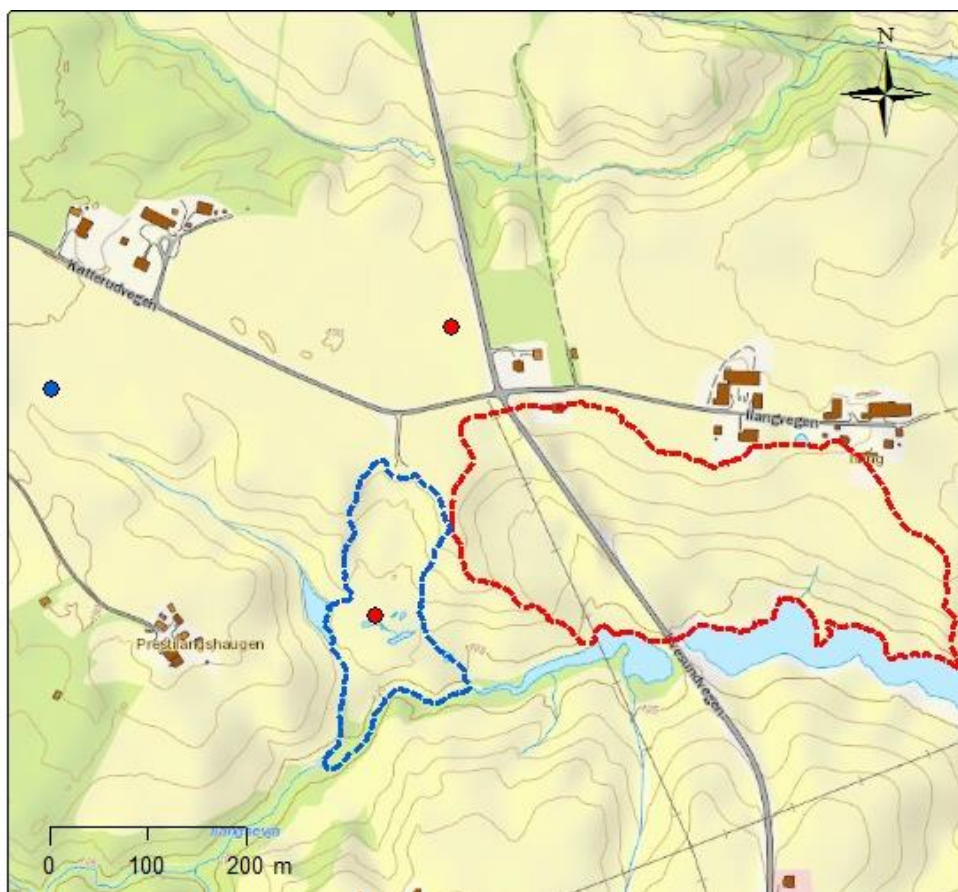




Kvalitetskontroll, analyse og forslag til oppdatering av historiske kvikkleireskred og andre leirskred registrert i Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB)

65  
2015



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

# Kvalitetskontroll, analyse og forslag til oppdatering av historiske kvikkleireskred og andre leirskred registrert i Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB)

**Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat

**Redaktør:** Inger-Lise Solberg (NGU).

**Forfattere:** Ewa Sokalska (SVV), Graziella Devoli (NVE), Inger-Lise Solberg (NGU), Louise Hansen (NGU), Vikas Thakur (NTNU).

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:**

**Forsidefoto:** Eksempel av (feil)plassering

**ISBN** 978-82-410-1112-2

**Sammendrag:** Rapporten tar for seg ulike problemstillinger relatert til datakvalitet av registrerte kvikkleireskred og andre leirskredhendelser i Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB). Ca. 500 skredhendelser ble kontrollert mht. skredtype, dato og lokalitet. Rapporten presenter en metode for kontroll av kvalitet og viser hvilke andre kilder (bl.a. tekniske rapporter, flybilder, ulike typer kart, LiDAR-data, nyheter fra aviser) som kan brukes til å forbedre datakvaliteten. I tillegg peker den på hvilken topografisk og geologisk informasjon man må ta hensyn til for bedre å definere lokalitet

**Emneord:** Kvikkleireskred, leirskred, Nasjonal skredhendelses-database (NSDB), utløsningsårsaker

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

**Kvalitetskontroll, analyse og forslag  
til oppdatering av historiske  
kvikkleireskred og andre leirskred  
registrert i Nasjonal  
skredhendelsesdatabase (NSDB)**

# Forord

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statens vegvesen (SVV) og Jernbaneverket (JBV) har samarbeidet de siste årene i Etatsprogrammet "Naturfare, infrastruktur, flom og skred" (NIFS). Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) har også vært involvert i dette samarbeidet. Prosjektet har stort fokus på intern kompetanse og faglig utvikling og ble delt i 7 delprosjekter ([www.naturfare.no](http://www.naturfare.no)). Delprosjektene som er relevante for denne rapporten er kort beskrevet under.

*Delprosjekt 3 – Kartlegging, datasamordning og ROS analyser* har flere delaktiviteter og en av dem, *Flom- og skredhendelser*, ser på samarbeid rundt opplegg for registrering og tilrettelegging av flom- og skredhendelser i den enkelte etat, herunder innspill til videreutvikling av retningslinjer og rutiner for registreringer, kvalitetskrav og kvalitetssikring av data.

*Delprosjekt 4 – Overvåking og varsling* har også flere delaktiviteter, bl.a. *Varsling – jordskredfare*, hvor formålet er å bidra til utvikling og etablering av systemer for varsling av jordskredfare. I denne aktiviteten jobber man for å øke prosessforståelse av løsmasseskred gjennom analyse av historiske skredhendelser registrert i Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB). Man søker også å forstå årsaker til skredene, bl.a. ved å dokumentere hydrometeorologiske faktorer. Dataene skal brukes for validering og videreutvikling av terskelverdier brukt i jordskredvarsling. Delprosjekt 4 fokuserer videre bl.a. på varsling av jordskred- og flomskredfare. Erfaring fra de siste årene og tidligere analyse av historiske hendelser viser at under intense og langvarig regnepisoder, og i etterkant av flomepisoder, kan også leirskred forekomme, spesielt i de leirrike områdene i Trøndelag og på Østlandet. Leirskred kan i noen tilfeller utvikle seg til kvikkleireskred, og det er derfor viktig å forbedre kunnskap om disse skredtypene og de naturlige årsaker som har utløst dem i fortiden.

*Delprosjekt 6 – Kvikkleire* har som hovedmål å gi grunnlag for bedre og mer lik praktisering i områder med kvikkleire for kartlegging og avgrensning av skredutsatte områder, tolkning av grunnundersøkelser, beregninger og utredninger. Sikkerhetsfilosofien bør være mest mulig lik, uavhengig hvor man er og hvem som er tiltakshaver.

Arbeidet med denne rapporten startet som en del av samarbeidet mellom delprosjektene 4 og 6, men gjennomførte analyser og oppnådde resultater er nyttige for alle de tre delprosjektene nevnt ovenfor.

Rapporten presenterer analyser av leirskred og kvikkleireskred som er registrert i NSDB. I tillegg til beskrivelsene knyttet til hver registrering er også andre kilder benyttet for å forbedre informasjon og datakvalitet.

Analysene har bidratt til bl.a. 1) bedre oversikt over tidligere skredhendelser i leire og kvikkleire i Norge, 2) bedre avgrensning av skredområder gjennom systematisk analyse av topografi, geologi og geoteknisk informasjon rundt de registrerte skredhendelsene, 3) identifikasjon av mulige utløsningsårsaker for de registrerte skredhendelsene, og 4) bedre forståelse for begrensningene i NSDB.

Avslutningsvis gir rapporten anbefalinger for oppdatering og videre registrering av kvikkleireskred og andre leirskred, samt utvikling av Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB).

Mange takk til alle som har bidratt med kommentarer og faglig diskusjoner, spesielt Heidi Bjordal, Frode Oset og Bjørn Kristoffer Dolva, alle fra Statens Vegvesen.

Oslo, juli 2015

  
for Morten Johnsrud

Avdelingsdirektør

  
for Hervé Colleuille

seksjonssjef

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>4</b>
1.1 Bakgrunn .....	4
1.2 Mål.....	5
<b>2 Skredtyper og terminologi</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Informasjonskilder og grunnlagsdata</b> .....	<b>10</b>
3.1 Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB) .....	10
3.2 Tekniske rapporter og bøker .....	11
3.3 Nyheter fra aviser.....	13
3.4 Topografiske kart og flybilder .....	15
3.5 Lasermåling/LiDAR .....	21
3.6 Batymetriske data .....	23
3.7 Geologiske kart og kvikkleiresoner.....	24
3.8 Befaring .....	25
<b>4 Anvendt prosedyre for kontroll av skredregistreringer i NSDB</b> .....	<b>27</b>
<b>5 Problemer med registrerte skredhendelser i NSDB v. 1</b> .....	<b>28</b>
5.1 Problem med SkredID og dobbeltregistrering.....	28
5.2 Skrednavn og lokalitet.....	31
5.3 Tidspunktangivelse for skredhendelser .....	34
5.4 Skredtype .....	35
5.5 Digitalisering .....	35
5.6 Tilleggsinformasjon .....	35
<b>6 Analyse av data og resultater</b> .....	<b>36</b>
6.1 Skredårsaker .....	41
6.2 Skredutstrekning og utløpsdistanse .....	46
<b>7 Anbefalinger for å forbedre registrering av kvikkleireskred</b> .....	<b>49</b>
<b>8 Konklusjoner</b> .....	<b>51</b>
<b>9 Referanser</b> .....	<b>52</b>
<b>Vedlegg A</b> .....	<b>54</b>
<b>Vedlegg B</b> .....	<b>62</b>

# Sammendrag

Kvikkleireskred har forårsaket mange skredulykker i Norge, som har tatt menneskeliv og har gjort store skader i bebygde områder på bygninger, vei, jernbane og annen infrastruktur. Omrørt kvikkleire kan flyte langt og påvirke store områder. Store arealer med potensiell forekomst av kvikkleire er også ofte tett befolkede, og konsekvensene av et skred kan derfor bli store. Det finnes mye litteratur og mange rapporter som omtaler og beskriver kvikkleireskred. En del av skredhendelsene i historisk tid er registrert i Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB). Visningstjenesten til denne databasen kan nås gjennom web-portalen [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) (eller [www.skredatlas.nve.no](http://www.skredatlas.nve.no)).

Denne rapporten informerer om og analyserer datakvalitet for historiske kvikkleireskred og leirskred som er registrert i NSDB. Gjennomgang av ulike informasjonskilder er utført som en del av studiet, og det har bidratt til bedre å definere skredtype, lokalisering, tidspunkt, og størrelse til historiske skredhendelser. I tillegg har studie av samtidige hydrometeorologiske forhold gitt indikasjoner på mulige utløsende årsaker. For noen skredhendelser ble det funnet ekstra informasjon og skredområdet er blitt justert og bedre kartlagt. I rapporten finnes også forslag til en metode for hvordan videre kontroll av historiske skred i NSDB bør gjennomføres i framtiden, ved å bruke en kryssanalyse av topografi, geologi, flybilder, LiDAR-data og geoteknisk informasjon fra et skredområde. Det var mange utfordringer underveis i prosessen, og de er også beskrevet nærmere.

Arbeidet har blitt utført på en versjon av NSDB (NSDB versjon 1) lastet ned i desember 2013, hvor det til sammen finnes 502 kvikkleireskred og andre leirskred. Registreringene av kvikkleireskred og andre leirskred i NSDB versjon 1 er foretatt inntil 24.09.2012. Registreringene ble revidert basert på tilgjengelig topografisk, geomorfologisk, geologisk og geoteknisk informasjon. Det reviderte datasettet bør resultere i en oppdatert versjon av NSDB (NSDB versjon 2).

Gjennom analyse av mange rapporter ble det mulig å øke kvaliteten til en rekke registreringer, og å skille ut en del kvikkleireskred fra den generelle termen leirskred. Mange skredhendelser ble gjennom arbeidet mer nøyaktig lokalisert og skredområdene bedre definert. Analyser av skredhendelser og hydrometeorologiske forhold ga muligheten til å koble data med værforhold for de siste 42 år. Dette ble bl.a. brukt som indikasjon på at enkelte skredhendelser kan ha blitt utløst av naturlige årsaker. Menneskelig aktivitet er en av de viktigste utløsende årsakene for kvikkleireskred – spesielt etter 1980 – noe som også faller sammen med en sterk økning i utvikling av infrastruktur. Den vanligste naturlige årsaken til utløsning av leirskred er erosjon i vassdrag. I tillegg kan metning av jordmasser etter stor nedbørsmengde eller snøsmelting (som skjer ofte i våren) eller kombinasjon av høy grunnvanntilstand og mye nedbør (mest vanlig i høst) ha en stor betydning.

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Kvikkleireskred er vanlig skredtype i Norge, Sverige og Canada i områder hvor det finnes marine leiravsetninger på land som følge av landheving etter siste istid. Mange skredulykker i Norge har vært resultat av kvikkleireskred og har forårsaket tap av menneskeliv, her nevnes Verdalsraset i 1893 der 116 mennesker omkom. Dette er en av de største skredulykkene i norsk historie. Kvikkleireskred gir også store skader på jordbruksareal og i tett bebygde områder på bygninger, vei, jernbane og annen infrastruktur. Omrørt kvikkleire kan flyte langt og påvirke store områder.

Kvikkleireskred har vært studert i Norge i mange år, og det finnes mye litteratur og mange rapporter som omtaler denne skredtypen. Informasjon om en del kvikkleireskredhendelser har tidligere vært samlet i ulike databaser fra ulike institusjoner, men ønskes samlet i **Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB)**, med visning i en felles web-portal ([www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) og [skredatlas.nve.no](http://skredatlas.nve.no)). NSDB har blitt utviklet i løpet av de siste ti årene i samarbeid mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU), Statens vegvesen (SVV), Norges vassdrags- og energi direktorat (NVE), Jernbaneverket (JBV) og Norges geoteknisk institutt (NGI). Informasjonen om skred er hentet fra ulike kilder, blant annet fra tekniske rapporter, observasjoner fra feltarbeid, nyheter fra aviser o.a. media og gamle dokumenter. Se mer om historikken til NSDB i kapittel 3.1.

Systematisk registrering av skredhendelser startet i begynnelsen av 2000 da NGU, SVV, JBV, NGI og senere NVE startet å samarbeide for å samle informasjon om historiske skredhendelser i digitalt format. De første årene ble separate databaser etablert i de ulike institusjonene, og det ble laget en felles webportal for å visualisere skredhendelser ([www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)). Siden da har databasen og innsynsløsningen vært i kontinuerlig utvikling og forbedring. I de siste årene har en registreringsløsning på nett blitt utarbeidet for å gi alle mulighet til å registrere hendelser: <http://www.skredregistrering.no/>.

I løpet av denne tiden har også interessen for å analysere data fra NSDB økt, og dette har avdekket problemer knyttet til kvaliteten på data. Fra 2009 ble det gjennomført kontroll av mange skredhendelsestyper ved flere anledninger, som for eksempel steinsprang, steinskred og fjellskred (NVE 2011b), jordskred og flomskred (kontinuerlig aktivitet i NVE jordskredvarsling), og nå kvikkleireskred og andre leirskred i dette dokumentet. I tillegg produseres det mange relevante rapporter hvert år, både på lokalt og nasjonal nivå, som fremover vil kunne supplere dokumentasjonen i NSDB. Disse kan gi innspill til bedre karakterisering av leirskred, benyttes i forbindelse med aktsomhets-/faresonekartlegging, risikovurdering, og brukes innen planlegging/prosjektering/bygging (f.eks. av sikringstiltak). I forkant av slikt arbeid kreves det kontroll av datakvalitet. Bedre kvalitet er viktig for brukere av NSDB, som f.eks. Statens vegvesen, NVE, Jernbaneverket, Norges geologiske undersøkelse og konsulenter.



Som en del av DP3 har institusjoner (NVE, SVV, JBV) begynt å diskutere hvordan man kan forbedre rutiner for registrering, kvalitetskrav og kvalitetssikring av skredhendelser, både på nye hendelser og på de som allerede er registrert i databasen. Per i dag er ikke informasjonen fra disse separate kontrollene blitt tatt inn i databasen. Dette skyldes at det ble prioritert å korrigere og å forbedre registreringsløsningen på nett. Likevel startet diskusjonen om hvordan og hvilke data fra de kontrollerte gamle hendelsene som skal overføres til databasen.

Kvaliteten på hittil registrerte data om skredhendelser er ganske varierende og NSDB er preget av en del feil om skredtype, dato og/eller lokalitet. Dessuten er en del hendelser dobbeltregistrert, og noen mangler tekniske detaljer.

## 1.2 Mål

Hovedmål for denne rapporten er å informere om utført kvalitetskontroll og analyse, og forslag til oppdatering av registrerte kvikkleireskred og andre leirskred i NSDB. Andre skredtyper i løsmasser som f.eks. jordskred og flomskred er ikke tatt med i arbeidet. En systematisk analyse av undersjøiske skred ble heller ikke gjennomført, men hendelser langs strandsonen på land ble analysert (som Kattmarka og Lyngen). Arbeidet har blitt utført på en versjon av NSDB (NSDB versjon 1) lastet ned i desember 2013, hvor det til sammen finnes 502 registrerte kvikkleireskred og andre leirskred foretatt fram til 24.09.2012. I denne rapporten kalles databasen før oppdateringen for **NSDB v. 1** (dagens versjon) og forslagene til oppdatert versjon kalles for **NSDB v. 2**. Forslagene til oppdateringene er basert på en gjennomgang av ulike informasjonskilder, hvilket har bidratt til bedre å definere skredtype, lokalisering, tidspunkt, og størrelse til historiske skredhendelser, samt annen tilleggsinformasjon. En liste med utvalgte rapporter som er gjennomgått under arbeidet med NSDB presenteres i vedlegg A. I tillegg har studie av samtidige hydrometeorologiske forhold for unge hendelser gitt indikasjoner på mulige terskelverdier og utløsende årsaker. Vedlegg B viser en tabell hvor hydrometeorologiske forhold er undersøkt for registrerte skredhendelser etter 1957.

Spesifikke mål for rapporten er:

- Kort gjennomgang av skredtyper og terminologi benyttet i denne rapporten.
- Gjennomgang av hvordan kvikkleireskred er beskrevet i ulike informasjonskilder, og hvilke typer grunnlagsdata som er viktige for kvalitetskontroll av tidligere skredregistreringer og generelt for kartlegging av tidligere skred.
- Kort beskrivelse av prosedyren som foreslås brukt til å forbedre kvaliteten på registrerte skredhendelser i NSDB v. 1.
- Generell avdekking av problemer med registrerte skredhendelser i NSDB v. 1 og beskrivelse av de viktigste utfordringene.

- Analyse av data om kvikkleireskred og andre leirskred i utkast til NSDB v. 2 og diskutere resultatene i sammenligning med NSDB v. 1.
- Å gi anbefalinger som kan bidra til økt kvalitet ved fremtidige registrering og videreutvikling av NSDB.

## 2 Skredtyper og terminologi

I dette kapittel presenteres terminologi og begreper brukt i rapporten. *Løsmasseskred* er en fellesbetegnelse for alle typer skred i løsmasser. I dette prosjektet er det fokusert på to typer løsmasseskred: kvikkleireskred og andre leirskred. I gjennomgangen av NSDB og de aktuelle rapportene viste det seg at de fleste kvikkleireskredhendelsene er registrert under andre skredtypekategorier og/eller identifisert med andre synonymer, f.eks. "leirskred", "leirras", "jordskred", "jordras", "kvikkleireskred", "løsmasseskred". Ganske ofte er begrepene leirskred og/eller leirras brukt som synonym for kvikkleireskred, men noen ganger kan kvikkleireskred være registrert som "jordskred", "jordras" eller som "uspesifisert løsmasseskred", spesielt når man er usikker på skredtype.

Gjennomgang av terminologi og definisjoner for alle skredtyper har foregått i samarbeid mellom NVE, Norges geologiske undersøkelse (NGU), Statens vegvesen (SVV) og Jernbaneverket (JBV) gjennom mange år. Definisjoner og begreper presentert her er i hovedsak hentet fra NIFS (2014c), men noe er også fra NVE (2011, 2014a) og Sigmoid et al. (2013).

*Leire* er en meget finkornet jordart, hvor minimum 15 % av mineralkornene er mindre enn 0,002 mm (leirfraksjon). Når det er over 30 % leirinnhold betegnes jordarten bare som "leire". Med leirinnhold på 15-30 % betegnes jordarten som "leire" med de øvrige fraksjonene i adjektivform (f.eks. "siltig leire", "sandig leire").

*Marin leire* er leire avsatt i saltvann.

*Marin grense* er det høyeste nivået havet hadde etter siste istid.

*Sprøbruddmateriale* er jordarter (leire og silt) som utviser en utpreget sprøbruddoppførsel. Dette innebærer en betydelig reduksjon i fasthet ved tøyninger ut over tøyning ved maksimal fasthet. Materialet har sensitivitet  $\geq 15$  og omrørt skjærfasthet  $< 2$  kPa.

*Kvikkleire* er et sprøbruddmateriale med omrørt skjærfasthet mindre enn 0,5 kPa. Kvikkleire dannes ved utvasking av marin leire på grunn av grunnvannsgjennomstrømning. Ved tilstrekkelig mekanisk påvirkning blir leira flytende. Reduksjon av saltinnholdet i porevannet skjer raskest i områder der grunnvannstrømningene er størst, for eksempel der det er soner eller lag av grovere materiale som sand og silt i leira, nær oppsprukket bergoverflate med sterk grunnvannsutstrømning i grenseflaten mot leira, eller ved store grunnvannsgradienter (bratte skråninger eller over oppstikkende fjell i leiravsetningen). Kvikkleire kan være ganske fast så lenge den ligger uforstyrret i grunnen, men flyter som en væske hvis den blir overbelastet og omrørt. Høyt poretrykk eller små endringer i ytre trykk kan generere brudd og utløse skred. Marin leire, og dermed også kvikkleire, kan ligge skjult under grovere masser, myr, fyllmasser og en sjelden gang morene. Store arealer med marine leire finnes på Østlandet, i Trøndelag og endel steder i Nord-Norge.

*Skred* defineres som en massebevegelse hvor tyngdekraften bidrar til at materialer som stein, løsmasser, snø eller is beveger seg nedover en skråning på land og/eller under vann. I denne

rapporten brukes det som et felles begrep for kvikkleireskred og andre leirskred. Begrepet *skredhendelse* brukes som et generelt begrep for et skred som har gått.

**Leirskred** er et generelt begrep for alle typer skred i leirterreng. **Kvikkleireskred** er en type leirskred. Skred i marin leire som ikke involverer omrøring av kvikkleire er som prosess relativt dårlig definert og beskrevet i litteraturen. I det videre omtales leirskred som ikke involverer kvikkleire for **andre leirskred**. Disse representerer ofte en glidende (skålformet eller plant) bevegelse i leirterreng. Siden denne leira har en mer stabil struktur enn kvikkleire forekommer ”andre leirskred” ofte i skråninger med litt brattere helning. Det er vanligvis sprekker rundt skredkanten, og man observerer ikke en sterk retrogressiv bruddutvikling. Hastighet kan være alt fra veldig sakte til ekstremt rask. Noen av skredene kan bevege seg veldig sakte over lang tid før man observerer et raskt brudd. De omfatter mindre volum enn kvikkleirskred og har kortere utløpsdistanse. Denne typen leirskred kan ofte være et initialscred til et kvikkleireskred.

**Kvikkleireskred** er et hurtig flomlignende skred av omrørt marin leire og/eller kvikkleire. Kvikkleireskred er begrenset til de deler av landet som tidligere var oversvømt av havvann under og etter siste istid, og hvor løsmassedekket per i dag inneholder marin leire. Skred i kvikkleire kjennetegnes ved plutselig kollaps i materialets struktur og en relativt hurtig skredutvikling. Leira blir flytende ved brudd, og skredmassene kan oppnå høy hastighet. Mens skred i andre typer løsmasser som regel forekommer i bratt terreng, kan kvikkleireskred også gå i tilnærmet flate områder. Skredets forløp kan være bakoverrettet, det vil si at stadig nye masser frigjøres i bakkant av skredet (retrogressiv skredutvikling). Retrogressive skred utvikles fra skråningsfoten. Ved progressiv/fremoverrettet bruddutvikling starter bruddutvikling i bakkant og beveger seg med skredets bevegelsesretning. Kvikkleireskred kan omfatte store mengder leire fra titusener til millioner kubikkmeter og medføre alt fra små lokale skred til store hendelser på flere kvadratkilometer. Utløpsdistanse/rekkevidde kan være på flere kilometer. Dybden kan variere fra grunne overflateskred til mange titalls meter ned til bruddflaten. Skredhastighet kan være alt fra veldig sakte til ekstremt rask. Ofte kan denne skredtype forekomme i flatt terreng og nær eller i bebygde områder. I mange tilfeller vises ikke skredgropene tydelig på flybilder på grunn av rask gjenvinning av område, gjennomførte sikringstiltak, og urbanisering. LiDAR-data identifiserer skredgroper bedre enn flybilder i mange sammenhenger.

*Leirras og jordras* er begreper som ofte brukes i media eller dagligtalen for å betegne leirskred, jordskred.

*Kvikkleireskredgrop* er en forsenkning i terrenget dannet ved at store mengder kvikkleire har rent ut. Gropen kan være pære- eller sirkelformet hvor skredporten er smalere enn bredden til skredgropa. Skredgropa kan også ha vid skredport.

*Utglidning* er en glidende (plant eller skålformet) og grunn (fra noen få desimeter til noen meter) bevegelse med liten utstrekning i løsmasser.

*Jordskred* er en rask glidende massestrøm av løsmasser i bratte skråninger, med varierende vanninnhold, utenfor definerte vannveier. Jordskred kan både være kanaliserte og ikke-kanaliserte.

*Flomskred* er et hurtig, flomlignende skred i vannmettede løsmasser. Opptrer langs bratte elve- og bekkeløp, også der det vanligvis ikke er permanent vannføring.

For utdyping av begreper knyttet til kvikkleire og skred henvises det til NIFS (2014c) og NVE (2011, 2014a).

