

NOVEMBER 2016

SLAGELSE KOMMUNE

ADRESSE COWI A/S
 Parallevej 2
 2800 Kongens Lyngby

HØJVANDSSIKRING AF KORSØR BY

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

NOTAT - SIMPELT SKITSEPROJEKT

INDHOLD

1	Introduktion	2
2	Eksisterende forhold	2
2.1	Generelt om området	2
2.2	Planforhold	4
2.3	Terrænforhold	5
3	Oversvømmelse ved 0-scenariet	6
3.1	Udvikling i permanent vandspejl samt stormflod	6
3.2	Oversvømmelser: 100 års hændelse i 2050.	8
4	Skitsering af sikring	11
4.1	Linjeføring for forslag til sikring	11
4.2	Højvandsmur, diger og mobiløsning	12
4.3	Gennemgang af linjeføring	16
4.4	Sikring og eksisterende afløbssystem	28
5	Anlægsbudget inkl. projektering, udbud og tilsyn	31
6	Driftsomkostninger	33
7	Referencer	34

PROJEKTNR.

A090463

DOKUMENTNR.

001

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

01.11.2016

BESKRIVELSE

Notat

UDARBEJDET

LAFN/ASHN/HSV

KONTROLLERET

OJJ

GODKENDT

LAFN

1 Introduktion

De forventede ændringer i klimaet og den resulterende ændring i middelvand-spejlet har bevirket 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 klimatilpasningsindsatser for de udpegede områder, hvor truslen er stor. Korsør By er lavt beliggende og udpeget af Slagelse Kommune som fokusområde i forhold til udarbejdelse af sikring mod stormflod.

Kommunen har tidligere fået udarbejdet en rapport der behandlede højvands-scenarier baseret på klimavurderinger fra Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) samt hydrauliske modeller, (Niras, november 2012). De i (Niras, november 2012) præsenterede statistiske vandstande er benyttet i dette notat uden yderligere vurderinger af disse. På baggrund af revurderinger præsenteret i seneste klimarapport fra IPCC, (IPCC, 2014), har Slagelse Kommune ønsket et revideret forslag med simpel skitsering af løsninger til sikring mod stormflod.

I dette notat beskrives et skitseprojekt baseret på, som udgangspunkt, sikring mod stormflod for en hændelse med en gentagelsesperiode på 100 år fremskrevet til 2050. I forbindelse med senere projektforslag og detailprojektering bør koterne evt. revurderes således at det ønskede sikringsniveau er opretholdt når anlægget står færdigt. Notatet indeholder overslag over anlægs- og driftsomkostninger. Formålet med notatet er foruden opstilling af simpelt skitseprojekt at kunne danne baggrund for formidlingen til interessenter af løsningen for det konkrete delområde "Korsør By".

2 Eksisterende forhold

2.1 Generelt om området

Korsør By er en gammel dansk sø-købstad med mange gamle bydele placeret ved Storebælts kyst. Korsør Flådestation er placeret nordvestligst ved Sylowsvej. Nordligst ligger den gamle fiskerihavn og dernæst v. Batterivej ligger Søfartsstyrelsen, hvorfra bl.a. nye søfartsmærker lastes og sejles ud. Herefter bugter havneløbet sig ind mod Halsskovbroen øst over mod Industriområdet. Syd for flådestationen er anlagt en lystbådehavn. Der er en lang række aktiviteter i Korsør By som bør tages i betragtning ved udarbejdelse af en strategi for højvandssikring.



Figur 2-1 Korsør bymidte

En stor del af identiteten af Korsør er forbundet til den maritime historie og nærheden til havet. Området danner således rammerne for Korsørs historiske og nutidige handelsliv.



Figur 2-2 I området forefindes bl.a. erhverv og centrum for købstadens handelsliv.

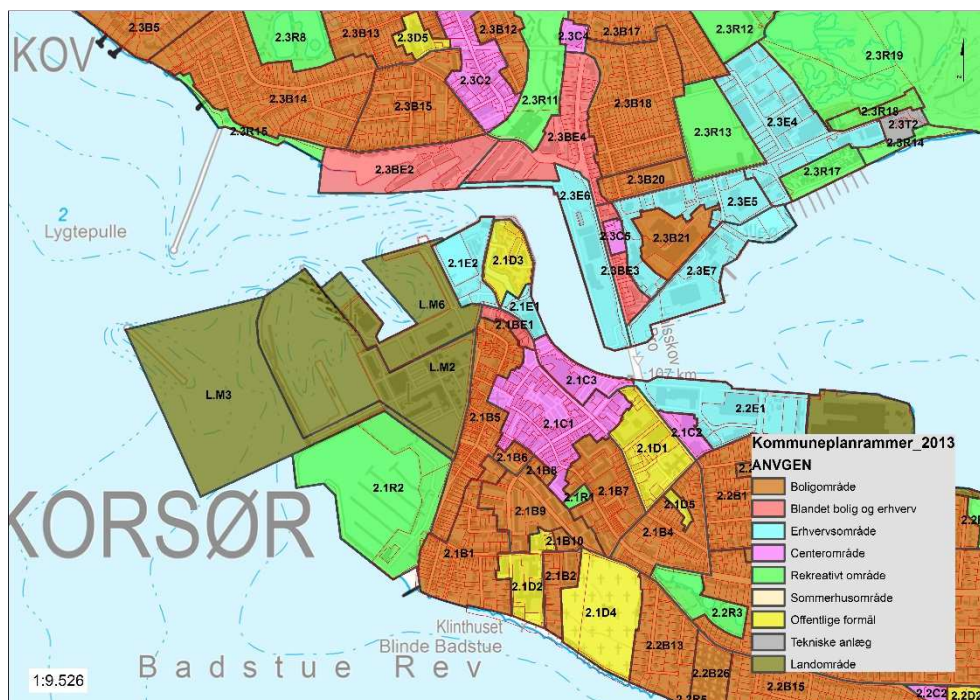
Området er centrum for Korsørs historie og det ses tydeligt i de mange flotte gader og stræder. Området har således stor kulturhistorisk værdi.



Figur 2-3 Gader og stræder med stor kulturhistorisk værdi.

2.2 Planforhold

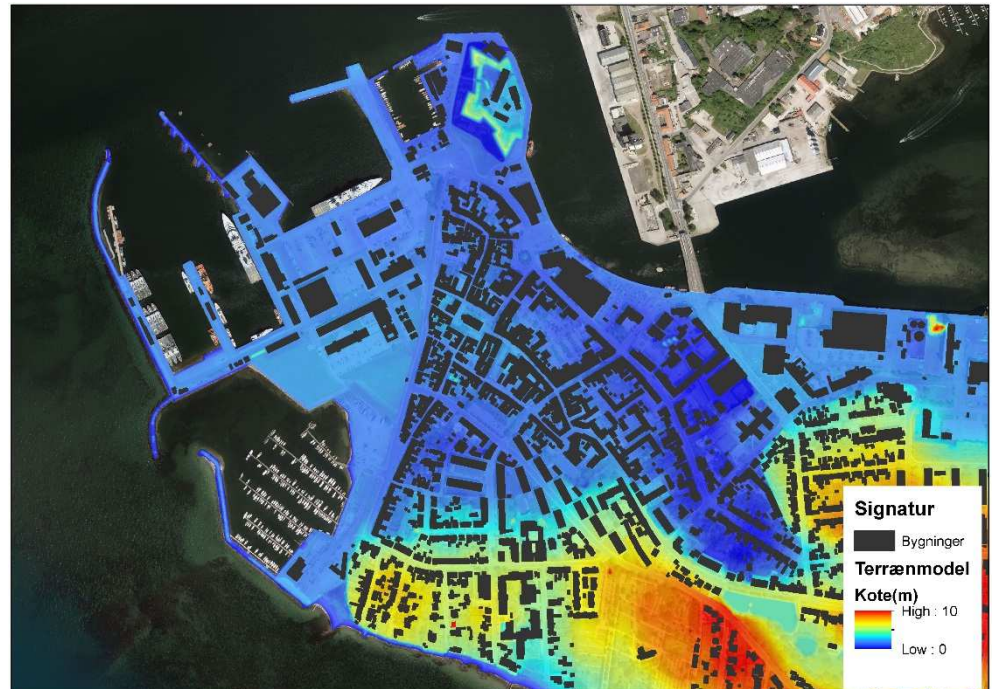
I forhold til planlægning består området primært af centerområde, områder til offentlige formål samt boligområder.



Figur 2-4 Kommuneplanrammer (Slagelse Kommune) for området. Området udgøres primært af centerområde samt boligområde samt område til offentlige formål.

