



RAPPORT

Kvikkleirekartlegging Sørlandet

RISIKO FOR KVIKKLEIRESKRED – SONGDALEN
KOMMUNE

DOK.NR. 20150471-09-R
REV.NR. 2 / 2017-06-23

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

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

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

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

Prosjekt

Prosjekttittel: Kvikkleirekartlegging Sørlandet
Dokumenttittel: Risiko for kvikkleireskred – Songdalen kommune
Dokumentnr.: 20150471-09-R
Dato: 2017-03-24
Rev.nr. / Rev.dato: 2 / 2017-06-23

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: NVE
Kontaktperson: Ingrid Havnen
Kontraktreferanse: Kontrakt mellom NVE og NGI. Regional kvikkleirekartlegging i kommunene Kristiansand, Søgne og Songdalen, datert 9. november 2015.

for NGI

Prosjektleder: Kristine H. H. Ekseth
Utarbeidet av: Kristine H. H. Ekseth
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

Sammendrag

NGI har på oppdrag fra Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) utført oversiktskartlegging av områder med potensiell fare for store kvikkleireskred. Kartleggingen har omfattet kartanalyser, befaring i felt, grunnundersøkelser samt utarbeidelse av fare-, konsekvens- og risikokart. Kvikkleirekartleggingen er i denne fasen å anse som en aktsomhetskartlegging, der sonene representerer områder der det må vises spesiell aktsomhet.

Basert på observasjoner ved befaringer, grunnundersøkelser og metodikk for utredning av kvikkleiresoner, er 5 potensielt skredfarlige soner og tilhørende potensielle utløpssoner lokalisert. I Songdalen har tre soner risikoklasse 3 og to soner risikoklasse 2. Ingen av sonene har konsekvensklasse 3. Fire soner har faregrad lav, en har faregrad middels.

Resultatene er presentert i tabell under:

a)

Faregrad			
Klasse	Lav	Middels	Høy
Antall soner	4	1	0

b)

Konsekvens			
Klasse	Mindre alvorlig	Alvorlig	Meget alvorlig
Antall soner	1	4	0

c)

Risiko					
Klasse	1	2	3	4	5
Antall soner	0	2	3	0	0

NGI anbefaler vanligvis at det utføres supplerende grunnundersøkelser for soner i de høyeste risikoklassene, klasse 4 og 5. Likeledes bør dette normalt også vurderes for soner i faregradklasse "høy", som ikke er kommet i risikoklassene 4 og 5.

I Songdalen har tre soner risikoklasse 3 og to soner risikoklasse 2. Ingen av sonene har konsekvensklasse 3 (meget alvorlig), sonene er enten i klasse 2 (alvorlig) eller 1 (mindre alvorlig). Faregraden er lav eller middels. Sone Dalland bør allikevel erosjonssikres for å unngå et skred i sonen, da erosjonen er aktiv, og et skred vil kunne ta med seg deler av E39.

Innhold

1	Innledning	6
2	Metodikk (lokalisering av potensielle faresoner)	7
3	Generell beskrivelse (historikk, geologi og kvartærgeologi)	8
4	Datagrunnlag	10
	4.1 Innledende kartanalyse	10
	4.2 Datagrunnlag	12
5	Resultater	15
	5.1 Klassifiseringsmetode	15
	5.2 Kartlagte kvikkleiresoner	17
6	Tiltak	18
7	Plan og byggesaksarbeid	19
8	Referanser	20

Kartbilag

Kartbilag 1	Oversiktskart med grunnundersøkelser
Kartbilag 2	Oversiktskart, risikoklassifisering
Kartbilag 3	Oversiktskart, konsekvensklassifisering
Kartbilag 4	Oversiktskart, fareklassifisering
Kartbilag 5	Detaljkart faregrad med feltregistreringer og utløpsområder

Vedlegg

Vedlegg A	Tolkning CPTu-sonderinger
Vedlegg B	Nøkkeldata for soner
Vedlegg C	Soneklassifiseringsark
Vedlegg D	Tolkning grunnundersøkelser

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

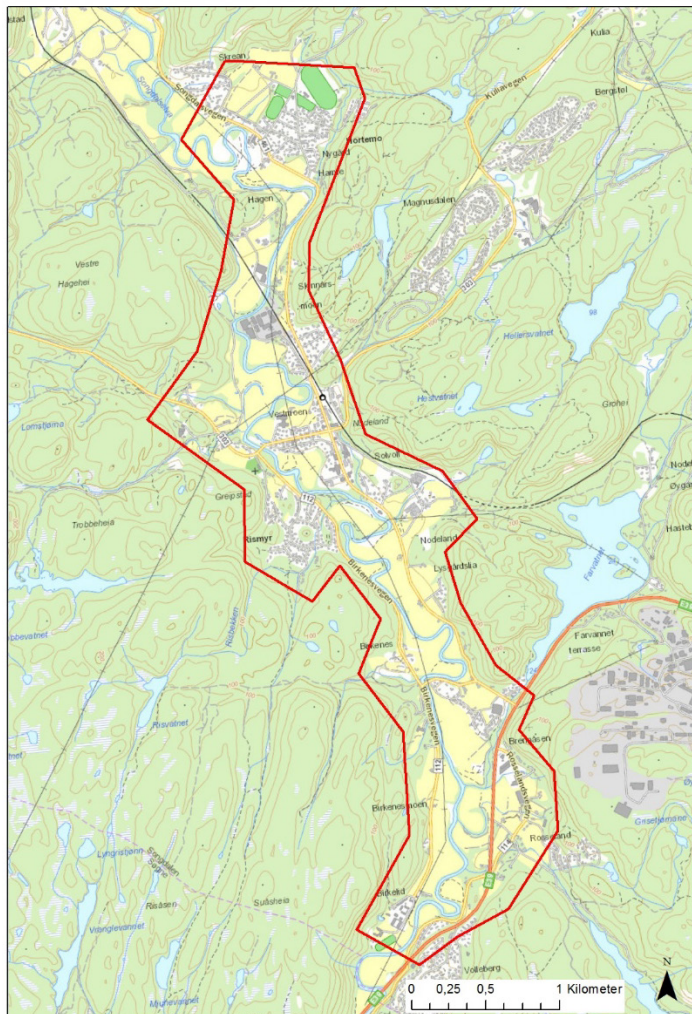
NGI har på oppdrag fra Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) utført oversiktskartlegging av områder med potensiell fare for store kvikkleireskred i kommunene Søgne, Songdalen og Kristiansand. Områdene ligger under marin grense og er valgt ut etter kriterier bestemt av NVE, med vekt på befolkningstetthet og sannsynlighet for marine avsetninger.

Kartleggingen av Søgne, Songdalen og Kristiansand kommuner er del av det landsomfattende arbeidet med å kartlegge skredfarlige kvikkleireområder i Norge, som ble satt i gang etter kvikkleireskredet i Rissa i 1978. Hensikten med kartleggingen er å forebygge faren for store, naturlig utløste, kvikkleireskred i fremtiden. Resultatene er ment lagt til grunn ved planlegging av utbyggingsområder og terrenginngrep, samt ved sikring av prioriterte skredutsatte områder. Kartleggingen er utført under marin grense i Søgne, Songdalen og Kristiansand kommuner, dvs. at områder med mulige marine silt- og leiravsetninger er kartlagt. Kartleggingen er avgrenset til kvikkleire og andre sprøbruddmaterialer som i forhold til områdestabilitet behandles på samme måte som kvikkleire, jfr. NVEs retningslinjer 7-2014 (ref. /1/).

Kartleggingen har omfattet kartanalyser, befaring i felt (ref. /11/), grunnundersøkelser samt utarbeidelse av fare-, konsekvens- og risikokart. Kvikkleirefaresonene vil utgjøre hensynssoner som skal tas hensyn til i offentlig og privat planarbeid.

Kartleggingsoppdraget omfattet opprinnelig i alt syv delområder i Søgne, Songdalen og Kristiansand kommuner. To av delområdene falt bort ved den innledende feltbefaringen. For det ene delområdet, Heltenes-Fagerholt, er begrunnelsen generelt at det ikke ble funnet bebygde områder som tilfredstilte kartleggingskriteriene, og spesifikt at det ble påvist berg i dagen i store deler av området. For det andre delområdet som falt bort etter innledende feltbefaring, Øvre Timenes, er begrunnelsen tilsvarende; i tillegg kommer at arealer med potensiell skredfare innenfor dette delområdet knytter seg til E18, hvor vegprosjektering normalt vil omfatte vurdering av stabilitetsforhold og skredfare og gjennomføring av nødvendige sikringstiltak.

Denne kartleggingen omfatter delområde Hortemo og Birkelid i Songdalen kommune, se Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart over kartlagt område.

2 Metodikk (lokalisering av potensielle faresoner)

Oversiktskartlegging av kvikkleirefaresoner er i hovedsak avgrenset til terrasserte skråninger med høyde større enn 10 m, samt til jevnt hellende terreng med skråningshelling brattere enn 1:15, også disse med høyde større enn 10 m. For oversiktskartlegging på Østlandet og i Trøndelag har det typisk vært inkludert soner ned areal større enn 10 mål (f.eks. 100 x 100 m), men dette er ikke noe fast kriterium og er heller ikke lagt til grunn ved kartleggingen i dette tilfellet.

Kvikkleirefaresoner avgrenses typisk ved at største utbredelse av skred antas begrenset til en avstand på 15 x H målt fra skråningsfot, hvor H er skråningshøyden. Sideveis avgrenses soner vanligvis langs bekkedaler og raviner, som utgjør naturlige avgrens-

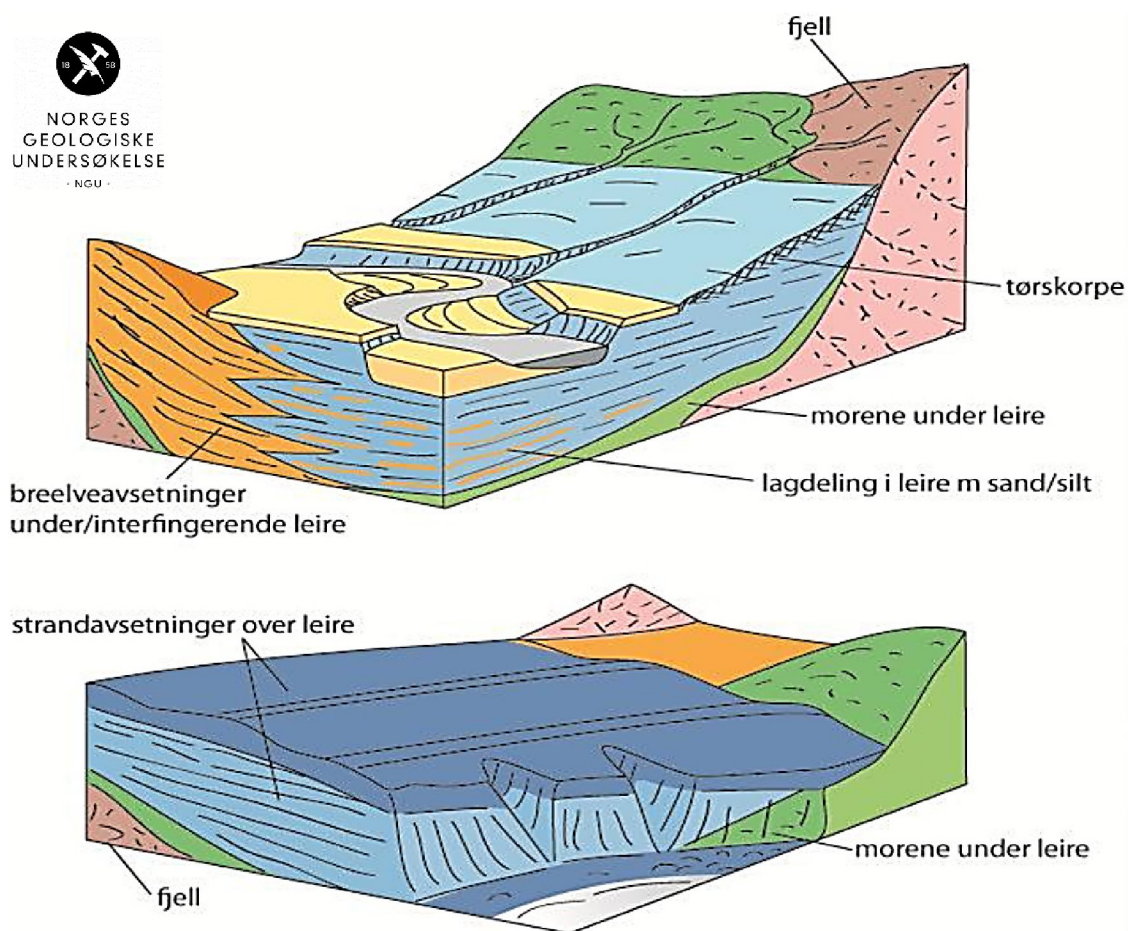
ninger for sideveis skredutvidelse. Oppstikkende berg vil også redusere sonenes utbredelse. Resulterende soneutbredelse fra oversiktskartlegging vil normalt være konservativ, dvs. at utbredelsen ofte vil kunne reduseres ved nærmere kartlegging av grunnforholdene.

Det gjøres oppmerksom på at oversiktskartlegging ikke er en utfyllende kartlegging hvor alle områder med kvikkleire påvises. I områder under marin grense vil kvikkleire kunne påtreffes utenom kartlagte faresoner, i større områder eller i avgrensede lommer. Oversiktskartleggingen har dessuten tatt utgangspunkt i en forutgående kartanalyse, hvilket innebærer at bare utvalgte områder er tatt med i kartleggingen (i hovedsak de tettest bebygde områdene).

