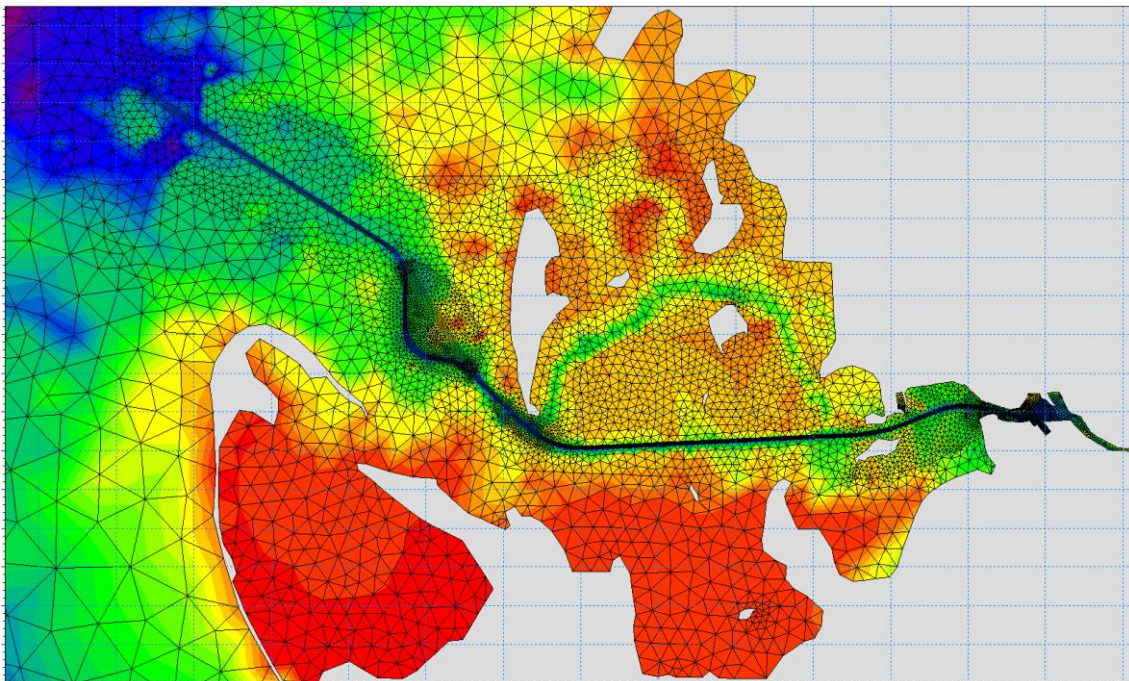

RAPPORT

NAKSKOV HAVN

Spildmodellering til miljøkonsekvensvurdering

PROJEKTNUMMER 23.0540.14

SPILDMODELLERING AF NAKSKOV SEJLRENDE OG NY SYDHAVNSKAJ



REV. 0

23.0540.01-MODELLERING

2019-03-13

Ændringsliste

VER.			REVIDERET	GODKENDT
1.0				

Sweco

Sofiendalsvej 94

DK 9200 Aalborg, Danmark

Telefon +45 72 20 72 07

Fax +45 98 79 98 01

23.0540.14 - spildmodellering af nakskov havn sejlrende og sydhavnskaj vvm

Sweco Danmark A/S

CVR nr. 48233511

Reg. kontor København

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	2
2	Modelbeskrivelse	3
2.1	Uddybning	3
2.1.1	Metode	3
2.1.2	Mængder	4
2.1.3	Spild	5
2.2	Hydrodynamisk model	7
2.2.1	Bathymetri	7
2.2.2	Randbetingelser	11
2.2.3	Verifikation	12
2.3	Sedimentmodel	14
3	Resultater	15
3.1	Strømningsforhold	15
3.1.1	Eksisterende forhold	15
3.1.2	Uddybning af sejlrende, Etape 1	17
3.1.3	Uddybning af sejlrende, Etape 2	19
3.1.4	Sydhavnskaj, Etape 1	21
3.1.5	Sydhavnskaj, Etape 2	24
3.2	Sedimentspredning	27
3.2.1	Uddybning af sejlrende, Etape 1	28
3.2.2	Uddybning af sejlrende, Etape 2	34
3.2.3	Sydhavnskaj, Etape 1	40
3.2.4	Sydhavnskaj, Etape 2	46
4	Konklusion	50

1 Indledning

Nakskov Havn planlægger at udvide deres sejlrende og anlægge en ny kajstrækning, og har i den forbindelse bedt Sweco om at foretage spild- og strømningsmodellering af eksisterende forhold, samt en række scenarier for udvidelsen. Resultaterne skal indgå i en miljøkonsekvensvurdering for udvidelsen. Scenarierne dækker over:

- Udvidelse af sejlrenden
 - Udretning af sving på sejlrenden ved åbningen til Nakskov Fjord, samt udvidelse af sejlrendens bredde med 10 m på en ca. 500 m lang strækning syd for Enehøje.
 - Udvidelse af sejlrendens bredde med 10 m langs hele sejlrenden, inkl. udretning af sving.
- Ny kajstrækning (Sydhavnskajen)
 - Etape 1 af Sydhavnskaj – ca. 155 m kajstrækning nord for MHI Vestas' område og vest for Dokgraven, inkl. nyt bassin med dybde på -8.5 mDVR90.
 - Etape 2 af Sydhavnskaj – ca. 130 m kajstrækning vest for Etape 1, inkl. større bassin til samme dybde.

Ændringer i havbundens forløb kan resultere i ændrede strømningsforhold, som skal belyses i miljøkonsekvensvurderingen, således at udvidelsens miljøpåvirkning mindskes. Ændrede strømforhold kan dække over f.eks. ændrede strømhastigheder, hvirveldannelser og ændrede vandstande, hvilket særligt i lavvandede områder kan have en påvirkning på miljøet på grund af ændringer i naturlig sedimentation (erosion, aflejring og opblanding), algevækst og saltholdigheden. Disse ændringer kan afledt påvirke vilkårene for f.eks. ålegræs/kransnålalger og andet bundvegetation og -dyreliv.

Ved uddybning af sejlrenden vil der desuden kunne forekomme spild af uddybningsmaterialet fra uddybningsfartøj og pram under uddybning, transport og klapning. Spredning og forhøjede koncentrationer af sediment kan ligeledes være kritisk for dyre- og planteliv i fjorden.

De ovenstående problemstillinger er indeholdt i de hydrodynamiske modelleringer og beskrives nærmere i følgende afsnit. Nærværende rapport beskriver kun effekten af de planlagte scenarier i form af strømforhold og sedimentspredning.

2 Modelbeskrivelse

I de følgende afsnit beskrives de informationer, der er tilgængelige og danner basis for de hydrodynamiske modelleringer, samt hvordan de er anvendt for at opnå modelresultaterne.

2.1 Uddybning

Nakskov Fjord er et såkaldt druknet morænelandskab, hvilket vil sige at det var tørlagt før landsænkning og vandstigninger langsomt har fyldt fjorden med vand. Det betyder desuden, at der er mange lavvandede områder imellem de mindre øer i fjorden. Fjordbunden må derfor antages at bestå af et tyndt lag af løst restsediment (op til en halv meter) af blandede fraktioner fra sten til sandet mudder ovenpå moræneler.

2.1.1 Metode

Uddybningen vil antageligvis foregå med en spandkædemaskine eller gravemaskine ("backhoe dredger"). Disse typer af maskiner har tendens til at opsamle materialet i næsten intakte klumper, i modsætning til f.eks. en maskine med sugespids ("cutter suction dreger") som knuser materialet. Uddybningsfartøjet antages at have en kapacitet på op til 5.000 m³ per dag, inklusiv evt. start/stop og transport af materiale til klappladsen.

Uddybningsfartøjet vil placere materialet på en pram, som løbende klapper materialet i takt med at prammen(e) fyldes. Materialet klappes på klapplads K-50-1 / K-50-1A, se omtrentlig placering på Figur 2.1. Prammen antages at have en kapacitet på 600 m³, hvorefter materialet klappes.



Figur 2.1: Placering af klapplads samt delvis sejlrende. Nærværende rapport dækker over yderligere uddybning end vist på figur. Kilde: Miljøstyrelsen, klaptilladelse, Nakskov Sejlrende, 2017.

2.1.2 Mængder

Baseret på anslåede uddybningsmængder og -områder er der opsat en række spildscenarier som vist i Tabel 1. Sejlrenden og Sydhavnskajen er delt ind i 2 etaper, der modelleres som separate hændelser, da det antages, at de to etaper udføres med mellemrum, således at spild fra Etape 1 er aflejret inden igangsættelse af Etape 2.

Tabel 1: Spildscenarier for uddybning af sejlrende og etablering af Sydhavnskaj.

Projekt	Scenarie	Delopgave	Dage	m ³ /dag	Tidsrum	Opstart
Sejlrende	0	Eksisterende forhold				
	1	Etape 1 (omlægning og udv. sving)	80	5000	Døgndrift, alle dage	Efterår '19
	2	Etape 2 (hele sejlrenden)	175	2000	Døgndrift, alle dage	Efter Etape 1
Sydhavnskaj	0	Antaget eksisterende, dvs. omlægning og udv. sving				
	1	Etape 1 (Etablering af kaj), baseret på sejlrende, scenarie 1	22	840	06-18, hverdage	Efterår '19
		Etape 2 (Forlængelse på 120 m), baseret på sejlrende, scenarie 1	38	840	06-18, hverdage	Efter Etape 1
	2	Etape 1 (Etablering af kaj), baseret på sejlrende, scenarie 2	23	840	06-18, hverdage	Efterår '19
		Etape 2 (Forlængelse på 120 m), baseret på sejlrende, scenarie 2	38	840	06-18, hverdage	Efter Etape 1

2.1.3 Spild

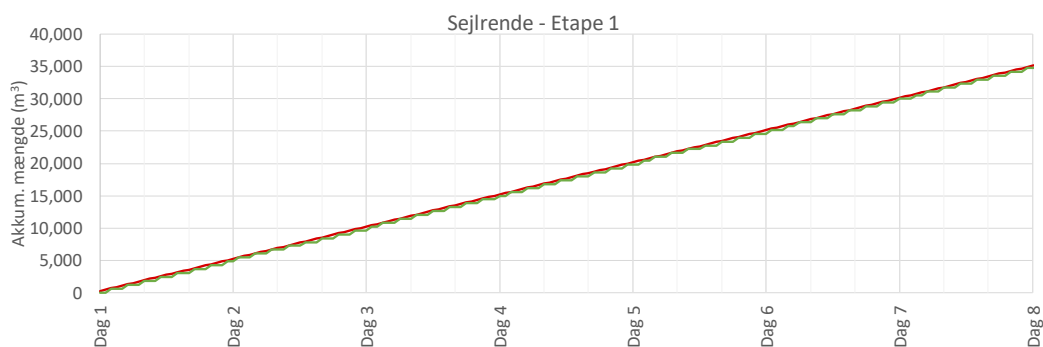
Baseret på erfaringer fra Øresundsprojektet spildes der ca. 5% af det uddybede materiale. Det vil sige at når der uddybes med 5.000 m³ om dagen (~210 m³/timen) spildes der 250 m³ om dagen (~10 m³/timen). Spild ved klappning er ligeledes sat til 5%, da klappning foregår momentant hver gang prammen er fyldt. Der er ikke antaget spild ved transport af materiale, da dette anses for at være minimalt.

Der modelleres spild som bevægelige punktkilder som vist på Figur 2.2. Klapplassen og anlægsarbejdet ved Sydhavnskajen er stationære punkter, mens uddybning af sejlrenden foregår i serier udefra og ind. Etape 1 starter i pkt. 3 og slutter i pkt. 5, mens Etape 2 starter i pkt. 1 og slutter i pkt. 8. I Etape 2 er uddybningen fra Etape 1 udført og således er pkt. 3-5 ikke med i Etape 2 spild.

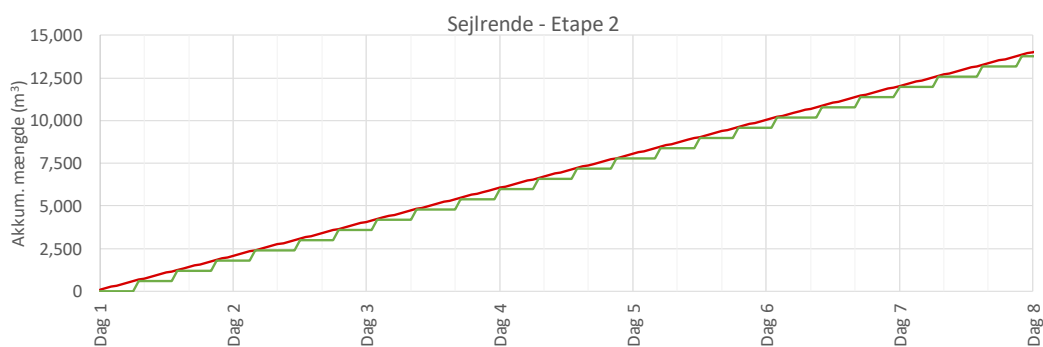
Uddybnings- og klappmængder for en uge er præsenteret på Figur 2.3 til Figur 2.5. Forskellen mellem den røde/blå kurve og den grønne er opholdet af uddybningsmateriale på prammen. Bemærk at der ikke er taget højde for at forurenede materiale transporteres andetsteds end klapplassen og således er spild på klapplassen overvurderet med den mængde der evt. ikke klappes.



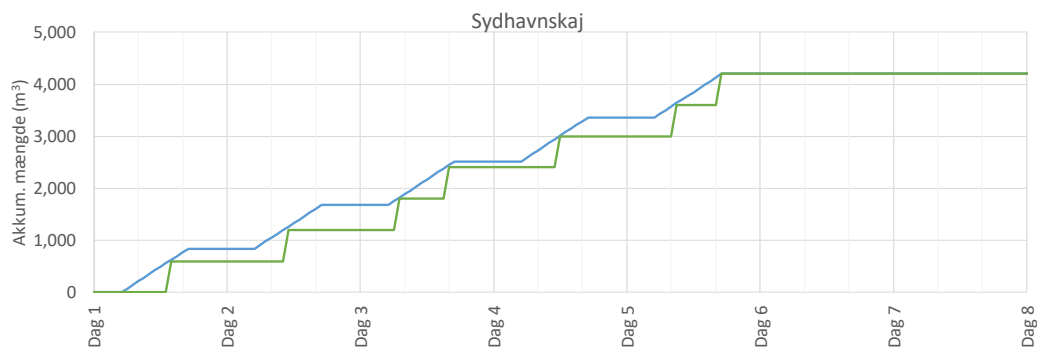
Figur 2.2: Spildkilder for uddybning af sejlrenden (rød), Sydhavnskaj (blå) og klapplads (grøn). Pkt. 3 til 6 dækker over Etape 1 af sejlrenden og resterende punkter dækker over Etape 2. Sydhavnskajens spildkilde er placeret stationært i bassinet ud for midten af den nye fuldt etablerede kajstrækning, da dette vurderes at give anledning til de højeste koncentrationer.



Figur 2.3: Uddybnings- og klappmængder for 1 uge, sejlrrende, Etape 1. Rød: Uddybning sejlrrende. Grøn: Klapping. Hver lodret streg indikerer 8 timer.



Figur 2.4: Uddybnings- og klappmængder for 1 uge, sejlrrende, Etape 2. Rød: Uddybning sejlrrende. Grøn: Klapping. Hver lodret streg indikerer 8 timer.



Figur 2.5: Uddybnings- og klappmængder for 1 uge, Sydhavnskaj. Blå: Uddybning Sydhavnskaj. Grøn: Klapping. Bemærk, at der er tidsbegrænsning på uddybningsarbejdet i Sydhavnskajen (alle hverdage, kl. 6-18). Hver lodret streg indikerer 8 timer.

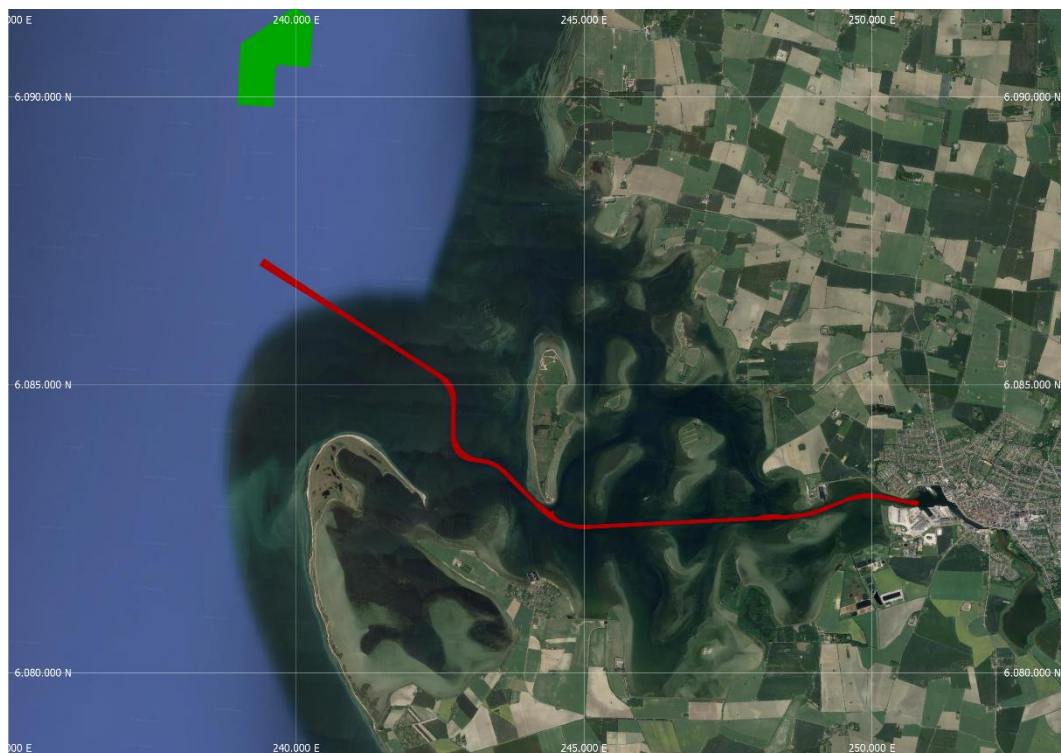
2.2 Hydrodynamisk model

2.2.1 Bathymetri

Havbunden er digitaliseret i en bathymetri baseret på digitale søkort og nylige pejlinger. Fem forskellige bathymetrier er anvendt:

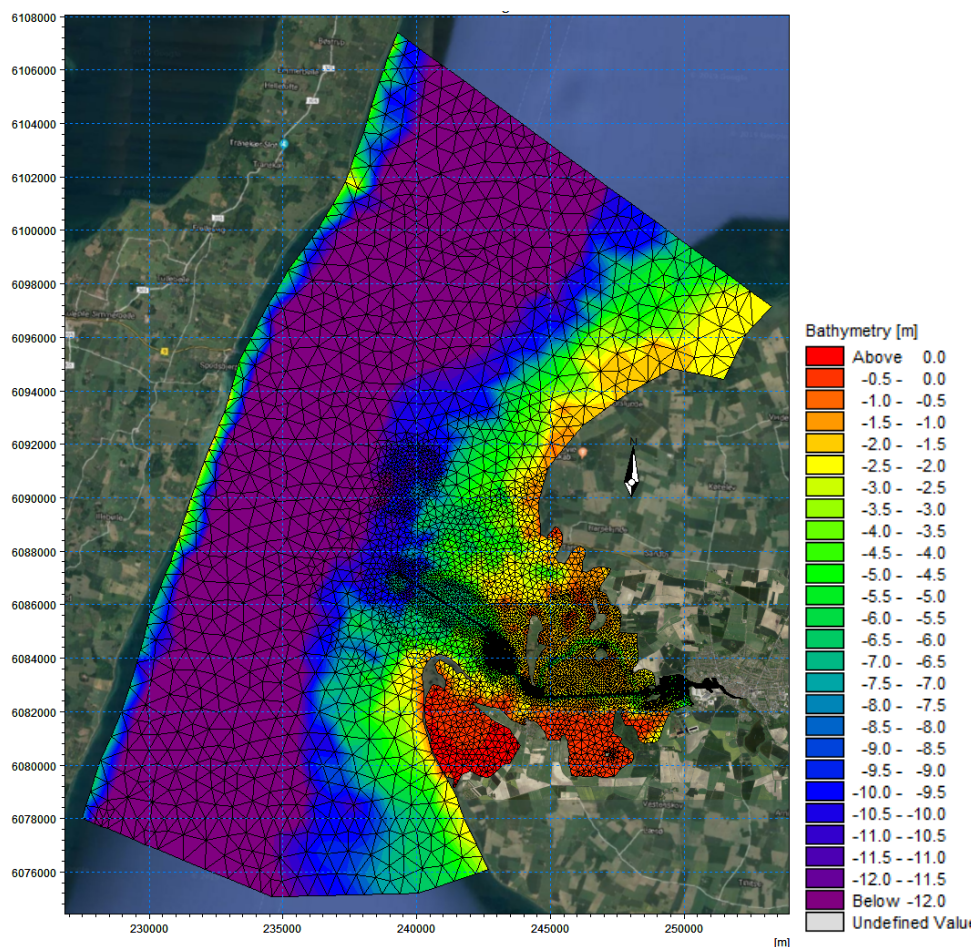
- Eksisterende forhold
- Efter Etape 1 uddybning af sejlrenden
- Efter Etape 2 uddybning af sejlrenden
- Efter Etape 1 for sejlrenden og med uddybning ved Sydhavnskajen
- Efter Etape 2 for sejlrenden og med uddybning ved Sydhavnskajen

Pejlingerne af sejlrenden og klapplassen, se Figur 2.6, er foretaget i Januar/Maj 2018.