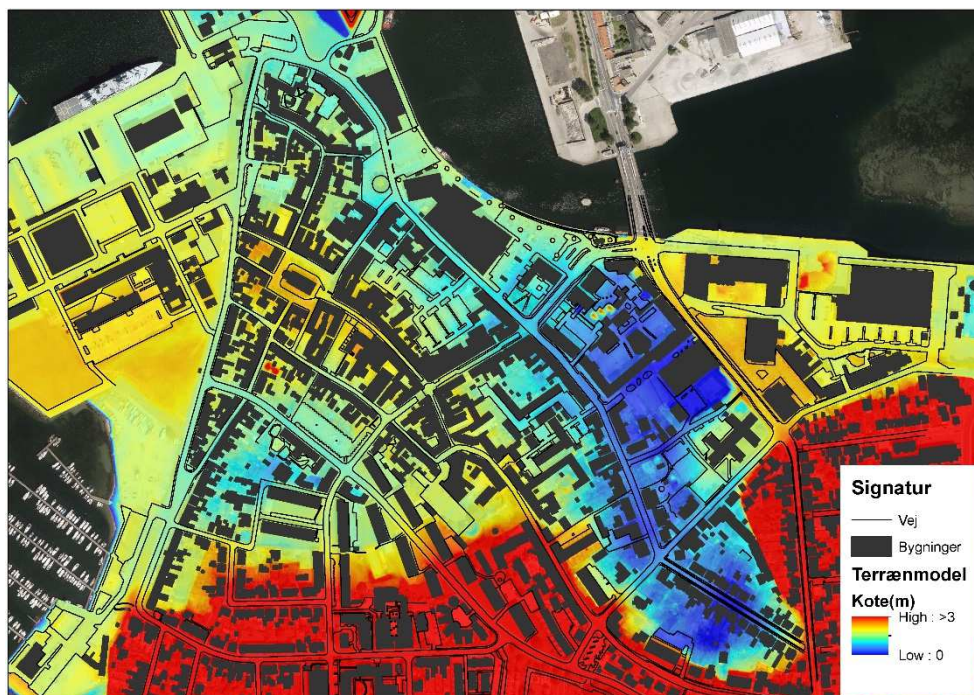
2.3 Terrænforhold

Bydelen er lavt beliggende i forhold til terræn. Nedenstående figur viser området samt flådestation og lystbådehavn i forhold til terræn.



Figur 2-5 *Terrænforhold for den centrale del af Korsør. Det ses af kortet at midtbyen er lavt beliggende ift. terræn. Terrænet er gradvist stigende mod syd og øst som danner en naturlig barriere for oversvømmelser ved stormflod.*

Dykes der yderligere ned i selve projektområdet ses det tydeligt, at store dele af området ligger meget lavt. Nedenstående figur viser terrænforhold indenfor selve projektområdet.



Figur 2-6 Terrænforhold for den centrale del af Korsør, som afgrænser skitseprojektet. Arealerne med blå farve er lavest beliggende herunder de østlige arealer som er en lavning i terrænet.

Det ses at specielt den østlige del af området ligger meget lavt. Terrænet stiger kraftigt mod syd og sydøst.

3 Oversvømmelse ved 0-scenariet

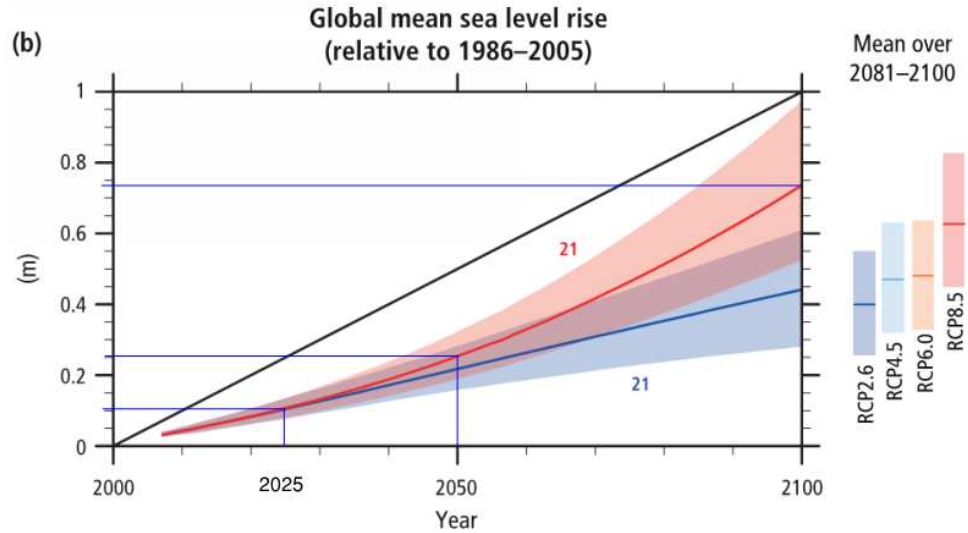
3.1 Udvikling i permanent vandspejl samt stormflod

Nedenfor opsummeres kort resultater der blev præsenteret i tidligere rapport, (Niras, november 2012), vedr. højvandssikring i Korsør By samt den nytilkomne viden fra seneste klimarapport fra IPCC præsenterer, (IPCC, 2014).

I perioden 1901 til 2010 er den globale middelvandstand steget med 0,19 m og hastigheden med hvilken denne øges er steget siden de sidste to årtusinder. Bare i perioden 1901 til 2010 er den globale middelvandstand steget med omtrent 1,7 mm/år, hvor denne hastighed er øget til 3,2 mm/år for perioden 1993 til 2010. Dette bevidner om, at de eksisterende klimaforhold er ændret dramatisk det seneste århundrede og vil ændre sig i de kommende år. Derudover oplever Danmark en generel landhævning, hvor den mindste landhævning ses i det sydvestligste Danmark på 0,3 mm/år og den største landhævning på 2 mm/år opleves i det nordligste Jylland. For Korsør området er der registreret en landhævning på omtrent 1 mm/år for de seneste 100 år, (Kystdirektoratet, 2011). Da dette svarer til mindre end 5 cm frem til år 2050 medtages denne landhævning ikke i den videre kotevurdering.

Dette notat tager udgangspunkt i resultater fra en hydraulisk model præsenteret i (Niras, november 2012). Disse er derefter opdateret med ny viden vedr. klimaforandringer samt reduceret målt vandstand ved vandstandsmåleren placeret

ved Halsskovbroen. Forudsigelsen af den globale middelvandstandsændring (SLR) er vist på Figur 3-1, og viser at tillægget præsenteret i tidligere rapport skal ændres. Det ses på figuren at SLR (i forhold til år 2000) er omtrent 10 cm, 25 cm og 75 cm for hhv. 2025, 2050 og 2100.



Figur 3-1 Global middel havspejlstigning baseret på nuværende forståelse fra observationer, fysisk forståelse og modellering relativ til årstalsintervallet 1986-2005, (IPCC, 2014).

Disse middelvandstandsændringer tillægges vandstandsændringen forårsaget af vind- og strømstuvning som de blev præsenteret i (Niras, november 2012). Referencepunkterne for vandstandene er vist på Figur 3-2.



Figur 3-2 Referencepunkter for vandstande i Korsør Havn.

Det antages at den indrapporterede ændring i målingen for DMI's vandstandsmåler ved Halsskovbroen gælder for både Inderhavnen og Fiskerihavnen, og der er derfor korrigeret med -6 cm for både fiskerihavnen og Inderhavnen ift. tidligere rapport. De dimensionerende vandstandskoter er vist på Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Højvandskoter for 20, 50 og 100 års returperioder jf. (Niras, november 2012). Disse vandstande er inkl. vind-, strømstuvning og bølgeopstuvning og refererer til DVR90. Disse koter er opdateret iht. seneste rapport om havspejlsstigninger m.m. præsenteret i (IPCC, 2014).

Hændelse	Vandstandsstatistik [cm]	Halskov [cm]	Fiskerihavnen [cm]	Inderhavnen [cm]	Havspejlsstigning [cm]
20 års i dag	132	-	145	132	0
50 års i dag	152	-	165	152	0
100 års i dag	161	181	174*	161*	0
20 års i 2050	157	-	170	157	25
50 års i 2050	177	-	190	177	25
100 års i 2050	186	206	199	186	25

* Korrigeret -6 cm iht. doc. "Indhentning af tilbud på skitseprojekt for højvandssikring af Korsør By", Slagelse Kommune. Kote +199 cm er benyttet som sikringskote, afrundet til kote +200 cm.

Slagelse Kommune foreskriver at højvandssikringen af Korsør By skal dimensioneres for en hændelse med 100 års gentagelsesperiode i 2050, dvs. 199 cm afrundet til 2,0 m højvande jf. fiskerihavnen. For ikke at gøre problemet for kompliceret, og da der i forvejen er usikkerheder forbundet med forudsigelse af højvande, benyttes 2,0 m højvande for samtlige lokaliteter i Korsør By.

