



Kvikkleireskred ved Esp, Byneset i Trondheim

1
2012

R
A
P
P
O
R
T



Rapport nr 1-2012

Kvikkleireskred ved Esp på Byneset i Trondheim

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Trude Nyheim, Toril Wiig og Eirik Traae, NVE/Region midt

Forfattere:

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: xx

Forsidefoto: Skredgropa etter kvikkleireskredet på Byneset 1. januar 2012

Sammendrag: Denne rapporten gir beskrivelser av hendelsesforløp og faglige vurderinger som følge av kvikkleireskredet som gikk ved Esp på Byneset morgenen 1. januar 2012.

Emneord: kvikkleire, skred, erosjonssikring, sikringstiltak

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

Januar 2012

Innhold

Forord	5
Sammendrag	6
1 Bakgrunn	7
1.1 Beskrivelse av området.....	7
1.2 Landskapsutvikling på Byneset etter istiden.....	7
1.3 Kvartærgeologisk kart over Byneset mm.....	8
1.4 Tidligere skredhendelser på Byneset	9
1.5 Topografi og grunnforhold.....	9
1.5.1 Kvikkleiresoner.....	9
2 Beskrivelse av hendelsen	11
2.1 Hendelsesforløp 1. og 2. januar 2012	11
2.2 Årsak til skredet	12
2.3 Skredets løsne- og utløpsområde	13
2.3.1 Stabilitet i og rundt skredgropen.....	13
2.3.2 Skredmasser.....	14
3 Registreringer etter hendelsen	15
3.1 Hydrologiske forhold	15
3.2 Registreringer i felt etter skredet	15
3.3 Ny terrengmodell	16
3.4 Observasjoner fra beboere og publikum	16
3.5 Grunnforhold.....	16
3.5.1 Grunnundersøkelser med borerigg fra Trondheim kommune	16
3.5.2 Elektriske motstandsmålinger utført av NGU.....	17
3.5.3 Vurderinger fra NGI.....	17
3.5.4 Vurderinger fra Rambøll	17
3.5.5 Oppsummering av grunnforhold.....	18
4 Behov for sikring i området	19
4.1 Behov for umiddelbare tiltak.....	19
4.1.1 Tiltak ved skredgropa	19
4.1.2 Krisetiltak i Ristabekken	20
4.1.3 Tiltak i områder tilstøtende skredgropen	21
4.2 Behov for fremtidige tiltak.....	22
4.2.1 Tiltak ved skredgropen.....	22
4.2.2 Tiltak i skredavsetningene.....	22
4.3 Behov for oppfølging.....	23
4.3.1 Observasjoner.....	23
4.3.2 Generell aktsomhet.....	23
5 Faglig vurdering av om beboerne kan flytte tilbake	24
5.1 Beboernes sikkerhet i forhold til skredgropen.....	24
5.2 Beboernes sikkerhet mot nye kvikkleireskred.....	24
5.2.1 Einum Gård.....	24
5.2.2 Brenslan gård.....	24

5.2.3	Gårdene Hovseng, Hovstad og Dammyr.....	25
5.2.4	Gårdene Tofte, Esp Vestre, Esp Østre og Grinåkeren.....	25
6	Referanser	26
7	Vedlegg.....	27

Forord

Denne rapporten gir beskrivelser av hendelsesforløp og faglige vurderinger som følge av kvikkleireskredet som gikk ved Esp på Byneset morgenen 1. januar 2012.

Formål med rapporten er å gi en faglig vurdering av skredårsak og videre skredfare i de berørte områder, samt gi forslag til tiltak som bør gjennomføres for å forbedre dagens skredsituasjon.

Det er i tillegg gitt en oppsummering av hendelsene etter at skredet ble varslet og en forklaring av hvordan man har gått frem for å vurdere skredårsak, videre skredfare og tilhørende tiltak.

NVEs bidragsyttere og samarbeidspartnere i arbeidet med denne rapporten har vært Trondheim Kommune, Rambøll, NGI og NGU.

NVE vil rette en særlig takk til Politiet og Sivilforsvaret som har evakuert området, og ikke minst fulgt oss ut og lagt til rette for vår sikkerhet og forpleining slik at nødvendige undersøkelser kunne gjennomføres. Sivilforsvaret har også foretatt målinger hele døgnet, samlet og rapportert disse på en eksemplarisk måte.

Rapporten, slik den foreligger per 9. januar 2012, er foreløpig. Dette på grunn av at det per dags dato gjenstår å sikre at all fullstendig informasjon i tilknytning til dette skredet har kommet frem. Det tas derfor forbehold om at enkelte endringer kan forekomme i den endelige versjonen.

Trondheim, 9. januar 2012

Kari Øvrelid
Regionsjef Midt-Norge

Etterskrift ved publisering november 2022:

Rapporten ble utarbeidet den 9. januar 2012 som en foreløpig rapport. NVE hadde planer om å lage en mer utvidet og endelig versjon, men dette ble ikke gjort. Rapporten var et viktig grunnlag for det videre arbeidet i fht skredet, og blir derfor publisert slik den var skrevet 9. januar 2012. Det må tas hensyn til dette når rapporten brukes i ettertid.

Sammendrag

På morgenen søndag 1. januar 2012 gikk det et kvikkleireskred ved Esp på Byneset, like utenfor Trondheim. Om lag 40 personer ble evakuert og skredet ble anslått til å være ca 100 m bredt og 400 m langt. Skredet antas å ha blitt utløst som følge av erosjon i et bekkefar ned mot Ristabekken. Erosjonen utløste utglidninger av masser i overflaten av skråningene ned mot bekkefarene. De første utglidningene førte til at kvikkleiremassene bak fulgte etter.

NVE mener at beboere på gårdene Dammyr, Hovseng, Hovstad, Tofte, Esp Vestre, Esp Østre og Grinåkeren kan flytte hjem.

Beboerne på Einum gård kan flytte tilbake når byggingen av terskelen er ferdigstilt tirsdag 10. januar.

Brenslan gård bør fortsatt være evakuert om natten inntil erosjonssikring i Brenselbekken og sidebekken ved Brenslan gård i hovedsak er utført, ca 1. mars 2012.

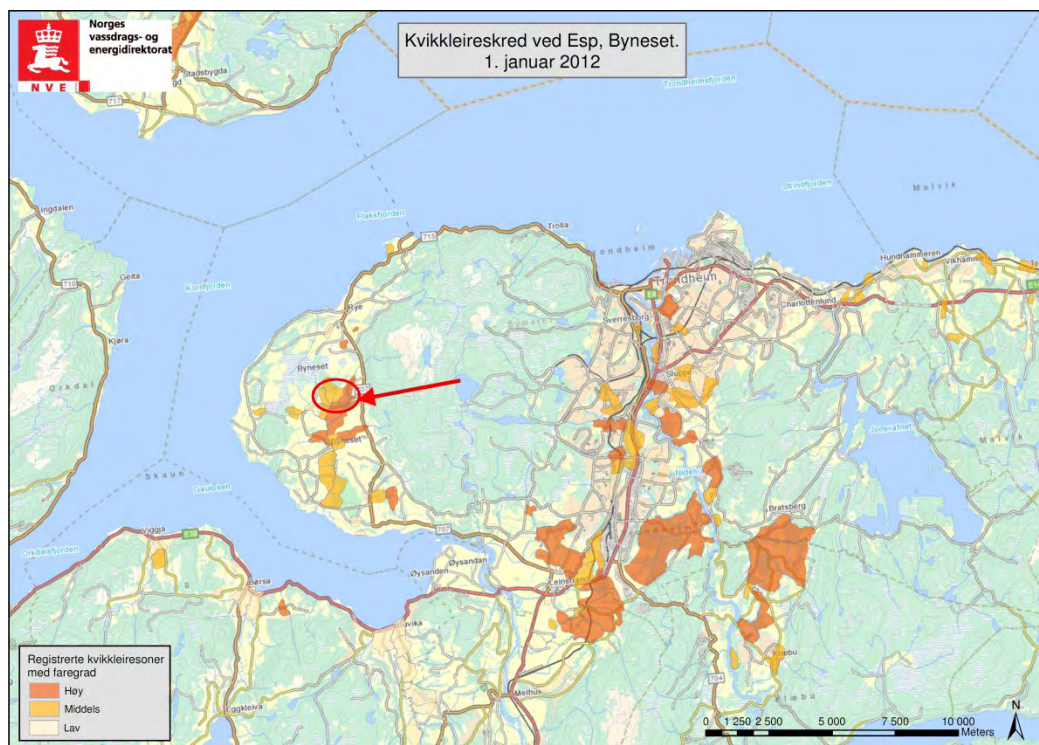
Kostnader for krisetiltaket, steinfyllingsdammen ved Einum gård som ble påbegynt kort tid etter skredet, anslås til ca. 2 millioner kroner inkl. mva. Nødvendige hastetiltak som direkte følge av kvikkleireskredet 1. januar 2012, er anslått til å koste ca. 7 millioner kroner inkl. mva.

Områdene som ligger i avstand inntil 50 meter fra skredkanten og 10 meter fra skredmassene og de oppdemte vannspeilene bør avspærres inntil massene har stabilisert seg.

1 Bakgrunn

1.1 Beskrivelse av området

Byneset er ei halvøy i Trondheimsfjorden og ble i 1964 en del av Trondheim kommune. Bygda har en betydelig melke- og kornproduksjon, og ble på 1800-tallet omtalt som Trondheims spiskammer. Byneset kirke ble bygd i 1170 og vitner om lang tids bosetting. Ristabekkvassdraget drenerer store deler av jordbruksarealet på Byneset, og strekker seg opp til Storheia og Bosbergheia i Bymarka. Vassdraget har sitt utløp ved Størvoll 2 km vest for Spungdal.



Figur 1: Oversiktskart kvikkleireskred ved Esp på Byneset i Trondheim.

1.2 Landskapsutvikling på Byneset etter istiden

Under istidene ble landet under isen presset ned mange hundre meter av ismassene, som kan ha vært 1000-2000 m tykke i Trondheimsområdet. Da isen smeltet, hevet landet seg igjen, men svært langsomt. Etter hvert som isen forsvant, strømmet havet inn over de lavestliggende landområdene som fortsatt var nedpresset. Trondheimsfjorden med sidefjorder rakk så langt inn som til Storås-Meldal, Støren-Singsås, Selbustrand, Meråker med videre, helt opp til 170-200 m over dagens havnivå. Samtidig fraktet smeltevann breslam som ble avsatt i datidens fjorder som leire. Byneset ble isfritt for ca. 11.000 år siden og ble hevet over havnivå for ca. 9000 år siden, noe som betyr at leira ble dannet i løpet av ca. 2000 år. Leirområdene på Byneset ligger ca. 80-100 m over dagens havnivå. Under landhevingen ble de bløte leirene utsatt for kraftig erosjon av havvannet som rant gjennom området på sin vei mot det synkende havnivået. Dette betyr at det meste av leirterrenget med bekkedalene (bekkeravinene), haugene og ryggene ble dannet allerede

da, like etter isavsmeltingen, men det meste av den opprinnelige havbunnen er bevart fram til i dag.

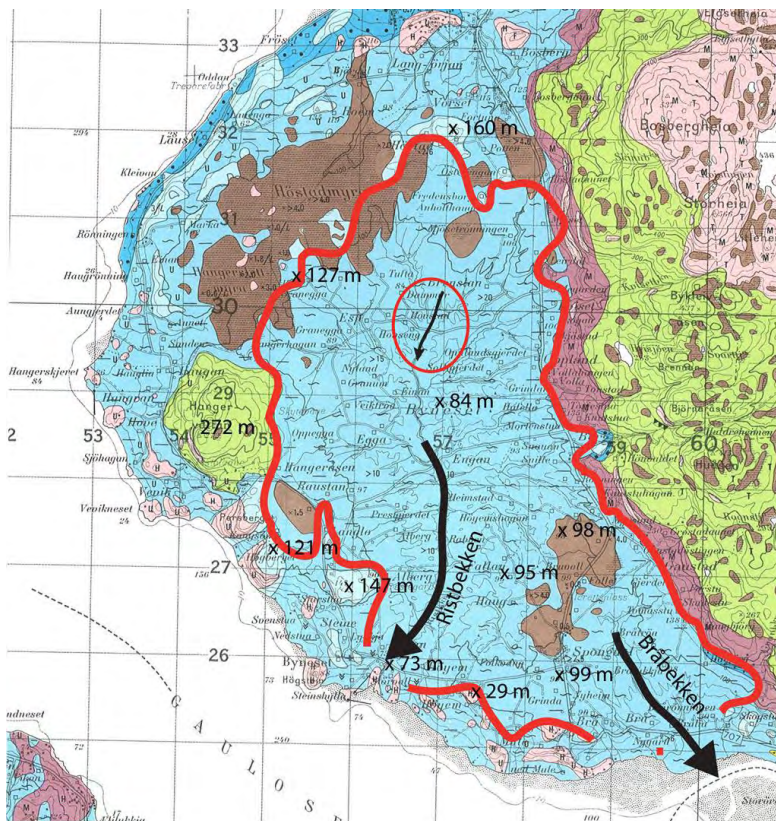
I de 9000 årene som har gått har bekkene i området gravd seg langsomt ned i de gjenværende leirmassene, som stedvis kan være mer enn 50 m tykke. Det har høyst sannsynlig også tidligere vært mindre utglidninger av leire langs bekkene, og også kvikkleireskred tilsvarende 1. januarskredet, kanskje mest i førhistorisk tid. Det er spor etter mindre terrasser langs deler av dagens bekker som kan tyde på at mindre oppdemminger av vann har funnet sted.

1.3 Kvartærgeologisk kart over Byneset mm.

Kartet viser utsnitt av det kvartærgeologiske kartet Orkanger 1521 I fra NGU utgitt i 1977.

De marine leirene er vist med lys blå farge, myrer som ligger oppå leirene er vist med brun farge. Oppstikkende fjellknauser er vist med rosa farge, tynne løsmassedekker som ligger oppå fjell er lys blå, gulgrønn og lilla, og Bymarkas begynnende høydepartier sees til høyre. De marine leirene på Byneset ligger i et fjellbasseng som har laveste punkt og åpning mot sør. De nevnte fjellknausene stabiliserer leirmassene mot vest, nord og øst, men ikke mot sør der fjellknausene ligger lavest i terrenget, som angitt med en del høydetall. Den tykke røde streken markerer dette.

Eldre, historiske kvikkleireskred er markert langs Bråbekken sør for Spongdal, mens 1. januarskredet er markert inni den røde ringen



Figur 2: Kvartærgeologisk kart over Byneset. Kilde: NGU.

1.4 Tidligere skredhendelser på Byneset

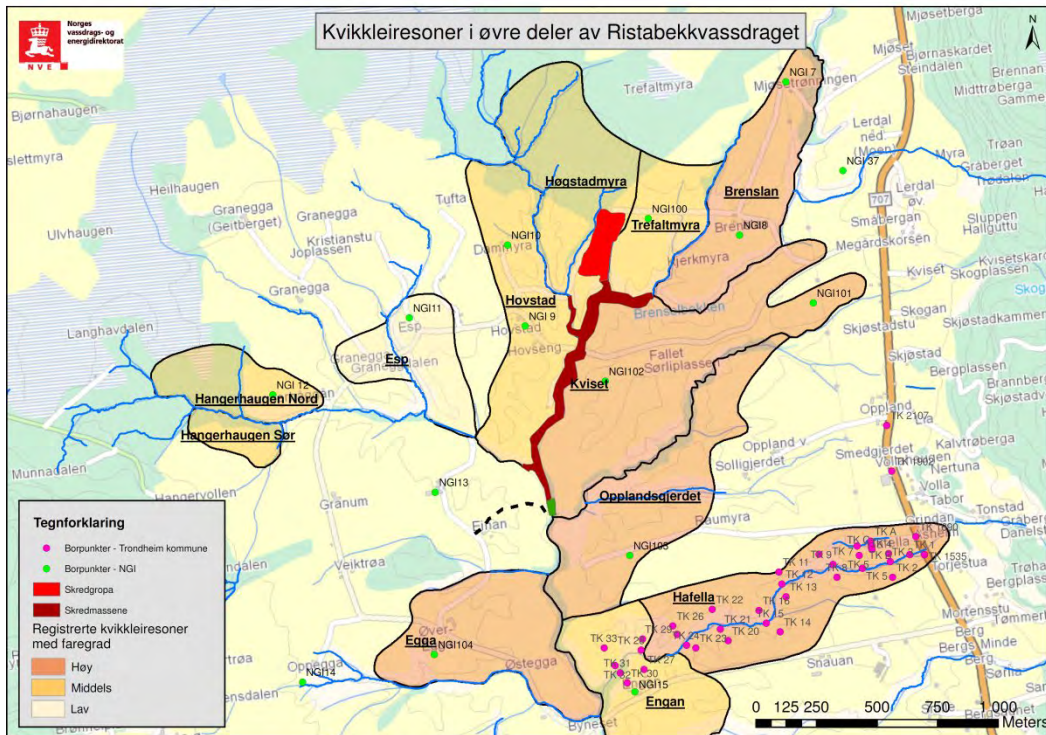
Kvikkleireskredet som ble utløst 1. januar 2012 gikk i et kjent kvikkleireområde hvor det er til dels store mektigheter av leire og noe erosjon i bekkedalene. Av tidligere kvikkleireskred er skredet i 1825 ved Engan og noen mindre skred i Ristabekken beskrevet i Byneset historielags årshefte 2011. Langs Bråbekken som går like øst for Spongdal, har det også vært skredaktivitet og i 1848 omkom en mann i det største skredet som har gått på Byneset. Historiske kilder omtaler mindre skred ved Eggen på Byneset i 1852, 1825 og i ”eldre tid”. Ved Brå gikk det et stort leirskred i 1928. Dette er det siste av en rekke store skred i Brådalen, som strekker seg fra myrområdene ved Spongdal ned mot Gaulosen.

1.5 Topografi og grunnforhold

Området er dekket av tykke havavsetninger. Høyeste punkt vest for skredområdet er Hangeråsen (272 moh). Nordøst for skredområdet ligger Storheia (565 moh) og Bosbergheia (537 moh). Rundt skredområdet ligger terrengnivå på rundt 100 meter over havet. Bekkene i området har skåret seg noe ned i landskapet, og flere steder er det spor av tidligere skred (fall). Enkelte stedsnavn kan indikere at det også tidligere har vært skredaktivitet i området, et eksempel på dette er Fallet.

1.5.1 Kvikkleiresoner

Det er tidligere utført kartlegging av potensielt skredfarlige områder på Byneset som en del av det nasjonale kvikkleirekartleggingsprogrammet som ble iverksatt etter Rissaskredet i 1978. Den første registreringen av kvikkleiresoner på Byneset ble gjennomført av NGI i 1988. Sonene ble i 2005 av NGI klassifisert mht faregrad og risiko. Det er totalt 16 kjente kvikkleiresoner i tilknytning til Ristabekkvassdraget. Fem soner har høy faregrad, ti av sonene har middels faregrad og en sone har lav faregrad. I forbindelse med kvikkleirekartleggingen ble det gjennomført grunnundersøkelser i området, og Trondheim kommune har tidligere utført grunnundersøkelser i området. Bla gjelder dette langs Hafellbekken. Kvikkleiresonenes beliggenhet og omtrentlig beliggenheten av de gamle borpunktene fremgår av figuren nedenfor.



Figur 3: Kvikkleiresoner i øvre deler av Ristabekkvassdraget.

2 Beskrivelse av hendelsen

2.1 Hendelsesforløp 1. og 2. januar 2012

Den 1. januar 2012 kl.10.30 ble NVE, via media, informert om at det hadde gått et stort skred på Byneset. Straks etter ble regionsjefen varslet av kommunens brannvesen på vegne av politiet, og av NVEs flomvarsling. Dette er i tråd med de respektive etaters rutine. Fylkesmannen varslet også. NVE var raskt på stedet med geoteknikere, vassdragsteknikere og regionsjef.

Ved ankomst til skredområdet var det fortsatt noe skredaktivitet. Mindre ”skalker” raste ut i skredgropa og det var synlige massebevegelser både i selve skredgropa og i utløpsområdet nedenfor. Evakuering av beboerne var da i full gang.

Skredgropa ble anslått til å være omtrent 300-400 meter lang, 100 meter bred og kantene rundt gropa var omtrent 10 meter høye. Totalt utrast volum var omtrent 350 000 m³.

Det ble raskt etablert et samarbeid mellom NVE, Politi, Sivilforsvaret og Trondheim kommune. Sivilforsvaret etablerte en Kommandoplass (KO) ved skredområdet. Skredområdet ble avsperrt og sivilforsvaret opprettet en ordning med transport og overvåking av personell som måtte inn i skredområdet. NVE Anlegg ga raskt beskjed om at de var klar til innsats. Politiet etablerte stab på politistasjonen, og ba om liason fra NVE.

Resultater fra gamle grunnundersøkelser og kvikkleirekartleggingen ble vurdert i forhold til potensialet for en videre utvikling av skredet. På bakgrunn av råd fra NVE ga politiet etterhvert tillatelse til tilbakeflytting til 13 av de evakuerte gårdene/boligene på ettermiddagen 1. januar. Geoteknikerne vurderte det slik at det måtte gjennomføres nye grunnundersøkelser før råd om tilbakeflytting til Politiet om de gårdene som fremdeles var evakuert kunne gis.

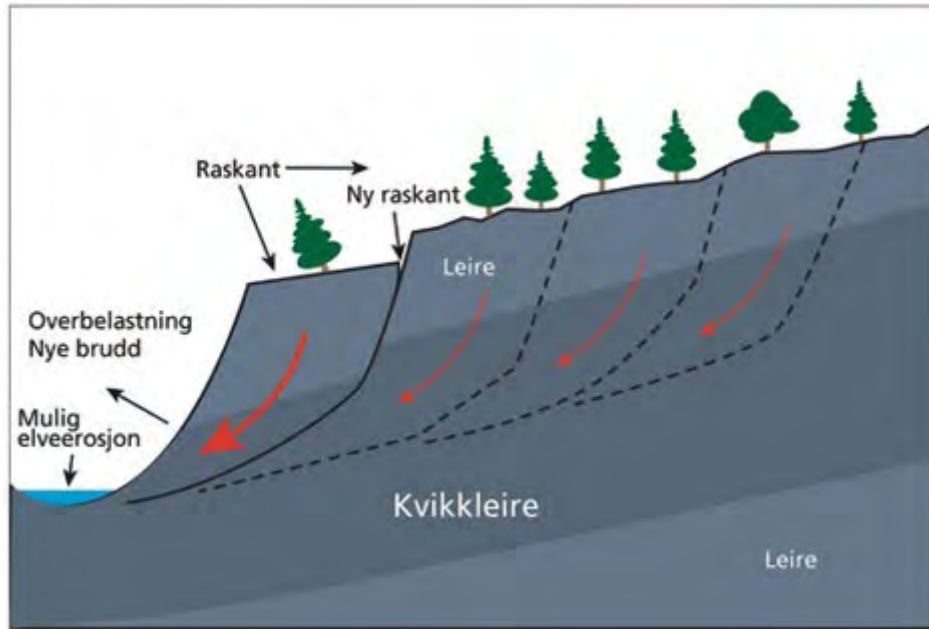
Skredets løsne- og utløpsområde ble befart per helikopter. Det ble satt ut merkepinner med refleks slik at eventuelle nye skredhendelser kunne observeres gjennom natten på en trygg måte. Sivilforsvaret etablerte overvåking av løsne- og utløpsområdet hver time den første tiden etter skredet.

