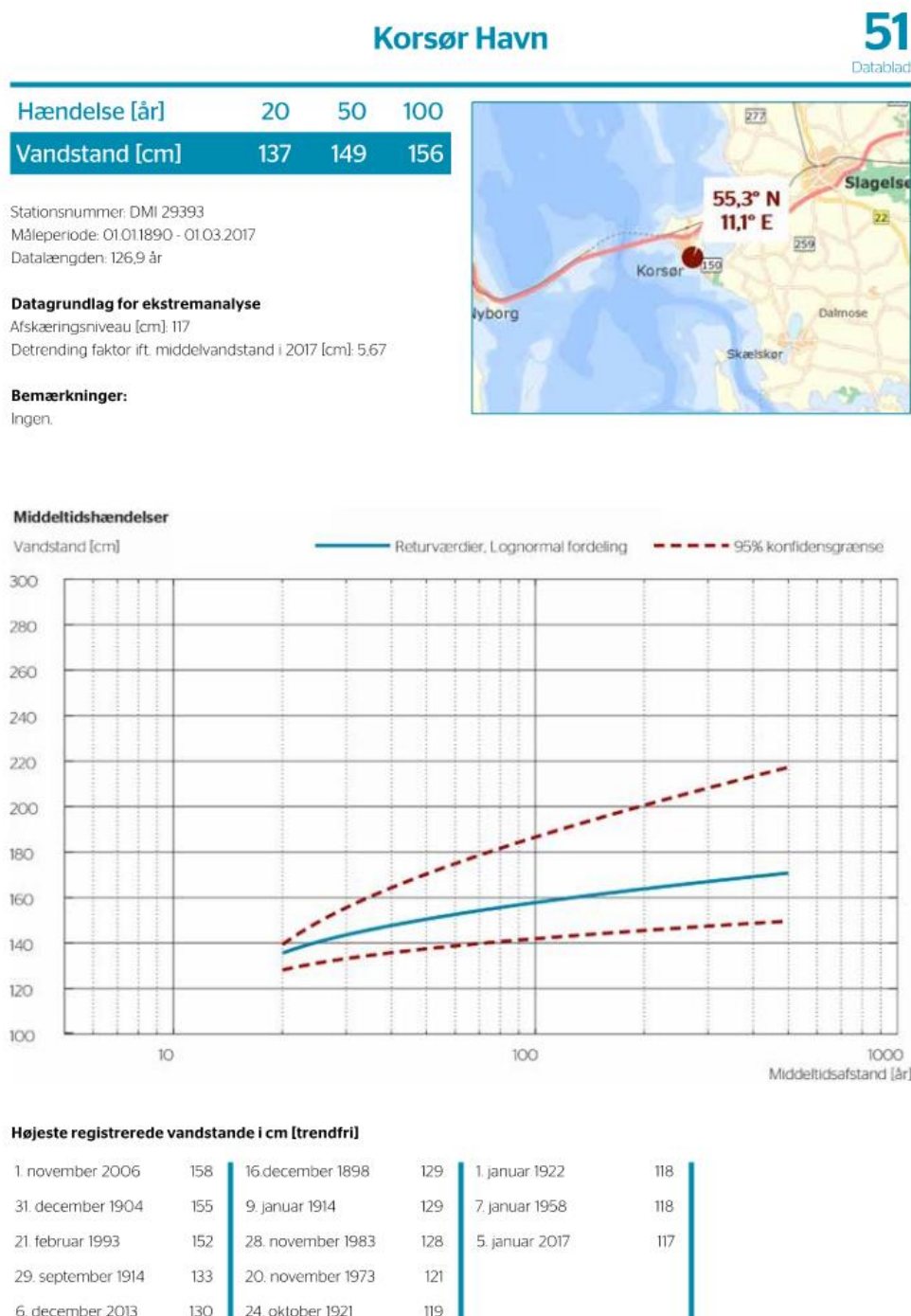


Figur 2-13 Oversigt over eksisterende kloakeringsforhold i Skælskør. Blå = regnvand, Rød = Spildevand og Grøn = Fælleskloak.

I forhold til etablering af stormflodssikring vil den aktuelle afvanding af området skulle forsynes med højvandsklapper, såfremt de ikke findes i forvejen. Det separat-kloakerede system er som oftest dimensioneret til en 5 års hændelse for stuvning til terræn, men den dimensiongivende hændelser ligger statistisk i sommerhalvåret hvor stormflod ikke forekommer (primært vinterhalvåret). Der kan således være behov for at etablere enkelte små pumpestationer på regnvandsudløbene således at afvandingen kan finde sted i tilfælde af højvande. Dette er primært gældende for løsning 1 og 2. For løsning 3 lukkes slusen forud for højvande og regnvandssystemet kan derfor stadig afvande byen som normalt da havvandspejlet i havnen forbliver "normalt".

3 Oversvømmelsesrisikoen

Kystdirektoratet har i (Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker, 2017) analyseret de maksimale vandstande i en række danske havne på baggrund af historiske vandstandsmålinger. I Korsør Havn (der er en af de nærmeste DMI vandstansstationer) er de ekstreme vandstande i (Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker, 2017) bestemt til værdierne vist i Figur 3-1, hvori også de højeste registrerede vandstande i måleperioden (fra 1890 til 2017) er vist.

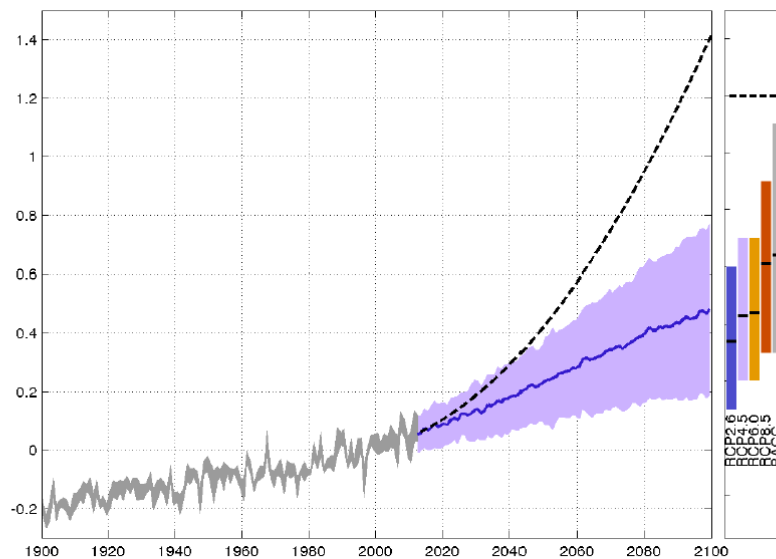


Figur 3-1 Ekstreme og højeste målte vandstande (m DVR90) fra Korsør, (Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker, 2017).

3.1 Global havspejlsstigning

Ved fastlæggelse af dimensionsgivende vandstand, skal der tages højde for den forventede havspejlsstigning som følge af global opvarmning inden for projektets levetid.

Figur 3-2 og Tabel 3-1 viser den seneste fremskrivning af den globale havspejlsstigning baseret på IPCCs rapport fra 2013, ref. (Danmarks Klimacenter, 2014). De forskellige scenarier refererer til forskellige forudsætninger vedrørende fremtidig udledning af CO₂ og temperaturstigning.



Figur 9: Den absolutte middelvandstand ved Danmark i meter for årene 1900-2100. Den grå skygge for år 1900-2012 viser den observerede årlige middelvandstand ved danske vandstandsmålere, korrigeret for landhævning. Den blå streg for år 2012-2100 viser IPCC's bedste estimat af middelvandstanden i Nordsøen for RCP4.5 scenariet, og skyggen angiver usikkerheden for dette scenarie. Den stiplede linje angiver DMI's estimat af en øvre grænse for vandstandsstigninger til brug for usikkerhedsberegninger. I højre side af figuren vises middelværdi og usikkerheder for de fire IPCC scenarier samt for BACC's vurdering af A1B scenariet for perioden 2081-2100. Den stiplede linje viser DMI's øvre bud for denne periode.

