



Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1635 Haugen, Hvitvingfoss

Program for økt sikkerhet mot leirskred,
Kongsberg kommune

Hovedrapport: Rambøll. Uavhengig kvalitetssikring: NGI

70
2016



R
A
P
P
O
R
T

Rapport nr 70-2016

Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1635 Haugen, Hvittingfoss

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Ellen Davis Haugen, NVE
Forfattere: Rambøll: Morten Tveit, Rolf Aasland. NGI: Håkon Heyerdahl

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag:
Forsidefoto: NVE Atlas
ISBN 978-82-410-1523-6
ISSN 1501-2832

Sammendrag: Denne NVE-publikasjonen omhandler utredningen av faresone for kvikkleireskred 1635 Haugen på Hvittingfoss. Avgrensningen av sonen forblir uendret. Det er gjort en fullstendig utredning iht NVEs veileder 7/2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred. I sentrumsområdene utenom sonen er det vurdert at det ikke opprettes nye faresoner. Forholdene ut mot Lågen bør likevel vurderes undersøkt nærmere for mulige forekomster av kvikkleire. Hovedrapporten er skrevet av Rambøll og kvalitetssikret av NGI.

Emneord: Kvikkleire, sprøbruddmaterialer, soneutredning, faregrad, områdestabilitet, stabilitetsberegninger, 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

Innhold

Forord	5
1 Vedlegg.....	6

Forord

På oppdrag for NVE har Rambøll utført geoteknisk utredning av faresoner for kvikkleireskred i Hvittingfoss og omegn. Det er gjort grunnundersøkelser av Geostrøm AS. Disse har dannet grunnlag for en parameterrapport utarbeidet av Rambøll. Denne og de videre utredningsrapportene har gjennomgått uavhengig kvalitetssikring av NGI. Utredningen har dekket følgende soner:

Eksisterende soner	Nye soner
1320 Myrahaugen	1879 Vesetrud
1322 Hvittingfoss	1880 Søndre Vesetrud
1635 Haugen	1881 Evju
1324 Eknes	1882 Evjutunet
1308 Mørk	1897 Myrahaugen nord
	1898 Tuft
	1899 Myrahaugen sørøst

For alle sonene er det vurdert utstrekning av kvikkleire/sprøbruddmateriale samt behov for oppdeling av sonen. For noen av sonene er det gjort en fullstendig geoteknisk utredning i henhold til NVEs veileder 7/2014: *Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddmateriale*. Dette gjelder: 1320 Myrahaugen, 1635 Haugen, 1324 Eknes, 1881 Evju og 1882 Evjutunet. For disse sonene er det foreslått sikringstiltak i snitt hvor det er beregnet lav stabilitet.

Arbeidet er blitt utført i perioden 2012-2016. Resultatene er publisert som NVE-rapporter i 2016.

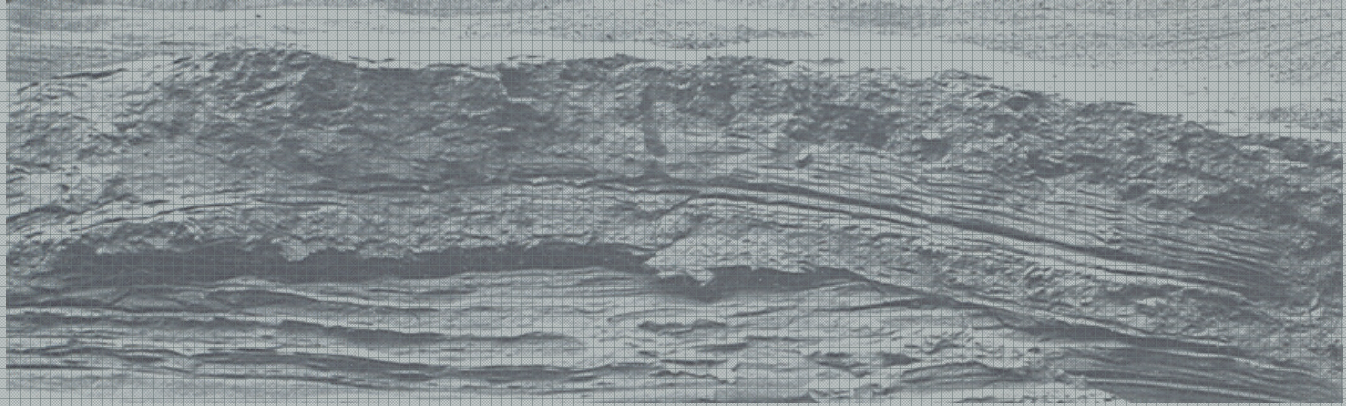
Ellen Davis Haugen har vært ansvarlig for oppdraget fra NVE region sør. Prosjektleder i Rambøll er Morten Tveit og i NGI Håkon Heyerdahl.

1 Vedlegg

- Vedlegg 1. Rambøllrapport 6120285-05, Hvittingfoss – Kvikkleireutredning. 1635 Haugen, 3.3.2014
- Vedlegg 2. NGI teknisk notat 20120427-05-TN Gjennomgang av Geoteknisk rapport 1635 Haugen (G-rap-05), Rambøll AS, 27.5.2014

Vedlegg 1:

**Rambøllrapport 6120285-05,
Hvittingfoss – Kvikkleireutredning.
1635 Haugen, 3.3.2014**



Geoteknisk rapport - 1635 Haugen

NVE Region Sør

**Hvittingfoss – Kvikkleireutredning
1635 Haugen**

Oppdrag nr: 6120285
Rapport nr. 05

Dato: 03.03.2014

Fylke Buskerud	Kommune Kongsberg	Sted Hvittingfoss	UTM 05574 65940 (Euref 89, sone 32)
Byggherre			
Oppdragsgiver NVE, Region sør			
Oppdrag formidlet av NVE, Region sør			
Oppdragsreferanse NVE, Region sør v/Ellen Davis Haugen og Jan Eirik Hønsi			
Antall sider 17	Tegn.nr 600-642	Vedlegg. 3	Antall tillegg -

Prosjekt-tittel

Hvittingfoss Kvikkleireutredning

Rapport-tittel

1635 Haugen

Oppdrag nr: 6120285	Rapport nr: 05	Rev:	Dato: 03.03.2014	Kontr: MTV
Oppdragsleder: Rolf Aasland		Utarbeidet av: Rolf Aasland		
SAMMENDRAG Rambøll er engasjert av NVE som geoteknisk konsulent for utredning av kvikkleiresoner i og rundt Hvittingfoss. Rapporten tar for seg utredning av sone 1635 Haugen og tilstøtende områder. Soneavgrensing og soneoppdeling er vurdert, samt stabilitetsforhold i eksisterende sone. Kvikkleiresone 1635 Haugen ligger på et platå sør i Hvittingfoss sentrum. Store deler av platået ligger mellom kote +81 og +82. I sør og sørøst ligger platået generelt på et høyere nivå, opp mot kote +91 på det høyeste. Største høydeforskjell fra platået er ned mot et bekkeløp langs sørsiden av platået, samt mot et bekkeløp nordøst for sonen. Bekken i sør ligger rundt kote +70 til +74, med en høydeforskjell opp til platået mellom ca. 14 og 18 m, i nordøst ligger bekken nærmere 20 meter lavere enn platået. Det er ikke utført endringer på soneavgrensingen for sone 1635 Haugen. Skadekonsekvensklasse beholdes i klasse alvorlig, faregradsklasse i klasse lav og risikoklasse i klasse 3. Farekartlegging av området ut mot Lågen samt opp mot rundkjøringen i sentrum er vurdert. Det er vurdert at det ikke opprettes nye kvikkleiresoner for disse områdene. Forholdene ut mot Lågen nord for Hvittingfoss bo- og behandlingssenter bør likevel vurderes undersøkt nærmere for mulig forekomster av kvikkleire. Det er regnet stabilitet i 4 snitt for utredning av kvikkleiresone 1635 Haugen. Det er beregningsmessig god stabilitet mot nord. Mot nordøst og vest er det beregningsmessig funnet hhv. sikkerhetsfaktor 1,18 og 1,34 for udrenert situasjon. For drenert situasjon er det funnet sikkerhetsfaktor over 1,40 også for disse skråningene. Mot sør er det beregnet lav stabilitet både for udrenert og drenert situasjon med sikkerhetsfaktor hhv. 1,05 og 1,10. For sone 1635 Haugen bør det fokuseres på stabilitetsforholdene ned mot bekkeløpet sør for sonen. Primært bør erosjonsforhold og behovet for erosjonssikring vurderes nærmere. Det er lite plass til en motfylling i fot av skråningen, men en mindre fylling vil til en viss grad forbedre beregningsmessig stabilitet. En eventuell erosjonssikring eller motfylling må vurderes opp mot hydrologiske forhold i bekkeløpet. For en større forbedring av stabiliteten må det vurderes en bekkelukking. Det bemerkes at det rundt hele sonen er bratte skråninger, med skråningshelning opp mot 1:1,4 og høyde 5 til 15 meter. Det er bebyggelse helt ut mot kanten av disse skråningene. Skråningene består i hovedsak av sand og finsand. Leiren og kvikkleire ligger på større dyp. Alle disse skrentene kan være utsatt for overflateutglidninger. Ved en eventuell detaljprosjektering av sikringstiltak mot større og dype kvikkleireskred bør man prosjektere tiltak som tar hensyn til overflatestabiliteten for sandmassene.				