## 3 Informasjonskilder og grunnlagsdata

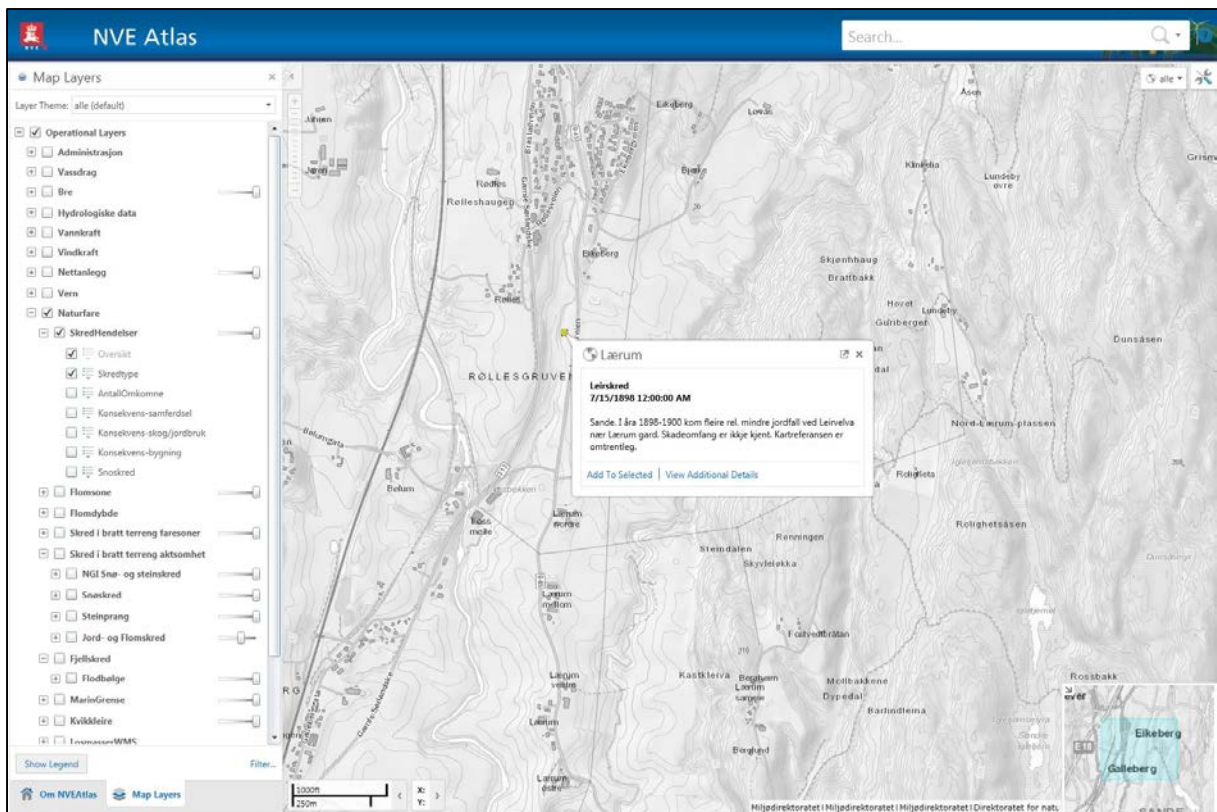
I tillegg til registreringene i Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB) v. 1 har andre informasjonskilder som tekniske rapporter, nyheter, historiske beskrivelser (krøniker) kunnet gi flere viktige detaljer om skredhendelsene. Dette gjelder også grunnlagsdata som f.eks. topografiske og geologiske kart, flybilder og LiDAR-data. Disse informasjonskildene og typer grunnlagsdata er beskrevet i det følgende, inklusiv deres rolle mht oppdatering av NSDB til versjon 2.

### 3.1 Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB)

I Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB) er historiske skredhendelser registrert med punkt-koordinater og inneholder informasjon om historiske skredhendelser registrerte fra ulike kilder som for eksempel: feltobservasjoner med referanse, tekniske rapporter, nyheter i aviser, historiske dokumenter og gamle kirkebøker. Web portalen [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) (Skrednett) og [skredatlas.nve.no](http://skredatlas.nve.no) (Skredatlas) er visningstjenestene til NSDB. Data i NSDB er samlet inn av ulike institusjoner og samarbeidspartnere. Datainnsamling til en felles database og visningstjeneste ble koordinert av Norges geologiske undersøkelse (NGU) til og med 2013. Fra januar 2014 tok NVE over ansvaret for å videreutvikle databasen og nett-tjenesten, koordinere innsamling av data, samt bidra til registrering av data.

Skredhendelser har vært registrert i NSDB de siste ti årene av NGU ved lokalhistoriker Astor Furseth, Statens vegvesen, Jernbaneverket og Norges Geoteknisk Institutt (NGI). Koordinatene til en skredhendelse i NSDB representerer ofte det stedet hvor skredet har gjort skade på infrastruktur eller hvor mennesker har omkommet. Stedet ligger ofte i nærheten av skredavsetningen, sjelden ligger punktet i midten av skredområdet eller der hvor skredet startet. Det finnes ikke nærmere beskrivelse som spesifiserer dette. I noen få tilfeller er koordinatene valgt for løsneområdet eller i skredgropa (dette gjelder spesielt noen av de nyere hendelsene). Figur 1 viser et eksempel på hvordan skredhendelser er presentert som punkter i Skredatlas.

For hver registrering finnes det informasjon om skredtype, dato, navn, tidspunkt for skred, volum og skader m.m. der denne informasjon har vært tilgjengelig. I versjonen benyttet i denne analysen inneholdt NSDB data om totalt ca. 42 500 hendelser. Skredhendelsene var klassifisert som: Steinskred, Steinsprang, Lite fjellskred, Fjellskred, Leirskred, Kvikkleireskred, Løsmasseskred uspesifisert, Jordskred, Flomskred, Snøskred, Sørpeskred, Isnedfall, Undervannsskred. Databasen inneholder skredhendelser med varierende alder, fra 8000 BP til 26.12.2012. De kvikk- og andre leirskredhendelser registrert i NSDB v. 1 som er benyttet i denne analyse er fra år 950 til og med 24.09.2012.



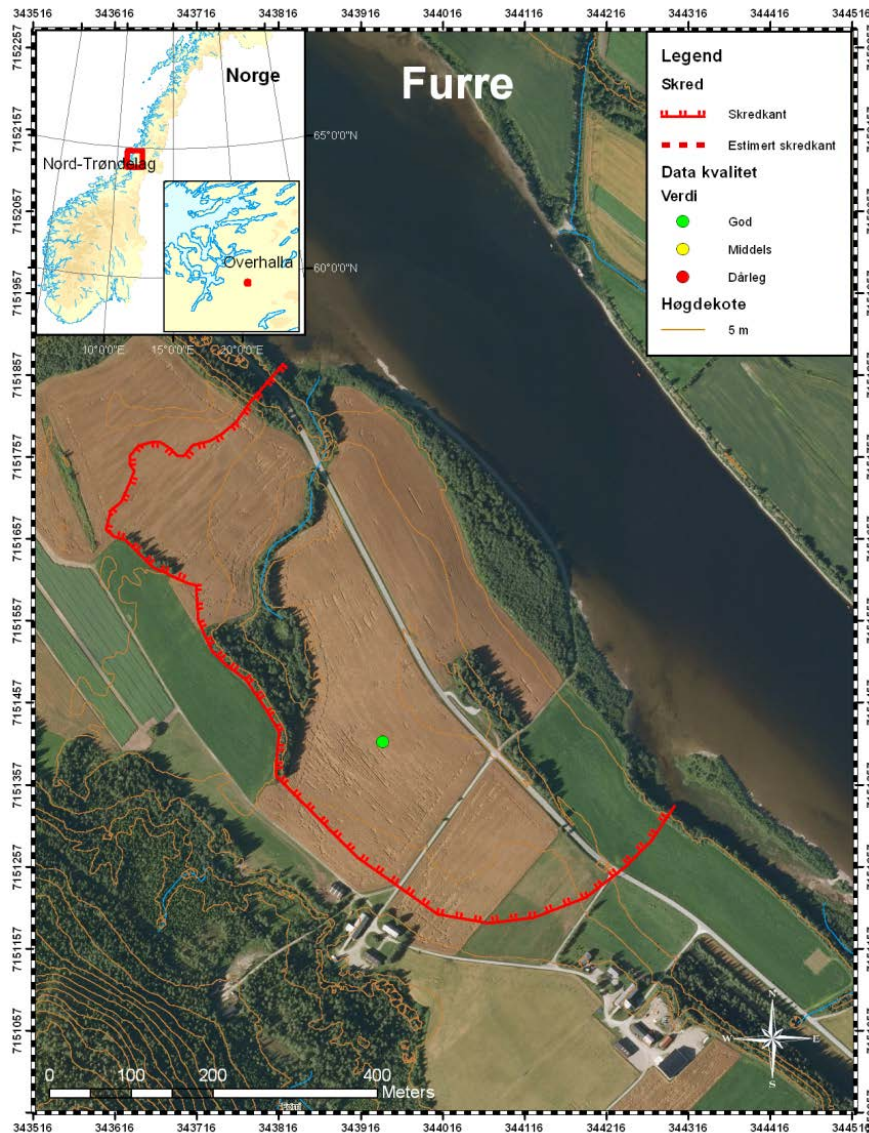
Figur 1. Eksempel på registrering i NSDB som vist i Skredatlas (oransje firkant). Skredhendelsen som gikk i Vestfold i ca. 1898 er navngitt "Lærum", og karakterisert som leirskred (www.skrednett.no).

## 3.2 Tekniske rapporter og bøker

Kvikkleireskred er en av de få skredprosessene i Norge som er godt dokumentert gjennom rapporter etter befaring. En del slike skredhendelser er beskrevet i tekniske rapporter utarbeidet av offentlige institusjoner eller private konsulenter. Informasjonen som samles i rapportene er ofte ganske detaljert og med riktig dato, og som regel beskrives skredets prosess/utvikling (f.eks. retrogressivt skred som er typisk skredutvikling i kvikkleire). Kart og bilder kan i tillegg bidra til å vise riktig plassering og det reelle omfanget av hendelsen. Det er likevel i hovedsak skredhendelser av et visst omfang og/eller de som fører til tap av menneskeliv eller skader i bebygde områder som fører til geotekniske utredninger. Disse blir også omtalt en del i media.

Viktige rapporter analyserte i arbeidet med oppdatering av NSDB har vært:

- a) NGU (2012c) oppsummerer noen av de mest kjente kvikkleirskredhendelser i Norge. Rapporten beskriver 37 skredhendelser og mange av disse er også registrert i NSDB. For hver hendelse vises et skjema med kart og detaljer om hendelsen. Eksempel på presentasjon av skredgrop i rapporten er vist i figur 2.



Figur 2. Eksempel på type informasjon og kart over historisk kvikkleireskred fra NGU (2012c).

- b) Statens vegvesens (SVV) rapporter er tilgjengelig fra deres interne arkiv. Dette er geotekniske rapporter som inkluderer data fra feltarbeid, kart som viser skredområdet, og resultater fra sonderinger og laborietestede prøver. De inneholder bl.a. kornfordelingskurver, vanninnhold, skjærstyrkemålinger og beregning av sensitivitet. De fleste rapportene har vært utarbeidet internt i SVV, men en del av dem har vært utarbeidet hos eksterne konsulenter som f.eks. Multiconsult, Sweco, Cowi, NGI og Rambøll som SVV-oppgaver (registrert som SVV-rapporter). De fleste av SVVs rapporter handler imidlertid ikke om skredhendelser, men dokumentasjon av grunnhold og stabilitetsvurderinger i forbindelse med planlegging og prosjektering av ny infrastruktur (eller oppgradering). Disse rapportene inneholder ofte mye informasjon om kvikkleire og andre sedimenter, og de ble brukt i arbeidet mot oppdatering av NSDB når de var relevante.
- c) I etterkant av store skredhendelser kan det bli opprettet egne undersøkelsesgrupper for å utrede årsaker til hendelsen og vurdering av tiltak og annen oppfølging i rapporter.



Eksempler på dette er etter skredet i Kattmarka, Namsos, 13. mars 2009 (NTNU 2009) og på Nord-Statland, Namdalseid, 29. januar 2014 (NVE 2014b).

- d) Andre rapporter er knyttet til arealplanlegging, og for fare- og risikoanalyse i ulike kommuner. De inneholder data om noen skredhendelser, men først og fremst indikerer de områder som kan være skredutsatt (Gregersen et al . 2003).
- e) De største kvikkleireskredene i Norge er dokumentert i Furseth (2006). Informasjon stammer fra sagn, kirkedokumenter og aviser. En kryssanalyse av hendelsene i NSDB og hendelsene i boka ble gjort for å bekrefte skredtype, dato og sted og evt. avdekke feil i NSDB v. 1. Alle hendelser beskrevet boka er registrert i NSDB v. 1, men ganske ofte under kategorien ”jordskred” og ”løsmasseskred uspesifisert” istedenfor som kvikkleireskred. Noen hendelser er beskrevet veldig godt, med en lang tekst og bilder, mens andre bare har en kort beskrivelse med navn/lokaltet og dato. I tillegg foreligger det ofte nøyaktig informasjon om skader og geografiske plassering.

Generelt sett, har dataene fra rapporter og annen litteratur god kvalitet, og informasjonen om sted, dato og skredprosess er ganske presis og detaljert. Noen utfordringer knyttet til rapporter som dokumentasjon er at de kun er utarbeidet for noen få skredhendelser. Det kan være vanskelig å få tilgang til rapportene, spesielt de som er utarbeidet av privat konsulenter. En liste over utvalgte rapporter som er gjennomgått i arbeidet mot oppdatering av NSDB, presenteres i vedlegg A.

### 3.3 Nyheter fra aviser

Skredhendelser blir ofte rapportert i både riksdekkende og i lokale aviser, spesielt når de forekommer nær infrastruktur eller bebygde områder, og når de har gjort skade på menneskelig og/eller er av ett visst omfang. I avisene beskrives ofte skredhendelser i form av en kort tekst, og noen ganger med bilder av skredet. Teksten varierer fra veldig kort og enkel, til mer detaljert. De fleste avisene er tilgjengelig via internett. Det er viktig å påpeke at det i avisartikler ofte brukes populærbegreper (som jordskred eller leirras), og ikke den korrekte faglige terminologien for skredtyper og skredprosesser. Dette må tas med i betraktning når man analyserer data fra media, og ved registrering av hendelser i NSDB. Et eksempel på informasjon tilgjengelig i aviser vises i figur 3 og 4. Beskrivelse gitt i figur 3 kan være en helt riktig i en tidlig fase, spesielt hvis man ikke kjente til hva slags hendelse det var på det tidspunktet artikkelen ble publisert. At hendelsen skjer i et kvikkleireområde betyr ikke at det er faktisk et kvikkleireskred, selv om sannsynligheten er til stede. Når man skal registrere hendelsen i NSDB er det viktig å registrere at skredet faktisk ble klassifisert som kvikkleireskred og ikke som jordskred, siden disse faglig sett er to helt ulike skredprosesser.

# Stort jordskred på Byneset

**Politiet i Trondheim har satt i gang masseevakuering av alle beboere ved Esp på Bosberg i Trondheim etter et flere hundre meter langt jordskred.**

- Området hvor skredet er gått er et kvikkleireområde og det er overhengende fare for det går nye ras. Det raser hele tiden. Vi ber derfor folk som bor på Esp om å evakuere øyeblikkelig, sier operasjonsleder Tore Kyllø ved Sør-Trøndelag politidistrikt.

Politiet kjører nå fra hus til hus for å be folk komme seg ut av området

Minst åtte personer, seks voksne og to barn, skal være evakuert fra gården Brenslan i nærheten av raset. Det skal ikke være tatt hus av jordmassene.

Politi, ambulanse, brannvesen og Sea King-helikopter er sendt ut.

[VærAdressa på Facebook følger jordraset ut over dagen - gjør som 4006 andre](#)

Figur 3. Eksempel på nyhet om kvikkleireskred på Esp (Byneset) i Sør-Trøndelag (adressa.no). Merk at kvikkleireskredet er kalt «jordskred» i tittel, men i teksten skrives det at skredet gikk i et kvikkleireområde.



Figur 4. Eksempel på bilde fra avisoppslag om kvikkleireskred. Bildet er fra Esp (Byneset) kvikkleireskred i Sør-Trøndelag (dagbladet.no). Merk at i bildeteksten er kvikkleireskredet kalt «leirras».

### 3.4 Topografiske kart og flybilder

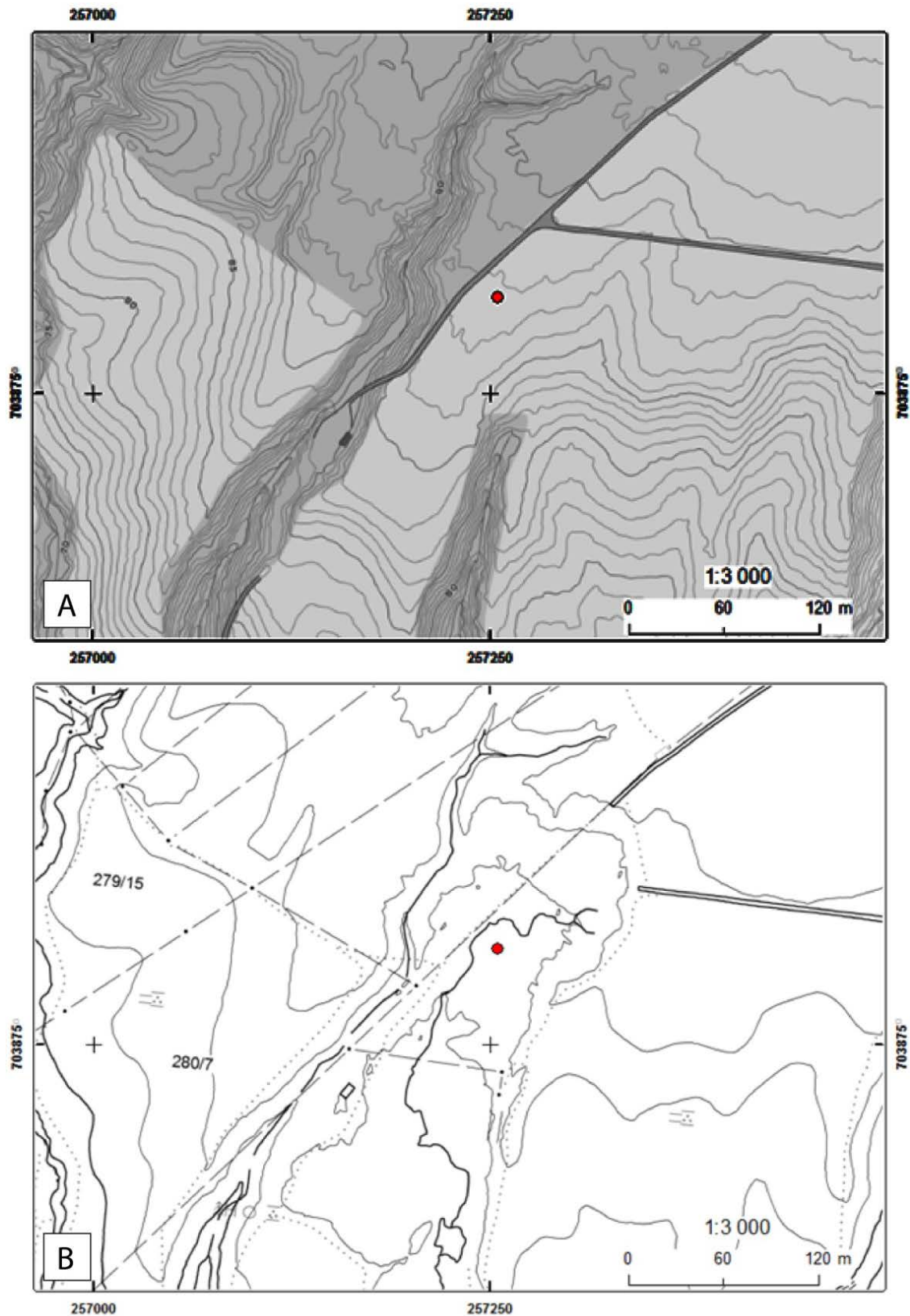
Topografiske kart og flybilder er viktige verktøy i skredfareanalyser og til identifisering av f.eks. skredgroper. En rask analyse av topografi i et spesifikt område kan i mange tilfeller bekrefte om det har gått et skred. Gjenkjenneligheten er avhengig av skredtype, størrelse og volum, men også av alder, målestokk og oppløsning til kart. Figur 5 viser et typisk eksempel på endringene i topografi etter et skred.

Flybilder finnes bl.a. som vertikalfoto og skråfoto. Vertikalfoto er bilder tatt loddrett ned mot bakken. Når disse studeres med stereoskop får man en god oversikt over terrengformer, og skredgroper kan dermed vises. Gamle flyfoto er ofte de beste for å kjenne igjen landformer, før påvirkning fra bakkeplanering, andre terrenginngrep og bebyggelse. Nye vertikalfoto er gjerne digitale, og drapert på terrengmodeller (DEM) gir det mulighet for 3D-visning. Skråfoto tas skrått ned, og benyttes ikke til ortofoto. Alle flybilder kan gi god oversikt over et skredområde.

Flybilder kan hjelpe med å aldersbestemme skredhendelser. For eksakt dato, må selvsagt flybildet bli tatt like etter hendelsen. Flybildene kan ellers gi en relativ alder ("eldre enn" eller "mellom år x og år y"). Flybilder vil også kunne bidra til å bekrefte lokalitet og skredutbredelse, og vise spor etter tidligere skredhendelser. I tillegg til landformer (groper/kanter) antydte på bildene, vil også relative fargeforskjeller i jordsmonnet og forstyrret/ødelagt vegetasjon kunne antyde eldre skredhendelser. Dette vil kunne være avhengig av hvor lenge det er siden skredet gikk. De eldste flybildene kan også i noen tilfeller avkrefte eller bekrefte om skredlignende former er reelle hendelser eller en antropogen form. Sammenligning av flybilder tatt over flere år, gjør det mulig å følge skredaktiviteten/-hyppigheten i områder over tid.

Figur 6 og 7 viser to eksempler på hvordan kvikkleireskred og leirskred vises i ortofoto. Bildene viser typisk topografi og geologiske forhold for leirterreng og marine avsetninger, med flatt landområde med lav helning, ofte brukt som jordbruksareal, og gjennomskåret av bekkeraviner. Bildene viser skredgrop og skredmasser som et lysegrått område, hvor jordbruksareal og vegetasjon ble ødelagt.

Figur 8 viser sikringstiltak og gjenoppbygging av et område etter en skredhendelse, noe som kan være nyttig for bekrefte skredhendelser i et område. Vanligvis er skredgropa vist som en forsenkning (depresjon), og med konkav form i 3D-analyse. Om skredhendelsen er av nokså ny dato, vil skredgropa på flybildet ofte være uten vegetasjon eller vegetasjonen er lavere enn i tilstøtende områder. Det er nødvendig å sjekke bilder av ulik dato for å kunne dokumentere forandringer.



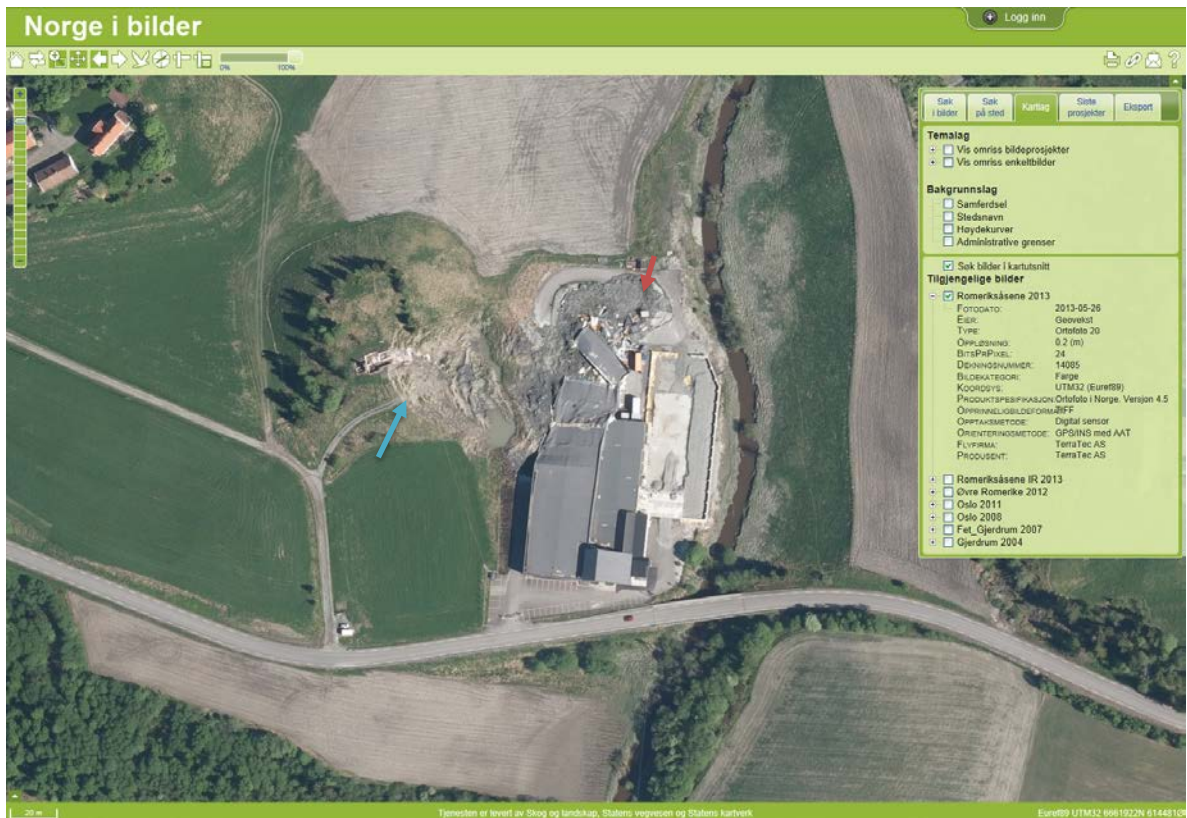
Figur 5. Topografiske kart fra Esp i Sør-Trøndelag. Kartene har samme målestokk, men ulik ekvidistanse (A: 1 m, B: 5 m). A: Topografi før skred gikk. B: Topografi etter skredhendelsen 01.01.2012. Høydekurver er endret i skredgrova og veien er borte (det røde punktet ligger i skredgrova).



**Figur 6.** Ortofoto fra Esp i Sør-Trøndelag (fra [norgebilder.no](http://norgebilder.no)). Bildet til venstre ble tatt den 01.05.2011. Bilde til høyre ble tatt den 22.05.2012, dvs. fem måneder etter kvikkleireskredhendelsen (01.01.2012). Skredmassene har vært transportert ca. 1200 m langs bekken, og disse massene (markert med rød pil) har litt mørkere grå farge enn den tømte skredgropa (lysere grå farge markert med oransje pil). Bredde av området som er berørt av hendelsen er opp til 150 m. Oransje firkant viser hvor punkt ble digitalisert i NSDB da skredet ble registrert.

