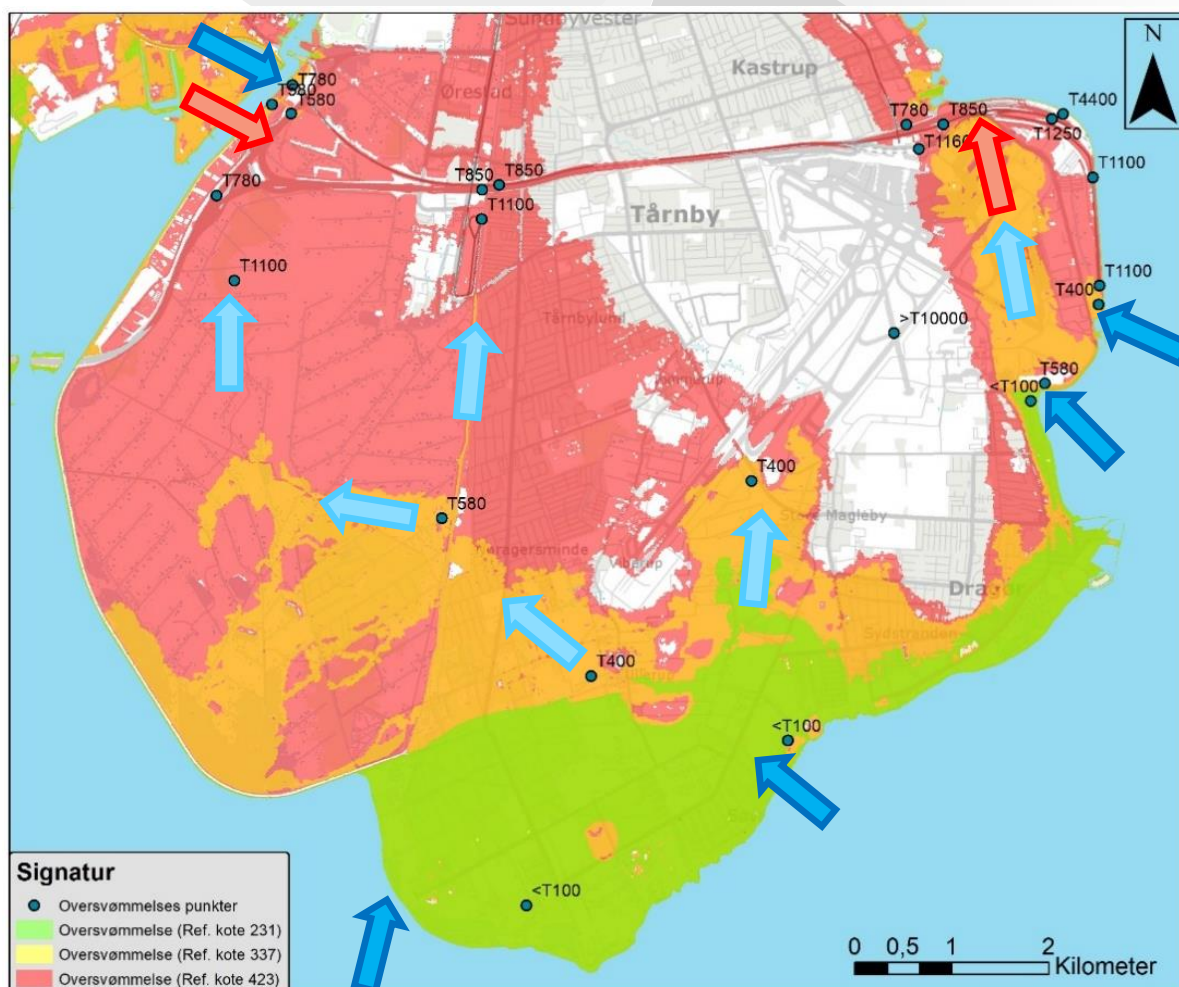


MULIGHEDER FOR FÆLLES SIKRING MOD STORMFLOD VED AMAGER

RAPPORT



SEPTEMBER 2019
SUND & BÆLT

MULIGHEDER FOR FÆLLES SIKRING MOD STORMFLOD VED AMAGER

RAPPORT

PROJEKTNR.

A126197

DOKUMENTNR.

A126197-001

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

2019.09.27

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

ALHK, ABH, LIFA

KONTROLLERET

JIJ

GODKENDT

STH

INDHOLD

1	Baggrund og formål	7
2	Resultater og konklusion	8
2.1	Mest kritiske strømningsveje/gennembrudspunkter.	8
2.2	Indsats ved Sund & Bælt alene	9
2.3	Fælles løsning	9
3	Interessenter og vedtagne indgreb	13
3.1	Øresundsbron	13
3.2	Metroselskabet I/S	13
3.3	Kastrup Lufthavn, Kastrup	14
3.4	Københavns Kommune	14
3.5	Tårnby Kommune	14
3.6	Dragør Kommune	14
4	Design stormflod (hyppighed/årstal)	16
4.1	Valgte sikringsniveauer	16
4.2	Vandspejl langs kysten ved stormflod	16
4.3	Varighed af højvande	19
5	Kritiske strømningsveje	21
6	Barrierer for placering af anlæg til beskyttelse mod stormflod	24
7	Arealbehov ved anlæg af diger	26
8	Hovedløsninger for sikring mod stormflod	28
8.1	Intern løsning for Sund & Bælt	30
8.2	Fælles løsninger på land	31

8.3	Fælles løsning på vand	34
8.4	Merindsats ved Sund & Bælts sikringsmål	36
9	Sammenfatning og alternative udbygningsmuligheder	38

1 Baggrund og formål

På møde mellem Sund & Bælt, Dragør Kommune og Københavns Kommune medio maj blev der drøftet muligheder for fælles løsninger mht. sikring imod stormflod. Drøftelserne, samt ideer til hvad der kan analyseres nærmere, er bl.a. summeret i mail fra COWI d. 24/5 2019, samt mail d. 16/5 og 29/5 fra Dragør Kommune ved Hanna Bang Rehling. Der henvises generelt til disse mails. Efterfølgende er ideerne beskrevet i et forslag til ydelsesbeskrivelse og en ATR-aftale for undersøgelsen af trusler fra stormflod og forskellige fælles eller individuelle løsninger til at imødegå skader fra stormflod op til en vis størrelse. Desuden er der på møde d. 12/9 2019 aftalt nogle enkelte supplerende kørsler, summeret i mail fra COWI d. 13/9 2019.

Formålet med undersøgelsen er:

På et overordnet niveau at illustrere og beskrive de relevante muligheder, der er for en individuel eller en samlet løsning for stormflodssikring af Sund & Bælts anlæg på Amager, hvor der ved et samarbejde om en samlet synergiløsning, eventuelt kan opnås en fordel for flere eller alle interessenter i området.

Ved opstilling af løsningsmuligheder og ved vurderingen af omfanget af oversvømmelser ses på initiativer og konsekvenser for følgende andre interessenter i området:

- Øresundsbron,
- Metroselskabet I/S,
- Københavns Lufthavn, Kastrup
- Københavns Kommune,
- Tårnby Kommune og
- Dragør Kommune.

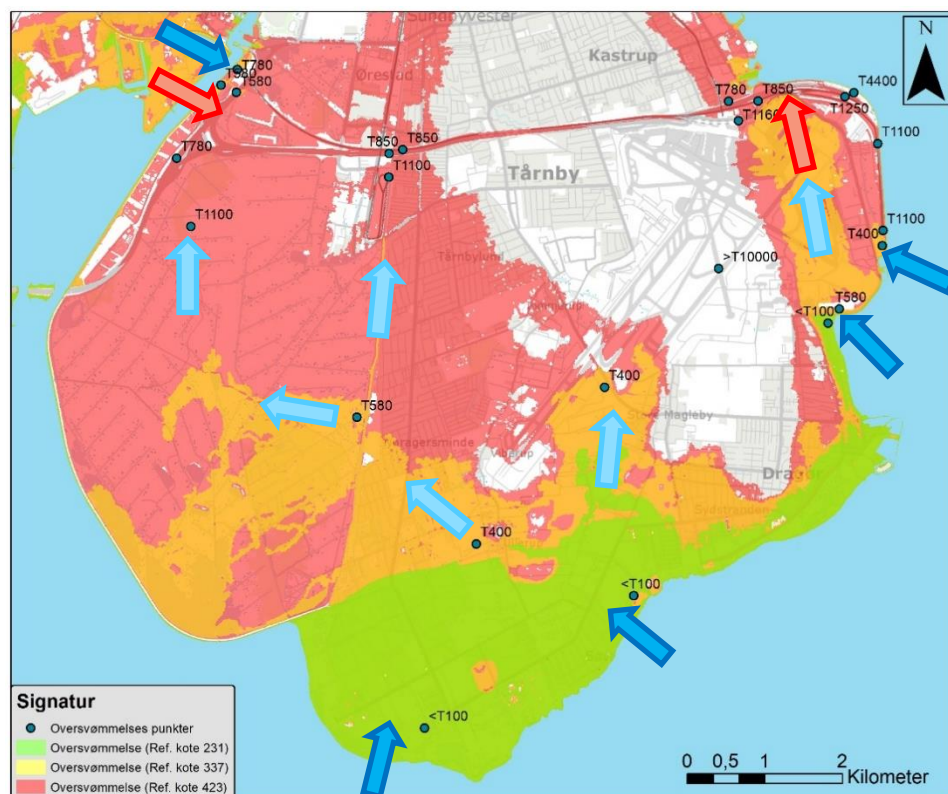
På basis af en præsentation af en foreløbig udgave af nærværende rapport d. 2019.09.12 hos Bund og Bælt, blev det i interessentkredsen bl.a. besluttet, at der skulle suppleres med undersøgelse et ydre langt stranddige fra Hvidovre til Kastrup Fort.

2 Resultater og konklusion

2.1 Mest kritiske strømningsveje/gennembrudspunkter.

Ved stormflod kan vand i dag trænge frem til Sund & Bælts faciliteter, med en hyppighed på en gang hvert 600 til 800 år. Se de røde pile på Figur 2-1. Indtrængen af vand (de blå pile) sker dels ved Kalveboderne i vest, hvor vandet vil løbe ind over land ca. hvert 600 år og dels ved redningshavnen og Dragør lige syd for lufthavnen, hvor vandet vil begynde at løbe ind, hyppigere end hvert 100 år ved Dragør og hver 400 år ved redningshavnen. Ved hele Dragørs sydkyst vil der hyppigere end hvert 100 år løbe vand ind, men det vil først nå frem til Sund & Bælts anlæg ved en 850 års hændelse i 2019.

Dragør kommune har planlagt at sikre mod et 100 års højvande, som det forventes i 2050, mens Københavns Kommune har planlagt at sikre mod et 1.000 års højvande, som det forventes i år 2100.

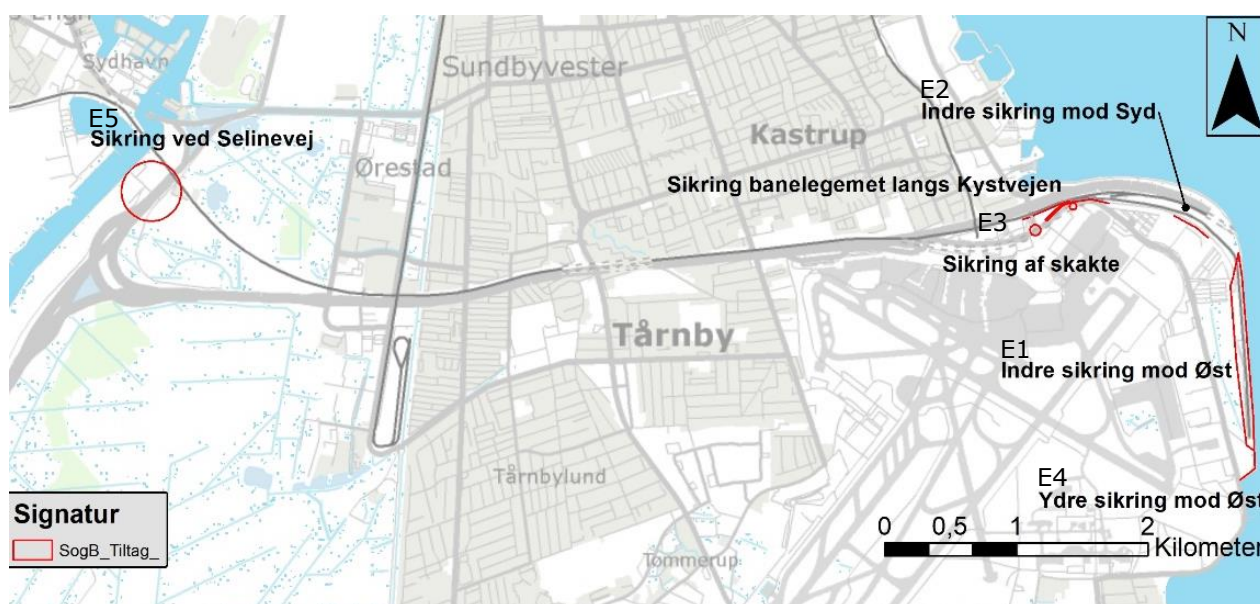


Figur 2-1 Punkter hvor vandet bryder igennem ind over land (blå pil) og hvor det rammer Sund & Bælts faciliteter først (rød pil). T300 betyder at punktet bliver vådt hvert 300 år. De tre farveskalaer viser den maksimal udbredelse af et højvande svarende til den angivne kote i cm med reference til vandstanden ved Køge.