Rambøll Norge AS NO 915 251 293 MVA

Arkiv ref.: M:\2012 Oppdrag\Geo\6120285 Hvittingfoss - grunnundersøkellesprogram\7-PROD\Rapport Haugen\Rapport Haugen.doc

INNHold

1	INNLEDNING	- 6 -
1.1	PROSJEKT	- 6 -
1.2	OPPDRAK	- 6 -
1.3	INNHold	- 6 -
2	GEOTEKNISKE VURDERINGER.....	- 7 -
3	GRUNNFORHOLD, TOPOGRAFI OG GRUNNVANN	- 8 -
3.1	GRUNNUNDERSØKELSER.....	- 8 -
3.2	TOPOGRAFI.....	- 8 -
3.3	GRUNNFORHOLD	- 8 -
3.4	PORETRYKKSFORHOLD.....	- 9 -
4	SONEAVGRENSING OG ROS-ANALYSE	- 10 -
4.1	HAUGEN	- 10 -
4.2	LANGS LÅGEN	- 10 -
4.3	PLATÅENE MELLOM 1320 MYRAHAUGEN OG 1322 HVITTINGFOSS.....	- 10 -
5	BEFARING	- 11 -
6	STABILITETSANALYSER.....	- 12 -
6.1	ADP-ANALYSE (UDRENERT)	- 12 -
6.2	AFI-ANALYSE (DRENERT).....	- 12 -
7	GEOTEKNISKE VURDERINGER.....	- 14 -
7.1	PROFIL 4A.....	- 14 -
7.2	PROFIL 4B.....	- 14 -
7.2.1	Stabiliserende tiltak.....	- 14 -
7.3	PROFIL 4D.....	- 15 -
7.3.1	Stabiliserende tiltak.....	- 15 -
7.4	PROFIL 4E	- 15 -
7.4.1	Stabiliserende tiltak.....	- 15 -
8	KONKLUSJON	- 16 -
9	REFERANSER	- 17 -

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
600		SITUASJONSPLAN HAUGEN	1:4 000
610		PROFIL 4A, ADP-ANALYSE, DAGENS SITUASJON	1:400
611		PROFIL 4A, AFI-ANALYSE, DAGENS SITUASJON	1:400
620		PROFIL 4B, ADP-ANALYSE, DAGENS SITUASJON	1:400
621		PROFIL 4B, ADP-ANALYSE, UTBEDRET	1:400
622		PROFIL 4B, AFI-ANALYSE, DAGENS SITUASJON	1:400
623		PROFIL 4B, AFI-ANALYSE, UTBEDRET	1:400
630		PROFIL 4D, ADP-ANALYSE, DAGENS SITUASJON	1:400
631		PROFIL 4D, AFI-ANALYSE, DAGENS SITUASJON	1:400
640		PROFIL 4E, ADP-ANALYSE, DAGENS SITUASJON	1:400
641		PROFIL 4E, ADP-ANALYSE, UTBEDRET	1:400
642		PROFIL 4E, AFI-ANALYSE, DAGENS SITUASJON	1:400
1000		OVERSIKTSKART UTREDNING HVITTINGFOSS	1:10 000

VEDLEGG:

- 1 ROS-analyse Haugen
- 2 CPTU tolkning NGI 1-6
- 3 Piezometeravlesninger - Haugen

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

NVE ønsker å utrede kvikkleiresoner langs Lågen i Kongsberg kommune. Utredning utføres for området rundt Hvittingfoss sentrum inkludert kvikkleiresonene 1320 Myrhaugen, 1322 Hvittingfoss og 1635 Haugen, samt kvikkleiresonene 1308 Mørk og 1324 Eknes oppstrøms for Hvittingfoss.

NVE ønsker at utredningen fokuserer på bebygde områder. Det er derfor ikke lagt opp til full utredning av samtlige soner. Det ønskes full utredning av 1635 Haugen og 1320 Hvittingfoss. For 1322 Hvittingfoss og 1324 Eknes ønsker man å se på deler av sonene med bebyggelse. I sone 1308 Mørk, uten bebyggelse, ønskes kun en enkel vurdering av sonen.

GeoStrøm utførte grunnundersøkelser for prosjektet i uke 33 - 45/2012, samt supplerende boringer i uke 12/2013 og august/september 2013. Det er i tillegg blitt hentet inn data fra tidligere grunnundersøkelser i området. Omfanget av de utførte grunnundersøkelsene er planlagt av Rambøll, og er planlagt å sørge for tilstrekkelig grunnlag til å vurdere områdestabiliteten.

1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS, avd. Geo og Miljø har fått i oppdrag å utarbeide borplan for supplerende grunnundersøkelser og utrede kvikkleiresonene.

Områdestabilitet skal utredes i henhold til NVEs retningslinjer 2/2011: Flaum- og skredfare i arealplaner – *Veileder for vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre sensitive/kvikke jordarter med sprøbruddegenskaper.*^[1]

1.3 Innhold

Denne rapporten inneholder stabilitetsberegninger og vurderinger for sone 1635 Haugen og omkringliggende områder. Det er skissert mulige tiltak for å bedre stabiliteten og sikring mot utløsningsmekanismer.

2 GEOTEKNISKE VURDERINGER

Det vises til parametervalg i G-rap-001 6120285 Parameterrapport, rev.01, datert 03.05.2013.

Det er i beregningene utført følgende endringer ift. parameterrapporten:

- Friksjonsvinkel i sand justert fra 31 til 33 grader.
- Egenvekt i sand og finsand justert fra 19 kN/m^3 til 18 kN/m^3
- ADP-forhold for sprøbruddsmateriale justert fra $0,85 - 0,59 - 0,31$ til $0,85 - 0,66 - 0,33$ etter avtale med uavhengig kontrollør.
- Oppdatert tolkning av CPTU NGI 1-6, med SHANSEP-forhold justert til $a=0,27$ og $b=0,60$ (fra $a=0,28$ og $b=0,60$). Se vedlegg 2.

3 GRUNNFORHOLD, TOPOGRAFI OG GRUNNVANN

3.1 Grunnundersøkelser

Det vises til grunnundersøkelser presentert i G-rap-001 6120285 Parameterrapport, rev.01, datert 03.05.2013.

Grunnundersøkelser for utredning er utført av GeoStrøm. Det er også hentet inn grunnlag fra tidligere undersøkelser utført av GeoStrøm, Løvlien Georåd, Statens Vegvesen og NGI.

Det er etter utarbeidelse av parameterrapporten utført supplerende undersøkelser. Disse undersøkelsene er rapport i GeoStrøm rapport 784/R2, datert 09.09 2013 – revidert 21.11.2013. Det ble ikke utført supplerende grunnundersøkelser i sone 1635 Haugen.

3.2 Topografi

Kvikkleiresone 1635 Haugen ligger på et platå sør i Hvittingfoss sentrum. Store deler av platået ligger mellom kote +81 og +82. I sør og sørøst ligger platået generelt på ett høyere nivå, opp mot kote +91 på det høyeste. Vest og nord for platået ligger terrenget på +67 til +69. I nord og nordøst går det et bekkeløp på ca. kote +60. I nordøstre hjørne av sonen ligger bekken i foten av platået, med gjennomsnittlig skråningshelning ned mot bekken rundt 1:2,5. Skråningen er i overkant av 20 meter høy.

Området øst for sonen er i NGI-rapport ref. /5/ beskrevet som en stor skredgrop. Fv40 ligger på fylling i foten av skredgropen. Veifylling ligger på kote +75 i sørøst og faller ned mot +67 nordøst for sonen.

Sør for sonen går det bekkeløp rundt kote +72. Generelt er bekkene i området erodert ned mot nivået til Lågen og har lite fall. Men bekken sør for sone 1635 Haugen ligger rundt 12 meter over nivået til Lågen i dette området. Det ble ved befaring i området observert noe fjell i dagen i vestenden av denne bekken. Fjellterskelen forhindrer at bekken eroderer seg videre ned mot nivået til Lågen. Se tegning 600 for observert fjell i dagen. Høydeforskjellen fra platået og ned mot bekken er på det meste opp mot 20 meter.

Rundt nesten hele platået er det en bratt skrent ned fra platået, med helning opp mot 1:1,4. Høyden for skrenten varierer fra rundt 5 til 20 meter.

3.3 Grunnforhold

Platået består av sand/finsand over silt og leire. Mektigheten av sandlaget varierer. Det er totalt boret 5 punkter oppe på platået. I borpunkt 4-2 og 4-4 (rundt kote +81,5) som er plassert hhv. mot nord og senter av platået er det registrert en mektighet av sandlaget på 9 – 10 m. På høyden (kote +85 til +91) i sør og sørøst er det boret 3 punkter, 4-6, 4-15 og NGI 1-6. Disse punktene viser mindre mektighet av sand. Det er i sonderingene registrert sand i de øverste 5 meterne.

Under sandpakken er det en mektig avsetning av leire og silt. 3 av punktene er avsluttet i leire/silt på 20 – 25 meters dybde. I punkt 4-6 og 4-15 er på truffet et lag av friksjonsmateriale (silt/sand/grus) under leiravsetningen. Det fastere materialet er påtruffet på dybde 22 – 26 meter. Mektighet av leirlaget i disse punktene varierer mellom 16 og 21 meter.

Generelt er det dypt til fjell i sonen og nord for sonen. Det er ikke påtruffet fjell i sonderingene på platået, boringene er avsluttet i løsmasser på 20 til 31 meters dybde. Det er heller ikke påtruffet fjell nord, nordøst eller nordvest for sonen. Sonderingene (4-1, 4-3 og NGI 1-4) i foten av platået er alle avsluttet på ca. 15 meter i løsmasser. NGI har ført en boring nordvest for sonen ved Lågen til 36,8 meter, denne stoppet mot stein eller fjell på kote +32.

I sørøst kommer fjellet opp, og det er observert fjell i dagen rundt kote +70 i vestenden av bekkeløpet sør for sonen. Fjelloverflaten faller av mot øst i bekkeløpet, sondering 4-7 som ble utført 150 meter øst for observert fjell traff antatt fjell på 6,7 m. Videre 150 meter øst i bekkeløpet ble sondering 4-8 avsluttet i løsmasser på 15 m. Det er forholdsvis grunt til fjell videre vest fra observert fjell. Borpunkt 4-5 og NGI-10 er avsluttet mot antatt fjell på hhv. 4,3

og 6,0 m dybde. Videre mot vest ved Hvittingfoss Bo- og behandlingssenter er det også observert fjell i dagen. Lågen gjør en krapp sving når den treffer fjellterskelen ved Bo- og behandlingssenteret.

Det er tatt opp prøver av leiren i ett punkt på platået, samt at det er tatt opp prøver på nord og sørsiden av platået. Prøvene fra platået viser middels fast leire fra 6 meter under terreng, stedvis siltig og med silt- og sandlag. Vanninnholdet i undersøkte prøver ligger rundt 35% og plastisitetsindeksen ligger på 15-25%. 2 av 4 prøver klassifiseres som sprøbruddsmateriale, 1 av disse prøvene inneholdt kvikkleire.

Det er utført ødometerforsøk på en prøve fra 6,5 m, denne viser en prekonsolideringspenning som ligger rundt 100 kPa over dagens antatt spenningsnivå, noe som tilsvarer OCR=2 i dette nivået.

