



Rapport / Report

Hareid kommune - flodbølger etter skred fra Åknes

Beregning av oppskylling ved Brandal, Hareid sentrum og Hjørungavåg

20100899-00-2-R
8. februar 2011



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGL.



Prosjekt

Prosjekt: Hareid kommune - flodbølger etter skred fra Åknes
Dokumentnr.: 20100899-00-2-R
Dokumenttittel: Beregning av oppskylling ved Brandal, Hareid sentrum og Hjørungavåg
Dato: 8. februar 2011

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Hareid kommune
Oppdragsgivers
kontaktperson: Signe Rønnestad Kanstad
Kontraktreferanse: Brev av 2010-11-01 og endringsordre signert 2010-11-24 og 2011-01-06

For NGI

Prosjektleder: Carl Bonnevie Harbitz
Utarbeidet av: Sylfest Glimsdal
Kontrollert av: Carl Bonnevie Harbitz

Sammendrag

På oppdrag fra Hareid Kommune har NGI beregnet oppskylling av flodbølger ved Brandal, Hareid sentrum og Hjørungavåg basert på fjellskred scenarioer på 18 mill. m³ (dimensjonerende) og 54 mill. m³ (for evakuering) fra Åknes.

Volum, utfallsområde og dynamikk for skredet er gitt gjennom Åknes-Tafjord prosjektet, se Åknes/Tafjord (2009) og NGI (2010).

Etter anbefaling fra NVE og Fylkesmannen i Møre og Romsdal, er det i oppskyllings- og hastighetsberegninger tatt hensyn til en antatt framtidig havnivåstigning. Tillegget på havnivået estimert for 2010 – 2100 er beskrevet i rapporten DSB (2009). Ut fra dette er det i analysen gitt et tillegg for framtidig havnivåstigning på 0,7 m (d.v.s. 0,7 m over dagens middel vannstand).

BS EN ISO 9001
Sertifisert av BSI
Reg. No. FS 32989

Våre beregninger for de tre lokasjonene er oppsummert i Tabell 0.1. Det er verdt å merke seg at beregningene er basert på estimert fremtidig middelvannstand (dvs. inkludert en estimert havnivåstigning på 0,7 m) og ikke flo sjø. Oppskyllingen i tabellen er gitt i meter i forhold til dagens middelvannstand.

Ved Brandal er det lågest oppskylling med mindre enn 1 m og 2 m for skredvolum på henholdsvis 18 mill. m³ og 54 mill. m³. For Hareid sentrum og Hjørungavåg er oppskyllingen beregnet til mindre enn 2-3 m for 18 mill. m³ og 3-4 m (Hareid) og 4-5 m (Hjørungavåg) for 54 mill. m³. Det er imidlertid store lokale variasjoner. Ved Hareid vil moloen klart begrense oppskyllingen i indre havn. Dette forutsetter at moloen tåler belastningen den vil kunne bli utsatt for. De maksimale hastighetene som er beregnet for 18 mill. m³ scenarioet er i størrelsesorden mindre enn 3 m/s og 2 m/s for henholdsvis Hareid sentrum og Hjørungavåg. Ved Brandal vil hastighetene ikke overstige 1 m/s. Det er også verdt å merke seg at denne undersøkelsen kun dekker disse tre lokasjonene, og resultatene må ikke gjøres gjeldende for andre nærliggende områder. Bølgene bruker ca. 23 minutter på å gå fra Åknes fram til Hareid.

Tabell 0.1 *Maksimal oversvømmeshøyde/overflatehevning og maksimal (absolutt) verdi av partikkelhastighet under oppskylling. Høyden er målt vertikalt i meter over dagens middelvannstand (det vil si 0,7 m under framtidig estimert middelvannstand).*

Lokasjon	Maks. hastighet [m/s]	Maksimal oppskylling [meter]	
	18 mill. m ³	18 mill. m ³	54 mill. m ³
Brandal	<1	< 1	< 2
Hareid sentrum	<3	< 2-3	< 3-4
Hjørungavåg	<2	< 2-3	< 4-5

Det tas forbehold for at de digitale dataene som er brukt i beregningene kan avvike fra reell dybde i fjorden eller høyde på land, og at dette kan innvirke på resultatene.

Den største usikkerheten er knyttet til formen og volumet et eventuelt skred fra Åknes vil ha når det treffer vannet. Fra bølgene er dannet gir regnemodellene derimot et godt bilde av hendelsesforløpet.

Det er ikke lagt inn noen sikkerhetsmargin i de beregnede oppskyllingshøydene. Verdiene er heller ikke å betrakte som ekstremverdier utover det som kommer til uttrykk gjennom skredvolumene. Oppskyllingshøydene presentert i denne rapporten har ikke tatt hensyn til mulig sammenfall med høyvann (hyppig hendelse) eller springflo (sjelden hendelse). Høyeste astronomiske tidevann (HAT) er for Ålesund 119 cm over middelvannstand (basert på beregninger for Ålesund, hentet fra Statens Kartverk <http://vannstand.statkart.no>).

Innhold



Dokumentnr.: 20100899-00-2-R
Dato: 2011-02-08
Side: 5

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Anvendte begreper og metoder	7
2	Kort beskrivelse av bunnforhold og topografi	8
3	Skredvolumer og dynamikk	9
4	Bølgeberegninger	10
4.1	Om beregningsområdet og regnemodellene	10
4.2	Bølgeforplantning	11
4.3	Oppskylning	13
5	Referanser	35

Vedlegg A: Om flodbølger generert av fjellskred

Vedlegg B: Om modellene

Vedlegg C: Konvergenstest

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

På oppdrag fra Hareid Kommune har NGI beregnet oppskylling av flodbølger ved Brandal, Hareid sentrum og Hjørungavåg basert på to fjellskred scenarier fra Åknes, se Figur 3.

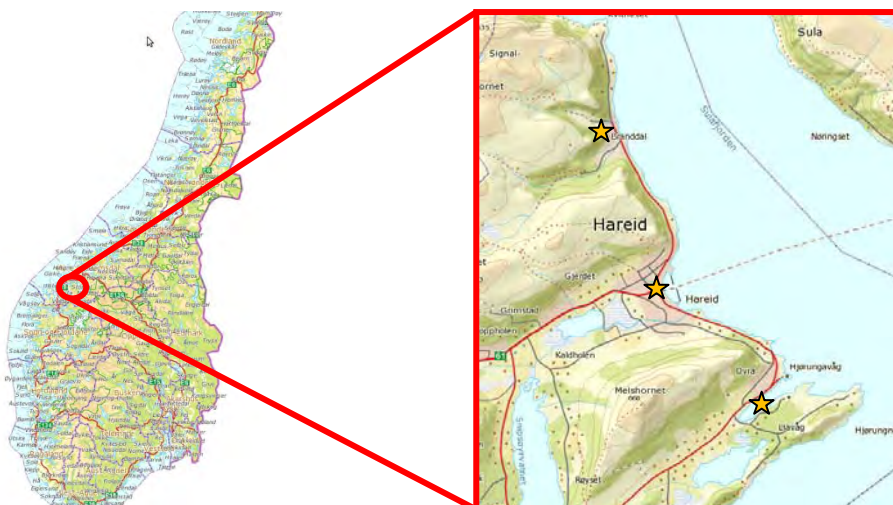
Volum, utfallsområde og skreddynamikk for hvert av skredene er gitt gjennom Åknes-Tafjord prosjektet, se Åknes/Tafjord (2009) og NGI (2010). Det er for denne rapporten gjort beregninger for et skred på 18 (dimensjonerende) og 54 mill. m³ (evakuering). For sannsynligheter for de aktuelle scenarioene, se Åknes/Tafjord (2009) og Tabell 3.1.

Etter anbefaling fra NVE og Fylkesmannen i Møre og Romsdal, er det i oppskyllings- og hastighetsberegninger tatt hensyn til en antatt framtidig havnivåstigning. Tillegget på havnivået estimert for 2010 – 2100 er beskrevet i rapporten DSB (2009). Ut fra dette er det i analysen gitt et tillegg for framtidig havnivåstigning på 0,7 m (d.v.s. 0,7 m over dagens middelvannstand).

Det tas forbehold for at de digitale dataene som er brukt i beregningene kan avvike med reell dybde i fjorden eller høyde på land, og at dette kan innvirke på resultatene.

Befaring ved oppskyllingsområdene ble foretatt 16. november 2010. Med på befaringen var Signe Rønnestad Kanstad og Kai Rune Bjørke (begge Hareid kommune) og Sylfest Glimsdal (NGI). Befaringen ble gjort fra land. Hensikten med befaringen var å få en oversikt over forhold som kan påvirke oppskyllingen hvert enkelt sted. Olav Helt Brubakk (Hareid kommune) var også med på oppsummeringen i etterkant av befaringen.

Det er ikke lagt inn noen sikkerhetsmargin i de beregnede oppskyllingshøydene. Verdiene er heller ikke å betrakte som ekstremverdier utover det som kommer til uttrykk gjennom skredvolumene. Oppskyllingshøydene presentert i denne rapporten har ikke tatt hensyn til mulig sammenfall med høyvann (hyppig hendelse) eller springflo (sjelden hendelse). Høyeste astronomiske tidevann (HAT) er for Ålesund 119 cm over middelvannstand (basert på beregninger for Ålesund, hentet fra Statens Kartverk <http://vannstand.statkart.no>).



Figur 1: Områdene for beregning av flodbølgeoppskylning (lokasjonene er merket med stjerne) som følge av et mulig fjellskred fra Åknes. Lokasjonene fra nord og sørover er Brandal, Hareid sentrum og Hjørungavåg. (Kart er tatt fra www.gislink.no ©)

1.2 Anvendte begreper og metoder

Med overflatehevning menes bølgetoppens høyde over stille vannstand (likevektsnivå), mens bølgehøyde er definert som høydeforskjellen mellom bølgetopp og bølgedal. Disse begrepene benyttes for å beskrive bølger i åpent vann. I oppskylningssonene benyttes begrepene oversvømmelseshøyde (høyde over likevektsnivå) og strømningsdybde (vanndybde målt fra bakkenivå). For vannbevegelse brukes partikkelhastighet for å beskrive hvor fort vannet beveger seg både i åpent vann og under oppskylning. Det er verdt å merke seg at partikkelhastighet ikke er det samme som hastigheten bølgene forplanter seg med. Se for øvrig Vedlegg A for en nærmere beskrivelse av flodbølger generert av fjellskred.

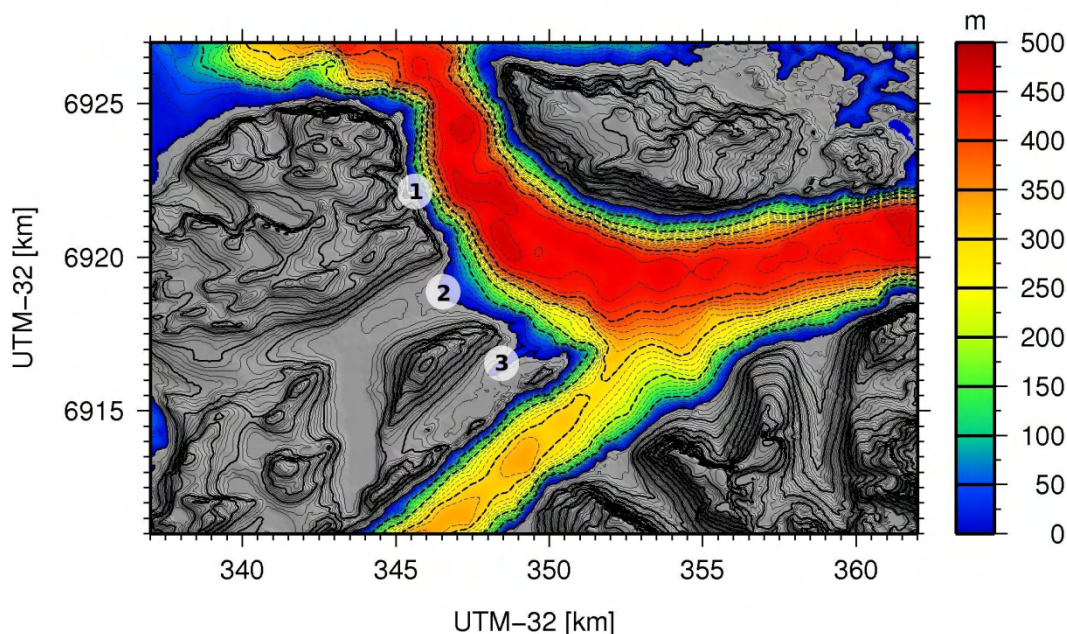
Begrepet oppskylningslinje brukes for den linjen som kan trekkes på land for å vise hvor langt vannet har nådd under oppskylning.

Modeller som beskriver bølgeforplantning og oppskylning deler beregningsområdet opp i mange små gitterceller. Modellene beregner så overflatehevningen og partikkelhastigheten i hver enkelt celle (se også om modellene i Vedlegg B og konvergenstest i Vedlegg C). Maksimalverdiene av størrelsene beregnes ved å ta ut høyeste oppnådde verdi i hver enkelt celle i løpet av beregningstiden.