2.2 Indsats ved Sund & Bælt alene

Sund & Bælt har til brug for denne undersøgelse som udgangspunkt fokuseret på en sikring af sine faciliteter til at modstå et højvande, som forekommer hvert 2.000 år i år 2050. Der er endnu ikke taget stilling til endeligt sikringsniveau.

Der er lokaliseret en række steder, hvor Sund & Bælt bør etablere sikring for at spærre for vandets vej mod kritiske faciliteter. De lokaliserede steder og ca. udbredelse af indgreb er vist på Figur 2-2. Flere af indgrebene må foretages på/ved anden mands ejendom.

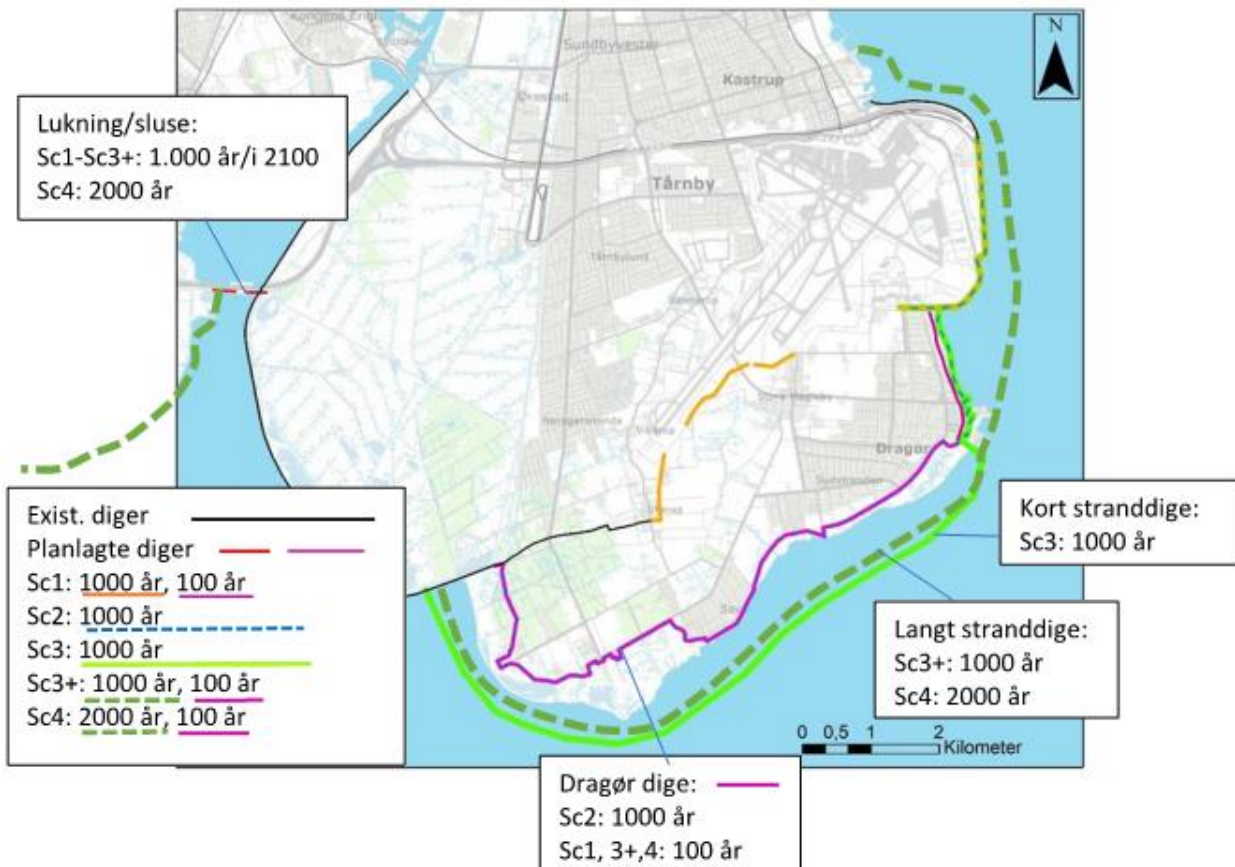


Figur 2-2 Steder hvor der er behov for egen "intern" sikring mod oversvømmelse af Sund & Bælts faciliteter ved stormflod.

2.3 Fælles løsning

Omfanget af den nødvendige indsats ved Sund & Bælt vil afhænge af hvordan og hvor meget de øvrige interessenter sikrer sig mod stormflod. For at illustrere dette, er de nødvendige sikringskoter ved hvert kritisk sted beregnet for forskellige situationer, ligesom det er beregnet, hvor lang tid der vil gå før vandet når frem til Sund & Bælts faciliteter ved et 2.000 års højvande i 2050 i den nuværende situation og ved forskellige antagelser om indgreb. Sikringskoter og fremløbstid ved det dimensionsgivende 2.000 års højvande er beregnet for følgende situationer (se Figur 2-3):

- E Eksisterende forhold.
- P Planlagte vedtagne indsatser ved øvrige interessenter.
- PP Som P, men Dragør sikrer til en 500 års stormflod frem for 100 år.
- SC1 Scenarie 1: P + Beskyttelse af Lufthavnen til 1.000 års stormflod.
- SC2 Scenarie 2: P + Dragør og lufthavnen beskyttes til 1.000 års stormflod.
- SC3 Scenarie 3: Ydre dige syd om Amager og beskyttelse af København, Dragør og lufthavnen mod en 1.000 års stormflod.
- SC3+ Scenarie 3+: Ydre dige langs hele kysten fra Hvidovre til Kastrup Fort for en 1.000 års stormflod. Dragør landdige for 100 års stormflod.
- SC4 Scenarie 4: Som SC3+, men sikret til en 2.000 års stormflod



Figur 2-3 Skitse af allerede planlagte initiativer og de her undersøgte tre scenarier for fælles løsninger. Sorte linjer er eksisterende diger, røde og lilla linjer er allerede planlagte initiativer og gul, blå og grøn illustrerer scenarie 1-4.

I Tabel 2-1 og Tabel 2-2 er for alle kritiske punkter og scenarier angivet de nødvendige sikringskoter og den tid det tager for et 2.000 års højvande at nå frem til en af Sund & Bælts faciliteter. For Scenarie 4, som er designet for et 2.000 års højvande, er der ingen oversvømmelser, hvorfor der i parentes er angivet værdier for et 10.000 års højvande.

Nødvendig kronekote i cm ved de kritiske lokaliteter for sikring mod et 2.000 års højvande i år 2050	Punkt E1 Redningshavnen	Punkt E2 Forbinde Støjdiget	Punkt E3 Skakte og Kystvej	Punkt E4 Dige mod Øresund	Punkt E5 Kalvebod Miljøcenter
E. Eksisterende	2,96 m	3,15 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	2,27 m
P. Planlagte	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	1,97 m
PP. Planlagte + 500	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	1,27 m
SC1. Lufthavn, 1.000	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	1,80 m
SC2. Lufthavn+Dragør 1.000	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	0,95 m
SC3. Kort ydre dige, 1.000	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	1,35 m
SC3+. Langt ydre dige, 1.000	2,85 m	2,90 m	3,15 m	2,70 – 2,85 m	0,20 m
SC4. langt ydre dige, 2.000 (10.000 års stormflod)	0,00 m (3,62 m)	0,00 m (3,60 m)	0,00 m (3,75 m)	0,00 m (3,35 – 3,62 m)	0,00 m (4,47 m)

Tabel 2-1 Nødvendige kronekoter for beskyttelse mod et 2000 års højvande i 2050 ved de kritiske indløbspunkter ved forskellige antagelser om øvrige interressenters indsats mod stormflod. Tæt ved kysten, hvor der forekommer bølger, skal der tillægges den ønskede beskyttelse mod bølgeoverskyl. Koter er angivet i cm i DVR90.

Varighed i timer før vandet når frem til det kritiske punkt efter højvandets start. tt:mm	Motorvejen ved Selinevejbroen	Jernbanen ved Ørestads Boulevard	Jernbanen v. Kastrop Station og skakte	Tunnelportalen, jernbane
E. Eksisterende	12:00	14:30	12:40	14:30
P. Planlagte	17:30	16:30	13:40	15:30
PP. Planlagte + 500	17:30	17:00	14:10	15:50
SC1. Lufthavn, 1.000	17:30	17:20	14:30	16:20
SC2. Lufthavn+Dragør 1.000	17:30	17:50	15:00	17:20
SC3. Ydre dige	17:30	17:50	15:00	17:20
SC3+. Langt ydre dige, 1.000	23:30	19:10	16:20	16:40
SC4. Langt ydre dige, 2.000 (10.000 års stormflod)	Tør (16:00)	Tør (15:00)	Tør (14:00)	Tør (13:30)

Tabel 2-2 Varighed i timer fra højvandets begyndelse til vandet når frem til udvalgte kritiske faciliteter ved Sund & Bælt. Stormfloden antages at starte med at bygge sig op til tiden 00:00 og er 12 timer om at komme op på maksimum, som holdes i 12 timer inden højvandet falder igen over 12 timer

Det ses, at der stort set ikke er nogen forskel i nødvendige kronøkoter ved de indgreb Sund & Bælt skal foretage, hvis de øvrige interessenter i området gennemfører indsatser til et lavere sikringsniveau end Sund & Bælt. Der opnås dog en væsentlig længere fremløbstid mod Sund & Bælts anlæg, på grund af den forsinkende effekt de øvrige interessenters diger giver. Dette vil for alle parter give bedre tid til beredskabet til opstilling af mobilt udstyr.

Udfører andre interessenter sikring til en 1.000 års hændelse, vil det naturligvis også sikre Sund & Bælts faciliteter til dette niveau, som er en væsentlig forbedring i forhold til den sikkerhed, der haves i dag. Københavns plan om sikring ved Kalvebod broerne vil overflødiggøre Sund & Bælts indgreb mod vest – hvis Hvidovre også sørger for at vandet ikke løber ind over Hvidovre Kommune til Kalveboderne, som illustreret i Scenarie 3+ og 4 med et langt fremskudt stranddige.

En ydre sikring, med en fremskudt strandpark 200 m fra kysten og med en højde svarende til et 1.000 års højvande i år 2050, vil give den største forsinkende effekt af indstrømningen, men er også den løsning, der formentlig vil medføre de største miljø- og myndighedsmæssige udfordringer. Laves diget helt fra Hvidovre til Kastrup Fort vil det give større effekt, og bygges det til at modstå et 2.000 års højvande, vil der ikke være behov for sikring af Sund & Bælts faciliteter, hvis denne oversvømmelseshyppighed er acceptabel. Dette dige vil også give en god lang forsinkelse ved meget sjældne hændelser. F.eks. vil forsinkelsen være af samme størrelsesorden overfor et 10.000 års højvande som et 1.000 års dige vil have overfor et 2.000 års højvande.

Et ydre fremskudt dige vil yderligere have den fordel, at den sikrer at et resulterende øget grundvandstryk ved selv en kortvarig stormflod, pga. delvis hydrauliske forbindelse imellem havet og grundvandmagasinerne, flyttes væk fra de kystnære konstruktioner. Ligeledes flyttes bølgepåvirkningen væk fra selve kysten og dermed væk fra eksisterende og nye konstruktioner i disse områder. Ved design af en ydre løsning skal det sikres, at udformning heraf optimeres hydraulisk, så eventuel mulig påvirkning på strømning rundt om denne minimeres.

Skal en fælles løsning sikre Sund & Bælts faciliteter, må den dimensioneres for stort set det samme sikkerhedsniveau overalt – andre løsninger giver kun en øget forsinkelse, men vil ikke forhindre oversvømmelse ved et 2.000 års højvande, som det forventes i år 2050.

For det lange ydre dige i Scenarie 4, som dimensioneres for et 2.000 års højvande, ses dog, at der sker et hurtigere fremløb mod nord i indsøen bag diget, end hvis vandet skulle have løbet over land på lufthavnens arealer. Et fremskudt dige bør derfor ud for lufthavnen og evt. ved Dragør forsynes med tværdiger, som dæmmer op for denne kanaleffekt i indsøen.

3 Interessenter og vedtagne indgreb

De øvrige primære interessenter i sikringen mod stormflod ved Amagers kyster er:

- Øresundsbron,
- Metroselskabet I/S,
- Københavns Lufthavn, Kastrup
- Københavns Kommune,
- Tårnby Kommune og
- Dragør Kommune.

I det følgende resumeres meget kort de fysiske indsatser interessenterne har planlagt samt det vedtagne sikringsniveau der ligger til grund for disse indsatser mod stormflod. Sikringsniveauet er oftest beskrevet ud fra hyppighed/årstal/sikkerhedsprocent.

3.1 Øresundsbron

COWI er informeret om at tunnelnedgangen til Øresundsbron oprindeligt var eller burde være designet til en 10.000 årshændelse da den blev bygget. Som udgangspunkt er det politisk set ønsket at Øresundsbron skal være åben i en hvilken som helst situation, så man kan benytte tunnelen til at fragte redningsudstyr og køretøjer til Amager. Ny viden om stormflodsstatistik for Østersøen konkluderer, bl.a. med baggrund i rapporter udført af COWI for Sund & Bælt og for Øresundsbron i 2018, at beskyttelsesniveauet ved tunnelportalen ikke er så stor som forudsat ved det oprindelige design.

På baggrund af dette, arbejder Øresundsbron, sammen med SWECO, på at finde konkrete løsninger som kan opfylde de oprindelige design kriterier eller til et højere sikringsniveau end i dag. Indtil videre er der så vidt vides ikke taget endelig beslutning om hvilke foranstaltninger der skal sættes i værk for at opnå et højere beskyttelsesniveau.