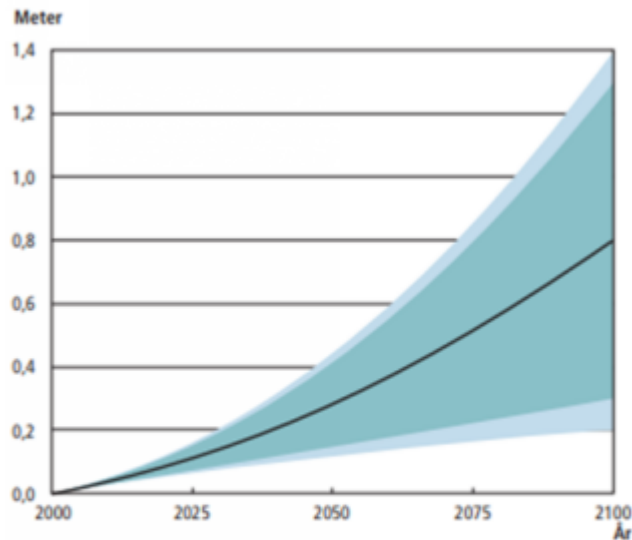
Figur 3-2 Graf der viser beregnet eustatisk havspejlsstigning for Danmark, ref. (Danmarks Klimacenter, 2014).

Tabel 3-1 Tabel der viser beregnet eustatisk havspejlsstigning for Danmark i år 2100, ref. (Danmarks Klimacenter, 2014).

Ændringer i middelvandstand [meter]	Global middel	Danmark	Kilde
RCP2.6	0,40 (0,26 – 0,54)	0,34 (0,1 – 0,6)	IPCC AR5
RCP4.5	0,47 (0,32 – 0,62)	0,43 (0,2 – 0,7)	IPCC AR5
RCP6.0	0,47 (0,33 – 0,62)	0,44 (0,2 – 0,7)	IPCC AR5
RCP8.5	0,62 (0,45 – 0,81)	0,61 (0,3 – 0,9)	IPCC AR5
A1B	0,52 (0,36 – 0,69)	-	IPCC AR5
A1B – BACC	-	0,64 (0,3 – 1,1)	BACC2 (2014, in press)
DMI's øvre bud	-	1,2	DMI

Tabel 6: Absolut middelvandstandsstigning globalt og for Danmark, 1986-2005 til 2081-2100 [m]. DMI's øvre bud er til brug for usikkerhedsestimater. Kilde: AR5, BACC og DMI.

I Kystdirektoratets vejledning om kystbeskyttelse fra oktober 2018, (Kystdirektoratet, Vejledning om kystbeskyttelsesmetoder, 2018), er DMIs estimat af vandstandsstigning (havspejlsstigning) de næste 100 år givet, se Figur 3-3.



DMI's bedste bud på vandstandsstigninger de næste 100 år i meter, når der ses bort fra landhævning. Den sorte kurve viser middelværdien, mens den grønne og blå areal viser usikkerheden henholdsvis globalt og omkring Danmark., Kilde: DMI

Figur 3-3 DMI's estimat af vandstandsstigninger de næste 100 år, (Kystdirektoratet, Vejledning om kystbeskyttelsesmetoder, 2018).

Om 50 år (i år 2070) forventes middelvandstanden at være steget med +35 cm til +45 cm for et middelscenarie (RCP4.5)/middelværdien i forhold til middelvandstanden i 1990 (DVR90). Figur 3-2, Tabel 3-1 og Figur 3-3 viser, at der er stor usikkerhed på estimaterne og dermed størrelsen af den globale havvandspejlsstigning i fremtiden. Havvandspejlet forventes at stige yderligere efter år 2100.

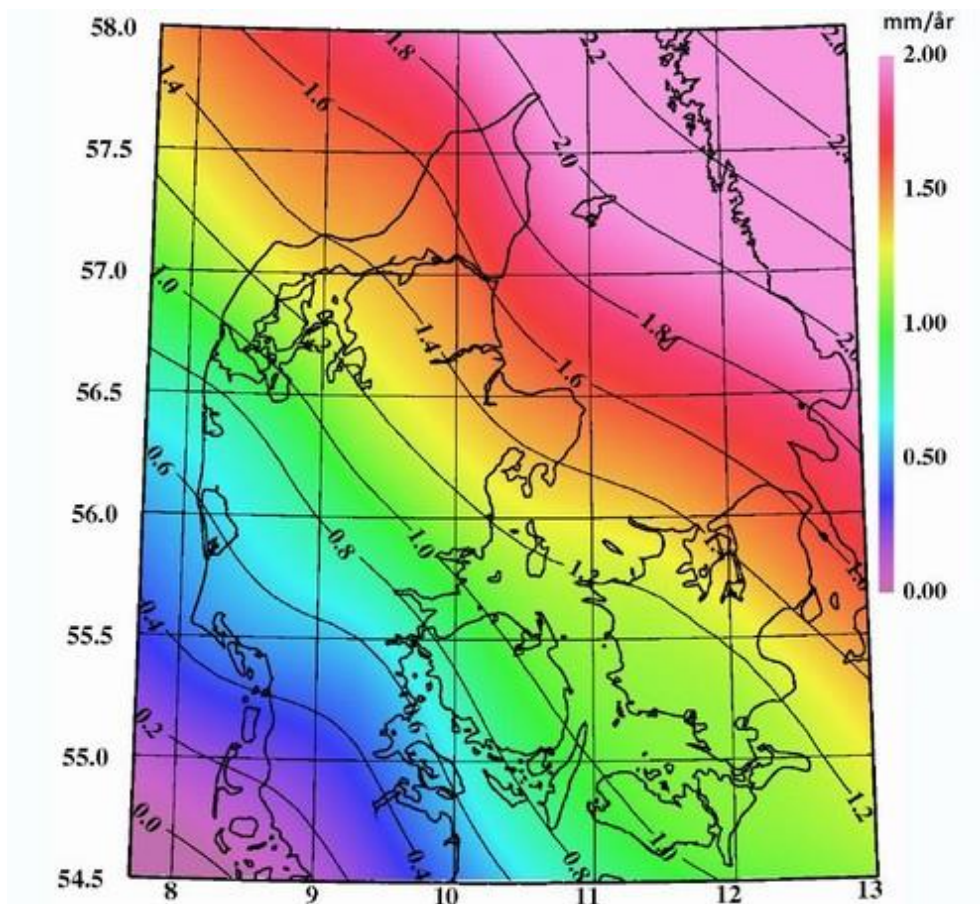
Idet Figur 3-3 er givet i Kystdirektoratets vejledning vil denne fremskrivning blive benyttet. Det er for et anlæg som dette, hvor en mulig forhøjelse på et senere tidspunkt er mulig uden større udfordringer, relevant at benytte en middelværdi. Derfor anbefales, at der i den dimensionsgivende vandstand for højvands sikringen, vælges et tillæg på grund af vandspejlsstigning på +0,45 m.

3.1.1 Isostatisk landhævning

Ud over den eustatiske havvandspejlsstigning har isostatisk landbevægelser også betydning for fremtidens vandstand ved Skælskør.

Figur 3-4 viser et kort med den seneste opgørelse af de relative landændringer i Danmark. Generelt sker der en relativ landhævning i Danmark, som ud fra figuren vurderes at være i størrelsesordenen 1,1 mm/år ved Skælskør.

Dette betyder, at den relative landhævning om 50 år er ca. +5,5 cm i forhold til DVR90.



Figur 3-4 Isostatisk landhævning i Danmark. Nøjagtighed 0,2 mm/år, ref. (Knudsen, Abbas Khan, Engsager, & Sorensen, 2016).