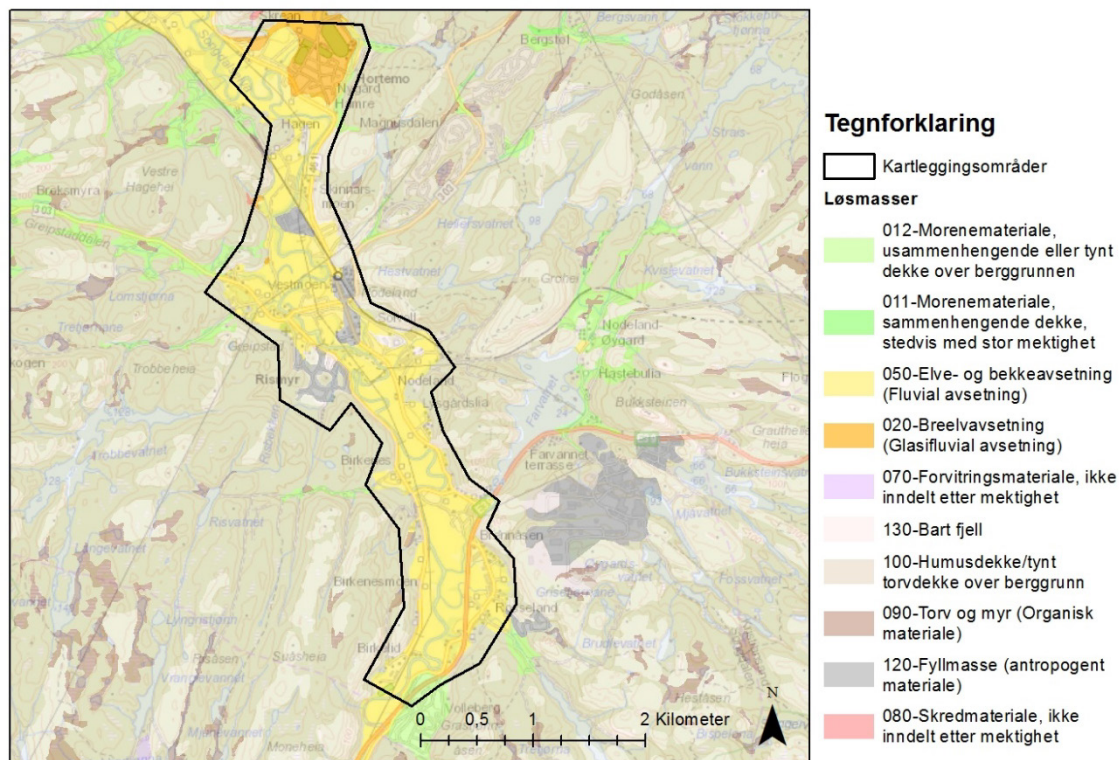
3 Generell beskrivelse (historikk, geologi og kvartærgeologi)

Elve- og bekkeavsetninger er et resultat av bekker eller elvers erosjon, transport og avsetning. Avsetning i vann fører til sortering av materiale og avsetningene i forskjellige områder kan være alt fra grus og sand til leire. Avsetningen av leire foregår primært der vannhastigheten er lav. Leire er derfor typisk avsatt i store innsjøer og i havet.

Breelavsetninger er et resultat av nedsmelting av breens isdekke og smeltevannets drenering til havet. Smeltevann rant mot brekanten i en tunnel under isen og på isens overflate og langs iskanten inn mot dalsider. På slake strekninger mellom iskanten og dalsider ble erosjonsmateriale avsatt og det ble bygd opp langstrakte terrasser med grus og sand. Leire ble først avsatt når smeltevannet rant ut i havet. Smeltevannsløp på isens overflate og små bredemte sjøer langs isen kunne bli fylt med breelvmateriale og dette dannet hauger og rygger med breelvmateriale da isen smeltet. For områder under marin grense kan det generelt ligge leire under andre avsetninger.



Figur 2 Tenkt modell over løsmassefordelingen i dybden (fra www.ngu.no).



Figur 3 Løsmassekart over delområde Hortemo-Birkelid. (Kilde til løsmassekart: www.ngu.no)

Det kan forventes til dels mektige grove sand- og gruslag over de marine avsetningene i Hortemo/Birkelid-området da breelver og nåværende elv har omarbeidet og avsatt fluviale og glasifluviale sedimenter over de mer finkordnede avsetningene. Marin grense finnes på ca 31 moh.

Fra NVE-Atlas (ref. /9/) fremkommer det ingen kjente skredhendelser i løsmasser i området.

Generelt vil utløpsområdene for kvikkleireskred i Hortemo-Birkelid være ut mot Songdalselven. Da sonene i området er av begrenset størrelse i nasjonal sammenheng og generelt ikke har tykke kvikkleireavsetninger, er det største faremomentet ved skredutløp oppstuvning av vann bak skredmasser som ikke er kvikke.

4 Datagrunnlag

4.1 Innledende kartanalyse

En innledende GIS-analyse er utført av NVE med hensikt å avgrense områder for kartlegging. Denne analysen tar utgangspunkt i NGUs datasett «mulighet for marin leire» i NGUs løsmassekart (ref. /4/) samt aggregert informasjon om befolkning og estimert

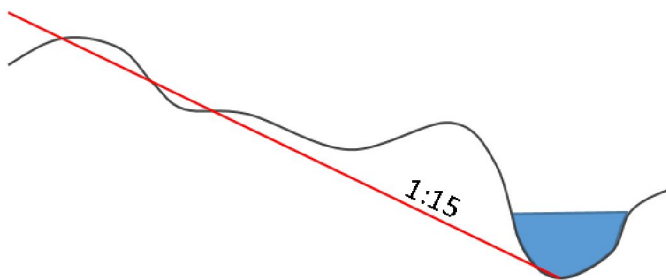
personopphold i bygg utenfor hjemmet. Befolkningsdata og personopphold er aggregert til et felles datasett på 100 x 100 m ruter. «Mulighet for marin leire» er klassifisert i 6 kategorier, rangert fra "ofte" til "stort sett aldri".

Det er gjort en overlay-analyse i GIS der «mulighet for marin leire» er vektet 80 % og befolkning og personopphold er vektet 20 %. I tillegg er verdiene i de to datasettene vektet med økende vekt for økende verdier/ større sannsynlighet for leire og større befolkning innenfor 100 x 100 m ruter.

Resultatet blir at områder med stor mulighet for marin leire og høy befolkning/ personopphold vil få en høy verdi, og disse danner grunnlaget for utvelgelse av områder for kartlegging

Formålet med den innledende analysen er å finne potensielt skredutsatt terreng før feltarbeid iverksettes. Resultatene fra analysene ble tatt med i feltkartene. Som en tommelfingerregel sier man at kvikkleireskred potensielt kan forekomme i terreng som har en gjennomsnittlig helning på over 1:15 regnet ut fra foten av aktuell skrent ("basislinje"). I dette tilfellet ble elver/bekker, innsjøer og foten av kystnære skråninger i havet benyttet som basislinjer.

Figur 3 under viser en snitt gjennom terrenget langs en elv, og den røde linjen representerer en helning på 1:15 fra bunnen av elva. Alt terreng som ligger over den røde linja har da en helning på mer enn 1:15 til bunnen av elva.



Figur 4 Snitt gjennom terrenget langs en elv, med en helning på 1:15 vist som rød linje.

I analysen ble det konstruert flater med en helning på 1:15 oppover fra basislinjene. For å få dette til var det viktig å finne høyden over havet til alle basislinjer.

For elver og bekker ble høyden beregnet ved å interpolere mot terrengmodellen (basert på Lidardata). Siden basislinjen er på bunnen av elva, ble høyden korrigert for dette ved å bruke egenskapen *Vannbredde*. Dette fordi det ikke finnes noen egenskap for vanndybde. Høyden på elva ble redusert med mellom 0.5 m og 4 m, avhengig av vannbredde. Høyden på innsjøene ble også funnet ved interpolasjon mot terrengmodell, med her ble

vanndybden satt fast til 4 meter, slik at basislinjen (innsjøkanten) ble senket med 4 m. I havet ble det benyttet dybdekoter for å identifisere basislinjen, det vil si hvor havbunnen nær land flater ut. Deretter ble det generert flater (raster) ut fra alle basislinjer, stigende med en helning på 1:15.

For å identifisere terreng som har en helning over 1:15 til nærmeste basislinje tar man helningsdatasettet og subtraherer terreng høyden. Da får man et datasett som viser hvor mange meter terrenget er over eller under 1:15 flaten.

For å supplere denne helningsanalysen er det viktig å ta hensyn til løsmassetype og helningen til selve terrenget. Dette ble derfor også inkludert i feltkartene.

4.2 Datagrunnlag

4.2.1 Tidligere grunnundersøkelser

En stor mengde data har vært tilgjengelig i denne kartleggingen, særlig grunnundersøkelser fra ulike samferdselsprosjekter og fra utbyggingsprosjekter i kommunen. Beliggenhet av tidligere grunnundersøkelser er vist i kartvedlegg 1. Generelt er det påvist kvikkleire ved prøvetaking enkelte steder, og enkelte total- og/eller dreietrykksonderinger som indikerer kvikkleire/bløte masser. Tidligere grunnundersøkelser har hovedsakelig vært utført i områder som ikke omfattes av terrengkravene for oversiktskartlegging av kvikkleiresoner som definert i Kap. 7 i ref. /2/, og har dermed ikke vært benyttet i videre arbeid.

Data har blitt gjort tilgjengelig fra Jernbaneverket, Statens Vegvesen og fra NADAG (Nasjonal database for grunnundersøkelser, eid av NGU, Statsbygg, Statens Vegvesen, NVE og Bane NOR), ref./8/.

4.2.2 Befaringer

Befaring er avgrenset til arealer innenfor kartleggingsområdet definert av NVE der det er terrengforhold som oppfyller kravene fra NVEs veileder (ref. /1/) og hvor det er antatt eller påvist forekomst av sprøbruddmateriale eller kvikkleire.

Første feltbefaring ble utført i oktober/november 2015, og er dokumentert i NGI-rapport 20150471-02-R. Andregangsbefaring ble utført i februar 2017 for å følge opp erosjonsforhold, eventuelle tiltak i sonen (forbedrende eller forverrende) og bedre avgrensning av soneutbredelse. Ved befaringstidspunktet for andregangsbefaring var det stor vannføring i bekker og vassdrag, slik at erosjon ikke alltid kunne undersøkes på en tilfredsstillende måte. På tidspunktet for andregangsbefaring var det stor vannføring i bekker og vassdrag, slik at erosjonsforhold ikke alltid kunne undersøkes på en tilfredsstillende måte. Generelt ble det observert lite til ingen erosjon langs vassdragene i Songdalen kommune, hovedsakelig grunnet lav naturlig gradient i elveleiene.

4.2.3 Grunnundersøkelser utført i forbindelse med kartleggingen

Grunnundersøkelser ble utført i to steg. Borplaner ble utarbeidet basert på kartanalyser og førstegangsbefaring, og deretter forelagt NVE for kommentarer. I første steg av grunnundersøkelsene ble det utført dreietrykksonderinger. I neste steg ble det utført supplerende dreietrykksonderinger, samt CPTU-sonderinger og prøveserier, plassert på grunnlag av resultatene fra den første runden med sonderinger. Resultatene fra grunnundersøkelsene er vist i vedlegg D. Tabell 1 gir oversikt over utførte grunnundersøkelser. Tabell 1 viser antall utførte grunnundersøkelser.

Tabell 1 Antall utførte grunnundersøkelser i Songdalen kommune.

Undersøkelse	Dreietrykk	CPTU	Prøveserier
Antall	12	1	4

CPTU-sondering er tolket basert på tilgjengelig informasjon og antakelser om poretrykk. Da poretrykk ikke er målt, er det benyttet hydrostatisk poretrykk. Tolket udrenert aktiv skjærfasthet fra CPTU-sondering er vist i vedlegg A. Tolkningen er brukt til å estimere OCR (overkonsolideringsforholdet for leire) i faregradsklassifiseringen.

Tabell 2 CPTU-sonderinger med tolkningsantakelser

CPTU-nr	Sone	Kotenivå	Antatt grunnvannsnivå	Poretrykksfordeling
2-8	1909 - Dalland	19.1	1.3 m	Hydrostatisk

4.2.4 Oppsummering av grunnundersøkelsene

Hoveddalføret er preget av bred elveslette med meandrerende elv, med terrasser langs elva, noen ganger i flere trinn. Terrengekote for de i alt 12 borpunktene varierer mellom ca. kote +16 og +24.

I sonderingene i midtre del av kartleggingsområdet er det ikke indikasjon på annet enn sand innenfor boret dybde, men det er påvist antatt kvikkleire både i nordre og søndre del av delområdet, i totalt 5 av de 12 borpunktene. Stedvis ligger antatt kvikkleire under et overliggende sandlag med varierende tykkelse (borpunktene 2-8, 2-9, 2-10), men det er også borpunkter med antatt leire og kvikkleire nesten fra terreng.

Boringene bekrefter funn av kvikkleire fra tidligere grunnundersøkelser i delområdet.

Det er gjort stikkprøvetaking basert på sonderingene. Generelt er det ikke tatt nye prøver der sondering med stor sikkerhet indikerer kvikkleire. I borpunkt 2-101 (innenfor fare-sone 1905 Hortemo) er kvikkleire bekreftet med prøver. I dette området viser kvartær-geologisk kart breelavsetning, denne ligger altså her over kvikkleira. I borpunkt 2-102

(faresone 1908 Floda) var prøver ned til 7 m ikke kvikke, men dypereliggende leire antas likevel å kunne være kvikk.

Basert på resultatene fra grunnundersøkelsene er enkelte områder vurdert til ikke å representere kvikkleirefaresoner, da enten fordi berg er påtruffet grunt (som i borpunkt 2-7), eller fordi løsmasser antas å ikke være kvikkleire (som 2-1 tom. 2-5). Boringer som har resultert i kvikkleiresoner er vist med rød bakgrunn i kartvedlegg 1.

