

Oppdragsgiver: **Indre Fosen kommune**

Oppdragsnr.: **5186328** Dokumentnr.: **2**

Til: Indre Fosen kommune

Fra: Arne E Lothe

Dato 2019-06-06

► Konsekvenser av gjenfylling av havn i Vanvikan

INNLEDNING

Indre Fosen kommune planlegger å etablere en skole i Vanvikan. Skolen vil bli liggende delvis på innvunnet sjøbunn i det eksisterende havnebassenget innenfor moloen i Vanvikan, se Figur 1 og Figur 2. I dette notatet undersøkes om denne igjenfyllingen av havna kan få noen negative konsekvenser.



Figur 1 Oversiktskart Vanvikan. Fri siktlinje i retning mot Stjørdal og Skatval (120°) er ca 33 km



Figur 2 Plan for utfylling av havna

METODE

For å undersøke effekten av bølger som kommer utenfra og inn i havna er det brukt en kombinasjon av to numeriske modeller. Den største av disse dekker hele Trondheimsfjorden fra Rødberg til Verdal, og er brukt til å finne ut hvor høye bølgene utenfor Vanvikan er, og hvilken retning de har.

Deretter er det benyttet en mer detaljert modell som har en oppløsning på 2.0 m for å modellere selve havna og området utenfor. Bølgene fra den store modellen er benyttet som inngangsverdier i den mindre modellen. Vi har undersøkt og sammenlignet tilfellene med og uten fylling inne i havna.