Figur 2.6: Pejleområder for sejlrenden (rød) og klapplass (grøn).

Bathymetri og modellens net er vist for forskellige områder af modellen på Figur 2.7 og Figur 2.8 for de eksisterende forhold.



Figur 2.7: Bathymetri og modellens net for hele modelområdet.

8 (50)

RAPPORT

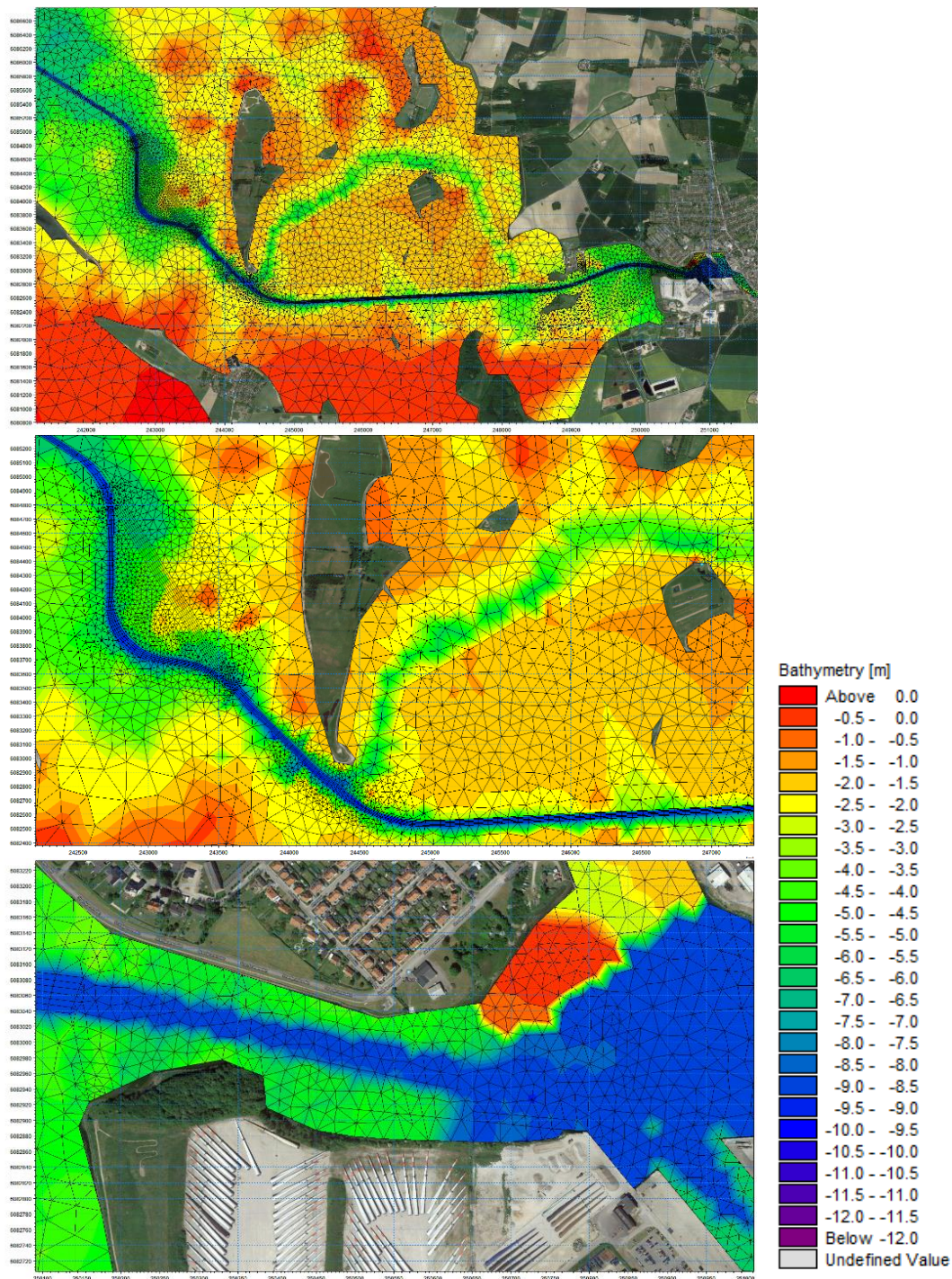
2019-03-13

REV. 0

23.0540.01-MODELLERING

SPILDMODELLERING TIL MILJØKONSEKVENSVURDERING

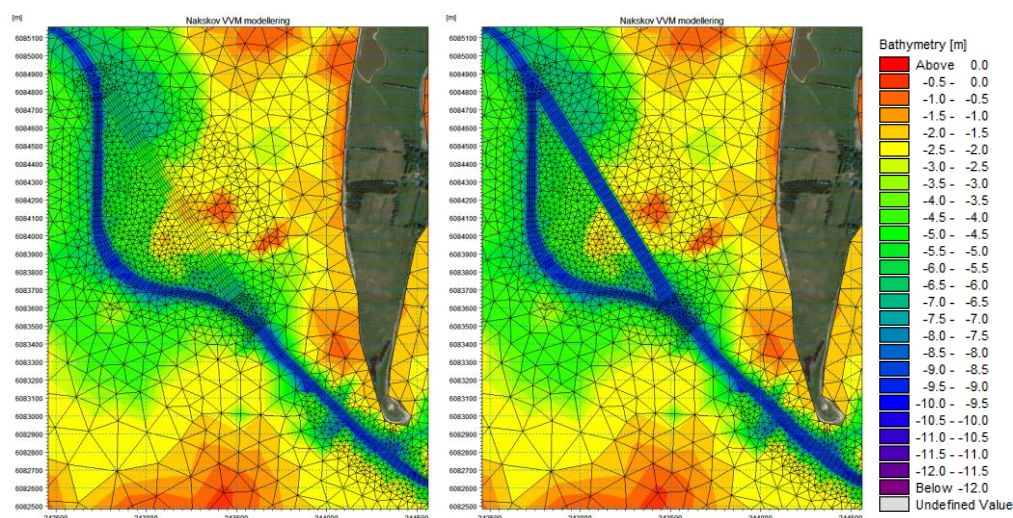
23.0540.14 - spildmodellering af nakskov havn sejlrønde og sydhavnskej vvm



Figur 2.8: Bathymetri og modellens net for hhv. Nakskov Fjord, Sejlrenden Etape 1 og område ved Sydhavnskajen.

Der er anvendt triangulært net generelt, på nær i sejlrenden, hvor der er anvendt firkantet net. De trekantede elementer varierer fra 0,5 km² ned til 23 m² (gennemsnitlig fladelængde på 1000 m til 7 m). Sejlrenden er opløst med minimum 5 elementer på tværs af sejlrenden med en sidelængde på op til 15 m, hvor sejlrenden er bredest.

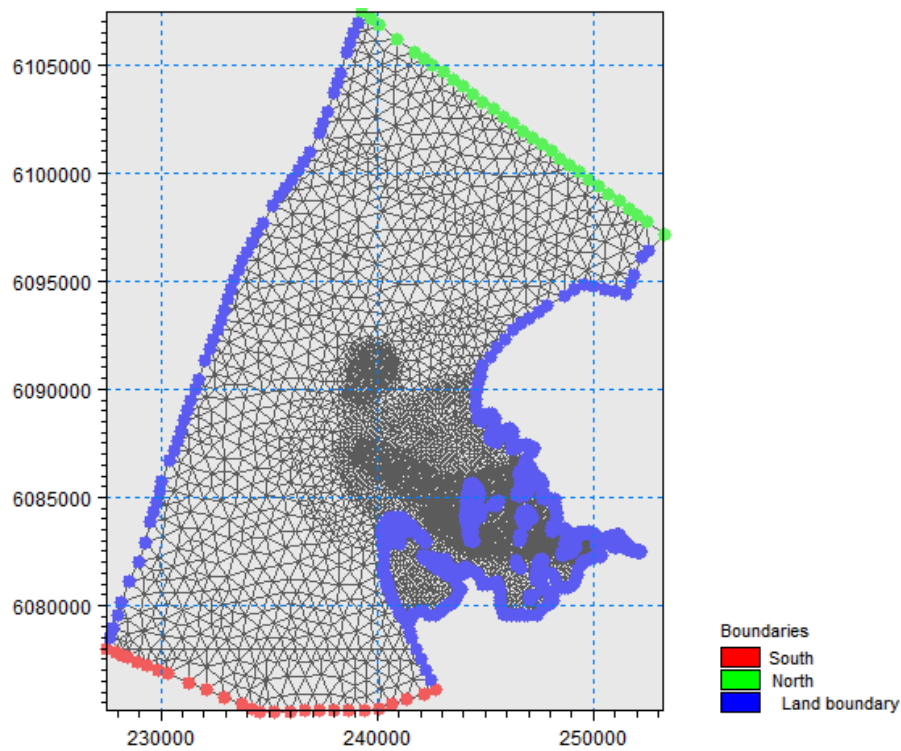
Til de forskellige scenarier er vanddybden i bathymetrien forøget til 8,5 m, hvor der i dag er lavere. Forskellen på eksisterende forhold og første etape er vist på Figur 2.9. Det samme net er anvendt i alle kørsler, blot med ændrede dybder i cellerne, for at undgå modeltekniske forskelle, som kan følge af ændringer i trianguleringen.



Figur 2.9: Bathymetri for hhv. eksisterende forhold (venstre) og efter Etape 1 uddybning af sejlrenden (højre).

2.2.2 Randbetingelser

Der er påført vandstand og strøm fra Swecos regionale hydrodynamiske model af Nordsøen, indre danske farvand og Østersøen. Placeringen af randene er vist på Figur 2.10 og er erfaringsmæssigt placeret med tilstrækkelig afstand fra modelområdet for at materiale der når randen antages at blive transporteret bort fra området.



Figur 2.10: Placering af modelrande.

2.2.3 Verifikation

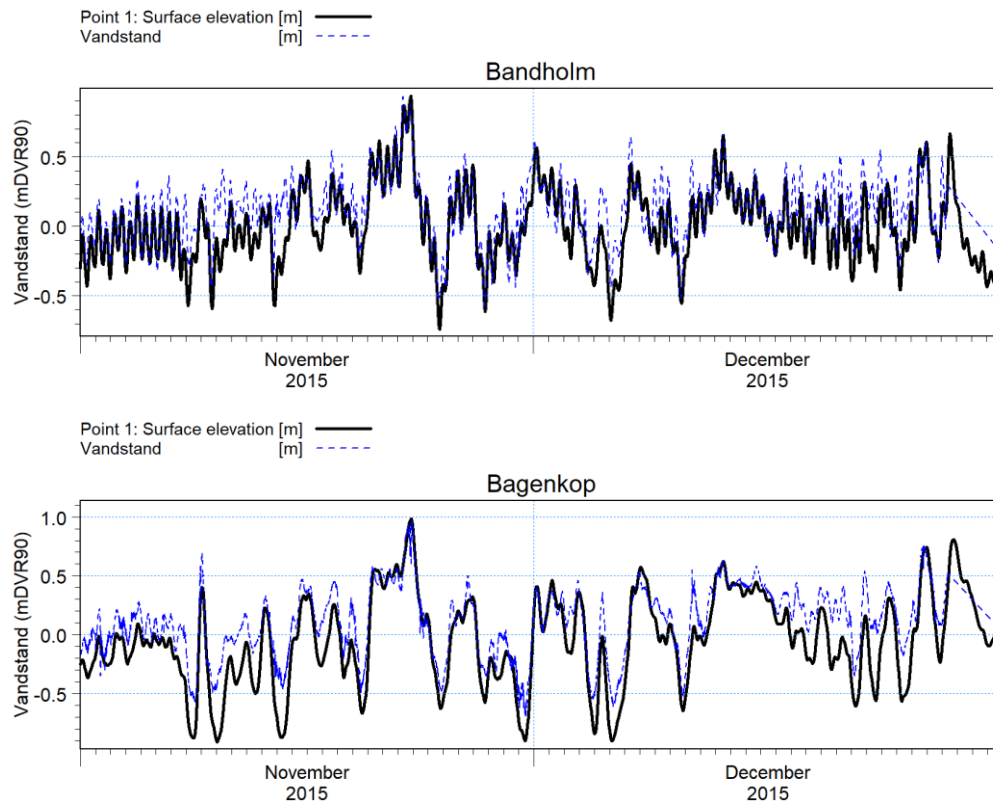
Randdata fra den regionale model sammenholdes med måledata fra nærliggende målestationer, som vist på Figur 2.11. De nærmeste målestationer er Bandholm og Bagenkop, som ligger hhv. sydøstlig i Smålandsfarvandet og på sydvest Langeland.

Der vil derfor ikke altid være fuld korrelation mellem målestationerne og randdata, da de fysiske fænomener bag vandstanden i farvandet er anderledes. Dog ses en pæn tendens til at randdata og måledata følges ad. Måledata viser generelt lidt højere vandstand end randdata. Det er desuden tydeligt at Bandholm/Nordlig rand har hyppigere, korte variationer i vandstanden, formentlig pga. placeringen i Smålandsfarvandet, som kan medvirke til lokal opstuvning af vand, modsat det mere åbne farvand omkring Langeland.

Det styrende fænomen for strømforholdene i modelområdet er vandstandsforskellene mellem randene, hvilket driver strømmen mellem de to rande.



Figur 2.11: Placering af modelområde og modelrande ift. målestationerne Bandholm og Bagenkop.

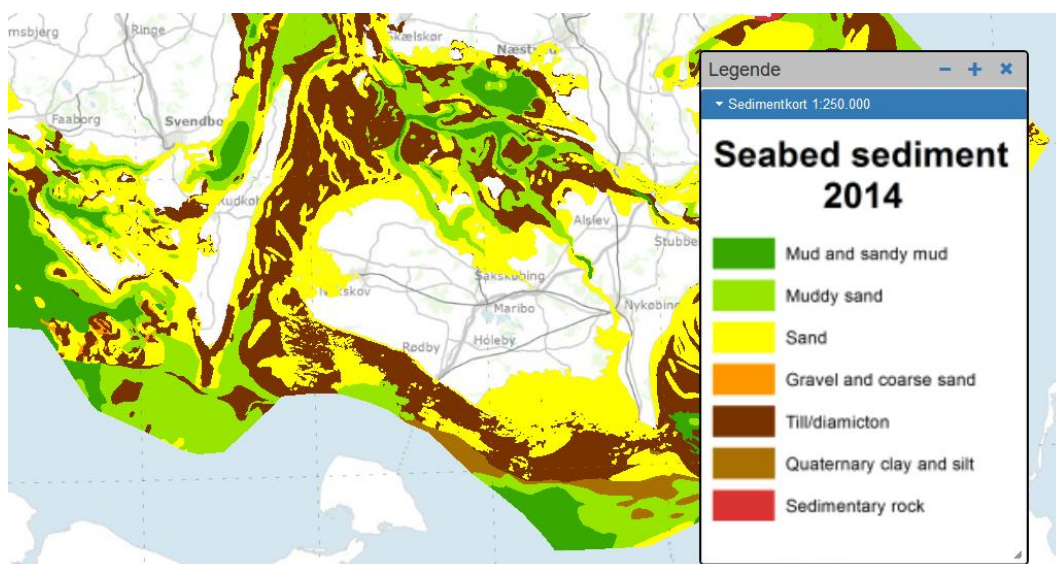


Figur 2.12: Sammenligning af randbetingelser og målestationer for Bandholm (øverst) og Bagenkop (nederst).

2.3 Sedimentmodel

Som det fremgår af sedimentkortet på Figur 2.13 består havbunden af moræneler og fint til groft sand, primært sand inde i Nakskov Fjord. Spild antages konservativt at bestå af moræneler, da dette giver den laveste faldhastighed og derved største opholdstid og spredning inden aflejring. De karakteristiske sedimentparametre for moræneler som er anvendt i tidligere studier er:

- Faldhastighed: 0,6 mm/s
- Kritisk bundfriktion, aflejring: 0,07 N/m²
- Kritisk bundfriktion, erosion: 0,2 N/m²
- Erosionskoefficient: 5 · 10⁻⁵ kg/m²/s



Figur 2.13: Udsnit af havbundssedimentkort fra GEUS råstofdatabase.

Der er ikke medtaget bølger i den hydrodynamiske model, hvilket ville have medført en større spredning af sediment som midlertidigt aflejres på kysterne, både inde i og udenfor fjorden. Bølgerne vil re-suspendere det fine materiale på kysten og transportere det længere væk eller på dybt vand, hvor det vil aflejres fordelt over et stort område.

3 Resultater

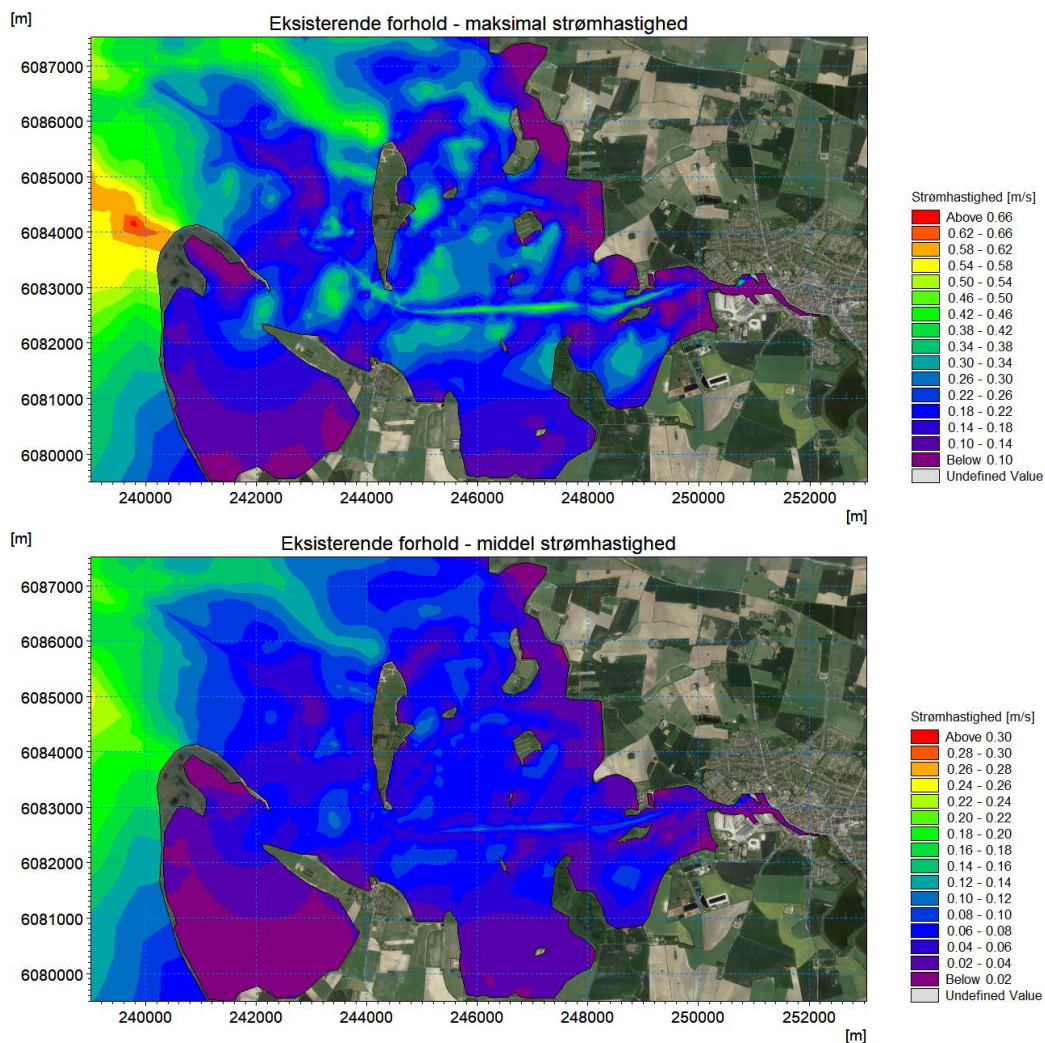
3.1 Strømningsforhold

Strømforhold og evt. ændringer heri for eksisterende forhold og de 4 scenarier er præsenteret i de følgende afsnit. Generelt kan det ses, at ændringer i havbunden har minimal indflydelse på de overordnede strømningsforhold. Således heller ingen indflydelse på det normale vandspejl, da de i forvejen meget milde strømforhold i Nakskov Fjord ikke giver nogen særlig opstuvende effekt (under normale betingelser), som ville give anledning til en miljøpåvirkning.