Fravær av kvikkleirefaresoner betyr ikke at områdene er klarert for evt. nye byggeprosjekter med tanke på kvikkleireskredfare en gang for alle, kun at større sammenhengende fareområder ikke er påvist ved kartleggingen. Kvikkleire kan forekomme i avgrensede lommer, og både løsmassefordeling og bergets topografi kan variere raskt.

4.2.5 Opptegning av soner

Soner er generelt tegnet opp slik at de avgrenses langs vannkant eller noe ut i vassdrag, og ellers følger dypeste punkt på raviner. Dette er i noen grad av liten praktisk betydning, da utløp av skred uansett vil gå utover sonegrensene.

I bakkant av soner er avgrensningen enten definert av oppstikkende berg eller ut fra avstandskriteriet som tilsier at maksimal størrelse av sone tilsvarer 15 x skråningshøyden (for terrassert terreng), ref./2/.

4.2.6 Strandsoner

Kartlegging i strandsoner gjøres basert på "metode 1" beskrevet i NIFS-rapport 27/2014 (ref./6/). Denne metoden er den samme som metodikken beskrevet for potensielle fareområder på land i ref./2/.

Avgrensning av kvikkleirefaresoner kan være utfordrende i strandsoner, spesielt i områder med marbakke. For kartlagte delområder som omfattes av denne kartleggingen, gjelder imidlertid at strandsoner utenom havneområder generelt er svært langgrunne med liten dybde ut til stor avstand fra sjøkanten (visuell observasjon).

Området Hortemo - Birkelid grenser ikke til hav/sjø. På denne bakgrunn er det ikke tatt med faresoner som har sin årsak i skredfarlige undersjøiske skråninger i strandsonen. En rekke faresoner munner imidlertid ut i elv. Den nøyaktige avslutningen av løsneområder ut i vann er ikke entydig bestemt, men er generelt trukket noe forbi vannkant.

4.2.7 Utløpsområder

Faresonene består i stor grad av terrasser avgrenset av raviner. Skredutløp vil gå rett ned i ravinene, og evt ned langs raviner ut i vassdrag/elva. Bunnen av ravinene vil generelt bli fylt av skredmasser. NIFS-metoden for vurdering av utløpsområder fra kvikkleires-

kred på kommuneplannivå (aktsomhetsområder) (ref./7/) angir at utløpsdistansen vil tilsvare maksimalt 3 ganger lengden av løsneområdet. For de fleste av sonene vil dette kriteriet få liten betydning, da skred i de aller fleste tilfeller går ned i raviner som munner ut i vassdrag. En mer detaljert vurdering, på reguleringsplannivå, ville i tillegg differensiere mellom antatt skredtype (retrogressivt eller flakskred), i tillegg til vurdering av om skredet skjer i kanalisert eller åpent terreng. Slike vurderinger krever generelt mer data enn tilgjengelig fra oversiktskartlegging. Likevel er det i mange av boringene tilstrekkelig med antatt kvikkleire til at skred vil antas retrogressive, i tillegg til at kanalisert utløp vil gi største utløpsdistanse, dvs. 3 x løsneområdet (ref./7/). I de fleste tilfeller er avstanden til Songdalselva kort, og skredmasser vil antas å nå fra ravinene ut i elva. I noen tilfeller vil utløp gå ned mot bebygde områder eller veg, og det er gjort en vurdering av dette i hvert enkelt tilfelle hvor dette er aktuelt. For soner som grenser direkte til elv, er utløp skissert ut i elva. Eksakt av utløp og også mektighet av skredmasser i utløpssonen er generelt usikkert, og avhengig av en rekke forhold, ikke minst mektighet og beliggenhet av kvikkleirelag. Skredmasser i elva antas som hovedregel erodert bort relativt raskt, men vil i noen situasjoner kunne bli liggende og medføre noe lokal oppdemming, noe som er vurdert for hvert enkelt sone.

5 Resultater

5.1 Klassifiseringsmetode

Kartlagte kvikkleiresoner er klassifisert etter NGI-rapport 20001008-02-R (ref. /2/), med hensyn til skadekonsekvens- og fareklasser som ender i en risikoklassifisering for hver sone. Skadekonsekvenser som skal vurderes er fare for at liv kan gå tapt, skade på mennesker, økonomiske tap og verdiforringelser samt fare for at viktige samfunnsmessige funksjoner skal stoppe opp. Konsekvensen av et skred er delt opp i tre klasser: mindre alvorlig, alvorlig og meget alvorlig. Tabell 2 viser evalueringen av en sones skadekonsekvensklasse. Score for konsekvens skal også inkludere objekter innenfor utløpsområder, dvs. boliger, vegger osv.

Tabell 3 Skadekonsekvensklasser

Skadekonsekvens Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001-5000	100-1000	< 100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flo	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%

Faregrad fastlegges slik at den gjenspeiler graden av usikkerhet med hensyn til områdets stabilitet, der det er topografiske forhold, geologiske/geotekniske forhold og terrengendringer som gir en slutt-score. Faregraden deles inn i tre klasser: lav, middels og høy. Tabell 3 viser evalueringsskjemaet for en sones faregradsklasse. Faregrad for utløpsområder skal settes lik med faregrad for løsneområder som er årsak til potensielt skredutløp.

Tabell 4 Faregradsklasser

Faregrad Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, H	2	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m
Forkonsolidering (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poreovertrykk i kritisk glideflate	3	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk
Poreundertrykk i kritisk glideflate	-3	> -50 kPa	-(20-50) kPa	-(0-20) kPa	Ingen
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/4-H/2	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv	Noe	Lite	Ingen
Forverrende inngrep	3	Stort	Noe	Lite	Ingen
Forbedrende inngrep	-3	Stort	Noe	Lite	Ingen
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%

Risikoklassifiseringen av sonene er basert på fare- og skadekonsekvens-klassifiseringen, og bestemmes slik:

$$\text{risiko} = \% \text{ faregrad} \times \% \text{ skadekonsekvens}$$

Produktet deles inn i fem klasser, der 5 har høyeste risiko, se Tabell 4.

Tabell 5 Risikoklasser

Risikoklasse	1	2	3	4	5
Multiplisert %-grad	0-166	167-628	629-1905	1906-3203	3204-100000

5.2 Kartlagte kvikkleiresoner

Basert på observasjoner ved befaringer, grunnundersøkelser og metodikk beskrevet over, er 5 potensielt skredfarlige soner og tilhørende potensielle utløpssoner lokalisert. Disse er presentert i vedlegg B: "Nøkkeldata for sonene". Kvikkleiresonene er beskrevet i vedlegg C, der det også er utført en faregrads-, konsekvens- og risikovurdering for alle sonene. I kartbilag 5 er kvikkleiresonene med skissert utløpsområde presentert. Borplaner har ikke vært tilgjengelig for alle rapporter. Detaljkart presentert i kartvedlegg 5 viser en og en sone og ikke nabosoner. Konsekvensvurdering inkluderer også enheter i utløpsområder. Trafikkdata er hentet fra Norsk vegdatabanks (NVDB) årsdøgntrafikk (ref. /10/).

Resultatene av evalueringen er presentert på temakartene for faregrad, konsekvens og risiko, kartbilag 2-4. Fordelingen av antall soner mellom de ulike klassene er vist i Tabell 5 a-c.

Tabell 6 a-c: klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for Hortemo-Birkelid.

a)

Faregrad			
Klasse	Lav	Middels	Høy
Antall soner	4	1	0

b)

Konsekvens			
Klasse	Mindre alvorlig	Alvorlig	Meget alvorlig
Antall soner	1	4	0

c)

Risiko					
Klasse	1	2	3	4	5
Antall soner	0	2	3	0	0

Andregangsbefaring avdekket aktiv erosjon i sonen 1909 Dalland, der vann fra et dreneringsrør fra E39 har erodert kraftig inn i leire i skråningen, se Figur 5. Her bør

sikringstiltak for å forhindre videre utvikling og potensielt utløsning av skred i kvikkeleire vurderes.



Figur 5 Eksponert leire fra pågående erosjon i skråningen.

6 Tiltak

NGI anbefaler vanligvis at det utføres supplerende grunnundersøkelser for soner i de høyeste risikoklassene, klasse 4 og 5. Likeledes bør dette normalt også vurderes for soner i faregradklasse "høy", som ikke er kommet i risikoklassene 4 og 5.

Behovet for supplerende undersøkelser skyldes at evalueringen, som oftest, er basert på lite informasjon om grunnforholdene. Hensikten med de supplerende undersøkelsene er å oppnå en best mulig bestemmelse av sikkerheten mot skred, samt å vurdere behovene for stabiliserende og/eller erosjonssikrende tiltak.

Faregradevaluering, utført på grunnlag av mangelfull informasjon om grunnforholdene, er noe konservativ/forsiktig antatt. Det vil si at sonen kan være angitt for stor (jfr. referanse /2/), det kan være angitt sone hvor det ikke er reell fare for kvikkeleireskred, eller faregraden kan være estimert for høyt. Supplerende undersøkelser vil bedre grunnlaget for vurdering av disse forholdene.

I Songdalen har tre soner risikoklasse 3 og to soner risikoklasse 2. Ingen av sonene har konsekvensklasse 3 (meget alvorlig), sonene er enten i klasse 2 (alvorlig) eller 1

(mindre alvorlig). Faregraden er lav eller middels. Sone Dalland bør allikevel erosjonssikres for å unngå et skred i sonen, da erosjonen er aktiv, og et skred vil kunne ta med seg deler av E39.

7 Plan og byggesaksarbeid

Utbygging i kvikkleireområder kan være en stor utfordring, idet det ofte må tas stilling til vanskelige stabilitetsmessige spørsmål. For det første må stabiliteten for hele faresonen analyseres. Dette gjøres for å vurdere hvorvidt det kan inntreffe skred av slikt omfang at utbyggingsområdet kan bli truet. Utbyggingsområdet må friskmeldes med hensyn til slike skred før utbygging kan påbegynnes, eventuelt på bakgrunn av forslag til stabiliserende tiltak hvis områdestabiliteten ikke er tilstrekkelig i henhold til NVEs retningslinjer (ref. /1/). Likeledes må det vurderes om byggevirksomheten i seg selv kan føre til at skred blir utløst, i byggefasen eller etter utbygging. Utbygging vil imidlertid ofte være mulig, men under forutsetning av at retningslinjer for slik utbygging blir fulgt. Ved all utbygging er Plan og Bygningsloven virksom (ref. /3/).

NVE har i samarbeid med det geotekniske fagmiljøet i Norge utarbeidet retningslinjer til hjelp i arbeidet med plan- og byggesaker innenfor faresoner (ref. /1/). Retningslinjene er i prinsippet basert på at det stilles krav til geotekniske utredninger og risiko- og sårbarhetsanalyse avhengig av byggeprosjektets tiltakskategori og kvikkleiresonens faregrad. I praksis stilles det i teknisk veileder til Plan og Bygningsloven, TEK10 (ref. /3/), spesifikke krav til skråningsstabilitet, og NVEs retningslinjer om "Flaum og skredfare i arealplanar" med Vedlegg 1 ("Kvikkleireveilederen") angir hvordan disse krav kan oppfylles (ref. /5/).

Det kan finnes skredfarlige kvikkleireområder også utenfor de angitte faresonene. Faresonene er resultat av en regional kartlegging og har først og fremst hatt som mål å lokalisere og klassifisere områder hvor det kan være fare for store kvikkleireskred.

Det er derfor alltid nødvendig at forekomster av kvikkleire kartlegges og skredfare vurderes ved inngrep i områder med marin leire. Dersom kvikkleire blir påvist, skal fare for skred vurderes og eventuelt utredes (ref. /2/ og /3/).

8 Referanser

- /1/ NVE (2014). Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /2/ NGI (2001). Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 20001008-2, datert 31. august 2001. Rev. 3, datert 8. oktober 2008.
- /3/ DIBK (2011). Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK10). Publikasjonsnummer: HO-2/2011.
- /4/ NGU (2015). Mulighet for marin leire. Elektronisk karttjeneste. <http://www.ngu.no/emne/mulighet-marin-leire>. Datert 4.08.2015.
- /5/ NVE (2014). Retningslinjer nr. 2-2011. Flaum- og skredfare i arealplaner. Datert. 22.05.2014.
- /6/ NVE (2013). Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Skredfarekartlegging i strandsonen – videreføring. NIFS-rapport 27/2014, datert 01.12.2013. ISBN 978-82-410-0974-7. Utgitt av NVE i samarbeid med Statens Vegvesen og Jernbaneverket.
- /7/ NVE (2016). Naturfareprosjektet Delprosjekt 6 Kvikkleire. Metode for vurdering av løse- og utløpsområder for områdeskred. NIFS-rapport 14/2016, datert 2016. ISBN 978-82-410-1204-4. ISSN: 1501-2832. Utgitt av NVE i samarbeid med Statens Vegvesen og Jernbaneverket.
- /8/ NGU (2017). NADAG, Nasjonal database for grunnundersøkelser. <http://geo.ngu.no/kart/nadag/>, besøkt 2016-2017 ved flere anledninger.
- /9/ NVE (2016). NVE-Atlas, Skrednett. Elektronisk karttjeneste. <https://www.nve.no/flaum-og-skred/skrednett/>. Datert 27.04.2016.
- /10/ Statens vegvesen (2017). Norsk Vegdatabank. Elektronisk karttjeneste. <https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart> . Datert 24.03.2017.
- /11/ NGI (2015). Kvikkleirekartlegging Sørlandet. Befaringsrapport, Hortemo – Birkelid. Rapportnr. 20150471-02-R, datert 15.12.2015.

