

Til:

Fra:

Dato: 2014-05-28

CFD undersøkelse av Kjevikveien- Topdalselva

SAMMENDRAG

Simuleringer og vurderinger er gjort for utfylling i Topdalselva i forbindelse med etablering av veg rundt rullebanen ved Kjevik lufthavn. Tiltaket er vurdert på samme måte som i arbeidet som ble gjort i forbindelse med forlengelsen av rullebanen i samme ende for to år siden, ved etablering av nye sikkerhetssoner.

En hoved konklusjon er at effekten av utfyllingen for veg ser mye mindre ut enn ved forlengelsen av rullebanen. Prinsippet fra sist gang fungerer fortsatt - økningen begrenses i hovedsak til området i, og nedstrøms, den etablerte «kanalen».

Effekten virker relativt liten, men det er vanskelig å vurdere hva effekten på miljøet vil være, og det er derfor lett etter tiltak for å begrense hastighetsøkning.

Av tiltak som er vurdert er det en bruløsning og økt mudring langs kanalen som ser ut til å ha best effekt.

Det er ikke hele fyllingen som har negativ effekt, men kun den midterste delen. En begrenset bruløsning i dette området bør derfor kunne være tilstrekkelig.

En mudringsløsning vurderes som like god og antas å ville være enklere og billigere.

En ny beregning av løsningen en velger bør utføres, da det er stor usikkerhet rundt hvor korrekte bunngeometrien i disse simuleringene er. Før de nye simuleringene må bunnen måles opp detaljert og i hele simuleringsområdet, ikke kun i «utbygningsområdet» slik det var gjort sist, og som medførte at resten ble modellert ut fra tilgjengelige sjøkart.

1 BAKGRUNN

I forbindelse med ny vegtrase til Kjevik lufthavn innebærer et av alternativene at veggen legges rundt rullebanen. Dette medfører i utgangspunktet behov for en viss utfylling av Topdalselva.

En utfylling innebærer en minskning av strømningsstverrsnittet og dermed nødvendigvis en viss økning av vannhastighet. Dette vil kunne ha miljøkonsekvenser, eksempelvis mht. erosjon av elvebunn og elvebredd, samt ålegressbestander i elveutløpet.

I 2012 ble det foretatt en liknende utvidelse av Kjevik i det samme området da sikkerhetssonen skulle oppgraderes, og rullebanen måtte forlenges. For å sørge for at miljøet i elven ble i varetatt ble det den gang utført 3D CFD analyse (CFD fra engelsk: *Computational Fluid Dynamics*¹) for å finne ut hva utfyllingen ville medføre av endring av strømming i elven og for å designe tiltak mot negative konsekvenser.

For å finne konsekvenser av utfylling for veg er den samme simuleringmodellen oppdatert og en tilsvarende analyse utført. Dette notatet inneholder en oppsummering av resultatene og er et underlagsdokument for miljøvurderinger. I tillegg til å vurdere endringene som vil skje er det vurdert tiltak for å forhindre eller dempe lokale økninger i vannhastighet.

2 TIDLIGERE PROSJEKT FOR AVINOR (2010-2012)

Simuleringene ved utvidelse av rullebanen ble utført i flere faser i perioden fra 2010-2012. Først ble det undersøkt om det var nødvendig med tiltak, dvs. hva effekten av utfyllingen var og om det var mulig å sette inn tiltak for å redusere virkningen av det reduserte tverrsnittet. I en senere fase ble tiltakene designet i detalj gjennom simuleringer.

I de første analysene ble det bygget en 3D-modell som inkluderte nedre del av elven og elveutløpet, og som strakk seg et stykke ut i fjorden. Fjorden ble inkludert for å få med seg blandingssonen mellom ferskvann og saltvann som vil kunne påvirke strømmingen langs elvebunnen kraftig.

Det ble beregnet strømningsbilde for eksisterende elvebunn ved normal vannføring og flomsituasjoner, og deretter ble samme simulering utført for utbygd situasjon.

Det ble funnet at for normal vannføring trenger sjøvann inn langs bunnen av elveutløpet og elvevannet renner som et sjikt over dette. Utbygningen vil derfor det meste av tiden være uproblematisk, dvs. i normale situasjoner er det ingen nevneverdig forskjell mellom strømmen langs bunnen, før og etter utbygningen.