3.2 Metroselskabet I/S

Metroselskabet I/S har for anlæggene på Amager foreløbigt valgt at arbejde med et beskyttelsesniveau for stormflod, svarende til en 2000 års hændelse som den forventes at forekomme i år 2050. Der anvendes 68% konfidensintervallet og ikke medianværdien som flere andre interessenter. Den generelle stigning i havvandsstanden antages at følge IPCCs og CRESs beregninger fra 2014 (Miljøstyrelsen, Analyse af IPCC-delrapport 2, Effekter, klimatilpasning og sårbarhed med særlig fokus på Danmark). Alle indsatser foretages foreløbigt direkte ved Metroselskabets egne faciliteter.

Metroselskabet har valgt at bruge år 2050 som reference år for beskyttelsesniveauet, da de forventer at der i fremtiden kommer en ydre sikring af København, i en eller anden form. Metroselskabet vil fremadrettet tage stilling til om

disse sikringer er tilstrækkelige for deres anlæg eller om de nuværende foranstaltninger skal ændres efter 2050.

3.3 Kastrup Lufthavn, Kastrup

Der er så vidt vides ikke besluttet eller vedtaget nogen yderligere sikring mod stormflod, eller angivet et beskyttelsesniveau for lufthavnens faciliteter. Lufthavnen arbejder på planer om evt. at udvide lufthavnen mod øst med forlængelse af startbaner ud i Øresund. Det er dog uvist hvornår dette arbejde bliver realiseret eller om det eventuelt vil indeholde en generel opgradering af sikringen for lufthavnens arealer.

3.4 Københavns Kommune

I Københavns Klimatilpasningsplan er det foreløbig vedtaget at anvende et beskyttelsesniveau for stormflod, svarende til en 1.000 års hændelse, som den forventes at forekomme i 2100. Der anvendes medianværdien. Den generelle stigning i havvandsstanden forudsættes at være 1 m i perioden 1990 til 2100. Første etape er lukning med dæmning/sluse mod syd ved Kalvebod broerne og senere lukkes med dæmning/sluse mod nord og der etableres diger/mure langs dele af Amagers østkyst. Dæmningskronen ved syd regnes at blive ca. 5,0 meter, DVR90, mens dæmningskronen ved nord regnes at blive ca. 6,0 meter, DVR90, (lavere højvande, men større bølger).

3.5 Tårnby Kommune

Der er ikke besluttet eller vedtaget nogen konkrete initiativer til sikring af kommunen generelt mod stormflod. Mod syd er der dog i de sidste år bygget et dige fra Ullerup til det eksisterende dige omkring Vestamager, så der er blevet lukket af for stormflodsvand, der strømmer over Dragør Kommune mod Tårnby Kommune.

3.6 Dragør Kommune

Dragør Kommune har i 2017 og 2018 gennemført en forundersøgelse samt en omfattende borgerdialog om fremtidens kystbeskyttelse. Det er overvejet at øge sikkerhedsniveauet til en 500 års stormflodshændelse, som den forventes at forekomme i år 2050. Det er besluttet at Dragør Kommune vil udarbejde et projekt for minimum en 100-årshændelse i 2050 og vil samtidig undersøge perspektiver i en langsigtet strategi mod år 2100. Den generelle stigning i havvandsstanden antages at følge IPCCs og CRESs beregninger fra 2014 (Miljøstyrelsen, Analyse af IPCC-delrapport 2, Effekter, klimatilpasning og sårbarhed med særlig fokus på Danmark).

Det er ikke besluttet, hvordan den præcise placering og udformning af diget/kystbeskyttelses anlægget skal tage sig ud. Der ligger dog et gennemdiskuteret forslag til placering af diger, og der er beregnet koter til top af "100 års diget", hvor der tages hensyn til såvel højvande som overskyl fra bølger. Det

seneste forslag fra 2019 er anvendt i nærværende rapport. Se Figur 3-1. Dragør vil i løbet af 2020 udvikle et konkret projekt gennem et parallelopdrag og en udviklingsplan, og modtager støtte fra partnerskabet "Byerne og det stigende havvand" til dette. Planlægningen af kystbeskyttelsen i Dragør vil således ske med øje for et kort, mellemlangt og langt tidsperspektiv.

For Dragør er det i nærværende rapport yderligere undersøgt, hvad det betyder, hvis diget som overvejet, i stedet bygges for en 500 års hændelse. Koterne til digekronen for denne situation er baseret på højvandsberegninger for 500 års hændelsen og tilnærmede beregninger for bølgehøjder ud fra 100 års situationen og vanddybder ved 500 års hændelsen.



Figur 3-1 Foreløbig vedtaget linjeføring for diger til beskyttelse af Dragør Kommune mod stormflod.

4 Design stormflod (hyppighed/årstal)

4.1 Valgte sikringsniveauer

Sikringen mod stormflod er som regel angivet som en acceptabel hyppighed af oversvømmelse givet som en gentagelsesperiode for et dimensionsgivende højvande, f.eks. et højvande der optræder hvert 100 år, enten som situationen er i dag eller som højvandsstatistikken forventes i et givet årstal i fremtiden, hvor vandstanden i havet og klimaet har ændret sig.

Designkriteriet for beskyttelse af Sund & Bælts infrastruktur mod stormflod er i denne rapport som udgangspunkt forudsat at være sikring op til vandspejlsniveauet for en 2.000 års stormflod, som den forventes at forekomme i år 2050, hvor der tages hensyn til den generelle havvandsstigning og landhævning. For faciliteter helt ud til kysten skal der ved endeligt design tages hensyn til bølger og bølgeoverskyl ved fastlæggelse af koten for digekronen/murkronen for den ydre stormflodssikring. Der anvendes medianværdierne for højvandsstatistikken og alle højvande angives svarende til stillestående vand, som gennemsnit mellem bølgetoppe og bølgedale.

I nedenstående Tabel 4-1 er angivet de beskyttelsesniveauer, der p.t. arbejdes med ved de enkelte primære interessenter i områder.

Design kriterier for vedtaget beskyttelse mod højvande	designår	hyppighed år	konfidens %	Sikkerhed %	bølger l/s/m	Havstign. m (1990)
Sund & Bælt, alle anlæg	2050	2.000	median	50%	xx	IPCC median
Øresundsbron, alle anlæg	?	10.000	?	?	?	?
Metroen, alle anlæg på Amager	2050	2.000	68%	84%	xx	IPCC median
Kastrup Lufthavn, alle anlæg	x	x	x	x	x	x
Københavns Kommune	2100	1000	median	50%	xx	1 m 90-2100
Tårnby Kommune, alle anlæg	x	x	x	x	x	x
Dragør Kommune, alle anlæg (kort sigt)	2050	100	median	50%	5 l/s/m	1 m 90-2100
Dragør Kommune, alle anlæg (langt sigt)	2050	500	median	50%	5 l/s/m	1 m 90-2100

Tabel 4-1 *Oversigt over vedtagne niveauer for sikring mod højvande/stormflod for de forskellige interessenter langs Amagers kyst.*

4.2 Vandspejl langs kysten ved stormflod

Det maksimale vandspejl (DVR90) ved en 100 års, 500 års, 1.000 års, 2.000 års og 10.000 års stormflod, i dag, i år 2050 og i år 2115 er i nærværende rapport beregnet ved 6 udvalgte punkter på kystlinjen. Det maksimale vandspejl er det rolige vandspejl, hvorfor dæmninger og diger skal bygges højere af hensyn til bølger og bølgeoverskyl. Bølgetillægget afhænger meget af orienteringen af kysten, vanddybden foran diget og den fri strækning foran kysten, hvor vinden kan opbygge bølger.

Udgangspunktet for beregningerne er højvandsstatistikken for Køge, som er gengivet i Tabel 4-2. Højvandsstatistikken i DVR90 fremkommer som en sum af statistikken for stormflod over daglig vande og stigningen i havvandsstand baseret på beregningerne af CRES, samt kompensation for landhævningen i

området. Tilsvarende tabeller er udarbejdet for de seks punkter langs Amagers kyst, se Figur 4-1.

Hyppighed af højvande	År 2019	År 2050	År 2115
100 år	219 cm	231 cm	308 cm
500 år	330 cm	342 cm	423 cm
1.000 år	386 cm	398 cm	479 cm
2.000 år	428 cm	441 cm	522 cm
10.000 år	525 cm	537 cm	621 cm

Tabel 4-2 Højvandsstatistik for Køge angivet i cm (DVR90). Denne statistik er brugt som udgangspunkt for beregningerne af vandstande langs Amagers kyst ved stormflod fra sydøst. Stigningen i havvandsstand er indregnet på basis af beregningerne fra IPCC/CRES (Miljøstyrelsen, Analyse af IPCC delrapport 2, Effekter, klimatilpasning og sårbarhed med særlig fokus på Danmark).

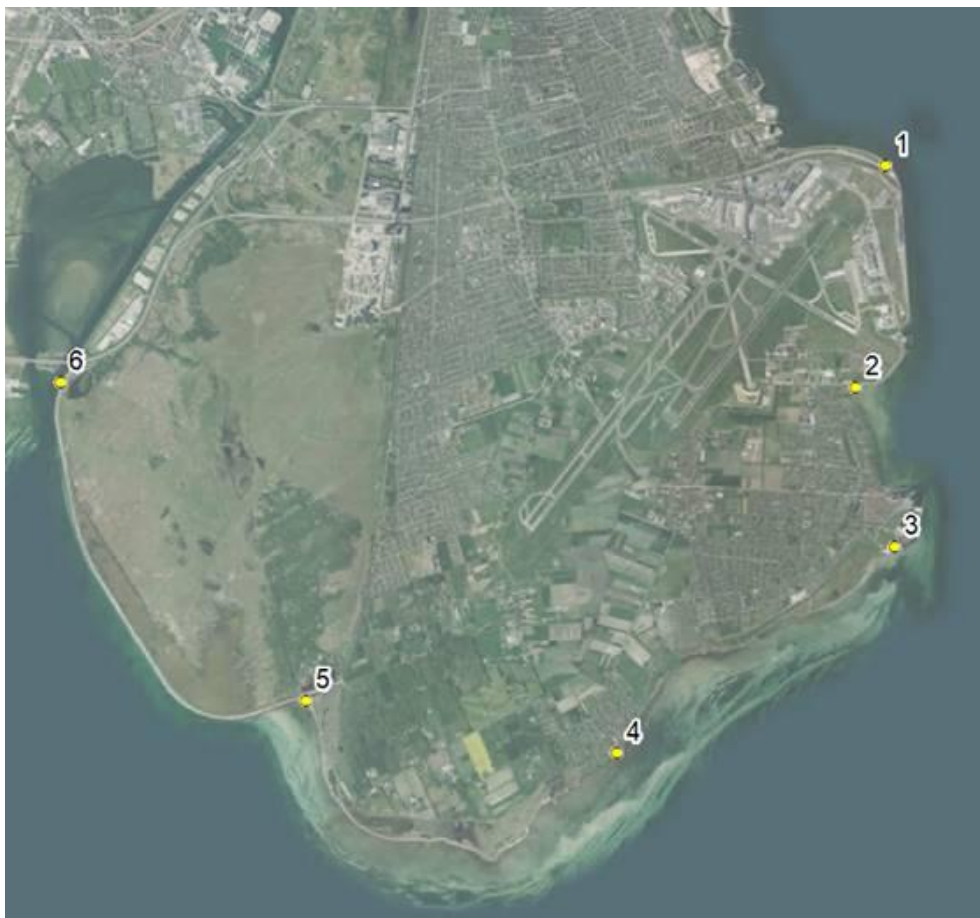
Som det fremgår af Tabel 4-2, kan den samme dimensionsgivende højvandskote svare til forskellige kombinationer af hyppighed og årstal. En vandspejlskote på ca. 425 cm svarer således både til en hyppighed på en gang hvert 2.000 år i 2019 og til en hyppighed på en gang hvert 500 år i år 2115 (eksempel fremhævet med rødt i tabellen).

Hyppighed	År 2019	År 2050	År 2115
Punkt 1 Portalen			
100 år	86	103	135
500 år	149	161	257
1.000 år	179	191	294
2.000 år	205	218	276
10.000 år	284	296	402

Tabel 4-3 Højvandsstatistik for punkt 1 ud for portalen til Øresundstunnelen angivet i cm (DVR90)

Hyppighed	År 2019	År 2050	År 2115
Punkt 2 Lufthavn			
100 år	148	161	217
500 år	235	248	332
1.000 år	278	290	376
2.000 år	311	324	388
10.000 år	391	404	492

Tabel 4-4 Højvandsstatistik for punkt 2 ud for lufthavnen angivet i cm (DVR90)



Figur 4-1 Udvalgte punkter hvor der er beregnet højeste vandspejlskoter i DVR90 ved forskellige kombinationer af højvandshyppighed og årstal.

