

Notat

Til: Anne-Kristin Kryzowski, Randesund Bydelsråd

Kopi: Knut Sand, Fagerholt
Bengt-Øyvind Totland, Topdalsfjorden Bekkelag
Magnus Drivdal, Akvaplan-niva AS

Sak: Vurdering av rapporten "Strømsimulering for Topdalsfjorden, med fokus på endringer i strømforhold og saltholdighet i forbindelse med utbygging av kai i Kristiansand Havn, SHA 4, 5 & 7".

Vurdering av rapporten "Strømsimulering for Topdalsfjorden, med fokus på endringer i strømforhold og saltholdighet i forbindelse med utbygging av kai i Kristiansand Havn, SHA 4, 5 & 7".

Innledning

I forbindelse med planlagt utfylling i sjø i Kongsgård-Vige-området i Kristiansand kommune, er det utført studier av blant annet strømforhold og utbredelse av brakkvannslag i området før og etter planlagt utfylling. Arbeidet har til formål å svare ut eller danne grunnlag for å dekke følgende 2 utredningsbehov, jfr. "Tilbudsinvitasjon – utredning av konsekvenser for marint liv, samt kartlegging av strømforhold, salinitet m.m. i Topdalsfjorden ved flytting av containerterminalen til havneområde nord, Kongsgård" fra Kristiansand kommune, datert 08.01.2021:

- *"Kristiansand bystyre vedtok 27.11.2019 (sak 67/19) at det skal gjennomføres en grundig, ekstern og uavhengig utredning av konsekvensene en eventuell flytting av containerhavna til Vige kan få for marint liv i Topdalsfjorden."*
- *"Fylkesmannen har, i brev av 03.03.2020 til Kristiansand Havn, gitt et foreløpig svar på søknad om fylling i Vigebukta, med krav om kartlegging av strømforhold, vannutskifting og salinitet i Topdalsfjorden, med den hensikt å vurdere om utbygging av Havneavsnitt Nord vil påvirke innstrømning av saltvann og saliniteten i Topdalsfjorden og i hvilken grad økologien i Topdalsfjorden vil påvirkes av en eventuell endring i strømforhold og salinitet."*

SINTEF har gjennomført den fysiske oseanografiske delen angående disse utredningsbehovene, og resultatene foreligger i rapporten: "Strømsimulering for Topdalsfjorden, med fokus på endringer i strømforhold og saltholdighet i forbindelse med utbygging av kai i Kristiansand Havn, SHA 4, 5 & 7" (Knutsen og Dalsøren, 2021). Norconsult har i 2021 utført undersøkelser og vurderinger av dagens miljøtilstand i området i rapporten "Topdalsfjorden – Nåsituasjonen for marine natur- og miljøforhold" (Schreck m.fl., 2021A). Norconsult og SINTEF har også laget en sammendragsrapport av ovennevnte studier: "Sammendragsrapport: Konsekvenser for marint liv og strømforhold ved flytting av containerterminalen til havneområde nord, Kongsgård – Vige" (Schreck m.fl., 2021B), på oppdrag fra Kristiansand kommune.

Randesund Bydelsråd har henvendt seg til Akvaplan-niva og bedt om en faglig gjennomgang av den førstnevnte rapporten fra SINTEF.

Hensikten med modellstudien er å vurdere om miljøtilstand og miljøforhold blir negativt påvirket av utfyllingen.

Miljøtilstanden i Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden nord for Varoddbrua har vært kartlagt tidligere i Molvær m.fl. (1986) og Molvær m.fl. (2003). I overflatelaget var vannkvaliteten relativt god, mens den i dybbassengene i Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden ble klassifisert som dårlig i henhold til klassifiseringsverktøy benyttet på det tidspunktet (Molvær m.fl., 1997). Senere miljøundersøkelser viser tegn til forbedring i miljøtilstand i dybbassenget i Topdalsfjorden (Schreck m.fl., 2021A). Ifølge Vannportalen (se www.vann-nett.no) har vannforekomsten "moderat" økologisk tilstand, med mål om at denne skal forbedres til "God" innen 2027. Havforskningsinstituttets stasjon VT50 på ca. 70 m dyp har vist tendenser til noe bedre oksygenforhold i dybbassenget i de siste 10 år (Schreck m.fl., 2021A). Resultater fra Norconsults bløtbunnfauna-stasjon på VT50, som er plassert på ca. 70 m dyp, gir miljøtilstand "God" (Schreck m.fl., 2021A).

