NVE

Jernbaneverket

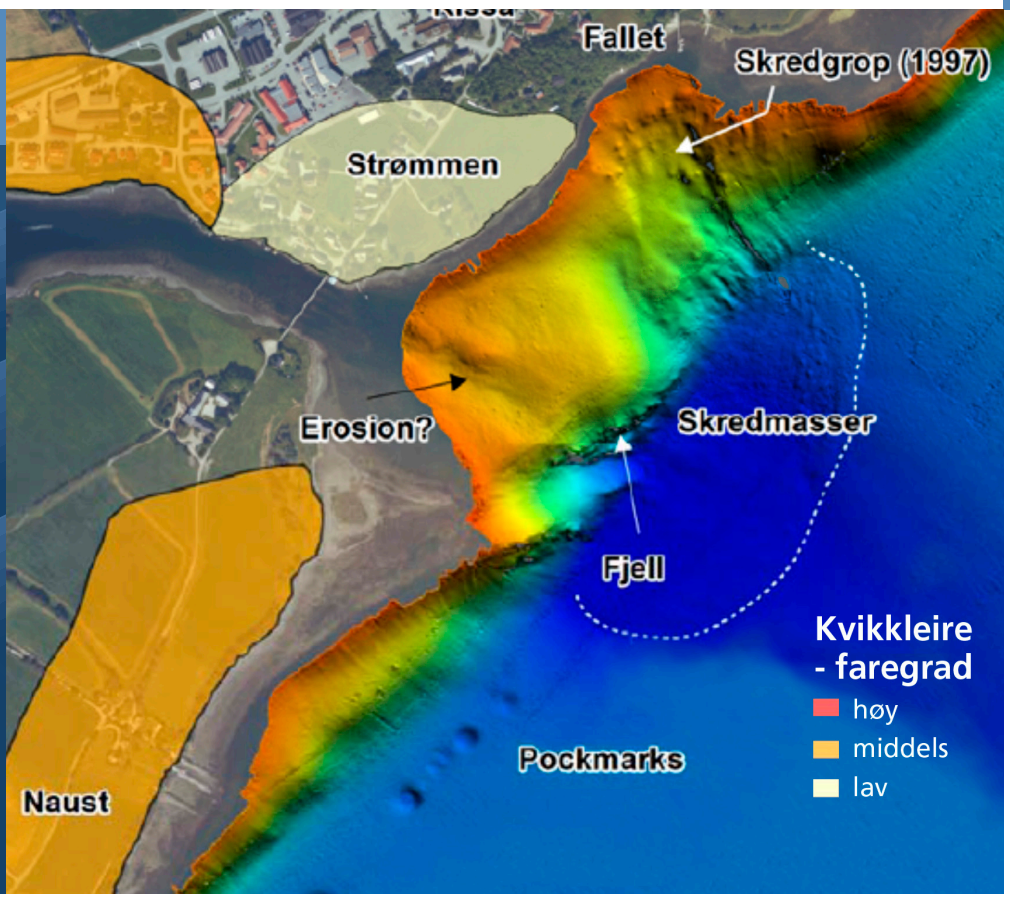
Statens vegvesen

Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire

Skredfarekartlegging i strandsona - ei oppsummering

34
2014

RAPPORT



NIFS
NATURFARE
INFRASTRUKTUR - FLOM - SKRED

Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire

Skredfarekartlegging i strandsonen - ei oppsummering

Norges vassdrags- og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket

2014

Rapport nr. 34/2014
Skredfarekartlegging i strandsonen - ei oppsummering

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket
Utarbeidet av:
Odd Are Jensen (NVE) og Trude Nyheim (NVE)

Dato: 01.12.2013
Opplag: P.O.D.
ISBN: 978-82-410-0974-6

Avrop:

Etatane Statens vegvesen, Noregs vassdrags- og energidirektorat og Jernbaneverket har, gjennom etatssatsingsprosjektet Naturfare – Infrastruktur, Flaum og Skred (NIFS) eit delprosjekt 6 som omhandlar kvikkleire.

I delaktivitet 6.3, Skred i strandsona, har det dei siste åra kome fleire rapportar, samt heldt presentasjonar og verkstadar. Denne rapporten summerer opp status på noverande tidspunkt samt at den inneheld presentasjonane som var heldt under verkstaden om skred i strandsona 26. april 2013 i Trondheim.

Emneord: Kvikkleire, Faresone, Faresonekartlegging, Strandsone, Batymetri,

Oppsummering av delaktivitet 6.3 – Kvikkleire i strandsona

Bakgrunn
Etter kvikkleireskreda i Kattmarka i 2010 og Lyngen i 2011 blei det set fokus på kartlegging av kvikkleiresoner i strandsona. Topografien under havnivå ha ein innverknad på stabiliteten og er difor ein viktig parameter å få kontroll over. Det vart set i gang eit prosjekt som skulle vurdere tilgjengelegheita av batymetriske data i strandsona samt eit som såg på endringar ein eventuelt burde gjere på kartleggingsmetodikken for å fange opp slike faresoner i strandsona. Skred i strandsona vart etablert som ein delaktivitet 6.3 i NIFS delprosjekt 6 – kvikkleire. Noregs geologiske undersøking (NGU) og Norges geotekniske institutt (NGI) fikk i oppdrag å samle og rapportere sin kunnskap om problematikken.

Mål for delaktivitet 6.3
Delaktivitet 6.3 har hatt følgjande mål:

Effektmål
Oppdatert og tilgjengelig skredrelatert informasjon til alle tiltakshavarar og prosjekterande, samt offentlige myndigheter og kommunar.

Resultatmål
Effektivisere og forbetre kartlegging av kvikkleire spesielt i strandsona. Prosjektets mål er å komme fram til anbefalte metodar for kartlegging av kvikkleire i strandsona, samt å gjere tilgjengeleg informasjon om sjøbotnen sin topografi for å muliggjere betre og meir heilskaplege stabilitetsvurderingar i strandsonen.

Delaktivitetar
- Tilgang til topografiske kart under vasslinja, vurdere kvalitet og tilgang til eksisterande informasjon mot metodar for å skaffe ny (nytte/kost).
- Skildre metode for kartlegging av fareområder i strandsonen.
- Verkstad.

Leveransar
Til no har delaktiviteten hatt tre rapportleveransar i tillegg til at ein verkstad har blitt gjennomført:

NGU-rapport
NVE rapport 22.2013/NGU-rapport 2012.046 – Forebyggende kartlegging mot skred langs strandsonen i Norge samanfattar dei viktigaste erfaringane gjort gjennom dei siste åras forsking-, utvikling- og kartleggingsarbeid med tanke på førebygging av skred langs strandsona i Noreg. Rapporten samanfattar kunnskapen om 29 historiske skred i strandsona i Noreg, og skildrar generelle karakteristika for slike skred som føresetnadar, utløysingsfaktorar, utvikling og konsekvensar. Faktorar som sedimentasjon, vasstandsendringar, hydrologi/klima, erosjon, gass, svake lag og menneskeleg aktivitet vert skildra. Rapporten går vidare gjennom testa metodar for førebyggjande kartlegging mot skred i strandsona, og eksempel på korleis ein kan drive førebyggjande kartlegging.

I rapporten konkluderast det med at aktsemdvurderingar kan gjerast utan detaljerte batymetridata men at desse bør brukast der dei er tilgjengelege. Fare- og stabilitetsvurderingar bør ikkje gjerast utan

detaljert batymetri. Det vert anbefalt å satse på effektiv innsamling av batymetrisk informasjon i strandsona frå flybasert LiDAR. Det vert vidare anbefalt eit prioriteringssystem for kva områder som bør kartleggast og vurderast med tanke på skred i strandsona. Det vert anbefalt at den eksisterande metodikken for kvikkleirekartlegging vert justert slik at undersjøiske data, inkludert høgoppløyseleg batymetri og 2D resistivitetsmålingar på land vert inkludert.

NGI-rapport
NVE rapport 26.2013/NGI rapport 20120754-01-R – Vurdering av kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen presenterer ei vurdering av kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsona. Rapporten gir ein oversikt over skredproblematikken i strandsona og føreslår ein definisjon av strandsona i skredkartleggingssamanheng. Aktuelle metodar for sjøbotnkartlegging vert presentert med fokus på å synleggjere eksisterande data. Det vert presentert eit forslag til metode for skredkartlegging i strandsona som kombinera land- og sjøaspekt, og som baserar seg på det noverande kvikkleirekartleggingsprogrammet. Målet er å få til eit heilskapleg verkty for vurdering av skredfare i strandsona og på land. Det vert anbefalt å revaluere fleire tidlegare kartlagde kvikkleirefaresoner i strandsona for å kunne forbetre vektinga av skredfaktorane.

Verkstad om strandsoneproblematikk
Basert på desse rapportane vart det arrangert ein verkstad om strandsoneproblematikk hos NVE i Trondheim. Presentasjonane frå dagen ligg ved i denne rapporten. Som ein konklusjon frå verkstaden om kvikkleireskred i strandsona vart det lagt opp til at den nye faregradsklassifiseringsmatrisa presentert av NGI i NIFS-rapport 26-2013 skulle testast ut på eit representativt utval kvikkleiresoner i strandsona for å sjå på kva effekt dette ville ha på faregradsklassifiseringa. Ein skulle då sjå på forskjellen i klassifisering med og utan batymetriske data i tillegg til å sjå på forskjellen om ein brukte hellingsvinkel eller om ein heldt seg til å nytte skråningshøgd.

NGI-rapport 20130701-01-R/NVE-rapport 27.2014 Skredfarekartlegging i strandsonen - videreføring
NGI har revurdert faregraden til 20 kvikkleiresoner i strandsona som NGI reknar som representative for dei fleste strandsonetypane i Noreg. NGI anbefaler ikkje å endre vektinga i faregradsmatrisa for farevurdering i strandsona.

Forskjellen mellom å inkludere skråningshøgd eller hellingsvinkel er rekna som so liten at den positive effekten av å ha ein lik klassifiseringsmetodikk på land og i strandsona er viktigare. Ved å inkludere batymetriske data i klassifiseringa og då ta med topografien også under havnivå aukar faregraden i fleire soner, og ein går frå 10% til 30-36% soner med høg faregrad. NGI anbefaler vidare at myndigheitene tar mål av seg å samle inn dei eksisterande batymetriske data slik at flest mulig kvikkleiresoner i strandsona kan bli revurdert ved hjelp av den integrerte land- og sjømetodikken.

Konklusjonar og vegen vidare
Konklusjonar delaktivitet 6.3 so langt er at ved kartlegging av kvikkleireskredfare i strandsona må batymetrien under havnivå inkluderast. Den har stor innverknad på klassifiseringa av sonene. Om eksisterande sjøbotndata indikerer problematiske topografiske forhold bør det vurderast å innhente meir detaljerte batymetriske data.

Rapportane tar utganspunkt i den eksisterande faregradsmatrisa og diskuterer dermed ikkje dei grunnleggande parameterane for kartlegging. Ut frå føresettinga om bruk av eksisterande kartleggingsmetode blir det foreslått at skråningshøgde kan brukast i faresonekartlegging i strandsona. Vurdering av skråningshelling er likevel å føretrekkje om ein ikkje tek omsyn til eksisterande kartleggingsmetode. Det trengs klare retningsliner for å få ein meir samanliknbar og heilskapleg skredfarevurdering på land og i strandsona.

Delaktivitet 6.3 bør vidare fokusere på metodar for kartlegging av topografien/batymetrien i strandsona. Verkty som LiDAR har til dømes potensiale til å gi ein samanhengande terrengmodell frå nokre titals meter under havnivå og opp på land. Denne og andre teknologiar bør testast ut for å sjå kva resultat dei kan gi og til kva pris.

Statens kartverk sitt satsingsforslag om ein nasjonal detaljert høgdemodell (http://www.kartverket.no/hoydemodell) inneheld eit delprosjekt med uttesting av metodikk for kartlegging av strandsona. Uavhengig av dette skal Kartverket i prosjektet «TopoBaty 2014» skaffe seg oversikt over tilgjengelig teknologi og teste denne i fleire mindre områder i Rogaland. NIFS bør her kople seg på kartverket sitt arbeid for å sjå kva metodar Kartverket testar ut slik at ein ikkje initierer/finansierar parallelle prosjekt.

Vista analyse AS har gjort ei nytte-kostanalyse av ein nasjonal høgdemodell for NVE sitt skredarbeid og for kommunane. Her blir det trekt fram at nytten av ein nasjonal høgdemodell er størst i skred- og flaumkartleggingsarbeidet. Kost-nytteanalysen tar først og fremst føre seg skred i bratt lende og belyser ikkje nytten av å ha detaljerte batymetriske data i grunne områder i samband med kvikkleirekartlegging.

Kostnadane med detaljert kartlegging i strandsona er usikre, medan landkartlegging har rimelig kjente kostnadar. «TopoBaty 2014-prosjektet» til Kartverket vil forhåpentlegvis føre til betre kostnadsoverslag på strandsonekartlegging slik at ein kan ha betre grunnlag for utlysing av t.d. kartlegging av kvikkeiresoner i strandsona i framtida.

Referansar:

Louise Hansen, Jean-Sebastien L'Heureux, Inger-Lise Solberg og Oddvar Longva (2012). Forebyggende kartlegging mot skred langs strandsonen i Norge. NIFS-rapport 22-2013, ISBN: 978-82-410-0890-0. Ugitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat i samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket.

Jean-Sebastien L'Heureux (2012). Vurdering av kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen. NIFS-rapport 26-2013, ISBN: 978-82-410-0986-0. Utgitt av Norges vassdrags- og energidirektorat i samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket.

Jean-Sebastien L'Heureux (2014). Skredfarekartlegging i Strandsonen , NIFS rapport 27-2014, ISBN: 978-82-410-0974-7. Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket.

Kartverket (2013). Sluttrapport for Forprosjekt "Nasjonal, detaljert høydemodell"

Vedlegg:

Oppsummeringsnotat og presentasjonar frå verkstad om strandsoneproblematikk i Trondheim

Verkstad om kvikkleireskred i standsona

26. april 2013 arrangerte Naturfareprosjektet ein verkstad om kvikkleireskred i strandsona i NVE sine lokalar i Trondheim. På verkstaden var deltakarar frå eit bredt spekter av bransjen representert (sjå deltakarliste). Bakgrunnen for verkstaden var å diskutere to leveransar frå NGU og NGI bestilt av og levert til NIFS-prosjektet hausten 2012. Samt å diskutere vegen vidare når det gjeld kartleggingsmetodikk i standsona. Rapportane frå NGU og NGI ligg tilgjengeleg på www.Naturfare.no som rapport nummer 22-2013 og 26-2013.

NGU og NGI presenterte rapportane sine kort på seminaret medan SINTEF/Multiconsult presenterte sine kommentarar til desse.

Einar Lyche leia seminaret og følgjande program vart følgt:

Tid	**Workshop Del 2: Kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen**	
1230-1235	Velkommen	Vikas Thakur
1235-1245	Ord fra møteleder	Einar Lyche
1245-1315	NGUs erfaring og anbefaling med kartlegging langs strandsonen i Norge	Oddvar Longva
1315-1345	NGIs rapport: Vurdering av kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen	Jean- Sebastien L`hereux
1345-1400	Pause	
1400-1600	Diskusjon	
	1400-1430: Presentasjon fra SINTEF/Multiconsult	Stein Christensen
	1430-1545: Diskusjon rundt bordet	Alle
	1545-1600: Oppsummering	Einar Lyche
1600	Workshop slutt	

Deltakarliste verkstad om kvikkleireskred i strandsona.

Nr	Navn	Firma
1	Alexander Slobodinski	SVV
2	Anders Gylland	NTNU
3	Arild Sleipnes	SVV
4	Arnfinn Emdal	NTNU
5	Arnulf Robsrud	JBV
6	Bjørn K Dolva	SVV
7	Eigil Haugen	SVV
8	Einar Lyche	NVE
9	Frode Oset	SVV
10	Gunnar Djup	SVV
11	Håvard Narjord	MULTIUCONSULT
12	Inger-Lise Solberg	NGU
13	Jean-Sebastien L'heureux	NGI
14	Kristian Aunaas	SVV
15	Lars Andresen	NGI
16	Margareta Viklund	JBV
17	May-Britt Sæter	JBV
18	Odd Are Jensen	NVE
19	Odd Arne Fauskerud	MULTIUCONSULT
20	Oddvar Longva	NGU
21	Stein Christensen	SINTEF
22	Steinar Nordal	NTNU
23	Vidar Gjelsvik	NGI
24	Vikas Thakur	SVV

NGUs erfaring og anbefaling for kartlegging langs strandsonen i Norge

Oddvar Longva, Louise Hansen, Jean Sebastien L´Heureux, Inger-Lise Solberg

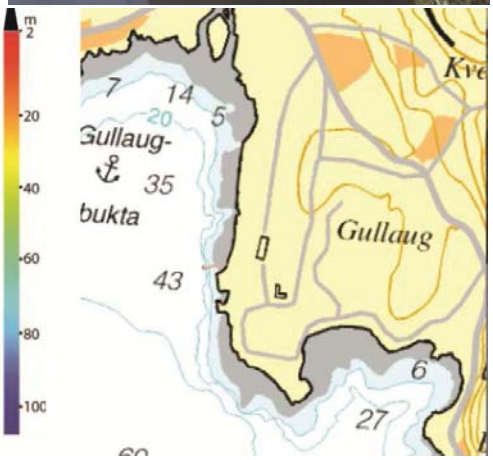
NIFS-workshop: Kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen 26. april 2013

