

Til:

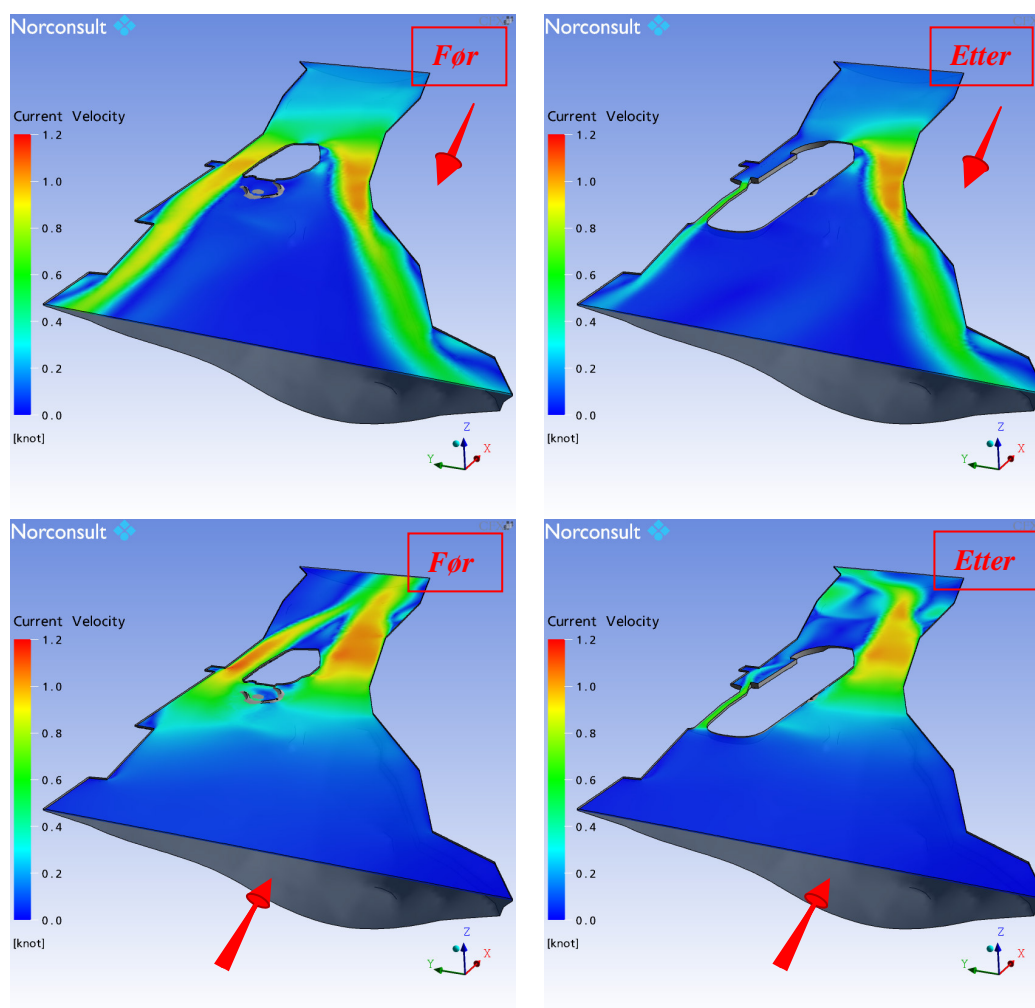
Fra: **Bård Venås**

Dato: 28. september 2006

## NOTAT: EFFEKT AV UTBYGGING PÅ STRØMFORHOLD I NORDSUND (UTKAST)

### SAMMENDRAG

En analyse er utført av påvirkning av gjenfylling av deler av Nordsund på strømforholdene i sundet, med hensyn til skipstrafikk, for én konkret skissert utbygging av Nordholmen. Analysen er basert på overslagsmessige vurderinger av hvordan strømforholdene er per i dag, og en detaljert 3D strømningsanalyse av selvet sundet - før og etter utbygging. Konklusjonen er at utbyggingen ikke vil ha signifikant påvirkning på strømforholdene i sundet.



*Bilder fra strømsimuleringer*

## **BAKGRUNN**

Det er planer om en utbygging av Nordholmen i Nordsund, som er et av de tre sundene som leder inn til Kristiansund. I forbindelse med saksbehandlingen er det forespurt dokumentasjon av hvilken effekt utbyggingen kan ha på strømforholdene i sundet. Problemstillingen i denne sammenhengen er evt. negativ effekt for skipstrafikk i sundet. Skipstrafikken i Nordsund består av mindre nyttefartøy og fritidsbåter og går også i dag gjennom sundet på sørsiden av Nordholmen. Større nyttefartøy benytter de to andre og større sundene inn til Kristiansund.

## **BESKRIVELSE AV TILTAK**

Figur 1 og 2 viser kart over hhv. kystområdene rundt Kristiansund og havneområdet med de tre sundene, og Nordsund og Nordholmen spesielt avmerket. Figur 3 er et nærmere utsnitt fra et mer detaljert bykart, mens Figur 4 er satt sammen av bilder av sundet og holmen tatt fra Nordsundbrua i forbindelse med prosjektet.

Figur 5 og 6 viser hhv. skissert gjenfylling fra kommuneplanen og skisseforslaget for utbygging fra arkitekt. Gjenfyllingen av sundet vil skje på nordsiden av holmen og på den grunne vestsiden. Etter utbygging vil det på nordsiden bli en småbåthavn og en 5 meter bred kanal som skiller holmen og Gomalandet i nordvest. Kanalen er planlagt å være "ca. 1 meter dyp". På sørsiden av holmen vil det ikke foretas noen gjenfylling.