Olje- og energiminister Ola Borten Moe var på befaring i området søndag, og ble orientert om skredet av NVEs geotekniker.

Det ble observert noen mindre utglidninger på siden og i bakkant av skredgropa i løpet av den første natta (natt til 2. januar). Informasjon fra tidligere grunnundersøkelser ble studert. Politiet besluttet at beboerne på tre av de evakuerte gårdene/boligene kunne flytte tilbake, etter råd fra NVE. NVE besluttet at det straks måtte settes i verk sikringstiltak (krisetiltak), i form av en steinterskel, ved fronten av utløpsmassene. Adkomst til tiltaket ble bygget ved Einum gård.

2.2 Årsak til skredet

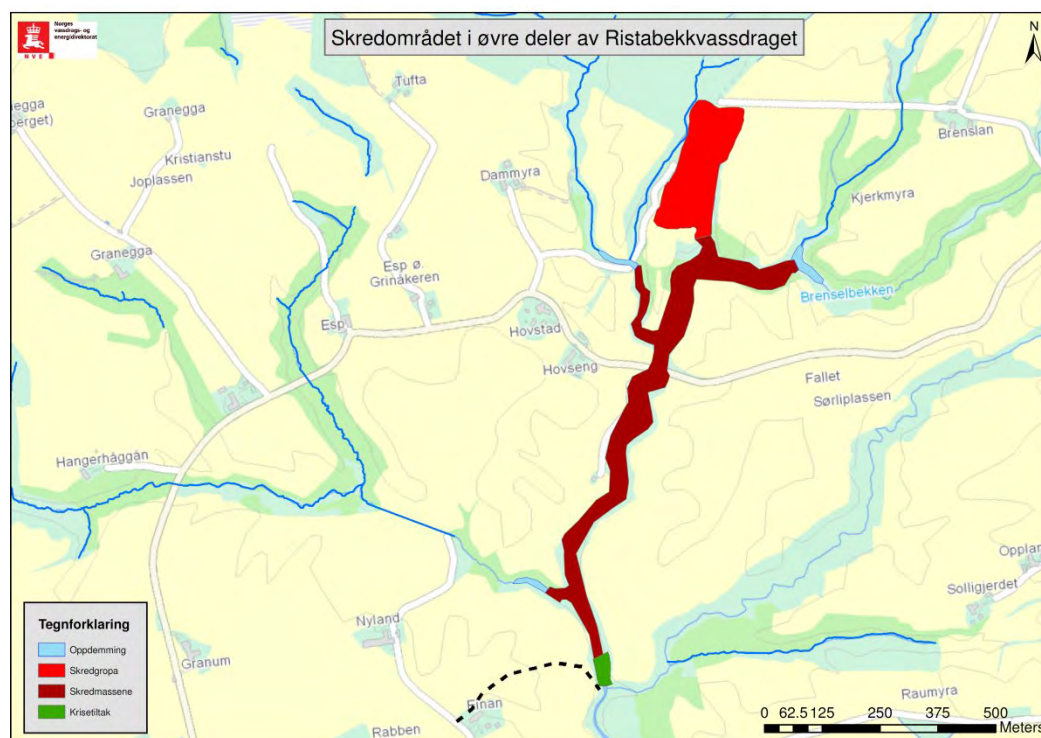
Skredet antas å ha blitt utløst som følge av økt erosjon i bekkefar ned mot Ristabekken. Den økte erosjonen utløste utglidninger av masser i overflaten av skråningene ned mot bekkefarene. Når massene nederst i skråningen glir ut, forsvinner den stabiliserende vekten og mer kvikkleire kan bli overbelastet og flyte ut. Slik vil skredkanten kunne forplante seg bakover så langt det er kvikkleire i grunnen og at kvikkleira ligger med en viss helning. Dette er et vanlig adferdsmønster for kvikkleireskred. Se figuren nedenfor.



Figur 4: Prinsippkisse av kvikkleireskred. Illustrasjon: NVE

2.3 Skredets løsne- og utløpsområde

Skredets løsne- og utløpsområde fremgår av figuren nedenfor.



Figur 5: Skredets utstrekning.

2.3.1 Stabilitet i og rundt skredgroppen

Ut i fra de topografiske kartene og med støtte i de gjennomførte grunnundersøkelser, se kap. 4.6, fremkommer et parti med mindre dybder til berg som ligger i retning øst-vest ca. 100 m bak skredgroppen. Langs den vestre kanten av skredgroppen er skredet avgrenset mot en ravine. Ravinen og berget i bakkant vil derfor begrense en mulig videre skredutvikling i disse retningene.

Det er ikke observert større bevegelser i eller rundt skredgroppen etter de første dagene etter skredet. Dette tyder på at skredet har stoppet opp og at fremtidige større utglidninger tilknyttet skredgroppen er lite sannsynlig. Dette er en generell observasjon som stemmer bra overens med erfaringer man har fra andre kvikkleireskred. Det foreligger ikke kjent dokumentasjon på at tidligere kvikkleireskred har utviklet seg videre etter noen dager i ro.

Erfaring fra tidligere kvikkleireskred har vist at skredmassene i skredgroppen normalt har en helning på 1:7 til 1:15 (NGI, 2008), men maksimal utbredelse kan komme opp mot 1:30 i helning. Det er foreløpig ikke gjort oppmålinger i skredgroppen, men overslagsmessig anslås den å ha helning ca 1:20.

2.3.2 Skredmasser

Etter at skredet ble utløst beveget skredmassene seg nedover i Ristabekken fra skredporten (sted hvor skredet startet) i et strekk på ca. 900 m nedover bekkefarete. Skredmassene la seg i ca. 6-8 m tykkelse nedenfor skredporten og avtok til ca. 3 m i den nedre delen av avsetningsområdet i Ristabekken, ved skredtunga. Skredmassene ble i tillegg stuvet opp i de tilliggende bekkefarene Brenselbekken, bekk ved Hovseng gård og i sidebekk nord for Einum gård. Skredmassene bidro dermed til en oppdemming av de opprinnelige bekkene her. Likedan kan skredmassene stedvis ha sperret eksisterende avløp og drenering i området.

Skredmassene blokkerer og umuliggjør fremkommelighet på den lokale veien mellom Hovseng gård og RV707 i øst.

3 Registreringer etter hendelsen

For å kunne tolke og forstå grunnforholdene er det nødvendig med grunnundersøkelser, informasjon om de hydrologiske forhold (vannets løp), tolkninger av terrenget før og etter skredet. Dette skal sammenholdes med kunnskap om hvordan skredet startet og utviklet seg, samt innsikt i den geologiske historie på stedet.

3.1 Hydrologiske forhold

NVE har i etterkant av skredhendelsen gjennomgått foreliggende data om de hydrologiske forholdene i forkant av skredet. De hydrologiske forholdene ser ut til å ligge innenfor normalen. I desember var nedbøren 110-130 % av det normale, men dette er ikke vurdert til å være ekstreme forhold. Vannmetningen og grunnvannstanden i forkant var høy i forhold til normalen, og det ble noen steder registrert høy avrenning (stormen Dagmar), men heller ikke dette var utenfor normalen (NVE, 3.januar 2012, basert på informasjon fra www.senorge.no og www.nyforevar.senorge.no/flomvarsling)

Med grunnlag i denne informasjonen kan det konkluderes at det ikke har vært spesielt store nedbørmengder eller ekstreme hydrologiske forhold i tiden før skredet, og det er derfor mindre sannsynlig at det er høyt poretrykk og stor vannmetning alene som er årsak til skredet. De hydrologiske data støtter derfor hypotesen om at en gradvis erosjon er årsak til skredet, se også kap. 3.2.

NVE har utarbeidet avrenningsprognoser for tiden etter skredet, og har konkludert med at jorda har generelt liten lagringsevne for vann, slik at eventuell nedbør vil føre til en rask avrenning. Det ble videre utført feltanalyser for de lokale nedbørfeltene i 8 ulike punkter i Ristabekkvassdraget. Resultatene finnes som vedlegg til denne rapporten.

3.2 Registreringer i felt etter skredet

Umiddelbart etter skredet og i dagene som fulgte ble det foretatt befaringer langs bekker og raviner i området. Dette for å registrere eventuelle utfordringer andre steder i vassdraget, samt for å få et grunnlag for vurdering om situasjonen kunne endre seg som følge av skredet.

NVE fikk også observert og fotografert skredet og områdene fra helikopter samme dag. Media filmet også skredet fra helikopter de to første dagene. Dette var viktig fordi skredet ikke er lett synlig fra bakkenivå.

Samme dag som skredet gikk, ble det etablert en rekke observasjons- og målepunkter. Det ble satt ut brøytestikker med reflekser for observasjoner av eventuell skredutvikling. Ettersom skredmassene har blokkert normal drensvei i flere raviner, begynte det å samle seg vann bak skredmassene. Det ble derfor etablert målepunkter for overvåking av vannstandsstigningen og eventuelt faren for overtopping og en mulig ukontrollert flom av vann med mulig erosjon i skredmasser og sideterreng. De første døgnene etter skredet ble det gjort observasjoner hver time, men etter noen dager med relativt små endringer og ingen utvikling i skredgropen ble hyppigheten av registreringene redusert. Denne omfattende registreringer var kun mulig ved hjelp av Sivilforsvarets tilstedeværelse.

3.3 Ny terrengmodell

Det foreligger en god terrengmodell over området før skredet 1. januar som er basert på laserscanning fra fly, utført på oppdrag for Trondheim kommune for få år tilbake. Lørdag 8. januar ble det foretatt ny flyscanning av området berørt av skredet for etablering av ny terrengmodell i det aktuelle området.

3.4 Observasjoner fra beboere og publikum

I etterkant av skredhendelsen 1. januar ble naboer og grunneiere oppfordret til å melde fra om hendelser og fenomen som kan ha tilknytning til skredet, samt skred og erosjonsproblematikk i området generelt.

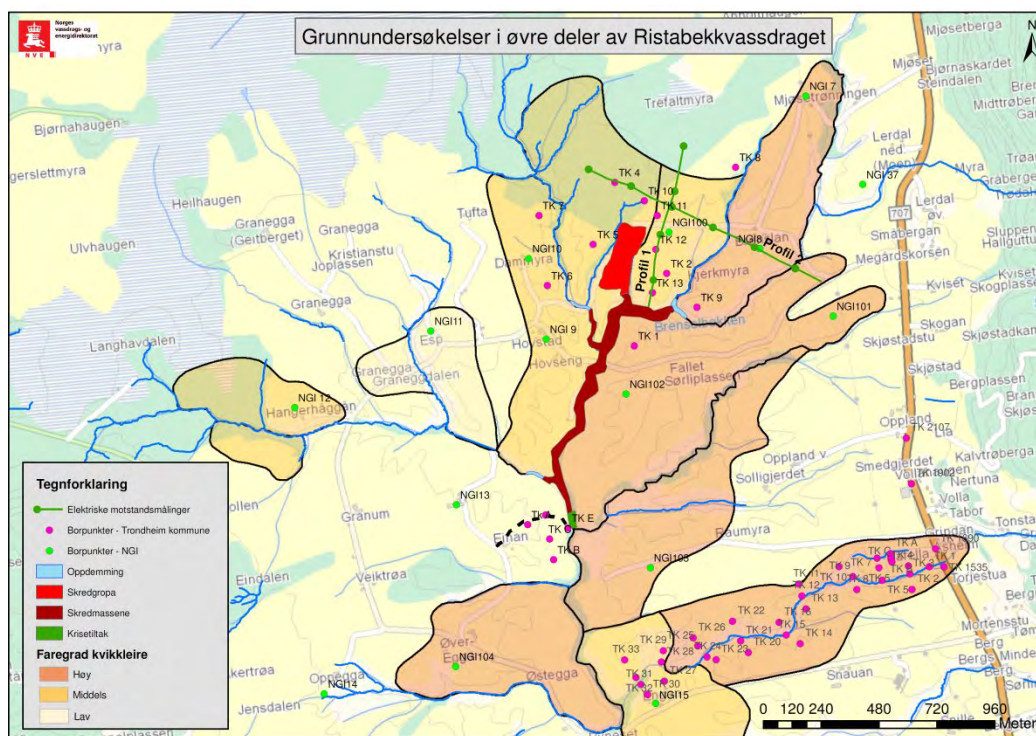
Per dags dato, 9. januar 2012, har det kommet inn en rekke henvendelser om erosjon og gjentakende småskred i ravinlandskapet og observasjoner av vann i bekker og marka, enten mer eller mindre enn ”normalt”. Det finnes også observasjoner på mindre vannstand enn tidligere år i Ristabekken, og formeningene om at det var flere flommer tidligere. Andre har meldt om observasjoner av konkrete historiske skredhendelser, trær på skrå, uvanlig mye vann i bekker og grøfter og mange fuktige områder.

3.5 Grunnforhold

Etter at skredet ble varslet morgenen 1. januar ble det iverksatt grunnundersøkelser for å få oversikt over grunnforholdene i det berørte området. Dette var nødvendig for å avklare fare for at skredet skulle utvikle seg videre, og en forutsetning for de vurderinger som måtte gjøres for å avgjøre om det var en eventuell fare for at skredet skulle utvikle seg videre. Kunnskap om grunnforholdene er en forutsetning for de vurderingene som måtte gjøres for å avgjøre om, og dokumenter at, det man kunne flytte tilbake til de evakuerte gårdene i området.

3.5.1 Grunnundersøkelser med borerigg fra Trondheim kommune

Trondheim kommune stilte borerigg og mannskap tilgjengelig. Borplan ble utarbeidet i et samarbeid mellom geoteknikere fra Trondheim kommune og NVE. Grunnundersøkelsene ble påbegynt tirsdag 3. januar og vil sannsynligvis bli avsluttet i løpet av uke 2. Grunnundersøkelsene ble hovedsaklig konsentrert i to områder. I den ene området ved Einum gård var de knyttet til gjennomføring av krisetiltak i Ristabekken. Det andre området konsentrerte seg om tilstøtende områder rundt skredgropen. Dette ble gjort for å avklare situasjonen for de nærliggende, evakuerte boligene og sikkerheten til skredgropen generelt. Totalt er det per 9. januar 2012 utført 18 dreietrykksonderinger, 5 CPTU og det er satt ned poretrykksmålere på 2 lokaliteter. Borpunktene plassering angis på figuren nedenfor.



Figur 6:- Grunnundersøkelser i øvre deler av Ristabekkvassdraget.

3.5.2 Elektriske motstandsmålinger utført av NGU

NGU har bidratt ved å gjennomføre elektriske motstandsmålinger (resisivitetsmålinger) ved skredgropen. Det ble lagt ut 2 profiler og grunnens elektrisk motstand ble målt. Dette gir et bilde på massenes elektriske ledningsevne, som bla avhenger av saltinnhold i leira. Dermed får man en indikasjon på hvor det kan være kvikkleire i grunnen. Dette gir et verdifullt supplement til borpunktene, da det gir et bilde av grunnforholdene i to dimensjoner langs det valgte profilet. Dette er i motsetning til borpunktene som kun gir punktvis informasjon. De elektriske motstandsmålingene er gjennomført i perioden 3.-7.januar.

3.5.3 Vurderinger fra NGI

NGI ble bedt om å bistå NVE med å vurdere konsekvenser av skredet, særlig med tanke på stabilitet av skredgropen og stabiliteten i områdene tilgrensende til skredet. NGI har vært på stedet og observert skredet, og har sammen med NVE's geoteknikere vurdert grunnforholdene. NGI har utarbeidet teknisk notat, 20120042-00-1-TN med foreløpige vurderinger av skredfare og behov for sikringstiltak, som vedlegges i sin helhet i denne rapporten.

3.5.4 Vurderinger fra Rambøll

Rambøll har vært engasjert til å vurdere grunnforhold og beregne og dokumentere stabiliteten ved gjennomføringen av krisetiltak ved Einum gård.

3.5.5 Oppsummering av grunnforhold

De gjennomførte grunnundersøkelsene i området viser generelt at det er store mektigheter med bløt leire i hele området. Leira tolkes å være kvikk i de fleste borpunktene. Dybden til kvikkleira varierer en del, dog er det ikke indikasjoner på at det er kvikkleire dypere enn til ca 20 m dybde fra terreng i noen av borpunktene. Det samme indikeres også av de foreløpige tolkningene av de elektriske motstandsmålingene. I noen områder er det i borpunktene indikasjoner som kan tyde på tidligere skredmasser i toppmassene. Det er ikke tatt opp prøveserier for laboratorieundersøkelser, og tolkningen er basert på sonderingsresultatene. I grunnundersøkelsene som ble utført i forbindelse med den tidligere kvikkleirekartleggingen er det utført flere vingeboringer som bekrefter denne tolkningen. Flere steder er det boret til ca 40-45 m dybde uten å treffe på faste masser eller berg.

I bakkant av skredgropen er det imidlertid en bergnabb som stikker ut i leira. Nordøst for skredgropen, ca 100-150 m fra bakkanten av skredet har grunneier meldt fra om berg i dagen. Dette bekreftes av resisivitetsprofilen. I det gamle borpunktet ved gården Mjøsetrønningen (ca 700 m nordøst for bakkant av skredgropen) er det registrert faste masser i ca 7 m dybde og ikke kvikk leire. Studier av topografiske kart indikerer også et område mellom Mjøsetrønningen og skredgropen hvor dybden til berg er mindre, og dermed at mektigheten av leira er mindre ved Trefaltmyra enn i områdene øst, vest og sør for denne.

4 Behov for sikring i området

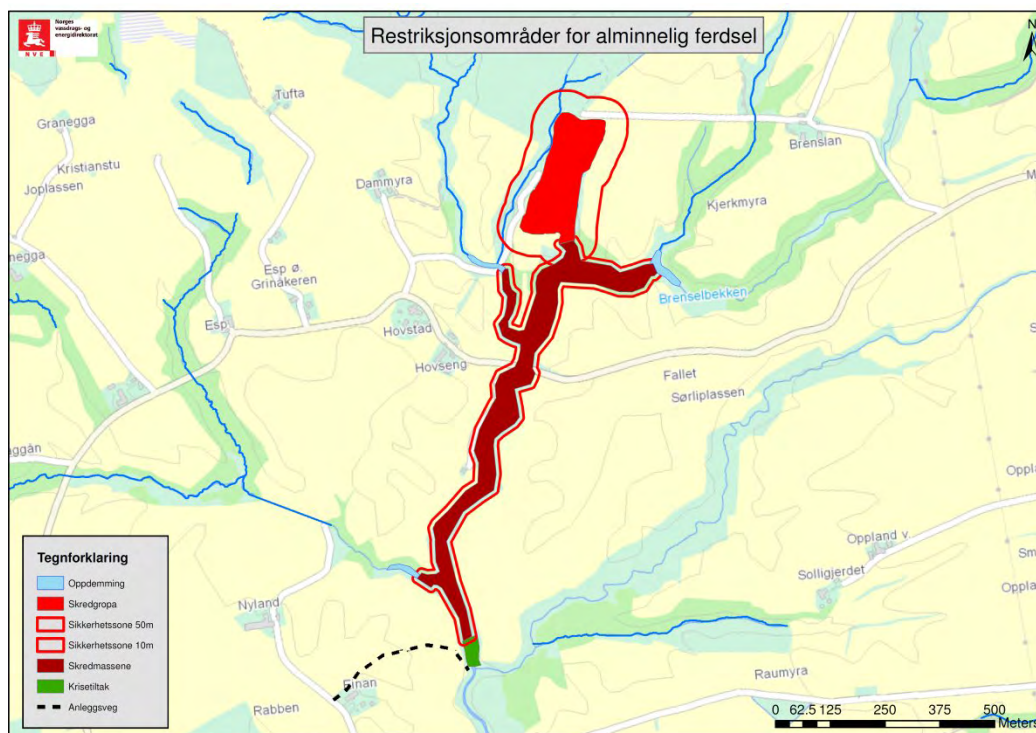
Basert på den informasjon som foreligger og som er grundig gjennomgått og beskrevet her skal NVE vurdere sikkerheten i området, behov for sikringstiltak og gi råd vedrørende behovet for evakuering av eiendommer. I disse vurderingene har NVE i tillegg til egne vurderinger støttet seg på de vurderingene som er gjort av NGI i rapport 20120042-00-1-TN.

4.1 Behov for umiddelbare tiltak

4.1.1 Tiltak ved skredgropa

Den første tiden etter et skred vil skredgrop og skredkanter være utsatt for mindre avskallinger og utglidninger. Det er derfor ikke forsvarlig å la mennesker oppholde seg i området langs skredkanten, eller i selve skredgropen.

Frem til at skredkantene tas ned anbefaler NVE at alminnelig ferdsel inn mot skredgropen begrenses til 50 m fra skredkanten. Områdene som ligger 10 meter fra skredmassene og de oppdemte vannspeilene bør avsperras inntil massene har stabilisert seg. Restriksjonene for alminnelig ferdsel er vist på figuren nedenfor.



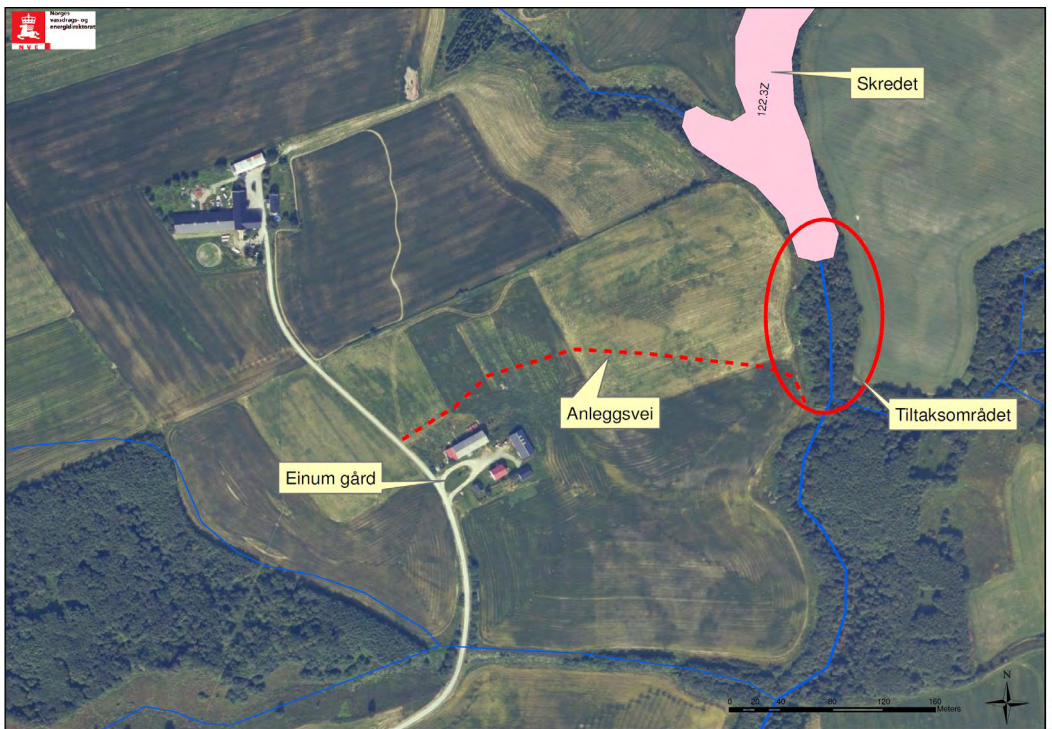
Figur 7: Restriksjonsområder for alminnelig ferdsel.