Prøveserien nord for sonen (borpunkt NGI 1-4) viser middels fast til fast leire. Vanninnholdet er også forholdsvis lavt rundt 25-30%. Leiren er middels sensitiv, og klassifiseres ikke som sprøbruddsmateriale. Prøvene bærer preg av relativt høy overkonsolidering. To ødometerforsøk utført av NGI (NGI1) nærmere Lågen viser overkonsolideringsnivå på 3,7 og 1,8 på hhv. 10,6 m og 13,2 m dybde.

Prøveserien i bekkedelen sør for ravinen viser middels fast til fast leire. Materialet er silt og leire med innslag av finsand. Vanninnholdet ligger rundt 30%. Det er ikke utført ødometerforsøk på materialet, men det antas også her en høy grad av overkonsolidering.

3.4 Poretrykksforhold

Poretrykksforholdene er undersøkt i ett punkt i sonen. Det er satt ned piezometer på hhv. 7 m og 13 m dybde. Målerene er lest av 5 ganger. Måleresultatene er gitt i vedlegg 3. Den øverste måleren viser poretrykk mellom 18 kPa og 27 kPa (1,8-2,7 mVs), og den nederste måleren viser mellom 2 og 11 kPa. Bakgrunnen for at det måles lavere poretrykk i dybden kan være at nederste måleren er satt i drenerende lag hvor det står lavt poretrykk. Måleren står på nivå med bekken i sør. I skråninger med drenerende lag er det potensiale for områder med synkende poretrykk med dybden.

Poretrykkene som er målt er generelt lave, noe som er gunstig for stabilitetsforholdene. Det antas at poretrykket er lavt rundt hele platået ettersom sanden og lag med silt og sand i leiren vil drenere ut massene.

4 SONEAVGRENSING OG ROS-ANALYSE

Det har i forbindelse med arbeidene blitt vurdert soneavgrensing, oppdeling av eksisterende sone og oppretting av nye soner. Det er utført evaluering av ROS-analyse for eksisterende sone.

Denne rapporten tar for seg området rundt Haugen. Se tegning 600 for avgrensing av vurderingene.

4.1 Haugen

Soneavgrensingen for eksisterende sone er vurdert, og er ikke justert.

Det ble undersøkt om området ned mot bekkeløpet nord for dagens sone burde ha vært inkludert i sonen (Profil 4A). I punkt NGI1-4 ligger kvikkleiren dypere enn 1,5xH (skråningshøyden), samt at leiren har relativt høy fasthet på grunn av stor grad av overkonsolidering. Det er beregnet god stabilitet ned mot bekkeløpet i profil 4A. Området er derfor ikke inkludert i kvikkleiresonen.

Basert på utførte grunnundersøkelser og befaringer er det gjort en oppdatering av tidligere faregradsevaluering, utført av NGI i 12.06.2009, for sone 1635 Haugen

Skadekonsekvens er beholdt på 17 poeng (38% av mulig totalscore). Skadekonsekvens beholdes dermed i klasse alvorlig.

I faregradsklassifisering er poenggivning for poretrykk og tidligere terrengnivå nedjustert, erosjon er oppjustert fra *ingen* til *lite*. Total poengsum er justert fra 15 til 13 poeng (25% av mulig totalscore). Dette plasserer sonen i faregradsklasse lav slik som opprinnelig vurdering.

Risikoklasse beholdes i klasse 3.

4.2 Langs Lågen

Følgende vurdering gjelder langs Lågen fra Hvittingfoss Bo- og behandlingssenter og opp til rundkjøringen i Hvittingfoss sentrum. Vurdering for stabilitetsforhold og soneavgrensing ut mot Lågen nord for dette er vurdert i G-rap-004 612028, se tegning 600 og 1000.

Dreietrykksonderinger i NGI-7 ved Hvittingfoss Bo- og behandlingssenter tyder ikke på kvikkleire og er avsluttet på 9 meters dybde mot antatt fjell. Sonderingene i punkt NGI 1-8 120 meter lengre opp langs Lågen er avsluttet på 11,1 m mot antatt fjell. Sonderingen har jevn motstand fra 3 meter under terreng til antatt fjell og kan potensielt antyde kvikkleire. Det er utført prøvetaking i to punkter i området, NGI 1-4 og NGI1. Prøvetakingene er utført til hhv. 8 og 14 meter. Sonderingene i disse punktene, kunne som punkt NGI 1-8, antyde kvikkleire i aktuelle dybder, men prøvetaking viser verken kvikkleire eller sprøbruddsmateriale. Rambøll vurderer at det på grunnlag av tilgjengelig data ikke er grunnlag for å etablere en ny kvikkleiresone for denne delen Langs lågen. Det påpekes at det kan bli aktuelt med en kvikkleiresone hvis man ved fremtidige undersøkelser påtreffer kvikkleire i området. Det bør vurderes å ta opp 2-3 prøver i punkt NGI 1-8 for å nærmere vurdere om det er kvikkleire i dette punktet.

Det bemerkes at det er et dypsøkk midt i Lågen utenfor NGI 1-8. Ved bunnkotekartlegging i 2011, gjengitt i parameterrapport rev. 01. /3/, er det målt ned mot kote +47 midt i Lågen utenfor borpunkt NGI 1-8.

4.3 Plataåene mellom 1320 Myrahaugen og 1322 Hvittingfoss

Det er utført sonderinger på to platåer nordøst for sonene 1322 Myrahaugen og 1635 Haugen, henholdsvis punkt NGI-36 og 4-9. NGI-36 er fra kvikkleiresonekartlegging i 1998 og er avsluttet på antatt fjell ved 10,5 meter. Boringene viser relativt stor sonderingsmotstand og antyder ikke sprøbruddsmateriale. Området ble ikke vurdert som et aktsomhetsområder for kvikkleireskred.

I forbindelse med de nye utredningene ble det i punkt 4-9 utført en ny sondering og prøvetaking. Dette punktet er plassert på et mindre platå sørvest for sondering NGI-36. Sondering kan antyde kvikkleire, men det ble tatt opp prøver til 16 meters dybde, og prøvene viser siltig leire og klassifiseres som lav til middels sensitiv (sensitivitet 5 -12). Skråningshøyden i området er på det høyeste 13 meter. Sonderingen ble ført til 21 meter og hadde tilsvarende

tendens som i området med opptatte prøver. Vi vurderer at det ikke er grunnlag for å opprette et aktsomhetssone for kvikkleireskred rundt punkt 4-9.

5 BEFARING

Morten Tveit og Rolf Aasland fra Rambøll samt Ellen Elizabeth Davis Haugen fra NVE hadde en befaring i de aktuelle områdene den 17.04.2012, hvor plassering av borpunkt og planlagte profil ble vurdert i felt. Det ble også vurdert tilgjengelighet for borerigg.

I forbindelse med befaring ble bekkeløpet på sørsiden av sonen befart, samt området nordøst for sonen. I bekken på sørsiden ble det enkelte steder observert fjell i dagen. Disse punktene er markert på tegning 600.

Hovedfokus på befaring var plassering av borpunkt og tydelige spor etter utglidinger eller aktiv erosjon. Generelt ble det ikke observert fremtredende aktiv erosjon eller utglidninger. Ved detaljplanlegging og prioritering av stabiliserende tiltak bør det utføres en supplerende befaring med større fokus på erosjonsforhold og andre eventuelle utløsningsmekanismer for nærmere vurdering av reell skredfare og behov for sikringstiltak.

Det vises også til NGI-rapport fra 2008 ref. /3/ med befaringsnotater fra området. Merknader i rapporten og eventuelle utviklinger av disse spesifiserte punktene bør følges opp ved befaring i 2014.

6 STABILITETSANALYSER

Stabilitetsanalyser er utført med stabilitetsmodul i GeoSuite Toolbox.

I beregninger for stabiliserende tiltak er beregnede skjærflater for dagens situasjon vist med gråtone, beregninger etter tiltaket er vist med svart farge. I tilfeller der kritisk skjærflate er sammenfallende før og etter stabiliserende tiltak er materialfaktor for dagens situasjon for gjeldene flate vist i parentes.

Det er i beregningene tatt sikte på stabiliserende tiltak som oppfyller krav til %-vis forbedring av stabilitet iht. NVEs veileder for tiltak i kvikkleiresoner ref./2/. Kravene i veilederen gjelder vel å merke for nye utbygginger i kvikkleiresoner, i en utredning som vurderer stabilitet og mulige tiltak for eksisterende bebyggelse er kravene til %-vis kun benyttet som retningslinjer. Vurderinger av hvilke tiltak som bør prioriteres er gitt i kapittel 8. Se tegning 600 for plassering av de ulike profilene.

6.1 ADP-analyse (udrenert)

Resultater fra ADP-analyse er gitt i tabell 1. Tabell 2 gir laveste beregnede sikkerhetsfaktor etter stabiliserende tiltak.

Det er lav beregningsmessig stabilitet i udrenert situasjon for 3 profiler, 4B, 4D og 4E. Lavest sikkerhet mot udrenert brudd i dagens situasjon ble beregnet i profil 4B.

Tabell 1: Oppsummering sikkerhetsfaktor kritiske skjærflater, ADP-analyse dagens situasjon

Tegningsnummer	Profil	Sikkerhetsfaktor, F	Krav til F (%-vis forbedring)	Kommentar
610	4A-DS	1,62		
620	4B-DS	1,05	1,14	
630	4D-DS	1,34	1,36	
640	4E-DS	1,18	1,24	

Det er vurdert terrengtiltak i profil 4B og 4E for å bedre beregningsmessig stabilitet. For profil 4B oppfyller ikke skissert tiltak %-vis forbedring. For å oppnå dette må det vurderes bekkelukking eller riving av boligbygg. Det er derfor valgt å se på et terrenginngrep som medfører et mindre inngrep og delvis forbedrer stabiliteten.

Profil 4B er vurdert som et representativt profil mot bekkeløpet i sør. Fjellet er i beregningene lagt inn i en dybde som tilsvarer situasjonen øst i bekkeløpet, hvor det er dypest til fjell. Stabiliteten er noe bedre hvor fjellet ligger grunnere i foten av skråningen. Det er utført en beregning hvor dybden for en kritisk sirkel er begrenset til dybde for antatt fjell i sondering 4-7. Beregnet sikkerhetsfaktor 1,15 for denne situasjonen, se tegning 620. Ved skissert motfylling forbedres stabiliteten til 1,21, som nesten oppfyller kravet til %-vis forbedring, se tegning 621.

Et terrenginngrep som beregningsmessig øker stabiliteten fra 1,34 til 1,36 i profil 4D vil være av svært lite omfang. Det er derfor valgt å ikke skissere nødvendig terrenginngrep.

