

Næstved Inderhavn - Udvikling af havnebydel

Overordnet analyse af oversvømmelsesområder

Næstved Kommune

Dato: 23. juni 2025

Indhold

1	Baggrund	2
2	Opsummering	3
3	Forudsætninger og metode.....	4
3.1	Levetid og ekstremhændelser	4
3.2	Metode	4
3.3	Sikringskote	5
4	Klimaforandringer.....	6
4.1	Forudsætninger for middelvandstand	7
4.2	Regn- og skybrudsforhold.....	10
4.3	Grundvandsstand	11
4.4	Vandløb	11
5	Korrelation af hændelser	13
6	Stormflodshændelse	14
6.1	Oversvømmelse under en stormflodshændelse	16
7	Oversvømmelse og strømningsveje ifm. skybrud	22
8	Oversvømmelse fra vandløb Suså.....	24
9	Grundvand	27
10	Analysens betydning for fremtidige byggemodninger	31
11	Eksempler på byudvikling, hvor der er etableret oversvømmelses tiltag	32
11.1	Højvandsmur	32
11.2	Hævning af terræn	36
11.3	Hævet bygning / sokkelkote.....	38
11.4	Oversvømmelsessikring ved vandløb	39
11.5	Multifunktionelle regnvandsbassiner	41
11.6	Supplerende tekniske løsninger	43
12	Referencer.....	45

1 Baggrund

Næstved Kommune arbejder med byudviklingsplaner, der omfatter muligheden for byudvikling af (dele af) de nuværende havnearealer. For at sikre at dette kan gennemføres på en hensigtsmæssig måde kræves kendskab til både nuværende og fremtidige udfordringer, herunder risiko for oversvømmelse. Dette har medført et behov for at få gennemført en overordnet analyse og et opdateret kortgrundlag af oversvømmelsesniveauet, idet nuværende analyser og kortlægning stammer fra analyser, der blev gennemført i forbindelse med Klimatilpasningsplanen fra 2012. I dette notat beskrives forudsætninger for- og resultaterne af den opdaterede overordnede oversvømmelsesanalyse for området omkring Næstved Inderhavn samt vises eksempler på allerede etablerede sikringer mod oversvømmelser i urbane områder.

Oversvømmelser i området ved Næstved Inderhavn kan potentielt stamme fra følgende risiko-elementer:

- Stormflodshændelse, der medfører forhøjet vandstand i Karrebæk Fjord og dermed også i havnebassinerne
- Skybrudshændelse, der medfører oversvømmelse af baglandet
- Øget vandstand og vandføring i Suså
- Forhøjet grundvandsstand

For hvert af de udpegede risiko-elementer, der kan forårsage oversvømmelse, etableres separate forudsætningsgrundlag og oversvømmelseskort. Området omkring Næstved Inderhavn er vist i figur 1.1 og fokusområdet for nærværende analyser er "Delområde I", i den nordlige del af Næstved Inderhavn.



Figur 1.1: Markering af byudviklingsområder omkring Næstved Havn. Analyserne i nærværende notat er fokuseret på "Delområde I". (NæstvedKommune, 2025)

2 Opsummering

Der er gennemført en overordnet analyse af risikoen for oversvømmelse i området omkring Næstved Inderhavn i år 2075 – med særlig fokus på Delområde 1. Den overordnede analyse er gennemført for det tilfælde, hvor der forekommer én ekstrem vejrhændelse, der statistisk set optræder én gang hvert 100. år. Analysen bygger på nationale klimadata og prognoser, som var tilgængelige i maj/juni 2025.

Hovedkonklusioner, for hvert af de definerede oversvømmelsesrisiko-elementer:

- **Middelvandstand:** En stigning i middelvandstanden alene forventes ikke at føre til væsentlige oversvømmelser i Delområde 1.
- **Stormflod:** Ved stormflod vil især midtermolen og området nord herfor samt den østlige kanalbred blive oversvømmet. Den vestlige bred vil være mindre påvirket.
- **Skybrud:** Regnvand fra skybrud samler sig i mindre lavninger, der primært forekommer langs veje og parkeringspladser. I områder kan der også forventes oversvømmelser tæt på eksisterende bygninger. Der er dog ikke identificeret større lavninger, som vurderes at udgøre en væsentlig risiko.
- **Vandløb (Suså):** Ved ekstrem vandstand og vandføring i Suså er der risiko for oversvømmelse langs Suså primært i området øst for Havnegade og i området omkring Åstien.
- **Grundvand:** Det kystnære grundvand vurderes ikke at være særligt følsomt over for enkeltstående ekstreme hændelser. Ved en permanent havvandsstigning eller generelt øget nedbørsmængde kan grundvandet dog stige over tid, hvilket kan påvirke området.

På baggrund af den foreliggende overordnede analyse vurderes det muligt at gennemføre en byggemodning af Delområde 1, der muliggør en robust og fremtidssikret håndtering af overfladevand fra skybrud, stormflod samt forhøjet vandstand i Susåen. Det under forudsætning af at nødvendige tiltag og tekniske løsninger indtænkes og implementeres ifm. byggemodningen således at der ikke opstår u hensigtsmæssige oversvømmelser på terræn, som følge af nævnte hændelser inkl. klimarelaterede ændringer af disse.

Vigtige forbehold:

- Det er en overordnet analyse baseret på en række overordnede antagelser og forudsætninger, der er gennemført. Resultaterne er derfor forbundet med en vis usikkerhed. En mere præcis vurdering kræver mere detaljerede undersøgelser.
- Der er en signifikant usikkerhed forbundet med prognoserne for klimaets udvikling, disse usikkerheder påvirker ligeledes oversvømmelses-analyserne.
- Der er ikke taget højde for samtidige hændelser (f.eks. samtidig stormflod og høj vandføring i Suså). En kombination af sådanne hændelser (også selv om den enkelte hændelse i sig selv ikke er så ekstrem som generelt forudsat) kan forværre oversvømmelsessituationen, især hvis vandet ikke kan ledes væk under Havnegade.

3 Forudsætninger og metode

I det følgende ridses de generelle forudsætninger og den overordnede metode op.

3.1 Levetid og ekstremhændelser

I forbindelse med analyse og etablering af oversvømmelseskort tages udgangspunkt i et overordnet ønsket sikkerhedsniveau, der kombinerer risikoen for oversvømmelse med det potentielle skadesniveau og de økonomiske aspekter ved en oversvømmelse.

Næstved Kommune ønsker, at der tages udgangspunkt i et sikkerhedsniveau, der svarer til:

Levetid på 50 år og en middeltidshændelse på 100 år.

Ovenstående betyder, at analyserne tager udgangspunkt i, at den givne ekstremhændelse (f.eks. forhøjet vandstand under stormflod) statistisk optræder 1 gang pr. 100 år (også benævnt *hændelser med en returperiode på 100 år* eller en *100 års middeltidshændelse*) samt at middeltidshændelsen optræder på det værst tænkelige tidspunkt indenfor en tidshorizont på 50 år (dvs. indenfor perioden fra 2025 til 2075).

I det analyserne skal anvendes ifm. byudvikling skal der tages hensyn til klimaændringer og disses påvirkning af de nævnte ekstremhændelser.

Det er vigtigt at bemærke, at en ekstrem hændelse med en statistisk returperiode godt kan optræde og overskrides indenfor den valgte levetid. I tabel 3.1 er sandsynligheden for at en given middeltidshændelse optræder indenfor en given levetid vist. Heraf fremgår det f.eks., at sandsynligheden for, at en middeltidshændelse på 100 år (ekstrem hændelse, der statistisk optræder 1 gang pr. 100 år) vil indtræffe indenfor en levetid på 50 år er 39 %.

Tabel 3.1: Beregnet sandsynlighed for at en given middeltidshændelse indtræffer indenfor en given levetid.

Levetid [år]	Middeltidshændelse (returperiode for hændelse) [år]			
	1	10	50	100
1	100	10	2	1
10	100	65	18	10
50	100	99	64	39
100	100	100	87	63

3.2 Metode

Analyser og resultater i nærværende notat er generelt baseret på:

- Nationale anbefalinger ift. niveau af ekstremhændelse
- Nationale anbefalinger ift. klimascenariet der ligger til grund for analyserne
- Tilgængelige værktøjer for visualisering af oversvømmede arealer

Analyserne i nærværende notat er at betragte som værende på et overordnet niveau og tager udgangspunkt i nuværende forhold ift. terrænkoter omkring Næstved Inderhavn mv. og indeholder dermed ikke forudsætninger om fremtidige sikringstiltag for at modvirke/reducere oversvømmelse fra f.eks. Karrebæk Fjord eller Suså.

Resultater præsenteret i indeværende notat vil være repræsentative for hhv. nuværende og fremtidige forhold med udgangspunkt i viden og prognoser for klimaudviklingen tilgængelig i maj/juni 2025. Alle forudsætninger vedr. terrænkoter er baseret på nuværende forhold baseret på Danmarks Højdemodel (DHM).

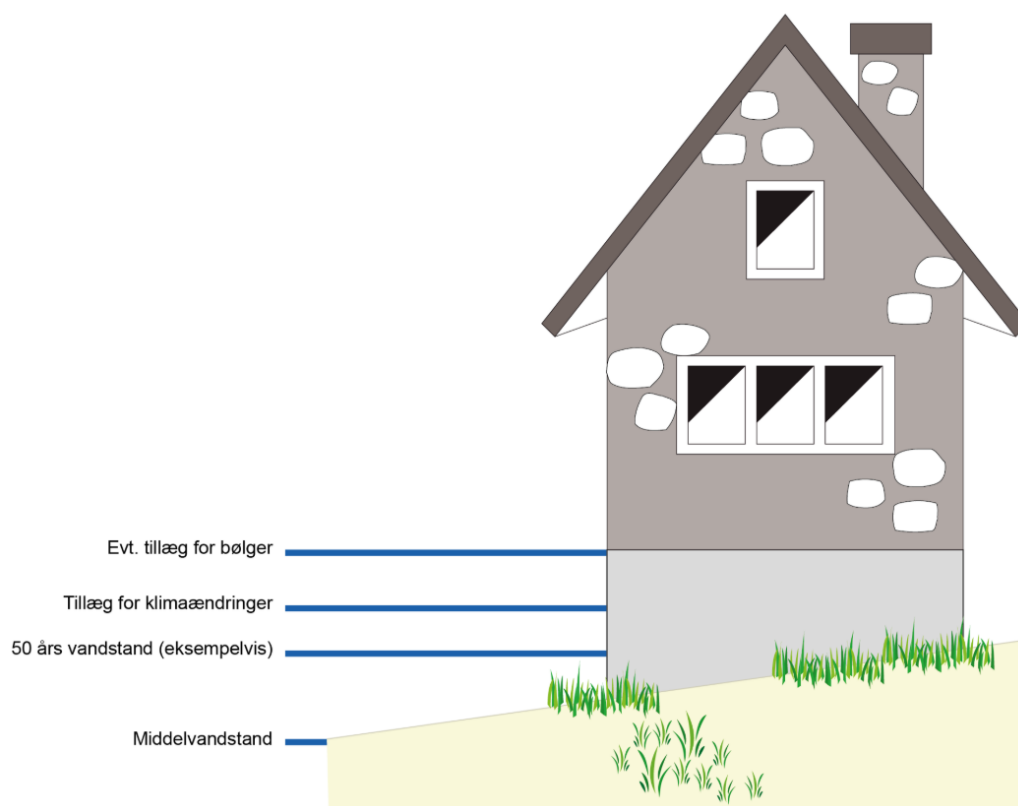
3.3 Sikringskote

Næstved Kommune har ikke fastlagt en såkaldt sikringskote - hverken generelt eller specifik for området omkring Næstved Inderhavn – og fastlæggelse af en sikringskote er ikke en del af indeværende overordnede analyse.

En sikringskote er reelt den kote (det niveau), der skal forudsættes påvirket af vand. Denne defineres derfor baseret på f.eks. forudsætninger omkring levetid og middeltidshændelse. Sikringskoten fastsættes med udgangspunkt i forskellige bidrag, og vil for konstruktioner, der skal beskytte mod f.eks. oversvømmelser ifm. stormflodshændelser, indeholde følgende bidrag;

- Middelvandstand
- Stormflodshændelse (ekstrem vandstand for en given middeltidshændelse)
- Bidrag fra klimaændringernes påvirkning af middelvandspejlet
- Bidrag fra bølgeopskyl/bølgeoverskyl – afhænger både af konstruktionstypen og muligheden for at tillade og håndtere et evt. overskyl.

En illustration af bidrag til fastlæggelse af sokkelkote er vist i figur 3.1, men det kan også være ift. fastlæggelse af topkote for en højvandsmur, dige eller andre konstruktioner, der beskytter mod en oversvømmelse.



Figur 3.1: Skitse af bidrag, der indgår i fastsættelsen af et sikringsniveau for konstruktioner, der kan udsættes for stormflodshændelser. (KDI, <https://kyst.dk/klimatilpasning/kystbeskyttelse/sagsbehandling/planlaegning>)

De overordnede analyser i denne rapport kan være med til at danne grundlag for en efterfølgende detail-analyse ift. at fastsætte en sikringskote for området omkring Næstved Inderhavn.

4 Klimaforandringer

De globale klimaforandringer resulterer i en påvirkning af flere såkaldte klima-variabler, f.eks. middelvandstanden i havene, nedbørsforhold og temperaturforhold.

Klimaværktøjet, www.klimaatlas.dk (DMI, 2024), der er udviklet af *Danmarks Meteorologiske Institut* (DMI), udgør et samlet grundlag for vurderinger af fremtidens klima i Danmark – på nationalt, regionalt og kommunalt niveau. Værktøjet bygger både på internationale klimaprognoser, herunder FN's klimapanel (IPCC) hovedrapporter (aktuelt den sjette), og på DMI's mangeårige observationer og analyser af det danske vejr.

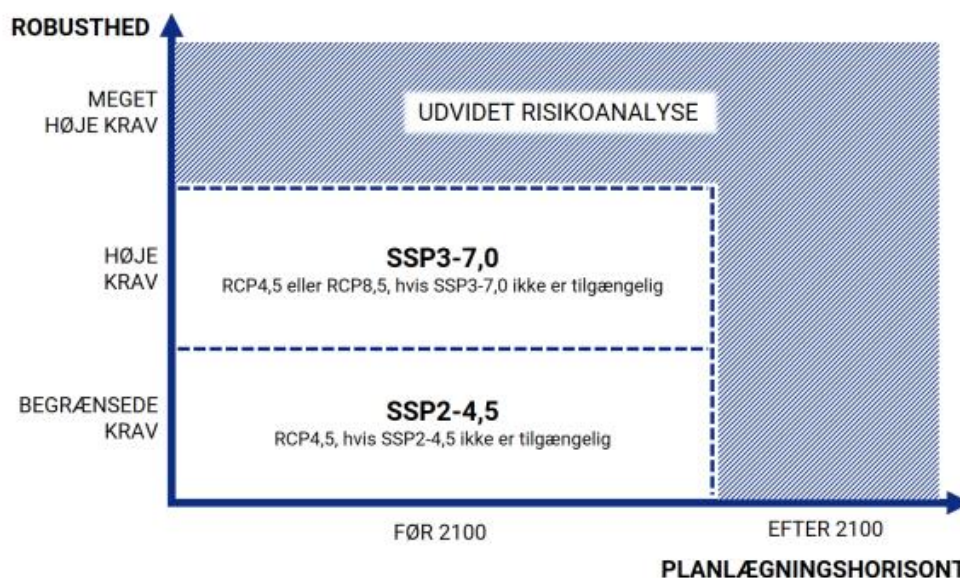
Klimaforandringerne afhænger primært af udledningen af drivhusgasser og derfor indgår forskellige forudsætninger for fremtidige udledningsscenarioer (SSP-scenarier) i IPCCs arbejde med at beregne prognoserne for fremtidens klima. I figur 4.1 er vist en oversigt over SSP-scenarierne, der indgår i IPCC's sjette hovedrapport.

Scenarie	Forventet global opvarmning i 2081-2100 ift. 1850-1900, samt beskrivelse af scenarierne	
SSP1-1,9	1,4 °C	Lave udledningsscenarioer. Globale drivhusgasudledninger reduceres kraftigt i det 21. århundrede. Opvarmningen holdes under henholdsvis 1,5 °C og 2 °C i slutningen af århundredet.
SSP1-2,6	1,8 °C	
SSP2-4,5	2,7 °C	Mellemhøjt udledningsscenario. Globale drivhusgasudledninger falder fra omkring midten af det 21. århundrede, men global klimaneutralitet opnås ikke inden århundredeskiftet.
SSP3-7,0	3,6 °C	Højt udledningsscenario. Drivhusgasudledningen stiger støt, så den årlige CO ₂ -udledning er cirka fordoblet i år 2100 i forhold til i dag.
SSP5-8,5	4,3 °C	Meget højt udledningsscenario. CO ₂ -udledningen fordobles frem mod 2050 og har efter år 2080 årlige udledninger på mere end tre gange det aktuelle niveau.

Figur 4.1: Oversigt over SSP-scenarierne, der indgår i IPCCs rapporter vedr. klimaforandringerne. (DMI & Miljøstyrelsen, 2025)

Hvert SSP-scenarie har en vurderet/beregnet påvirkning af de enkelte klima-variabler f.eks. påvirkning af skybrud (hyppighed, intensitet) og ændringen af middelvandstand og prognoserne for klimaændringernes påvirkning afhænger derfor af, hvilket SSP-scenarie, der ligger til grund. Som en del af www.klimaatlas.dk er der udarbejdet anbefalinger til hvilke udledningsscenarioer, der kan benyttes ifm. projekter, hvor klimaforandringerne kommer til at spille en rolle. Anbefalingerne er udgivet af DMI og *Miljøstyrelsen* (MST) i (DMI & Miljøstyrelsen,

2025). Anbefalingerne baseres på det konkrete projekts krav til robusthed samt planlægningshorisonten, se figur 4.2.



Figur 4.2: Anbefalinger til hvilket udledningsscenario, der bør ligges til grund for projekter, der påvirkes af klimaforandringer. Planlægningshorisonten svarer til projektets levetid. (DMI & Miljøstyrelsen, 2025)

I (DMI & Miljøstyrelsen, 2025) er der givet eksempler på projekter, hvor der kan antages hhv. begrænsede krav og høje krav til robustheden. Begrænsede krav kan ofte accepteres, hvis der er lave reetableringsomkostninger forbundet med en oversvømmelse (f.eks. områder med kolonihavehuse). Omvendt er anbefalingerne ift. boligområder, erhvervsområder og væsentlig infrastruktur, at der sikres baseret på høje krav ift. robusthed. Er planlægningshorisonten længere end 2100 eller er der meget høje krav til robustheden anbefales - som vist - at der gennemføres en udvidet risikoanalyse, hvor både klimascenarie og designhændelse vurderes. Udvidet risikoanalyse anbefales gennemført ved etablering af vigtig infrastruktur som f.eks. lufthavne, metro, sygehuse eller større byområder - og er blandt andet gjort ifm. forundersøgelsen af stormflodssikring af København.