3.1.2 Dimensionsgivende vandstand

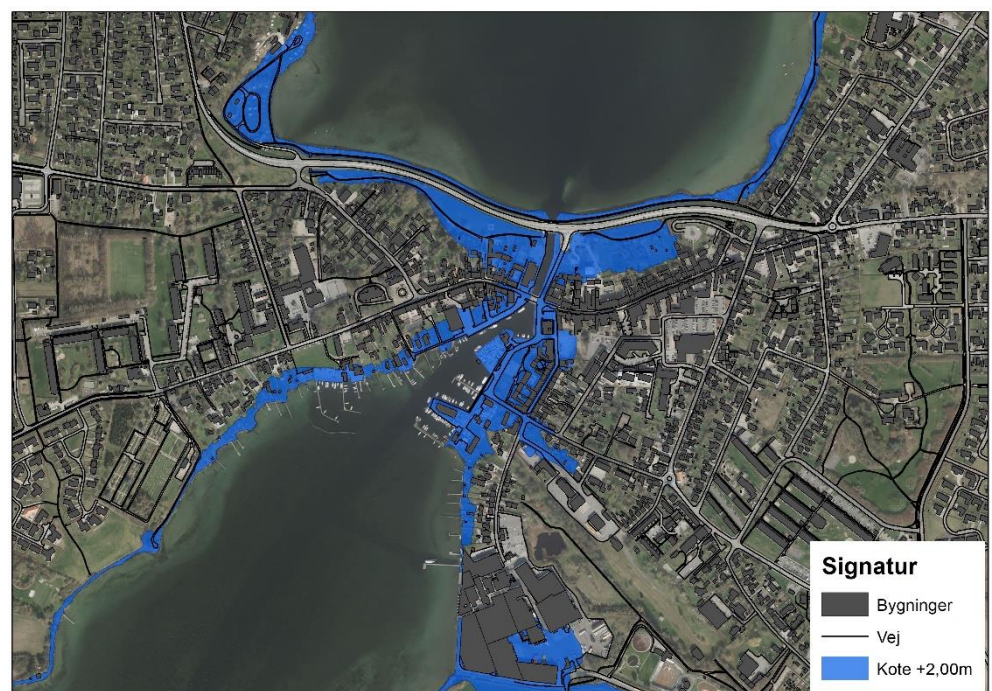
På baggrund af de statistiske ekstremvandstande, den generelle havvandsspejlsstigning og landhævning, beregnes den dimensionsgivende vandstand på dybt vand for en 100 års stormsituation, som indtræffer om 50 år, se Tabel 3-2.

Tabel 3-2 Dimensionsgivende vandstand på dybt vand.

Dimensionsgivende vandstand på dybt vand	100 års vandstand hændelse om 50 år
Ekstrem vandstand (m DVR90)	+1,56
Global havspejlsstigning (m)	+0,45
Landhævning (m)	-0,055
Dimensionsgivende vandstand (m DVR90)	+2,0

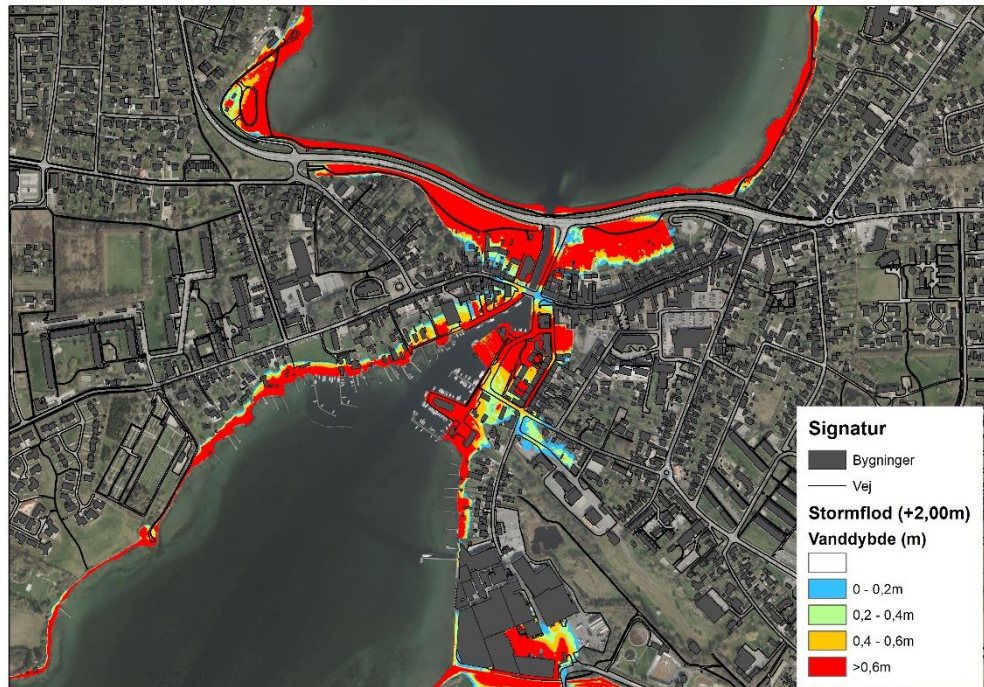
3.2 Oversvømmelse: 100 års hændelse i 2070

Med udgangspunkt i den dimensionsgivende stormflodshændelse svarende til en 100 års hændelse i 2070 er der fremstillet kort, som viser udstrækningen af oversvømmelser i og omkring projektområdet. Nedenstående figur viser, at centrale dele af området omkring havnen i Skælskør ligger under denne kote:



Figur 3-5 Visning af områder i Skælskør som ligger under kote +2,00m svarende til 100års hændelsen i 2070. Kortet er statisk og tager ikke hensyn til om vandet kan nå at oversvømme områderne, inden vandstanden i havet falder igen.

Skadernes omfang afhænger af dybden. Kortet nedenfor viser vanddybder ved stormflodshændelsen (forudsat, at vandet har tid nok til at løbe ind og fylde lavningerne op). Kortet viser, at dybden vil være kritisk de fleste steder. Kortet afspejler, hvordan det vil kunne se ud, hvis sikringen IKKE etableres.



Figur 3-6 Visning af vanddybder i Skælskør, som er beliggende i og under kote +2m svarende til 100års hændelsen i 2070. Kortet er statisk og tager ikke hensyn til om vandet kan nå at fylde lavningerne, inden havvandstanden falder igen.

4 Skadesomkostninger

For at vurdere, om beskyttelse er omkostningseffektivt, skal man have et samlet billede af risikoen i form af skadesomkostninger, synergieffekter (herunder om løsningerne er helhedsorienterede) samt omkostningerne ved etablering af sikring.

COWI har for Slagelse Kommune udarbejdet en rapport "Vurdering af omkostninger ved stormflod (december 2017 – COWI)". I denne rapport er der for de enkelte delområder i Korsør samt Skælskør beregnet de estimerede skadesomkostninger over de næste 100 år. Undersøgelsen viser, at der i Skælskør er forventede skadesomkostninger for 197 mio. kr. over de næste 50 år og 534 mio. kr. over de næste 100 år.

Analysen i rapporten baseres på at der ikke laves tiltag eller andre beskyttende foranstaltninger herunder beredskab. Beredskabet bidrager til at reducere skadesomkostningerne (estimeret i rapporten til 85 mio. kr. over 100 år. Udgifterne til beredskabet skal selvfølgelig trækkes fra de 85 mio. kr.).

5 Hvilke bygninger beskyttes?

5.1 Berørte ejendomme

Nedenstående figur viser alle de bygninger, som er berørte af vandstande i kote +2.0 m (bygninger mindre end 30 m² er sorteret fra for at undgå optælling af garager og udehuse m.m.).



Figur 5-1 Visning af alle bygninger potentielt berørte af stormflod i kote +2.0 m. Bygninger berørt af oversvømmelse er markeret med turkis farve.

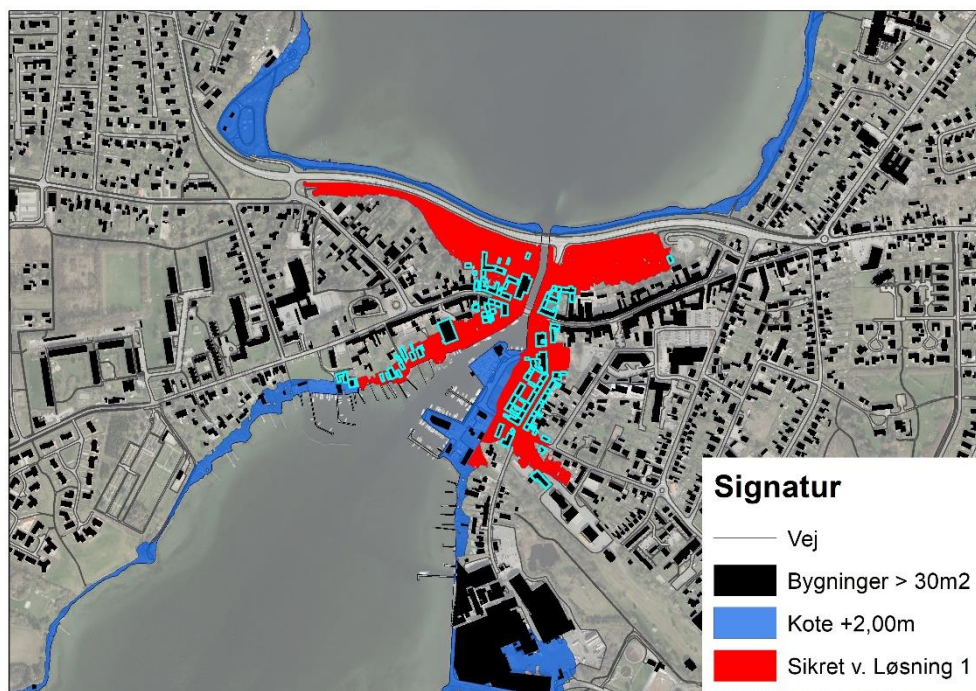
Totalt set drejer det sig om 125 bygninger større end 30 m².