Ved eldre skredhendelser eller ved skred som har gått i bebygde områder hvor det har vært mange endringer i topografi f.eks. bakkeplanering, kan det være vanskelig å se tydelige spor etter skredhendelser. Figur 9 viser et område hvor gikk et skred for ca. 40 år siden. På grunn av intensivt jordbruk i dette området, er det vanskelig å se spor etter hendelsen, men ut fra formen på høydekurvene antydes en skredkant (indikert med rød linje). I foten av den antatte skredgropa observeres ung skog (fiolett pil), som kan indikere at dette har vokst opp etter en skredhendelse. I dette tilfellet er skredhendelsen kjent, det er kvikkleirskredet ved Båstad i Østfold som gikk 05.12.1974. Hendelsen er beskrevet i Gregersen og Løken (1979), NGU (2012c) og NIFS (2014a) som kan bekrefte tolket utbredelse av skredet. Denne type informasjon er dessverre sjelden tilgjengelig for skredhendelser.

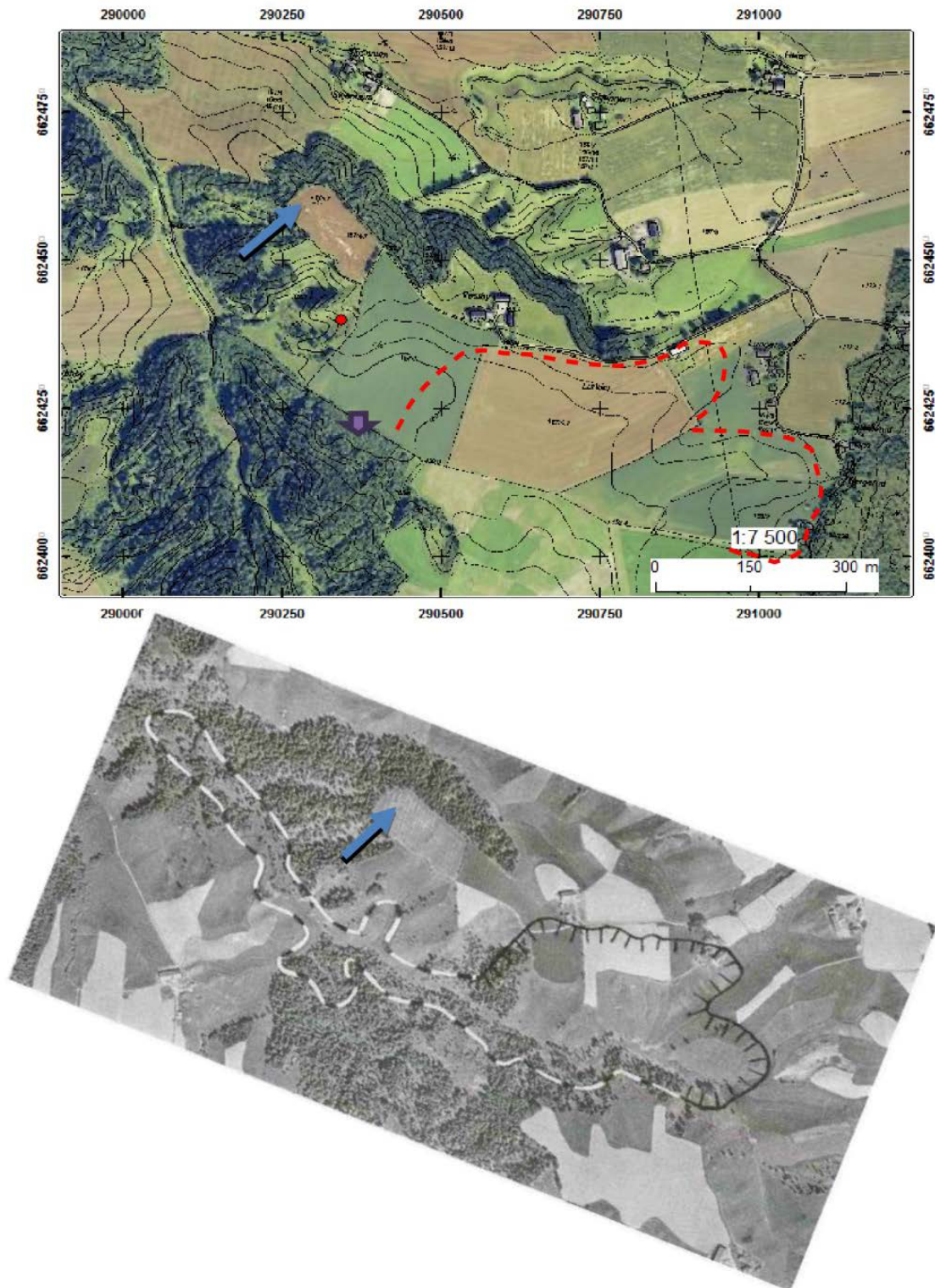
Både vertikalfoto og skråfoto kan benyttes til å bekrefte ikke bare sted, men også indikere skredmekanisme og dermed skredtype. Det finnes likevel noen utfordringer, f.eks. hvis skredhendelsen er gammel og den skjedde i et urbanisert område, jordsbruksareal eller i flate områder, kan det være vanskelig å se spor i terrenget/vegetasjonen. I tillegg hender det at området ikke er dekket av flybilder, eller at oppløsningen er for dårlig til å se detaljer.



Figur 7. Ortofoto fra leirskred i Gjerdrum i Akershus som gikk 20.05.2012 (fra norgeibilder.no). Øverste bilde ble tatt før skredet (01.05.2012). Nederste bilde ble tatt ca. ett år etter skredhendelsen (26.05.2013). Man kan se et nokså typisk sprekemønster i parallelle buer i utløsningsområde (blå pil), men også avsetning (rød pil) og ødeleggelser av bygning.



Figur 8. Flybilder fra før og etter kvikkleireskredet i strandsonen i Lyngen i Troms som gikk 03.03.2010 (fra norgeibilder.no). Øverst: flybildet ble tatt den 23.07.2004, seks år før skredhendelsen. Nederst: flybildet ble tatt den 16.08.2011 (ett år etter skredhendelsen) og viser utbredelse av skredet samt sikringstiltak og rehabilitert vei. Rødt punkt viser plassering av hendelsen i NSDB v. 1.



Figur 9. Topografi og flybilde fra området hvor kvikkleirskredet ved Båstad gikk 05.12.1974 (Trøgstad, Østfold). Øverst: flybildet er tatt ca. 40 år etter skredhendelsen og viser ikke tydelig spor av skred. Ved å legge topografisk kart over er det enklere å definere skredgropa (indikert med rød linje), men ganske ofte er det vanskelig å spore skredmassene. Fiolett pil markerer ung skog som kan antyde at dette har vokst opp etter en skredhendelse. Rødt punkt viser plassering av hendelsen i NSDB v. 1. Nederst: utbredelse av skredområdet inntegnet på foto få år etter hendelsen (modifisert etter Gregersen & Løken 1979). Merk at den blå pila peker på det samme området i begge bilder, for sammenligning.



Nyttige nettsider for flybilder:

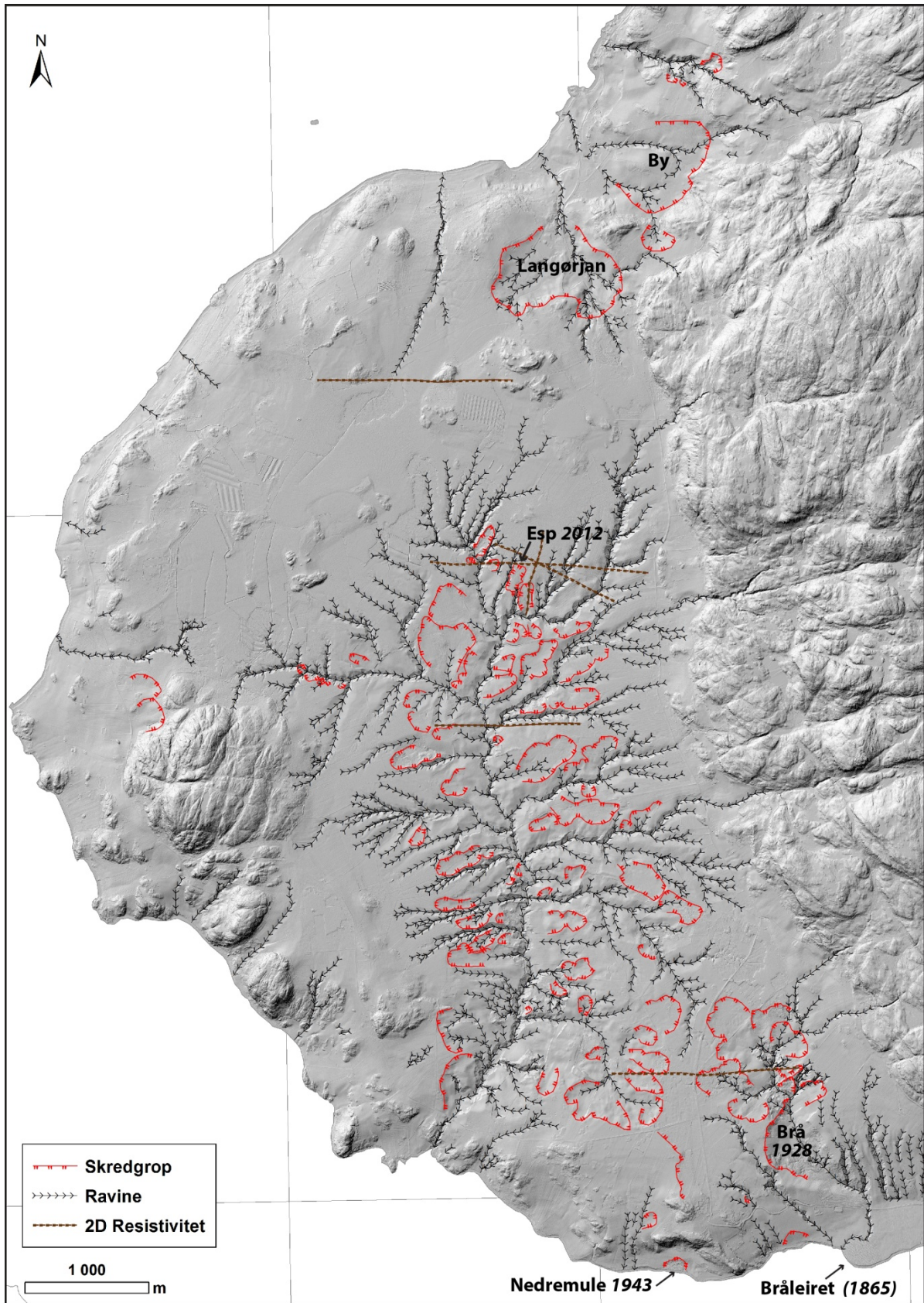
- Vertikalfoto/ortfoto:
  - [www.norgeibilder.no](http://www.norgeibilder.no) (hak av "Søk bilder i kartutsnitt" og tilgjengelige bilder kommer opp)
  - <http://kart.finn.no> (bruk fanen "Historiske")
  - [www.norgei3d.no](http://www.norgei3d.no) (basert på fly-/satelittfoto)
- Skråfoto:
  - Nasjonalbibliotekets samling: [www.nb.no/nbdigital/wideroe/](http://www.nb.no/nbdigital/wideroe/)

### 3.5 Lasermåling/LiDAR

LiDAR (Light Detection and Ranging) er en optisk fjernanalytisk teknologi som blant annet måler avstand til bakken ved hjelp av laserstråler. Når LiDAR måles fra et fly skytes hundretusenvis av laserpulser hvert sekund og retursignalet måles. Flyet er utstyrt med meget nøyaktig GPS og gyro-instrumenter som sørger for at hvert "laserskudd" er nøyaktig posisjonert. På den måten dannes en såkalt punktsky der hver laserretur betyr at laserstrålen traff et objekt for eksempel en tretopp, greiner, hus, infrastruktur, undervegetasjon, vann eller bakken. Moderne systemer har muligheten for å klassifisere laserreturen i forskjellige objekter, for eksempel "tretopp", "bakke", "infrastruktur" og "uspesifisert". På den måten kan punktskyen prosesseres slik at bare "bakkepunkter" brukes fra punktskyen, som i praksis betyr at vegetasjon og infrastruktur kan fjernes fra punktskyen. I den sammenheng har datakvaliteten mye å si. Tidlige LiDAR-prosjekter fra Kartverket brukte ofte en punkttetthet rundt 0,7 punkt/m<sup>2</sup>, mens nyere prosjekter bruker 5-10 punkter/m<sup>2</sup>. Etersom vi ikke bruker alle punkter i punktskyen siden vi kun er interessert i bakkepunkter, er det viktig med høy punkttetthet. Erfaringen er at 0,7 punkt/m<sup>2</sup> oftest er god nok ved generell kartlegging, men kan by på problemer ved tett vegetasjon (NGU 2014).

Skredgroper, raviner og fjellblotninger er noe av det som kommer godt fram på LiDAR-data, og man kan relativt enkelt kartlegge eldre og nyere skredgroper. På Byneset er det ved hjelp av LiDAR-data kartlagt tilnærmet hundre skredgroper i marin leire (se figur 10). Noen av disse er også kontrollert i felt (NGU 2015).

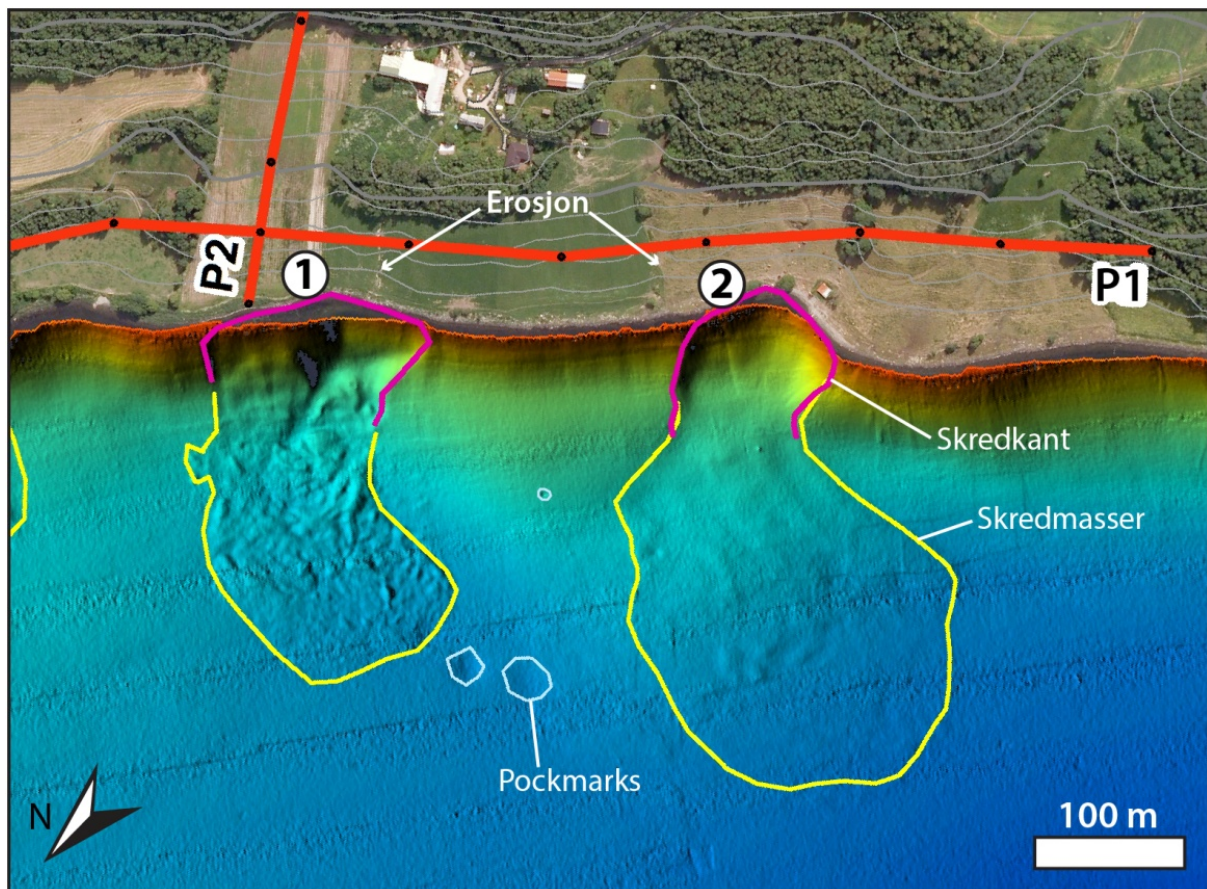
Har man tilgjengelig LiDAR-data (Kartverket) bør dette brukes om man ønsker å kartlegge skredhendelser i et område. Dekningsgraden er dessverre langt fra fullstendig i Norge, men nye områder skannes hvert år. Dekningskart kan finnes hos Kartverket ([www.kartverket.no/Kart/Laserskanning](http://www.kartverket.no/Kart/Laserskanning)).



Figur 10. Skredgroper og raviner kartlagt ved studie av LiDAR-data (fra Kartverket). Kjente skredhendelser/skredmasser er markert med navn. Legg merke til hvor tydelig fjellblotninger kommer fram i datasettet. Figuren er hentet fra NGU (2015).

### 3.6 Batymetriske data

Det er velkjent at undersjøiske skred kan starte under vann og forplante seg inn på land langs strandsonen. I tillegg kan undersjøiske skred være skadelig for undersjøisk infrastruktur og i noen tilfeller skape bølger som kan være ødeleggende i et større område (NGU 2012a, NIFS 2014b). Det er flere undersjøiske skredhendelser som er registrert i NSDB v. 1. Detaljerte batymetriske data er viktige for å kunne gjenkjenne og karakterisere undersjøiske skredgroper, skredmasser m.m. og forstå de bakenforliggende årsakene. Slik batymetrisk informasjon kan skaffes ved hjelp av geofysiske metoder som beskrevet bl.a. i referansene gitt over. Undersøkelser av undersjøiske skred kan være supplert med seismiske data og evt. sondering/prøvetaking. Figur 11 viser eksempel på bruk av batymetriske data for kartlegging av skred i strandsonen.



Figur 11. Eksempel på bruk av batymetriske data for kartlegging av skred i strandsonen. På land er det registrert erosjon i overflata. For å undersøke sedimentene på land, og dermed om skredene kunne forplante seg bakover, ble geofysiske undersøkelser gjennomført (2D resistivitetsprofil). Se mer om dette i prosjektet i NGU (2012b).

### 3.7 Geologiske kart og kvikkleiresoner

En måte å kontrollere og sannsynliggjøre om den geografiske plasseringen av registrerte skredhendelser er korrekt, er å sammenholde registrert plassering med det kvartærgeologiske kartgrunnlaget og kart over marin grense (MG). Karttjenesten 'Mulighet for marin leire' (MML) kan også brukes i dette arbeidet ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)). Datasettene og karttjenestene beskrives i mer detalj herunder. Med disse kan man for eksempel identifisere leirskredsregistreringer som feilaktig er plassert i områder der marin leire ikke forventes. Slike registreringer må derfor justeres/ændres ved hjelp av annen informasjon.

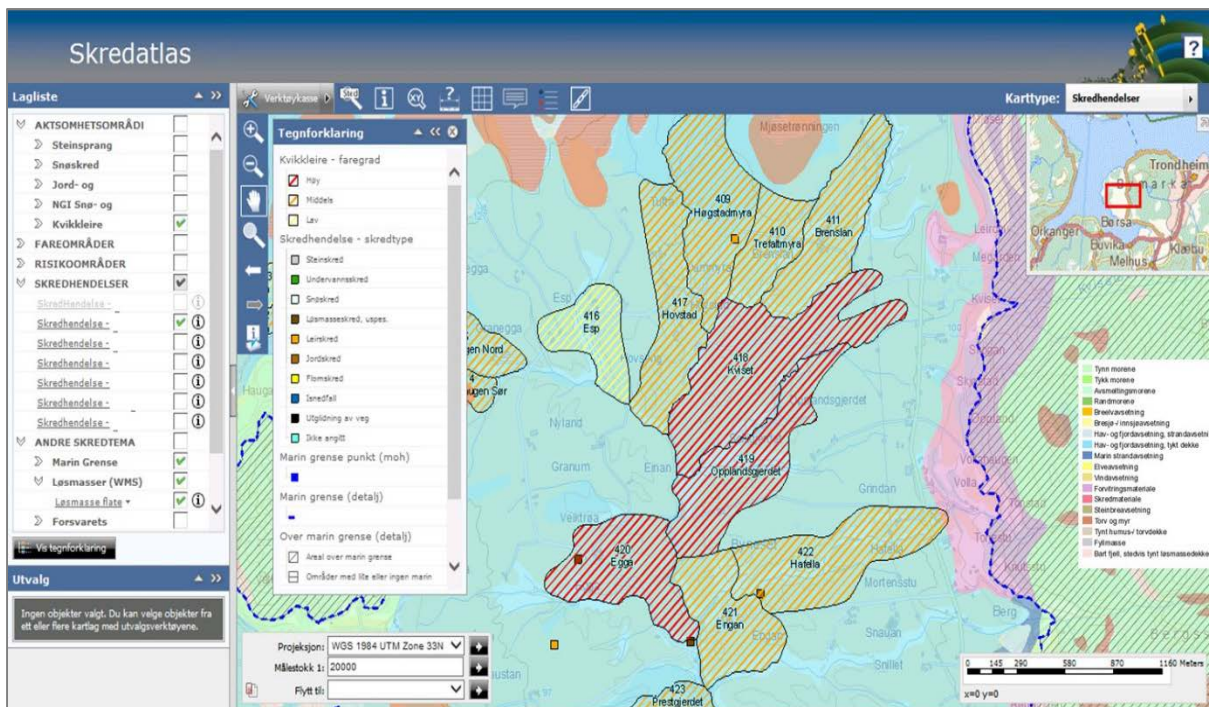
Kvartærgeologisk kart (også kalt løsmassekart) viser overordnet utbredelse, egenskaper og organisering av ulike typer løsmasser ved landoverflaten så som hav- og fjordavsetninger, skredavsetninger, elveavsetninger m.m. Det er viktig å påpeke at andre typer av løsmasser ofte finnes under de som er registrert ved landoverflaten. Målestokk for kartene varierer. Kart i målestokk 1:50 000 eller bedre anbefales i denne sammenheng for å vurdere geologien rundt skredhendelser.

Marin grense (MG) angir det høyeste nivået havet nådde etter siste istid i Norge. Dette avhenger av hvor man er i landet, og varierer mellom 0 og 220 moh. MG angir dermed det høyest mulige nivået for sedimenter opprinnelig avsatt i sjøen, inkludert hav- og fjordavsetninger og marin leire. Det er innen disse løsmassetypene det potensielt kan finnes kvikkleire og annen sensitiv leire. Slike materialtyper finnes ikke over MG.

Karttjenesten MML er basert på kvartærgeologiske kartgrunnlaget og kart som viser MG, og er et hjelpemiddel som viser hvor det er mulighet for å påtreffe hav- og fjordavsetninger og derfor marin leire, uansett om disse er blottet ved landoverflaten eller dekket av andre typer avsetninger. Karttjenesten angir dermed sannsynligheten for å finne marin leire og kan betraktes som et grunnlag for å identifisere områder hvor det må utvises generell aktsomhet mht alle typer leirskred, inklusive kvikkleireskred (Hansen et al. 2014).

Andre karttjenester som er benyttet er kart over kvikkleiresoner med potensiell fare og risiko for større kvikkleireskred ([www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)). Sonene er identifisert på grunnlag av kvartærgeologiske kart, topografiske kart og enkle geotekniske sonderinger. Sonene omfatter bare potensielle løsneområder for kvikkleireskred og ikke utløpsområder. Tilstedeværelse av kvikkleiresoner sannsynliggjør at kvikkleire kan ha vært involvert i nærliggende skredhendelser.

I figur 12 sammenstilles geologisk informasjon fra NGU med kvikkleiresoner i Skredatlas ([skredatlas.nve.no](http://skredatlas.nve.no)).



Figur 12. Eksempel på geologisk informasjon i skredatlas.nve.no sammen med kvikkleiresoner og skredhendelser. Løsmassedata er tilgjengelig fra [www.ngu.no](http://www.ngu.no). Dette er et eksempel fra Esp (Byneset, Sør-Trøndelag) (oransje firkant i sonen Høgstadmyra). Dette området er dekket av hav- og fjordavsetninger og ligger under marin grense. Fareanalyser viser at kvikkleiresonene varierer i farenivå fra lav til høy. Flere kvikkleireskred og leirskred har gått i dette området (andre firkanter i figuren). Sammenlign også med figur 11.

### 3.8 Befaring

Befaring i områder kan være tidkrevende, men om det er mulig vil dette gi gode tilleggsopplysninger til annen type informasjon man har samlet om skredhendelser. Lokalteter man er usikre på etter kartlegging ved bruk av f.eks. topografiske kart, flybilder eller LiDAR, kan i noen tilfeller bekreftes eller avkreftes i felt. På befaring vil man også lettere kunne komme i kontakt med lokalbefolkningen – som vil kunne komme med tilleggsinformasjon. En kombinasjon av ulike metoder er ofte gunstig, for i noen områder er det vanskelig å få full oversikt når man er på befaring. Figur 13 viser eksempel på befaring etter en skredhendelse i leirterreng.



**Figur 13. Befaring ca. en måned etter skredhendelse 28. mars 2004 ved gården Ingål på Inderøy i Nord-Trøndelag. Foto: IL Solberg.**

## 4 Anvendt prosedyre for kontroll av skredregistreringer i NSDB

I det følgende gis en gjennomgang av arbeidsprosessene som har vært brukt ved arbeid mot oppdatering av NSDB.

