

Hvordan forbedre vannutskiftningen i Varildfjorden?

En oppsummering av
Akvaplan-nivas arbeider
2014 - 2017

Bidragstere:

Øyvind Leikvin (Akvaplan-niva)

Jarle Molvær (Molvær Resipientanalyse)

Qin Zhou (Akvaplan-niva)

Ole Anders Nøst (Akvaplan-niva)

Hans Kristian Djuve (Akvaplan-niva)

IVIV-seminar om indre Viksfjorden

Tønsberg, 15.12.2017

Innledning

Oppgave:

Hvordan øke utskiftningen av vannmasser inne i Varildfjorden i indre Viksfjorden

Metode:

Bruke modelleringsverktøy:

- *Hydrodynamisk modell (vannbevegelse)*
- *Partikkelsporingsmodell: partikler spres i resultatene fra den hydrodynamiske modellen.*

Innledning

Hvordan forbedre vannutskiftningen i Varildfjorden?

Kanal i Klåstadrenna

Propell ved Vikerøybrua

Tidevannsport ved Vikerøybrua

Åpning av østre brufylling ved Vikerøybrua

Innhold:

- Innledning
- Data og Modellverktøy
- Alternativ
 - A. Nåværende situasjon
 - B. Kanal i Klåstadrenna
 - C. Fjerning av østre brufylling av Klåstadrenna
 - D. Tidevannsport
- Kino, utvalgte filmer
- Resultat
- Vinneren kåres
- Veien videre

Innledning

Hovedoppgaver:

Hvor lang tid tar det før vannmassene forsvinner fra Varildfjorden?

Hvor lenge oppholder vannmassene seg i Varildfjorden?

Hvor stor andel av "nye" vannmasser ankommer Varildfjorden i løpet av en tidevannssyklus, sammenliknet med hele vannvolumet av Varildfjorden?