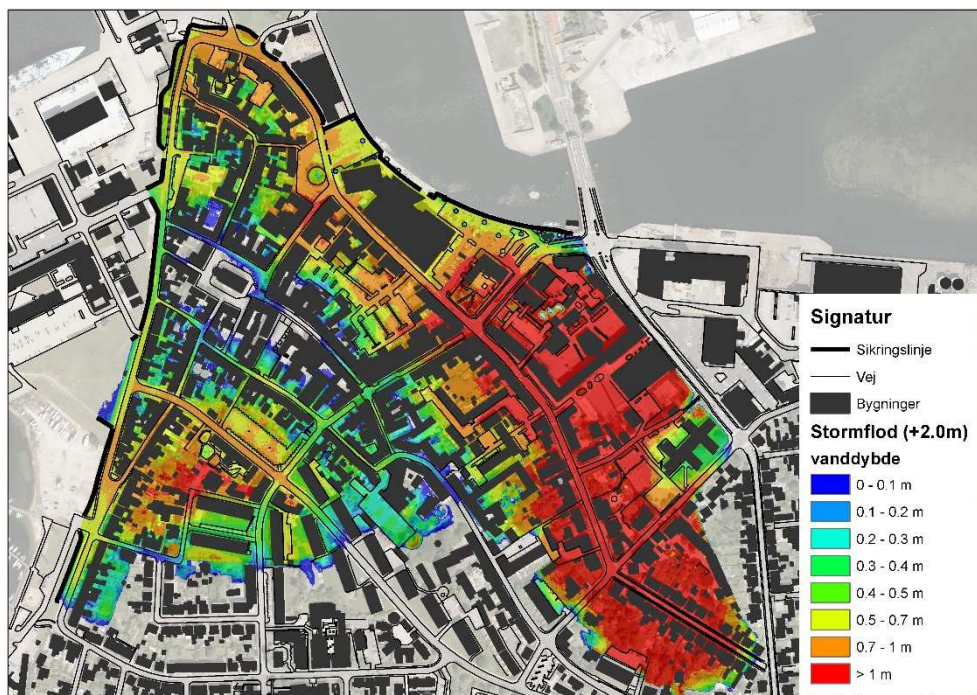
3.2 Oversvømmelser: 100 års hændelse i 2050.

Med udgangspunkt i den dimensionsgivende stormflodshændelse svarende til en 100 års hændelse i 2050 (afrundet til kote +2,0m) er der fremstillet statistiske kort som viser udstrækningen af oversvømmelserne i og omkring projektområdet. Oversvømmelsesudbredelsen, der er gengivet på nedenstående figur, viser med al tydelighed, at hændelsen vil være kritisk for Korsør By:

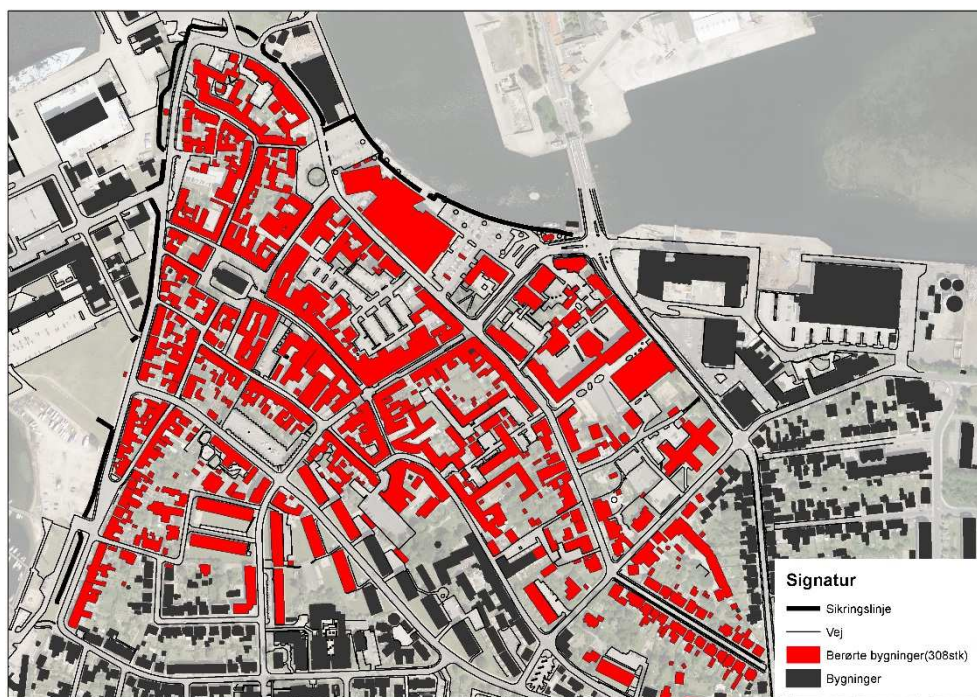


Figur 3-3 Oversvømmelsesudbredelse ved stormflod i kote +2,0 (100 års hændelse fremskrevet til 2050).

Langt fra alle vanddybder i det oversvømmede område vil være kritiske under stormflod, så derfor er der fremstillet et kort, som med baggrund i terrænmodellen (inden for projektområdet) viser mulige resulterende vanddybder ved stormflodshændelsen (forudsat at vandet har tid nok til at løbe ind og fylde op). Kortet er gengivet herunder og viser, at det er ganske få områder hvor der ikke vil kunne optræde en kritisk vanddybde. Den tænkte sikringslinje som afgrænser projektområdet er tegnet ind, men kortet afspejler hvordan det vil kunne se ud hvis sikringen IKKE etableres.



Figur 3-4 Oversvømmelsesudbredelse og vanddybder ved vandstand i kote +2,0m (100 års hændelse i 2050) såfremt sikring ikke etableres. Vandstanden er meget høj i området og specielt den østlige del som ligger i en lavning er særdeles kritisk.



Figur 3-5 Berørte bygninger ved vandstand på +2,0m indenfor projektområdet såfremt der ikke etableres sikring.

I den tidligere rapport var der opgjort skader for 460 ejendomme svarede til skadesomkostninger i nutidsværdi på 108 mio. kr. baseret på KDI's høje estimat for skadesomkostninger.

Benyttes en simpelt gennemsnit af skadesomkostninger pr. vilkårlig bygning (erhverv, bolig etc.) på 400.000 pr bygning fås skadesomkostninger svarende til nutidsværdi på 123 mio. altså i samme størrelsesorden som tidligere opgjorte værdier. Hertil skal der tillægges skadesomkostninger i forhold til:

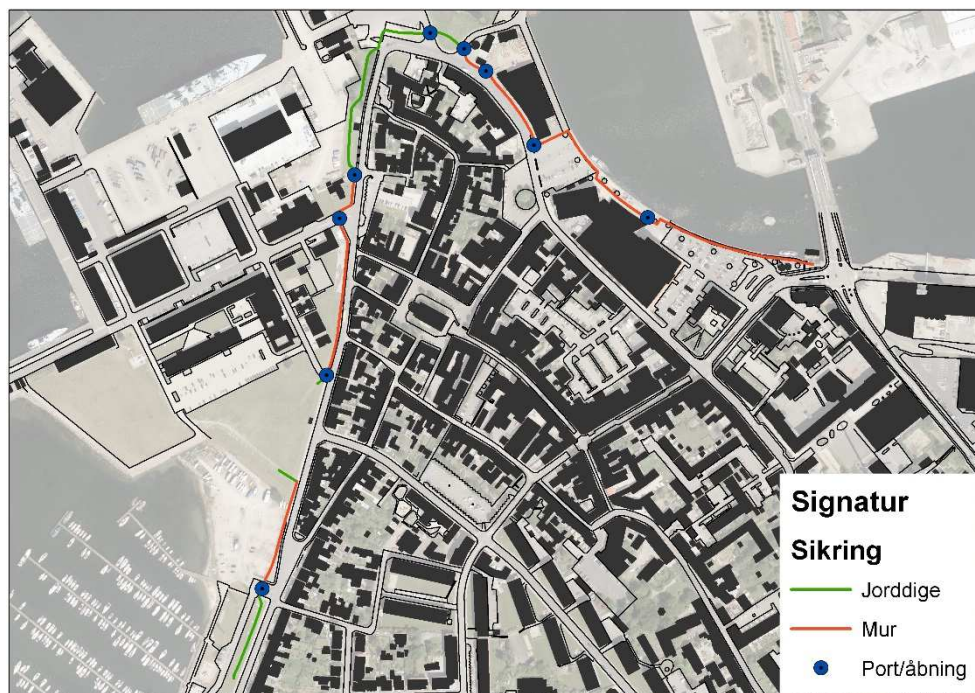
- > evt. ødelagte tekniske installationer
- > Afledte samfundsøkonomiske omkostninger
- > Evakuering af borgere herunder fare for personskader
- > Evt. opstuvning fra områdets overbelastede fælleskloak – sundhedsproblematik.

Disse er ikke kapitaliseret, men det vurderes at bidrage til væsentlige meromkostninger.

4 Skitsering af sikring

4.1 Linjeføring for forslag til sikring

Den skitserede løsning for højvandssikring af Korsør By omfatter ikke kun højvandsmure, men også jorddiger og mobilløsninger (se senere). Det er efterstræbt i dette skitseprojekt at lave en helhedsorienteret teknisk mindsteløsning, hvor prisen på den samlede løsning holdes nede samt at drift og vedligeholdelsesomkostninger for fremtiden er minimale. Højvandssikringen består primært af en højvandsmur, de steder hvor et jorddige ikke er muligt at etablere. På steder med større græsarealer foreslås det at etablere jorddiger, der ikke vil ødelægge det eksisterende bybillede. Krydset ved Halsskovbroen er trafikeret og her foreslås det i første omgang at etablere en mobilløsning (se senere), da det vil være forbundet med store omkostninger at hæve eksisterende terræn for hele krydset nær broen.