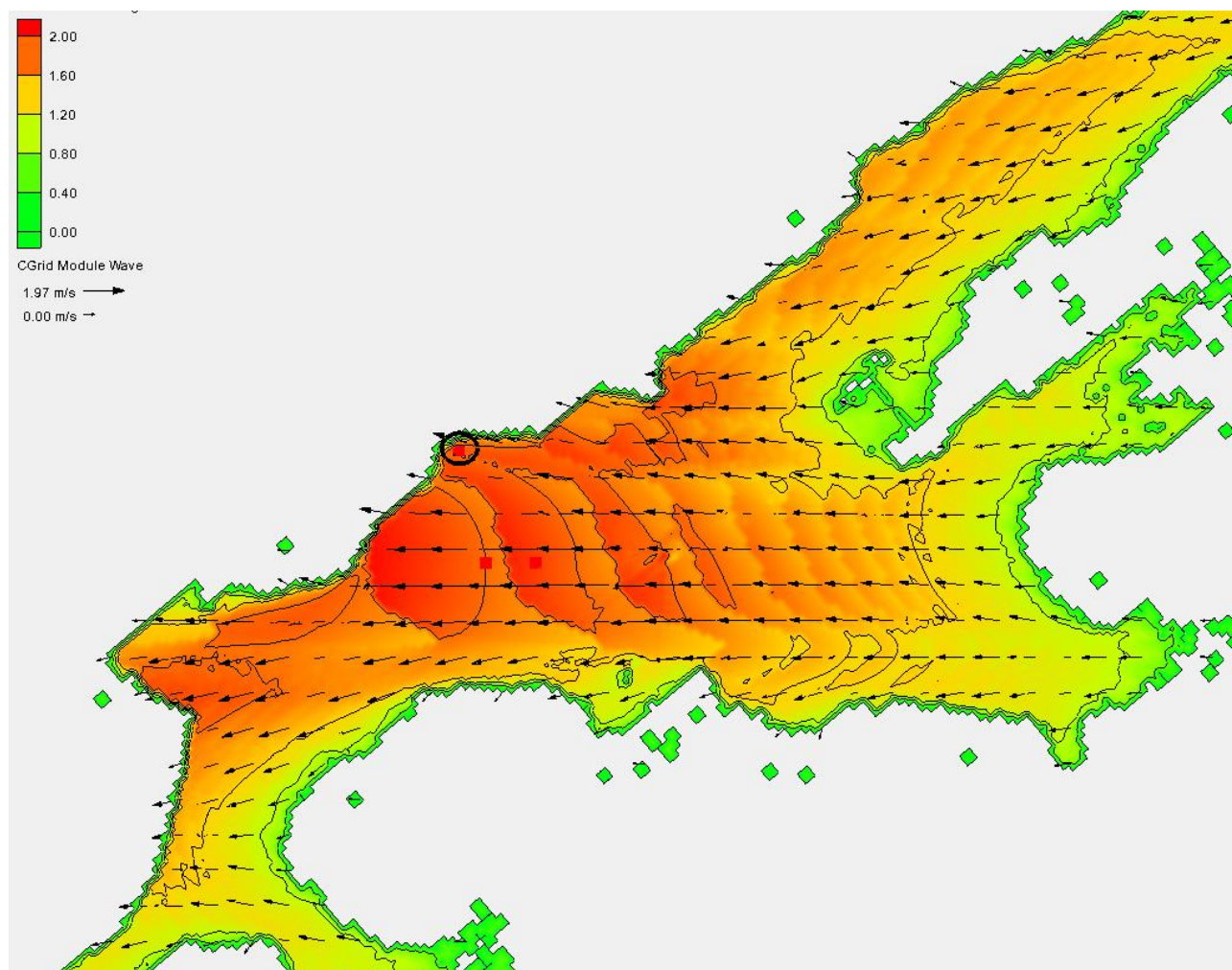
RESULTAT

Stor modell av Trondheimsfjorden

Den store modellen av Trondheimsfjorden er vist i Figur 3. Figuren viser situasjonen ved vind fra øst (90°) med ca 20 m/s vindstyrke. Modellen viser at bølgene ved vindretning 90° og 120° er svært like i både retning

og bølgehøyde når de kommer fram til Vanvikan. I dette tilfellet er signifikant bølgehøyde¹ utenfor moloen ca $H_s = 1.7$ m fra retning $140^\circ - 150^\circ$.

På dette stadium antar vi at dette er en situasjon som kan oppstå med hyppighet 1 – 5 år, men det er ikke en ekstremtilstand eller et dimensjonerende tilfelle.



Figur 3 Bølgemodell for Trondheimsfjorden

Detaljert modell av Vanvikan havn

Den detaljerte modellen av havna er vist i Figur 4. Modellen er basert på sjøbunnsundersøkelser utført av Geosubsea i 2010. Modellen er også justert for å ta hensyn til den nye parkeringsplassen som er fylt ut i sjøen øst for havna. En montasje av dybdemodellen og et flyfoto fra 2018 er vist i Figur 5.

¹ Signifikant bølgehøyde H_s er middelerdien av den høyeste tredjedelen av alle bølger i en storm eller en registrering. Den aller høyeste bølgen i en slik storm er ca $2 \times H_s$.

For vanlige, brutte kystlinjer og slake strender gir det best resultat å anta at det ikke er refleksjon fra strandlinja når bølgene er så korte som vanlig fjordsjø. Refleksjonen fra bunnen under vann er konstant og kan ikke endres.

Figur 4 viser også 7 punkter X, A – F der det er målt bølgehøyder inne i havna.

Figur 6, Figur 7 og Figur 8 viser de tre tilfellene som er undersøkt. Tilfellene beskrives som følger.

- Figur 6: Eksisterende er havna slik den er i dag
- Alternativ 1, Figur 7: Utbygget havn der det er foretatt to inngrep:
 - fyllingen fra Figur 2 er endret slik at den skrår i en SV-NØ retning, samtidig som det er laget en trappeform for fyllingen. Både retningsvalget og trappeformen er motivert fra behovet for å redusere refleksjon fra fyllingsfronten, og dette innebærer at deler av et eventuelt bygg blir stående på eksponerte peler;
 - den lille moloen øst for havna er fjernet så langt det er praktisk mulig.
- Alternativ 2, Figur 8: En videreutvikling av forslaget i Figur 7, der det er laget en liten bukt innover i parkeringsplassen der hvor den østre moloen tidligere lå. Hensikten med denne er å skape en lomme der bølger som kommer rett inn skal absorberes. For å få til en praktisk løsning på dette, er det mulig å la deler av adkomsten til parkeringsplassen ligge på en hevet plattform på peler, og lage en absorberende strand av grov stein inne i lomma.