Lokalt er der en lille forventet forskel i strømhastigheder, da sejlrenden vil have tendens til at "fange" strømmen. Ligeledes vil den samme strømning i dybere vand give anledning til lavere hastigheder og omvendt.

3.1.1 Eksisterende forhold

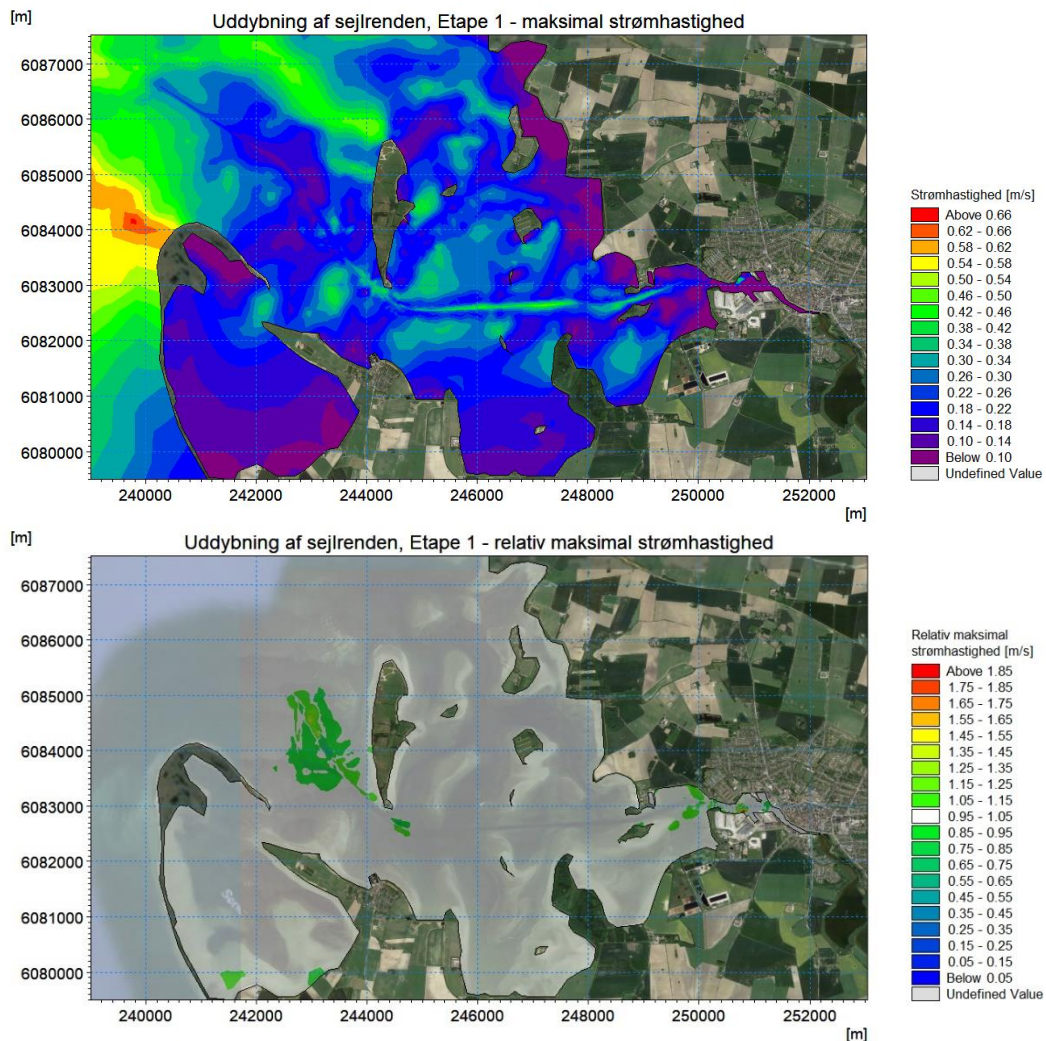
Eksisterende strømforhold er præsenteret på Figur 3.1 som statistiske maksimale og middel strømhastigheder i hvert punkt i modellen. Bemærk at strømhastigheder blot repræsenterer modelleringsperioden på ca. 4 måneder i efteråret/vinteren og således kun er til at etablere "Alternativ 0"-forhold.



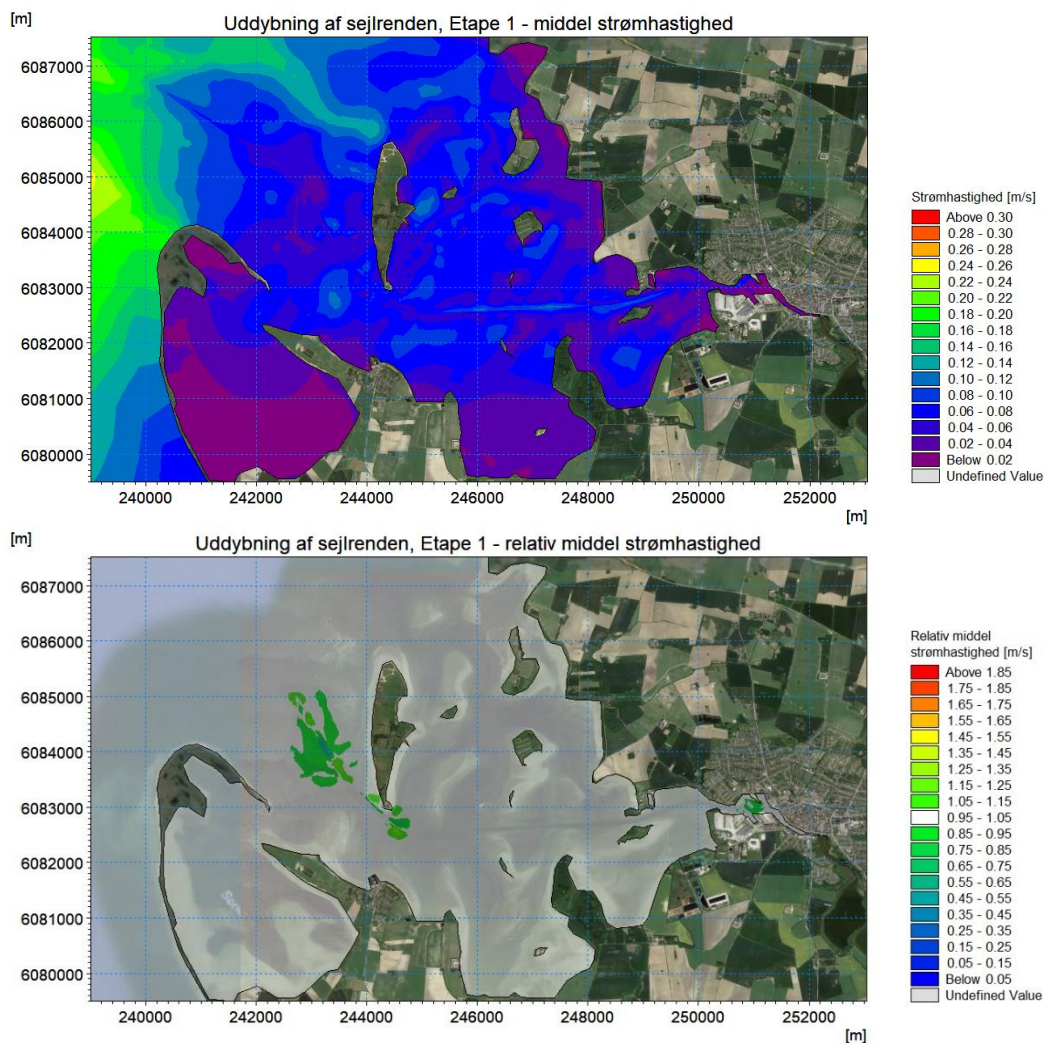
Figur 3.1: Eksisterende strømforhold som statistisk maksimum (øverst) og middel (nederst).

3.1.2 Uddybning af sejlrunde, Etape 1

Ændrede strømforhold for maksimal og middel er præsenteret i Figur 3.2 og Figur 3.3. Den relative forskel er opnået ved at dividere de ændrede strømfelter (maksimum og middel) med de eksisterende strømfelter, således at en relativ ændring på 1 repræsenterer ingen forskel. En minimal indflydelse på strømhastigheden ses lokalt ved sejlrunden.



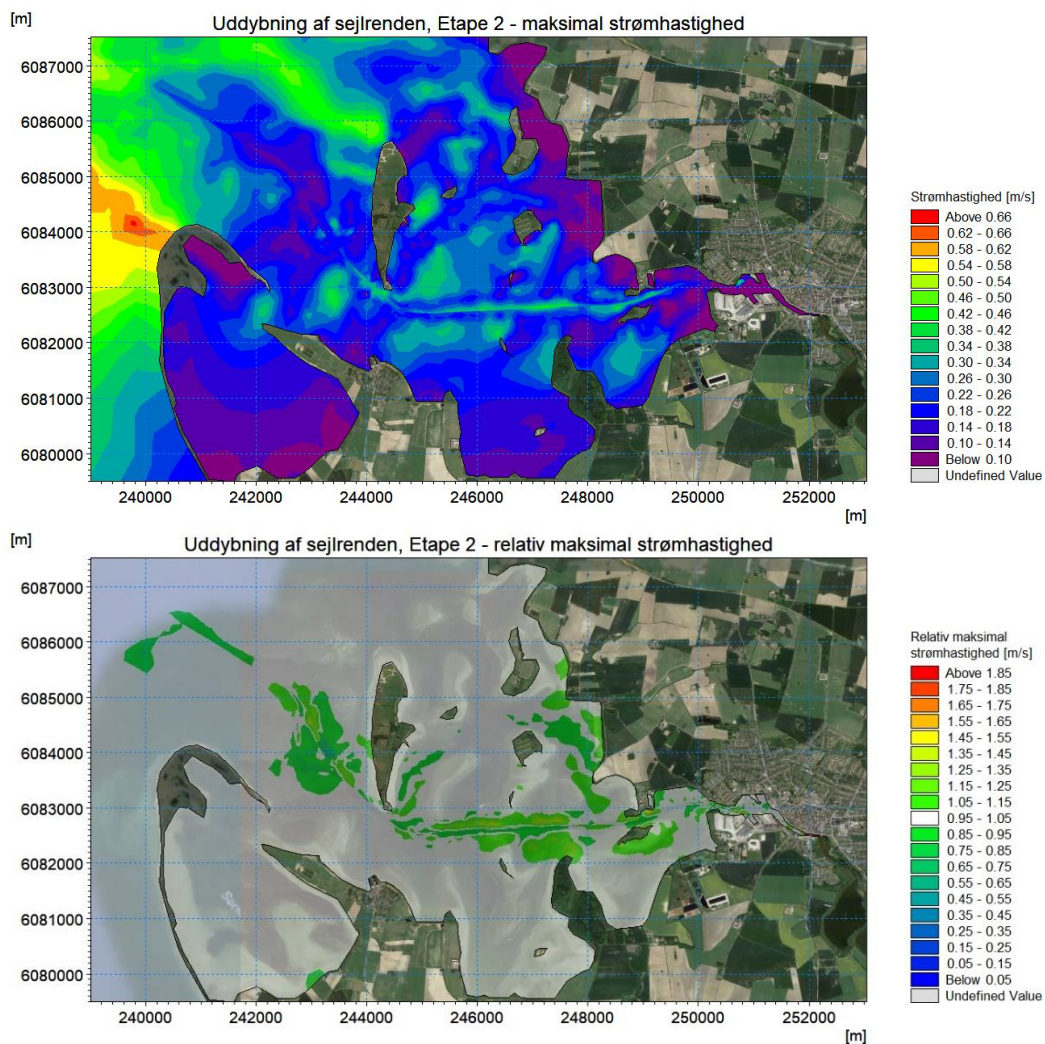
Figur 3.2: Strømforhold efter uddybning af sejlrunde, Etape 1, som statistisk maksimum (øverst) og relative ændring ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.



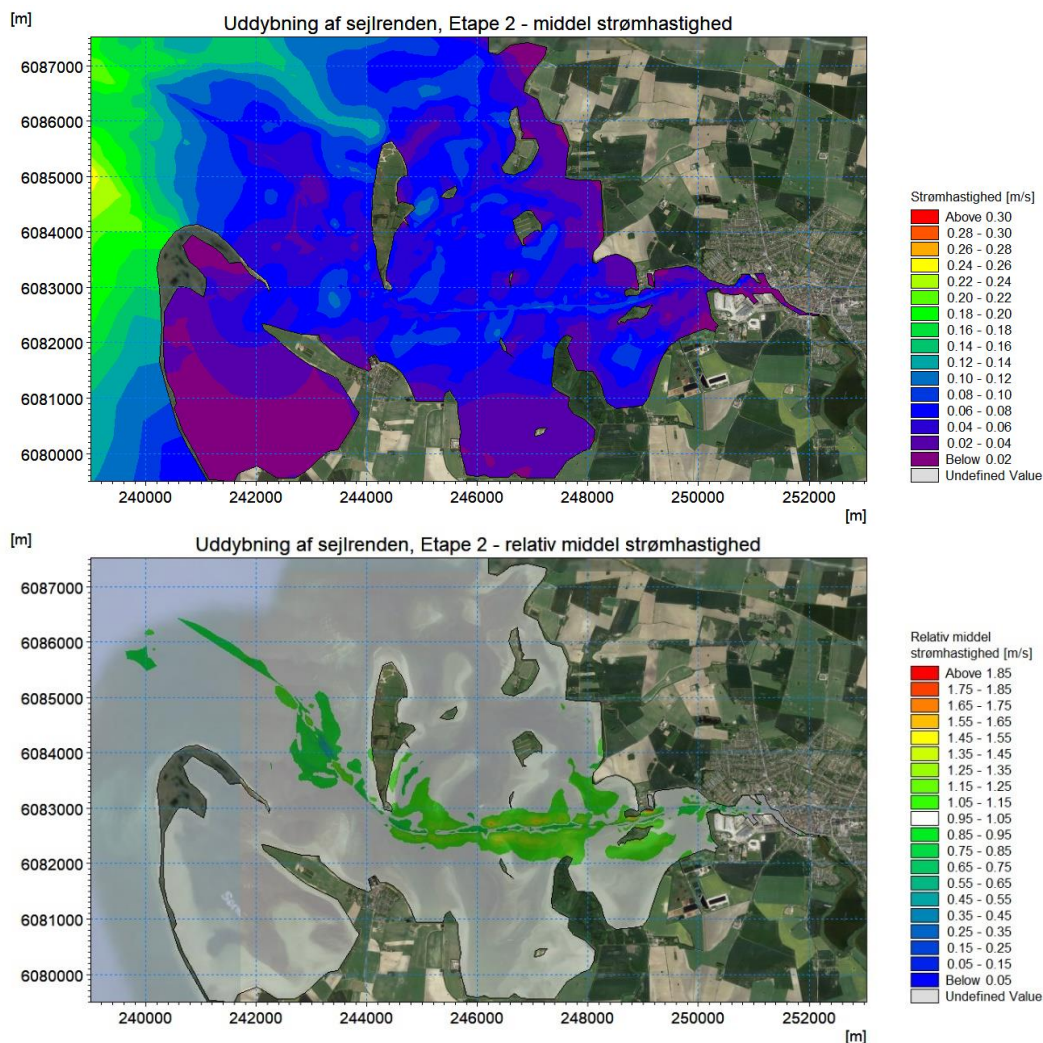
Figur 3.3: Strømforskel efter uddybning af sejlrende, Etape 1, som statistisk middel (øverst) og relative ændring ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.

3.1.3 Uddybning af sejlrønde, Etape 2

Ændrede strømforhold for maksimal og middel er præsenteret i Figur 3.4 og Figur 3.5. Ligesom for Etape 1 ses en minimal indflydelse på strømhastigheden lokalt ved sejlrønden, dog i lidt større udstrækning pga. det større arbejde da hele sejlrønden således uddybes. En lille indflydelse ses i området nord for sejlrønden ved Hellenæs Stien (248.000E; 6.084.500N), men dette må antages at være numerisk støj pga. de meget små strømhastigheder (10 cm/s) i området både før og efter uddybningen, som er svære at modellere med stor nøjagtighed.



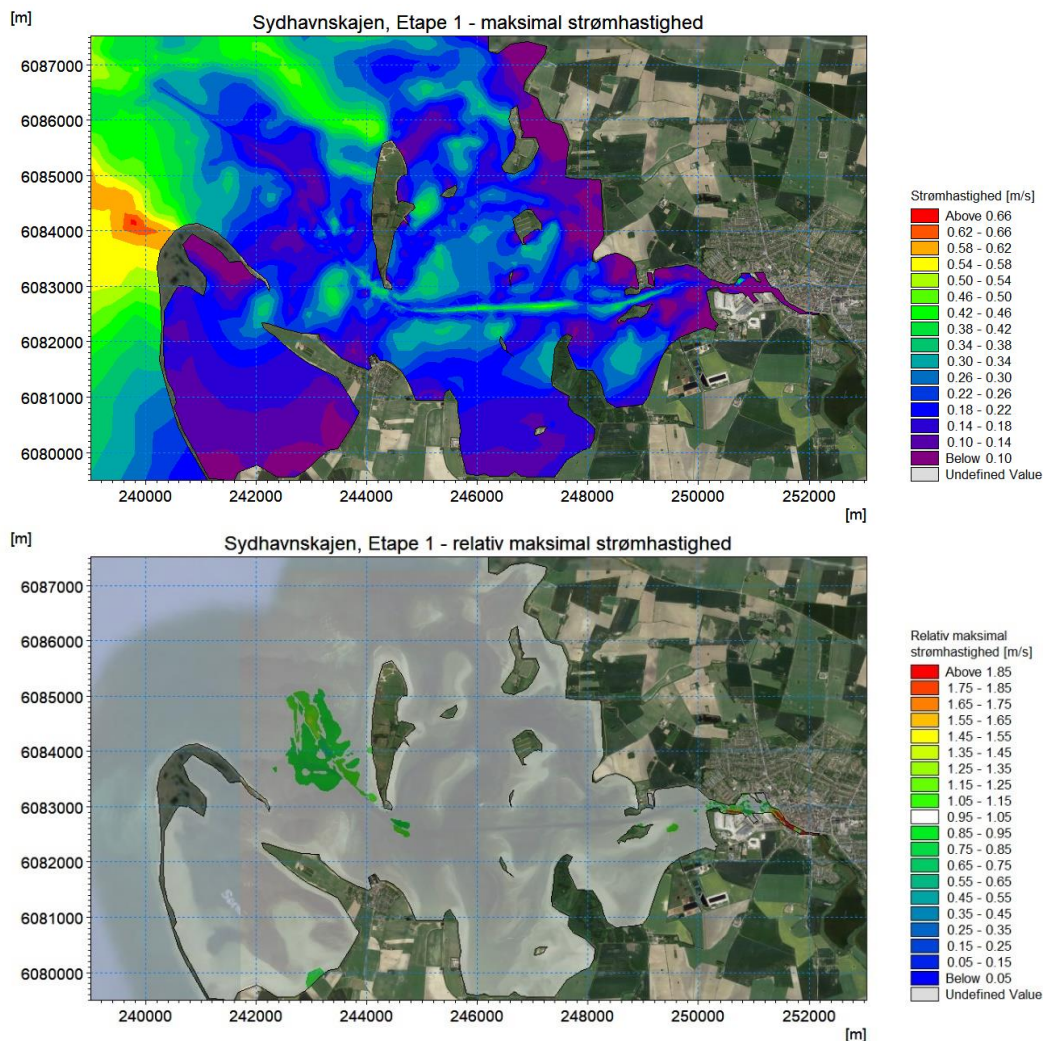
Figur 3.4: Strømforhold efter uddybning af sejlrønde, Etape 2, som statistisk maksimum (øverst) og relative ændring ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.