4.1.2 Krisetiltak i Ristabekken

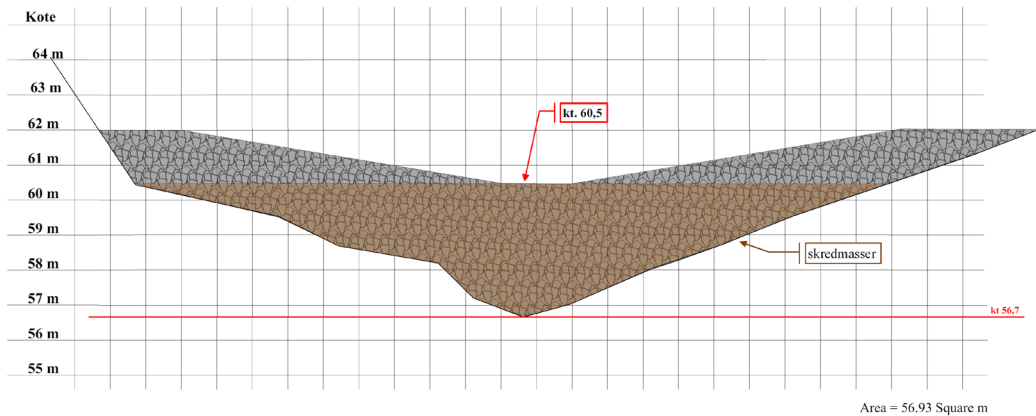
Skredmassene som ligger i Ristabekken ligger med høyeste punktet i midten av bekken og med laveste punkt inn mot terrenget på sidene av bekkefare. Dette fører til at vannet renner langs kantene på begge sider og dermed kan føre til økt fare for erosjon. I fronten av skredmassene er det et fall på 3-4 m. I flom vil dette "kunstige fossefallet" føre til kraftig erosjon nedstrøms. Dette vil medføre at skredmassene flytter seg videre nedover vassdraget og vi mister den stabiliserende effekten vi har fått i området hvor skredmassene nå ligger. I tillegg vil den kraftige erosjonen kunne utløse et nytt kvikkleireskred som vil kunne ta med seg gården Einum.

For å hindre dette ble bygging av en terskel igangsatt umiddelbart etter at den første kartleggingen var utført. Terskelen bygges i form av en steinfylling på ca. 70 m lengde langs bekkefare.

Totale kostnader for dette tiltaket er anslått til ca 2 mill inkl. mva. Tiltaket finansieres 100% av NVE.



Figur 8 Oversiktskart av krisetiltak ved Einum gård



Profil P0 er tverrprofilen rett nedstrøms skredmassene.
Kotehøyde skredmasser kt. 60,5 (innmålt) som også er valgt terskelhøyde.
Innmålt kotehøyde bekkebunn nedstrøms skredmasser, kt. 56,4
Bredden terskel ca. 2,0 meter.
Høyre terskelside legges med hellning ca. 1:6 opp til kt. 62,0.
Venstre side legges med hellning ca. 1:6 opp til kt. 62,0.
Tverrprofilens areal av sikringsmasser utgjør ca. 57 m².

UTM 32V E				
N				
Profil nr. P0				
Kommune:	Trondheim			
Målt	Tegn	Konf	Dato	Målestokk
2012	AOS			1:100
Sak: Skredsikring Rista				Fylke: Sør-Trøndelag
				Erstatning for:
				Erstatet av:
Vedlegg				Tegn. nr.
Hovsingning				Rev. nr.: 122
Endring				Format: A4

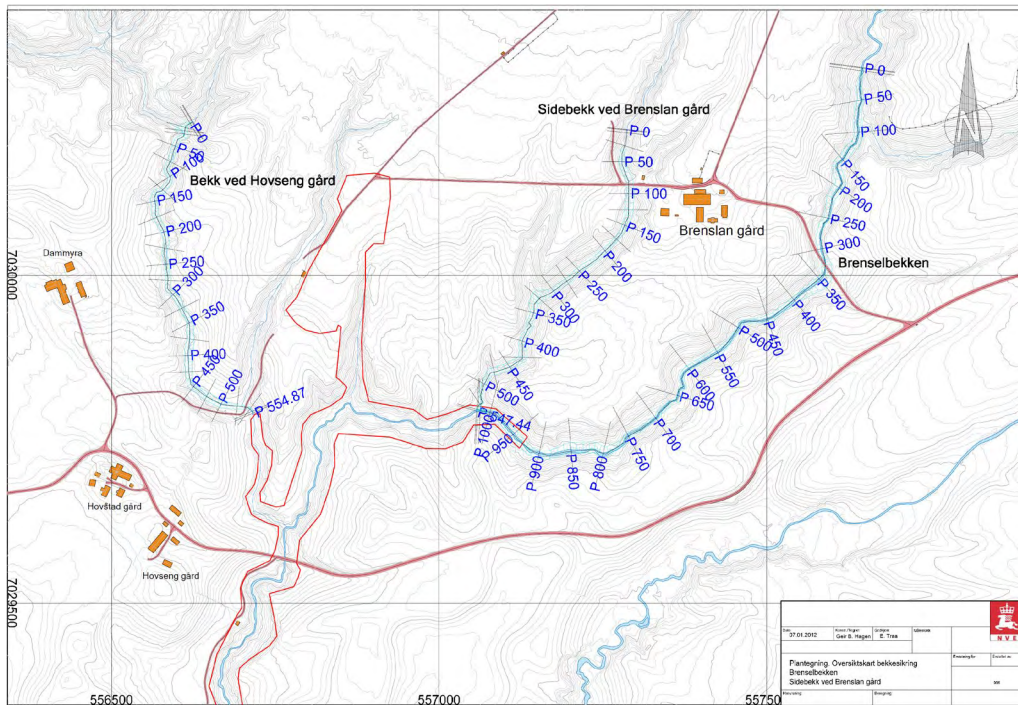
Figur 9 Prinsippskisse av krisetiltak ved Einum gård og erosjonssikring i bekkeløp.

4.1.3 Tiltak i områder tilstøtende skredgropen

NVE vurderer det som nødvendig å erosjonssikre bekkene som vist på oversiktskartet nedenfor.

Det er observert aktiv erosjon i bekkene på de strekningene som er foreslått sikret. Grunnundersøkelsene som er utført i området viser at det er store mektigheter med kvikkleire/sprøbruddmateriale over og i nivå med bekkebunnen, se prinsippskisse på figuren ovenfor. Erosjon kan føre til utløsning av større kvikkleireskred, og NVE anbefaler derfor at disse bekkepartiene sikres:

- **Brenselbekken**
Sikres i en lengde på ca 1000 m
- **Sidebekk vest for Brenslan gård**
Sikres i en lengde på ca 550 m
- **Bekk ved Hovseng gård**
Sikres i en lengde på ca 550 m



Figur 10: Oversiktskart erosjonssikring

Totalt går det med et steinvolum på ca 35 000 m³ og kostnadene er anslått til kr. 7 mill inkl. mva.

4.2 Behov for fremtidige tiltak

4.2.1 Tiltak ved skredgropen

Selve bunnen av skredgropen vil sette seg og bli fastere ettersom tiden går og skredmassene har stabilisert seg.

Man kan etter hvert tillate mennesker og lettere anleggsutstyr å bevege seg i skredgropen. Da kan man begynne å slake ned de bratte kantene langs skredgropen.

Før arbeid med tyngre anleggsutstyr igangsettes bør grunnundersøkelser utføres i selve skredgropen. Det er sannsynlig at man kan opparbeide området til jordbruksarealer igjen i løpet av de neste 3-4 årene.

4.2.2 Tiltak i skredavsetningene

Skredmassene og vannspeilene som la seg i bekkefarene nedenfor skredgropen vil bidra til stabilisering av skråningene langs disse bekkeløpene.

Skredmassene ligger på store deler av strekningen, sett i tverrsnitt, med høyeste punktet i midten og lavpunktet ut mot de naturlige bekkeskråningene. Vannet vil derfor på store deler av strekningen renne i kanten av skredmassene. På noen strekninger kan det oppstå erosjon og da må en vurdere om det vil være behov for erosjonssikring.

Det er vanskelig å komme inn i området og gjøre tiltak nå så en bør avvente til massene tørker opp og blir mer stabile. Man bør følge med og se an behovet, men ut i fra erfaring med tilsvarende saker tidligere så er det behov for sikre deler av strekningen etter ett til to år.

Vi anslår at nødvendige sikringstiltak vil koste i størrelsesorden 2 – 3 mill. inkl. mva.

4.3 Behov for oppfølging

4.3.1 Observasjoner

Det anbefales at beboere og publikum nær skredområdet og i Ristabekkvassdraget er oppmerksom på utglidninger og endringer i vannføringen i bekkeløpene utover det som er normalt. Bekymringsmeldinger bør leveres til Trondheim kommune.

4.3.2 Generell aktsomhet

Kvikkleira er i utgangspunktet like fast som den øvrige leira i området, men hvis leira blir overbelastet kan strukturen klappe sammen og leirpartiklene vil da flyte i frigjort vann. Resultatet blir kvikkleireskred. Kvikkleireskred kan forplante seg raskt bakover, og berøre store områder.

Det er to hovedårsaker til at kvikkleire blir overbelastet og kvikkleireskred blir utløst:

- naturlige årsaker som graving fra bekker og elver (erosjon)
- menneskelige tiltak som utgravninger, utfyllinger og andre terrengbelastninger

Av disse årsaker skal man vise generell aktsomhet ved aktiviteter som jordbruksdrenering, graving, fylling og sprengning i områder som ligger nært skredområdet og i Ristabekkvassdraget.

Jordbruksdrenering og andre tiltak som kan føre til endring i strømningsforhold, slik som kulvertanlegg, kan føre til endrede erosjonsforhold. Erosjonsforholdene kan endres både i bekkefaret området hvor dreneringen/bekketiltaket foretas og i bekkefar tilknyttet tilsigsområdet hvor dreneringen/bekketiltaket innføres. Det må derfor vises aktsomhet ved slike arbeider.

Graving og fylling fører til endret belastning på kvikkleira, og dermed kan kvikkleiren kollapse. Sprengningsarbeider kan også føre til rystelser som utløser kvikkleireskred.

Det anbefales at man kontakter en privat geoteknisk rådgiver før man setter i gang med arbeider beskrevet i dette avsnittet.

5 Faglig vurdering av om beboerne kan flytte tilbake

NVEs vurdering av situasjonen for hver enkelt av de 9 evakuerte gårdsbrukene per 9. januar 2012, beskrives i dette kapittelet.

5.1 Beboernes sikkerhet i forhold til skredgropen

Med hensyn på en mulig utvidelse av skredgropen som ble dannet på grunn av skredet 1. januar 2012, så er det liten sannsynlighet for en større utvikling av skredet. Se kap. 3.3.1. for en bredere begrunnelse av dette.

5.2 Beboernes sikkerhet mot nye kvikkleireskred

5.2.1 Einum Gård

Skredmassene etter skredet ligger i bekkesystemene nedenfor skredgropa over en strekning på ca 850 m. Disse massene har fylt opp bekkeravinene i en høyde opp mot 6-8 meter på det meste. Vekten av disse skredmassene fungerer som en stabiliserende fylling i bekkeravinene, noe som er positivt for stabiliteten inn mot bekkeløpet på denne strekningen. For å holde skredmassene på plass ble det bygget en terskel/voll av samfengt sprengt stein rett nedenfor skredfronten. I tillegg erosjonssikres Ristabekken over en lengde på ca 70 m nedstrøms terskelen/vollen for å hindre erosjon i bunn og sider like nedstrøms. Ukontrollert erosjon her ville i verste fall kunne medført at en hadde fått utløst et nytt stort kvikkleireskred.

NVE vurderer at sikkerheten ved Einum gård er tilfredsstillende etter at sikringstiltaket er ferdigstilt tirsdag 10. januar 2012.

5.2.2 Brenslan gård

Det er aktiv erosjon både i Brenselbekken og sidebekken ved Brenslan gård. Brenslan gård ligger på en løsmasserygg som er avgrenset av ravinedaler på begge sider. Grunnundersøkelsene som er utført viser at det er kvikkleire / sprøbruddsmateriale over og i nivå med bekkebunnen i disse.

Videre erosjon i bekkébunn og/eller -sider kan utløse et kvikkleireskred med samme omfang som kvikkleireskredet 1. januar 2012. I tillegg vil ravinedalene rundt Brenslan gård ikke gi den samme oppstøttende virkning som et bredere platå kunne gitt. Dette forholdet kan bidra til en redusert stabilitet i dette området.

NVE anbefaler derfor å erosjonssikre Brenselbekken og sidebekken ved Brenslan gård. Erosjonssikring av disse bekkene bør utføres som hastetiltak i løpet av de neste 2 måneder.

Dersom alt går som planlagt forventer NVE at hoveddelen av sikringsarbeidene er kommet så langt at man kan flytte til gården tilbake ca 1. mars 2012.

NVE vurderer at man kan oppholde seg på Brenslan gård mens det er dagslys.

5.2.3 Gårdene Hovseng, Hovstad og Dammyr

Gårdene Hovseng, Hovstad og Dammyr kan avslutte evakueringen fordi disse ligger i et område med middels faregrad, og fordi skredmassene gir en viss økning av stabiliteten i søndre del av faresonen. I tillegg ligger disse gårdene i et terreng hvor tilstøtende masser gir sidestøtte. Denne sidestøtten av tilstøtende masser bidrar til økt stabilitet i dette området.

Grunnundersøkelsene som er utført indikerer at det er kvikkleire / sprøbruddsmateriale i nivå med bekkebunnen i bekken nord for Hovseng gård. Videre er det erosjon i bekkebunn og/eller -sider som kan utløse et kvikkleireskred med samme omfang som skredet 1. januar 2012. NVE vurderer derfor at det er nødvendig å erosjonssikre bekken nordover fra Hovseng gård forbi Dammyr gård. Erosjonssikring av denne bekken bør utføres som hastetiltak i løpet av de neste 2 måneder.

5.2.4 Gårdene Tofte, Esp Vestre, Esp Østre og Grinåkeren

Generelt er sikkerheten mot nye kvikkleireskred som før. Disse gårdene er ikke berørt av skredmassene og alle disse gårdene ligger i et område med lav faregrad for kvikkleireskred.

NVE vurderer derfor at beboerne på disse gårdene kan flytte hjem.

6 Referanser

NVE-Rapport 2/2012: Kvikkleireskred ved Esp, Byneset Trondheim. Grunnundersøkelser. NVEs hustrykkeri. ISBN: 978-82-410-0779-8

NGI (2012): Teknisk notat. Kvikkleireskred ved Esp, Byneset i Trondheim. Foreløpig vurdering av skredfare og behov for sikringstiltak. Kjell Karlsrud 8. januar 2012. Dokumentnummer: 20120042-00-1-TN

NVE (2012): Tiltak i vassdrag. Sikring mot kvikkleireskred i Rista. Krisetiltak. Saksnummer: 201200055. Inngrepsnummer: 10778. Asbjørn Osnes, Trude Skaret Krogstad, Andrea Taurisano, 03.01.2012

NVE (2012): Tiltak i vassdrag. Sikring mot kvikkleireskred i Brenselbekken og sidebekk ved Brenslan gård, og bekk ved Hovseng. Saksnummer: 201200055. Inngrepsnummer: 10783. Asbjørn Osnes, Geir B. Hagen, Roar Gartland, Kjartan Orvedal, 08.12.2012

7 Vedlegg

1. NGI: Teknisk notat. Foreløpig vurdering av skredfare og behov for sikringstiltak 2012 (17 sider).
2. Hydrologiske vurderinger, 3. januar 2012 (1 side).
3. Hydrologiske prognoser, 8. januar 2012 (1 side).
4. Tiltak i vassdrag. Sikring mot kvikkleireskred i Rista. Krisetiltak. 03.01.2012 (16 sider).
5. Tiltak i vassdrag. Sikring mot kvikkleireskred i Brenselbekken og sidebekk ved Brenslan gård, og bekk ved Hovseng. Hastetiltak. 07.01.2012 (17 sider).

Teknisk notat



Til: Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Region Midt-Norge
v/: Einar Lyche
Kopi:
Fra: NGI
Dato: 8. januar 2012
Dokumentnr.: 20120042-00-1-TN
Prosjekt: Kvikkleireskred ved Esp, Byneset i Trondheim
Utarbeidet av: Kjell Karlsrud
Prosjektleder: Kjell Karlsrud
Kontrollert av: Vidar Gjelsvik

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pircenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Foreløpig vurdering av skredfare og behov for sikringstiltak

Innhold

1	Innledning	2
2	Tidligere skredfarevurderinger	3
3	Skredets omfang og foreløpig resultater fra supplerende grunnundersøkelser	5
4	Fare for videre utvikling av skredet	10
5	Fare for økt skredfare for omkringliggende områder	11
	5.1 Områdene nord, vest og øst for skredgropen	11
	5.2 Områdene syd for skredgropen	12
	5.3 Anbefaling mht tilbakeflytting	12
6	Behov for å sikre skredkanten	12
7	Vurdering av behov for opprydding og erosjonssikring av skredavsatt materiale i ravinene	13
8	Mulighet for å reetablere skredgropen for jordbruksformål	13
9	Referanser	13

1 Innledning

Om morgenen søndag 1 januar 2012 gikk det et kvikkleireskred ved Esp mellom eiendommene Brenslan-Hovstad nord på Byneset utenfor Trondheim. Skredets beliggenhet fremgår av oversiktskartet Figur 1.1



Figur 1.1 – Oversiktskart med beliggenhet av skredet (rød sirkel)

Norges Geotekniske Institutt ble i e-post fra NVE 4 januar 2012 bedt om bistå NVE med å vurdere konsekvenser av skredet for omkringliggende områder. NGI (v/ Kjell Karlsrud og Alf Kristian Lund) befarte området 5 januar sammen med representanter fra NVE (v/ Einar Lyche og Eirik Traae). Under påfølgende møte med NVE ble NGI orientert om de grunnundersøkelser og andre tiltak som var iverksatt. På dette grunnlag ble NGI bedt om å utarbeide et foreløpig notat som kort sammenstiller vurderinger av følgende spesifikke problemstillinger:

- a) Om eller i hvilken grad det er fare for at skredet vil kunne utvikle seg videre og direkte true omkringliggende bebyggelse (gårdsbruk) og om/når det vil være forsvarlig å flytte tilbake til de 9 gårdsbruk som pr. 5 januar fortsatt var evakuert.
- b) Om skredet på sikt medfører noen vesentlig endring av den generelle skredfaren i hele området og om eller i hvilken grad det vil være behov for sikringstiltak for å begrense slik skredfare.

- c) Behov for lokale sikringstiltak rundt skredkantene på kort og lengre sikt for å trygge ferdsel i området.
- d) Vurdere behov for tiltak i bekkeravinene der skredmasser er avsatt, spesielt med henblikk på mulige konsekvenser for endring av erosjonsforhold og stabilitet av tilgrensende skrånninger.
- e) Gi en foreløpig vurdering av tiltak som kunne være aktuelle for å reetablere skredgropen som et fullverdig jordbruksareal.

I det etterfølgende behandles disse punktene hver for seg, men det gis først en kort oppsummering av hva som var kjent fra tidligere skredfarevurderinger i området, en kort beskrivelse av skredets omfang og hva som har kommet frem av nye opplysninger fra de grunnundersøkelser som er gjort så langt (pr. 8 januar 2012).

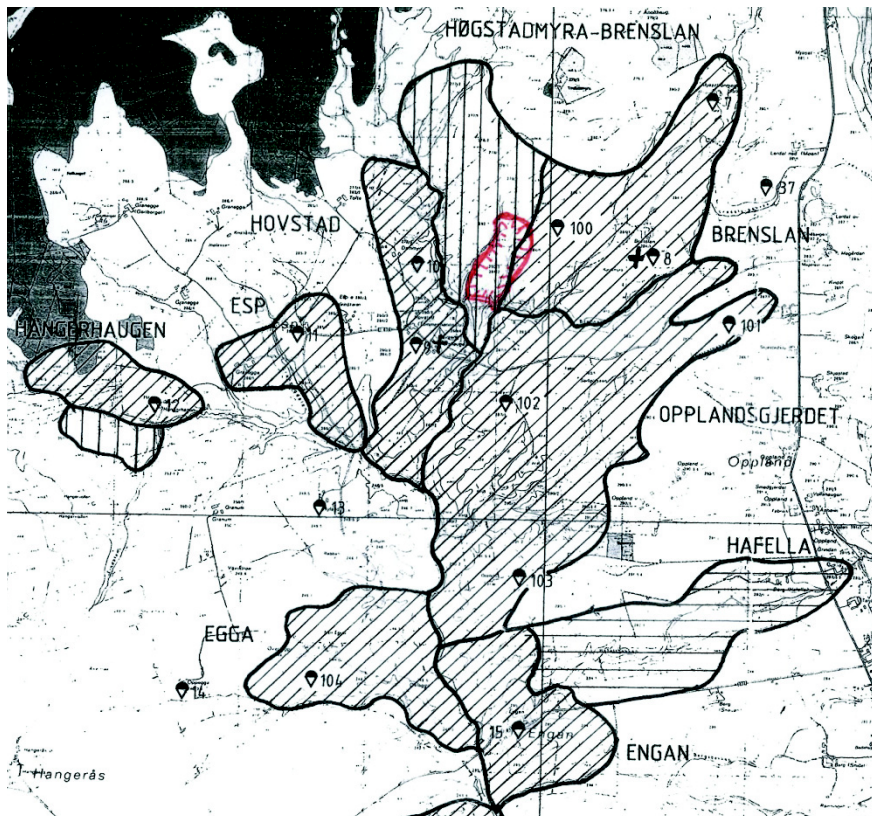
En noe mer fullstendig dokumentasjon av NGI sine vurderinger vil bli utarbeidet når fullstendige kartgrunnlag og resultater fra alle supplerende grunnundersøkelser foreligger.