Kart, indre Viksfjorden

Kartkilde: www.gulesider.no



Modellverktøy

Hydrodynamisk modell = FVCOM

Finite Volume Community Ocean Model

1 - 30 m
oppløsning

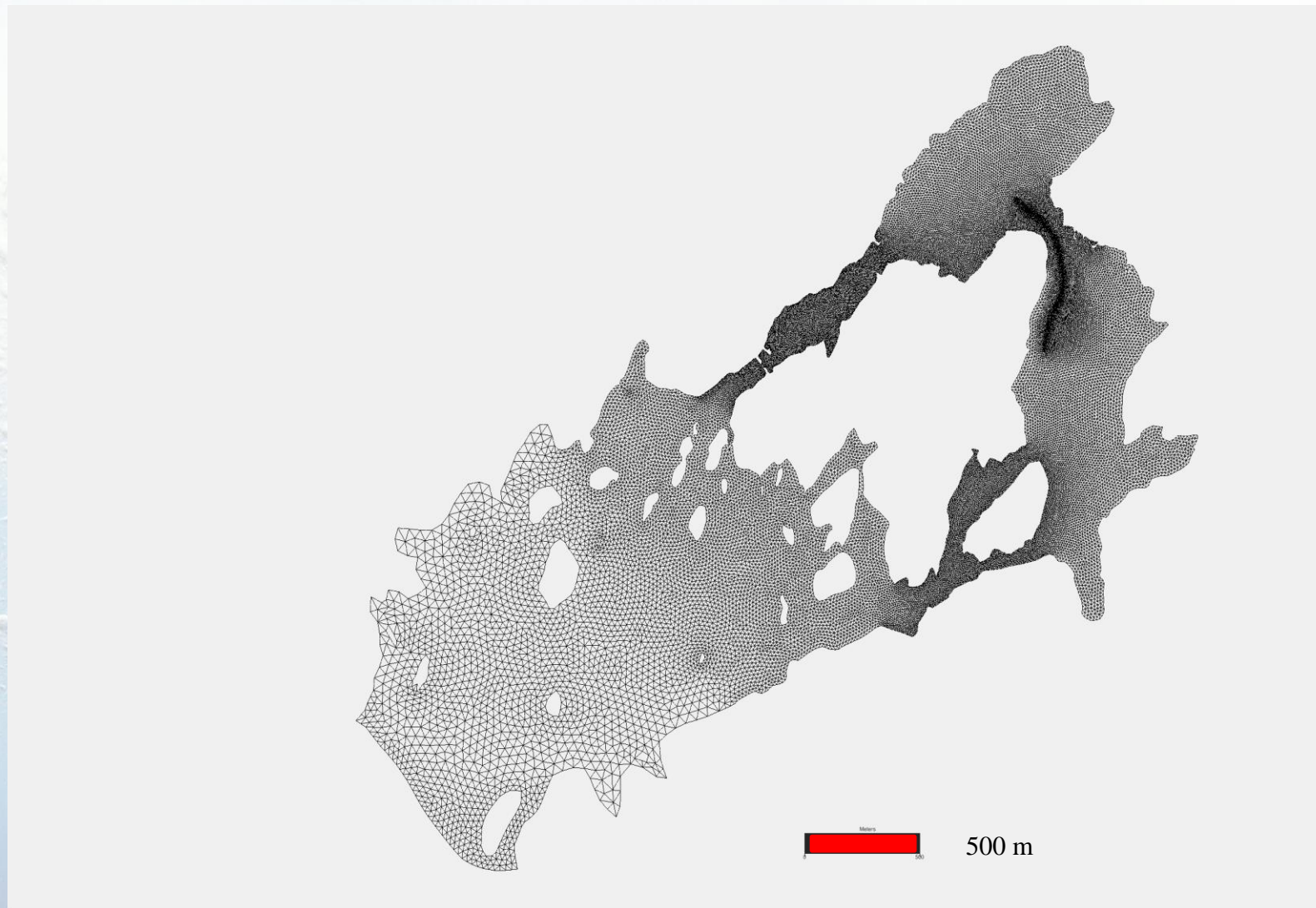
2D

Ustrukturert grid

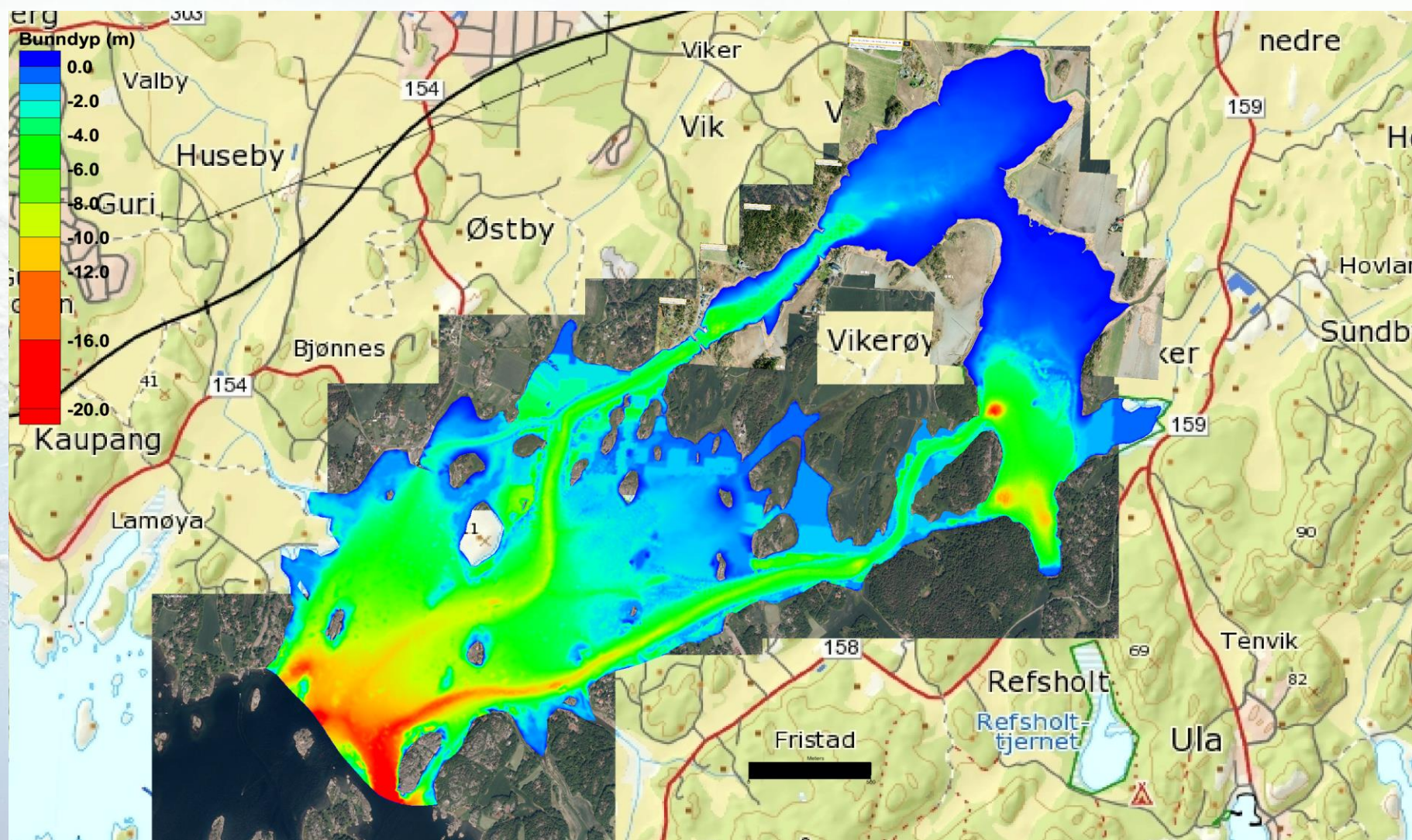


Ustrukturert grid, Viksfjorden

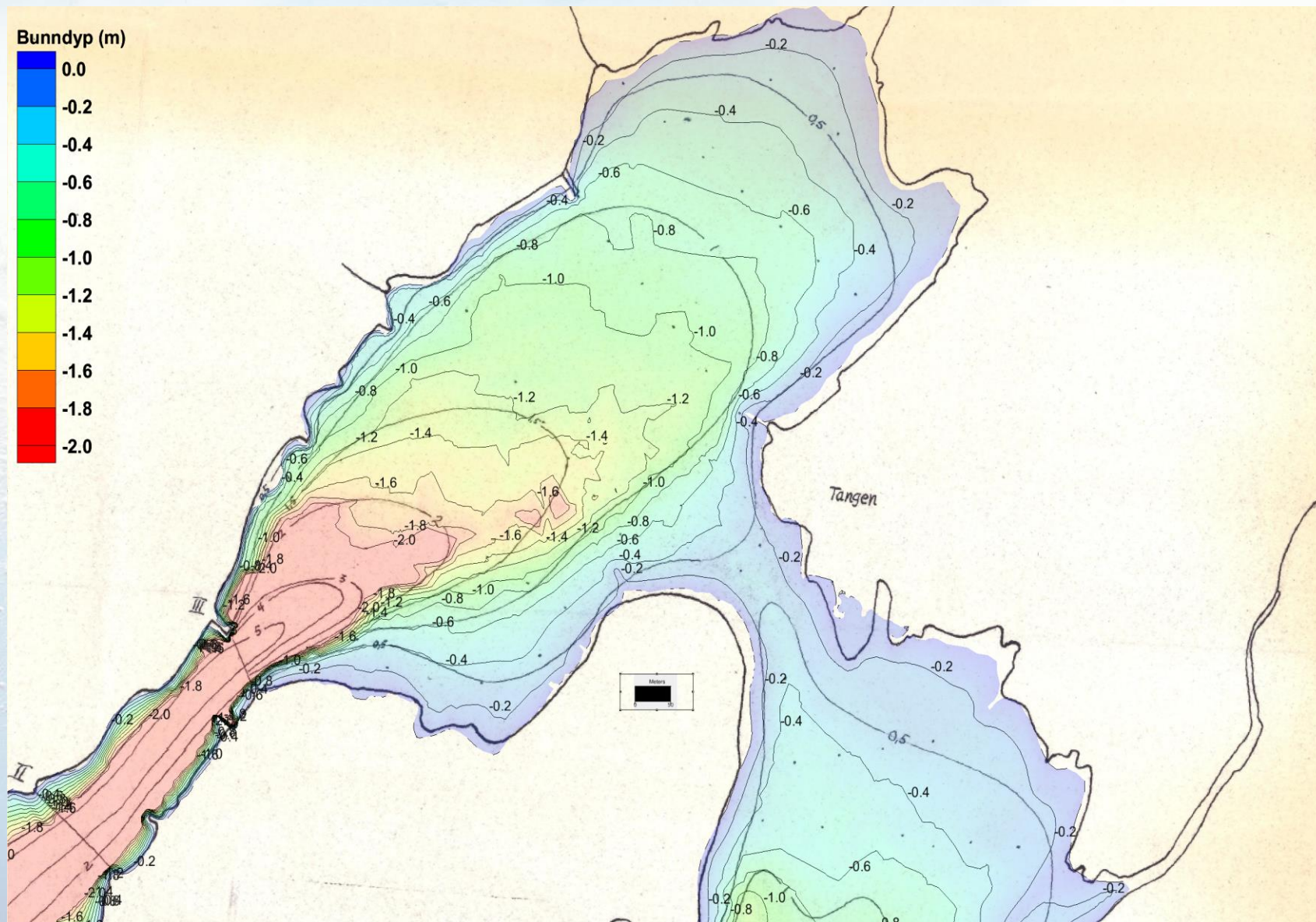
(FVCOM & FISCM)



Bunntopografi (inkludert egne målte data)



Bunntopografi, 1960 vs. 2014



Drivkrefter til strøm-modell:

(FVCOM & FISCM)

Tidevannsdata for nærområdet

(Statens kartverk, Sjøkartverket)

Validert mot egne målte vannstandsdata

Har sjekket med strømmålinger at tidevannet er viktigste drivkraft bak strømvariasjonen ved Vikerøybrua.