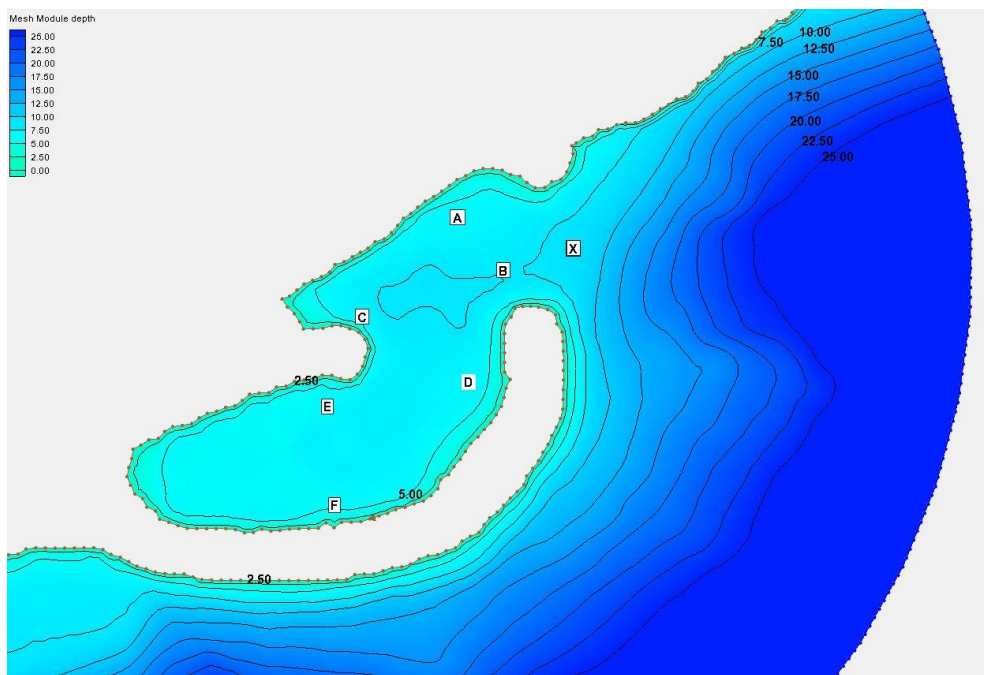
Observasjonene av bølgehøyder er vist i Figur 9. Figuren viser *bølgehøydekoefisienten* i punktene, dvs forholdet mellom bølgehøyde i punktet og bølgehøyde utenfor havna. En verdi på 1.0 betyr følgelig at bølgehøyden er den samme innenfor og utenfor, og en verdi på 0.5 betyr at bølgehøyden er halvert.

Figur 9 viser at det er små endringer i bølgehøyden inne i havna. Det er en positiv utvikling fordi en tidligere, foreløpig analyse viste at bølgehøyden inne i havna ville bli betydelig større dersom planen i Figur 2 hadde blitt realisert uten tiltak for å dempe intern refleksjon.