2 Tidligere skredfarevurderinger

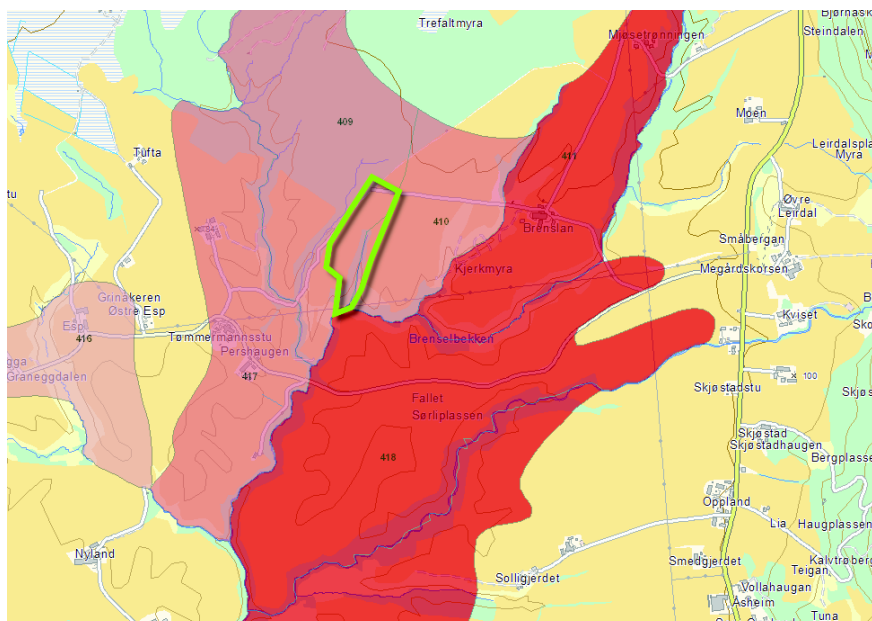
Det aktuelle området har tidligere vært kartlagt av NGI både mht. potensiell skredfare i 1988, ref. /1/, undersøkt, ref /2/ og mht vurdering av skredrisiko ref. /3/. Kartutsnittet i figur 2.1 viser at skredgropa og store områder rundt var klassifisert som potensielt skredfarlige. Dette på bakgrunn av topografiske kriterier og at det var konstatert kvikkleire i alle de boringene som ligger innenfor det skraverte området.

Boringene utført for kvikkleirekartleggingen viste stor mektighet på leiravsetningene i hele området (over 40 m), men funn av kvikkleire var begrenset til maksimalt 22 m under dagens terreng.

NGI utførte senere faresonekartlegging av dette området i 2004/2005, ref. /3/. Som vist i kartutsnittet i figur 2.2 ligger selve skredgropen på grensen mellom hva som var klassifisert som middels og stor faregrad. Denne faresonekartleggingen er basert på en del subjektivt skjønn, spesielt når det gjelder mulige skredutløsende faktorer, som i det foreliggende tilfellet primært går på erosjonsforhold i bekkeravinene i området.



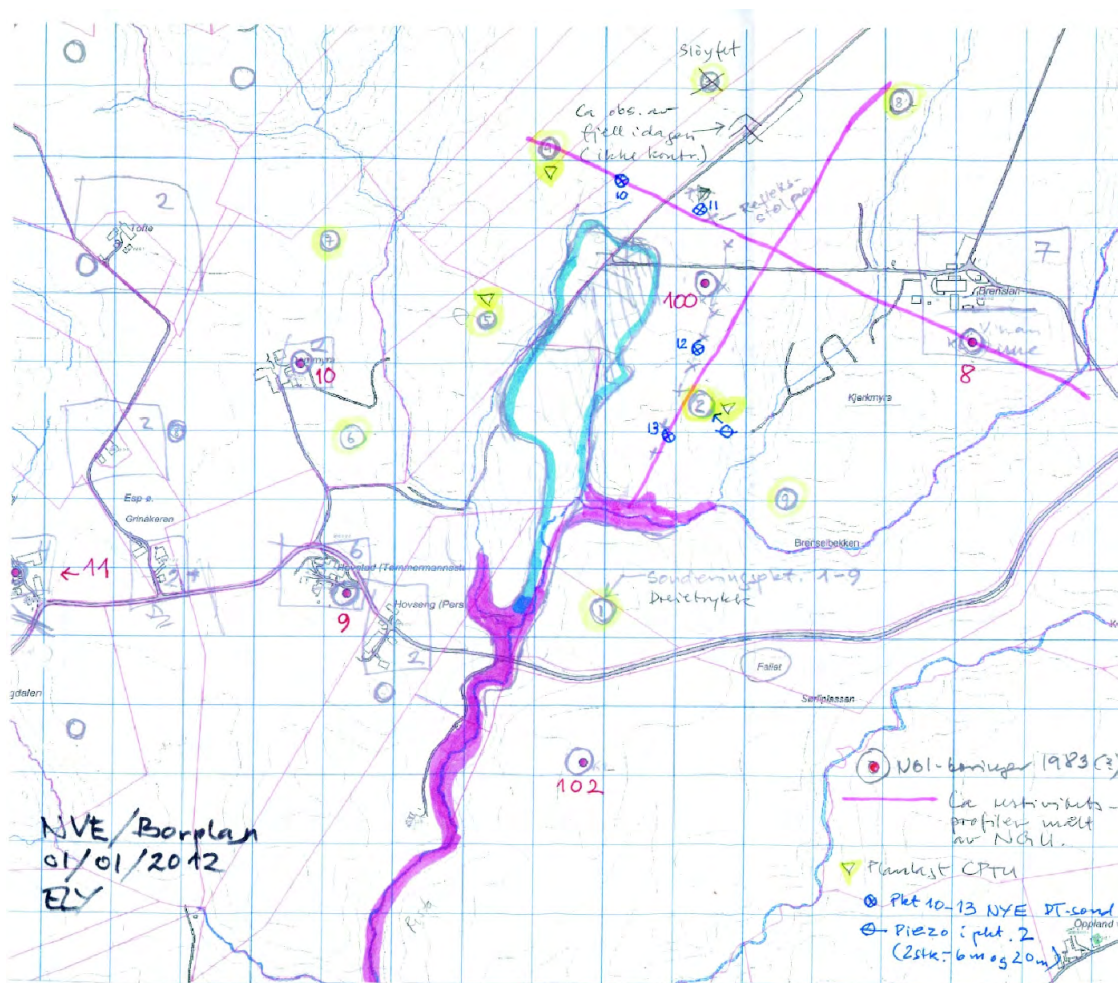
Figur 2.1 – Kartutsnitt fra NGI's kartlegging av potensielle faresoner i 1988 (ref. /2/). Skredgropes beliggenhet er vist med rødt omriss.



Figur 2.2 – Kartutsnitt fra faresonekartlegging utført av NGI i 2004/2005 (ref. /3/). Skredgropes beliggenhet er vist med grønt omriss. Mørk rød farge er sone med høy faregrad, lyserød er sone med middels faregrad.

3 Skredets omfang og foreløpig resultater fra supplerende grunnundersøkelser

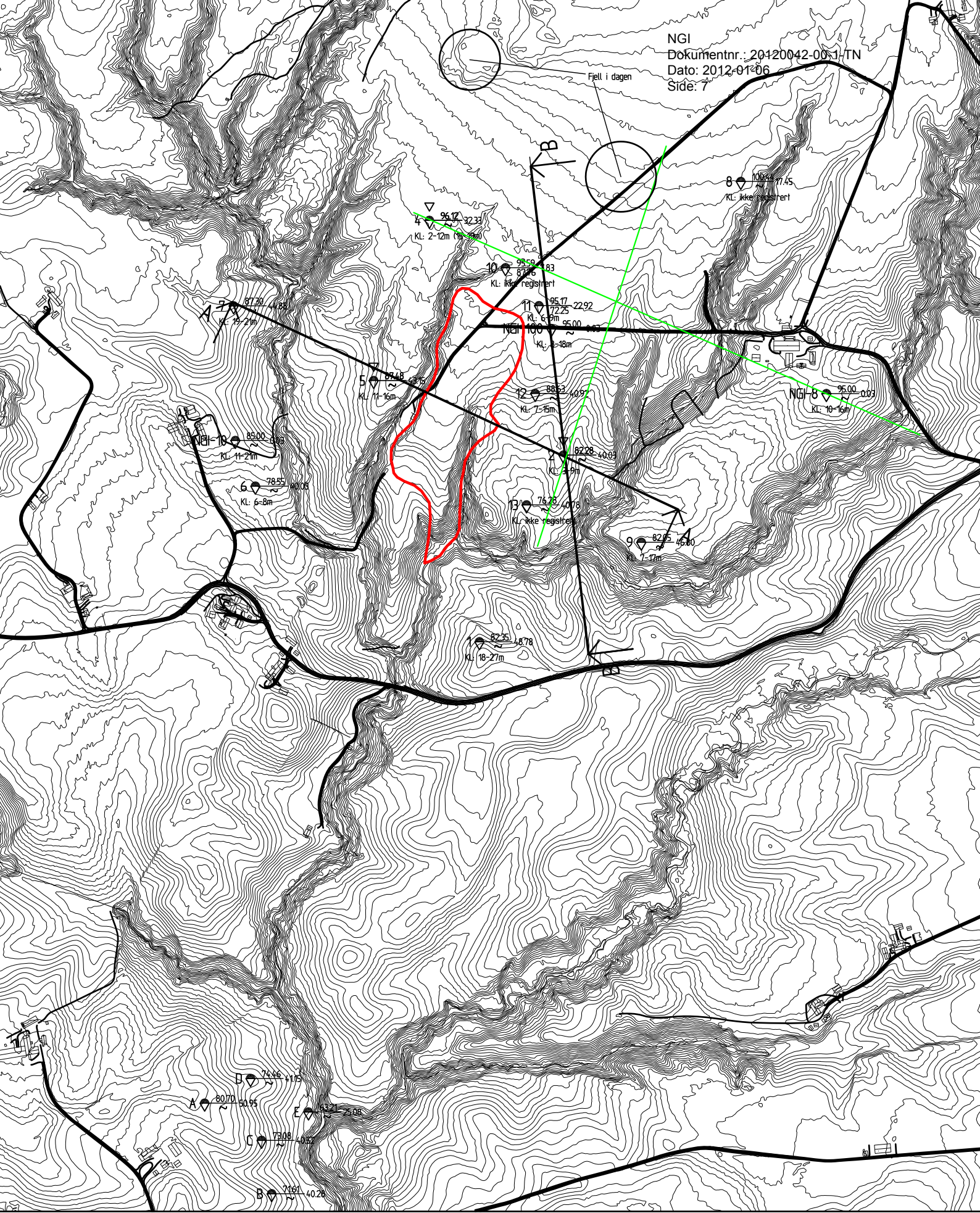
Figur 3.1 viser en foreløpig opptegning av skredgropen mottatt fra NVE. (Nye flyfoto vil vise dette helt korrekt, inkludert hvordan terrengkotene ser ut etter raset). Figur 3.2 viser et utdrag av dagens topografiske kart der skredgropen også er skissert inn.







Figur 3.1 – Foreløpig kart med omriss av skredgrop (blått) og avsatte skredmasser (rødt) laget av Einar Lyche, NVE

Alt tyder på at skredet ble utløst i ravineskråningen der Brenselbekken gjør en brå nesten 90 graders sving fra øst-vest til nord-syd retning. Det er en relativt trang skredåpning (anslagsvis 30-50 m) der kvikkleira har strømmet ut i Brenselbekken. Skredgropen vider seg så ut til typisk vel 100 m bredde og

strekker seg ca. 400 m nordover fra skredporten. Skredet har fått en klar avgrensning mot en velutviklet men mindre bekkeravine langs vestre skredkant. Terrenget faller også ned mot en form for ravine (sannsynligvis gammel ravine og skredgrop som er planert) langs østre kant, Figur 3.2.



Forklaringer:

 Profiler, NGI	 Resesivitetsprofiler, NGU	 KL - Kvikkleire	 Skredgrop
---	---	---	---

Figur 3.2 Plantegning Figur 3.2 – detaljert topografisk kart over skredområdet med plassering av borepunkter (gamle og nye). Ved hvert borepunkt er det påskrevet dybdeintervall (i meter under terreng) der det er påtruffet kvikkleire.

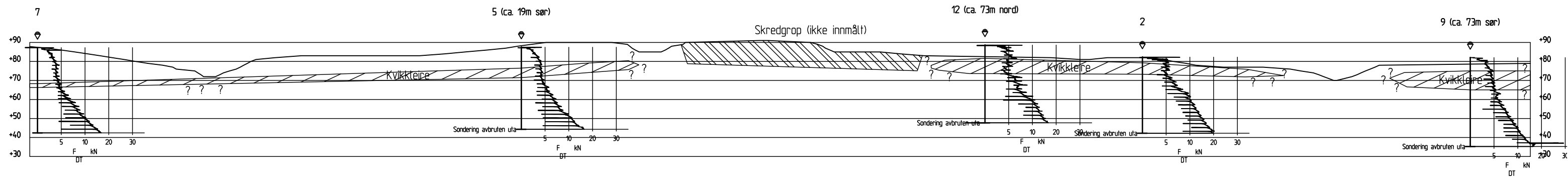
Bak nordre ende av skredgropen stiger terrenget fortsatt svakt på med helning ca. 1:40 videre nordover, Figur 3.2. Terrenget rett bak nordre skredkant ligger ca. 30 m over opprinnelig terreng i bunn av ravinen der skredet startet.

Nøyaktig mektighet på skredmassene som er strømmet ut av gropa, eller dybde fra opprinnelig terreng til bunn av skredgropen, er foreløpig ikke kjent, men anslås til maksimalt 8-10 m. Mektighet eller tykkelse på de skredavsatte materialer nedover i bekkeravinene anslås til opp mot 4-6 m nærmest skredporten, økende til 8-10 m i de dypeste ravinene nedstrøms, og gradvis avtagende nedover. Nær endene av de avsatte skredmassene er mektigheten antagelig rundt 2-3 m. Sydlig ende på skredavsetningene ligger ca. 900 m fra skredporten.

Figur 3.2 viser også de supplerende boringer som til nå er utført av Trondheim kommune i områdene rundt skredgropen, samt noen boringer som er utført av Rambøll i forbindelse med prosjektering av steinfylling i nedre ende av det skredavsatte materialet. Ved hver boring er det med tall vist dybder i forhold til terreng der det er påtruffet kvikkleire i de enkelte boringene. Med unntak av boring TK8 lengst i NØ, viser samtlige boringer at det er kvikkleire i grunnen. Dybden til kvikkleirelaget varierer en del, noe som delvis har sammenheng med den lokale topografien, men finnes ingen steder dypere enn ca. 20 m under terreng, slik også de gamle boringene til NGI viste.

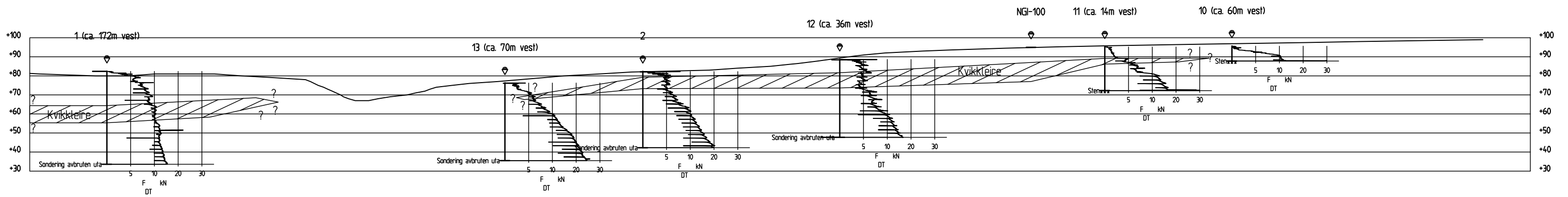
Boringene viser generelt stor dybde til fjell. De fleste ble avsluttet i 40-50 m dybde uten å ha påtruffet fjell, men boring TK8 stoppet i 17,5 m dybde, som kan være fjell eller faste maser. Boring TK4 stoppet i 32 m dybde på noe som ble antatt å være fjell. Noen hundre meter nord for skredgropen er det konstatert fjell i dagen som skissert i figur 3.2.

Profilet A-A i øst- vest retning, Figur 3.3, viser nivå med kvikkleire i boringene i forhold til dagens terrengetopografi Profil B-B, figur 3.4, viser tilsvarende i nord- syd retning.



Profil A-A
1:2000

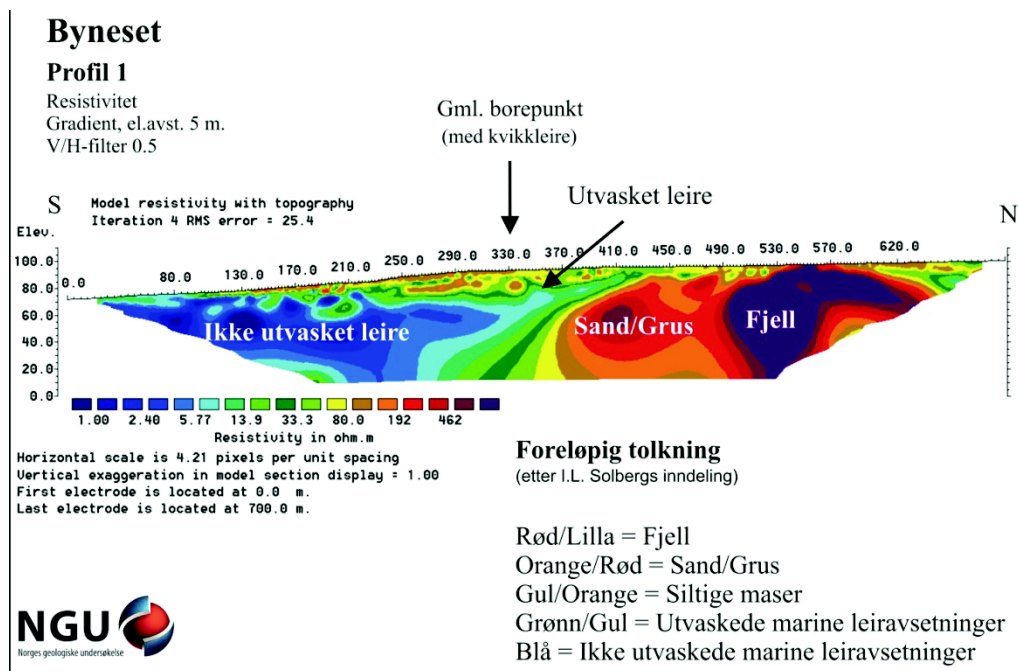
Figur 3.2 - Profil gjennom skredgropen og tilstøtende terreng med utførte borer og tolking av kvikkleire



Profil B-B
1:2000

Figur 3.3 - Profil gjennom skredgropen og tilstøtende terreng med utførte borer og tolking av kvikkleire

NGU har utført resistivitetsmålinger i to snitt for å prøve å få frem et mer sammenhengende bilde av hvordan kvikkleirelagets beliggenhet og mektighet varierer gjennom området. En foreløpig tolkning av disse resultatene er gjengitt i figur 3.5 og 3.6. Plassering av profilene er antydnet i figur 3.2. Resistivitetsmålingene viser godt samsvar med boringene og at det generelt ikke er kvikkleire dypere enn ca. 20 m under terreng (underkant antatt kvikkleire antas å ligge i overgangen mellom grønn og lysblå farge). NØ-profilet bekrefter også at fjellet kommer opp i dagen nord for skredgropen, men antyder en moreneavsetning i overgangen til fjell. NGI antar at denne tolkningen kan være noe usikker



Figur 3.5 – Resultat av resistivitetsmålinger langs nord- syd orientert profil utført av NGU (mottatt fra Inger-Lise Solberg, NGU)

FIGUR VIL BLI INNSATT NÅR VI HAR MOTTATT DATAENE FRA NGU

Figur 3.6 – Resultat av resistivitetsmålinger langs øst-vest orientert profil utført av NGU (mottatt fra Inger-Lise Solberg, NGU)

4 Fare for videre utvikling av skredet

NGI anser det for å være meget liten fare for at dette skredet skal utvikle seg noe vesentlig videre. Det er begrunnet med følgende:

- Så vidt NGI kjenner til har det aldri skjedd noen ny og vesentlig skredutvikling mer en noen timer eller maksimalt et døgn etter at større skred har gått.

- Terrengetopografien i østlig og vestlig retning er gunstig, med lavere nivå enn hva som var der skredgropen ligger før det raste.
- Terrengetopografien er noe ugunstigere i nordlig retning, men her vil fjellet lenger nord også avgrense en eventuell videre utvikling.
- Data fra andre skred NGI har undersøkt og kartlagt viser at bakkant av en skredgrop ligger innenfor en avstand definert ved der en linje med helning 1:15 trukket normalt på skråningen, og med start i bunn av skredet (ved skredporten) skjærer terrenget i bakkant. I det foreliggende tilfellet vil det si maksimalt ca. 450 m nord for skredporten. Nåværende bakkant ligger til sammenlikning ca. 400 m fra skredporten.

5 Fare for økt skredfare for omkringliggende områder

5.1 Områdene nord, vest og øst for skredgropen

For områdene og gårdsbebyggelsen nord, vest og øst for skredgropen har skredet ingen direkte betydning for skredfaren. Det vil med andre ord si at skredfaren er slik den har vært i lang tid og vil være i årene fremover. Det sees da bort fra en eventuell generell forverring av erosjonsforholdene i senere år.

Hvis man lar de skredavsatte massene nedover ravinene ligge, og lar det etablere seg et nytt bekkeløp oppå disse (se etterfølgende avsnitt 5.2), vil erosjonsforholdene også noe oppover i ravinene øst, vest og nord for skredet på kort sikt bli gunstigere enn hva de er i dag. Det gjelder så langt opp i ravinene som vann vil stuve seg opp som følge av oppdemningseffekten av de skredavsatte materialene. Den planlagte flyfotografering og etablering av nytt detaljert topografisk kart etter skredet, vil vise hvor langt opp i ravinene vann vil stuve seg opp. De uavhengige målinger av vannstand NVE har igangsatt nede i bekkeløpene vil gi en god bekreftelse på dette.