I dette notatet er det kun modellstudien til Knutsen og Dalsøren (2021) som blir vurdert. Det settes søkelys på hvordan modellstudien har bearbeidet Statsforvalters krav om kartlegging av:

- i) Strømforhold
- ii) Salinitet
- iii) Vannutskifting

Viktigste momenter fra gjennomgang

Akvaplan-niva presenterer hovedmomentene fra gjennomgangen nedenfor med kort forklaring til disse.

Modellverktøyet som er benyttet er en anerkjent havmodell (SINMOD). Det har ikke vært mulig for Akvaplan-niva å vurdere innstillinger i modellen og selve modellsimuleringene. Det tas kun utgangspunkt i rapporten og hvordan resultatene er fremstilt.

i. Strømforhold

a) Modellopløsning (størrelse til beregningscellene)

Den horisontale oppløsning er 32 m for nøkkelområdene omkring utfyllingene og ved innsnevringen ved Varoddbrua. Dette er størrelsen til hver beregningscelle, som har utstrekning som en firkant, med sidekanter på 32 meter.

Den vertikale oppløsningen er fin nær overflaten. Nær terskeldypet og dypere er høyden på beregningscellene mellom 5 og 15 m, som anses som relativt grov oppløsning.

Modellen er altså bygget opp av 32 m store flak nær overflaten, som i dypere vannlag er 5-15 m høye klosser.

Det stilles spørsmålsteget om modellen klarer å gjengi realistiske strømningsforhold, spesielt i utfyllingsområdet med dens kaikanter og utfyllinger og i den relativt trange (ca. 450 m) og kompliserte terskelpassasjene like nord for Varoddbrua.

Den ene årsaken er at beregningscellene er 32 m store i lengde og bredde, og dette vil gi stor unøyaktighet i forhold til planlagt kaikant og utfylling.

For det andre er beregningscellene firkantede, som gjør at beskrivelsen av kystlinje og bunnkonturer blir veldig grov og hakkete. Helt inn mot land og nær bunn kan man da vanskelig få beskrevet realistiske strømforhold. Dette vil sannsynligvis gå ut over lokale strømforhold, som igjen kan forplante seg angående strømforhold og vannutveksling lenger innover i fjorden.

Dette oppsettet vurderes som en ikke grundig tilnærming, og vurderes som vanskelig å få til realistiske lokale strømforhold for disse nøkkelområdene ved utfyllingsområdet og terskelen ved Varoddbrua.

Eksempelvis er den lille øya under Varoddbrua tilsynelatende representert som 1 beregningscelle på 32 x 32 m i modellen (se for eksempel Figur 6). I virkeligheten er det en smal holme på ca. 20 m x 5 m, som naturligvis ikke er firkanta.

Batymetrien i vertikalsnittet i Figur 17 er glattet og gjengir ikke batymetrien i modellen. Batymetrien i modellen vil være formet som 32 m brede klosser, med høyde opp mot 5 m ned mot terskeldypet.

Dersom hovedmålet ikke er å gjengi virkeligheten, men å kun sjekke om det vil bli noen vesentlige endringer før og etter utfylling, så kan en slik grov oppløsning forsvares. Likevel bør strømmønsteret være noenlunde korrekt/realistisk, for at man i det hele tatt skal kunne stole på resultatene.

Det anbefales finere horisontal oppløsning i modelloppsettet for utfyllingsområdet og for terskel-/innsnevringensområdet. Samt finere vertikal oppløsning omkring terskeldypet og for dybbassenget ned til ca. 80 m dyp.

b) Validering av modell, strøm

Validering av modellen angående hydrodynamikk er utelatt for modellområdet. Kvaliteten baseres på at modellen har vært brukt i mange år i andre prosjekter, i andre områder.

Verifisering og validering av modeller er obligatorisk for å kunne stole på resultater, Dette er grunnleggende forutsetninger for all modellbruk, og spesielt dersom det etterspørres en grundig tilnærming.