## **VURDERING AV STRØM GJENNOM SUNDET PER I DAG**

Strøm i kystnære områder har generelt tre hovedårsaker, hhv. tidevann, ferskvannstilførsel og vind. Tidevannsstrømmer skapes pga. endringene i vannstand og danner langs norskekysten en tidevannsbølge som brer seg fra Jæren og nordover med økende amplitude. Områder med sterk tidevannsstrøm kan finnes der relativt store havområde avgrenses av små "åpninger", slik tilfellet er f.eks. for Saltstraumen (hvor Skjerstadfjorden fylles og tømmes via et par smale sund). Sterke tidevannsstrømmer kan også finnes i mer åpne havområder der lokale bunnforhold over store avstander kan skape stor vannstandsforskjell avhengig av hvordan tidevannsbølgen sprer seg, slik tilfellet f.eks. er Moskstraumen i Lofoten.

Ingen av disse to tidevannsmekanismene antas å være signifikante for Kristiansund havn. Inn og utstrømning gjennom de tre sundene forårsaket av vannstanden anslås ut fra tidevannstabell og dybdeforhold å være i størrelsesorden 1 cm/s på det sterkeste. Utbredelsen av øyene er videre ca. et par kilometer og dermed for liten til at stor forskjell i vannstand forårsaket av tidevannsbølgens utbredelse er særlig sannsynlig. Det antas videre at ingen ferskvannstilførsel har signifikant virkning på strømmen gjennom sundene.

Strømmen gjennom sundene vil derfor sannsynligvis være dominert av vindpåvirkning, samt evt. virkning av den vanlige kyststrømmen som går nordover langs norskekysten. I følge havnefogden er det ikke noen spesielle problemer med hensyn til strøm i sundet per i dag. Det antas derfor at strømmen i sundet er relativt moderat.

## **BEREGNING AV VIRKNING AV UTBYGGING**

For å anslå virkningen av utbyggingen av Nordsund er det utført 3D "CFD-simuleringer" av strømforholdene før og etter utbygging.

CFD (fra engelsk: Computational Fluid Dynamics) angir 3-dimensjonale strømningsberegninger og kan i prinsippet anses som modellforsøk utført på datamaskin. Ved beregningene løses de fundamentale likningene for de ulike fysiske forholdene direkte ved kapasitetskrevenne databeregninger. Beregningen utføres ved at det først konstrueres en geometrisk 3D datamodell av et representativt volumområde rundt det en ønsker å

beregne. Denne modellen deles deretter inn i et stort antall beregningsceller (typisk 100.000) og likningene løses ved at datamaskinen balanserer likningene separat i hver beregningscelle (kan typisk ta noen timer). Etter at beregningene er ferdige kan resultatene presenteres kvantitativt og visuelt i form av tallverdier, grafer, konturplott, isoflater, animasjoner m.m. Norconsult har arbeidet med CFD siden 1988 og benytter i dag den verdensledende programpakken ANSYS CFX.

Figur 7 viser bunntopografien som er benyttet som utgangspunkt for 3D-modellen. Topografien viser kun stegvise dybdenivå (0, 1/2, 5, 10, 20 og 30 meter), samt kjente grunner. Den kontinuerlige 3D konturen måtte derfor tilpasses noe ut fra skjønn. Generelt ble det antatt at topografien er forholdsvis vertikal langs vannkanten. Figur 9 og 10 viser den ferdige 3D bunntopografien, hhv. med og uten utbyggingen.

Figur 8 lister opp teoretiske og statistisk variasjoner i vannstanden for Kristiansund. Vi har utført separate beregninger både for middel lavvann (MLW) og middel høyvann (MHW), for å se om typiske naturlige variasjonen ville endre strømforholdene. Disse to vannstandene er hhv. 0.6 meter (MLW) og 1.96 meter (MHW) over sjøkartnull. Kanaldybden i nordvest etter utbygging er antatt å være 1 meter under sjøkartnull.

Siden vannet også fritt kan strømme langs utsiden av øyene, er det i beregningene lagt på et konstant forskjell i vanntrykk mellom de to ulike sidene dvs. øst og vest, i modellen. Trykket er satt til å være lik trykket som skaper en strøm på ca. 1 knop (0.5 m/s) i seilingsleden gjennom sundet slik situasjonen er før utbygging. En evt. endring fra dette nivået vil tilsi at strømforholdene typisk endres i den samme størrelsesordenen (en økning til 2 knop ville betydd at strømmen økes ca. 100% pga. utbyggingen).

## RESULTATER

Det er utført til sammen 8 ulike simuleringer, hhv. for alle kombinasjoner mellom før og etter utbygging, strøm fra øst og vest, og for lavvann og høyvann. Simuleringene for lavvann og høyvann viste svært liten forskjell og resultatene presenteres derfor kun for de fire simuleringene ved lavvann.

Figur 11 og 12 viser strøm fra øst før og etter utbygging. Strøm fra øst betyr her at vannet kommer fra den øvre/bakre siden i figuren og går nedover/framover, slik den røde pilen viser.

Lokal strømstyrke er i figurene vist for et plan som ligger 1 meter under havoverflaten, og ved bruk av en "fargeskala". Strømstyrken i et hvert eneste punkt langs planet vises her ved at fargen svarer til tallverdien ved den samme fargen i skalaen til venstre i figurene.

I Figur 11 ser vi hvordan innsnevringen av tverrsnittsarealet gjør at vannhastigheten øker fra østsiden og rundt holmen, der både effektiv bredde og dybde er betydelig mindre en lenger øst. Vannstrømmen fra de to sidene av holmen "klistrer" seg deretter langs land på vestsiden av holmen.

Etter utbyggingen begrenses strømmingen på nordsiden av gjenfyllingen, slik det sees i Figur 12. På sørsiden er vannstrømmen nær den samme som før gjenfyllingen av nordsiden, dvs. med en maksimalhastighet på rundt 1 knop. Gjenfyllingen fører dermed til at det går mindre vann gjennom sundet, og denne reduksjonen svarer ca. til det reduserte tverrsnittet, slik at strømhastigheten verken økes eller reduseres..