Hvilket nivå eller profil man ønsker å ha på bekkeløpene etter skredet må sees nærmere på. I lys av skredet vil NGI sterkt anbefale at man ser nærmere på erosjonsforholdene oppover langs ravinene nord for skredet, og om det er tegn på at forholdene generelt er vesentlig ugunstigere enn hva man har antatt tidligere. Herunder om det har skjedd endringer som kan ha medført økt vannføring i bekkene eller det har skjedd endringer i avløp fra jordbruksdreneringen i området som kan ha hatt ugunstig innvirkning. Dette også på bakgrunn av at NVE oppgir at de har fått en rekke beretninger etter skredet om kraftig erosjon/mindre utglidninger og småras i vassdragene tilstøtende skredgropen i senere tid.

Man bør også se på nytt på faregraden i disse områdene i lys av de mer detaljerte undersøkelser som nå er gjort, og vurdere om det på sikt kan være aktuelt med sikringstiltak for å redusere faregraden i området.

5.2 Områdene syd for skredgropen

Syd for skredgropen vil de skredavsatte massene i ravinene gi en direkte stabilitetsforbedrende effekt på de tilstøtende skråninger. For gårdsbebyggelse som ligger ved topp av skråninger som vender mot slike delvis oppfylte raviner er derfor skredfaren nå vesentlig mindre enn den har vært på mange år.

Den faregrad som tidligere var vurdert for dette området (se figur 2.2) vil kanskje kunne nedjusteres på deler av området syd for skredgropen. Det kan man eventuelt se nærmere på når tiltakene diskutert i avsnitt 6 og 7 er gjennomført.

5.3 Anbefaling mht tilbakeflytting

På grunnlag av ovenstående mener NGI at det er forsvarlig å la folk flytte tilbake til alle de gårdene som er blitt midlertidig evakuert. Dette fordi skredfaren med tanke på denne bebyggelsen er uendret eller faktisk noe mindre enn hva den var rett forut for skredet.

Det anbefales likevel at det innen rimelig tid sees nærmere på erosjonsfaren og faregraden i de nærmest tilstøtende vassdrag, spesielt i områdene nord for skredporten. Behov for eventuelle erosjonsforebyggende og stabilitetsforbedrende tiltak bør sees i sammenheng med reetablering av nye bekkeløp gjennom de skredavsatte materialer som diskutert i etterfølgende avsnitt 7. Det vil også være naturlig å gjennomføre slike eventuelle ekstra stabiliserende tiltak samtidig med at det ryddes opp i og etablerer nye bekkeløp gjennom de delvis gjenfylte ravinene.

6 Behov for å sikre skredkanten

Store deler av skredkanten er ganske steil, og man må forvente at det vil skje en viss avskalling og mindre utglidninger langs denne i tiden fremover, hvis ikke motvirkende tiltak gjennomføres. NGI anbefaler derfor at området innenfor ca. 50 m avstand fra skredkanten blir avsperrert for alminnelig ferdsel. Denne grensen kan antagelig innsnevres noe etter snøsmeltingen er over og situasjonen har stabilisert seg noe mer, antagelig omkring midten av mai måned.

På forsommeren (si juni måned) kan det være aktuelt å gå inn ovenifra med lett anleggsutstyr (gravemaskin med lang rekkevidde/arm) og brette ned de bratteste gjenstående partier av skredkanten. Da vil antagelig også bunn av skredgropen være såpass fast at det er ufarlig for mennesker å bevege seg der.

Etter slike tiltak kan avsperring av skredgropen fjernes. Beslutning om dette bør først tas etter befaring av geoteknisk kyndige personer.

7 Vurdering av behov for opprydding og erosjonssikring av skredavsatt materiale i ravinene

Ut fra at det bidrar til å redusere fremtidig skredfare, vil NGI tilråde at det skredavsatte materialet nedover ravinene får bli liggende. Det anbefales likevel at ravinene ryddes for trær og røtter, og at det i den sammenheng også sørges for at et nytt bekkeløp blir liggende omtrent der det var før. Dette for å unngå at bekken får grave seg nytt løp inn i de naturlige skråningene langs bekkeløpet. Et slikt arbeid bør vente til litt ut på forsommeren. Da vil antagelig skredmassene ha re-konsolidert såpass i toppen at det er mulig å kjøre med lett anleggsutstyr på dem.

I forbindelse med en slik opprydding og reetablering av nytt bekkeløp må det også sørges for at drensledninger mm som måtte ha utløp ned i bekkeravinene blir utbedret og sikret et godt og erosjonssikkert utløp i det nye bekkeløpet. (Tidligere utløp kan ha blitt begravd i skredmassene).

Det krisetiltak som NVE allerede har iverksatt med å legge steinfylling i nedkant av de skredmassene som er avsatt, anser NGI som meget fornuftig. Derved blir energifallet tatt ut i erosjonssikre masser, noe som også vil bidra til at strømningshastigheter og erosjonspotensialet videre nedover bekkeravinen ikke blir større enn før.

8 Mulighet for å reetablere skredgropen for jordbruksformål

Forholdene vil ligge godt til rette for å kunne jevne ut skredgropen slik at den igjen kan benyttes som dyrkbar mark. Jo lenger man venter desto lettere vil dette være. Venter man til neste sommer (dvs 2013) vil massene i bunn av skredgropen antagelig ha blitt så faste at planering kan forgå med bulldozere, gravemaskiner og annet litt tyngre anleggsutstyr. NGI vil likevel tilråde at det foretas noen grunnboringer nede i gropen før et slikt arbeide iverksettes. Det er også viktig at man sørger for god jordbruksmessig drenering av skredgropen og at disse drensledningene gis et erosjonssikkert utløp i bekken.

NGI vil tilråde at det utarbeides detaljerte planer for dette arbeidet som forelegges kommunen og NVE for godkjenning før det iverksettes.

9 Referanser

/1/ NGI (1988). Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Rapporten omfatter kartbladet Orkanger, M = 1:50 000. 81074-1, datert 1. juli 1988



/2/ NGI (1994). Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Rapporten omfatter kartbladet Orkanger, M = 1:50 000 – boreresultater. 81074-2, datert 18. mars 1994.

/3/ NGI (2005).

Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred, Trondheim kommune. 20001008-6. Datert 17. januar 2005.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information													
Dokumenttittel/Document title Foreløpig vurdering av skredfare og behov for sikringstiltak						Dokument nr/Document No. 20120042-00-1-TN							
Dokumenttype/Type of document <input type="checkbox"/> Rapport/Report <input checked="" type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note			Distribusjon/Distribution <input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None			Dato/Date 2012-01-08 Rev.nr./Rev.No.							
Oppdragsgiver/Client Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Region Midt-Norge.													
Emneord/Keywords Kvikkleire, skred													
Stedfesting/Geographical information													
Land, fylke/Country, County Sørtrøndelag						Havområde/Offshore area							
Kommune/Municipality Trondheim						Feltnavn/Field name							
Sted/Location Esp						Sted/Location							
Kartblad/Map 1521 I Orkanger						Felt, blokknr./Field, Block No.							
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N7029918 E556772													
Dokumentkontroll/Document control													
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001													
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision					Egen- kontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument					KK		VG					
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release				Dato/Date 2012-01-08			Sign. Prosjektleder/Project Manager Kjell Karlsrud						

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

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

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

www.ngi.no

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

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

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

www.ngi.no

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.



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

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

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

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

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

ngi@ngi.no
www.ngi.no

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

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

Hydrologiske vurderinger 3. januar 2012

E-post fra Hervé Colleuille 3. januar 2012:

Emne: Skred på Byneset. Vurdering av hydrometeorologiske forhold 01.01.2012 på Byneset, Trondheim

- Det har vært litt mer nedbør enn vanlig i desember (110-130% av normalen) men mindre nedbør både i november og oktober (kilde: senorge.no);
- Samlet nedbør på Orkanger (nærmeste klimastasjon) de siste 30 dager (4. des-2. januar) var 114mm, og mest nedbør på ett døgn var 27mm (27. desember). I Trondheim var samlet nedbør 99mm og også mest nedbør 27 desember (20mm). Kilde: yr.no;
- Det var høy vannmetning og høyt grunnvannsstand i forhold til normalt, men ikke noe ekstremt situasjon. Høyeste vannmetning var også 27. desember men var heller ikke noe rekord. Det har vært våtere der flere ganger før de siste 30 år. Det var ikke frost i bakken. Kilde: nyforevar.senorge.no
- Vannføringen var relativt lavt da skredet gikk. Det var registrert høy vannføring på flere målestasjoner 27.-28. desember som følge av orkanen Dagmar, men det var heller ikke noe ekstreme vannføring (Vannføringen kulminerte under middelflom på de fleste stasjonene). Kilde: nyforevar.senorge.no/flomvarsling.
- I desember kan avrenningen langs Trøndelagskysten betraktes som normalt og godt under normalt for Trondheim fjorden (Kilde: Notat, Lars-Evan Pettersson, HV 01.2012)

Ut fra disse informasjonen kan vi ikke snakke om store nedbørsmengder eller ekstreme hydrologiske forhold. Det er lite sannsynlig at det er høyt poretrykk og vannmetning alene som er årsaken til skredet. Disse data støtter hypotesen, som dere kom med tidlig, til en gradvis erosjon, som kan ev. ha begynt 27. desember, men sannsynligvis mye tidligere (en sakte utgravninger over tid som punkterer en lomme med kvikkleire).

Hydrologiske prognoser 8. januar 2012

Nedbør og temperatur

Det er varslet kaldt vær til og med mandag 9.1.2012. Fra og med tirsdag vil det bli omslag til plussgrader som vil vare til og med lørdag. Det vil komme nedbør i form av regn på mellom 7 og 15 mm pr døgn fra og med onsdag til og med fredag.

Avrenningsprognose

Jordsmonnet har pr dato et høyt vanninnhold og liten lagringskapasitet for nye mengder som vann som tilføres jorda. Dette betyr at nedbør som kommer som regn vil gå til momentan avrenning. Det er usikkert hvor store nedbørsmengder som kommer, men det vil uansett skje en momentan avrenning av alt som kommer.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Tiltak i vassdrag

Sikring mot kvikkleireskred i Rista

Krisetiltak

Plandato: 03.01.2012	Saksnr.: 201200055
Revidert:	Vassdragsnr.: 122
Kommune: Trondheim	NVE Region Midt-Norge
Fylke: Sør-Trøndelag	Vestre Rosten 81, 7075 TILLER
Inngrepsnr.: 10778	Tlf.: 095 75 Faks: 72 89 65 51





Tiltaksnr: 10778	Vassdragsnr 122	Beskrivelse Sikring mot kvikkleireskred i Ristabekken	
Saksbehandler :	Asbjørn Osnes Trude Skaret Krogstad Andrea Taurisano	Adm.e RM nhet:	Sign.:
Ansvarlig:	Mads Johnsen	Adm.e RM nhet:	Sign.:
Saksnr: 201200055	Arkiv: 411	Kommune: Trondheim	Fylke: Sør-Trøndelag

Nøkkeldata			
Plandato:	03.01.2012	Kostnadsoverslag:	
Lengde totalt:	72 meter	Inngrepstype:	Støttefylling / erosjonssikring
Antall parseller:	1	Elveside:	Bunn og sider

Stedfesting					
Punkt	Sone	UTM – Ø	UTM – N	Kartblad N 50	Kommunenr.:
Midtre	33	256900	7037718	1521-1	1601

Tegninger	
Tegningstype:	Tegningsnr:

Registrering i databasen, Planer	
Utfylt dato:	Sign.
Kontrollert dato:	Sign.
Registrert dato:	Sign.

Krisetiltak kvikkleireskred ved Esp, Trondheim kommune

Den 01.01.2012 gikk et kvikkleireskred ved Esp på Byneset i Trondheim kommune. NVE har vurdert behovet for tiltak og har laget plan for krisetiltak. Skredmassene ble ført nedover i hovedbekkedalen og stoppet opp ca. 850 m fra utløsningsområdet. Ved kryssing av et par sidedaler, deriblant nedre Graneggdalen, ble leirmasser ført oppstrøms bekken og har demmet opp bekken. Ved flere punkter langs leirstrømmen synes det å være mulighet for oppbygging av lokale dammer, spesielt i forbindelse med nedbørsrike perioder eller ved snøsmelting. Videre, med en mektighet på 3 - 4 m, representerer skredfronten et bratt fall i forhold til bunnen av bekkedalen rett nedstrøms.

NVE vurderer at de endrede avrenningsforhold i området, blant annet med oppbygging av lokale dammer, samt bekkeløpets brattere lengdeprofil ved skredfronten, medfører større fare for erosjon i sidene av bekkedalen nedstrøms skredmassene. En slik erosjonsprosess kan initiere et nytt kvikkleireskred.

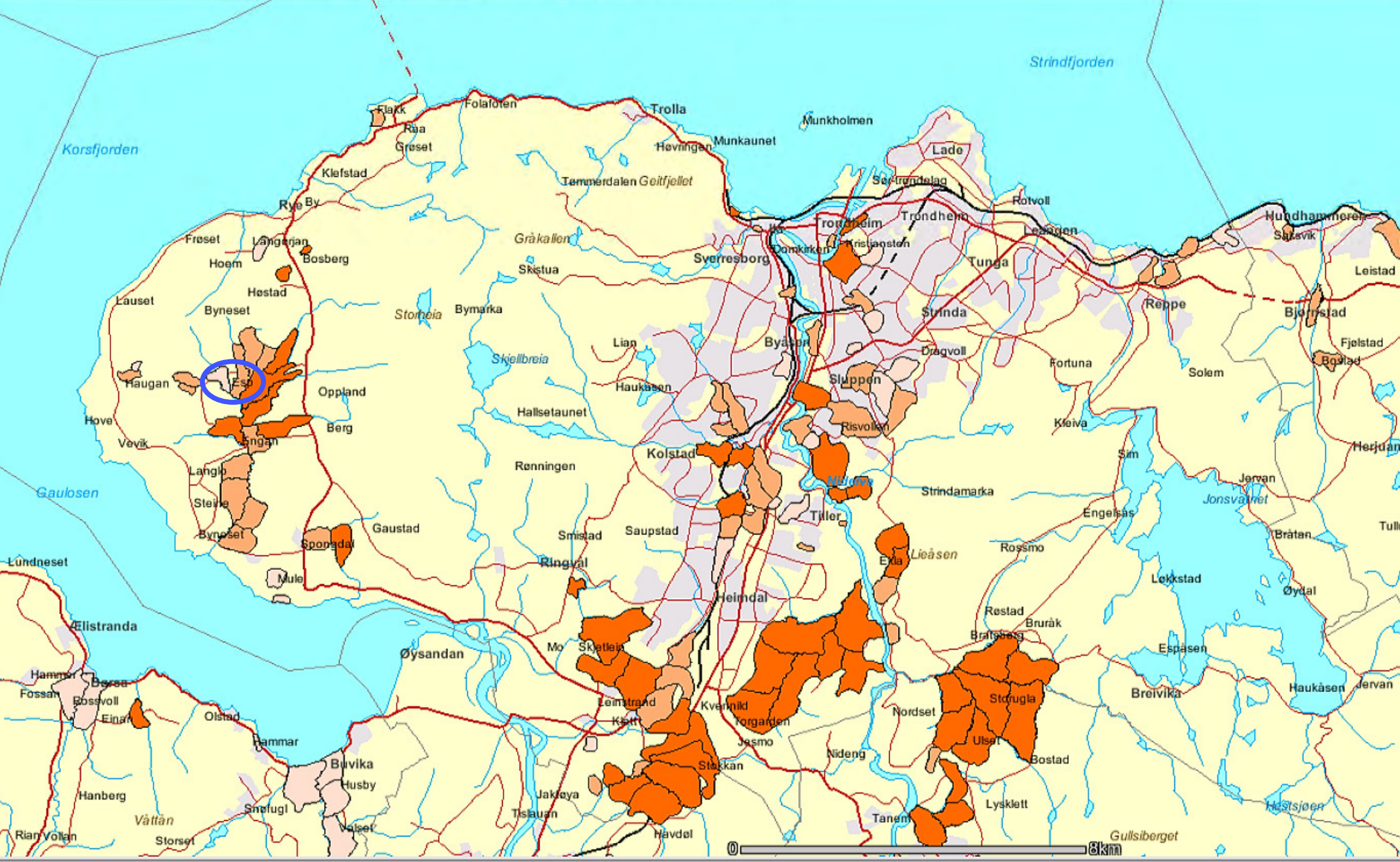
Tiltaket skal holde skredmassene på plass og vil med dette bidra til større stabilitet i området, og forhindre erosjon som følge av endrede hydrauliske forhold i bekkedalen nedstrøms skredmassene.

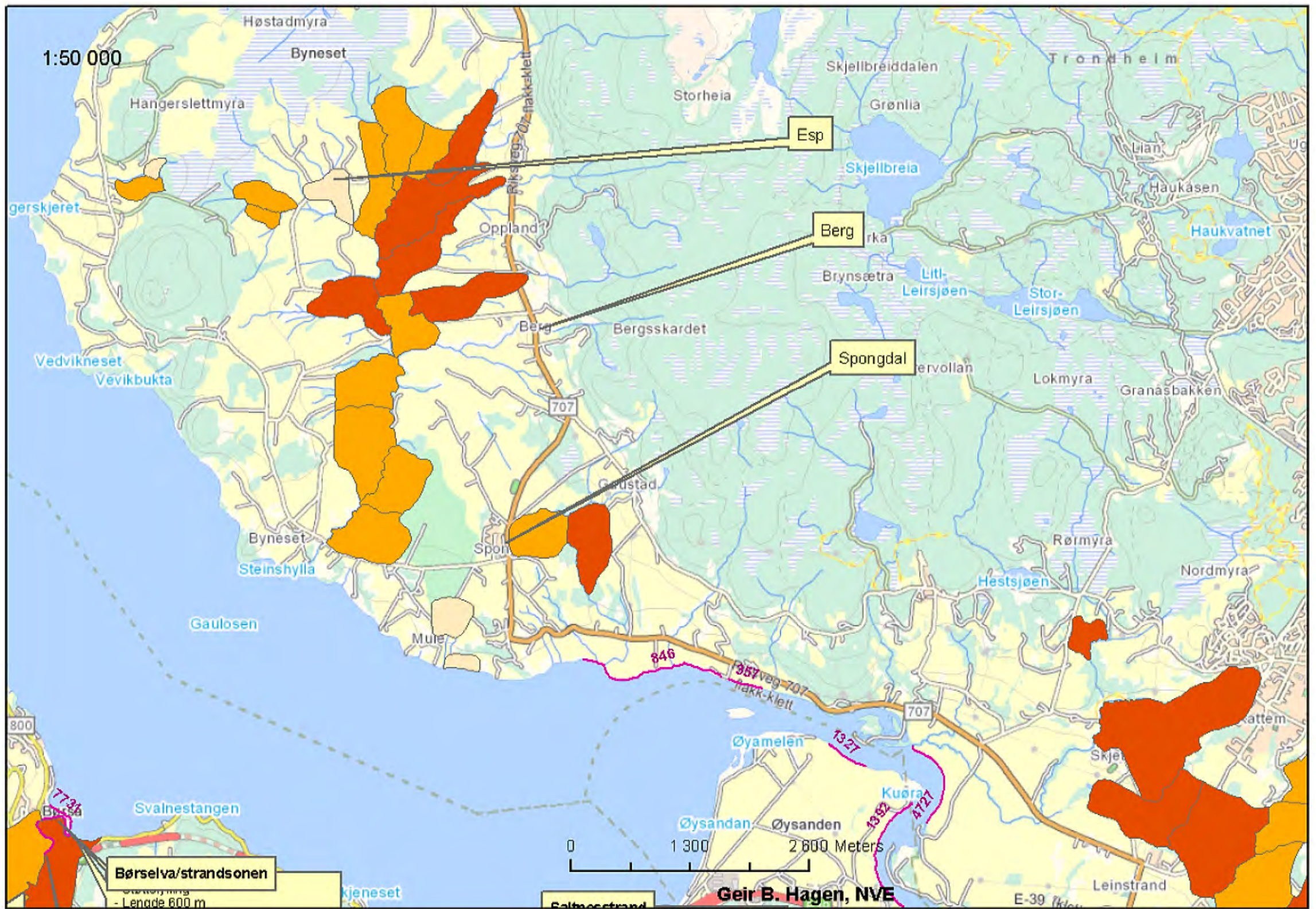
Tiltaket består av en steinfylling som starter fra fronten av skredet med en bunntykkelse på ca. 4 meter og fortsetter ca. 72 meter nedover i bekkedalen med avtakende tykkelse. Stein legges opp til 1,5 meter over ny bekkébunn, for å hindre erosjon i sidene. Trase for anleggsveg er inntegnet på kart. Anleggsvegen er 360 meter lang og steinforbruket er beregnet til ca. 1800 lm^3 stein. Sikringstiltaket nedstrøms skredmassene omfatter en strekning på 72 meter og utgjør ca. 2700 lm^3 . Transportavstand fra planlagt steinbrudd ved Oppland til sikringsområdet er ca. 3800 meter.

Anleggsarbeidet startes i nedstrøms ende, og bekkeprofilen fylles opp med sikringsstein i motstrøms retning, noe som er hensiktsmessig fordi man da har best mulig kontroll på vannkreftene i bekken. Under anleggsperioden vil steinfyllingen danne en slags terskel som demmer opp bekken og gir stilleflytende vann med påfølgende mindre erosjon.

Under anleggsperioden er det viktig at man ikke lager en for stor høydeforskjell mellom steinmassene og dagens bekkébunn i nedstrøms ende av bekken. Øker man fallet til bekken gir dette økt vannhastighet med større erosjonskraft som i verste fall kan utløse skred i bekken. Sikrer man i medstrøms retning må steinmassene legges på en slik måte at man ikke øker fallforholdene. I anleggsfasen vil sikringsmassene i første omgang legges som en kjørevei i bekken. Skog vil bli fjernet i kjørevegen. Massene legges ut jevnt over hele bunnen av bekken slik at strømmingen ikke konsentreres i en del av tverrsnittet og forårsaker økt erosjon under anleggsutførelsen. Det er viktig at massene komprimeres tilstrekkelig slik at vannet blir rennende oppå steinfyllingen. Utkjøring av sikringsmassene gjøres på selve tiltaket så kravet til komprimering anses ivarettatt. Når angitt mengde masser er fraktet ut i bekkene, ordnes massene i henhold til tverrprofilene i planen. Innfyllende masser formes deretter som omkringliggende terreng og i den grad det lar seg gjøre legges tilbake et topplag med stedege vekstmasser for på sikt å sikre innvandring av stedege arter.

Med transport, graving og fylling i et kvikkleireområde må all aktivitet være grundig vurdert/beregnet for å unngå situasjoner som øker faren for et kvikkleireskred. Dette gjelder bl.a. adkomstveier/nedkjøringer. Graving må helst unngås, og til nød bare i korte sekvenser etter avtale med fagansvarlig. Fyllinger må ikke være så høye at de i seg selv kan gli ut og dermed utløse et større skred i kvikkleira. Hvis det er nødvendig å skape høydeforskjeller i tverrprofilen må disse ikke være høyere en 1,5 meter uten at fagansvarlig godkjenner dette. Fyllinger må ikke plasseres slik i profilet at de skaper erosjon og dermed øker skredfaren.