Hyppighed	År 2019	År 2050	År 2115
Punkt 3			
Dragør			
100 år	167	180	239
500 år	259	271	253
1.000 år	304	316	399
2.000 år	337	350	416
10.000 år	419	432	518

Tabel 4-5 Højvandsstatistik for punkt 3 ud for Dragør Fort angivet i cm (DVR90)

Hyppighed	År 2019	År 2050	År 2115
Punkt 4			
Søvang			
100 år	193	204	271
500 år	292	304	383
1.000 år	339	351	433
2.000 år	375	388	457
10.000 år	460	472	558

Tabel 4-6 Højvandsstatistik for punkt 4 ud for Søvang angivet i cm (DVR90)

Hyppighed	År 2019	År 2050	År 2115
Punkt 5 Kongelund			
100 år	200	212	283
500 år	305	317	398
1.000 år	355	367	450
2.000 år	392	405	478
10.000 år	418	493	579

Tabel 4-7 Højvandsstatistik for punkt 5 ud for Kongelunden/Kalvebod diget angivet i cm (DVR90)

Hyppighed	År 2019	År 2050	År 2115
Punkt 6 Kalvebod			
100 år	202	214	285
500 år	307	319	399
1.000 år	357	369	451
2.000 år	394	407	481
10.000 år	483	496	581

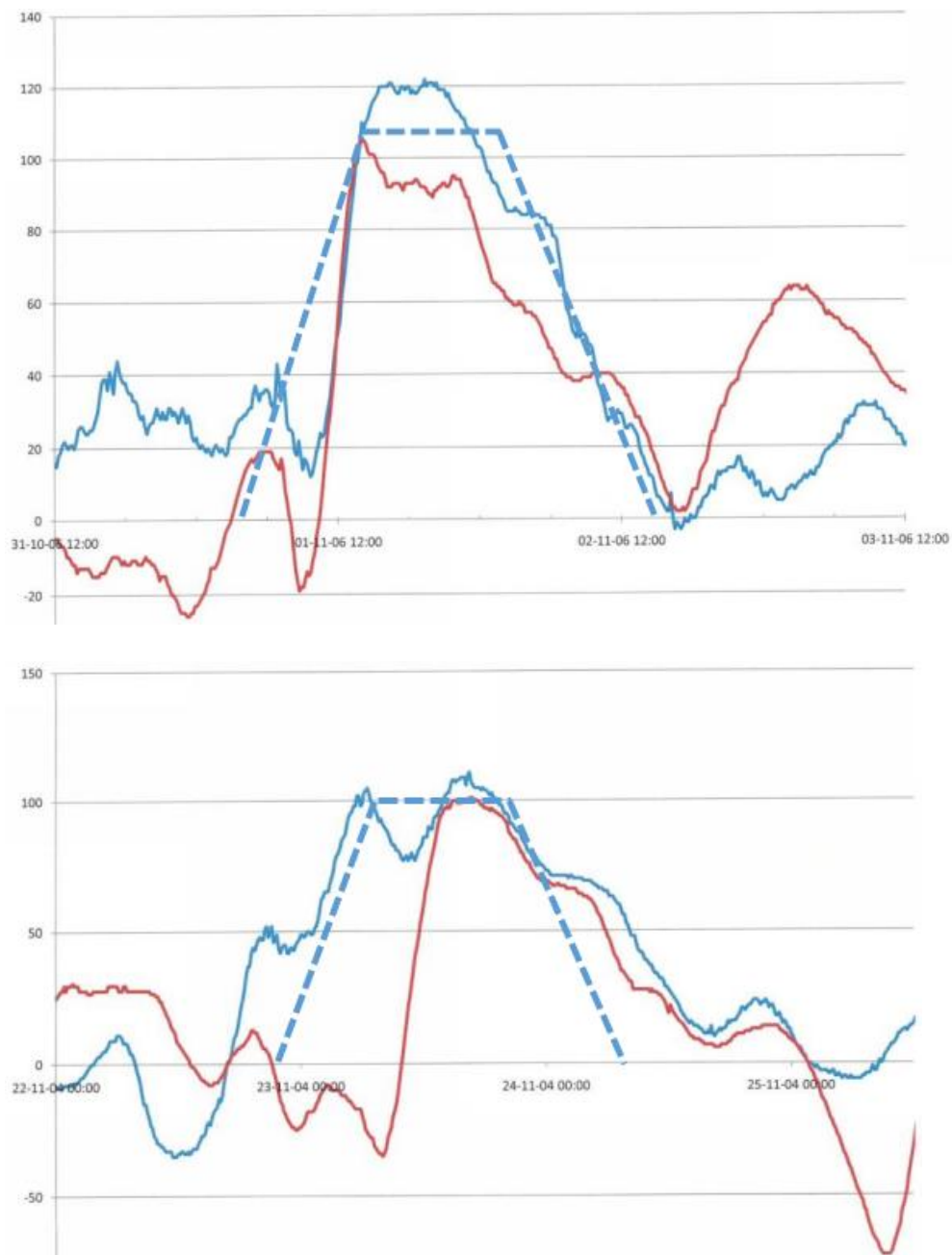
Tabel 4-8 Højvandsstatistik for punkt 6 ud for Kalvebod broerne angivet i cm (DVR90)

4.3 Varighed af højvande

Ved simuleringerne af udbredelsen og størrelsen af oversvømmelser er det antaget at højvandet bygger sig op over 12 timer fra daglig vande til maksimum, som holdes i 12 timer, hvorefter vandstanden falder over 12 timer til daglig vande.

Denne antagelse er lidt på den sikre side for højvande fra syd og øst, som er de mest kritiske ved det sydlige Amager, mens højvande fra nord kan holde sig oppe omkring maksimum i længere tid. "Bodil" var en storm fra nord, og da lå vandstanden omkring maksimum i ca. 16 timer.

12+12+12 timer for højvande fra syd og øst er fremkommet ved at se på forskellige kurver for aktuelle højvande og skønne en fællesnævner, der var lidt på den sikre side. Der er ingen videnskabelig dokumentation for at et højvande vil opføre sig som 12+12+12. Tværtimod er det helt sikkert, at højvandet vil følge nogle bløde og helt individuelle kurver afhængigt af de aktuelle vind og vejrforhold. I Figur 4-2 er vist et par eksempler på aktuelle højvande sammenlignet med 12+12+12timer.



Figur 4-2 Aktuelle højvande ved København (blå) og Drogden (rød) sammenlignet med det teoretiske højvande på 12+12+12 timer (blå stiplede)

5 Kritiske strømningsveje

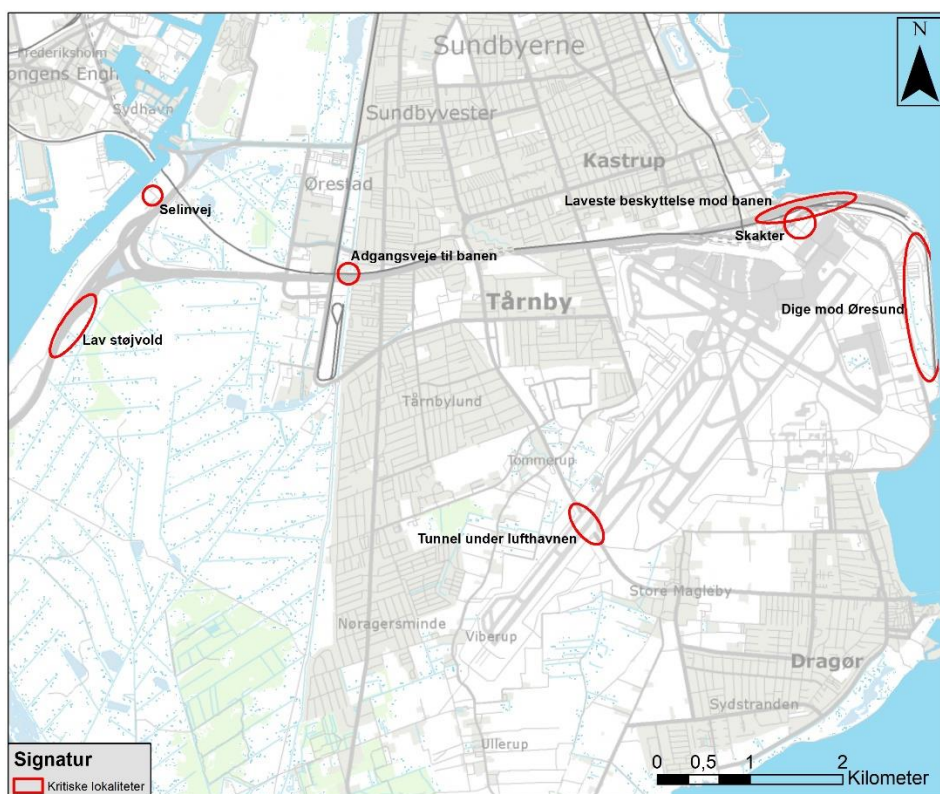
Størst trussel i dag er fra vand fra syd og fra vest via motorvejen

I dag vil oversvømmelse af Sund & Bælts faciliteter primært ske fra stormflodsvand, der trænger ind over Amagers lavtliggende områder fra syd. Der kan også komme stormflodsvand fra vest, lidt syd for Sjællandsbroen, hvor diget på en kort strækning er lavt. Der er i den nuværende situation god beskyttelse mod nord, hvorfra stormflodsvand først vil trænge ind ved helt ekstreme højvande, hvor Sund & Bælts faciliteter allerede er blevet oversvømmet af vand fra syd og vest. De kritiske strømningsveje har forskellig karakter, da der er stor forskel på længden og størrelsen af de strømningsveje der fører frem mod Sund & Bælt, og hvor hyppigt strømningsvejene bliver aktiveret ved stormflod.

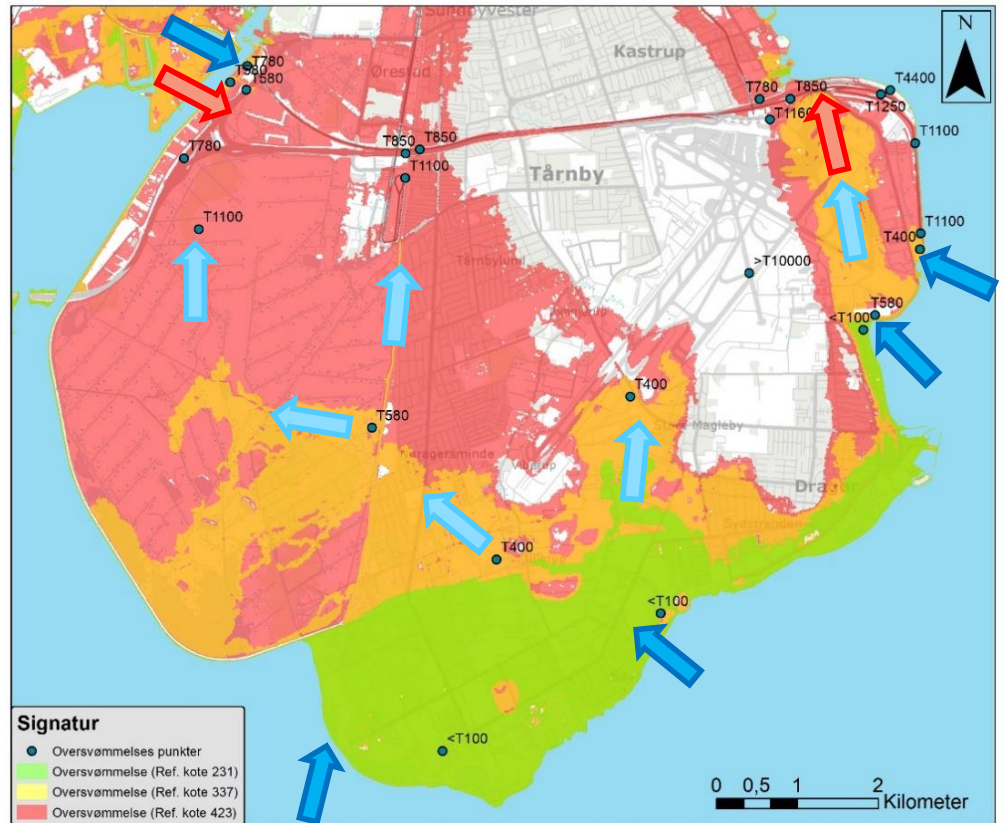
De faciliteter, som Sund & Bælt har udpeget som særligt vigtige at beskytte mod oversvømmelse, er vist på Figur 5-1. De nuværende primære strømningsveje og "gennembrudspunkter" mod disse faciliteter er vist på Figur 5-2. På Figur 5-2 er angivet gentagelsesperioden (f.eks. T300 år) for at stormflodsvand når frem til et kritisk punkt eller en barriere i den nuværende situation og nuværende højvandsstatistik.

Ved gennembrudspunkter ved kysten er angivet, hvilket højvande der aktiverer den første del af strømningsvejen (f.eks. T300 år). De kritiske punkter og barrierer er lokaliseret som steder, hvor meget vand skal passere, eller hvor terræformer forhindrer vandets udbredelse indtil vandet når en vis højde. Det kan af Figur 5-2 ses, at oversvømmelse på strømningsvejen bliver sjældnere og sjældnere jo længere væk man kommer fra kysten/gennembrudspunktet (højere og højere T-værdier).

Der skelnes i Figur 5-2, mellem lokaliteter vandet skal passere (blå pile) og lokaliteter, hvor vandet når frem til en af Sund & Bælts lokaliteter (røde pile). Figuren viser således vandets vej mod Sund & Bælts faciliteter, samt hvor og hvor ofte vandet i dag vil nå frem til Sund & Bælts faciliteter.



Figur 5-1 Særligt sårbare lokaliteter udpeget af Sund & Bælt i samarbejde med COWI ved en tidligere lejlighed (COWI, oktober 2017).