Det foreligger altså ingen dokumentasjon på at modellen viser realistiske resultater for vannbevegelser i nøkkelområdene fra Kongsgård - Vige og nordover i Topdalsfjorden. Dersom det er viktige problemstillinger som skal behandles og viktige beslutninger som skal tas på grunnlag av resultatene fra modelleringen, regnes det som obligatorisk å skaffe til veie relevante valideringsdata og foreta valideringsanalyse.

Det anbefales sterkt å kjøre modellen for en periode hvor det finnes strømmålinger i hovedinteresseområdet fra Kongsgård - Vige og nordover, rett og slett for å dokumentere at en kan stole på modellresultatene gjennom validering.

c) Sammenlikning i modellresultater, før og etter utbygging

Sammenlikninger angående strømbilde/strømregime og flukser gjennom utvalgte snitt er utført med månedsgjennomsnitt. Resultatene viser små endringer.

Det er mye som skjer i løpet av 1 måned. Et gjennomsnitt tar ikke høyde for endringer i ekstremisituasjoner og øyeblikksituasjoner, disse mulige endringer blir midlet ut. Man kan derfor ikke stole helt på resultater med midling over lange perioder, slik som her. Eksempelvis er tidevannsstrømmer som regel tilnærmet null i gjennomsnitt, da strømmene går like mye hver vei i løpet av en tidevannssyklus på drøye 12 timer. Likevel har tidevannsstrømmer ofte høy maksimal fart midt mellom flo og fjære, i motsatt retninger.

Det anbefales å sammenlikne tidsserier, med fokus på ekstremisituasjoner. Da kan man finne ut av for eksempel om det er ved spesielle oseanografiske situasjoner at utfyllingens påvirkning på strømforhold er mer markant enn ellers.

ii. Utbredelse av brakkvann (salinitet)

a) Validering av modell, saltholdighet

Direkte validering av modellen angående hydrografi er utelatt for interesseområdet fra og med Vige og nordover i Topdalsfjorden. Det finnes kun 1 øyeblikksmåling av hydrografi fra modellperioden, innhentet fra en posisjon nesten 5 km utenfor interesseområdet den 15. september 2018.

Sammenlikningen som er foretatt mht. hydrografi er mer en slags verifisering av at det ikke er noe alvorlig galt med modellen, når man sammenlikner månedsgjennomsnitt i observasjoner fra stasjonen VT50 over 71 år med modellens månedsgjennomsnitt fra 2018 – 2019 på dette stedet.

Verifiseringen viser modellen har utfordringer med å reprodusere det ferskere overflatevannet inne i Topdalsfjorden (Figur 22). Modellens månedsgjennomsnitt gir 5 – 20 psu høyere saltholdighet enn de respektive månedsgjennomsnitt fra observasjonene innhentet fra de 71 år.

Verifiseringen viser også at modellens saltholdighet fra litt over terskeldypet og dypere ved VT50 er som regel er langt ferskere enn utfallsrommet til saltholdighet fra målinger i perioden 1950 – 2021. Dette er lite tillitsvekkende, og her klarer modellen absolutt ikke å gjenskape en realistisk hydrografi. Her feiler altså modellen angående saltholdighet med typisk 2 - 3 psu.

Det ene valideringsdatasettet som er tilgjengelig, fra 15. september 2018 (Figur 23) utenfor Topdalsfjorden ved Odderøya, viser at modellen ikke klarer å gjenskape saltholdigheten i mellomlaget og dyplaget, og har et avvik på omkring 0.5 psu (for salt over 50 m dyp og for fersk under 50 m dyp). Dette gir stor påvirkning på tettheten til vannmassene, og dermed trolig også dynamikken mht. innstrømming og utskiftning av vannmasser i Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden.

Dette tyder på at forskjellen mellom modellresultater og observasjoner er vesentlig større inne i Topdalsfjorden enn utenfor Topdalsfjorden, og kan indikere at vannutvekslingen over terskelen inn til Topdalsfjorden ikke er korrekt representert i modellen. Da vil modellen også sannsynligvis feile mht. vannutskiftning av de dypere vannmasser og muligens mellomlagets vannmasser i Topdalsfjorden.