- Nedlasting av tabell over alle kvikkleireskred og leirskredhendelser registrert i NSDB v. 1 (data inntil 24. september 2012). Antall: 502
- Ekstra kolonner ble satt inn i tabellen for nye parametre
- Analyse av topografi i området rundt det markerte punktet i karttjenesten for å bekrefte skredrelaterte variasjoner i høydekurver rundt koordinatene registrert i databasen
- Analyse av flybilder tatt før og etter skred for å bekrefte sted og skredtype
- Analyse av geologi rundt punkt: Ligger punktet under marin grense? Er det marine leireavsetninger hvor punkt er plassert, eller kan det finnes marin leire på dypet? Er punktet innenfor/i nærheten av identifiserte kvikkleiresoner?
- Analyse av Statens vegvesen rapporter for å finne mer detaljerte data, spesielt om de hendelser som var vanskelige å bekrefte fra flybildeanalyser
- Samling og analyse av andre mulige data og rapporter, som f.eks. rapporter fra NGU og NVE, opplysninger fra aviser tilgjengelig på internett, og Furseth (2006)
- Kontroll/utsjekk av eventuelt dobbeltregistrering, kontroll av lokalitet, skredtype og dato
- Analyse av [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no) for å finne data om hydrometeorologiske forhold (nedbør, snøsmelting, grunnvannstilstand, osv.) for hendelser med kjent dato og for å belyse utløsningsårsak
- Digitalisering av linjer/polygoner for klare og synlige spor etter skredhendelser fra flybildeanalyse og informasjon fra gamle rapporter eller bilder

# 5 Problemer med registrerte skredhendelser i NSDB v. 1

Mengde og kvalitet på informasjon i NSDB v. 1 varierer mye på grunn av:

- ulike typer kilder/bakgrunnsmateriale
- ulike beskrivelser av skredprosesser
- ulike måter å registrere data på, ulike formål for registreringene

Informasjonen varierer også i alt fra foreløpige opplysninger til mye detaljerte og eksakte data. Tid og sted for skredhendelsene er ikke alltid nøyaktige, og det er flere eksempler på dobbeltregistreringer. Temaer med utfordringer kan oppsummeres på følgende måte, og de vil bli omtalt i det videre som egne delkapitler:

- 1) SkredID og dobbeltregistrering
- 2) Lokalisering
- 3) Dato og klokkeslett
- 4) Skredtype
- 5) Digitalisering av polygoner

## 5.1 Problem med SkredID og dobbeltregistrering

Den første utfordringen var problemer med skrednummerering, da hver skredhendelse har en egen SkredID som er en kode for å skille skredhendelser fra hverandre. For hver hendelse er det ulike IDer: objektID, skredID, slideID og annenID, og årsaken til dette er uklart. Problemet er illustrert i tabell 1 med eksempel fra skredet på Bekkelaget i 1953.

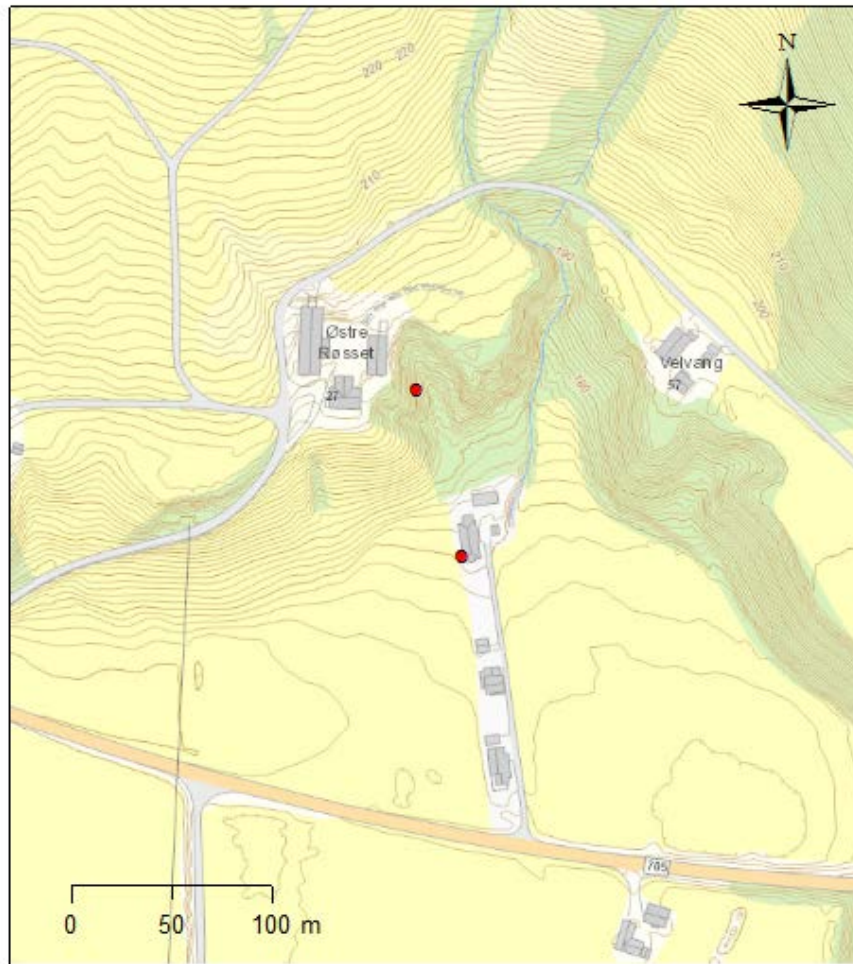
**Tabell 1. Sammenstilling av problemer med nummerering av leire- og kvikkleirskredhendelser, eksempel fra Bekkelaget skred i Oslo (07.10.1953).**

Type ID	Versjon av database oppdatert t.o.m. 2012 (lastet ned desember 2013 og brukt i denne analyse)	Versjon av database oppdatert t.o.m. 2009 (lastet ned i 2009 og også brukt i NGU 2012c)	Versjon av database oppdatert hver dag (siste versjon tilgjengelig i skrednett.no)
Object ID	39055		41707
SkredID			{1EAAA30E-FA68-4160-AC4C-900BA32596C2}
Slide ID		33207	
Annen ID			3006
SkredID_NGU	3006		



Noen av hendelsene analyserte i dette prosjektet er dobbelregistrert i NSDB v. 1, og tre typer feil ble funnet:

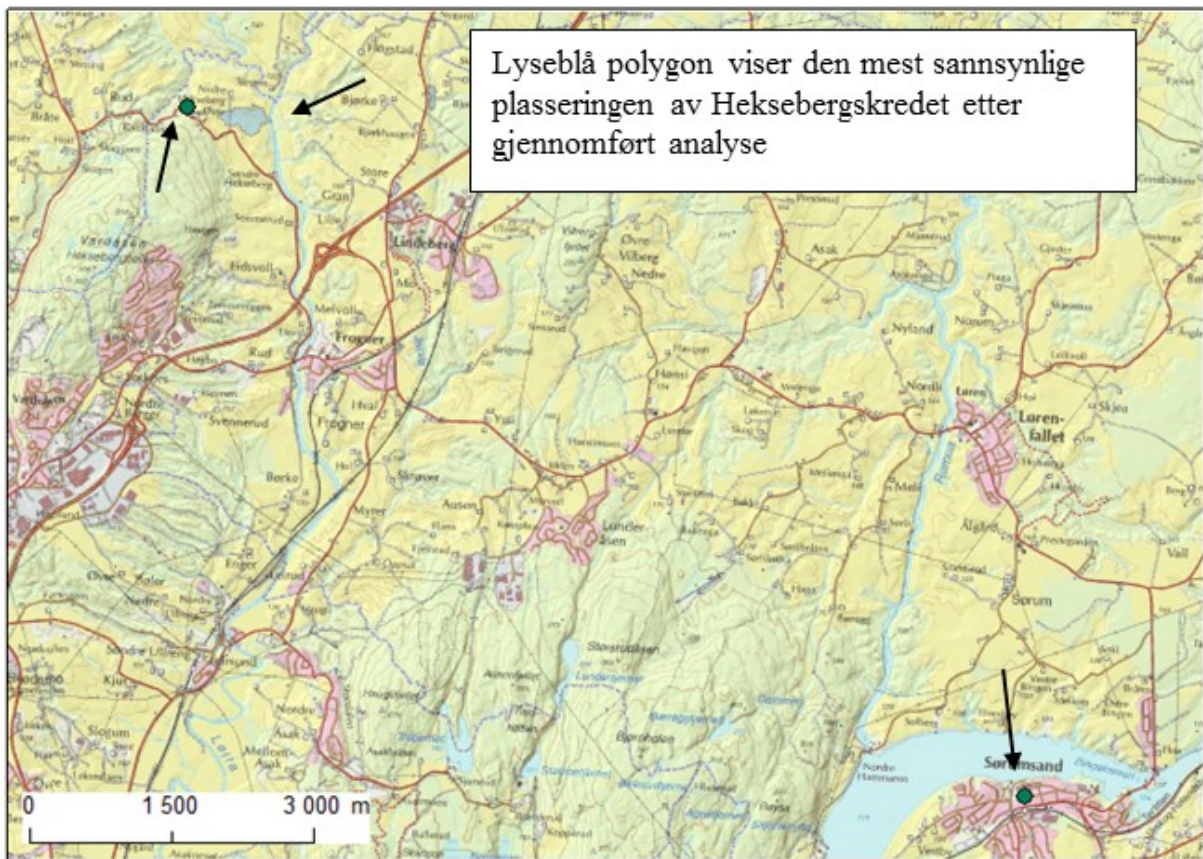
1. Samme hendelse, registrert to ganger av samme person/institusjon men på to ulike steder.  
Figur 14 viser eksempel på at Røssetskredet er registrert to ganger av samme person men plassering er gjort på ulike steder.



skredNavn_NGU	skredTidspunkt_NGU	kommentar_NGU	losneOmrader_NGU	kommune_NGU	noyaktighet_NGU	antallPersonBerort_NGU	personSkade_NGU
Røsset	18.04.1983	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	Ukjent
Røsset	18.04.1983	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	Ukjent

Figur 14. Eksempel på dobbeltregistrering av Røssetskredet (røde punkter).

2. Samme hendelse, registrert to ganger, av to ulike personer/institusjoner, plassert på forskjellig sted, registrert med ulike grad av detaljer, og vanligvis registrert som ulike skredtyper. Et godt eksempel er Heksebergskredet (figur 15). Punktet øverst til venstre på figuren viser hendelse registrert som leirskred. Samme hendelse er registrert nær Sørumsand som kvikkleireskred av en annen institusjon (nederst til høyre på figuren). Ved analyser i dette prosjektet er samme hendelse indikert med polygon (lyseblå farge). Det er indikasjoner som tilsier at de to grønne punktene er samme hendelse, men det er noe usikkerhet siden de ligger så langt fra hverandre. Denne type av problemer har oppstått fordi databasen hentet data fra to separate databaser, og data har ikke vært kontrollert for dobbeltregistreringer. Samme hendelse kan dermed være registrert to ganger.



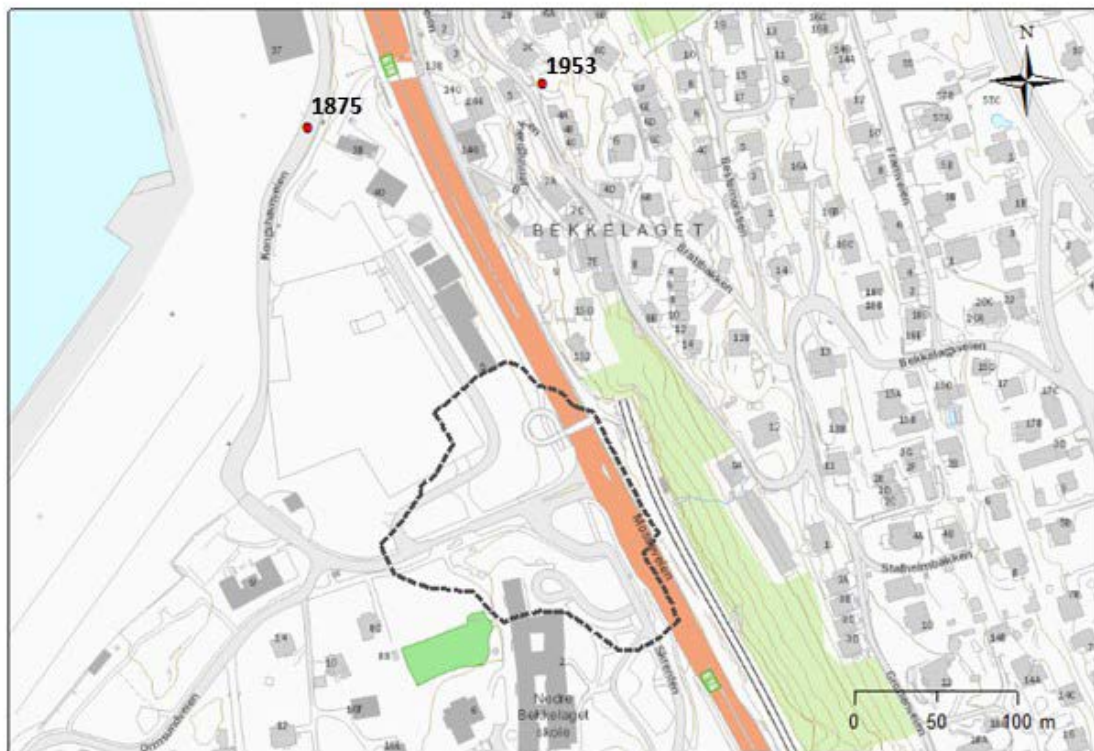
Figur 15. Dobbeltregistrering av Heksebergskredet (grønne punkter). I NSDB v. 1 finnes to punkter med samme skrednavn og dato, men registrert 11 km fra hverandre.

3. Hendelser registrert av ulike personer, plassert samme sted, men registrert som ulike skredtyper. Analysen viser at i NSDB v. 1, som inneholder data t.o.m. 2012, er det 147 skredhendelser som er klassifisert som "jordskred" eller "løsmasseskred uspesifisert", men det er mulig de bør klassifiseres som kvikkleireskred eller andre leirskred. Vi vet ikke hvor mange punkter som faktisk er dobbeltregistrerte på denne måten, og vi kjenner bare de som har samme plassering som skredhendelser fra nærmere analysert datasett.

## 5.2 Skrednavn og lokalitet

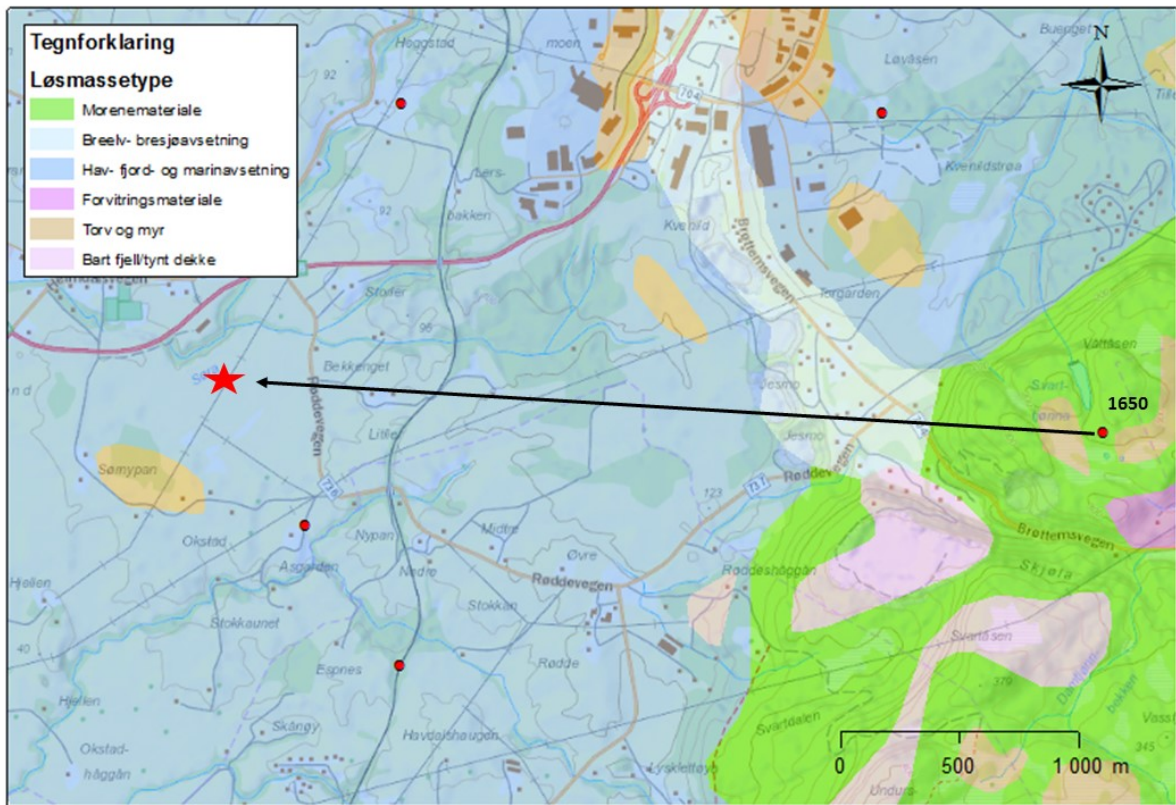
Mange leirskred og kvikkleireskred har fått et skrednavn i databasen som identifiserer dem. Skred i samme område/skredløp gis som regel samme navn og har et nummer i tillegg. Blant annet på grunn av dobbeltregistreringer er det mulig å finne to hendelser med samme navn. Noen ganger observerer man at skrednavnet er korrekt, men at skredpunktet er feil plassert, som eksempelet i figur 16 hvor skrednavnet er Hekseberg, men punktet er plassert i Sørumsand og ikke ved Hekseberg gård.

De fleste skredhendelser (punkt) er plassert der skredet har gjort skader på infrastruktur (bygning, vei, jernbane), men det finnes også mange som er plassert langt unna det aktuelle skadeområdet. En del punkter er plassert midt i skredgropa, som vist i figur 6. Noen punkter finnes ved siden av skredkanten, mens andre kan ligge noen hundre meter fra stedet hvor en vurderer at skredet gikk (f.eks. ut fra topografi og geomorfologiske tegn). Et godt eksempel på denne sistnevnte typen feil er skredet ved Bekkelaget i Oslo (figur 16). I alle kilder leser man at Mosseveien ble ødelagt på grunn av skredet, og det var også skader på jernbanelinje og stasjon før tunnelen. På koordinatene for skredhendelsen i NSDB v. 1 ligger jernbanen i tunnel og derfor er det umulig at det oppstod slike skader som det ble rapportert. Det betyr at skredet sannsynligvis gikk lengre sør enn angitt i NSDB v. 1, noe som bekreftes i Eide & Bjerrum (1955).



Figur 16. Eksempel på feilplassert skredlokalitet, fra skredet ved Bekkelaget i Oslo i 1953. Rødt punkt 1953 viser lokalisering til registrert punkt i NSDB. Den stiplende svarte linjen viser riktig lokalitet og arealet til skredet. I figuren vises også lokalisering i form av punkt til et annet skred som gikk her, i 1875.

Et annet eksempel på feilplassering er skredet på Leinstrand i Sør-Trøndelag (figur 17). I NSDB v. 1 er koordinatene plassert over marin grense, i moreneavsetninger. Informasjon fra Furseth (2006) antyder at det er umulig å få plass til en så stor skredhendelse på dette stedet. Ytterligere informasjon om sted, geologi, størrelse og skader har vært viktig for å korrigere plasseringen. I NSDB v. 2 vil stedfestinger ha en forbedret nøyaktighet.



Figur 17. Skredet ved Leinstrand (som gikk i 1650). Rødt punkt på høyre viser plassering av skredpunktet i NSDB v. 1, rødt stjerne viser lokalitet hvor punktet burde ha vært plassert. Andre røde punkter i figuren representerer andre registrerte skredhendelser i NSDB v. 1. Bakgrunnskartet er et løsmassekart fra NGU.

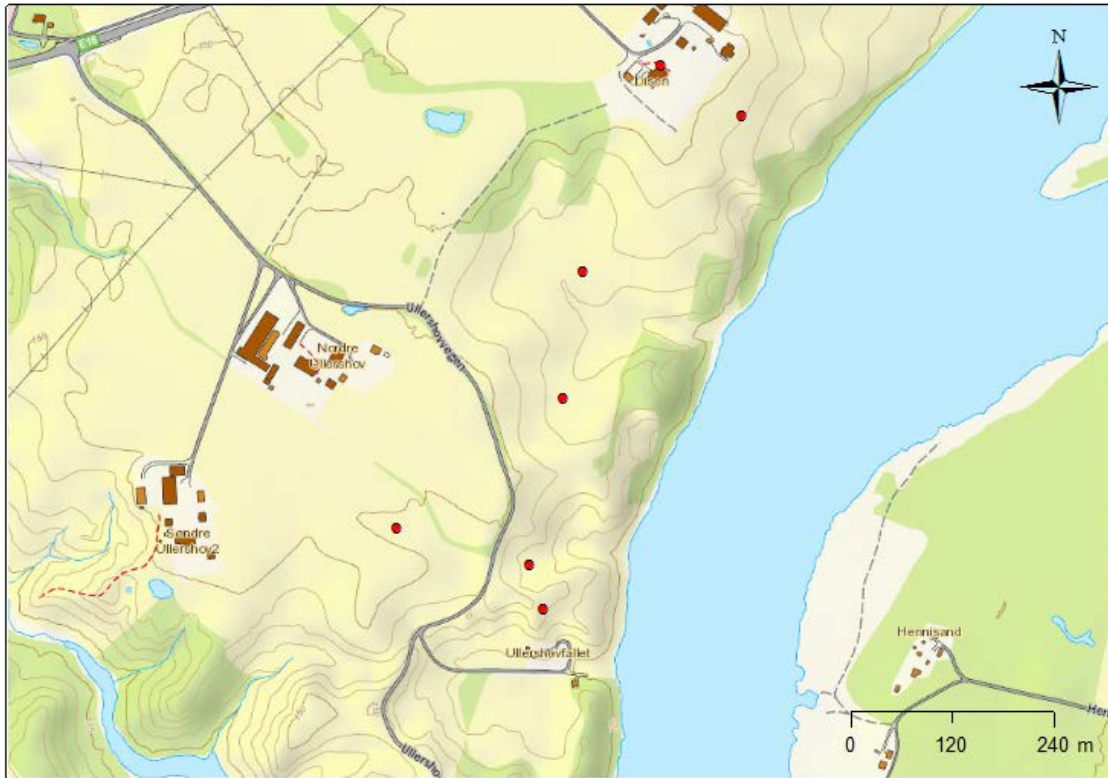
Et annet eksempel på samme type feil er skredet ved Angelskjæret i Nord-Trøndelag. Punktet for dette skredet er plassert ute i fjorden, ca. 9 km fra stedet skredet trolig gikk (figur 18). Ved Ilang og Ilangskogen forekom det to hendelser, begge er dobbeltregistrerte og begge punkter har feil plassering (figur 19). Noen ganger er det vanskelig å vurdere eksakt plassering av punkt for en skredhendelse hvis det finnes lite informasjon, spesielt når mange skred har gått i samme område. Figur 20 viser eksempler på dette i Ullershov- og Disenområdet.



Figur 18. Skredet ved Angelskjæret i Nord-Trøndelag. Rødt punkt til venstre (svart pil) representerer plassering i NSDB v. 1, og den stiplende svarte linjen på høyre side (svart pil) viser mulig riktig sted for hendelsen (basert på informasjon i opprinnelige dokumenter og geomorfologiske analyser).



Figur 19. Punkter viser (feil)plassering og dobbeltregistrering i NSDB v. 1: Ilang (røde punkter) og Ilangskogen (blå punkter). De stiplende linjene viser oppdatert plassering og omfang av de to skredområdene: Ilang (rød linje) og Ilangskogen (blå linje).



	skredNavn_NGU	skredTidspunkt_NGU	registrert_NGU	skredtype_NGU
	Disen-eng	25.07.1630	Astor Furseth	Leirskred
	Ullershov	25.07.1699	Astor Furseth	Leirskred
	Lille Ullershovfall	26.01.1725	Astor Furseth	Leirskred
	Ullershovfallet	01.10.1725	Astor Furseth	Leirskred
	Sørjordet	15.11.1772	Astor Furseth	Leirskred
	Ullershov	15.07.1816	Astor Furseth	Leirskred
	Disen	18.11.1816	Astor Furseth	Leirskred

Figur 20. Eksempel på område med mange skredhendelser som også vises ut fra høydekurvene. Mulig at (de røde) punktene i NSDB v. 1 kan være noe feil plassert.

### 5.3 Tidspunktangivelse for skredhendelser

For de registrerte skredhendelsene i NSDB v. 1 er dato ofte upresis og mangelfull. Dersom tidfestingen er angitt med nøyaktighet, kan datoen brukes i analyser. Noen ganger angir datoen i rapporter når befaringen ble gjennomført, og ikke når skredet gikk. Rapporter for grunnundersøkelser kan ha blitt utarbeidet flere år etter at skredet gikk. Hendelser som mangler dato kan ikke benyttes til statistisk analyse, spesielt ikke hvis de skal brukes for kobling mellom hydrometeorologiske data og forekomst av hendelser. Mange førhistoriske skred har ukjent eller antatt alder og gjenkjennes i geomorfologien. Noen av disse er beskrevet i NGU (2012c). For disse er det nødvendig å bruke geomorfologiske analyser sammen med geokronologiske undersøkelser for å finne eller verifisere alder.

## 5.4 Skredtype

Kontroll av skredhendelser i NSDB v. 1 viser at de fleste kvikkleireskred er registrert som leirskred. Analysen viser at det er mulig å skille kvikkleireskred fra andre leirskred når man registrerer dem i databasen, men hendelser må da være veldig godt dokumentert. Noen ganger er det vanskelig å skille mellom skredtypene fordi rapportene/kildene har en lav kvalitet mht dokumentasjonen. Andre ganger er hendelsen blitt registrert som leirskred, hvor det faktisk var et jordskred. Dette kan avdekkes når hendelsen har skjedd over marin grense i bratt terreng.

## 5.5 Digitalisering

Analyse av topografi og ortofoto ga oss muligheter til å identifisere skredområder og å digitalisere skredhendelser som polygoner/linjer. For noen skredhendelser var digitalisering av omfang vanskelig siden de forekom i flate eller tettbebygde områder, eller fordi vi ikke hadde tilgang til ortofoto. Grensene til linjer/polygonene må regnes som foreløpige. LiDAR er ikke blitt brukt til å digitalisere skredområdene i forbindelse med utkastet til NSDB v. 2 men har potensial for fremtiden.

## 5.6 Tilleggsinformasjon

I analysen har vi prøvd å finne rapporter/bakgrunnsinformasjon med beskrivelse for hver enkelt skredhendelse. For mange av dem ble informasjon funnet i geotekniske rapporter fra Statens vegvesen og Furseth (2006). Statens vegvesens rapporter inneholdt informasjon om skredhendelser langs/nær veg, men ikke alle skred langs veg var dokumentert. For noen hendelser manglet vi tilgang til geotekniske rapporter fra private konsulenter. Noen steder fant vi rapporter med omtale om grunnforhold fra noen hundre meter til noen kilometer fra skredhendelsen. Vi brukte disse rapportene når de var mer enn én km fra skredhendelsen, dersom området hadde samme geologi. Hvis hendelsen gikk i en dal nær til elv, brukte vi ikke data fra rapporter fra andre side av elva hvis de var mer enn 300 m fra skredpunktet. For en del rapporter hvor skredhendelser var omtalt, var det av og til usikkert om rapporten beskrev hendelsen vi var interessert i.