Tabell 2: Oppsummering sikkerhetsfaktor kritiske skjærflater, ADP-analyse med forslag til utbedring

Udrenert - Utbedret situasjon			
Tegningsnummer	Profil	Sikkerhetsfaktor, F	Kommentar
	4A		Ingen utbedring trengs
621	4B-US	1,10	Vanskelig å oppnå %-vis forbedring uten riving av boligbygg eller bekkelukking
	4D		Ikke vurdert, svært lite inngrep - tilnærmet ok
641	4E-US	1,24	Motfylling

6.2 AFI-analyse (drenert)

Det er generelt beregnet bedre stabilitet i drenert situasjon enn udrenert situasjon. Det er beregningsmessig lav stabilitet i profil 4B for dagens situasjon. Skissert tiltak forbedrer stabiliteten til godt over %-vis forbedring.

Tabell 3: Oppsummering sikkerhetsfaktor kritiske skjærflater, AFI-analyse dagens situasjon

Drendert - Dagens situasjon				
Tegningsnummer	Profil	Sikkerhetsfaktor, F	Krav til F (%-vis forbedring)	Kommentar
611	4A-DS	1,87		
622	4B-DS	1,1	1,18	
631	4D-DS	1,46		
642	4E-DS	1,43		

Tabell 4: Oppsummering sikkerhetsfaktor kritiske skjærflater, AFI-analyse med forslag til utbedring

Udrendert - Utbedret situasjon			
Tegningsnummer	Profil	Sikkerhetsfaktor, F	Kommentar
	4A		Ingen utbedring trengs
623	4B-US	1,30	Udrenert: ikke ok
	4D		Ingen utbedring trengs
	4E		Ingen utbedring trengs

7 GEOTEKNISKE VURDERINGER

I nedenstående avsnitter er det gjort et geoteknisk vurdering av beregningssnittene. Det er gitt en prioritering av skisserte tiltak, vurdert på bakgrunn av fare for skred, da med vurdering av både i beregnet sikkerhetsfaktor og potensielle utløsningsmekanismer, samt konsekvensene av et eventuelt skred.

Det er på tegning 600 differensiert mellom tre ulike prioriteringsnivå på utbedringstiltak, 1-høy, 2-middels og 3-lav.

7.1 Profil 4A

Profil 4A er beregnet for å vurdere stabilitet mot skred i nordenden av eksisterende kvikkleiresone. Det beregnes tilfredsstillende stabilitet både i udrenert og drenert tilstand i skråningen. Et større skred i profil 4A vurderes som svært lite sannsynlig. Det er ikke foreslått noen form for stabiliserende tiltak i snittet.

7.2 Profil 4B

Profil 4B er beregnet som et generelt profil mot bekkeløpet sør i sone.

Det er lav udrenert stabilitet i profil 4B med beregnet sikkerhetsfaktor 1,05. Det er også funnet lav drenert stabilitet for dagens situasjon, med beregnet sikkerhetsfaktor 1,10.

Et skred kan utløses av erosjon i fot av skråningen, eller en ytre belastning på skråningen for eksempel i form av en oppfylling på toppen av skråningen. Et initialskred i form av et rotasjonsskred kan blottlegge sprøbruddsmateriale som dermed kan bre seg bakover i form av et bakoverrettet skalkskred.

Det bemerkes at flere av husene på toppen av skråningen ligger helt ut mot skråningskant. Disse kan berøres av mindre utglidninger og rotasjonsskred. Skråning er flere steder mellom 14 og 18 meter høy, med helning opp mot 1:1,4 (35 grader) –som antatt tilnærmet tilsvarer friksjonsvinkelen til sandmassene. Det er potensielt for at mindre overflateskred i sandmassene i skråningen kan påvirke bebyggelse på toppen.

7.2.1 Stabiliserende tiltak

Sikring mot erosjon i fot av skråningen anbefales for å redusere fare for utløsningsmekanisme.

Motfylling kan utføres for å forbedre stabiliteten. Skissert motfylling er i størrelsesorden 15 000 m³. En erosjonssikring kan kombineres med en motfylling. I detaljprosjektering kan størrelsen av en slik motfylling vurderes. På grunn av plassforhold er det vanskelig å oppnå krav til %-vis forbedring i henhold til NVEs retningslinjer uten å legge bekken i rør eller rive hus. Et tiltak av slik størrelse vurderes som lite aktuelt. Skråningen er relativt bratt (1:1,4) og det bør også vurderes å sikre mot grunnere utglidninger i sandmassene hvis man går inn for å utføre en motfylling. På tegning 621 er det skissert et alternativ til motfylling av sprengsteinsfylling med en skråningshelning 1:1,5 og høyde rundt 6 meter. En alternativ løsning som vil gi lavere %-vis forbedring, men også ivaretar overflatestabiliteten i skråningen er å legge en mindre motfylling med skråningshelning på 1:2 fra foten av skråningen. En slik løsning vil til dels sikre mot overflateutglidninger i sandmassene da den slaker ut foten av skråningen. Løsning for en eventuell motfylling vurderes nærmere i detaljprosjektering.

Erosjonssikring og motfylling må vurderes opp mot hydrologiske forhold. Det må blant annet vurderes om en motfylling og innsnevring av bekkeløpet kan medføre fare for erosjon mot ravineskråningen i sør, det er ikke vurdert stabilitet på denne siden av ravinen. Bekken har et gjennomsnittlig fallforhold på rundt 1:80 fra kulvert under Fv40 til rør under Fosshaugveien. Selv om bekken er relativt slak bør det vurderes hvordan erosjonssikring og eventuelt større strømningshastighet påvirker forholdene i bekkeløpet.

Rambøll vurderer at primært bør bekkeløpet befares for en nærmere vurdering av erosjonsforhold og fare for erosjon. Det bør basert på dette vurderes behov for erosjonssikring.

Sekundært vurderes en form for motfylling for å forbedre beregnet stabilitet.

7.3 Profil 4D

Profil 4D er valgt som et representativt profil for stabilitetsforhold mot vest i eksisterende kvikkleiresone.

For drenert stabilitet er det funnet sikkerhetsfaktor 1,46. For udrenert situasjon er sikkerhetsfaktor 1,34 for dagens situasjon. Den er noe lavere enn kravet på 1,40.

På toppen av skråningen er det rundt 9 meter finsand over leiren, og i foten av skråningen er det leire fra ca. 5 meter under terreng. Skråningshøyde er total ca. 12 meter. For at det skal gå et leirskred må det være i form av et større rotasjonsskred eller et stort flakskred. For at et slikt skred skal utløses må skråningen utsettes for en større ytre belastning. Det er ingen bekk i fot av skråningen som bidrar til erosjon eller fungerer som en utløsningsmekanisme.

Skråningen er relativt bratt, med en helning på ca. 1:1,4. Skråningen kan være utsatt for overflateskred i sandmassene, særlig i store nedbørsperioder. Det bemerkes at flere av husene ligger helt ut mot kanten av skråningen.

Rambøll vurderer det som lite sannsynlig at det går et større naturlig skred mot vest i sone 1635 Haugen, men peker på faren for mindre overflateskred i sandmassene.

7.3.1 Stabiliserende tiltak

Ikke vurdert, men for å oppnå kravet til %-vis forbedring er det kun behov for mindre tiltak. Skråningen mer utsatt for mindre utglidninger i sandmaterialet enn kvikkleireskred. En eventuelt sikring mot dette vurderes å ligge utenfor foreliggende utredning.

7.4 Profil 4E

Det er valgt å vurdere faren for et løsmasseskred ned mot bekkeløpet nordøst for sonen.

Beregnet udrenert stabilitet for dagens situasjon er 1,18. Beregningen er utført som en 2D-analyse, men valgt snitt representerer ikke en plan situasjon. Reell udrenert sikkerhetsfaktor er derfor vurdert å være noe høyere enn beregnet for aktuelle skjærflater (dype). For drenert situasjon er det beregnet god stabilitet med sikkerhetsfaktor større enn 1,43.

Skråningen består i all hovedsak av sand, med store dybder til sprøbruddsmateriale.

7.4.1 Stabiliserende tiltak

For å forbedre stabiliteten for udrenert situasjon kan det utføres en mindre motfylling/planering i foten av skråningen og erosjonssikring langs yttersvingen av bekken, som vist på tegning 600 og 641. Skissert motfylling er i størrelsesorden 2500 m³.

Rambøll vurderer at det i utgangspunktet lite sannsynlig med et større naturlig skred ned mot bekkeløpet, men for sikkerhetsskyld bør erosjonsforhold i fot av skråningen vurderes nærmere. Ved fare for erosjon kan sikring av bekkeløpet vurderes.

Det er skissert en motfylling i foten av skråningen for å bedre beregningsmessig stabilitet. Skissert motfylling kan gis lav prioritet.

8 KONKLUSJON

For sone 1635 Haugen bør det fokuseres på stabilitetsforholdene ned mot bekkeløpet sør for sonen. Primært bør det fokuseres på potensielle naturlige utløsningsmekanismer for skred, i dette tilfellet erosjon i fot av skråningen. Det ble ikke observert utpreget erosjon i bekkedalen ved befarig i 2012. Men det bør utføres en supplerende befarig for å vurdere erosjonsforholdene nærmere, samt eventuelt utvikling av erosjon i bekkeløpet. En eventuell erosjonssikring må vurderes opp mot hydrologiske forhold i bekkedalen. Vurdering av erosjonsforhold i bekkeløpet bør gis høy prioritet.

Sekundært bør det vurderes en motfylling langs bekken i sør. Det er lite plass for en motfylling i foten av skråningen, men en slik fylling kan forbedre beregningsmessig stabilitet i noe grad. Også en motfylling må vurderes opp mot hydrologiske forhold da dette kan medføre et trangere bekkeløp og eventuell erosjon i skrenten på sørsiden av bekken. Stabilitet for denne skrenten er ikke vurdert, men antas å være tilsvarende som for skrenten opp mot sone 1635 Haugen.

Det bemerkes at rundt hele sonen er det bratte skråninger, med helning opp mot 1:1,4 (35 grader) med høyde 5 til 15 meter. Det er bebyggelse på kanten av disse skråningene. Skråningene består i hovedsak av sand og finsand over kvikkleire. Alle disse skrentene kan være utsatt for mindre overflateutglidninger. Ved en eventuell detaljprosjektering av sikringstiltak mot større og dype kvikkleireskred bør man prosjektere tiltak som i størst mulig grad også sikrer for overflatestabiliteten i sandmassene. En eventuell motfylling må utføres med permeable masser slik at denne ikke medfører poretrykksoppbygging i grunnen.