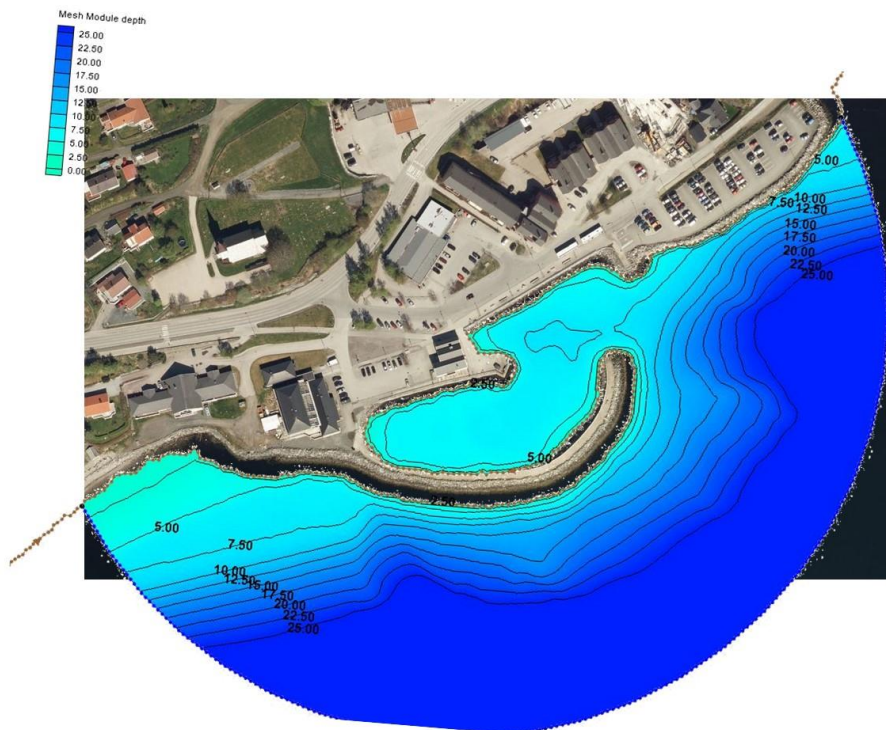
Med Alternativ 1 er det små endringer i havna, men det blir en merkbar økning i Punkt B og delvis i Punkt C, og dette skyldes refleksjon fra den østre moloen og indre del av havna.

Dersom man i tillegg gjennomfører tiltaket i Alternativ 2, og graver ut en lomme der hvor østre molo ligger i dag, slik at det blir en «felle» for bølgene, oppnår man å redusere refleksjon av bølgene inn i havna. For den mest utsatte delen av havna (Punkt A - C) gir det en merkbar forbedring.

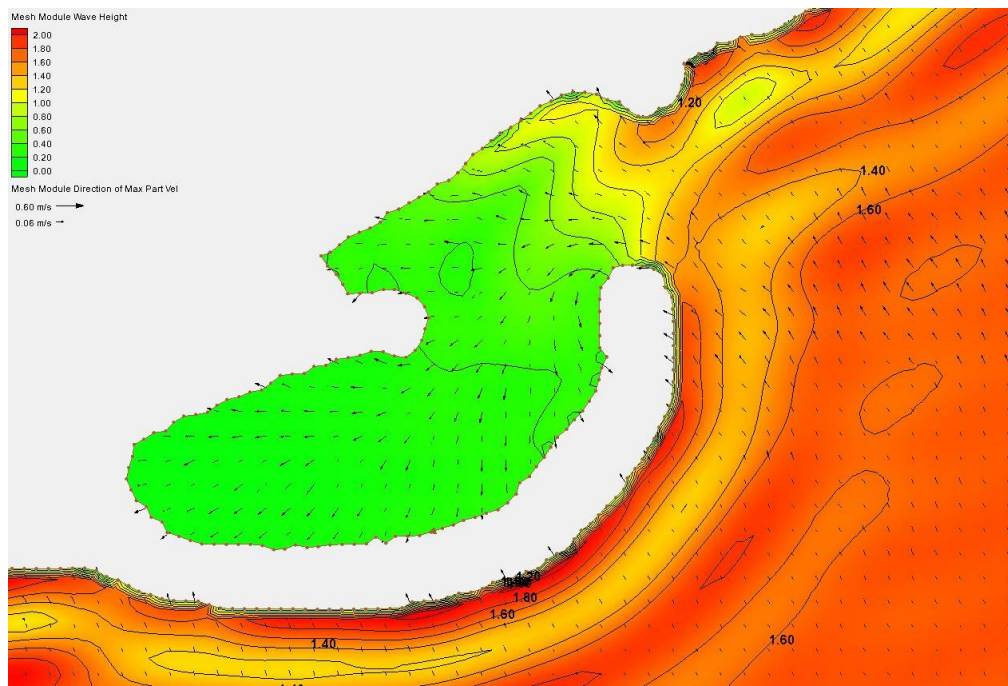
Å fjerne den østre moloen vil gi en forbedret sikkerhet ved innseiling i havna fordi innløpet blir breiere og marginene på hver side av fartøyet blir større. En utgravet lomme der hvor molo øst ligger i dag vil i tillegg gi en demping av reflekterte bølger fra land under innseilingen.