Det anbefales sterkt at modellen blir kjørt for en periode hvor det finnes hydrografimålinger i hovedinteresseområdet fra Vige og nordover, for å kunne utføre en solid validering, som er viktig for å kunne vurdere og stole på modellresultatene.

b) Sammenlikning med modell, før og etter utfylling

Sammenlikninger angående hydrografi i overflatelaget i Topdalsfjorden mellom før og etter utfylling i Vige-området er utført med månedsgjennomsnitt. Beregningene forutsier svært små endringer. Det er mye som skjer i løpet av 1 måned. Et gjennomsnitt tar ikke høyde for endringer i ekstremisituasjoner eller øyeblikksituasjoner, disse mulige endringer blir midlet ut. Man kan derfor ikke stole helt på resultater med midling over lange perioder, slik som her.

Det er også vist månedsgjennomsnitt av tverrsnitt, hvor det i tillegg også er tatt gjennomsnitt horisontalt over snittet for å få én vertikalprofil for hvert tverrsnitt (Figur 26). Resultatet blir at før og etter utbygging er identiske, men det stilles spørsmål ved om det kan være forskjeller i tid og som blir midlet ut i tid og rom, ved en slik fremstilling. Tabell 6 gir indikasjoner på at dette er tilfellet, med en del betydelige forskjeller i hyppighet av saltverdier i visse intervaller langt nordover i Topdalsfjorden.

Det er også vist sammenlikning med maksimal utbredelse av brakkvannslaget nær utløpet til Topdalsfjorden, før og etter utfylling. Modellberegningene forutsier svært små endringer. Valideringen i ii a) indikerer imidlertid at modellen bommer grovt på utbredelsen av brakkvannslaget. Spørsmålet er da om en vesentlig større utstrekning av brakkvannslaget vil gi større endringer mellom før og etter utfylling?

Det anbefales å sammenlikne tidsserier for utbredelser av brakkvannslaget, med fokus på ekstremisituasjoner. Da kan man finne ut av for eksempel om det er ved spesielle oseanografiske situasjoner at utfyllingens påvirkning på utbredelse av brakkvannslag er mer markant enn ellers, samt hvor hyppige slike ekstremisituasjoner oppstår.

iii. Vannutskiftning

Fjorddynamikk tilsier at endringer i strømregime og utskiftning i overflatelaget (øverste brakkvannslag) kan påvirke strømregime og utskiftning av mellomlaget (det intermediære laget). Videre vil endringer i mellomlaget igjen ha potensiale til å påvirke strømminger og utskiftning i bassengvannet.

Man kan grovt dele inn den vertikale vannprofilen i følgende tre vannmasser/vannlag:

1. Overflatelag/brakkvannslag (øverste få metere, med tydelig ferskvannsbidrag)
2. Mellomlag (det intermediære vannlag, mellom overflatelaget og terskeldypet på ca. 33 m)
3. Dyplag/bassengvann mellom terskeldyp og dypeste punkt i vannforekomsten.

Beregninger med modellen FjordEnv som base for forundersøkelsen i Leikvin (2019), viste at sirkulasjonen på grunn av utveksling med kystvannet (intermediær sirkulasjon) er i størrelsesorden 10 ganger mer enn sirkulasjon på grunn av tidevannskrefter i området, og i størrelsesorden 5 ganger mer enn den gjennomsnittlige sirkulasjon skapt av elvetilførsel (estuarin sirkulasjon) fra Topdalselva alene. Man kan da forvente at den estuarine sirkulasjonen for Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden samlet tidvis kan komme opp i samme størrelsesorden som den intermediære sirkulasjonen.

a) Overflatelaget/brakkvannslaget i Topdalsfjorden

Vertikaloppløsningen til overflatelaget er fin, mens den horisontale oppløsningen er relativt grov (se i a), ovenfor). Indikasjoner viser at saltholdigheten generelt er for høy i modellen, med 5 - 20 psu i månedsgjennomsnitt (Figur 22). Månedsgjennomsnitt og maksimalutbredelse av brakkvann nær elveutløpet til Topdalsfjorden viser små endringer mellom før og etter utfylling.