Det er vurdert at det ikke er grunnlag for å klassifisere ytterlige kvikkleiresoner rett nord eller vest for eksisterende kvikkleiresone. Det er heller ikke grunnlag for å endre eksisterende soneavgrensing.

9 REFERANSER

1. NGI-rapport 20001008-2, *Program for økt sikkerhet mot leirskred: Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire*. Revisjon 3., datert 08.oktober 2008.
2. NVE-veileder: Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Vedlegg 1 til NVEs retningslinjer: Flom- og skredfare i arealplaner, datert april 2011.
3. Rambøll-rapport G-rap-001 6120285, rev. 01, Geoteknisk rapport, parameterrapport Hvittingfoss, datert 03.05.2013
4. Rambøll-rapport G-rap-001 6120638, Datarapport fra grunnundersøkelse, Hvittingfoss omsorgsboliger, datert 19.10.2012
5. NGI-rapport 20071440 «Hvittingfoss, Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger», datert 21.august 2008.

MERKNADER

Høy prioritet:

- ①Vurdering av erosjonsforhold langs sørsiden av 1635 Haugen. Erosjonssikring ved behov.

Middels prioritet

- ②Vurdering av erosjonsforhold langs nordøst siden av 1635 Hageun. Erosjonssikring ved behov.

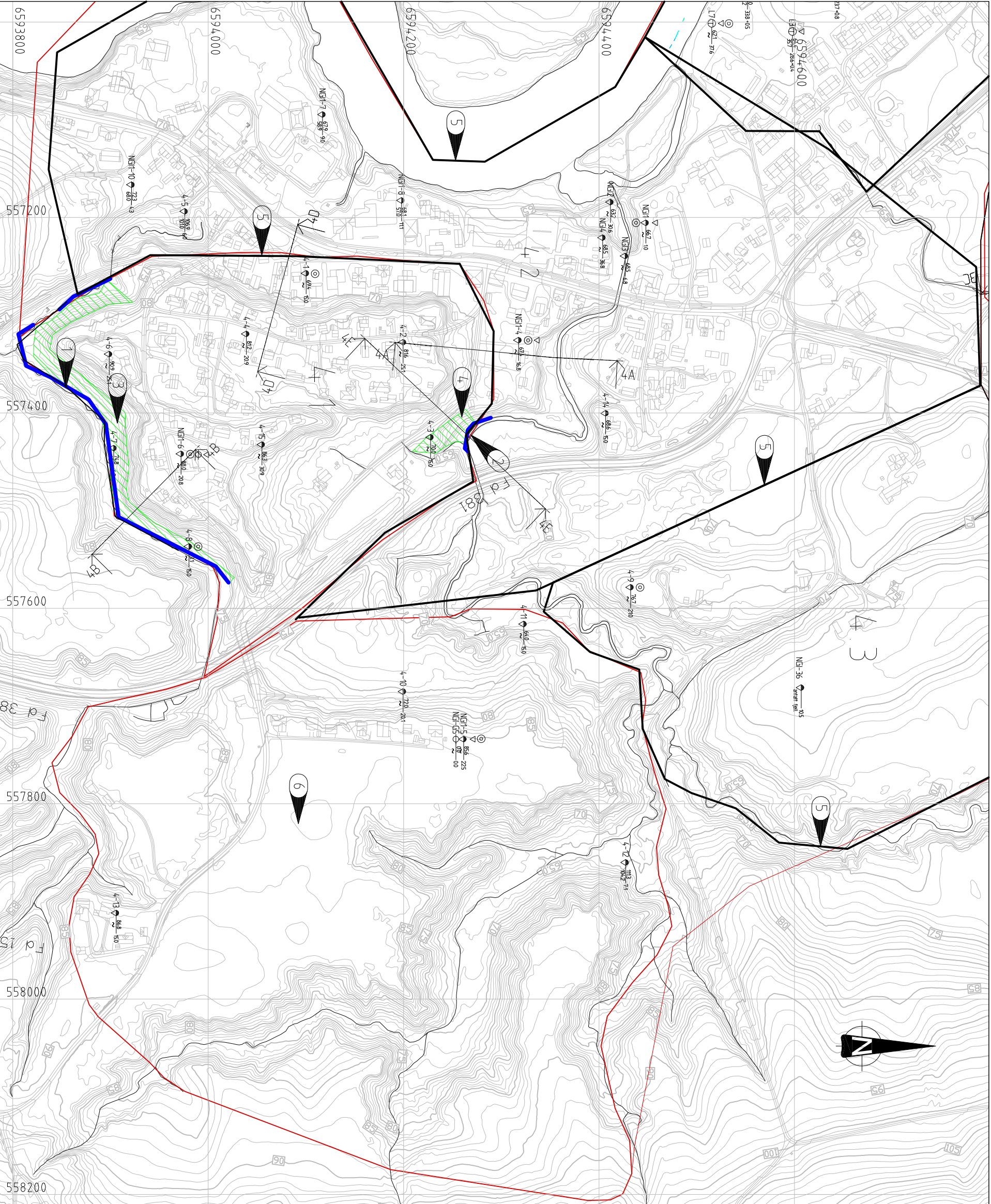
- ③Motfylling lang sørsiden av 1635 Huagen.

Lav prioritet

- ④ Motfylling nordøst i 1635 Haugen.

- ⑤ Områder vurdert i G-rap-005, i hhv. kapittel 4.1, 4.2 og 4.3

- ⑥ For vurdering av sone 1322 Hvitlingfoss vises det til rapport G-rap 006.



Erosjonssikring

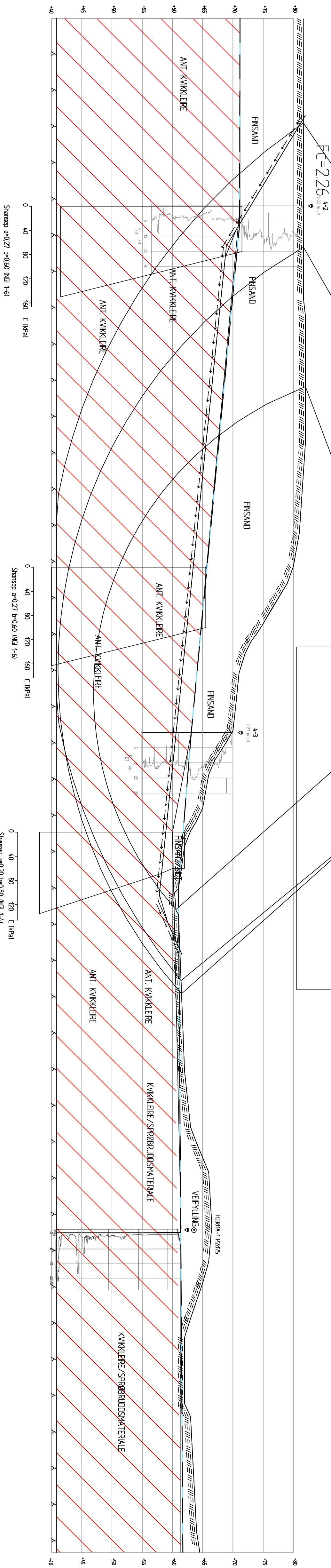
Motfylling

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Material	nr	Densitet	F _i	C	C	A _a	A _d	A _p
Sand/Veiylling1		18,00	330	0,0				
Kvikkleire	2	19,50	---	---	C-profil	0,85	0,66	0,33
Berg								

ANTATT TIDLIGERE TERRENG KOTE +98

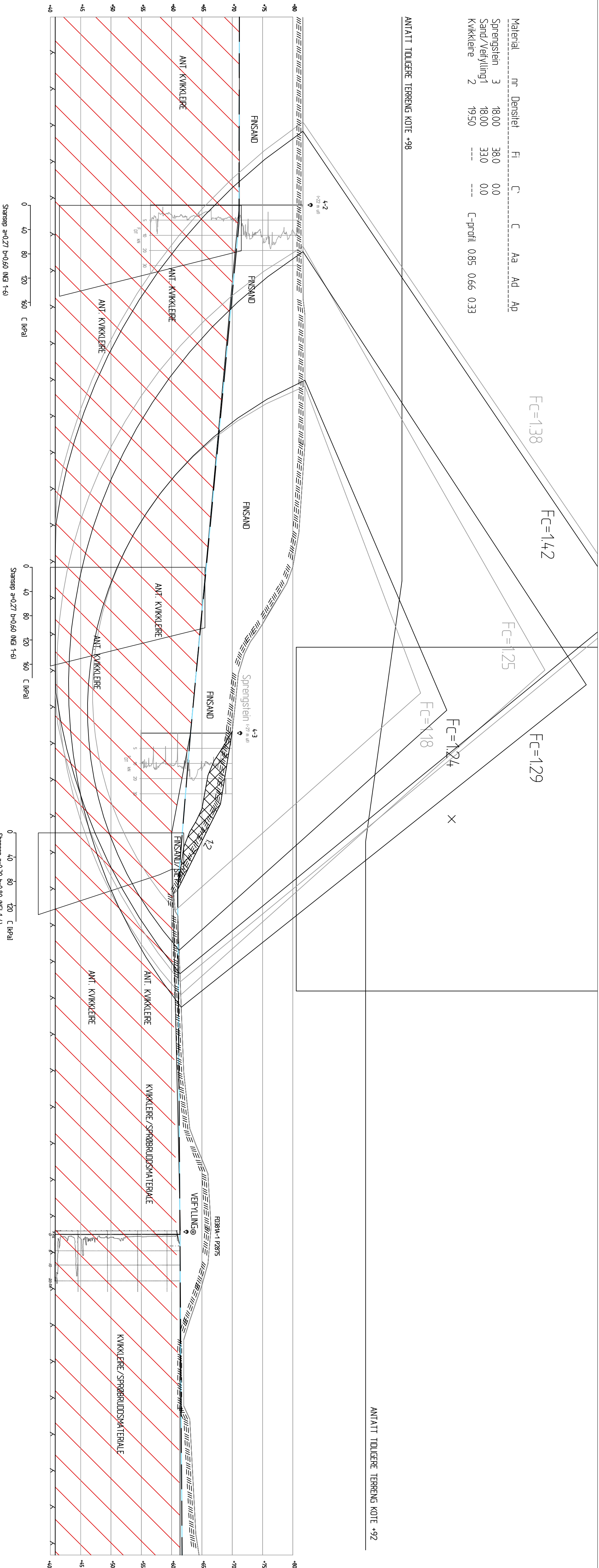
ANTATT TIDLIGERE TERRENG KOTE +92



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Material	nr	Densitet	FI	C'	C	Aa	Ad	Ap
Spengstein	3	18.00	38.0	0.0				
Sand/Veffylling1		18.00	33.0	0.0				
Kvikkleire	2	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.66	0.33