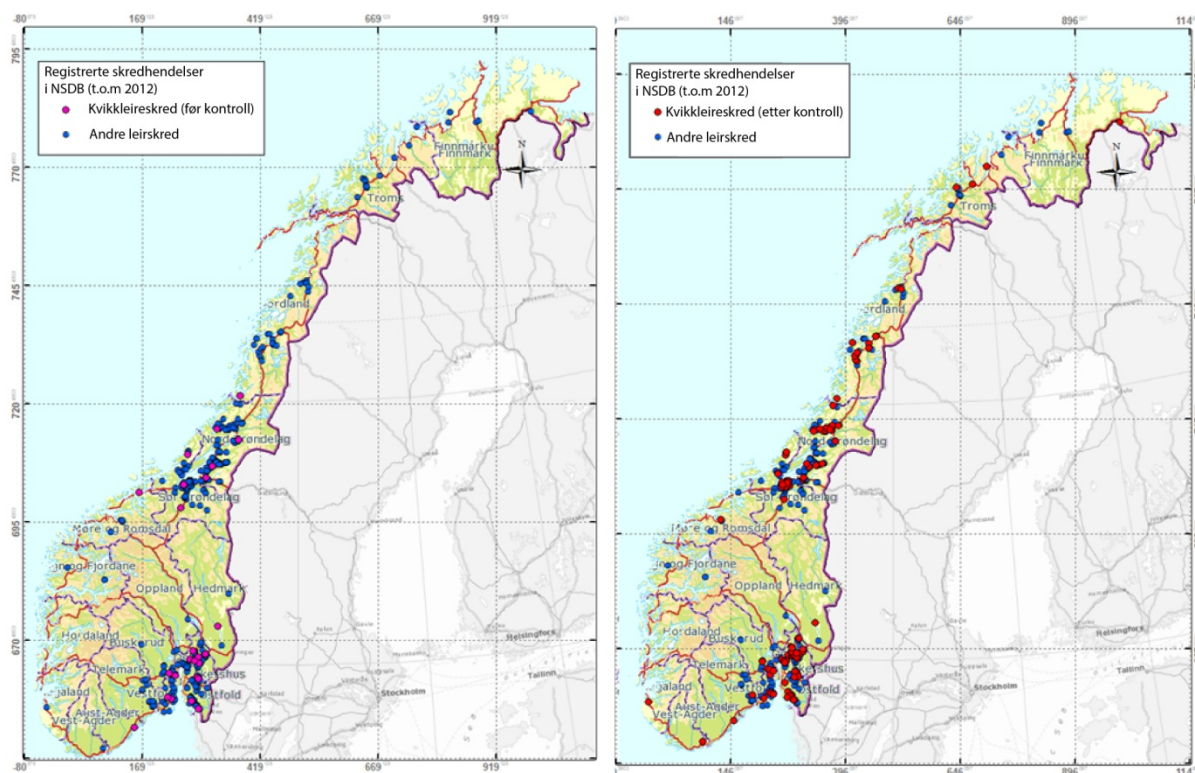
Hvis det var rapporter fra nær skredområdet, der det var påvist kvikkleire og det var lite nøyaktig informasjon om skredhendelsen, behandlet vi skredet som et kvikkleirskred. Geotekniske rapporter som handlet om andre leirområder ble ikke benyttet. Vi kunne ikke analysere alle rapporter fra Statens vegvesen fordi noen av dem ikke var tilgjengelige i elektronisk format, f.eks. rapporter fra Region Øst og Region Midt. Her fikk vi bare tilgang til noen oppsummeringsrapporter som handler om skredhendelser fra disse områdene.

For gamle skred (eldre enn 1940) mangler ofte god informasjon, og de er sjelden dokumenterte. Noe informasjon kan finnes f.eks. i kirkebøker, bygdebøker og rettsprotokoller, men ganske ofte for disse hendelsene er både sted og tidfesting usikker.

## 6 Analyse av data og resultater

I nett-tjenesten til NSDB v. 1 finnes 502 leirskred- og kvikkleireskredhendelser visualisert i form av punkt. Analysene er utført på versjonen av NSDB som ble lastet ned i desember 2013 og inkluderer data til og med 2012 (NSDB v. 1). Data om de fleste skredhendelsene har vært lagt inn i NSDB av NGU (ved historiker Astor Furseth) og NGI. Ingen skred har vært lagt inn i NSDB av Statens vegvesen eller Jernbaneverket, fordi de ikke har hatt kvikkleireskred som skredtype i sine registreringsprosedyrer (Heidi Bjordal, personlig meddelelse).

Forskjell i fordeling av skredhendelser for kvikkleireskred og andre leirskred i Norge fra hhv NSDB v. 1 og utkast til NSDB v. 2 er vist i figur 21. De fleste registreringer er fra Østlandet (spesielt fylkene rundt Oslofjorden), i Trøndelag og i Nord-Norge. Veldig få registreringer er gjort på Vestlandet og i Agder-fylkene.



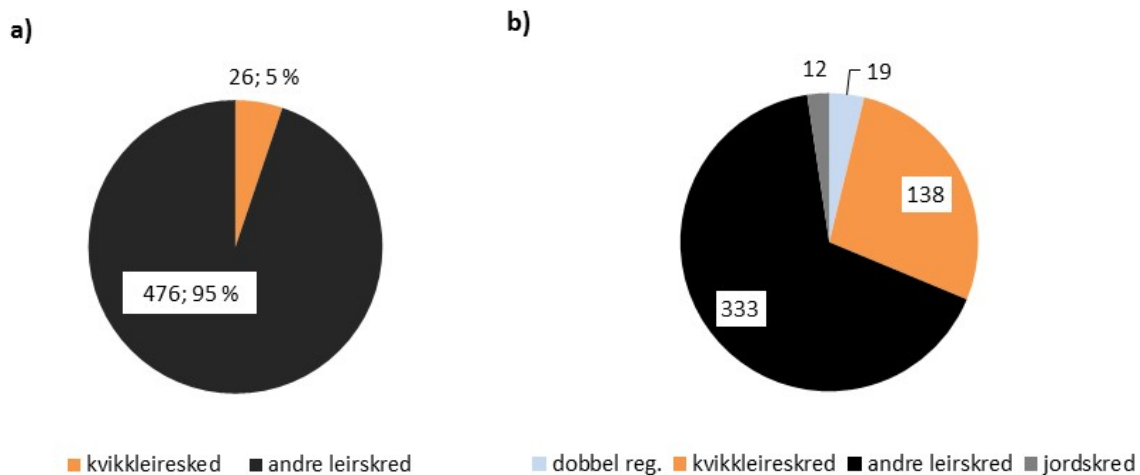
**Figur 21. Visualisering av fordelingen av kvikkleireskred og andre leirskred som registrert i NSDB til og med 2012. Venstre: data før kontroll og oppdatering (NSDB v. 1), Høyre: data etter kontroll i utkast til NSDB v. 2.**

Kontroll viser at 95 % av skredhendelsene i NSDB v. 1 var registrert som ”andre leirskred” og kun 5 % som kvikkleireskred. 19 av de opprinnelig 502 hendelsene var dobbeltregistrerte (Fig. 22). Under oppdatering ble den delen av dobbeltregistreringene som hadde mindre detaljer enn den andre i databasen fjernet. Videre kontrollerte vi lokalitetene basert på analyse av flybilder, topografi og informasjon fra opprinnelige dokumenter. Skredtyper ble også vurdert pånytt.



Analyse og kontroll viser at det i etterkant kan være vanskelig å skille mellom begrepene ”kvikkleireskred” og ”leirskred” slik som det er brukt i NSDB v. 1. Dette er fordi begrepene ofte har vært brukt som synonymer, og på grunn av manglende eller ufullstendige detaljer og beskrivelser i kommentarfeltet i NSDB, eller i de opprinnelige rapportene. For å sortere de to skredprosesser ut fra tilgjengelig kildemateriale, har vi brukt kriterier og egenskaper beskrevet i kapittel 2.

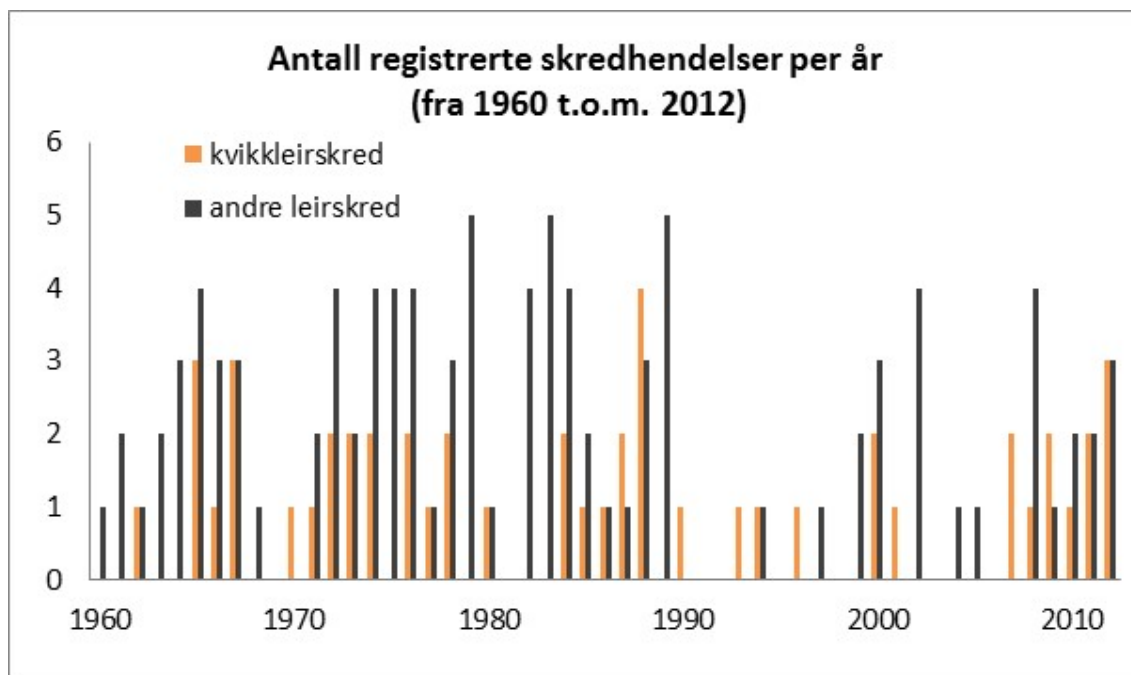
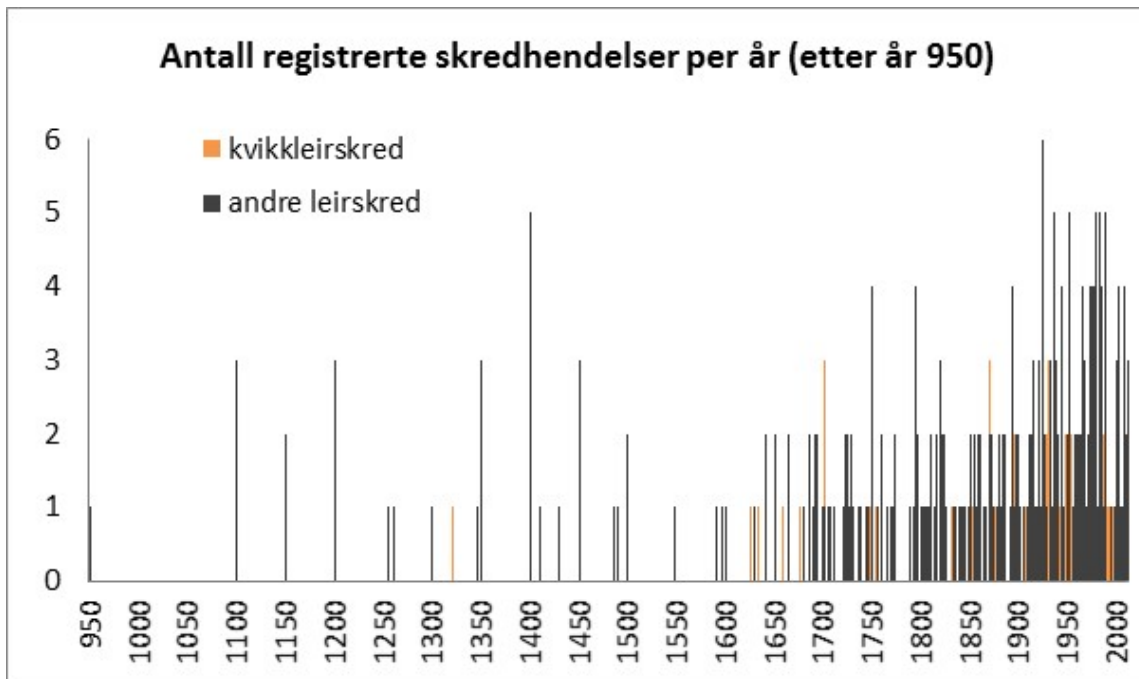
Etter kontroll ble 12 skredhendelsene klassifisert som jordskred (figur 22). Dette ble gjort når punktet var plassert utenfor og over marin grense, i fjellandskap, i bratte skråninger og/eller fordi beskrivelse i de opprinnelige dokumentene antyder at det var en annen skredprosess enn kvikkleireskred.



**Figur 22. Prosentvis fordeling av det som er registrert som henholdsvis ”kvikkleireskred” og ”andre leirskred” i NSDB v. 1: a) før kontroll og b) etter fjerning av dobbeltregistreringer. 502 skredhendelser er med i analysen.**

Den eldste kvikk- og leirskredhendelsen registrert i NSDB v. 1 er fra år 950 og den yngste hendelsen er fra 24.09.2012 (figur 23, øverst). Registrerte skredhendelser fra før 1800 har ofte stor usikkerhet i dato (noen ganger  $\pm 10$  år, 50 år eller 100 år). For disse finnes lite eksakt informasjon tilgjengelig, men ofte er det de store skredhendelser med store skader som har vært rapportert i gamle dokumenter og krøniker. Ingen opplysninger om slike gamle skredhendelser fra områder som da kanskje var ubebodde, er kjent.

Datsettet viser at det er registrert mange skredhendelser fra de siste 200 år. Dette kan skyldes befolkningsøkningen rundt 1800. Fra 1800-tallet er det flere registreringer av hendelser, bedre dokumentasjon og rapportering. Når man analyserer data fra 1960 t.o.m. 2012 observerer man en ujevn fordeling i tid av registrerte skredhendelser (figur 23, nederst), med få registreringer i noen perioder (f.eks. 1990-2005).



**Figur 23. Antall registrerte skredhendelser i utkast til NSDB v. 2 per år. Øverst: alle skredhendelser registrert per år etter år 950 (471 hendelser). Nederst: skredhendelser registrert per år fra 1960 t.o.m. 2012 (150 hendelser).**

De eldste registrerte skredhendelsene i NSDB v. 1 har ofte ukjent dato og meget usikker lokalisering, mens registrerte skredhendelser etter 1800-tallet har relativt god informasjon, spesielt opplysninger om lokalitet og skadeomfang. Skredhendelsene fra etter 1960-tallet har vanligvis bedre datofesting og tidspunkter, med informasjon om nøyaktighet og ofte detaljert informasjon om årsaker (menneskelig eller naturlige). Disse har også ofte en god beskrivelse av skredprosess og skredets utvikling de påfølgende dagene, som er typisk for kvikkleireskred.

Det er likevel en god del av de nyere registrerte skredhendelsene som har lite informasjon om bl.a. skader og skredtype, og lokalitetsbeskrivelsen kan være upresis.

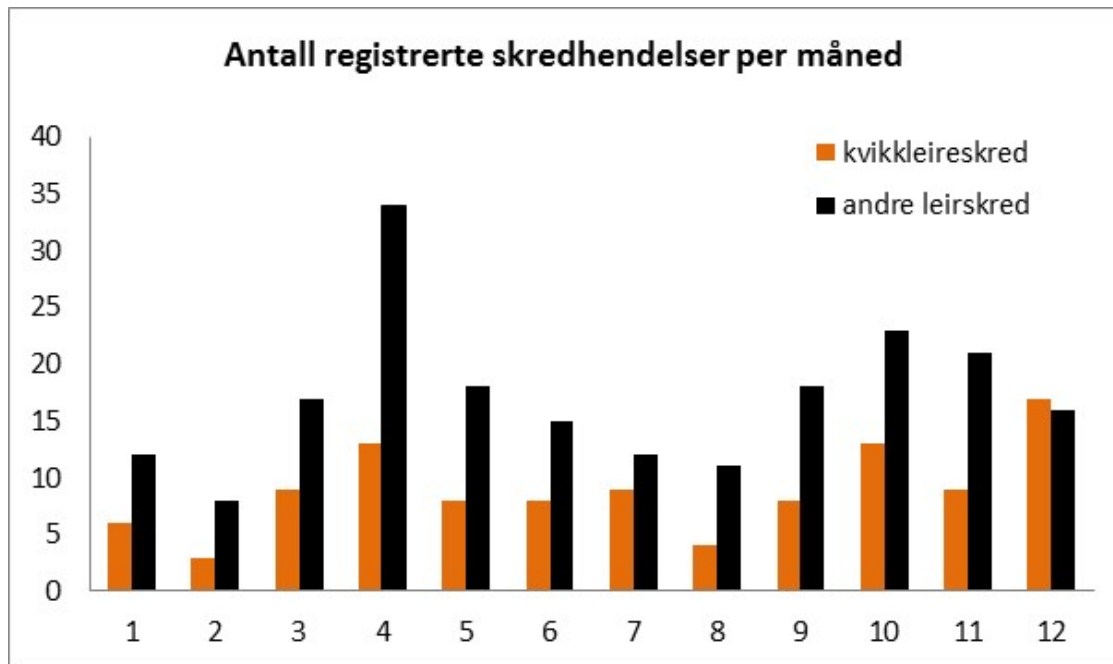
Kun 322 skredhendelser er registrert i NSDB med nøyaktig dato. Eksakt tidfesting er viktig, spesielt når man skal benytte hydrometeorologiske data for hendelser som kan ha vært naturlig utløst. Figur 24 viser fordeling av registrerte skredtyper som har gode data om skredtype, nøyaktig dato, riktig lokalisering. Disse betraktes som gode data for analyser.



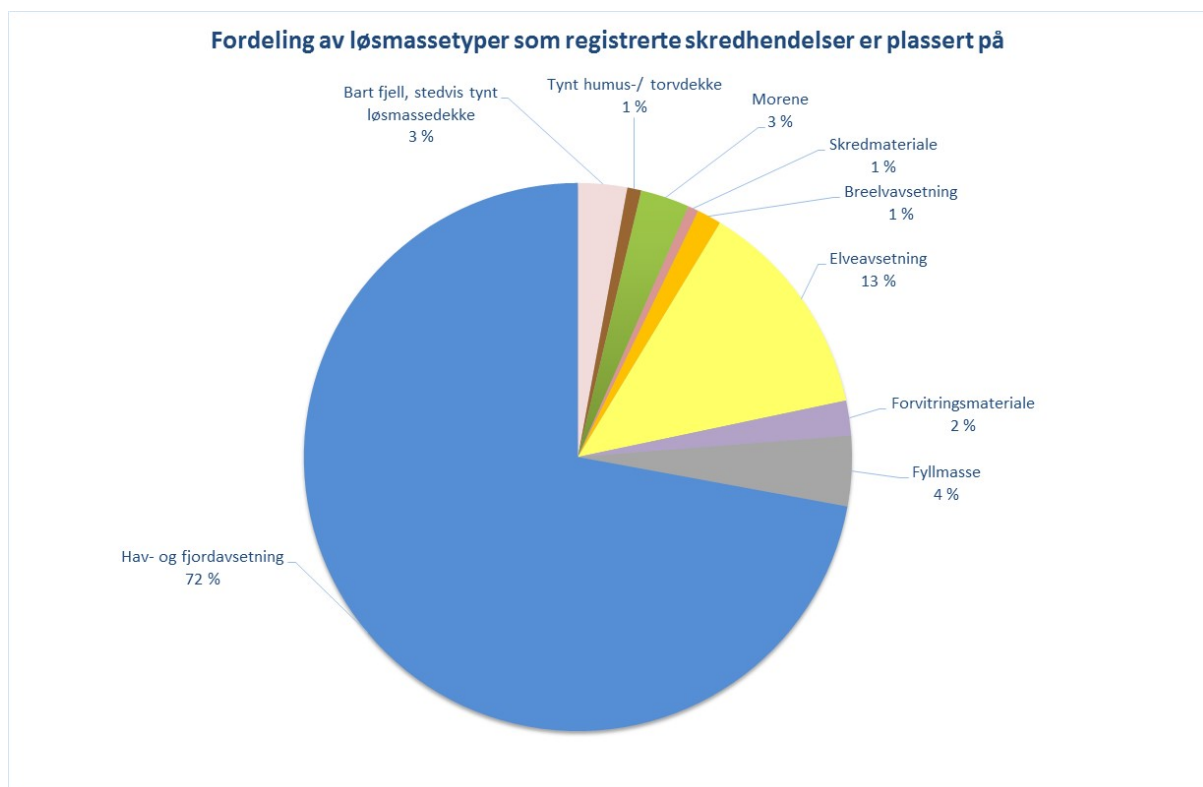
**Figur 24** Prosentvis fordeling av registrerte skredtyper i utkast til NSDB v. 2 med nøyaktig dato og som betraktes som datasett av god kvalitet og egnet for statistisk behandling. Framstillingen er basert på 322 hendelser. 180 hendelser har dårligere kvalitet og er ikke med i analysen.

Når man analyserer fordelingen av registrerte kvikkleireskredhendelser per måned, observeres ikke noen spesiell konsentrasjon av hendelser i en spesifikk årstid, og skredene er fordelt over hele året. Dette kan forklares med det faktum at mange er utløst av menneskelige aktiviteter. Når man ser på fordeling av registrerte "andre leirskred", ser det ut til at de fleste skredene forekommer om våren og høsten, og med laveste antall av skredhendelser i periodene juli-august og januar-februar (figur 25). Disse skredene kan være mer påvirket av klima og nedbør enn kvikkleireskred.

Under kontroll og oppdatering av data (lokalitet og skredtype) var det nyttig å bruke grunnundersøkelser fra Statens vegvesens database. Som forventet er ca. 96 % av de registrerte punktene for kvikkleireskred og andre leirskredhendelser plassert i områder under marin grense, og i områder dekket av marine hav- og fjordavsetninger (figur 26). Mange ligger også i områder med fluviale avsetninger. Det finnes en mindre prosentandel av registrerte skredhendelser som ligger i andre løsmassetyper. Disse er også vurdert som riktig plassert, da en ganske ofte finner marin leire under andre typer løsmasser (Hansen et al. 2014). For noen få registrerte hendelser var plasseringen usikker. Analyser viser at noen registrerte kvikkleireskred og andre leirskred har vært plassert høyt over marin grense og i morenemateriale. Disse ble vurdert til å være jordskred.



Figur 25. Antall registrerte skredhendelser i utkast til NSDB v. 2 per måned (312 hendelser, fra år 1345 til og med 2012).

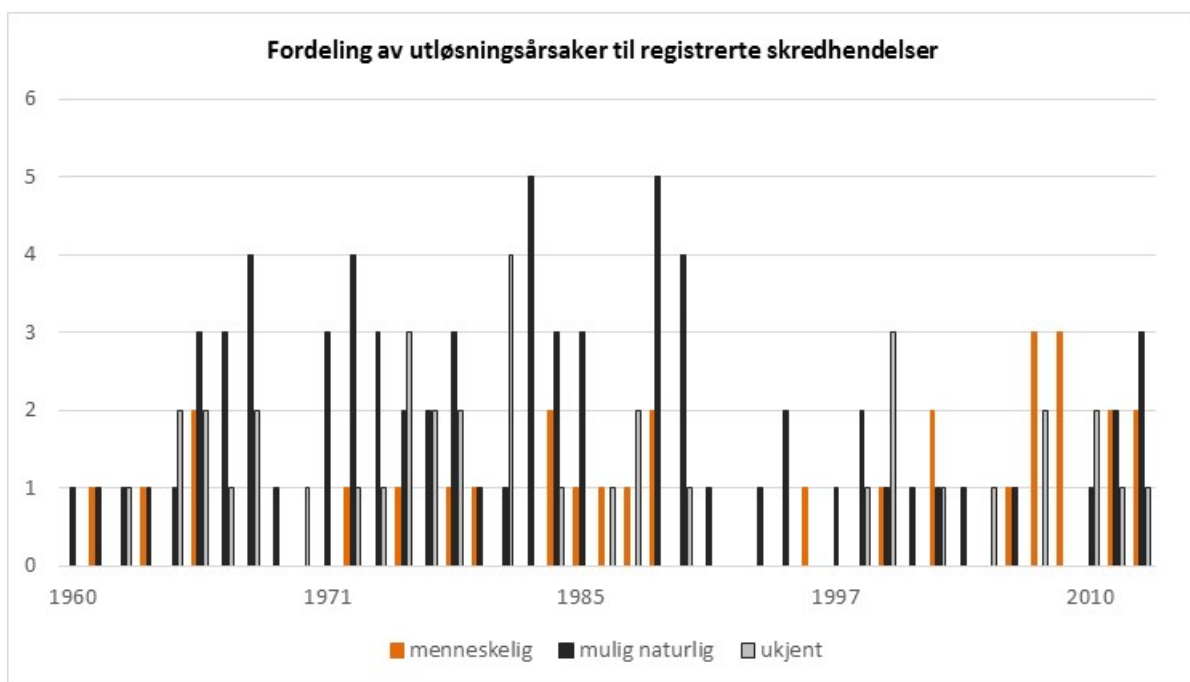


Figur 26. Prosentvis fordeling av løsmasstyper som leirskred (inkludert kvikkleireskred) er plassert på i utkast til NSDB v. 2. 483 hendelser er med i analysen.