Figur 4-1 *Plantegning af skitseret løsning til højvandssikring af Korsør By. Sikringen forudsætter en mobilløsning ved Halskovbroen, men udgøres for resten af faste mure og jorddiger samt åbninger som kan udgøres af porte eller hævede flader.*

4.2 Højvandsmur, diger og mobilløsning

Som for mange andre kystbyer som Korsør er etablering af højvandsbeskyttelse udfordrende, da hele den gamle bykerne ofte ligger tæt ved byens havneområde. At hæve kajkanten ville forhindre den daglige og erhvervmæssige brug af havnen og ville udgøre en barriere mellem by og vand.

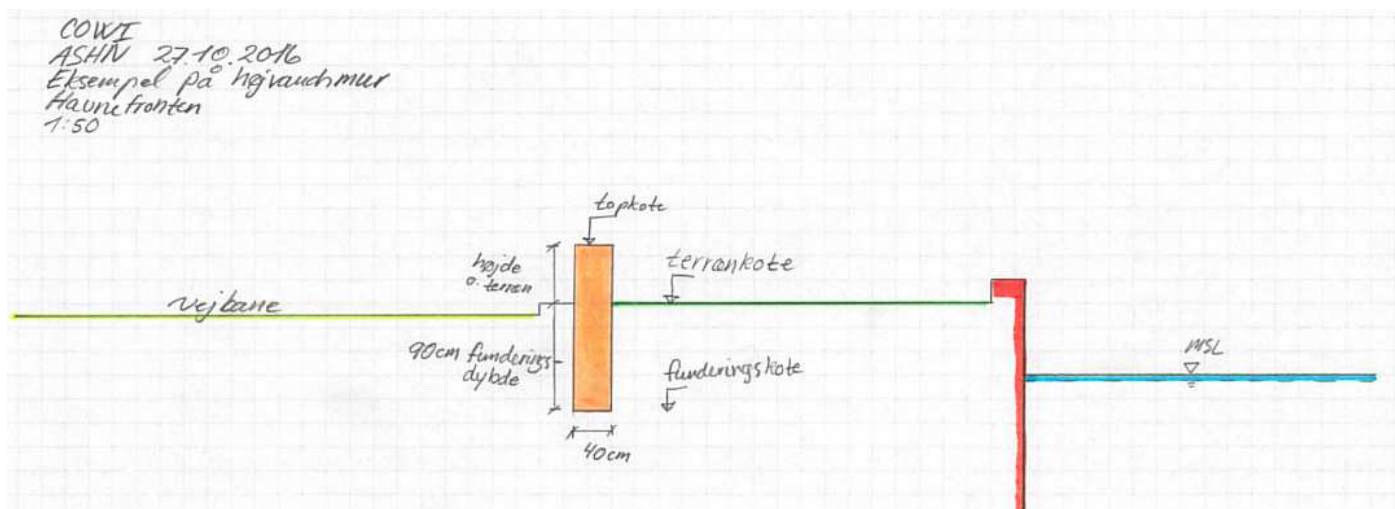
Billedet på Figur 4-2 viser højvandsmuren i Lemvig, der har sikret byen flere gange mod oversvømmelseshændelser. Figuren viser højvandsmuren i funktion under Stormen Bodil.



Figur 4-2 Lemvig-muren snor sig ved havnemiljøet i Lemvig, fra <http://folkebladetlemvig.dk>

En lignende løsning ville kunne udføres for Korsør By. Generelt for Korsør er sikringslinjeføringen tilbagetrukket fra kystlinjen og sikrer derved at by og vandmiljø stadig kan interagere. Det mest eksponerede område vest for bymidten tillader pga. den tilbagetrukne sikringslinje en lavere topkote end hvis linjeføringen blev ført vest for Flådestationen.

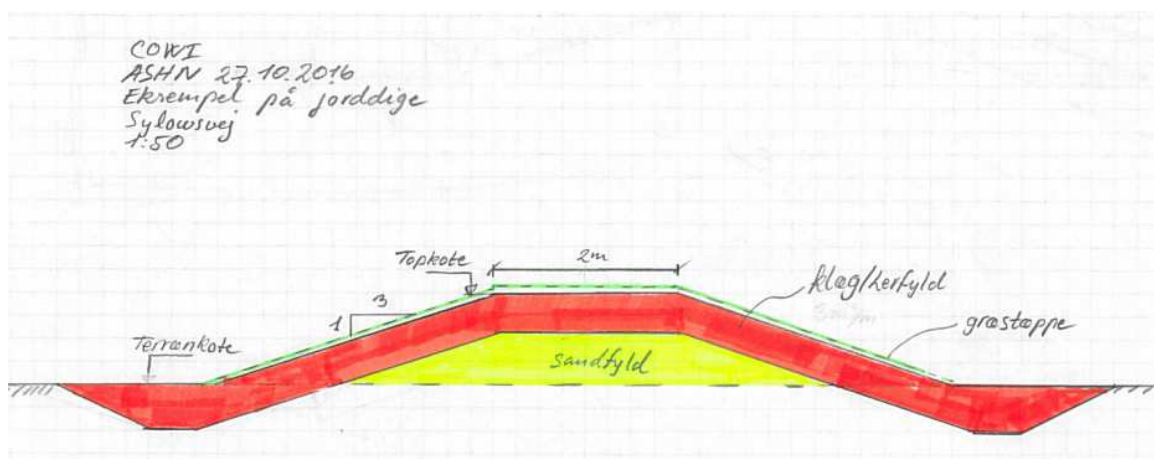
Figur 4-3 viser en principskitse af foreslået højvandsmur. Højvandsmuren skal funderes ned til frostfri dybde, 90 cm, og en foreslået bredde på muren er 40 cm, hvilket følger anvisningerne i (DHI, Februar 2015). Skitsen på figuren viser højvandsmuren ved Havnefronten, hvor højvandsmuren som tidligere vist på linjeføringen er tilbagetrukket fra kajkanten.



Figur 4-3 Principskitse af højvandsmur ved Havnefronten. Funderingsdybde 90 cm. Topkote +2,0 m.

Samtlige højvandsmure har topkote på +2,0 m og en bredde på 40 cm med funderingsdybde på 90 cm.

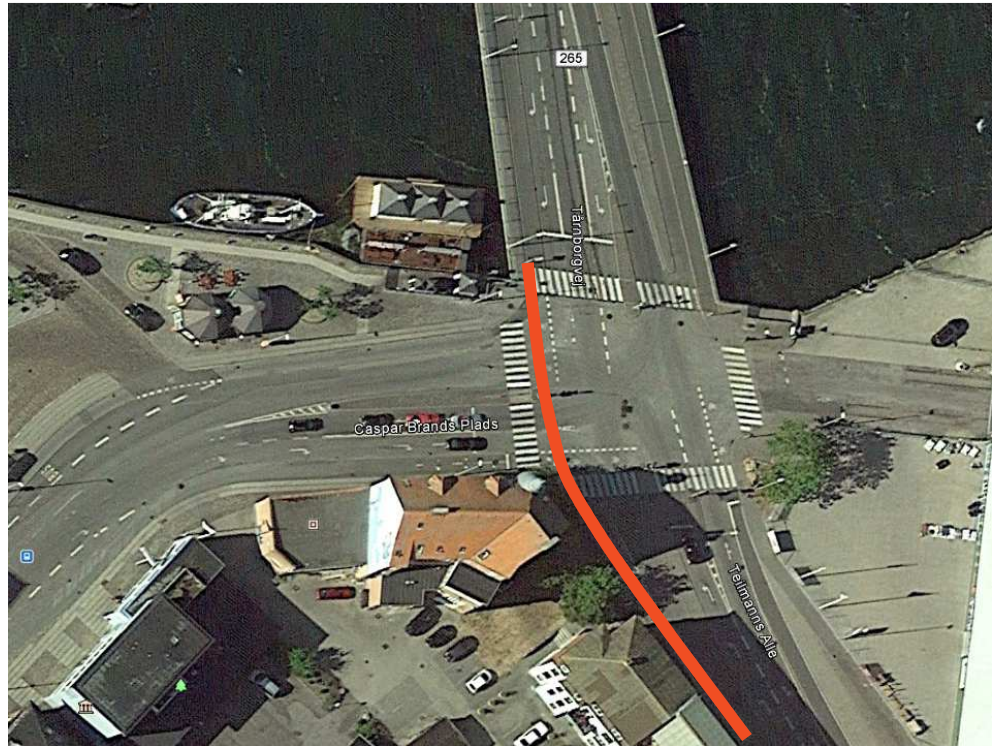
Figur 4-4 viser skitse af jorddige, som kan etableres flere steder på linjeføringen. Ved etablering af jorddiger indgår højvandssikringen som en del af det allerede eksisterende bymiljø. Det er kun muligt at etablere jorddiger de steder hvor terrænet tillader det mht. fodbredde. Da jorddigerne er tilbagetrukket fra kystlinjen er det begrænset hvor udsatte de vil blive for bølgeaktivitet i en evt. højvandsituation og det er derfor vurderet at det er tilstrækkeligt at beklæde jorddigerne med et tæt græstæppe.