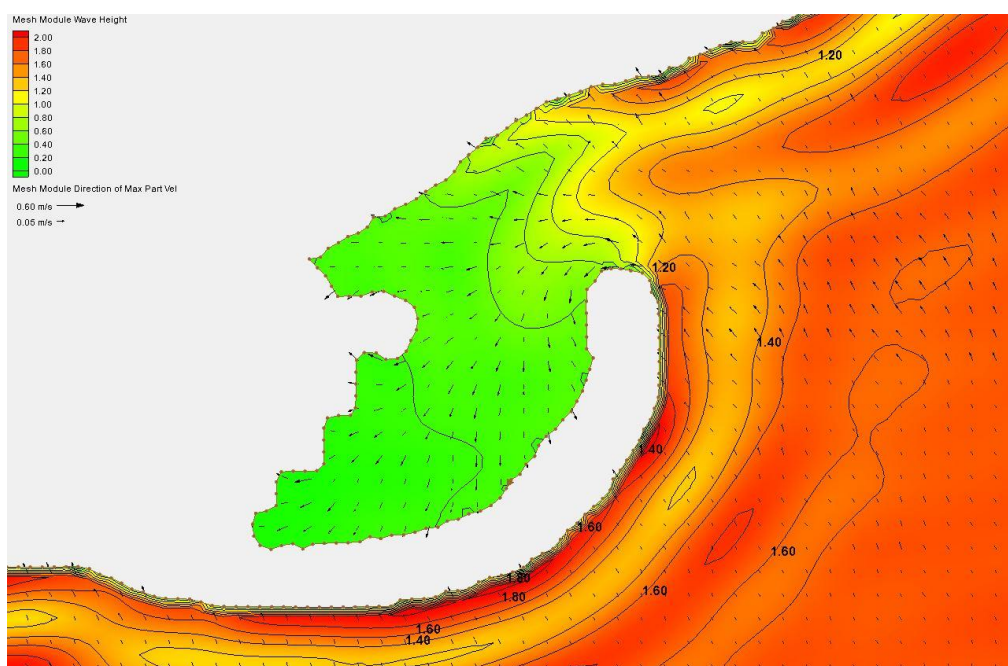
Figur 4 Dybdemodell av havna (eksisterende) med punkter der bølgehøyden er observert



