



Statens vegvesen

Notat

Til: Olav Lofthus
Fra: Øyvind Thiem
Kopi til:

Saksbehandler: Øyvind Thiem
Tlf saksbeh. 95868595
Vår dato: 31.05.2023

Modellert spredning Sørfjorden

På det tidspunktet modelleringen ble gjennomført, var det store usikkerheter rundt deponeringsmetode (fallrør, sjakt, frekvens på dump fra bil, hjullaster, feeder), drivemetode (sprenging eller tunellboremaskin (TBM)) og anleggsperiode. Dette betydde at det var veldig vanskelig å kunne gi realistiske verdier for andelen av finstoff som skulle deponeres per tid. Som et eksempel kan det vises til at bruk av TBM gir en kornfordelingskurve som har over 10 ganger høyere finstoff andel enn hva som er forventet for sprengte masser. For å ta høyde for disse usikkerhetene, ble det valgt å bruke svært konservative utslipp, der 10kg/s av både leire og silt fraksjonen ble valgt for å lett kunne skalere i ettertid. Ved å skalere i ettertid slipper en å kjøre veldig mange simuleringer for utslipp med forskjellige finstoffandeler. Utslippet brukt i simuleringen er vesentlig høyere enn de nyere beregnede gjennomsnittlige utslipp for E16 Arna–Stanghelle prosjektet, som er forventet å ligge på mellom 0.1 (leire) – 0.5 (silt) kg/s på Langhelle deponiet, og vesentlig under dette på Romslo og Gamle Fossen. Det er da antatt en 20/80 fordeling mellom leire/silt.

Fargeskalaen på figurene

I Figur 1 er det vist beregnete resultater for et utslipp på 50 meter («scenario1»). Resultatet av modelleringen viser at verdiene er mindre enn 0.04 mg/l både for silt og leire. Konsentrasjoner vises med en fargeskala i mg/l der de høyeste beregnete verdiene vises som mørkerødt. Mørkerødt er dermed i dette tilfellet snakk om veldig små konsentrasjoner av finstoff i utslippsområdene både for silt og leire og langt under tåleevne for fiskeegg og fisk. I tillegg er de valgte modellverdiene for utslipp 20–100 ganger høyere enn hva som vil slippes ut i virkeligheten. For å få et estimat på virkelige konsentrasjoner kan resultatene dermed justeres ned 20–100 ganger. Dette betyr at mørkerødt på figurene og maksimal virkelig konsentrasjon vil være ekstremt mye lavere enn det som regnes som tåleevne for egg og fisk. Anbefalt effektgrense for torskkegg er 5 mg/l (DNV–GL, 2014).

Konsentrasjon i ulike avstander fra utslippspunktet

Resultatkartene fra modellen viser beregnet konsentrasjon i ulike retninger og avstander fra utslippspunktet. Fra kartene er det mulig å lese ut ca konsentrasjoner for forskjellige avstander fra deponiet (se aksene for avstander i km), men som det kan sees på figurene, vil

ikke spredningen avta likt i alle retninger med økende avstand fra utslippspunktet. Det er dermed ikke mulig å gi en verdi for konsentrasjonen for en bestemt avstand fra utslippspunktet. Igjen vises det til at resultatene viser at i alle avstander fra utslippspunktet så er konsentrasjonen av finstoff langt under tåleevnen til fiskeegg og fisk. Dette vil også gjelde for de nærmeste oppdrettsanleggene Snadvik og Blom.

Synkehastigheten til leire

I modellen er det brukt faste synkehastigheter for leire og silt. Synkehastighetene er på

- Silt: 1 mm/s
- Leire: 0.002 mm/s

Selv om dette tilsier at leiren bare skal synke 1.4m i løpet av modelleringsperioden for de partiklene som først slippes ut, så ser en fra modellresultatene (Figur 1) at mesteparten av leiren har sunket nedover og man finner mye av leiren helt nede på 200m dyp. Det modellen ikke tar høyde for, er

- Utgangshastigheten av finstoffet fra nedføringsløsningen
- Flokkuleringseffekten.