Figur 4-4 Principskitse af jorddige ved Sylowsvej. 2 m bred krone belagt med græstæppe. 50 cm klæg eller lerfyld som øverste lag med en sandfyldskerne.

Samtlige jorddiger har topkote +2,0 m og en kronebredde på 2 m. Hældningen på jorddigerne er 1:3.

Der er større omkostninger forbundet med at hæve terrænet ved f.eks. vejkrydset ved Halsskovbroen, og derfor bør en midlertidig mobiløsning (se senere) anvendes netop her. Dette er et punkt på linjeføringen som er vigtigt for at sikre området mod oversvømmelse og derfor skal vejkrydset ved Tårnborgvvej/Casper Brands Plads lukkes af ved oversvømmelseshændelsen, se Figur 4-5.



Figur 4-5 Sikring af Punkt A (se Figur 4-7), vejkrydset ved Halskovbroen, Tårnbogvej/Casper Brands Plads. Sikringslinje markeret med orange (70 m).

Det vurderes på baggrund af terrænmodellen at sikringsbehovet er ca. 25 cm over eksisterende terræn. Dette kan gøres med en mindre mobil højvandssikring, som der findes flere danske producenter af.

Water Gate er et mobilt højvandssikringsprodukt, der har en sikringshøjde på op til 1,5 m. Denne mobile højvandssikring er en løsning, der er hurtig at sætte op og kan håndteres af beredskabet uden yderligere oplæring.

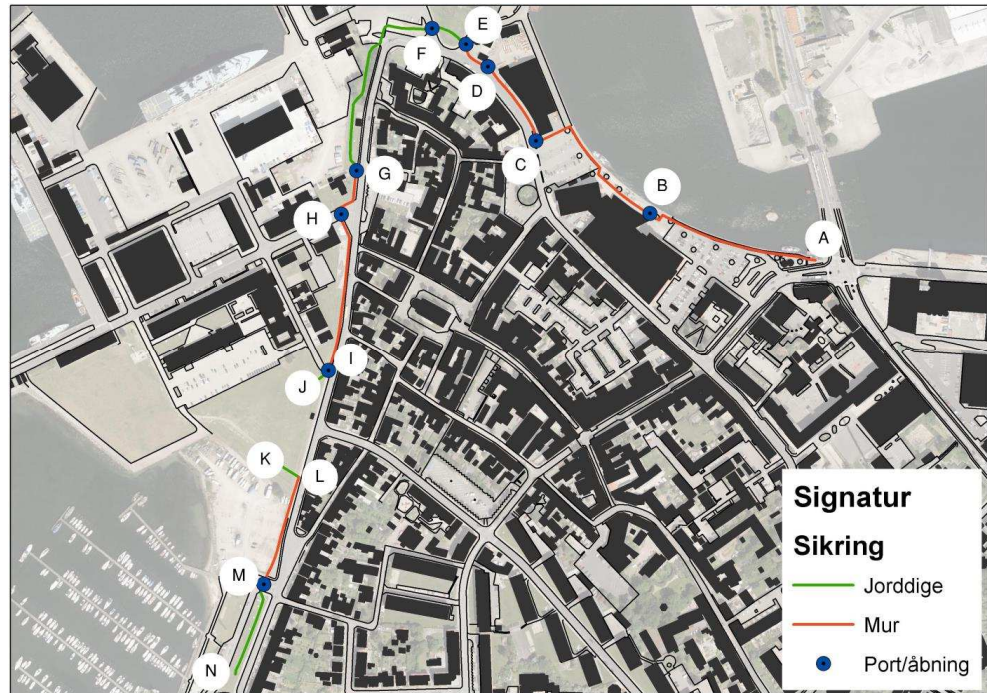


Figur 4-6 Water Gate udlagt ved nedkørsel til parkeringskælder (TV) og (TH) omdirigering af vand ved oversvømmelse af boligområde.

Der findes mange forskellige producenter af mobile højvandssikringer, og det konkrete behov vil skulle belyses i detail-fase.

4.3 Gennemgang af linjeføring

Linjeføringen er i det følgende afsnit gennemgået ift. visualisering af skitseret forløb samt nedslag i enkelte områder i forhold til længdeprofil/sikringshøjde. Gennemgangen tager udgangspunkt i en inddeling af sikringen som vist på Figur 4-7.



Figur 4-7 Sektionering af sikringslinjen som oversigtskort til gennemgang. Inddelingen er gennemgående for beskrivelse og efterfølgende anlægsoverslag.



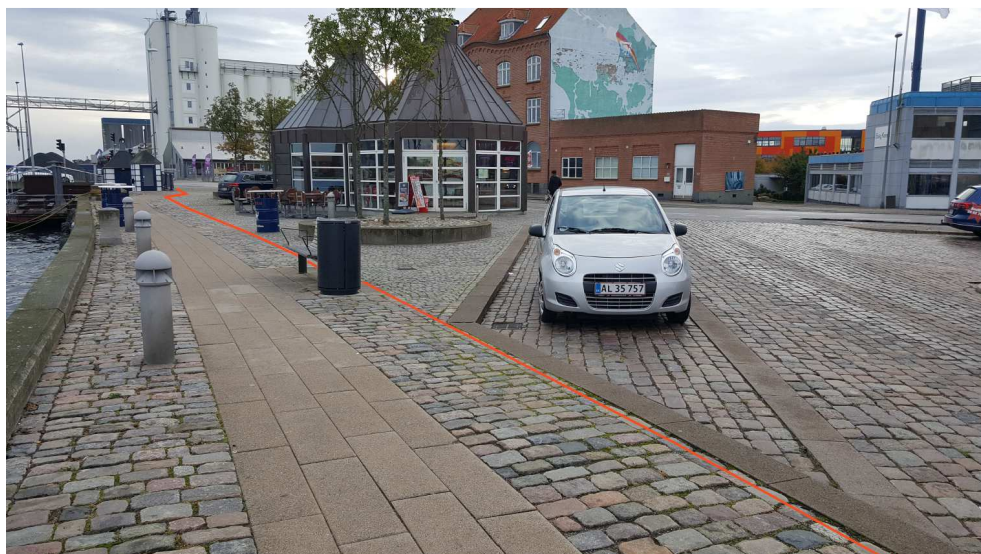
Figur 4-8 Skitseret linjeføring fortsat gennem vejkruds v. Halskovbroen. Stopper v. Teilmanns Allé 4. Mobil højvandssikring.



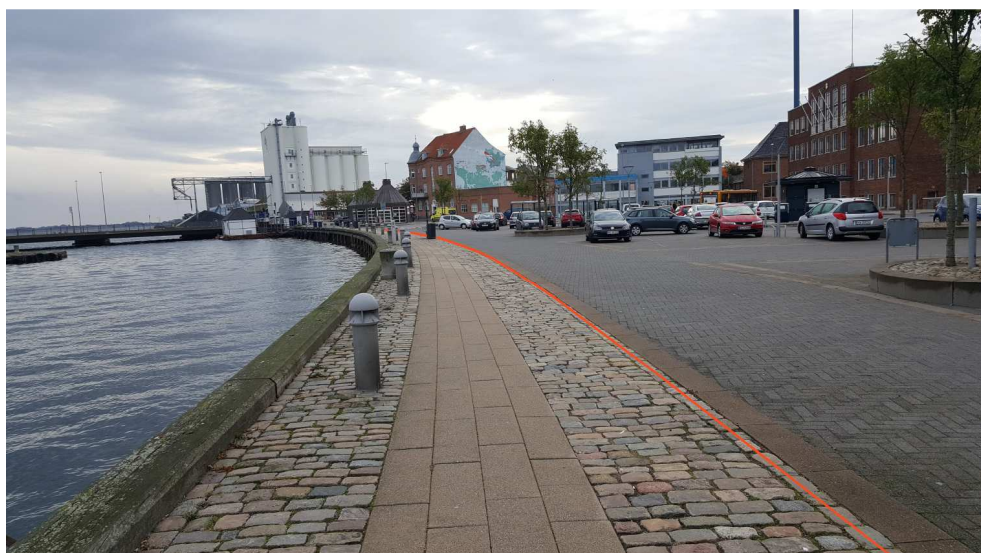
Figur 4-9 Skitseret linjeføring fra Halskovbroen videre langs kajkant v. Inderhavn. Tilbagetrukket til kantsten. Højvandsmur. (Strækning A-B).