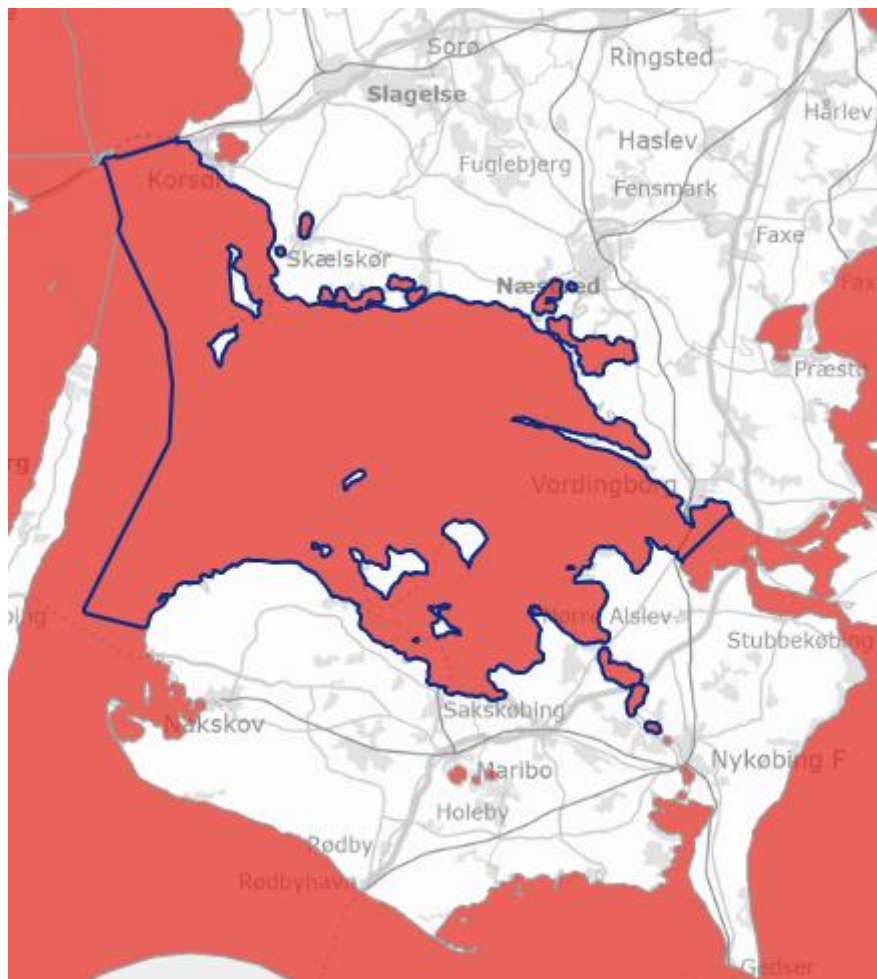
Næstved Kommune har anført at oversvømmelsesvurderingerne skal tage udgangspunkt i en levetid på 50 år (indtil år 2075) og således er planlægningshorisonten kortere end 2100. Den umiddelbare anbefaling ift. det klimascenarie, der bør ligges til grund for vurderingerne af fremtidens klima ifm. byudvikling af området omkring Næstved Inderhavn, som potentielt inkluderer bolig- og erhvervsområder, er derfor, jf. figur 4.2, det høje udledningsscenario: **SSP3-7,0**. Oversvømmelsesvurderinger mv. tager derfor i det følgende udgangspunkt i dette klimascenarie.

Enkelte klimavariabler er endnu ikke opdateret til SSP-scenarierne, men anbefalingerne i (DMI & Miljøstyrelsen, 2025) definerer også hvilke RCP-scenarier (udledningsscenarier fra den femte IPCC rapport), der bør ligges til grund, hvis data for SSP-scenarierne ikke er opdateret/tilgængelige endnu.

4.1 Forudsætninger for middelvandstand

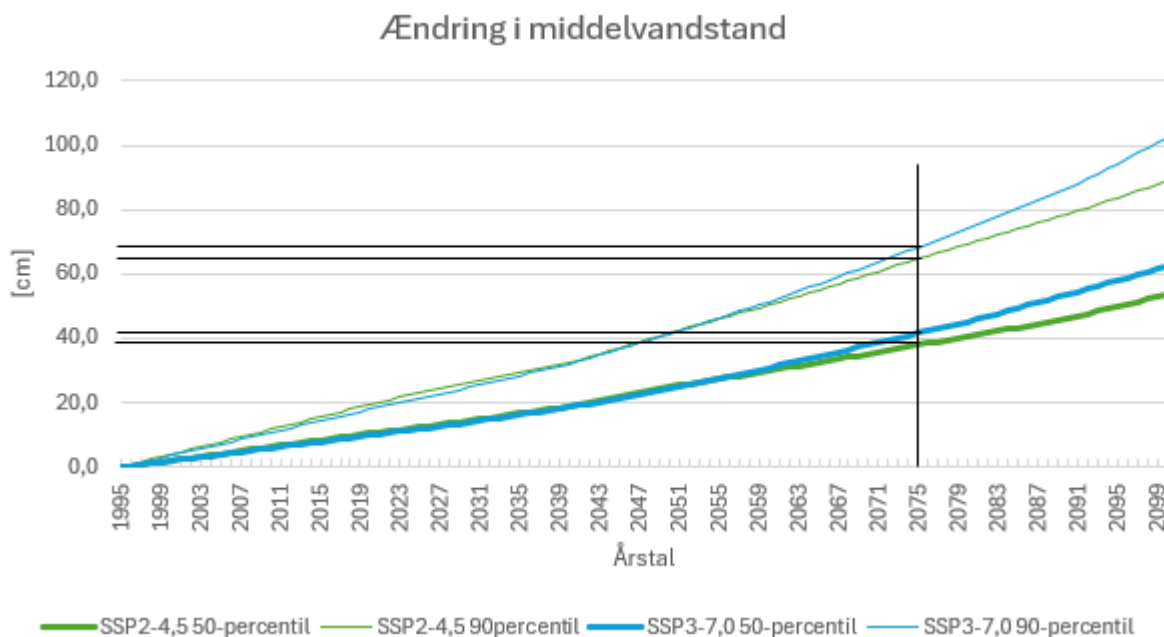
Prognoser for udviklingen af middelvandstands niveauet i Danmark er udgivet på www.klimaatlas.dk. Heraf fremgår prognoser for stigningen i den globale middelvandstand (havniveau) kombineret med lokal viden om f.eks. landhævningerne i Danmark, hvormed ændringen i middelvandstand er præsenteret på regionalt niveau.

Næstved Inderhavn og Karrebæk Fjord tilhører det regionale område, der benævnes Smålandsfarvandet, som strækker sig fra den Sjællandske kyststrækning mellem Korsør og Vordingborg til den nordlige kyststrækning på Falster, se markering af kyst og vandområdet Smålandsfarvandet i figur 4.3.



Figur 4.3: Markering af regionen Smålandsfarvandet, som indeholder Næstved og Karrebæk Fjord (DMI, 2024).

Prognosen for ændringen i middelvandstand for region Smålandsfarvandet er vist i figur 4.4 og i tabel 4.1 for klimascenarierne SSP2-4,5 (mellemløjt udledningsscenarie) og SSP3-7,0 (højt udledningsscenarie), hvor sidstnævnte er det anbefalede klimascenarie ifm. vurderinger relateret til byudviklingen af Næstved Inderhavn. Ændringerne inkluderer effekten af landhævningen, som modvirker den fulde effekt fra klimaændringernes påvirkning af middelvandstanden.



Figur 4.4: Prognose for den relative ændring i middelvandstand for region Smålandsfarvandet for klimascenarierne SSP2-4,5 og SSP3-7,0. Baseret på data fra (DMI, 2024).

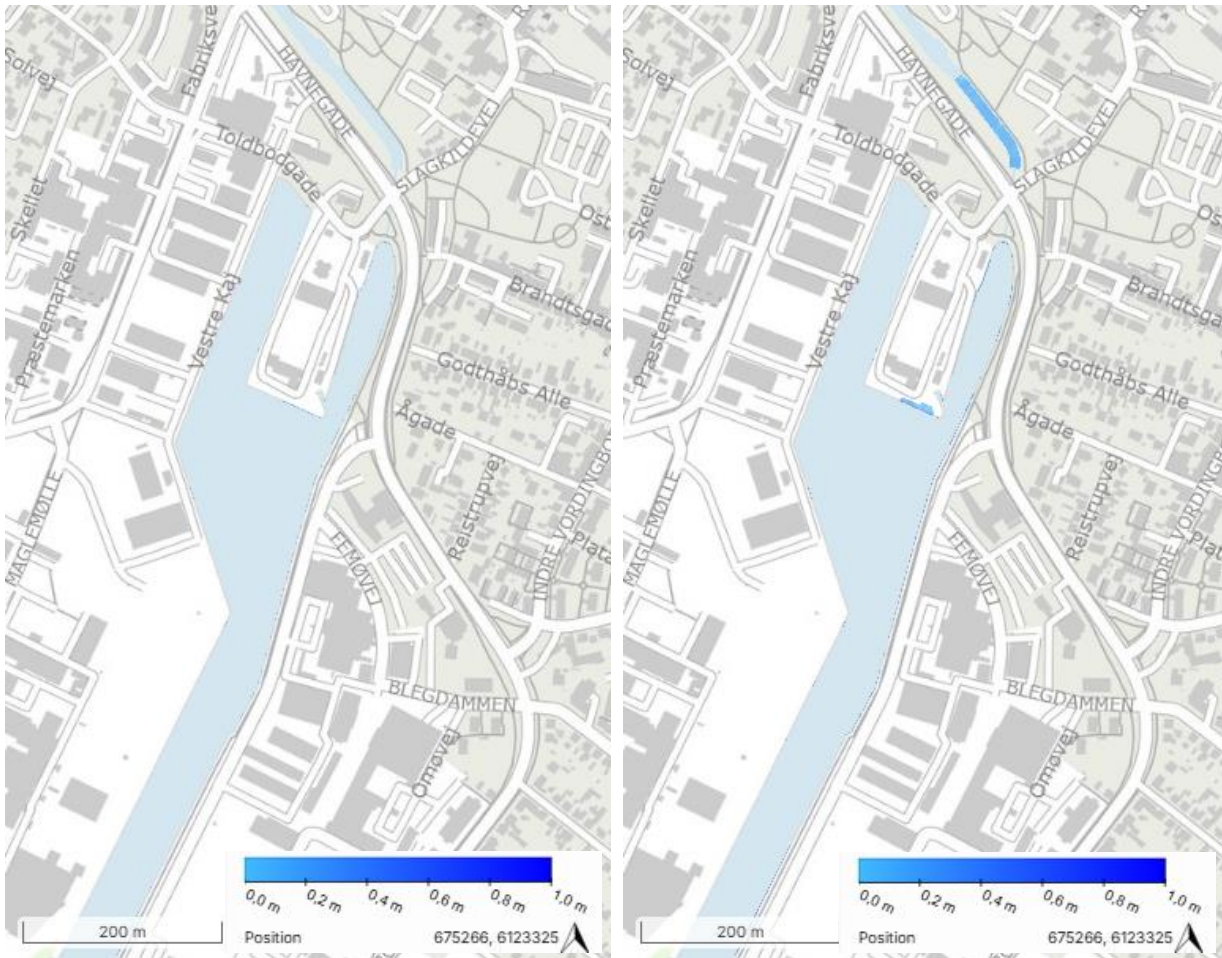
Tabel 4.1: Relativ ændring i middelvandstand for Smålandsfarvandet grundet klimænderinger for klimascenarie SSP2-4,5 og SSP3-7,0 i hhv. 2025, 2075 samt 2100, med reference i 1990. Afrundet til hele cm. Data fra (DMI, 2024)

Årstal	SSP2-4,5		SSP3-7,0	
	50-percentil	90-percentil	50-percentil	90-percentil
2025	13 cm	23 cm	12 cm	21 cm
2075	38 cm	65 cm	42 cm	68 cm
2100	54 cm	89 cm	62 cm	102 cm

Som det både fremgår af graferne og de udtrukne tabelværdier er der ikke en signifikant forskel (ca. 4 cm) i prognoserne for ændringen af middelvandstanden for de to klimascenarier indenfor en tidshorisont på 50 år (år 2075) det gælder både ift. 50-percentilværdien (middelværdien) og for 90-percentilværdier, mens forskellen bliver større hen mod slutningen af dette århundrede (8 cm for middelværdien og 1 cm for 90-percentilværdien). Tallene viser til gengæld den store usikkerhed, der er på prognoserne, angivet ved forskellen mellem middelværdien og 90-percentil-værdien, idet 90-percentil-værdien angiver en middelvandstand, der er godt 25 cm højere end middelværdien i 2075 – dette gælder også for begge klimascenarier. Som det også fremgår stiger usikkerheden signifikant med tidshorisonten.

I nærværende analyse anvendes generelt middelværdier (50-percentilværdier), men det anbefales at tillægge en vis robusthed i videre anvendelse og vurderinger indeholdende bidrag fra klimapåvirkninger grundet den store usikkerhed, der er på prognoserne for ændringen af middelvandstanden.

Kortgrundlag for middelvandstanden i år 2025 og 2075 er vist i figur 4.5, hvoraf det fremgår at ændringen i middelvandstand ikke alene vil medføre en signifikant oversvømmelse af området ved Næstved Inderhavn.



Figur 4.5: Middelvandstand i hhv. 2025 +0,12 m DVR90 (venstre) og 2075 +0,42 m DVR90 (højre). (SCALGOlive, 2025)

4.2 Regn- og skybrudsforhold

I udarbejdelsen af skybrudsanalysen anvendes de branchespecifikke anbefalinger fra Spildevandskomitéens skrifter. Herunder anvendes Spildevandskomitéens Regionale Regnrækkeværktøj v2023 til fastsættelse af klimafaktorer, regnintensiteter og nedbørsmængder. Spildevandskomitéens regneark repræsenterer i rimelig grad udledningsscenarierne fra Klimaatlas ifølge en sammenligning af klimafaktorer udarbejdet af Spildevandskomitéen og Klimaatlas¹.

I udarbejdelse af denne risikoanalyse for oversvømmelse og strømningssveje i forbindelse med skybrud tages der udgangspunkt i en 100-årshændelse i 2075 jf. Næstved Kommunes ønskede sikringsniveau.

Spildevandskomitéens Regionale Regnrækkeværktøj v2023 anvendes til at beregne den nedbørsmængde, som svarer til en 100-årshændelse i 2075. Derudover fratrækkes nedbørsmængden for en 5-årshændelse i 2075, da det svarer til afløbssystemets forventede fremtidige kapacitet samt kapaciteten i jordmatrixen.

Spildevandskomitéens regneark anvendes først til at bestemme klimafaktoren for hhv. en 100- og en 5-årshændelse i 2075. Se figur 4.6 nedenfor.

¹ Bülow Gregersen, I., Arnbjerg-Nielsen, K., Anker Pedersen, R. "Sammenligning af klimafaktorer udarbejdet af Spildevandskomiteen og Klimaatlas og anbefaling af praksis for dimensionering og analyse af afløbssystemer". IDA Spildevandskomiteen (2021).

Beregning af klimafaktor fra år 2000		Beregning af klimafaktor fra år 2000	
Gentagelsesperiode (T)	100	Gentagelsesperiode (T)	5
Fremskrivningsår	2075	Fremskrivningsår	2075
Planlægningshorisont fra år 2000 (x)	75	Planlægningshorisont fra år 2000 (x)	75
Klimafaktor		Klimafaktor	
Klimafaktor som skal tilføjes den operationelle faktor	1,30	Klimafaktor som skal tilføjes den operationelle faktor	1,19

Figur 4.6: Beregning af klimafaktor for en 100-årshændelse og en 5-årshændelse i 2075 med Spildevandskomitéens Regionale Regnrækkeværktøj v2023.

Derefter anvendes Spildevandskomitéens regneark til at bestemme intensiteten af regnhændelserne, hvor der anvendes en varighed på 4 timer for begge regnhændelser. Dermed kan nedbørsmængden for en 100-årshændelse i 2075 fratrukket en 5-årshændelse i 2075 opgøres til 37 mm, som vist i tabel 4.2 nedenfor.

Tabel 4.2: Fastlæggelse af klimanedbør vha. Spildevandskomitéens Regionale Regnrækkeværktøj v2023.

Gentagelsesperiode [år]	T100	T5
Fremskrivningsår	2075	2075
Klimafaktor [-]	1,30	1,19
Varighed [timer]	4	4
Intensitet [$\mu\text{m/s}$]	5,00	2,44
Nedbør [mm]	72	35
Klimanedbør T100-T5 [mm]	37	

4.3 Grundvandsstand

Grundvandsdata er hentet fra HIP², som er frie offentlige data om terrænnære hydrologiske forhold. Fremskrivningen af grundvand er behæftet med væsentlige usikkerheder, da grundvandsprocesserne er meget komplicerede. Der vil blive lavet oversigt over minimumsdybden for det terrænnære grundvand i dag og for en fremskrevet situation. HIP er ikke opdateret til SSP-scenarierne og der tages derfor udgangspunkt i klimascenarie RCP8.5 (jf. figur 4.2). HIP tager desuden udgangspunkt i hhv. nær fremtid (2041-2070) og fjern fremtid (2071-2100), hvor der ift. grundvandsstandsanalysen for Næstved Inderhavn i år 2075 benyttes fjern fremtid.

4.4 Vandløb

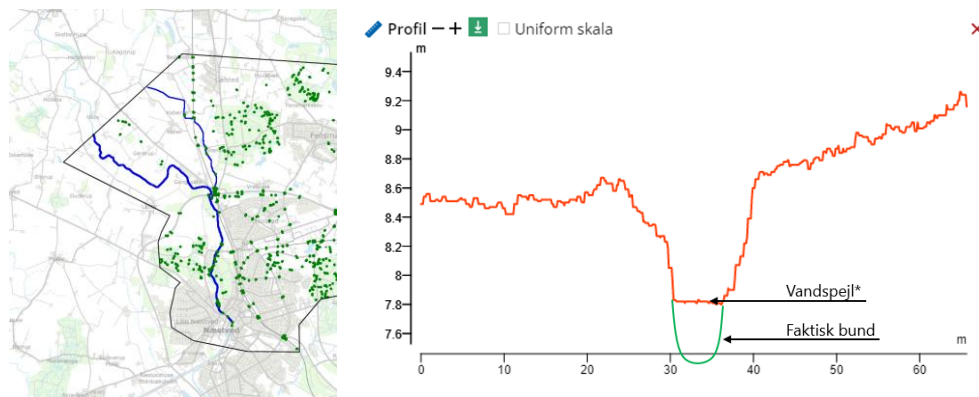
I nærværende opgave med risikokortlægning for Næstved Inderhavn, er det kun relevant at se på vandløbet Suså.