2 Kort beskrivelse av bunnforhold og topografi

De tre lokasjonene som skal undersøkes ligger helt øst i Hareid kommune, se Figur 1 og Figur 2. Mellom Åknes og Hareid varierer dypet i fjorden fra 300 til 700 m, med fire ”fjordkryss”, se Figur 3. Det første krysset er der Norddalsfjorden går inn mot Tafjord, det andre er der Sykkylvsfjorden tar av fra Storfjorden, det tredje er der Hjørundfjorden tar av, mens Storfjorden deles i Sulafjorden (nord) og Vartdalsfjorden (sør) ved Hareid. I forbindelse med fjordkryss eller der hvor fjorden blir videre og/eller dypere vil bølgene reduseres i høyde.

Fjorden utenfor de tre lokasjonene er i overkant av 400 m dyp, med relativt bratte sider inn mot land. Terrenget på land ved Hareid og Hjørungavåg er stedvis slakt, samt at begge stedene ligger inne i en bukt/våg (bølgene fanges). Begge disse effektene vil kunne være med å øke oversvømmelseshøydene. Fjordbunnen utenfor Brandal er bratt, likeså de fleste stedene på land nær strandsonen.



Figur 2: Batymetri og topografi ved lokasjonene ved Hareid. 1 – Brandal, 2 – Hareid sentrum, 3 – Hjørungavåg. Tykke linjer er trukket for hver 100. høydemeter, mens ekvidistansen mellom de tynnere linjene er 20 m. Stiplede linjer er i fjorden.

3 Skredvolumer og dynamikk

De viktigste parametrene for de to scenarioene fra Åknes er listet opp i Tabell 3.1. Scenario 1C (54 mill. m³) representerer det tilfellet at hele fjellsiden løsner som en stor blokk, mens scenario 2B (18 mill. m³) brukes for å modellere en kollaps av vestre flanke. Førstnevnte skred danner grunnlaget for å beregne evakueringsområder, mens det minste skredet brukes for dimensjonering. Det er i denne rapporten gjort beregninger for begge scenarioene.

Hvordan skredparametrene (form, volum, hastighet og utløpslengde) påvirker bølgedannelsen er grundig testet opp mot hverandre ved hjelp av regnemodeller. Testene viser at bølgehøyden er avhengig av tykkelsen på skredet (eller mer presist skredets frontareal), hastigheten i første fasen etter at skredet har gått i vannet og hvor langt skredet beveger seg under vann. Mindre betydning har skredets form, dvs. helning i fronten, og hvor langt selve skredet er.

Undersjøiske utløpsdistanser er basert på vurdering av dybdeprofilen utenfor skredområdet samt kjente (statistiske) sammenhenger mellom skredvolum og utløpsdistanse. For modellforsøkene i Trondheim (se SINTEF, 2008) ble treffhastigheten til skredet bestemt ut fra en vurdering av total fallhøyde, volum og friksjon. Utløpet under forsøkene stemte godt overens med statistikken for skredutløp i området. Hastighetsforløp og utløpsdistanse fra disse forsøkene er derfor brukt som inngangsparametre i regnemodellene. Dette er samme tilnærming som er brukt i NGI (2010).

Tabell 3.1: De viktigste parametrene for de to skred scenarioene som ligger til grunn for oppskyllingsberegningene, verdier tatt fra Åknes/Tafford (2009).

Scenarioer	Dimensjoner			Treffhastighet	Volum	Årlig sannsynlighet
	Høyde [m]	Bredde [m]	Lengde [m]	[m/s]	10 ⁶ m ³	
1C	120	450	1000	45	54	<1/1000
2B	80	450	500	45	18	1/1000

4 Bølgeberegninger

4.1 Om beregningsområdet og regnemodellene

For området mellom Åknes og Stordal er batymetri og topografi levert av NGU. Disse dataene er basert på flere høyoppløselige datasett med oppløsning på 3-6 m. Topografi og batymetri er sammenstilt og interpolert over på et uniformt gitter med oppløsning på 5 m ved NGU. I beregningene av forplantningen av flodbølgene er dataene videre interpolert over på et 50 m uniformt grid. For dette datasettet kan man ved strandlinjen få kunstige effekter på grunn av ulik vertikal datum på batymetri ("sjøkartnull") og topografi (NN1954) samt punkter som mangler data. Forskjellen mellom de to referansene er ca. 1,20 m i dette området, noe som i denne sammenheng (kun for beregning av bølgeforplantning) er ubetydelig. Mellom NN1954 og middelvannstand (MSL) er forskjellen vesentlig mindre (av størrelsesorden noen centimeter).

Videre ut fra Stordal er batymetrien basert på de beste tilgjengelige datasettene fra Sjøkartverket, som i dette tilfellet har vesentlig grovere oppløsning enn i de godt kartlagte indre områdene av Storfjorden. For beregninger av flodbølge utbredelsen i dypt vann er likevel nøyaktigheten av disse dataene tilstrekkelig. Disse dataene er levert av Geodatasenteret AS i Arendal og er i likhet med dataene for de indre områdene sammenstilt med høydeverdiene på land (i praksis benyttes kun strandlinjen, da oppskylling ikke beregnes her). Høydeverdiene på land er basert på N50 langs 20 m konturer (15 m oppløsning langs konturene). Sammenstillingen av dybdeedataene og høydeverdiene på land er interpolert inn på et 50 m uniformt grid. For å unngå falske våte områder innenfor strandlinjen er minste høyde på land satt til 0,5 m. På samme måte er minste dyp på sjøsiden av strandlinjen satt til 0,5 m for å unngå falske tørre områder i fjorden.

For de tre områdene med beregning av oppskylling ved Hareid, er høyoppløselige topografiske data levert av Fylkesmannen i Møre og Romsdal (data langs 1 m koter). For Hareid er det fra Hareid kommune gjort tilgjengelig et høyoppløselig datasett (levert av Statens Kartverk) for dybden i havnebassenget ved Hareid sentrum og området utenfor (oppløsning 1 m). Dette datasettet er ikke implementert direkte i beregningsgrunnlaget, men er brukt som en kontroll mot dataene beskrevet over. I oppskyllingssonen er det anvendt dybdeedata fra Geodatasenteret AS. Disse refererer til middelvannstand, og har dermed tilnærmet samme vertikale datum som topografien fra Fylkesmannen (NN1954). Ved sammenstilling av høydeedata på land og dybdeedata har vi her også satt minsteverdien på land og dyp til 0,5 m. På denne måten får vi en veldefinert strandlinje som følger den reelle strandlinjen så godt som mulig. I siste omgang er havnivået hevet 0,7 m i henhold til mulig framtidig havnivåstigning. Alle dataene (både innenfor og utenfor Stordal) er gitt i kartprojeksjon UTM 32.

Beregningene er gjort i to steg. I det første steget modelleres bølgeforplantningen fra Åknes fram til Hareid, mens i det andre steget blir bølgenes bevegelse inn mot strandlinjen samt oppskyllingen innover tørt land beregnet for hver enkelt

lokasjon. Det er to ulike modeller som brukes i disse to stegene er henholdsvis GloBouss og MOST. For detaljer om disse modellene, se Vedlegg B.

Den største usikkerheten i beregningene er knyttet til formen og volumet et eventuelt skred fra Åknes vil ha når det treffer vannet. Fra bølgene er dannet gir regnemodellene derimot et godt bilde av hendelsesforløpet.

Vedlegg B gir mer teknisk informasjon rundt beregningene og inngangsdataene til modellene.

4.2 Bølgeforplantning

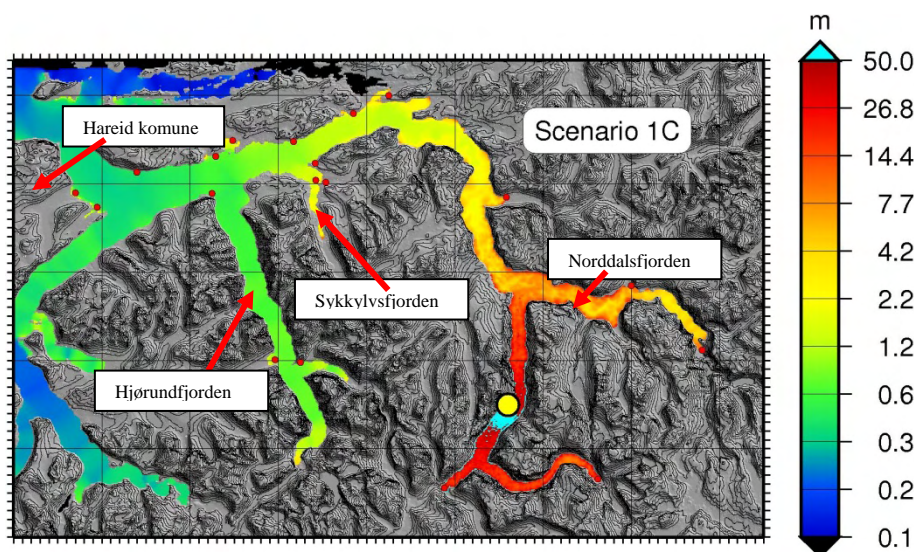
Bølger etter skred i en fjord blir påvirket av både dybdeforhold og bredde på fjorden. Hastigheten slike bølger beveger seg med avhenger av hvor dyp fjorden er. Dess grunnere fjorden er dess langsommere beveger bølgene seg. Det betyr at når en bølge beveger seg inn mot grunnere vann, vil fronten av bølgen bevege seg langsommere enn halen. Bølgen vil dermed bli kortere og samtidig også høyere. Blir bølgen høy nok i forhold til vanddyppet vil bølgen til slutt kunne bryte. Tilsvarende vil bølger som beveger seg fra grunnere mot dypere vann bli strukket, og høyden reduseres. Energien til bølgene er likevel bevart.

Når fjorden smalner inn vil også bølgene bli høyere, mens der fjorden vider seg ut vil bølgene reduseres. I en idealisert fjord med samme bredde og dyp hele veien, kan man noe forenklet si at bølgene vil bevege seg uten å endre form eller høyde. Reduksjonen i bølgehøyden vil derfor komme av at bølgene beveger seg ut i en dypere eller videre del av fjorden, og at de kommer til deler av fjordsystemet hvor bølgene brer seg ut i flere fjordarmer.

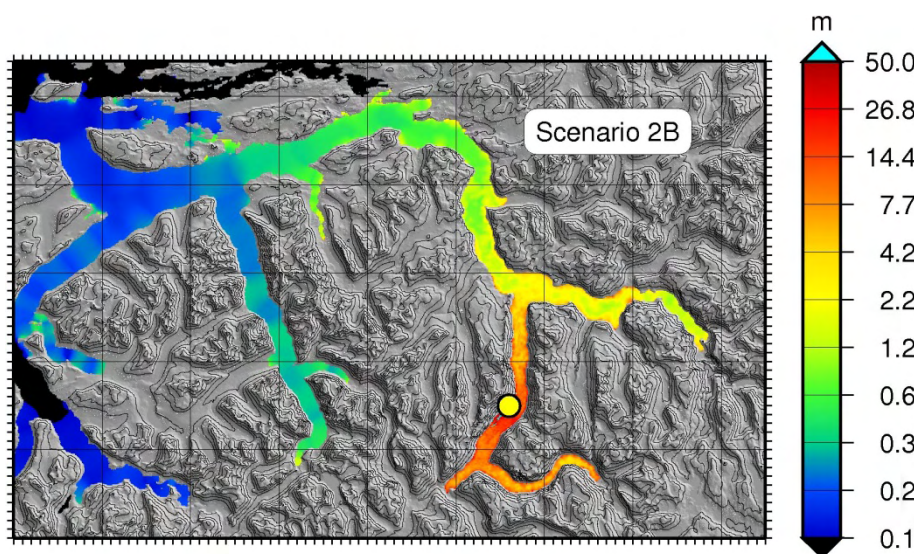
Bølger fra Åknes vil bre seg nord- og sørover i Sunnlyvsfjorden. De nordgående bølgene vil dempes noe når de kommer til fjordkrysset der Stordalsfjorden går inn mot Tafjord. På veien videre utover reduseres bølgene der fjorden blir videre og/eller dypere samt ved de neste fjordkryssene. Fjorden ved Åknes er ca. 300 m dyp, mens bølgene beveger seg over de dypeste områdene av Storfjorden, ca. 700 m, på sin vei mot Hareid. Utenfor Hareid er fjorden ca. 400 m dyp.

Maksimal overflateheving for scenario 1C og 2B for hele Storfjorden er vist i Figur 3 og Figur 4. Utenfor skredområdet er overflatehevingen 80-100 meter for 1C, mens den for 2B er 30-40 m. Flodbølgen i fjorden utenfor Hareid er på ca. 0.5 og 0.2 m for henholdsvis 1C og 2B (målt fra middelvannstand). Bølgene vil bruke ca. 23 min fra Åknes til Hareid.

Basert på tester av gitteroppløsningen (se Vedlegg C) er en oppløsning på 100 m tilstrekkelig for disse beregningene. I beregningene har vi derfor ekstrahert et nytt datasett med oppløsning 100 m fra datasettet med oppløsning 50 m beskrevet over.