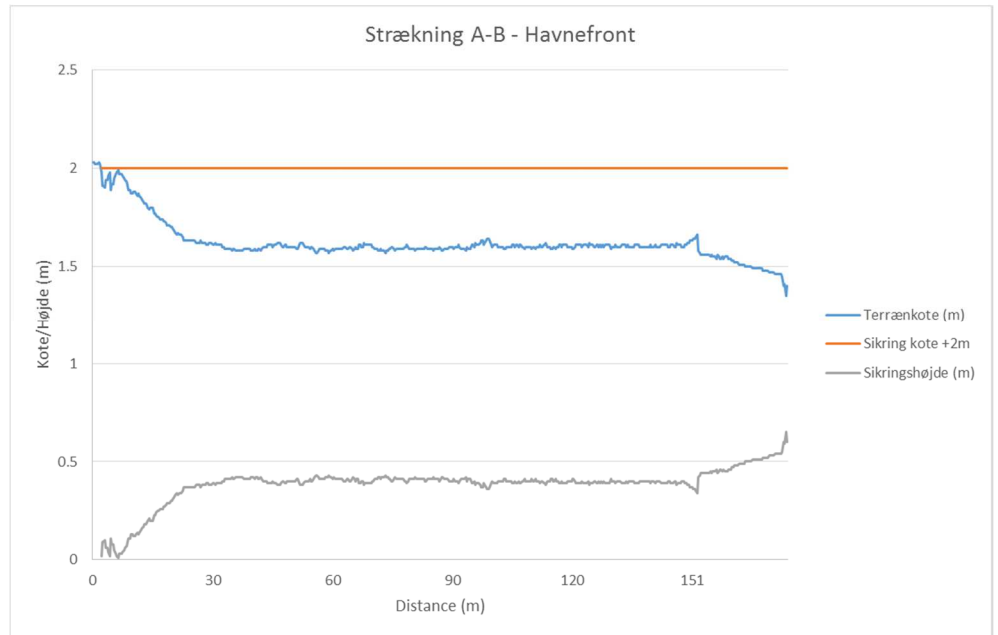
Figur 4-10 Skitseret linjeføring v. kajkant v. Inderhavn. Tilbagetrukket til kantsten. Højvandsmur. (Strækning A-B).



Figur 4-11 Skitseret linjeføring v. kajkant v. Inderhavn. Tilbage trukket til kantsten. Højvandsmur. (Strækning A-B).



Figur 4-12 Skitseret linjeføring v. kajkant v. Inderhavn. Tilbage trukket til kantsten. Højvandsmur. (Strækning A-B).



Figur 4-13 Længdeprofil for sikring ved strækning A-B (Havnefront). Orange linje er sikringskoten (+2m). Blå streg angiver det nuværende terræn på strækningen. Den grå linje angiver den oplevede sikringshøjde i forhold til nuværende terræn. Sikringen er på denne strækning i gennemsnit ca. 0,5 m høj.



Figur 4-14 Skitseret linjeføring v. kajkant v. Inderhavn. Højvandsmur. (Strækning A-B / B-C).



Figur 4-15 Skitseret linjeføring v. kajkant v. Inderhavn, Højvandsmur. (Strækning B-C).



Figur 4-16 Skitseret linjeføring v. kajkant v. Inderhavn/Søfartsstyrelsen, Højvandsmur. (Strækning B-C).



Figur 4-17 Skitseret linjeføring v. Søfartsstyrelsen. Højvandsmur. (Strækning B-C).



Figur 4-18 Skitseret linjeføring v. Søfartsstyrelsen (Batterivej). Højvandsmur.(Strækning C-D).



Figur 4-19 Skitseret linjeføring v. svinget for enden af Batterivej. Højvandsmur. (Strækning D-E).



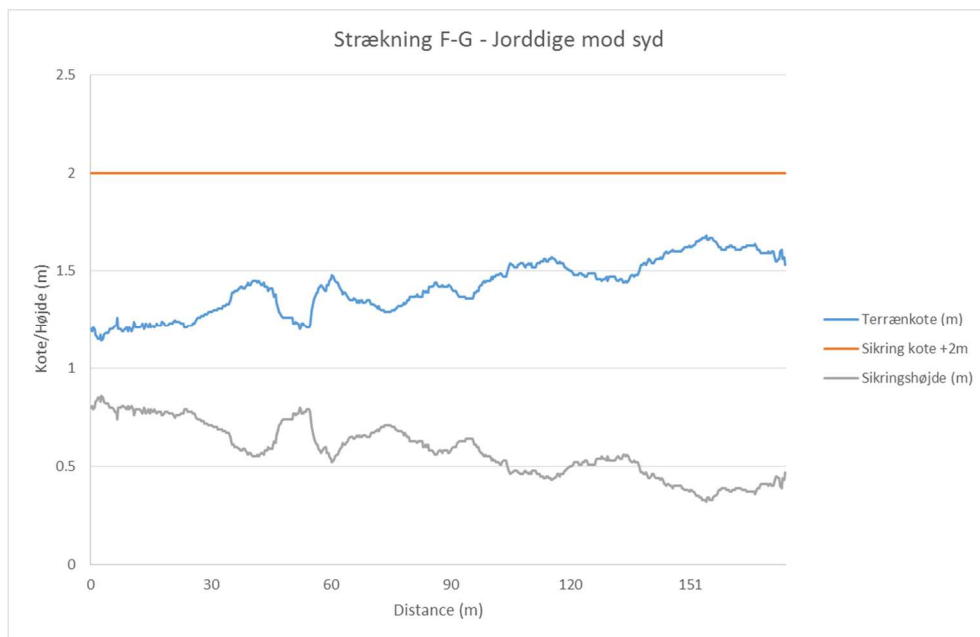
Figur 4-20 Skitseret linjeføring v. sving v. Batterivej/Sylowsvej. Jorddige. (Strækning E-F).



Figur 4-21 Skitseret linjeføring v. Sylowsvej/Batterivej. Jorddige. (Strækning E-F).



Figur 4-22 Skitseret linjeføring v. Sylowsvej. Jorddige. (Strækning F-G).



Figur 4-23 Længdeprofil af sikring ved strækning F-G (Jorddige mod syd). Orange linje er sikringskoten (+2m). Blå streg angiver det nuværende terræn på strækningen. Den grå linje angiver den oplevede sikringshøjde i forhold til nuværende terræn. Sikringen varierer på denne strækning fra ca. 0,8m til 0,4m.



Figur 4-24 Skitseret linjeføring v. indkørsel til Flådestationen. Højvandsmur. (Strækning G-H).



Figur 4-25 Skitseret linjeføring v. Sylowsvej. Foreslået jorddige anlægges til sikker højvandskote. (Strækning I-J).



Figur 4-26 Ingen højvandsikring er nødvendig sydligst langs Flådestationens område. (Strækning J-K).



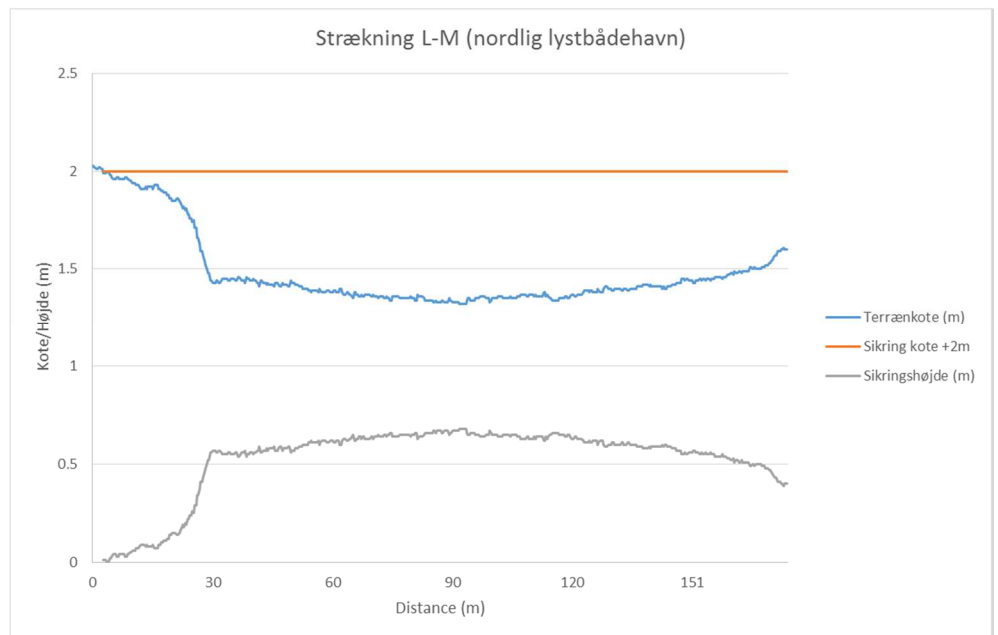
Figur 4-27 Skitseret linjeføring fra lystbådeområdet fortsat ad Sylowsvej. Højvandsmur. (Strækning L-M).



Figur 4-28 Skitseret linjeføring v. Sylowsvej. Højvandsmur. (Strækning L-M).