Figur 13 og 14 viser strøm fra vest, altså fra nærmest seeren og innover i/oppover på arket. Det første en kan legge merke til her er at hastigheten er svært liten (blå farge) i den vestre delen. Dette skyldes at det her både er betydelig lenger mellom land og dypere, slik at totalt strømningsareal er vesentlig mye større. Hastigheten på vestsiden er kun ca. 2 cm/s, men akselereres altså til maks ca. 1 knop (0.5 m/s) gjennom sundet. Noe annet en kan legge merke til er at strømmer karakteren øst for sundet er noe annerledes etter gjenfyllingen. Dette skyldes at holmen i dette tilfellet danner en "bakevjesone" og at det derfor settes opp en virvel bak holmen. Denne er vist ved vektorer (piler som viser retning og hastighet) i Figur 15. Strømmen her vil kunne være noe skiftende over tid, men den antas ikke å ha spesiell signifikans mht. skipstrafikk.

Maksimalhastigheten i sundet er altså ca. lik før og etter utbygging, også ved strømning fra vest.

### ***KONKLUSJON***

Ut fra analysene og resonnementet som er beskrevet, vurderes det at virkningen av gjenfyllingen ikke vil være signifikant med hensyn til strømforholdene i Nordsund.

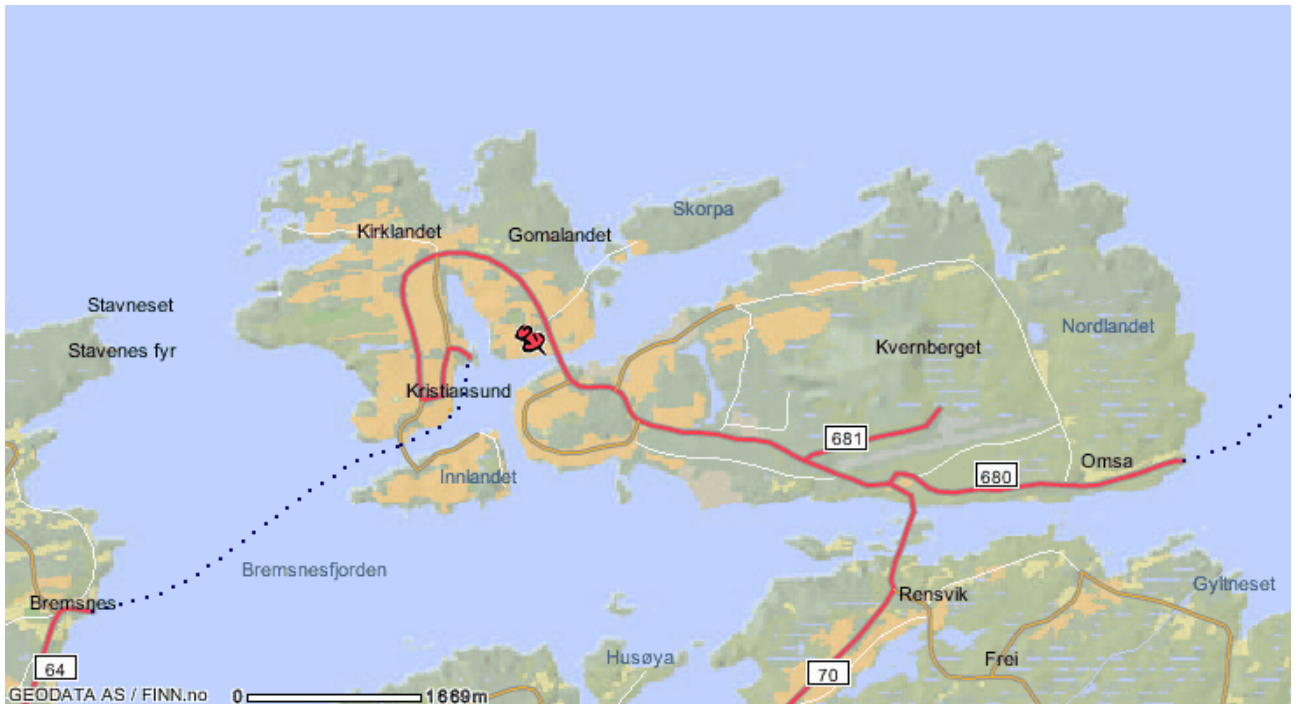
Sandvika, 28. september 2006

Dr.ing. Bård Venås  
Seksjon Forskning og utvikling

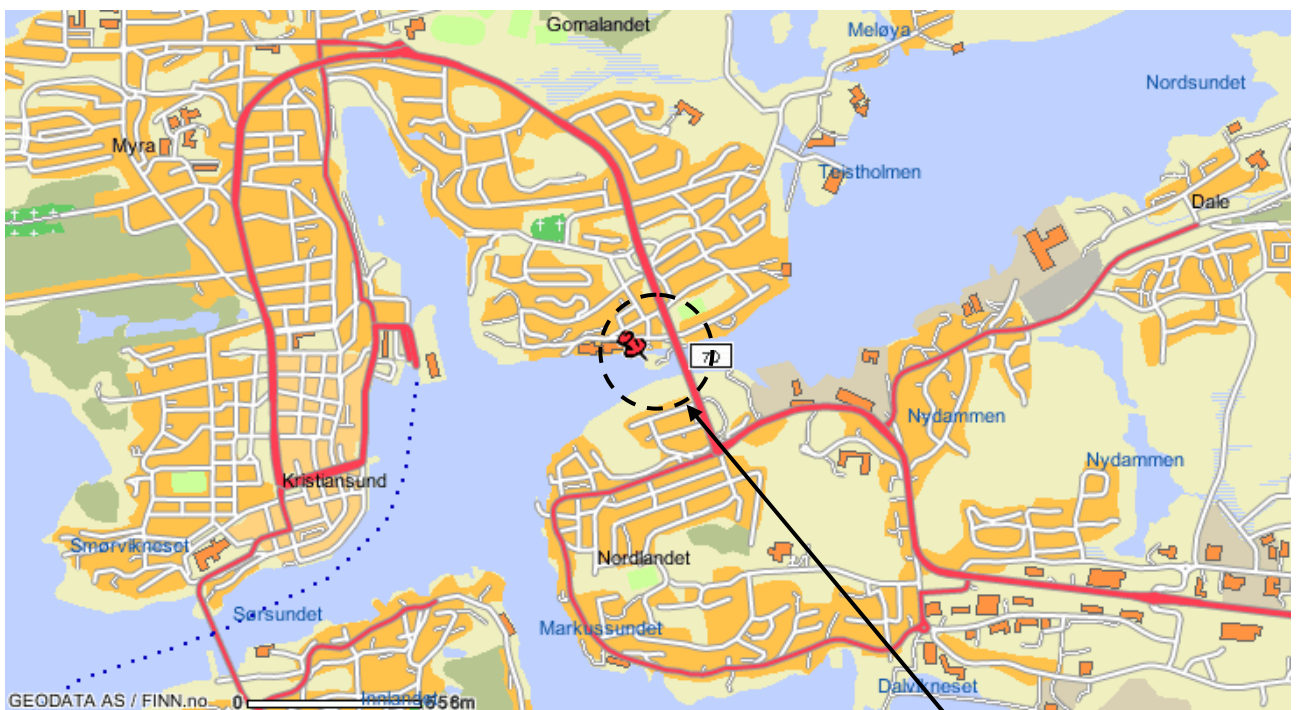
(Utførende)