Figur 3: Maksimal overflatehevning gitt i meter for scenario 1C. Åknes er markert med et gult punkt. Indigo markerer overflatehevning på mer enn 50 m.



Figur 4: Maksimal overflatehevning gitt i meter for scenario 2B. Åknes er markert med et gult punkt.

4.3 Oppskylling

Det er flere faktorer som bestemmer oppskyllingen ved en lokasjon. De viktigste er:

- Lengde, høyde og retning på innkommende bølge
- Bølgetype/bølgeform
- Dybdeforholdene utenfor lokasjonen
- Terrenget (spesielt helningen og om det er en bukt eller et nes etc.) i oppskyllingsområdet

Størst amplifikasjon får vi der både terrenget i oppskyllingsområdet og sjøbunnen utenfor er slak, samt at bølgene beveger seg normalt på stranda og ”fanges” av terrenget, slik som i en fjordbunn eller i en bukt. Lavest oppskylling får vi når bølgene beveger seg langs strandlinjen og spesielt der terrenget er bratt. Når en bølge beveger seg rett mot en vertikal vegg (loddrett fjellside) vil bølgen reflekteres og oppskyllingen vil typisk nå dobbelt så høyt som bølgen utenfor. Store lokale variasjoner ved oppskylling kan riktignok oppstå avhengig av terreng, dybdeforhold, bygninger, infrastruktur med mer.

MOST modellen som er anvendt for beregning av oppskyllingen ved Brandal, Hareid sentrum og Hjørungavåg leser inn data fra bølgemodellen GloBouss. Resultatene som er presentert under er basert på beregninger gjort på tre forskjellige nivåer med økende gitteroppløsning fra 40 m på det første nivået, via 20 m, ned til 5 m. Beregningene er gjort for ledende bølger, det vil si de første 20 minutter etter at første bølge når beregningsområdene.

For Hareid kommune generelt er både avstanden til Åknes og alle fjordkryssene bølgene må passere, samt at fjorden vider seg ut på østsiden av Hareid, med på å redusere høyden på bølgene på veien ut. Ved Brandal (se foto i Figur 5 og Figur 6) vil bølgene bevege seg mer eller mindre langs land og i tillegg er terrenget stedvis bratt. Begge deler medfører mindre oppskylling. Hareid sentrum (Figur 7 - Figur 13) og Hjørungavåg (Figur 14 - Figur 19) er mest utsatt med tanke på oppskylling på grunn av slakt terreng samt at bølgene blir fokusert som følge av formen på terrenget (bukter og nes). I tillegg kommer bølgene rett inn mot land.

De beregnede maksimale oversvømmelseshøydene/overflatehevningen (målt over dagens middelvannstand) for både scenario 2B og 1C samt maksimal partikkelhastighet (absoluttverdi) som vannet har for scenario 2B er oppsummert i Tabell 4.1. Oppskyllingshøydene som videre presenteres under i løpende tekst og figurer er gitt i forhold til det framtidige vannivået (dagens middelvannstand +0,7 m).

Ved Brandal beveger bølgene seg langs strandlinjen og det er lavest oppskylling her (Figur 20 - Figur 22). Vi har beregnet at høyden langs land er tilnærmet lik den som er ute i den dypere delen av fjorden bortsett fra for scenario 1C hvor vann ser ut til å bli noe oppstuvet innenfor moloen. Dette gir et maksimalt vannivå på litt over en meter. Partikkelhastigheten på vannet er for scenario 2B opptil 1 m/s, se Figur 23 og Figur 24.

Ved Hareid er den største verdien på oversvømmelseshøyden rundt 2 og 3 m for henholdsvis scenario 2B og 1C, se Figur 25 - Figur 27. Her blir bølgene fokusert på grunn av formen på bukta samtidig som bølgene beveger seg mer eller mindre normalt inn mot oppskyllingsområdet. Vi har gjort tester med og uten molo, og disse viser at moloen begrenser oppskyllingen spesielt for scenario 1C. Uten moloen ville vi for området av Hareid sentrum som ligger innenfor hatt en oversvømmelseshøyde på rundt 3 m, d.v.s. omtrent samme nivå som for området SØ for søndre molo. Med molo ser vi at høyden går ned til noe over 1 meter i bassenget på innsiden. Fra bølgen er ute i den dypeste delen av fjorden og til den går inn over land ved Hareid sentrum forsterkes den mellom 2 til 6 ganger. Partikkelhastigheten på vannet for scenario 2B er opptil 3 m/s, se Figur 28 og Figur 29. Moloen ved Øyehol brygge utenfor det nye leilighetshuset er ikke tatt med i beregningene. Denne vil kunne redusere oppskyllingen noe.

Ved Hjørungavågen er oversvømmelseshøyden/overflatehevningen mellom 0.5 og 2 m for 2B, mens for 1C er den mellom 1 og 4 m, se Figur 30 - Figur 32. Størst oppskylling får vi ved Leirvågen, hvor vannet renner over et lågt høydedrag og videre ut igjen i selve Hjørungavågen samt ved Ovraneet. Videre vil det for scenarioet 1C skylle inn over land både ved neset på nordsiden av innløpet til Hjørungavågen (Steffaneset), innerst i Hjørungvågen samt stedvis både på nord- og sørsiden av vågen. For scenario 2B vil vannet kun kunne trenge inn over land innerst i Hjørungavågen samt på begge sider av den ytre delen av den. Bølgene ute i fjorden blir på vei inn mot Hjørungavåg forsterket fra under 2 til opptil 8 ganger under oppskylling. Partikkelhastigheten på vannet for scenario 2B er opptil 2 m/s, se Figur 33 og Figur 34.

Dataene fra Fylkesmannen er gitt i 1 m høydekoter. Dette medfører at terrenget i modelleringen enkelte steder blir noe glattere enn det reelle terrenget, da data mellom to koter må interpoleres mellom disse.. Generelt vil dette bety at oppskyllingen som er beregnet kan være noe konservativ.

Til sammenligning var de tidligere oppskyllingstallene for Hareid sentrum og Hjørungavåg på ca. 2 m, se NGI (2010). Disse tallene var basert på en grovanalyse og det var knyttet vesentlig større usikkerhet til disse. De er likevel stort sett av samme størrelsesorden som de detaljerte beregningene som er presentert i denne rapporten.

Valg av type tiltak mot skader fra flodbølger vil avhenge av størrelsen på den innkomne bølgen. Generelt vil det å gjøre strandlinjen bratt ved oppmuring av stein eller betong redusere skadene fra en eventuell flodbølge. Høyden på en slik mur i strandlinjen må være av samme størrelsesorden som oversvømmelseshøyden/overflatehevningen det skal tas hensyn til. Skal det bygges kaianlegg i et område hvor det er beregnet stor oppskylling, er det også mulig å designe dette på en slik måte at vannet strømmer gjennom (åpen kai) og at kreftene på kaien derved reduseres.

Generelt vil dimensjonering og design av bygninger basert på hastighetsberegninger være et mulig tiltak i en potensiell oppskyllingsone.

Det er verdt å merke seg at den største hastigheten på vannet normalt opptrer under tilbaketrekingen og at erfaringer fra steder hvor det har vært store ødeleggelser som følge av oppskylling av flodbølger forteller oss at drivgods kan gjøre vel så mye skade som bølgene selv.

Tabell 4.1: Maksimal oversvømmeshøyde/overflatehevning og maksimal (absoluttverdi) av partikkelhastighet under oppskylling. Høyden er gitt vertikalt i meter i forhold til dagens middelvannstand (derfor er høydene her 0,7 m større enn de beregnede verdiene omtalt i teksten).

	<i>Maks. hastighet [m/s]</i>	<i>Maksimal oppskylling [meter]</i>	
Lokasjon	18 mill. m³ (2B)	18 mill. m³ (2B)	54 mill. m³ (1C)
Brandal	<1	< 1	< 2
Hareid sentrum	<3	< 2-3	< 3-4
Hjørungavåg	<2	< 2-3	< 4-5



Figur 5: Øverste bilde er tatt fra den nordligste bebyggelse ved Brandal og sørover mot Brandal sentrum. Nederste bilde er tatt fra molo i Brandal og nordover mot utgangspunktet for øverste bilde.



Figur 6: Panorama bilde (satt sammen av mange enkeltbilder) for Brandal. Høyre del av bilde er mot vest, mens venstre del er mot sør.



Figur 7: Ved Franzefoss Gjenvinning nord for Hareid, bilde tatt mot sør.



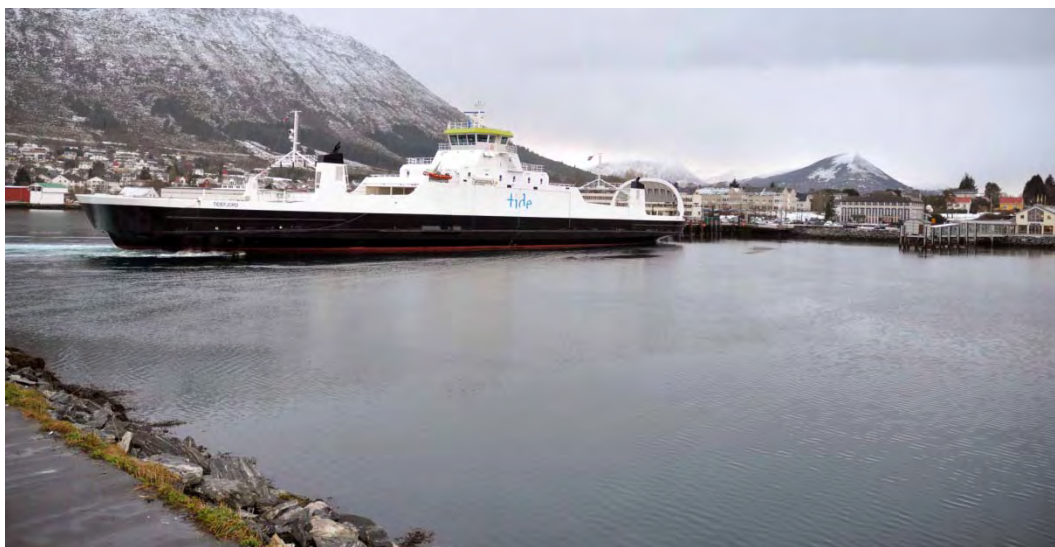
Figur 8: Nordre del av Hareid sentrum. Øvre bilde tatt mot nord, nedre mot sør (mot Hareid sentrum).



Figur 9: Nytt leilighetskompleks ved Øyehol brygge, nordre del av Hareid sentrum. Moloen utenfor sees i nedre bilde.



Figur 10: Panorama bilde for Hareid (området innenfor moloen). Høyre del av bilde er mot nord, mens venstre del er mot sør.



Figur 11: Hareid sentrum med kommunehuset liggende til høyre for ferga.



Figur 12: Mot Hareid sentrum fra sør.



Figur 13: Sjørover fra sørlige del av Hareid sentrum (industriområde).



Figur 14: Ytre del av sørsiden av Hjørungavågen.



Figur 15: Innerst i Hjørungavågen mot nord.



Figur 16: Bilde langs sørsiden av Hjørungavågen, tatt mot nordøst.



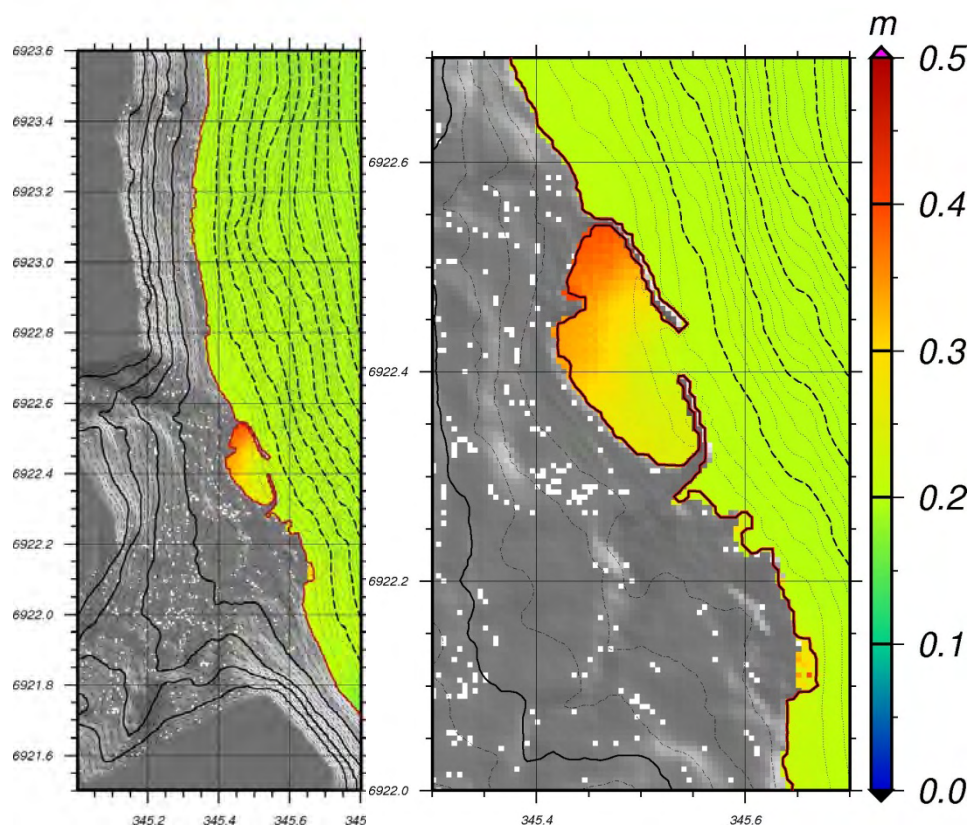
Figur 17: Fra sørsiden av Hjørungavågen mot Steffaneset.