Vedlegg

KARTBILAG





Tegnforklaring

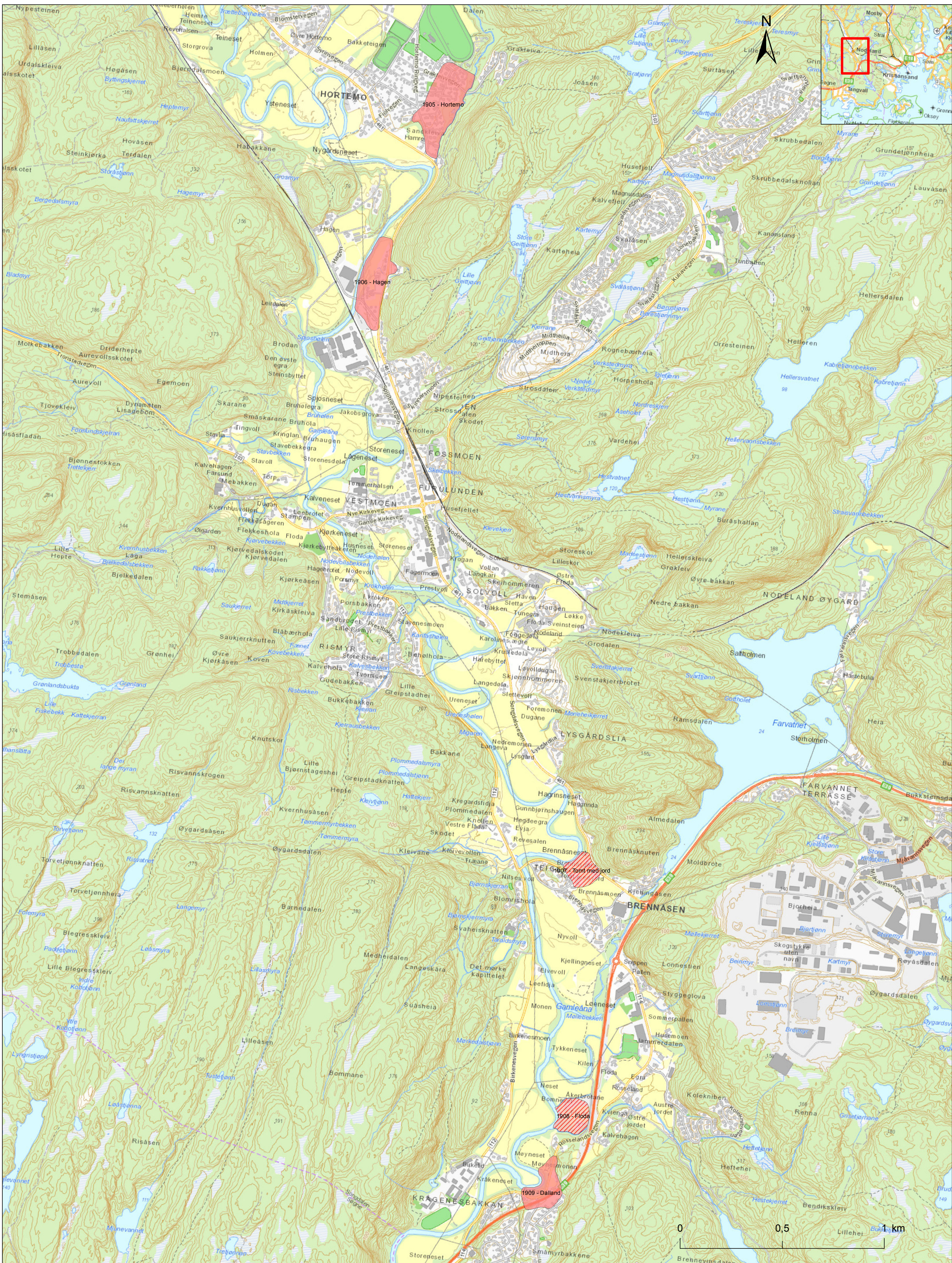
Utført grunnundersøkelse

- ▽ Dreietrykksondring
- ▽ CPTu
- Prøver
- Antatt/påvist kvikkleire
- Rapport fra andre, kvikkleire

Målestokk (A1): 1:8348

Oversiktskart			
Hortemo - Birkelid	Prosjekt	Kartnr	
	20150471	1	
Uferte grunnundersøkelser	Utført	Dato	
	KEK	2017-06-21	
	HfE	Godkjent	
	KEK		





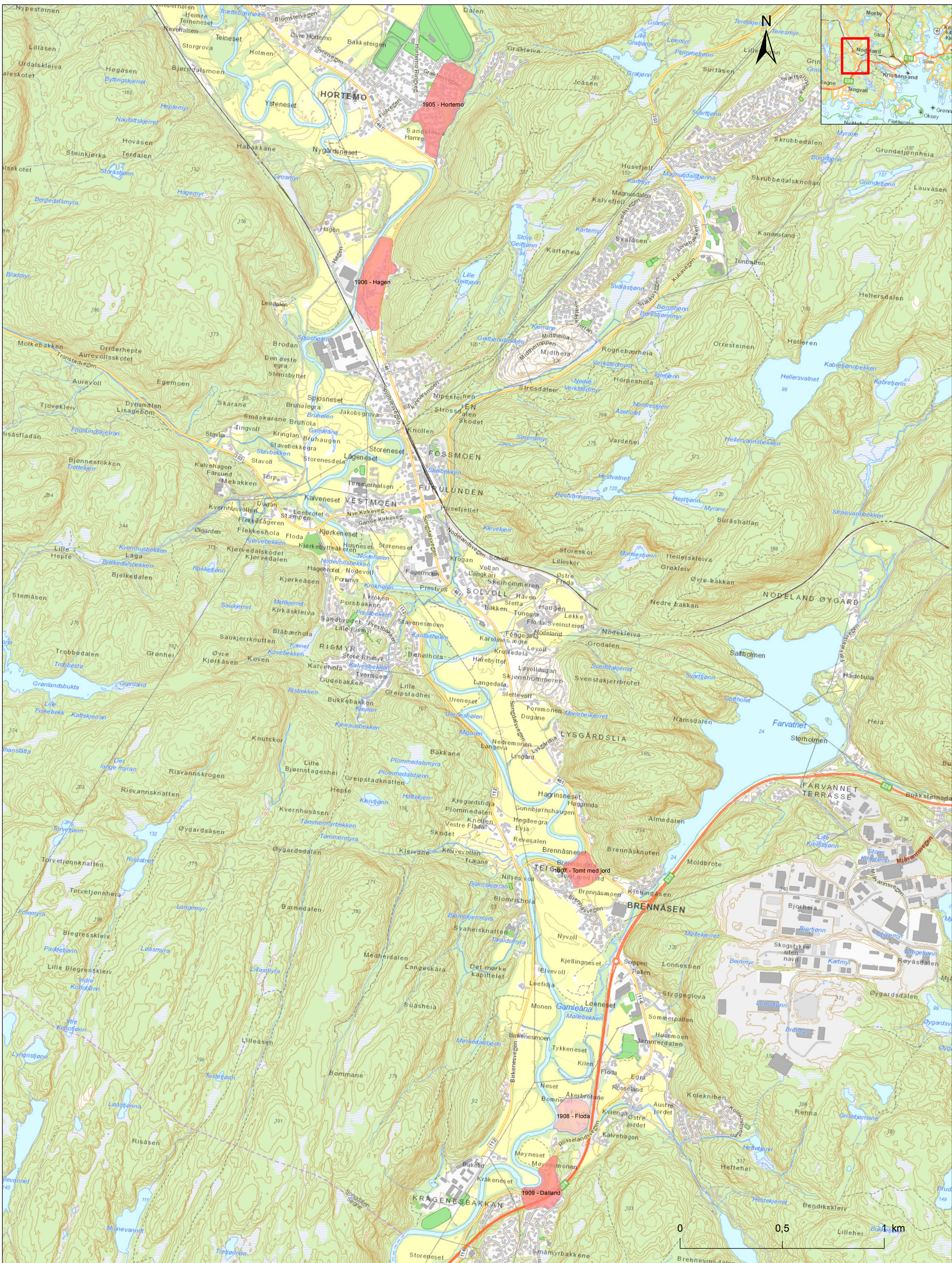
Tegnforklaring

Risiko

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Målestokk (A1): 1:8348

Oversiktskart			
Hortemo - Birkelid		Prosjekt	2
Risiko		Urett	20150471
		KEK	2017-06-21
		Kontrollert	000000
		HE	KEK



Tegnforklaring

Konsekvens

- 1 - Mindre alvorlig
- 2 - Alvorlig
- 3 - Meget alvorlig

Målestokk (A1): 1:8348

Oversiktskart			
Hortemo - Birkelid	Prosjekt	3	
Konsekvens	Urett	KEK	2015-04-15
	Konsekvens	KEK	2017-06-21
	Urett	KEK	





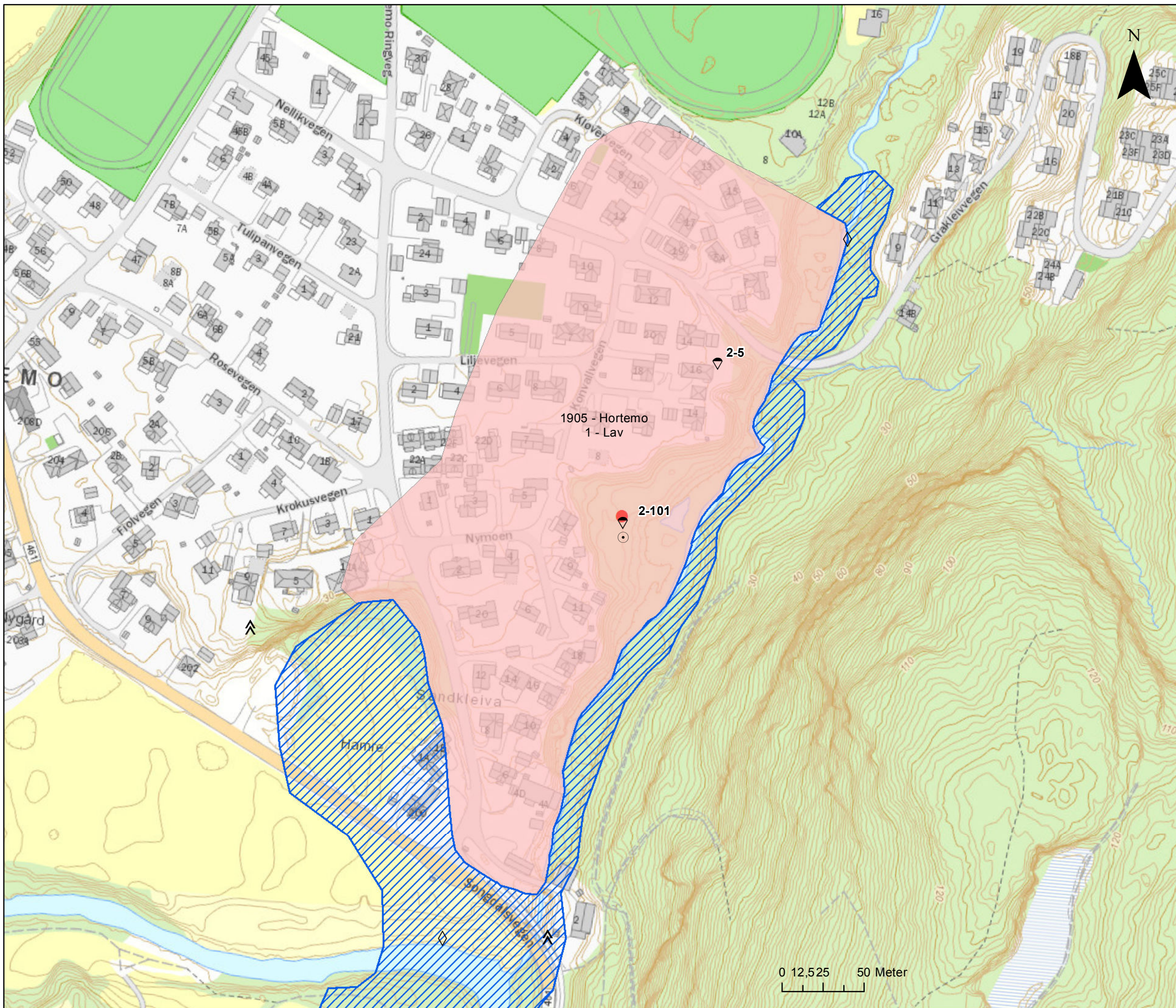
Tegnforklaring

- Utført grunnundersøkelse Faregrad**
- ▽ Dreietrykksondring
 - ▽ CPTu
 - Prøver
 - Antatt/påvist kvikkleire
 - Rapport fra andre, kvikkleire

- Symbolisering**
- 1 - Lav
 - 2 - Middels
 - 3 - Høy
 - Utløpsområder
 - ▲ Berg i dagen
 - ◇ Erosjon i bekk/elv
 - Lerie/leing sil/siltig leire
 - Skredgrop/utglidning

Målestokk (A1): 1:8348

Oversiktskart			
Hortemo - Birkelid	Prosjekt	Dato	Bl. nr.
Faregrad, utførte grunnundersøkelser og utløpsområder	20150471	2017-06-21	4
	Utført	KEK	
	Kontrollert	KEK	
	Godkjent	KEK	



Tegnforklaring

Utført grunnundersøkelse

- Dreietrykkssondering
- CPTu
- Prøver
- Antatt/påvist kvikkleire
- Rapport fra andre, kvikkleire