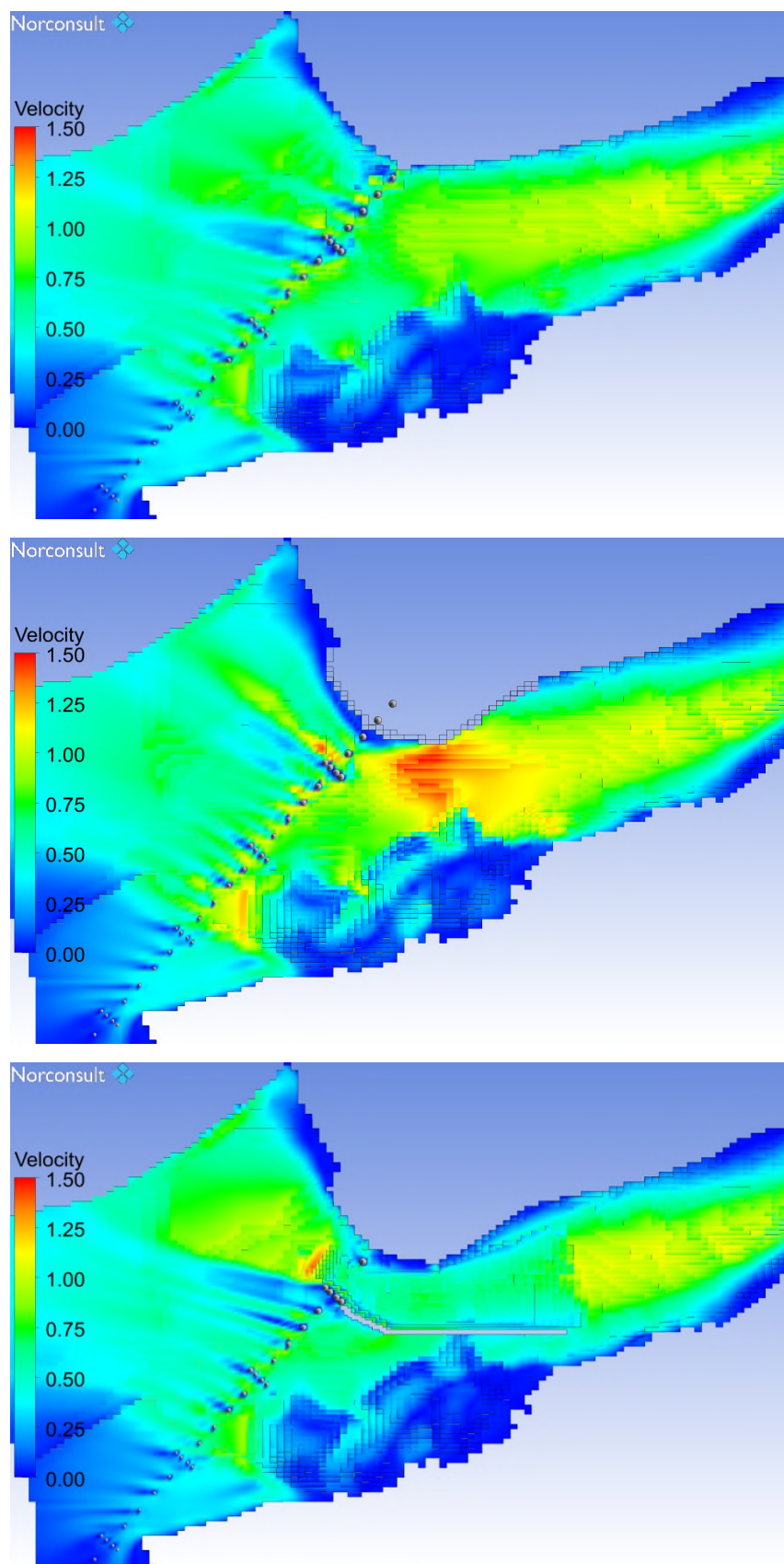
Ved flomsituasjonene trenger derimot elvevannet bort sjøvannet i utløpet og ferskvann strømmer langs elvebunnen. Hastigheten langs bunnen er da betydelig større og påvirkes kraftigere av utbygningen.

Figur 1 viser beregnet strømningshastighet like over elvebunnen ved normalflom (412 m³/s). Øverst vises eksisterende situasjon før utbygningen. I midten ser en situasjon etter utfylling uten tiltak. Nederst vannhastighet over bunn med de endelig foreslåtte tiltakene.