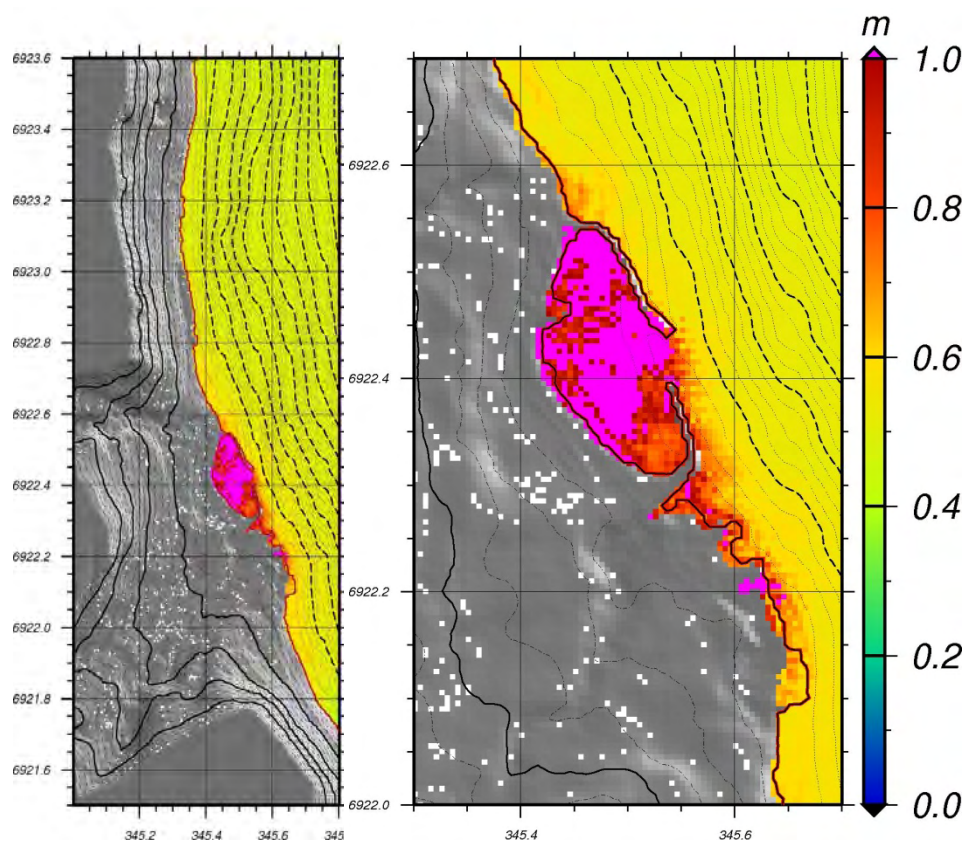
Figur 18: Mot nordvest, midtveis inn i Hjørungavågen.



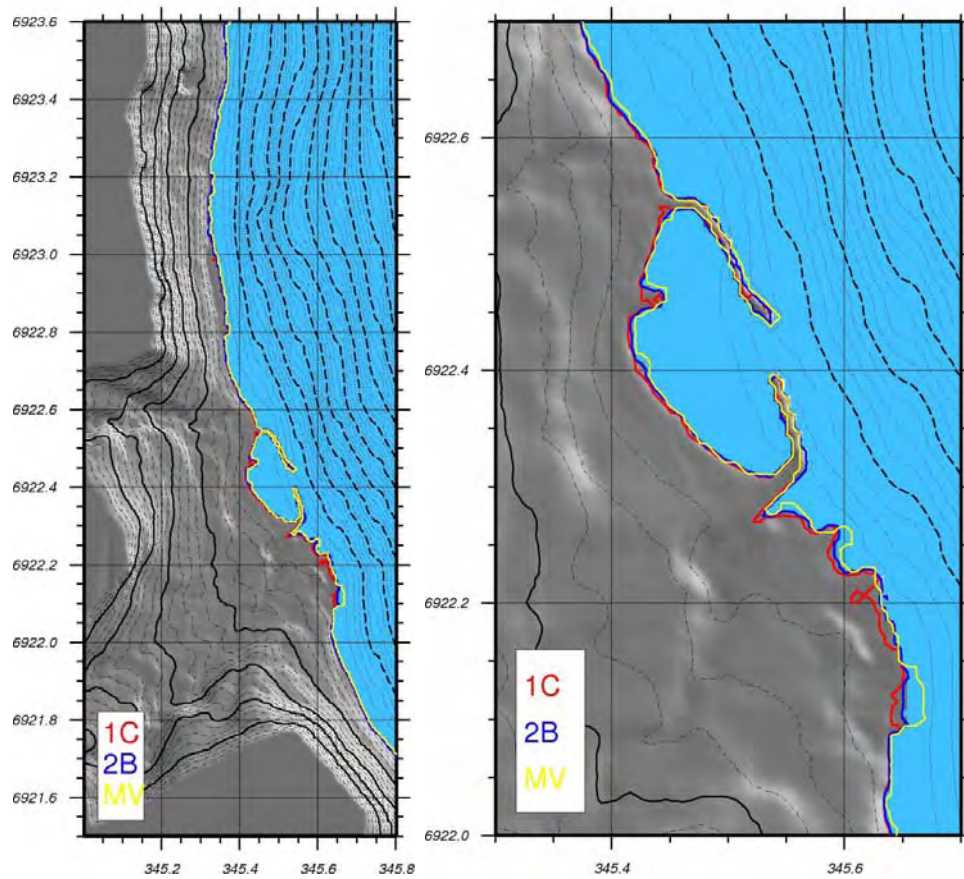
Figur 19: Fra sørsiden av vågen inn mot Hjørungavåg (i retning sørvest).



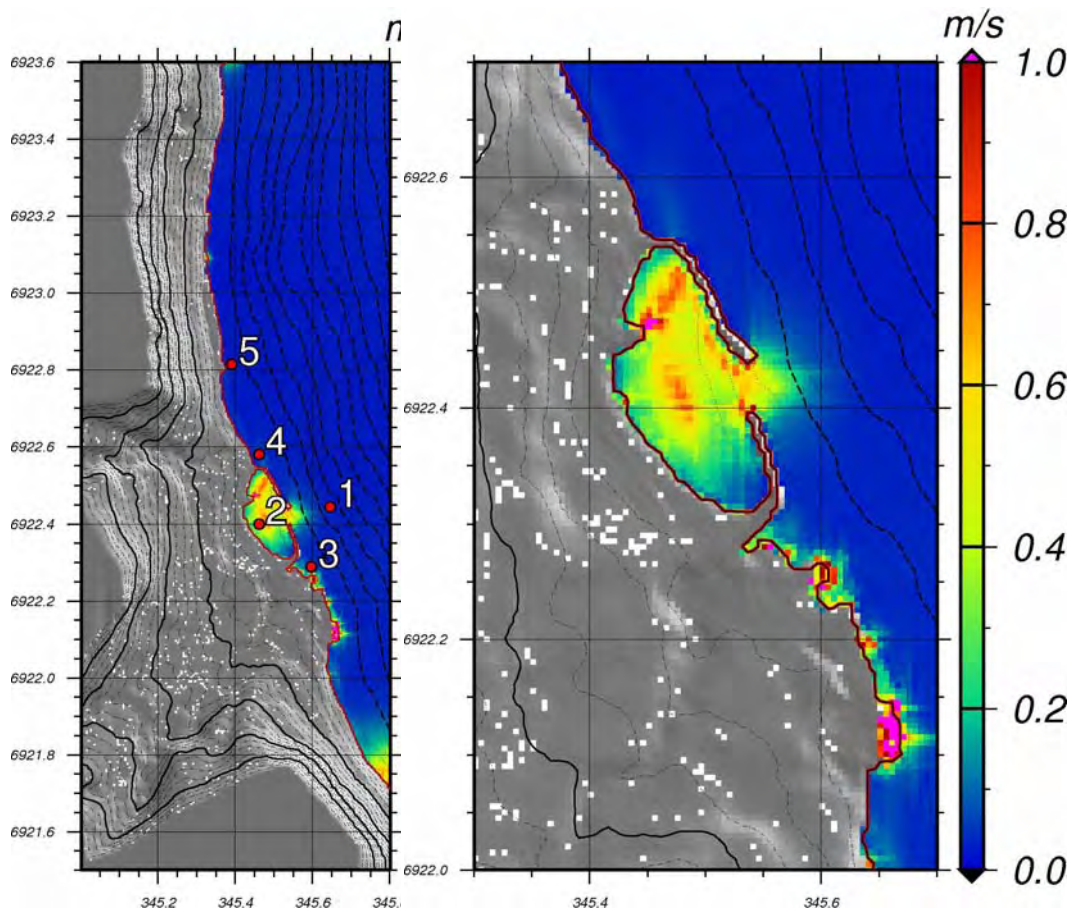
Figur 20: Maksimal oversvømmeshøyde/overflatehevning ved Brandal for scenario 2B. Oversikts figur til venstre og utsnitt rundt sentrum til høyre. Dagens strandlinje (middelvannstand) er markert med en rød linje.



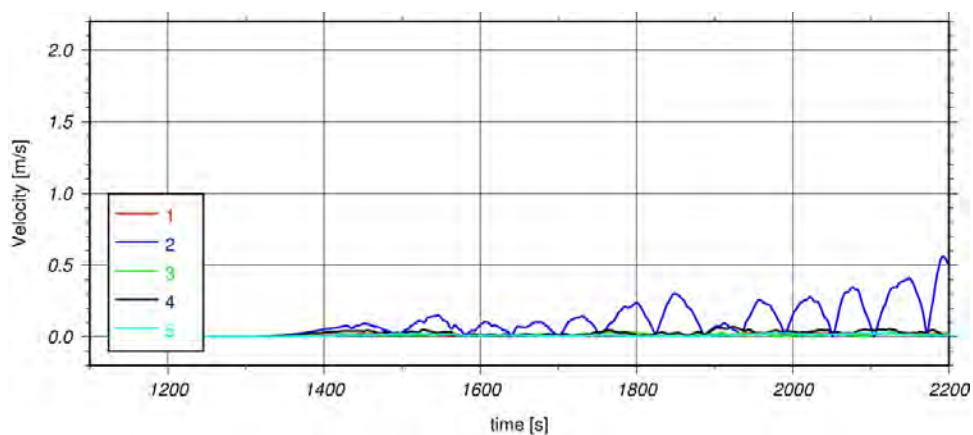
Figur 21: Maksimal oversvømmelseshøyde/overflatehevning ved Brandal for scenario 1C. Oversikts figur til venstre og utsnitt rundt sentrum til høyre. Dagens strandlinje (middelvannstand) er markert med en rød linje. Verdier over 1.0 m er farget rosa. Maksimal verdi innenfor moloen er ca. 1.2 m.



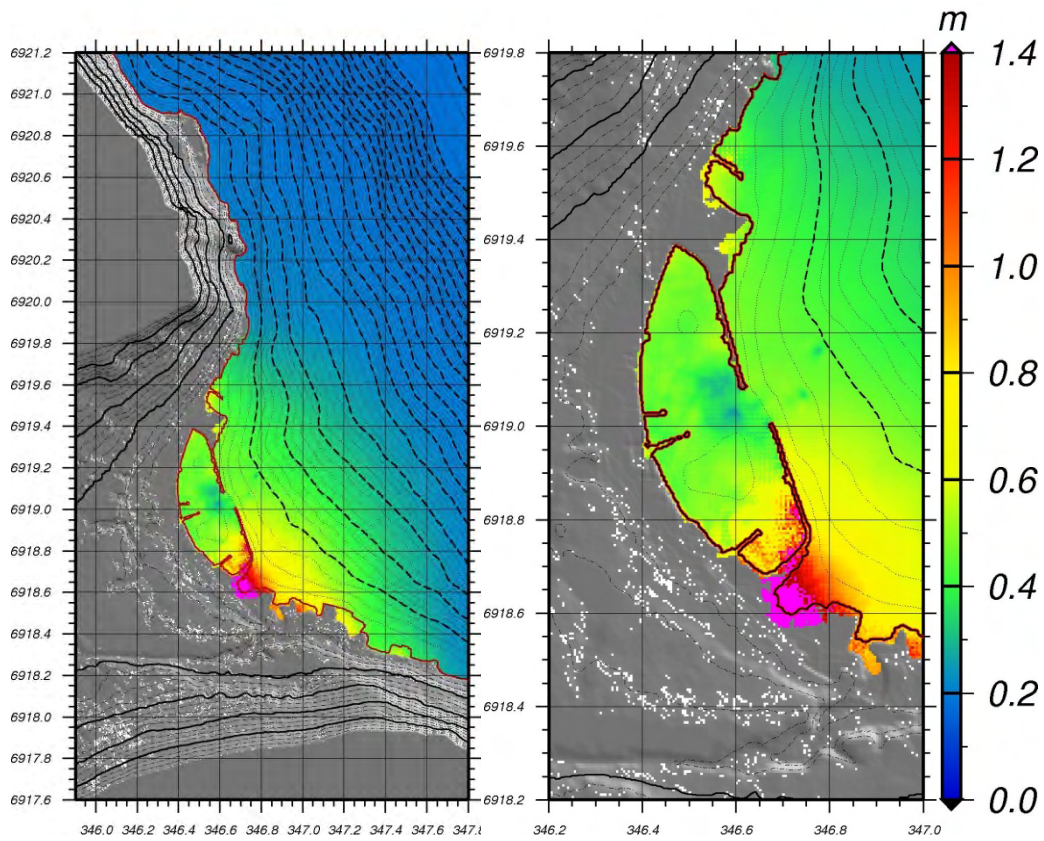
Figur 22: Oppskyllingslinjer for Brandal. Rød linje er for scenario 1C, blå for scenario 2B, mens den gule viser dagens strandlinje (middel vannstand). Utsnitt rundt sentrum vises til høyre.