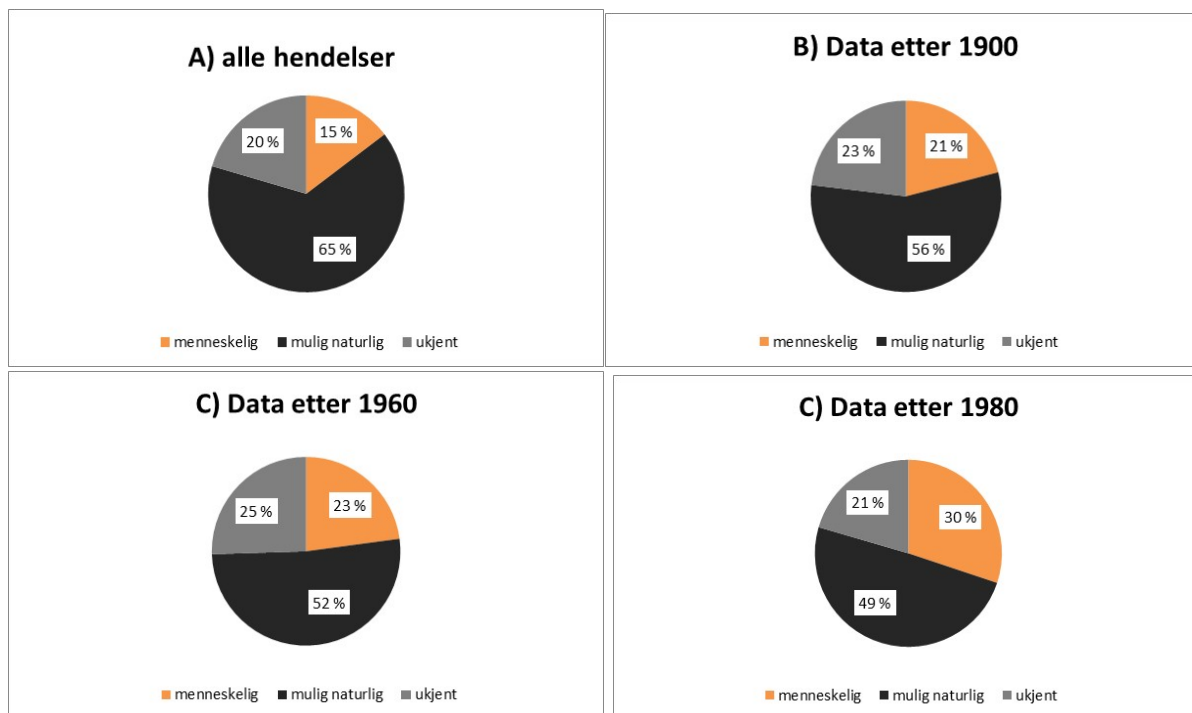
## 6.1 Skredårsaker

De fleste kvikkleireskredhendelser i historien er utløst av naturlige årsaker, hvor erosjon i vassdrag er den vanligste. I nyere tid har likevel menneskelig aktivitet blitt en svært vanlig utløsende årsak, og trolig blir disse skredhendelsene registrert fordi de skjer i bebygde områder og ofte får store konsekvenser. De siste 200 år har det vært omfattende utvikling av infrastruktur og utbygging i områder med marine avsetninger. Noen skredhendelser er utløst av en kombinasjon av naturlige årsaker og menneskelig aktivitet.

Analysen bekrefter at aktiviteter som utbygging, boring, sprengning, fylling, graving, dårlig drenering, planering av jord, og graving/utbygging bl.a. i strandsonen er blant de hyppigst forekommende årsaker til skred. En gammel hendelse ble også utløst av bombing fra fly under krigen (Herøya, 1943, rapportert i Furseth, 2006). Figur 27 viser antall registrerte hendelser utløst av menneskelig, mulig naturlig eller ukjent årsak fra 1960 til 2012. Figuren antyder at antall registrerte hendelser med menneskelig aktivitet som utløsende årsak øker etter 1980. I 1977, 1978, 1986 og 2009 ble alle registrerte hendelser utløst av en menneskelig aktivitet. For skredhendelser før 1960 vi vet i liten grad årsak på grunn av manglende rapportering. Figur 28 viser økning av registrerte menneskeskapte skred etter 1980.



Figur 27. Fordeling av antall registrerte hendelser av kvikkleireskred og andre leirskred i utkast til NSDB v. 2 ut fra utløsningsårsak fra 1960 til 2012. 153 hendelser er med i analysen.



**Figur 28. Prosentvis fordeling av utløsningsårsaker til registrerte kvikk- og leirskredhendelser for ulike tidsperioder i utkast til NSDB v. 2. Antall hendelser med i hver analyse gitt i parentes: A) alle hendelser (483), B) etter 1900 (277), C) etter 1960 (153), D) etter 1980 (83).**

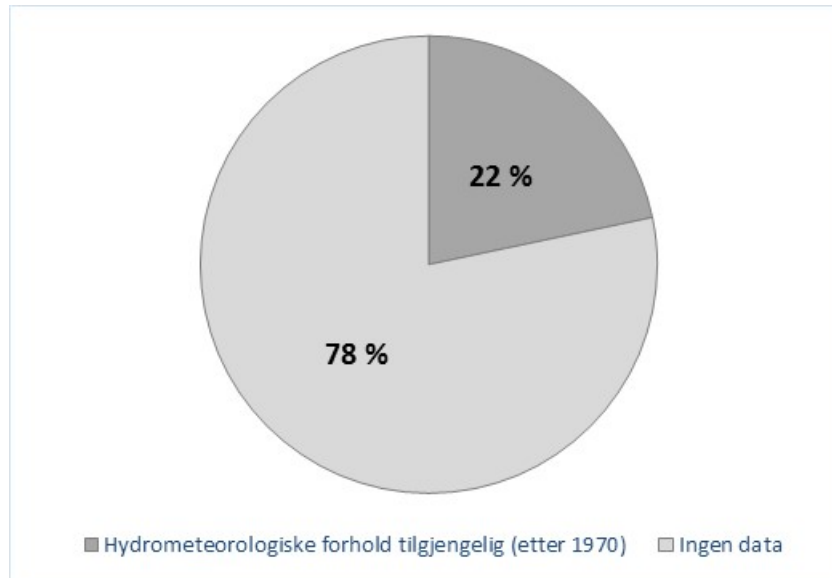
I tillegg til denne analysen basert på fra informasjon fra rapporter, har vi gjennomført analyse av utløsende årsaker for registrerte skredhendelser etter 1957, siden det finnes lett tilgjengelige hydrometeorologiske data i nett-tjenesten [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no). Analysen ble gjennomført for å bekrefte om de som ble definert mulig naturlig utløst (Fig. 27 og 28) trolig var utløst av naturlige årsaker. 137 hendelser ble analysert, og en komplett liste over disse finnes i vedlegg B.

For hendelser mellom 1957 og 1970 har vi fra [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no) analysert observasjonsbaserte griddata (1x1 km<sup>2</sup>) av nedbør og temperatur. Fra 1970 har vi i tillegg til nedbør og temperatur også simulerte griddata av grunnvann, regn og snøsmelting, og vannmetningsgrad. Derfor har vi videre analysert kun 105 hendelser etter 1970 (Fig. 29) (indikert med brun farge i tabellen).

Ut fra de 105 analyserte hendelsene fremkommer det at:

- 17 hendelser ble utløst av menneskelig aktivitet, og seks av disse i et terreng gjort ustabil av intenst og langvarig regn før inngrep
- 34 av hendelsene er årsaken ukjent og disse gikk på dager uten regn og med lav grunnvannsstand og vannmetningsgrad
- 44 hendelser kan ha vært naturlig utløst: ett av dem ble utløst av jordskjelv (Kistefossen, 1974) ifølge Furseth (2006) og de resterende 43 var trolig utløst på grunn av hydrometeorologiske forhold

- 10 hendelser ble mulig utløst av en kombinasjon av menneskelig aktivitet og naturlige årsaker (menneskelig aktiviteter ble gjennomført i et terreng som hadde høy grunnvannsstand i mange dager før hendelse).



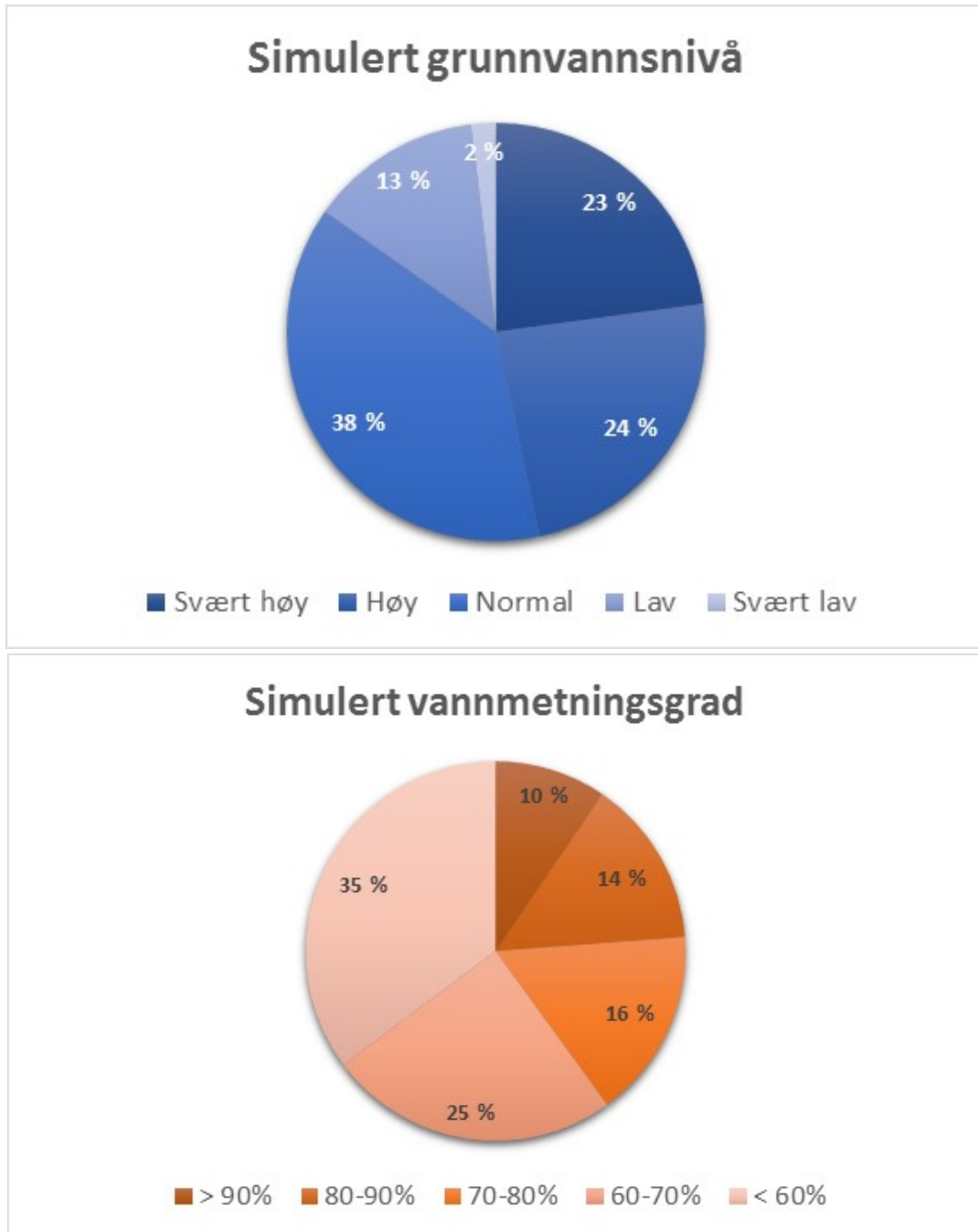
**Figur 29. Prosentvis fordeling av kvikkleireskred og andre leirskred i utkast til NSDB v. 2 hvor det samtidig i [www.xgeo.no](http://www.xgeo.no) finnes informasjon om hydrometeorologiske forhold på tidspunktet det i NSDB er oppgitt at skredet gikk. 483 hendelser er med i analysen.**

Utvasking av salt fra porevannet i marine leirer er en svært langsom prosess, og leiras sensitivitet vil ikke påvirkes av sesongvariasjoner i nedbør/grunnvannsforhold. Analysen viser at repetisjon/sesongvariasjoner av værforhold i noen tilfeller kan bidra til å utløse skred. Det krever videre analyser for å bekrefte dette.

Selv om 43 skredhendelser i kvikkleire og annen leire ikke gir grunnlag for en god statistikk, indikerer de foreløpige analysene følgende påvirkning fra hydrometeorologiske forhold:

- Lange perioder med høy grunnvannsstand og vannmetningsgrad i forkant av hendelsen, på grunn av intense nedbørsepisoder på våt jord kan senke stabiliteten. Jorda har vært vannmettet og har ikke lagerkapasitet. Dette kan gjøre leira ustabil i overflata og sårbar for ytre påvirkning (erosjon). Skredet har gått etter kort tid, 1-3 dager, eller umiddelbart etter store nedbørsmengder. Denne mekanismen er mest vanlig om høsten, etter mye og langvarig regn. Det er relativt kaldt og lav fordampning.
- Rask økning i vannføring kan føre til kraftig erosjon i vassdrag og utgraving av masser ved foten av skråninger, noe som reduserer stabiliteten. Rask senkning av vannstanden etter flom kan også forårsake skred. Noen hendelser forekom samtidig med store flomhendelser, da vannføringen økte og førte til kraftig erosjon langs elver og bekker, eller da vannføring avtok etter flommer, som for eksempel i mars 2012 i Trøndelag og i Østfold i desember 2011.

- De fleste naturlig utløste skredhendelser forekommer alltid med høy og svært høy grunnvannsstand og vannmetningsgrad (www.xgeo.no). Figur 30 viser fordeling av registrerte kvikkleireskred og andre leirskred med ulike grunnvannsnivå og vannmetningsgrader de dagene da skredene gikk, for de siste 30-40 årene. Merk at begge figurer inkluderer alle leirskredhendelser med eller uten kvikkleire (105 hendelser), også de som har ukjent årsak og de som ble utløst av menneskelig aktivitet.

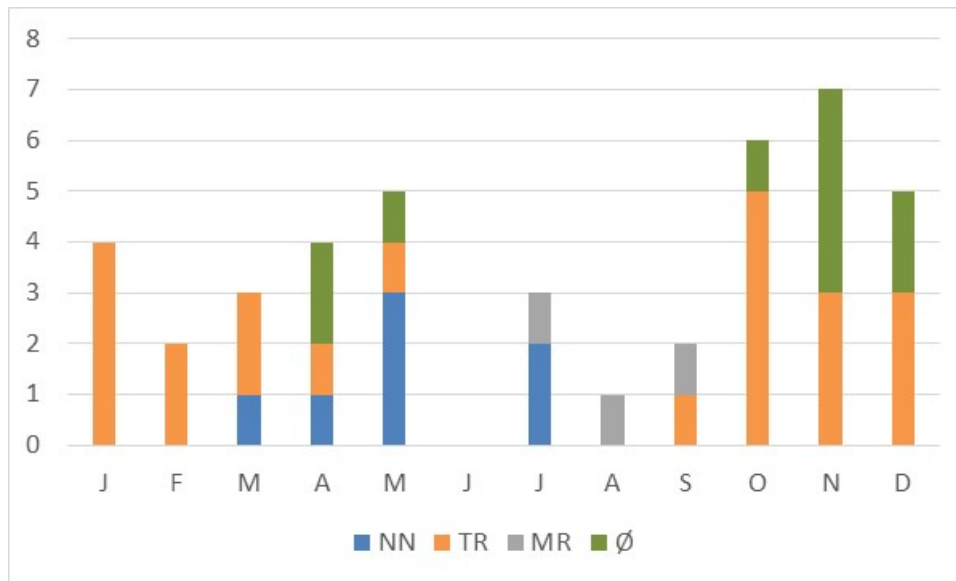


Figur 30. Prosentvis fordeling av registrerte kvikkleireskred og andre leirskred med ulike grunnvannsnivå og vannmetningsgrader (simulerte data fra www.xgeo.no). 105 hendelser er med i analysen, fra perioden 1970 til 2012. Utkast til NSDB v. 2.



Figur 31 viser en oppsummering av naturlige utløste registrerte skredhendelser for de fleste regionene. Hovedresultater fra analysen av alle regionene kan oppsummeres som følger:

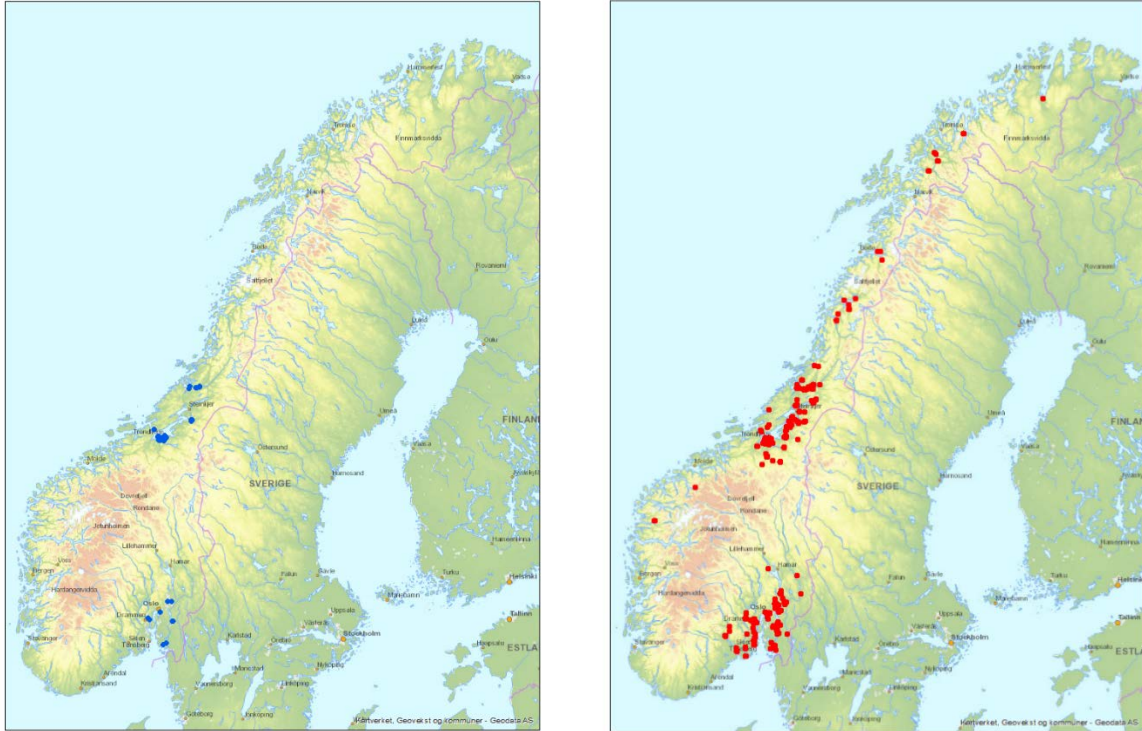
- I *Nord-Norge* (Finnmark, Troms og Nordland) forekommer de registrerte skredhendelsene i mai og juli. I Finnmark utløses skred generelt dagen etter mye regn. I Troms utløses skred etter en langvarig og intenst regn og snøsmelting i mai. I Nordland observeres skred i mai med samme forhold som i Troms eller under intense regnepisoder.
- I *Trøndelag* utløses skred i tre ulike perioder:
  - 1) I slutten av desember og i januar i områder hvor vannmetning har vært høy siden midten av oktober. I tillegg skjer dette etter flere episoder av med vekslende kalde og varme perioder, og skred går når temperaturen blir veldig høy.
  - 2) Fra april til mai etter intenst regn og snøsmelting, i våt jord (lange perioder med høy vannmetningsgrad).
  - 3) I oktober og november etter intenst regn etter en eller flere episoder med nedbør av høy intensitet, fra 30 mm/døgn til over 75 mm/døgn.
- I *Aust-Agder* er det registrert kun ett skred i november i forbindelsen med lite regn, med normalt grunnvannsnivå og vannmetning. Tidligere samme høst var det flere episoder med mye intenst regn (noen ganger over 75 mm/døgn).
- I *Møre og Romsdal* forekommer de registrerte hendelser bare om sommeren (juli, august og september) og utløst av intenst regn.
- På *Østlandet* forekommer de registrerte skred i tiden når grunnvannstanden er over normalen og vannmetning >70 %. Om våren forekommer skred under intenst regn og kraftig snøsmelting, om høsten forekommer de under høy vannmetning etter en våt sommer.
- Hendelsene klassifisert som menneskeskapt forekommer i de registrerte skredhendelsene på dager med lav grunnvannsstand og vannmetning, uten regn og snøsmelting.



Figur 31. Fordeling av antall registrerte skredhendelser utløst av naturlige årsaker i løpet av året og for de fleste hovedregioner i Norge. (NN=Nord Norge, TR=Trøndelag, MR= Møre og Romsdal, Ø=Østlandet). 43 hendelser er med i analysen. Utkast til NSDB v. 2.)

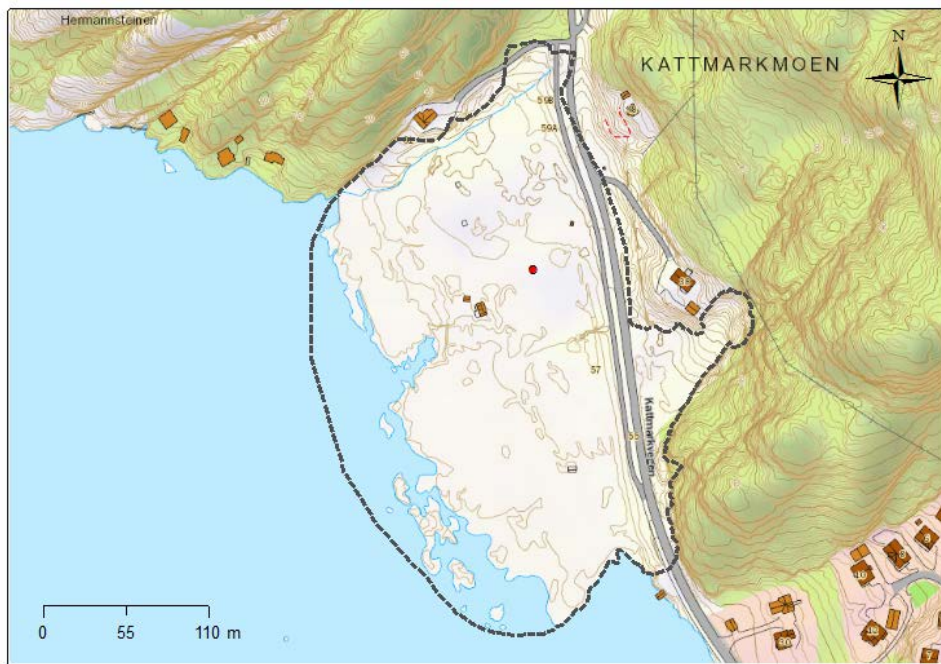
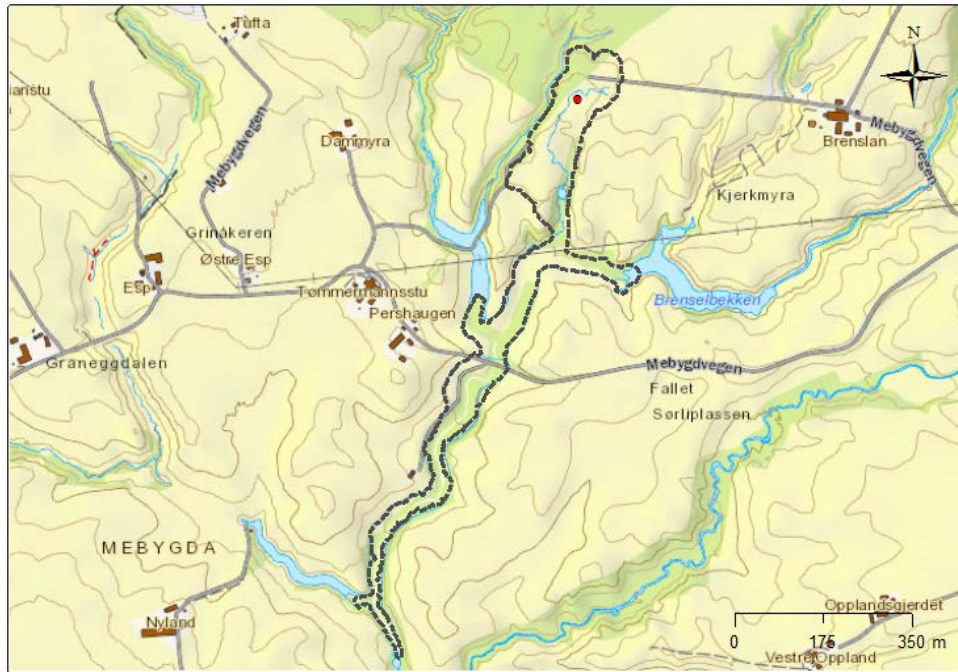
## 6.2 Skredutstrekning og utløpsdistanse

Analyser av flybilder, topografi, LiDAR og informasjon fra opprinnelige rapporter kan bidra til å identifisere utstrekning og utløpsdistanse for skred. I NGU (2012c) er 37 historiske kvikkleireskred studert, og for 30 av disse er skredutstrekning kartlagt med linjer for skredkant. I denne utredningen er datasettet fra NGU (2012c) benyttet, og ved hjelp av flybilder, topografi og informasjon fra rapporter er skredutstrekning og utløpsdistanse for andre skredhendelser identifisert. Totalt er ca. 225 skredhendelser i utkast til NSDB v. 2 digitaliserte. I dette studiet har vi testet bruken av polygoner for å digitalisere skredutstrekning (skredkant, skredgrop og skredmassene), og dette fungerte bra når omfanget av skredmassene var kjent. I mange tilfeller hadde vi store utfordringer med å digitalisere polygon fordi man ganske ofte ikke vet utbredelsen av skredmassene. I de fleste tilfeller er det kun skredkanten som er synlig i terrenget og derfor det ville være bedre å registrere det som linjer og ikke som polygoner. Ved å bruke linje med åpning i skredporten vil også skredretning indirekte angis – denne umiddelbare informasjonen faller bort om man bruker polygon. Kartet i figur 32 viser nasjonal fordeling av skredhendelser i utkast til NSDB v. 2 representert med bruk av linjer eller polygoner.



**Figur 32. Fordeling av registrerte skredhendelser med kartlagt skredutstrekning. Venstre: 30 hendelser inkludert i NGU (2012c), Høyre: totalt 225 hendelser er inkludert i dette studiet. De 30 hendelser fra venstre er inkludert i utkast til NSDB v. 2.**

Figur 33 viser to eksempler på skredhendelser representert med linjer/polygoner for skredarealet. Polygoner ble brukt i første omgang, men etter å ha gjennomført analyse viser det seg at for kvikkleireskred kan det være vanskelig å definere hele utstrekningen med polygoner, derfor anbefaler vi å bruke linjer. Noen av linjene/polygonene er noe upresise/foreløpige og trenger en gjennomgang med digitale verktøy for bedre å definere grensene. Skredutstrekning representert som linjer eller polygoner har stor verdi i skredfareanalyser og vil i tillegg trolig forhindre dobbeltregistrering i NSDB, siden hver linje/polygon er unik for den spesifikke hendelse.