I løpet av prosjektet har det blitt gjennomført laboratorie- og numeriske eksperimenter for å forstå prosessene inne i nedføringsløsningen samt utsynkingshastigheten til finstoffet fra nedføringsløsningen. I tillegg er det gjennomført laboratorieeksperimenter for å undersøke om sprengt finstoff flokkulerer og aggregerer større flokks tilsvarende som naturlige leirpartikler gjør i saltvann. Foreløpig har vi ikke mottatt sluttrapportene fra laboratorieeksperimentene, men de preliminare resultatene viser veldig positive resultater for prosjektet.

Utsynkingshastigheten til finstoffet

Finstoffet vil synke ut på tre måter fra nedføringsløsningen:

- Finstoffet blander seg med saltvann og danner dermed vann som er tyngre enn omliggende vann som synker ned som en gravitasjonsstrøm
- Finstoff blåses ut og nedover vannsøylen når et nytt lass masser deponeres i nedføringsløsningen på grunn av at overflaten presses ned under deponeringen
- Finstoff blir dratt med nedover på grunn de tyngre massene

Alle disse fasene fører til at finstoff synker nedover med en langt høyere hastighet enn den påskrevne hastigheten i modellen.

Flokkuleringseffekten

Det er kjent at når naturlige leirpartikler kommer ut i saltvann så øker synkehastigheten med 50–100 ganger. Siden det ikke fantes kunnskap om hvordan sprengte leirpartikler flokkulerer i saltvann ble denne effekten ikke tatt høyde for når modelleringen ble gjennomført. Vi har nå gjennomført laboratorieeksperimenter med sprengt finstoff hentet fra

tuneller, der forskjellige konsentrasjoner av finstoff blandes i vann med og uten saltinnhold, og de preliminare resultatene viser at en kan forvente tilsvarende flokkuleringseffekt for sprengte leirmasser og dermed økning i synkehastighet tilsvarende som for naturlige leirpartikler i saltvann.

På bakgrunn av de to effektene beskrevet over, så kan en konkludere med at de sprengte leirpartiklene vil synke i størrelsesorden minst 50 ganger raskere enn modelleringen har tatt høyde for. Dette vil si at leirpartiklene vil ha en synkehastighet tilsvarende den påskrevne synkehastigheten til silt i modellen, og det vil være mer relevant å bruke siltfigurene som tilnærming for hvordan en skal forvente at leiren oppfører seg med hensyn til konsentrasjoner og sedimentering.