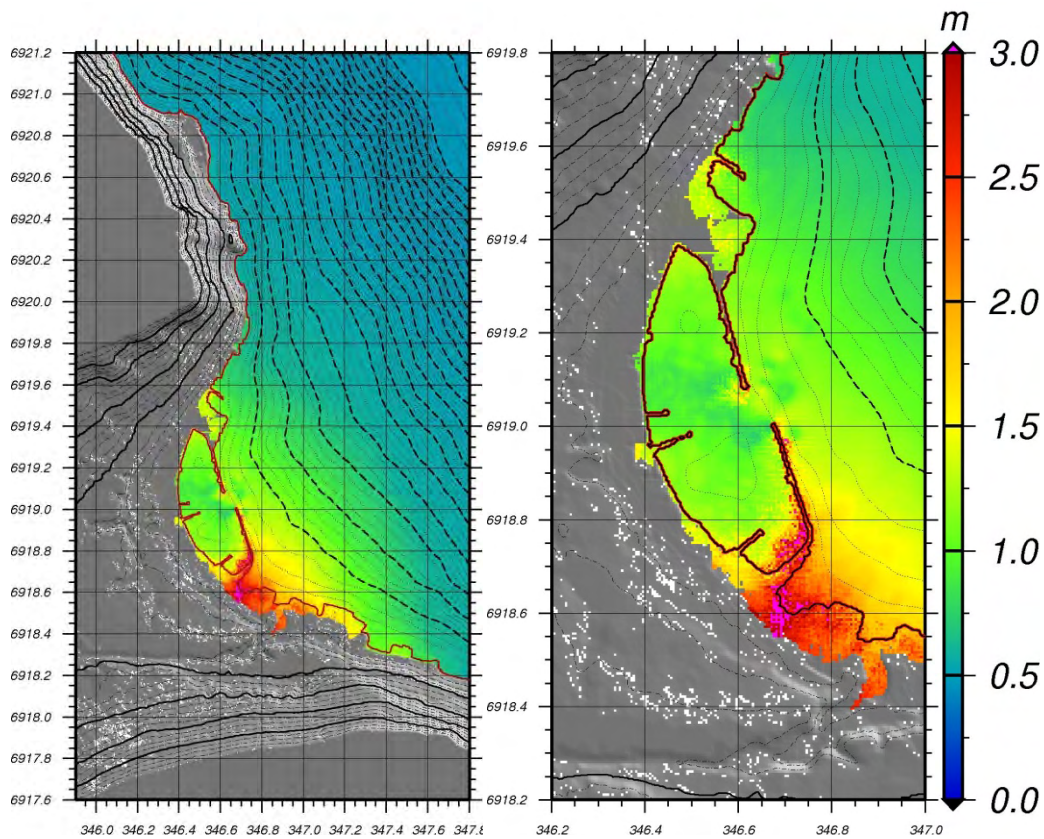
Figur 23: Maksimal absoluttverdi av partikkelhastigheten av vannet under oppskylling for scenario 2B ved Brandal. Numrene refererer til tidsseriene i neste figur. Utsnitt ved sentrum vises til høyre.



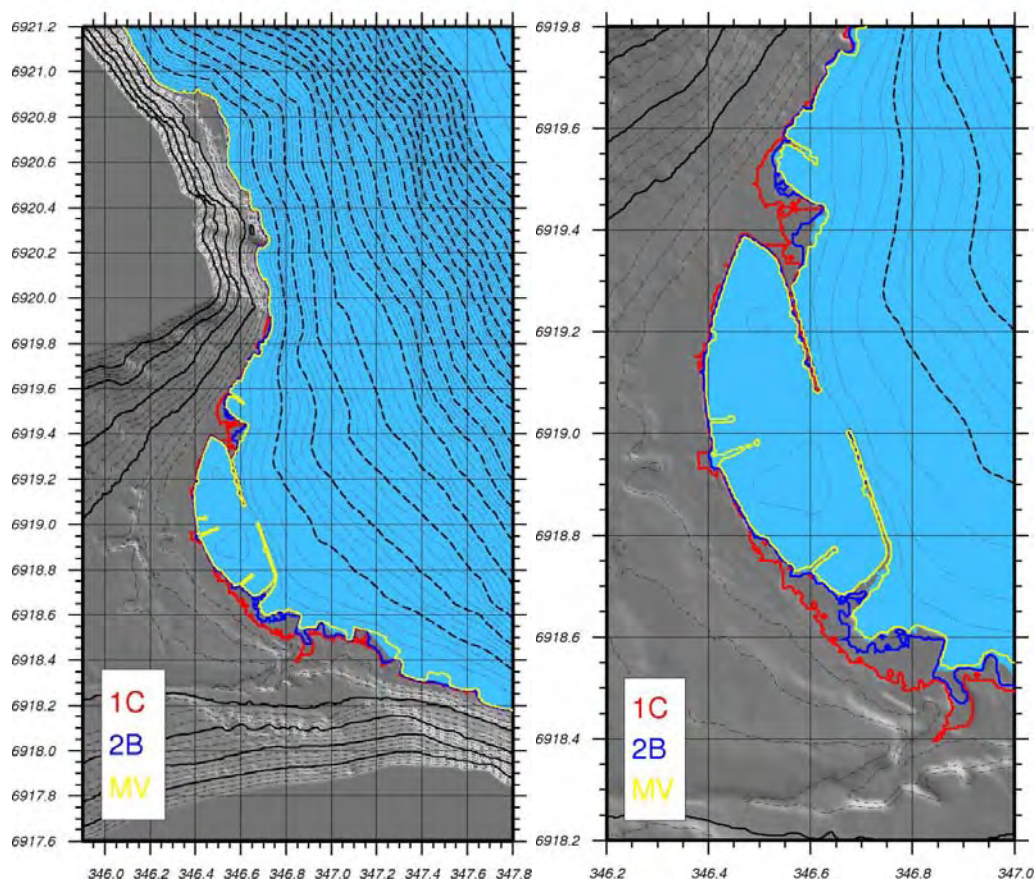
Figur 24: Tidsserier av absoluttverdien av partikkelhastigheten for punktene vist i foregående figur. Scenario 2B ved Brandal.



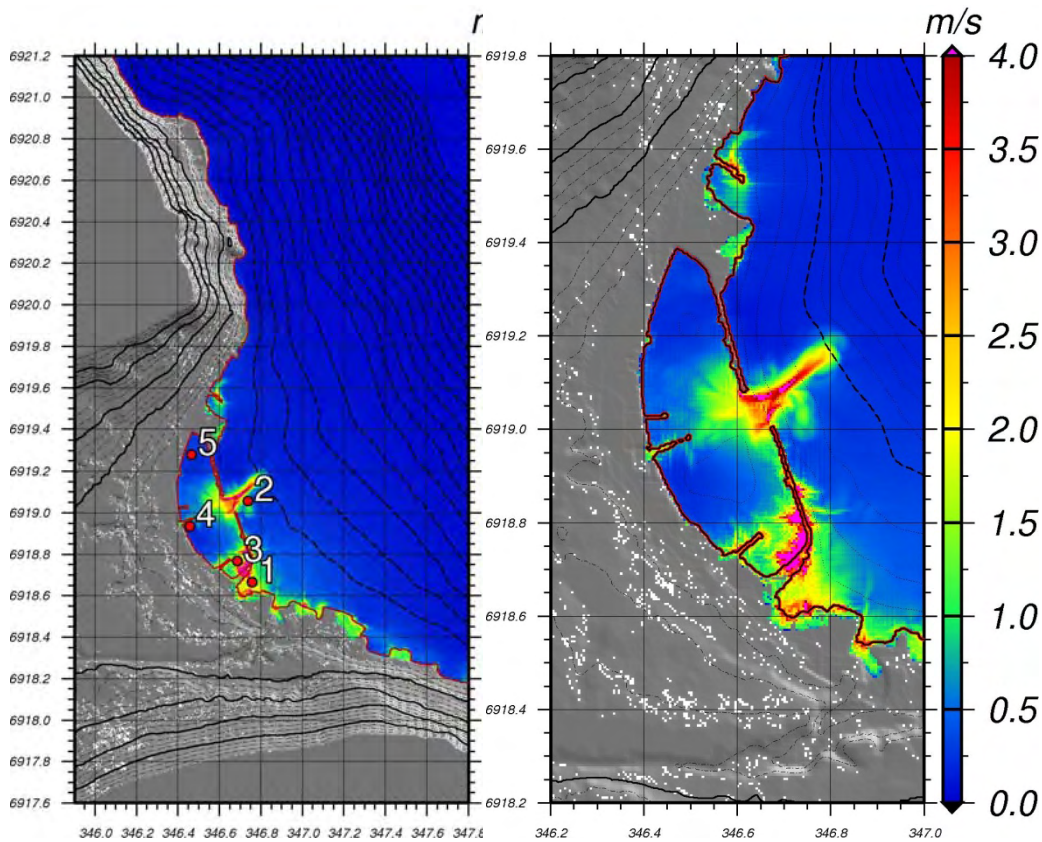
Figur 25: Maksimal oversvømmelseshøyde/overflatehevning ved Hareid for scenario 2B. Oversiktsfigur til venstre, og utsnitt ved Hareid sentrum til høyre. Dagens strandlinje (middelvannstand) er markert med en rød linje.



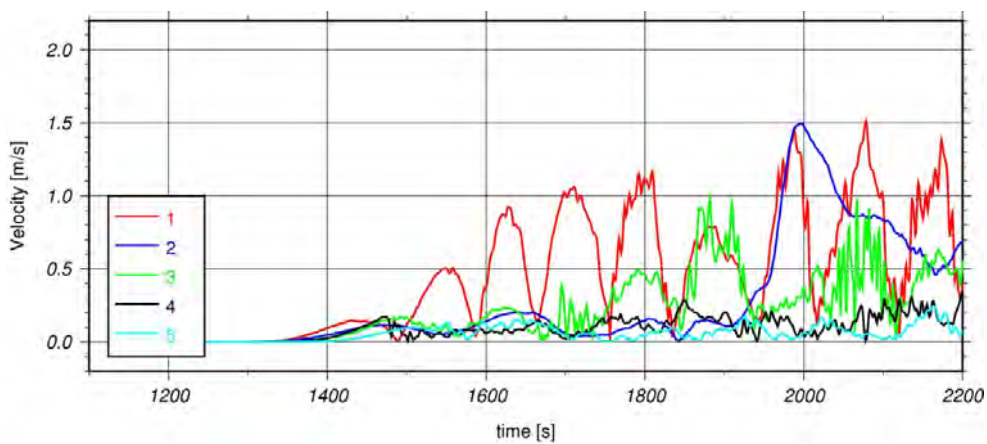
Figur 26: Maksimal oversvømmelseshøyde/overflatehevning ved Hareid for scenario 1C. Utsnitt ved Hareid sentrum vises til høyre. Dagens strandlinje (middel vannstand) er markert med en rød linje.