5.2 Løsning 1



Figur 5-2 Principskitse for Løsning 1.

Løsning 1 beskytter de ejendomme, som er vist herunder:



Figur 5-3 Visning af bygninger større end 30 m² som opnår beskyttelse ved løsning 1. Antallet af beskyttede bygninger er 93. Bygninger er markeret med tyrkisk farve.

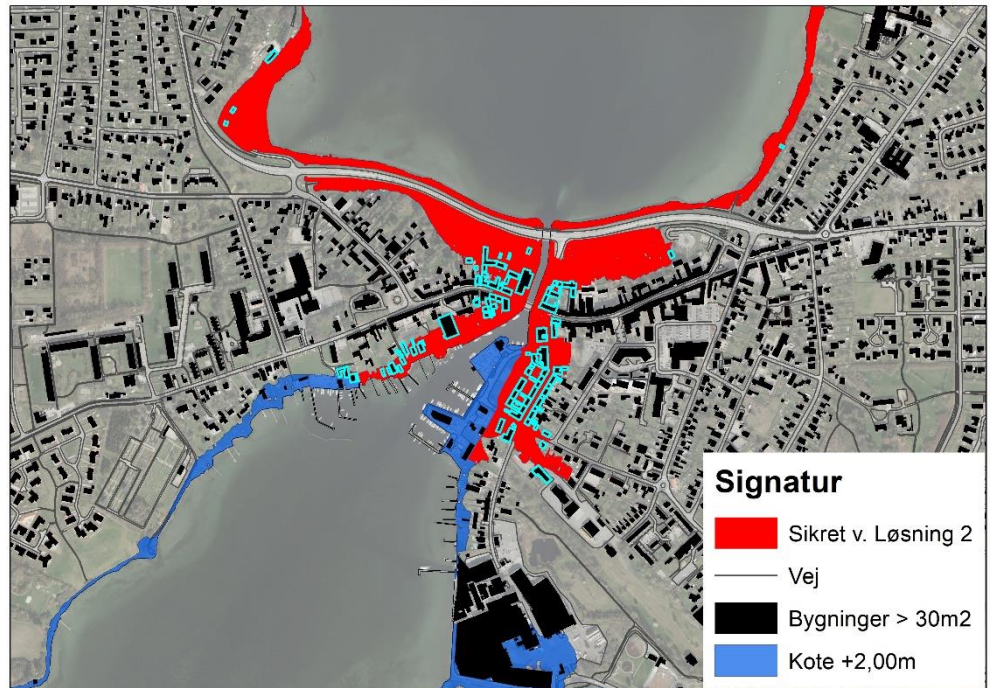
Der er identificeret 93 bygninger > 30 m³ i det beskyttede område.

5.3 Løsning 2



Figur 5-4 Principskitse for Løsning 2.

Løsning 2 beskytter de ejendomme, som er vist herunder:



Figur 5-5 Visning af bygninger større end 30 m² som opnår beskyttelse ved løsning 2. Antallet af beskyttede bygninger er 97. Bygninger er markeret med tyrkisk farve.

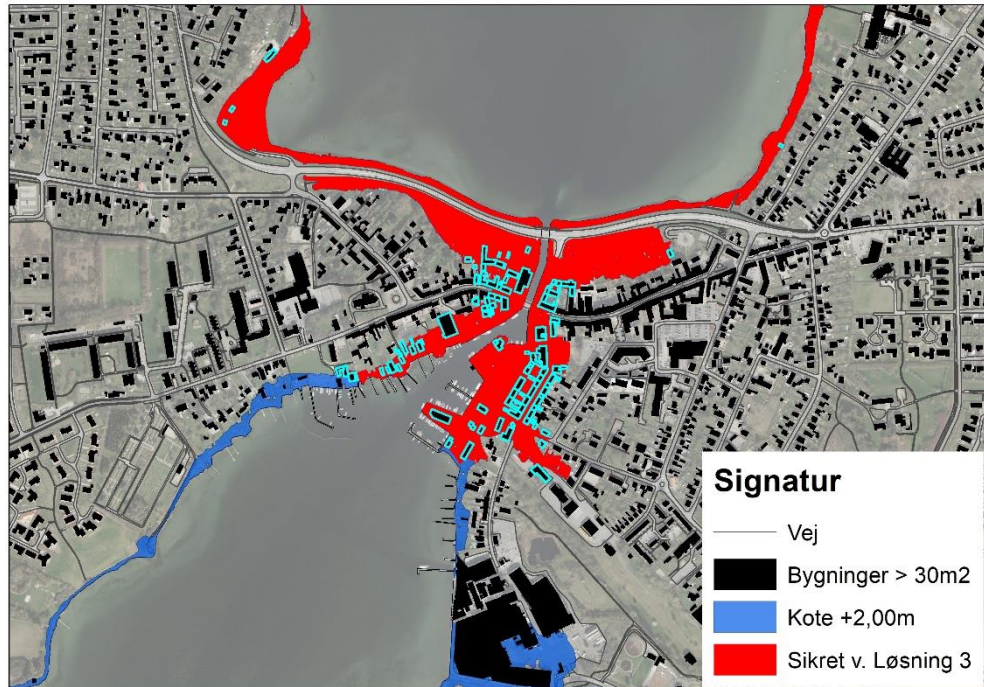
Der er identificeret 97 bygninger > 30 m³ i det beskyttede område.

5.4 Løsning 3



Figur 5-6 Principskitse for Løsning 3.

Løsning 3 beskytter de ejendomme, som er vist herunder:



Figur 5-7 Visning af bygninger større end 30 m² som opnår beskyttelse ved løsning 3. Antallet af beskyttede bygninger er 105. Bygninger er markeret med tyrkis farve.

Der er identificeret 105 bygninger > 30 m³ i det beskyttede område.

5.5 Hvad beskyttes ikke?

Teknisk set kunne sikringslinjerne strække sig længere mod syd i begge sider af fjorden. Dog vil der på strækningen være en del områder hvor der ikke er større material skade og de steder hvor der reelt er et behov vil lokale løsninger være at foretrække. F.eks. ses det at det store Harboe Bryggeri i den sydøstlige del af området vil være udfordret ved stormflod i kote +2,00m. En del af udfordringen der skyldes at vandet går op igennem det lille vandløb der ligger lige syd for bryggeriet. En lokal sikring af bryggeriet vil være uundgåeligt på sigt for at sikre virksomheden, men det kan diskuteres om sikringen kan indgå i en samlet sikring for byen, da den reelt kun sikrer bryggeriet egne bygninger. Men løsninger KAN skaleres og trækkes længere mod syd.

6 Sikringsforslag og anlægsøkonomi

De følgende budgetoverslag er udarbejdet iht. Trafikministeriets anvisninger omkring Ny anlægsbudgettering.

Udarbejdelse af anlægsoverslag og hvordan usikker-/robusthedstillæg indbygges heri kan gøres på mange måder.

For at gøre dette stringent og samtidig stramme op på mange års erfaring med budgetoverskridelser i statslige projekter har Trafikministeriets udsendt anvisning omkring Ny anlægsbudgettering i år 2007, som skal benyttes ved budgettering af alle statslige anlægsprojekter, se mere på dette link: <http://www.trm.dk/da/ministeriet/ny-anlaegsbudgettering>. Her kan også ses nærmere, hvordan projekter på fase 1 og 2 niveau efter Vejdirektoratets (VD) fase system skal budgetteres.