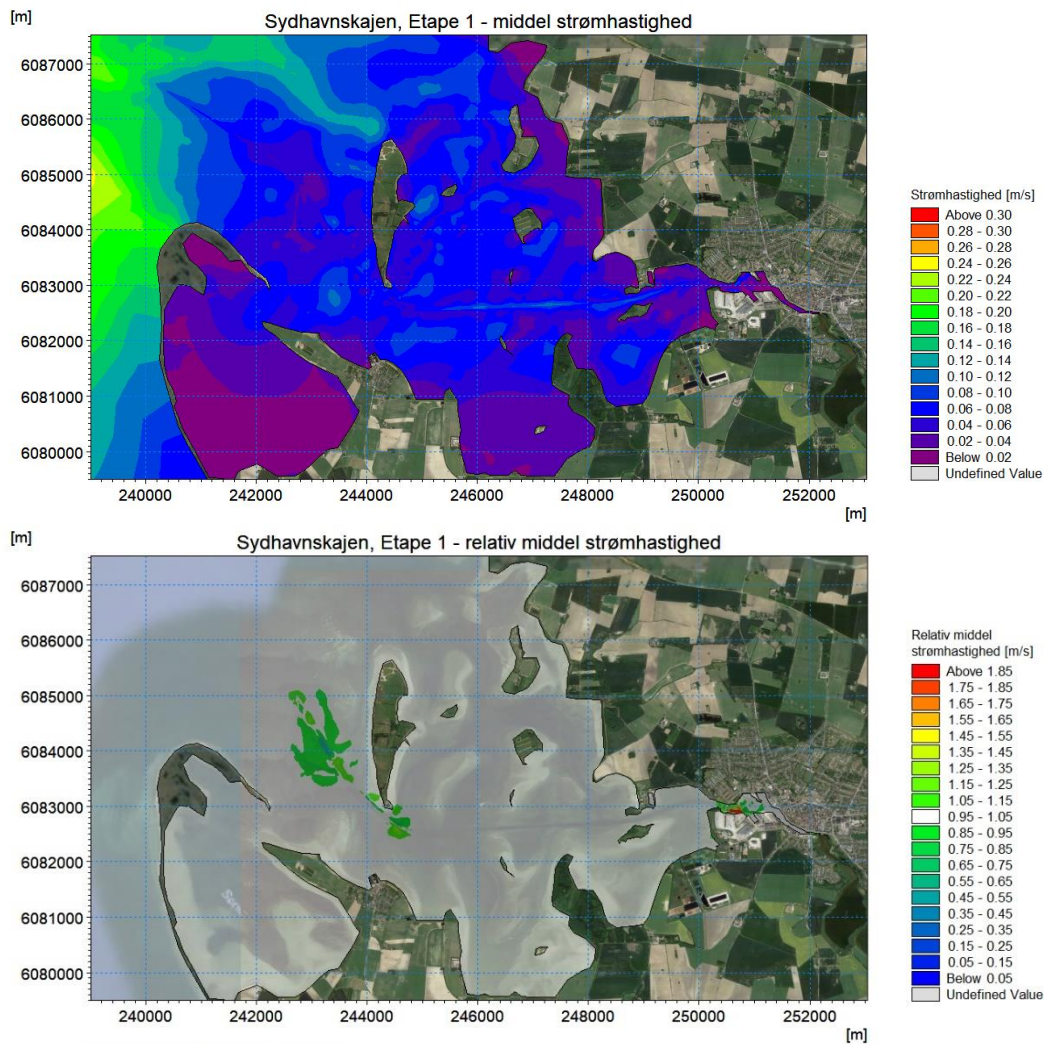
Figur 3.5: Strømforskel efter uddybning af sejlbredten, Etape 2, som statistisk middel (øverst) og relative ændring ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.

3.1.4 Sydhavnskaj, Etape 1

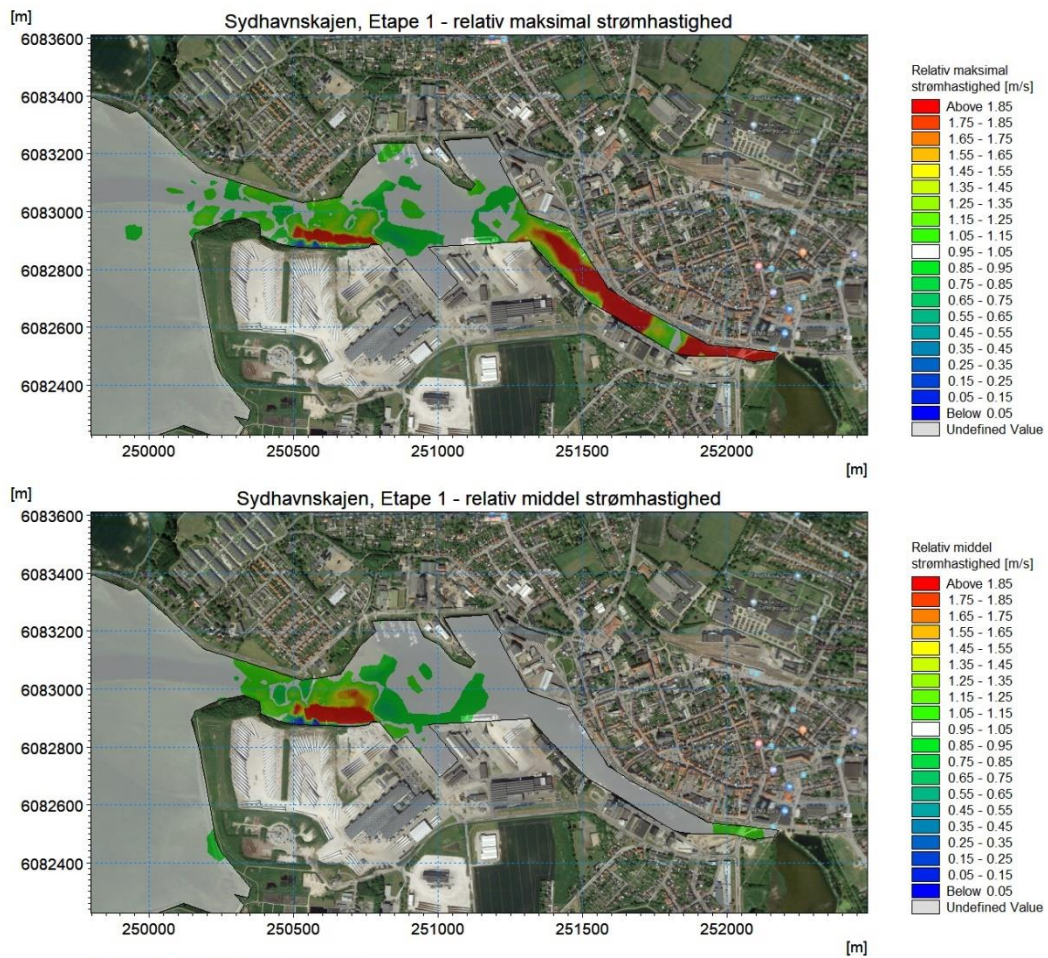
Ændrede strømforhold for maksimal og middel er præsenteret i Figur 3.6 og Figur 3.7. Et nærbillede af forholdene inde i Nakskov Havn er vist på Figur 3.8. Den samme effekt af udretning af sejlrendens forløb ses i selve fjorden (da dette arbejde er antaget udført i modelleringen), samtidig med en effekt inde i selve havnen. Ved at etablere Sydhavnskajen må der påtænkes en lille blokering af strømmingen ind i bunden af Nakskov Havn, men denne effekt må antages at have minimal indflydelse på de overordnede strømforhold og mere være på et teoretisk plan. Blokeringen kan ses ved en relativ forøgelse af strømmen lige omkring den nye kajstrækning.



Figur 3.6: Strømforhold efter etablering af Sydhavnskaj, Etape 1, som statistisk maksimum (øverst) og relative ændring ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.



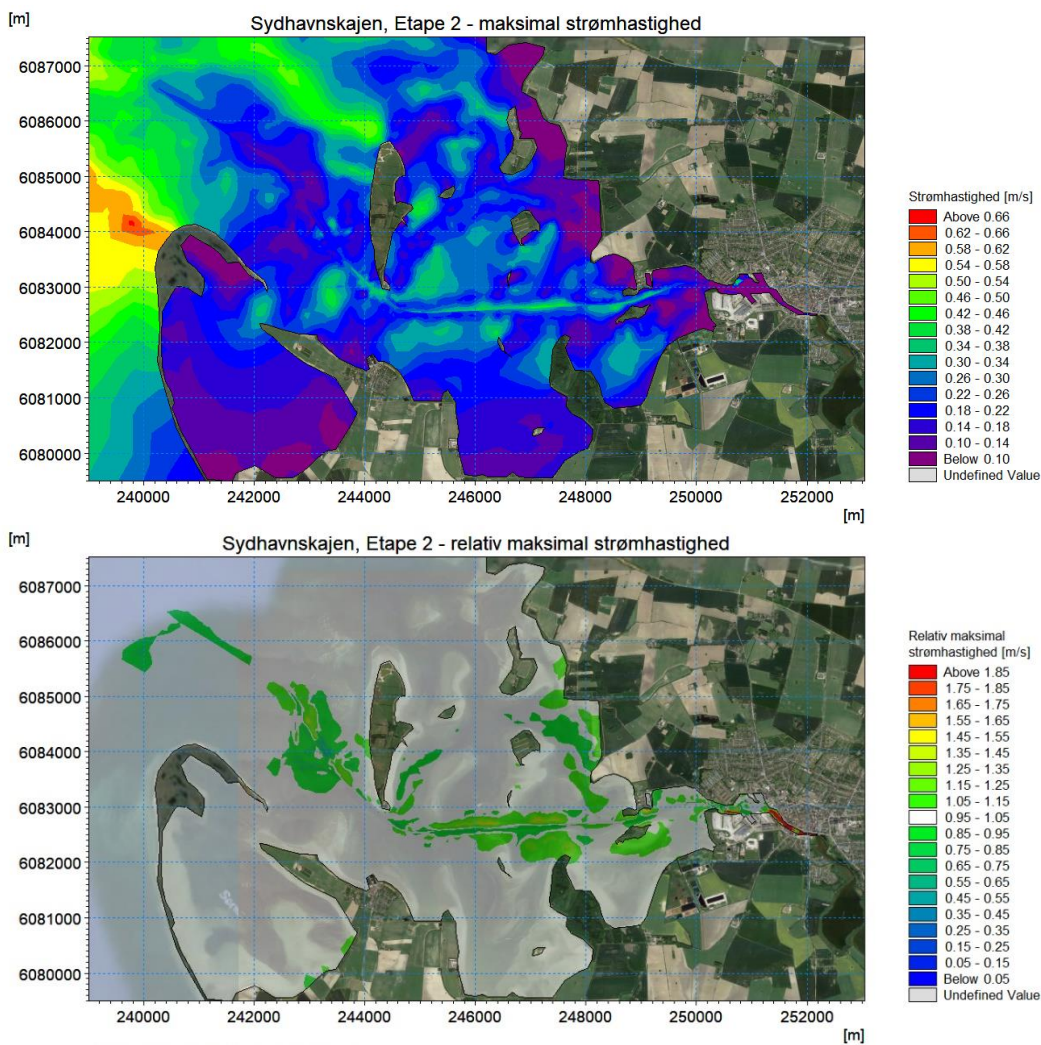
Figur 3.7: Strømforhold efter etablering af Sydhavnskaj, Etape 1, som statistisk middel (øverst) og relative ændring ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.



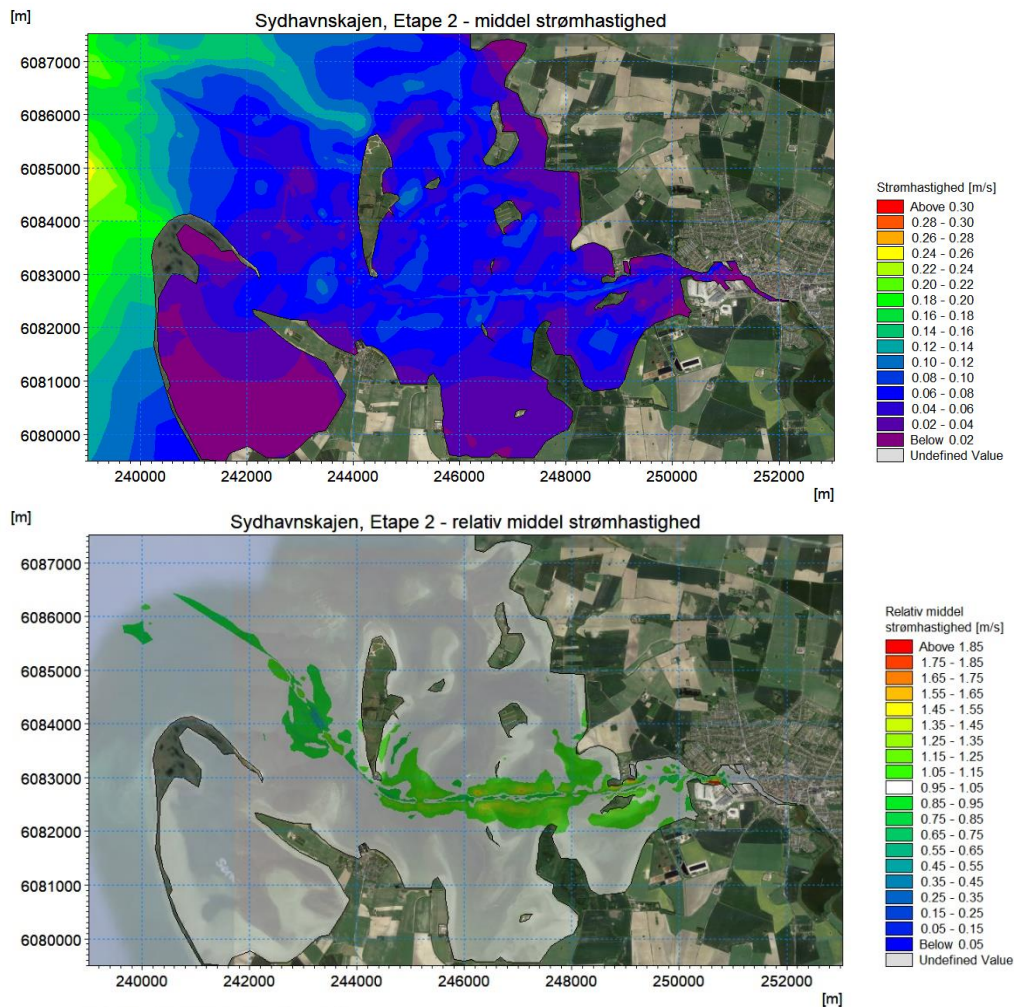
Figur 3.8: Strømforskel efter etablering af Sydhavnskaj, Etape 1, inde i Naksøvn Havn som relative ændring af statistisk maksimum (øverst) og middel (nederst) ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.

3.1.5 Sydhavnskaj, Etape 2

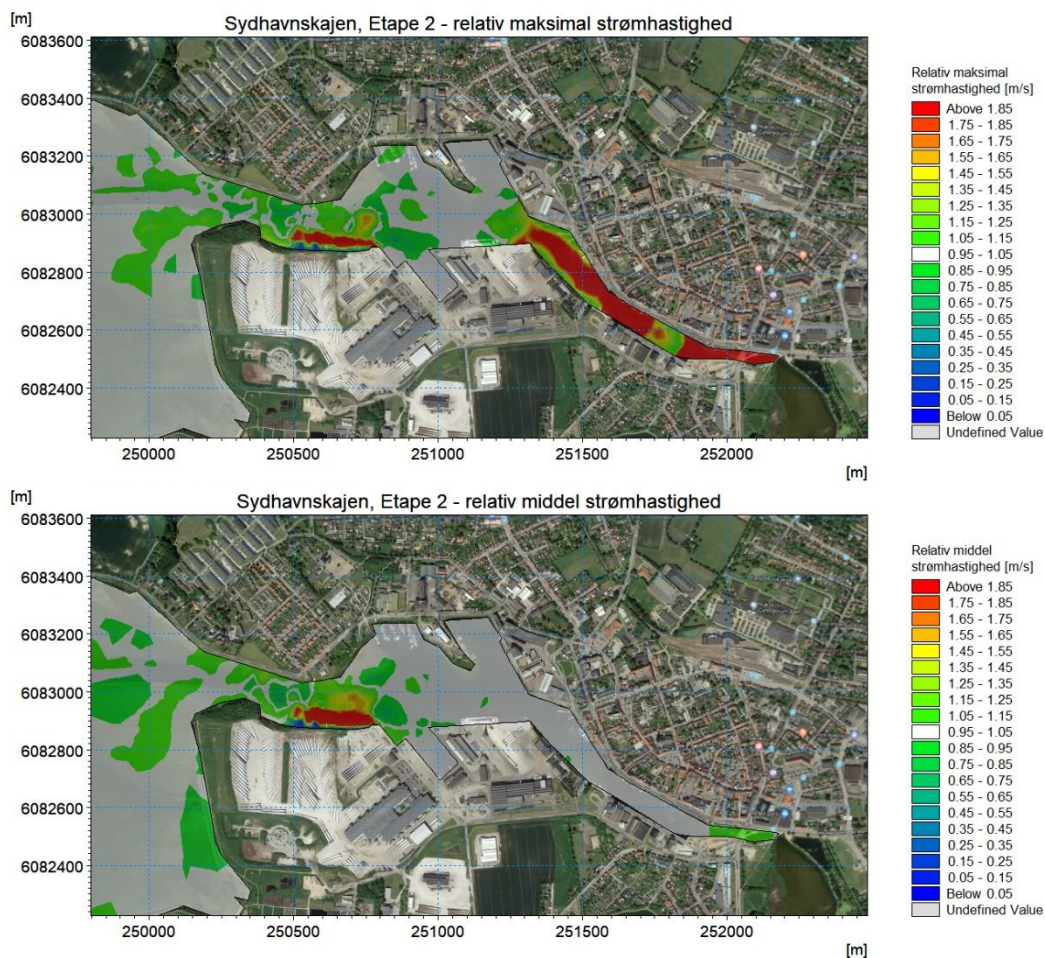
Ændrede strømforhold for maksimal og middel er præsenteret i Figur 3.9 og Figur 3.10. Et nærbillede af forholdene inde i Nakskov Havn er vist på Figur 3.11. Indflydelsen af Sydhavnskajen på strømforholdene for Etape 2 er lig dem for Etape 1 inde i havnen.



Figur 3.9: Strømforhold efter etablering af Sydhavnskaj, Etape 2, som statistisk maksimum (øverst) og relative ændring ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.



Figur 3.10: Strømforskel efter etablering af Sydhavnskaj, Etape 2, som statistisk middel (øverst) og relative ændring ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.



Figur 3.11: Strømforskel efter etablering af Sydhavnskaj, Etape 2, inde i Nakskov Havn som relative ændring af statistisk maksimum (øverst) og middel (nederst) ift. eksisterende forhold (nederst, 1 = ingen ændring). Hvid indikerer under 5% ændring.

3.2 Sedimentspredning

Sedimentspredningens indflydelse er vist på samme vis som for strømforholdene i de følgende afsnit. For at belyse indflydelsen på miljøet er der anvendt en række modeltekniske parametre, som beskrives i det følgende:

- Suspenderet stof koncentration (engelsk "Suspended sediment concentration", forkortet SSC): Total mængde af materiale suspenderet i vandsøjlen, således ikke aflejret endnu. Koncentrationen angives som mg/L. Nogle særlige kritiske niveauer er anvendt på hhv. 2, 10 og 15 mg/L.
- Aflejret materiale (engelsk "total net deposited"): Total mængde af materiale som er aflejret, således ikke suspenderet mere. Allerede aflejret materiale kan løsrives og suspenderes igen alt efter strømforhold (kritisk bundspænding). Mængden angives i g/m², som baseret på en sedimentrumvægt på 180 kg/m³ kan omregnes til lagtykkelse ved forholdet 180 g/m² : 1 mm.
- Overskridelsesdage: Den summerede tid (i antal dage) hvor et givent niveau af SSC er overskredet. Hvert modeltidsskridt (1 time) opsummeres i hvert modelpunkt såfremt niveauet er overskredet og antallet af dage kan således være fordelt på flere hændelser af kortere varighed, f.eks. ved omskiftelige strømretninger i Langelandsbæltet.