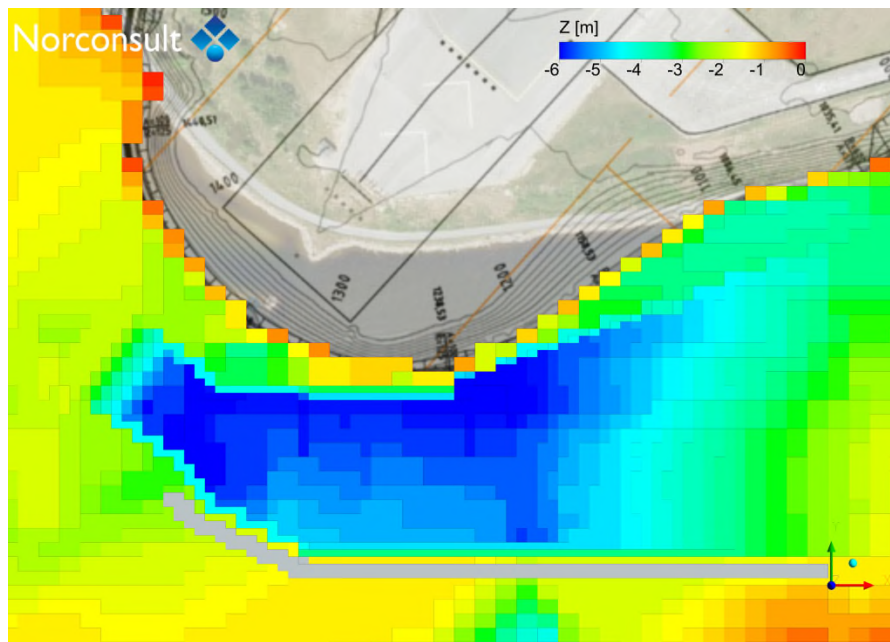
Det ble gjort en rekke simuleringer for å finne fram til den mest hensiktsmessige måten å få vannet forbi innsnevringen med minst mulig økning av vannhastigheten. Løsningen som til slutt ble valgt var å skape en «kanal» langs rullebanen, ved å mudre elvebunnen og bygge opp en langsgående fylling under vann, samt å fjerne en av fyllingene for landingslys ute i elven. Den nederste figuren viser at en da får en økt hastighet langs denne kanalen, men at hastigheten er forholdsvis lik som opprinnelig situasjon i resten av området.

Det bør nevnes i forbindelse med det forrige arbeidet at det ble gjort noen endringer i utførelsen forhold til de siste simuleringene pga. praktiske årsaker (undersjøisk kabel og ufullstendig oppmåling av bunnen) som gjør at siste modell ikke vil stemme helt med dagens situasjon på stedet.

¹ Denne rapporteringen er forsøkt holdt i notatform og går dermed ikke inn mer spesifikt på metodikk. Dette kan rapporteres senere om ønskelig.



Figur 1: Vannhastighet 0,5 meter over elvebunn ved normalflom (412m³/s). Øverst: situasjon i 2010. Midten: etter planlagt utfylling. Nederst: med foreslåtte tiltak.



Figur 3: Mudringsgeometri som brukt i simulering.

3.2 Resultater

Ved tiltakene sist ble det lagt til grunn at utfyllingen ikke skulle øke hastigheten utover det eksisterende.

Dette ble valgt da det ikke finnes eksakt nok kunnskap om akkurat hvilke hastigheter som vil ha ulike konsekvenser. Det er viktig og også huske at vi her ser kun på gjennomsnittlig flom, ved større flommer vil lokale strømningshastigheter tilnærmet «skalere», dvs. øke proporsjonalt med økningen i vannføring.

Samme betraktning er lagt til grunn ved denne beregningen, og resultatene vises derfor sammen med simuleringen av dagens tilstand (med forbehold om geometri som beskrevet tidligere i rapporten).