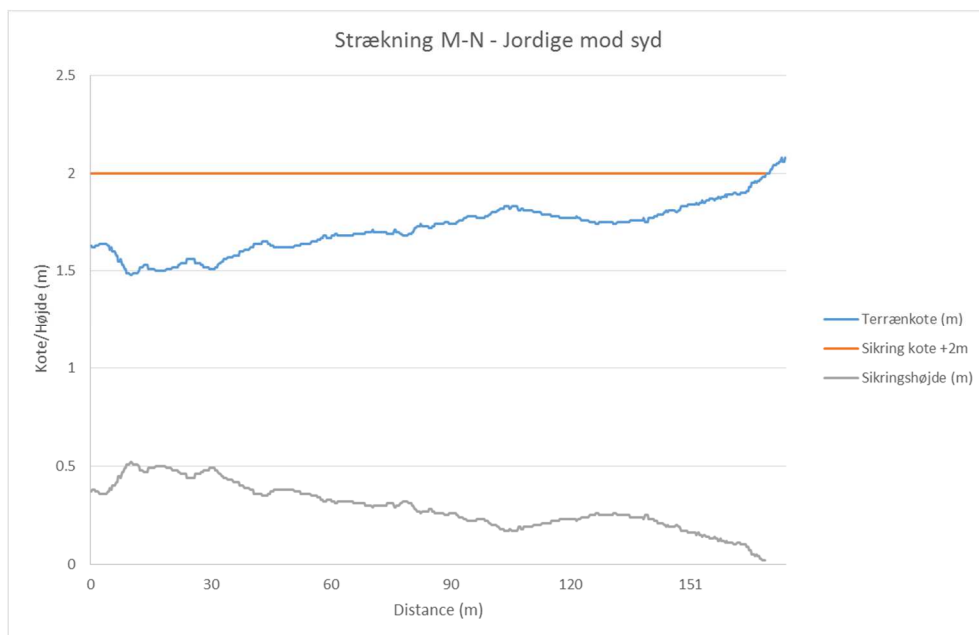
Figur 4-29 Skitseret linjeføring v. lystbådehavnen. Højvandsmur samt overgang til jorddige på grønt areal. (Strækning L-M).



Figur 4-30 Længdeprofil af sikring ved strækning F-G (Jorddige mod syd). Orange linje er sikringskoten (+2m). Blå streg angiver det nuværende terræn på strækningen. Den grå linje angiver den oplevede sikringshøjde i forhold til nuværende terræn.



Figur 4-31 Skitseret linjeføring v. lystbådehavnen. Anlægges op til sikringskote v. Møllebjergvej. Jorddige. (Strækning M-N).

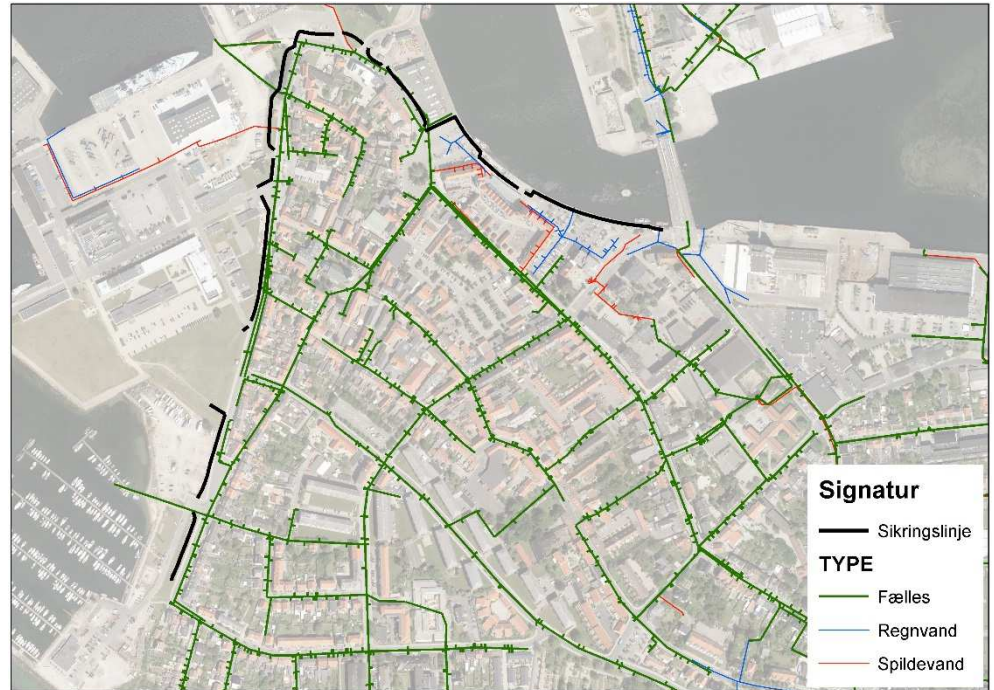


Figur 4-32 Længdeprofil af sikring ved strækning M-N (Jorddige mod syd). Orange linje er sikringskoten (+2m). Blå streg angiver det nuværende terræn på strækningen. Den grå linje angiver den oplevede sikringshøjde i forhold til nuværende terræn.

4.4 Sikring og eksisterende afløbssystem

Projektområdet er gennemgående fælleskloakeret, hvilket er typisk for de gamle bydele i danske byer. Regn- og spildevand løber således i samme rør frem mod renselanlæg. Ved en stormflodshændelse med vand på terræn vil havvandet finde frem til fællessystemet via vejriste m.m. og udgøre en stor belastning. Dette vil kunne bevirke opstuvning af opspædet spildevand i området opstrøms evt. flaskehalse.

Ved etablering af sikring er det vigtigt at der bliver taget hånd om afløbssystemet, således at krydsninger mellem sikringslinje og afløbssystem bliver suppleret med kontraklapper eller pumpestationer alt afhængigt af den tiltænkte funktion (afskæring eller udløb). På nedenstående figur er afløbssystemet vist i forhold til den skitserede sikringslinje:



Figur 4-33 Eksisterende afløbssystem i og omkring projektområdet. Området er primært fælleskloakeret, som er typisk for de ældste bydele i danske byer. Steder hvor kloakken krydser sikringslinjen skal der indsættes kontraklap og på udløb evt. pumpe til afvikling af dagligdagsregn ved kombination af regn og stormflod.

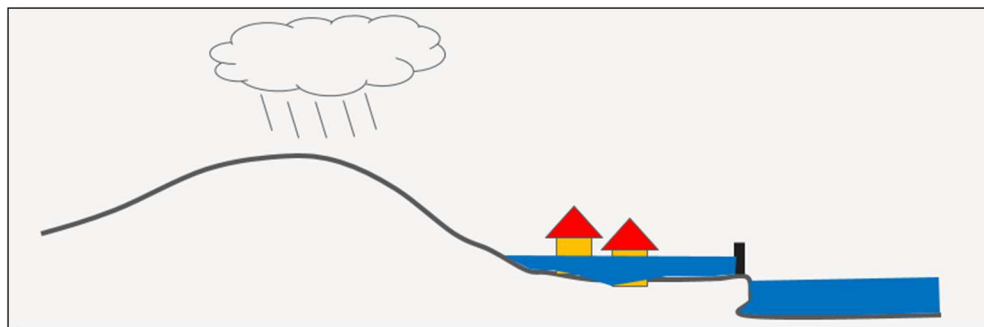
Planlægningen bør ske i tæt samarbejde med SK forsyning.

4.4.1 Stormflodssikring: påvirkning ved skybrud

En barriere mod stormflod bør koordineres i forhold til afstrømning fra bagvedliggende opland således at der ikke opstår en konflikt i forbindelse med kraftige nedbørshændelser og skybrud.



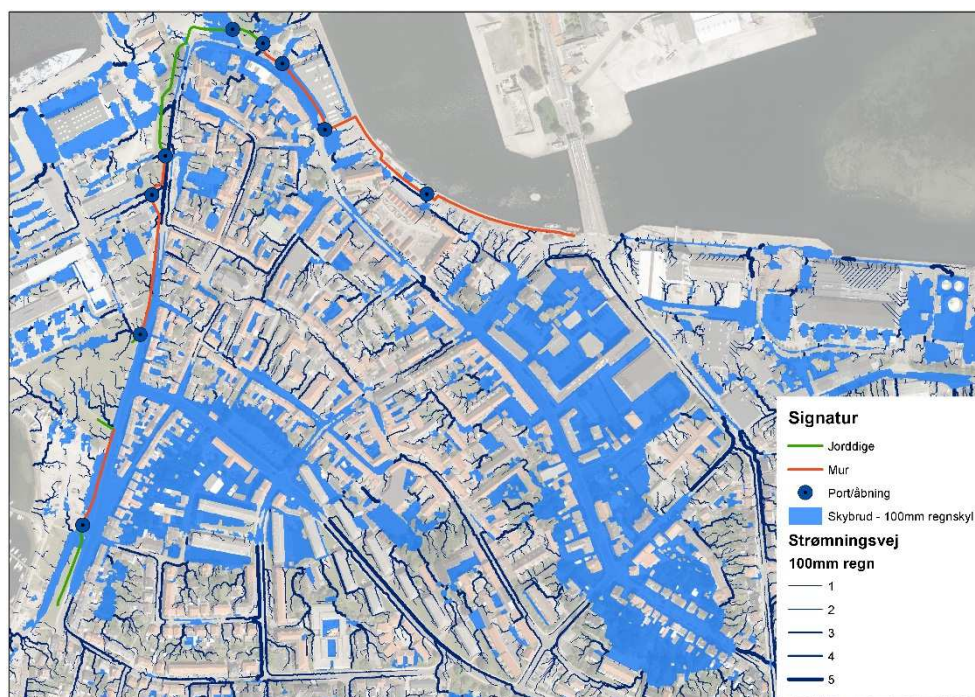
Figur 4-34 Sikring mod stormflod i vinterhalvåret



Figur 4-35 Sikring mod stormflod i sommerhalvår under skybrud uden hensynstagen til afstrømning fra oplandet.