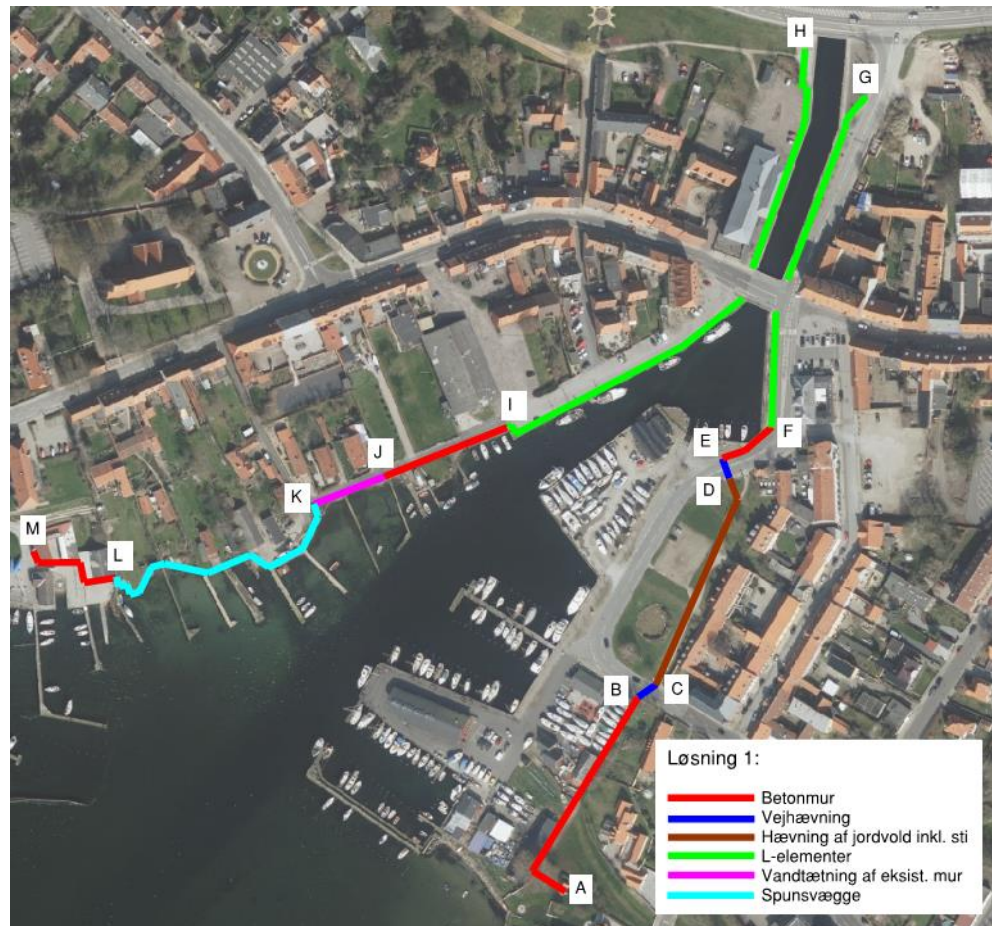
Entreprenøromkostningerne pålægges her i indledende fase et administrations-tillæg og et usikker-/robusthedstillæg. Administrationstillægget dækker over omkostninger til planarbejde, forundersøgelser, projektering, tilsyn mv. og ligger normalt på omkring 15 % for store anlægsarbejder.

Såfremt denne metode fra Trafikministeriet overføres til dette projekt vil dette projekt være i fase 1, hvor der benyttes et usikkerhedstillæg kaldet Korrektionstillæg 1 som er 40 % for projekter på land og 50 % for projekter på vandet.

Definitionen på Fase 1, er projekter som er i den indledende fase, hvor anlægsoverslaget normalt skal benyttes til at sammenligne forskellige løsninger og få et første niveau på anlægssummen.

6.1 Løsning 1

Placering og underopdeling af den prissatte sikringslinje er vist på nedenstående figur.



Figur 6-1 Princip for sikring af havnen – Løsning 1

På foto fra området er indtegnet hvordan sikringen vil kunne indplaceres.

Ved start i det nordøstlige hjørne af havnen etableres der er en betonmur i skellet mellem ejendommene (Strækning A-B). Højden på muren bliver ca. 0,9 m.



Figur 6-2 Placering af betonmur på Strækning A-B

Ved krydsningen af vejen (Strækning B-C) laves der en lokal hævnings af vejen, der vil fungere som et stort vejbump. Alternativt til dette kan der ved højvands-hændelser opsættes en mobildæmning. På det skitserede sted vil vejen ca. ligge ca. 0,5 m højere.



Figur 6-3 Placering af vejhævning på strækning B-C

Langs det grønne areal (Strækning C-D), hæves den eksisterende sti op på en græsbeklædt jordvold. Højden på volden bliver ca. 1,2 m.



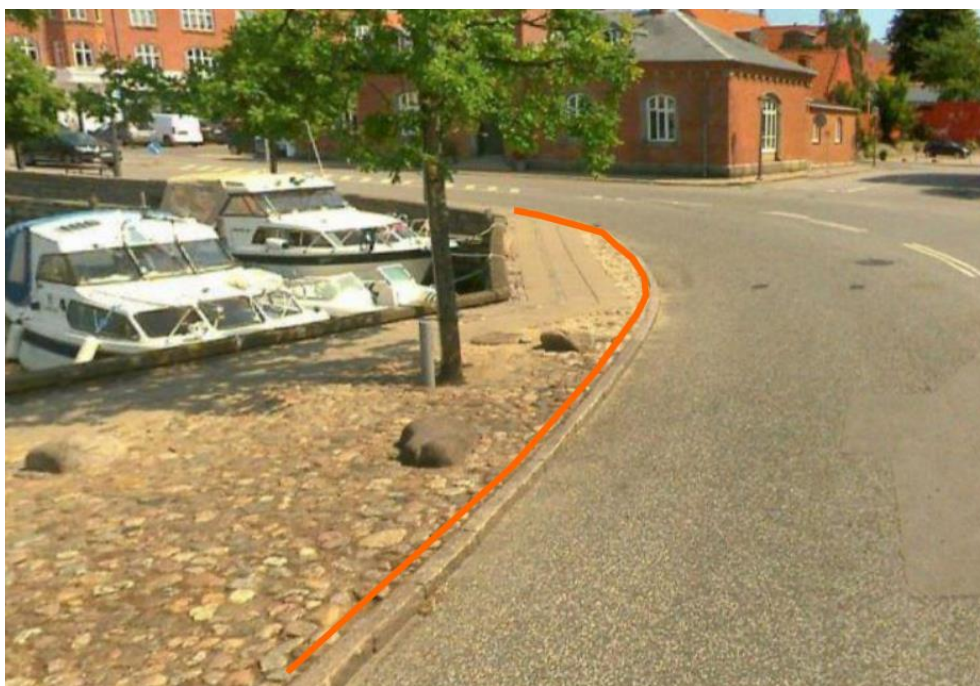
Figur 6-4 Hævning af eksisterende stisystem på Strækning C-D

Ved krydsningen af vejen (Strækning D-E) laves der en lokal hævnings af vejen, der vil fungere som et stort vejbump. I dette område vil det blive et stort område der skal hæves op, og den nærvædliggende indkørsel vil skulle hæves med. På det skitserede sted vil vejen ca. ligge ca. 0,8 m højere. Alternativt til dette kan der ved højvands-hændelser opsættes en mobildæmning.



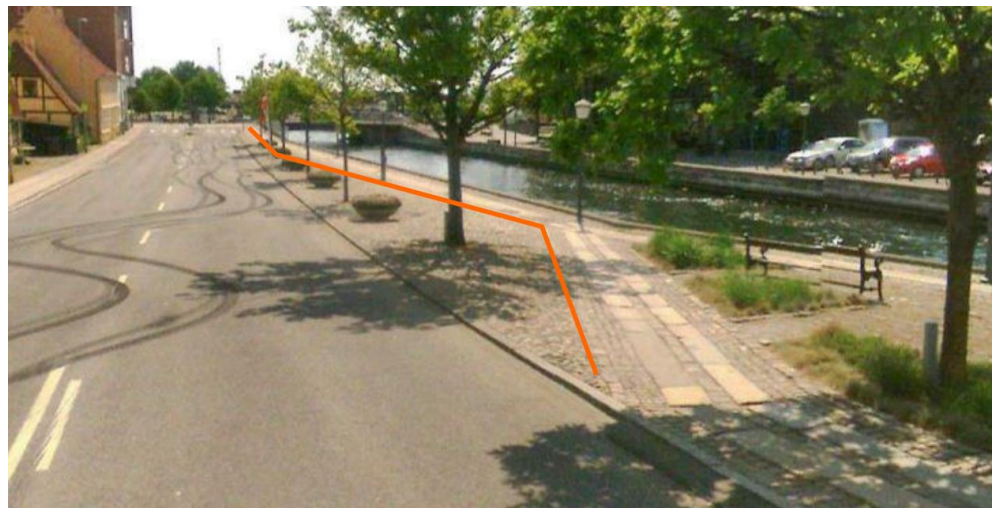
Figur 6-5 Placering af vejhævning, strækning D-E

Rundt langs fortovet (Strækning E-F) etableres der en rund betonmur med en organisk form som følger kurven, muren placeres så det stadig er muligt at gå langs med vandet. Højden på muren bliver ca. 1,1 m.