*Andre drivkrefter, som **ikke** er inkludert:*

- ***Vind***
- ***Atmosfærisk trykk***
- ***Estuarin sirkulasjon (ferskvannsdrevet sirkulasjon)***

Modellverktøy

Partikkeltransport-modell = FISCM

FVCOM *i*-State Configuration Model

16 partikler slippes ut hver time, fra 10 ulike posisjoner rundt om i indre deler av Viksfjorden.

Partiklene får 2000 timer til å spre seg utover hele Viksfjorden (drøye 83 dager).

Analysen starter, og varer i nye drøye 83 dager.

Modellsimuleringer

Eksisterende løsning

Kanal i Klåstadrenna

Åpning av østre brufylling

Tidevannsport

(Propell er kun skjønnsmessig vurdert av oseanografer)

Resultater

1. Hvordan beveger vannmassene seg (hydrodynamikk)?

2. legger sporings-id på vannmasse-enhetene = Partikkelsporing

Resultater

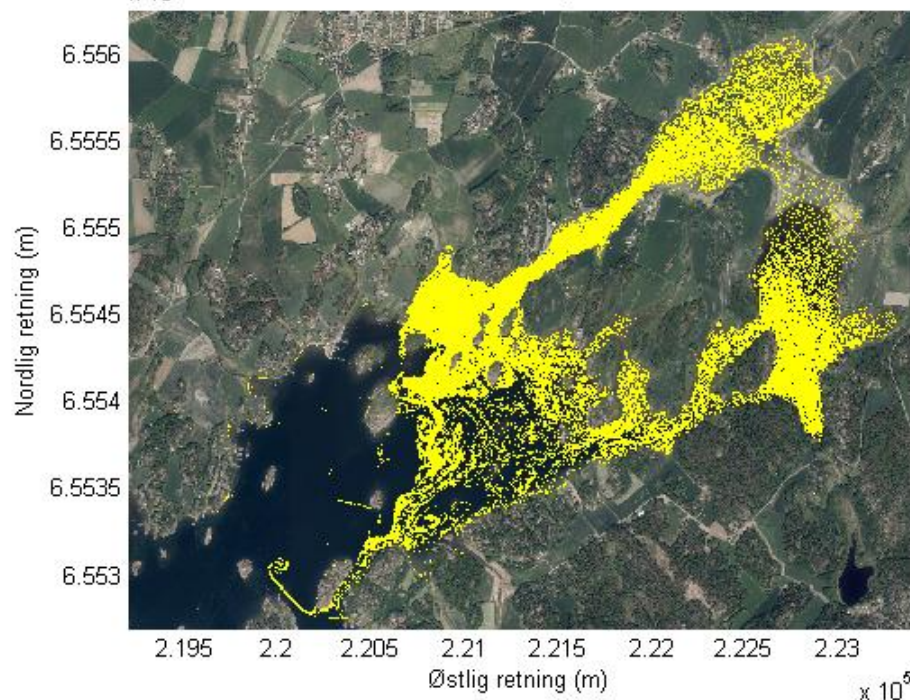
Nåtilstand

Partikkelsporingsmodell = FISCM

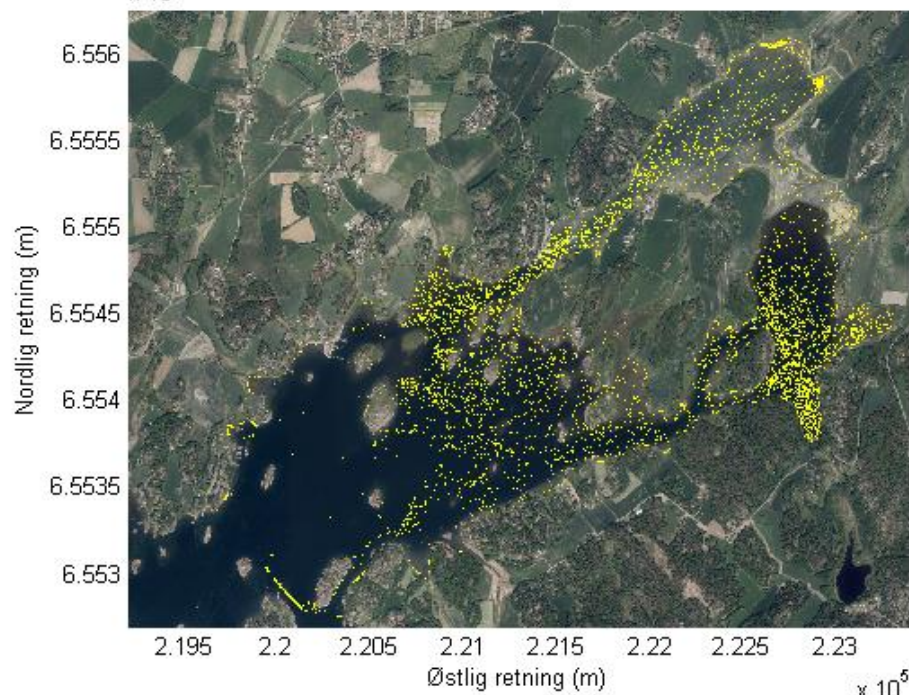
Sånn ser det ut ved start av analyse. Partikler er spredt utover hele Viksfjorden.

Sånn ser det ut etter ved slutt av analyse. De fleste partiklene er borte fra indre Viksfjorden.

$\times 10^6$ Partikler ved analysens start



$\times 10^6$ Partikler ved analysens slutt



Retur av vannmasser, Vikerøybrua



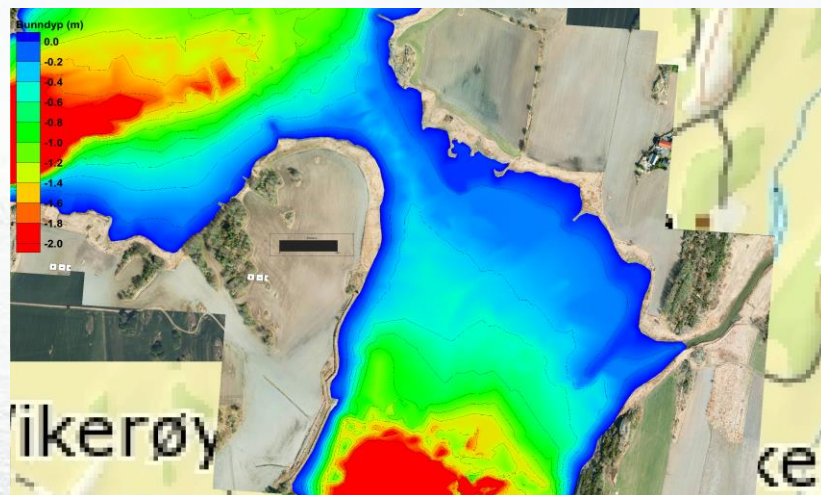
Gjennomsnittlig 63 % av partiklene returnerer til området nordvest for brua, ved neste tidevannsinnstrømning (~12t)

46 % av partiklene er nye.