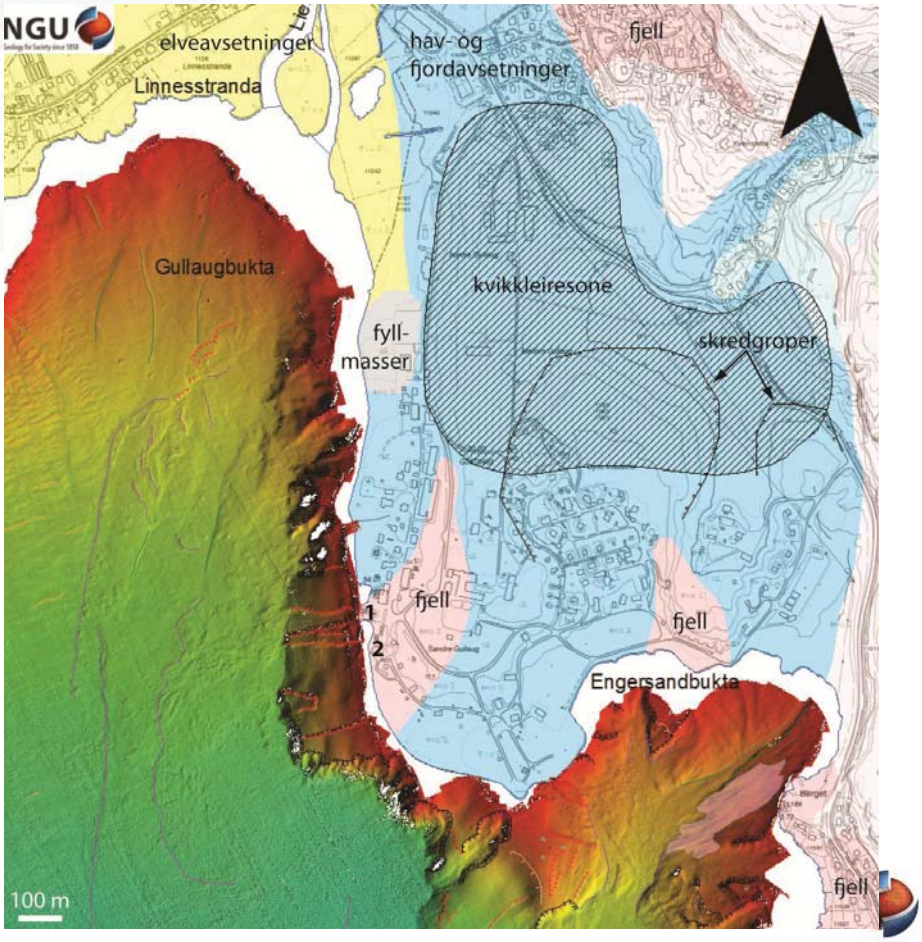
ICG International Centre for Geohazards

NGU Norges geologiske undersøkelse Geological Survey of Norway

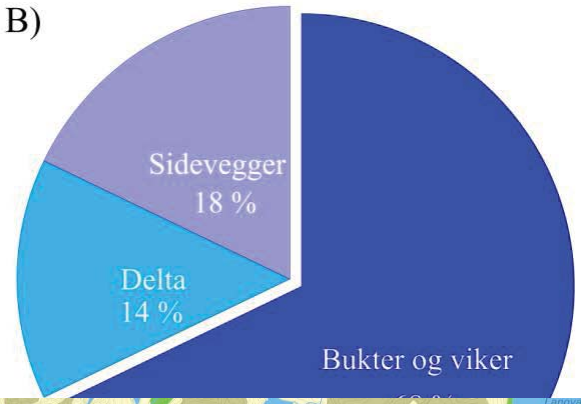
Disposisjon

- Detaljerte dybdekart
- Skredmorfologi
- Anvendte metoder
- Kartlegging av kysten
- Konklusjoner


m
2
20
40
60
80
100
Gullaug-
bukta
Gullaug
7
14
20
5
35
43
6
27

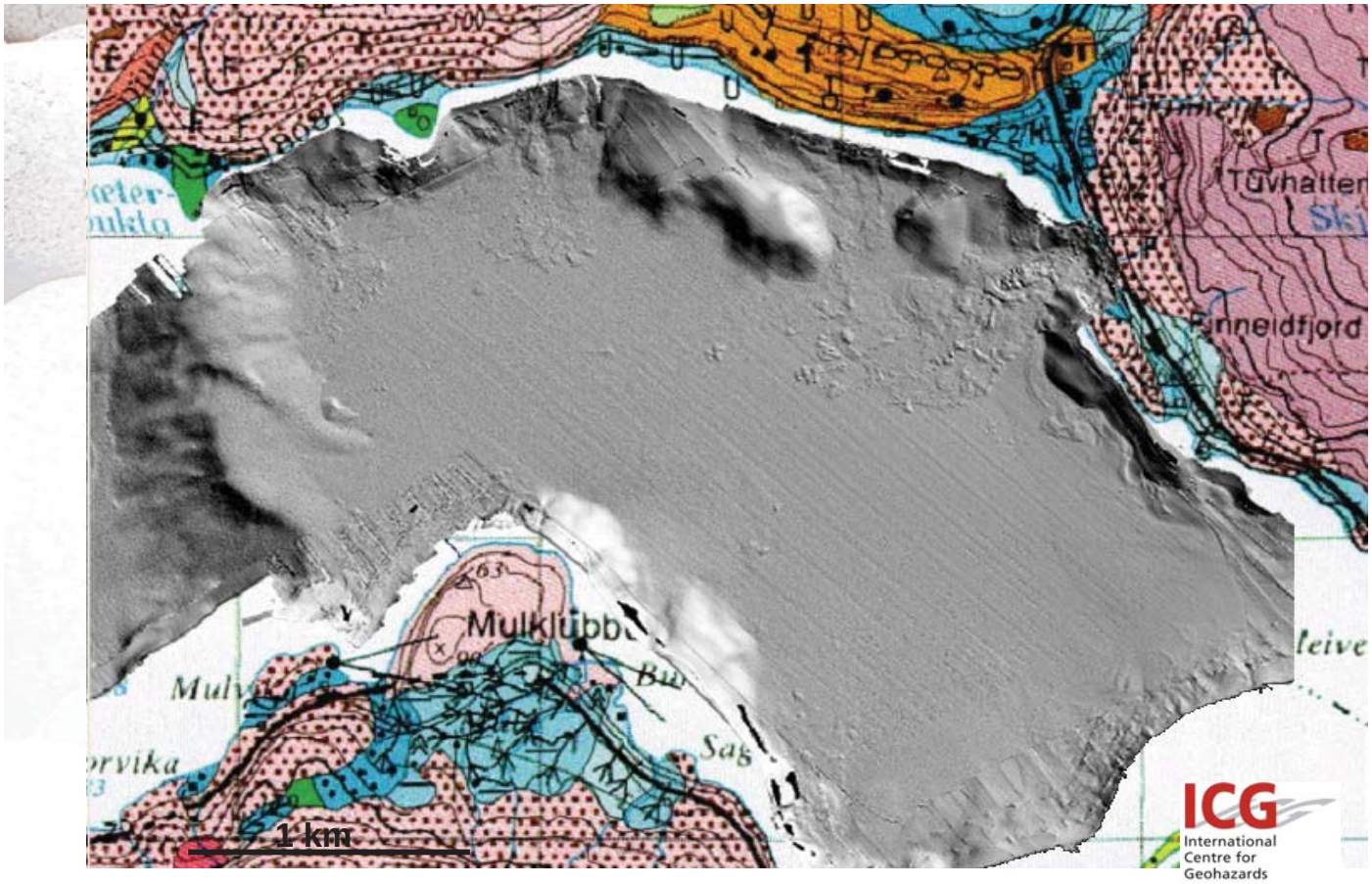

NGU
elveavsetninger
Linnesstranda
hav- og
fjordavsetninger
fjell
Gullaugbukta
kvikkleiresone
fyll-
masser
skredgroper
fjell
fjell
1
2
Engersandbukta
fjell
100 m

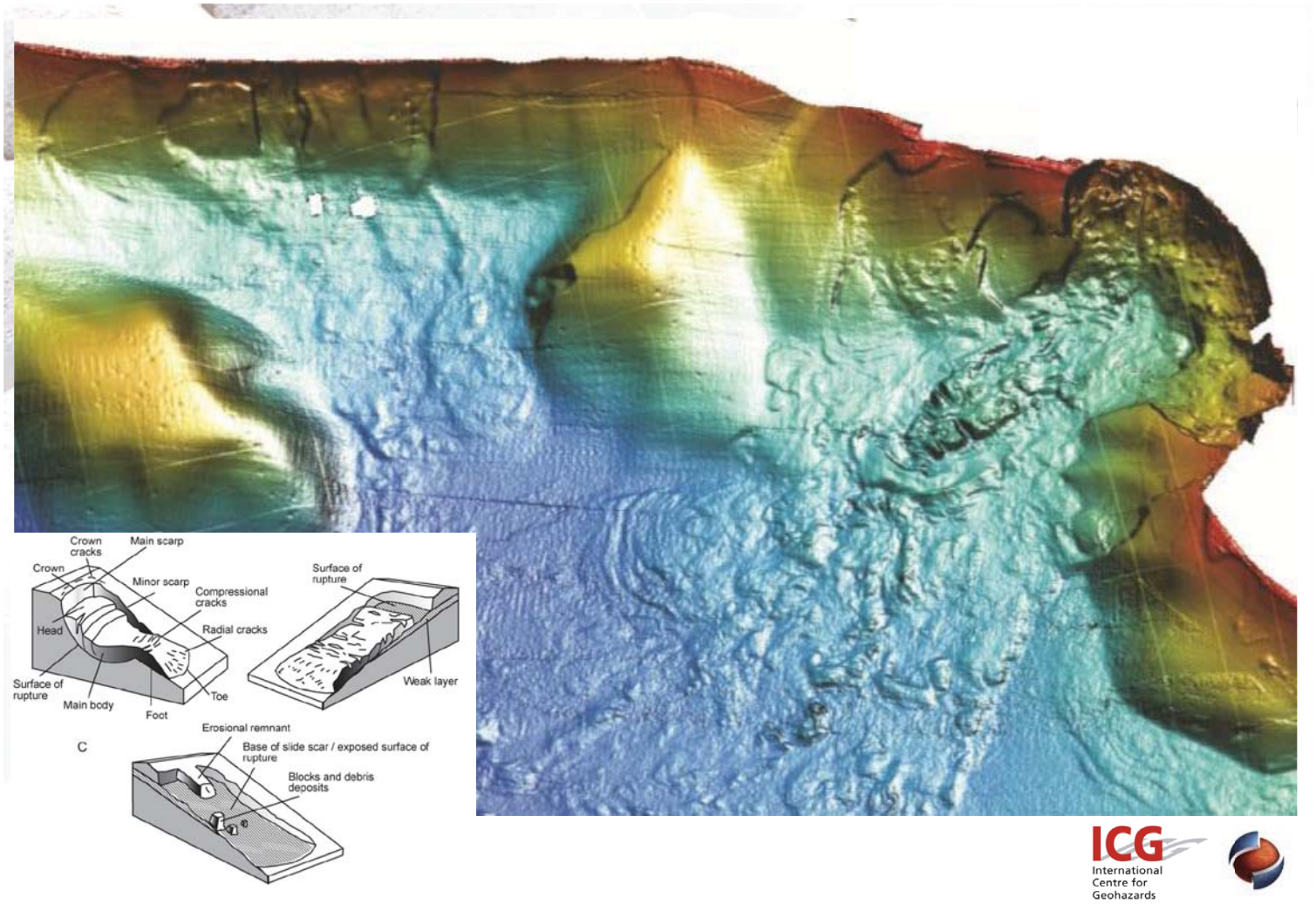
A)
0°0'0"
5°0'0"E
15°0'0"E
25°0'0"E
30°0'0"E
70°0'0"N
65°0'0"N
60°0'0"N
Tromsø
Trondheim
Oslo

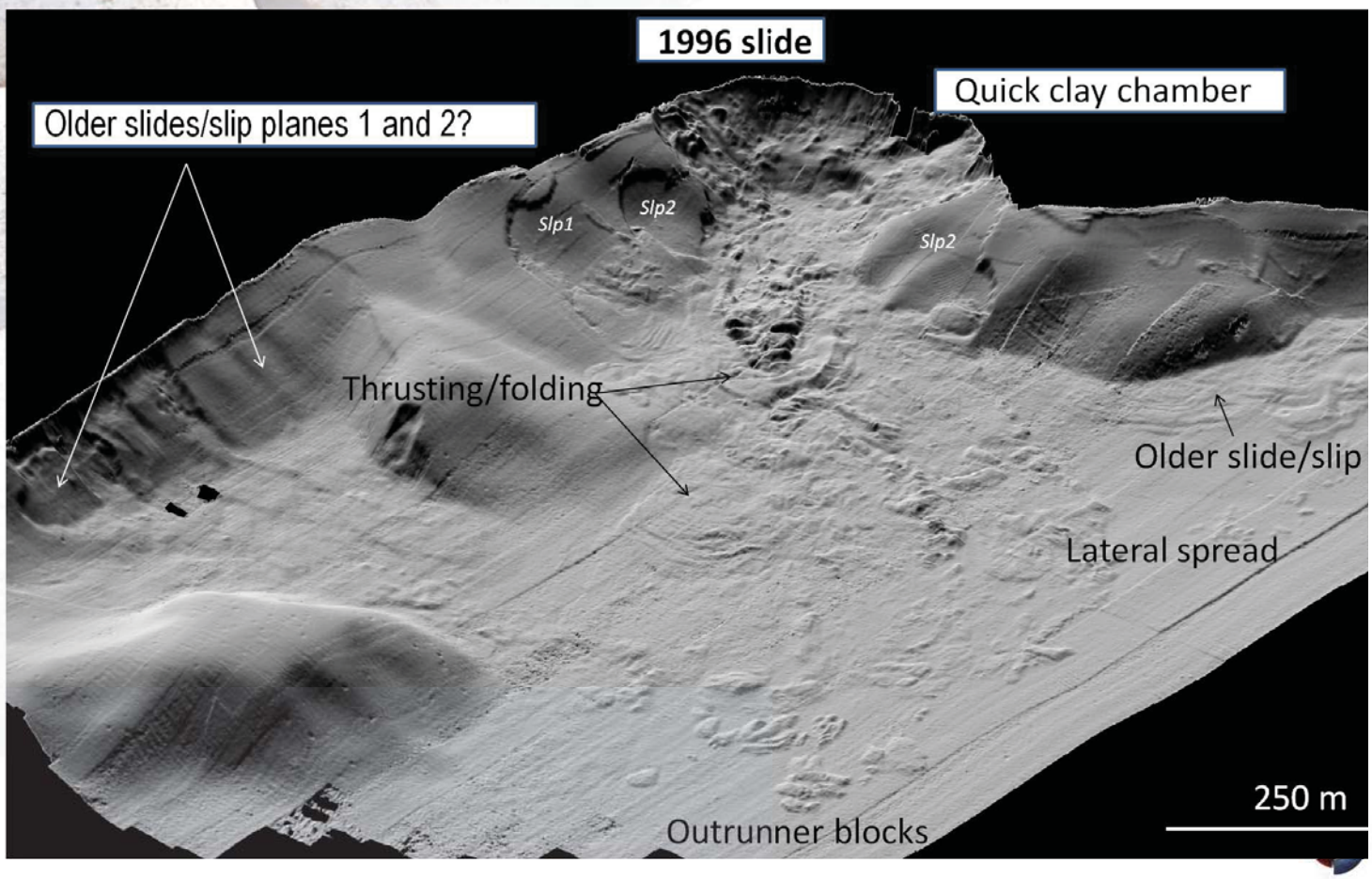

B)
Sidevegger
18 %
Delta
14 %
Bukter og viker

Ytteren
Selfors
Mo i Rana
Fiostrand
Mæla
Fallet
Nordrana
Ranfjorden
Mølnhusmarka
Sandnes
Juvika
Bardal
Sund
Nesna
Finneidfjord
Bjerka
Elsfjord
Leira

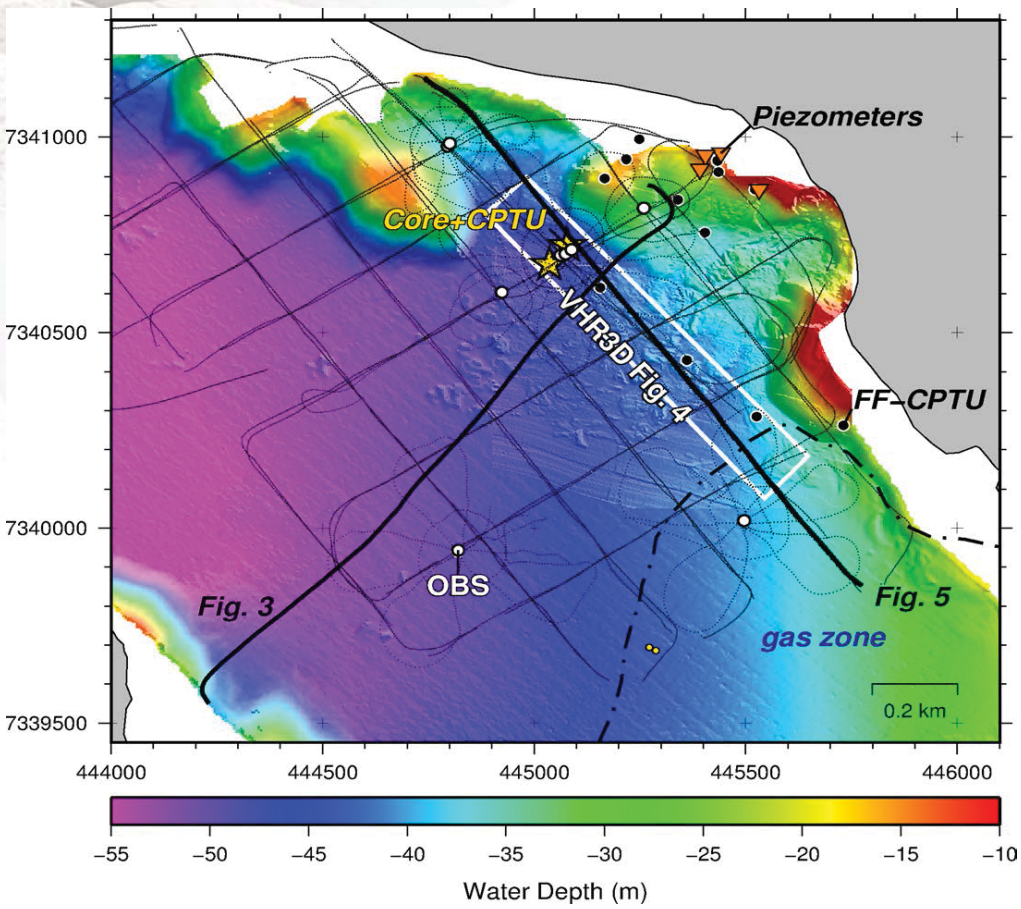
Multibeam skyggerelieff – kvartærgeologisk kart