Figur 6-6 Placering af betonmur langs, strækning E-F

På den store strækning (Strækning F-G og H-I) placeres der et L-element bag den nuværende kantsten, for at bibeholde nærheden til vandet. Der vil blive etableret åbninger ved alle naturlige indgange, disse skal lukkes med skodder ved en højvandshændelse. Højden på muren vil gå fra ca. 1,1 m ved F og vil falde til omkring 0,2 m oppe ved broen. På begge sider af kanalen på nordsiden vil muren ca. være 1,2 m høj, med en faldende højde omkring broen. På sydsiden hen mod I, vil højden af muren ca. være 0,9 m. høj.



Figur 6-7 Placering af L-elementer, strækning F-G





Figur 6-8 Placering af L-elementer, strækning H-I

På strækning I-J vil der på den første del blive lavet en forstærkning/forhøjning af eksisterende mur og på den resterende den af strækningen vil der blive etableret en ny betonmur i linjen, hvor der allerede på nuværende tidspunkt er placeret hegn. Højden på muren bliver mellem 0,9 m og 1,2 m, eftersom terrænet hen mod J.





Figur 6-9 Placering af betonmur langs, strækning I-J

På strækning J-K renoveres den eksisterende betonmur, og ved nuværende åbninger etableres der en lukning med skodder.



Figur 6-10 Placering af renoveret betonmur langs, strækning E-F

På strækning K-L placeres et spunsprofil langs med vandet ved alle de private ejendomme. Højden på spunsen vil blive mellem 1,1 m og 1,5 m.



Figur 6-11 Placering af første del af spunsen langs, strækning K-L

På strækning L-M placeres en betonmur, placeringen af denne vil primært ske tæt op af eksisterende byggeri for at minimere generne, derudover vil det være nødvendigt med en del åbninger, der ved højvandshændelser skal lukkes med skodder. Højden på muren vil blive ca. 1,2 m omkring L og faldede til omkring 0,6 m, ved hjørnet af huset ved M, inden den går i 0 ind i skråningen.



Figur 6-12 Placering af betonmur langs, strækning L-M

Anlægsoverslag opdelt på de enkelte delstrækninger kan ses herunder.

Tabel 6-1 Anlægsoverslag – Løsning 1

Løsning 1		Kote 2.0			
Strækning	Type	Mængde	Enhed	Enhedspris (kr.)	Pris (kr.)
A-B	Betonmur	125	m	10.000	1.250.000
B-C	Vejhævning	1	sum	150.000	150.000
C-D	Hævning af jordvold inkl. sti	120	m	2.500	300.000
D-E	Vejhævning	1	sum	300.000	300.000
E-F	Rund betonmur	15	m	13.000	195.000
F-G	L-element	160	m	6.500	1.040.000
H-I	L-element	255	m	6.500	1.657.500
I-J	Betonmur	70	m	10.000	700.000
J-K	Vandtætning af eksist. mur	40	m	1.500	60.000
K-L	Spunsvæg	130	m	13.000	1.690.000
L-M	Betonmur	55	m	11.000	605.000
Generelt	Lukning af diverse udløb	1	sum	1.000.000	1.000.000
Entreprenøromkostninger					8.947.500
	Administration	15 %			1.340.000
	Basisoverslag			Delsum	10.290.000
	Korrektionsbidrag	40 %			4.116.000
Totalbudget					14.406.000

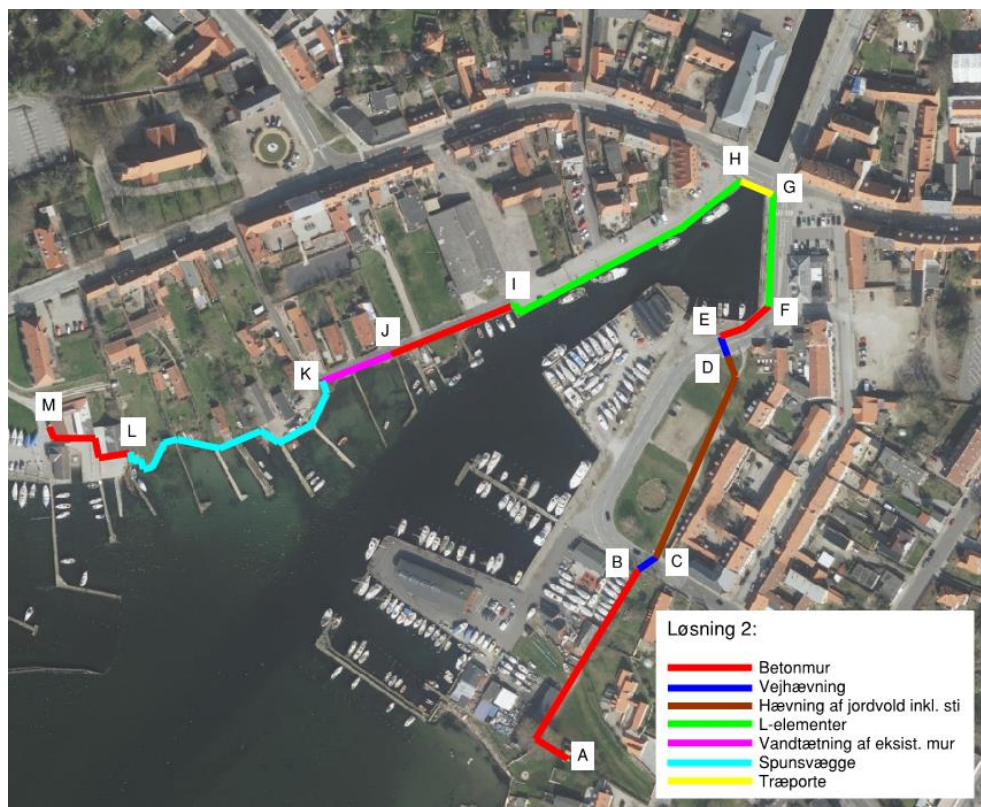
Der er anvendt et korrektionsbidrag på 40 % på løsning 1 eftersom størstedelen af arbejdet skal udføres på land.

Ved løsning 1 er der kun anvendt elementer uden driftsomkostninger.

Derudover skal der anvendes ca. 1,5 % (ca. 210.000 kr.) af anlægssummen pr. år til vedligehold samt opsparing til udskiftning af elementerne ved endt levetid.

6.2 Løsning 2

Placering og underopdeling af den prissatte sikringslinje er vist på nedenstående figur. En stor del af strækningen er den samme som ved løsning 1, den eneste forskel er ved krydsningen af Vestergade, hvor der monteres træporte på tværs af broen, hvorfor det ikke er nødvendigt med en sikring på bagsiden.



Figur 6-13 Princip for sikring af havnen – Løsning 2

Strækning A-G og H-M er den samme som ved løsning 1, hvorfor der henvises til beskrivelsen heraf ift. beskrivelsen af disse strækninger.

Ved krydsningen af broen på Vestergade (Strækning G-H) monteres der 2 sidehængte træporte som beskrevet i pkt. 7.2.7, der aflukkes ved en højvandshændelse.