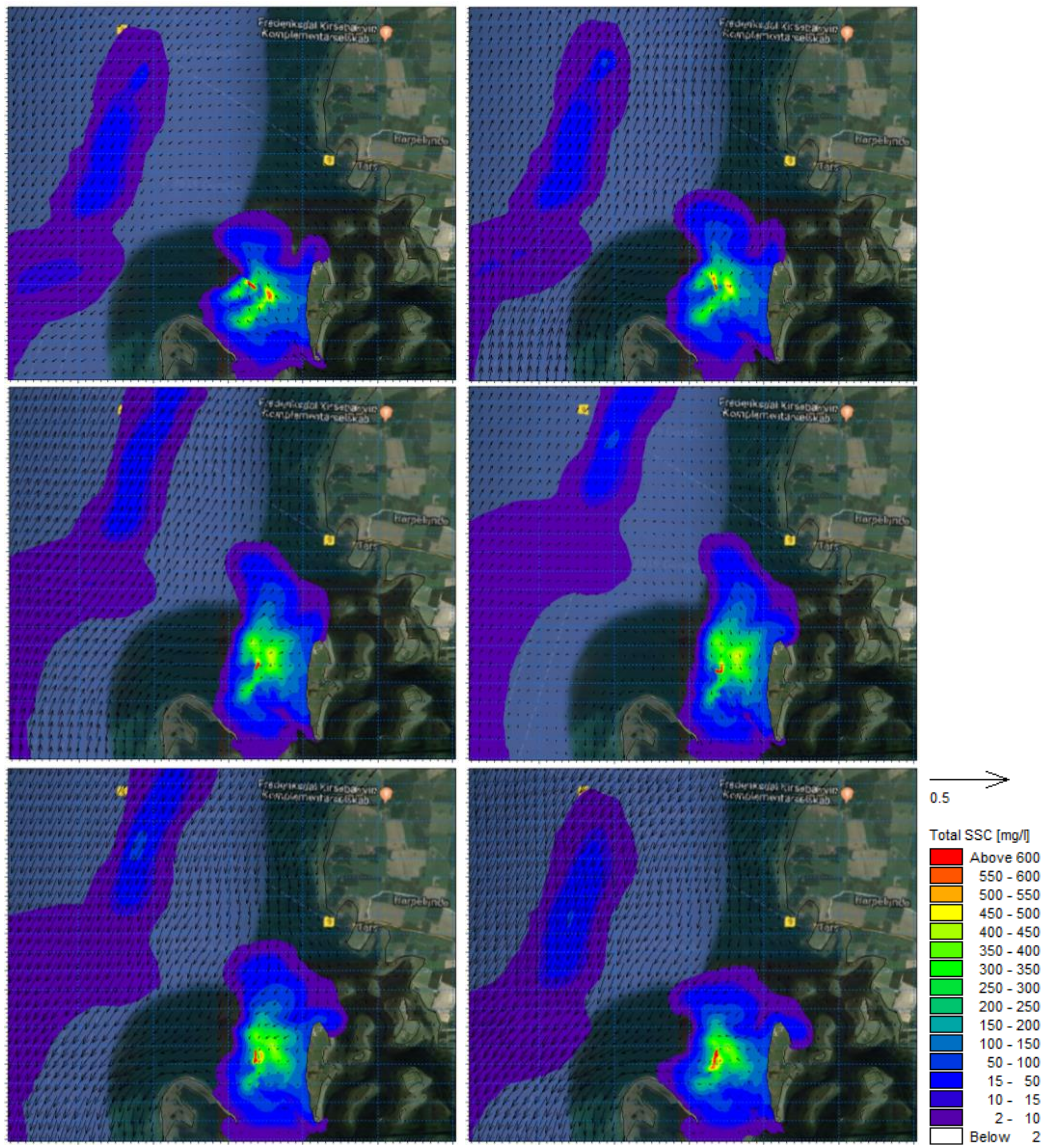
3.2.1 Uddybning af sejlrende, Etape 1

Udviklingen i SSC ved uddybning af sejlrenden midt i fjorden er vist på Figur 3.12, hvor det almindelige fænomen med skiftende strømretning i Langelandsbæltet er vist for en periode på 10 timer. Strømmen vender i perioden 2 gange. Resultatet af dette er at det spildte materiale bevæger sig kortvarigt i én retning, hvorefter sedimentfanen bevæger sig tilbage henover sedimentkilden og herved bliver forstærket med yderligere sediment. Den resulterende sedimentfane vil herefter sprede sig primært med strømmen og sekundært ved diffusion. Påvirkningen med relativt høje koncentrationer kan således brede sig, men vare i kort tid. Statistisk maksimum af SSC af minimum 1 times varighed er vist på Figur 3.13, som viser denne effekt, da det fine materiale har en lav faldhastighed og kan således være suspenderet i længere tid. Det bemærkes at dette er en konservativ antagelse, da ikke alt spildt materiale vil være finstof.

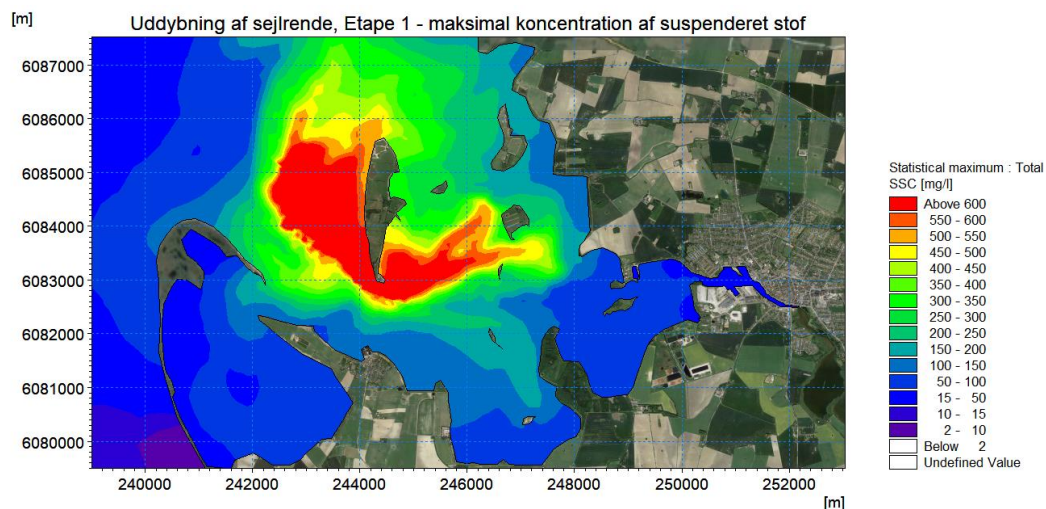
Aflejret materiale er vist på Figur 3.14, hvor det ses at materialet hovedsageligt aflejrer sig lokalt ved punktkilderne. Det materiale der bevæger sig længere væk fra kilden vil også aflejres, men i så små mængder, at det ikke kan opløses ved modelleringen. Så snart materialet forlader de milde strømforhold i fjorden vil det fanges af strømmen i Langelandsbæltet og transporteres væk med strømmen og antageligvis aflejres på dybt vand, da det fine materiale ikke kan bibeholdes på kysterne.

Dage med overskridelse er vist på Figur 3.15. Det ses at grænseværdierne er overskredet for hele fjorden i et vist omfang. Bemærk at uddybningsarbejdet varer 80 dage.

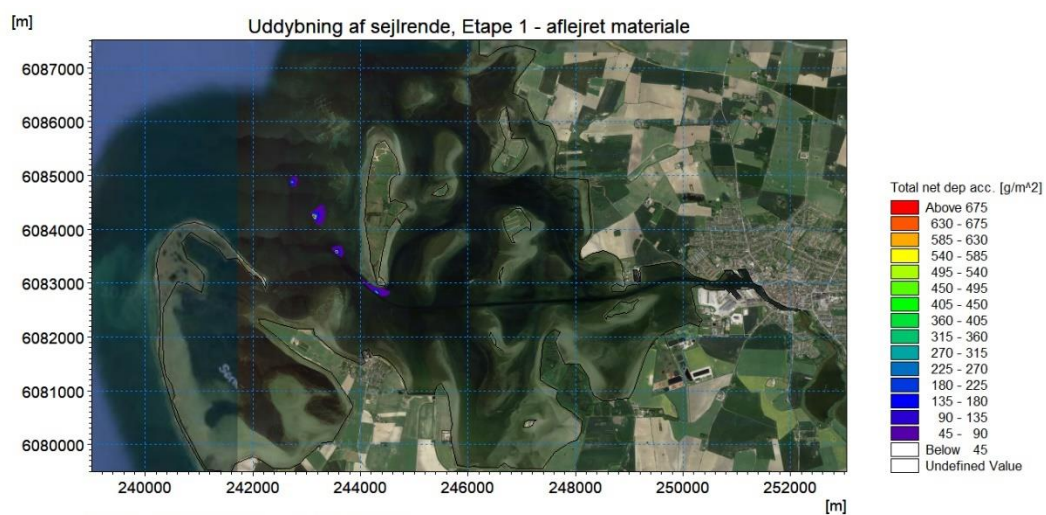
Indflydelsen for et større område er vist på Figur 3.16 til Figur 3.18.



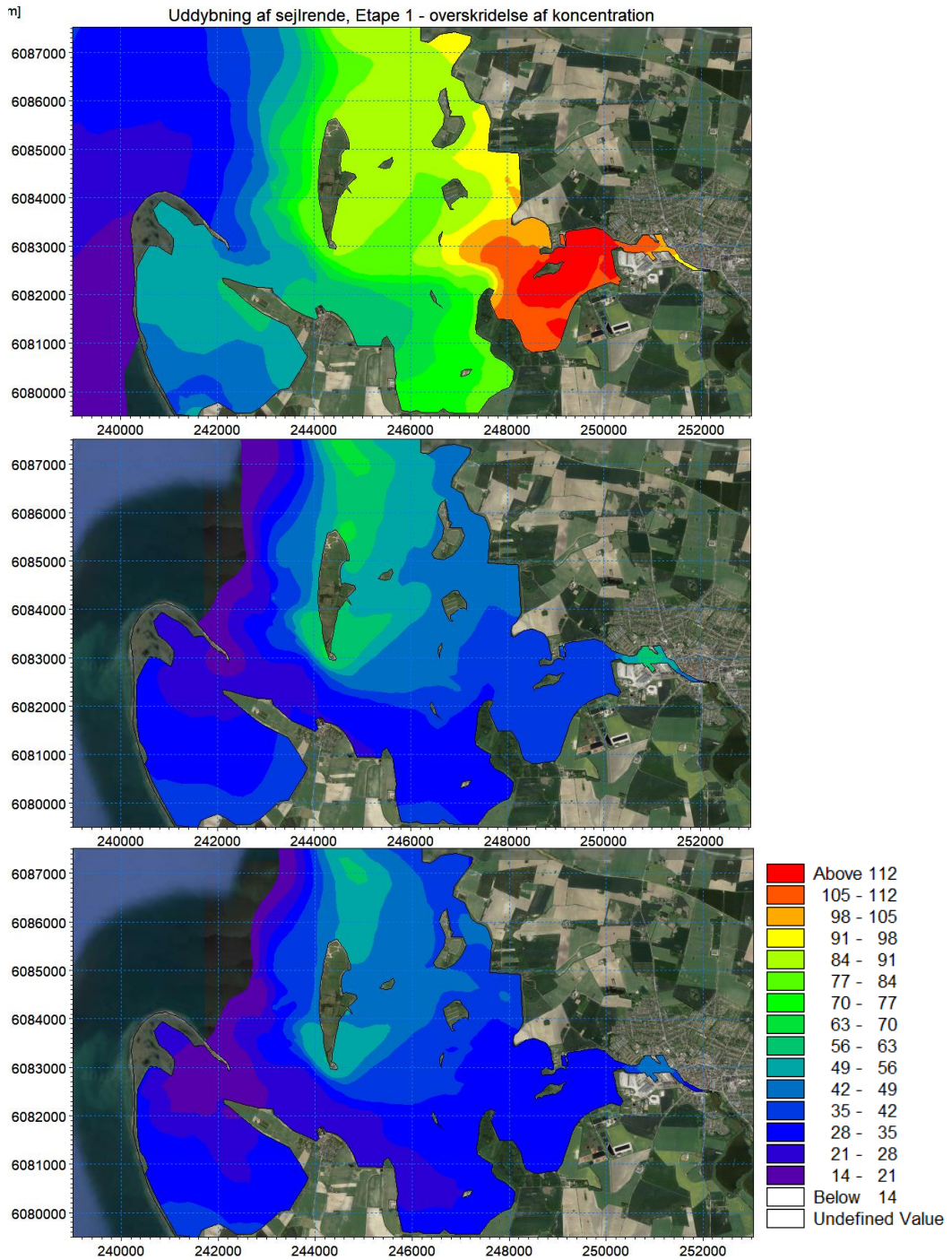
Figur 3.12: Udvikling i suspenderet stof koncentration ved uddybning af sejlrunden og klappning, Etape 1. Efter 3 døgn med 2 timers mellemrum. Pilene indikerer strømhastighed i m/s.



Figur 3.13: Statistisk maksimum af suspenderet stof koncentration for minimum 1 time.

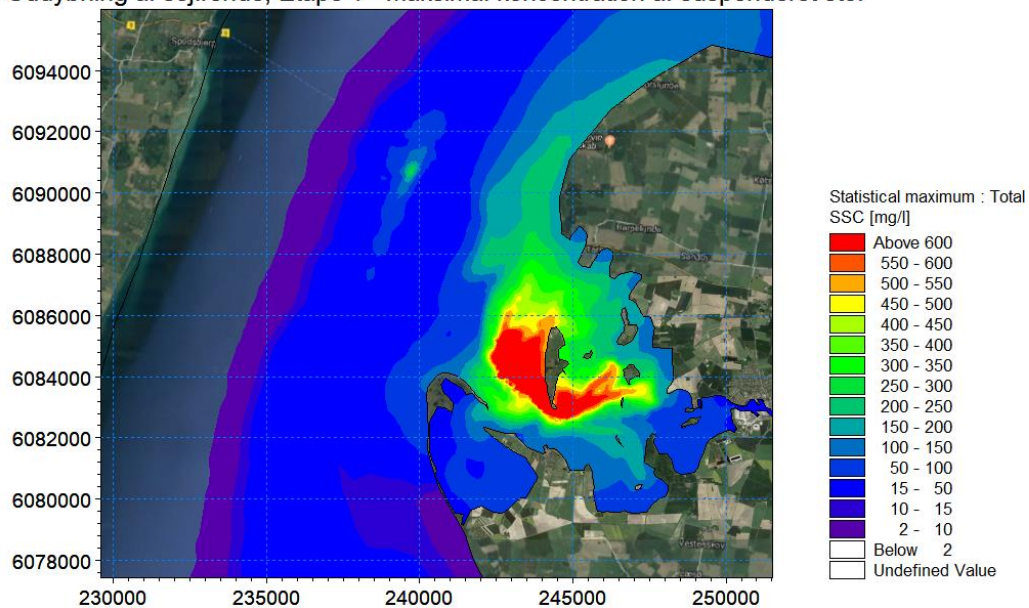


Figur 3.14: Aflejret materiale efter uddybning. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale.



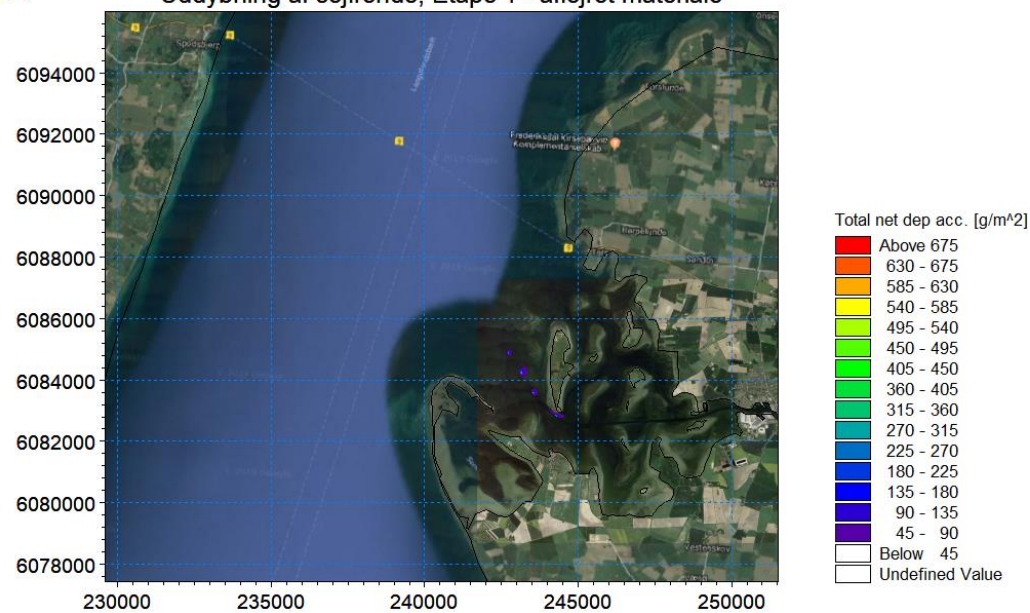
Figur 3.15: Summerede antal dage over koncentrationer på 2, 10 og 15 mg/L hhv. fra øverst mod nederst. Bemærk at dette ikke nødvendigvis er sammenhængende dage.

Uddybning af sejltrede, Etape 1 - maksimal koncentration af suspenderet stof

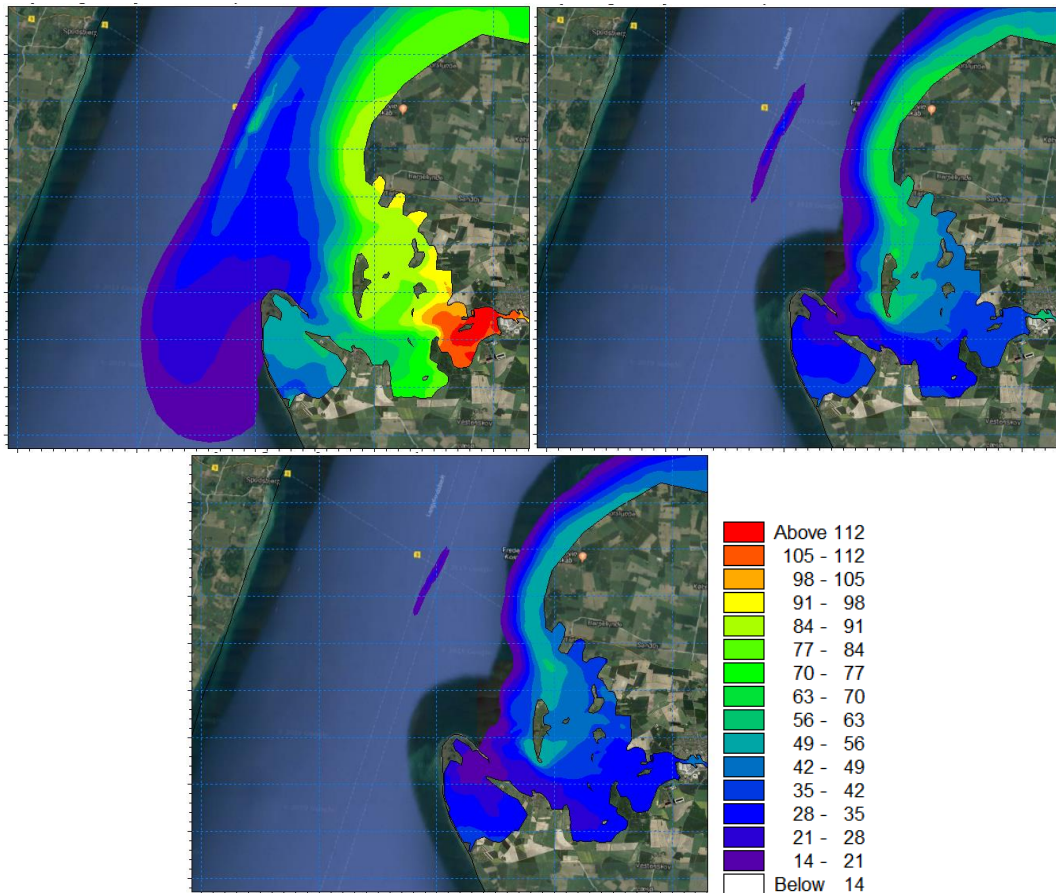


Figur 3.16: Statistisk maksimum af suspenderet stof koncentration for minimum 1 time, udenfor fjorden.

Uddybning af sejltrede, Etape 1 - aflejret materiale



Figur 3.17: Aflejret materiale efter uddybning. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale, udenfor fjorden.



Figur 3.18: Summerede antal dage over koncentrationer på 2, 10 og 15 mg/L hhv. fra øverst mod nederst, udenfor fjorden. Bemærk at dette ikke nødvendigvis er sammenhænge dage.