Dr.ing. Bent A. Børresen  
Seksjon Forskning og utvikling

(Kontroll)



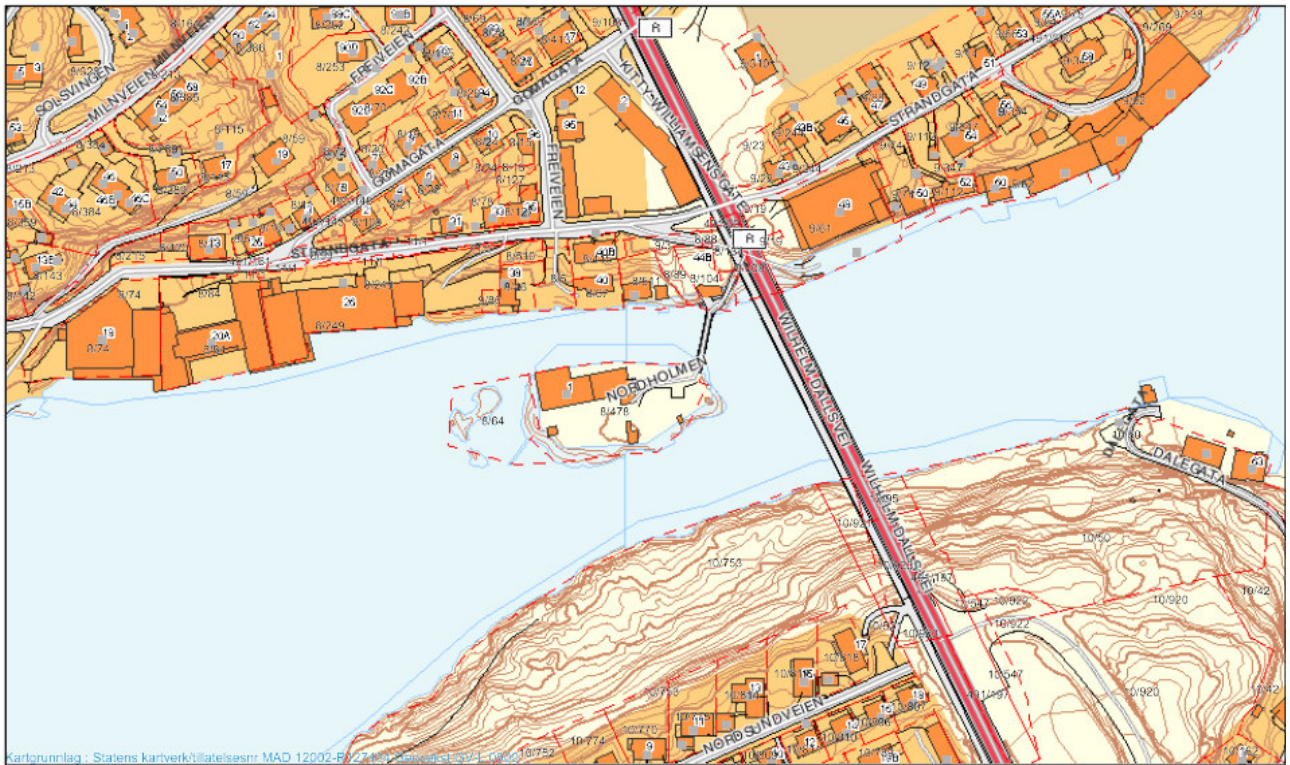
*Figur 1 Havområdene rundt Kristiansund.*