Figur 5-2 Primære strømningsveje mod Sund & Bælts faciliteter og kritiske lokaliteter, som vandet skal passere. Ved "gennembrudspunkterne" (blå) er angivet returperioden for, hvor hyppigt vandet vil nå frem til det kritiske punkt i dag. Tilsvarende er angivet for de steder, hvor vandet når frem til Sund & Bælts faciliteter (rød). Den viste udbredelse af oversvømmelsen svarer til situationen efter 12 timer under et 2000 års højvande i 2050 ved de terrænforhold der findes i dag.

6 Barrierer for placering af anlæg til beskyttelse mod stormflod

Natur og planer	I Dragør Kommunes rapport "Stormflodsikring, Dragør Kommune" af 29. august 2017 er der meget detaljeret redegjort for de miljø- og fredningsmæssige bindinger og barrierer der knytter sig til land og kyst fra Københavns Lufthavn, Kastrup, til Kalvebod Fælled. Derfor henvises til beskrivelserne i denne rapport samt denne rapports Bilag 1 med kort der viser de enkelte emner.
Arealbehov	Ud over restriktioner og begrænsninger fra miljømæssige forhold, servitutter, planforhold og fredninger er der specielt ved tætte urbaniserede områder og store infrastrukturer meget begrænset plads til at placere et traditionelt jorddige. Arealbehov kan således blive en afgørende faktor for mulig placering og type af beskyttelsesforanstaltninger, som f.eks. jorddige, betonmur, spuns eller vejdamninger. Se arealbehov i afsnit 7.
Skibstrafik	Hvis anlæggene til begrænsning af oversvømmelser placeres på søterritoriet, er der også her en lang række miljøforhold der skal tages hensyn til, og hertil kommer hensyn til sejlads/skibstrafik.
Flytrafik	For området ved lufthavnen skal der også tages hensyn til højden af diger afhængigt af afstanden til banerne.
Borgere/politik	<p>En meget væsentlig forudsætning for realisering af sikring mod stormflod er en politisk opbakning og forståelse hos borgerne om, at sikring mod stormflod er nødvendig, at berørte borgere skal være med til at betale og at anlægget måske tager udsigten over vandet. Denne administrative og forståelsesmæssige barriere er mest knyttet til beboede arealer, mens barrieren er mindre betydende for Sund & Bælt</p> <p>Den mest omfattende miljø- og natur barriere for placering af sikringsanlæg er det store Natura 2000-område og trækfuglereservat, som dækker hele vand- og kystområdet fra Dragør til Hvidovre, samt hele Kalvebod Fælled. Se Figur 6-1. Det meste af dette område er fredet sammen med visse dele af strandene og kystlandskabet langs Amagers sydkyst.</p>



Figur 6-1 Natura 2000-område (grøn skravering) og nationalt trækfuglereservat (lilla linje om området). Kilde: Stormflodssikring, Dragør, 29 august 2017.

7 Arealbehov ved anlæg af diger

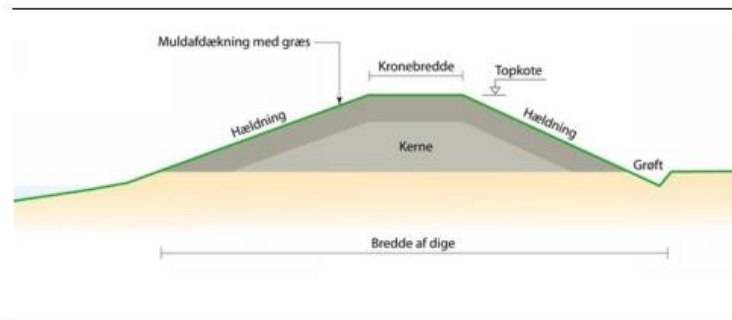
Arealbehovet er meget afhængigt af typen af stormflodssikring og hvor udsat foranstaltningen er for bølger og bølgeoverskyl.

Der er tæt ved Sund & Bælts faciliteter meget begrænset eller ingen plads til stormflodssikring. Derfor vil det flere steder blive nødvendigt at anvende mure og lignende eller at søge ind på andres arealer for at placere diger eller lignende der.

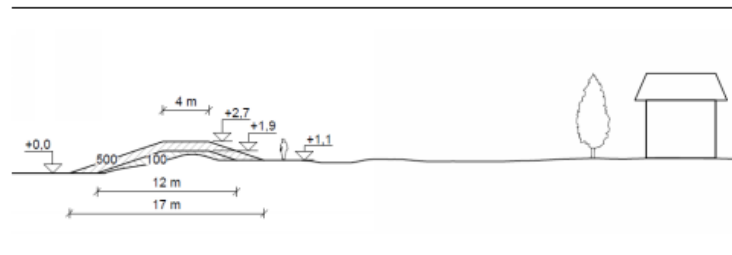
Den rette konstruktion af et dige afhænger bl.a. af den ydre bølgepåvirkning og ønsket beskyttelse mod erosion på bagsiden på grund af bølgeoverskyl.

I Dragør Kommunes rapport, udarbejdet i samarbejde med Niras i 2017, er der angivet følgende typer diger til anvendelse, hvor der er plads nok til rådighed.

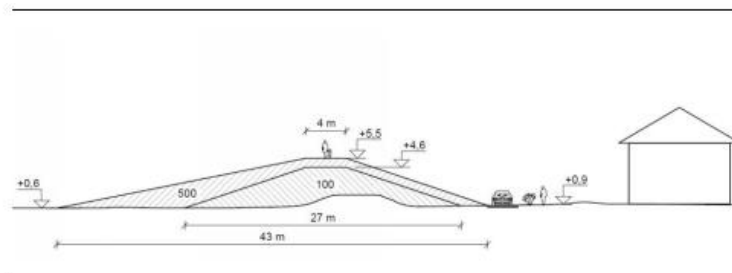
Figur 4.17: Principskitse for jorddige med sandkerne overlagt med ler/klægler og beplantet med græs, [10].



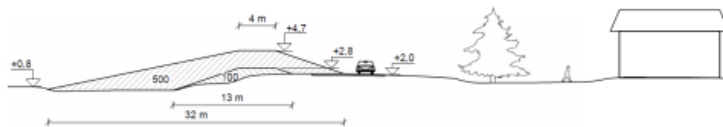
Figur 5.4: Principskitse af dige med foranliggende skråningsbeskyttelse ved Dragør Nord til beskyttelse imod et højvande med hhv. 100 og 500 års returperiode.



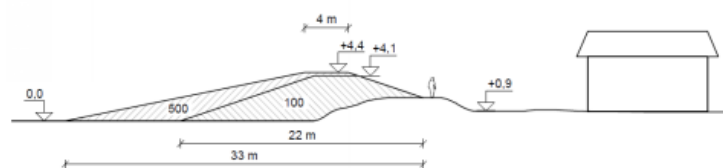
Figur 5.10: Principskitse af dige ud for Søndergården Haveforening til beskyttelse imod et højvande med hhv. 100 og 500 års returperiode.



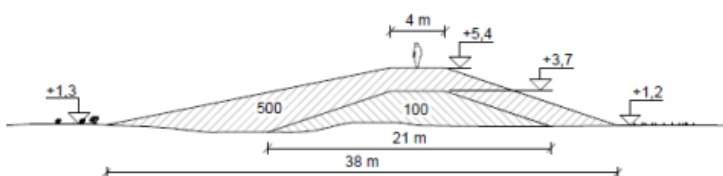
Figur 5.11: Principskitse af dige ud for Søndre Strandvej med beskyttelse imod et højvande med hhv. 100 og 500 års returperiode.



Figur 5.15: Principskitse af dige ud for Søvang (med foranliggende skråningsbeskyttelse) til beskyttelse imod et højvande med hhv. 100 og 500 års returperiode.



Figur 5.20: Principskitse af fremskudt kystdige ud for Kongelundshallen til beskyttelse imod et højvande med hhv. 100 og 500 års returperiode.



Af ovenstående eksempler fra Dragør Kommunes detaljerede overvejelser om udformning af diger ved forskellige åbne kyststrækninger, ses at der som tommelfingerregel kan regnes med at arealbehovet til et dige vil være cirka 10 gange den samlede højde af diget over terræn (højvandsbeskyttelse plus overhøjde for begrænsning af bølgeoverskyl).

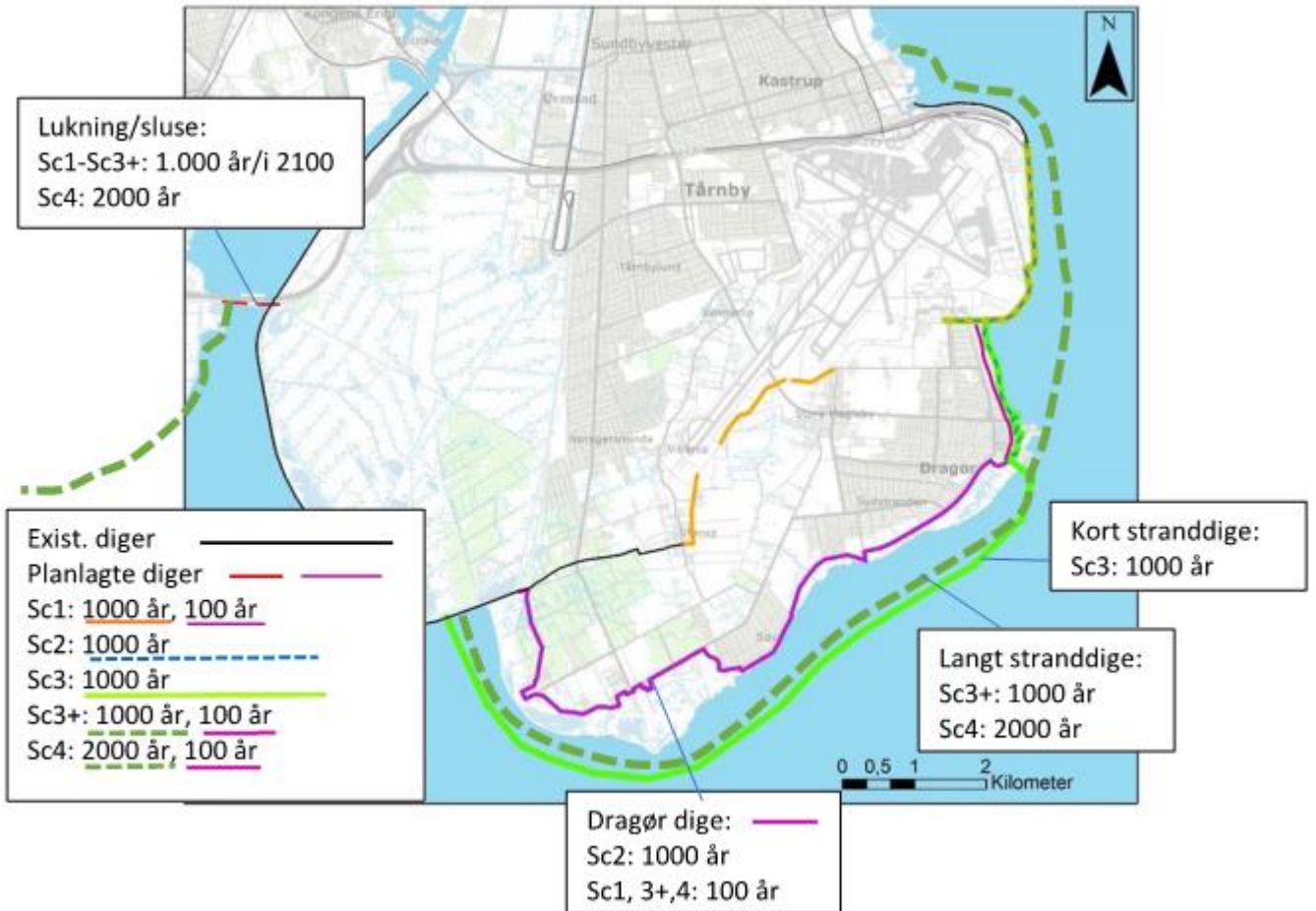
Den detaljerede udformning, opbygning og beklædning af diger vil afhænge af mere detaljerede undersøgelser ved de enkelte lokaliteter. COWI har i 2018 for Sund & Bælt udarbejdet en rapport, som bl.a. omhandler vurdering af bølgepåvirkning langs kysten øst for Kastrup Station. Heri indgår også skitsering af mulige typer og eksempler på udformning af beskyttelsesforanstaltninger ved diger udsat for forskellige bølgepåvirkninger.