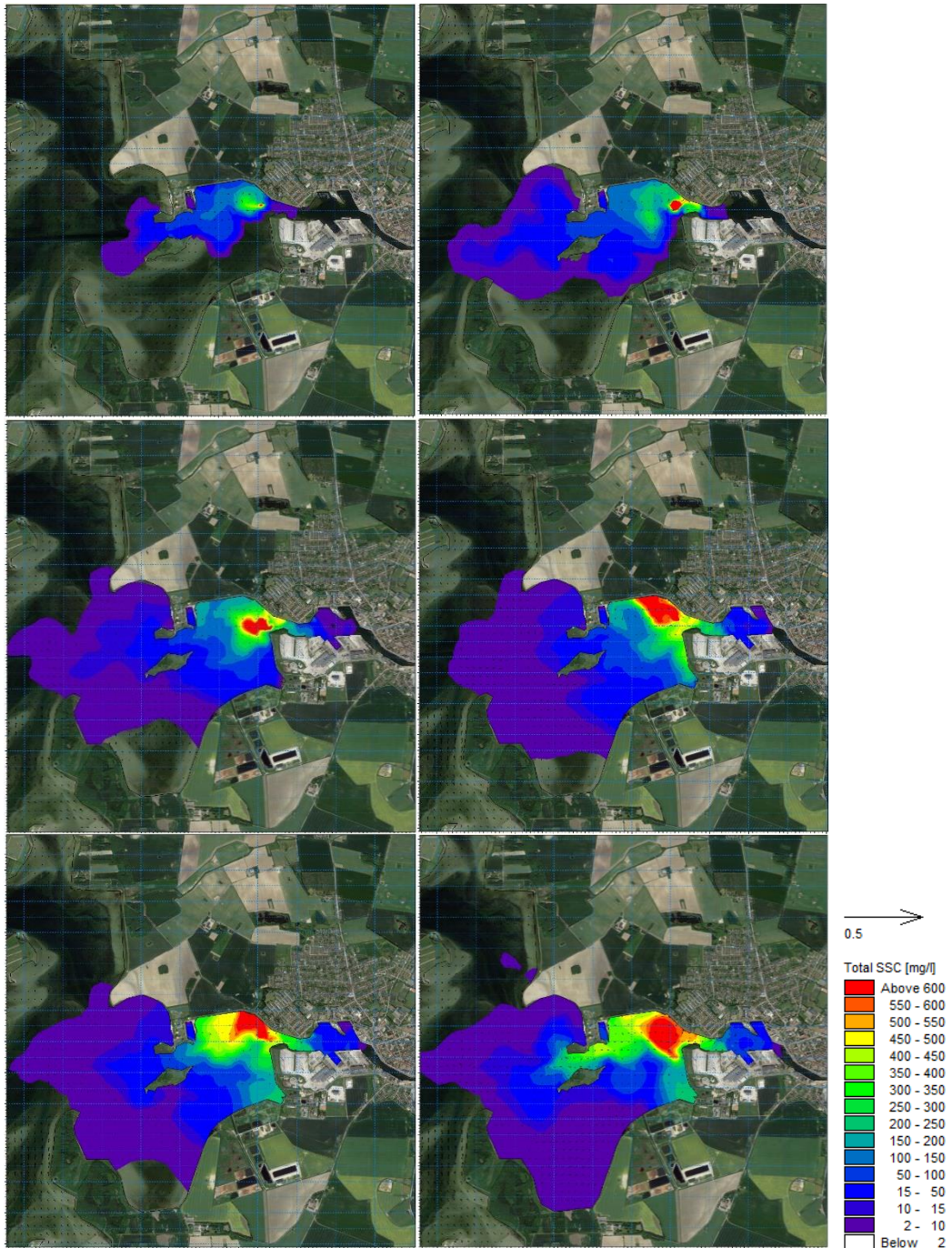
3.2.2 Uddybning af sejlrende, Etape 2

Udviklingen i SSC ved uddybning af sejlrenden tæt ved indsejlingen till Nakskov Havn er vist på Figur 3.19. Her er strømforholdene endnu mildere end midt i fjorden og det ses derfor at det spildte materiale spredes sig i højere grad på grund af diffusion og turbulens, hvorfor spildmaterialet bevæger sig ind i selve havnen og forbliver der indtil det enten aflejrer eller bliver transporteret ud ved overgangen fra højvande til lavvande. Det materiale der bevæger sig ud i selve fjorden vil blive fanget af de stigende strømforhold og transporteres således væk på samme måde som spild tabt i selve fjorden. Den maksimale SSC, se Figur 3.20, er således også at se udenfor fjorden, ligesom uddybning for Etape 1.

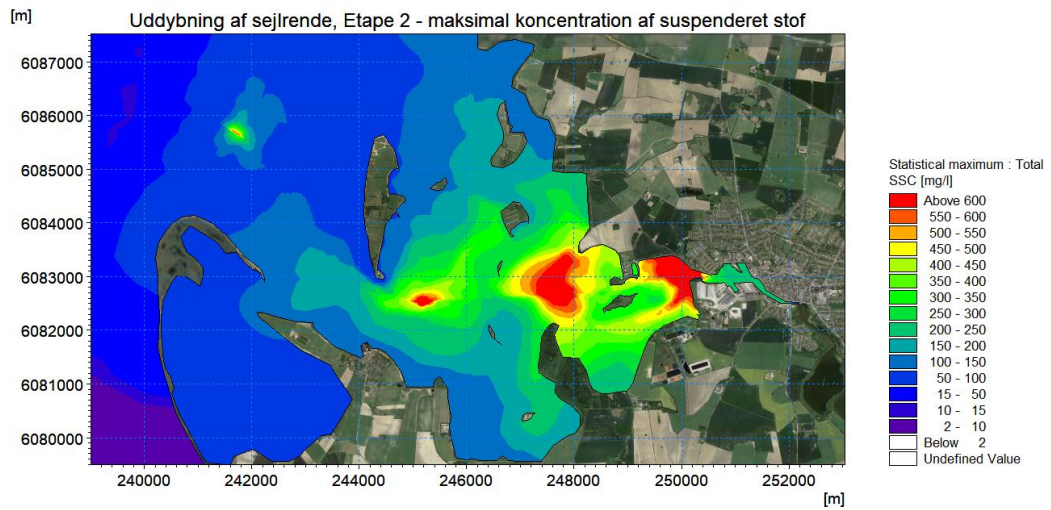
Aflejret materiale er vist på Figur 3.21, hvor det ses at materialet hovedsageligt aflejrer sig lokalt ved punktkilderne, men i højere grad inde i bunden af fjorden og inde i Nakskov Havn. Samme sediment aflejningsmønster som for Etape 1 må forventes, men i mindre grad.

Dage med overskridelse er vist på Figur 3.21. Det ses at grænseværdierne er overskredet i flere dage end for Etape 1, da materialet ikke transporteres væk under de svage strømforhold eller er længere om at nå ud til Langelandsbæltet. Bemærk at uddybningsarbejdet varer 175 dage, hvilket er længere end for Etape 1.

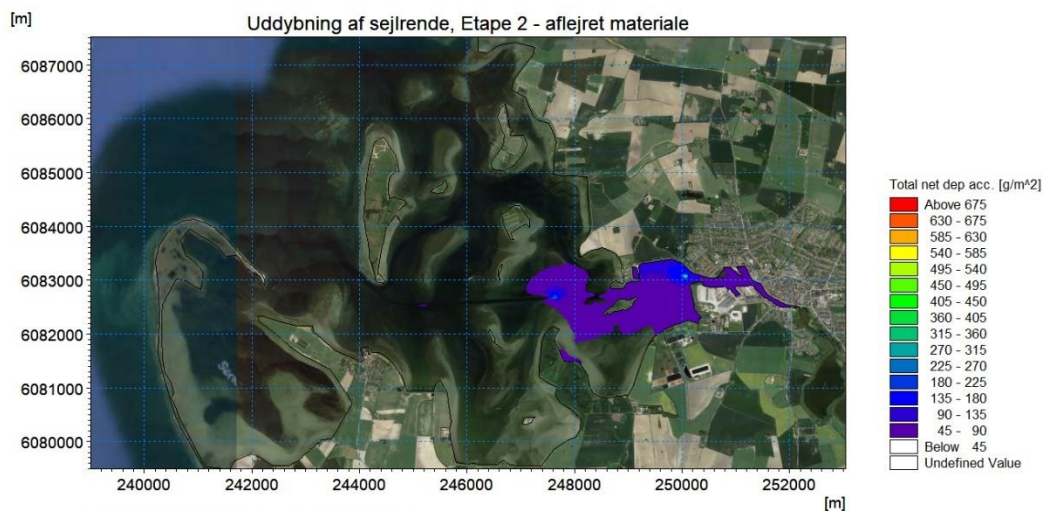
Indflydelsen for et større område er vist på Figur 3.23 til Figur 3.25.



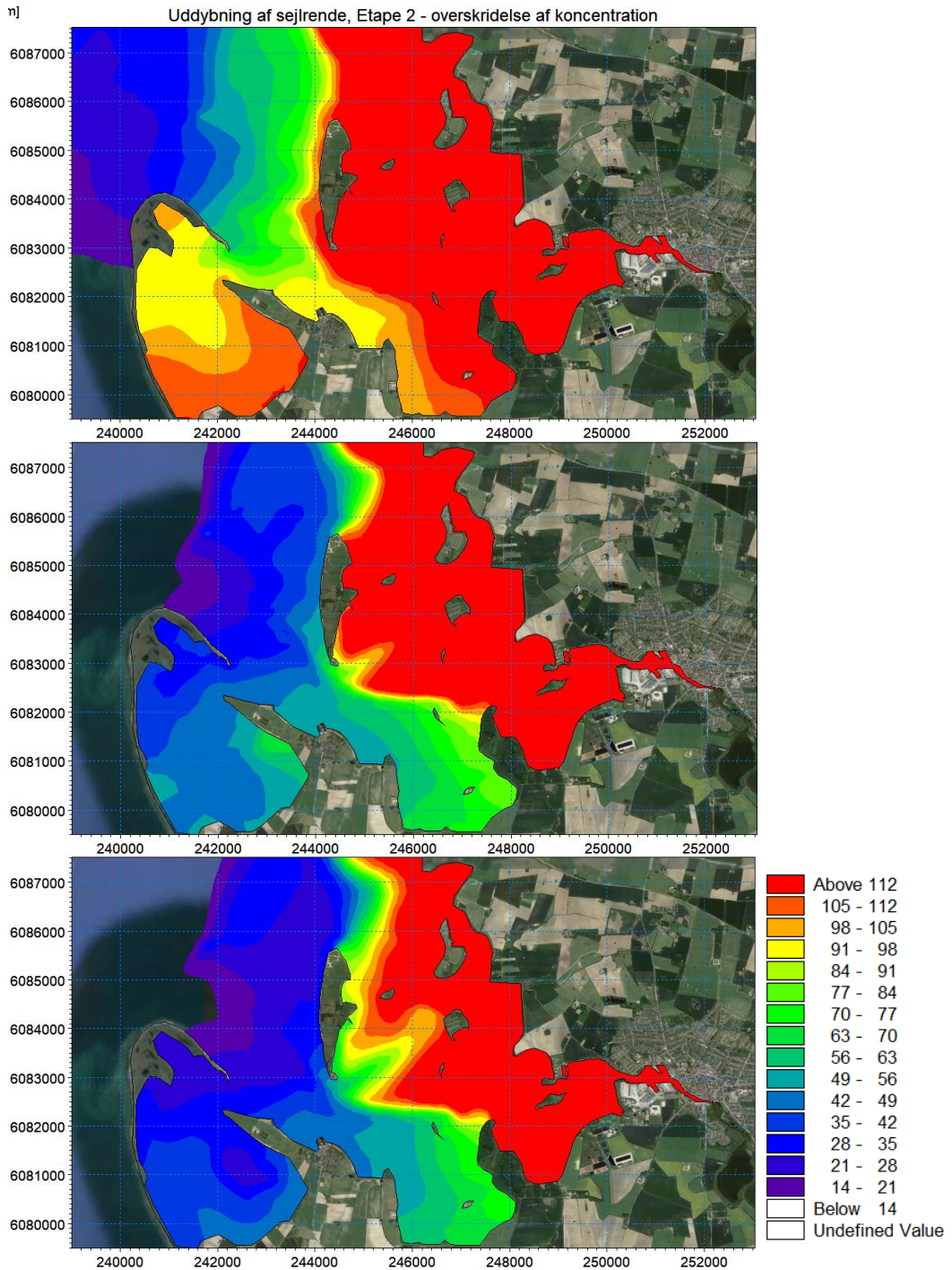
Figur 3.19: Udvikling i suspenderet stof koncentration ved uddybning af sejlrenden, Etape 2. Ved arbejdets start med 24 timers mellemrum. Pilene indikerer strømhastighed i m/s.



Figur 3.20: Statistisk maksimum af suspenderet stof koncentration for minimum 1 time.

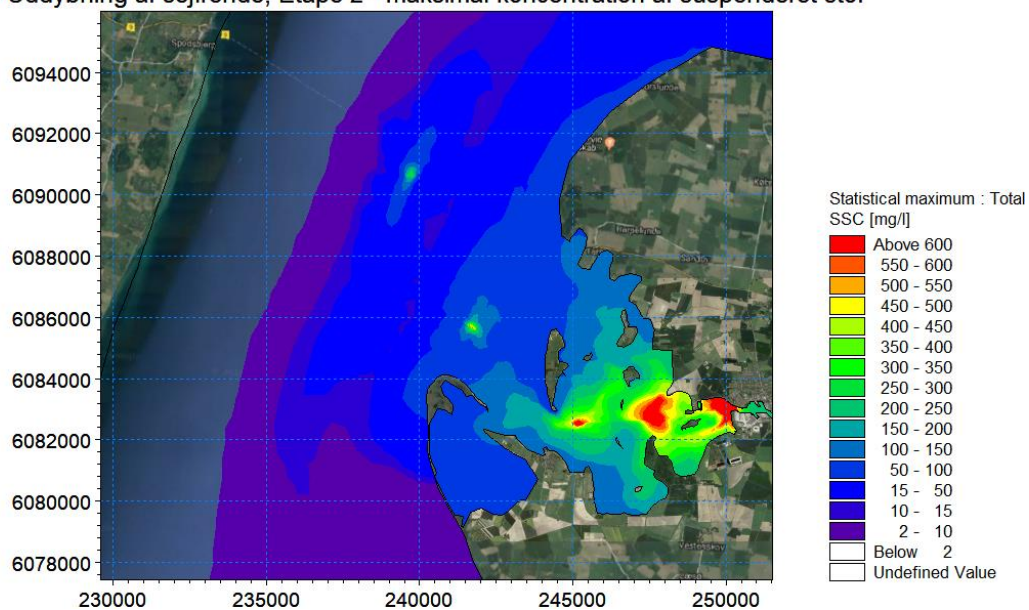


Figur 3.21: Aflejret materiale efter uddybning. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale.



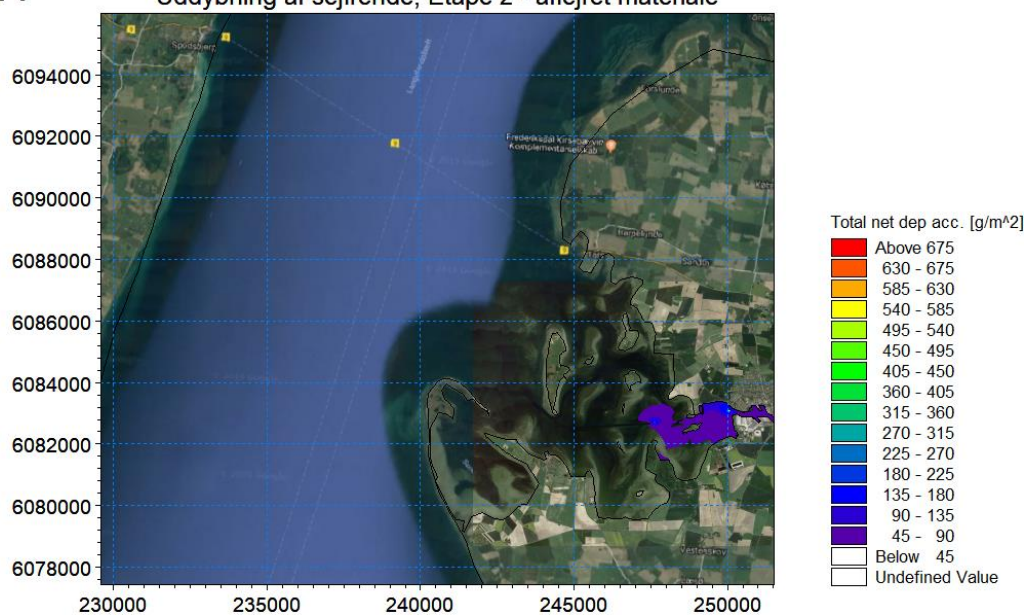
Figur 3.22: Summerede antal dage over koncentrationer på 2, 10 og 15 mg/L hhv. fra øverst mod nederst. Bemærk at dette ikke nødvendigvis er sammenhængende dage.

Uddybning af sejlrende, Etape 2 - maksimal koncentration af suspenderet stof

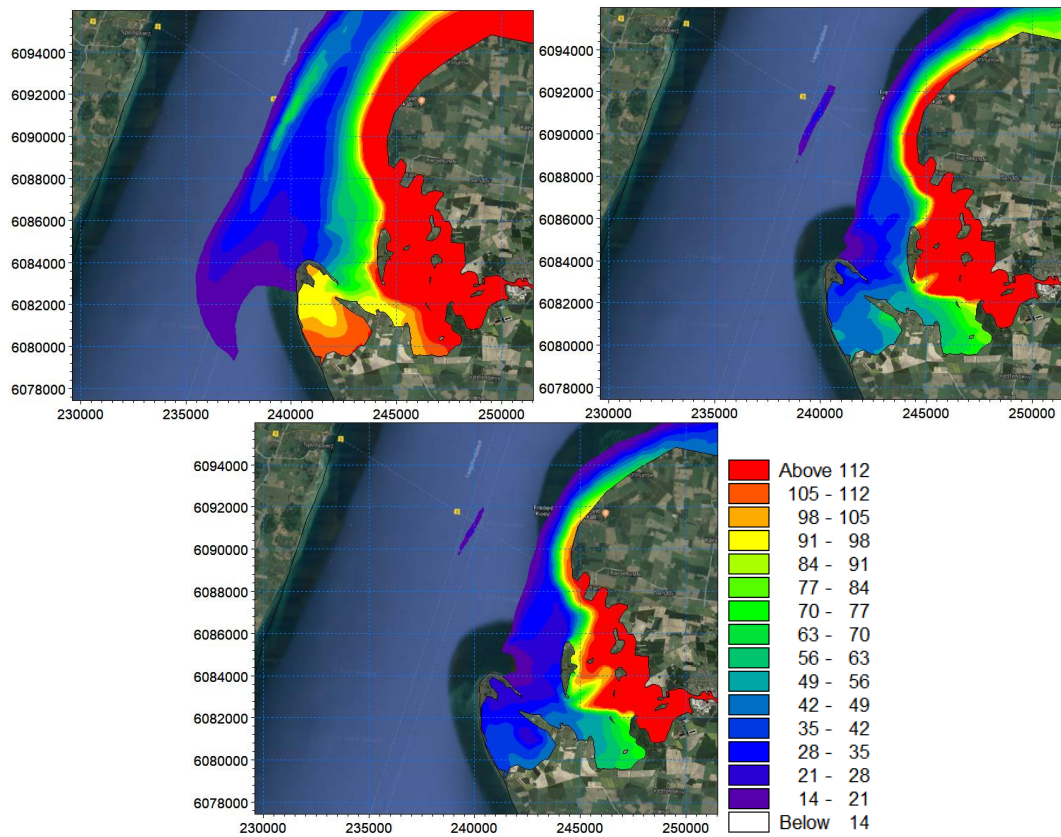


Figur 3.23: Statistisk maksimum af suspenderet stof koncentration for minimum 1 time, udenfor fjorden.