Vandudbredelsen fra Suså er beregnet ud fra SCALGO's vandløbsmodul, hvor typologi 2 og 3 vandløb er prædefineret. SCALGO's vandløbsmodul løser en 1D stationær vandspejlsberegning på baggrund af opstillede beregningsscenarier med tilhørende karakteristiske afstrømninger. For Suså er vandløbsudbredelsen bestemt for både nutidigt klima samt klimafremskrevet til 2100 ved FN's klimascenarie RCP8.5. Der er opstillet ét modelområde i SCALGO for udvalgt område af Suså, se figur 4.1 TV.

² <https://hip.dataforsyningen.dk/>

Vandløbenes faktiske tværsnitsgeometri er ikke indlejret i modellerne, men tværsnittene er beskrevet ud fra Danmarks Højdemodel (2019), hvilket betyder, at det kun er den del af tværsnittene der ligger over det opmålte vandspejl i højdemodellen, som udgør det beregningsmæssige tværsnit i vandløbsmodellen, se Figur 4.1 TH.

Indarbejdelse af opmålingsdata er vurderet ikke at være nødvendig, da der er tale om større- og ekstreme regnhændelser, hvorfor kapaciteten nede i selve vandløbsprofilen ikke er afgørende for den samlede oversvømmelse af de vandløbsnære arealer. For at kompensere for vandløbenes faktiske tværsnitsgeometri antages det, at der i vandløbet, løber en vandføring svarende til en middelsituation. Vandføringen ved en middelsituation er derfor trukket fra vandføringerne ved de forskellige beregningsscenarier (T= 5, 10, 20, 50 og 100 år).



Figur 4.1: **TV:** Modelområder og vandløbssystemer i SCALGO Live. **TH:** Eksempel på tværsnit som indgår i vandløbsmodellerne i SCALGO Live (Orange linje). *Vandspejl ved opmåling af Danmarks Højdemodel 0,4 m grid 2019. Vandspejlet udgør bunden af det vandløbsprofil der indgår i vandløbsmodellen. Den faktiske bund og geometri i vandløbene afviger fra højdemodellen og princippet herfor kan ses af den grønne linje.

Eventuelle begrænsende rørunderføringer og tilhørende opstrøms oversvømmelser som konsekvens her af, fremgår ikke af analyserne, da SCALGO Live ikke er i stand til at håndtere dette.

For Suså regnes der med et Manningtal på 24, som repræsenterer at den ekstra vandmængde der regnes på i modellerne, strømmer oven på det opmålte vandspejl i højdemodellen.

Vandføringer er bestemt ud fra ekstremværdi analyser af hydrometridata og HIP (SDFE, Hydrologiske Informations- og Prognosesystem). Ekstremværdi analysen er lavet på baggrund af hydrometristation 57.12 Suså, Hølløse mølle, hvor der er tilgængelig vandføringsdata fra 1934 og til i dag. De fundne ekstrem vandføringer er arealkorrigeret til udløb af Suså. Modellen opsat med en nedre randbetingelse der repræsenterer vandstanden i Næstved Havn. For klimafremskrivningen er der anvendt en vandstand i Næstved Havn på 42 cm jf. DMI Klimatlas' fremskrivning af vandstanden i Smålandsfarvandet. Til klimafremskrivning er der benyttet gennemsnitlige klimafaktorer for området beregnet ud fra HIP. Anvendte vandføringer, nutidigt og klimafremskrevet samt klimafaktorer er vist i tabel 4.3 ved udløb af Suså.

Tabel 4.3: Anvendte vandføringer, nutidigt og klimafremskrevet, samt klimafaktorer ved udløb af Suså.

	Enhed	T5	T10	T20	T50	T100
Vandføring nutidigt klima	[m ³ /s]	11,81	23,07	34,25	44,06	48,20
Korrigeret vandføring ift. middel	[m ³ /s]	5,58	16,84	28,02	37,83	41,97
Klimafaktor	[-]	1,02	1,09	1,18	1,43	1,68
Klimafremskrevet vandføring	[m ³ /s]	5,72	18,42	32,95	54,03	70,72

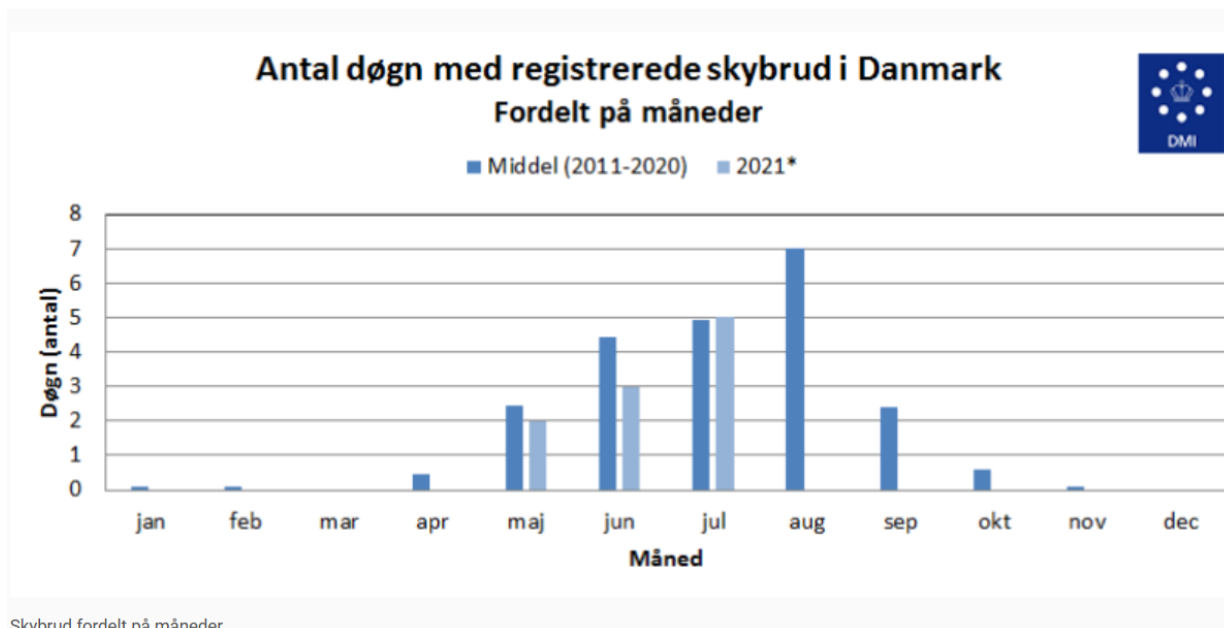
5 Korrelation af hændelser

Den overordnede analyse af oversvømmelsesrisiko er, som tidligere nævnt, generelt gennemført separat for hver af de identificerede risikoelementer; stormflod, skybrud, høj vandføring i Suså samt højtstående grundvand. Dette er baseret på en forudsætning om, at én 100 års hændelse for hvert af disse elementer indtræffer indenfor perioden fra 2025-2075, men som udgangspunkt ikke sker samtidig.

En 100 års-hændelse kan dog potentielt også være en kombination af to- eller flere samtidige hændelser, som hver for sig er mindre ekstreme hændelser. Eksempelvis kan der opstå væsentlige oversvømmelser, hvis et kraftigt skybrud falder sammen med forhøjet havvandstand – uden at nogen af hændelserne nødvendigvis har en returperiode på 100 år isoleret set. Samtidige hændelser kan dermed udgøre en oversvømmelsesrisiko, som ikke fanges i separate analyser.

På figur 5.1 ses en oversigt over det gennemsnitlige antal døgn med skybrud i Danmark i perioden 2011-2020 fordelt på måneder. Heraf fremgår det, at skybrud i overvejende grad forekommer i sommerhalvåret – særligt i perioden fra maj til og med september, som også er defineret som "skybrudssæsonen". Omvendt forekommer stormflodshændelser typisk i vinterhalvåret, fra september til marts, hvor lavtryk og storme med tilhørende højvande er hyppigst. Dette sæsonmæssige skel understøttes af f.eks. Kystdirektoratets Højvandsstatistikker (KDI, 2024) hvor der er oplyst målte ekstreme vandstand for Karrebæksminde (nærmeste målestation), hvor alle 40 oplyste hændelser er beliggende i perioden fra oktober til marts – og kun tre af de 40 hændelser er registreret i marts. Dataperioden er fra 2001 til ultimo 2023.

På baggrund af den sandsynlige sæsonmæssige opdeling vurderes det derfor som fagligt rimeligt at antage at risikoen for samtidighed mellem ekstrem stormflod og skybrud er relativt lav. Dette betyder dog ikke, at samtidigheden mellem hændelserne kan afskrives fuldstændig.



Figur 5.1: Antal døgn med skybrud fordelt på måneder for 2011-2020. (DMI, 2021)

Det anbefales, at der i forbindelse med en mere detaljeret oversvømmelseskortlægning gennemføres en korrelationsanalyse, som belyser den statistiske sandsynlighed for tidsmæssig sammenfald mellem to eller flere ekstreme hændelser – herunder f.eks.:

- Samtidighed mellem stormflod og skybrud
- Samtidighed mellem skybrud og højtstående grundvand
- Samtidighed mellem høj vandføring i Suså og stormflod og/eller skybrud

Dette anbefales gjort for at kortlægge om en 100 årshændelse bestående af to eller flere samtidig hændelser (hver især med en lavere returperiode end 100 år) kan medføre større oversvømmelse end de separate hændelser (med en returperiode på 100 år).

6 Stormflodshændelse

I denne overordnede analyse tages der udgangspunkt i de nationale udmeldinger ift. stormflodsvandstandsniiveau for en middeltidshændelse på 100 år.

Højvandsstatistikkerne - udgivet af Kystdirektoratet i publikationen, Højvandsstatistikker (KDI, 2024) - betragtes som værende repræsentative for de nationale udmeldinger ift. stormflodshændelser, og der vil derfor blive taget udgangspunkt i disse ift. at fastlægge ekstreme vandstandsforhold for området omkring Næstved Inderhavn. Højvandsstatistikkerne indgår også som datagrundlag til www.klimaatlas.dk.

Højvandsstatistikkerne er baseret på ekstremværdianalyse af et datagrundlag, der består af systematiske målinger på en specifik lokalitet. Dette betyder, at statistikken kan være følsom overfor både lokale forhold samt måleperiodens længde. Historiske stormhændelser, der er indtruffet inden etableringen af målestationen, indgår

således ikke i fastlæggelsen af den statistiske ekstremværdi. Sådanne historiske data kan have en vis betydning – især ifm. ved middeltidshændelser over 500 år.

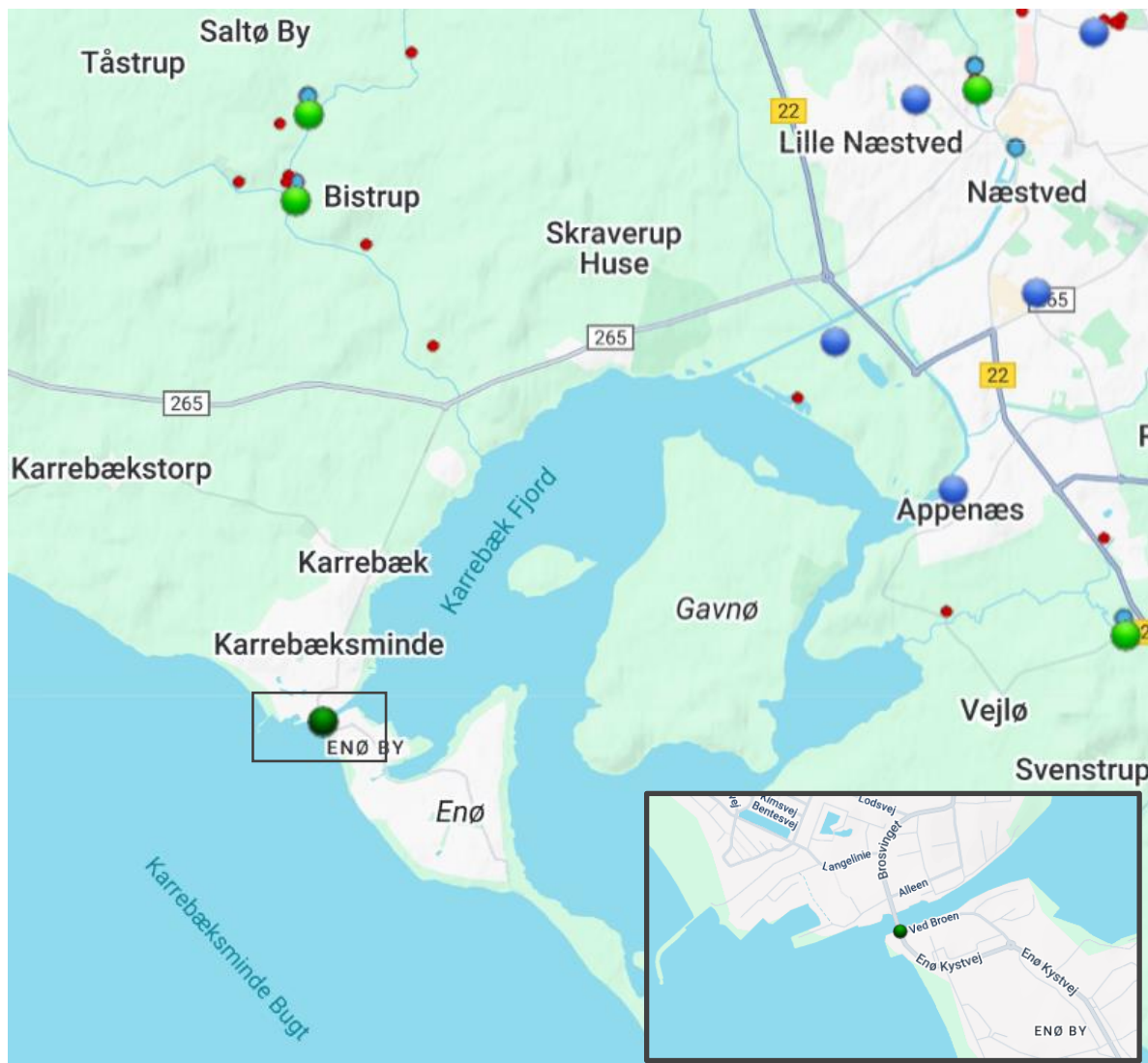
Kystdirektoratets højvandsstatistikker er som udgangspunkt retningsvisende for designhændelser med returperioder på op til ca. 100 år, men den statistiske usikkerhed afhænger af den enkelte målestations samlede observationsperiode. Som tommelfingerregel kan regnes med at en statistik er troværdig for gentagelsesperioder på op til ca. 4 gange dataseriens længde. (KDI, 2024)

Der foreligger ikke en lokal statistisk ekstremvandstandsanalyse for Næstved i højvandsstatistikken (KDI, 2024), idet der ikke er gennemført vandstandsmålinger herfor. Nærmeste målestation er ved Karrebæksminde, hvor der er gennemført måling af vandstanden ved broen siden 2002, se statistiske middeltidshændelser for Karrebæksminde i tabel 6.1 og position for vandstandsmåleren i figur 6.1.

Tabel 6.1: Statistisk ekstrem vandstand for Karrebæksminde for middeltidshændelser på hhv. 20, 50 og 100 år. (KDI, 2024)

Gentagelsesperiode	Ekstrem vandstand	
	reference i år 1990 [m DVR90]	reference i år 2024 [m DVR90]
20 år	1,41	1,48
50 år	1,53	1,60
100 år	1,61	1,68

En stormflodshændelse, der statistisk forekommer 1 gang pr. 100 år kan jf. tabel 6.1 forventes at give en vandstand på ca. 1,68 mDVR90 i Karrebæksminde, hvis den indtraf i år 2024. Middeltidshændelserne for stormflodsvandstanden præsenteret i tabel 6.1 stemmer overens med middeltidshændelsen for stormflodsvandstanden angivet for Smålandsfarvandet på www.klimaatlas.dk (1,62 m DVR90 med reference i 1990) samt nutidsstormflodsvandstanden for Næstved præsenteret i Real Dania rapporten vedr. havvandsstigninger (1,61 m DVR90 med reference i 2014) (COWI, 2017).



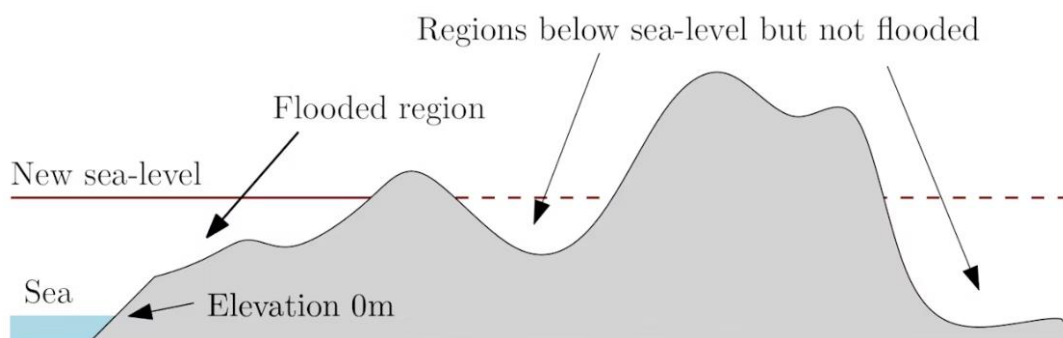
Figur 6.1: Markering af position for vandstandsmålere ved Karrebæksminde. Position og kortgrundlag er fra (Vandportalen, 2025)

Det skal bemærkes, at der kan forekomme lokale forhold (f.eks. stuvning) som kan give anledning til lokalt ændrede ekstreme vandstandsforhold ved Næstved Inderhavn sammenlignet med ekstreme vandstandsforhold ved Karrebæksminde. I forbindelse med en detailvurdering af vandstandsforholdene og fastlæggelse af en fremtidig sikringskote for Næstved Inderhavn bør der derfor gennemføres en mere detaljeret vurdering af om lokale forhold ændrer på de ekstreme vandstandsforhold under stormflod.

6.1 Oversvømmelse under en stormflodshændelse

Overordnet analyse og visualisering af udbredelsen af en oversvømmelse under en stormflodshændelse med forhøjet vandstand i Karrebæk Fjord er gennemført ved anvendelse af værktøjet SCALGO Live.