1:50 000

E-39

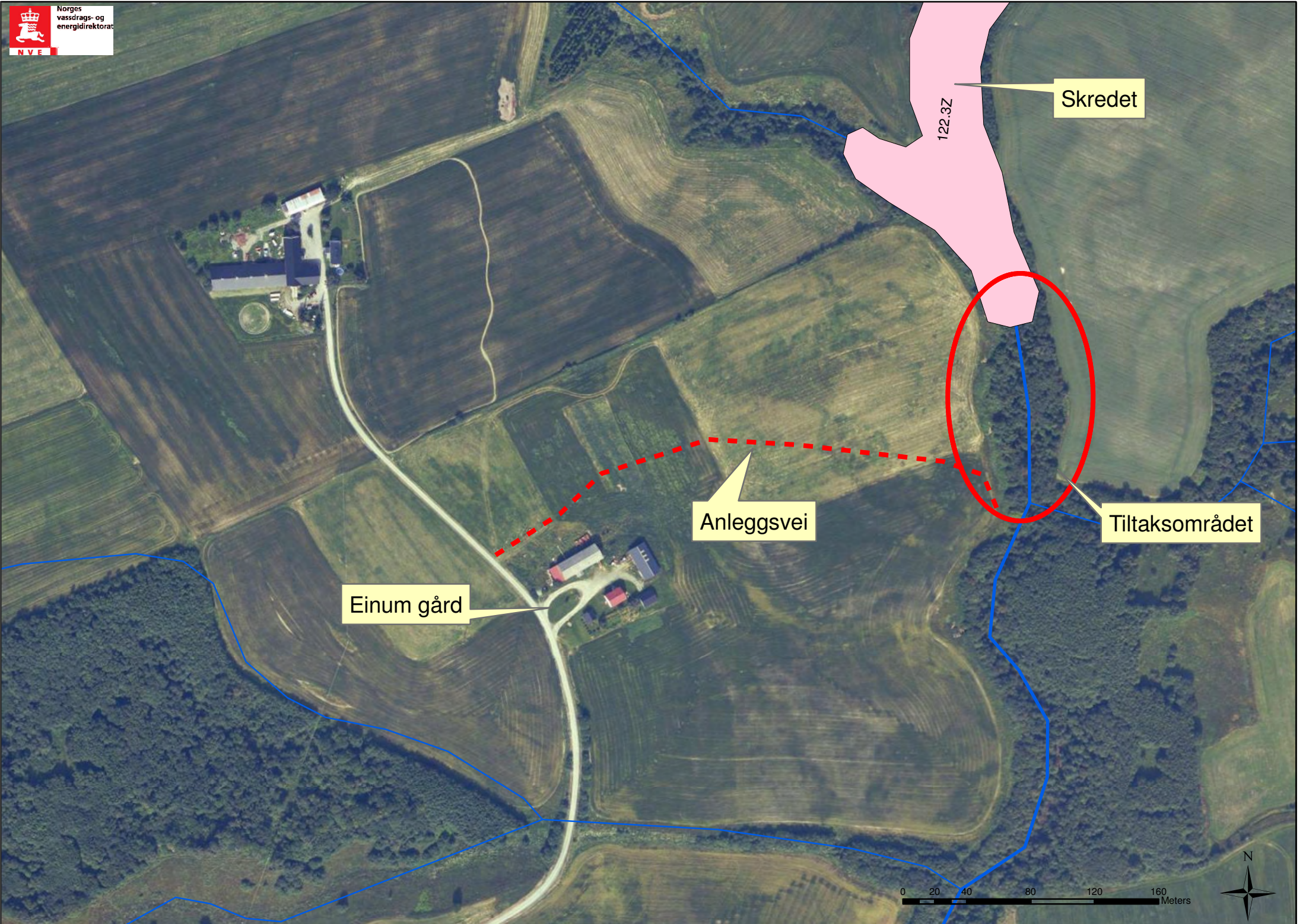
0 1 300 2 600 Meters

Børselva/strandsonen
- Lengde 600 m

Geir B. Hagen, NVE



Transportdistanse fra steinbruddet til sikringsområde er ca. 3800 meter



122.3Z

Skredet

Anleggsvei

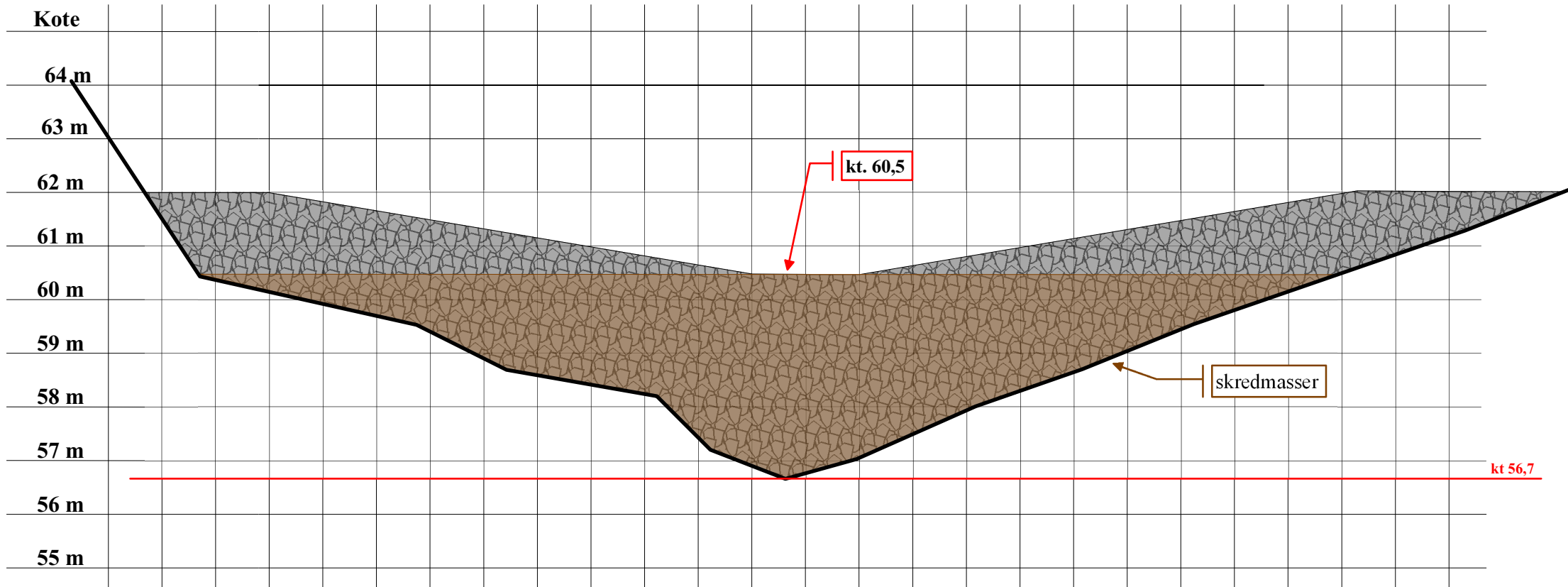
Tiltaksområdet

Einum gård

0 20 40 80 120 160 Meters



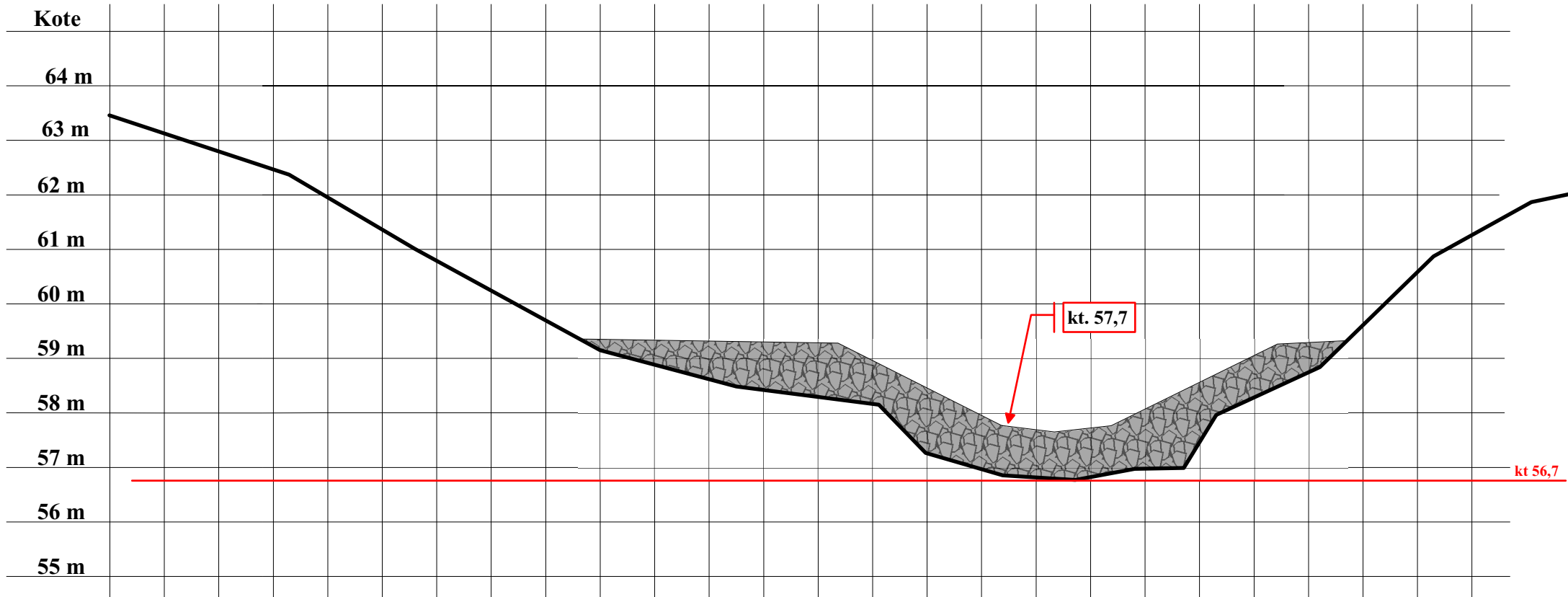
P0



Area = 56.93 Square m

Profil P0 er tverrprofilet rett nedstrøms skredmassene.
Kotehøyde skredmasser kt. 60,5 (innmålt) som også er valgt terskelhøyde.
Innmålt kotehøyde bekkebunn nedstrøms skredmasser, kt. 56,4
Bredde terskel ca. 2,0 meter.
Høyre terskelside legges med hellning ca. 1:6 opp til kt. 62,0.
Venstre side legges med hellning ca. 1: 6 opp til kt. 62,0.
Tverrprofilets areal av sikringsmasser utgjør ca. 57 m².

Profil nr: P0				UTM 32V E N	
Kommune: Trondheim				Fylke: Sør-Trøndelag	
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100	
Sak : Skredsikring Rista				Erstatning for:	Erstattet av:
Vedlegg				Tegn. nr.	
Henvisning		Endring		Vassdr.nr: 122	Format: A4

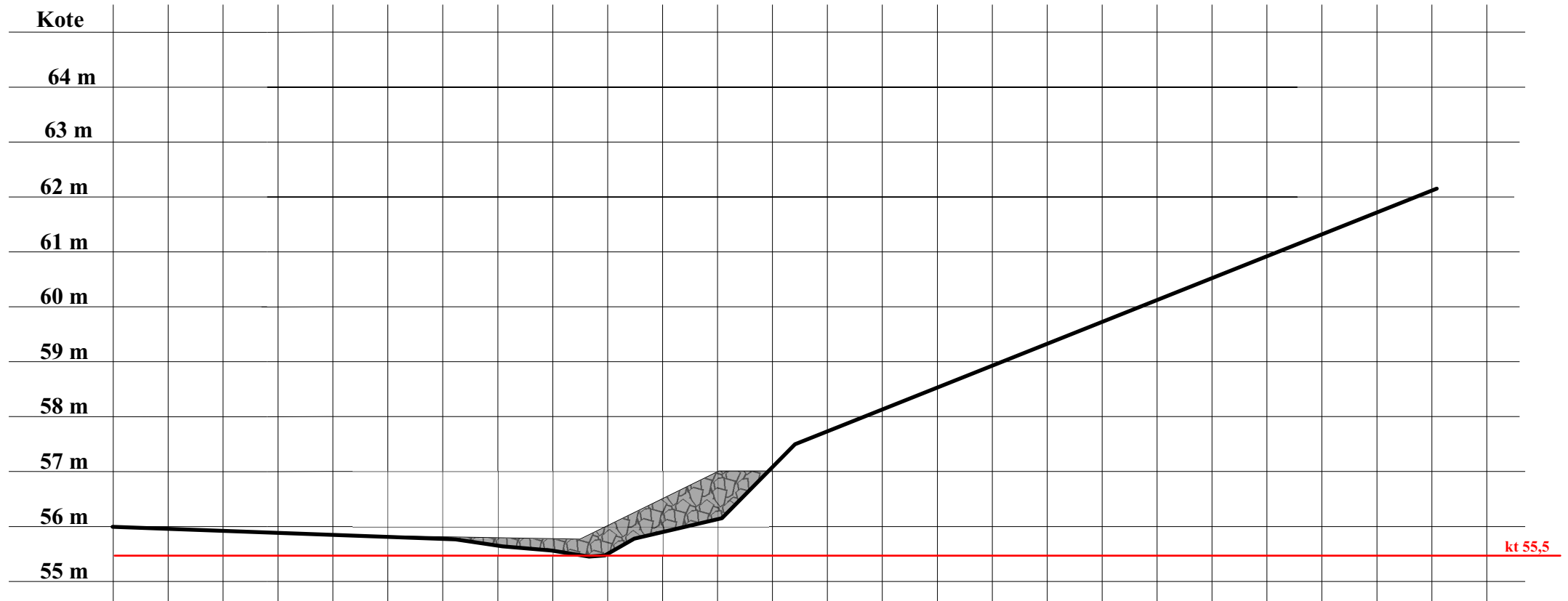


Area = 11.47 Square m

Profil P59 er tverrprofilet ca 59 meter nedstrøms skredmassene.
Tykkelse av sikringsbunn er satt til ca. 1 meter.
Kotehøyde eksisterende bekkebunn innmålt til kt. 56,7
Bredde dypål sikring settes til ca. 2,0 meter.
Høyre terskelside legges med hellning ca. 1:2 opp til kt. 59,2.
Venstre side legges med hellning ca. 1:2 opp til kt. 59,2.
Tverrprofilets areal av sikringsmasser utgjør ca. 11,5 m².

Profil nr: P59					UTM 32V E N	
Kommune: Trondheim				Fylke: Sør-Trøndelag		
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100		
Sak : Skredsikring Rista					Erstatning for:	Erstattet av:
Vedlegg					Tegn. nr.	
Henvisning			Endring		Vassdr.nr: 122	Format: A4

P72 ved samløpet



Area = 2.34 Square m

Profil P72 er tverrprofilet ca. 72 meter nedstrøms skredmassene ved samløpet med sidebekk fra venstre.
Tykkelse sikringsbunn må tilpasses forholdene ved samløpet, dvs. ned mot eksisterende bunnkote (her inntegnet med tykkelse 0,3 meter).
Kotehøyde eksisterende bekkbunn er inntegnet på kt. 55,5
Høyre sikringside legges med hellning ca. 1:2 opp til kt. 58,0
Venstre side utgjør her sidebekkens bekkbunn.
Tverrprofilets areal av sikringsmasser utgjør ca. 2,5 m².

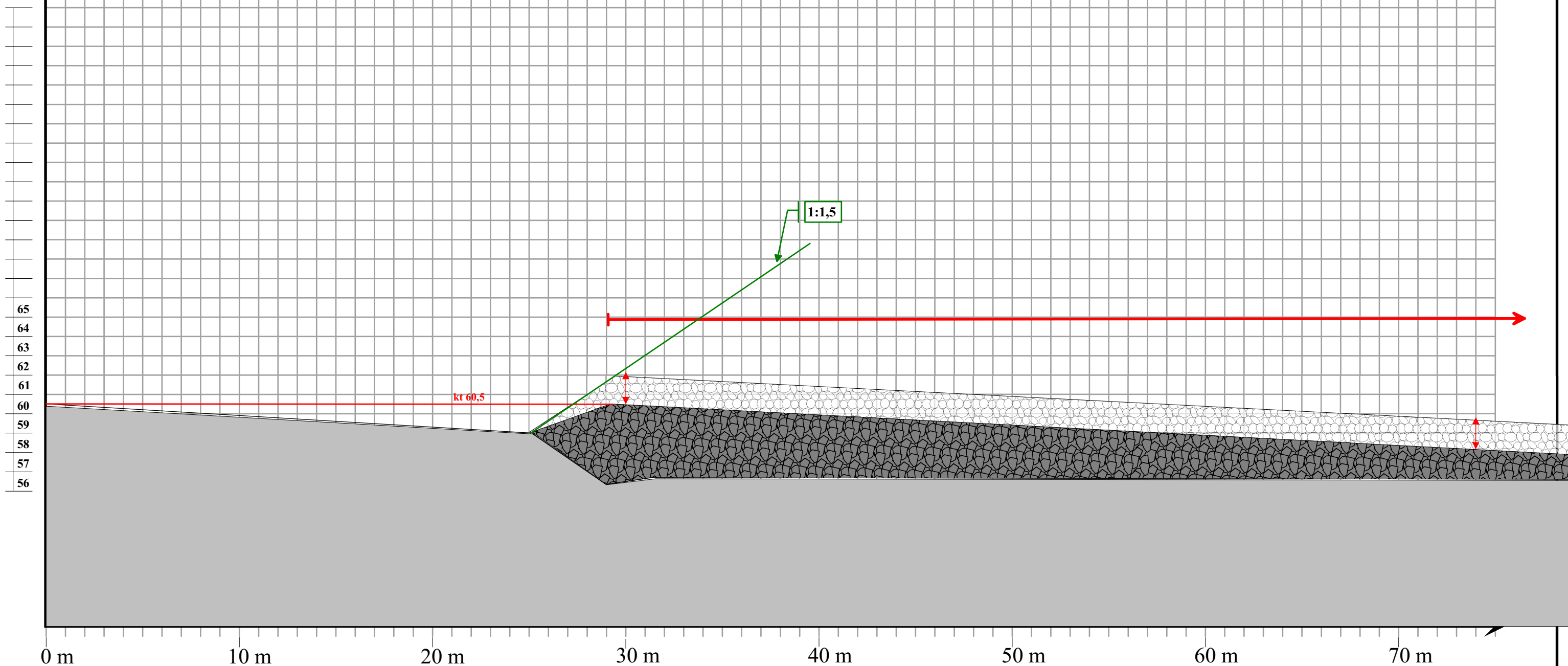
UTM 32V E				
N				
Profil nr: P72				
Kommune: Trondheim			Fylke: Sør-Trøndelag	
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100
Sak : Skredsikring Rista			Erstatning for:	Erstattet av:
Vedlegg			Tegn. nr.	
Henvisning		Endring		Vassdr.nr: 122
Format: A4				



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

NVE

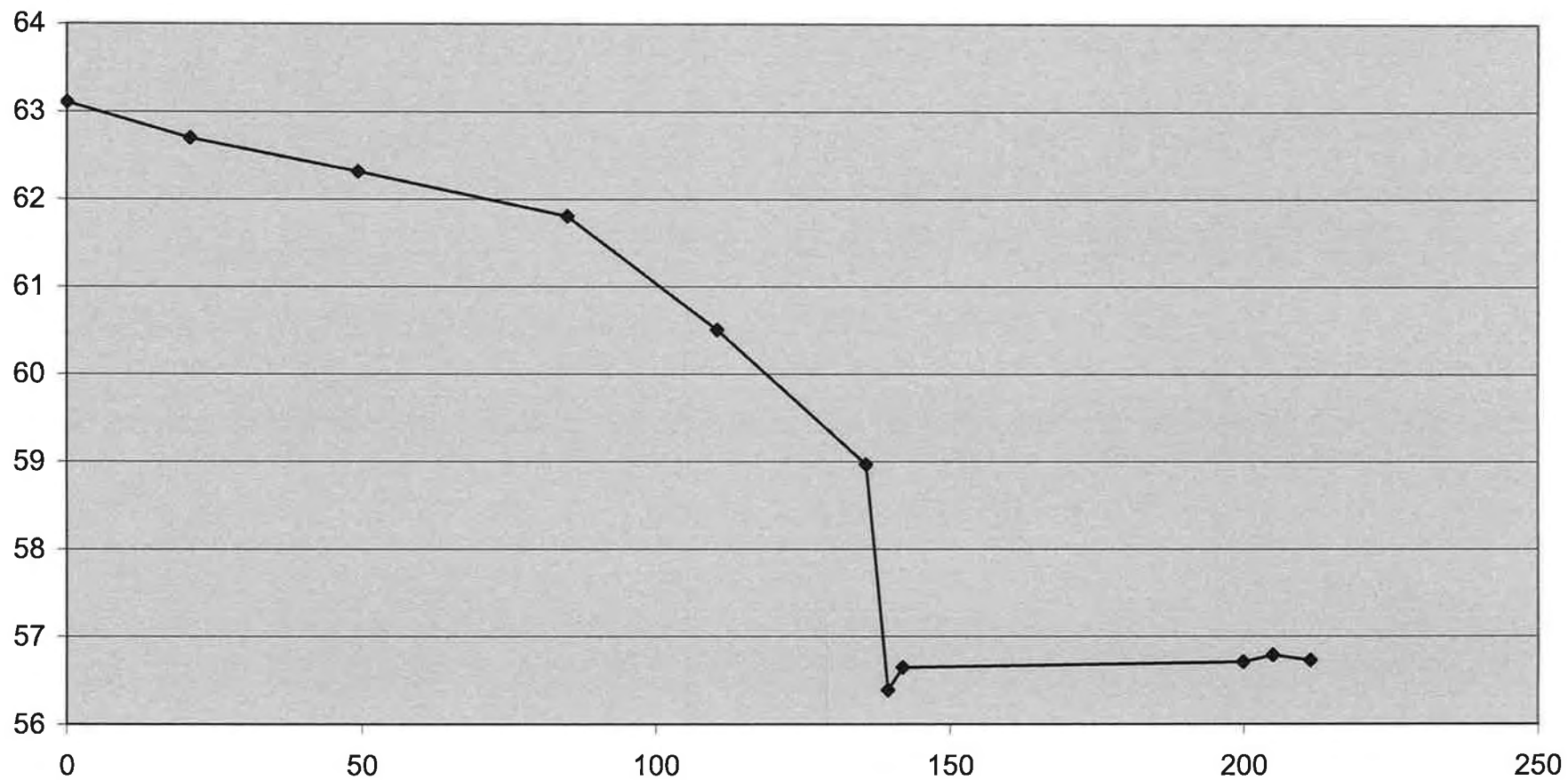
Lengdeprofil av sikring



Oppstrøms side har hellning 1:8 med bredde terskelkrone ca. 1 meter.
Nedstrøms side har hellning ca. 1:26.
Strekning steinsikringen omfatter er 72 meter.
Venstre og høyre side av sikringen har høyde 1,5 meter over sikringsbunn.
Ned mot sidebekken ca. 72 meter nedstrøms legges venstre side ned mot sikringsbunnen.