8 Hovedløsninger for sikring mod stormflod

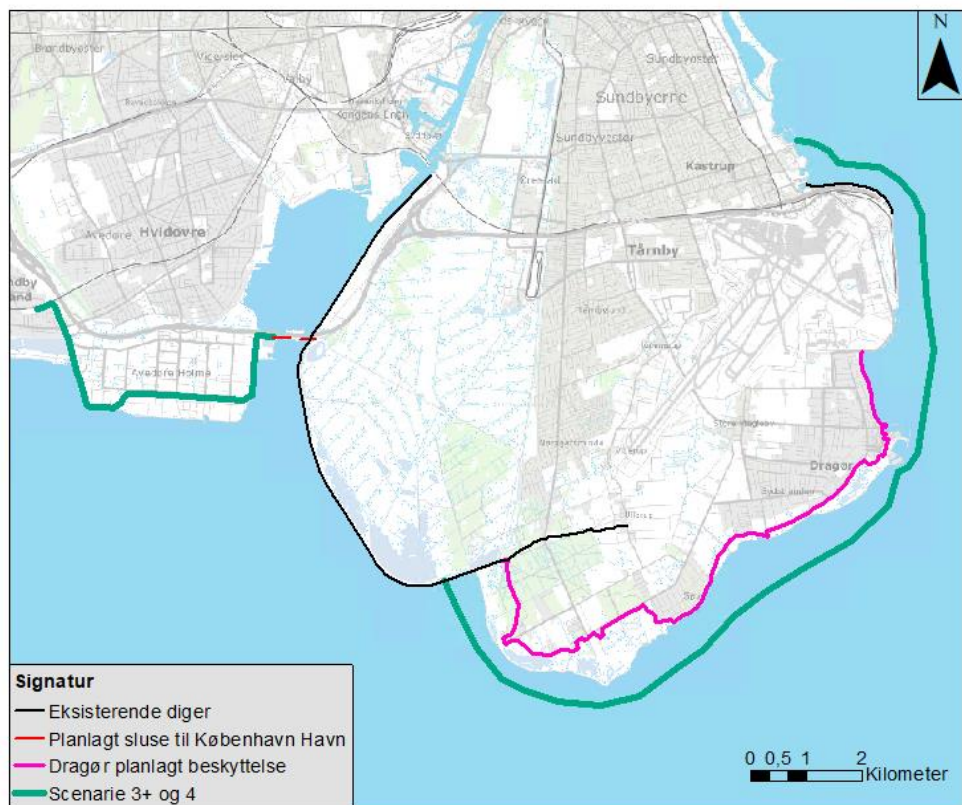
Fælles løsninger	<p>Ved opstillingen af de fælles løsninger er det tilsigtet at opnå en reducerende effekt på omfanget af oversvømmelser ved Sund & Bælts faciliteter ved:</p> <ul style="list-style-type: none">- at de øvrige interessenter øger højvandsbeskyttelsen til et højere niveau end planlagt i dag, og- at placere beskyttende foranstaltninger på vandets vej mod Sund & Bælt. <p>Hovedprincippet i løsningerne er at standse vandets vej ved kritiske strømningsveje over land, ved indløbsstederne ved kysten eller ved etablering af en ydre høj strandpark, som i lang tid hindrer stormfloden i at nå land.</p> <p>Det har været overvejet at undersøge effekten af etablering af øer ud for kysterne, med åben forbindelse mellem øerne og dermed også mellem havet og land. Disse øer vil dog ikke bremse højvandet så meget at det giver en reel effekt på den maksimale udbredelse af oversvømmelserne. Øerne vil alene medvirke til at reducere bølgepåvirkningen af kysten og eventuelle bagved liggende diger.</p>																
2.000 års højvande, år 2050, ved Sund & Bælt	<p>Alle hovedløsningerne for sikring mod stormflod omfatter en beregning af behovet for "intern" beskyttelse af Sund & Bælts faciliteter til at modstå et 2.000 års højvande, som det forventes at forekomme i år 2050. Disse konkrete foranstaltninger er dog ikke modelleret, da nærværende øvelse netop går ud på at se, hvilken konsekvens øvrige fælles indsatser vil få på højde og omfang af de nødvendige interne sikringsforanstaltninger ved Sund & Bælt.</p>																
Modellerede scenarier	<p>Det er således ved hjælp af simuleringer af udbredelsen af det dimensionsgivende højvande (2.000 år) beregnet, hvor høj digekronen skal være ved Sund & Bælts faciliteter, når andre sikringsforanstaltninger evt. etableres i de berørte områder. Dette er gjort ved forskellige antagelser om de øvrige interessenters indsats mod stormflod. Der er simuleret udbredelse af højvandet ved følgende situationer nævnt nedenfor, så konsekvenserne af de fælles løsninger kan sammenholdes, dels med de nuværende forhold, og dels med de allerede planlagte ændringer:</p> <table><tr><td>E</td><td>Eksisterende forhold (2019).</td></tr><tr><td>P</td><td>Planlagte vedtagne indsatser ved øvrige interessenter.</td></tr><tr><td>PP</td><td>Som P, men Dragør sikrer til en 500 års stormflod frem for 100 år.</td></tr><tr><td>SC1</td><td>Scenarie 1: P + Beskyttelse af Lufthavnen til 1.000 års stormflod.</td></tr><tr><td>SC2</td><td>Scenarie 2: Dragør og lufthavnen beskyttes til 1.000 års stormflod.</td></tr><tr><td>SC3</td><td>Scenarie 3: Ydre dige syd om Amager og beskyttelse af Dragør og lufthavnen mod en 1.000 års stormflod.</td></tr><tr><td>SC3+</td><td>Scenarie 3+: Ydre dige langs hele kysten fra Hvidovre til Kastrup for en 1.000 års stormflod. Dragør landdige for 100 års stormflod.</td></tr><tr><td>SC4</td><td>Scenarie 4: Som SC3+, men sikret til en 2.000 års stormflod</td></tr></table>	E	Eksisterende forhold (2019).	P	Planlagte vedtagne indsatser ved øvrige interessenter.	PP	Som P, men Dragør sikrer til en 500 års stormflod frem for 100 år.	SC1	Scenarie 1: P + Beskyttelse af Lufthavnen til 1.000 års stormflod.	SC2	Scenarie 2: Dragør og lufthavnen beskyttes til 1.000 års stormflod.	SC3	Scenarie 3: Ydre dige syd om Amager og beskyttelse af Dragør og lufthavnen mod en 1.000 års stormflod.	SC3+	Scenarie 3+: Ydre dige langs hele kysten fra Hvidovre til Kastrup for en 1.000 års stormflod. Dragør landdige for 100 års stormflod.	SC4	Scenarie 4: Som SC3+, men sikret til en 2.000 års stormflod
E	Eksisterende forhold (2019).																
P	Planlagte vedtagne indsatser ved øvrige interessenter.																
PP	Som P, men Dragør sikrer til en 500 års stormflod frem for 100 år.																
SC1	Scenarie 1: P + Beskyttelse af Lufthavnen til 1.000 års stormflod.																
SC2	Scenarie 2: Dragør og lufthavnen beskyttes til 1.000 års stormflod.																
SC3	Scenarie 3: Ydre dige syd om Amager og beskyttelse af Dragør og lufthavnen mod en 1.000 års stormflod.																
SC3+	Scenarie 3+: Ydre dige langs hele kysten fra Hvidovre til Kastrup for en 1.000 års stormflod. Dragør landdige for 100 års stormflod.																
SC4	Scenarie 4: Som SC3+, men sikret til en 2.000 års stormflod																

Der er ved en række scenarier, som eksempel, regnet på, at øvrige interessenter sikrer op til medianværdien for et 1000 års højvande, som det forventes i år 2050. I Scenarie 4 er det dog regnet med at alt sikres op til et 2.000 års højvande, som det forventes i år 2050.

De undersøgte løsninger fremgår af Figur 8-1.



Figur 8-1 Skitse af allerede planlagte initiativer og de her undersøgte tre scenarier for øvrige fælles løsninger. Sorte linjer er eksisterende diger, røde og lilla linjer er allerede planlagte initiativer og gul, blå og grøn illustrerer scenarie 1-4.



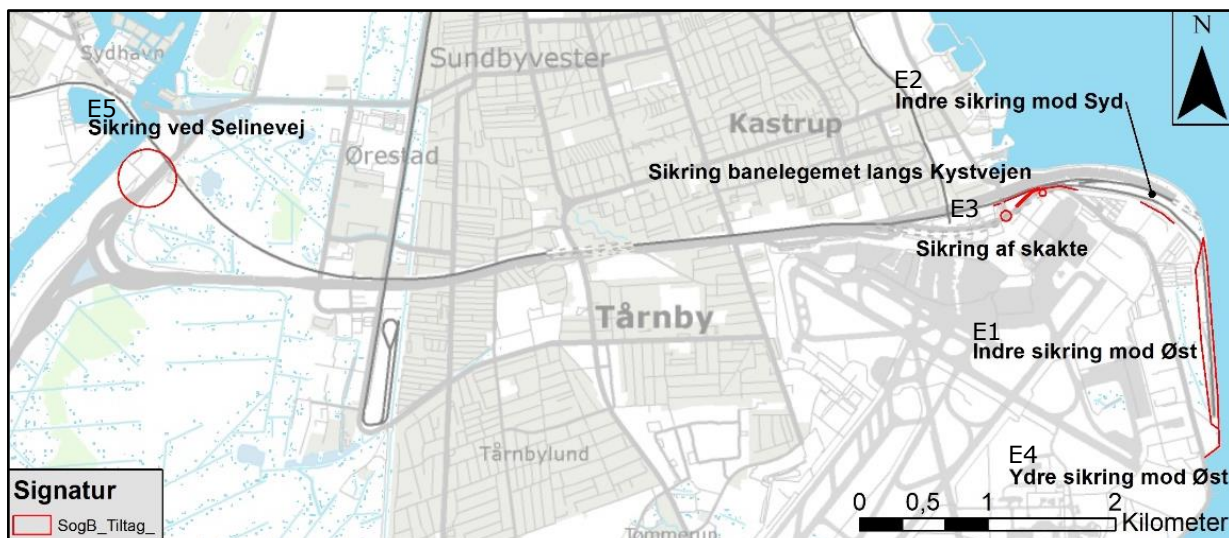
Figur 8-2 Omfang af diger mv. i Scenarie 3+ og 4, hvor beskyttelsesniveauet er sat til henholdsvis en 1.000 års og 2.000 års stormflod

8.1 Intern løsning for Sund & Bælt

Alle interne løsninger tæt ved Sund & Bælts faciliteter skal som udgangspunkt opfylde mulighed om beskyttelse af Sund & Bælts anlæg mod et 2.000 års højvande, som det forventes i 2050.

Der er ikke i denne rapport foreslået specifikke løsninger ved de kritiske indløbssteder for Sund & Bælt, men ved hver lokalitet er det beregnet, hvor højt vandet maksimalt vil stå ved indløbet til de kritiske lokaliteter ved et 2.000 års højvande (median). Dette niveau regnes at svare til den nødvendige topkote af den beskyttende foranstaltning eksklusive tillæg for eventuelle bølger.

De kritiske indløbssteder og mulig udbredelse af diger til at imødegå indtrængende vand er vist på Figur 8-3.



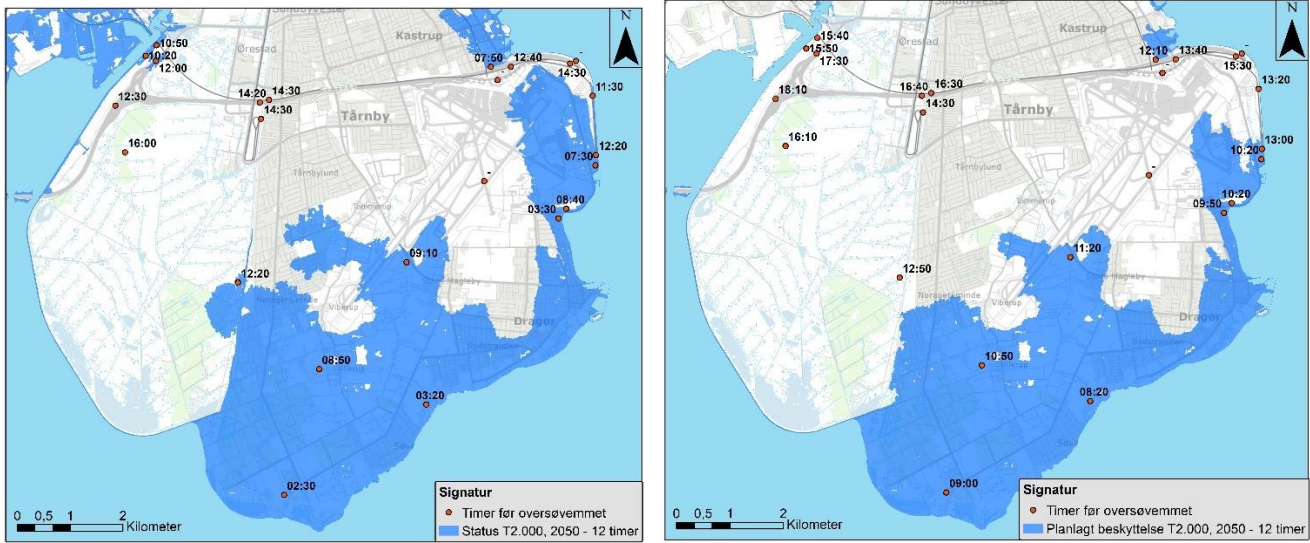
Figur 8-3 Kritiske steder hvor stormflodsvand vil trænge ind på Sund & Bælts faciliteter samt skønnet udbredelse af diger eller andet til at beskytte disse lokaliteter mod indtrængende vand.