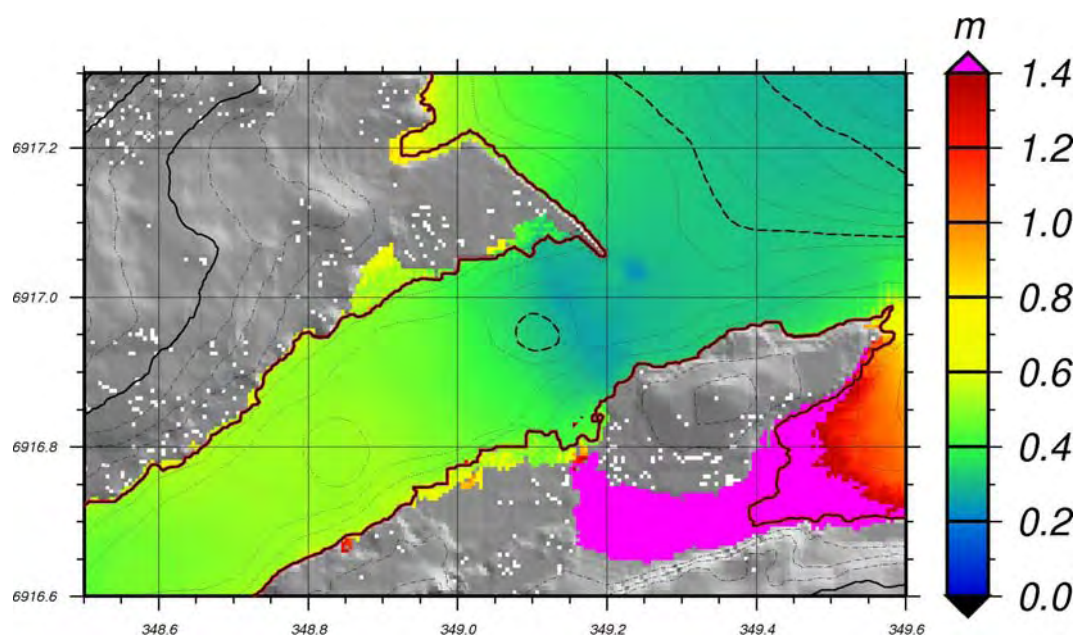
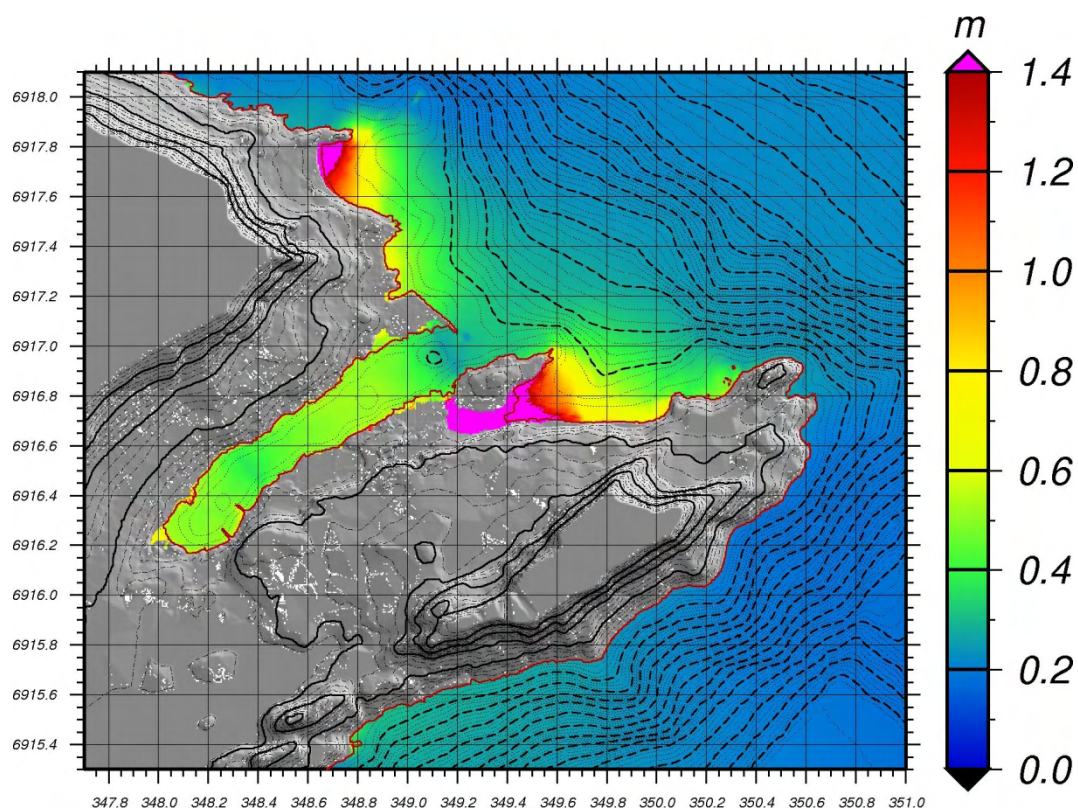
Figur 27: Oppskyllingslinjer for Hareid. Rød linje er for scenario 1C, blå for scenario 2B mens den gule viser dagens strandlinje (middel vannstand). Utsnitt ved Hareid sentrum vises til høyre.



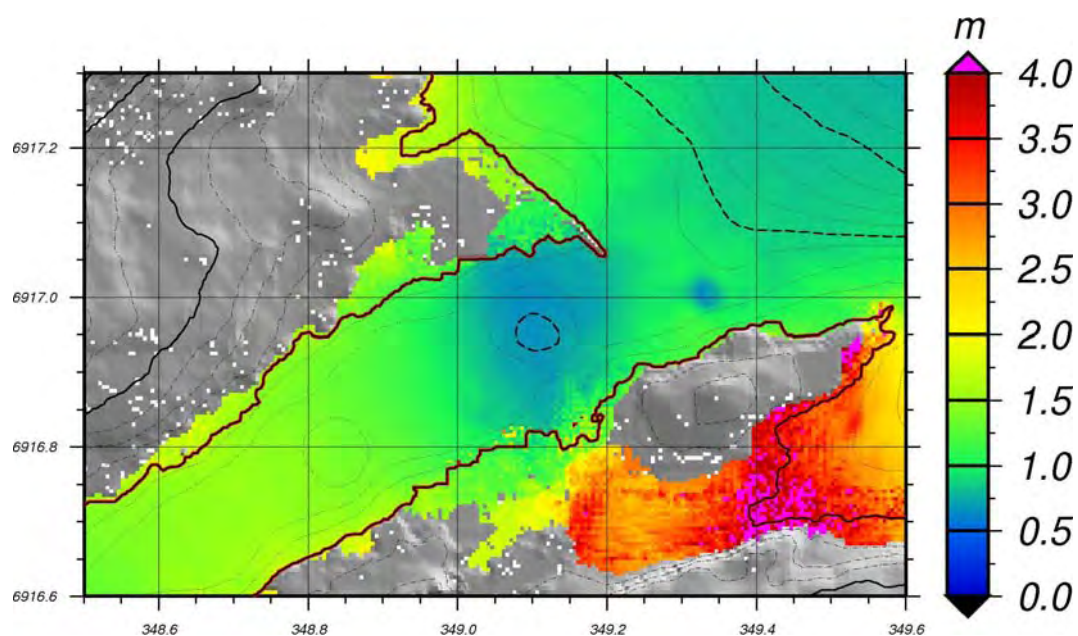
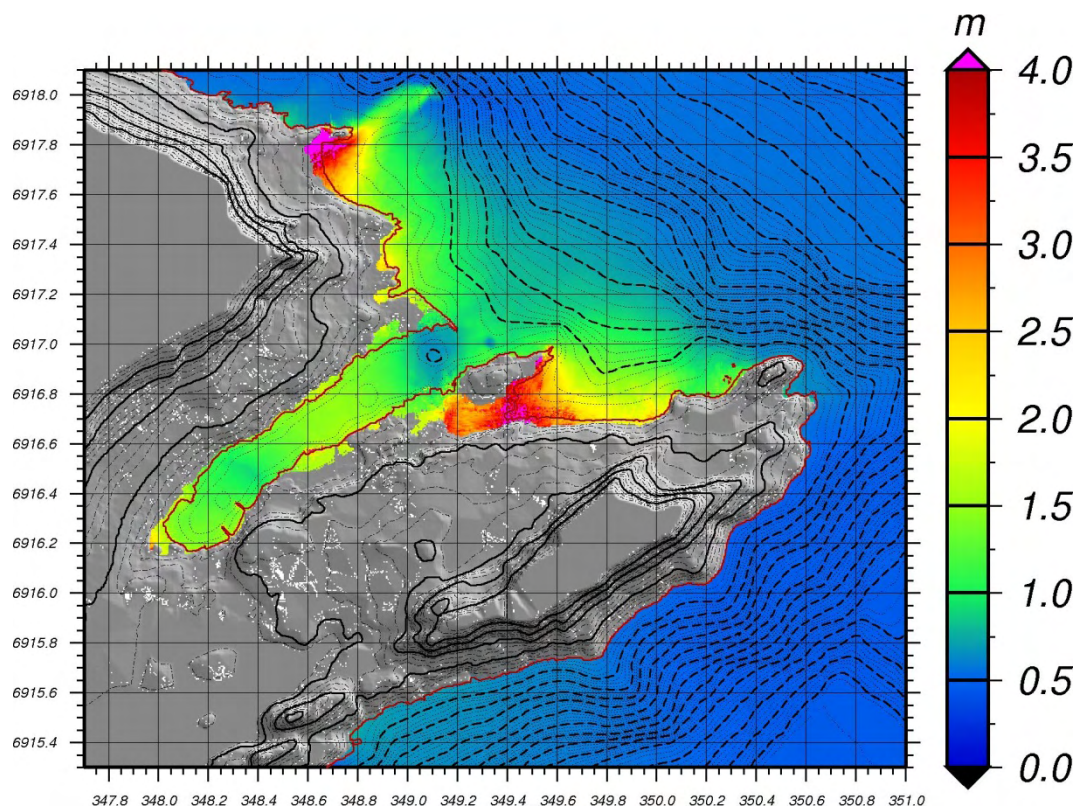
Figur 28: Maksimal absoluttverdi av partikkelhastigheten av vannet under oppskylling for scenario 2B ved Hareid sentrum. Utsnitt ved Hareid sentrum vises til høyre. Numrene i venstre figur refererer til tidsseriene i figuren under.



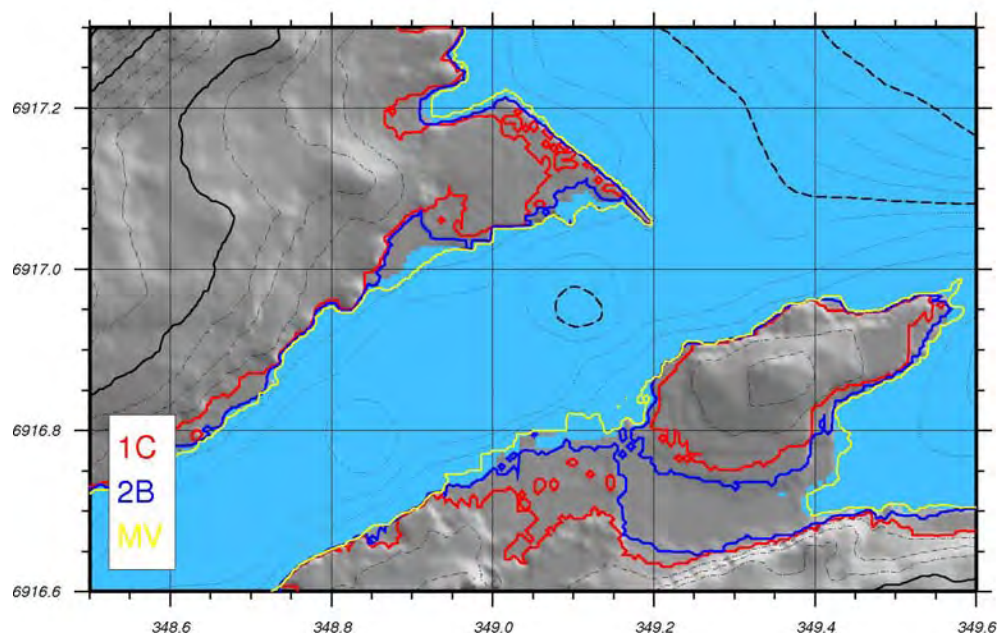
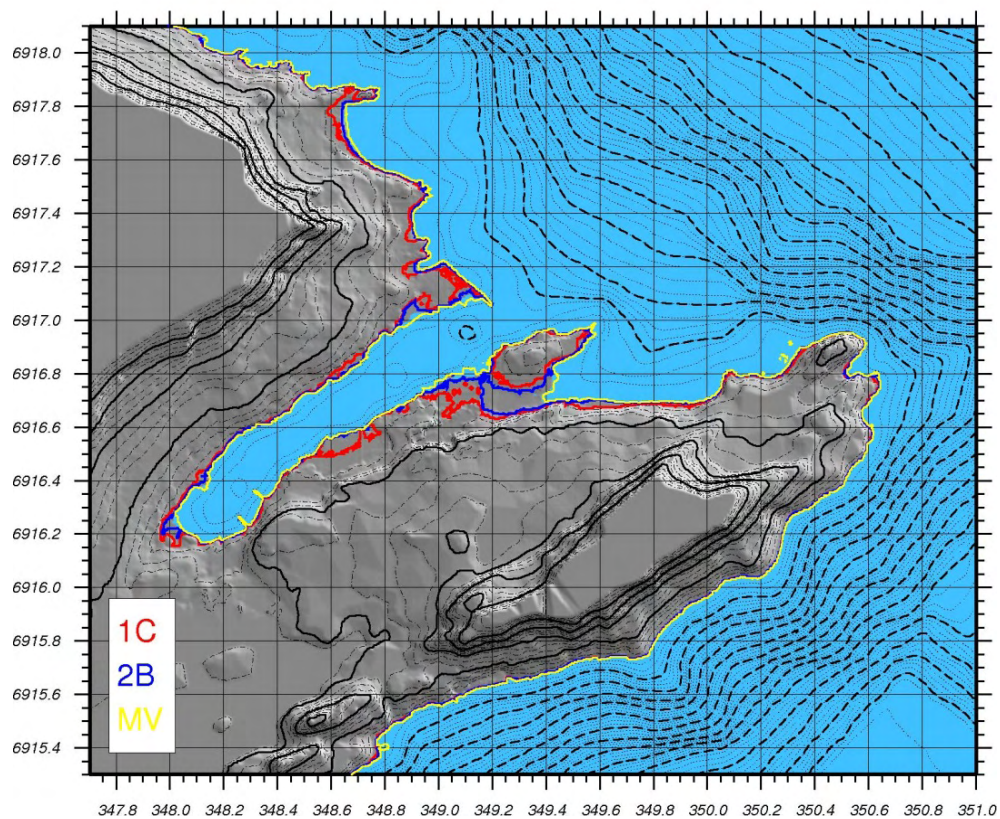
Figur 29: Tidsserier av absoluttverdien av partikkelhastigheten for punktene vist i foregående figur. Scenario 2B ved Hareid sentrum.