Ifølge Leikvin (2019) er det først og fremst de øverste 10 - 15 m som blir innsnevret på grunn av planlagt utfylling, sammenliknet med de trangeste passasjene som er der fra før ved Varoddbua og Gleodden. Altså vil det forventes noe endring i strømregime og vannutskiftning for brakkvannslaget/overflatelaget.

Det anbefales kvantifisering/beregning av oppholdstiden/utskiftningstiden før og etter utfylling for overflatelaget.

b) Mellomlaget i Topdalsfjorden

Vertikaloppløsningen i mellomlaget er noe grov, spesielt omkring terskeldypet. Den horisontale oppløsningen er også relativt grov. Indikasjoner viser at saltholdigheten er svært unøyaktig i modellen sammenliknet med observasjoner (Figur 22 og Figur 23). Dette betyr også at tettheten og tyngden til vannmassene er tilsvarende unøyaktig eller feil i modellen, som igjen vil kunne gi unøyaktigheter eller feil i beregningen av innstrømmingen av vann grunnet tetthetsforskjeller mellom innenfor og utenfor innsnevringene ved Gleodden og Varoddbrua.

Det er også mulig med ringvirkninger ned til dypvannet (se iii c), nedenfor) på grunn av endringene i først og fremst vannmassene i mellomlaget. Dette vil være marginale endringer, men det er stor usikkerhet hvordan dette vil påvirke dypvannet i Ålefjærfjorden og Topdalsfjorden som i lange perioder ikke skiftes ut (stagnant) og har tilstandsklasse "dårlig" (Molvær m.fl., 2003) eller moderat (Schreck m.fl., 2021A).

Ifølge Leikvin (2019) er det først og fremst de øverste 10 - 15 m som blir innsnevret som følge av utfyllingene, sammenliknet med de trangeste passasjene som er der fra før ved Varoddbrua og Gleodden. Altså vil det forventes noe endring i strømregime og vannutskiftning for mellomlaget/det intermediære laget.

De kjente svakheter ved modelloppsettet som nevnt ovenfor vil gjøre modellresultatene mindre realistisk. Det er usikkerhet omkring resultatene er tilstrekkelig realistiske for å vurdere endringene mellom før og etter utfylling.

Det anbefales kvantifisering/beregning av oppholdstiden/utskiftningstiden før og etter utfylling for mellomlaget.

c) Dyplaget

Vertikaloppløsningen til dyplaget fra terskeldypet og dypere er grov. Den horisontale oppløsningen er også relativt grov. Indikasjoner viser at saltholdigheten generelt er for lav i modellen for dyplaget. Dette betyr også at tettheten og tyngden til vannmassene er for lav i modellen, som igjen vanskeliggjør realistisk vannutskiftning av bassengvannet dypere enn terskelnivå.

Det intermediære vannlag med vann fra Kristiansandsfjorden, har tidvis potensial til å kunne bidra til utskiftning av vannmassene i dypbassengene i Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden på grunn av tetthetsforskjeller sammenliknet med vannet inne i Topdalsfjorden. Dette skjer dels gjennom vertikal blanding av intermediært vann nedover til dypvannet og dels ved sporadiske innstrømminger over terskelen av vann hvor dette innstrømmende vannet med relativ høy egenvekt er selve motoren i utskiftning i bassengene ved at tungt kystvann strømmer inn over terskelen, synker ned og presser opp/ blander seg med vannmassene til dypbassenget.

Den intermediære sirkulasjonen på grunn av tetthetsforskjeller mellom innenfor og utenfor innsnevringene ved Gleodden og Varoddbrua er desidert største kilde til vannutskiftning av vannmassene i dypbassenget (se ovenfor). Med lettere vannmasser, kan vannmassene miste potentialet for å synke ned i dypbassengene og skifte ut bunnvannet i modellen.

Det er også en mulighet for at innsnevringen på grunn av tiltaket kan medføre noe økt turbulens og indre bølger, som igjen kan medføre noe økt utskiftning av bassengvann. Dette bør uansett sjekkes og dokumenteres, dersom man er i tvil!