Utslippsdyp 10 meter i modellen

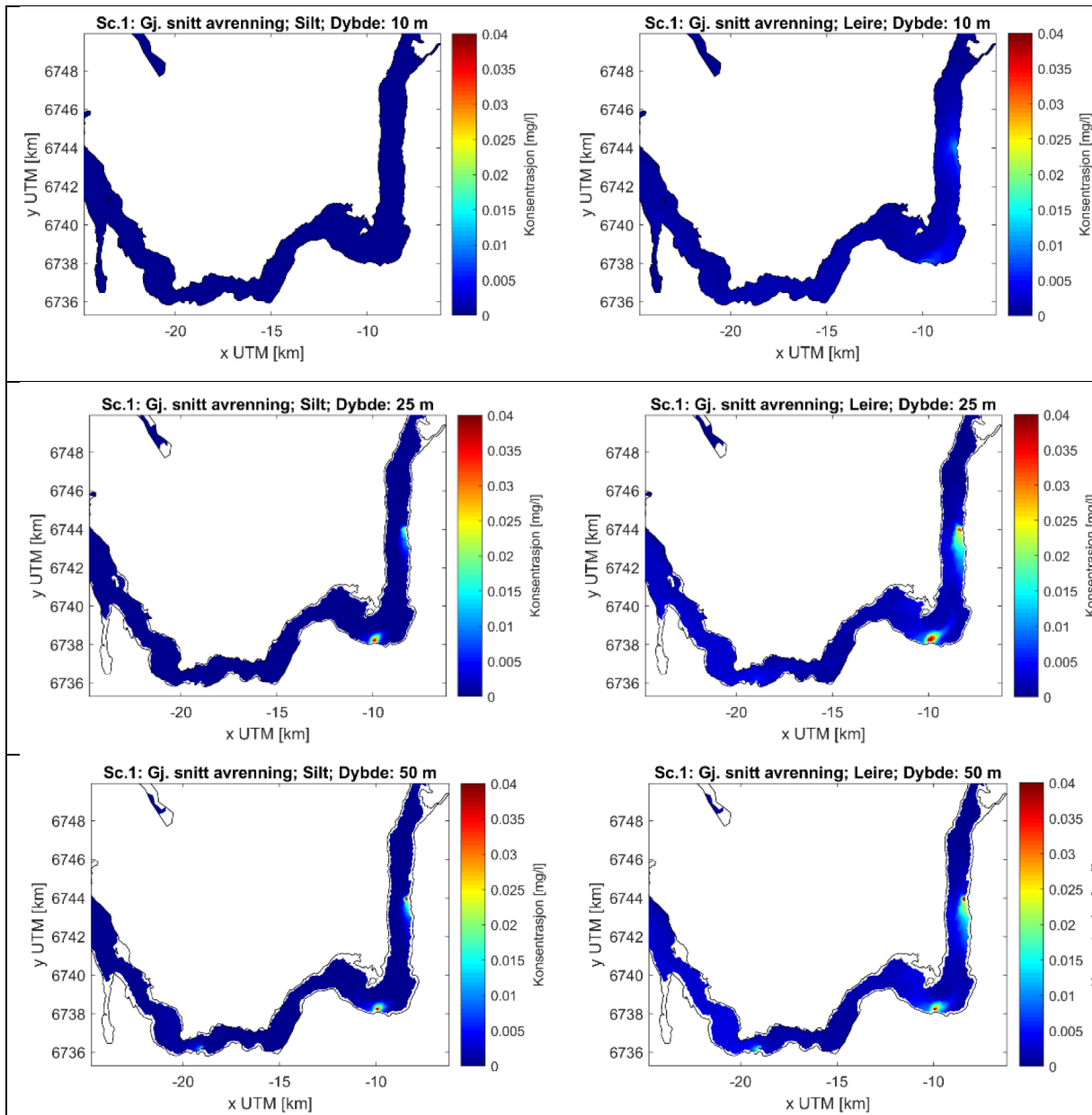
I Figur 2 er det vist resultater for utslippsdyp på 10 m for Fossmark/Gamle Fossen («scenario 4»). Siden beregningene for 50 meter er dypere enn nedføringsløsningen som planlegges (ca 25–30 meter) vil utslipp på 10m være en konservativ beregning. Fra Figur 2 ser en at det er forskjeller i spredningsområdet, noe som også sees i konsentrasjonene. Dette skyldes kompensasjonsstrømmen som ligger tett mot sprangsjiktet påvirker spredningen for utslipp på 10m dyp (scenario 4), men utslippet på 50m dyp (scenario 1) ikke blir så påvirket da kompensasjonsstrømmen avtar raskt med dypet. En får dermed en noe større spredning innover fjorden når en deponerer grunnere. Men det som er det viktige, er at ved deponering på 10m så får en ikke spredning inn i det øverste laget, se Figur 3. Figur 3 viser at når en deponerer i overflatelaget (øverste panel) så får en stor spredning i overflatelaget av finstoff, mens når en deponerer under sprangsjiktet (10m midtre panel og 50m nederste panel) så får en ikke innlagring av finstoff i overflatelaget.