*Figur 2 Plasseringen av Nordsund.*

**Nordsund og Nordholmen**





Målestokk = 1:2500



**Figur 3** Bykart som viser Nordholmen og Nordsund.



**Figur 4** S sammensatt bilde av Nordsund og Nordholmen (sett fra Nordsundbrua i NØ).

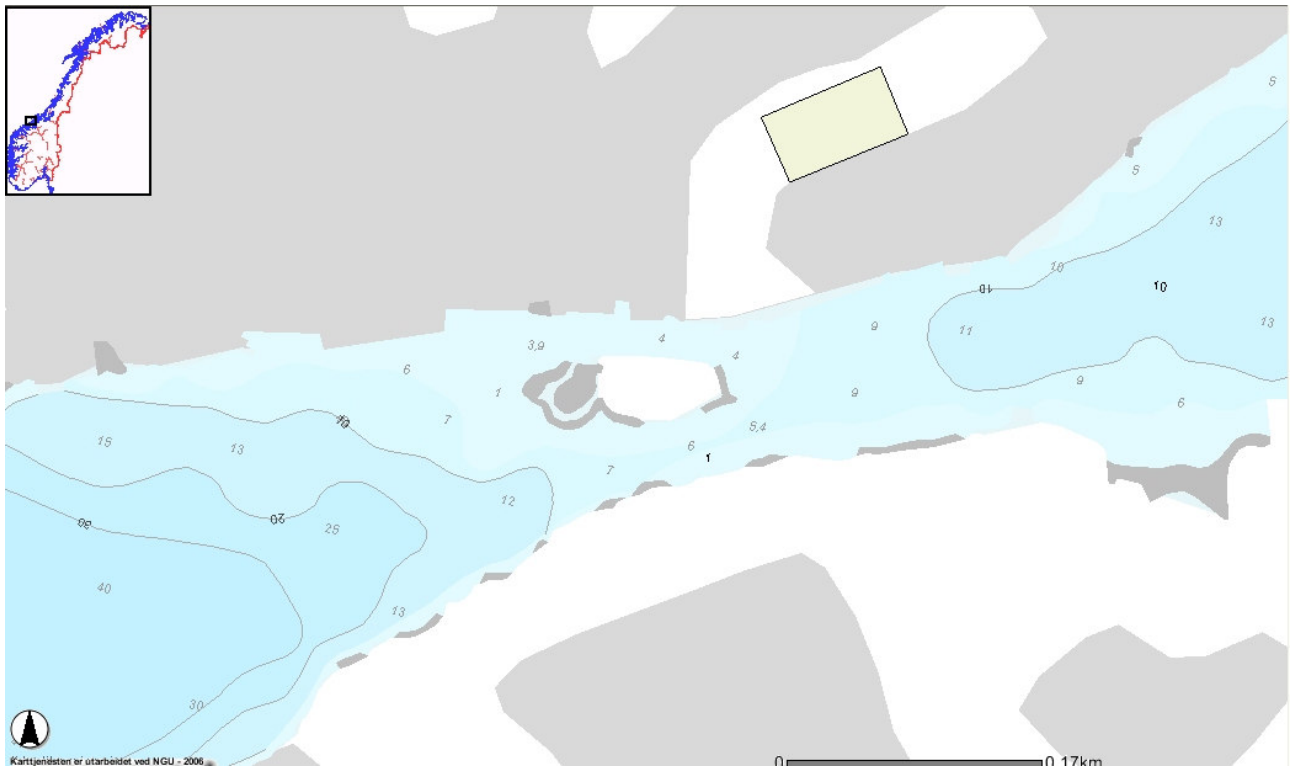