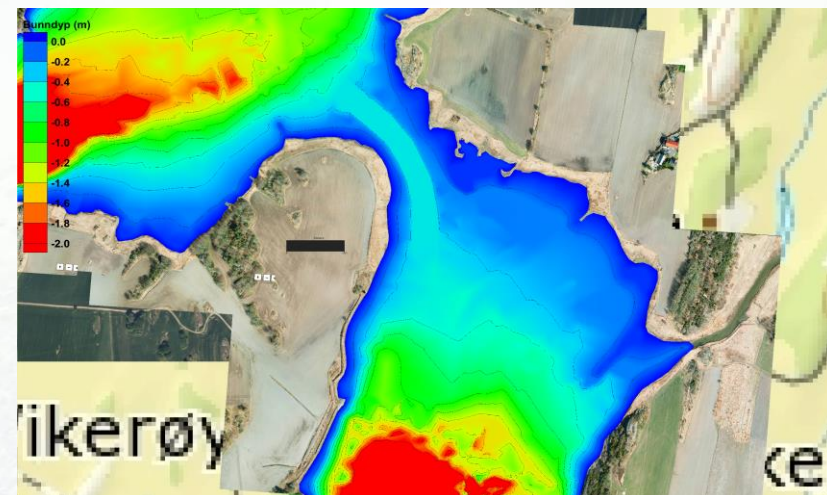
Kanal i Klåstadrenna

Testing av utforming av kanal

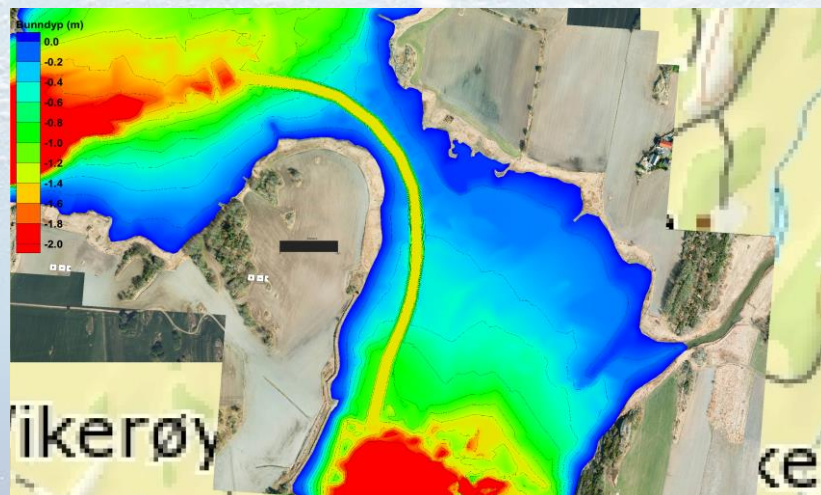
I: ingen mudring av kanal



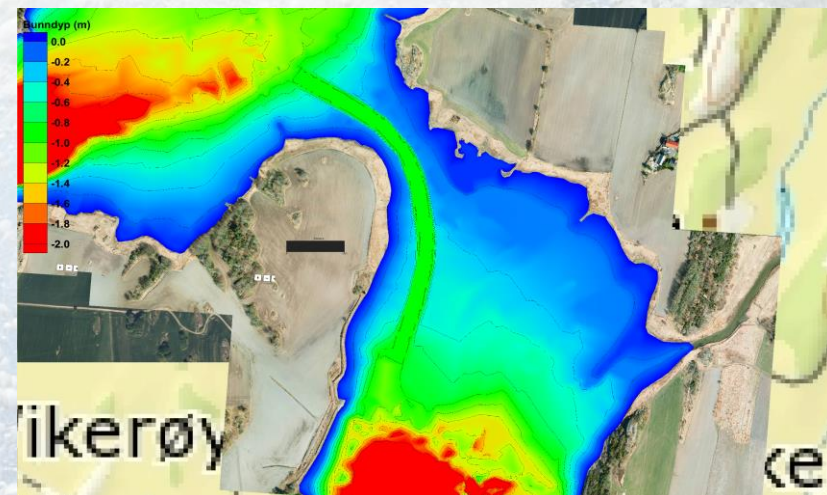
II: Kanal 1: L=350m, B=40m, D=0.5m



III: Kanal 2: L=850m, B=15m, D=1.5m



IV: Kanal 3: L=650m, B=27m, D=1.0m



Kanal

- **Økt volum på gjennomstrømningen i Klåstadrenna**
- **Fortsatt stor grad av retur-faktor til vannmassene, selv om økt gjennomstrømning, ved kun tidevann.**
- **Vindpåvirkning hjelper på netto vanntransport.**

Propell ved Vikerøybrua

Propell

- **Antas å ha kun lokal effekt, og klarer ikke å kjempe imot tidevannsstrømmen**