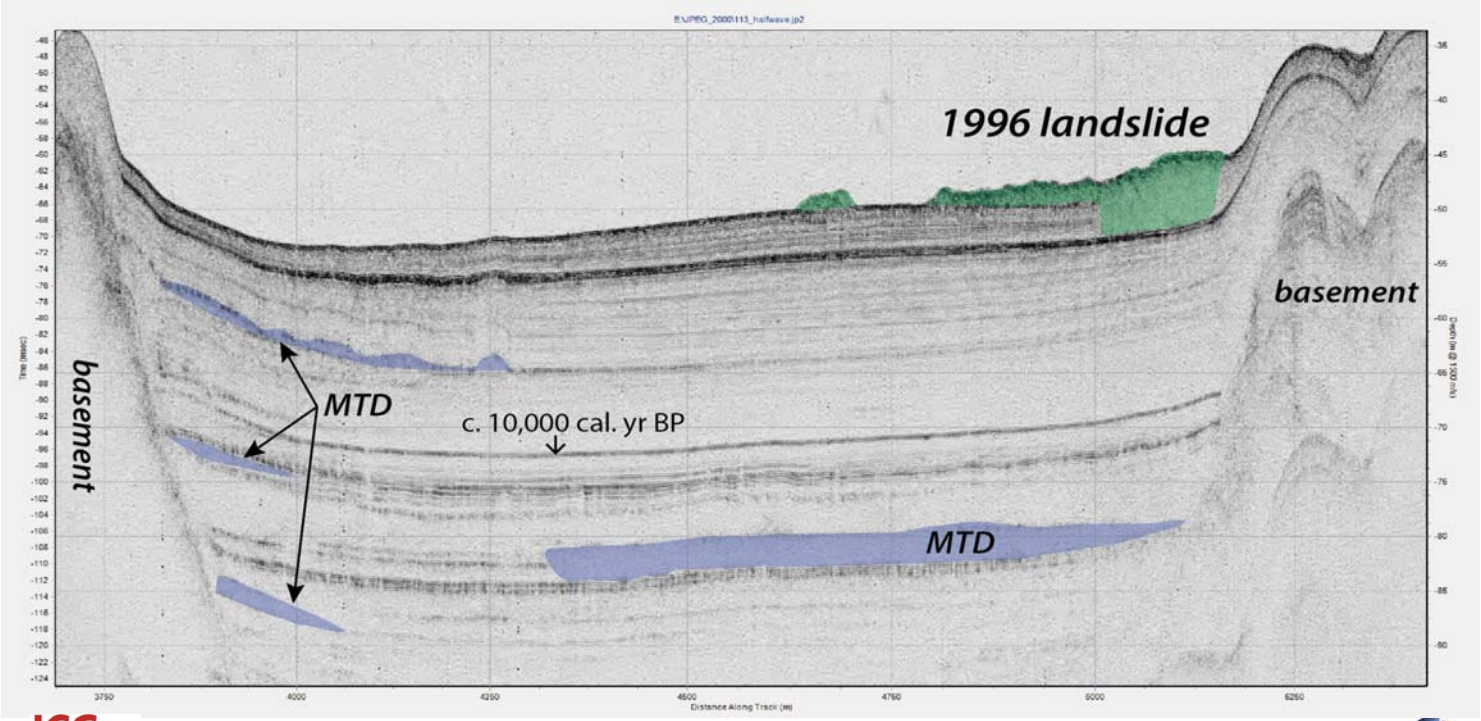
Finneidfjord feltlaboratorium



ICG International Centre for Geohazards

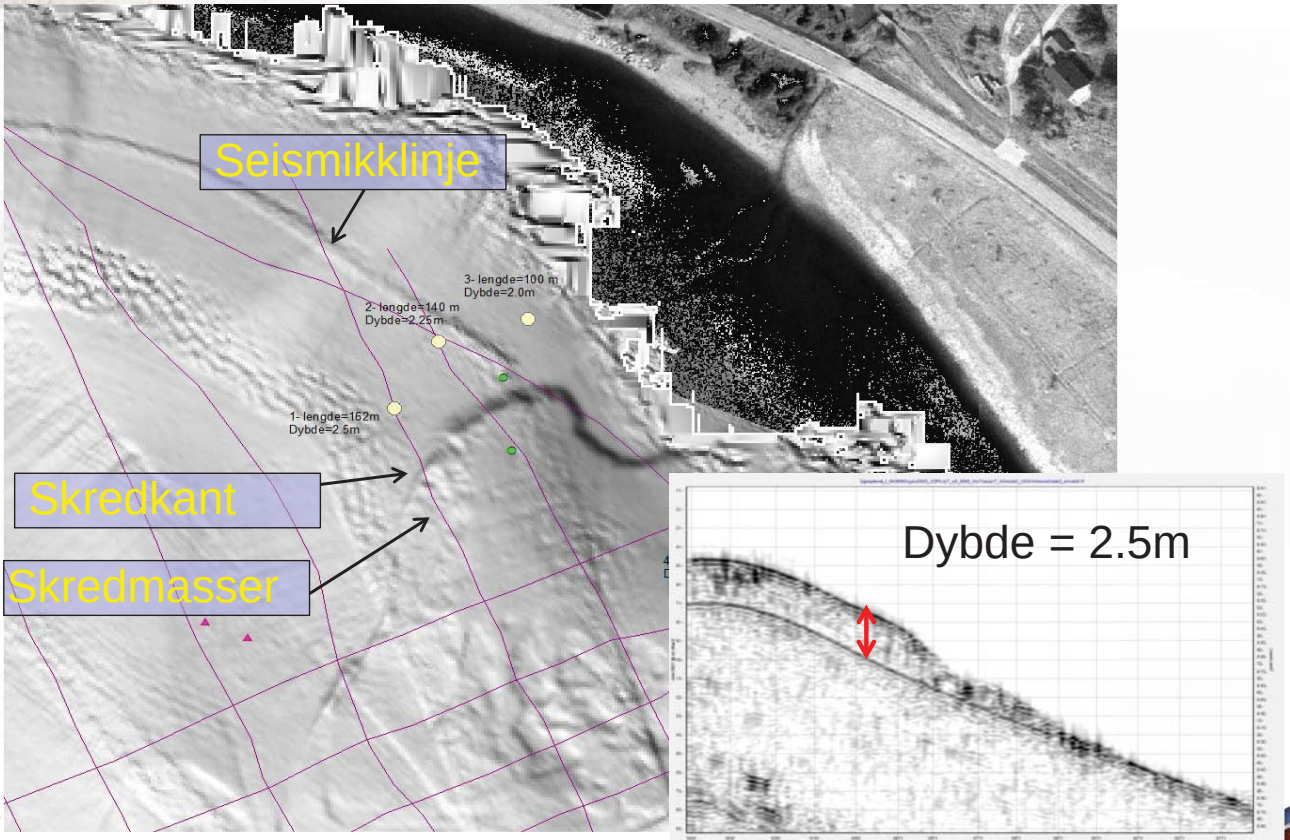
Seismikk

- reflektorer
- ulik oppløsning
- geologisk tolkning



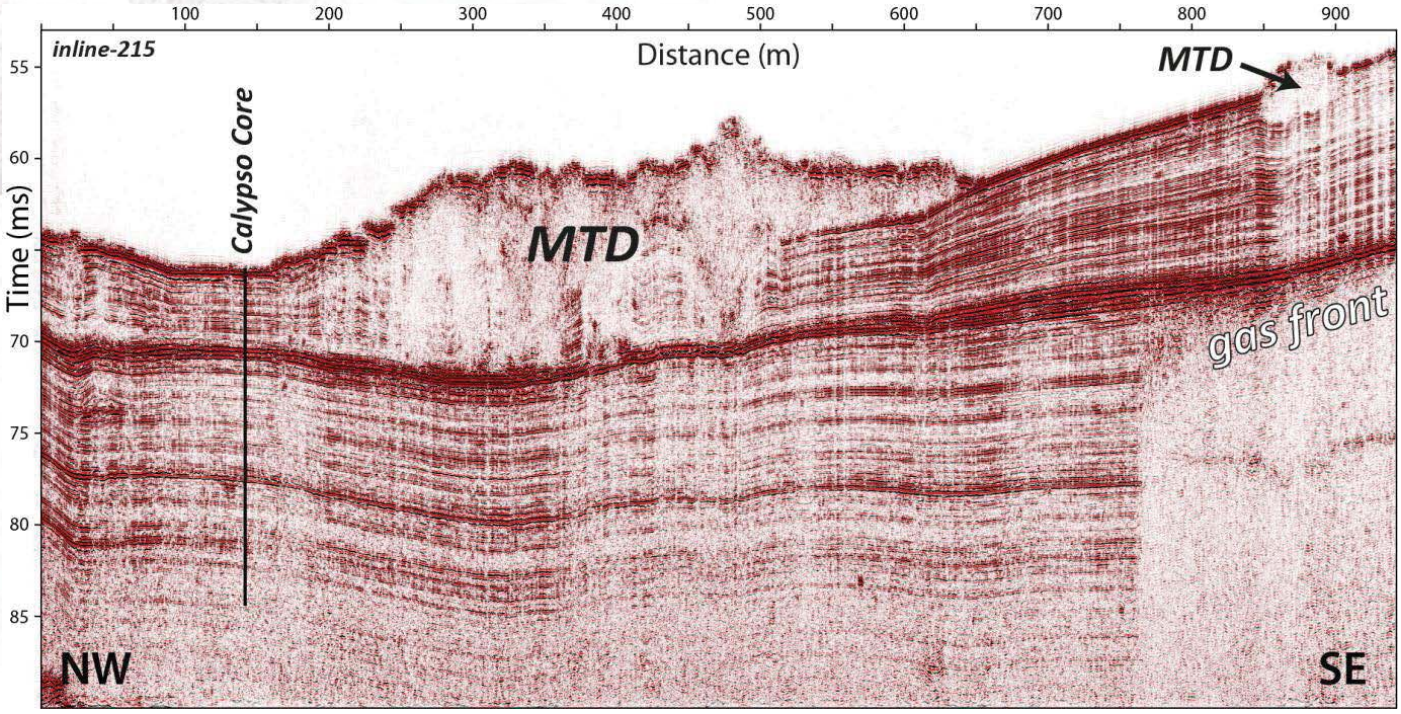
ICG International Centre for Geohazards

Høyoppløslig 2D seismikk

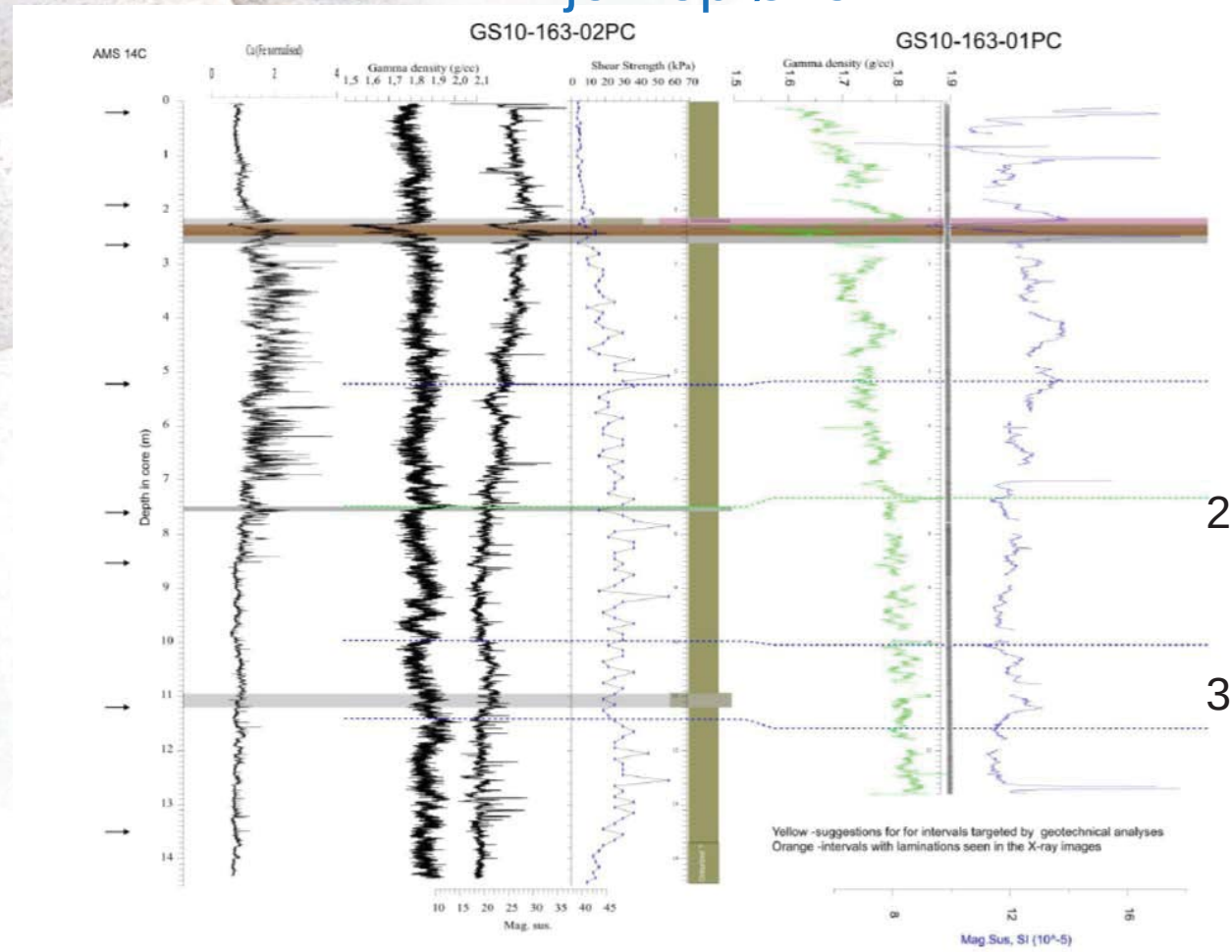


ICG International Centre for Geohazards

Høyoppløslig 3D-seismikk



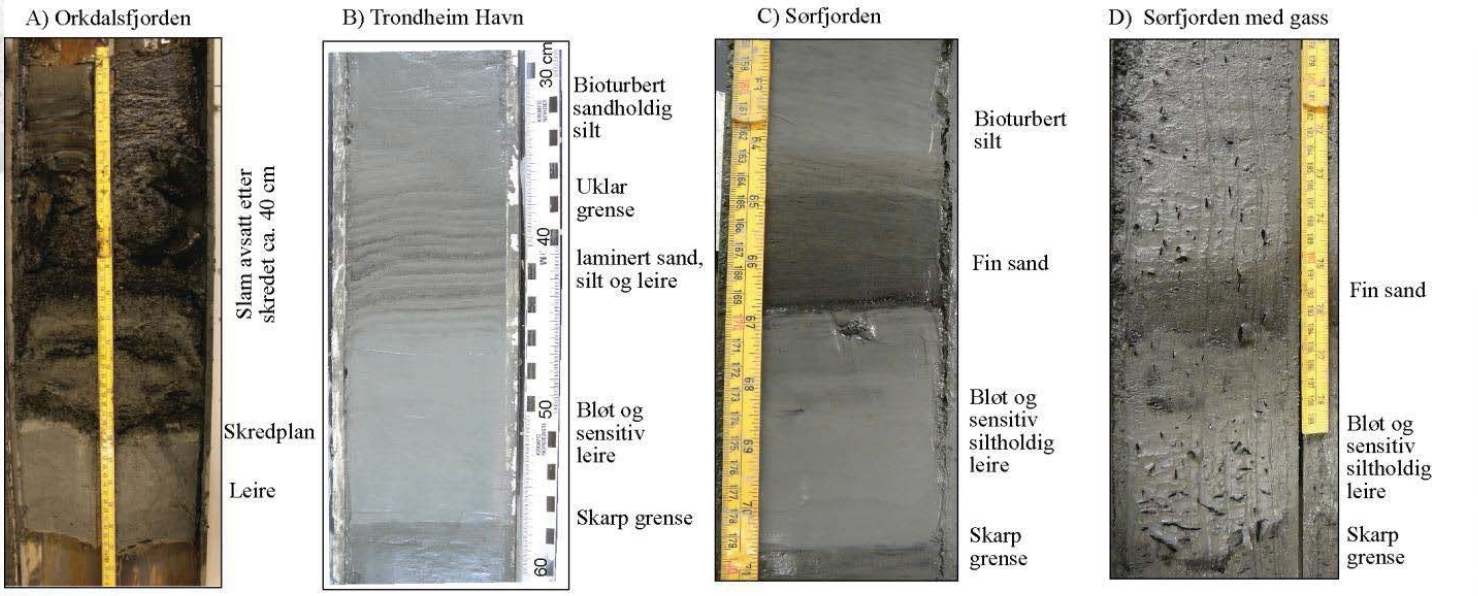
Kjerneprøver



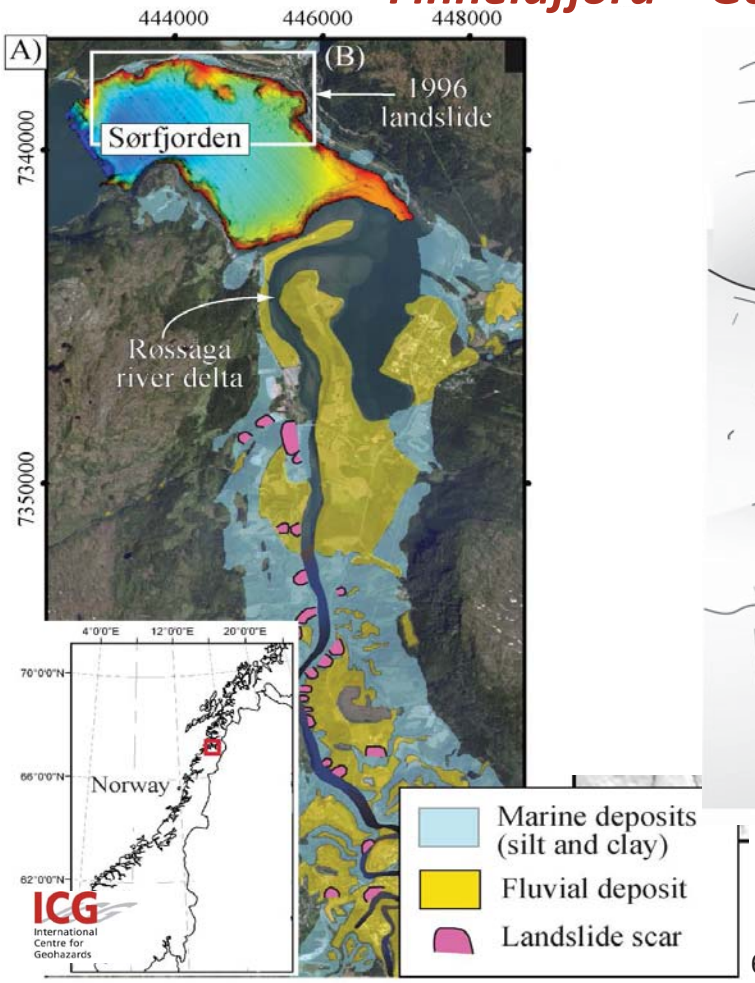
500 år

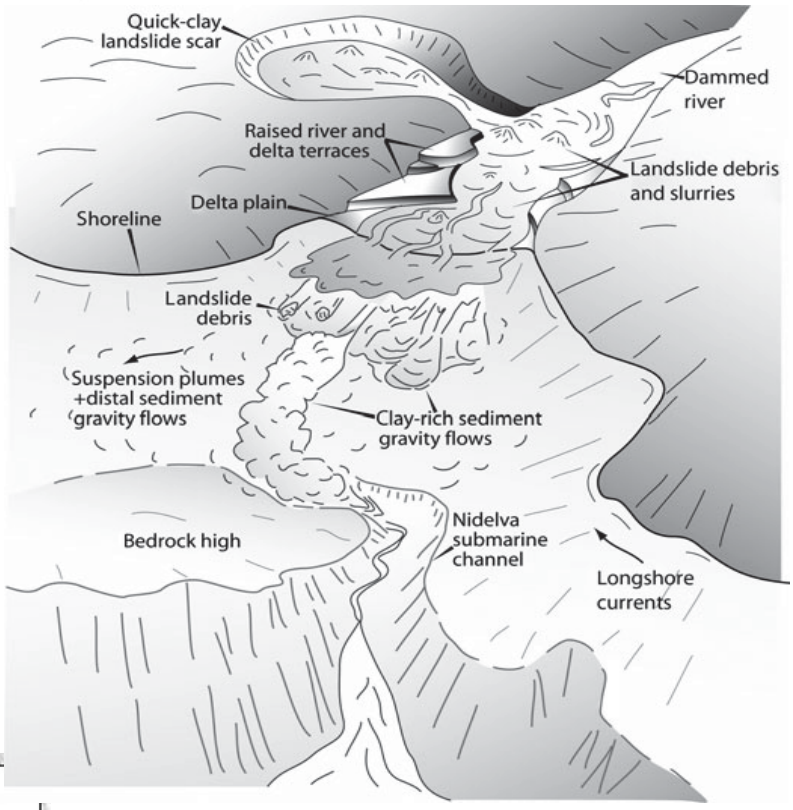
2000 år

3100 år



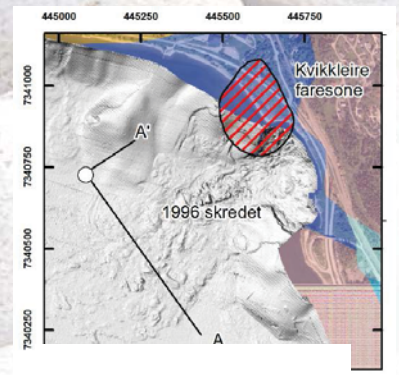
Finneidfjord – Geological Setting

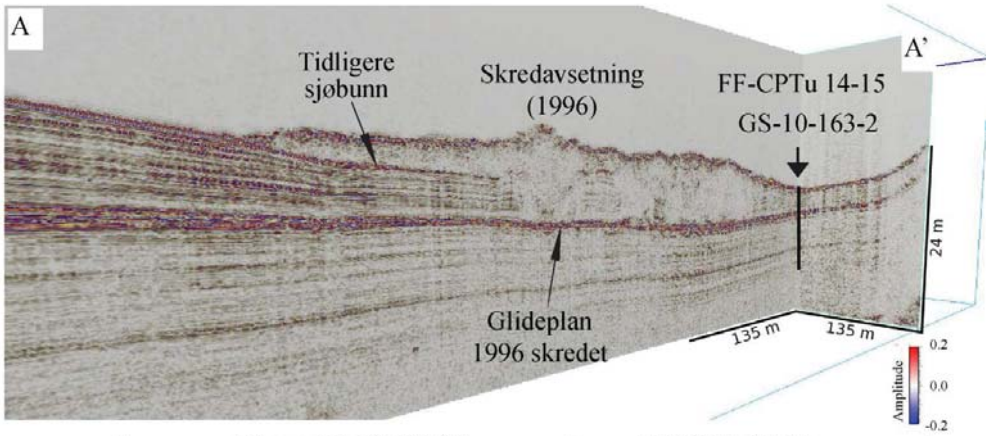


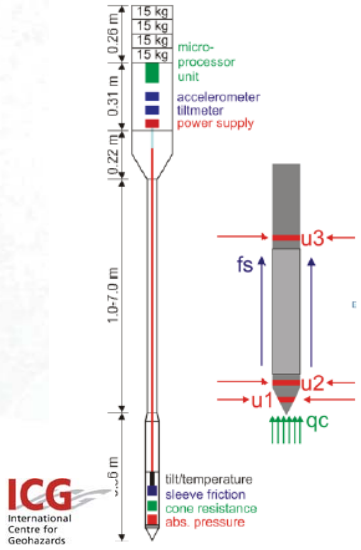


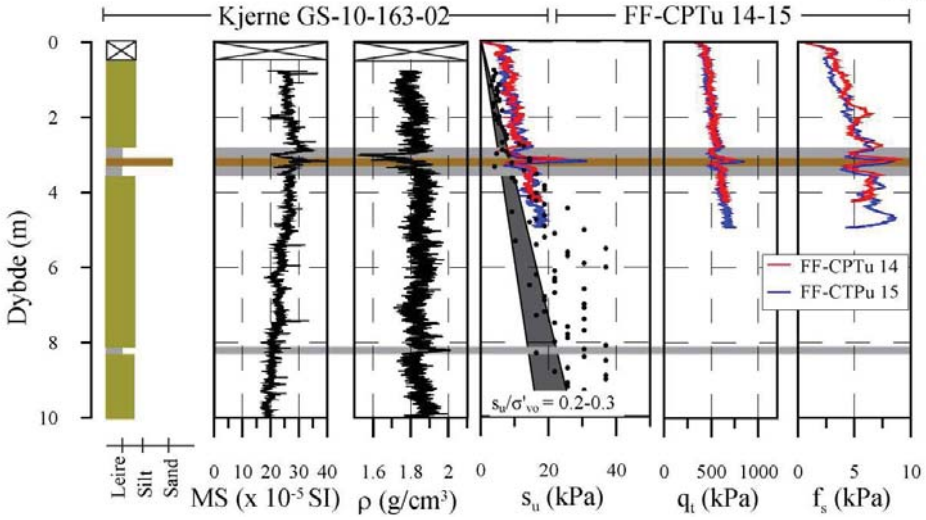
Hansen et al., Sedimentology, 2011

Geoteknikk

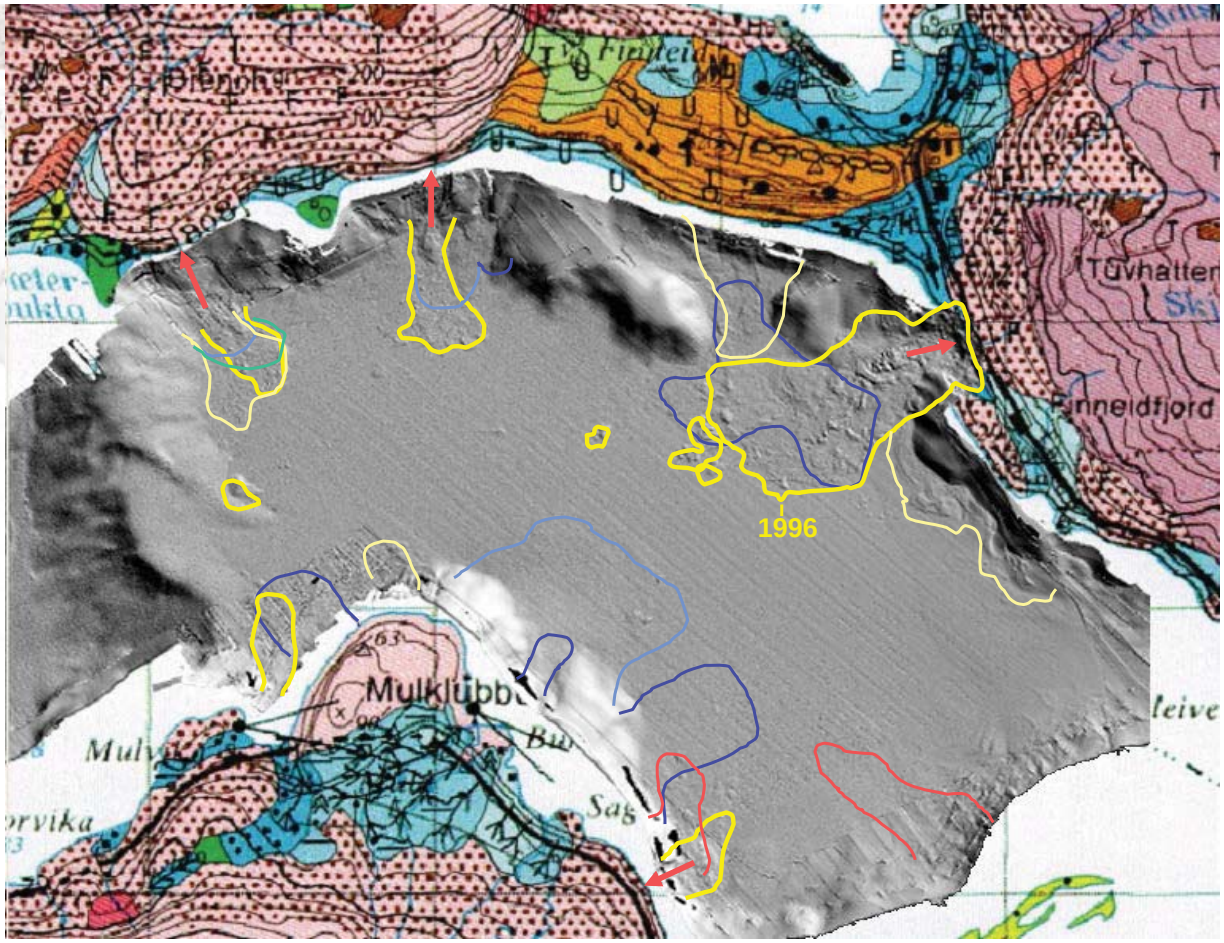




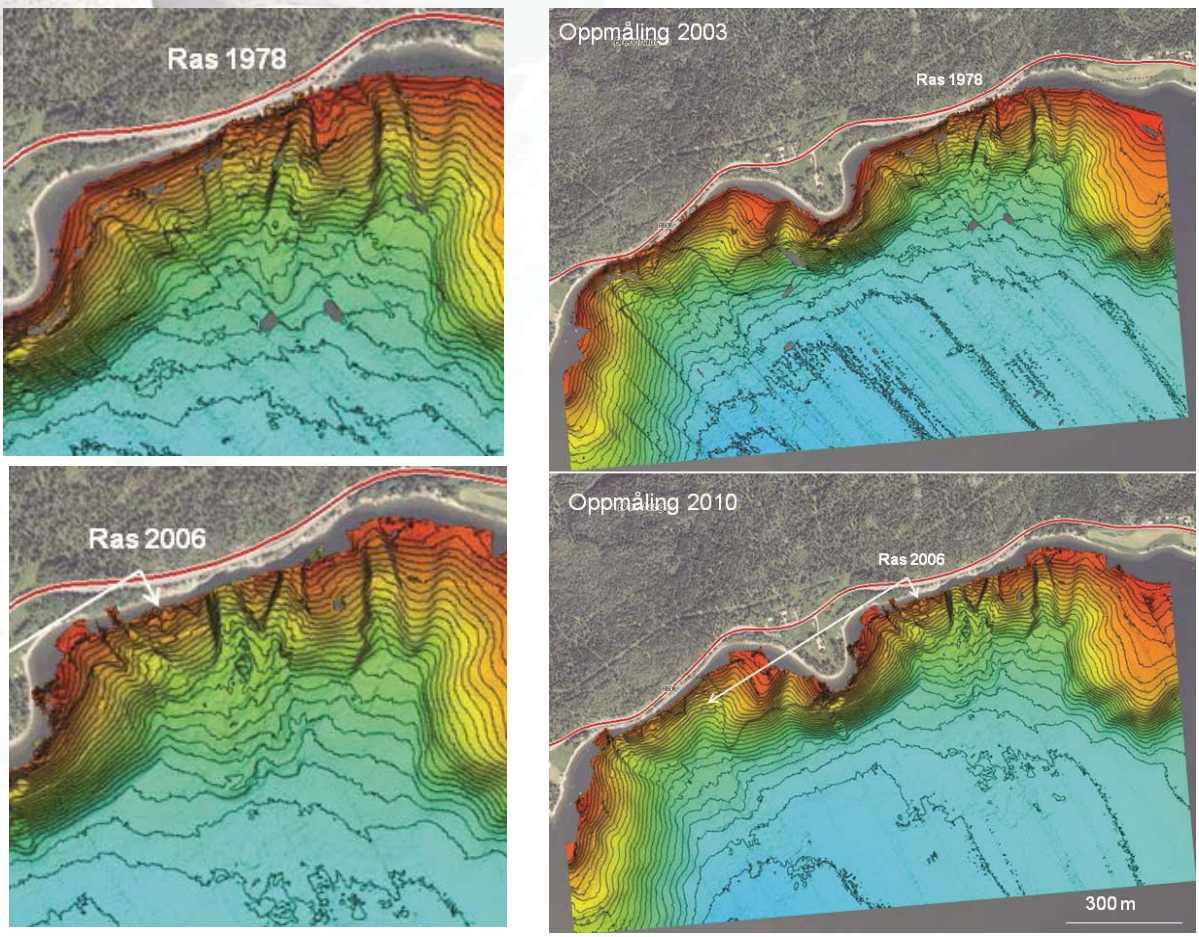




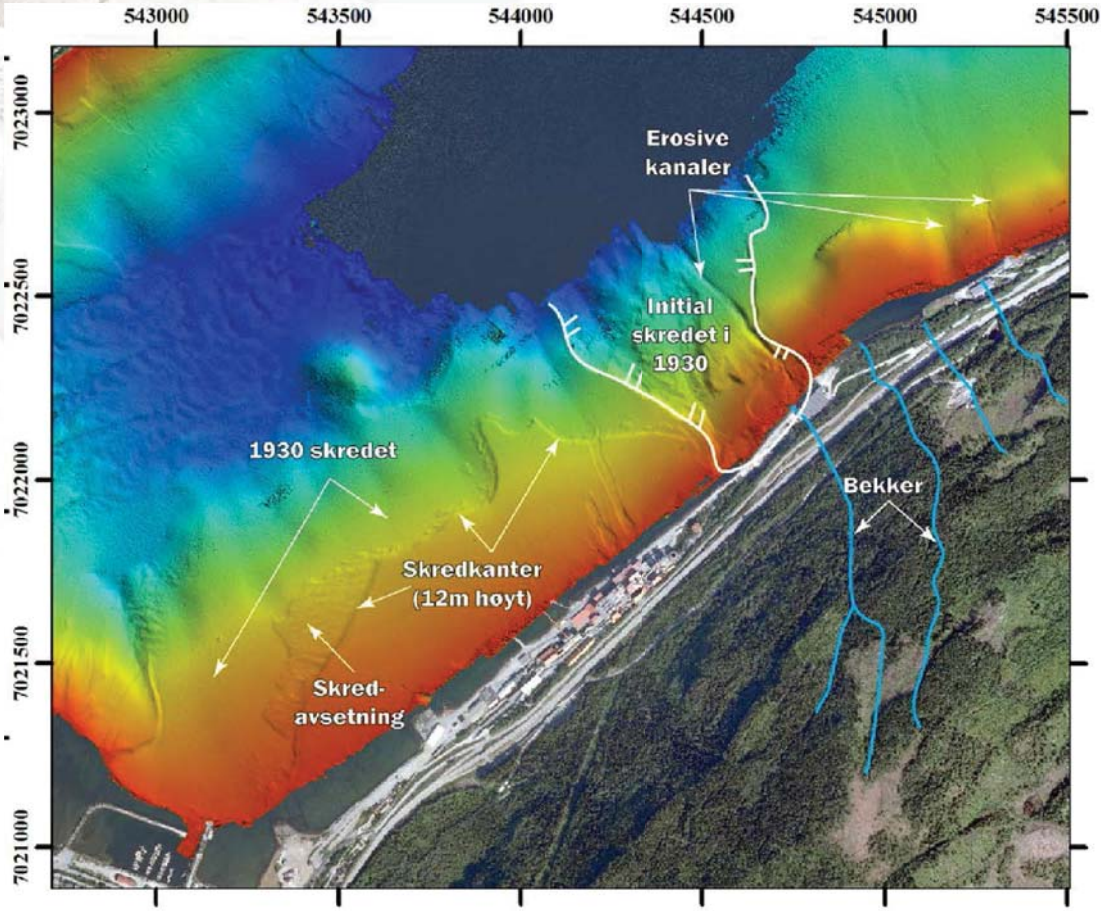
Skredfrekvens



Gjentatt oppmåling

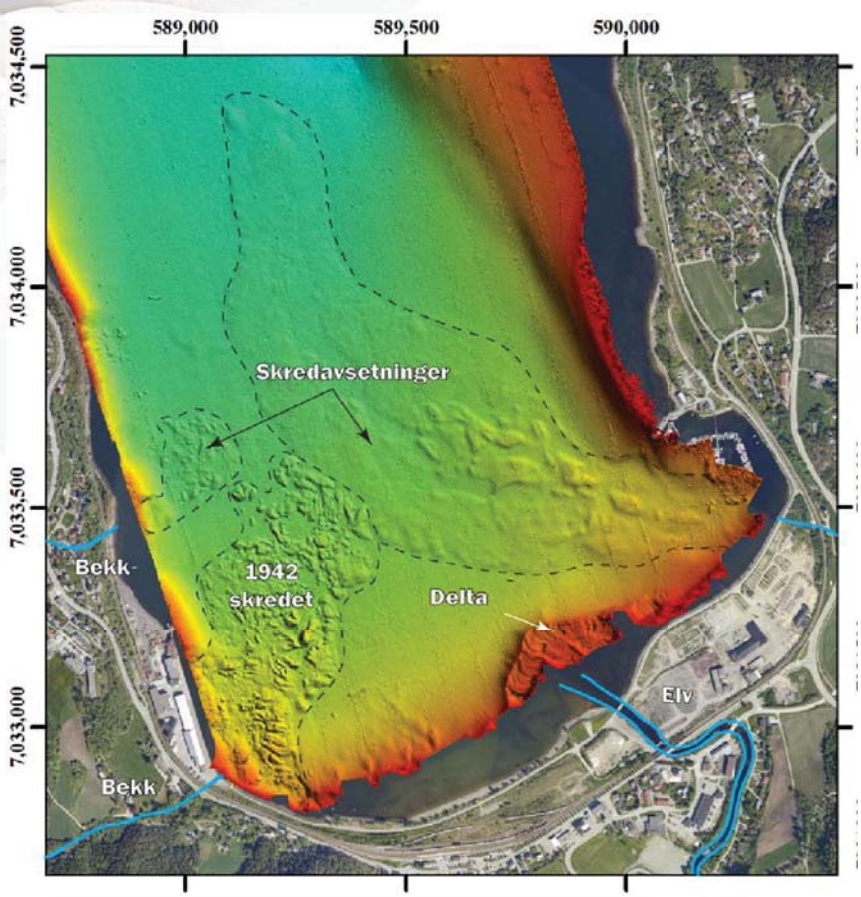


Orkangerskredet 1930



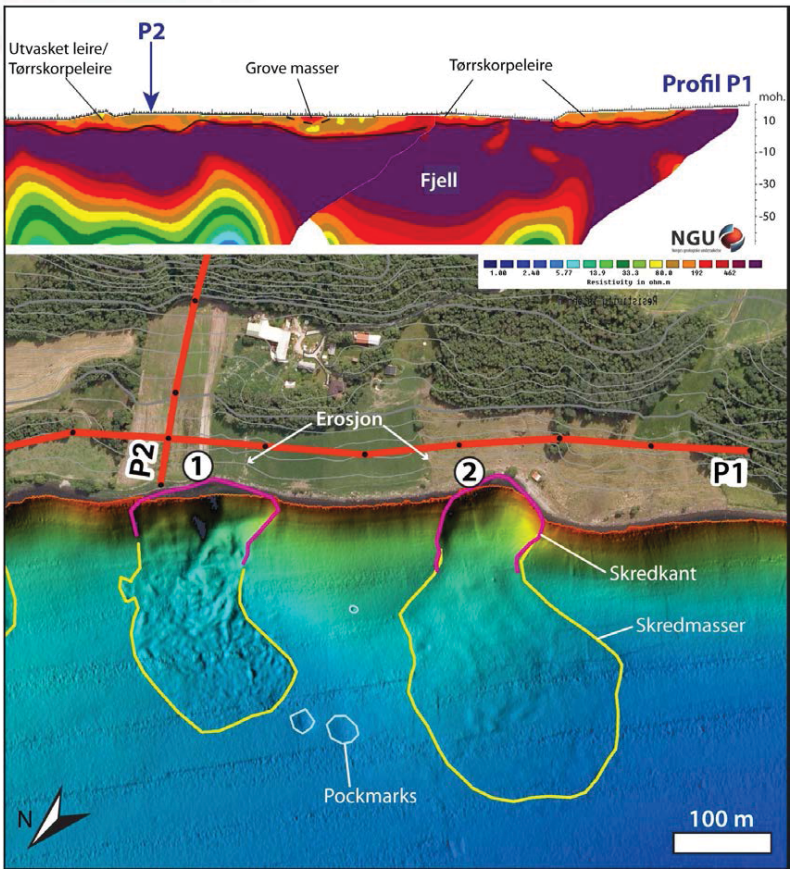
ICG International Centre for Geohazards

Hummelvikskredet 1942



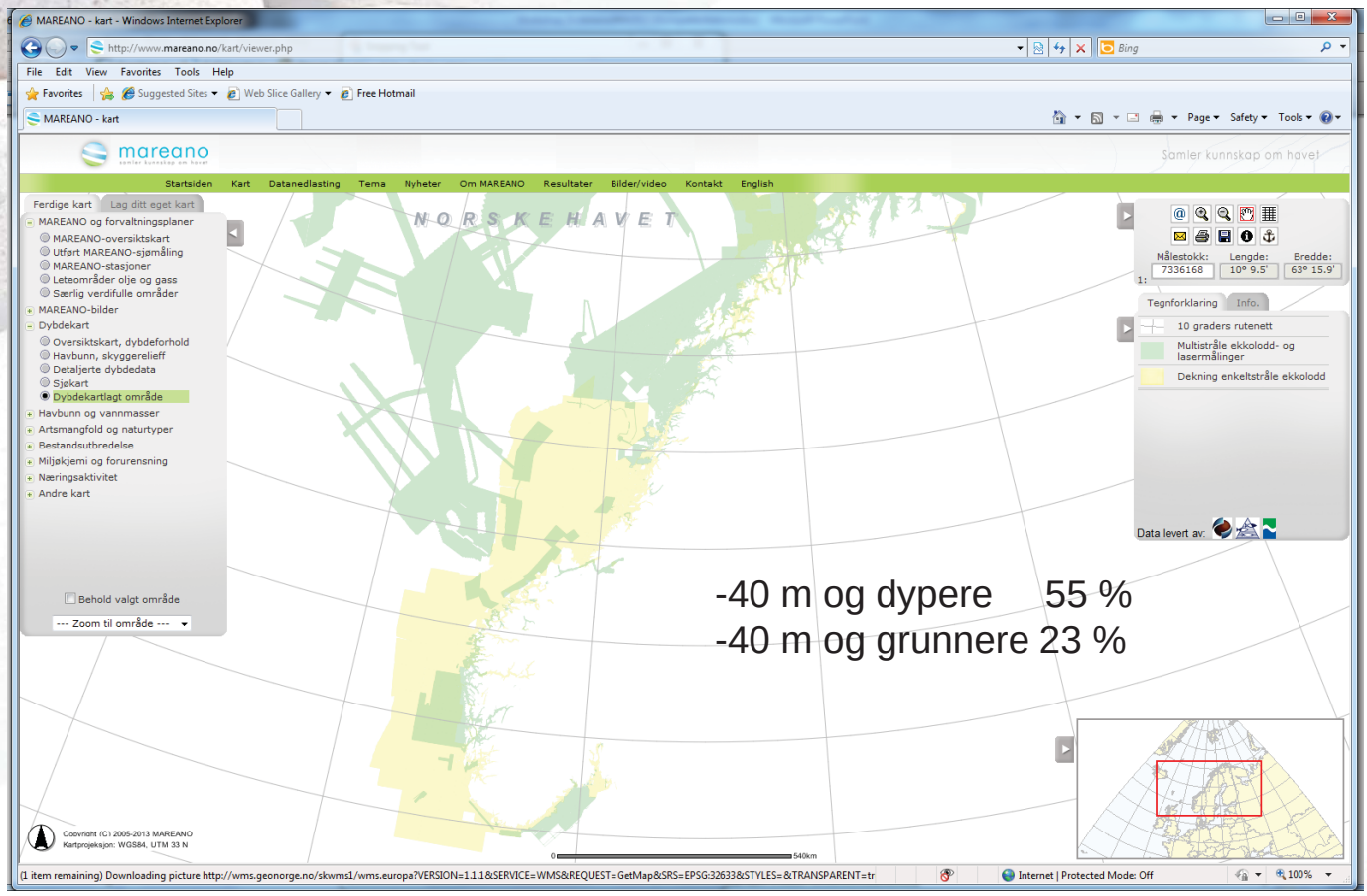
Geofysikk

Seismikk
2D resistivitet



Selvika, Botnen - Rissa

Dekningsgrad multistråleekkolodd



Kyst-Mareano –
et samordnet kartleggingsprogram for kysten

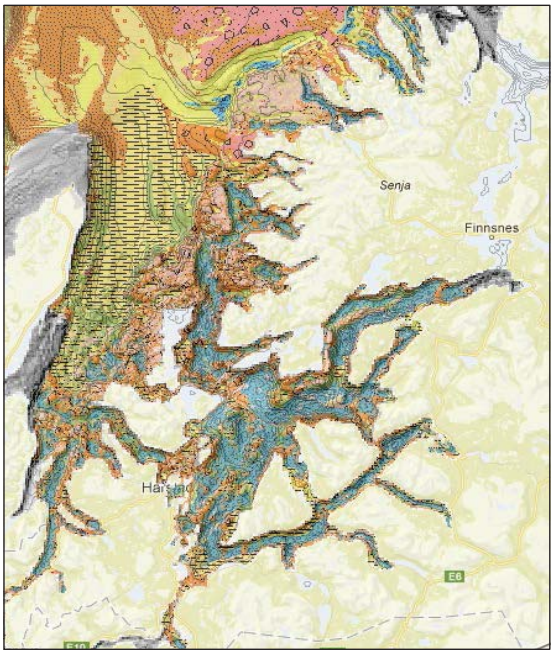
-NGU, Statens Kartverk, Sjø og HI har tatt initiativ for å få i gang et samordnet kartleggingsprogram som dekker dybde, geologi og biologi

- kostnad 2,6 milliarder kroner

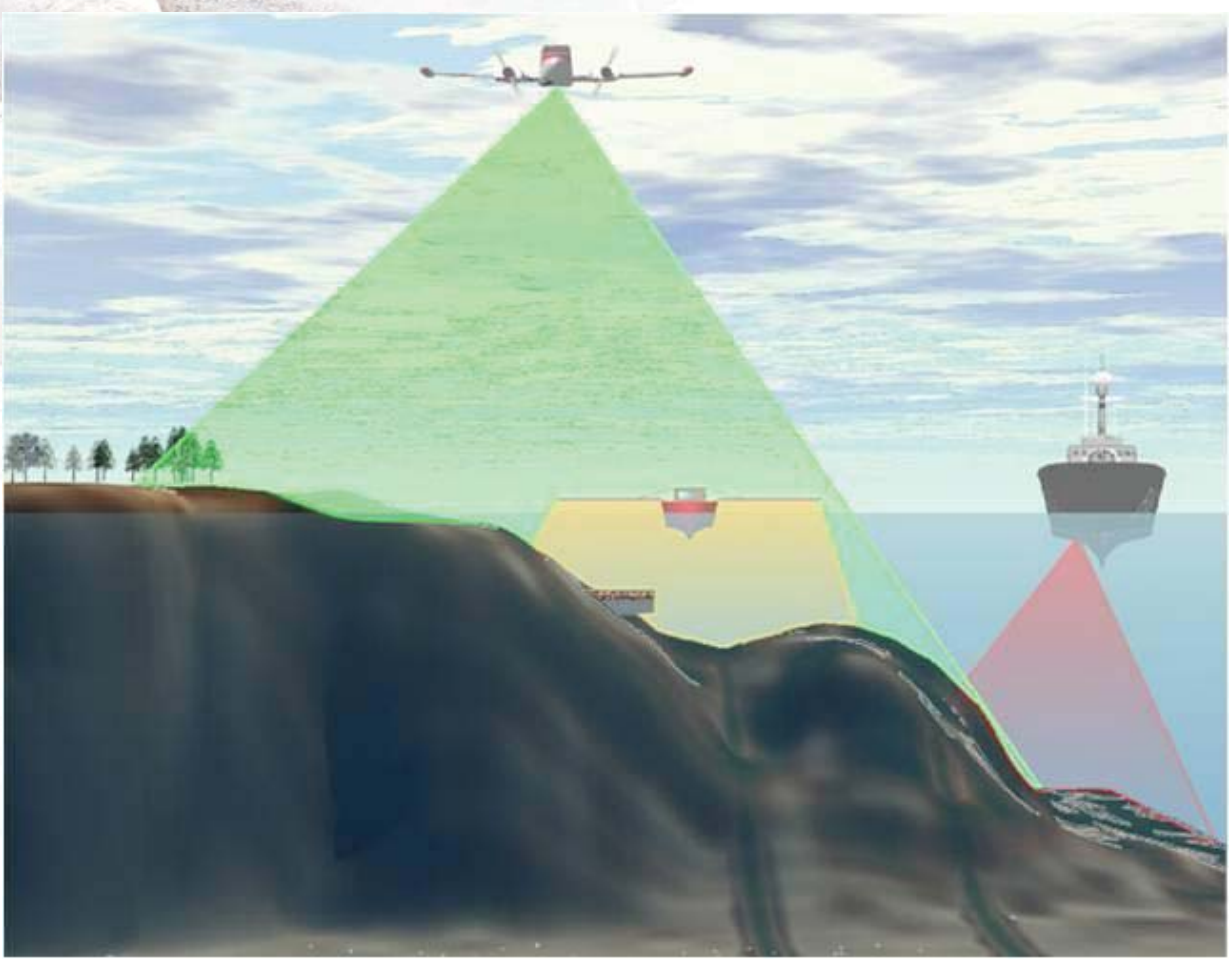
- kost/nytte Irland 4-5 ganger investeringen