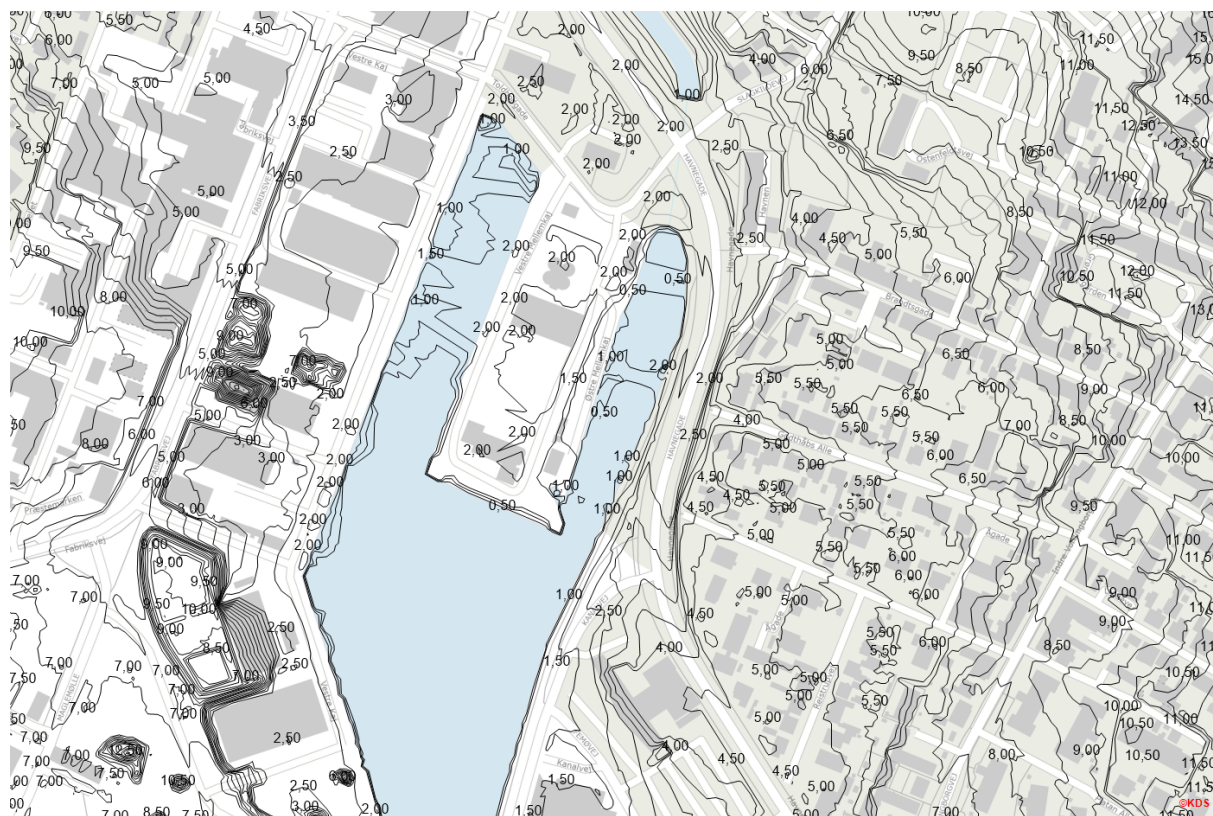
SCALGO Live anvender Danmarks Højdemodel (DHM), der har en opløsning på 40x40 cm, til beskrivelse af terrænet. Områder, der har en forbindelse til havet/Karrebæk Fjord, som ligger under den specificerede vandstand vil blive markeret som oversvømmede, se illustration på figur 6.2.



Figur 6.2: Illustration af metoden for fastlæggelse af oversvømmede arealer i SCALGO Live. (SCALGO Live, 2025)

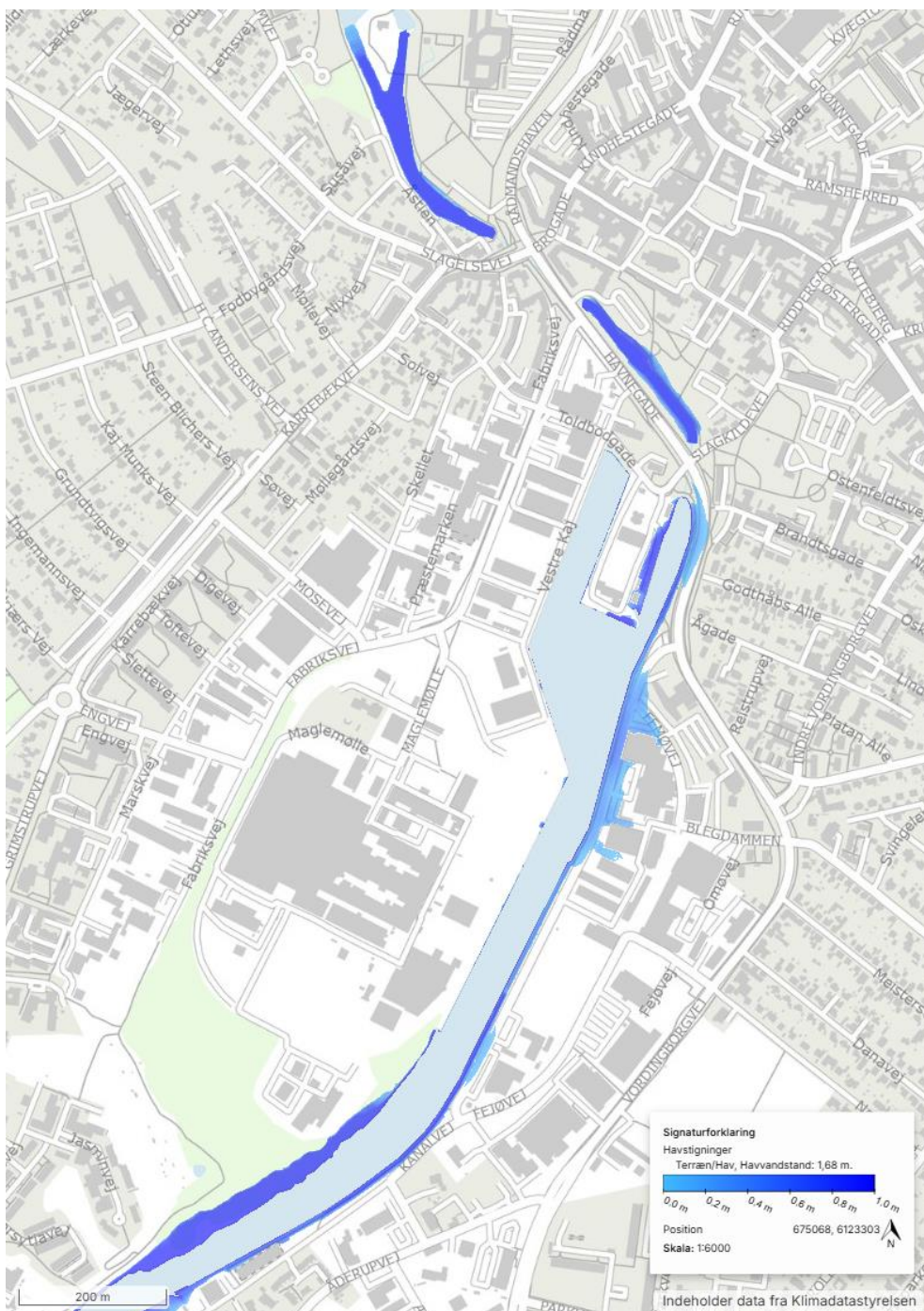
Det skal bemærkes, at der ikke er indeholdt en vurdering af den faktiske modstand i terrænet under en oversvømmelse eller et tidsmæssigt aspekt i analyserne baseret på SCALGO Live. Dette betyder, at alle områder der har en direkte forbindelse til havet/Karrebæk Fjord vil blive markeret som oversvømmede – også selv om der potentielt kan være en høj modstand og dermed stor tidsmæssig forsinkelse som gør, at vandstanden i Karrebæk Fjord kan være faldet inden hele det oversvømmelsestruede areal i bagland reelt vil være udsat for en oversvømmelse. Oversvømmelser estimeret med SCALGO Live vurderes at være konservative, men dog forventelig ikke signifikant i et område som Næstved Inderhavn, hvor modstanden ikke vurderes signifikant.

På figur 6.3 ses højdekurver omkring Næstved Inderhavn, hvoraf det fremgår at området generelt ligger omkring kote +2,0 m DVR90 mod havnearealerne, men at der er nogle enkelte områder med lavere terræn som strækker sig længere ind i baglandet.

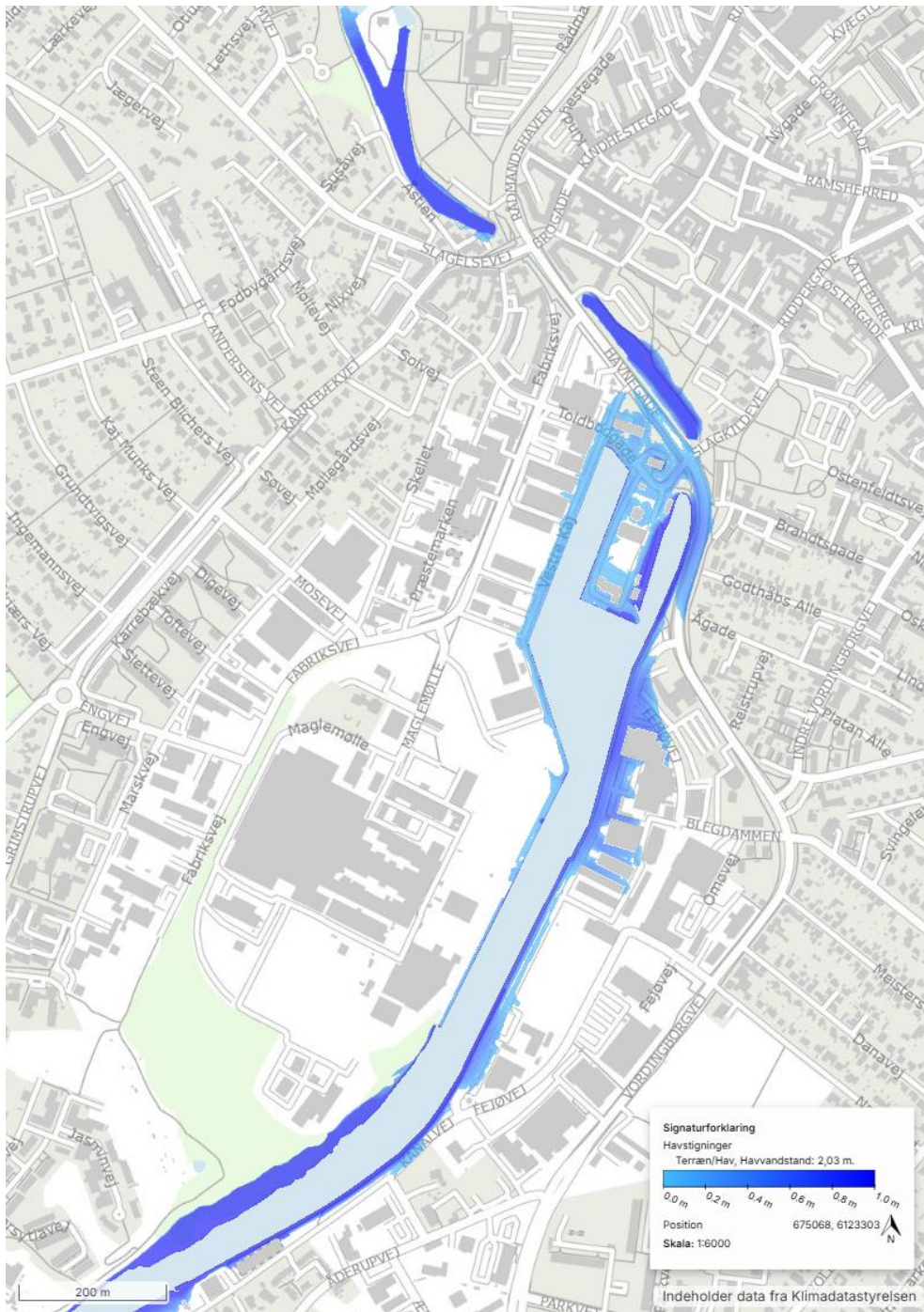


Figur 6.3: Højdekurver i området omkring Næstved Inderhavn. NIRAS Map.

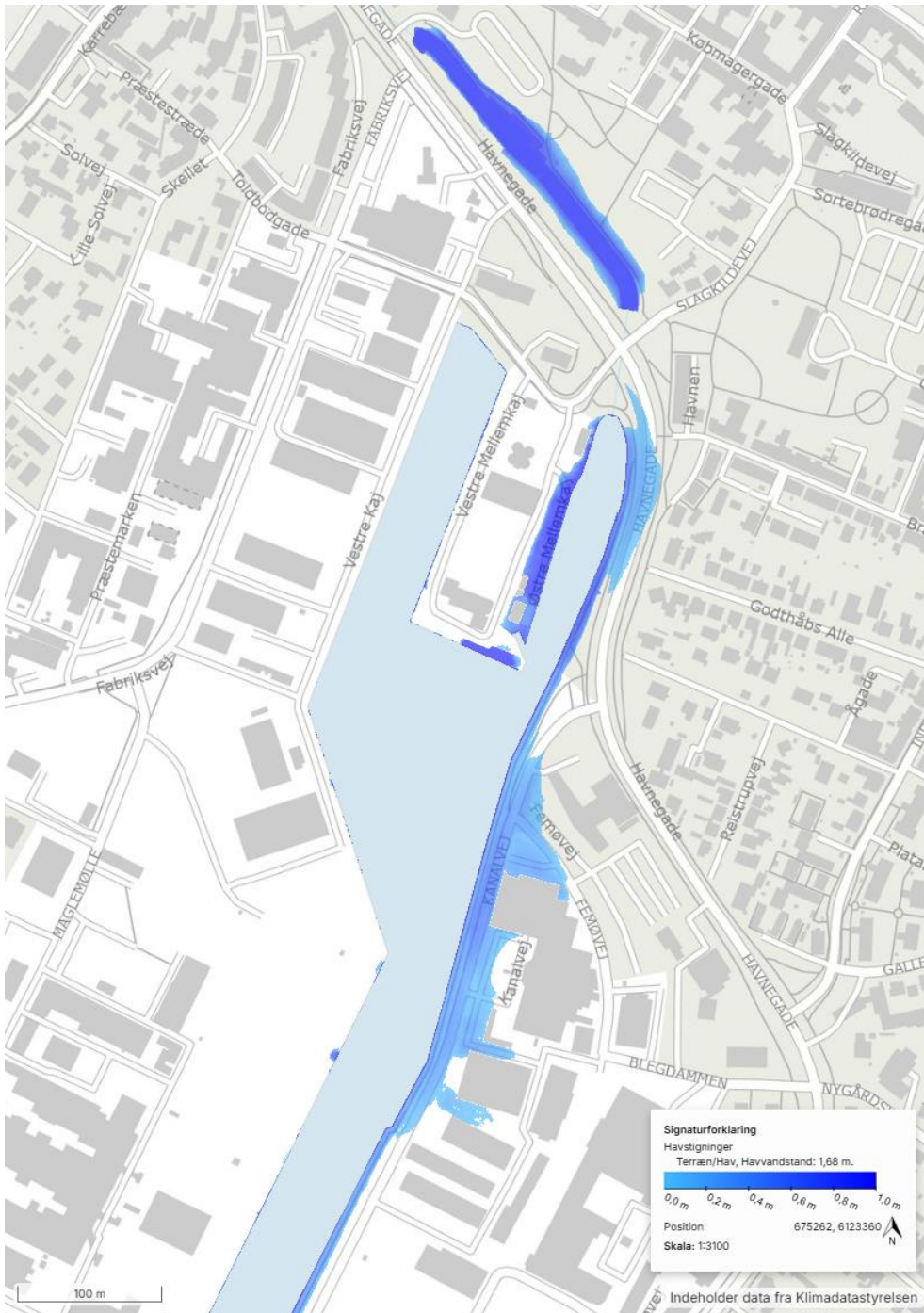
Oversvømmede arealer er vist for både scenarieret, hvor stormflodshændelsen indtræffer i år 2025 (vandstand 1,68 mDVR90) og for scenarieret, hvor stormflodshændelsen indtræffer i år 2075 (vandstand 2,03 mDVR90), sidstnævnte indeholder prognoserne for klimaændringernes bidrag til stigningen af middelvandstands niveauet indtil år 2075. Oversvømmede arealer er både vist for et lidt større område omkring Næstved Inderhavn (figur 6.4 og figur 6.5) og mere fokuseret på Delområde 1 (figur 6.6 og figur 6.7). Oversvømmelseskortene understøtter højdekurverne i figur 6.3.



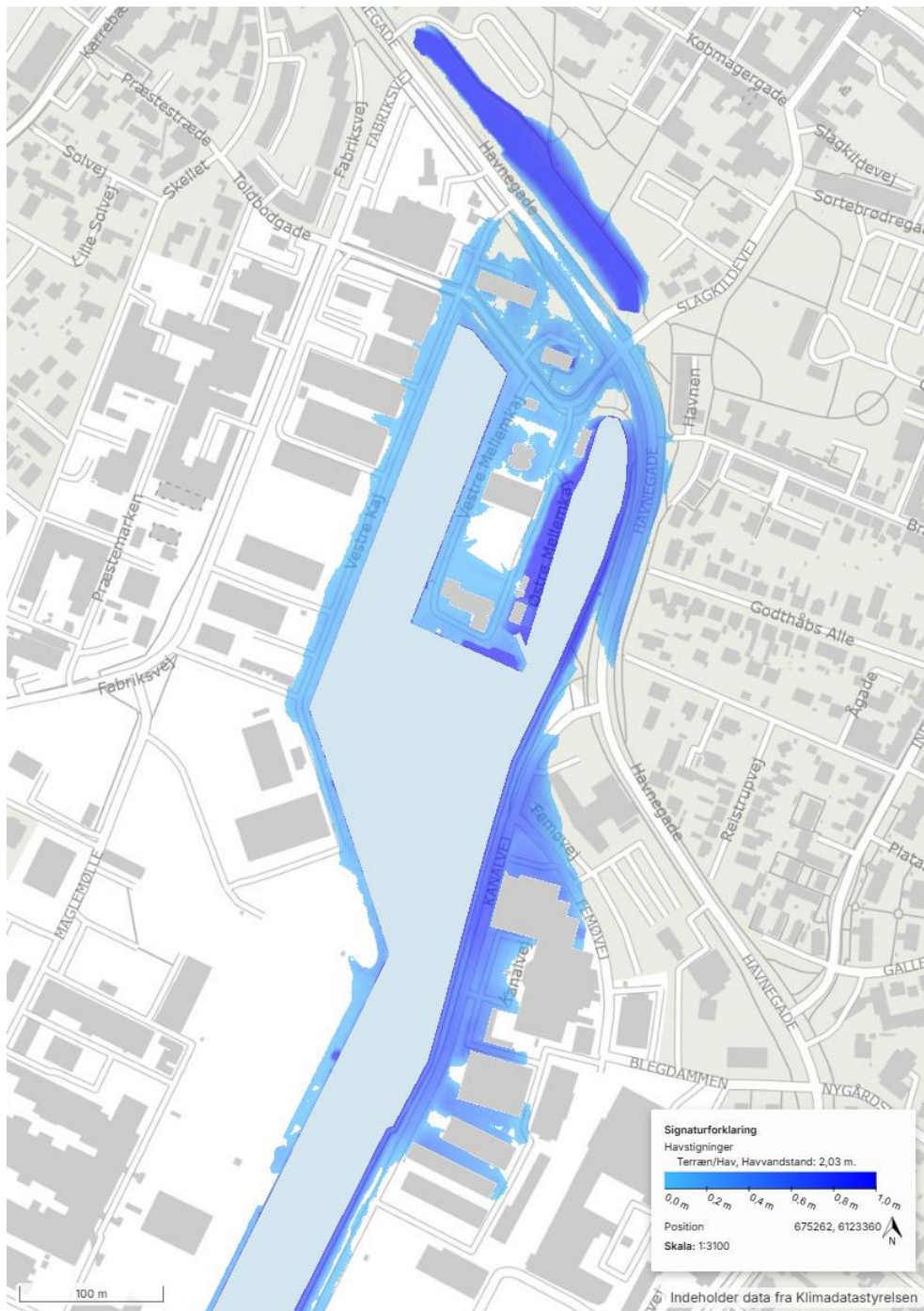
Figur 6.4: Oversvømmede arealer under en stormflodshændelse med en returperiode på 100 år i år 2025. (SCALGOlive, 2025)



Figur 6.5: Oversvømmede arealer under en stormflodshændelse med en returperiode på 100 år i år 2075. (SCALGOlive, 2025)



Figur 6.6: Oversvømmede arealer under en stormflodshændelse med en returperiode på 100 år i år 2025 – mere fokuseret omkring Delområde 1. (SCALGOLive, 2025)



Figur 6.7: Oversvømmede arealer under en stormflodshændelse med en returperiode på 100 år i år 2075 – mere fokuseret omkring Delområde 1. (SCALGOlive, 2025)

Det skal bemærkes, at i nærværende tilfælde, hvor klimaændringerne indgår som en del af bidraget til designhændelsen (stormflodsvandstand inkl. ændring i middelvandstand) vil sandsynligheden for at designhændelsen indtræffer indenfor den definerede levetid på 50 år reelt ikke være 39 % (som anført i tabel 3.1). Dette skyldes, at klimaændringernes bidrag ikke optræder med maksimal værdi i hele levetiden, hvormed bydelen principielt i starten er beskyttet mod en hændelse, der reelt har en returperiode på mere end 100 år.