ANTATT TOLLGERE TERRENG KOTE +98



ANTATT TOLLGERE TERRENG KOTE +92

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	18.00	33.0	0.0				
Kvikkleire	2	19.50	---	---				
Berg						C-profil	0.85	0.66 0.33

ANTATT TIDLIGERE TERRENG KOTE +98

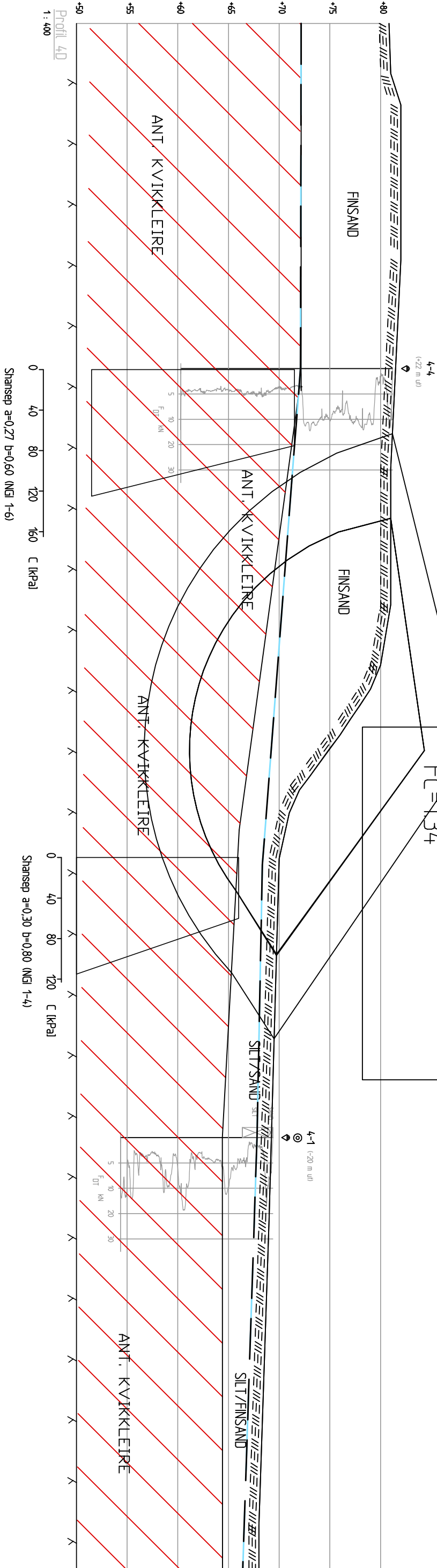
Søkområde (nivåer)

FC=1.42

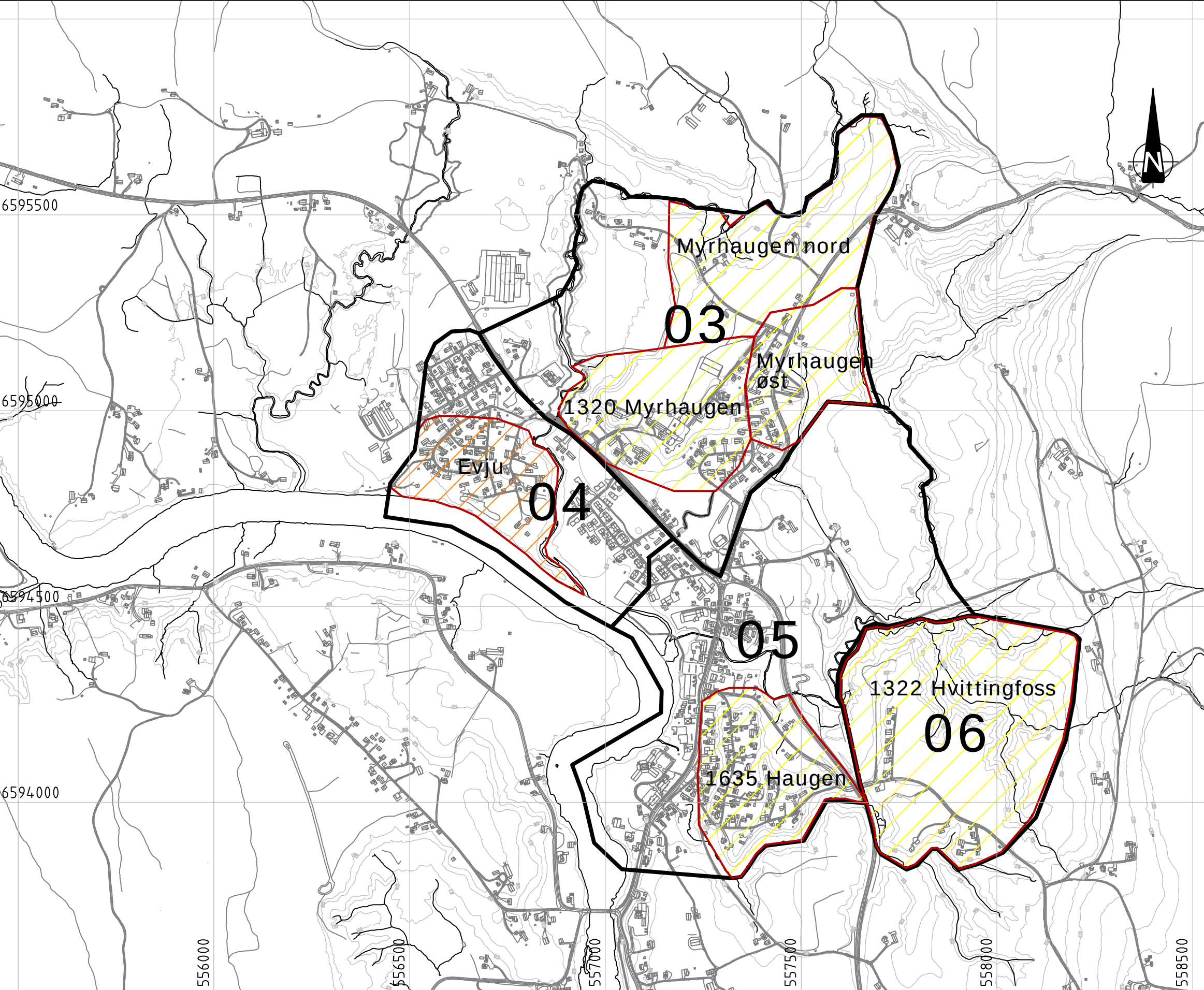
X

FC=1.34

ANTATT TIDLIGERE TERRENG KOTE +92



					OPPDRAAG					INNHOOLD					OPPDRAAG NR.					MÅLESTOKK					BLAD NR.					AV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
					Hvittingfoss					Profil 4D - Dagens situasjon					6120285					1:400					-					-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
					OPPDRAAGSGIVER					Totalspeningsanalyse															TEGNING NR.					REV.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
					NVE - Region Sør																				630					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
TEGNINGSSTATUS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													



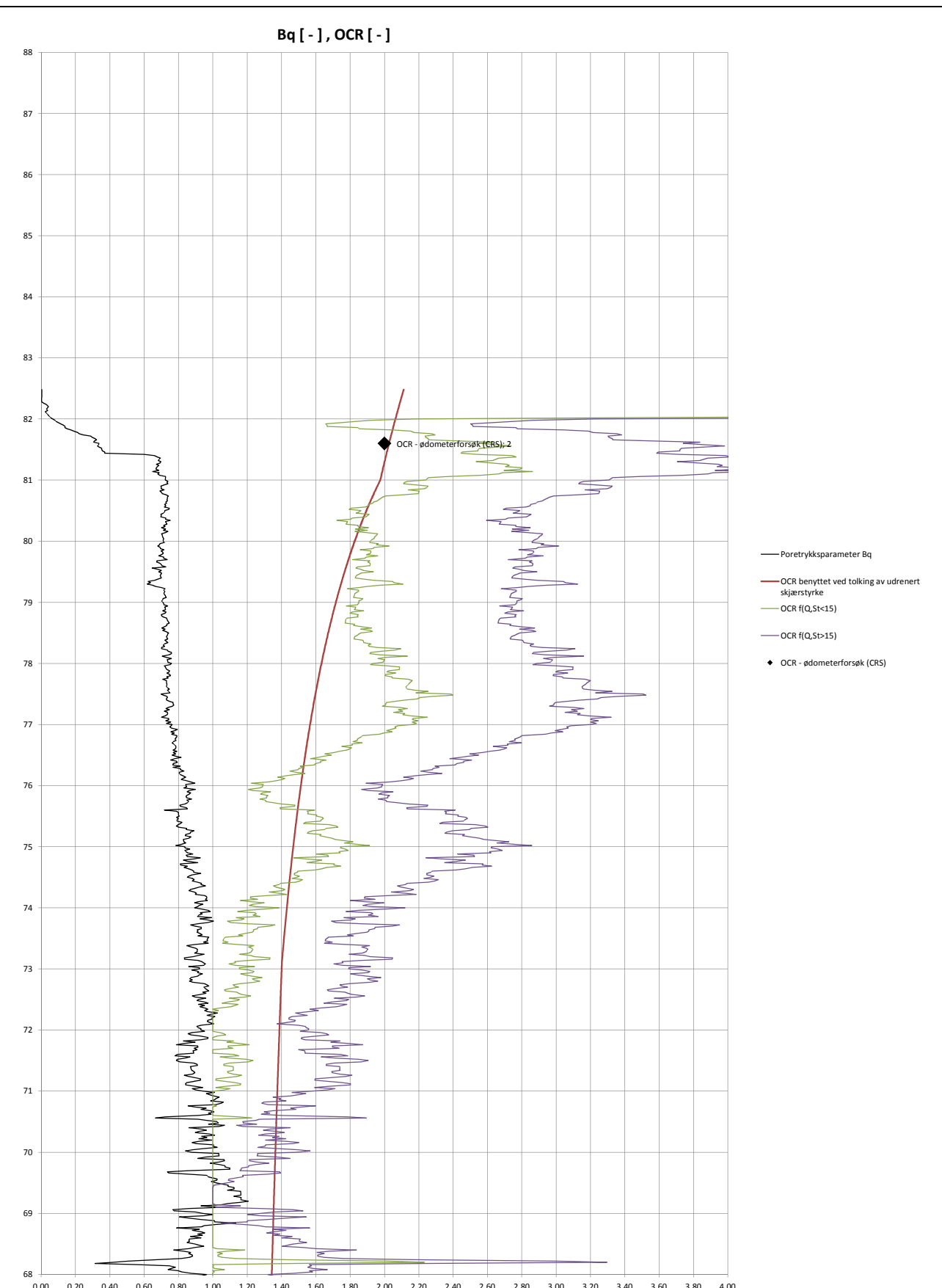
- HENVISNINGER
- Rapport nummer 03: Myrhaugen
 - Rapport nummer 04: Evju
 - Rapport nummer 05: Haugen
 - Rapport nummer 06: Hvittingfoss