-1. prioritet dybdekartlegging av de grunneste områdene

- så og samtidig - geologi og biologi + +



Marine grunnkart Sør-Troms
Skredinformasjon inn på karta



Konklusjoner

Fokus for forebyggende kartlegging

1) Tidligere skredaktivitet
2) Mektighet av løsmasser/og eller fjell i strandlinjen,
3) Fokus på bukter/viker og relativ bratte skråninger i løsmasser mot sjøen og/eller andre spor etter erosjon
4) Registrert kvikkleire nær/i sjøen
5) Skråningsgradienter land/sjø
6) Form/bredde av marbakken
7) Bebyggelse og infrastruktur.

Det viktigste er å fange opp områder der skred kan forplante seg inn på land og der store kvikkleireskred potensielt kan forekomme.

Konklusjoner fortsettelse

Veien videre:

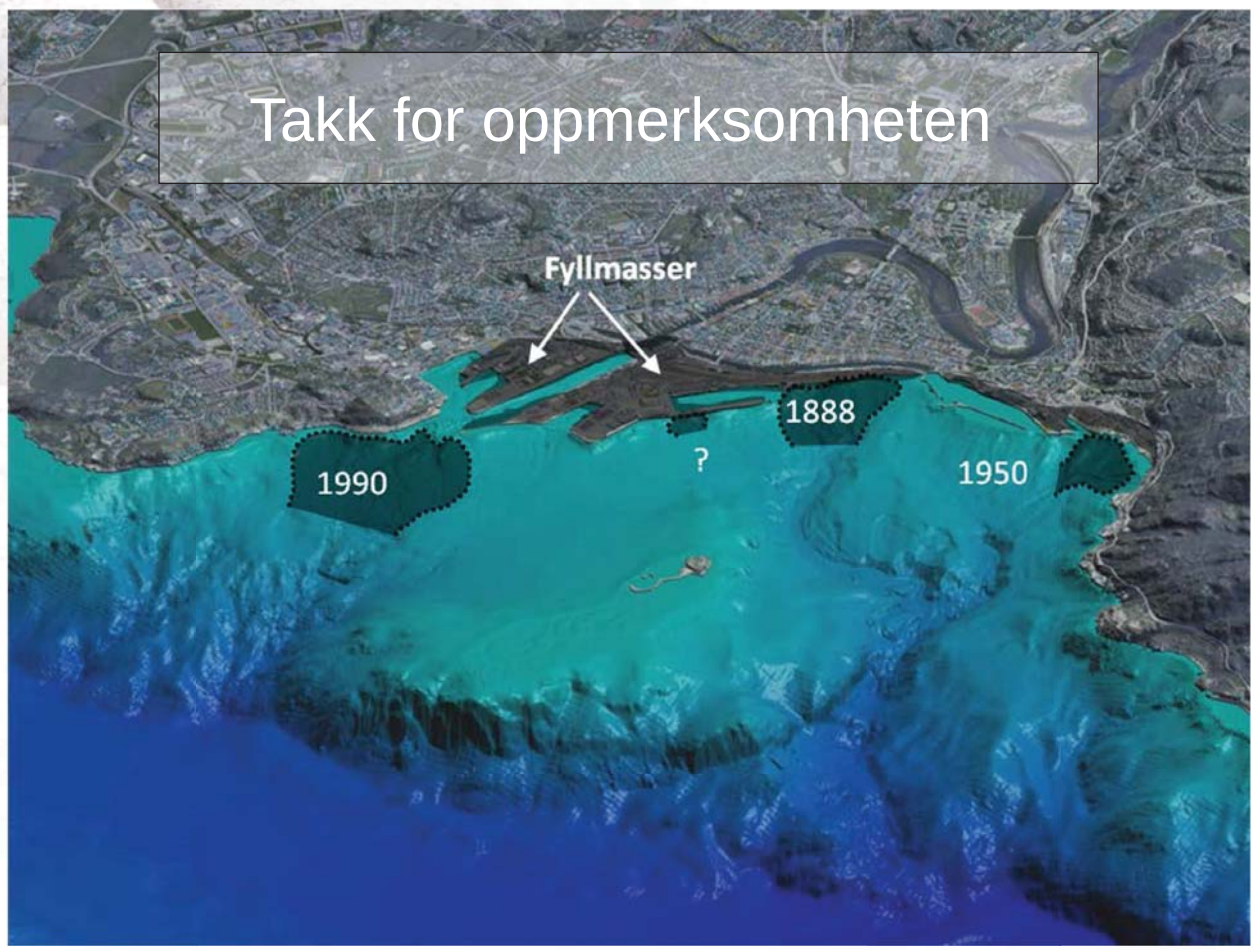
Detaljerte dybdekart er viktig på alle nivåer og kartleggingen må intensiveres – vi trenger et Kyst-Mareano

Få på plass metoder for prioritering av områder for kartlegging for skredforebygging

Aktsomhetskartlegging i synergi med andre kartleggingsprogrammer

Utvikle og teste nye metoder

Kommunikasjon og tilgjengelige data



NIFS workshop

NIFS Oppdrag N-6.3.2:

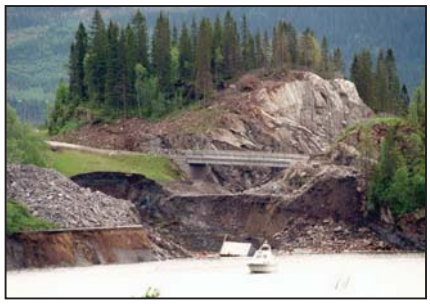
Vurdering av kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen

26-04-2013

NGI

Bakgrunn og historikk

Finneidfjord (1996)



Sokkelvik (1959)

Lyngseidet (2010)

Trondheim(1888)

Kattmarka (2009)

Jevika (1997)

Grunnlagt 1767.

Adresseavisen

(Trondhjems Adresseiendes Efterretninger).

164de årgang. Nr. 102 | Trondhjem, lørdag den 3dje mai 1930 | 164de årgang. Nr. 102

Naturkatastrofe i Orkedalsfjorden.

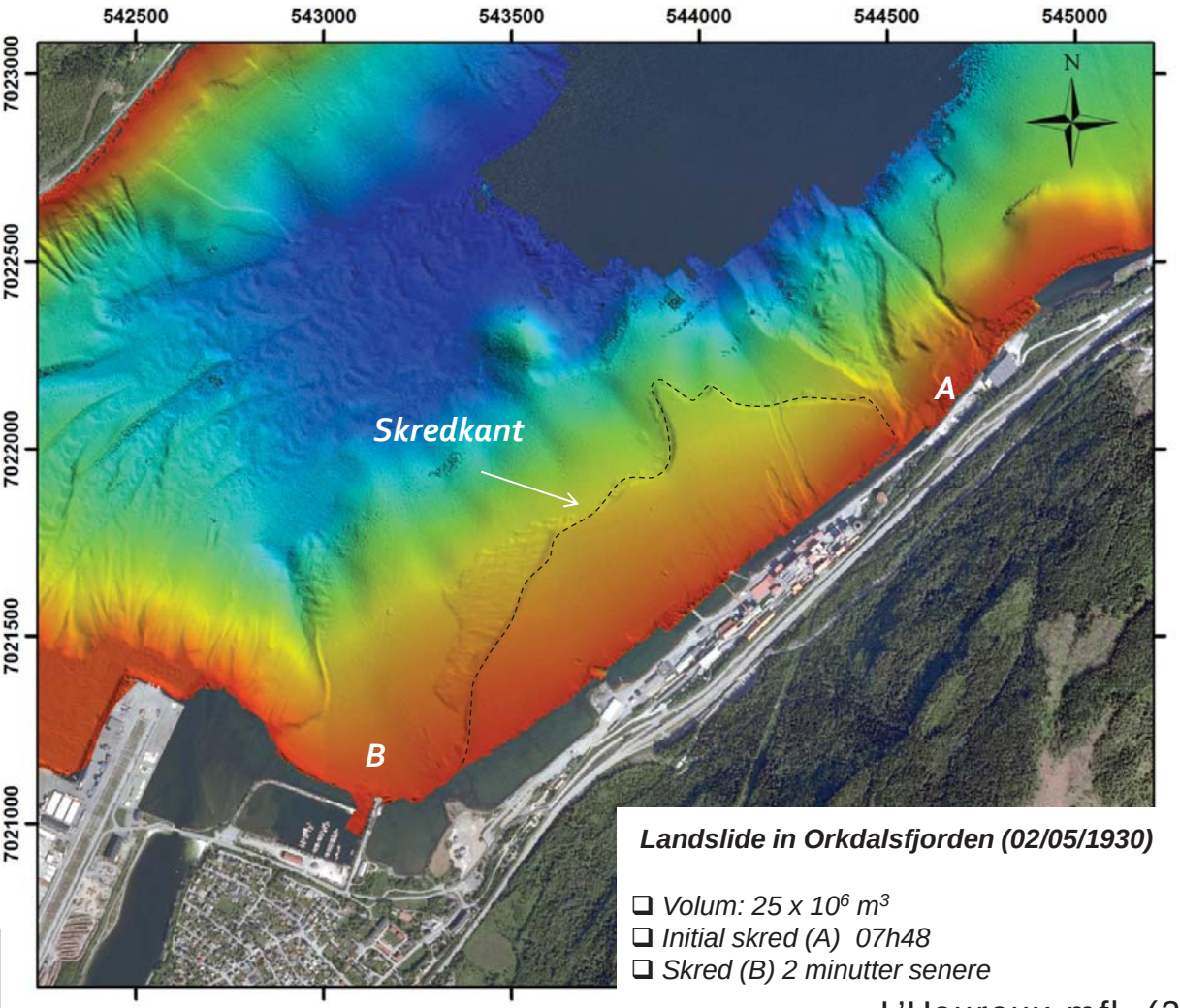
Hundretusener kubikkmeter jord ved Orkla Metals nyanlegg rauset ut.