**Figur 5** Utsnitt fra kommuneplanen med skissert utfylling rund Nordholmen.

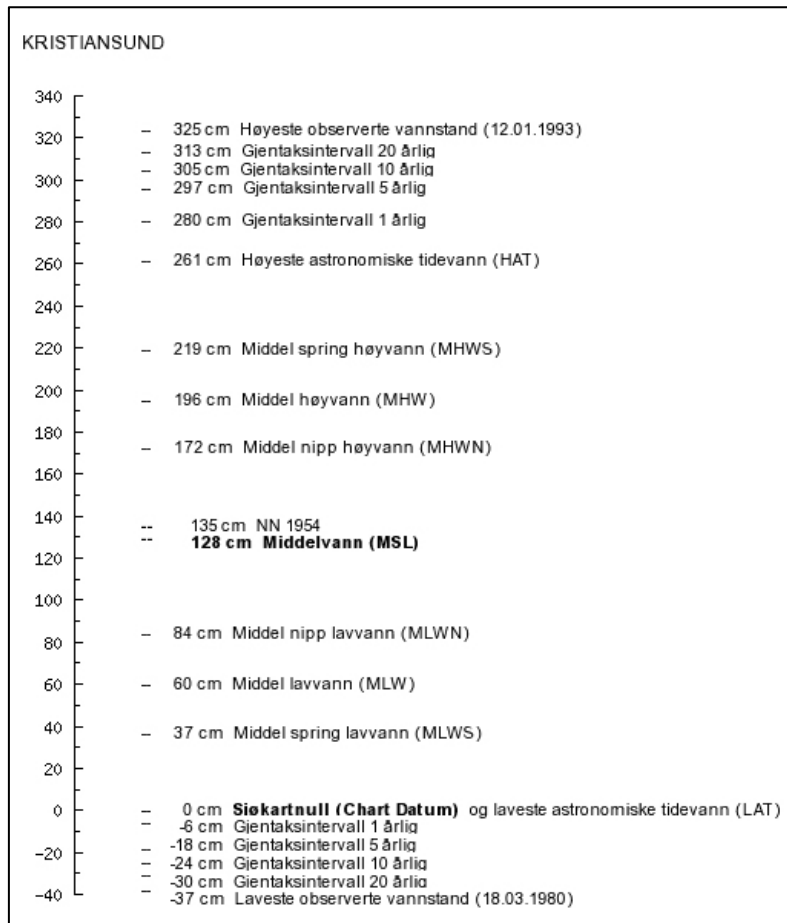


**Figur 6** Skisseforslag for utbygging av Nordholmen.



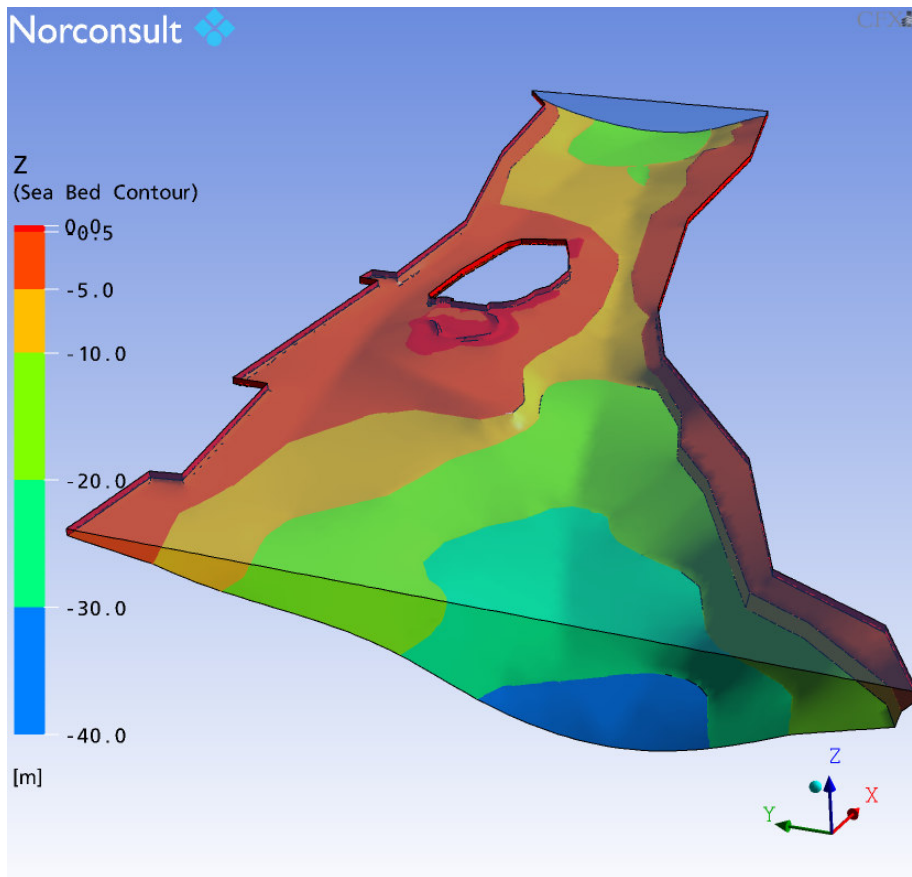


**Figur 7** Sjøkart med dybdekonturer for Nordsund.

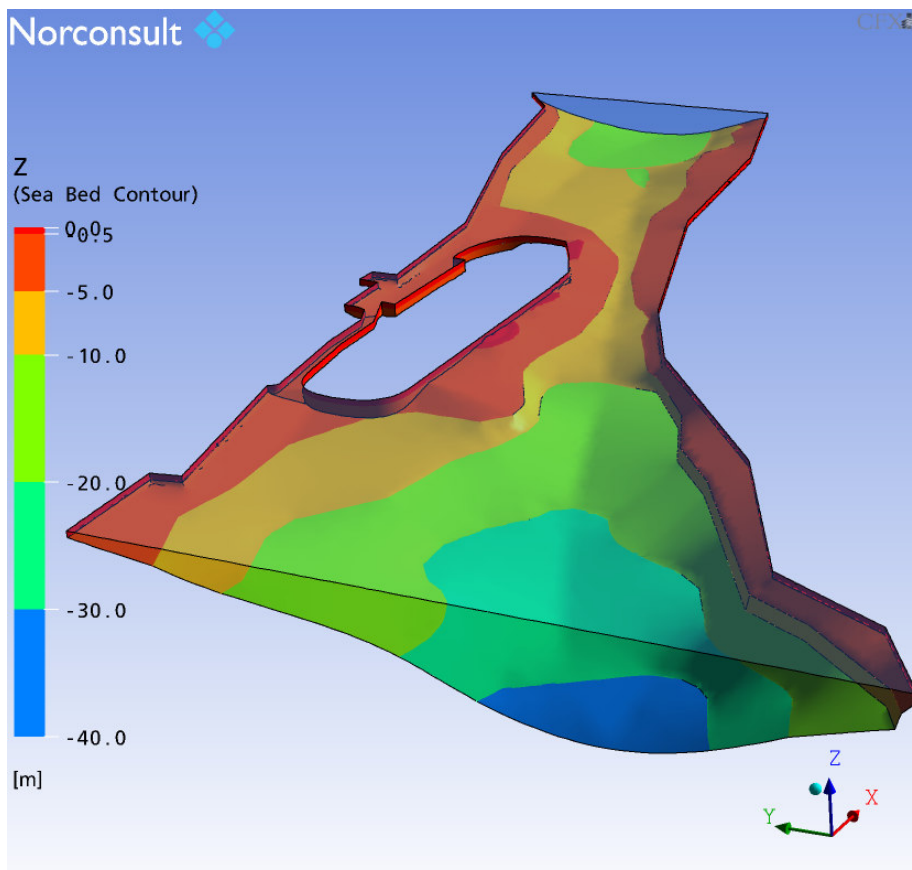