8.2 Fælles løsninger på land

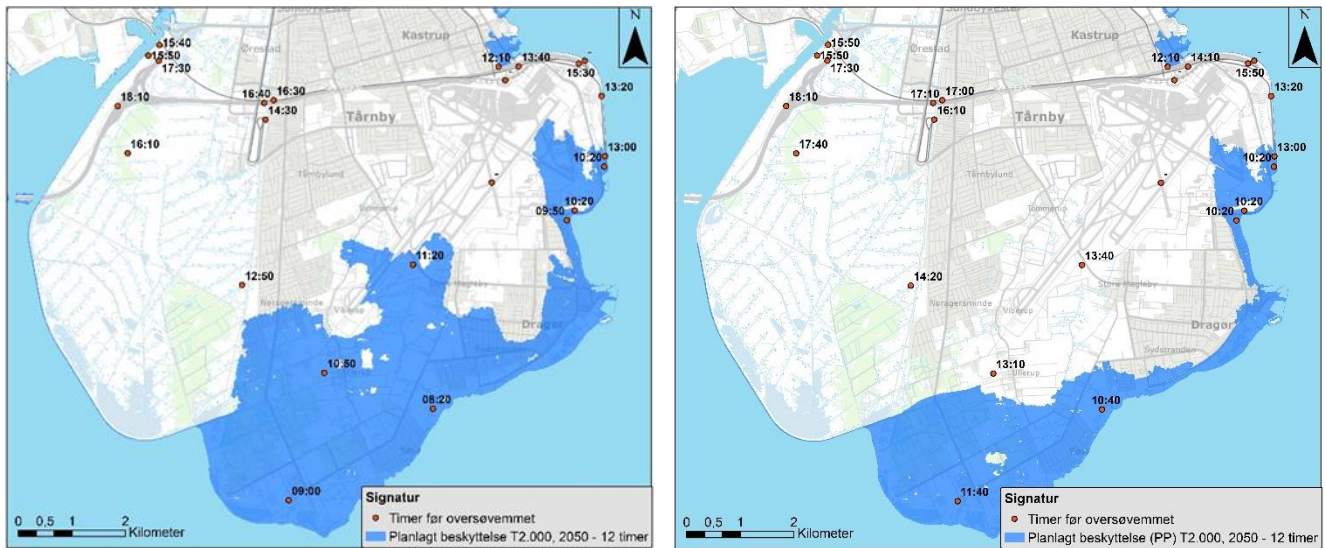
Som fælles løsninger på land er set på fire situationer, nemlig:

- P Planlagte indsatser ved øvrige interessenter.
- PP Som P, men Dragør sikrer til en 500 års stormflod frem for 100 år.
- SC1 Scenarie 1. P + Beskyttelse af Lufthavnen til 1.000 års stormflod.
- SC2 Scenarie 2. Dragør og lufthavnen beskytter til 1.000 års stormflod.

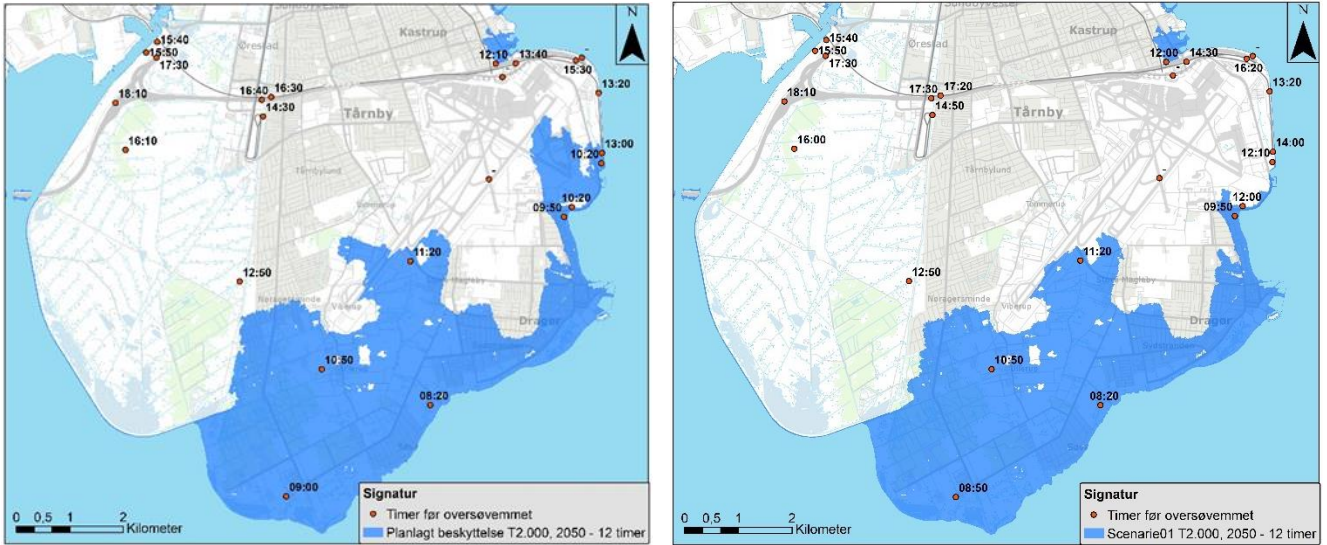
På Figur 8-4 til Figur 8-7 er vist den maksimale udbredelse af et 2.000 års højvande i år 2050 for hver af disse fælles løsninger. Udbredelsen af oversvømmelse ved disse fælles løsninger er dels sammenholdt med situationen i dag, og dels den situation, hvor de forskellige interessenter har gennemført deres planlagte indgreb.



Figur 8-4 P - Planlagte initiativer. Udbredelse af et 2.000 års højvande, år 2050, efter 12 timer ved de nuværende forhold (til venstre) sammenlignet med situation, hvor de planlagte initiativer hos øvrige interessenter er gennemført (til højre)

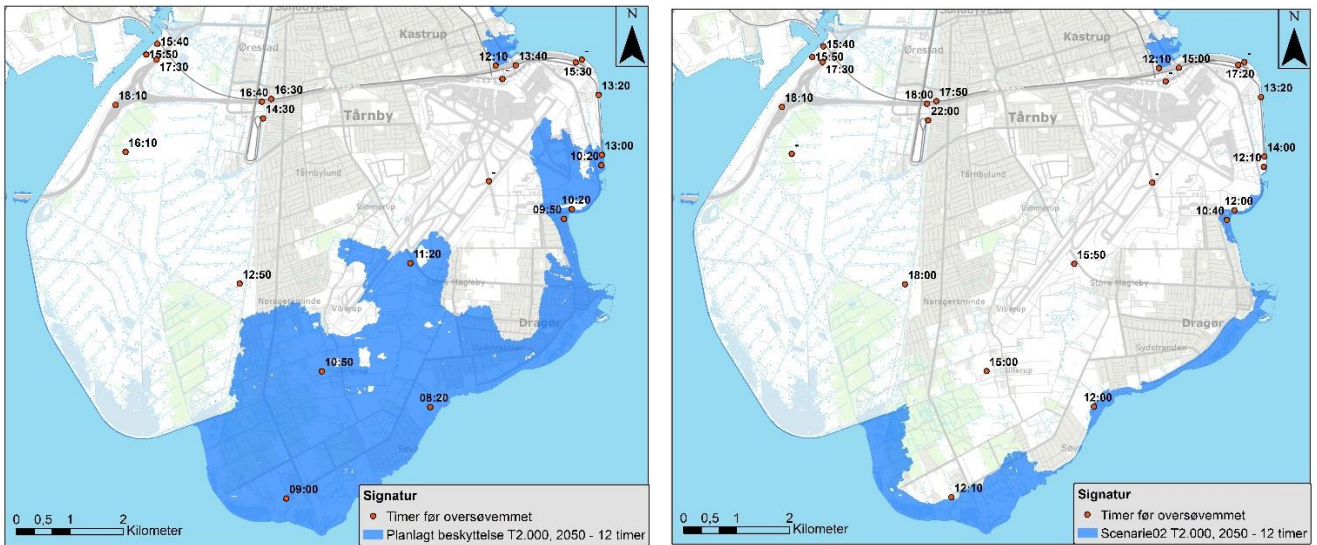


Figur 8-5 PP - Planlagte initiativer + 500. Udbredelse af et 2.000 års højvande, år 2050, efter 12 timer ved en situation, hvor de planlagte initiativer hos øvrige interessenter er gennemført (til venstre) sammenlignet med en situation, hvor Dragør øger dige højden svarende til et 500 års højvande i år 2050 (til højre)



Figur 8-6

SC1 - Lufthavn, 1.000. Udbredelse af et 2.000 års højvande, år 2050, efter 12 timer ved en situation, hvor de planlagte initiativer hos øvrige interessenter er gennemført (til venstre) sammenlignet med en situation, hvor der omkring lufthavnen også bygges diger til beskyttelse mod et 1.000 års højvande i år 2050 (til højre).



Figur 8-7

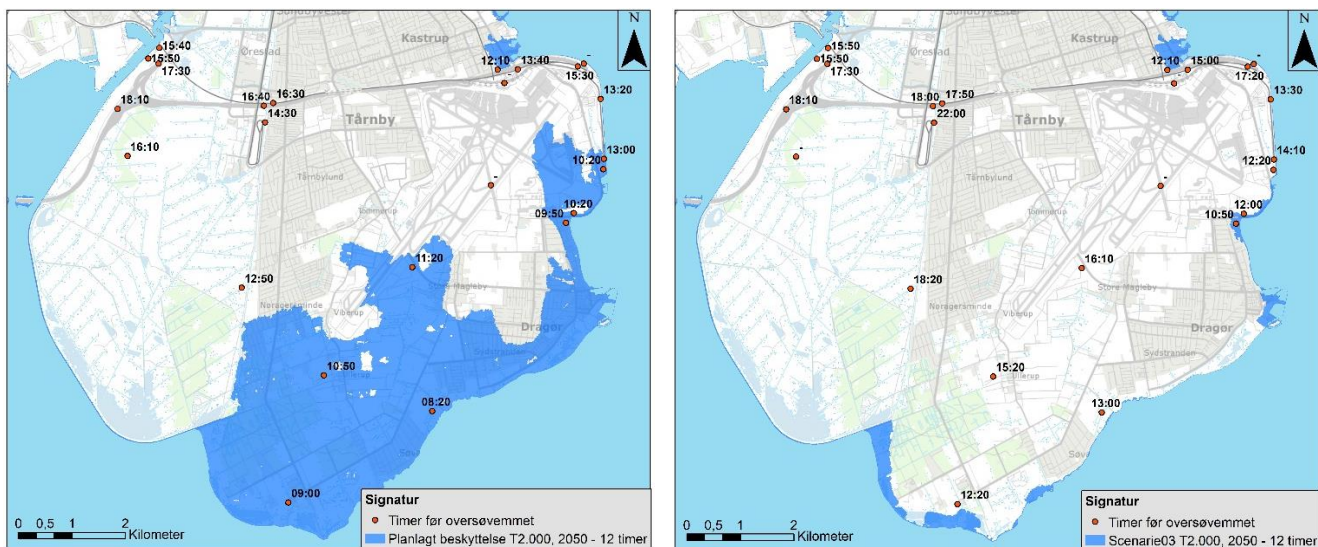
SC2 - Lufthavn+Dragør 1.000. Udbredelse af et 2.000 års højvande, år 2050, efter 12 timer ved en situation, hvor de planlagte initiativer hos øvrige interessenter er gennemført (til venstre) sammenlignet med en situation, hvor der omkring lufthavnen bygges diger til beskyttelse mod et 1.000 års højvande i år 2050 og Dragør øger højden af de planlagte diger til beskyttelse mod et 1.000 års højvande i år 2050 (til højre).

8.3 Fælles løsning på vand

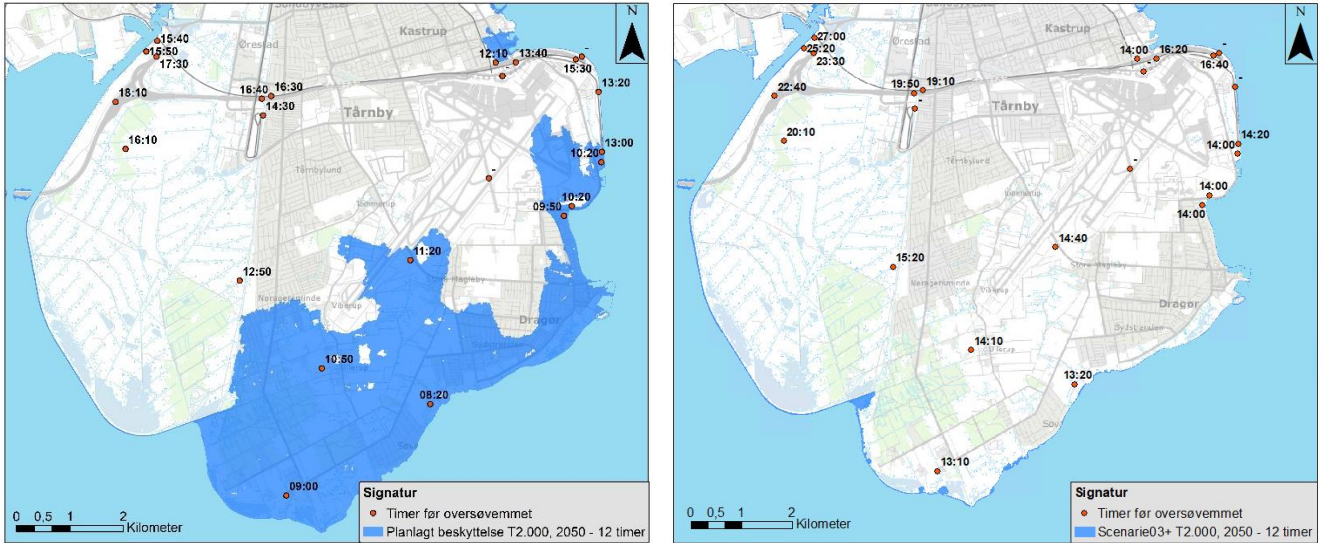
Scenarie 3 omfatter en fælles løsning på vand på strækningen fra Dragør Fort til Kalvebod diget. På strækningen fra Dragør Fort mod nord til Kastrup Havn regnes med en løsning på land langs kysten. Løsningen er tænkt som en meget flad strandpark i lighed med Amager Strandpark eller Køge Bugt Strandpark suppleret med porte, så der ikke er permanent forbindelse mellem havet og lagunen bag strandparken. Højden af den faste konstruktion i strandparkens klitter er sat til den maksimale vandstand ved et 1.000 års højvande i 2050.