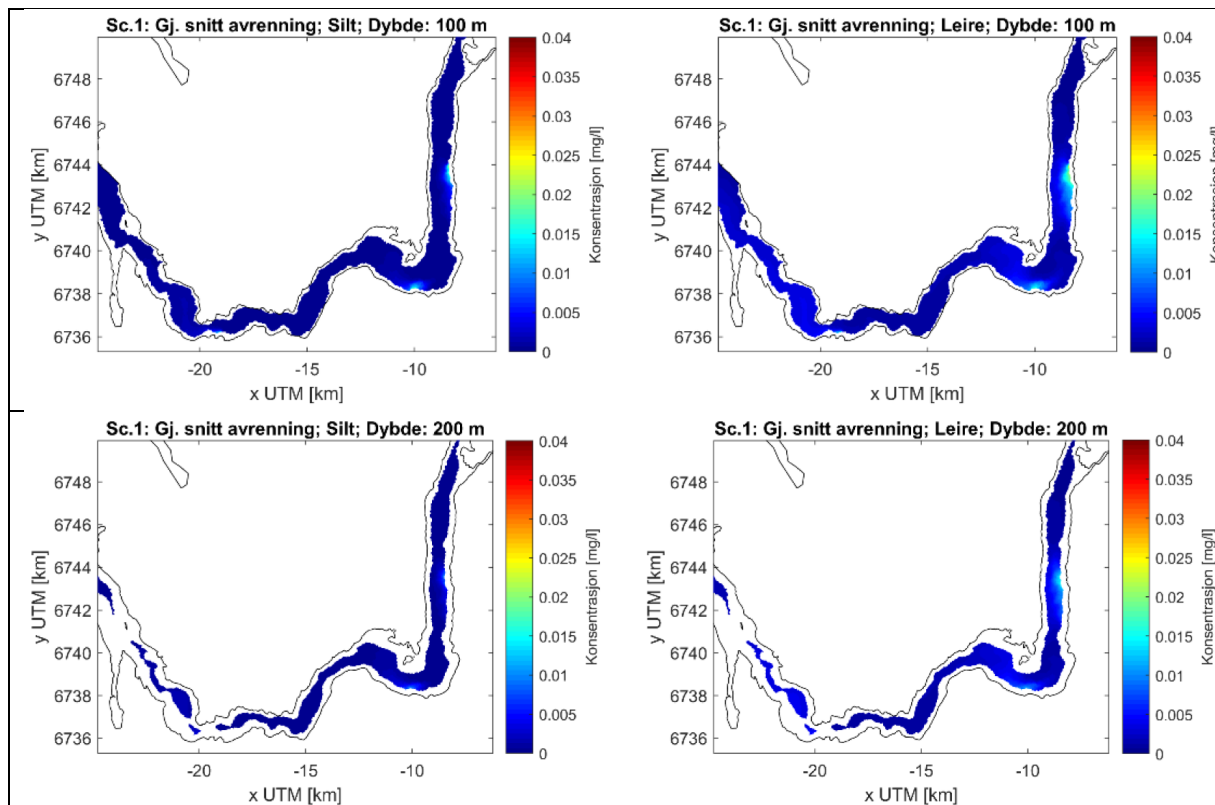
Konklusjon

Modellresultatene viser at konsentrasjonene for silt og leire like i nærheten av utslippspunktet vil være langt under den anbefalte verdien for effektgrensen for torskeegg på 5mg/l. Høyeste verdien modelleringen viser er på rundt 0.04mg/l, men reell verdi vil nok være langt under dette da det modellerte utslippet er 20–100 ganger høyere enn planlagt gjennomsnittlig utslipp. I tillegg viser preliminare laboratorieresultater at synkehastigheten på sprengte leirpartikler vil være mye høyere enn hva som er påskrevet i modellen (i størrelsesorden minst 50 ganger). Dette vil resultere i mindre mye lavere finstoffkonsentrasjoner enn hva modelleringen viser samt at spredning ut fra deponiområdet, og utbredelsen vil være tilnærmet det resultatene for modellert silt viser.