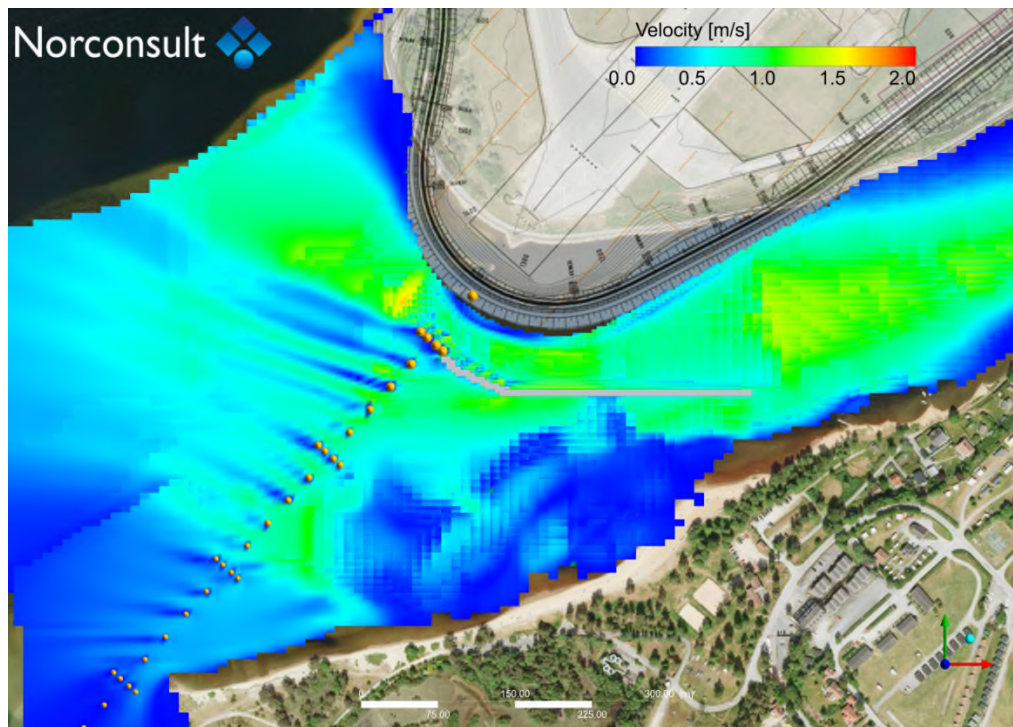
Figur 4 og Figur 5 viser hhv. hastighet 0,5 m over bunn ved utfylling og dagens situasjon.

Det krever et visst «trenet øye» for å se forskjellen på disse to. Det en kan legge merke til er at noen områder går fra turkis/cyan til grønt. Som en kan se i skalaen svarer til en økning på fra i overkant av 0,5 m/s til i overkant av 1 m/s. Altså kanskje maksimalt en dobling av hastigheten noen steder.

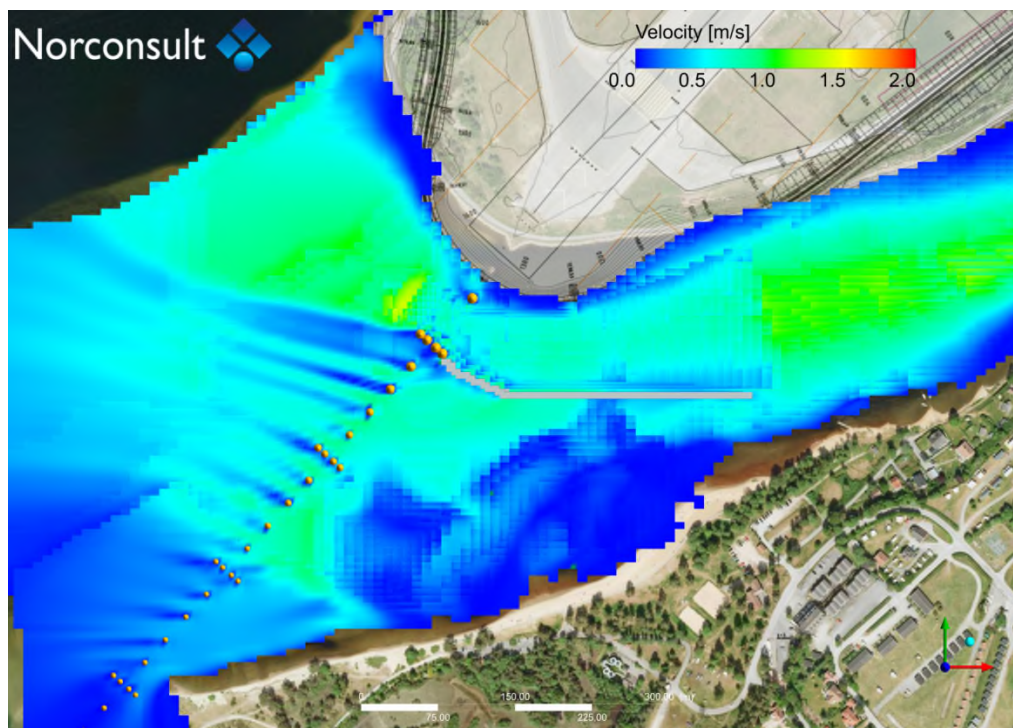
En annen måte å studere dette på er å kalkulere forskjellen mellom de to situasjonene. Dette er vist i figur 6. En ser at de største områdene er relativt uberørte (grønn farge tilsvarer her null), men at det er en del økning gjennom kanalen og i området rundt den langsgående utfyllingen under vann².