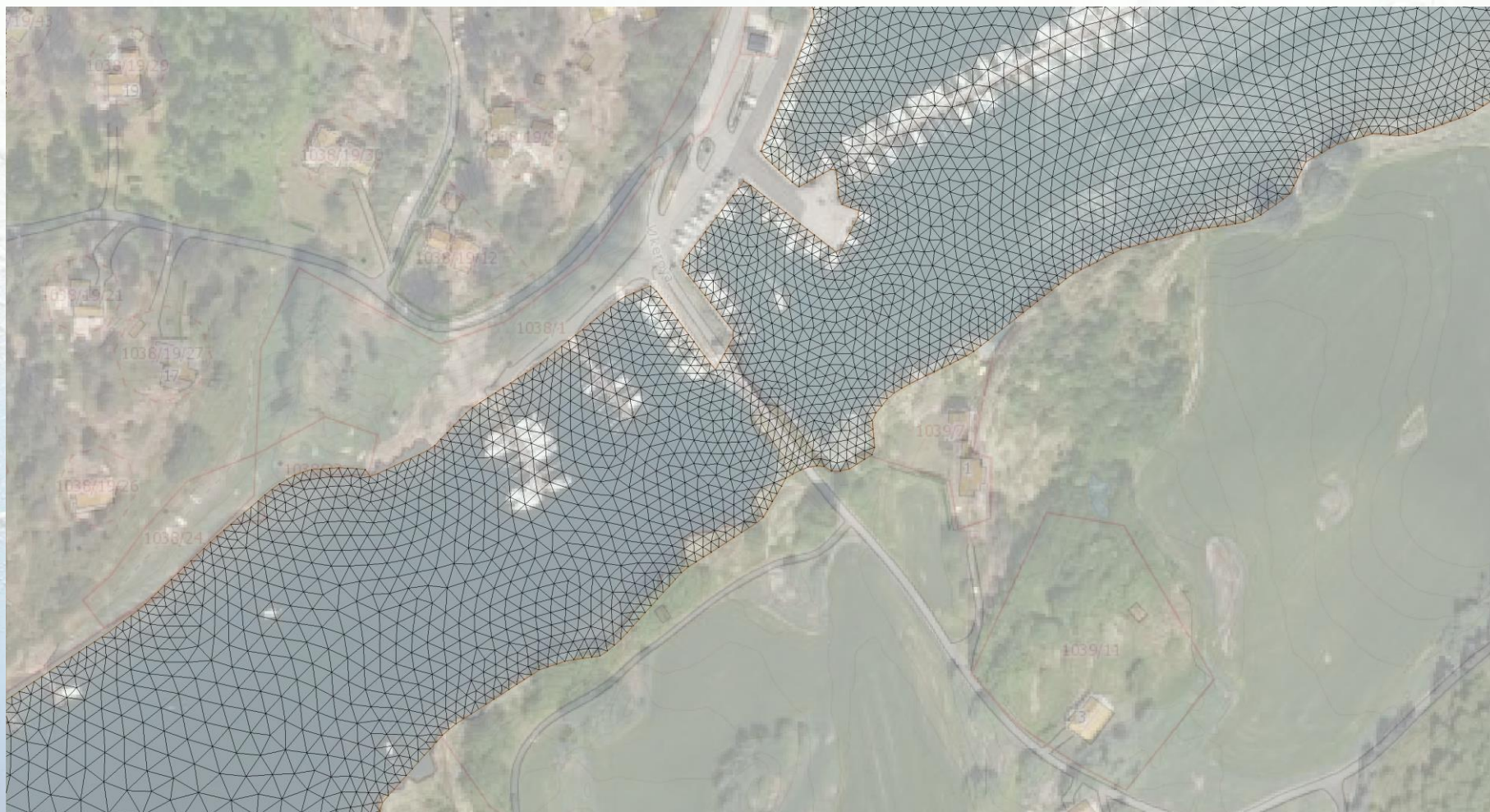
Åpning av østre brufylling (Vikerøybrua)

Fjerning av østre fylling av Vikerøybrua

Har innsnevringen av Vikerøybrua forårsaket dårligere vannutskiftning i Varildfjorden, og dermed forverret ålegressets levekår?

Akvaplan-niva har fjernet østre fylling av Vikerøybrua i modellen, og gjennomført samme analyser for halveringstider, oppholdstider og nye vannmasser.

Fjerning av østre fylling av Vikerøybrua



Resultater

Fjerning av østre fylling av Vikerøybrua

Halveringstid:

Markant økning

Gjennomstrømningsvolum:

Økning

**Andel nye vannmasser per
tidevannsinstrømning:**

Reduksjon

Returfaktor:

Økning

Hvorfor:

**Mister
strupningseffekt!**

Tidevannsport (ved Vikerøybrua)

Resultater

Hvor lang tid tar det før halvparten av partiklene i Varildfjorden er forsvunnet?

Uten tidevannsport:

**Ca. 260 timer \approx
11 døgn**

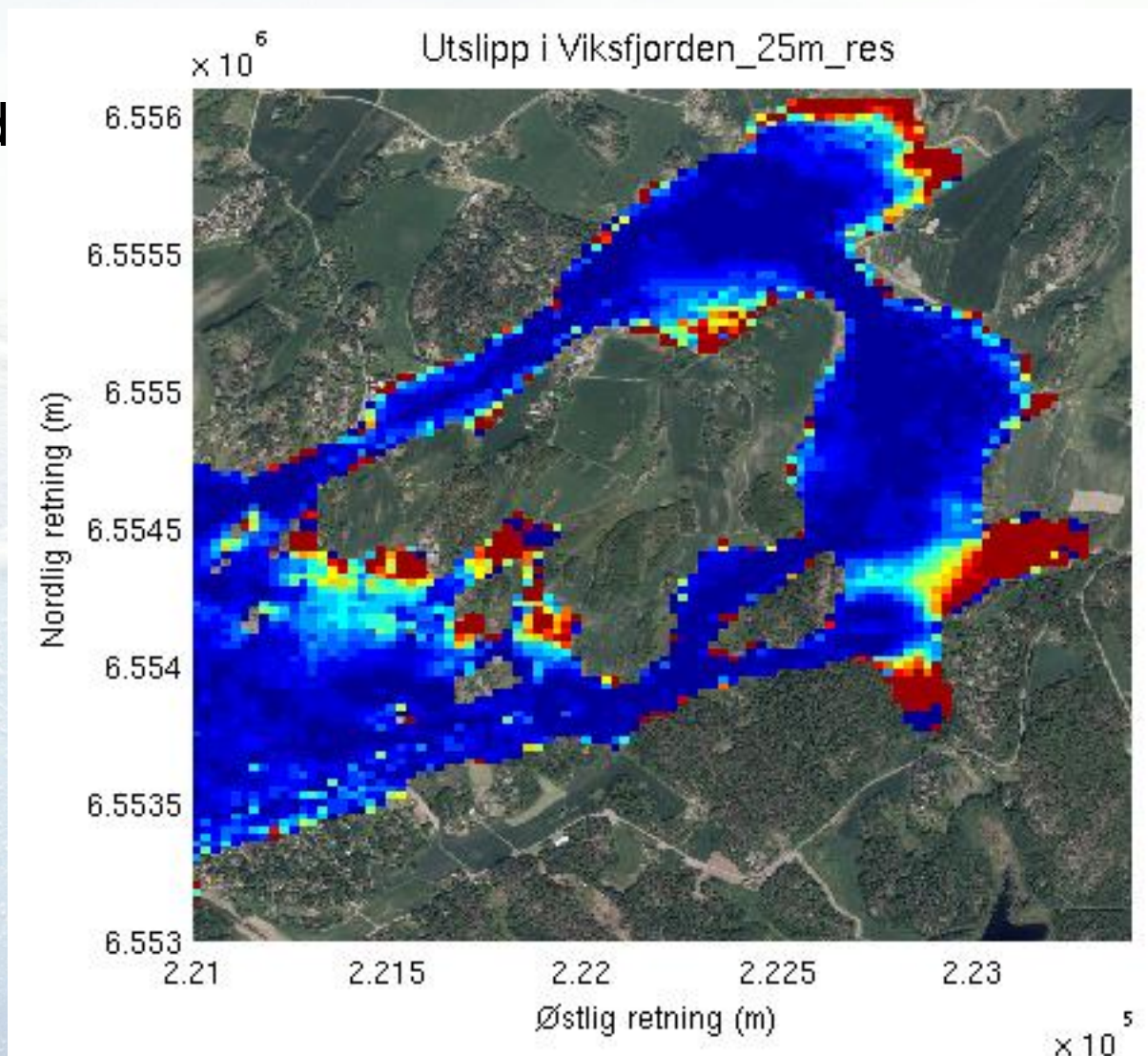
Med tidevannsport:

**Ca. 30 timer \approx
1.25 døgn**

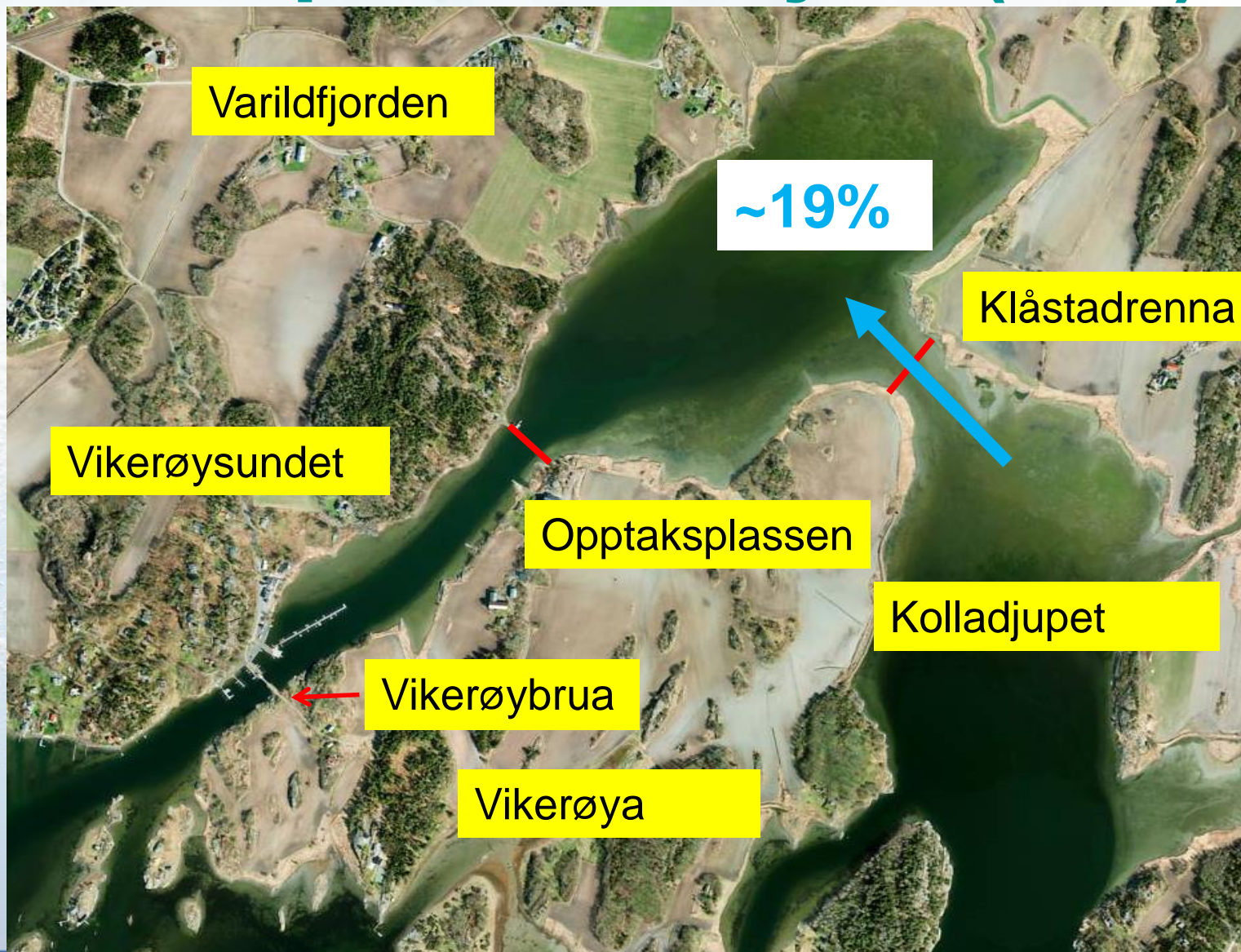
Gjennomsnittlig oppholdstid i små gridceller

Lang oppholdstid
i røde områder!

Tilnærmet
samme
mønster som
uten
tidevannsport.



Innkommende andel av "nye" vannmasser per tidevannssyklus (~12 t)



Uten port:

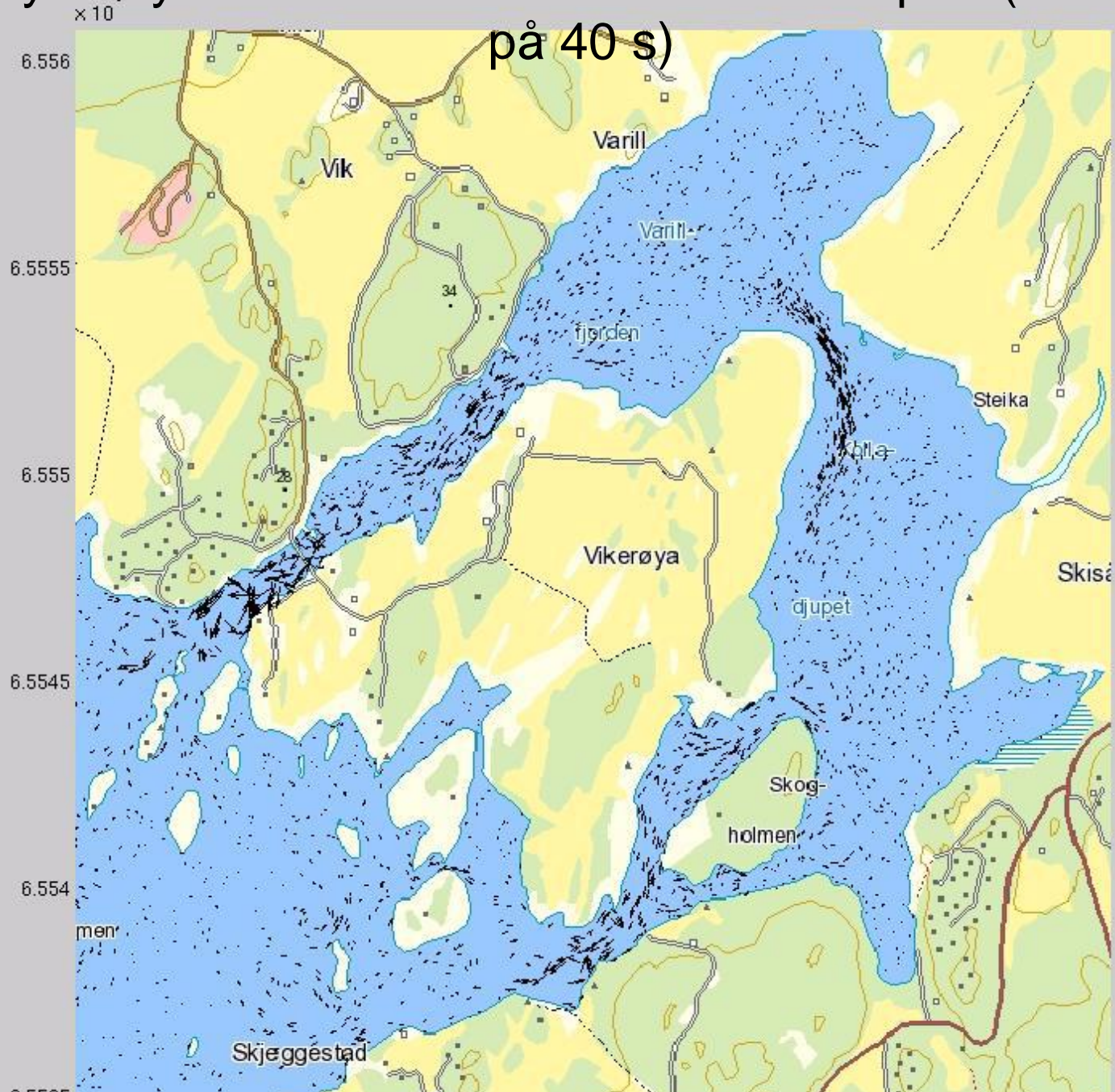
~9 %

Tidevannsport-resultater:

- Halveringstid for vannmassen inne i Varildfjorden MED tidevannsport er redusert 9 ganger i forhold til UTEN tidevannsport.
- Mer enn fordobling av mengde nye vannmasser i forhold til uten tidevannsport, per tidevannsinstrømning.
- Oppholdstid i Varildfjorden MED tidevannsport er omtrent 30 timer, i **gjennomsnitt**. Nesten halvering i forhold til UTEN tidevannsport
- Lengst oppholdstid innerst i bukta i nord, kortest midt i sundet, og nær Opptaksplassen.
- Svært liten returnering av vannmasser!

Film:

Hydrodynamisk modell UTEN tidevannsport (7 døgn



Hydrodynamisk modell (7 døgn på 40 s)

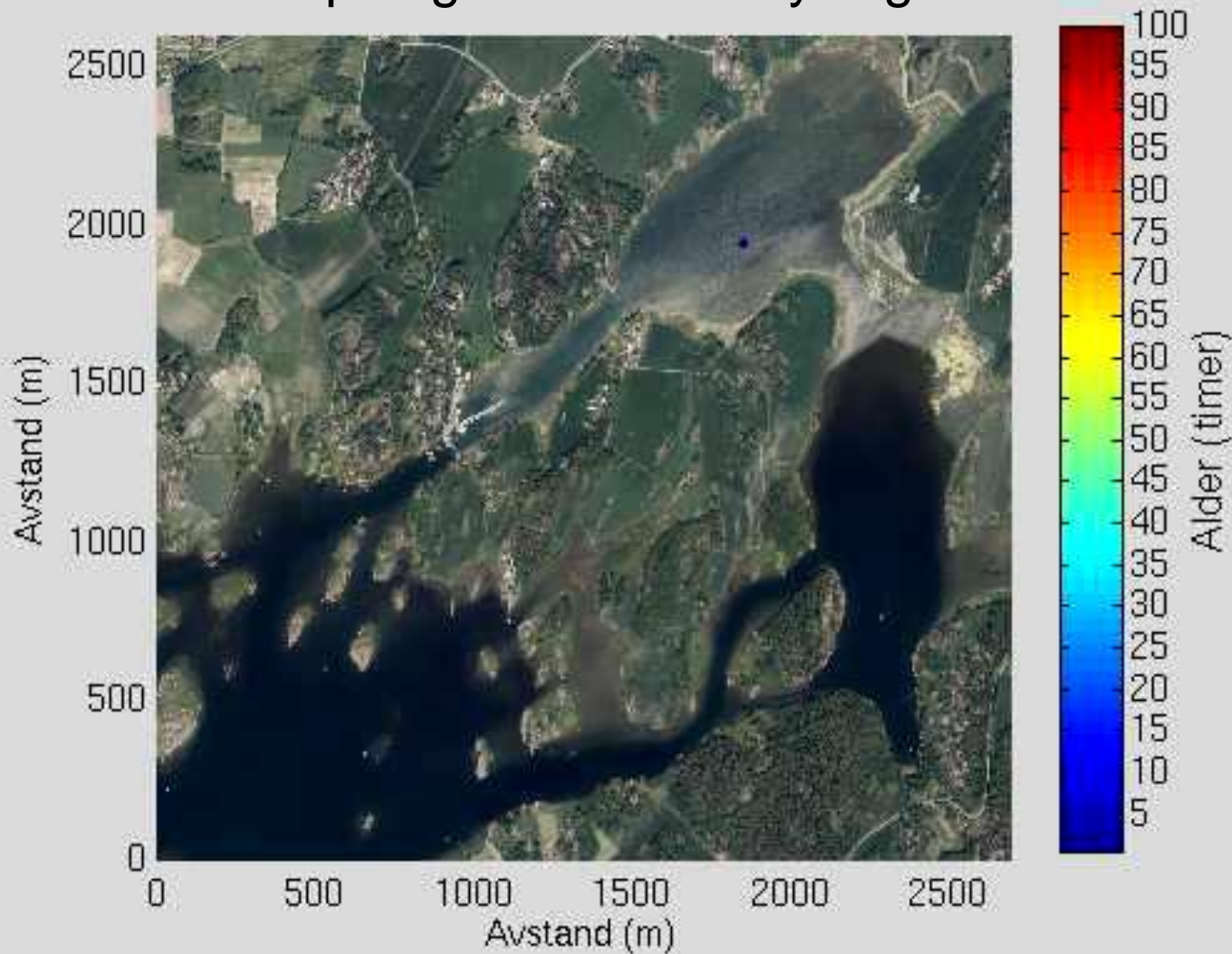


Partikkeltransport-modell = FISCM, UTEN TIDEVANNSPORT



(1 partikkel per time, i 8 dager)