7 Oversvømmelse og strømningsveje ifm. skybrud

I udarbejdelse af risikoanalysen for oversvømmelse og strømningsveje i forbindelse med skybrud tages der udgangspunkt i en 100-årshændelse i 2075 jf. Næstved Kommunes ønskede sikringsniveau. Derudover fratrækkes en 5-årshændelse i 2075, da det svarer til afløbssystemets forventede kapacitet samt den forventede kapacitet i jordmatricen. Dette svarer til en nedbørmængde på 37 mm jf. beregninger i afsnit 4.2.

Skybrudsanalysen og kort over oversvømmelser og strømningsveje udarbejdes ved hjælp af SCALGO Live og herunder SCALGOs skybrudskort.

SCALGO Live anvender Danmarks Højdemodel (DHM) med en opløsning på 40x40 cm til beskrivelse af terrænet. Ud fra terrænmodellen og en nedbørmængde kan SCALGO Lives skybrudskort vise, hvor vandet vil strømme og samles på terræn. Skybrudskortet er en statisk analyse, som udelukkende tager højde for terrænkoter. Derudover fungerer det anvendte skybrudskort som en glasplademodel, hvilket vil sige, at der ikke sker infiltration, afledning til kloak osv., og at alt nedbør afstrømmer fra terrænet. Derfor fratrækkes den nedbørmængde, som afløbssystem og jordmatrice forventes at kunne håndtere.

Vandet følger terrænet nedad og samles i lavninger undervejs. Når en lavning i terrænet er fyldt strømmer vandet videre ad strømningsveje til de næste lavninger. Der tages således ikke højde for strømningsvejenes kapacitet, og alt vand flyttes blot videre til næste nedstrøms lavpunkt. Princippet skitseres på figur 7.1 nedenfor.



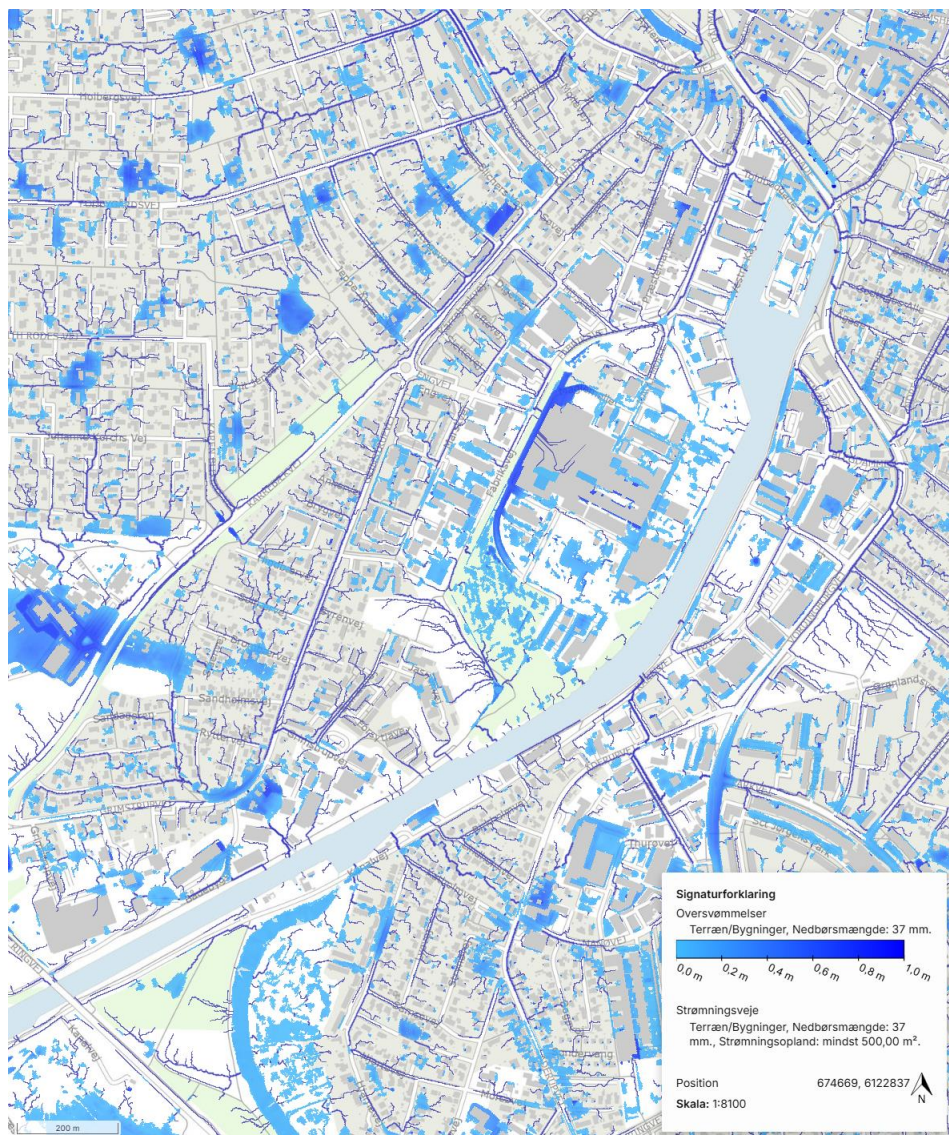
Figur 7.1: Principskitse for hvordan SCALGO Lives skybrudskort bestemmer oversvømmelser og strømningsveje. På billedet til venstre er lavningen markeret med lilla ikke helt fyldt. På billedet til højre er lavningen fyldt, og vandet strømmer nu over det laveste punkt i lavningen til lavningerne nedstrøms. Denne strømning illustreres med strømningsveje. Kilde: SCALGO Live.

Det skal understreges, at der er nogle usikkerheder ved, at SCALGO Lives skybrudskort dannes ud fra en statisk analyse, hvor det tidslige aspekt ikke medtages. Skybrudskortet tager ikke højde for vandets hastighed på terræn, hvilket kan have en betydning for, hvordan vandet strømmer. Derudover vises strømningsvejene kun som linjer. I virkeligheden vil udbredelsen af vandets strømning på terræn være større, og strømningsvejene vil have en begrænset kapacitet. Desuden kan opløsningen eller fejl i terrænmodellen betyde, at skybrudskortet giver et andet resultat end virkeligheden. Kortene med oversvømmelser og strømningsveje skal derfor ses som et screeningsværktøj, der kan give et omtrentligt risikobillede af vand på terræn i forbindelse med skybrud.

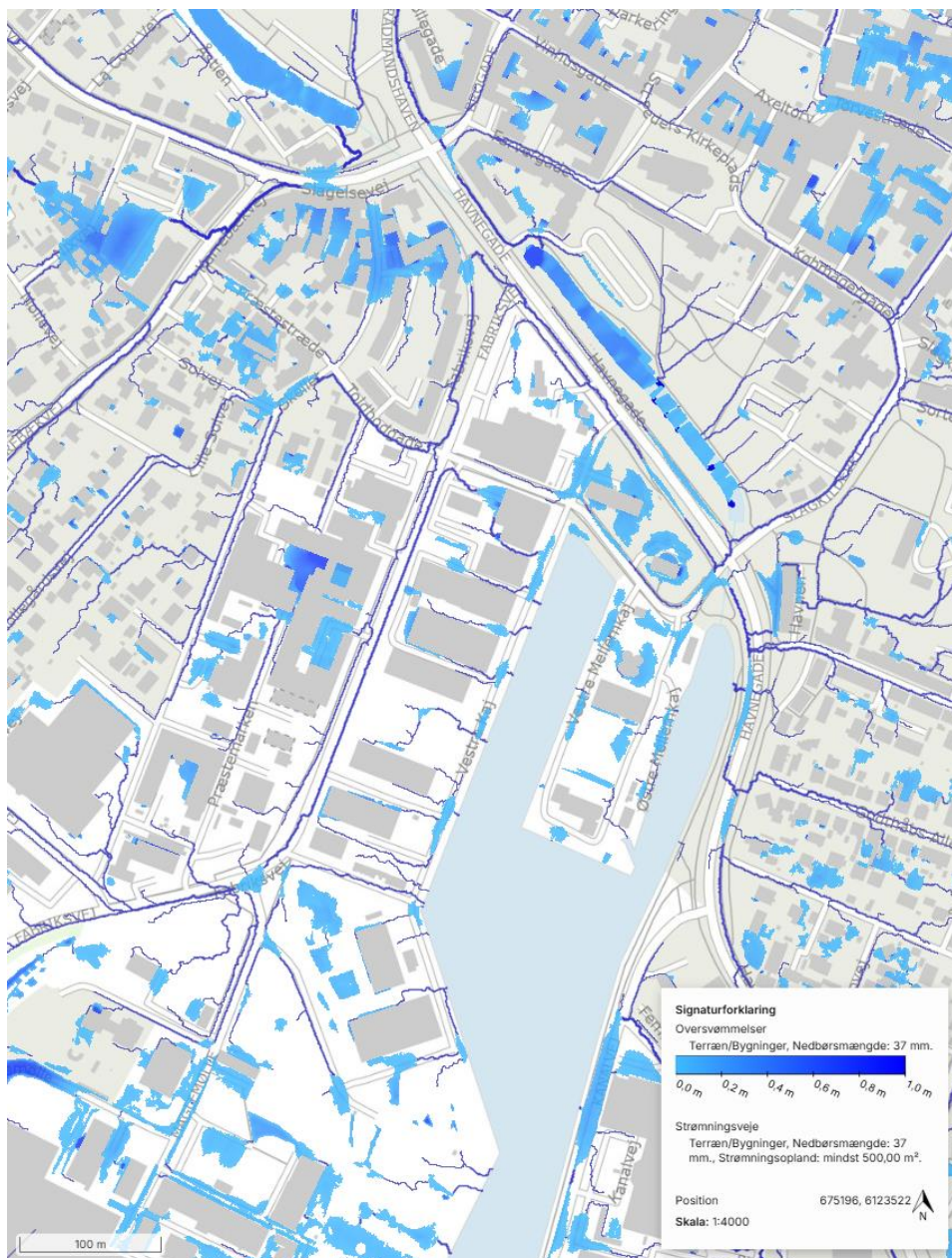
Figur 7.2 og figur 7.3 nedenfor viser oversvømmelser og strømningsveje ved 37 mm nedbør i området omkring Næstved Inderhavn. Figur 7.2 viser hele området, og figur 7.3 zoomer ind på Delområde 1.

I Delområde 1 følger strømningsvejene overordnet set de eksisterende veje. Skybrudsvand, som lander vest for Fabriksvej, strømmer langs vejen mod nord til Havnegade. Herfra strømmer vandet langs Havnegade mod syd-øst, hvorefter det strømmer ud i Suså/Næstved Inderhavn. Skybrudsvand som lander øst for Fabriksvej strømmer direkte mod øst til Suså. Der strømmer skybrudsvand til fra et større opland i nord og øst til Havnegade, hvorfra vandet strømmer ud i Suså/Næstved Inderhavn. Der ses flere større strømningsveje, som krydser Havnegade.

I Delområde 1 samles skybrudsvand i flere mindre lavninger langs veje, parkeringspladser og nogle steder tæt på bygninger. Der ses dog ikke større lavninger.



Figur 7.2: Oversvømmelser og strømningsveje i forbindelse med skybrud. Oversvømmelser og strømningsveje vises ved 37 mm nedbør svarende til en 100-årshændelse i 2075 fratrukket en 5-årshændelse i 2075. Strømningsveje vises med et strømningsopland større end 500 m². (SCALGOlive, 2025)



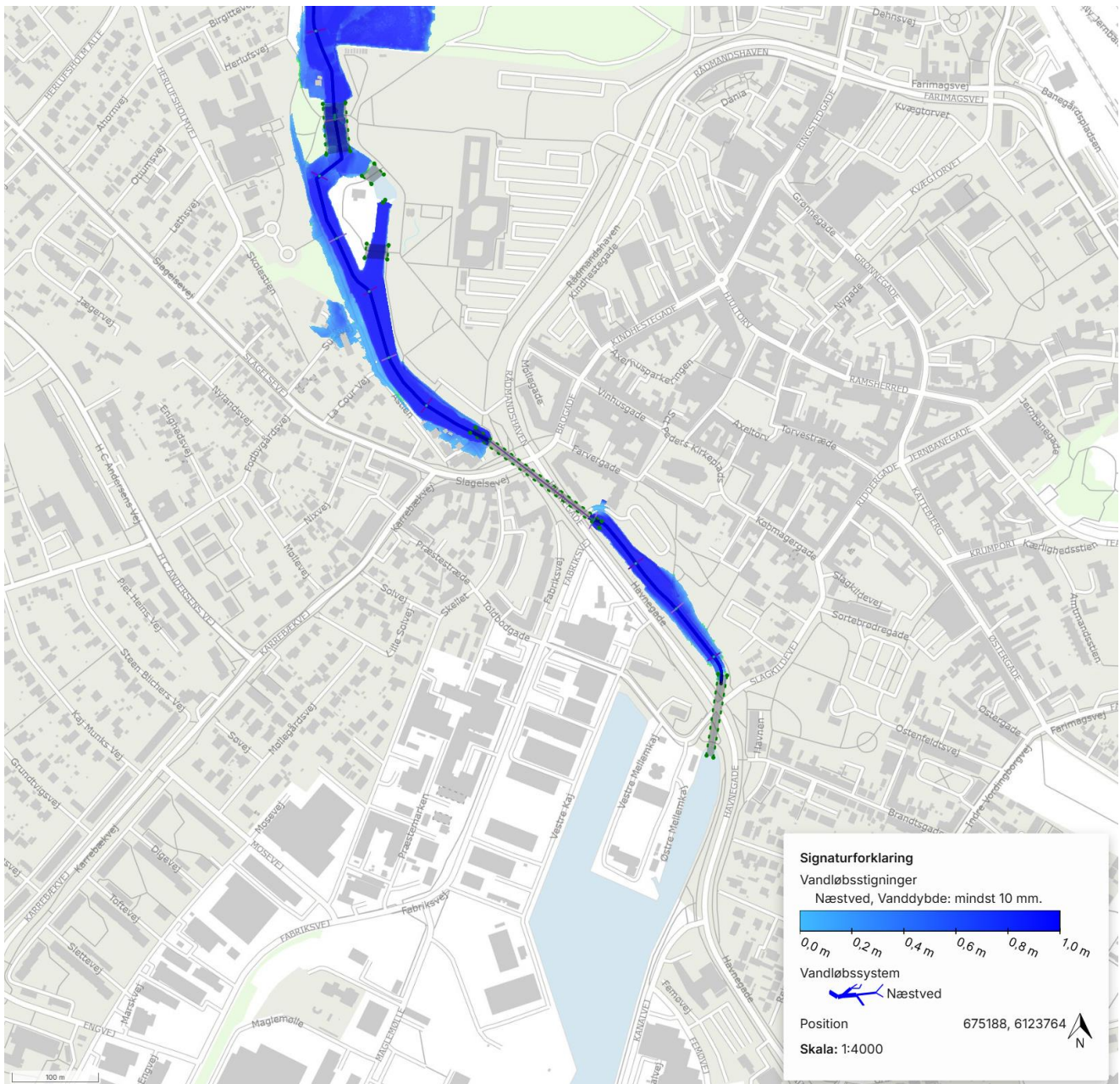
Figur 7.3: Udklip af oversvømmelser og strømningsveje i forbindelse med skybrud i Delområde 1. Oversvømmelser og strømningsveje vises ved 37 mm nedbør svarende til en 100-årshændelse i 2075 fratrukket en 5-årshændelse i 2075. Strømningsveje vises med et strømningsopland større end 500 m². (SCALGOLive, 2025)

Ved etablering af højvandssikring skal det sikres, at de eksisterende strømningsveje fra udløb i Næstved Inderhavn/Suså ikke afskæres, da dette vil resultere i oversvømmelser under regnhændelser. Der er derfor behov for tiltag, der sikrer, at regnvand fortsat kan afledes gennem en højvandssikring. Dette kan typisk ske ved etablering af rørføringer gennem en sikring, der sikrer, at der fortsat kan afledes overfladevand. Ved sammenfald af højvande og skybrud kan overfladevandet ikke afledes ved gravitation via rørføringerne. Her vil der være behov for at pumpe overfladevandet ud. Som en del af højvandssikringen bør der derfor laves en samlet plan for bagvandshåndteringen.