Konsekvensene ser betydelig mindre ut enn det vi fryktet etter først ha sett tegningene, ut fra erfaringene fra sist. Det meste av området langs Hamresanden er forholdsvis uberørt, mens «kanalen» tar unna de meste av vannet.

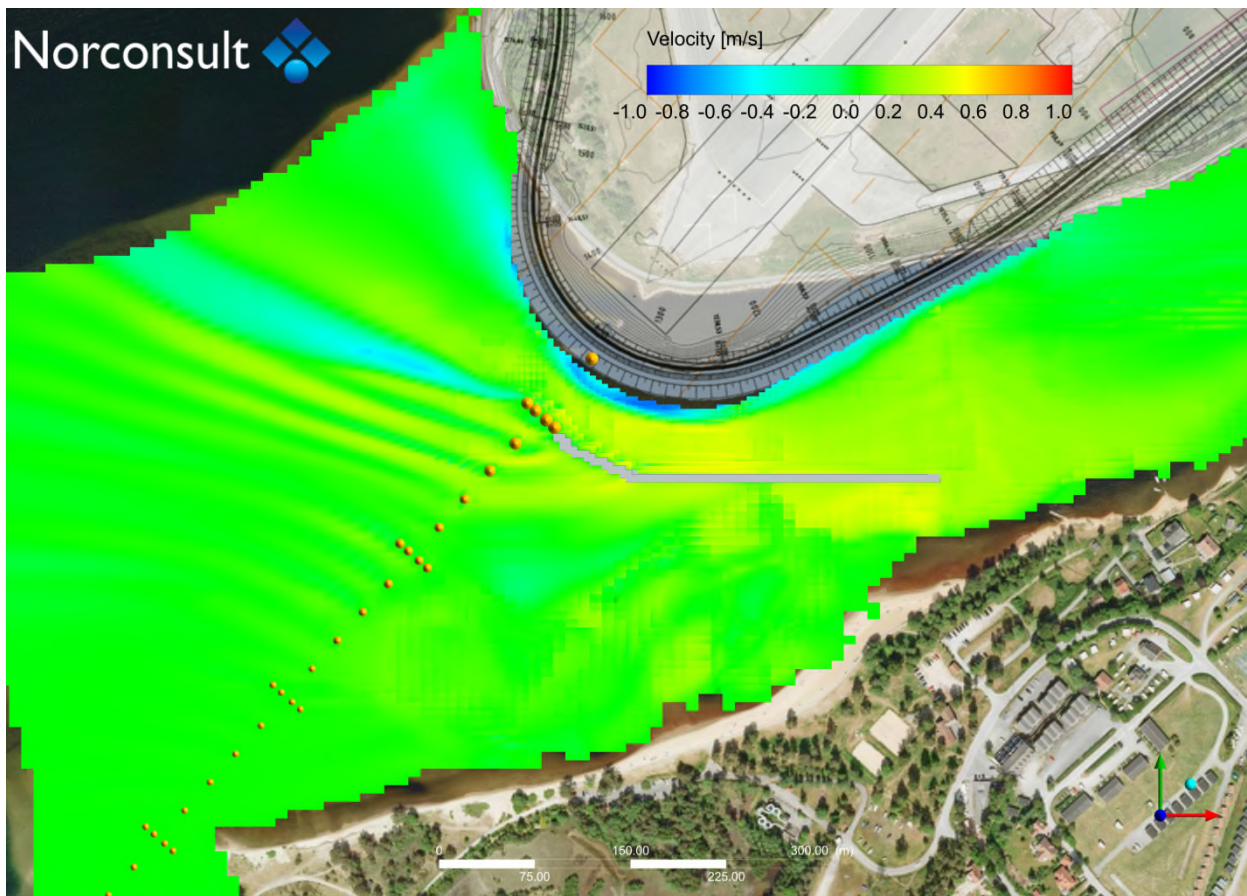
² Legg her merke til at utstrekningen av denne utfyllingen er forskjellig i modell og arbeidstegning (figur 2) og at dette er en usikkerhet i forhold til konklusjonene.