						OPPDRAG		INNHOOLD		OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
00	18.02.14		MTV	RAD	OBD	Hvittingfoss, kvikkleireutredning		Situasjonsplan		6120285	1:10 000		
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	OPPDRAGSGIVER		Oversikt over vurderte områder		TEGNING NR.			REV.
TEGNINGSSTATUS						NVE, region sør				1000			0

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

ref: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, Metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire"
20001008-2 datert 31 august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 2001

Skadekonsekvens					Forklaring									
vurdering:														
Faktor	vektall	Analyse NGI 2009	Analyse Rambøll 2014	kommentar	Faktor	vektall	Konsekvens, score							
							3	2	1	0				
Boligheter	4	3	3	Kommunal	Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen				
Næringsbygg, personer	3	0	0		Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen				
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	0		Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen				
Vei	2	1	1		Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100				
Toglinje	2	0	0		Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen				
Kraftnett	1	1	1	Antatt Distribusjon	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal				
Oppdemming/flom	2	1	1		Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen				
Poeng (score x vektall):					17					17				
Beregnet skadekonsekvensklasse:					Alvorlig					Alvorlig				
Skadekonsekven					0,38					0,38				
Faregradsklasser (sannsynlighet)					Forklaring									
vurdering:														
Faktor	vektall	Analyse NGI 2009	Analyse Rambøll 2014	kommentar	Faktor	vektall	Faregrad, score							
							3	2	1					
Tidligere skredaktivitet	1	3	3	Basert på skredgrop øst i området	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen				
Skråningshøyde	2	2	2		Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15				
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	2	OCR=1,4 (CPTu pkt. NGI1-6)	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0				
Poretrykk, overtrykk	3	0	0		Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk				
Poretrykk, undertrykk	-3	2	3	-80 kPa i pkt. NGI 1-6	Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk				
Kvikkleiremektighet	2	3	3	H/0,6 i Profil 4B	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag				
Sensitivitet	1	2	2	St=98 i NGI 1-6	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20				
Erosjon	3	0	1	Noe erosjon i bekken sør for området	Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen				
Inngrep, forverring	3	0	0		Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen				
Inngrep, forbedring	-3	0	0		Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen				
Poeng (score x vektall):					15					13				
Beregnet faregradsklasse:					Lav					Lav				
Faregrad					0,29					0,25				
Risiko (skadekonsekvens x faregrad)					1111					963				
Risikoklasse:					3					3				



		NVE			Oppdrag 6120285
		Hvittingfoss		Tegn./kontr. MTV/RAD	Vedlegg 2
		Borpunkt:	NGI 1-6		
		Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 01.09.2013	Tegn. Nr. -



Avlesning piezometer						
Punkt	Type/ Sonden.	Filterdybde	Dato	Målt vannsøyle [mVp]	Målt dybde [m u/terr]	Kommentar
NGI 1-6	Elektrisk/ 4440	7m	15.11.2012	2,73		Plassering mot bygg
			21.11.2012	2,73		
			20.12.2012	2,71		
			30.04.2013	2,06		
			09.10.2013	1,85		
	Elektrisk/ 4441	13m	15.11.2012	0,81		Plassering fra bygg
			21.11.2012	0,83		
			20.12.2012	1,12		
			30.04.2013	0,32		
			09.10.2013	0,25		

Vedlegg 2:

NGI teknisk notat 20120427-05-TN

**Gjennomgang av Geoteknisk
rapport 1635 Haugen (G-rap-05),
Rambøll AS, 27.5.2014**

Til: NVE Region Sør
v/: Ellen Davis Haugen
Kopi til:
Dato: 27. mai 2014
Rev. nr./ Rev. dato: 0
Dokumentnr.: 20120427-05-TN
Prosjekt: Tredjepartskontroll. Geoteknisk utredning av kvikkleiresoner, Hvittingfoss.
Utarbeidet av: Håkon Heyerdahl
Prosjektleder: Håkon Heyerdahl
Kontrollert av: Øyvind A. Høydal

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
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

Gjennomgang av Geoteknisk rapport – 1635 Haugen (G-rap-05), Rambøll AS

Sammendrag

NGI har gjennomgått geoteknisk rapport G-rap-05 for kvikkleiresone 1635 Haugen i Hvittingfoss sentrum. Rapporten er utarbeidet av Rambøll AS i forbindelse med geoteknisk utredning av kvikkleiresoner, Hvittingfoss.

I hovedsak er foreslåtte stabiliserende tiltak fornuftige. Datagrunnlaget er stedvis noe tynt. Noen av tolkningene i Rambølls rapport er vi ikke helt enige i, men dette påvirker ikke foreslåtte tiltak i stor grad.

Innhold

1	Innledning	2
2	Vedrørende kontrollomfang	2
3	Soneavgrensning og faregradsevaluering 1635 Haugen	2
4	Stabilitetsberegninger	3
4.1	Beregningsmetodikk og datagrunnlag	3
4.2	Sprøbruddmateriale i punkt NGI1-8	3
4.3	Mulig forstyrrelse av borehull i borepunkt NGI1-6	4
4.4	Lagdeling profil 4B	4
4.5	Poretrykksmålinger	4
4.6	Supplerende profiler	5
5	Foreslåtte tiltak	5
5.1	Profil 4B	5
5.2	Profil 4E	5
6	Referanser	6
Kontroll- og referanseside		

1 Innledning

NVE Region Sør har gitt NGI i oppdrag å utføre tredjepartskontroll av pågående geoteknisk utredning av kvikkleiresoner ved Hvittingfoss. Utredningen utføres av Rambøll AS.

Tidligere er det utført tredjepartskontroll av borplaner (ref. /1/-/4/), av parameterrapport (ref. /5/ og /6/), av geotekniske rapporter for sone 1324 Eknes (ref. /7/ og /8/), Myrahaugen (ref. /9/ og /10/) og Evju/Evjutunet (ref. /11/ og /12/).

I denne omgang er det geoteknisk rapport G-rap-05 for kvikkleiresone 1635 Haugen (ref. /13/), som skal kontrolleres. Grunnundersøkelser er gitt i datarapport fra GeoStrøm AS, ref. /14/, samt eldre grunnundersøkelsesdata fra ref. /15, og /16/.

2 Vedrørende kontrollomfang

NGI har ikke utført egne kontrollberegninger av stabiliteten, men i hovedsak utført en overordnet gjennomgang av vurderingene og beregningsresultatene, med vurdering av konklusjoner og forslag til tiltak. Skrivefeil, som det er en del av, er ikke kommentert.

➔ Kommentarer og forslag er gitt med pil som vist her.

3 Soneavgrensning og faregradsevaluering 1635 Haugen

Viktigste konklusjon i Rambølls rapport (ref. /13/) er at utstrekning av eksisterende sone foreslått opprettholdt, og at det er ikke foreslått nye kvikkleiresoner på bakgrunn av utredningen i de områdene som er vurdert.

Med kun små justeringer i vurdering av faregradsklasse og skadekonsekvensklasse sammenliknet med tidligere vurderinger, opprettholdes også disse, og også resulterende risikoklasse forblir uendret.

➔ Vi har ingen innvendinger til disse vurderingene.

➔ I området vest for sonen mot Lågen vil evt. prøvetaking avklare forekomst av kvikkleire i området hvor det foreløpig ikke er konkludert endelig. Boring NGI1-8 bør anses kvikk inntil prøver evt. viser noe annet.

4 Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegninger er utført i fire profiler (profil 4A tom. 4D. Det er tidligere også utført stabilitetsberegning innenfor sonen av NGI (ref. /15/). Beregningene er presentert på tegninger 600-642.

4.1 Beregningsmetodikk og datagrunnlag

Parameterrapporten (ref. /5/) er kontrollert tidligere (ref. /6/). Beregningsmetodikk og styrkeparametre i ref. /13/ er i tråd med tidligere rapporter (ref. /7/, /9/ og /11/). Enkelte endringer sammenliknet med parameterrapporten er redegjort for i avsnitt 2 i ref. /13/. Beregningsmetodikken er i tråd med vanlig praksis.

- ➔ Datagrunnlaget er i hovedsak tilfredsstillende, men bør vurderes forbedret for detaljert planlegging av tiltak, hvis aktuelt.
- ➔ Kommentar vedr. poretrykksantakelser er gitt i avsnitt 4.5.
- ➔ Prøver i punkt 4-1 er kun tatt ned til 3 m, slik at evt. kvikkleire i bløtere lag lenger ned ikke er avklart. Til dette kommenteres at prøvetaking ofte avviker fra geoteknisk konsulents bestilling. Dersom boreentreprenør aktivt tar kontakt om problematiske forhold, kan det tas stilling til evt. tiltak for å få opp prøver (eks. foringsrør/odex), i stedet for at manglende datagrunnlag kommer for en dag når datarapporten mottas.
- ➔ Antatt tidligere terrengnivå på kote 85 synes godt dokumentert (jfr. ref. /4/). Tidligere terrengnivå på k. +98 anses imidlertid høyt for området generelt, og har neppe en direkte tolkning i form av faktisk tidligere topografi. Som modell vil dette kun være riktig der grunnvannet i dag ligger meget lavt (dvs. bør ikke overføres til steder der lavt poretrykk på platået ikke er bekreftet).