I Scenarie 3+, er strandparkdiget lavet som en lang sammenhængende strandpark fra Hvidovre til Kastrup Fort; kun afbrudt af slusen ved Kalvebod broerne. I Scenarie 4 er dette dige forhøjet svarende til et 2.000 års højvande i 2050, og vil derfor give samme beskyttelse for Sund & Bælts faciliteter. Dette scenarie er derfor undersøgt for en 10.000 års stormflod, for at se den forsinkende effekt.

Det er ikke fundet hensigtsmæssigt at etablere bølgebrydende øer eller banker ud for kysten, da disse stort set ikke vil give nogen reduktion af udbredelsen oversvømmelserne på land. Dette skyldes at vandmængden fra bølgeoverskyl er begrænset sammenlignet med den mængde vand, der passerer digerne ved højvande. Øerne vil dog kunne reducere højden af digerne de steder, hvor der i dag er et stort højdetillæg for reduktion af bølgeoverskyl. Man får dog ingen reel begrænsning af oversvømmelserne.

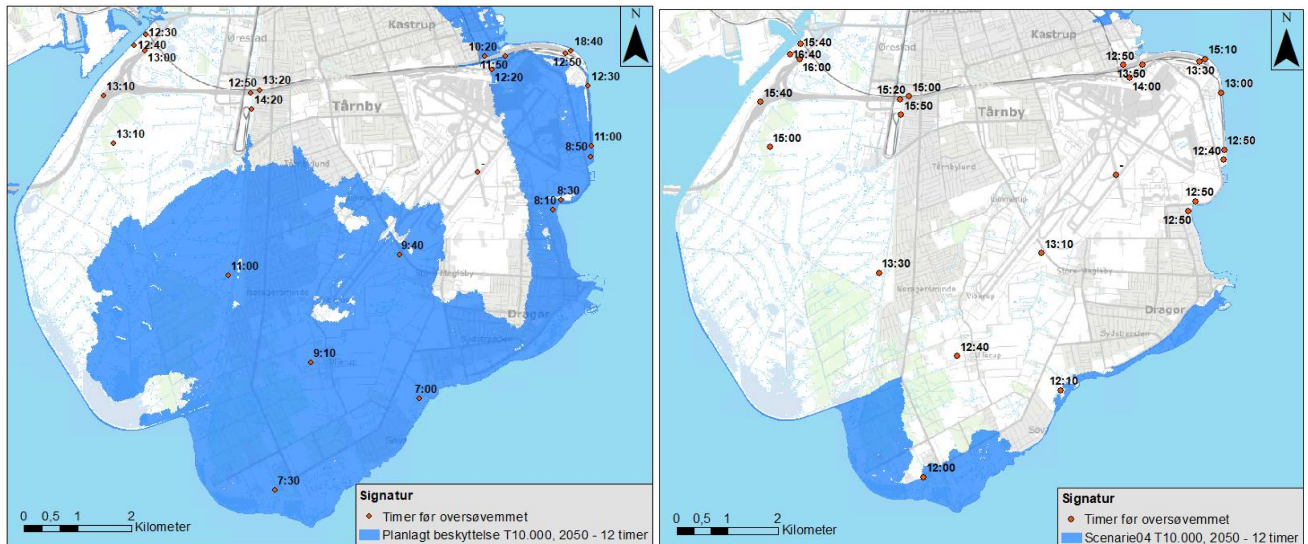


Figur 8-8 SC3 – Ydre dige, 1000. Udbredelse af et 2.000 års højvande, år 2050, efter 12 timer ved en situation, hvor de planlagte initiativer hos øvrige interessenter er gennemført (til venstre) sammenlignet med en situation, hvor Dragørs diger erstattes af en strandpark på vand og der bygges diger fra Dragør Fort mod nord til beskyttelse mod et 1.000 års højvande i år 2050 (til højre).



Figur 8-9

SC3+ – Langt ydre dige, 1000. Udbredelse af et 2.000 års højvande, år 2050, efter 12 timer ved en situation, hvor de planlagte initiativer hos øvrige interessenter er gennemført (til venstre) sammenlignet med en situation, hvor der laves en strandpark på vand fra Hvidovre til Kastrup Fort til beskyttelse mod et 1.000 års højvande i år 2050 (til højre). Bemærk at digerne i SC3+ er ca. 10 cm højere end i SC3, hvorfor udbredelsen efter ca. 12 timer er lidt mindre i 3+ end 3.



Figur 8-10

SC4 – Langt ydre dige, 2.000. Udbredelse af et **10.000 års** højvande, år 2050, efter 12 timer ved en situation, hvor de planlagte initiativer hos øvrige interessenter er gennemført (til venstre) sammenlignet med en situation, hvor der laves en strandpark på vand fra Hvidovre til Kastrup Fort til beskyttelse mod et 2.000 års højvande i år 2050 (til højre).

8.4 Merindsats ved Sund & Bælts sikringsmål

På basis af de udførte oversvømmelsesberegninger for et 2000 års højvande er der udpeget følgende kritiske steder hvor vandet skal bremses ved Sund & Bælts faciliteter (se Figur 8-3):

- E1. Indtrængen af vand ved redningshavnen kan stoppes ved langt dige.
- E2. Højere forbindelse mellem de to høje diger.
- E3. Højere kanter ved skakter og dige/mur langs lufthavnen/kystvejen.
- E4. Højere dige mod Øresund.
- E5. Lukning (dæmning med port) ved Selinevej for vand fra Kalveboderne.

I nedenstående Tabel 8-1 er der, ved forskellige forudsætninger om øvrige interessenters indsats, angivet den nødvendige kronekote for den interne beskyttende foranstaltning ved hver af de kritiske lokaliteter.

Tabellen viser, hvor stor effekt de øvrige interessenters indsats har på omfanget af Sund & Bælts egen indsats for at opnå det ønskede sikringsniveau.

I Tabel 8-2 er vist, hvor lang tid det tager for vandet at nå frem til de kritiske faciliteter ved et 2.000 års højvande, afhængigt af omfanget af indgreb. I afsnit 8 er vist udbredelsen efter 12 timer af et 2.000 års højvande i år 2050, dels ved de nuværende forhold og dels ved de forskellige forslag til planlagte og fælles løsninger til sikring mod højvande. Disse figurer i afsnit 8 illustrerer dels konsekvenserne for de øvrige interessenter i form af forsinket oversvømmelse og dels nogle af de værdier der ses i Tabel 2-1.

Nødvendig kronekote i cm ved de kritiske lokaliteter for sikring mod et 2.000 års højvande i år 2050	Punkt E1 Redningshavnen	Punkt E2 Forbinde Støjdiget	Punkt E3 Skakte og Kystvej	Punkt E4 Dige mod Øresund	Punkt E5 Kalvebod Miljøcenter
E. Eksisterende	2,96 m	3,15 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	2,27 m
P. Planlagte	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	1,97 m
PP. Planlagte + 500	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	1,27 m
SC1. Lufthavn, 1.000	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	1,80 m
SC2. Lufthavn+Dragør 1.000	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	0,95 m
SC3. Kort ydre dige, 1.000	2,96 m	3,10 m	3,25 m	2,50 – 2,84 m	1,35 m
SC3+. Langt ydre dige, 1.000	2,85 m	2,90 m	3,15 m	2,70 – 2,85 m	0,20 m
SC4. langt ydre dige, 2.000 (10.000 års stormflod)	0,00 m (3,62 m)	0,00 m (3,60 m)	0,00 m (3,75 m)	0,00 m (3,35 – 3,62 m)	0,00 m (4,47 m)

Tabel 8-1 Nødvendige kronekoter for beskyttelse mod et 2.000 års højvande i 2050 ved de kritiske indløbspunkter ved forskellige antagelser om øvrige interressenters indsats mod stormflod. Tæt ved kysten, hvor der forekommer bølger, skal der tillægges den ønskede beskyttelse mod bølgeoverskyl. Koter er angivet i cm i DVR90.

Varighed i timer før vandet når frem til det kritiske punkt efter højvandets start. tt:mm	Motorvejen ved Selinevejbroen	Jernbanen ved Ørestads Boulevard	Jernbanen v. Kastrop Station og skakte	Tunnelportalen, jernbane
E. Eksisterende	12:00	14:30	12:40	14:30
P. Planlagte	17:30	16:30	13:40	15:30
PP. Planlagte + 500	17:30	17:00	14:10	15:50
SC1. Lufthavn, 1.000	17:30	17:20	14:30	16:20
SC2. Lufthavn+Dragør 1.000	17:30	17:50	15:00	17:20
SC3. Ydre dige	17:30	17:50	15:00	17:20
SC3+. Langt ydre dige, 1.000	23:30	19:10	16:20	16:40
SC4. langt ydre dige, 2.000 (10.000 års stormflod)	Tør (16:00)	Tør (15:00)	Tør (14:00)	Tør (13:30)

Tabel 8-2 Varighed i timer fra højvandets begyndelse til vandet når frem til udvalgte kritiske faciliteter ved Sund & Bælt. Stormfloden antages at starte med at bygge sig op til tiden 00:00 og er 12 timer om at komme op på maksimum, som holdes i 12 timer inden højvandet falder igen over 12 timer

9 Sammenfatning og alternative udbygningsmuligheder

Ingen af de allerede planlagte højvandssikringer, f.eks. for Dragør kommune, eller de fire yderligere undersøgte scenarier med fælles sikringer op til et 1.000 års højvande, giver beskyttelse af Sund & Bælts faciliteter mod oversvømmelse ved et 2.000 års højvande. Der opnås dog en vis forsinkelse i vandets vej mod Sund & Bælt, så man får lidt længere tid til at køre beredskabet i stilling og lave midlertidige afspærringer med mobilt udstyr.

Resultatet af alle de mange simuleringer af forskellige situationer, både med hensyn til indgreb og højvandssituationer, er, at der ikke opnås en reel effekt på omfanget af Sund & Bælts behov for "intern" sikring, medmindre den fælles løsning udføres med samme beskyttelsesniveau overalt. Dvs. enten at de øvrige interessenter sikrer til et højere niveau end der p.t. arbejdes med, eller at Sund & Bælt accepterer et lavere sikringsniveau end en 2000 års hændelse i 2050. Der vil dog være en større eller mindre forsinkelse af højvandets fremløb mod kritiske punkter, hvilket alle interessenter og beredskabet vil kunne drage nytte af – jo højere diger, jo større forsinkelse.

For det lange ydre dige i Scenarie 4, som dimensioneres for et 2.000 års højvande, ses dog, at der sker et hurtigere fremløb mod nord i indsøen bag diget, end hvis vandet skulle have løbet over land på lufthavns arealer. Et fremskudt dige bør derfor ud for lufthavnen og evt. ved Dragør forsynes med tværdiger, som dæmmer op for denne kanaleffekt i indsøen.

Af de planlagte indgreb, er det primært Københavns Kommunes etablering af en lukningen/sluse ved Kalvebod broerne, der giver effekt for Sund & Bælts faciliteter på den vestlige del af Amager, hvorfra vandet kan løbe mod stationen ved lufthavnen. Det kræver dog også indgreb ved Hvidovre – som illustreret i Scenarie 3+ og 4 - for at opnå den fulde effekt. Oversvømmelserne fra vest kan forholdsvis let imødegås ved etablering af et forholdsvis højt port-arrangement på tværs af Selinevej lige vest for indkørslen til Kalvebod Miljøcenter. Ulempen er, at denne konstruktion skal etableres på anden mands ejendom og skal lukkes i tilfælde af kraftig stormflod.

Diget i den nordøstlige del af Dragør Kommune op til Lufthavnen vil også have en stor effekt, men skal suppleres med et dige ved redningshavnen for lufthavnen og en let forhøjning af diget fra redningshavnen til Dragør for at have den fulde effekt.

Set fra Sund & Bælts synspunkt, vil det kun have begrænset effekt (bortset fra det tidsmæssige) om Dragør Kommune bygger land diger til at imødegå et 100, 500 eller 1.000 års højvande, idet vand fra et 2.000 års højvande under alle omstændigheder vil nå frem til Sund & Bælts faciliteter og stå i samme højde ved højvandets maksimum. Der skal derfor i begge tilfælde laves "interne" diger og mure til samme højde ved Sund & Bælts faciliteter.

En ydre sikring, med en fremskudt strandpark 200 m fra kysten og med en højde svarende til et 1.000 års højvande i år 2050, vil give den største forsinkende effekt af indstrømningen, men er også den løsning, der formentlig vil medføre de største miljø- og myndighedsmæssige udfordringer. Laves diget helt fra Hvidovre til Kastrup fort vil det give større effekt, og bygges det til at modstå et 2.000 års højvande, vil der ikke være behov for sikring af Sund & Bælts faciliteter, hvis denne oversvømmelseshyppighed er acceptabel. Dette dige vil også give en god lang forsinkelse ved meget sjældne hændelser. F.eks. vil forsinkelsen være af samme størrelsesorden overfor et 10.000 års højvande som et 1.000 års dige vil have overfor et 2.000 års højvande.

Et ydre fremskudt dige vil yderligere have den fordel, at den sikrer at et resulterende øget grundvandstryk ved selv en kortvarig stormflod, pga. delvis hydrauliske forbindelse imellem havet og grundvandmagasinerne, flyttes væk fra de kystnære konstruktioner. Ligeledes flyttes bølgepåvirkningen væk fra selve kysten og dermed væk fra eksisterende og nye konstruktioner i disse områder.