Figur 4: Hastigheter og strømningsbildet 0,5 m over bunn ved utfylling for veg.



Figur 5: Hastigheter og strømningsbildet 0,5 m over bunn. Dagens situasjon.



Figur 6: Hastighetsforskjell (0,5 m over bunn) mellom dagens situasjon og situasjon med utbygget veg. Positiv verdi står for økning av hastigheten ved utbygning.

4 TILTAK FOR Å REDUSERE EFFEKTEN AV VEGFYLLING

Som nevnt tidligere har vi ikke noen sikre opplysninger om hvilke hastighetsøkninger som evt. kan tillates. Det ble derfor besluttet å utføre simuleringer av mulige tiltak for å motvirke slik effekt av vegfyllingen.

De ulike tiltakene som er vurdert og simulert er

- ulike løsninger der hele, eller deler av, vegen legges som «bru» slik at elven ikke fylles ut
- fjerning av fundamenter for landingslys³
- forhøyning av den langsgående fyllingen under vann
- økt mudring

4.1 Bruløsninger

Simuleringene med ulike bruløsninger viste at det var først og fremst i det midtre området (rundt snitt 2 i figur 2) hvor det å ikke fylle ut elven hadde god effekt. Her bidrar fyllingen til akselerasjon, mens lengre oppstrøms og nedstrøms (ved den forrige utfyllingen) er effekten liten.

Effekten skyldes detaljerte forhold ved strømningsmønsteret. Utfyllingen oppstrøms bringer faktisk strømmingen nærmere den retningen den til slutt må ta – retningsendringen blir derfor mindre brå – noe som rett og slett kan være positivt.

Nedstrøms rundt den gamle utfyllingen fylles det ut i en «bakevje» som uansett også per i dag bidrar lite til transport av vann ut av elven.

Det er ikke valgt å foreslå å gå videre med denne løsningen foreløpig. Hovedsakelig fordi det er funnet en annen løsning som virker minst like bra, og som antas å være enklere og billigere enn bruløsninger.

4.2 Fjerning av fundamenter for landingslys

Viste ikke spesielt stor effekt oppstrøms for landingslysene. Påvirker derimot strømningsmønsteret nedstrøms landingslysene betydelig. Det dannes her også soner med høyere hastighet.

4.3 Forhøyning av den langsgående fyllingen under vann

Viste relativt liten hastighetsreducerende effekt.

Dessuten var det en kraftig hastighetsøkning på utsiden av fyllingen. Som beskrevet er geometrien her ikke godt representert i 3D-modellen, men vi konkluderer med at effekten uansett er liten og at det kan bli problemer med lokal akselerasjon pga. vannet tvinges til siden, og akselereres, også på siden mot Hamresanden.