Stort spørsmålstegn settes til om modelloppsettet vil kunne simulere utskiftningen av bassengvannet på realistisk måte, gitt grov oppløsning vertikalt og horisontalt, samt unøyaktig tetthet i det innkommende kystvannet. De kjente svakheter ved modellen som beskrevet ovenfor gjør denne mindre realistisk, spesielt med tanke på at modellen absolutt ikke klarer å gjenskape saltholdigheten ved og under terskeldypet innenfor utfallsrommet fra observasjoner mellom 1950 og 2021 (månedsgjennomsnitt). Det settes da stort spørsmålstegn til om den er tilstrekkelig realistisk for å vurdere endringene mellom før og etter utfylling.

Simuleringer for høstmånedene fra august til og med oktober savnes. Disse månedene er spesielt viktige for eventuell dypvannsutskiftning, når vannmassene gradvis blir kaldere og tyngre utover høsten.

Det anbefales å utvide simuleringsperioden til å gjelde over minst et helt år, for å få alle årstider inkludert.

Det anbefales kvantifisering/beregning av oppholdstiden/utskiftningstiden til vannmassene til bassengvannet i både Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden før og etter utfylling.

d) Fluksberegninger

Gjennomsnittlig i løpet av de 8 månedene som er rapportert, har det vært 2.1 % nedgang i nettostrøm/nettofluks (Tabell 4). Dette betyr ca. 2 % mindre "netto-omsetning" av vann i snittet ved Varoddbrua, med snau 1% reduksjon i både inn- og ut-fluks (Tabell 5). Dette er små tall, men gjennomsnittlig i løpet av 8 måneder, så vitner dette om endret balanse med noe lenger oppholdstid for vannmassene inne i Topdalsfjorden.

Noen måneder gir vesentlig større endring i fluks enn andre, kan man lese av resultatene i rapporten. Da må man også kunne slutte at endringene på dags- og timesnivå kan være vesentlig større.

Er endringen ubetydelig? Dersom resipienten som blir påvirket er sårbar og har en dårligere tilstand enn tilstandsklasse II (God), så er det kommunens ansvar å utføre avbøtende tiltak for å få den opp i minst tilstandsklasse II innen år 2027 (www.vann-nett.no). Tilstøtende resipienter til tiltaket, Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden, har begge tilstandsklasse III.

Det er ikke anledning til å iverksette tiltak som forringer tilstanden i vannforekomstene, ifølge [vannforskriften § 12](#).

Det anbefales å vurdere denne endringen som følge av utfyllingen inngående/grundig, med drøye 2 % reduksjon i nettofluks. Har denne potensiale til å gi påvirke oppholdstider/vannutskiftning og dermed gi negative konsekvenser for det marine miljø?

Oppsummering

Modelloppsettet med modellen SINMOD gir indikasjoner på svært liten forskjell i strømregime og brakkvannsutbredelse mellom før og etter utfylling, men resultatene tyder på noe mindre utskiftning av vannmasser. Resultatene og figurene i rapporten er generelt bygd på månedsgjennomsnitt, og da er ekstremisituasjoner etc. glattet over og kan ikke vurderes. Selv en liten endring i et månedsgjennomsnitt, kan skyldes relativt store variasjoner. Tidsserier ønskes, spesielt angående volumfluks!

Endringer i utskiftning av vannmasser i overflatelag, intermediert lag og bassenglag bør kvantifiseres, for å besvare spørsmålene stilt av Statsforvalteren.

I rapportens oppsummering er det skrevet at noen av disse momentene som er skissert ovenfor ønskes utarbeidet bedre, dersom det hadde vært mer ressurser tilgjengelig (Knutsen og Dalsøren, 2021):

"Dette prosjektet har vært oppdragsforskning på et relativt stramt budsjett slik at vi ikke har kunnet tillate oss å gå i dybden og utforske alle de mulighetene som ligger i en havmodell. Det er flere ting som vi kunne ønske å studere mer og å belyse i større detalj, som for eksempel avviket i saltholdighet under terskeldyp inne i Topdalsfjorden, fornyelse av bunnvann, statistikk for strøm og sammenhengen mellom vind og strømforhold/vannutveksling".

I tillegg til dette, så anbefales det å ha tilfredsstillende sett med valideringsdata for hydrografi og strøm fra viktige områder i modellen til rådighet for samme periode som modellsimuleringer foreligger. Først da kan man ha tillit til hvor mye man kan stole på modellens resultater for nøkkelområdene.