Utløpsområder



Faregrad

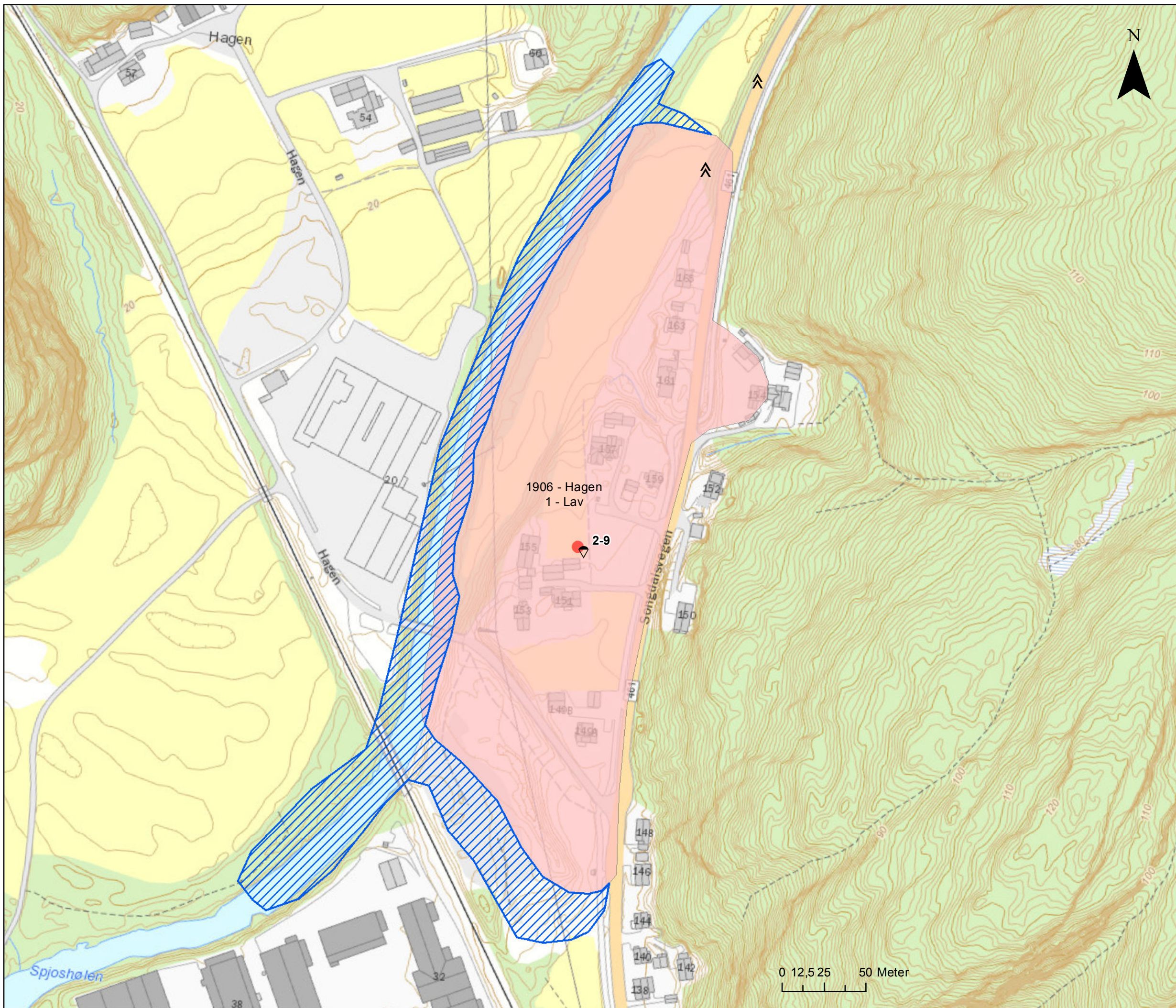
- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Symbolisering

- Berg i dagen
- Erosjon i bekk/elv
- Lerie/leirig silt/siltig leire
- Skredgrop/utglidning

Målestokk (A3): 1:2 200

Regional kvikkleirekartlegging - Sørlandet		
Hortemo - Birkelid	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. 5-1
Sone: 1905 Hortemo	Utført KEK	Dato 2017-06-21
	Kontrollert HHe	Godkjent KEK



Tegnforklaring

Utført grunnundersøkelse

- ◆ Dreietrykkssondering
- ▽ CPTu
- Prøver
- Antatt/påvist kvikkleire
- Rapport fra andre, kvikkleire

Utløpsområder



Faregrad

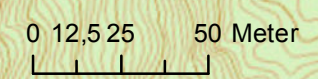
- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

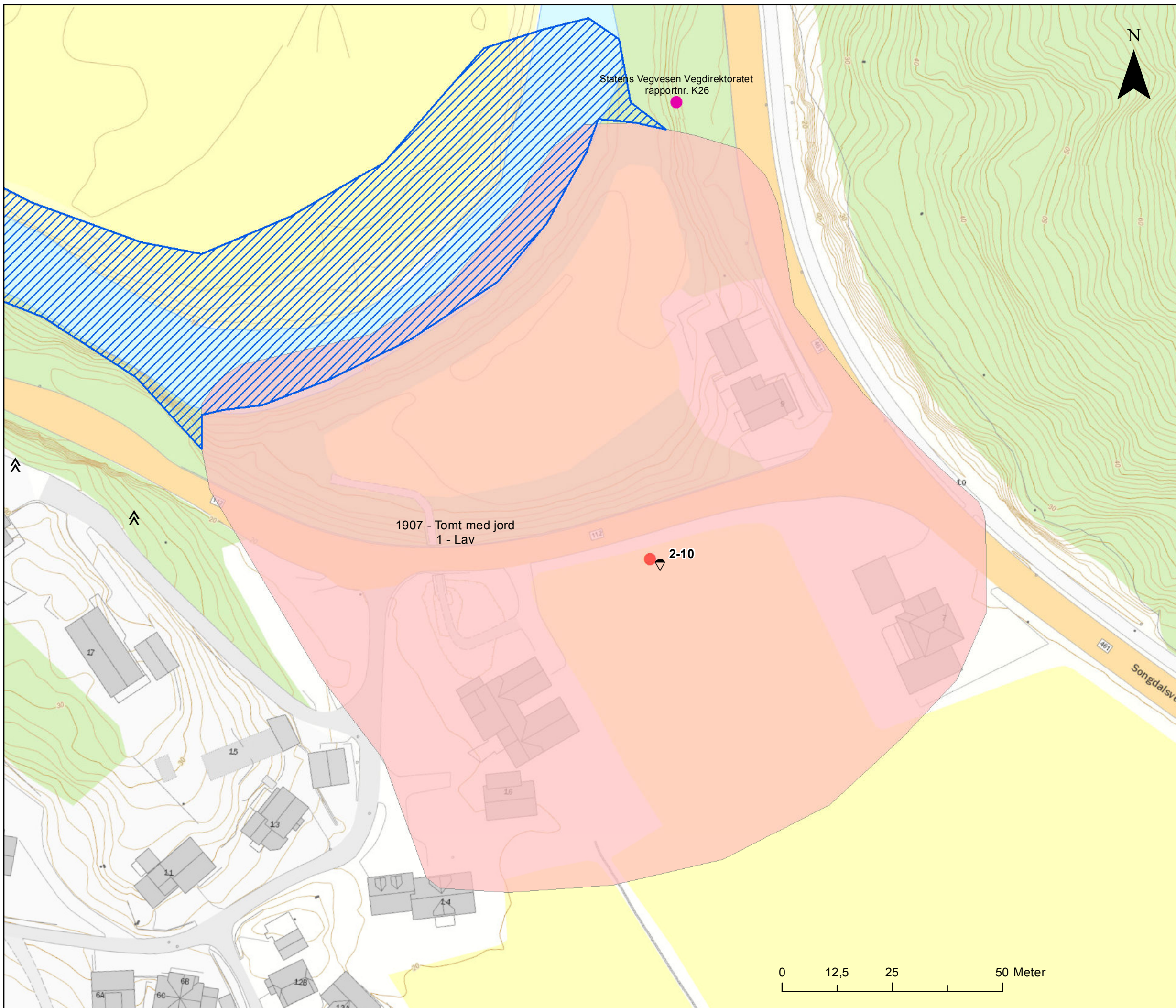
Symbolisering

- ⤴ Berg i dagen
- ◇ Erosjon i bekk/elv
- - - Lerie/leirig silt/siltig leire
- ⬡ Skredgrop/utglidning

Målestokk (A3): 1:2 150

Regional kvikkleirekartlegging - Sørlandet		
Hortemo - Birkelid	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. 5-2
Sone: 1906 Hagen	Utført KEk	Dato 2017-06-21
	Kontrollert HHe	Godkjent KEk





Tegnforklaring

Utført grunnundersøkelse

- Dreietrykkssondering
- CPTu
- Prøver
- Antatt/påvist kvikkleire
- Rapport fra andre, kvikkleire

Utløpsområder



Faregrad

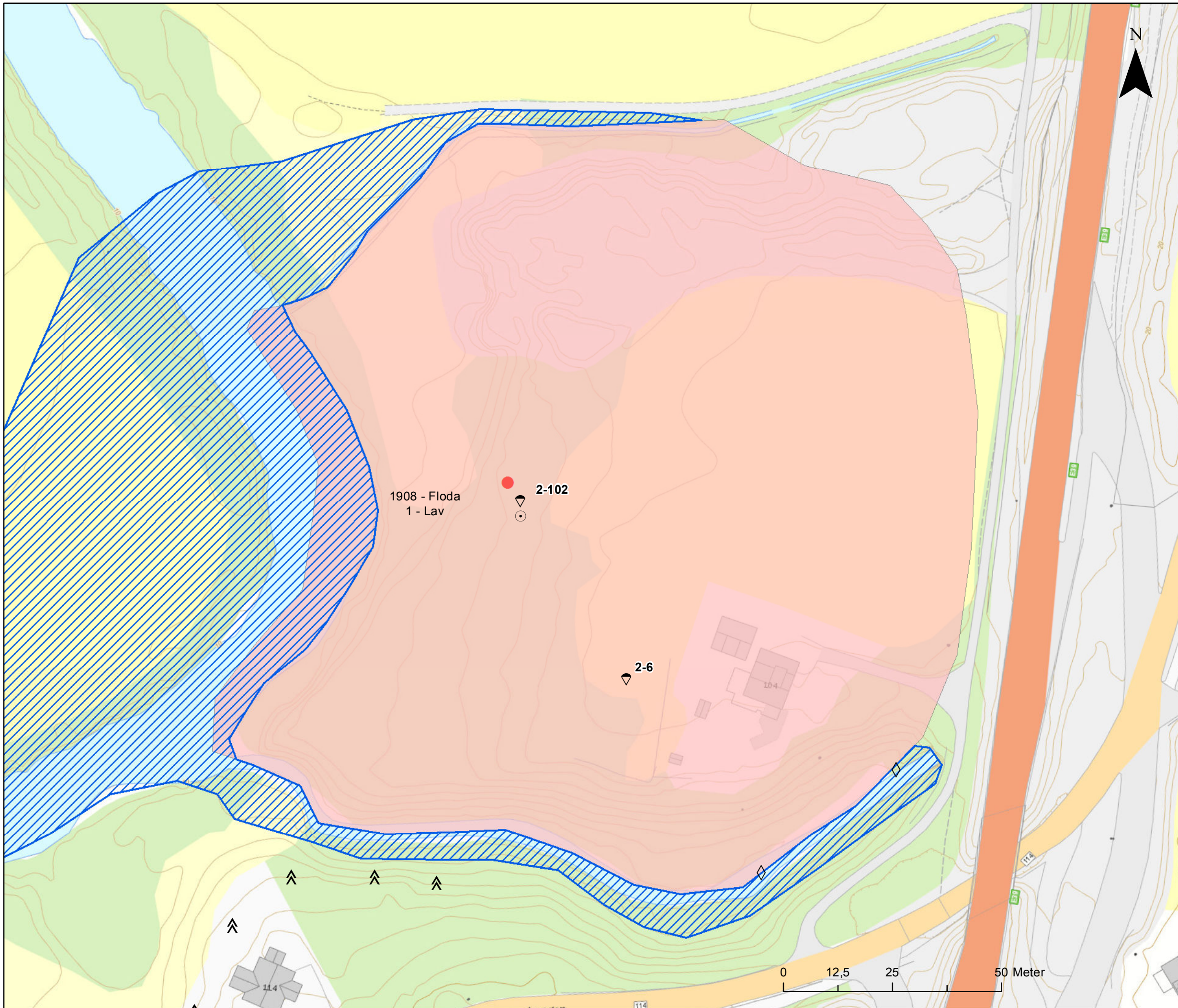
- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Symbolisering

- Berg i dagen
- Erosjon i bekk/elv
- Lerie/leirig silt/siltig leire
- Skredgrop/utglidning

Målestokk (A3): 1:820

Regional kvikkleirekartlegging - Sørlandet		
Hortemo - Birkelid	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. 5-3
Sone: 1907 Tomt med jord	Utført KEk	Dato 2017-06-21
	Kontrollert HHe	Godkjent KEk



Tegnforklaring

Utført grunnundersøkelse

- Dreietrykkssondering
- CPTu
- Prøver
- Antatt/påvist kvikkleire
- Rapport fra andre, kvikkleire