Partikkeltransport-modell = FISCM, Åpning av østre brufylling

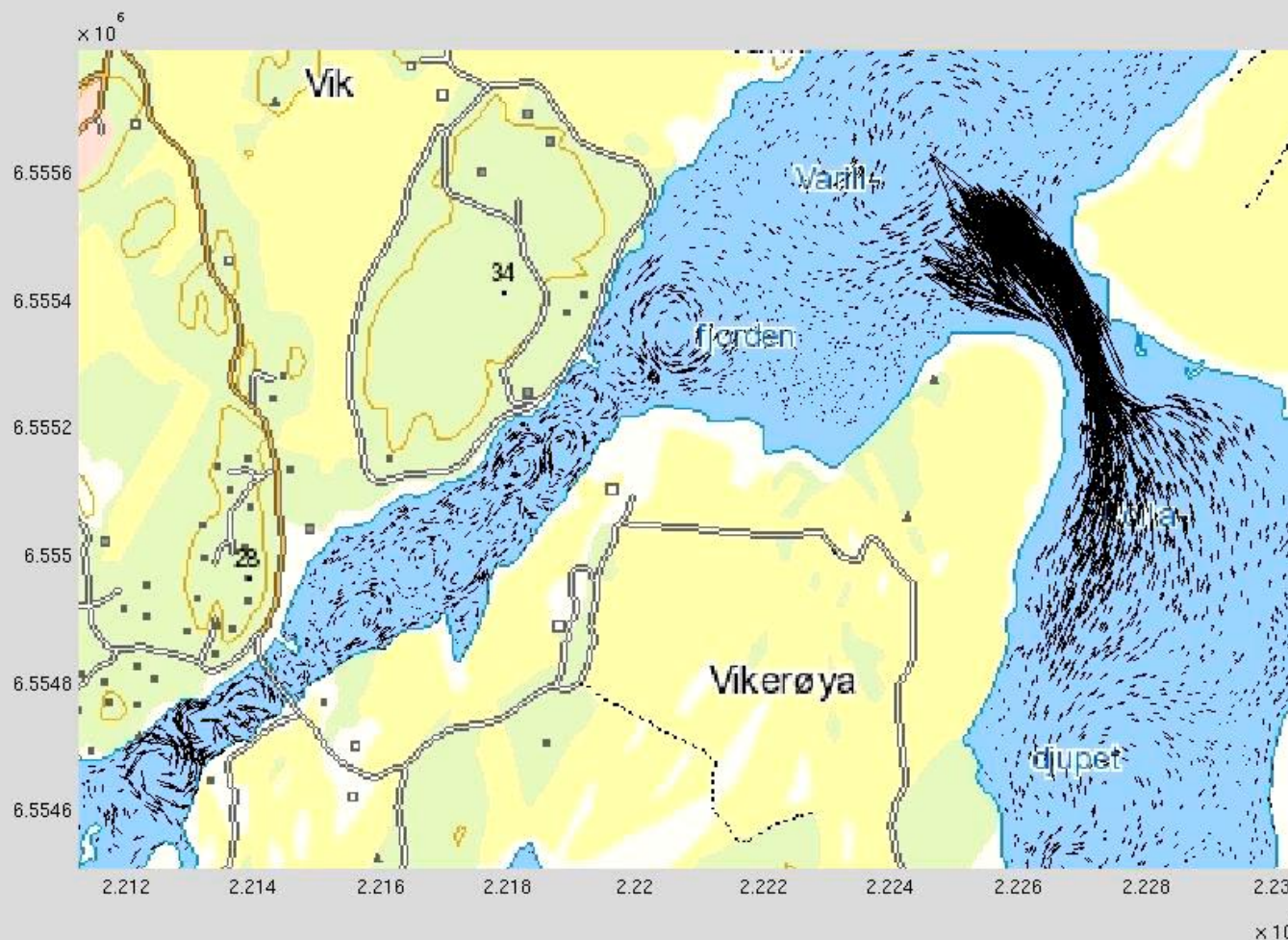


Partikkeltransport-modell = FISCM, MED tidevannsport



(1 partikkel per time, i 8 dager)

Strømmmodell MED tidevannsport (7 døgn på 40 s)



Antall besøk

Tabell 3: Oversikt over antall ganger partiklene i gjennomsnitt har vært innom delområdene med de ulike situasjoner. ACW (AntiClockWise) betegner en tidevannsport som er lukket på innstrømmende tidevann, mens CW (ClockWise) betegner en tidevannsport som er lukket på utstrømmende tidevann.

	Dagens situasjon	Uten østre brufylling	Tidevannsport (ACW)	Tidevannsport (CW)
Hele <u>Varildfjorden</u>	6	10	1	1
Nordlige del	8	30	1	1
Sørlige del	9	23	2	2

Og vinneren er:

Oversikt

	Volumgjennomstrømning	Halveringstid	Returfaktor	Vannutskiftning, indre Viksfjord	Vannutskiftning, nordlige Varildfjorden
Dagens tilstand	Blue	Blue	Blue	Blue	Red
Kanal i Klåstadrenna	Yellow	White	White	White	White
Åpne brufylling, Vikerøybrua	Yellow	Red	Red	Blue	Red
Tidevannsport, stenge på lavvann (ACW)	Blue	Green	Green	Green	Green
Tidevannsport, stenge på høyvann (CW)	Blue	Green	Green	Green	Blue

Tidevannsport: stenge på lavvann og åpne på høyvann

Tidevannsport – en bærekraftig idé!!!

- Halveringstiden til vannmassene er i størrelsesordenen 10 ganger raskere, med tidevannsport!
- Skisseberegninger, med resultater fra partikkeltransport-modellering: Estimert økning av andel "nye vannmasser" fra ca. 9 % til ca. 19 %, altså ca. **10 % økning av "nye vannmasser" med tidevannsport, i forhold til volumet mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna, per tidevannsinstrømning.**
- For at tidevannsporten skal fungere, så MÅ Klåstadrenna være åpen! Biprodukt=naturlig erodering av Klåstadrenna.
- Etablering av tidevannsport er antatt og beregnet til å være en effektiv **katalysator for utskiftning av vannmasser** i Varildfjorden.

Veien fremover:

1. Flere verifiseringsmålinger (strøm og vannkvalitet)
2. Sette opp kjøringar som kan bli verifisert av strømmålinger, med:
 - A. 3D
 - B. Grid som dekker hele Larviksfjorden, nøstet inn fra regional modell
 - C. Atmosfæriske effekter (trykk/vind)
 - D. Elvetilførsel
3. Utvikle/ sette opp modell for vannkvalitet (næringsalter, primærproduksjon, forråtnelse, oksygenforbruk)
4. Forbedre analysemetodikk for vannutskiftning og oppholdstider.
5. Søke Oslofjordfondet om midler til dette, samt egeninnsats.

Ta-med-hjem-til-jul-beskjed:

Tidevannsport er antatt og beregnet til å være en bærekraftig idé, for Varildfjorden.

- *Men vanskelig å forutsi, og forutsetter for eksempel mer gunstig vannkvalitet for ålegress i ytre deler av Viksfjorden, sammenlignet med Varildfjorden.*
- *Må uansett kombineres med andre tiltak!*
- *Viktig å få redusert tilførsel av næringssalter!*

Takk for oppmerksomheten!



God jul!