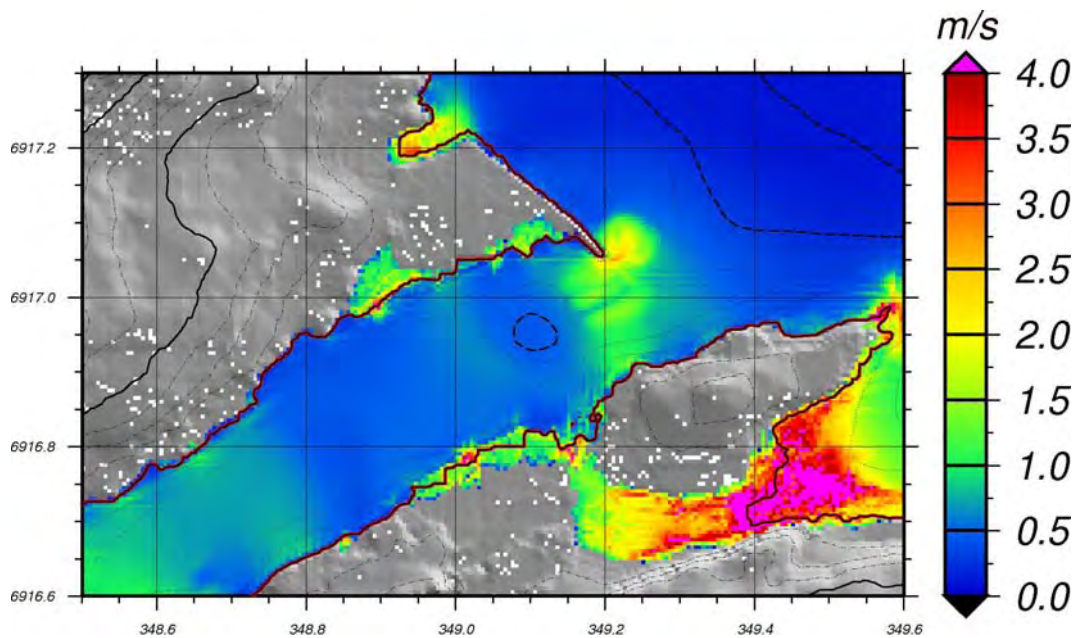
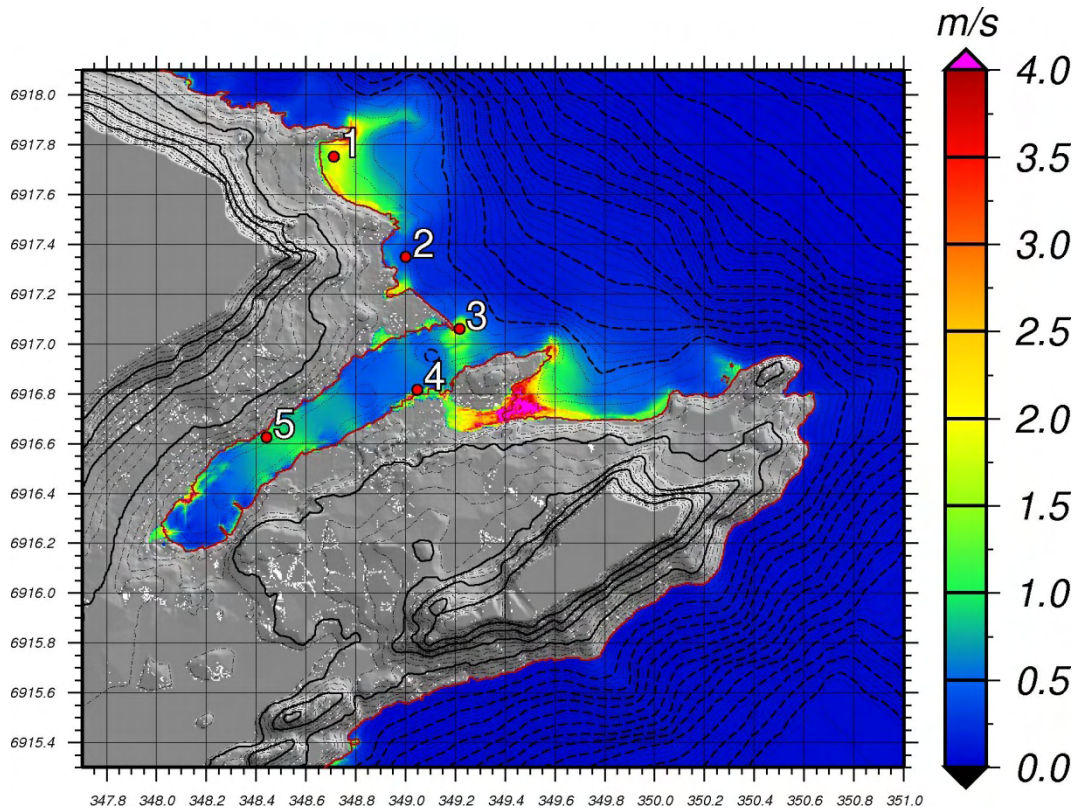
Figur 30: Maksimal oversvømmelseshøyde/overflatehevning ved Hjørungavåg for scenario 2B (øverst). Dagens strandlinje (middelvannstand) er markert med en rød linje. Utsnitt av ytre del av Hjørungavåg vises i nedre figur.



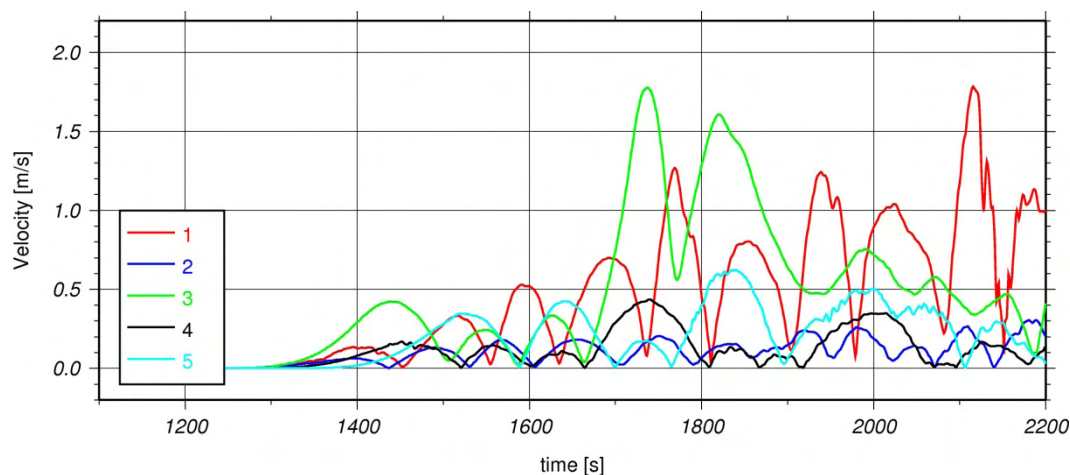
Figur 31: Maksimal oversvømmelseshøyde/overflatehevning ved Hjørungavåg for scenario 1C (øverst). Dagens strandlinje (middelvannstand) er markert med en rød linje. Utsnitt av ytre del av Hjørungavåg vises i nedre figur.



Figur 32: Oppskyllingslinjer for Hjørungavåg (øverst). Rød linje er for scenario 1C, blå for scenario 2B, mens den gule viser dagens strandlinje (middelvannstand). Utsnitt av ytre del av Hjørungavåg vises i nedre figur.



Figur 33: Maksimal absoluttverdi av partikkelhastigheten av vannet under oppskylling for scenario 2B ved Hjørungavåg. Numrene refererer til tidsseriene i neste figur. Utsnitt av ytre del av Hjørungavåg vises i nedre figur.



Figur 34: Tidsserier av absoluttverdien av partikkelhastigheten for punktene vist i foregående figur. Scenario 2B ved Hjørungavåg.

5 Referanser

DSB (2009) Havnivåstigning: Estimer av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner. Revidert utgave (2009). Utgitt av: Det nasjonale klimatilpasningssekretariatet ved Direktoratet for samfunnssikkerhet og eredskap, september 2009.

NGI (2010) Numerical simulations of tsunamis from potential and historical rock slides in Storfjorden; Hazard zoning and comparison with 3D laboratory experiments. NGI rapport 20051018-00-1-R.

SINTEF (2008). Notat – rasmodell, dated 2008-09-12.

Åknes/Tafjord (2009). Åknes/Tafjord Beredskap IKS v/Lars Harald Blikra: Scenarios for tsunami modelling.



Vedlegg A - Om flodbølger generert av fjellskred

Innhold

1 Om flodbølger generert av fjellskred

2

1 Om flodbølger generert av fjellskred

Skred som faller i fjorder eller innsjøer genererer tyngdebølger som normalt fortoner seg som en mellomting mellom dønninger og tidevann. Flodbølger generert av skred inngår i den type bølger som gjerne betegnes "tsunamis".

Generering og utbredelse av flodbølger etter skred er et komplisert fenomen som kan deles i tre faser: 1) energioverføring fra skred- til vannbevegelse; 2) bølgeutbredelse i åpent vann; 3) bølgeoppkylling i strandsonen.

Bølgens karakteristika avhenger av skredets volum, form og hastighet, så vel som av vanddyptet. I de tilfeller der karakteristisk overflatehevning er mye mindre enn vanddyptet vil enklere, lineære likninger for bølgeforplantningen være gyldige. Utgjør derimot den karakteristiske overflatehevningen mer enn ca. 10% av dyptet vil ikke-lineære effekter være viktige.

Bølgene klassifiseres som lange bølger dersom størsteparten av den energi som overføres fra skred- til vannbevegelse fordeles på bølgelengder mye større enn karakteristisk vanddypt. Ut fra dette følger at de vertikale variasjoner i horisontalhastigheten er små, og at trykket er tilnærmet hydrostatisk.

Vår erfaring med større fjellskred med høy treffhastighet (som for eksempel Åknes) viser at bølgene ikke nødvendigvis er lange og at bruk av hydrostatiske modeller kan føre til en overestimering av bølgene.

Bevegelsen i vannmassene som følge av en bølge som passerer avtar normalt med dyptet. For lange bølger beveger vannet seg tilnærmet like mye i hele dyptet fra overflaten til bunnen. Den såkalte "bunnbølgen" er kun en myte. Begrepet har oppstått fordi bølgen ofte ikke observeres før den "dukker opp" inne ved land. Øyenvitner har derfor konkludert med at bølgen følger bunnen. At bølgen synes best inne ved land skyldes imidlertid bare at den blir krappere, dvs. både kortere og høyere, på grunnere vann inn mot land.

Under utbredelsen bort fra skredområdet vil bølgens form endres avhengig av dempning og bunntopografi. I åpent farvann avtar bølgehøyden som følge av radiell dempning når energien spres over et stadig større område. Bølgehøyden er således omvendt proporsjonal med kvadratroten av avstanden fra skredområdet. I en fjord vil den radielle dempningen være mye mindre framtreddende. Bølgene kan følge fjorden som i en kanal og bevege seg over lengre avstander uten å reduseres vesentlig. Under en flodbølges utbredelse vil den i tillegg utsettes for refraksjon, refleksjon, interferens, fokusering, og amplifikasjon.

Amplifikasjonsfaktoren, dvs. forholdet mellom oppskyllingshøyden og overflatehevningen for innkommende bølge på dypt vann, er hovedsaklig bestemt av bølgelengden og helningen i strandsonen, eller mer presist forholdet mellom



lengden på innkommende bølge og lengden på horisontalprojeksjonen av oppskyllingsskråningen. Det er også stor forskjell på oppskylling langs en bratt fjordside der bølgene beveger seg langs land parallelt med strandlinja og i fjordbunnene der bølgene beveger seg rett mot land og blir forsterket av både den svakt hellende skråningen av bunnen (grunnere vann) og fokuseringen på grunn av topografien (innsnevringen).