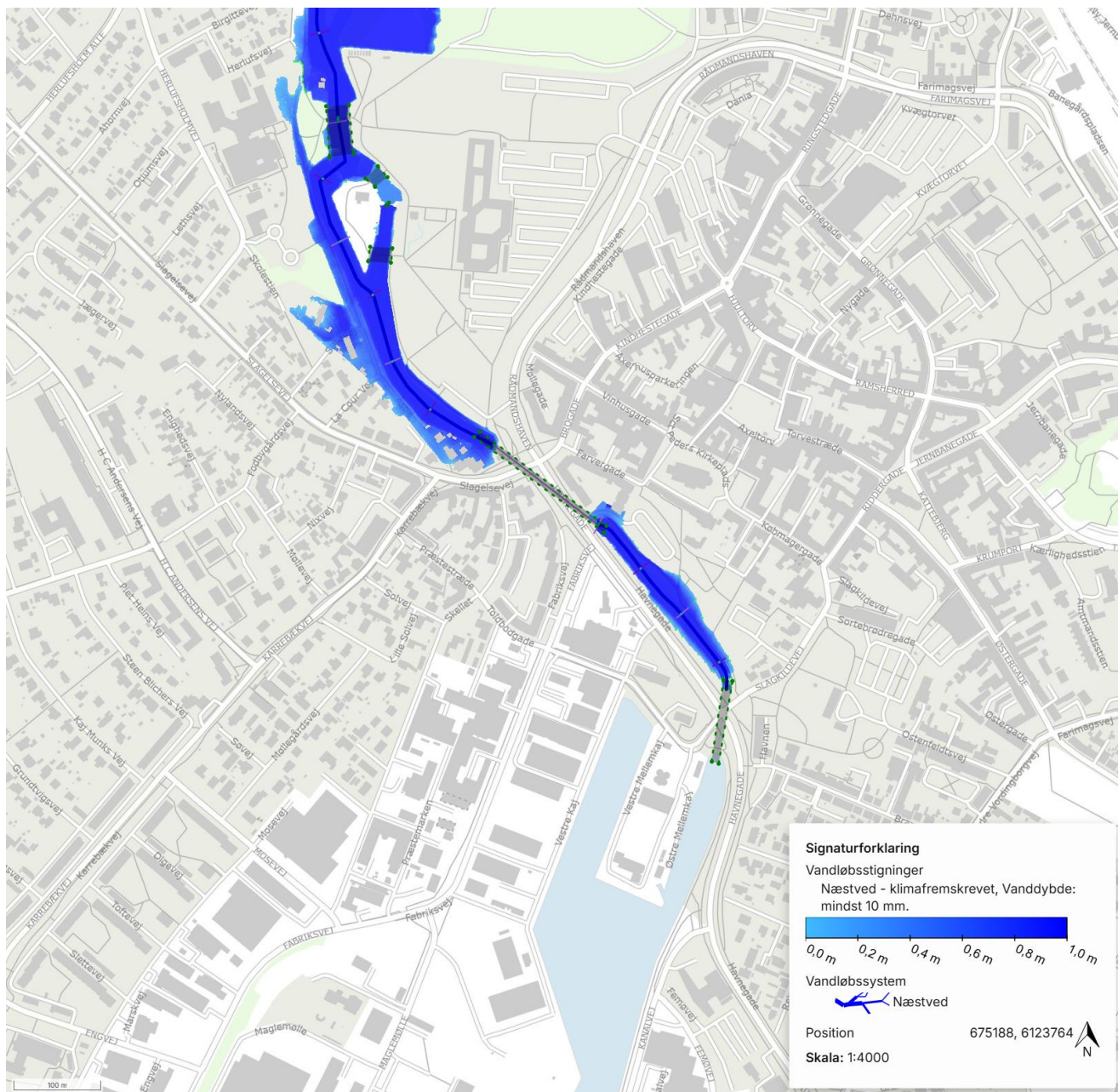
8 Oversvømmelse fra vandløb Suså

Af figur 8.1 og figur 8.2 fremgår vandudbredelsen ved en oversvømmelse i Suså med vandføringer svarende til en gentagelsesperiode på 100 år under henholdsvis nuværende forhold og i fjern fremtid (2071-

2100) ved klimascenarie RCP8.5. Som tidligere nævnt løser SCALGO's vandløbsmodul en 1D stationær vand-spejlsberegning på baggrund af opstillede beregningsscenarier med tilhørende karakteristiske afstrømninger. Eventuelle begrænsende rørunderføringer og tilhørende opstrøms oversvømmelser som konsekvens her af, fremgår ikke af analyserne, da SCALGO Live ikke er i stand til at håndtere dette. Som det fremgår af figuren er der inden Susåens udløb to underføringer/rørføringer under veje i Næstved By. Dertil kommer at der nord for Slagelse vej er en opstemning hvor der sker et fald på omtrentligt 2 meter. Dette gør også at de estimerede vandudbredelser fra SCALGOs 1D stationære vandspejlsberegning er forbundet med nogen usikkerhed. Af figuren fremgår det hvordan der primært er oversvømmelse opstrøms projektområdet. I Næstved by fremgår det hvordan der er oversvømmelse øst for Havnegade samt øst for Åstien.



Figur 8.1: Vandudbredelse ved ekstrem vandføring med en returperiode på 100 år i 2025. Ekstremvandføringer fundet pba. hyrometridata fra st 57.12 Suså, Holløse mølle. (SCALGOlive, 2025)

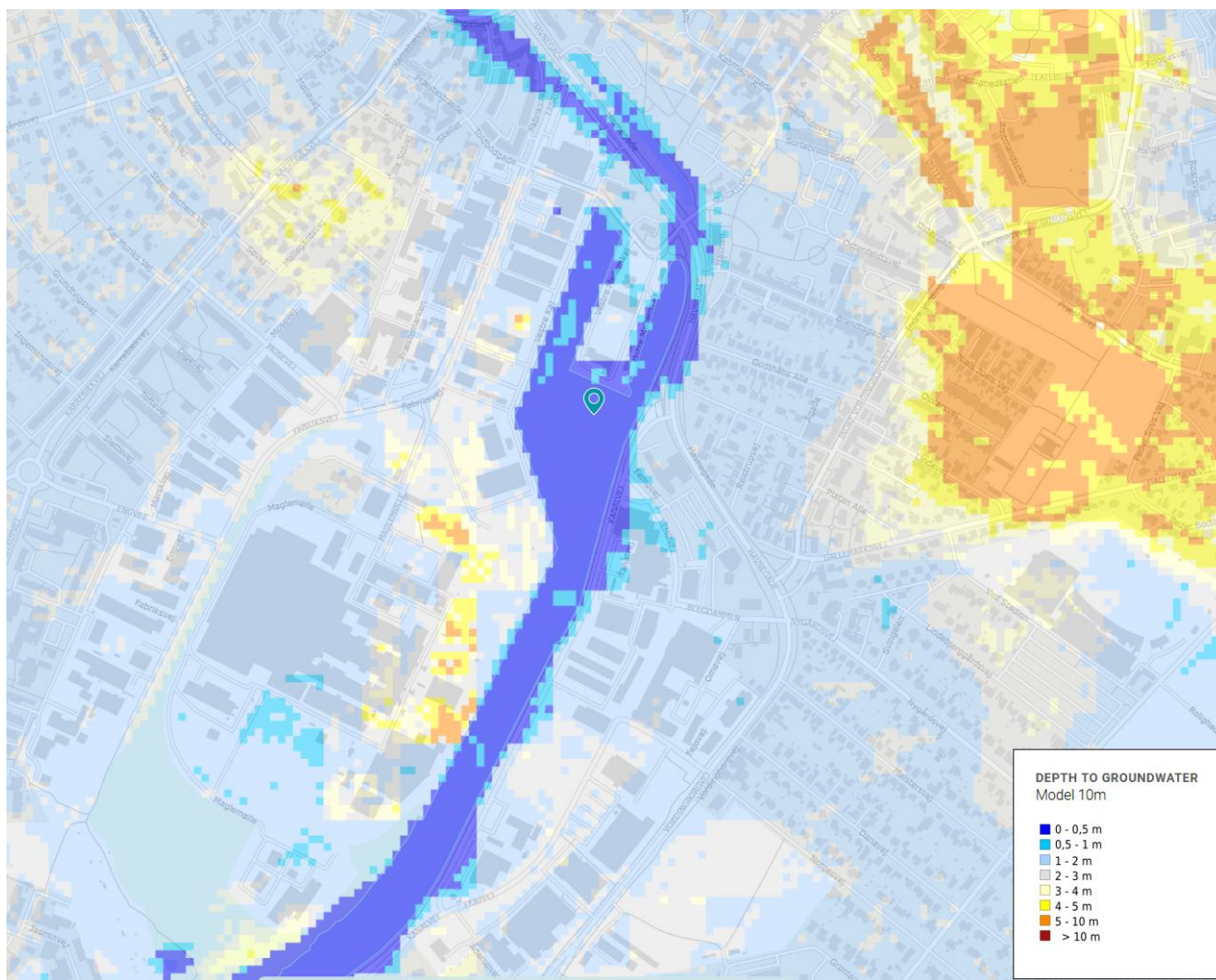


Figur 8.2: Vandudbredelse ved ekstrem vandføring med en returperiode på 100 år klimafremskrevet til fjern fremtid (2071-2100) ved RCP 8.5 pba. HIP. Ekstremvandføringer fundet pba. hyrometridata fra st 57.12 Suså, Holløse mølle. (SCALGOLive, 2025)

Som beskrevet tidligere er der til de fremskrevne vandføringer for fjern fremtid ved RCP8.5 benyttet en nedre randbetingelse sat ud fra ændring i middelvandsstand for Smålandsfarvandet på 42 cm jf. DMI KlimaAtlas. Hvis der er sammenfald mellem en stormflodshændelse og en hændelse med ekstrem vandføring i Suså, vil vandudbredelsen blive større, da bagvandet fra vandløbet vil stuve baglæns grundet manglende kapacitet under Havnegade. Vejkoten ved Havnegade ligger ved underføringen omtrent kote +1,65 mDVR90. Jf afsnit 6.1, vil der under en stormflodshændelse med en gentagelsesperiode på 100 år i 2025 og 2075 komme en vandstandskote på henholdsvis +1,68 mDVR90 og +2,03 mDVR90, hvilket vil sige at der ved en sådan hændelse både i 2025 og 2075 vil ske opstuvning i underføringen under Havnegade og dermed opstuvning af bagvand fra oplandet til Suså.

9 Grundvand

Der er anvendt HIP data³ til at kortlægge oversvømmelsesrisikoen fra grundvand. Oversvømmelseskortene er udarbejdet på baggrund af data for afstanden til det terrænnære grundvandsspejl for vintersituationen. Data viser den mest sandsynlige vintergrundvandsstand, som er modelberegnet i "DK-Model HIP" baseret på data fra 1990-2020. Modellen er kørt med et 100 meter grid, der efterfølgende er nedskaleret til et 10 meter grid vha. machine learning. Oversvømmelseskortet, se figur 9.1, viser således den estimerede afstand til grundvandsspejlet for en vintersituation under nuværende forhold.

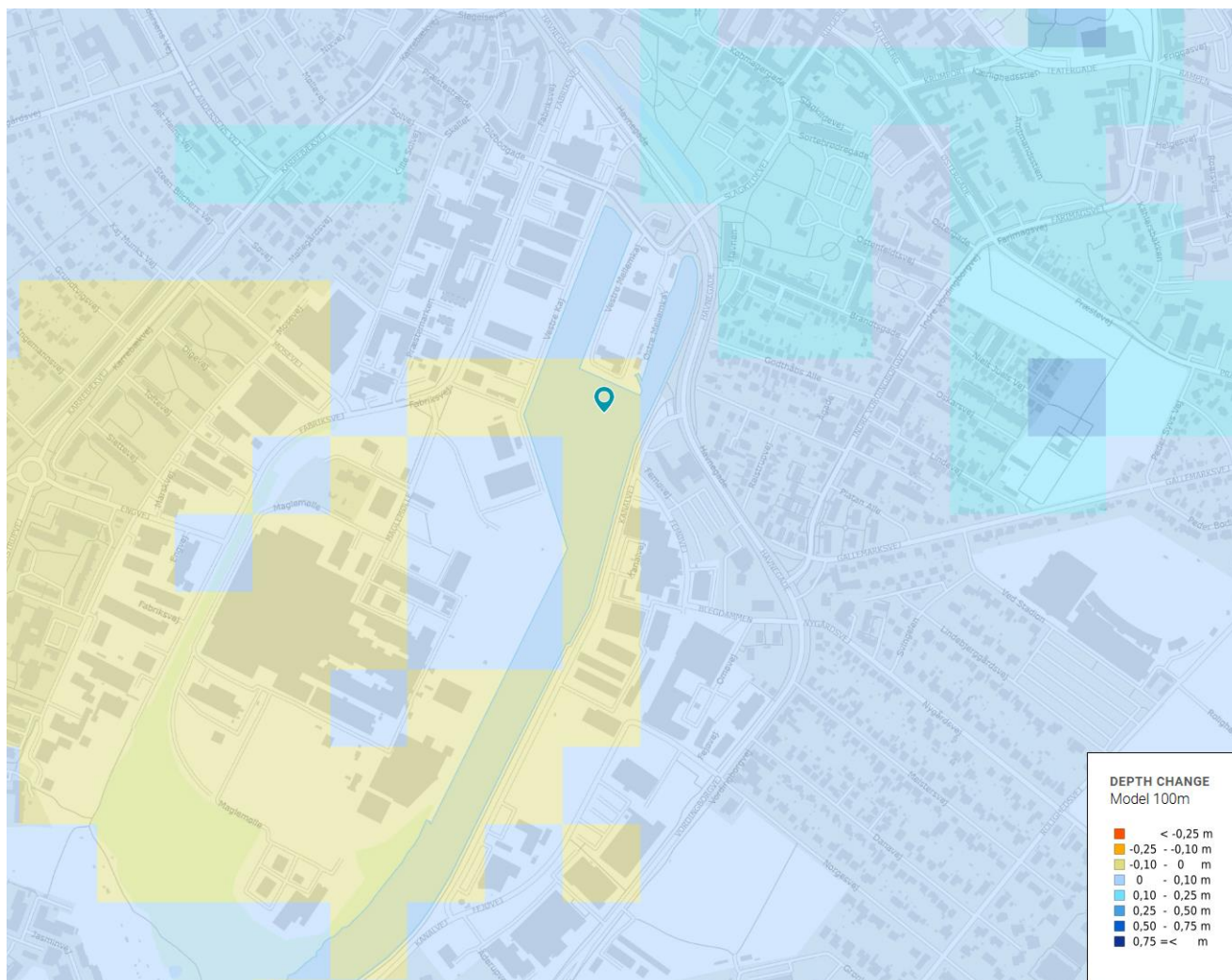


Figur 9.1: Dybde til terrænnært grundvand i nuværende klima, under vintersituation, estimeret på 10 meter grid ved machine learning.

Af figur 9.2 fremgår det hvordan HIP i fjern fremtid estimerer en stigning i grundvandsspejlet på 0-10 cm. I tilfælde af at havniveauet stiger med 42 cm, som beskrevet i afsnit 4.1, vurderes dette at være en kraftig

³ <https://hip.dataforsyningen.dk/>

underestimering af den fremtidige grundvandsstand, hvilket generelt skal tages med i vurderingerne, når HIP anvendes til analyser af terrænnært grundvand i kystnære områder.



Figur 9.2: Ændring i middel dybde terrænnært grundvand i fjern fremtid (2071-2100) RCP8.5 på baggrund af modelberegninger med machine learning for 100 m grid.

Hvis havvandsstanden stiger med 42 cm, vil det have en stor betydning for det terrænnære grundvand ved de kystnære områder. En stigning i havspejlsniveauet vil sprede sig som en tilsvarende stigning i grundvandet langs kysten. Afstanden fra kysten hvor havspejlsstigningen vil have effekt vil være afhængig af de lokale geologiske, hydrologiske og topografiske forhold. Af figur 9.3 fremgår GEUS jordartskort, her ses det, at den terrænnære geologi nær projektområdet er domineret af moræneler aflejringer (brune) samt smeltevandssand (lyserød). Aflejringer med moræneler indikerer generelt set relativt lave hydrauliske ledningsevner i undergrunden. I moræne landskaber kan der være lokale lerlag/lerlinser, der reducerer vertikal strømning og dermed fungerer som barriere for vandet. Under sådanne forhold, kan der optræde et såkaldt hængende vandspejl, som er defineret ved situationen, hvor grundvandet lokalt står højt som følge af reduceret nedrivningsevne i de terrænnære lag. Under sådanne hydrogeologiske forhold, forventes det at det kystnære terrænnære grundvand i mindre grad er følsom overfor hændelser med ekstrem havvandsstand. Ved permanent havvandsstigning er der en forventning om, at stigningen over tid vil forplante sig ind i området. Den præcise afstand er dog svær at

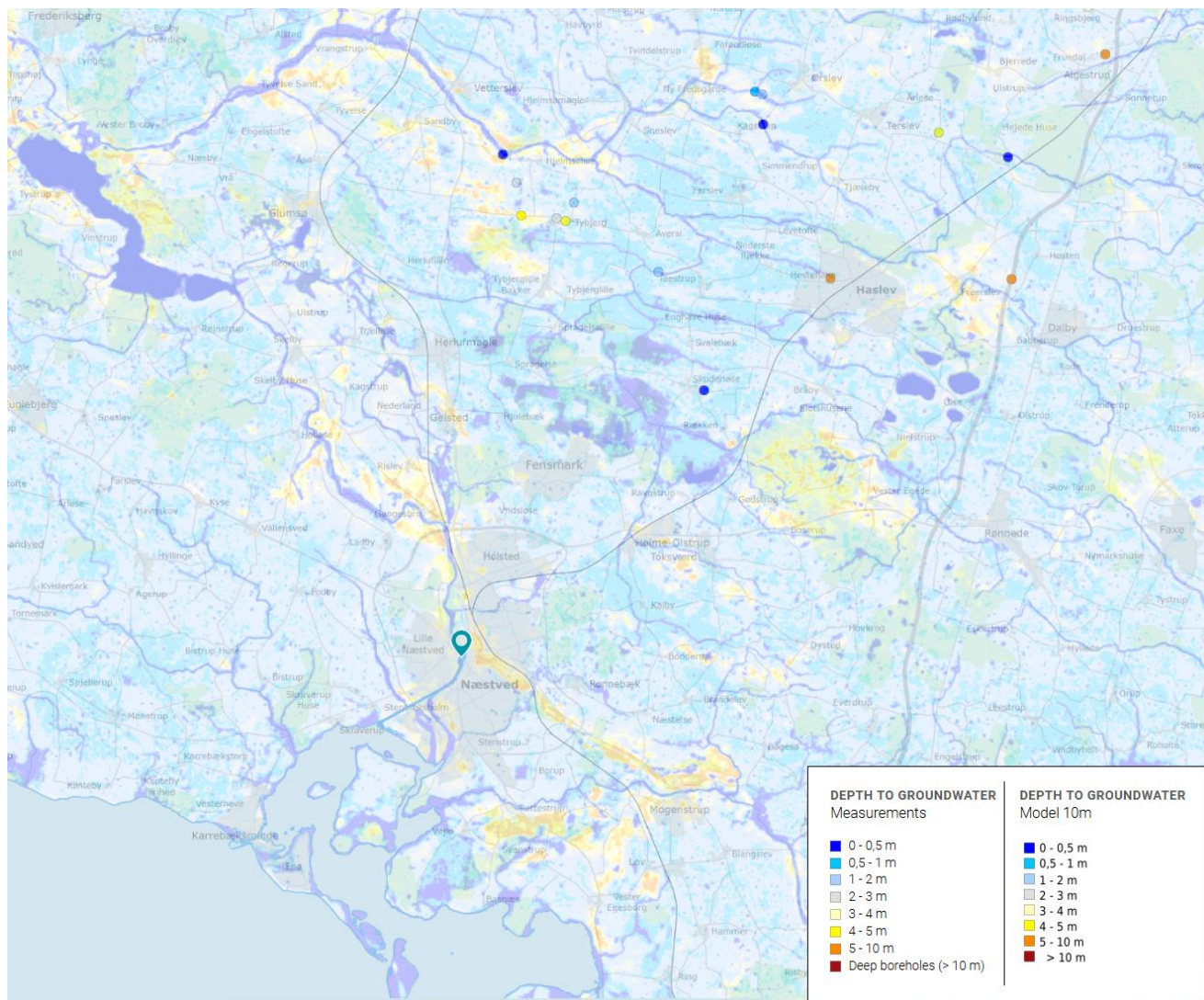
bestemme, da det vil afhænge af flere forskellige faktorer, så som pumpelag, terrænnær hydrologi (grøfter og vandløb) og terrænhøjde.