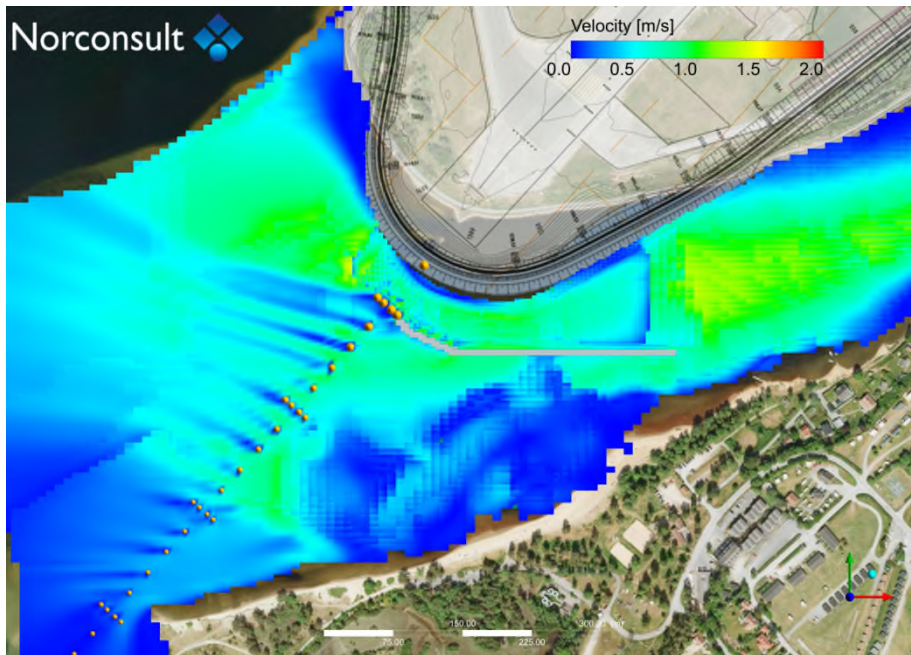
³ Antas å enten kunne gjøres ved å fjerne landingslys som sist, eller å bytte til en fundamentering rett i bunnen som vil ha mindre strømningsmotstand enn dagens store fyllinger.

4.4 Økt mudring

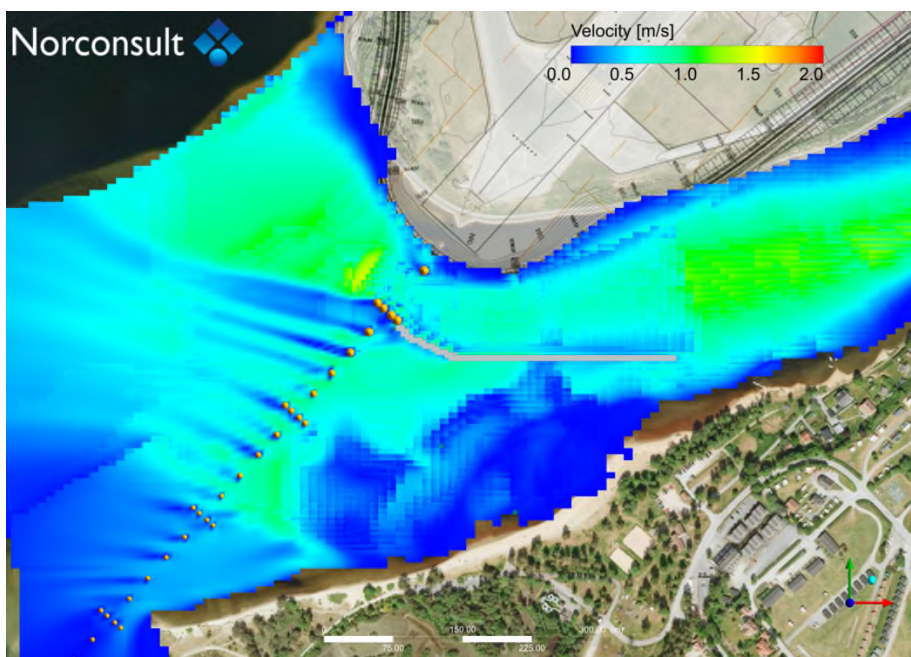
Dette er løsningen vi foreslår å gå videre med.

I simuleringen som er kjørt er det mudret 1 meter dypere langs kanalen. Figur 7, figur 8 og figur 9 viser hhv. situasjon med dette tiltaket, dagens situasjon og forskjellen mellom de to.