Utløpsområder



Faregrad

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

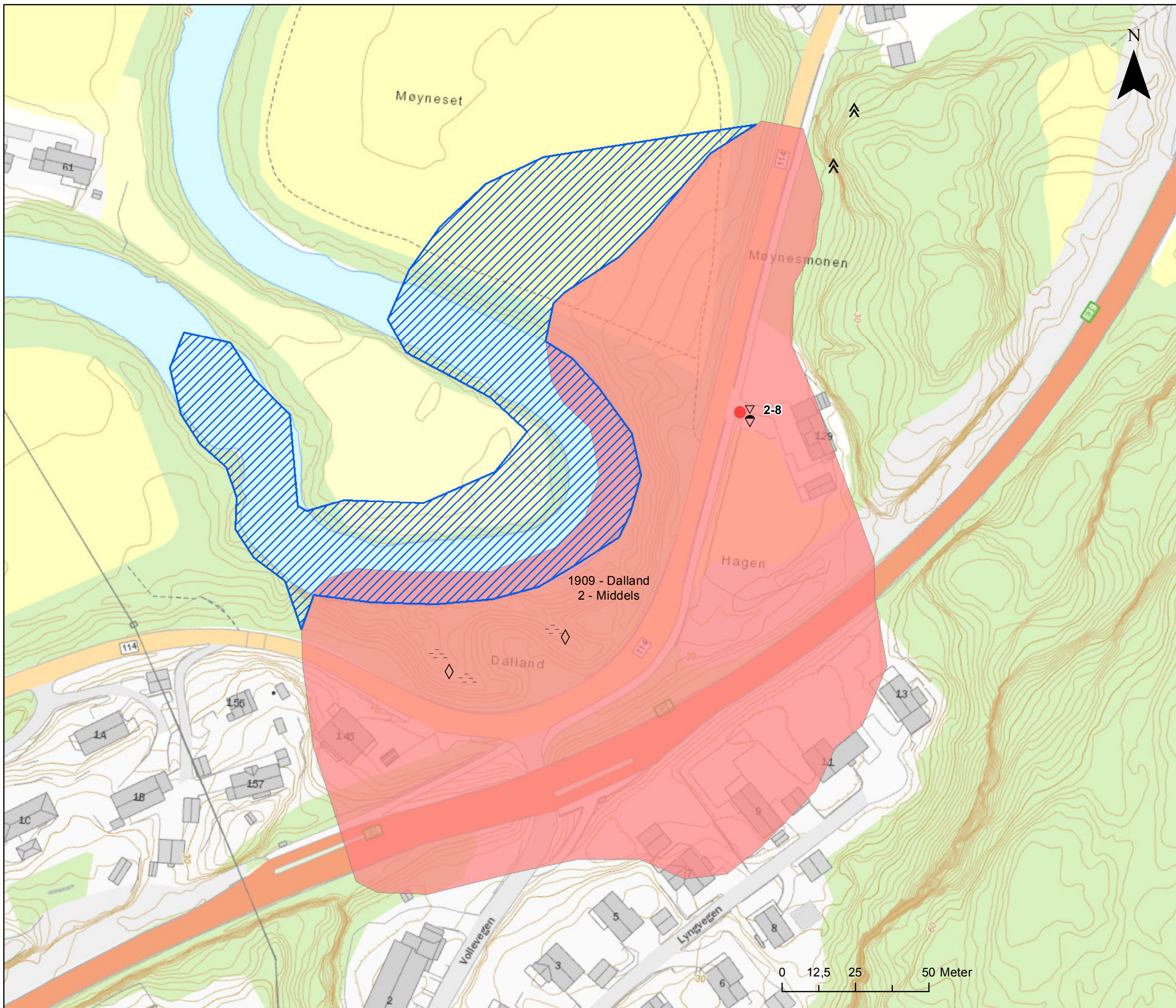
Symbolisering

- Berg i dagen
- Erosjon i bekk/elv
- Lerie/leirig silt/siltig leire
- Skredgrop/utglidning

Målestokk (A3): 1:830

Regional kvikkleirekartlegging - Sørlandet

Hortemo - Birkelid	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. 5-4
	Utført KEk	Dato 2017-06-21
Sone: 1908 Floda	Kontrollert HHe	Godkjent KEk



Tegnforklaring

Utført grunnundersøkelse

- Dreietrykkssondering
- CPTu
- Prøver
- Antatt/påvist kvikkleire
- Rapport fra andre, kvikkleire

Utløpsområder



Faregrad

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Symbolisering

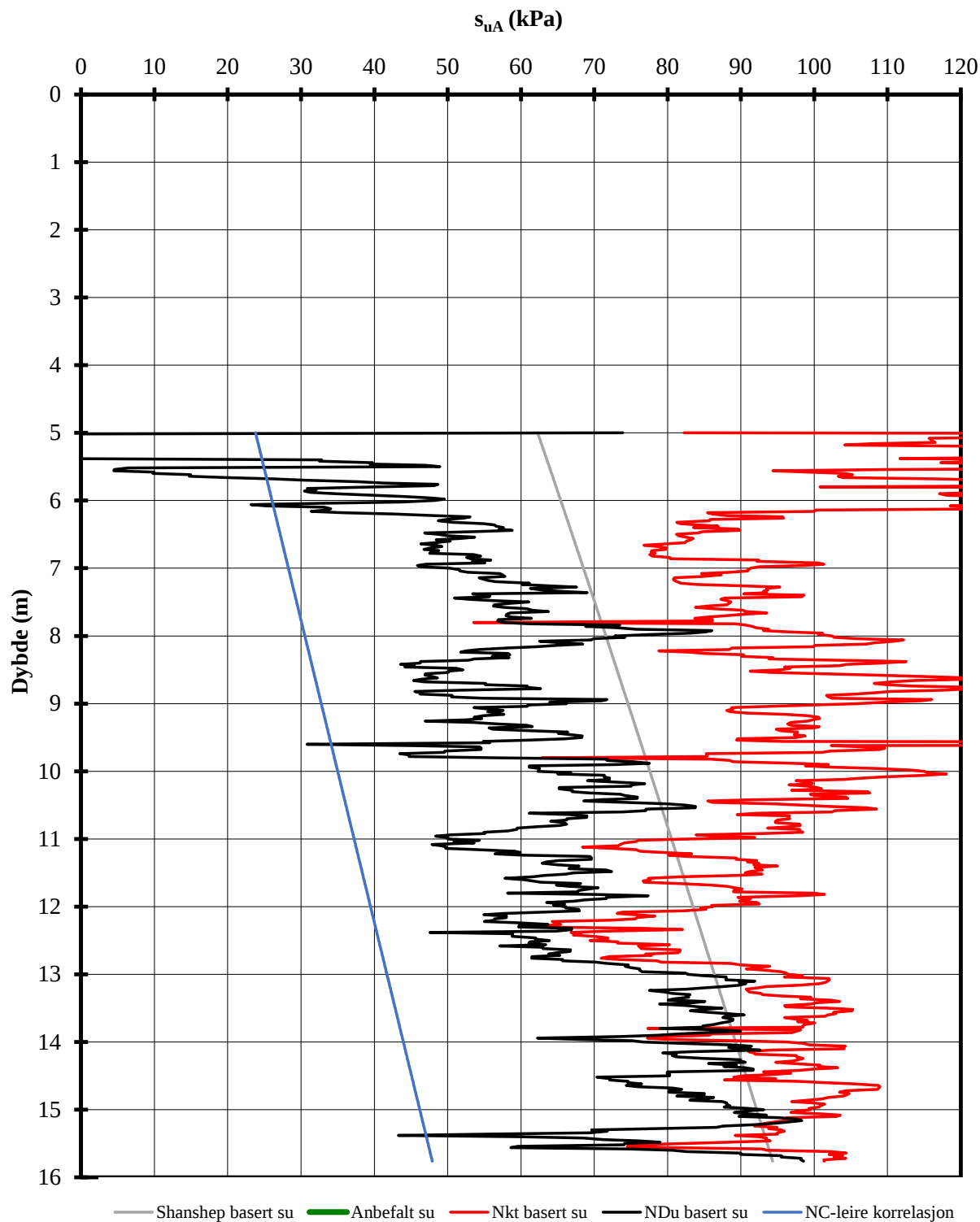
- Berg i dagen
- Erosjon i bekk/elv
- Lerie/leirig silt/siltig leire
- Skredgrop/utglidning

Målestokk (A3): 1:1 230

Regional kvikkleirekartlegging - Sørlandet		
Hortemo - Birkelid	Prosjektnr. 20150471	Kart nr. 5-5
Sone: 1909 Dalland	Utført KEk	Dato 2017-06-21
	Kontrollert HHe	Godkjent KEk


Vedlegg A

TOLKING AV CPTU



Terrengkote : 19,1 m

P:\2015\04\20150471\Leveransedokumenter\Rapport\20150471-08-09-10-11-R Sluttrapporter\ENDELIG\09-R\vedlegg B\LaH 2-8 CPT tolk ny mal.xlsm\sua profil

Kvikkleirekartlegging Sørlandet	Rapport nr.	Figur nr.
	20150471	A01
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull 2-8	Tegner	Dato
	Kontrollert	01.02.2017
	Godkjent	

Vedlegg B

NØKKELDATA FOR SONER



Sone ID	Navn	Kommune	Sone Areal (m ²)	Faregradklasse	Konsekvensklasse	Risikoklasse	Utførte borer i sonen
1905	Hortemo	Songdalen	66 462	Lav	Alvorlig	3	2
1906	Hagen	Songdalen	50 966	Lav	Alvorlig	3	1
1907	Tomt med jord	Songdalen	20 118	Lav	Alvorlig	2	1
1908	Floda	Songdalen	23 981	Lav	Mindre alvorlig	2	2
1909	Dalland	Songdalen	29 683	Middels	Alvorlig	3	1

Navn NGL-sondering	CPTu	Prøver
2-5, 2-101		2
2-9		
2-10		
2-6, 2-102		2
2-8	1	

Vedlegg C

SONEKLASSIFISERINGSARK



Kvikkleiresone: 1905 Hortemo

Songdalen kommune

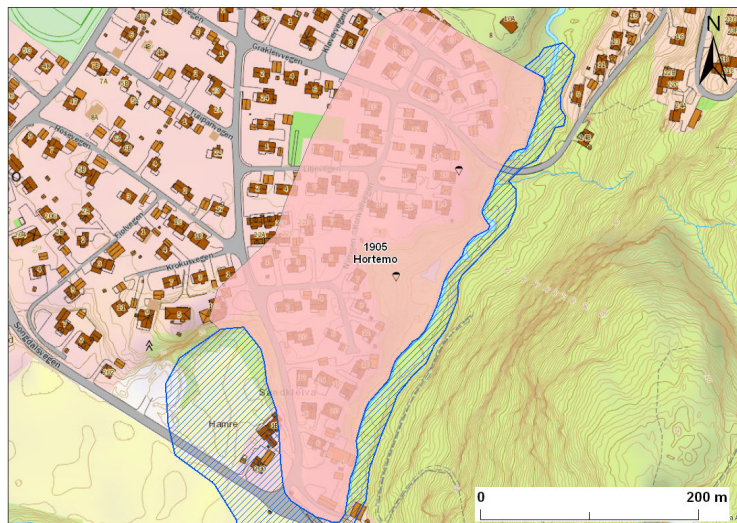
Faregradklasse 1 - Lav

Konsekvensklasse 2 - Alvorlig

Risikoklasse 3 - Middels prioritet

Opprettet: 2017-03-15 Beregnet: 2017-03-07

Enkel undersøkelse



Faregradklasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy

Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Referanser:

- Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Mulige skredgroper øst og sør i sonen.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde,m	ca 10 m skråningshøyde, grunn bekk i fot.	Under 15	0	2	0
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Har ikke data, antar at dagens terrasser er noenlunde tilsvarende opprinnelig terreng	1,2 - 1,5	2	2	4
Poretrykk	Antagelse	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Antatt kvikkleire-/sprøbruddmektighet fra 1.5 m under terreng. Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01, sondering 2-101.	H/4	1	2	2
Sensitivitet	Sensitiviteten er målt til hhv. 76 og 80 ved 5-6 m dybde og 72 og 195 ved 7-8 m dybde. Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01, sondering 2-101	Over 100	3	1	3
Erosjon	Ingen observert erosjon i bekken langs terrassekanten i øst.	Ingen	0	3	0
Inngrep: Forverring Forbedring	Liten utfylling helt i nordøst på terrassekant.	Liten forverring	1	3	3

Totalt 12 poeng. 23.5% av maksimum

Sist oppdatert 2017-05-10 av KEk

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligenheter	Stort boligfelt.	Tett, over 5	3	4	12
Næringsbygg	Ingen kjente næringsbygg.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen kjent.	Ingen	0	1	0
Veier	Hentet fra NVDB.	1001 - 5000	2	2	4
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Kun lokale linjer.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Et skred som rekker ut i Songdalselven vil kunne demme opp, men ingen større konsekvenser enn at veien vil måtte stenge. Bekken langs østre avgrensning av sonen vil kunne bli oppdemmet midlertidig, men	Liten	1	2	2

Totalt 19 poeng. 42.2% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-17 av HHe

Risiko

Poeng: 993

Prosent av maksimum: 9.9 %

Skrevet ut 2017-06-22

Kvikkleiresone: 1906 Hagen

Songdalen kommune

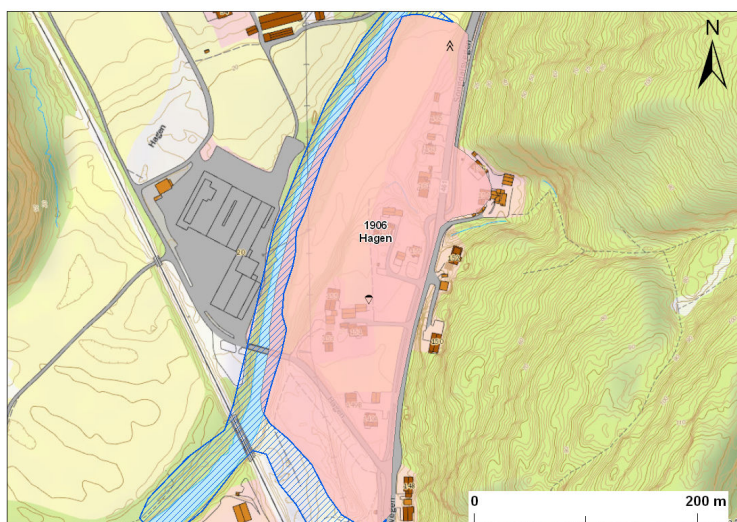
Faregradklasse 1 - Lav

Konsekvensklasse 2 - Alvorlig

Risikoklasse 3 - Middels prioritet

Opprettet: 2017-03-15 Beregnet: 2017-03-07

Enkel undersøkelse



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Referanser:

- Rambøll rapport 1350014266 G-rap-007 rev01

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Ingen observert tidligere skredaktivitet i området.	Ingen	0	1	0
Skråningshøyde,m	Skråningshøyde ca 10 m, antatt et par meter dybde i elven.	Under 15	0	2	0
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Har ikke data, antar at dagens terrasser er noenlunde tilsvarende opprinnelig terreng	1,2 - 1,5	2	2	4
Poretrykk	Berg i bakkant av hele sonen, antar et svakt overtrykk.	0 - 10	1	3	3
Kvikkleiremektighet	Antatt kvikkleire fra 11m under terreng. Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01, sondering 2-9.	H/2 - H/4	2	2	4
Sensitivitet	Antar kvikkleire, ingen prøver.	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Ikke observert erosjon.	Ingen	0	3	0
Inngrep: Forverring Forbedring	Ingen inngrep i sonen.	Ingen	0	3	0

Totalt 13 poeng. 25.5% av maksimum

Sist oppdatert 2017-05-10 av KEk

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligheter	Ca. 10 bolighus	Tett, over 5	3	4	12
Næringsbygg	Ingen.	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen.	Ingen	0	1	0
Veier	Fra NVDB.	1001 - 5000	2	2	4
Toglinje	Sørlandsbanen går forbi.	1 - 2	3	2	6
Kraftnett	Kraftlinje går gjennom sonen.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Dersom skred vil elven demmes opp, men ingen større konsekvens for områdene rundt. Toppmasser av sand vil eroderes vekk raskt og trolig ikke gi langvarig oppdemming.	Liten	1	2	2

Totalt 21 poeng. 46.7% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-17 av HHe

Risiko

Poeng: 1190

Prosent av maksimum: 11.9 %

Skrevet ut 2017-06-22

Kvikkleiresone: 1907 Tomt med jord

Songdalen kommune

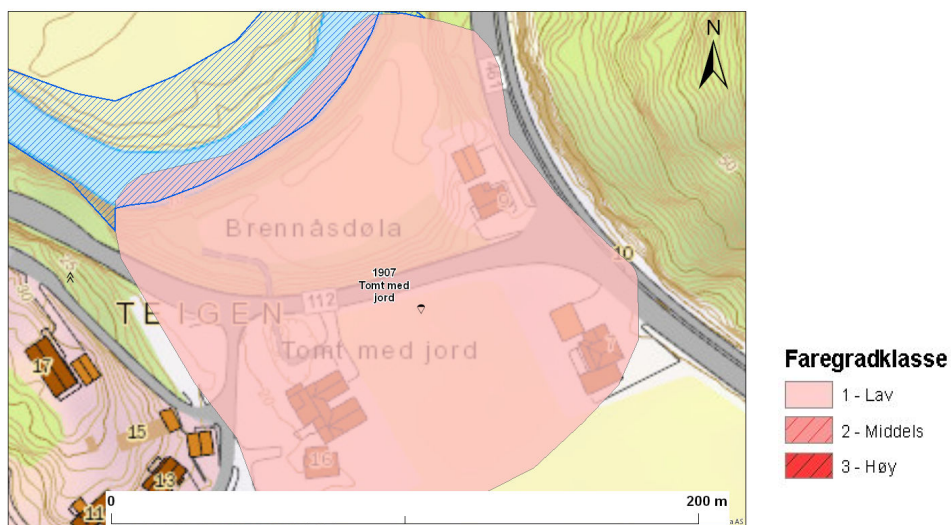
Faregradklasse 1 - Lav

Konsekvensklasse 2 - Alvorlig

Risikoklasse 2 - Lav prioritet

Opprettet: 2017-03-15 Beregnet: 2017-03-17

Enkel undersøkelse



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Referanser:

- Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Ingen kjent skredaktivitet i nærområdet	Ingen	0	1	0
Skråningshøyde,m	Skråningshøyde ca 10 m, et par meter dybde i elven.	Under 15	0	2	0
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Overkonsolidering i CPTU-sondering 2-102 i sone 1909 Dalland ca 1 km mot sør kan tyde på at området er noe nederodert (Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01).	1,5 - 2,0	1	2	2
Poretrykk	Noe berg i bakkant i øst, men resten av terrassen ligger fritt. Antar hydrostatisk poretrykk.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Antatt kvikkleire med stor mektighet fra 5 m under terreng og til avsluttet sondering. Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01, sondering 2-10.	> H/2	3	2	6
Sensitivitet	Antar kvikkleire.	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Ingen observert erosjon i området.	Ingen	0	3	0
Inngrep: Forverring Forbedring	Plastret langs elvekant.	Liten forbedring	-1	3	-3

Totalt 7 poeng. 13.7% av maksimum

Sist oppdatert 2017-05-10 av KEK

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligenheter	Tre boliger, spredt.	Spredt, under 5	1	4	4
Næringsbygg	Ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	461 forbi sonen har ÅDT på >8000, fra NVDB.	Over 5000	3	2	6
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Kun lokale kraftlinjer.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Dersom skred blokkerer elven vil det bli lite konsekvenser, elven vil kutte over i meandersvingen nord for sonen.	Liten	1	2	2

Totalt 13 poeng. 28.9% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-07 av KEK

Risiko

Poeng: 397

Prosent av maksimum: 4.0 %

Skrevet ut 2017-06-22

Kvikkleiresone: 1908 Floda

Songdalen kommune

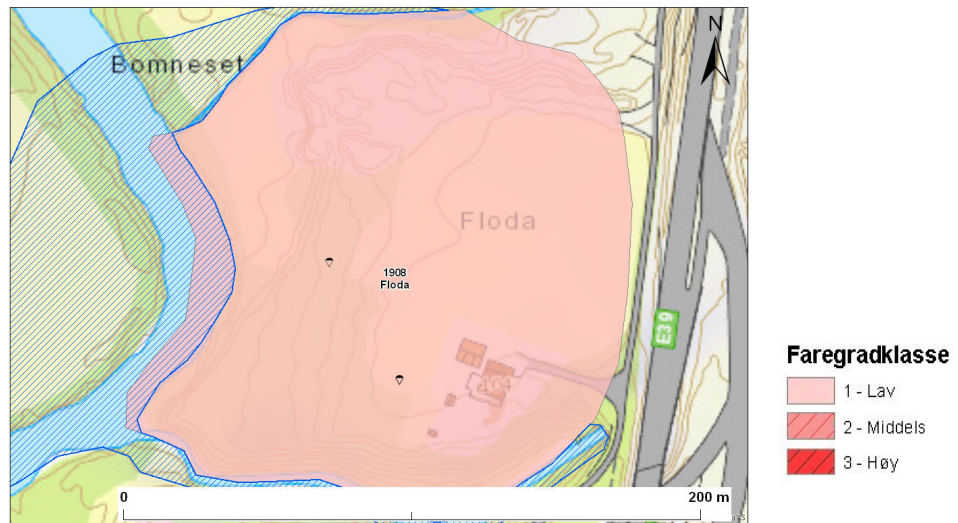
Faregradklasse 1 - Lav

Konsekvensklasse 1 - Mindre alvorlig

Risikoklasse 2 - Lav prioritet

Opprettet: 2017-03-15 Beregnet: 2017-03-17

Enkel undersøkelse



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Referanser:

- Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Ingen kjent skredaktivitet i området.	Ingen	0	1	0
Skråningshøyde,m	Ca 10 m, et par meter dybde i elven.	Under 15	0	2	0
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Antar noe overkonsolidert, ut fra CPTU 2-8 i sone 1909 Dalland i sør. Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01.	1,5 - 2,0	1	2	2
Poretrykk	Ikke berg i bakkant, observert grunnvann som står høyt i sand i hull etter DrT oppe på terrassen. Antar hydrostatisk poretrykksfordeling.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Antatt kvikkleire og/eller sensitive masser fra 8 m under terreng til avsluttet boring. Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01, sondering 2-102.	> H/2	3	2	6
Sensitivitet	Antar kvikkleire.	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Ingen observert.	Ingen	0	3	0
Inngrep: Forverring Forbedring	Ingen observert.	Ingen	0	3	0

Totalt 10 poeng. 19.6% av maksimum

Sist oppdatert 2017-05-10 av KEk

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligenheter	Kun ett hus	Spredt, under 5	1	4	4
Næringsbygg	Ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	E39 går i bakkant av sonen, men ikke med i denne sonen. Kun lokal/privat vei inn til huset.	Under 100	0	2	0
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Ingen	Ingen	0	1	0
Oppdemning	Liten konsekvens av skred ut i elven, ingen veier eller bolighus vil påvirkes.	Ingen	0	2	0

Totalt 4 poeng. 8.9% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-17 av HHe

Risiko

Poeng: 174

Prosent av maksimum: 1.7 %

Skrevet ut 2017-06-22

Kvikkleiresone: 1909 Dalland

Songdalen kommune

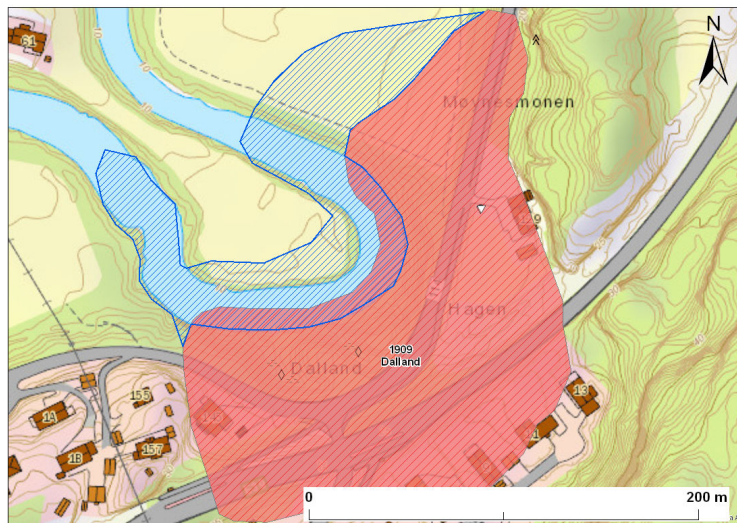
Faregradklasse 2 - Middels

Konsekvensklasse 2 - Alvorlig

Risikoklasse 3 - Middels prioritet

Opprettet: 2017-03-15 Beregnet: 2017-03-16

Enkel undersøkelse



Bemerkninger/supplerende undersøkelser:

Referanser:

- Rambøll rapport 1350014266-G-rap-007 rev01

Fareberegning

Faktorer	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekttall	Poeng
Skredaktivitet	Ingen observert	Ingen	0	1	0
Skråningshøyde,m	Skråningshøyde ca 12 m, et par meter dybde i elven.	Under 15	0	2	0
Skjærstyrke: su/p0 eller OCR	Vurdert ut fra CPTU-tolkning i borpunkt 2-8 (Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01).	> 2,0	0	2	0
Poretrykk	Antar hydrostatisk, ingen observasjoner på poretrykk.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Antatt kvikkleire fra 5 m under terreng til avsluttet sondering. Rambøll-rapport 1350014266 G-rap-007 rev01, sondering 2-8.	> H/2	3	2	6
Sensitivitet	Antar kvikkleire.	30 - 100	2	1	2
Erosjon	Erosjon i leire flere steder i skråningen. Leire er eksponert. Dreneringsrør fra E39 går ut i skråningen og har erodert dypt inn midt i skråning, antatt i nivå hvor det kan være kvikkleire.	Aktiv/glidn.	3	3	9
Inngrep: Forverring Forbedring	Fylling ved skråningstopp øst for hus i vest.	Liten forverring	1	3	3

Totalt 20 poeng. 39.2% av maksimum

Sist oppdatert 2017-05-10 av KEk

Konsekvensberegning

Faktorer	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekttall	Poeng
Boligheter	5 boligheter innenfor sonen.	Spredt, over 5	2	4	8
Næringsbygg	Ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	E39 går gjennom sonen, verdier hentet fra NVDB	Over 5000	3	2	6
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Ingen	Ingen	0	1	0
Oppdemning	Et skred vil kunne medføre oppdemning/flomfare for husene vest for elven.	Middels	2	2	4