Uddybning af sejlrende, Etape 2 - aflejret materiale



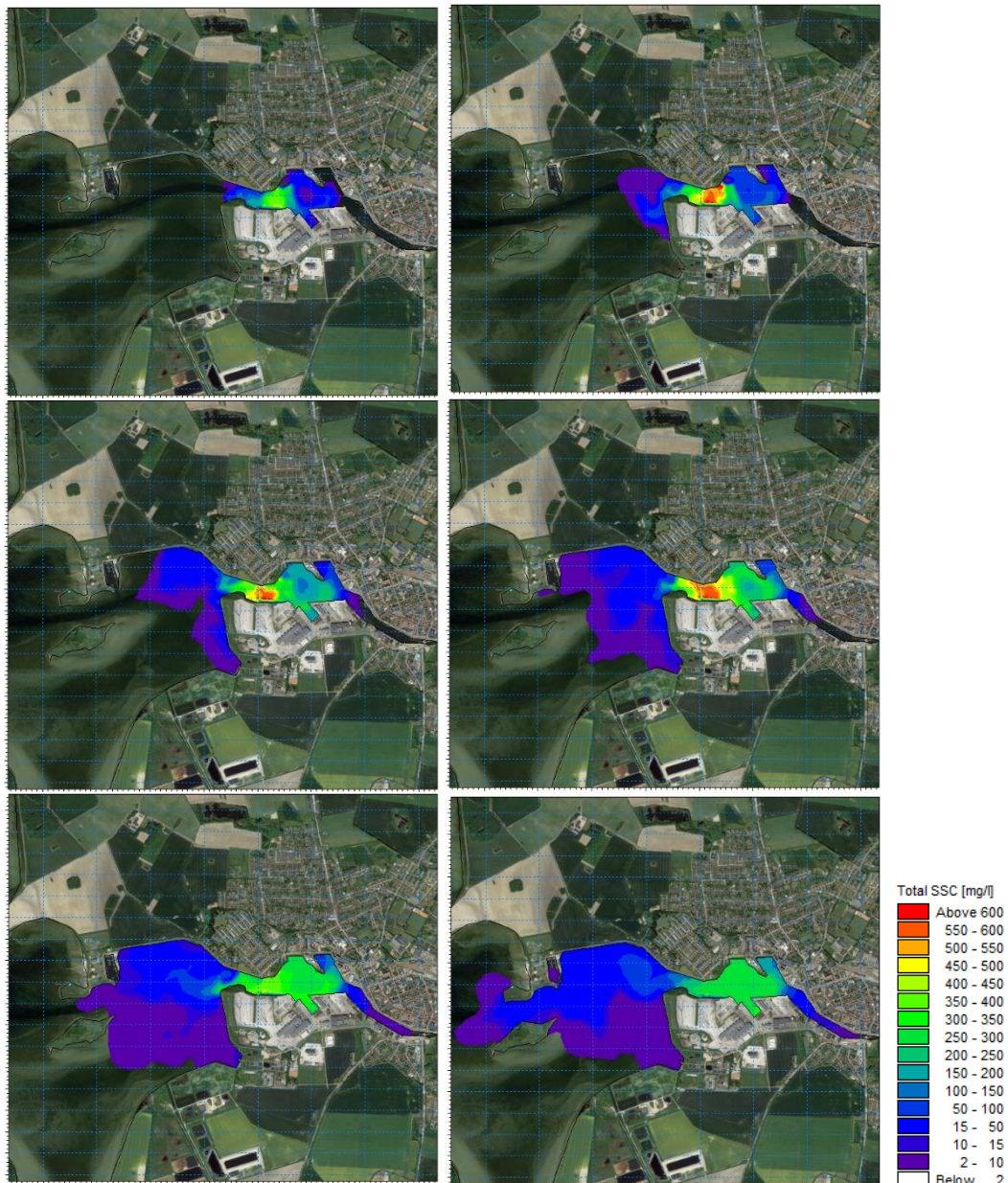
Figur 3.24: Aflejret materiale efter uddybning. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale, udenfor fjorden.



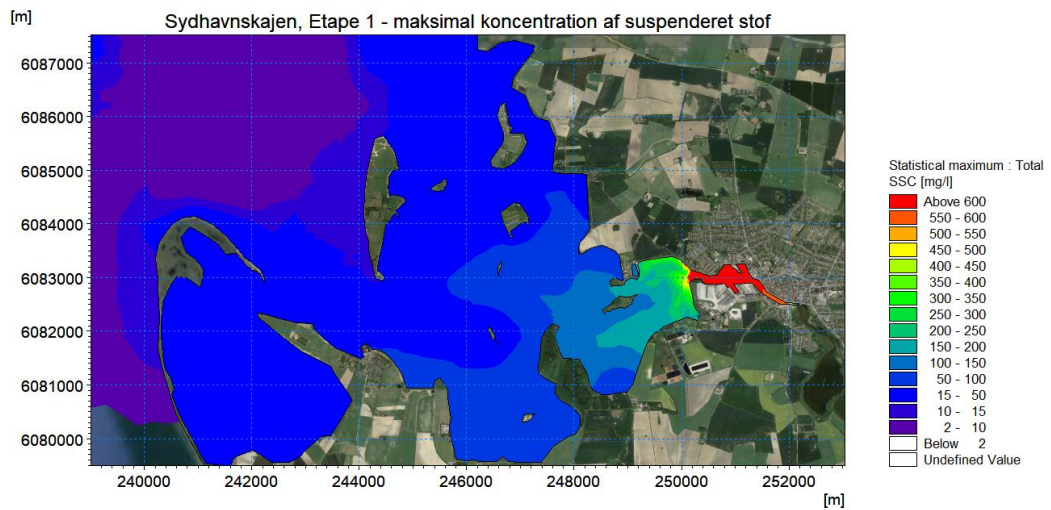
Figur 3.25: Summerede antal dage over koncentrationer på 2, 10 og 15 mg/L hhv. fra øverst mod nederst, udenfor fjorden. Bemærk at dette ikke nødvendigvis er sammenhænge dage.

3.2.3 Sydhavnskaj, Etape 1

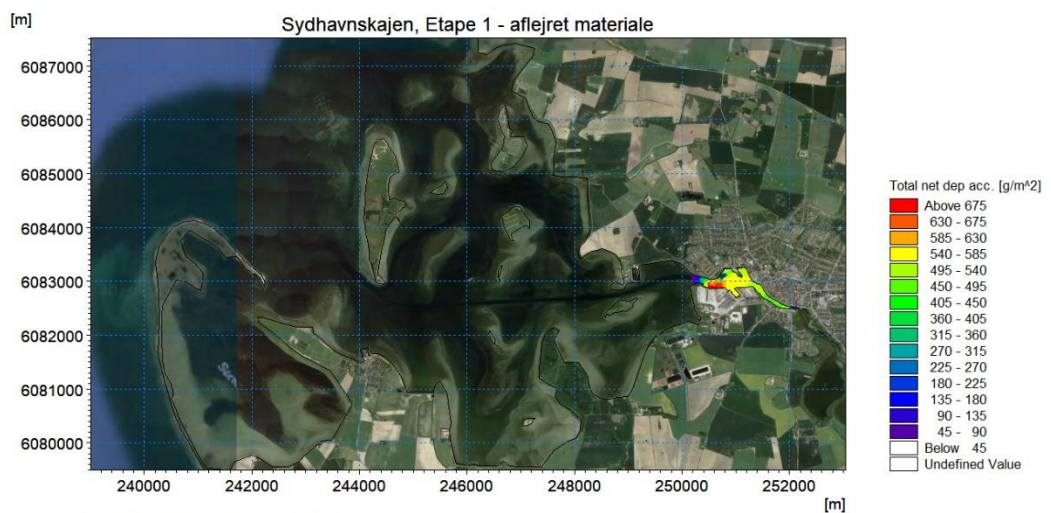
Udviklingen i SSC ved uddybning af nyt havnebassin er vist på Figur 3.26, som er meget lig det for uddybning af sejlrenden i bunden af fjorden ud for indsejlingen. Koncentrationen inde i selve havnen er dog højere, da sedimentet allerede er indenfor indsejlingen ved spildet. Det ses tydeligt af den maksimale SSC og aflejret materiale, se hhv. Figur 3.27 og Figur 3.28, at indsejlingen har en tilbageholdende effekt og spildet og aflejringen holdes derfor inde i selve havnen. Noget materiale slipper dog stadig ud af havnen, så det transporteres ud i fjorden og fortsat ud i Langelandsbæltet, da grænseværdierne er overskredet i en periode, men overskridelsen er begrænset som det ses af kortet med maksimal SSC. Som set tidligere medfører de milde strømforhold at størstedelen af sedimentet opholder sig i selve fjorden, snarere end at transporteres ud af fjorden.



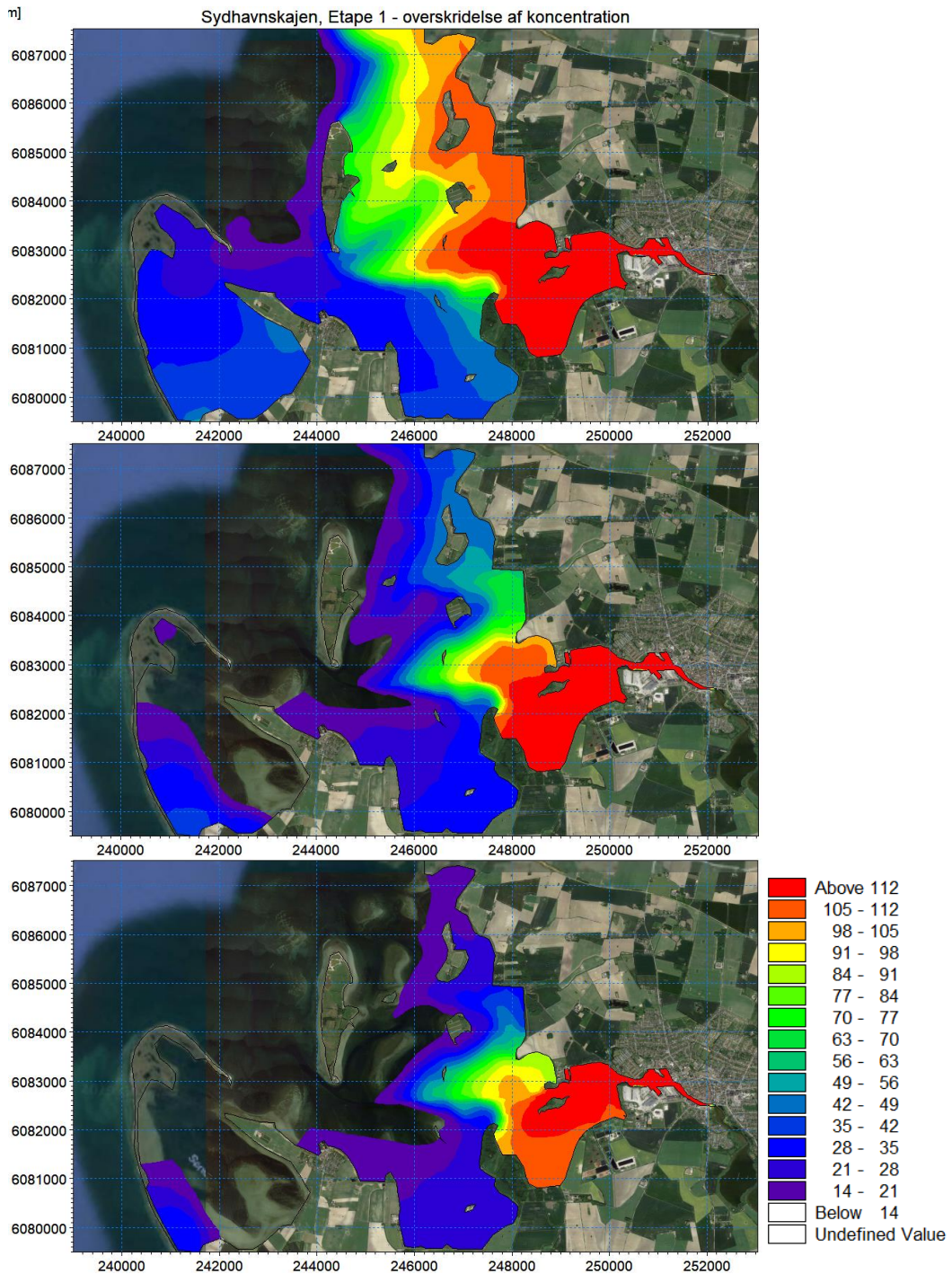
Figur 3.26: Udvikling i suspenderet stof koncentration ved uddybning til Sydhavnskajen, Etape 1. Ved arbejdets start med 24 timers mellemrum. Bemærk at der ikke uddybes i de sidste 2 døgn (weekend).



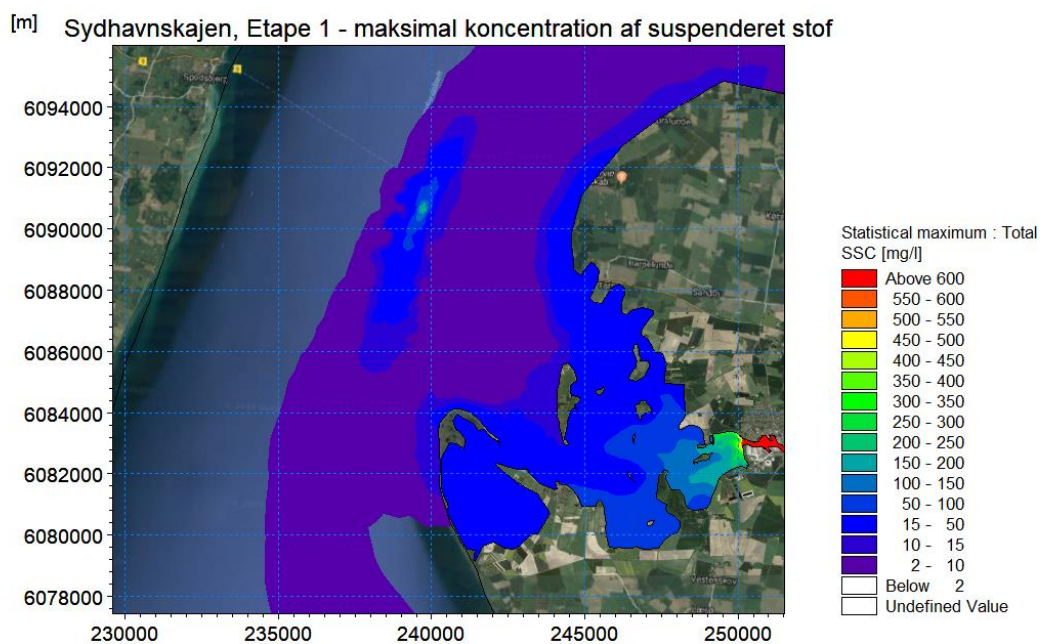
Figur 3.27: Statistisk maksimum af suspenderet stof koncentration for minimum 1 time.



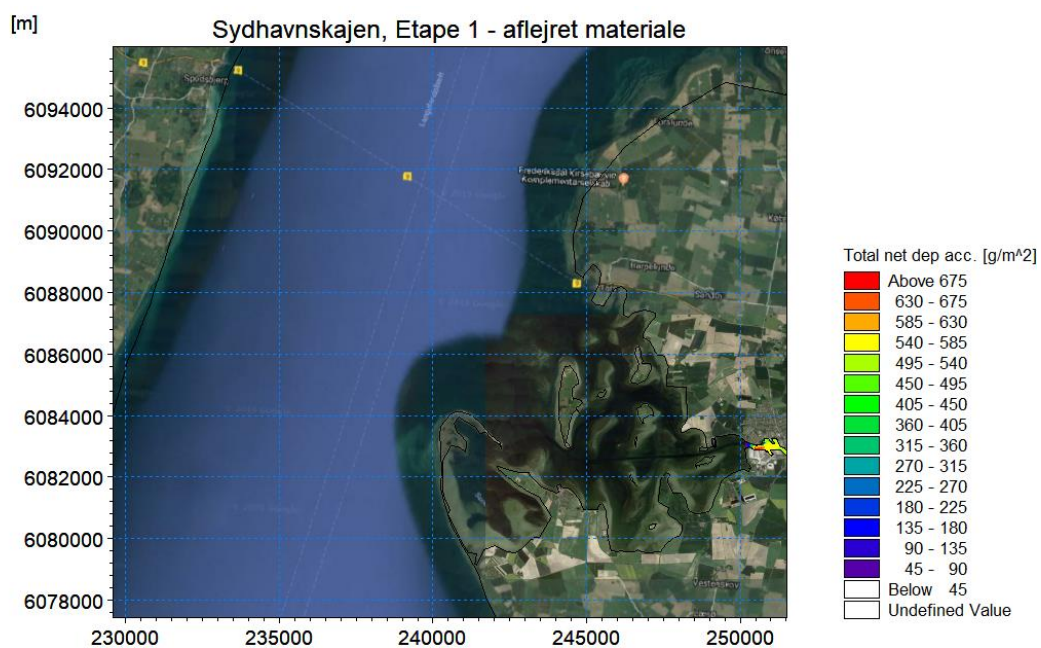
Figur 3.28: Aflejret materiale efter uddybning. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale.



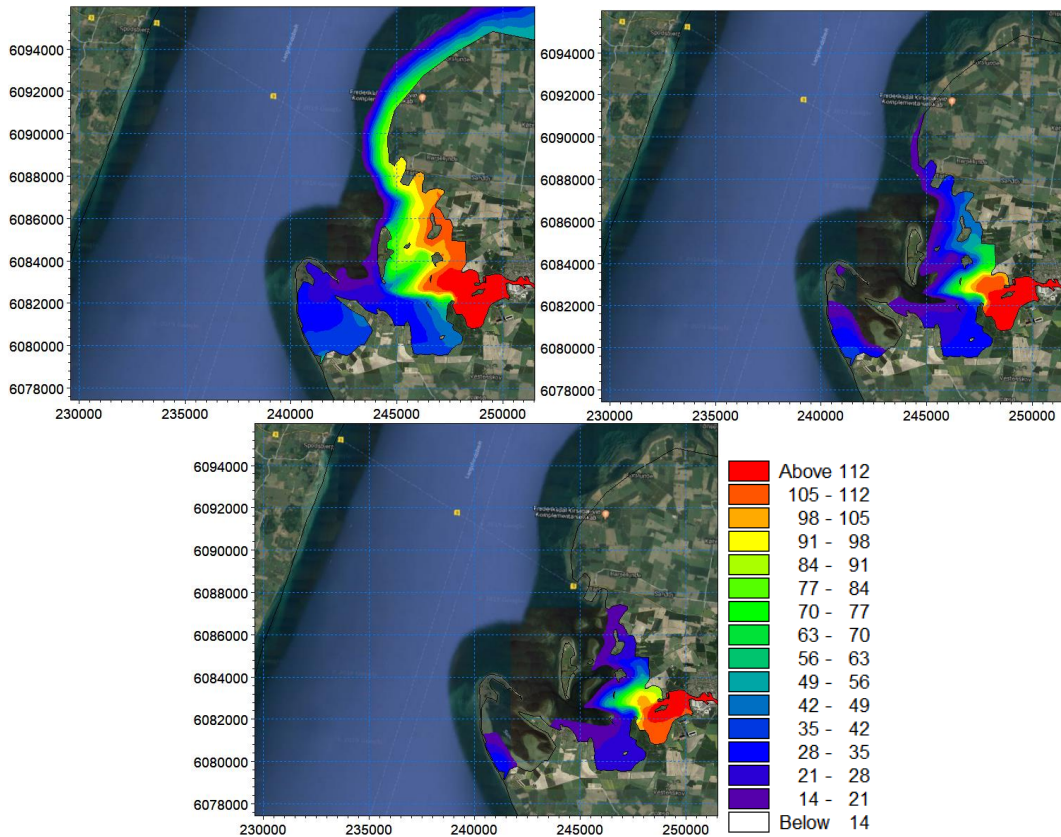
Figur 3.29: Summerede antal dage over koncentrationer på 2, 10 og 15 mg/L hhv. fra øverst mod nederst. Bemærk at dette ikke nødvendigvis er sammenhængende dage.



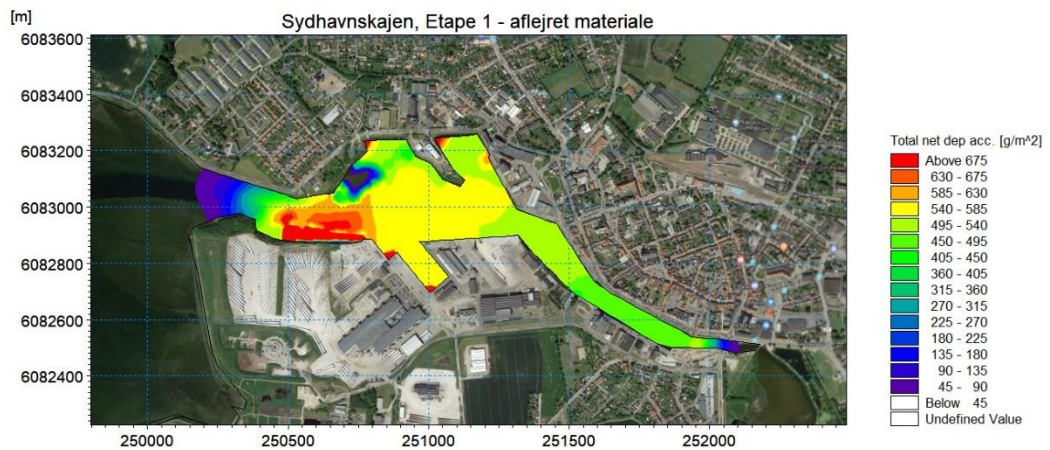
Figur 3.30: Statistisk maksimum af suspenderet stof koncentration for minimum 1 time, udenfor fjorden.