**Figur 8** Vannstands nivåer for Kristiansund havn.

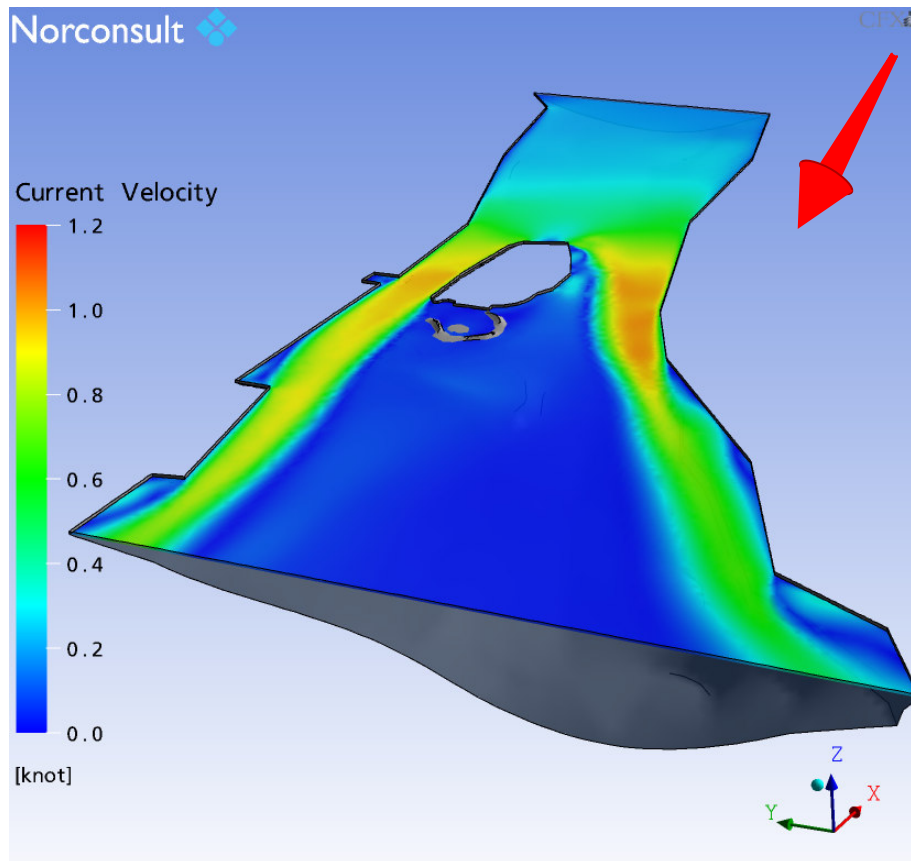




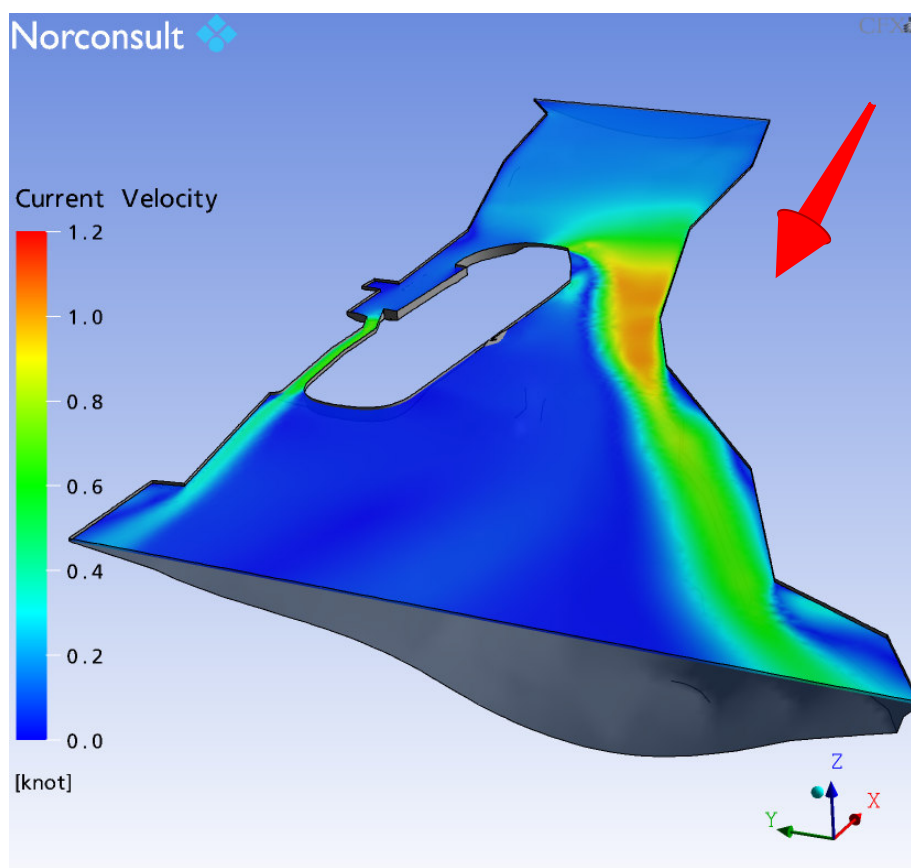
**Figur 9**  
*3D-modell av bunn for nåværende situasjon.*



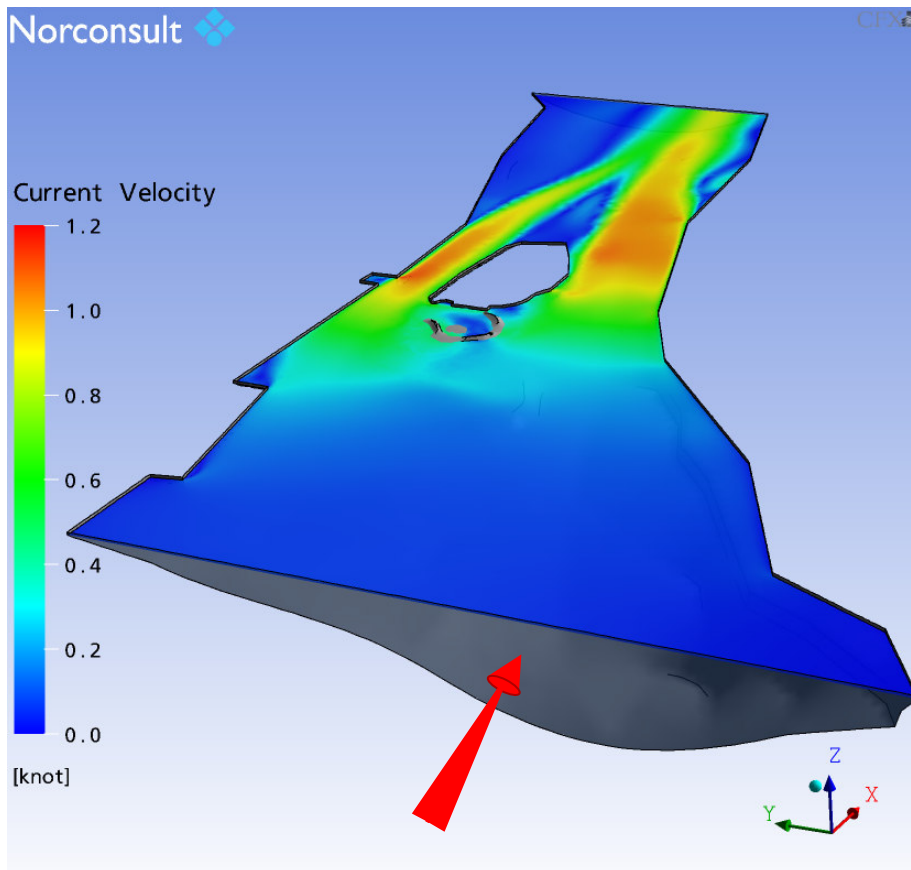
**Figur 10**  
*3D-modell av bunn med skissert gjenfylling.*