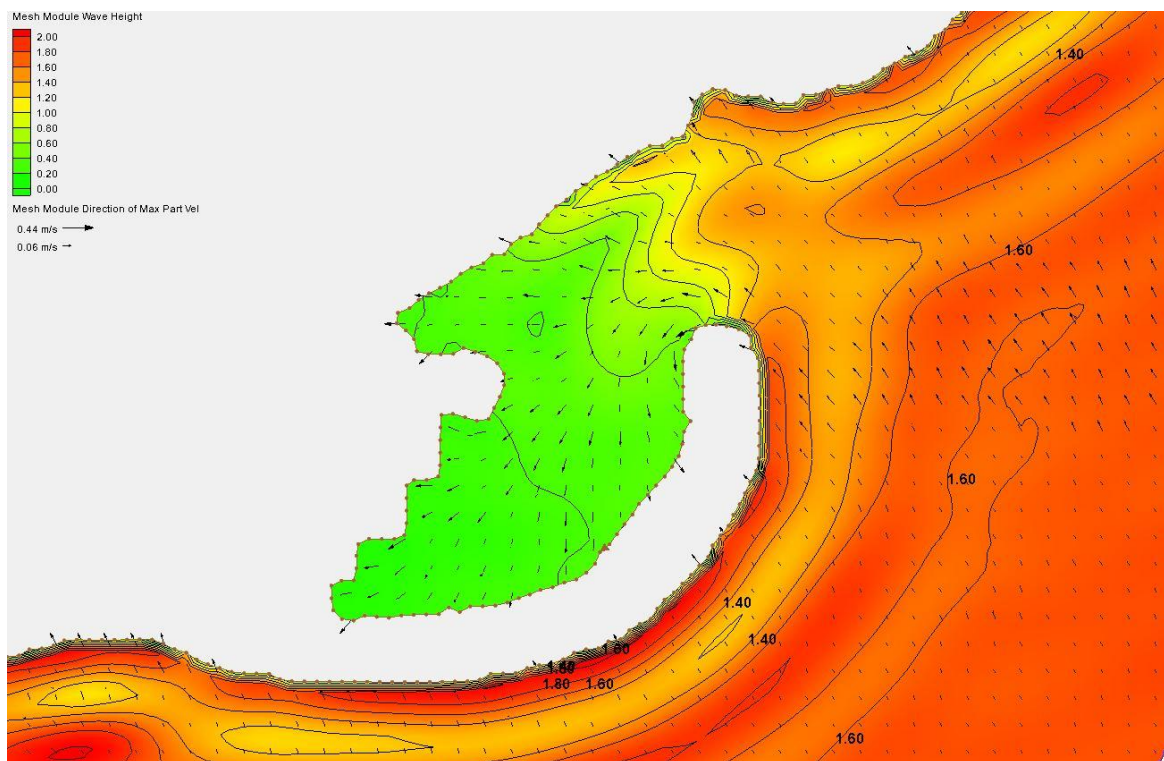
Figur 5 Dybbdatamodell overlatt på flyfoto fra 2018



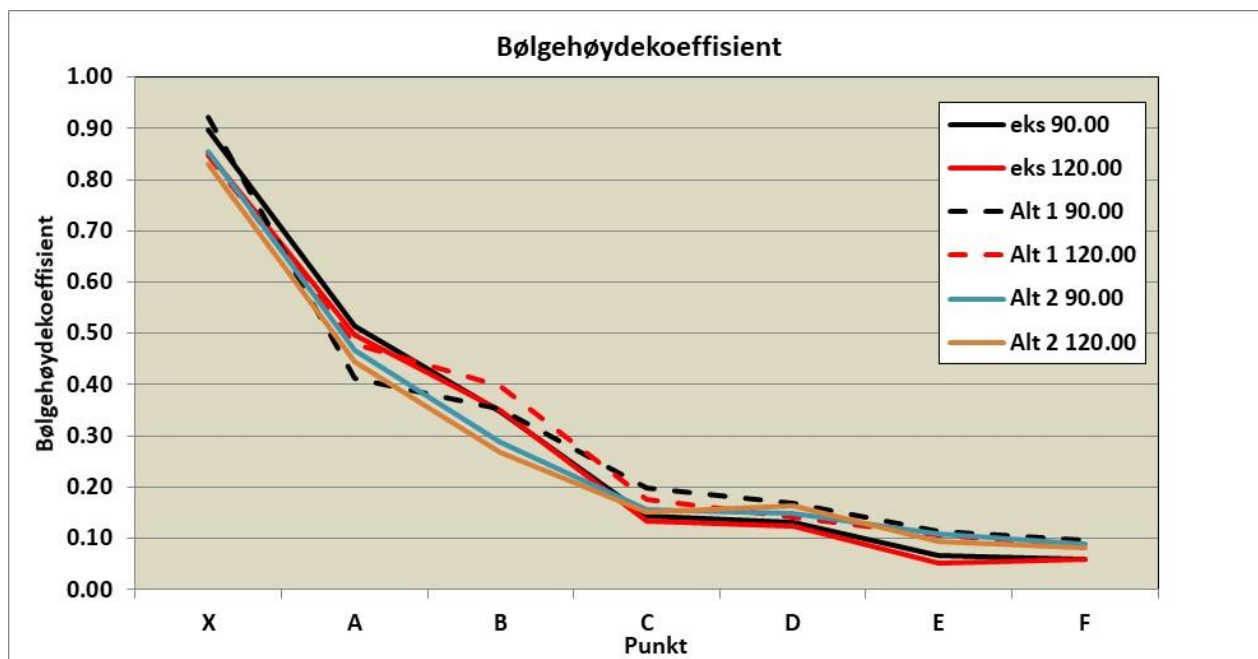
Figur 6 Fordeling av signifikant bølgehøyde i havna ved vind 20 m/s fra 120°; eksisterende tilfelle. Tallene er lokale verdier av signifikant bølgehøyde.