Figur 6-14 Placering af træporte på Strækning G-H

Tabel 6-2 Anlægsoverslag – Løsning 2

Løsning 2

Kote 2.0

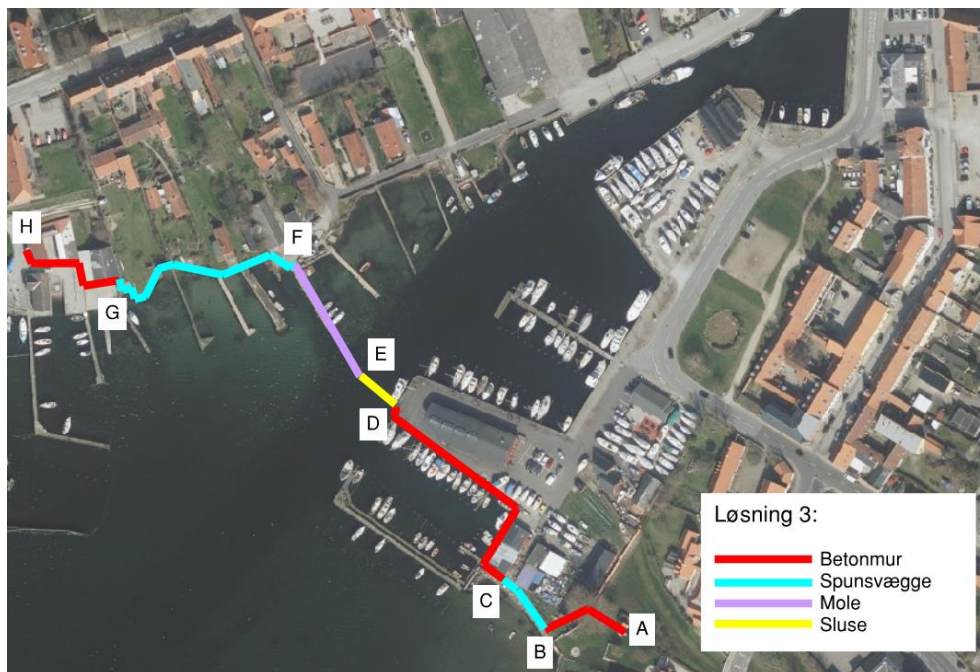
Strækning	Type	Mængde	Enhed	Enhedspris (kr.)	Pris (kr.)
A-B	Betonmur	125	m	10.000	1.250.000
B-C	Vejhævning	1	sum	150.000	150.000
C-D	Hævning af jordvold inkl. sti	120	m	2.500	300.000
D-E	Vejhævning	1	sum	300.000	300.000
E-F	Rund betonmur	15	m	13.000	195.000
F-G	L-element	60	m	6.500	390.000
G-H	Træporte	1	sum	3.800.000	3.800.000
H-I	L-element	140	m	6.500	910.000
I-J	Betonmur	70	m	10.000	700.000
J-K	Vandtætning af eksist. mur	40	m	2.000	80.000
K-L	Spunsvæg	130	m	13.000	1.690.000
L-M	Betonmur	55	m	11.000	605.000
Generelt	Lukning af diverse udløb	1	sum	1.000.000	1.000.000
Entreprenøromkostninger					11.370.000
Administration		15 %			1.710.000
Basisoverslag				Delsum	13.080.000
Korrektionsbidrag		40 %			5.232.000
Totalbudget					18.312.000

Der er anvendt et korrektionsbidrag på 40 % på løsning 2 eftersom størstedelen af arbejdet skal udføres på land.

Ved løsning 2 skal der anvendes ca. 25.000 kr. årligt til driften af træportene. Derudover skal der anvendes ca. 1,5 % (ca. 270.000 kr.) af anlægssummen pr. år til vedligehold samt opsparing til udskiftning af elementerne ved endt levetid.

6.3 Løsning 3

Placering og underopdeling af den prissatte sikringslinje er vist på nedenstående figur.



Figur 6-15 Princip for sikring af havnen – Løsning 3

Ved start i det nordøstlige hjørne af havnen etableres der er en betonmur i skellet mellem ejendommene (Strækning A-B). Højden på muren bliver ca. 1,5 m.

Langs med vandet etableres en spunsvæg (Strækning B-C). Højden på spuns-
væggen bliver ca. 1,8 m.



Figur 6-16 Placering af betonmur på Strækning A-B og spunsprofil på strækning B-C

Langs havnekanten etableres der en betonmur bagved eksisterende spunsvæg, hvorved en del af det maritime udseende med spunsprofilet afsluttet med en træhammer bibeholdes (Strækning C-D). Højden på muren bliver ca. 1,8 m.





Figur 6-17 Placering af betonmur på strækning C-D

Ved krydsningen af havnebassinet placeres der en 20 meter bred Højvandsport med en bundkote i -4.0 og en topkote i +2.75 i sejlrenden (Strækning D-E), hvorefter denne går over i en mole på den resterende del af strækningen (Strækning E-F).



Figur 6-18 Placering af Højvandsport på Strækning D-E og molen på strækning E-F

Strækning F-G er tilsvarende strækning K-L i løsning 1 og strækning G-H er tilsvarende strækning L-M i løsning hvor disse er blevet beskrevet.

Tabel 6-3 Anlægsoverslag – Løsning 3

Løsning 3		Kote 2.5			
Strækning	Type	Mængde	Enhed	Enhedspris (kr.)	Pris (kr.)
A-B	Betonmur	40	m	11.000	440.000
B-C	Spunsvæg	30	m	13.000	390.000
C-D	Betonmur	120	m	11.000	1.320.000
D-E	Sluse	1	sum	13.500.000	13.500.000
E-F	Mole	55	m	50.000	2.750.000
F-G	Spunsvæg	100	m	13.000	1.300.000
G-H	Betonmur	55	m	11.000	605.000
Generelt	Lukning af diverse udløb	1	sum	500.000	500.000
Entreprenøromkostninger					20.805.000
Administration		15 %			3.120.000
Basisoverslag				Delsum	23.930.000
Korrektionsbidrag		50 %			11.965.000
Totalbudget					35.895.000

Der er anvendt et korrektionsbidrag på 50 % på løsning 3 eftersom størstedelen af arbejdet skal udføres på vandet.

Ved løsning 3 skal der anvendes ca. 70.000 kr. årligt til driften og udskiftning af sliddele på højvandsporten.

Derudover skal der anvendes ca. 1,5 % (ca. 540.000 kr.) af anlægssummen pr. år til vedligehold samt opsparing til udskiftning af elementerne ved endt levetid.

6.4 Sammenfatning af anlægsoverslag

Det samlede anlægsbudget for de 3 løsninger 1, 2 og 3, ekskl. moms bliver dermed:

Tabel 6-4 Sammenfatning af anlægsoverslag for de 3 Løsninger.

Scenarie	Entreprenør- omkostninger	Administration (15%)	Basisoverslag	Korrektions bidrag 1	Anlægsbudget
	mio. kr.	mio. kr.	mio. kr.	mio. kr.	mio. kr.
1	9,0	1,3	10,3	4,1	14,4
2	11,4	1,7	13,1	5,2	18,3
3	20,8	3,1	23,9	12,0	35,9

7 Forudsætninger for løsningsmulighederne

7.1 Sikringskoter

Der er forudsat, at der foretages en højvandssikring til kote +2,0, dog med nedenstående tillæg for forskellige strækninger/placeringer af sikringslinjen.

Der er alt efter konstruktionstype og placering af sikringslinjen tillagt et sikrings-tillæg for bølgehøjde.

- > for jorddiger som ligger i bølgelæ, er der regnet med en sikringskote på +2,50, der er således tillagt 0,50 m for at tage hensyn til fremtidige sætninger og mindre bølger.
- > for vægge som ligger lige ud til havet er der forudsat en sikringskote på +2,2 for at tage hensyn til mindre bølger i havnebassinet.
- > for vejhævninger, er der regnet med en sikringskote på +2.0 eftersom alle hævninger her har stor indvirkning på det omkringliggende område, og evt. bølgeoverskyl må håndteres med pumper.
- > for hele strækningen langs løsning 3 direkte ud til havet, er der regnet med en sikringskote på +2,75, der er således tillagt 0,25 m for at tage hensyn til mindre bølger.

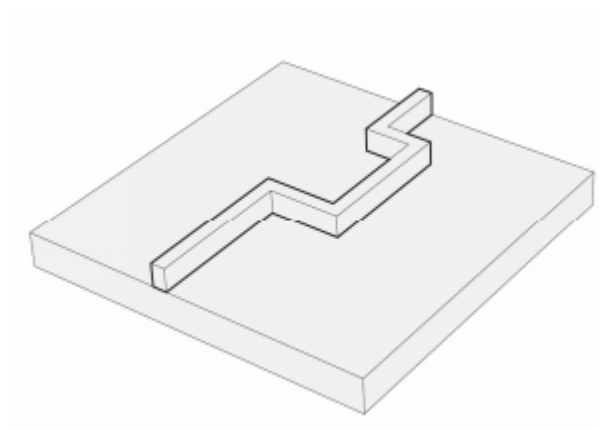
7.2 Løsningskomponenter

Der er taget udgangspunkt i følgende katalog af hovedelementer eller løsningstyper, som benyttes for hver sikringslinje i forskelligt omfang.