Ved aflejring af smeltevandssand forventes det, at der vil kunne være nogen effekt af de midlertidige havvandsstigninger som følge af stormflodshændelser i områder med sandede smeltevandsaflejringer, påvirkningen vil dog være lokal og tidsbegrænset. For permanente stigninger i havniveauet, vil stigningen slå lineært igennem i kystzonen. Afstanden hvor effekten indtræffer vil være afhængigt af faktorer som terrænhældningen, dræning, grøfter og eksisterende vandløb.



Figur 9.3: GEUS jordartskort.

Af figur 9.4 fremgår afstanden fra projektområdet til nærmeste boring, hvor der er tilstrækkelig med pejledata til at det kan benyttes til at lave statistik på. På grund af dette vurderes det, at estimatet for nuværende terrænnære grundvandsstand i HIP kan være forbundet med nogen usikkerhed.



Figur 9.4: Dybde til terrænnært grundvand i nuværende klima, under vintersituation, estimeret på 10 meter grid ved machine learning samt angivelse af nærliggende borer med tidsserie

10 Analysens betydning for fremtidige byggemodninger

I forbindelse med en byggemodning af Delområde 1 skal risikoen for oversvømmelse håndteres, således at der allerede fra start indtænkes og forventelig etableres foranstaltninger til at håndtere vandmængderne.

I tilfælde af skybrud er der risiko for, at det almindelige afløbssystems kapacitet overskrides, og at vandet i stedet vil strømme på terræn. I et byggemodningsprojekt skal det fastlægges, hvor vand strømmer og samler sig på terræn i den eksisterende situation. Derudfra skal det planlægges, hvordan skybrudsvand skal håndteres i byggemodningen. I denne planlægning er det vigtigt at sikre, at byggemodningsprojektet ikke giver øget risiko for oversvømmelser opstrøms, nedstrøms eller indenfor projektområdet. Der foreligger generelle retningslinjer for, hvordan skybrud skal håndteres i byggemodningsprojekter. Disse beskrives nedenfor.

Overordnet set skal overfladevandet så vidt muligt følge naturlige strømningsveje og lavninger.

Eksisterende strømningsveje må ikke afskæres ind og ud af projektområdet. Der må altså ikke foretages ændringer i terræn eller placeres bygninger, veje eller lignende, som afskærer eksisterende strømningsveje, da det kan give risiko for oversvømmelser inden- eller udenfor projektområdet. Internt i byggemodningsområdet må strømningsveje gerne flyttes, så længe eksisterende ind- og udløbspunkter fastholdes.

Der må ikke ledes mere skybrudsvand ud af området, end der gør i den eksisterende situation. Det vil sige, at området skal kunne tilbageholde den samme mængde vand efter byggemodningen, som det gør i dag. Dette kan sikres ved at fastholde eksisterende lavningsvolumen. Alternativt skal der etableres supplerende volumen til skybrudsvand, hvis eksisterende lavninger fjernes – svarende til det lavningsvolumen, der fjernes.

Hvis der i forbindelse med byggemodningen etableres højvandssikring, skal det sikres, at de eksisterende strømningsveje, som løber til Næstved Inderhavn/Suså ikke afskæres, da det vil resultere i oversvømmelser under regnhændelser. Der skal derfor sikres, at regnvand kan afledes gennem en evt. højvandssikring ved rørunderføringer og/eller pumpeløsninger.

Det er derfor vigtigt at indtænke håndtering af bagvand og vand i forbindelse med stormflod i en samlet plan for en fremtidig byggemodning. Baseret på denne overordnede analyse vurderes dog, at det vil være muligt at gennemføre en hensigtsmæssig byggemodning. I afsnit 11, er der vist en række eksempler på hvordan tiltag for at hindre oversvømmelse er implementeret i urbane områder.

11 Eksempler på byudvikling, hvor der er etableret oversvømmelses tiltag

Der findes en lang række eksempler i både Danmark og udlandet, hvor der gennem de senere år været en udvikling hen mod at tidligere bynære havneområder er blevet omdannet fra industri-arealer til bymæssige formål, hvilket i flere tilfælde medfører, at der skal indtænkes ændret/udvidet oversvømmessikring. Dette skyldes både den ændrede areal-anvendelse - til arealer, der potentielt er mere sårbare overfor oversvømmelser - samt klimaudviklingen, der peger hen mod en stigende påvirkning af vand fra både havsiden og fra baglandet. Det er derfor nødvendigt at indtænke løsninger i byudviklingsplanerne, som kan sikre de nye bydele mod uønsket oversvømmelse.

Som anført i rapporten *Byerne og det stigende havvand* (RealDania, 2025) handler det om at "planlægge med vandet – ikke imod det". Gerne med dynamiske planer og fleksible løsninger, idet prognoser er bedste bud på udfordringerne baseret på nuværende viden, mens planerne og løsningerne ofte har en lang tidshorisont og prognoserne kan blive opdateret flere gange indenfor levetiden af byudviklingen.

Der er mange aspekter, der skal tages i betragtning, når der vælges løsninger til beskyttelse mod oversvømmelse. Der er (den måske kortsigtede) anlægsøkonomi ved etableringen af løsningen, drift- og vedligehold, nuværende og fremtidig nærhed til vandet, fleksibiliteten af løsningen, hvis prognoserne opdateres og oversvømmelsesrisikoen stiger, m.fl. Desuden skal det sikres, at løsningerne har den ønskede effekt mod oversvømmelse herunder at de ikke medfører en ny type oversvømmelse under andre typer hændelser. Et eksempel herfor er hvis der f.eks. etableres en sikring mod oversvømmelse fra stigende havvand, som afskærer afstrømningen fra baglandet og dermed giver oversvømmelse ifm. regn- og skybrudshændelser. Der kan derfor være behov for en kombination af flere løsninger.

I det følgende er vist udvalgte eksempler på allerede etablerede beskyttelsestiltag mod oversvømmelse i Danmark. Mange byer og kommuner er dog stadig i gang med planlægningsprocessen ift. hvordan, hvornår og hvortil, der skal beskyttes. Tankerne og planerne er ikke gennemført endnu og der er derfor ikke indeholdt eksempler herfra. Det kan dog anbefales, at der indhentes inspiration herfra også.

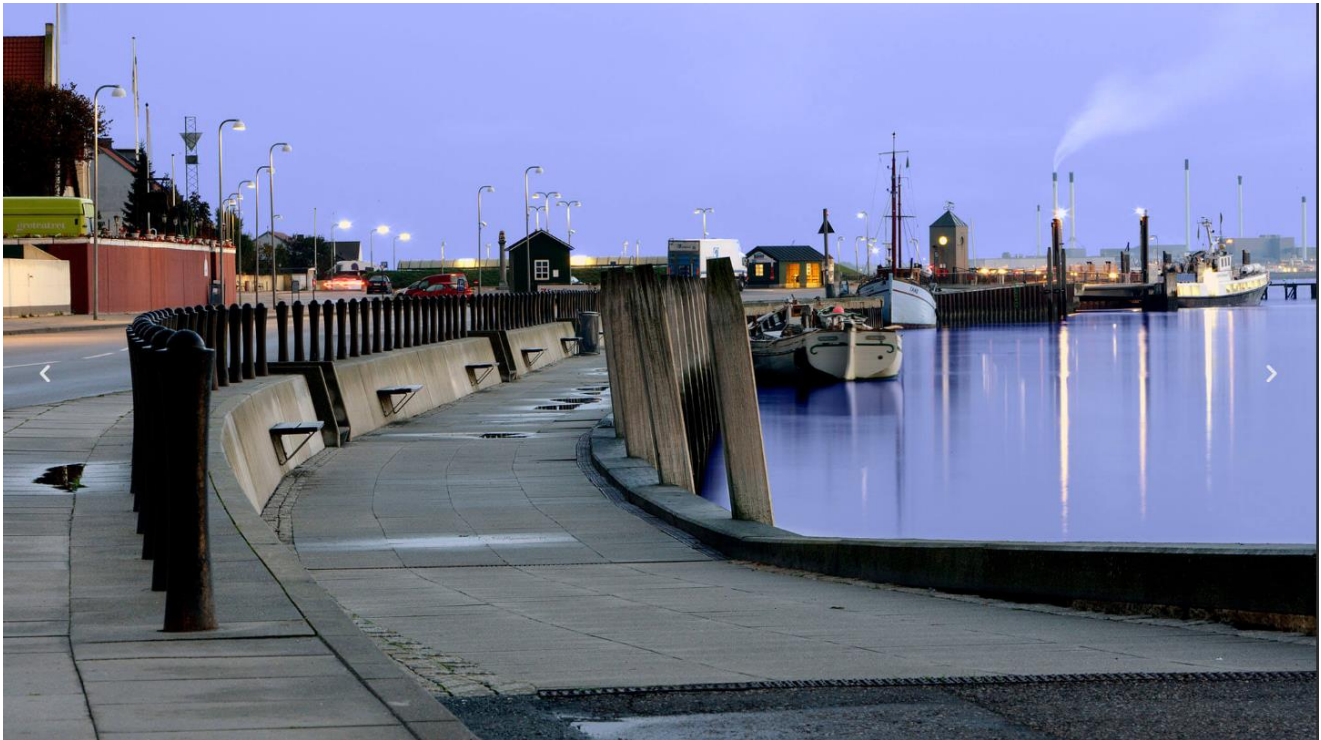
De indeholdte eksempler i det følgende tager alle udgangspunkt i løsninger, der som udgangspunkt kan implementeres i urbane områder, hvor der er forholdsvis tæt bebyggelse. I f.eks. land- og sommerhusområder kan der ofte vælges mere naturbaserede løsninger i form af diger eller kunstige klitter. Sådanne løsninger er dog ikke indeholdt i de viste eksempler. Fokus er desuden udelukkende på permanente løsninger og ikke såkaldte midlertidige eller mobile løsninger som f.eks. sandsække, watertubes eller lignende løsninger.

Det kan være en mulighed at kombinere permanente løsninger med supplerende mobile løsninger enten for at give fleksibilitet eller for at øge nærheden til vandet. Mobile løsninger kræver dog et beredskab for at oversvømmessikringen forekommer.

11.1 Højvandsmur

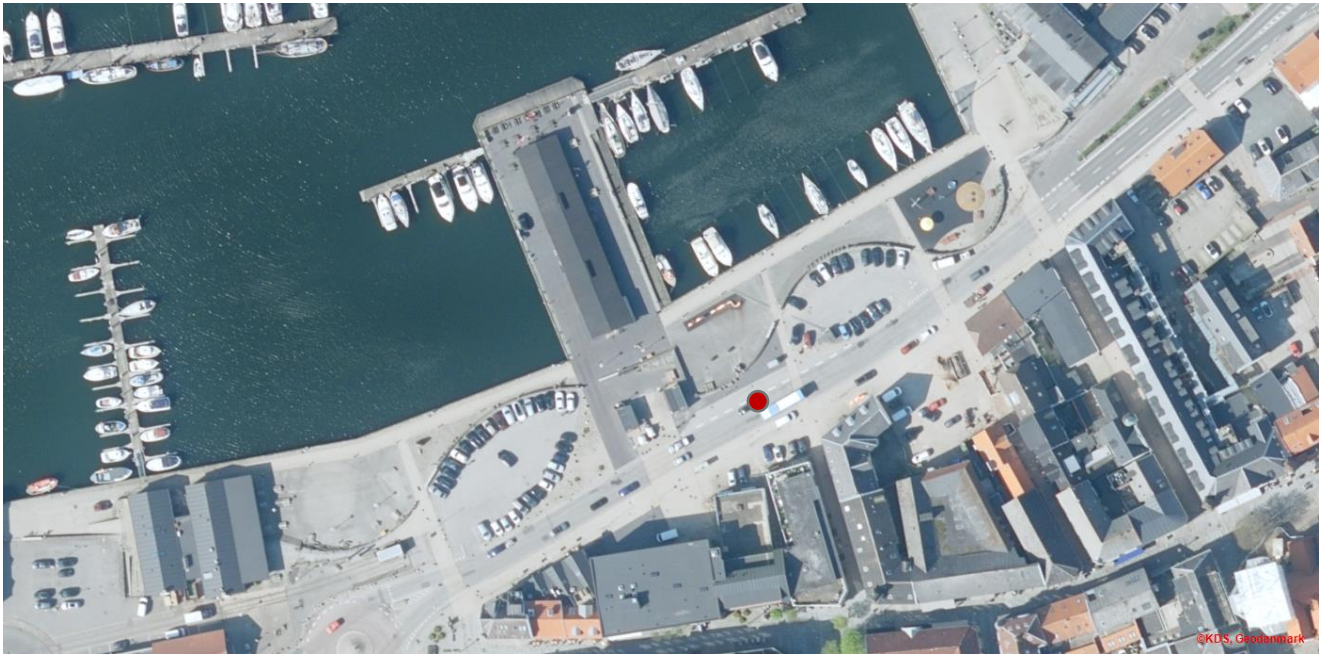
Højvandsmure er at betragte som en (i hvert fald hidtil) traditionel højvandsikring – især ifm. beskyttelse mod oversvømmelse fra havvand og åer. Løsningen har den fordel, at fodafttrykket er relativt begrænset og kan derfor være egnet i bymæssige områder, hvor pladsen er begrænset. Højvandsmure er dog ikke nødvendigvis fleksible ift. fremtidige tilpasninger og kan potentielt afskære for nærheden til vandet. Højvandsmure udføres ofte i beton eller stål, evt. helt eller delvist beklædt med træ. I det følgende er vist eksempler på højvandsmure, hvor løsningen er tilpasset til urbane områder.

På Fanø Havn er der etableret en højvandssikring med et maritimt udtryk, bestående af en mere eller mindre traditionel tilbagetrukket betonmur med periodevis nedgange (trapper eller slisker) samt siddepladser. Betonmuren øger dermed sikringskoten ift. den nuværende kajkote, hvilket giver mulighed for en etapevis løsning, der sikrer en vis adgang og nærhed til vandet, men hvor der i perioder kan forekomme oversvømmelse af dele af området, se billeder af løsningen på figur 11.1.



Figur 11.1: Højvandssikring på Fanø Havn. Billeder er fra (OranjeBeton, 2025)

I Lemvig består højvandssikringen også af en betonmur langs dele af havnen. Muren er tilbagetrukket og har et bugtende forløb, som giver mulighed for en mere levende oplevelse idet der naturligt skabes nogle pladser, der i perioder uden oversvømmelse anvendes til bymæssige formål. Se oversigtsbillede af strækningen med højvandssikringen på figur 11.2 og gadebilleder på figur 11.3, hvor det fremgår, at søværts for højvandsmuren ligger en bygning med hævet gulvkote og trappeadgang. Flere fotos af området ses på figur 11.4 til et tidspunkt under en stormflodshændelse med oversvømmelse af arealerne søværts for højvandsmuren og til et tidspunkt, hvor pladserne anvendes til bymæssige rekreative formål.



Figur 11.2: Oversigtskort fra Lemvig by i området mod havnen, hvor højvandsbeskyttelsen i form af en tilbagetrukket bugtende højvandsmur ses. Rød markering viser omtrentlig position for, hvor gadefotoet i figur 11.3 er taget fra. Oversigtsbillede fra NIRAS Map.



Figur 11.3: Gadebillede af højvandsmurens bugtende forløb med etablerede siddepladser. I baggrunden ses en hævet bygning, der er beliggende i det område der kan oversvømmes under stormflod. COWI Gadefotos.



Figur 11.4: Højvandsmuren i Lemvig i en situation uden oversvømmelse, hvor pladserne indgår som en del af den bymæssige nærhed til vandet og i en situation med oversvømmelse, hvor arealerne søværts for højvandsmuren er oversvømmede. Billeder er fra (OranjeBeton, 2025) og er taget i hver sin retning.

Ved tilbagetrukne højvandsmure ønskes ofte at der etableres åbninger, som giver adgang mellem områderne foran og bagved beskyttelsen. Dette medfører dermed evt. behov for at kombinere med mobile løsninger, som ifm. ekstreme stormflodshændelser lukker for indtrængen af vand.

I Nørresundby (Aalborg) er højvandssikringen etableret med en højvandsmur langs vandet, hvor adgangen til vandet er sikret ved slisker/trapper ned til flydebroer, hvor der evt. kan fiskes efter krabber, se figur 11.5.

Betonbelægningen bag højvandsmuren er designet til at kunne modstå overskyl ifm. bølgepåvirkning under ekstreme hændelser.



Figur 11.5: Højvandsikring bestående af højvandsmur ude langs kanten, bagved ligger betonplader, der er designet til at kunne modstå et evt. overskyl. Øverste billeder (NIRAS, 2025) og nederst til venstre er COWI Gadefotos, men oversigtsbilledet til højre er NIRAS Map.