Figur 33. Eksempel på digitaliserte polygoner for kvikkleirskred. Rødt punkt i polygonene er representative koordinater for skredhendelsen registrert i NSDB v. 1 og i NSDB v.2. Øverst: Esp i Sør-Trøndelag. Nederst: Kattmarka i Nord-Trøndelag (bakgrunnskart: topografisk kart).

# 7 Anbefalinger for å forbedre registrering av kvikkleireskred

Databasen og innsynsløsningen for NSDB har vært i kontinuerlig utvikling og forbedring. De siste årene har behovet for å analysere data fra NSDB økt, og det stilles derfor større krav til kvalitet. Flere skredrelaterte datasett har allerede vært kontrollert ved tidligere anledninger, som for eksempel steinsprang, steinskred og fjellskred (NVE 2011b) eller jordskred og flomskred og nå også leirskred. Per i dag informasjonen fra disse separate kontrollen ikke blitt tatt inn og ikke overført i databasen siden det ble prioritert å korrigere og å forbedre registreringsløsningen på nett. Diskusjonen om hvordan og hvilke data av de kontrollerte gamle hendelser som skal overføres til databasen har likevel startet. I denne kapittel vi gir vi noen anbefalinger om hvordan rutiner for registrering kan forbedres, også som kvalitetskrav og kvalitetssikring av skredhendelser på både registrering av nye hendelser og de som er registrert i databasen.

Anbefalingene gjelder hhv for nye registreringer og for oppdatering av eksisterende data i Nasjonal skredhendelsesdatabase versjon 2 (NSDB v. 2).

## Nye registreringer

- Det er behov for at det for nye hendelser skilles mellom typiske kvikkleireskred og andre leirskred, og at det brukes riktig terminologi og definisjoner for de ulike skredtyper. Å skille mellom kvikkleireskred og andre leirskred er viktig og riktig av faglige årsaker, og analysen og korrekt klassifisering må gjøres av fagpersoner.
- Det anbefales at man systematisk registrerer nye hendelser kort tid etter forekomst. Her anbefales kontroll i felt.
- Systematisk redigering, kontroll og utvikling av databasen vil øke dens verdi. Vi anbefaler en regelmessig, årlig, redigering/kontroll av nye registreringer i databasen.
- Alle nye skredhendelser bør registreres med linje for skredkant, og evt. polygon som omfatter både skredgrop og skredmasser, bl.a. for å unngå dobbeltregistrering.
- Noen av skredene som har gått f.o.m. 2013 er ikke enda registrert i databasen. Disse bør legges inn.
- Linjer og polygoner som ble digitaliserte for noen skredhendelser kan overføres til databasen, men det burde gjøres en mer detaljert 3D-analyse av flybilder og LiDAR-data for å revidere avgrensingen av skredområdene. Selv om noen hendelser skal representeres som polygon/linje i fremtiden bør disse også ha punkt som kan brukes til oversiktsframstillinger.
- Hvis skredhendelsen legges inn med punktkoordinater, bør disse plasseres i skredgropa.
- Det er behov for å markere kvalitetsnivå på registrering av både nye og gamle hendelser.
- Utløsningsårsak bør registreres så langt det er mulig.

### **Eksisterende hendelser i NSDB v. 1, videre arbeid:**

- Avklare problemer med skredID. Disse kan skape problemer når man skal videreføre de korrigerede data til databasen.
- Det er behov å fjerne hendelser som er dobbeltregistrert. Dessverre kan ikke dette gjøres automatisk. Hvis dobbeltregistrering gjelder samme hendelse og samme sted, anbefales det å slette punktet som har mindre data i kommentarfeltet. For hendelser som er registrert med ulike skredtyper og plassert ulike steder, anbefales det å bruke resultater fra denne analyse (som er laget i form av nye shape-filer).
- Det anbefales å fortsette med kontroll av andre skredtyper (bl.a. undersøker NVE andre løsmasseskred) for å vurdere om kvikkleireskred er registrert under andre skredkategorier (spesielt som løsmasseskred uspesifisert eller jordskred).
- Geografisk plassering av punkt i databasen må korrigeres basert på resultater fra dette studiet og ved å bruke geomorfologisk analyse sammen med nøyaktig analyse av flybilder, LiDAR-data, rapporter og annen bakgrunnsdokumentasjon.
- Kvikkleireskred skilles fra andre leirskred ved å bruke ulike fargesymbol. Det burde også symboliseres der kvikkleireskred er vurdert som usikker skredtype.
- Det kan være viktig å ha informasjon i databasen om skred har forekommet i «strandsonen» eller «langs elva».
- I databasen bør en angi utløsningsårsak, og spesielt skille mellom skred antatt utløst naturlig og skred som er utløst av menneskelig aktivitet.
- Det er viktig å fortsette med digitalisering av skredkant med linjer og evt. polygoner for skredhendelser.
- Analyser indikerer at noen hendelser sannsynligvis har blitt utløst naturlig. Data i vedlegg B bør vurderes i mer detalj for å kunne gjennomføre analyser mht hydrometeorologiske forhold i forbindelse med skredhendelsene.
- Ikke alle undersjøiske skred er med og det burde gjøres en videre kontroll og oppdatering av disse i NSDB.

## 8 Konklusjoner

I Nasjonal skredhendelsesdatabase (NSDB) er det registrert mange skredhendelser i leirterreng. Kvaliteten og informasjonsmengden til hver registrerte hendelse er ganske varierende og det er mange begrensninger og forutsetninger (kontroll av data og redigering) som må innfries før dataene kan brukes i analyser. I dette studiet har vi kontrollert 502 leirskredhendelser registrert i NSDB v. 1 inntil 24.09.2012.

Registrerte skredhendelser ble revidert basert på topografiske, geomorfologiske, geologiske og geotekniske data. En del kvikkleireskred ble skilt fra andre leirskred, og en rekke skredpunkter er bedre lokalisert vha flybilder og topografiske analyser av skredområdet. Data er også koblet med hydrometeorologiske data for i de siste 42 år (1970-2012). Analysene viser bl.a. at metning av jorda etter langvarig nedbør eller snøsmelting, og økt erosjon i vassdrag p.g.a. mye nedbør, fører til skred. Dette var kjent fra før, men analysene viser her det statistiske grunnlaget. Menneskelig aktivitet har også stor betydning som årsak til skredhendelser, spesielt for registrerte skred etter 1980. Det henger trolig sammen med intensiv utvikling av infrastruktur i denne perioden.

Rapporten oppsummerer hvilken informasjon som kan være tilgjengelig i de ulike kildene for de registrerte skredhendelsene, og peker på problemstillinger som oppstod i løpet av arbeidet med NSDB v. 1. Rapporten viser hvordan registrerte skred i NSDB kan kontrolleres og verifiseres (eller ikke) gjennom analyse av topografi, geomorfologi, geologi og ved å bruke fjernanalyse av flybilder og LiDAR-data. Dette har resultert i et utkast til NSDB v. 2 som for mange registreringer er vesentlig forbedret i forhold til dagens versjon (NSDB v. 1). Imidlertid er det stadig behov for videre arbeid med oppdatering for NSDB v. 2, og for prosedyrer for kontroll og evt. justeringer av nye og framtidige hendelser.

## 9 Referanser

Eide, O. & Bjerrum, L. 1955: The slide at Bekkelaget. *Geotechnique* 5: 88-100.

Furseth, A. 2006: Skredulykker i Norge. Tun Forlag. 207 s.

Gregersen, O. & Løken, T. 1979: The quick-clay slide at Baastad, Norway 1974. *Engineering Geology* 14, 2/3 183-196. NGI-publikasjon 128.

Gregersen, O., Høydal, Ø.A. & Moholt, R. 2003: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred Gjerdrum kommune, 13 s. NGI rapport. (*Flatner*).

Hansen, L., Høgaas, F., Sveian, H., Olsen, L & Rindstad, B.I. 2014: Quaternary geology as a basis for landslide susceptibility assessment in fine-grained, marine deposits, onshore Norway. In: *Landslides in Sensitive Clays – From Geosciences to Risk Management*. L'Heureux et al. (Eds.) *Advances in Natural and Technological Hazard Research* 36. Chapter 29, Springer. 1st International Workshop on Landslides in Sensitive Clay (IWLSC), Quebec, Canada, October.

NGU 2012a: Forebyggende kartlegging mot skred langs strandsonen i Norge. Oppsummering av erfaring og anbefalinger. NGU rapport 2012.046

NGU 2012b: Resistivitetsmålinger for løsmasseutbredelse og skredproblematikk langs strandsonen ved Sørbotn i Rissa, Sør-Trøndelag. NGU rapport 2012.025

NGU 2012c: Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge. NGU rapport 2012.040

NGU 2014: Kvartærgeologisk kartlegging ved NGU - Informasjon og instruks. NGU Intern rapport 2014.002

NGU 2015: Geologi på Byneset: en sammenstilling av geologiske, geofysiske og geotekniske data. NGU rapport 2015.002

NIFS 2014a: Sikkerhet ifm utbygging i kvikkleireområder: Effekt av progressiv bruddutvikling i raviner. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. NIFS rapport 57/2014. Tilgjengelig fra <http://www.naturfare.no/?q=57&from=2012-01-01&to=2015-03-30> [april 2015]

NIFS 2014b: Skredfarekartlegging i strandsonen – videreføring. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 – Kvikkleire. NIFS rapport 27/2014. Tilgjengelig fra <http://www.naturfare.no/?q=strandsone&from=2012-01-01&to=2015-03-30> [april 2015]

NIFS 2014c: Terminologi for skredtyper og skredmaterialer. Naturfare, infrastruktur, flom og skred, delprosjekt 1a: Begrepsbruk innen naturfare. Versjon 3.0, september 2014. Tilgjengelig fra <http://www.naturfare.no/?q=terminologi&from=2012-01-01&to=2015-01-16> [april 2015]

NTNU 2009: Skredet i Kattmarkvegen i Namsos 13. mars 2009. Rapport fra undersøkelsesgruppe satt ned av Samferdselsdepartementet. Institutt for bygg, anlegg og transport, faggruppe for geoteknikk, NTNU. 26. juni 2009



NVE 2011: Plan for statlig skredfarekartlegging: Delrapport kvikkleireskred. NVE rapport 17/2011

NVE 2011b: Plan for skredfarekartlegging - Delrapport steinsprang, steinskred og fjellskred. NVE rapport 15/2011

NVE 2014a: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. NVE veileder 7-2014

NVE 2014b: Skredet ved Nord-Statland. Utredning av teknisk årsakssammenheng. NVE rapport 93-2014

Sigmond, E.M.O, Bryhni, I. & Jorde, K. 2013: Norsk geologisk ordbok. Akademika forlag

# Vedlegg A

## Liste over noen av rapportene som er gjennomgått i prosjektet.

Brekke, J. & Johnsen R. (1982): E 18 Rom skole – Askim sentrum, orienterende grunnundersøkelser, B302A-1. 24 s., SVV rapport (*Askim*)

Brekke, J. & Johnsen R. (1982): Rv. 115 Libru orienterende grunnundersøkelser, B251A-1. 12 s. SVV rapport (*Svae*)

Brudal, H. & Flaate, K. (1961): Rapport over grunnundersøkelse for Kankedalen bru, Bygdevegen Kankedalen – Kokstad, Akershus fylke, C105. 4 s. SVV rapport (*Kankedalen*)

Brudal, H. & Flaate, K. (1962): Rapport om grunnundersøkelse for Rv. 75 ved Hellen bru, Pel 20 - 108, Akershus fylke, C146. 27 s. SVV rapport (*Kankedalen*)

Brudal, H. & Flaate, K. (1963): Rapport om grunnundersøkelser for bru over Lierelva, pel 2 – 310 i anlegget Drammensvegen gjennom Lier, ller i Buskerud, F17G. 12 s. SVV rapport (*Store Reistad*)

Brudal, H. & Flaate, K. (1963): Rapport om grunnundersøkelse for kompensasjonsvegen Festsund – Mork – Aursmoen Pel 346 – Pel 358 og Pel 442 – Pel 452, Akershus fylke, C120I. 7 s. SVV rapport (*Enderud*)

Brudal, H. & Riise P.K. (1957): Grunnundersøkelse for Hegg bru i Lier, m R. v. 235, Buskerud fylke. 1 - 12, C120I. 7 s. SVV rapport (*Ila*)

Brudal, H. (1957): Grunnundersøkelse Rauma bru, Möre og Romsdal fylke. 16 s. SVV rapport (*Åndalsnes*)

Bruun, H. (1995): RV. 9 Veblungsnes Kalk-/sementstabilisering. Oppdrag T-238A, rapport nr. 1. 39 s. SVV rapport (*Setnes, Åndalsnes*)

Dolva, B.K. (2005): Ev.134/Hp.03/Km 0,92 – 2,90 Tuven, Notodden kommune i Telemark. Geotekniske undersøkelser for byggeplan, 20055-470. 31 s. SVV rapport (*Sem*)

Emaus, K. (1996): Geoteknisk vurdering av: Områder nord og øst for rasgrop – Boliger ved Varpen. 11445-3. 14 s. SVV rapport (*Finneidfjord*).

Erikstad, L. (1991): Østfold Kvartærgeologisk verneverdigeområder, Norsk institutt for naturforskning, 026. 61 s. (*Østfold*).

Falemo, S. (2011): Metodik konsekvensbedømming – Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv GÄU - delrapport 15, SGI, 64 s.

Falemo, S. (2011): Metodik konsekvensbedømming – Kartläggning, exponering, sårbarhet och värdering av liv GÄU - delrapport 26, SGI. 72 s.

- Flaate, K. (1961): Prøvebelastning av peler Rauma jernbaneovergang. Möre og Romsdal. 15 s. SVV rapport (*Åndalsnes*)
- Flaate, K. (1966): Fv Labro – Hedenstad kirke, Øvre sandsær, Buskerud fylke, F76. 11 s. SVV rapport (*Sanden i Haga*)
- Flaate, K. (1967): Glaning i vegskråning ved Haugfoss rv. 287, F89. 11 s. SVV rapport (*Hongshaug*)
- Flaate, K. & Rygg, N. (1967): Redegjørelse om grunnundersøkelse i Hagadalen i N onnestad, RV 120, C338. 6 s. SVV rapport (*Arstrum Finstad, Gutti*)
- Flaate, K. & Schnable, P. B. (1966) Orienterende grunnundersøkelser for omlegging av riksveg 120 Hellen bru – Eksvad bru Akershus fylke, C291. 25 s. SVV rapport (*Kankedalen*)
- Flaate, K. (1962): Rapport over grunnundersøkelse for r.v. nr. 3. Petsund – Auskog pel 0 – 60, C120A. 15 s. SVV rapport (*Sørby, Tien Øvre*)
- Flaathe, G. (2004): DEPONIOMRÅDET ”FALLET”. Nesna kommune. 50067-1. 12 s. (*Nesna*) SVV rapport
- Flaathe, G. (2006): Rv 78 Holand – Drevja – tunnel på Haugg-Ømmervatn (E6). Grunnforhold på strekningen, 6060274-N2. 9 s. SVV rapport (*Kummerneset*).
- Flaathe, G. (2006): Rv 78 Holand – Drevja – tunnelpåhaugg-Ømmervatn (E6). Grunnforhold på strekningen, 6060274-N1. 5 s. SVV rapport (*Kummerneset*).
- Frydenlund, T.E. & Aabøe, R. (1997): Skader på Dammyr 2b Sentruim bil Vurdering av skadeårsak, B2218 F. 7 s. SVV rapport (*Fredrikstad*).
- Frydenlund, T.E. & Brekke, J. (1982): FV. B689 Askim grense – Høyendal, B294A-2. 48 s. SVV rapport (*Haga Vestre*)
- Frydenlund, T.E. & Rygg, N. (1973): Grunnundersøkelser for motorvegen E6 parsell Kløfta – Jessheim, C444D-1. 46 s. SVV rapport (*Dragvoll, Løken Øvre Ramby Lodding Plogstad*)
- Frydenlund, T.E. & Rygg, N. (1973): Husmo bru, Årnes, C494A-1. 15 s. SVV rapport (*Ullershov Dissen*)
- Frydenlund, T.E. & Rygg, N. (1973): Leridas, Kulmoen grustak, C517A-1. 9 s. SVV rapport (*Tesen, Henu*)
- Frydenlund, T.E. & Rygg, N. (1974): Rv. 120, parsell Hellen bru – Kankedal, grunnundersøkelse, C5245A-1. 18 s. SVV rapport (*Astrum Finnstad*)
- Frydenlund, T.E. & Rygg, N. (1974): Rv. 7, Grunnundersøkelse for omlegging ved Berg gård, C518A-1. 18 s. SVV rapport (*Ilejordet, Udnes, Nes kirke, Dissen*)
- Frydenlund, T.E. (1979): Skade på hus i Haugeveien nr. 15 og nr 17 i Onsøy, B288A-1. 29 s. SVV rapport (*Tune Isebakke*)

- Gregersen, O., Haugen, T. & Hermann, S. (1984): Stabilitetsvurdering E6 – Nordland, Ravnåga – Langjord, 84049-1. 62 s. SVV rapport (*Øver Bjørnåga*)
- Gregersen, O., Høydal, Ø.A. & Moholt, R. (2003): Program for økt sikkerhet mot leirskred Evaluering av risiko for kvikkleireskred Gjerdrum kommune, 13 s. NGI rapport. (*Flatner*).
- Gregersen, O., Vernang, T. & Høydal, Ø.A. (2005): Program for økt sikkerhet mot leirskred Evaluering av risiko for kvikkleireskred Eidsvoll kommune, 20001008-66. 14 s. NGI rapport. (*Fremmin*)
- Hagen, E. & Brekke, J. (1976): Gang- og sykkelveg over Sarpsfossen, B244B-1. 10 s. SVV rapport (*Sarpsborg*)
- Hagen, E. & Ihler, H. (1991): Rv. 2 GSV Nes kirke – Opaker skole. Cd 883-1. 28 s. SVV rapport (*Ullershov, Diesen*)
- Hagen, E. & Kristoffersen, A. (1976): Grunnundersøkelser for E-76, Rosenkrantzgt. i Drammen, Fotgjengerundergang Chr. Hornsruvsvei, F143C-2. 1 – 17. SVV rapport (*Drammen Tvarbane*)
- Hagen, E. & Legernæs, M.B.W. (1999): Rv. 22/Rv. 170 Kringenkrysset. Cd 895-1. 13 s. SVV rapport (*Enderud*)
- Hagen, E. & Sagbakken, A. (1999): Rv. 22, Hp 05/06 kringen – Østfold grense. Cd 889-1. 47 s. SVV rapport (*Enderud*)
- Heyerdahl, H., Cepeda, J. & Kalsnes, B. (2011): Fare- og risikokartlegging av kvikkleireområder, Oslo kommune. 20081717-00-1-R. 48 s. NGI rapport.
- Knutson, Å. & Aabøe, R. (1982): Skade på hus i Kirkestein 10, Lier kommune, F250A-1. 12 s. SVV rapport (*Lier*)
- Korpberget, T. & Brekke, J. (1981): Fv. B689 Askim grense – Høyendal, B294A-1. 40 s. SVV rapport (*Haga Vestre*)
- Korpberget, T. & Johnsen R. (1979): Heggtoppen bru, grunnundersøkelse F214A-1. 9 s. SVV rapport (*Lier*).
- Korpberget, T. & Kristoffersen, A. (1973): Grunnundersøkelser for E-76, Rosenkrantzgt. i Drammen, Fotgjengerundergang Chr. Hornsruvsvei, F143C-1. 24 s. SVV rapport (*Drammen Tvarbane*)
- Korpberget, T. & Kristoffersen, A. (1978): Grunnundersøkelser for RV 21. Innfartsveg vest i Halden profil 3900 – 4100 ved Rød Herregård, B274A-1. 21 s. SVV rapport (*Refne*)
- Korpberget, T. & Kristoffersen, A. (1978): Grunnundersøkelser for RV 21. Innfartsveg vest i Halden profil 3900 – 4100, B274A-2. 15 s. SVV rapport (*Refne*)
- Korpberget, T. & Kristoffersen, A. (1980): Grunnundersøkelser for Rv. 115 Amotd – Moelvingene profil 580 – 1000, B231A-1. 18 s. SVV rapport (*Solberg*)

- Korpberget, T. & Kristoffersen, A. (1980): Grunnundersøkelser for Rv. 109 Rolvsøysund – Yven Gangbru, Veg G, ved profil 6480, B242A-4. 17 s. SVV rapport (*Rolvsøy*)
- Korpberget, T. & Kristoffersen, A. (1980): Grunnundersøkelser for Rv. 109 Rolvsøysund – Yve, profil 6700 - 7000, B242A-6. 33 s. SVV rapport (*Rolvsøy*)
- Korpberget, T. & Kristoffersen, A. (1980): Grunnundersøkelser for Rv. 109 Rolvsøysund – Yve, profil 9320 - 9800, B242A-7. 33 s. SVV rapport (*Borregårds Teglvær*)
- Korpberget, T. & Rygg, N. (1972): Orienterende rdegjørelse om grunnforhold profill 2400 – 3700, F153A-1. 43s. SVV rapport (*Kopervikdalen*)
- Korpberget, T. & Rygg, N. (1972): Rv. 120 syd for Engelsgradkorset Glidninger i vegskråninger, C504A-1. 17 s. SVV rapport (*Kabberud, Engelstad, Inglesrud*)
- Korpberget, T. (1971): Grunnundersøkelse for omlegging av rb. 35 Åmot-Vikersund N (sek. 16750 – 22750) F120A -1. 44 s. SVV rapport (*Kongshaug*)
- Korpberget, T. (1972): Grunnundersøkelse for riksveg 35 Åmot – Virkensud, Bruer, kulverter og lokalveger sek. 16750 – 21600), sek. (24100 – 28400) F120A -3. 35 s. SVV rapport (*Kongshaug*)
- L'Heureux, J.S. & Solberg, I.L. (2012): Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge. NGU rapport 2012.040. 122 s.
- L'Heureux, J.S. (2013): Vurdering av kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen, NGU rapport nr. 26/2013. 66 s.
- Lerfaldet, M. A. (1979): FV. B-238 Kirkebakken, Spydeberg grunnundersøkelse, Bd2-1. 9s. SVV rapport (*Vasstvet*)
- Lerfaldet, M. A. (1983): Grunnundersøkelse: Riksveg 22 Olberg – Enger hovedplansundersøkelse for alternativ 1, Bd18-1. 15s. SVV rapport (*Båstad*)
- Lerfaldet, M. A. (1983): Riksveg 115 Askim sentrum – Bergerkrysset, grunnundersøkelse for fotgjengerundergang ved krysset Edw. Ruuds Gate – Trøgstadveien, Bd47-1. 9s. SVV rapport (*Askim*)
- Lerfaldet, M. A. (1983): Riksveg 115 Grunnundersøkelse for gang-/sykkelveg i Meietribyen Skiptvet, Bd22-1. 1 – 12. SVV rapport (*Skau*)
- Moholt, R. (2011): Leirskred Døla, Mosjøen, 20110544-1-TN. 20 s NGI rapport. (*Lundestad*).
- Norges offisielle statistikk, XI, 174, Norges jernbaner 1950 – 1951. Oslo, 1954. 140s. (*Ilsvika*)
- NRK: <http://www.nrk.no/ostfold/1.6601697> (*Østfold*)
- Oset, F. & Braaten, A. (1989): E6 Solli, Bredeutvidelse og heving av vegen Profil 6000 - 6300. B334A-5. 19 s. SVV rapport (*Sanne*)

- Oset, F. & Braaten, A. (1989): Solli bru, Geotekniske undersøkelser, Rapport for anbud. B334A-4. 14 s. SVV rapport (*Isebakke*)
- Oset, F. & Djup, G. (1989): E6 Børstad-Solli Raport for detaljplan. B333C-1. 21 s. SVV rapport (*Sanne*)
- Oset, F. & Djup, G. (1992): Rv 287 Kjørplass bru, F233B-1. 10 s. SVV rapport (*Kongshaug*)
- Oset, F. & Djup, G. (1992): Rv. 8. Omkjøring Hvittingfoss. Gulli bru, F157C-1. 14 s. SVV rapport (*Hvittingfoss*)
- Oset, F. & Djup, G. (1992): Rv. 8. Omkjøring Hvittingfoss. Storeng bru, F157B-1. 13 s. SVV rapport (*Hvittingfoss*)
- Oset, F. & Mortensen, S.E. (1989): Rv 285 Omkjøringsveg Lierbyen, foraknret spuntvegg v/Hegetoppen bru, F278A-1. 18 s. SVV rapport (*Lier*)
- Oset, F. (1989): E6 Hjelmungen – Ingedal profil 10000 – 10800. Grunnundersøkelser for detaljplan. B319B-2. 19 s. SVV rapport (*Melleby*)
- Petersen, W. (1973): Redegjørelse om fundamenteringsforholdene for Leira bru, Riksvet 763, G118A. 16 s. SVV rapport (*Horjem, Leirådalen*)
- Petersen, W. (1973): Riksveg 17 Flatnes – Eida pel 231B – 340A, grunnundersøkelse, G269A. 16 s. SVV rapport (*Eid*)
- Petersen, W. (1974): E 6 hammar - Vegset, grunnundersøkelse nord for Heimsjøen, profil 169800 - 170500, G293A. 14 s. SVV rapport (*Holem*)
- Petersen, W. (1974): Redegjørelse om grunnforholdene ved Harran Campingplass, G325A. 9 s. SVV rapport (*Harran*)
- Rolfsen, E.N. (1975): Geotekniske undersøkelser og stabilitetsvurdering for Sødalsvegen, parsell 17-26 i Vennesla, for Vest-Ager Vegkontor, Kristiansand S, 3409.04. 19 s. SVV rapport (*Saga*).
- Rolfsen, E.N. (1979): Geotekniske undersøkelser for E-18 gjennom Holmestrand. Delrapport 3 – Dagsone nyvegen, pel 1640 – 1860. 5721.03. 18 s. SVV rapport (*Holmestrand*)
- Romstad, E. (2008): M3 Anlegg as Ras i Torntelia, Fauske. Grunnundersøkelser geotekniske vurderinger, 6080051. 1 – 14. SVV rapport (*Torntelia*)
- Roti, D.I. (2010): Kvikkleirskred Solhov Lyngen, 711027-19. 62 s. SVV/Multiconsult rapport. (*Lyngseidet*).
- Ruistuen, H. & Korpberget, T. (1970): Grunnundersøkelser for rv.m 35 Åmiot - Vikesrud, F120A. 19 s. SVV rapport (*Kongshaug*)
- Ruistuen, H. & Rygg, N. (1969): Redegjørelse om fundamenteringsforholdene for undergang ved pel 85 anlegget: Klokkerud - Kringen, C407A. 7 s. SVV rapport (*Sørby, Tien Øvre*)