Hovedmomenter forstås å være at det er essensielt å ikke utføre tiltak som kan redusere vannutskiftningen til dypbassengene og brakkvannslaget i Ålefjærfjorden og Topdalsfjorden, spesielt dersom miljøtilstanden er dårligere enn tilstandsklasse II ("God").

Som sitert også i innledninger, er oppgaven som studien skal svare ut som følgende:

- *"Kristiansand bystyre vedtok 27.11.2019 (sak 67/19) at det skal gjennomføres en grundig, ekstern og uavhengig utredning av konsekvensene en eventuell flytting av containerhavna til Vige kan få for marint liv i Topdalsfjorden."*
- *"Fylkesmannen har, i brev av 03.03.2020 til Kristiansand Havn, gitt et foreløpig svar på søknad om fylling i Vigebukta, med krav om kartlegging av strømforhold, vannutskiftning og salinitet i Topdalsfjorden, med den hensikt å vurdere om utbygging av Havneavsnitt Nord vil påvirke innstrømning av saltvann og saliniteten i Topdalsfjorden og i hvilken grad økologien i Topdalsfjorden vil påvirkes av en eventuell endring i strømforhold og salinitet."*

Angående det første punktet, så er oppsummeringen at utredningen bør være grundigere på flere punkt som beskrevet i dette notatet.

Angående punkt 2, så er hensikten med studien til Knutsen og Dalsøren (2021) å kartlegge følgende, med hensikt å vurdere om utbyggingen vil påvirke Topdalsfjorden (hvor Akvaplan-nivas vurdering av hva som kan gjøres bedre sammenfattet kort nedenfor):

i) Strømforhold

Det vurderes at modellen er svært grov angående oppløsning, og det er rapportert månedsgjennomsnitt i stedet for tidsserier. Mangler valideringsdata.

ii) Vannutskiftning

Gir svak tendens til reduksjon, som bør poengteres og vurderes inngående. Mangler beregninger/kvantifiseringer av oppholdstid/utskiftningstid, som vil være essensielt spesielt for bassengvannet.

iii) Salinitet

Modelloppsettet gir tilsynelatende svært unøyaktige resultater angående overflatevannets egenskaper. Mangler valideringsdata! Viser også med all sannsynlighet feil saltholdighet ved og under terskeldypet i Topdalsfjorden, som indikerer at vannutvekslinga over terskel ikke er godt nok representert i modellen. Dette betyr at det er vanskelig å stole på at vannutskiftning blir realistisk beskrevet i modellen.

En tilfredsstillende validering av modellresultater kan forsvare en mindre grundig tilnærming. Uten valideringsdata fremstår denne foreliggende lite grundige tilnærmingen som usikker.

Referanser:

Knutsen, Ø. og Dalsøren, S., 2021. Strømsimulering for Topdalsfjorden. SINTEF rapport no. 2021:01421. 71 sider.

Leikvin, Ø. (2019). Vannutskiftning, etablering av industrikai i Topdalsfjorden. Har det konsekvenser for vannutskiftning til indre/ nordlige deler av Topdalsfjorden? Akvaplan-niva notat 61298, 7 sider.

Molvær J., H.I. Solheim og T. Källqvist 1986. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport V. Vannutskiftning og vannkvalitet. SFT overvåkingsrapport 260/86. NIVA rapport 1993. 78 sider.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 sider.

Molvær, J., Rygg, B. and Oug, E. 2003. Overvåking av Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden, Kristiansand kommune, 2002-2003. Tilførsler, vannkvalitet, bløtbunnsfauna og sedimenter. NIVA report no. 4745-2003. 48 pp.

Schreck, M., Lundsør, E., Vingerhagen, R., Ulla, S.N., 2021A. Topdalsfjorden. Nåsituasjonen for marine natur – og miljøforhold. Norconsult rapport no. 52104386. RIM-01. Versjon J01. 49 sider.

Schreck, M., Lundsør, E., Vingerhagen, R., Ulla, S.N., Knutsen, Ø. og Venås, B., 2021B. Sammendragsrapport: Konsekvenser for marint liv og strømforhold ved flytting av containerterminalen til havneområde nord, Kongsgård – Vige. Norconsult rapport no. 52104386. S001. Versjon 1.0. 17 sider.