Skjebnesvangre følger for bedriftslivet på Orkanger: 270 mann med ett slag arbeidsløse.

BILLEDET VISER RASENE SETT FRA ØRKANGER-SIDEN. SMÅBRUKET STRANDLY RASET UT I DEN NÆRMESTE BUKTEN.

Aarsaken til rasene antagelig forstyrrelser i bunnen på Orkedalsfjorden. — Ras også på Geitastrand og andre iakttagelser som støtter hypotesen om senkning i fjordbunnen.

Et arbeidsskift på 30 mann reddet livet i siste sekund da jordmassene raset ut. – Kjempeflodbølge reiste sig under raset og knuste kaier og båter ved Orkanger. – Skade for hundretusener.



Landslide in Orkdalsfjorden (02/05/1930)

- *Volum: 25 x 10^6 m^3*
- *Initial skred (A) 07h48*
- *Skred (B) 2 minutter senere*

L'Heureux mfl. (2013)

Prosjektgruppen

Jean-S. L'Heureux (del prosjektleder)

Ragnar Moholdt

Vidar Gjelsvik

Einar Lyche (NVE)

Rapporten er også basert på erfaringer oppnådd gjennom flere ICG prosjeketer de siste 10 årene.

Mål med rapporten

1. Forslag til definisjon av strandsonen
2. Gi generelle erfaringer på hvor langt/dypt ut fra land et KL-lag kan strekke seg.
3. Presentere aktuelle metoder for sjøbunnskartlegging, tilgjengelighet av data, og teknologi i utvikling
4. Oversikt over skred og skredmekanismer i strandsonen
5. Forslag til prosess for kartlegging i strandsonen basert på nåværende metode for kvikkleire kartlegging (trinnvis). Hva kreves det for å få oversikt over potensiell skredfare i strandsonen?
6. Forslag til videre aktiviteter innenfor tema kvikkleire og strandsonen

1. Strandsonen i skred sammenheng

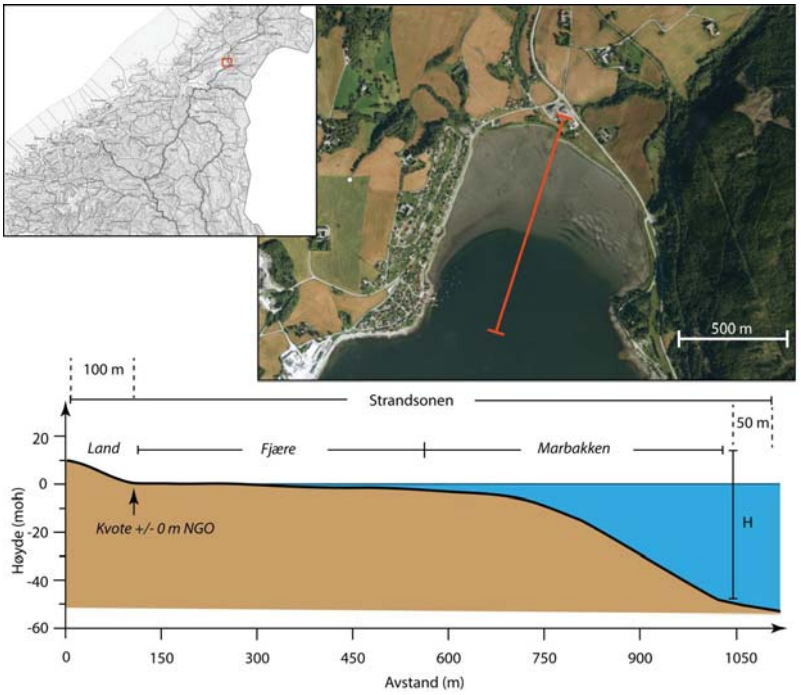
Miljøverndepartementet (1993):

”Strandsonen er definert som de land- og sjøområder som står i innbyrdes direkte samspill økologisk og/eller bruksmessig.