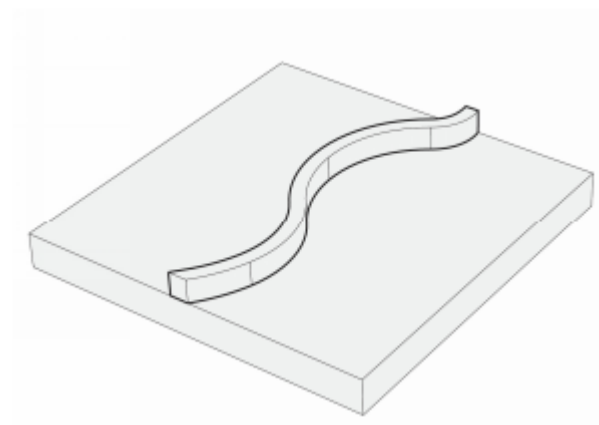
Der er, hvor det er relevant, indregnet omkostninger til supplerende funderings-tiltag.

7.2.1 Betonmur

Grundelementet af sikringstype er en betonstøttemur i forskellige udgaver, som de fleste steder hvor den benyttes har en højde på ca. 1,0 m.



Figur 7-1, Normal mur



Figur 7-2, Organisk udformning

Der er primært regnet med en mur med lige linjer, men det er antaget at den følger eksisterende forløb/udformning, hvorfor der på enkelte strækninger vil være en mere organisk form, svarende til den mur som er udført i Lemvig.

Erfaringspriser fra Lemvig er benyttet (prisindexreguleret), ekskl. moms:

- | | |
|---|-------------------------|
| - Fundamenter, jordarbejde og belægninger | 5.250,- kr./lbm |
| - Betonmur | 4.750,- kr./lbm |
| - Samlet | <u>10.000,- kr-/lbm</u> |

7.2.2 Gennemgange/kørsler

Hvor der er krydsende vej, indkørsler og stier skal der laves gennemgangshuller i betonvæggen. Størrelsen af hullet afhænger af det behov den givne krydsning kræver.

Gennemgangene tænkes lukket med standardskodder, således at alle huller kan lukkes med en standardløsning, som har en fast længde som så bare gentages i det nødvendige antal for at komme på tværs. F.eks. kunne der laves et standardskot på 2 eller 3 m længde, hvorefter alle åbninger skal laves i moduler af 2 eller 3 m.

- > En sådan standard skotløsning er prissat til 12.000, kr./m ekskl. moms.

7.2.3 Beton L-elementer

På strækningen langs med havnen opsættes der et standard beton 160 cm L-element, som fx. parkline, mellem fortovet og vejbanen. Herved bibeholdes nærheden til vandet for gående. Elementets fod vendes ind under fortovet, for at give færrest trafikale gener, og reducere omfanget af opbrydningsarbejder.



Figur 7-3, Principsnit i nordlig promenade.



Figur 7-4, Eksempler på anvendelse af L-elementer

- > Beton L-elementerne inkl. reetablering af belægning er prissat til 6.500 kr./m ekskl. moms.

7.2.4 Jorddiger

På strækninger hvor der i forvejen er stianlæg eller grønt område, er der forudsat en sikring bestående af et græsbeklædt jorddige, som har en stenmelssti på toppen. Dighøjden er tilpasset således, at der er en overhøjde på disse, eftersom der er risiko for at de befinder sig i et område med sætninggivende underbund.

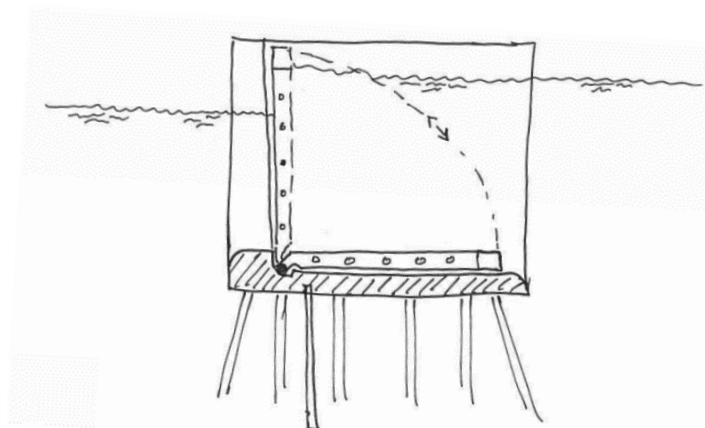
Digerne er prissat som følgende, ekskl. moms:

- > Dige med stenmelssti til kote +2.5, 2.500 kr./m

7.2.5 Højvandsport til havnen

Højvandsporten ind til Havnen er sat til en bredde på gennemsejlingen på ca. 20 m, for derved at sikre passage af skibe op til omkring 10 m bredde, idet der normalt forudsættes den dobbelte gennemsejlingsbredde af skibsbredden.

Der er forudsat en bundhængslet port med bund i kote -4,0 m og top i kote 2,75 m, som indbygges i et betonbygværk med den nødvendige mekanik og styring til at porten kan åbnes op og ned vertikalt.



Figur 7-5, Principsnit i Højvandsport

- > Totalt er slusen til havnen prissat til 13,5 mio. kr. ekskl. moms.

Der er i prisen ikke indregnet pumper, idet det ikke forventes nødvendigt at pumpe vand fra havneområdet ud i fjorden. Tilløbet til dette område vurderes begrænset. Dertil skal være et teknikrum med pumper for at spule frit over pladen inden den åbnes og til at spule rent inden den lukker ned igen.

7.2.6 Vejhævning

Hvor et dige eller mur gennemskæres af en større vej, kan der alternativt til brug af skodder fortages en lokal hævnings af vejen via en hævet flade således vejen kommer op i niveau med dige eller mur på begge sider af denne.

- > En hævet flade er prissat til 150 - 300.000 kr./stk. ekskl. moms. afhængig af højden på eksisterende terræn og vejens størrelse.

7.2.7 Træporte

I sikringsforslaget hvor der skal sikres/lukkes for gennemstrømning under broen på Vestergade er der regnet med at der monteres 2 træporte på den sydlige side, som kan lukkes i ved en højvandshændelse. Det er forudsat at det er nødvendigt at tørlægge omkring broen for at udstøbe en bundplade til portene, samt forsimple monteringen af dem.

Det er forudsat at træportene har en bundkote i -3.5 og en topkote i +2.25. Bredden på portene er forudsat til 6,3 m pr. port.

- > Træportene er prissat til 2.800.000 kr. ekskl. moms.



Figur 7-6, Eksempel på anvendelse af træporte

7.2.8 Spunsvæg

Langs med de private haver er det forudsat at der installeres et spunsvæg fra vandsiden til at sikre indstrømningen herfra. Der er ikke medtaget udgifter til ændring af haveanlæggene for at minimere generne fra spunsen, ydermere er geoteknikken ukendt. Der er forudsat at der anvendes et 6 meter langt spunsvæg til højvandssikringen. Stor andel af den angivne pris er anstilling til flåde mv. idet arbejdet er forudsat at foregå fra vandsiden.

- > Spunsvæggen er prissat til 13.000 kr./m. ekskl. moms.

7.2.9 Mole

Til afskæring af inderhavnen er der forudsat en smal mole af spunsprofiler hvorefter der udstøbes beton, og langs begge sider vil der kunne tøjres skibe. Molen skal være så bred i toppen at man kan komme ud til porten med passende materiel for vedligeholdelsesarbejder.

Molen er prissat til 50.000 kr/m. ekskl. moms.



Figur 7-7, Eksempel på anvendelse af en mole

7.2.10 Øvrige tiltag

Der skal ud over de nævnte dige- og murmæssige foranstaltninger også udføres en sikring af de omkringliggende afvandings- og kloaksystemer således at disse ikke virker som passage mulighed. Dvs. disse skal forsynes med kontralapper, så vandet ikke kan løbe tilbage. Overløb skal evt. ændres til en pumpefunktion, således disse også kan virke, når der måtte være højvande i fjorden.

Der er et behov for, at der etableres pumpestationer rundt langs sikringslinjen, således at lokale mindre overskyld og utætheder kan takles og vandet pumpes væk. Faldforhold bag sikringslinjen bør derfor forberedes herfor. Disse er ikke vurderet detaljeret og særskilt prissat.