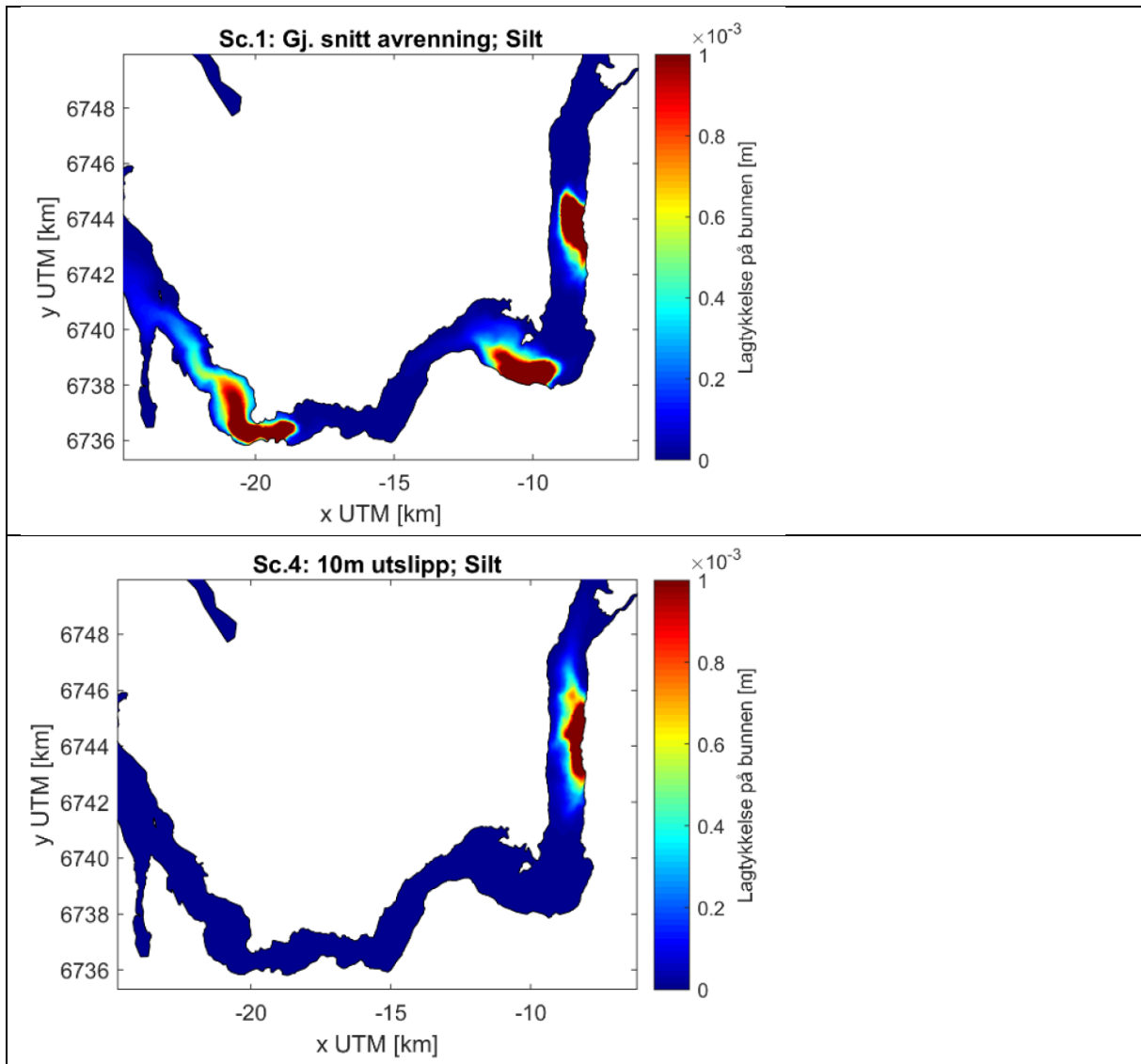
I forbindelse med deponeringen så har statsforvalteren uttrykt bekymring for spredning av finstoff inn mot oppdrettsanlegg i området. I henhold til modelleringsresultatene, så er det ved nedføring av masser til under sprangsjiktet ikke være fare for at nærtliggende oppdrettsanlegg vil oppleve finstoffkonsentrasjoner over tålegrensen for fiskeegg på 5 mg/l

på noen dyp. Mest sannsynlig vil anleggene oppleve verdier på under 1/100 av tålegrensen for torskkegg.