Figur 3.31: Aflejret materiale efter uddybning. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale, udenfor fjorden.



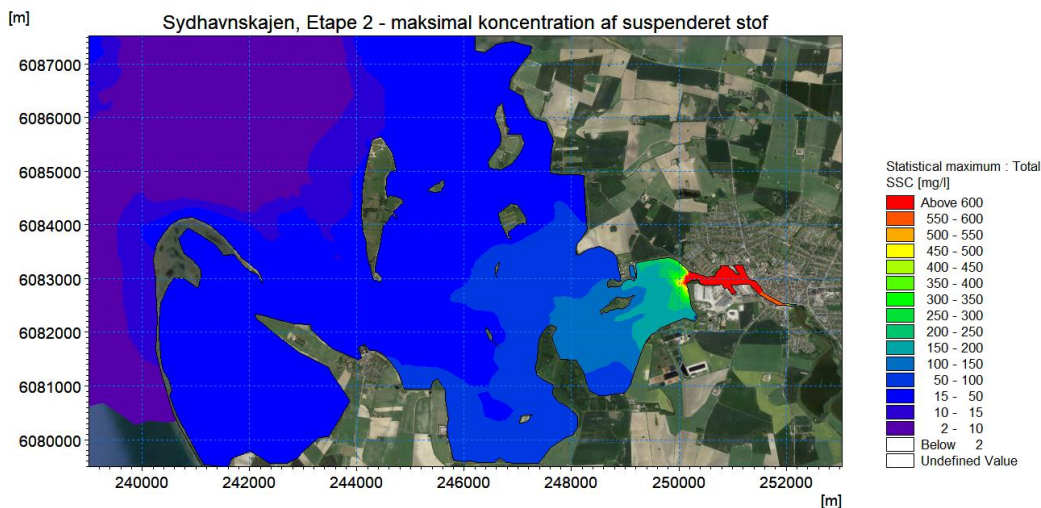
Figur 3.32: Summerede antal dage over koncentrationer på 2, 10 og 15 mg/L hhv. fra øverst mod nederst, udenfor fjorden. Bemærk at dette ikke nødvendigvis er sammenhængende dage.



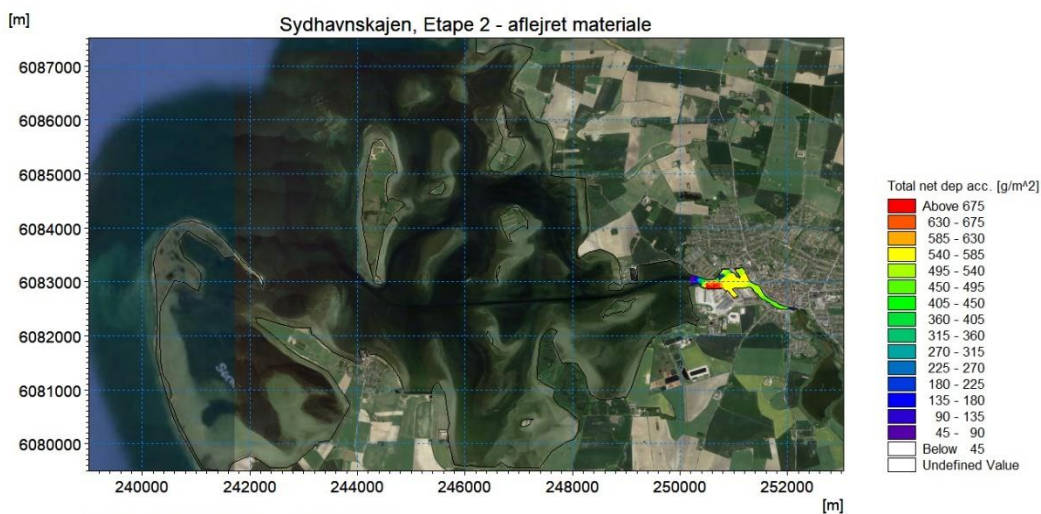
Figur 3.33: Aflejret materiale efter uddybning, inde i Nakskov Havn. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale.

3.2.4 Sydhavnskaj, Etape 2

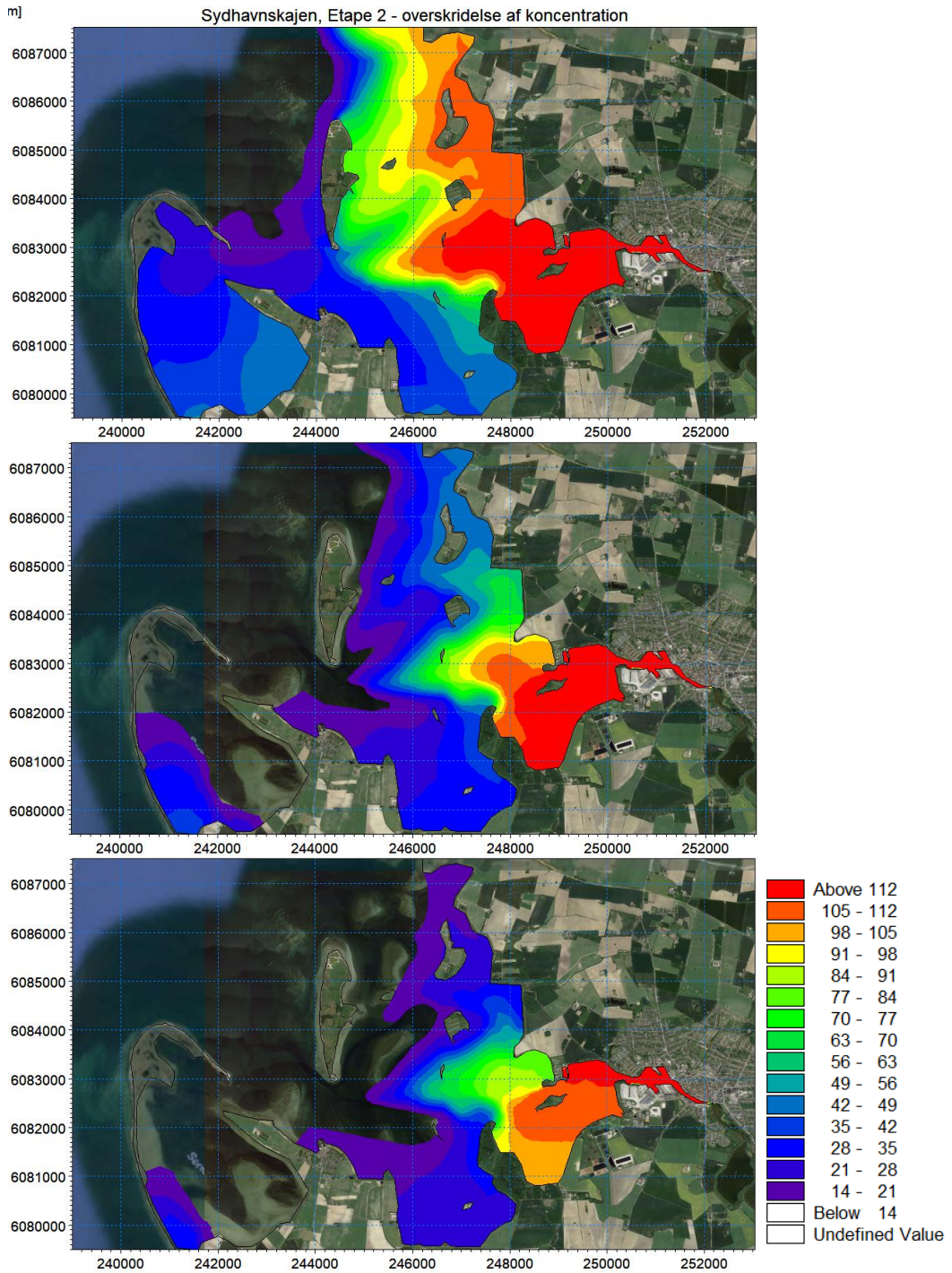
Sedimentations- og aflejningsmønsteret for Sydhavnskajen Etape 2 er identisk med Etape 1, som det ses af Figur 3.34 til Figur 3.40 og vil således have samme miljøpåvirkning.



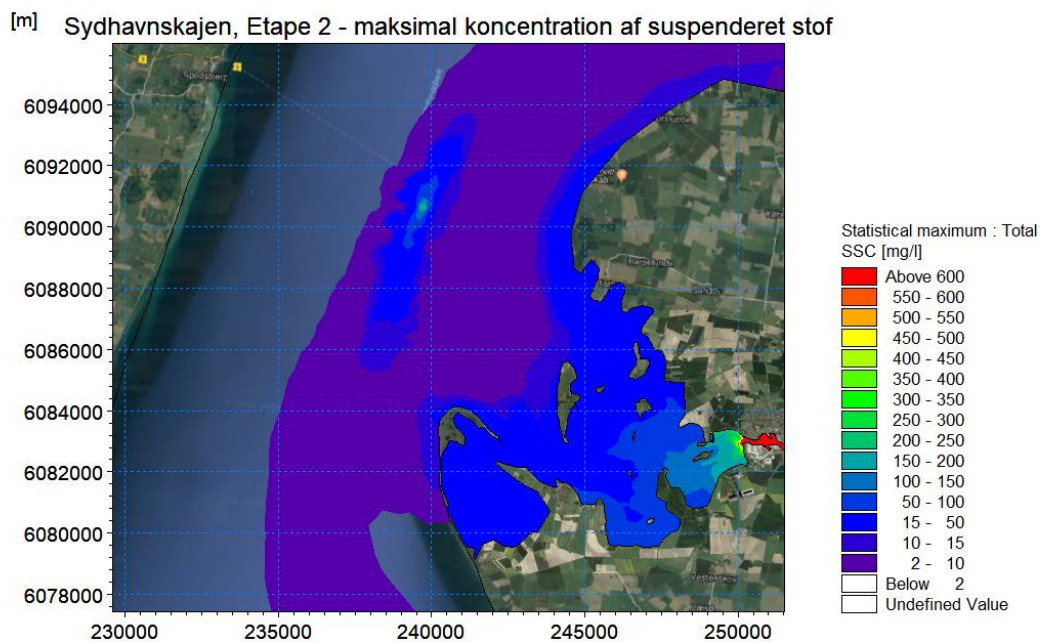
Figur 3.34: Statistisk maksimum af suspenderet stof koncentration for minimum 1 time.



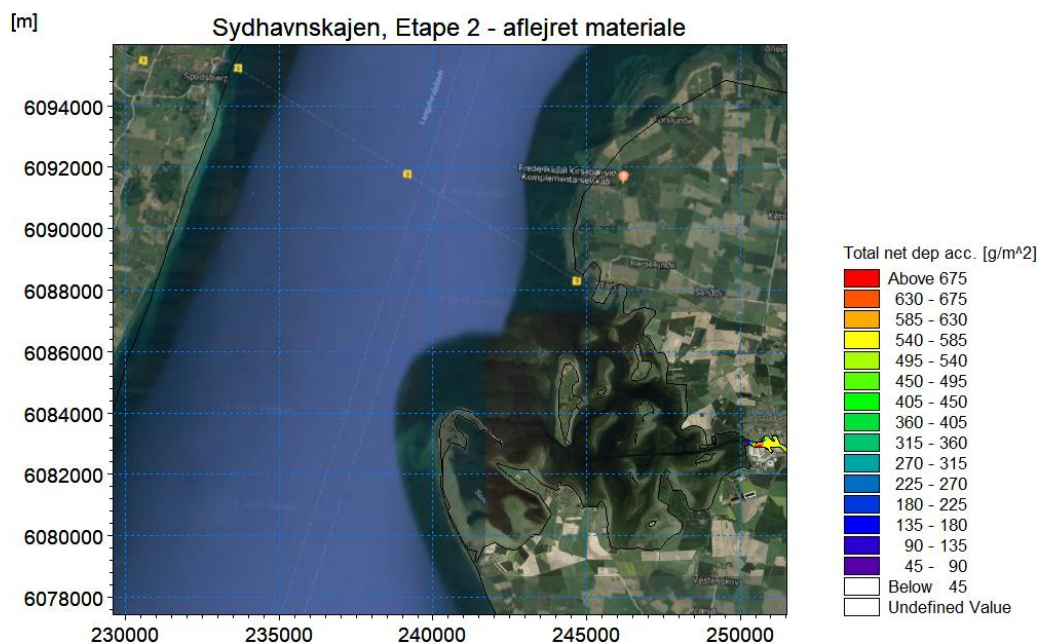
Figur 3.35: Aflejret materiale efter uddybning. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale.



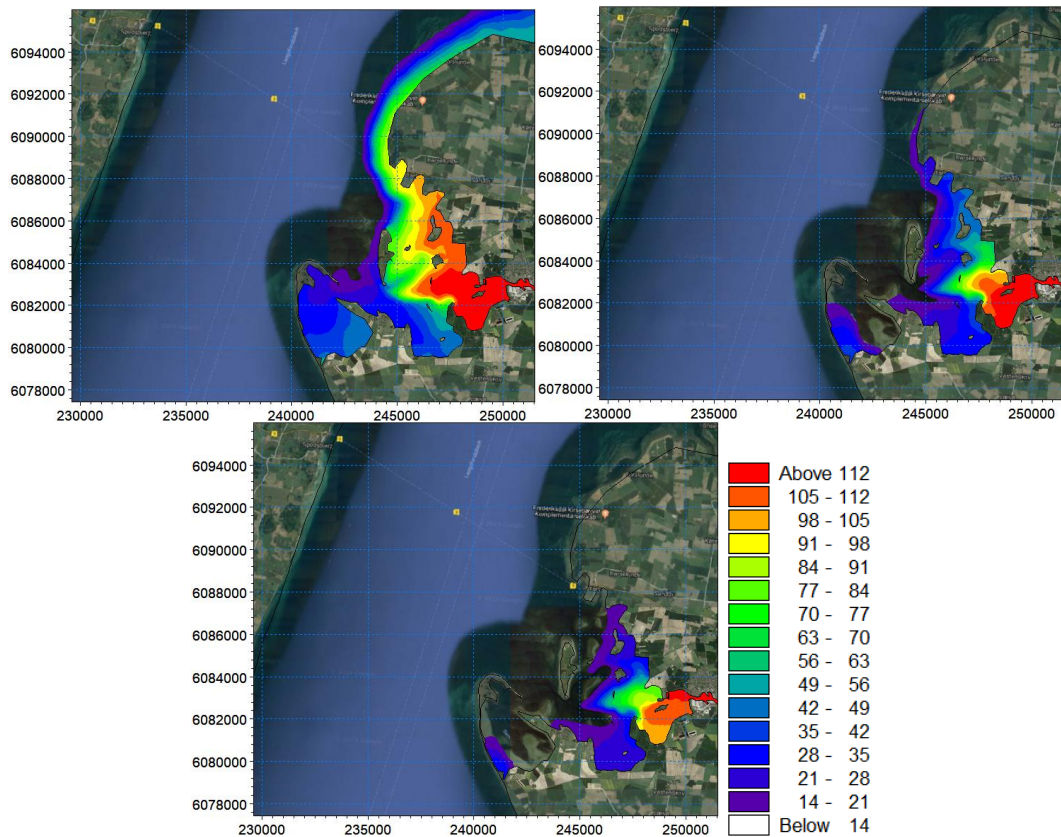
Figur 3.36: Summerede antal dage over koncentrationer på 2, 10 og 15 mg/L hhv. fra øverst mod nederst. Bemærk at dette ikke nødvendigvis er sammenhængende dage.



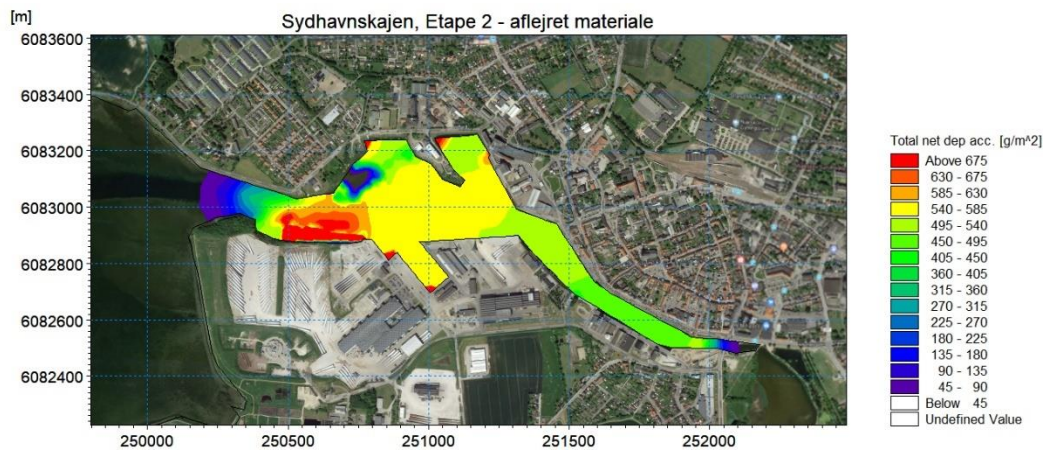
Figur 3.37: Statistisk maksimum af suspenderet stof koncentration for minimum 1 time, udenfor fjorden.



Figur 3.38: Aflejret materiale efter uddybning. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale, udenfor fjorden.



Figur 3.39: Summerede antal dage over koncentrationer på 2, 10 og 15 mg/L hhv. fra øverst mod nederst, udenfor fjorden. Bemærk at dette ikke nødvendigvis er sammenhængende dage.



Figur 3.40: Aflejret materiale efter uddybning, inde i Nakskov Havn. 180 g/m² svarer til 1 mm aflejret materiale.

4 Konklusion

Miljøpåvirkningen af uddybningsarbejdet ved sejlrenden og Sydhavnskajen er begrænset til det sedimentspild der vil forekomme, da indflydelsen på strømforhold er begrænset eller ikke eksisterende.

Der er forskel på miljøpåvirkningen af sedimentspildet alt efter placeringen af gravearbejdet, da uddybning i bunden af fjorden og inde i selve havnen holdes tilbage af milde strømforhold, hvorimod spild fra uddybning i midten af fjorden hurtigt bliver fanget af strømmingen i Langelandsbæltet og bliver transporteret væk fra fjorden til nærliggende farvande. Hovedparten af det spildte materiale aflejres lokalt, eller på dybt vand i begrænset omfang, da kornstørrelsen forhindrer materialet i at lægge sig permanent på kysterne. Der er i modelleringen ikke medtaget bølger, som vil fordele materiale som lægger sig midlertidigt på kysten, således at det suspenderes igen indtil det bevæger sig på dybt vand og aflejres.

Grænseværdierne for suspenderet stof vil være overskredet i dele af den tid hvor uddybningsarbejdet foregår, hvorefter det relativt hurtigt bliver fortyndet og spredt til andre områder, såfremt spildet foregår ved rimelige strømforhold. Det anbefales ikke at udføre arbejdet i perioder med meget roligt vejr, som f.eks. sommerhalvåret, da spildmaterialet således vil opholdes i fjorden længst tid og den største påvirkning af lysindfald vil ses. Omvendt vil det således mindske spildet til omkringliggende farvande, at arbejdet udføres under roligt vejr.

Materialerne der klappes forventes at være relativt intakte og vil således blive liggende på klappladsen, på nær det materiale som spildes. Spildet ved klappning bliver transporteret væk fra klappladsen af de omgivende strømninger og vil afleje sig naturligt på samme vis som spild ved uddybningsarbejdet.

Der blev registreret forekomster af både høje koncentrationer af suspenderet materiale, samt aflejret materiale i bunden af modelområdet i Nakskov Havn, ved indløbet til vildtreservatet Indrefjord under Nybro. Det må derfor forventes at spildet ikke naturligt kan holdes ude af vildtreservatet og såfremt det vurderes at have anseelig miljøpåvirkning, må det påtænkes at der etableres afhjælpende foranstaltninger for at mindske mængden af spildt materiale generelt eller mindske materialet, der bevæger sig ind i Indrefjord.