Kommune Trondheim				Fylke Sør-Trøndelag		
Målt 03.01.2012	Tegn. AOS	Konf.	Dato 01.01.2012	Målestokk 1:200	NVE Region Midt-Norge	
Sak: Krisetiltak i Rista - sikringstiltak mot kvikkleirskred						Erstattet av:
Tegn. Lengdeprofil					Tegn. nr.	
Henvisning		Endring		Vassdr. nr 122	Format A3	

Lengdeprofil



Sikringstiltaket begynner fra 141,93 med eksisterende bunnkote 56,65 til avstand 211,3 med kotehøyde 56,73. Dette gir en sikringslengde på 72 meter

Volum av masser

Skredsikring i Rista ved Esp

Tv.profil	strekning [m]	gyldig strekning [m]	sikr.masser tv.snitt [m]	sikr.masser volum [pam]	sikr.masser	
					tv.snitt [m2]	volum [lm3]
P0	31	31	56.93	1 765	56.93	
P59	31	31	11.47	356	11.47	
P0 + P59	62	62	34.2	2 120	34.2	2 629
P72	10	10	2.3	23	2.3	29
sum		72				2 658
Totalt volum sikringsmasser						2 658

Bilder av skredmasser



**Ved utløpet av skredmassene
hvor sikringstiltaket skal
anlegges**







Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Tiltak i vassdrag

Sikring mot kvikkleireskred i Brenselbekken og sidebekk ved Brenslan gård, og bekk ved Hovseng

Hastetiltak

Plandato: 07.01.2012	Saksnr.: 201200055
Revidert:	Vassdragsnr.: 122
Kommune: Trondheim	NVE Region Midt-Norge
Fylke: Sør-Trøndelag	Vestre Rosten 81, 7075 TILLER
Inngrepsnr.: 10783	Tlf.: 095 75 Faks: 72 89 65 51





Tiltaksnr:	Vassdragsnr	Beskrivelse	
10783	122	Sikring mot kvikkleireskred i Brenselbekken med sidebekk ved Brenslan gård og bekk ved Hovseng gård i Ristabekkvassdraget	
Saksbehandler:	Asbjørn Osnes Geir B. Hagen Roar Gartland Kjartan Orvedal	Adm.enhet: RM	Sign.:
Ansvarlig:	Mads Johnsen	Adm.enhet: RM	Sign.:
Saksnr:	Arkiv:	Kommune:	Fylke:
201200055	411	Trondheim	Sør-Trøndelag

Nøkkeldata			
Plandato:	07.01.2012	Kostnadsoverslag:	
Lengde totalt:	2125 meter	Inngrepstype:	Erosjonssikring
Antall parseller:	5	Elveside:	Bunn og sider

Stedfesting					
Punkt	Sone	UTM – Ø	UTM – N	Kartblad N 50	Elv/bekk:
Midtre	33	257790	7038552	1521-1	Brenselbekken
Midtre	33	257513	7038650	1521-1	Sidebekk ved Brenslan
Midtre	33	256953	7039736	1521-1	Bekk ved Hovseng

Tegninger	
Tegningstype:	Tegningsnr:

Registrering i databasen, Planer	
Utfylt dato:	Sign.
Kontrollert dato:	Sign.
Registrert dato:	Sign.

Hastetiltak i Brenselbekken med sidebekken ved Brenslan gård og bekk ved Hovseng gård som følge av kvikkleireskred ved Esp, Trondheim kommune

Den 01.01.2012 gikk et kvikkleireskred ved Esp på Byneset i Trondheim kommune. Skredmassene ble ført nedover i hovedbekkedalen og stoppet opp ca. 850 m fra utløsningsområdet. Ved kryssing av et par sidedaler, deriblant Brenselbekken, ble leirmasser ført oppstrøms bekken og har demmet opp bekken og en mindre sidebekk. Ved flere punkter langs leirstrømmen synes det å være mulighet for oppbygging av lokale dammer, spesielt i forbindelse med nedbørsrike perioder eller ved snøsmelting. Antatt mektighet av skredmasser 3 – 4 meter. NVE har vurdert behovet for tiltak og har laget plan for sikringstiltak i Brenselbekken med sidebekken ved Brenslan gård og for bekken ved Hovseng gård.

NVE har bl.a. vurdert de endrede avrenningsforhold i området og oppbygging av lokale dammer.

Tiltakene skal forhindre erosjon i bekkesystemene slik at ytterligere erosjon skal kunne utløse nye skredhendelser. Erosjonssikringene vil også bidra til forbedring av stabiliteten i området.

Tiltakene består av steinfylling som starter fra hvor skredmassene har lagt seg opp og videre oppover bekkesystemene. For Brenselbekken og sidebekken ved Brenslan er dette ved samløpet. For bekken ved Hovseng er dette ca. 140 meter oppstrøms samløpet med Ristabekken. Stein legges opp til 1,5 meter over ny bekkedunn, for å hindre erosjon i sidene.

Transportdistanse av sikringsmasser fra steinbruddet ved Oppland er for Brenselbekken og sidebekken ca. 2 km og fra bruddet til bekken ved Hovseng ca. 2,4 km.

Sikringstiltaket i Brenselbekken fra skredmassene og opp til gårdsvegen til gården Brenslan (parsell 1) omfatter en strekning på ca. 700 meter og utgjør ca. 15000 lm^3 stein. Strekningen oppstrøms gårdsvegen (parsell 2) som bør sikres er ca. 320 meter og utgjør ca. 4600 lm^3 stein. På denne strekningen har Trødalsbekken inn.

Sidebekken med sitt utløp i Brenselbekken ved skredmassene er erosjonssikres over 2 parseller. Parsell 1 går fra samløpet med Brenselbekken og opp til vegen nord for samløpet, en strekning på ca. 470 meter med et estimert volum sikringsmasser på ca. 10000 lm^3 stein. Parsell 2 oppstrøms vegen utgjør en strekning på ca. 85 meter og estimert behov for sikringsmasser er ca. 1000 lm^3 stein.

Strekning av bekken ved Hovseng som skal sikres er ca. 550 meter og utgjør ca. 7000 lm^3 stein.

Totalt volum av sikringsmasser utgjør ca. 37600 lm^3 stein.

Rent anleggsteknisk foretrekkes å utføre sikringsarbeider fra nedstrøms ende i motstrøms retning da man vil ha best mulig kontroll på vannkrefteene i bekken. Under anleggsperioden vil steinfyllingen danne en slags terskel som demmer opp bekken og gir stilleflytende vann med påfølgende mindre erosjon.

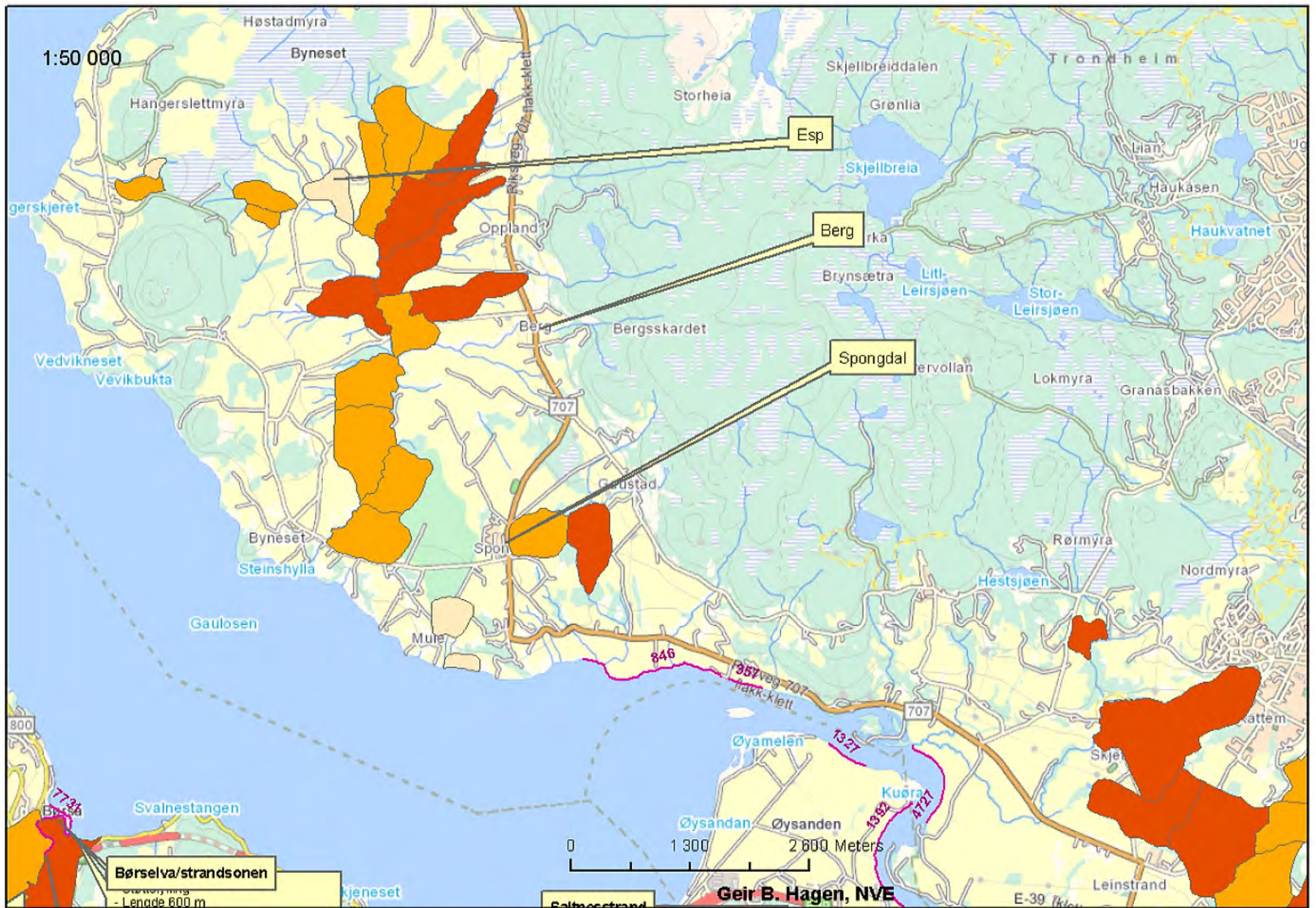
For bekkesystemene ved Brenslan er tilkomst til strekningene fra nedstrøms side vanskelig da en da det er bratte og høye elvekanter, samt at man må passere skredmassene. Vegen fram til gården Brenslan brukes av den grunn som anleggsveg til de to bekkene som skal sikres. For begge bekkene sikres parsell 1 fra oppstrøms side og parsell 2 sikres fra nedstrøms side.

Tilkost til bekken ved Hovseng gjøres fra nedstrøms side av strekningen som skal sikres.

Under anleggsperioden er det viktig at man ikke lager en for stor høydeforskjell mellom steinmassene og dagens bekkedunn. Øker man fallet til bekken gir dette økt vannhastighet med større erosjonskraft som i verste fall kan utløse skred i bekken. Sikrer man i nedstrøms retning må steinmassene legges på en slik måte at man ikke øker fallforholdene. I anleggsfasen vil sikringsmassene i første omgang legges som en kjørevei i bekken. Skog vil bli fjernet i kjørevegen. Massene legges ut jevnt over hele bunnen av bekken slik at strømmingen ikke konsentreres i en del av tverrsnittet og forårsaker økt erosjon under anleggsutførelsen. Det

er viktig at massene komprimeres tilstrekkelig slik at vannet blir rennende oppå steinfyllingen. Utkjøring av sikringsmassene gjøres på selve tiltaket så kravet til komprimering ansees ivaretatt. Når angitt mengde masser er fraktet ut i bekkene, ordnes massene i henhold til tverrprofilene i planen. Innfyllende masser formes deretter som omkringliggende terreng og i den grad det lar seg gjøre legges tilbake et topplag med stedegne vekstmasser for på sikt å sikre innvandring av stedegne arter.

Med transport, graving og fylling i et kvikkleireområde må all aktivitet være grundig vurdert/beregnet for å unngå situasjoner som øker faren for et kvikkleireskred. Dette gjelder bl.a. adkomstveier/nedkjøringer. Graving må helst unngås, og til nød bare i korte sekvenser etter avtale med fagansvarlig. Fyllinger må ikke være så høye at de i seg selv kan gli ut og dermed utløse et større skred i kvikkleira. Hvis det er nødvendig å skape høydeforskjeller i tverrprofilet må disse ikke være høyere en 1,5 meter uten at fagansvarlig godkjenner dette. Fyllinger må ikke plasseres slik i profilet at de skaper erosjon og dermed øker skredfaren.



1:50 000

Trondheim

Esp

Berg

Spondal

Børselva/strandsonen

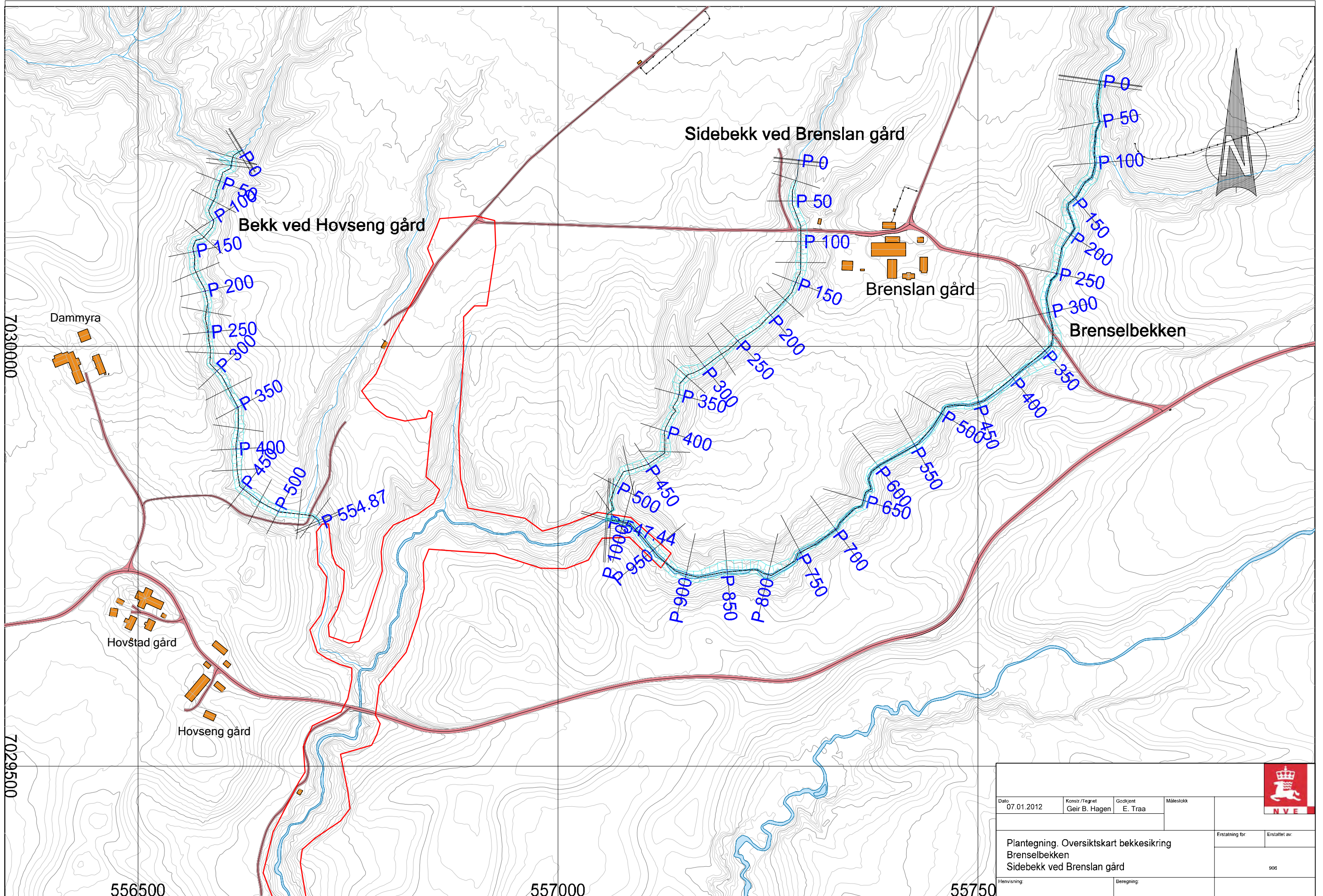
Geir B. Hagen, NVE

0 1300 2600 Meters

E-39



Bekk ved Hovseng og Brenselbekken med sidebekk ved gården Brenslan



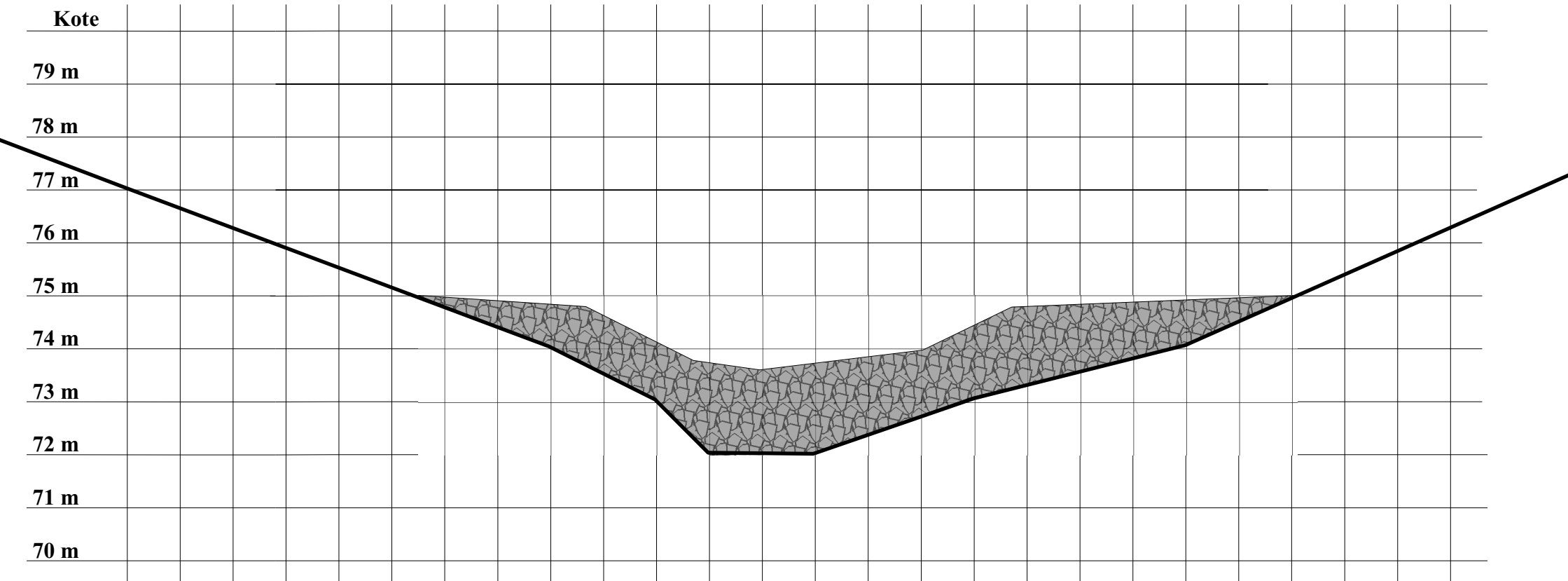
Dato 07.01.2012		Konstr./Tegnet Geir B. Hagen	Godkjent E. Traa	Målestokk	 NVE
Plantegning. Oversiktskart bekkesikring Brenselbekken Sidebekk ved Brenslan gård				Erstating for:	
Hervisning:		Beregning:		906	



Transportdistanse fra steinbrudd til Brenslan er ca. 2 km
og fra steinbrudd til bekken ved Hovseng ca.2,4 km



Brenselbekken

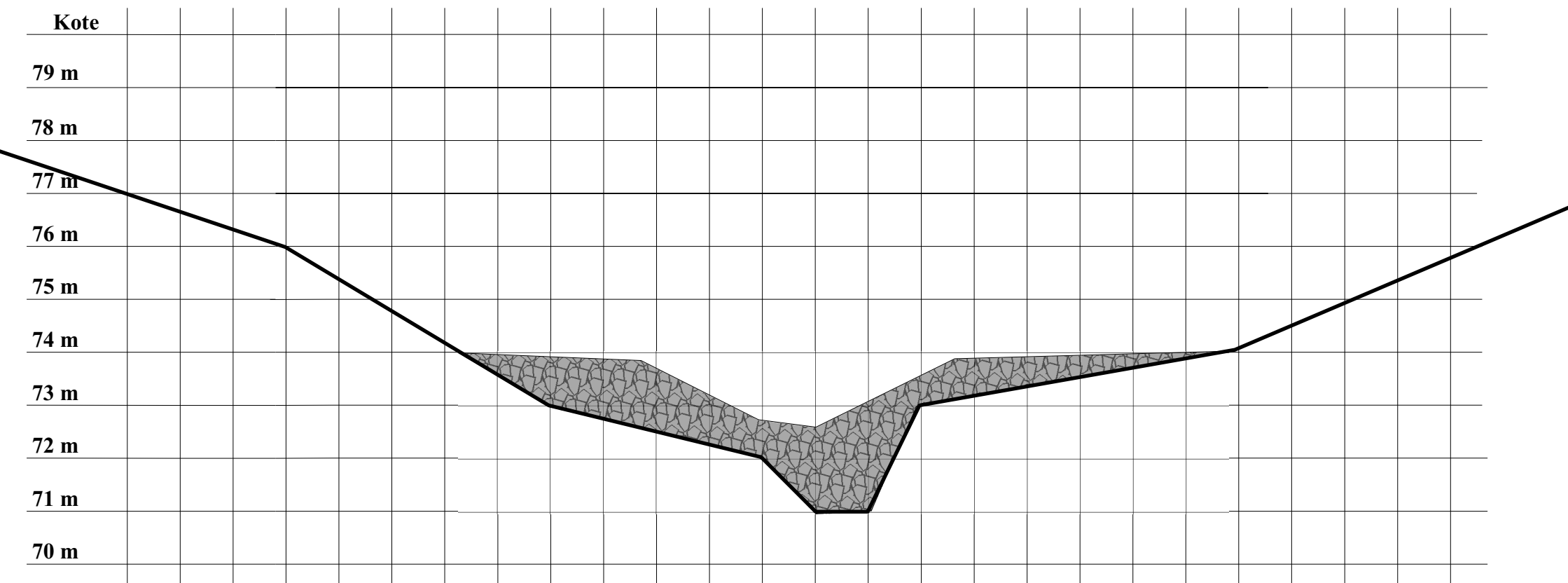


Tykkelse av sikringsbunn i djupål ca. 1,5 meter.
Sikringsider med hellning ca. 1:2 med justering ned mot market djupål.
I spesielt brede partier av bekkedaler tilpasses hellningen dette.
Bredden djupål tilpasses stedlige forhold.
Topp sikringssider ca. 1,5 meter over djupål.