Totalt 18 poeng. 40.0% av maksimum

Sist oppdatert 2017-03-07 av KEK

Risiko

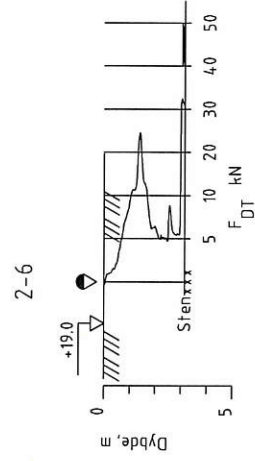
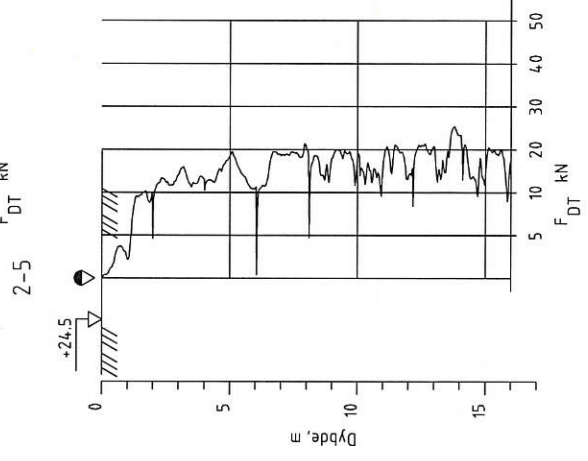
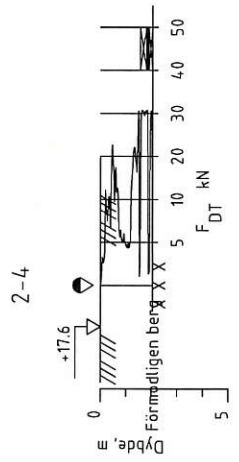
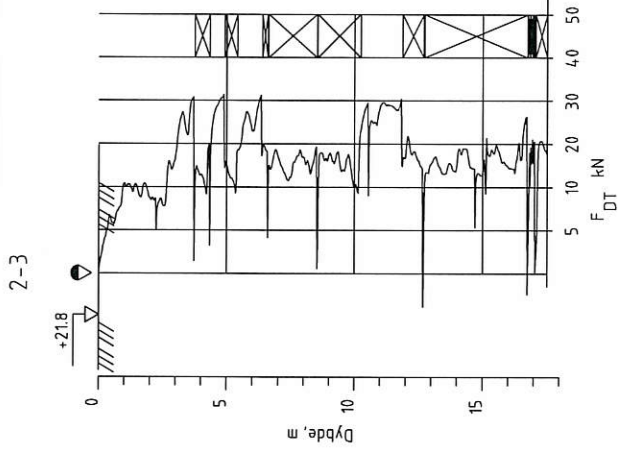
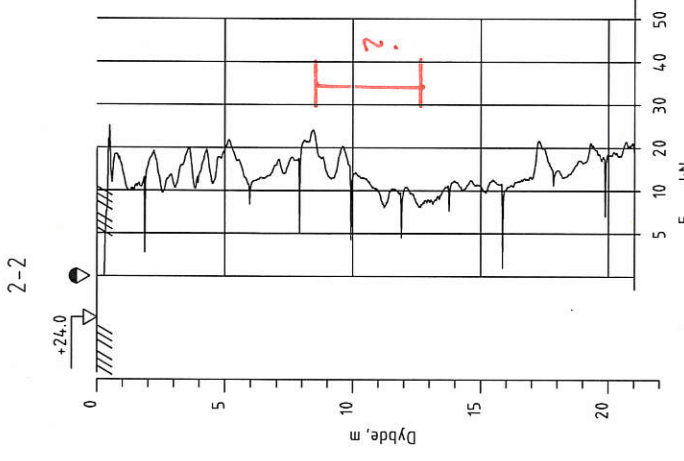
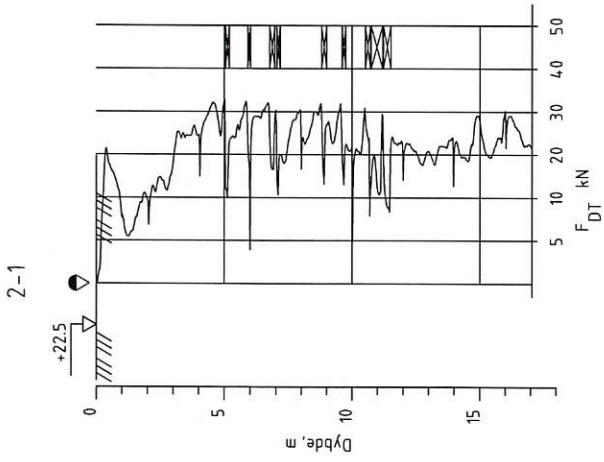
Poeng: 1569

Prosent av maksimum: 15.7 %

Skrevet ut 2017-06-22

Vedlegg D

TOLKNING GRUNNUNDERSØKELSER



REV.	00	29.04.2016	AKM	ERPY	CHFS
TEG.					
ENDRING					
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P. b. 9420 Sluppen
 Mellomlia 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
 Kvikkleirekartlegging Hortemo - Birkelid
 OPPDRAGSGIVER
 NVE

INNHOLD
 BORERESULTATER
 Dreielektrikksondering
 Prøveserie

OPPDRAG NR.
 1350014266

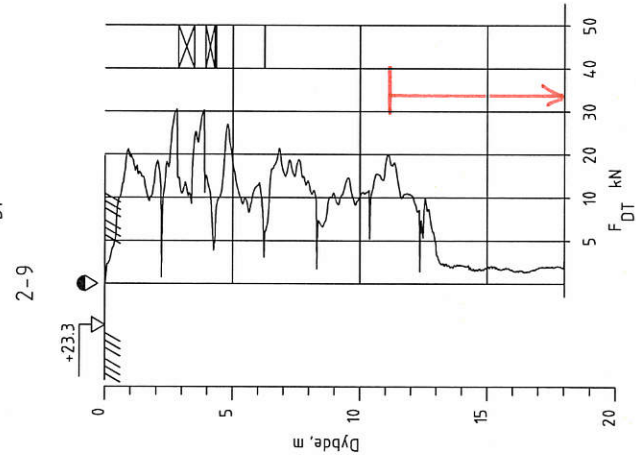
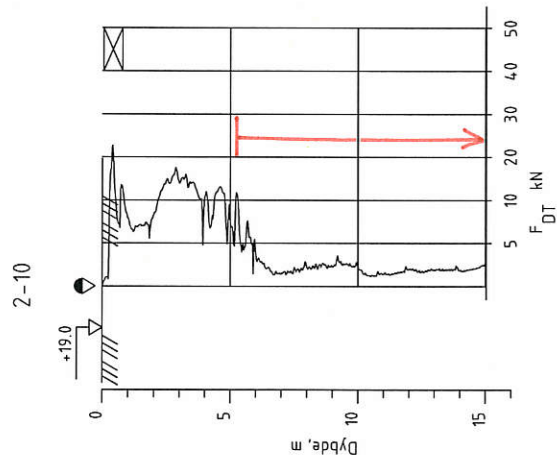
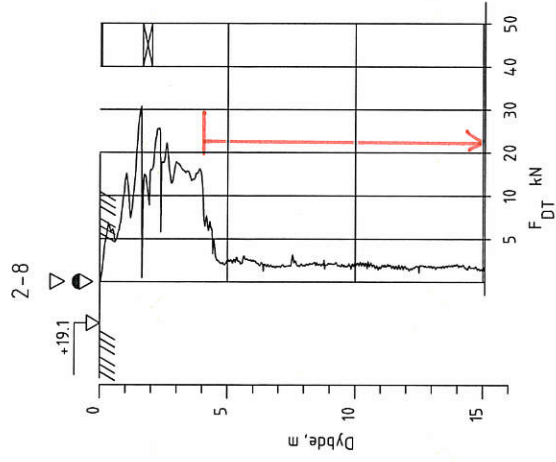
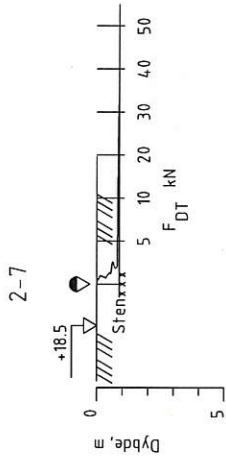
MÅLESTOKK
 1:200

BLAD NR.
 01

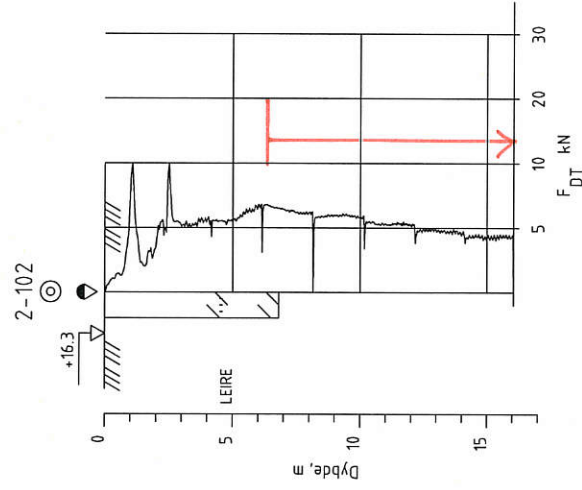
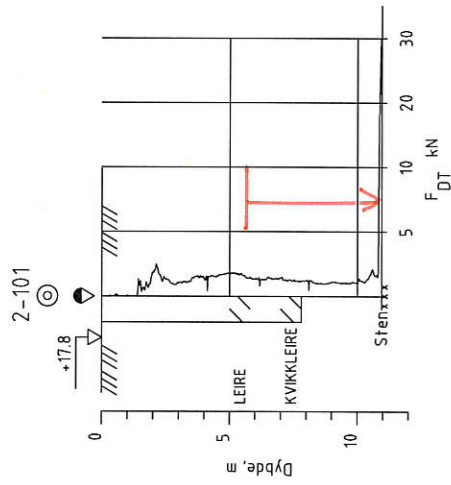
TEGNING NR.
 711

AV
 01

REV.
 0



OPPDRAG		Kvikkleirekartlegging Hortemo - Birkeid		OPPDRAG NR.		1350014266		MÅLSTOKK		1:200		BLAD NR.		01		AV		01	
INNHOLD		BORERESULTATER		OPPDRAGSGIVER		NVE		© Dreietrykkspondering		© Prøveserie		TEGNING NR.		712		REV.		0	
OPPDRAG		Kvikkleirekartlegging Hortemo - Birkeid		OPPDRAGSGIVER		NVE		RAMBOLL		Ramboll AS - Region Midt-Norge		P.b. 9420 Sluppen		Mellomlia 79, N-7493 Trondheim		TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60		www.ramboll.no	
REV.	00	29.04.2016	AKM	ERPY	CHFS	TEGN	KONTR	GDDK	TEGNINGSSTATUS										
ENDRING																			



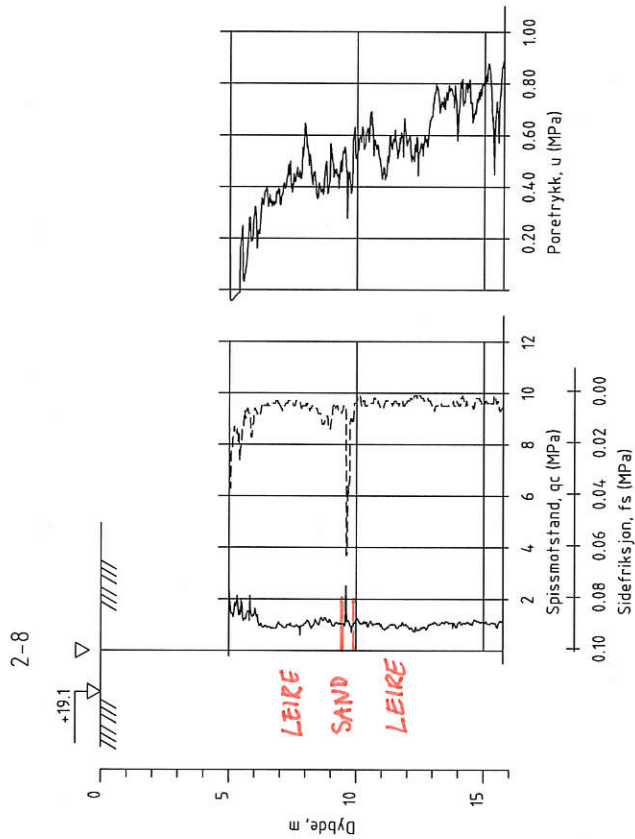
REV.	00	14.10.2016	0	AKM	ERPY	CHFS
				TEGN	KONTR	GDDI
				ENDRING		
TEGNINGSSTATUS						

RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellornlia 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPDRAG
 Kvikkleirekartlegging Hortemo - Birkeid
 OPPDRAGSGIVER
 NVE


INNHOOLD
 BORERESULTATER
 Dreietrykksondering
 Prøveserie
 Trykksondering (CPTU)

OPDRAG NR.	1350014266	MÅLESTOKK	1:200	BLAD NR.	01	AV	01
TEGNING NR.	713	REV.					



OPPDRAG NR. 1350014266	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
INNHOLD BORERESULTATER Dreietrykksondering Prøveserie Trykksondering (CPTU)		TEGNING NR. 714	REV. 0
OPPDRAG Kvikkleirekartlegging Hortemo - Birkeid OPPDRAGSGIVER NVE	<p>Ramboll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomlia 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no</p>		
REV. 00	14.10.2016	0	AKM
ENDRING			CHFS
TEGNING			ERPY
KONTR.			ERPY
EGDKJ			CHFS
EGDKJ			CHFS
TEGNINGSSTATUS			

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (c_u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5													
	LEIRE		16				18.1						76
							18.7						80
	KVIKKLEIRE		17				18.1						72
							18.4						195
10													
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/brudd)

Konussforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p |————| w_L Andre forsøk:

T= Treksialforsøk Ø= Ødometerforsøk K= Kornfordeling

0	14.10.2016		AKM	ERP	CHFS
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350014266 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

Kvikkleirekartlegging Hortemo - Birkelid
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 2-101
TERRENGHØYDE: +17.8 PRØVETYPE: 54mm

RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no
Tegning nr. Rev.

715 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (c_u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	LEIRE		18				17.6 18.0						4 3
		tørreskorpeaktig siltige lag	19				17.5 17.7						8 7
10													
15													
20													

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: /

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p | w_L Andre forsøk:

T= Treksialforsøk \emptyset = Ødometerforsøk K= Kornfordeling

0	14.10.2016		AKM	ERPY	CHFS
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350014266 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

Kvikkleirekartlegging Hortemo - Birkelid
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 2-102
TERRENGHØYDE: +16.3 PRØVETYPE: 54mm

RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr. 716 Rev. 0

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Kvikkleirekartlegging Sørlandet. Risiko for kvikkleireskred – Songdalen kommune.		Dokumentnr./Document no. 20150471-09-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client NVE	Dato/Date 2017-03-24
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 2 / 2017-06-23
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Kvikkleirekartlegging, Songdalen kommune, oversiktskartlegging		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality	Felt navn/Field name
Sted/Location	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord:	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2017-03-22 Kristine H H Ekseth	2017-03-23 Håkon Heyerdahl		
1	Oppdatering av rapporter, grunnlag m.m.	2017-05-12 Kristine H H Ekseth	2017-05-12 Håkon Heyerdahl		
2	Endring på detaljer, revisjon av kart m.m.	2017-06-22 Kristine H H Ekseth	2017-06-22 Håkon Heyerdahl		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 23. juni 2017	Prosjektleder/Project Manager Kristine H H Ekseth
--	-----------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

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

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