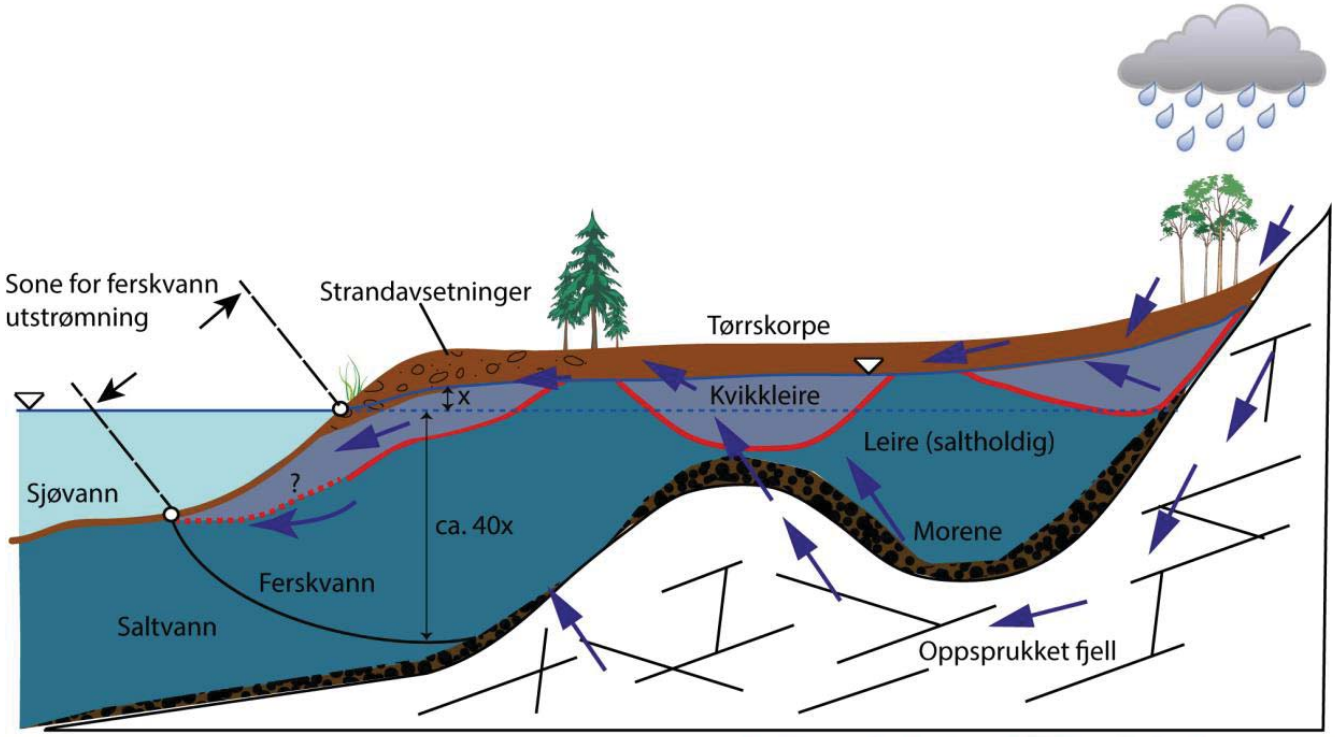
Forslag til definisjon i skred sammenheng:

- Land- og sjøområder langs kystlinjen som kan påvirkes av løsmasseskred
- Avgrense stabilitetsproblematikken for strandsonen inntil ca. 100 m innenfor strandlinja (kote ± 0 NGO).
- Avgrensning utover i sjøen vurderes mhp hvor langt ute et potensielt undervannsskred som kan berøre landarealer kan starte (50 m utenfor foten av marbakken eller 1/15 helning).

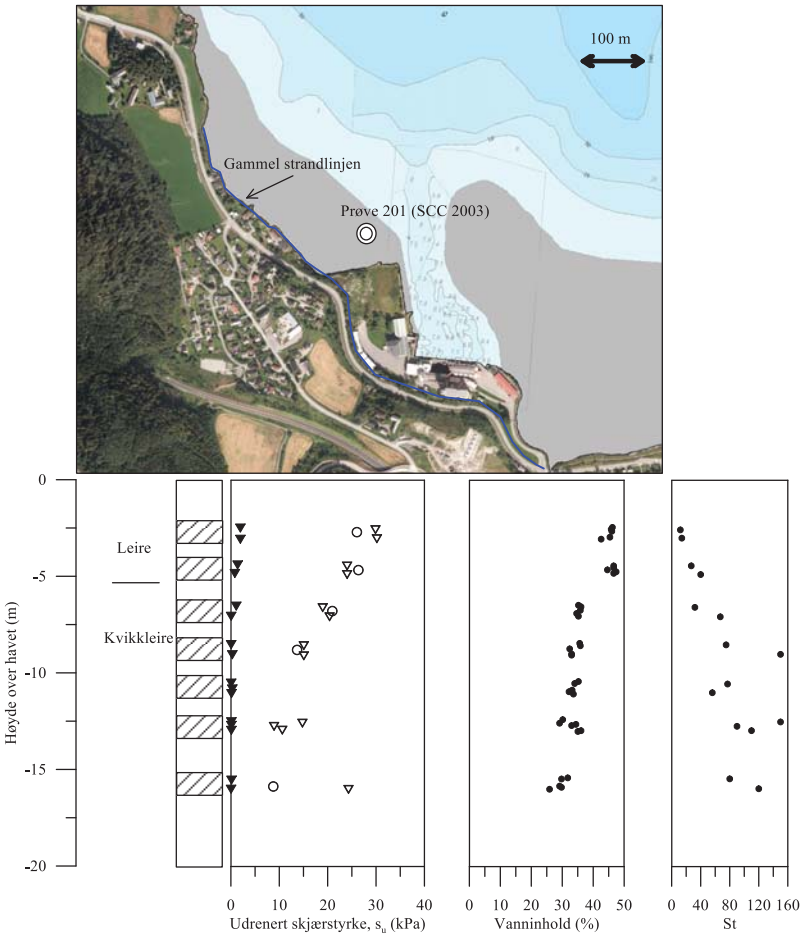
1. Strandsonen i skred sammenheng



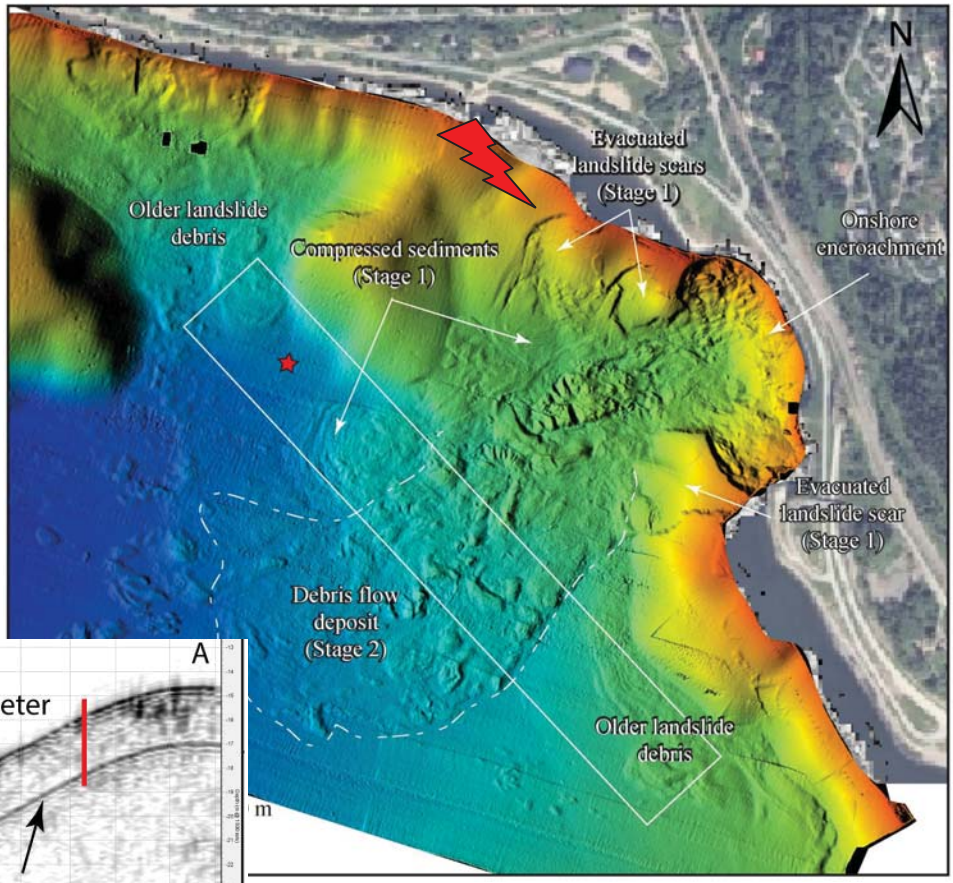
2. Utstrekning av kvikkleire i strandsonen

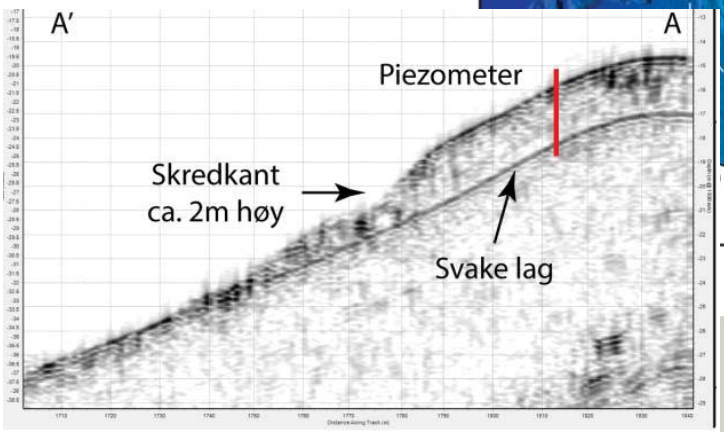


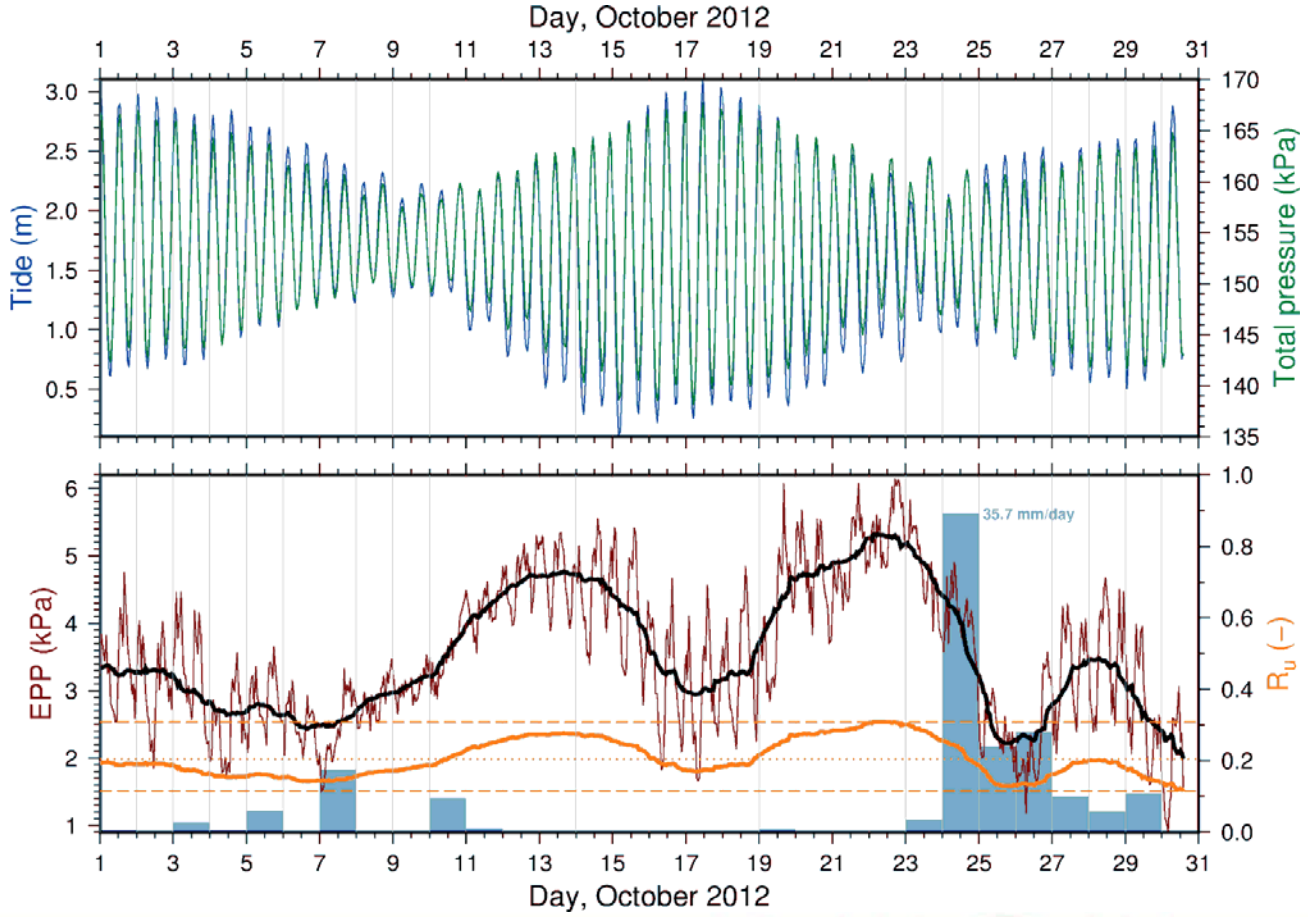
- Resultater fra grunn-undersøkelser viser at kvikkleire kan oppstå minst 120 m utenfor strandlinjen (NGI 2006, 2009).
- Kjente områder er Ilsvika, Orkdalsfjorden, Bangsund ved Namsos og Finneidfjord
- Felles for disse områdene er topografiske forhold på land (dvs. bratte fjellsider) og dermed økt grunnvannsstrømningen



Eksempel av poretrykksrespons i Finneidfjord







Vanneste mfl. (2013)

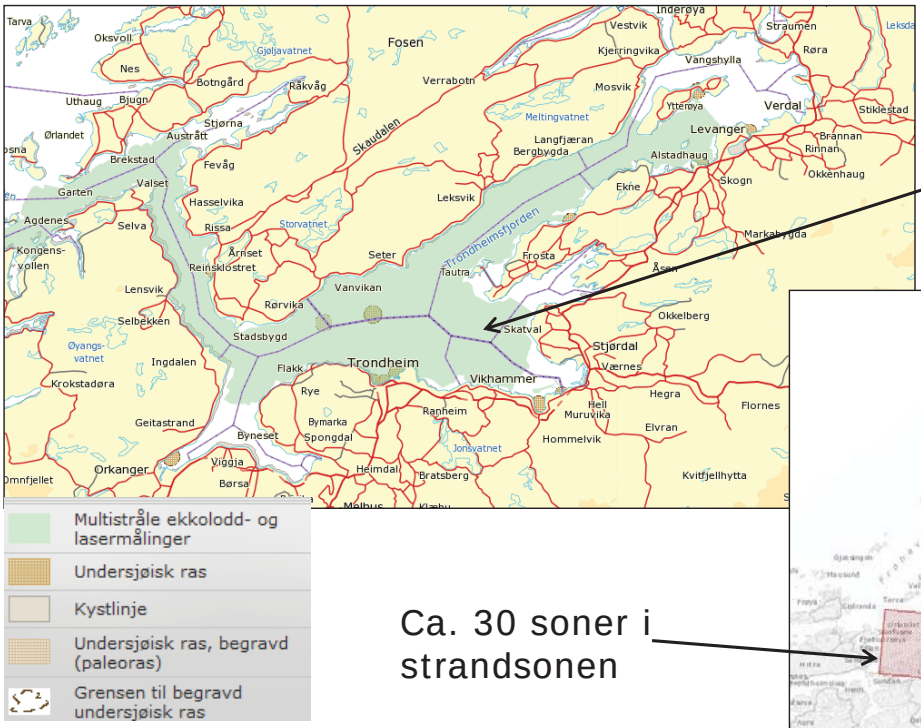
3. Verktøy og metoder tilgjengelig for å kartlegge leiravsetninger og topografi i strandsonen

- Grunnundersøkelser
- Batymetriske data
  - Fra båt
  - Fra fly (batymetrisk lidar)
- Korrelasjoner mellom grunnundersøkelser og geofysiske målinger

Detaljert sjøbunnskart

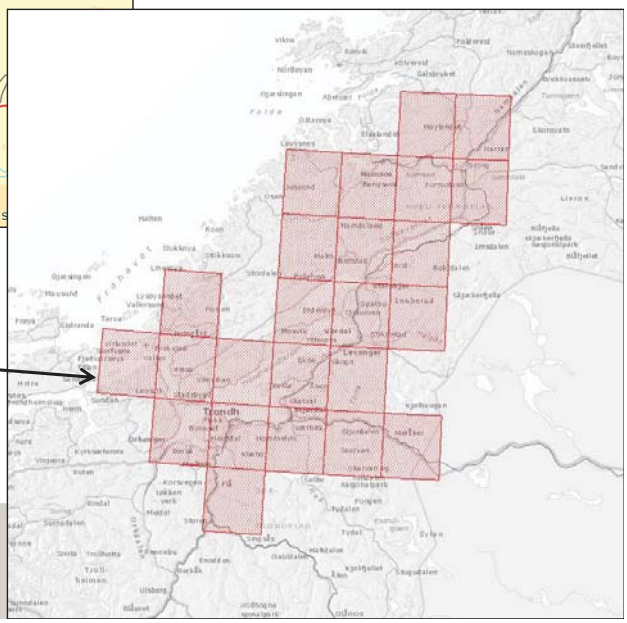
- Det er per i dag anslått at 23% av sjøbunn er kartlagt i Norge i dybde intervall 0-20m med multistråle ekkolodd (ref. Kartverket sjø).
- Dette inkluderer ikke kartleggingen utført av NGU, oljedirektoratet, petroleumsindustrien, universiteter, forskningsinstitusjoner og andre private aktører.