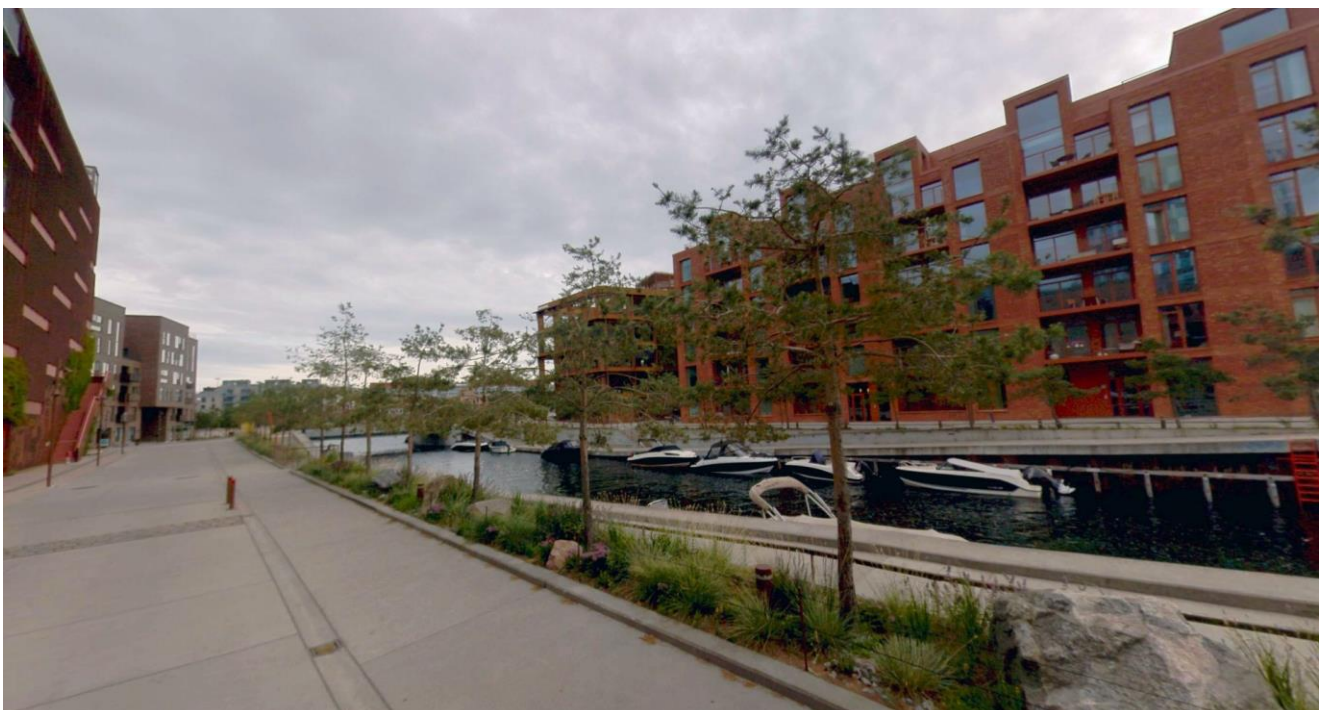
11.2 Hævning af terræn

I Aarhus Ø og på Nordhavn er højvandsikringen generelt sikret ved at terrænet har en kote, der som minimum svarer til den definerede sikringskote. Dette betyder, at der i disse områder ikke er etableret en yderligere højvandsikring, se figur 11.6 (Aarhus) og figur 11.7 (Nordhavn). I områder er der sikret adgang til vandet via slider/trapper ned til bådpladser og områder med trinvisse plateauer, se eksempler på figur 11.7.

Ved flere af bygningerne er parkering etableret i kælderen, hvor der er sikret mod oversvømmelse ved at hæve terrænet (rampe) umiddelbart foran ind- og udkørslen til parkeringshuset.



Figur 11.6: Byudviklingsområde i Aarhus Ø på tidligere havnearealer. Her er etableret kanaler med direkte forbindelse til havet og terrænet har en minimumskote svarende til den definerede sikringskote. Til venstre i billedet viser den lille markering, hvor billedet er taget fra. COWI Gadefoto.





Figur 11.7: Byudviklingsområde i Nordhavn på tidligere havnearealer. Her er etableret kanaler med direkte forbindelse til Øresund og terrænet er generelt hævet og bygninger er opført således de er beskyttet mod oversvømmelse. COWI Gadefoto.

11.3 Hævet bygning / sokkelkote

I Vejle er den karakteristiske bygning "Bølgen" etableret på et plateau, der giver en trappeløsning ned mod vandet, mens selve bygningen er beskyttet mod oversvømmelse ved den høje placering, se fotos på figur 11.8.



Figur 11.8: Billede af Bølgen i Vejle, hvor selve bygningen er etableret på et plateau, der sikrer bygningen mod oversvømmelse, mens adgangen til vandet er bibeholdt ved en trappeløsning. (NIRAS, 2022)

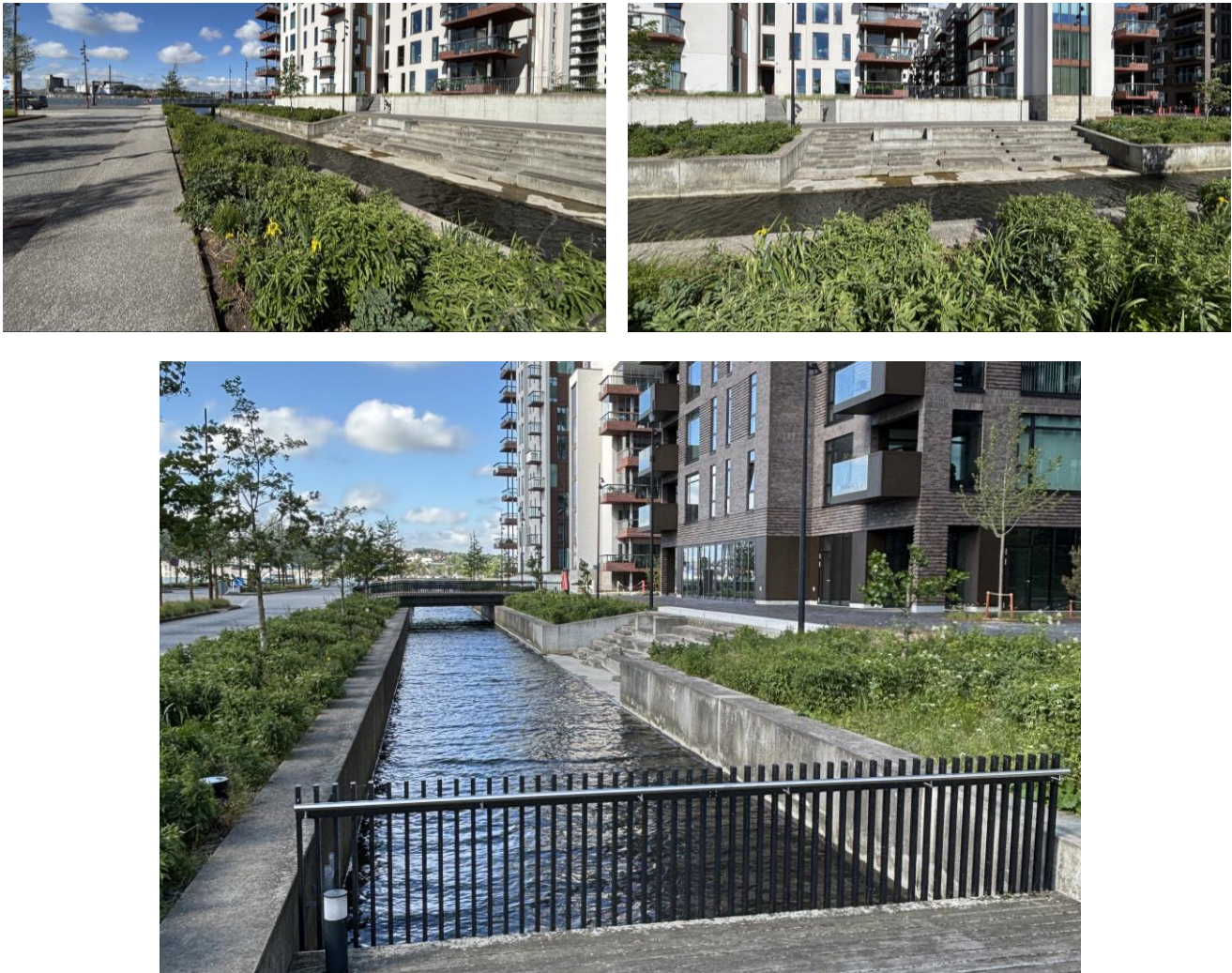
I Aalborg er der ligeledes eksempler på at højvandssikringen i et byudviklingsområde langs Limfjorden består af hævede sokkelkoter, se figur 11.9. Her er kajkanten bibeholdt, mens hævede sokkelkoter giver den fulde højvandssikring under ekstreme hændelser – for den ændrede arealanvendelse. Trappeløsninger giver adgang til området langs vandet, disse områder vil forventelig oversvømmes i perioder med ekstrem stormflod.



Figur 11.9: Byudvikling i Aalborg, hvor oprindelige kajkoter er bibeholdt og højvandssikring er etableret ved tilbagetrukne mure og hævet sokkelkote. Løsningen sikrer dermed en vis nærhed til vandet. (NIRAS, 2025)

11.4 Oversvømmelsessikring ved vandløb

I Aalborg er der også byudviklingsområder nær å-udløb(vandløb). Her er oversvømmelsessikringen i form af hævede bygninger/sokkelkote, mens adgangen til vandet i perioder uden stormflod er sikret via trapper/platteauer, se billeder af en strækning langs åen lige umiddelbart inden udløb til Limfjorden på figur 11.10.



Figur 11.10: Byudvikling i Aalborg, hvor adgangen til vandet er via områder med trapper, mens bygninger ligger hævet så sokkelkoterne sikrer mod oversvømmelser af bygningerne. Her i et område med et å-udløb, der munder ud i Limfjorden. (NIRAS, 2025)

Et andet eksempel på bymæssige områder, der er beskyttet mod oversvømmelse fra et vandløb med en trappeformet løsning er vist på figur 11.11. Et alternativ til at sikre byudviklingsområdet fra oversvømmelser fra vandløb kan være at regulere vandløbet opstrøms byområdet, se figur 11.12, hvor brinker og tilstødende arealer oversvømmes, når vandstanden i vandløbet overstiger et givent niveau. Efter vandstanden i vandløbet falder igen ledes vandet tilbage til vandløbet.



Figur 11.11: Område sikret mod høj vandstand i et vandløb ved trinvis sikring.



Figur 11.12: Forsinkelse af vandløbsvand via oversvømmelse af brinker og tilstødende områder opstrøms bymæssig bebyggelse.

11.5 Multifunktionelle regnvandsbassiner

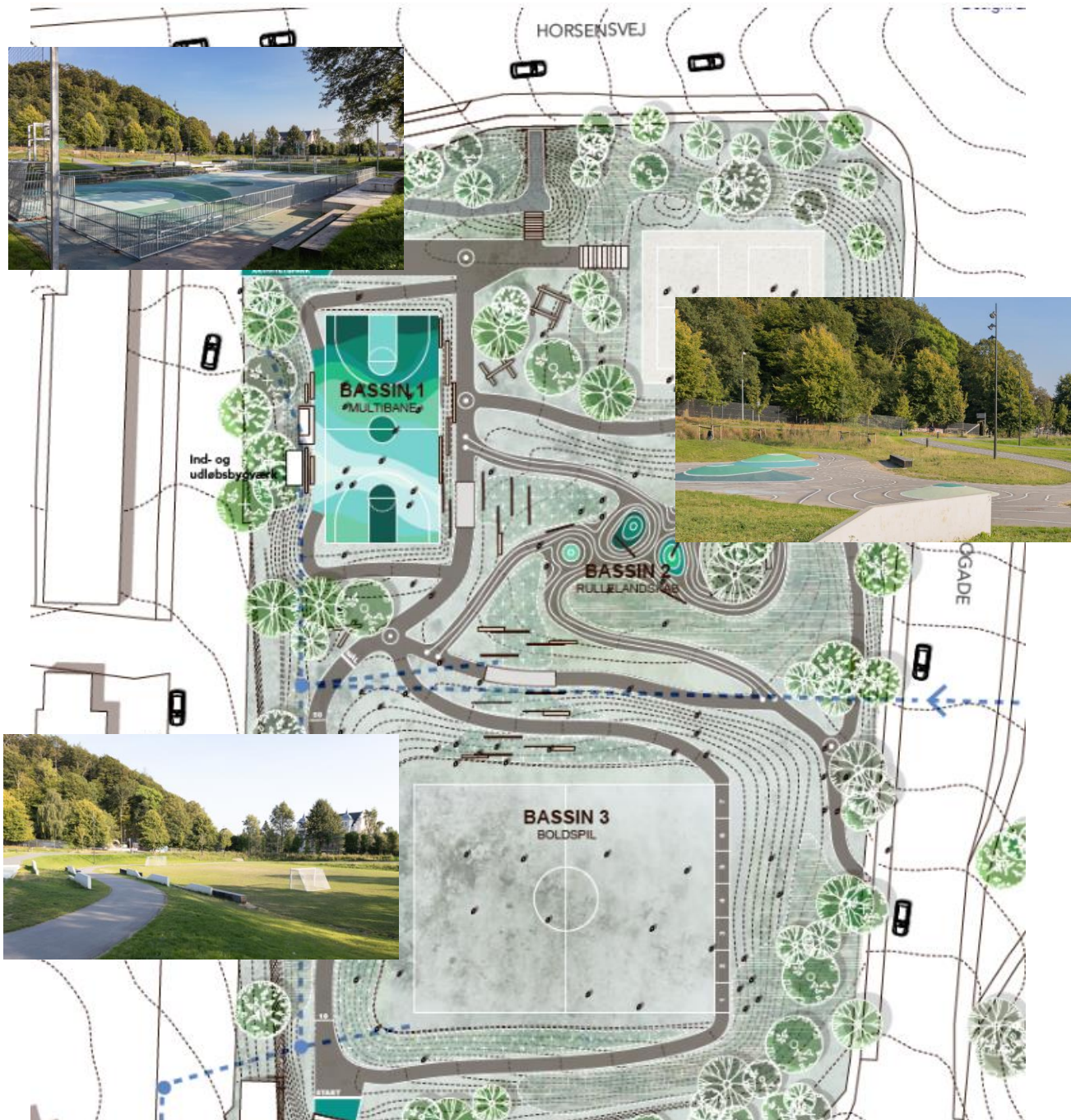
Løsninger til håndtering af regnvand kan evt. etableres som en del af vejanlægget i form af såkaldte regn-bede, der både kan forsinke og rense regnvand, men også dræne terrænnært grundvand. Regn-bedene kan aflaste kloaksystemet idet vandet i stedet for at blive ledt til kloak-systemet siver ned og bliver til grundvand eller fordamper fra bedet. Under bedet etableres dræn, som sikrer bortledning af vandet. Regn-bede kan etableres i forbindelse med vejarealer (f.eks. som chikaner eller beplantning i rabatten, se figur 11.13) og på parkeringsarealer.



Figur 11.13: Regn-bed etableret som en del af en chikane, (venstre) eller langs vejen (højre), hvor vejvandet så ledes til bedet og renses ifm. nedsivning.

Vejnettet kan også indgå som en del af håndteringen af f.eks. vand ifm. skybrud. Sådanne skybrudsveje kan lede vand - der ikke kan opmagasineres i regn-bedene - via vejnettet gennem bydelen mod større regnvandsbassiner. Dette gøres ved at sikre at vejprofilet er sænket ift. indkørsler og lignende således at vandet forbliver i vejtracéet, hvormed det ledes til ønskede bassiner eller recipienter.

Under f.eks. skybrud eller regn hændelser, der overstiger kapaciteten af regn-bedene kan der være behov for større bassiner/opmagasineringsmuligheder. Flere steder er sådanne bassiner ligeledes indtænkt i det normale rekreative bymiljø f.eks. i Vejle, hvor et område har faciliteter til sportslige aktiviteter, men som under ekstreme hændelser indgår som en del af områdets opmagasinerings og bortledning af vand, se figur 11.14.



Figur 11.14: Tommy Troelsens park i Vejle, hvor et multiområde med boldbaner fungerer som regnvandsbassiner ifm. ekstreme regn- og skybrudshændelser. Billeder er fra (OranjeBeton, 2025).

11.6 Supplerende tekniske løsninger

Porte, pumper, sluser, kontra-klapper, drænledninger kan ligeledes være (supplerende) løsninger til at hindre oversvømmelser. Disse løsninger er ikke beskrevet i detaljer i nærværende notat, men er blot nævnt som til-lægs-løsninger ift. evt. at sikre en "komplet" sikring mod oversvømmelse.

En højvandsport kan være en løsning til at sikre mod oversvømmelse som følge af f.eks. forhøjet vandstand i havet/Karrebæksminde. En sådan løsning kræver, at der etableres en højvandsport udenfor Næstved Inderhavn som sikrer, at vandstanden indenfor porten ikke overstiger et givent niveau. En sådan løsning kræver, at det sikres, at bortledning af vand fra Suså og evt. andre udløb er indeholdt i vurderingen af maksimal vandstand indenfor højvandsporten i perioder hvor porten er lukket.



Figur 11.15: Pumpe og sluseanlæg, der sikrer mod at en stormflodshændelse forplanter sig til områder, der ikke er sikret mod den givne hændelse.

Kontraklapper kan sikre mod tilbagestuvning af vand i kloaksystemet ifm. forhøjet vandstand i Suså eller i Karrebæk Fjord.

Pumper kan sikre bortledning af vand fra et område til en recipient, der ikke er tilgængelig ved gravitation f.eks. hvis porte, klapper eller højvandsmure afskærer muligheden for bortledning af vandet.

Drænledning, som etableres separat ved siden af spildevands- og regnvandsledninger, hvis formål både kan være at bortlede højtstående/terrænnært grundvand og bortlede opmagasineret regnvand fra forsinkelsesbassiner.

12 Referencer

- COWI. (2017). *Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod*. RealDania.
- DMI. (2021). <https://www.dmi.dk/nyheder/2021/skybrudssasonen-er-i-den-grad-over-os/>.
- DMI. (2024). *DMI Klimaatlas v2024b - Fremskrivninger af det danske klima*.
- DMI, N. c., & Miljøstyrelsen, C. f. (2025). *Vejledning i anvendelse af udledningsscenarioer til klimatilpasning*.
https://www.dmi.dk/fileadmin/klimaatlas/rapporter/Vejledningsrapporter/Vejledning_i_anvendelse_af_udledningsscenarioer_til_klimatilpasning.pdf.
- KDI. (2024). *Kystdirektoratets Højvandsstatistikker 2024*.
- KDI. (u.d.). <https://kyst.dk/klimatilpasning/kystbeskyttelse/sagsbehandling/planlaegning>.
- NIRAS. (2022). *Billeder af Bølgen, taget i 2020 og 2022*. Vejle.
- NIRAS. (2025). *Billeder fra Aalborg Havnefront, taget 28. maj 2025*. Aalborg.
- NIRAS. (2025). *Billeder taget af Nørresundby Havnefront 2. juni 2025*. Aalborg.
- NæstvedKommune. (2025). *Byudviklingsområde*. <https://dagsordener.naestved.dk/vis/pdf/bilag/a5f412bb-1679-459b-bfb5-4f7040e3b235/?redirectDirectlyToPdf=false>.
- OranjeBeton. (2025). https://oranje.dk/referencer/_hoejvandssikring-lemvig-havn/.
https://oranje.dk/referencer/_hoejvandssikring-lemvig-havn/.
- OranjeBeton. (2025). https://oranje.dk/referencer/_kystsikring-fanoe-havn/.
https://oranje.dk/referencer/_kystsikring-fanoe-havn/.
- OranjeBeton. (2025). https://oranje.dk/referencer/_tommy-troelsens-park-i-vejle/.
https://oranje.dk/referencer/_tommy-troelsens-park-i-vejle/.
- RealDania. (2025). *Byerne og det stigende havvand - Anbefalinger til langsigtet og helhedsorienteret klimatilpasning*.
- SCALGO Live. (2025). *SCALGO Live*. Scalgo Live.
- Vandportalen. (2025). *Vandportalen*. www.vandportalen.dk.