- Ruistuen, H. & Rygg, N. (1969): Redegjørelse om grunnforholdene for omlegging av rv. 120 Bråtesletta – Ask Del 2: Profil 1115 – 1190 Ulvedal, C395. 16 s. SVV rapport (*Sørumstangen*)
- Ruistuen, H. & Rygg, N. (1969): Redegjørelse om grunnforholdene for omlegging av rv. 120 Bråtesletta – Ask Del 1: Profil 980 – 1090, C398. 15 s. SVV rapport (*Hekseberg*)
- Ruistuen, H. & Rygg, N. (1970): Redegjørelse om fundamenteringsforholdene for rv. 120 Kankedal-Åsvegen, profil 900 – 2800 Alt III, C423A. 25 s. SVV rapport (*Kankedalen*)
- Ruistuen, H. & Rygg, N. (1971): Foreløpig redegjørelse om fundamenteringsforholdene for ny rv 2 Kongsvingervegen Kløfta-Ullersaker kirke, profil 20600 - 21200, C454A-1. 19 s. SVV rapport (*Løken Øvre Ramby Lodding Plogstad*)
- Ruistuen, H. & Rygg, N. (1973): Grunnundersøkelser for motorveg Trondheimsvegen, E6 parsel Kløfta – Jessheim profil 21900 - 23400, C444c-1. 34 s. SVV rapport (*Dragvoll, Løken Øvre Ramby Lodding Plogstad*)
- Ruistuen, H. & Rygg, N. (1974): Motorveg E 18 Drammen, fundamentering av fyllinger for motorveg og rampe ved frydenhaug, F111B-18. 18 s. SVV rapport (*Tangen*)
- Rye, O.A. (1993): Hemnes kommune Utfyllingsområder i Finneidfjorden og Sørfjorden. 8994-1. 23 s. Kummeneje/Hemned kommune rapport. (*Finneidfjord*).
- Rygg, N. & Gieske, S. (1975): Grunnundersøkelser for motorveg E6 Årum-Hauge profil 8500 – 4700 (unntatt bruer), B177A-4. 38 s. SVV rapport (*Moum*)
- Rygg, N. & Gieske, S. (1975): Grunnundersøkelser for motorveg E6 Årum-Hauge profil grunn- og fundamenteringsforhold, B177A-7. SVV rapport (*Sarpsborg*)
- Rygg, N. & Hagen, E. (1989): Fv. C-182 Myrhus – Borgen, skade på uthus på eiendiomen 48/17 i Ullensaker, C762A-1. SVV rapport (*Plogstad*)
- Rygg, N. & Hagen, E. (1992): Rv. 181, ny bru over Vorma ved Sundet Tilstøtende veg vest, profil 0 - 360, C615A-6. SVV rapport (*Båsthaug, Hol Vestre*)
- Rygg, N. & Hansen, B. (1974): Foreløpige grunnundersøkelser for ny parsell av rv. 8 Vestfold gr. – Hvittingoss N, F157A-1. 14 s. SVV rapport (*Hvittingfoss*)
- Rygg, N. & Johnsen, R. (1976): Fv. 12.1 Bakk bru, grunnundersøkelser, C559A-1. 8 s. SVV rapport (*Enderud*)
- Rygg, N. & Johnsen, R. (1977): Rv 171 Hagelund bru, Sørum kommune, grunnundersøkelser, C612A-1. 11 s. SVV rapport (*Haglundsveien*)
- Rygg, N. & Johnsen, R. (1979): Grunnundersøkelser rv. 171 Hagelund bru alt. 1978, C612A-2. 12 s. SVV rapport (*Haglundsveien*)
- Rygg, N. & Sagbakken, A.K. (1975): Strandvegen Drammen, parsell E., Børresengsgt. – Holmen bru Alt 1975, F63C-1. 13 s. SVV rapport (*Drammenspark, Tinghusområdet*)

Rygg, N. & Sagbakken, A.K. (1975): Strandvegen Drammen, parsell E., Børresengsgt. – Holmen bru Alt 1975, F63C-2. 15 s. SVV rapport (*Drammenspark, Tinghusområdet*)

Rygg, N. & Sagbakken, A.K. (1976): E6 motorveg Trondheimsvegen parsell Kløfta N – Haug, Haug bru, C444E-1. 15 s. SVV rapport (*Dragvoll, Løken Øvre Ramby Lodding Plogstad*)

Rygg, N. & Sagbakken, A.K. (1976): Grunnundersøkelser for E-6 motorveg Trondheimvegen, parsell Haug – Langeland, prifil 24450 - 26000, C554A-1. 33 s. SVV rapport (*Dragvoll*)

Rygg, N. & Sagbakken, A.K. (1977): Rv. 177 Efata – Vesleengen redegjørelse om grunnforholdene, C581A-1. 15 s. SVV rapport (*Fremmin*)

Rygg, N. & Sagbakken, A.K. (1980): Rv. 120 omlegging ved Ask sentrum i Gjerdrum, Tilleggsrapport, C624A-2. 14 s. SVV rapport (*Ask, Hønsi*)

Rygg, N. & Sagbakken, A.K. (1982): Grunnundersøkelser for fv. C 193.2 – Ny rv. 175 berervegen, C694A-1. 24 s. SVV rapport (*Rotnes*)

Rygg, N. & Selnes, P.B. (1975): Ras i Bakkeplanert skråning ved fv. 177.1 i Olstdalen, C557A-1. 11 s. SVV rapport (*Holum*)

Rygg, N. & Veslestad J. (1995): Rv. 120.11 Eksvad bru, C699A-1. 19 s. SVV rapport (*Østre Austad*)

Rygg, N. (1975): Motorveg E 18 Drammen, fundamentering av fyllinger for avkjøringsrampe mot vest ved Frydenhaug, F111B-19. 18 s. SVV rapport (*Tangen*)

Rygg, N. (1977): Fv. C 137.1 Ormstad-Løren omlegging over bakkeplanerte arealer, C595A-1. 16 s. SVV rapport (*Norum*)

Rygg, N. (1978): Nordli bru, rv. 170, Forslag til sikring, C634A-1. 8 s. SVV rapport (*Plogstad*)

Rygg, N. (1980): Rv. 175 – omlegging forbi Årnes sentrum anvisning for sikringsarbeider i Droggedalen, C617A-1. 30 s. SVV rapport (*Rotnes*)

Rygg, N. (1993): E6 Arteid bru, 2. byggetrinn. Erfaringsrapport fundamentering, C195L-4. 140 s. SVV rapport (*Frogner*)

Rygg, N. (1994): E6 Arteid bru, 1. Akse 5. Setning av boret pel. Årsak til pelesvinkt, C195L-7. 32 s. SVV rapport (*Frogner*)

Rygg, N. (1994): E6 Arteid bru, 1. refundamentering akse 5. Anbudsrapport, C195L-5. 15 s. SVV rapport (*Frogner*)

Sannes, J.O. & Straumsnes, A.O. (1976): Riksveg 356/10 Ured stadion - Porsgrunn bru, Grunnlinja i Porsgrunn (Alg. Kort tunnel/skjæring i Jønholtdalen, Hd256A. 11 s. SVV rapport (*Porsgrunnelva*)



- Sannes, J.O. & Straumsnes, A.O. (1976): Rv.36/01 Lillegården – Osebakken, delparsell Behakrysset – Osebakken, grunnundersøkelse for skjæring mellom Åmotsbakken og Skaugensgt, Hd205A. 9 s. SVV rapport (*Porsgrunnelva*)
- Senbø, L. (1993): Grunnundersøkelse rundkjøring ved Hafslund, Bd178-1. 6 s. SVV rapport (*Sarpsborg*)
- Senbø, L. (1994): Grunnundersøkelse Rv 127 Grålum-Valaskjold, Bd159-1. 9 s. SVV rapport (*Valaskjold*)
- Senbø, L. (1995): Grunnundersøkelse Rv 127 Børstad-Solli, Bd193-1. 22 s. SVV rapport (*Sanne*)
- Sleipnes, A. (2006): RV80-01/02: Fauske-Klunset-Straumsnes. G/S-veg Stranda-Røvik. Ytre Klungset. 2005/065291-051. 33 s. SVV rapport (*Klungset*)
- Sleipnes, A. (2007): RV80-01/02: Fauske-Klunset-Straumsnes. Revidert linjeforslag Ytre Klungset. 2005/0652291-075. 64 s. SVV rapport (*Klungset*)
- Solberg, I.L., Hansen, L., Sveian, H. & Eilertsen, R.S. (2010): Status for geologisk kartlegging av løsmasser i områder hvor kvikkleire kan forekomme, NGU rapport 2010.055. 44 s.
- Strømme, O. (2000): Omlegging Veblungsnes. Alt. 1. (Nedre Alt.). EV 136, HP 3. 34 s. SVV rapport (*Setnes, Åndalsnes*)
- Sveian, H. (1994): NGU-bidrag til markeringene av 100-årsminnet for Verdalraset 1893. Verdal kommune, Nord-Trøndelag. 26. NGU Rapport 94.045 (*Hærfossen*)
- Veslestad, J. (1995): Lukket løsning Bragernes Lokk over Rosenkrantzgate, Grunnforhold, F303D-1. 18 s. SVV rapport (*Drammenspark Tingsjusområdet*)
- Veslestad, J. (1995): Lukket løsning Bragernes Tunnelpåhaugg Fylkehysset, Grunnforhold, F303C-1. 14 s. SVV rapport (*Drammenspark Tingsjusområdet*)
- Veslestad, J. (1995): Lukket løsning Bragernes Tunnelpåhaugg ved Prins Oscars gate, Grunnforhold, F303B-1. 19 s. SVV rapport (*Drammenspark Tingsjusområdet*)
- Wivestad, B. (1963): Rapport om grunnundersøkelse for motorveg riksveg 40 gjennom Lier Pel 310 – 350. Lier i Buskerud, F17H. 17 s. SVV rapport (*Store Reistad*)
- Worren, M.B. (2003): Grunnforhold, Cd922-1. 16 s. SVV rapport (*Hønsi*)

# Vedlegg B

Hydrometeorologiske forhold for registrerte skredhendelser etter 1957. Data er tatt fra kart publisert i xgeo.no (1km<sup>2</sup> grid cell).

Totalt antall hendelser: 137

Totalt antall hendelser med både nedbør, temperatur og grunnvann, vannmetning: 105 (Brune felter)

## Tabellforklaring

- Nedbør: data er hentet fra døggnedbørskart som viser interpolerte nedbørsmengde siste 24 timer:
  - Ikke: ikke eller <20mm
  - Nedbør (20-30): når det er mer enn 20-30 mm i området
- Regn og snøsmelting (RS): Kartet viser samlet regn og snøsmelting de siste 24 timer.
- Grunnvann (GV): Kartet viser grunnvannsstanden i forhold til gjennomsnittlig grunnvannsstand for samme dato i referanseperioden 1981-2010. Grunnvannsstanden er simulert ved bruk av HBV-modellen.
- Vannmetning i jord (VM): Kartet viser prosentvis vannmetning i jord. Prosentandelen beskriver forholdet mellom dagens simulerte vannlager i forhold til maksimalt simulert vannlager i referanseperioden 1981-2010 ved bruk av HBV-modellen.
- Fylkesforkortelser: FI=Finnmark; TR=Troms; NO=Nordland; NT=Nord Trøndelag; ST=Sør Trøndelag; MR= Møre og Romsdal; AA=Aust Agder; TE= Telemark; BU=Buskerud; VE=Vestfold; AK=Akershus; O=Oslo; HE=Hedmark; ØS= Østfold.
- T=Temperatur

For mer informasjon, se xgeo.no.

Dato	skredNavn	Fylke	Nedbør (mm)	Nedbør episoder (dager før eller siste måned)	Andre kommentarer	Menneske-lige årsaker	GV	VM
06.04.1958	Brobekkveien	O	Ikke			Fylling		
06.07.1958	Nedre Lerfoss	ST	Ikke					
22.02.1959	Vibstad	ST	Ikke	Ja (8 episoder)	Erosjon langs elva, høy temperatur			
13.03.1959	Beisvågen	NT	Ikke			Sprengning		
14.04.1959	Furu	NT	Ikke		Erosjon langs elva, høy temperatur			
01.11.1959	Horka	NT	Ikke		Høy temperatur			
14.04.1961	Bergsmoen	NT	Ikke		Høy temperatur			
22.10.1961	Muruvik	NT	Ikke					
29.04.1962	Båtshaug	AK	Ikke		Høy temperatur			
14.09.1962	Hovraset	NT	Ikke	Ja (8 ganger?)	Høy temperatur			
14.11.1963	Vingerdalen	AK	Nedbør	30-50 mm dagen før				
01.10.1964	Dalbakken	NT	Nedbør	Ja				
08.10.1964	Hollås	NT	Ikke					
24.10.1964	Fauske stadion	NO	Nedbør (30-50 mm)	Ja				

15.01.1965	Kattuglemoen	NO	Nedbør (30-50 mm)					
06.04.1965	Bergsmoen 2	NT	Ikke	Ja				
18.04.1965	Selnes	NT	Ikke					
14.05.1965	Fiskevollbukta	O						
01.06.1965	Haga bru	ST	Ikke					
14.08.1965	Tangen kai	BU	Ikke			Graving		
09.09.1965	Ilang	AK	Nedbør					
19.09.1966	Rød	NT	Ikke	Ja				
30.09.1966	Kattuglemoen	NO	Ikke	Ja				
03.12.1966	Moum 4	ØS	Nedbør					
09.12.1966	Raset	TE	Nedbør (30 - 50)					
20.03.1967	Hekseberg	AK	Ikke					
08.04.1967	Haglundveien	AK	Ikke					
10.04.1967	Nordre Nordby	AK	Ikke?					
14.04.1967	Dalbakken	NT	Ikke					
29.10.1967	Nordby	ØS	Nedbør (20-30)					
02.05.1968	Søndre Foss	ST	Ikke					

01.12.1970	Drammen travbane	BU	Ikke	Ja (5 episoder den siste måned)	GV høy for de siste 20 dager, vekslende varme og kalde dager		svært høy	70 – 80 %
13.07.1971	G. Dahle	AK	Ikke				normal	<60 %
07.10.1971	Stubban	ST	Nedbør (30-50) men resten (75-150)	Ja (3 episoder den siste måned)			svært høy	70 – 80 %
26.04.1972	Angelskjæret	NT	Ikke		Ganske mye nedbør sør for dette området		normal	60 – 70 %
21.05.1972	Trevarebyen	AK	Ikke				lav	<60 %
12.07.1972	Våle	VE	Ikke				normal	<60 %
15.08.1972	Kroppan 2	ST	Ikke				svært lav	<60 %
07.09.1972	Maise - Nordmøre	MR	Ikke	Ja (30-50)		Ja	normal	<60 %
09.05.1973	Ask	AK	Ikke				normal	70 – 80 %
16.06.1973	Flatner	AK	Ikke				normal	<60 %
05.06.1973	Korsgårdsveien 25	ØS	Ikke				høy	<60 %

30.12.1973	Buvika veg	ST	Ikke	Ja (2 dager før)	Høy temperatur etter kald periode		høy	80 – 90 %
17.04.1974	Sem	TE	Ikke				normal	70 – 80 %
29.04.1974	Kistefossen	TR	Ikke		Jordskjelv		normal	70 – 80 %
01.05.1974	Beitstad	NT	Ikke				normal	60 – 70 %
18.08.1974	Åndalsnes	MR	Nedbør (20-30)	Ja (3 episoder siste måned)			høy	<60 %
05.12.1974	Båstad	ØS	Ikke		GV og VM høy for en måned	Ja	normal	70 – 80 %
21.12.1974	Mørre kraftverk	ST	Ikke				normal	<60 %
14.03.1975	Store Lerresfjord	FI	Ikke	Ja (30-50)	Skred gikk når T økte etter kalde dager		høy	60 – 70 %
15.04.1975	Skjølstadmark 3	NT	Ikke				lav	60 – 70 %
05.11.1975	Leinstranda 2	ST	Ikke	Ja (ca. 4 episoder den siste måned)	GV høy for hele måned		høy	60 – 70 %
10.11.1975	Tune/Holtet	ØS	Ikke				lav	<60 %
07.04.1976	Holtet Gård, Tune	HE	Ikke				lav	70 – 80 %
20.04.1976	Lånke	NT	Ikke		Vekselsende RS-episoder, VM høy flere dager før hendelse		svært høy	> 90 %

15.05.1976	Misvær	NO	Ikke		Høy RS de siste 20 dager		høy	60 – 70 %
15.11.1976	Songe	AA	Ikke	Ja (ca 15 regnepisoder siste måned før hendelse, noen intense)			normal	60 – 70 %
15.03.1977	Terråk	NO	Ikke		GV høy dagene før	Graving	normal	60 – 70 %
23.11.1977	Nordre Nordby	AK	Ikke			Planering	normal	60 – 70 %
25.01.1978	Hyggen	BU	Ikke			Fylling	lav	<60 %
29.04.1978	Rissa	ST	Ikke			Graving	normal	60 – 70 %
04.06.1978	Hjuksevelta	TE	Ikke			Dårlig drenering	lav	<60 %
18.09.1978	Sogge	MR	Nedbør (>150mm)	Ja (2 episoder før)	GV høy flere dager før		svært høy	> 90 %
06.11.1978	Spillum	NT	Nedbør (30-50mm)	Ja (4-5 episoder siste måned)	GV høy 15 dager før		høy	60 – 70 %
16.05.1979	Leland	NO	Nedbør (30-150mm)	Ja (3 dager før)			høy	80 – 90 %
30.06.1979	Monstad	ST	Nedbør (20-30)				normal	<60 %
30.06.1979	Åmyra	ST	Nedbør (20-30)				normal	<60 %

17.08.1980	Fredrikstad	ØS	Ikke			Fylling/ belastning	lav	<60 %
17.03.1982	Djupdal	ST	Ikke				normal	60 – 70 %
04.10.1982	Vibe	NT	Ikke			Ja	normal	<60 %
07.02.1983	Strandbekk	ØS	Ikke				normal	70 – 80 %
18.04.1983	Røsset	ST	Ikke				høy	80 – 90 %
25.04.1983	Havikveien	NT	Ikke				høy	70 – 80 %
27.09.1983	Brattset	ST	Nedbør (50-75)				høy	60 – 70 %
15.10.1983	Foldereid	NT	Ikke				normal	<60 %
04.01.1984	Halsan	NT	Ikke	Ja (5 dager før og 3 episoder den siste måned)	Høy VM siden midt av oktober, vekslende varme og kalde dager		høy	80 – 90 %
02.05.1984	Fosshaugen	TR	Ikke	Ikke	Høy temperatur, høy RS hele siste måned, skred gikk da GV startet å øke		svært høy	> 90 %
19.07.1984	Hilton	AK	Ikke	Ja (5 dager før)		Graving	normal	<60 %
11.09.1984	Strandajordet	BU	Ikke	Ja (noen dager før)			normal	<60 %



19.10.1985	Botnan	NT	Nedbør (30-50)	Ja (5 episoder siste måned med 30-50 mm og noen opp til 75-150 mm)			høy	60 – 70 %
30.10.1985	Nordset 2	ST	Nedbør (30-50)	Ja (5 episoder siste måned med 30-50 mm og noen opp til 75-150 mm)			svært høy	70 – 80 %
30.10.1985	Varmbu	ST	Nedbør (30-50)	Ja (5 episoder siste måned med 30-50 mm og noen opp til 75-150 mm)		Ja	høy	70 – 80 %
09.12.1986	Tinghusområdet	BU	Nedbør (20-30)			Graving	normal	60 – 70 %
09.09.1987	Sjøgata Fauske	NO	Ikke			Utylling (stein)	svært lav	<60 %
14.10.1987	Melleby	ØS	Ikke men Nedbør (30-50) i området	Ja (2 dager før, men 4 nedbørsepisoder siste måned)			svært høy	60 – 70 %
13.12.1987	Hovinsåsen	ST	Nedbør (20-30)	Ja (4 dager med mye nedbør)			svært høy	80 – 90 %
01.05.1988	Sagholen	AK	Ikke		Vekslende høy RS		svært høy	> 90 %
24.08.1988	Stokkaunet	TR	Ikke			Graving	lav	<60 %

22.11.1988	Heggstad	ST	Nedbør (20-30)	Ja (5-6 episoder siste måned)	Vekslende varme og kalde dager	Ja	høy	60 – 70 %
24.11.1988	Nordsetrønningen	ST	Nedbør (30-50)	Ja (5-6 episoder siste måned)	Vekslende varme og kalde dager		svært høy	80 – 90 %
23.12.1988	Sandbukta	ST	Nedbør (30-50)	Ja (5-6 episoder siste måned)	Vekslende varme og kalde dager		svært høy	80 – 90 %
31.12.1988	Lundsbekken	ST	Nedbør (30-50)	Ja (5-6 episoder siste måned)	Vekslende varme og kalde dager		høy	80 – 90 %
29.01.1989	Hovin	ST	Ikke	Ja (5-6 episoder siste måned)	Vekslende varme og kalde dager		svært høy	> 90 %
07.02.1989	Kulslia	NT	Nedbør (30-50)	Ja (5-6 episoder siste måned)	Vekslende varme og kalde dager		svært høy	70 – 80 %
15.02.1989	Hoem	ST	Ikke	Ja (5-6 episoder siste måned)			svært høy	80 – 90 %
12.03.1989	Jørstad	NT	Ikke		Høy temperatur		høy	70 – 80 %
22.11.1989	Sørkedalen	ST	Nedbør (30-50)				normal	<60 %
30.11.1990	Amunddalen	ST	Ikke	Ja (20-30)			normal	60 – 70 %
15.01.1992	Almås	ST	Nedbør (20-30); mye i naboområdet	Ja (5-6 episoder siste måned)	Høy temperatur, vekslende varme og kalde dager		svært høy	80 – 90 %
18.10.1994	Kåbøl nordre	ØS	Ikke				lav	<60 %

20.06.1996	Finneidfjord	NO	Ikke		Høy RS	Ja	normal	<60 %
15.04.1997	Løftmoen	ST	Ikke	Ja			høy	70 – 80 %
14.05.1999	Reinfjord	TR	Ikke			Graving/ moloarbeid	lav	60 – 70 %
04.11.2000	Lier	BU	Nedbør (30-50)				svært høy	80 – 90 %
04.11.2000	Randselva	BU	Nedbør (30-50)				svært høy	80 – 90 %
19.11.2000	Frogner	AK	Nedbør (20-30)	Ja (ca 10-12 episoder i den siste måned)		Ja	svært høy	> 90 %
22.11.2000	Kongshaug	BU	Nedbør (30-50)	Ja (ca 10-12 episoder i den siste måned)			svært høy	> 90 %
12.06.2001	Karlstad	TR	Ikke				lav	<60 %
28.03.2004	Indgul Store	NT	Ikke så mye nedbør				normal	70 – 80 %
24.04.2002	Malvik	ST	Ikke		Høy RS og Høy GV i området	Fylling	normal	60 – 70 %
27.04.2002	Beitstad	NT	Ikke		Høy RS og Høy GV		normal	60 – 70 %
31.07.2002	Kotsøy	ST	Ikke				lav	<60 %

04.11.2005	Skui	BU	Nedbør (50-75)	Ja (2 Nedbør episoder den siste måned)			høy	60 – 70 %
23.03.2007	Sjåenget	NT	Ikke			Sprengning	normal	60 – 70 %
16.05.2007	Reina	NT	Nedbør (30-50)		Høy GV de siste 3-4 måned, Høy RS		normal	<60 %
17.01.2008	Tortenlia	NO	Ikke				normal	<60 %
12.03.2008	Kopervikdalen	BU	Nedbør (30-50)		Høy GV hele måned	Ja	svært høy	80 – 90 %
15.04.2008	Rakkestad	AK	Ikke	Ja (en uke før)			høy	80 – 90 %
15.04.2008	Solberg	ØS	Ikke	Ja (en uke før)			høy	80 – 90 %
19.08.2008	Vemundvik	NT	Ikke			Sprengning	lav	<60 %
09.01.2009	Sjøberg	ST	Nedbør (20-30)		Høy RS, og T, flere episoder av vekslende høy og lav temperatur	Ja	normal	70 – 80 %
07.03.2009	Ole Cudrios gt	TE	Ikke			Ja	høy	70 – 80 %
13.03.2009	Kattmarka	NT	Ikke	Ja (2-3 episoder den siste måned men ikke intense)		Sprengning	normal	60 – 70 %
12.07.2010	Setså	NO	Ikke	Ja (4-6 episoder den siste måned)	Skred i samme området tidligere		normal	<60 %

27.07.2010	Kviby	FI	Ikke (men 20-30, opp til 50 i naboområdet)	Ja (4-6 episoder den siste måned)			høy	<60 %
03.09.2010	Lyngseidet	TR	Ikke	Ja (de siste 2 dager)	Høy GV de siste 2 måned	Fylling	høy	<60 %
15.05.2011	Valaskjold	ØS	Nedbør (20-30)			Ja	lav	<60 %
19.06.2011	Lundestad	NO	Ikke		Erosjon langs elva; Høy T		normal	<60 %
07.07.2011	Setnes	MR	Ikke	Ja (5 episoder den siste måned)	Erosjon langs elva, Utvasking av leirmasse i 2010 i samme området		normal	<60 %
27.08.2011	Mørkvollen	BU	Nedbør (30-50)	Ja (5 nedbørsepisoder den siste måned, noen av dem intense)	Flom; Høy GV hele måned	Ja	svært høy	60 – 70 %
14.12.2011	Refne	ØS	Nedbør (30-50)	Ja (2-3 episoder den siste uke)	Flom; Høy T		svært høy	> 90 %
01.01.2012	Esp	ST	Ikke	Ja (mye nedbør 5 dager før)	Høy VM siden oktober, Høy T, flere episoder med kald temperatur siden høst, små skred før i samme området		høy	70 – 80 %

23.03.2012	Gudå	NT	Nedbør (50-75)	Ja (mye Nedbør siste 2 uke)	Flom; Høy RS,T	Ja	svært høy	> 90%
28.03.2012	Beistadgrenda	NT	Nedbør (30-50)	Ja (mye Nedbør siste 3 uke)	Flom; Høy RS,T		svært høy	> 90%
03.06.2012	Førum	VE	Ikke		Erosjon i elva, på grunn av flom? Skred i samme området også i 2001 og 2004	Ja	normal	<60%
24.09.2012	Kåbbel	ØS	Ikke		Skred i samme området også i 1994 og 1999		normal	<60%



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstuen  
0301 Oslo

Telefon: 09575  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