Med udviklingen i nedbøren som resultat af klimaforandringerne forventes skybrudshændelser blive kraftigere og sætte yderligere pres på afløbssystemerne, og den måde hvorpå vi håndterer overfladevand. Stormflodshændelser og skybrudshændelser er statistisk ikke sammenfaldende og finder således sted på forskellige årstider. Skybrudshændelser sker oftest i sensommerperioden og stormflod som resultat af efterårets/vinterens storme.

Konkret for projektområdet i Korsør by er der fremstillet et kort med simuleret skybrud på 100mm uden hensyntagen til kloaksystemet. Kortet er gengivet herunder:



Figur 4-36 Visning af simpel skybrudsberegning for 100mm regn over projektområdet. Beregningen tager ikke hensyn til det aktuelle kloaksystem. Det ses at 2 specifikke områder (de 2 store lavninger) vil være problematiske i forhold til skybrud, men at stormflodssikringen ikke umiddelbart forværrer forholdene. Langs sikringen vurderes det på nuværende tidspunkt ikke som problematisk at udføre sikring ift. afstrømning.

Det ses af kortet at der ikke er store krydsninger af strømningsveje på tværs af den skitserede sikringslinje, og samtidig viser kortet, at der er to større områder som ligger i en lavning hvorfra afvandingen ved regnskyl kun kan håndteres via afløbssystemet. Områderne forværres ikke umiddelbart ved etablering af sikring.

5 Anlægsbudget inkl. projektering, udbud og tilsyn

De følgende mængde- og prisoverslag skal anses som estimater, da flere forhold herunder geoteknik ikke er kendte på nuværende tidspunkt. Dimensioner er baseret på den i Tabel 3-1 listet sikringskote på +2,0 m. Derudover er udformningen af valgte konstruktioner baseret på COWIs kysttekniske erfaringer i lign. projekter og henvender sig til højvandsmure og jorddiger. For den angivne linjeføring vist i Afsnit 4, er der foreslået en højvandssikring kombineret af højvandsmure, jorddiger og mobilløsning.

For etablering af højvandssikringen er følgende enhedspriser benyttet til beregning af overslagspris på højvandsmure, jorddiger, porte og mobilløsninger, se Tabel 5-1. De i det følgende angivne omkostninger medregner ikke omkostninger til retablering af de mange belægninger mm. i brosten og asfalt mm. Det vil formentlig blive dyrt at retablere disse på en æstetisk måde op til betonmuren. Der er endvidere tale om at der vil være end del ledningsomlægninger, og omkostningerne til disse er ikke medregnet. Det anbefales at der foretages en nærmere vurdering af omfanget af nævnte arbejder og de dermed forbundne disse to omkostninger.

Tabel 5-1 Enhedspriser på højvandssikring

Materiale	Enhedspris
Højvandsmur	5000 kr/m ³
Klæg-/lerfyld	250 kr/m ³
Sandfyld	150 kr/m ³
Græstæppe	20 kr/m ²
Hævning af terræn 0,5 m	2500 kr/m ²
Hævning af terræn 1,0 m	3000 kr/m ²
Port	35000 kr/m
Mobilløsning	2000 kr/m

Baseret på de i Afsnit 4.2 skitseret løsninger er pris på højvandsmure og jorddiger vist på Tabel 5-2.

Tabel 5-2 Oversigt over valg af løsning på udvalgte strækninger samt pris.

Strækning	Løsning	Længde [m]	Gns. terrænkote [DVR90]	Højde over terræn [m]	Pris pr. lbm [kr/m]	Pris [kr]
A-B	Højvandsmur	174,0	+1,6	0,4	2600	453.000
B-C	Højvandsmur	156,0	+1,4	0,7	3100	484.000
C-D	Højvandsmur	86,0	+1,2	0,8	3400	293.000
D-E	Højvandsmur	29,0	+1,1	0,9	3600	105.000
E-F	Jorddige	29,0	+1,2	0,9	1500	44.000
F-G	Jorddige	194,0	+1,3	0,7	1300	253.000
G-H	Højvandsmur	44,0	+1,5	0,5	2800	124.000
H-I	Højvandsmur	152,0	+1,5	0,5	2800	426.000
I-J	Jorddige	9,0	+1,7	0,3	900	8.100
K-L	Jorddige	21,0	+1,7	0,3	900	19.000
L-M	Højvandsmur	104,0	+1,6	0,5	2700	281.000
M-N	Jorddige	87,0	+1,4	0,6	1200	105.000
					I alt	2.596.000

På samtlige strækninger for højvandssikringen er der åbninger der ikke kan lukkes permanent, hvorfor der skal etableres porte, som skal opereres af beredskabet ved en evt. oversvømmelseshændelse. Steder hvor terrænet tillader det, kan terrænet hæves for at reducere antallet af åbninger i højvandssikringen der skal opereres under oversvømmelseshændelsen. Et prisestimat for etablering af højvandssikring i åbningerne er vist på Tabel 5-3. Punkterne i tabellen refererer til de på Figur 4-7 viste åbninger.

Tabel 5-3 Oversigt over valg af løsning for åbninger i højvandssikringen samt pris.

Punkt	Løsning	Længde/Areal [m/(m ²)]	Pris [kr]
A	Mobilløsning	70	140.000
B	Port	5	175.000
C	Port	5	175.000
D	Port	5	175.000
E*	Port	6	210.000
F*	Terrænhævning	288	864.000
G	Port	5	175.000

H	Port	12	420.000
I	Port	6	210.000
M*	Terrænhævning	360	1.080.000
		I alt	3.624.000

* Muligt at etablere port/hævning af terræn

Der er i dette skitseprojekt indregnet 10 % af samlet materialeudgifter til anstilling af byggeplads, 10 % for uforudsete udgifter samt 5 % til projektering, udbud m.v.

Tabel 5-4 Prisestimat for etablering af højvandssikring samt anlægsudgifter, udbud, projektering m.m.

Løsning	Længde/Areal [m/(m ²)]	Pris [kr]
Højvandsmur	745	2.166.000
Jorddiger	340	430.000
Terrænhævning	650	1.944.000
Porte	45	1.540.000
Mobilløsning	70	140.000
	I alt	6.220.000
Totalt inkl. anstilling af byggeplads, uforudsete udgifter og projektering og udbud +25%		7.780.000
Evt. tillæg for reetablering af asfalt m.m. ved linjeføringen på asfalt	850	500.000

Såfremt en løsning bestående udelukkende af porte i åbningerne der skulle opereres ved en højvandssituation kunne totalprisen inkl. 25%, angivet i Tabel 5-4, reduceres til 6.540.000 kr, hvilket er en forskel på 990.000 kr ift. løsningen hvor terrænet hæves ved punkt F og M.

6 Driftsomkostninger

Ved etablering af højvandsmure i beton er der de første mange år ikke omkostninger til vedligeholdelse og drift. Der er vedligeholdelse ifm. de åbninger/porte der etableres i højvandsmuren. Disse skal efterses og der indregnes etableringsomkostninger til porte for vedligeholdelse årligt. Ved etablering af jorddiger består driften hovedsageligt af inspektion samt pasning af græsdekke. Der indregnes 3 % af samlede etableringsomkostninger for jorddiger og porte årligt, hvilket svarer til 240.000 kr om året. Disse omkostninger er ekstraomkostninger i forhold til Kommunens omkostninger i dag med drift og vedligehold af områderne der bliver berørt af projektet.

7 Referencer

- DHI. (Februar 2015). *Kystdynamik og kystbeskyttelse, Naturlige erosions- og oversvømmelsesprocesser - beskyttelsesmetoders virkning og økonomi*.
DMI Vejr, klima og hav. (12. 12 2008). Hentet fra DMI:
http://ocean.dmi.dk/case_studies/surges/01nov06.php
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014 Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on climate change (IPCC).
- Kystdirektoratet. (Oktober 2011). *Kystdirektoratet*. Hentet fra
<http://omkystdirektoratet.kyst.dk/landbevaegelser-i-danmark.html>
- Niras. (november 2012). *Strategi og scenarier for højvandsbeskyttelse af Korsør og Halskov bydele*.