Detaljert sjøbunnskart (mid Norge)

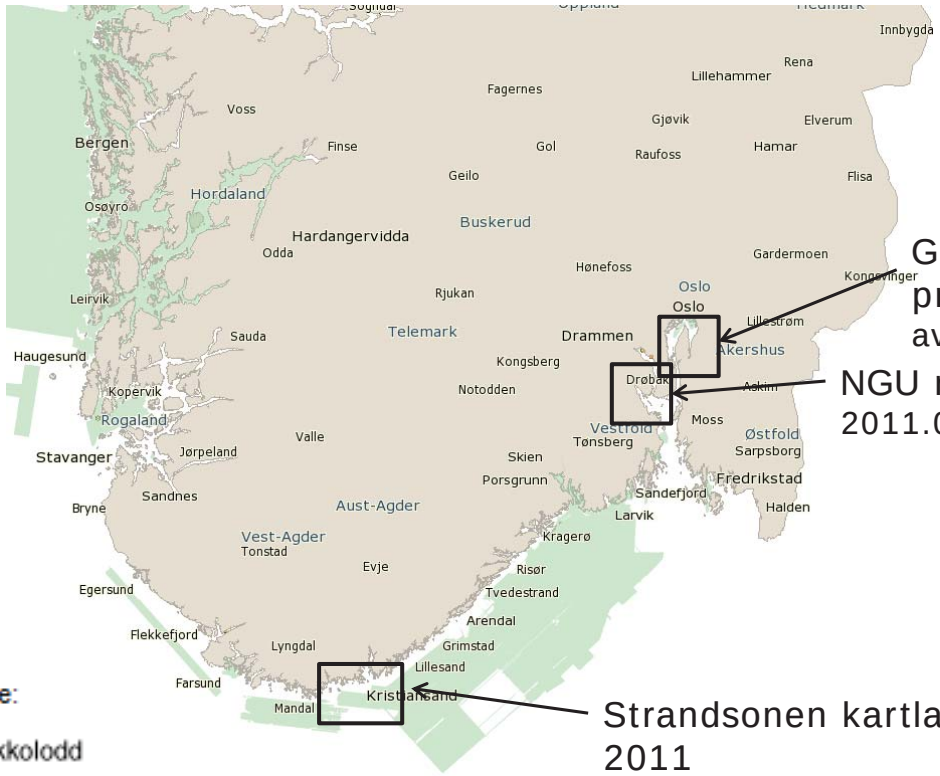


Meste parten av Trondheimsfjorden kartlagt med multistråle-ekkolodd

Ca. 30 soner i strandsonen



Detaljert sjøbunnskart (Sør Norge)



GEOS prosjektet avsluttet

NGU rapport 2011.003

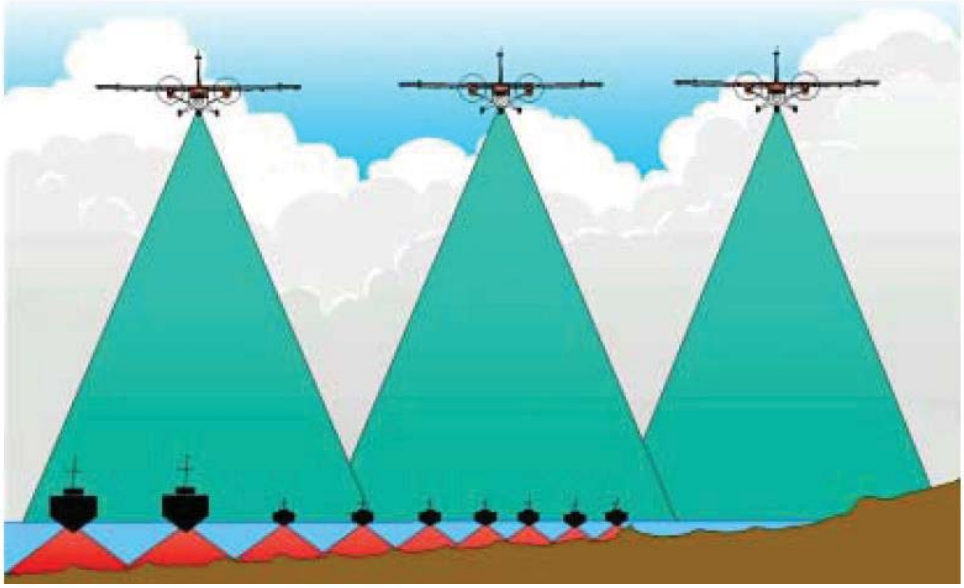
Strandsonen kartlagt i 2011

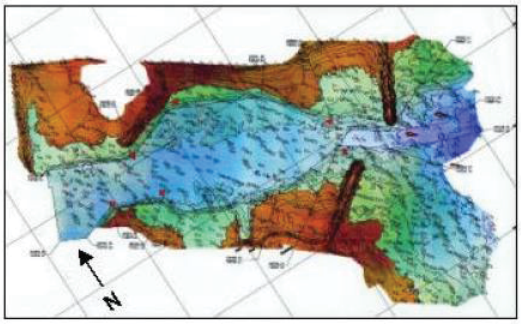
Bestilling av dybdedata

- Mesteparten av sjømålingsdata gjort i regi av Statens kartverk sjø, NGU, FFI, eller HI er tilgjengelig i digital form (sosi, shape eller xyz-filer)
- Dekningsoversikt blir oppdatert jevnlig i Mareanos kart portal og på Statens Kartverks kart-portal.
- Dybdedata innenfor 12nm med oppløsning høyere enn 50 m er gradert informasjon. Utlevering av data kan skje etter godkjent søknad til Forsvaret. Statens kartverk Sjø søker om frigivelse på vegne av kunden.

Her gjenstår det litt jobb å gjøre!

Flybåren batymetriske lidar teknologi



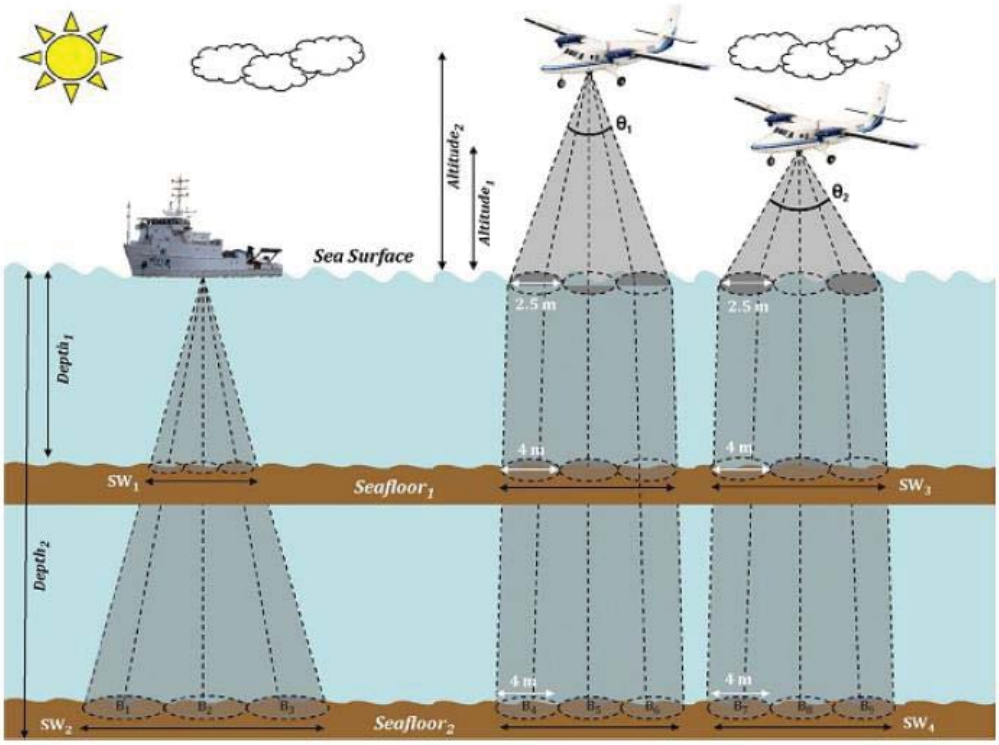


fra Wozenkraft (2001)

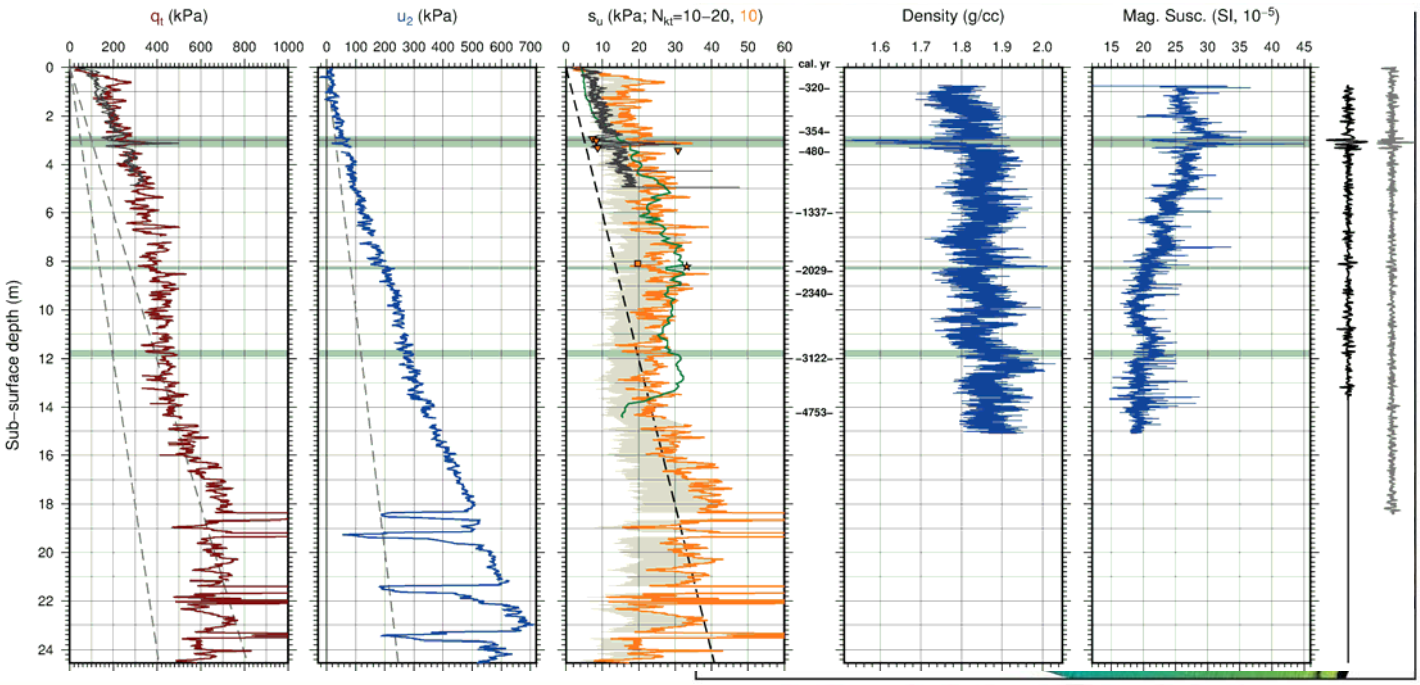
Flybåren batymetriske lidar teknologi

- Studier gjort i USA, Canada og Irland viser at sjøbunnkartlegging med batymetrisk lidar koster minst 7 % mindre sammenlignet med multistråleekkolodd fra båt (for dybdeintervallet 0−50 m)
- Produksjonsraten vil dermed være mye høyere, i størrelsesorden 25-70 km^2/time
- SHOALS systemer inneholder et integrert digitalt kamera som gir georefererte bilder.
- For noen år siden ble teknologien testet av Kartverket i Norge, men ble ikke funnet egnet til navigasjon. Testing av nyere og mer avanserte systemer viser imidlertid at teknologien uvikler seg meget raskt og at den er svært lovende (f. eks. Fair 2010)

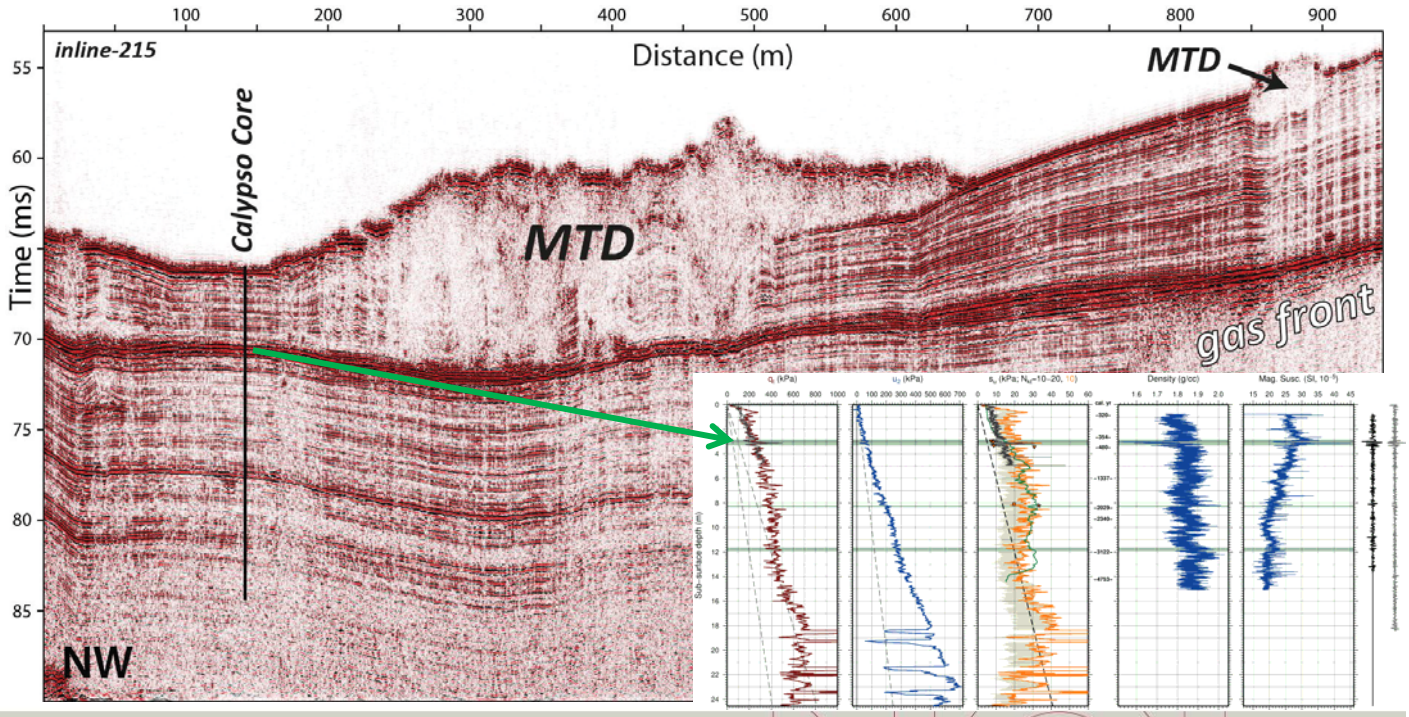
Datadekningen med SHOAL systemer er ikke avhengig av vanndybder!



Korrelasjoner mellom grunnundersøkelser og geofysiske målinger

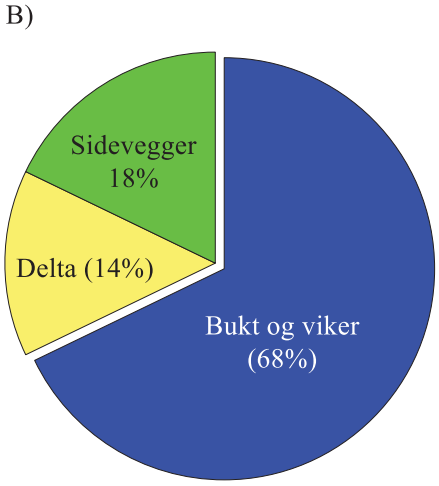


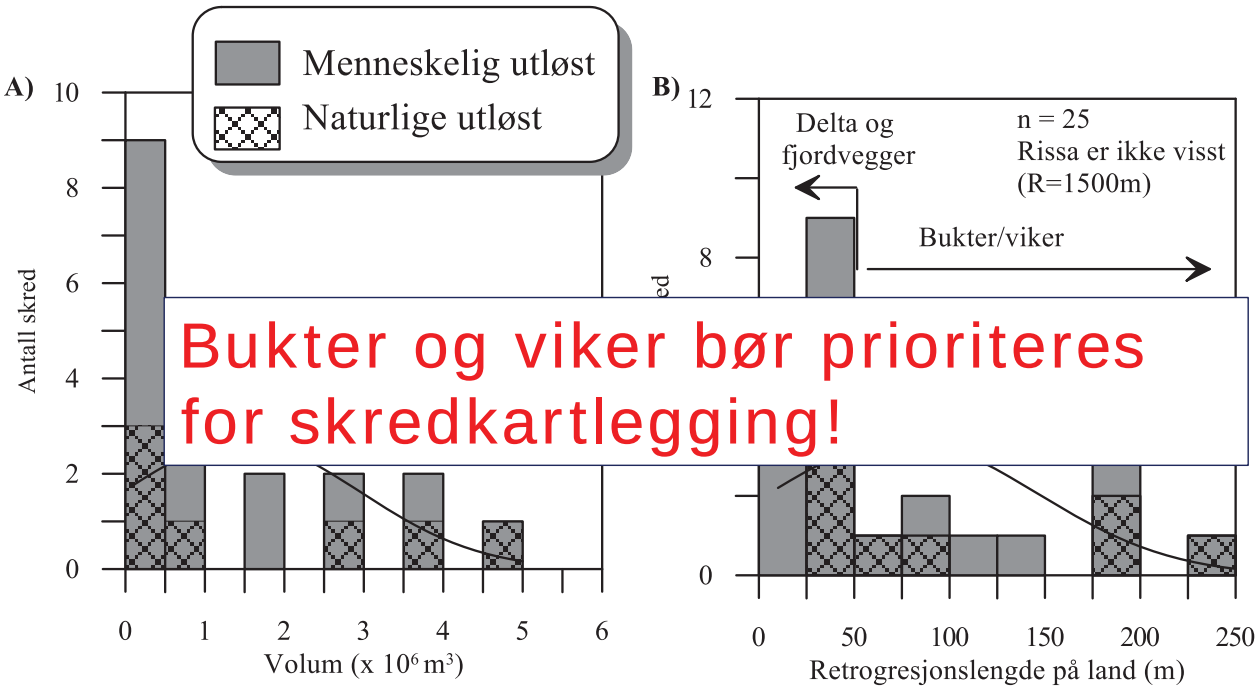
Korrelasjoner mellom grunnundersøkelser og geofysiske målinger



4. Oversikt over skred i strandsone i Norge

- 32 relative store skred de siste 175 år
- Minst 40 menneskeliv
- Skredene utløst utenfor eller ved strandkanten og forplantet seg inn på land
- 45 % utløste tsunami

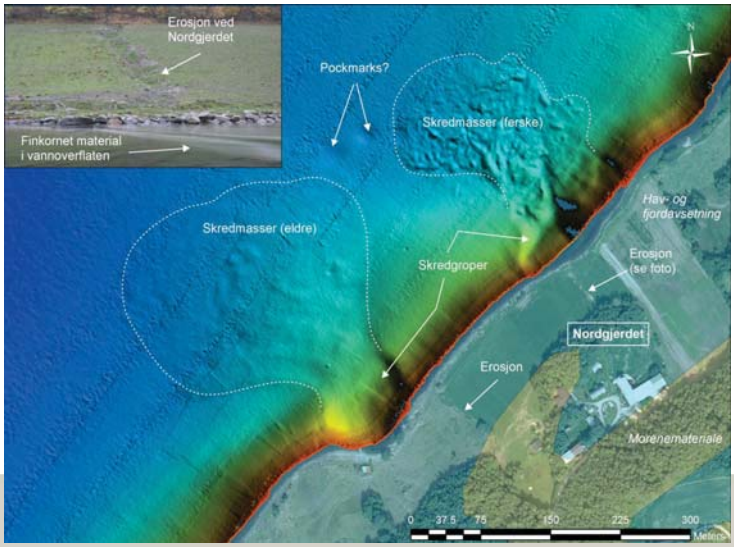


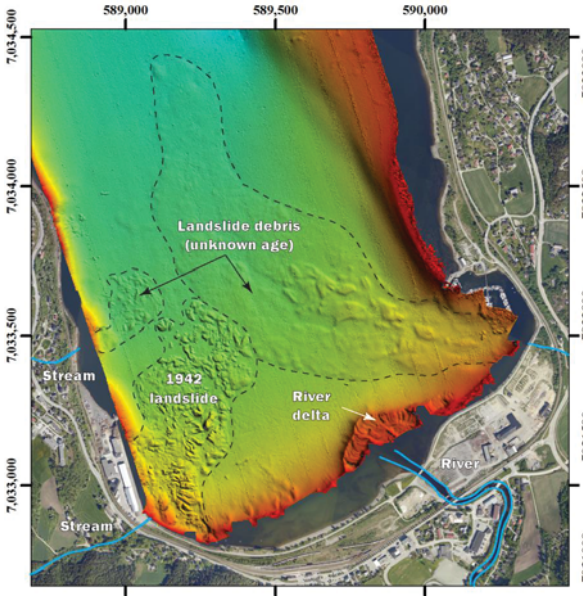


Bukter og viker bør prioriteres for skredkartlegging!