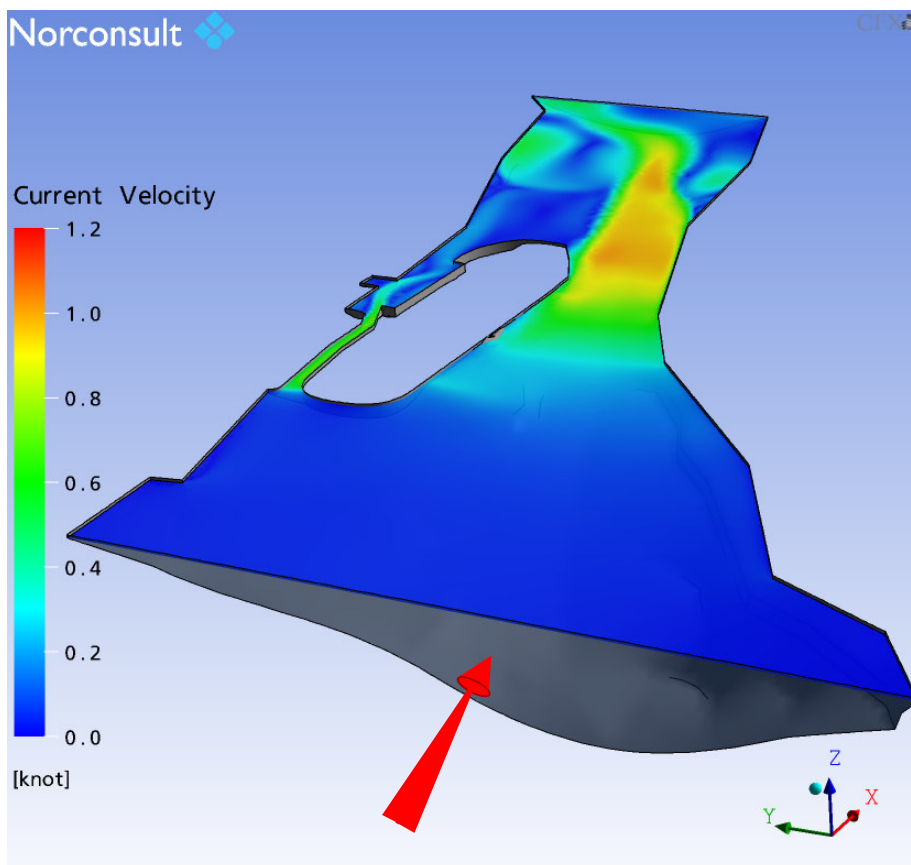
*Figur 11*  
Nåværende situasjon -  
strøm fra øst ved middel  
lavvann.



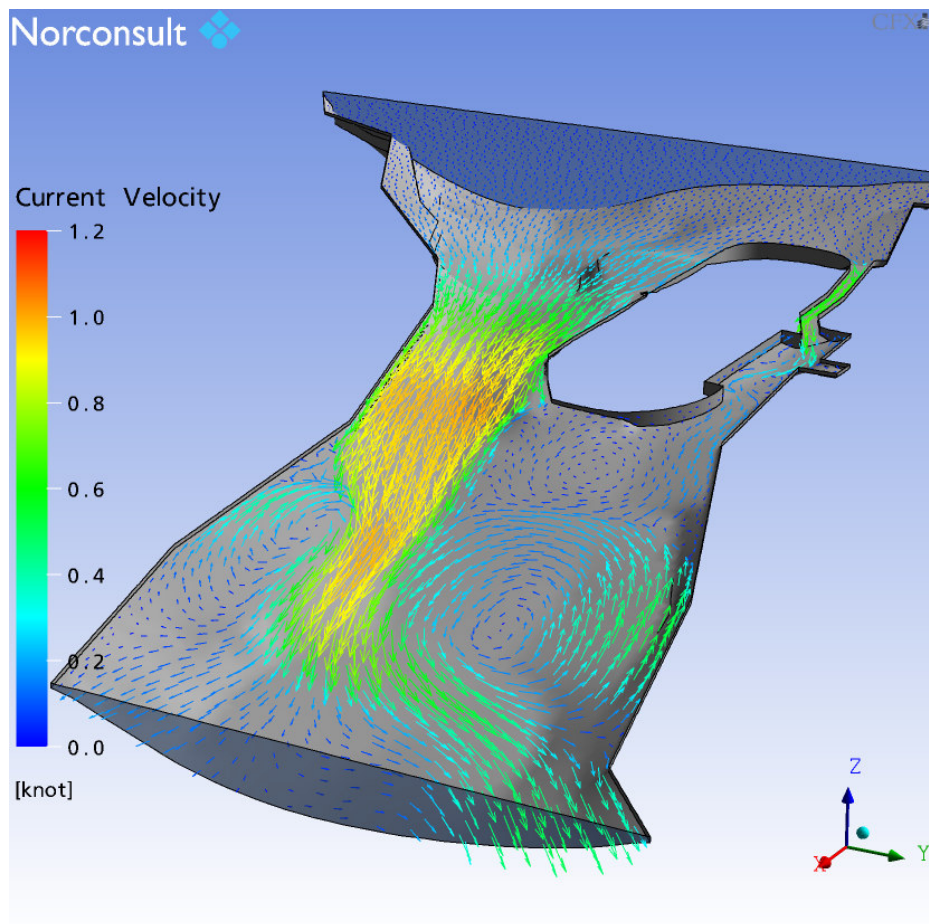
*Figur 12*  
Skissert gjenfylling -  
strøm fra øst ved middel  
lavvann.



*Figur 13*  
Nåværende situasjon -  
strøm fra vest ved middel  
lavvann.



*Figur 14*  
Skissert gjenfylling -  
strøm fra vest ved middel  
lavvann.



*Figur 15 Vektorer som viser øyeblikksbilde av strømmønster ved strøm fra vest etter utbygging*