Profil nr: P200					UTM 32V E N	
Kommune: Trondheim				Fylke: Sør-Trøndelag		
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100		
Sak : Skredsikring Brenselbekken				Erstatning for:	Erstattet av:	
Vedlegg				Tegn. nr.		
Henvisning		Endring		Vassdr.nr: 122	Format: A4	

P500

Brenselbekken

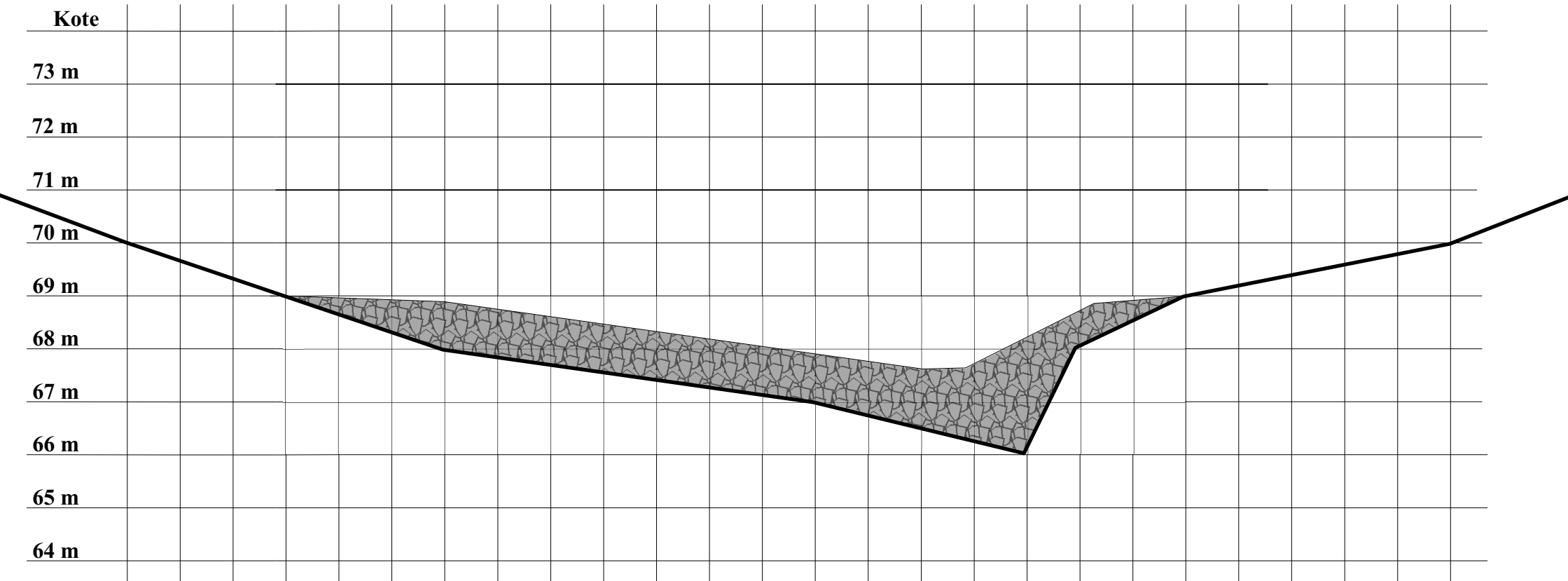


Tykkelse av sikringsbunn i djupål ca. 1,5 meter.
Sikringsider med hellning ca. 1:2 med justering ned mot market djupål.
I spesielt brede partier av bekkedaler tilpasses hellningen dette.
Bredden djupål tilpasses stedlige forhold.
Topp sikringssider ca. 1,5 meter over djupål.

Profil nr: P500					UTM 32V E N	
Kommune: Trondheim				Fylke: Sør-Trøndelag		
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100		
Sak : Skredsikring Brenselbekken				Erstatning for:	Erstattet av:	
Vedlegg				Tegn. nr.		
Henvisning		Endring		Vassdr.nr: 122	Format: A4	



Brenselbekken

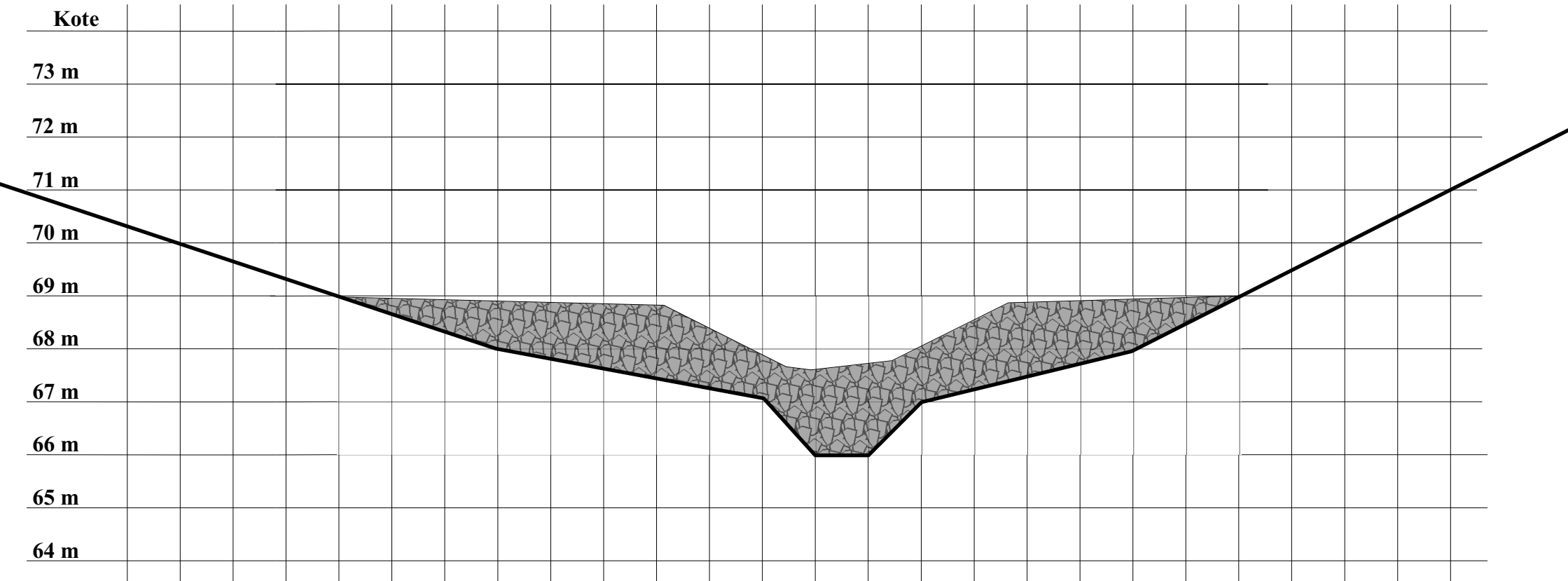


Tykkelse av sikringsbunn i djupål ca. 1,5 meter.
Sikringsider med hellning ca. 1:2 med justering ned mot market djupål.
I spesielt brede partier av bekkedaler tilpasses hellningen dette.
Bredden djupål tilpasses stedlige forhold.
Topp sikringssider ca. 1,5 meter over djupål.

UTM 32V E				
Profil nr: P905			N	
Kommune: Trondheim			Fylke: Sør-Trøndelag	
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100
Sak : Skredsikring Brenselbekken			Erstatning for:	Erstattet av:
Vedlegg			Tegn. nr.	
Henvisning		Endring	Vassdr.nr: 122	Format: A4



Brenselbekken

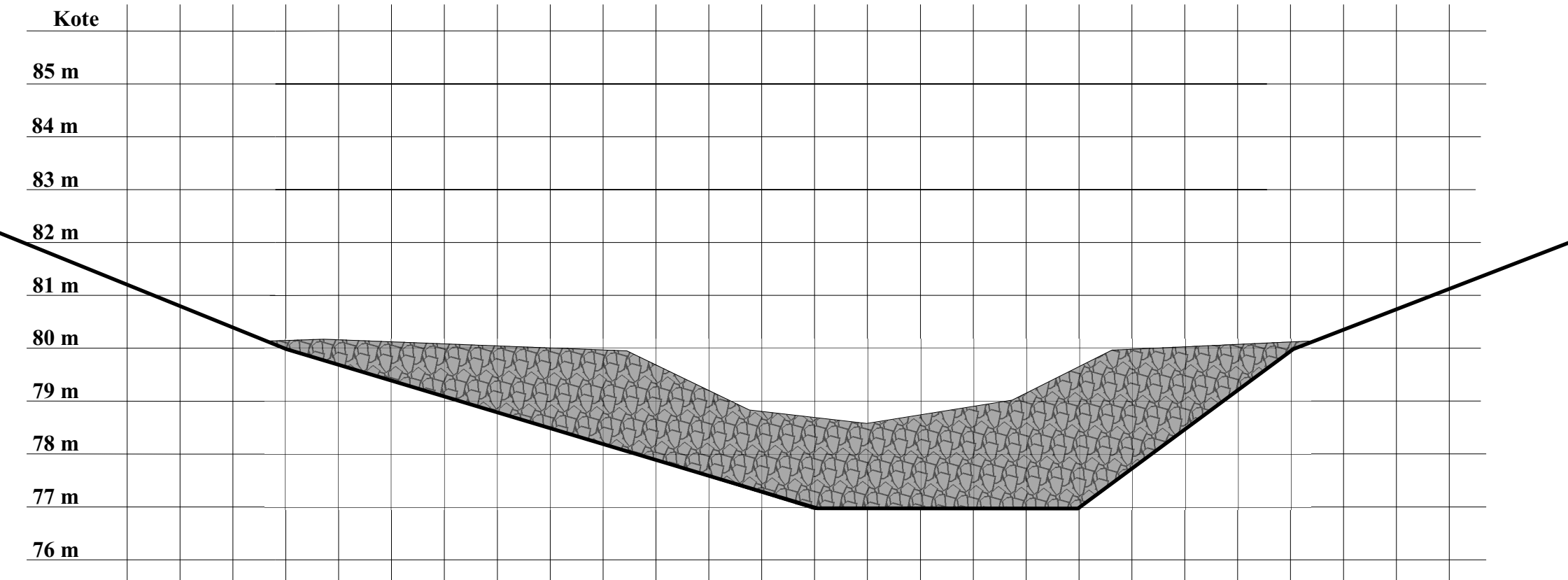


Tykkelse av sikringsbunn i djupål ca. 1,5 meter.
Sikringsider med hellning ca. 1:2 med justering ned mot market djupål.
I spesielt brede partier av bekkedaler tilpasses hellningen dette.
Bredden djupål tilpasses stedlige forhold.
Topp sikringssider ca. 1,5 meter over djupål.

Profil nr: P990				UTM 32V E N	
Kommune: Trondheim			Fylke: Sør-Trøndelag		
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100	
Sak : Skredsikring Brenselbekken				Erstatning for:	Erstattet av:
Vedlegg				Tegn. nr.	
Henvisning		Endring		Vassdr.nr: 122	Format: A4



Sidebekk ved Brenslan

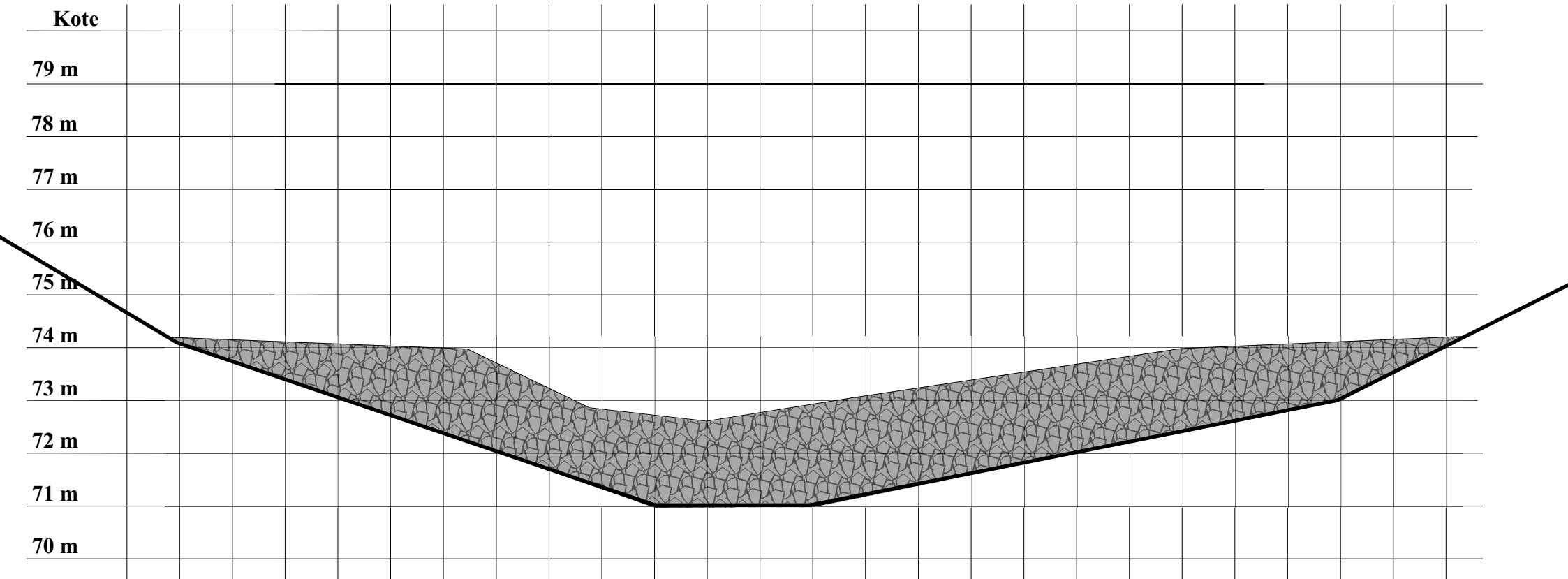


Tykkelse av sikringsbunn i djupål ca. 1,5 meter.
Sikringsider med hellning ca. 1:2 med justering ned mot market djupål.
I spesielt brede partier av bekkedaler tilpasses hellningen dette.
Brede djupål tilpasses stedlige forhold.
Topp sikringsider ca. 1,5 meter over djupål.

360		UTM 32V E			
Profil nr: P150		N			
Kommune: Trondheim			Fylke: Sør-Trøndelag		
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100	
Sak : Skredsikring ved Brenslan			Erstatning for:	Erstattet av:	
Vedlegg			Tegn. nr.		
Henvisning		Endring		Vassdr.nr: 122	Format: A4



Sidebekk ved Brenslan

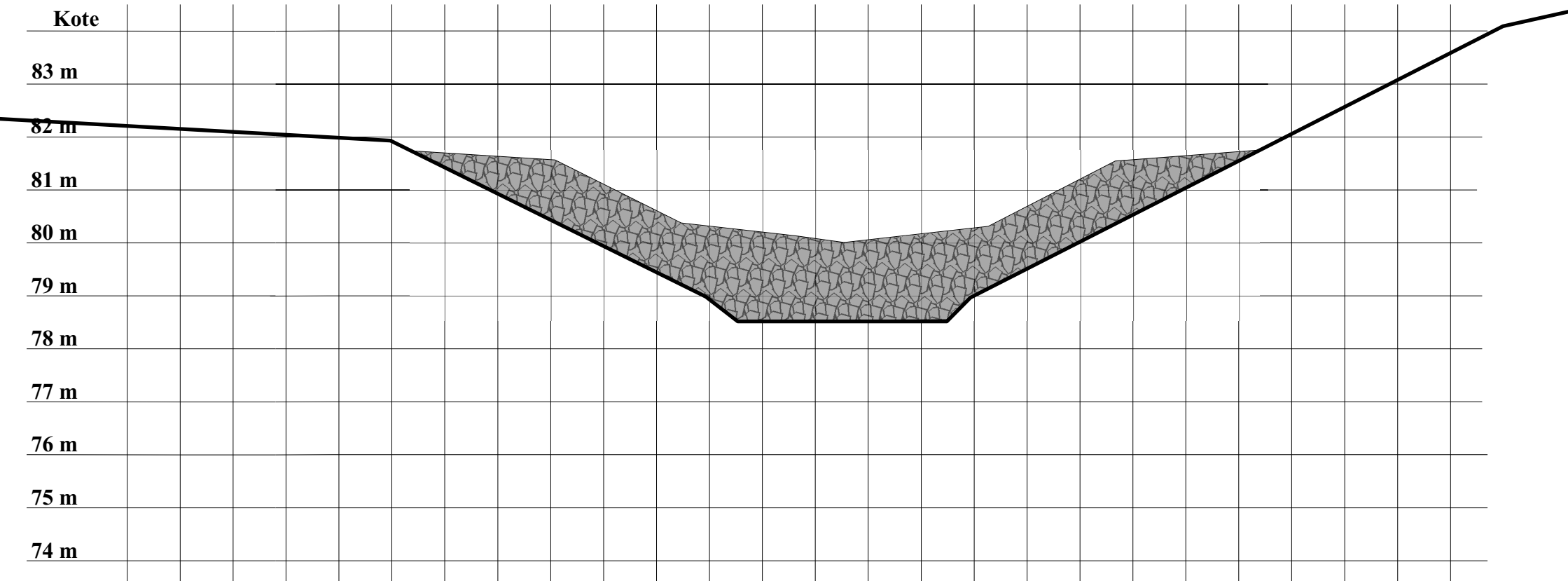


Tykkelse av sikringsbunn i djupål ca. 1,5 meter.
Sikringsider med hellning ca. 1:2 med justering ned mot market djupål.
I spesielt brede partier av bekkedaler tilpasses hellningen dette.
Bredden djupål tilpasses stedlige forhold.
Topp sikringsider ca. 1,5 meter over djupål.

Profil nr: P360					UTM 32V E N	
Kommune: Trondheim				Fylke: Sør-Trøndelag		
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100		
Sak : Skredsikring ved Brenslan					Erstatning for:	Erstattet av:
Vedlegg					Tegn. nr.	
Henvisning			Endring		Vassdr.nr: 122	Format: A4



Bekk ved Hovseng gård

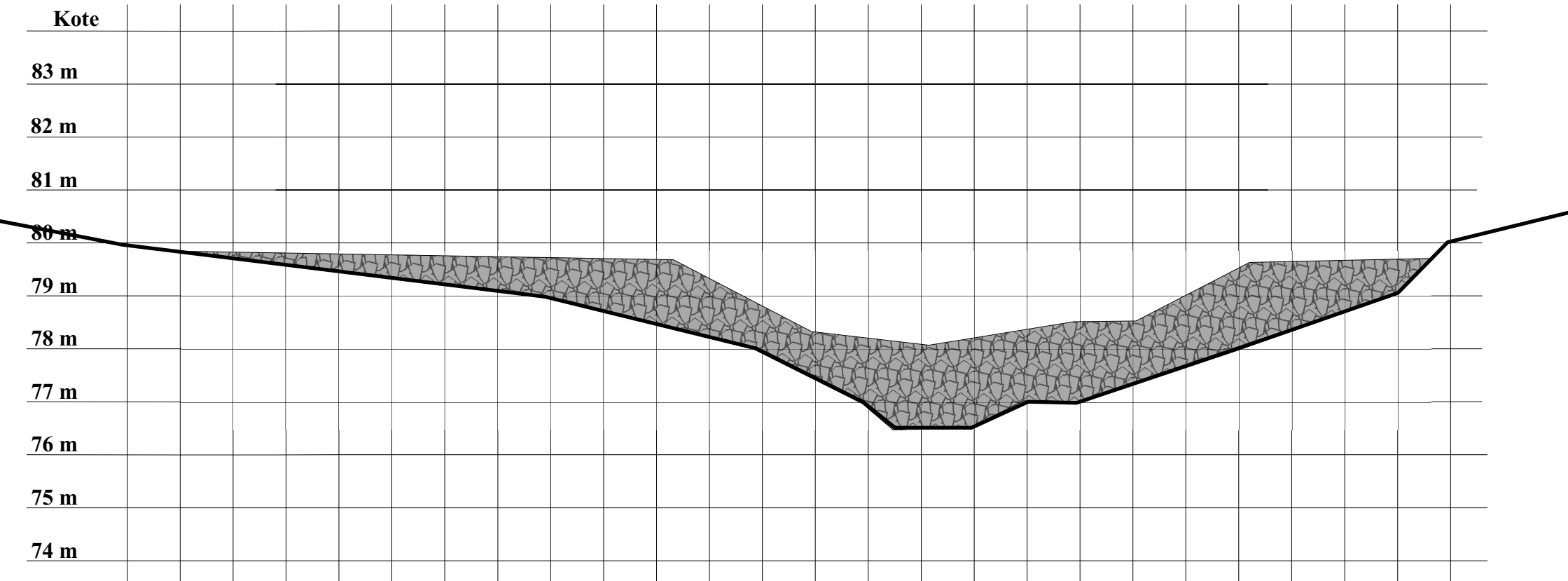


Tykkelse av sikringsbunn i djupål ca. 1,5 meter.
Sikringsider med hellning ca. 1:2 med justering ned mot market djupål.
I spesielt brede partier av bekkedaler tilpasses hellningen dette.
Bredde djupål tilpasses stedlige forhold.
Topp sikringsider ca. 1,5 meter over djupål.

Profil nr: P150				UTM 32V E N	
Kommune: Trondheim			Fylke: Sør-Trøndelag		
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100	
Sak : Skredsikring ved Brenslan				Erstatning for:	Erstattet av:
Vedlegg				Tegn. nr.	
Henvisning		Endring		Vassdr.nr: 122	Format: A4



Bekk ved Hovseng gård



Tykkelse av sikringsbunn i djupål ca. 1,5 meter.
Sikringsider med hellning ca. 1:2 med justering ned mot market djupål.
I spesielt brede partier av bekkedaler tilpasses hellningen dette.
Bredde djupål tilpasses stedlige forhold.
Topp sikringsider ca. 1,5 meter over djupål.

UTM 32V E				
Profil nr: P400			N	
Kommune: Trondheim			Fylke: Sør-Trøndelag	
Målt 2012	Tegn AOS	Konf	Dato	Målestokk 1:100
Sak : Skredsikring ved Brenslan			Erstatning for:	Erstattet av:
Vedlegg			Tegn. nr.	
Henvisning		Endring	Vassdr.nr: 122	Format: A4