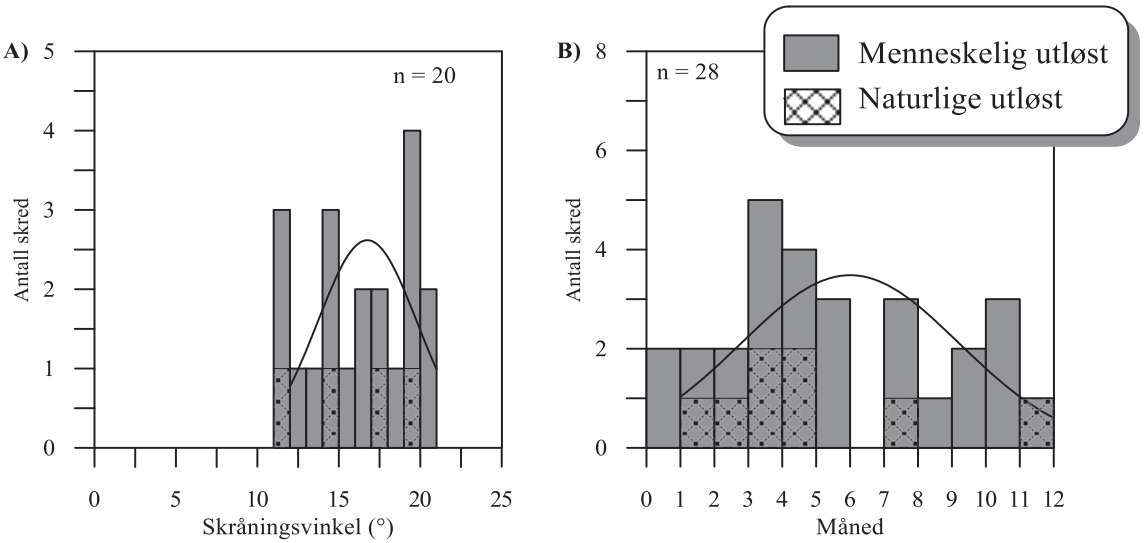
A) Volumfordeling av historiske skredhendelser i strandsonen og B) Retrogresjonslengde (etter L'Heureux et al. 2011a).

- 55 % av skredene har forekommet utenfor bekker og elver
- Erosjon var viktig i flere tilfeller



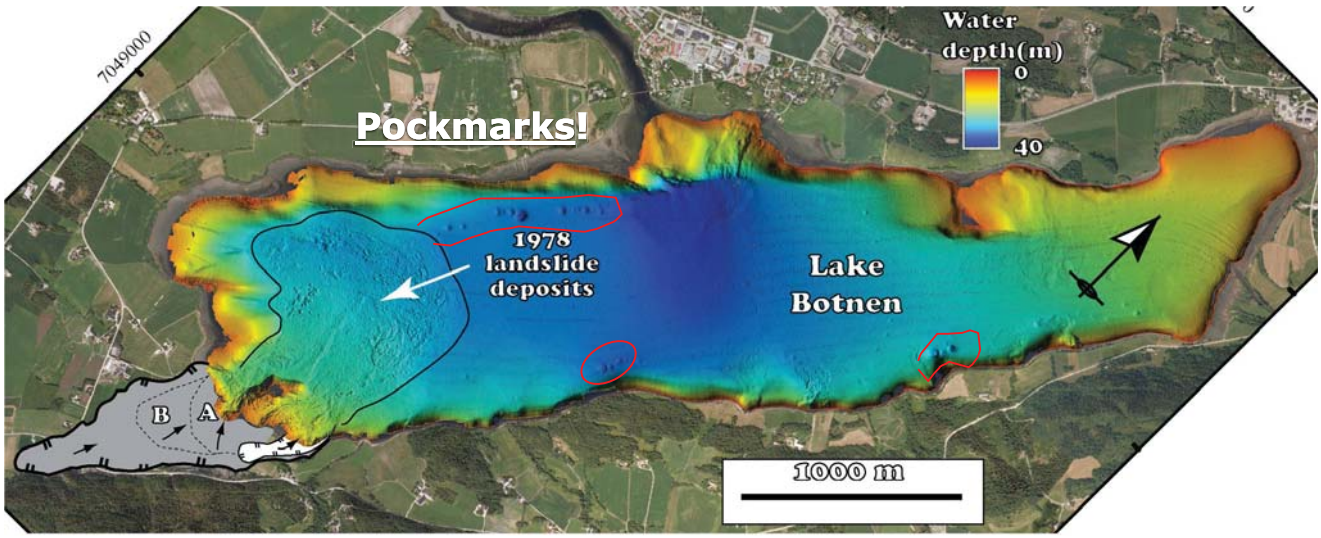


Hvordan og hvorfor blir skredene utløst?



- 60 % av skredene er utløst av menneskelig aktivitet
- Grunnvann og poretrykk!

➢ Grunnvannsforhold og poretrykk er viktig!



Resultater fra poretrykksmålinger i områder hvor pockmarks er synlig på sjøbunnen utenfor strandlinjen.

Tettsted	Terreng kvote (m)	Spiss dybde (m)	Poretrykk (kPa)	Pore-overtrykk (kPa)	Ru (%)	Referanse
Finneidfjord	-20	3	40	2-10	10-40	NGI/ICG data; Fig. 11
Botn, Rissa	2.7	5	50	0	~ 0	NGI (2009); Fig. 17
	2.7	15	180	30	20	
Buvika	?	14	130	10	10	Rambøll (2012); Hansen et al. 2005
Ilsvika, Trondheim	?	?	?	60-80		NGI (1955)
Bangsund, Namsos	4.16	4 8	45 105	5 20	15-30	NGI (2011)

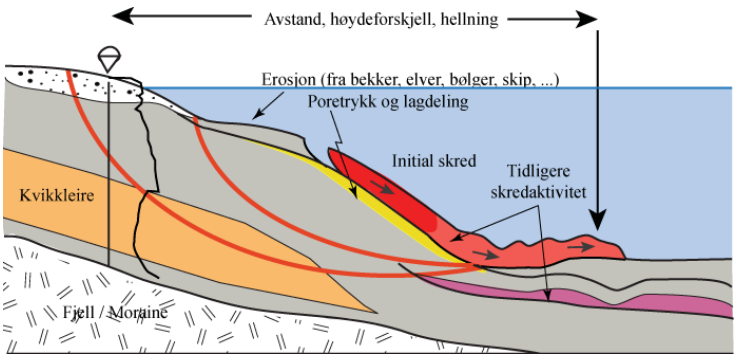
5. FORSLAG TIL METODE FOR SKRED-KARTLEGGING I STRANDSONEN

1. Identifisering av faresoner

- Kunnskap om tidligere og historiske skredhendelser må brukes
- Bruk av kvartærgeologiske kart for å finne marine avsetninger (antar at disse fortsetter utover i sjøen)
- Fokus på bukter/viker og risikobasert tilnærming
- Bruk av topografiske kriterier også ut i sjøen for å identifisere mulige skredfarlige områder
  - Marbakken eller andre skråninger i strandsonen brattere enn 10° (1:5) vurderes
  - Maksimal utstrekning av faresonen settes for 15 x H (hvor H er definert fra foten av marbakken til toppen av mulig kvikkleireskråningen på land)
- Systematiske grunnundersøkelser i strandsonen
  - D= 1,5 x totale høydeforskjell (dvs. målt ned til foten av marbakken).

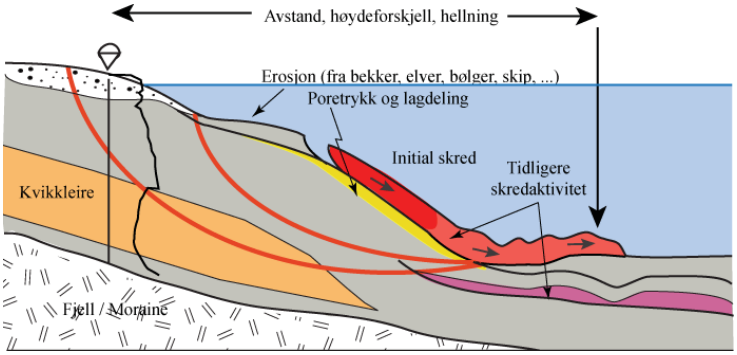
2. Utredning av potensiell skredfare

2. Utredning av potensiell skredfare



- Potensiell skredfare kan utredes slik at den gjenspeiler graden av usikkerhet med hensyn til områdets stabilitet.
- Metoden bør være mest mulig lik det som praktiseres i dag for kvikkleireevaluering på land, slik at resultatene blir helhetlige og sammenliknbare.

2. Utredning av potensiell skredfare



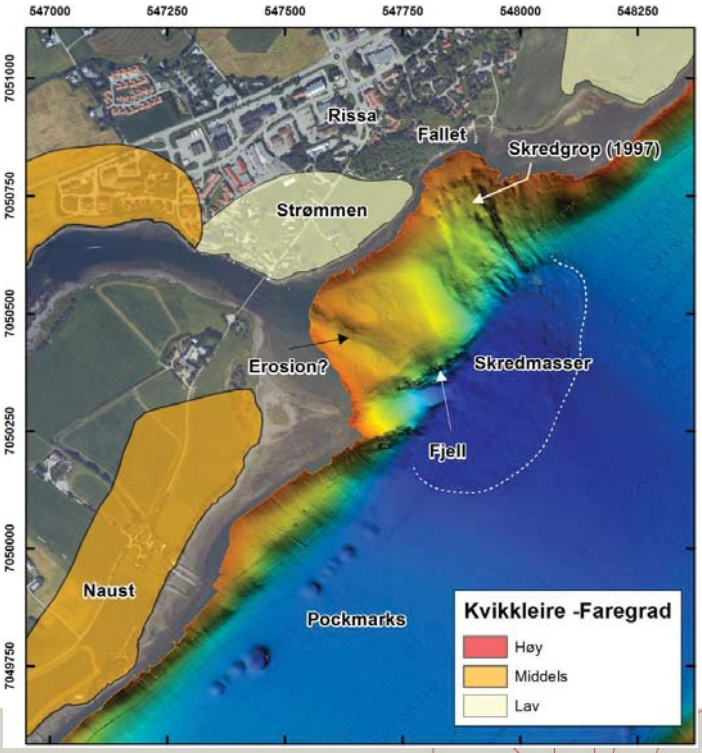
Faktorer	Kartstudie (land)	Batymetriske Data (sjø)	Grunnundersøkelse (Land)
Tidligere skredaktivitet			
Skråningshøyde (vinkel?)			
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)			
Poretrykk	*	*	
Kvikkleiremektighet			
Sensitivitet			
Erosjon			
Inngrep			

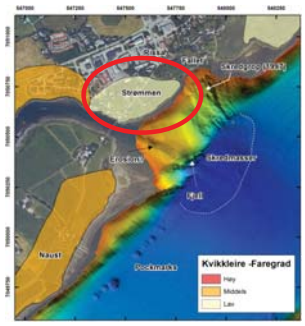
Konsekvens og risiko matrisen

Faktorer	Vekt tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt >5	Spredt < 5	0
Næringsbygg, personer	3	> 50	10–50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001–5000	100–1000	< 100
Toglinje, baneprioritet	2	1–2	3–4	5	Ingen
Kraftnett/undersjøiske kabler og ledninger	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Flombølge/Tsunami	2–3?	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal		100 %	67 %	33 %	0 %

Forslag til evaluering av skadekonsekvens for skred i strandsonen (modifisert fra NGI 2008).

Eksempel på evaluering av skredfaren i strandsonen





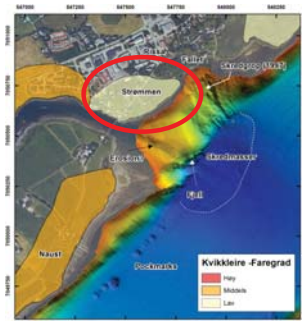
Eksempel: Strømmen

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk (kPa) Undertrykk (kPa)	 3 -3	 >+ 30 > - 50	 10-30 -(20-50)	 0-10 -(0-20)	 Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring Forbedring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen

<u>Kun land data:</u>
17 poeng
33% av maks poengsum
Lav faregrad

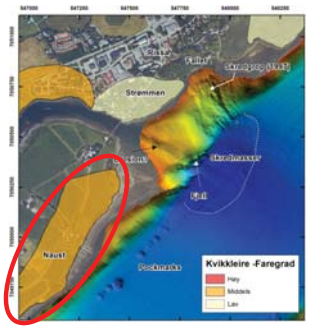
<u>Land og sjø data:</u>
28 poeng
55% av maks poengsum
Høy faregrad

Eksempel: Strømmen



Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshelning	2	>16	13−16	10−13	<10
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0−1,2	1,2−1,5	1,5−2,0	>2,0
Poretrykk: Overtrykk (kPa)	3	> + 30	10−30	0−10	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2−H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring Forbedring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen
Sum	26				
% av maksimal poengsum	51 % → Høy faregrad				

Eksempel: Naust



Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk (kPa) Undertrykk (kPa)	3 -3	>+ 30 > - 50	10-30 -(20-50)	0-10 -(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring Forbedring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen

<u>Kun land data:</u>

19 poeng

37% av maks poengsum

Middels faregrad

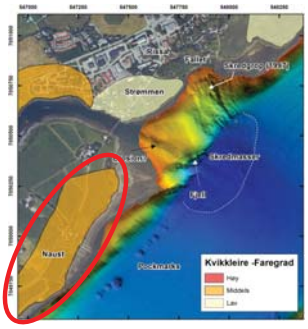
<u>Land og sjø data:</u>

28 poeng

55% av maks poengsum

Høy faregrad

Eksempel: Naust



Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshelning	2	>16	13−16	10−13	<10
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0−1,2	1,2−1,5	1,5−2,0	>2,0
Poretrykk: Overtrykk (kPa)	3	> + 30	10−30	0−10	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2−H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring Forbedring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen
Sum	28				
% av maksimal poengsum	55 % → Høy faregrad				

Fylke	Antall kvikkleiresoner	Antall kvikkleiresoner i strandsonen	Tilgjenglighet av sjøbunnsdata for kartlagte soner
Akershus	303	0	–
Buskerud	137	1	1/1
Finnmark	46	11	11/11
Nord-Trøndelag	466	24	5/24
Nordland	168	32	8/32
Oslo	16	0	–
Sør-Trøndelag	224	30	23/30
Telemark	66	0	–
Troms	29	2	?
Vestfold	159	5	3/5
Østfold	139	0	–
	Total: 1753	**Total: 105 av 1753**	**51/105**

6. Forslag til videre aktiviteter innenfor tema kvikkleire og strandsonen

- Test av batymetrisk lidar data innsamling
- Vurdering av vekttallene og parametre i faregradsmatrisen. Kan vi og bør vi bruke de samme som på land? Det foreslås å gjøre en studie av et representativt utvalg faresoner i strandsonen (statistisk analyse) for å bedre kunne vektlegge de forskjellige faktorer og for å teste metodikken.
- Klarere retningslinjer for evaluering av faregraden (eks. hvor skal man måle poretrykk, OCR, osv.).
- Bedre kunnskap om kvikkleire dannelse i strandsonen.

Takk for oppmerksomhet!

Ikke undervurder skredfaren i strandsonen

Oppsummering ved Einar Lyche - NVE

VIKTIGST Å SE PÅ VIDERE:

- Se på topografien et stykke ut i sjøen
- Marbakkeskråningens høyde eller helning ?
  - Nødvendig med bedre kartlegging
  - Tilgang på ny teknologi (Lidar)
- Vurdere poretrykkspotensiale under sjøbunnen
- For øvrig fortsatt bruke ”NGI-metode” for Faregradvurdering.

Oppsummering

KONSEKVENS:

- Norskekysten har svært mange løsmassefylte viker/strandsoner med marin leire
- Alle kan ikke kartlegges like grundig ut fra et kostnadsmessig aspekt.
- Det må foretas et valg basert på på samfunnsnyttige kriterier
- Kartlegging primært i forhold til eksisterende bebyggelse, og viktige utviklingsområder

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2014

Nr. 1 Analyse av energibruk i forretningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere

Nr. 2 Det høyspente distribusjonsnettet. Innsamling av geografiske og tekniske komponentdata

Nr. 3 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet: Eirik Førland, Jostein Mamen, Karianne Ødemark,Hanne Heiberg, Steinar Myrabø

Nr. 4 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7. Skred og flomsikring. Sikringstiltak mot skred og flom Befaring i Troms og Finnmark høst 2013

Nr. 5 Kontrollstasjon: NVEs gjennomgang av elsertifikatordningen

Nr. 6 New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. Tuomo Saloranta

Nr. 7 EBO Evaluering av modeller for klimajustering av energibruk

Nr. 8 Erfaringer fra ekstremværet Hilde, november 2013

Nr. 9 Erfaringer fra ekstremværet Ivar, desember 2013

Nr. 10 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 4. kvartal 2013. Ellen Skaansar (red.)

Nr. 11 Energibruksrapporten 2013

Nr. 12 Fjernvarmens rolle i energisystemet

Nr. 13 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer. Delprosjekt. 5.1.5

Nr. 14 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer

Nr. 15 Tilleggsrapport: Oppsummering av Energimyndighetens og NVEs gjennomgang av elsertifikatordningen

Nr. 16 Flomberegning for Nesttunvassdraget (056.3Z). Thomas Væringstad

Nr. 17 Årsrapport for tilsyn

Nr. 18 Verktøyprosjektet - hydrologi 2010-2013. En oppsummering av aktiviteter og resultater. Erik Holmqvist (red.)

Nr. 19 Flom og jordskred i Nordland og Trøndelag desember 2013. Elin Langsholt, Erik Holmqvist, Delia Welle Kejo

Nr. 20 Vindkraft i produksjon i 2013

Nr. 21 FoU-prosjekt 81072 Pilotstudie: Snøskredfarekartlegging med ATES (Avalanche Terrain Exposure Scale) Klassifisering av snøskredterreng for trygg ferdsel

Nr. 22 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 3.1. Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentaksintervaller? Manual for å beregne returverdier av nedbør for ulike gjentaksintervaller (for ikke-statistikker)

Nr. 23 Flomsonekart Delprosjekt Tuv. Kjartan Orvedal, Julio Pereira

Nr. 24 Summary of the review of the electricity certificates system by the Swedish Energy Agency and the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE)

Nr. 25 Landsomfattende mark- og grunnvannsnett. Drift og formidling 2011. Jonatan Haga Per Alve Glad

Nr. 26 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 1 Naturskadestrategi. Sammenligning av risikoakseptkriterier for skred og flom. Utredning for Naturfareprogrammet (NIFS)

Nr. 27 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Skredfarekartlegging i strandsonen

Nr. 28 "Kvistdammer" i Slovakia. Små terskler laget av stedegent materiale, erfaringer fra studietur for mulig bruk i Norge

Nr. 29 Reestablishing vegetation on interventions along rivers. A compilation of methods and experiences from the Tana River valley

Nr. 30 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer

Nr. 31 Småkraftverk: Tetthet og reproduksjon av ørret på utbygde strekninger med krav om minstevannføring Svein Jakob Saltveit og Henning Pavels

Nr. 32 Kanalforvaltningen rundt 1814 – del av en fungerende statsadministrasjon for det norske selvstendighetsprosjektet. Grunnlovsjubileet 2014

Nr. 33 Museumsordningen 10 år

Nr. 34 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Skredfarekartlegging i strandsonen -videreføring

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no