Figur 7 Fordeling av signifikant bølgehøyde i havna ved vind 20 m/s fra 120°; med fylling, Alternativ 1. Tallene er lokale verdier av signifikant bølgehøyde.



Figur 8 Fordeling av signifikant bølgehøyde i havna ved vind 20 m/s fra 120°; med fylling, Alternativ 2. Tallene er lokale verdier av signifikant bølgehøyde.



Figur 9 Endring i bølgeforhold inne i havna i eksisterende situasjon og Alternativ 1 og Alternativ 2

KONKLUSJON

Det er utført en undersøkelse av bølgeforhold inne i havna i Vanvikan ved en eventuell gjenfylling av indre del av havnebassenget. Undersøkelsen er utført med numerisk modellering, og det er benyttet en tilstand med sterk vind (20 m/s) fra øst og øst-sørøst retning.

- A. Det er mulig å gjennomføre en delvis utbygging av havnebassenget i Vanvikan uten å forverre bølgeforholdene for hurtigbåten.
- B. Forholdene for anløp i Vanvikan er i dag krevende, spesielt under vind og bølger fra Ø og SØ.
- C. Undersøkelsen viser at en forutsetning for å unngå en forverring av forholdene bør lage en skrå front på utfyllingen med en steg-formet utforming (Figur 7), og den østre moloen bør fjernes.
- D. Analysen viser at det er mulig å oppnå en svak reduksjon av bølgehøyden ved hurtigbåtkaia ved å grave ut en lomme der hvor østre molo i dag ligger, og så fylle denne lomma med grove steinblokker.
- E. Fjerningen av østre molo vil gi bedre forhold under innseilingen fordi innseilingen blir breiere.
- F. Bølge-effekten av å grave ut lomma i Alternativ 2 er tydelig, men liten. Bølgedempingseffekten av dette tiltaket er imidlertid ikke mulig å bestemme med den numeriske modellen, men man kan anta at tiltaket også har en merkbar positiv effekt.
- G. En total vurdering gir at Alternativ 2 er det beste alternativet og det er derfor anbefalt.
- H. Anløpsforholdene i Vanvikan er utfordrende i dag, og vil fortsatt være det etter en utbygging. Hensikten med de anbefalte tiltak er å unngå en forverring. Man kan ikke regne med en reduksjon i antall kansellerte anløp.

3	2019-06-06	Utkast endelig	AEL	OM	OM
2	2019-06-06	For kommentering	AEL	Onno Musch	
1	2019-05-24	Utkast	Arne E Lothe		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.