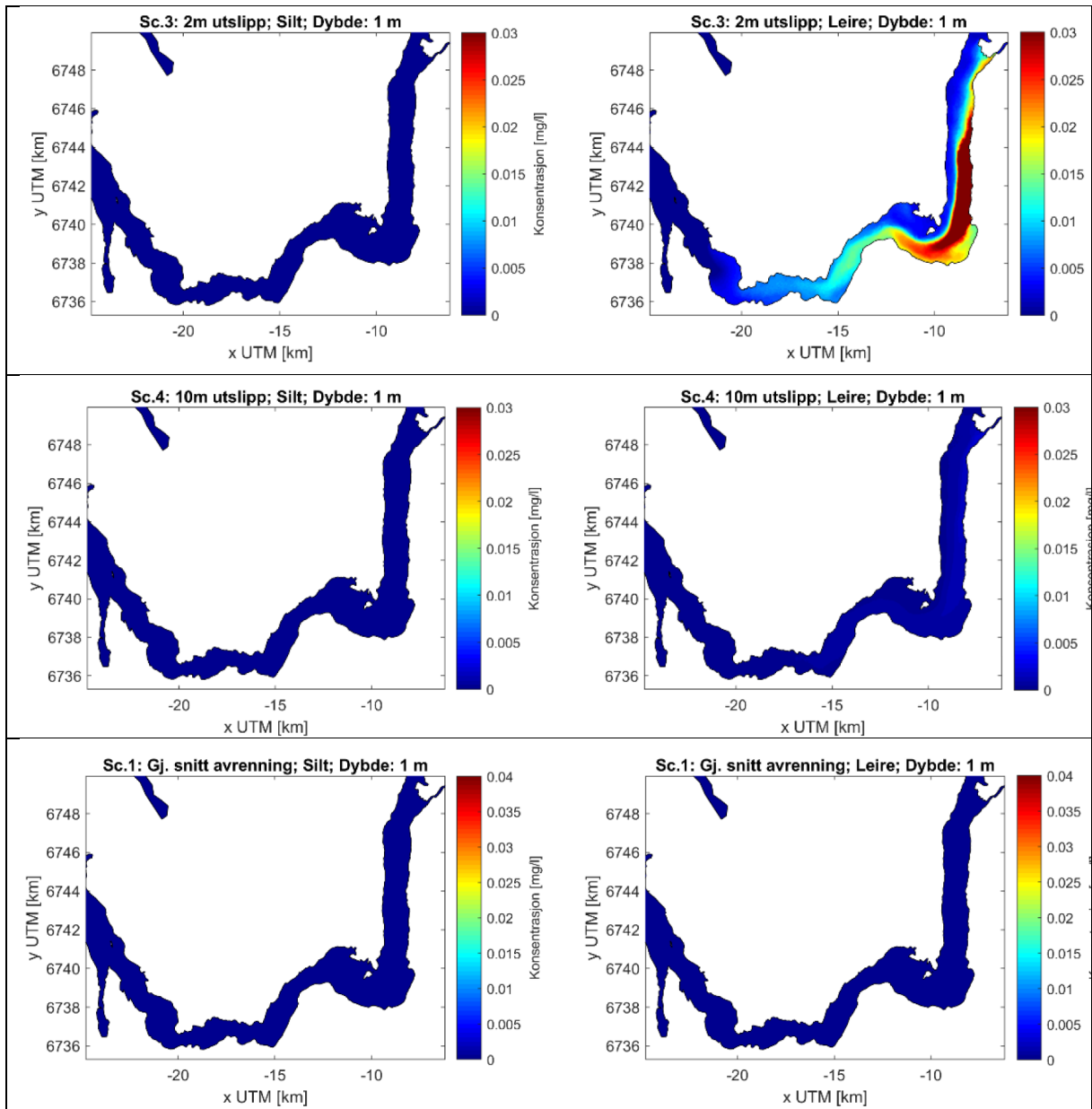




Figur 1. Oversikt over konsentrasjoner av silt (venstre panel) og leire (høyre panel) i vannsøylen for utslipp fra 50m med normal vannføring etter 8.3 dager.



Figur 2. Modellert lagtykkelse på bunnen for 10kg/s silt og leire etter 8.3 dager. NB! Det er bare sluppet ut på 10m dyp fra Fossmark/Gamle Fossen.



Figur 3. Oversikt over hvordan utslippsdyp påvirker spredning av finstoff i overflatelaget (1m dyp). Utslippsdyp 2m (øverst), 10m (i midten) og 50m (nederst). NB! Det er bare sluppet ut på 2 og 10m dyp fra Fossmark/Gamle Fossen.