Fjellskred kan medføre store svingninger i innelukkede fjorder eller innsjøer. Dette kan arte seg som en serie av innkommende bølger der den første ikke nødvendigvis er størst. Bølgebevegelsen kan vare i timevis.



Dokumentnr.: 20100899-00-6-Ra

Dato: 2011-02-08

Side: 1

Vedlegg: B

Vedlegg B - Om modellene

Innhold

1	Bølgemodellen GloBouss	2
2	Oppskyllingsmodellen MOST	2
3	Referanser	3

1 Bølgemodellen GloBouss

GloBouss er en regnemodell nylig utviklet ved UiO/NGI for flodbølger som følge av skred eller jordskjelv. Modellen er dybdemidlet (benytter langbølgelikninger) og beskriver blant annet ikke-lineære og dispersive (ikke-hydrostatiske) effekter. Modellen beskriver ikke oppskyllingsfasen (se neste avsnitt).

Ikke-lineære flodbølgemodeller kan bli instabile når bølgedalene blir så dype at fjordbunnen blir tørrlagt. Et vanlig grep er å øke vanddyppet der dette skaper problemer, slik som nær skredområdet og langs land. I beregningene våre for Storfjorden er det brukt et såkalt terskeldyp på 20 m i den delen av beregningsområdet som er mer enn ca. 4 km fra skredområdet. Det vil si at dyp grunnere enn denne verdien er satt til 20 m. I tillegg er det utenfor Åknes satt en terskelverdi på 300 m med en lineært avtagende verdi til 20 m fire kilometer unna, men fortsatt er det kun dyp grunnere enn terskelverdien på det aktuelle stedet som er korrigert.

Til tross for bruk av terskeldyp som er beskrevet over, vil de ikke-lineære leddene i modellen kunne gi instabile løsninger når modellen kjøres over lengre tid (reell tid) som er nødvendig for å følge bølgene helt ut til Hareid. Dette gjelder særlig de største scenarioene fra Åknes. Bølgemodellen er derfor kjørt uten å ta hensyn til ikke-lineariteter (kun dispersive effekter). Numeriske tester viser igjen at dette har lite å si på det overordnede resultatet siden ikke-lineære effekter ikke er avgjørende for denne delen av beregningene. NGI (2008) viser også at i genereringsfasen er dispersive effekter mye viktigere enn ikke-lineære effekter.

GloBouss er med godt resultat sammenlignet med analytiske løsninger og andre numeriske modeller, se Pedersen og Løvholt (2008) og NGI (2008). Den har også gitt veldig gode resultater i forbindelse med Åknes/Tafjord-prosjektet hvor den er sammenliknet med skalamodellen av Sunnylvs- og Geirangerfjorden ved SINTEF i Trondheim, se under.

For mer informasjon om modellen henviser vi til Løvholt og Pedersen (2008). Beregningene i åpent farvann (propageringsfasen) er gjort med en romlig oppløsning på 100 m. Se for øvrig konvergenstest i Vedlegg C.

2 Oppskyllingsmodellen MOST

Oppskyllingsmodellen MOST tar hensyn til ikke-lineære effekter og håndterer bølgebrytning. Den tillater også at vann beveger seg inn på områder som i utgangspunktet ikke var våte. Det er ikke tilfellet med modellen for bølgeforplantning (GloBouss) som reflekterer bølgene ved strandlinjen. MOST er kanskje den oppskyllingsmodell som er mest brukt internasjonalt i dag. Den

er grundig verifisert ved hjelp av laboratorieforsøk og standardiserte tester (benchmark tests). MOST leser data (partikkelhastighet og overflatehevning) fra GloBouss og gjør beregninger i oppskyllingssonen ved Brandal, Hareid sentrum og Hjørungavåg. I tillegg må data for vanddyb og terreng for beregningsområdet til MOST være gitt i forskjellige oppløsninger fra 5 m til 40 m siden MOST må løse oppskyllingen i tre gittere med stadig finere oppløsning. Modellen er beskrevet av Titov og Gonzalez (1997).

De opprinnelige dybdataene og terrengdata er gitt i UTM 32. Siden MOST kun kan regne i geografiske koordinater, blir inngangsdataene projisert fra UTM 32 til geografiske koordinater.

Modelloppsettet (GloBouss og MOST) er beskrevet av Løvholt med flere (2010) og er i tillegg til testene av GloBouss (beskrevet over) grundig testet og sammenliknet med modellforsøkene ved Kyst- og Havne Laboratoriet (KHL) ved SINTEF. Resultatene er oppsummert i NGI (2010), mens laboratorieforsøkene med fjordmodellen ved KHL er beskrevet i SINTEF (2008).

3 Referanser

- Løvholt F., Pedersen G., and Glimsdal S. (2010), Coupling of dispersive tsunami propagation and shallow water coastal response, *Open Oceanography Journal, Caribbean Waves Special Issue, Vol 4*, 71-82, doi: 10.2174/1874252101004020071, available online from <http://www.bentham.org/open/toceaj/openaccess2.htm>
- NGI (2008). Semi-annual report: Comparison of 1HD numerical simulations and laboratory experiments; coupling between 3D laboratory and numerical model; sensitivity analyses; the tsunami impact in the outer part of Storfjorden. NGI rapport 20051018-2.
- NGI (2010). Numerical simulations of tsunamis from potential and historical rock slides in Storfjorden; Hazard zoning and comparison with 3D laboratory experiments. NGI rapport 20051018-00-1-R.
- Pedersen, G. og Løvholt, F., (2008). Documentation of a global Boussinesq solver, Preprint Series in Applied Mathematics 1, Dept. of Mathematics, University of Oslo, Norway,
URL: http://www.math.uio.no/eprint/appl_math/2008/appl_2008.html
- SINTEF (2008). Notat – rasmodell, dated 2008-09-12.
- Titov, V.V., og Gonzalez, F.I. (1997). Implementation and testing of the Method of Splitting Tsunami (MOST) model. NOAA. *Technical Memorandum ERL PMEL-112*, 11 pp



Vedlegg C - Konvergenstest

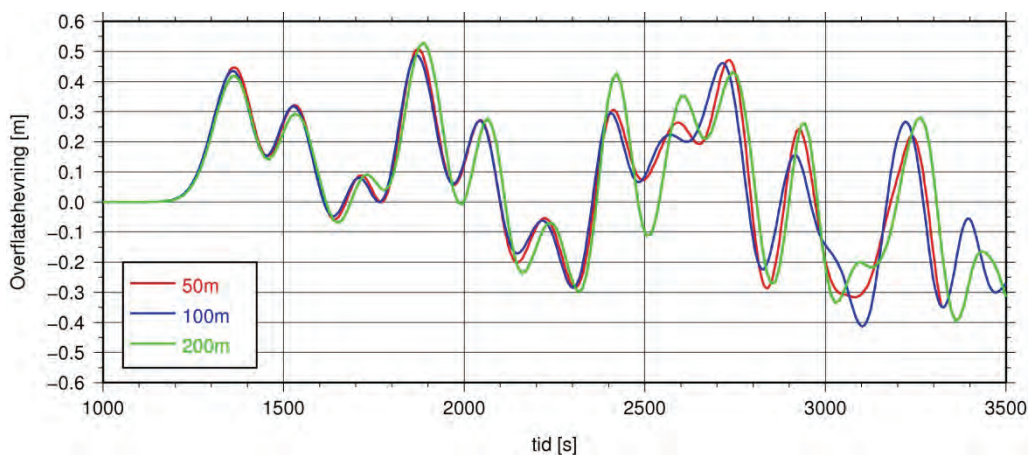
Innhold

1 Konvergenstest for kontroll av nøyaktighet	2
---	----------

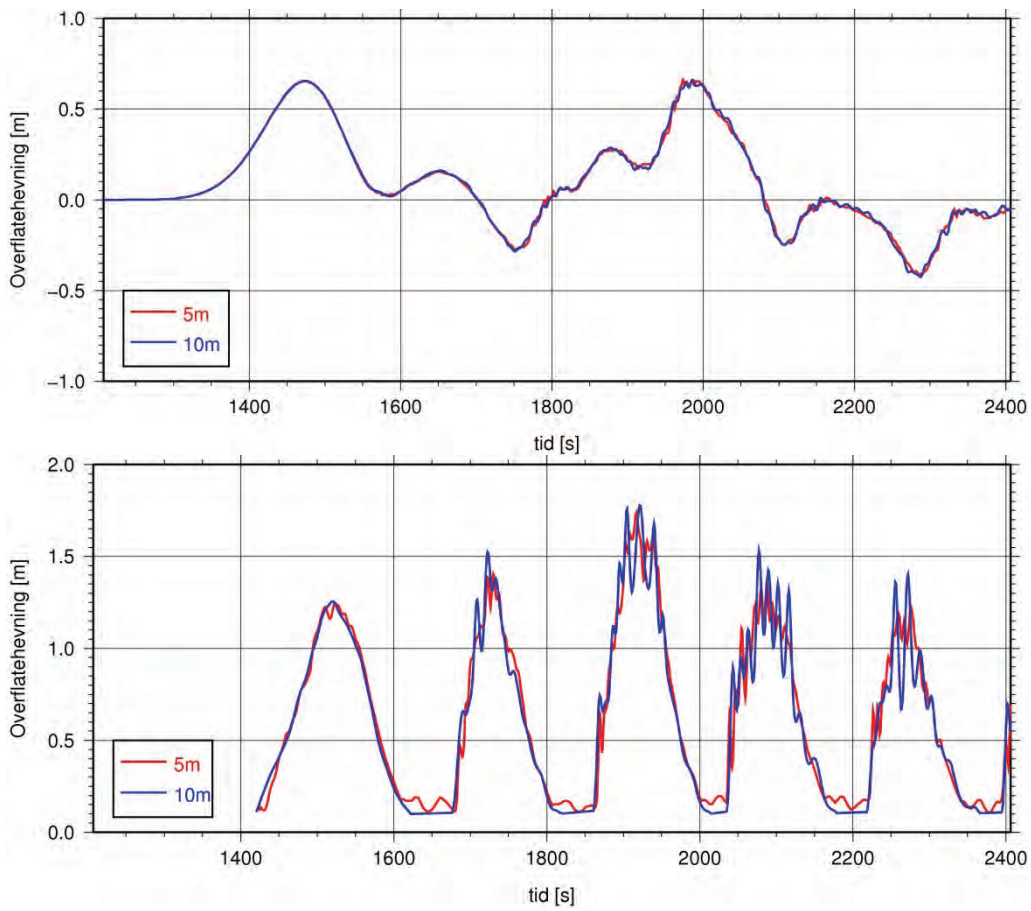
1 Konvergenstest for kontroll av nøyaktighet

Bølgelikningene løses numerisk ved at hele beregningsområdet deles opp i et finmasket nett eller celler, deretter beregnes bølgehøyde og strømhastighet i hver enkelt celle. Ved å sammenlikne beregninger med ulik maskevidde kan vi måle nøyaktigheten til beregningene og den såkalte konvergensten til metoden. Konvergens oppnås dersom beregningene går mot den samme løsningen for finere og finere nett. I Figur C1 har vi presentert tidsserier fra GloBouss (bølge modellen) i et punkt med 430 m dyp utenfor Hareid fra simuleringer med forskjellig maskevidde. Resultatene er vist for scenario 1C (54 Mm³) og avdekker en god konvergens for ledende bølge for løsningene fra maskevidde 50 og 100 m, mens det for de påfølgende bølgene divergerer noe, spesielt med tanke på 200 m maskevidde. Mindre forskjeller er det mellom 50 m og 100 m. For ledende bølge er forskjellen på det meste ca. 2.5 %. Konvergensten for oppskyllingsmodellen (MOST) er vist i Figur C2 for et punkt på land ved Hareid samt for et punkt på ca. 21 m dyp utenfor. Resultatene her viser en meget god konvergens for slike typer modeller. I beregningene er det anvendt en maskevidde på 100 m for GloBouss og 5 m (det fineste nettet, "A-nettet") for MOST.

Konklusjonen er at vi har brukt konvergente løsninger, både for bølge- og oppskyllingsberegningene.



Figur C1. Konvergenstest av GloBouss i fjorden utenfor Hareid for scenario 1C. Vanndypet her er ca. 430 m.



Figur C2. *Konvergenstest av MOST modellen ved Hareid for scenario 1C. I øverste panel er vanddypet 21 m, mens målepunktet for nederste figur ligger på land.*

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title: Beregning av oppskylling ved Brandal, Hareid sentrum og Hjørungavåg			Dokument nr/Document No. 20100899-00-2-R		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 2011-02-08	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		Rev.nr./Rev.No. 0	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited			
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
Oppdragsgiver/Client Hareid kommune.					
Emneord/Keywords Flodbølge, oppskylling, modellering, skred, Åknes					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Møre og Romsdal				Havområde/Offshore area	
Kommune/Municipality Hareid				Felt navn/Field name	
Sted/Location Brandal, Hareid sentrum, Hjørungavåg				Sted/Location	
Kartblad/Map 1119-I				Felt, blokknr./Field, Block No.	
UTM-koordinater/UTM-coordinates 6918700N; 346400E					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen-kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	SGL	CH		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date		Sign. Prosjektleder/Project Manager	

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pirsenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281 /IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