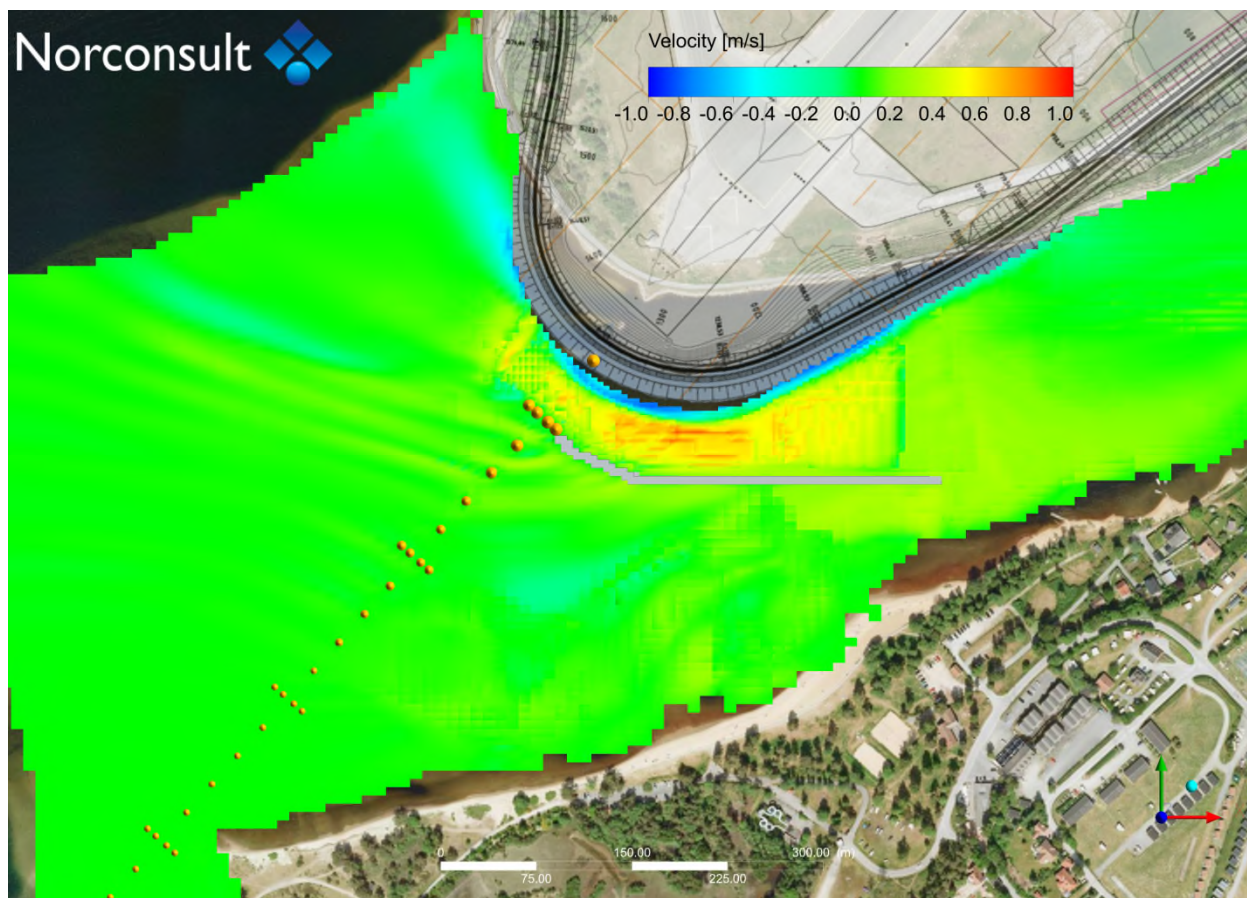
En ser at det omtrent er kun langs kanalen det er hastighetsøkning med dette tiltaket.



Figur 7: Hastigheter og strømningsbildet 0,5 m over bunn.



Figur 8: Hastigheter og strømningsbildet 0,5 m over bunn. Dagens situasjon.



Figur 9: Hastighetsforskjellen med eksisterende geometri 0,5 m over bunn.

5 VURDERING OG KONKLUSJON

Effekten av utfyllingen for veg ser mye mindre ut enn ved forlengelsen av rullebanen for to år siden.

Prinsippet fra sist gang fungerer fortsatt - økningen begrenses i hovedsak til området i og nedstrøms den etablerte «kanalen».

Det er ikke hele vegfyllingen som har negativ effekt, men kun den midterste delen. En begrenset bruløsning her bør være tilstrekkelig.

En mudringsløsning vurderes som like god og antas å ville være enklere og billigere.

En ny beregning av løsningen en går for bør utføres da det er stor usikkerhet rundt hvor korrekte bunngeometrien i simuleringene er. Før denne simuleringen må bunnen måles opp detaljert og i hele simuleringsområdet - ikke kun i utbygningsområdet (slik det var gjort sist, før vi kom inn, og som ofte er situasjonen).

Sandvika, 2014-06-08

Bård Venås

|