4.2 Sprøbruddmateriale i punkt NGI1-8

I punkt NGI1-8 kan dreietrykksondering indikere sensitiv leire fra 4-10 m dybde. Prøvetaking i punkt NGI1-4 er utført til 8 m, ned til dette nivå indikerer imidlertid ikke dreietrykksonderingen kvikkleire, slik at overføringsverdien til NGI1-8 er begrenset. Sonderingskurve fra NGI1 er annerledes, med nesten kontinuerlig avtakende boremotstand under det øverste faste leirlaget, dvs. fra 5 m ned til bløtere masser på 20 m. Prøvetaking til 14 m er avsluttet omtrent der det antatt svakeste leirlaget ligger, ut fra data i ref. /16/.

- ➔ Sprøbruddmateriale i NGI1-8 bør ikke utelukkes basert på NGI1-4 og NGI1. Vi er enige i at det bør foretas prøvetaking i punkt NGI1-8 for å avklare om det er sprøbruddmateriale ut mot elva her. Derved er det også naturlig å avvente nærmere sonevurdering til dette er utført.

4.3 Mulig forstyrrelse av borehull i borepunkt NGI1-6

Svakt lag på dybde 11-13 m basert på CPTU i borepunkt NGI1-6 kan representere borehullsforstyrrelse. Det er her overgang til kvikkleire, men vanligvis gir ikke dette i seg selv slike utslag i CPTU-dataene. (Tilsvarende CPTU-data finnes i borepunkt NGI1-5 dybde 9-11 m. Et svakt lag i denne dybden bekreftes ikke av prøver eller dreietrykksondering fra dette punktet).

- ➔ Ny CPTU med god avstand til eksisterende sondering NGU1-6 vil avklare om det bløtere laget er reelt, eller resultat av borehullsforstyrrelse. Su-profilen vil så evt. kunne revideres (men slår trolig lite ut i beregningene).

4.4 Lagdeling profil 4B

Profilen ligger med ca. like stor avstand til boringene 4-7 og 4-8. Overkant av kvikkleirelaget er trukket dypt ned i foten av skråningen. I borepunkt 4-8 er det i prøve påvist sprøbruddmateriale i kotenivå 66-67 (ca. 5 m under skråningsfoten). Også i borepunkt 4-7 er det overgang til et bløtt lag på dybde 4-5 m (og antatt relativt grunt beliggende berg).

Både finsand- og leire/siltlaget er modellert fallende fra toppen av skråningen uten data som støtter dette.

- ➔ Lagdeling i foten av profil 4B foreslås revurdert, med tanke på evt. grunnere beliggende/større mektighet av sprøbruddmateriale.
- ➔ Evt. kontrollboring på toppen og bunnen av skråningen for å verifisere antatt lagdeling.

4.5 Poretrykksmålinger

Antakelse om lave poretrykk på plataet er basert på at en enkelt måler installert av GeoStrøm AS i NGI1-6 viser lav verdi. Det er imidlertid lite ved sonderingsresultatene fra borepunkt NGI1-6 som kan forklare at poretrykk i leirlaget skal være såpass lavt.

- ➔ Det anbefales å supplere poretrykksmålingene på plataet for å verifisere poretrykkantakelsene basert på målere i borepunkt NGI1-6.

Forbedrede poretrykkdata kan også ha betydning for beregninger langs profil 4D mot nord, hvor det ikke er poretrykksmålere. Imidlertid er det her, antatt konservativt, benyttet hydrostatisk poretrykk fra k. +71 (dette korresponderer noenlunde med nivå for hydrostatisk poretrykk søk i sonen).

4.6 *Supplerende profiler*

Det er bratte skrenter stort sett rundt hele periferien av kvikkleiresonen, og flere profiler kan tenkes kontrollert. Nord for boring 4-15 antas forsenkning av terrenget å være en gammel skredgrop. I borpunkt 4-15 ligger overkant av antatt kvikkleirelag på et vesentlig høyere nivå enn i borpunkt 4-4.

➔ Kontroll av et profil i dette området bør vurderes.

5 *Foreslåtte tiltak*

Det er foreslått tiltak i to delområder, i form av motfyllinger mot sør og nord, med noen alternative forslag.

5.1 *Profil 4B*

I avsnitt 7.2.1 er det noe uklart om motfylling anbefales eller ikke, prioritert løsning i siste del av avsnittet er øyensynlig erosjonssikring, mens motfylling nevnes som en sekundær løsning.

- ➔ Ut fra lav beregnet sikkerhet (både drenert og udrenert), bør noe stabilitetsforbedring inngå i tiltaket.
- ➔ I avsnitt 7.2.1 står det at "et alternativ til motfylling av sprengsteinsfylling" er skissert på fig. 621. Det siktes antakelig til selve motfyllingen?

5.2 *Profil 4E*

- ➔ Tiltak i profil 4E bør i første rekke sikre mot erosjon, sekundært forbedre stabilitetsforholdene.
- ➔ Datagrunnlaget i profil 4E er relativt tynt (ingen prøver, poretrykksmåling eller CPTU, nærmeste CPTU ligger i foten av profil 4A). Selv om skissert tiltak i profilet ikke er veldig stort, bør grunnundersøkelsene vurderes supplert som grunnlag for stabiliserende tiltak.

6 Referanser

- /1/ Rambøll AS (2012). Hvittingfoss – grunnundersøkelsesprogram. Vurderinger vedrørende borplan for grunnundersøkelser Hvittingfoss. Oppdrag 6120285 utført for NVE Region Sør. Notat G-not-001, datert 2. mai 2012.
- /2/ Rambøll AS (2012). Hvittingfoss - kvikkleireutredning. Borplaner, tegning 101-105, rev.0, datert 02.05.2012. Oppdrag 6120285 utført for NVE Region Sør.
- /3/ Rambøll AS (2012). Hvittingfoss - kvikkleireutredning. Mengdeoversikt for grunnundersøkelser, datert 11.05.2012. Oppdrag 6120285 utført for NVE Region Sør.
- /4/ NGI (2012). Tredjepartskontroll. Geoteknisk utredning av kvikkleiresoner, Hvittingfoss. Gjennomgang av borplaner for grunnundersøkelser. Prosjekt 20120427, brev til NVE Region Sør, datert 15. mai 2012.
- /5/ Rambøll AS (2013). Geoteknisk rapport – Parameterrapport. Hvittingfoss – Kvikkleireutredning. Oppdrag nr. 6120285 utført for NVE Region Sør. Rapport nr. 01, rev. A, datert 03.05.2013.
- /6/ NGI (2013). Tredjepartskontroll. Geoteknisk utredning av kvikkleiresoner, Hvittingfoss. Gjennomgang av parameterrapport fra Rambøll AS. Prosjekt 20120427 utført for NVE Region Sør, teknisk notat 20120427-01-TN, datert 5. april 2013.
- /7/ Rambøll AS (2013). Geoteknisk rapport – 1324 Eknes. Hvittingfoss – Kvikkleireutredning 1324 Eknes. Oppdrag nr. 6120285 utført for NVE Region Sør. Rapport nr. 02, datert 06.12.2013.
- /8/ NGI (2014). Tredjepartskontroll. Geoteknisk utredning av kvikkleiresoner, Hvittingfoss. Gjennomgang av geoteknisk rapport for sone 1324 Eknes, Rambøll AS. Prosjekt 20120427 utført for NVE Region Sør, teknisk notat 20120427-02-TN, datert 27. februar 2014.
- /9/ Rambøll AS (2014). Geoteknisk rapport – 1320 Myrahaugen. Hvittingfoss – Kvikkleireutredning 1320 Myrahaugen. Oppdrag nr. 6120285 utført for NVE Region Sør. Rapport nr. 03, datert 07.02.2014.
- /10/ NGI (2014). Tredjepartskontroll. Geoteknisk utredning av kvikkleiresoner, Hvittingfoss. Gjennomgang av Geoteknisk rapport – 1320 Myrahaugen, Rambøll AS. Prosjekt 20120427 utført for NVE Region Sør, teknisk notat 20120427-03-TN, datert 21. mars 2014.

- /11/ Rambøll AS (2014). Geoteknisk rapport – Evju. Hvittingfoss – Kvikkleireutredning Evju. Oppdrag nr. 6120285 utført for NVE Region Sør. Rapport nr. 04, datert 27.02.2014.
- /12/ NGI (2014). Tredjepartskontroll. Geoteknisk utredning av kvikkleiresoner, Hvittingfoss. Gjennomgang av Geoteknisk rapport Evju, Rambøll AS. Prosjekt 20120427 utført for NVE Region Sør, teknisk notat 20120427-04-TN (under utarbeidelse).
- /13/ Rambøll AS (2014). Geoteknisk rapport – 1635 Haugen. Hvittingfoss – Kvikkleireutredning 1635 Haugen. Oppdrag nr. 6120285 utført for NVE Region Sør. Rapport nr. 05, datert 03.03.2014.
- /14/ GeoStrøm AS. Grunnundersøkelser Kvikkleiresonene 1322 Hvittingfoss og 1635 Haugen. Oppdrag/Rapport nr. 784-3/1 utført for NVE Region Sør. Rapport datert 20. september 2012.
- /15/ NGI (2008). Utbygging Kongsberg kommune. Hvittingfoss, Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger. Prosjekt 20071440 utført for Kongsberg kommune. Rapport 20071440-1, datert 21. august 2008.
- /16/ NGI (2009). Kongsberg kommune – geoteknisk bistand. Grunnundersøkelser og vurdering av utfylling i Hvittingfoss. Prosjekt 20091607 utført for Kongsberg kommune. Rapport 20091607-00-5-R, datert 10. september 2009.
- /17/ Karlsrud, K., Lunne, T., Kort, D. A. og Strandvik, S. (2005). CPTU Correlations for Clays. Proc. of 16th IGSMGE, Osaka, 2005, pp 693-702.
- /18/ NVE (2011): Retningslinjer 2/2011. Flaum- og skredfare i arealplanar. Revidert 15. april 2011. ISSN: 1501 - 9810.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information									
Dokumenttittel/Document title Gjennomgang av geoteknisk rapport-1635 Haugen (G-rap-05), Rambøll AS						Dokumentnr./Document No. 20120427-05-TN			
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical Note		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited				Dato/Date 2014-05-27			
						Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 0			
Oppdragsgiver/Client NVE Region Sør									
Emneord/Keywords Kvikkleire, stabilitet, faresone									
Stedfesting/Geographical information									
Land, fylke/Country, County Norge						Havområde/Offshore area			
Kommune/Municipality Hvittingfoss						Feltnavn/Field name			
Sted/Location Hvittingfoss, Haugen						Sted/Location			
Kartblad/Map 1813 IV						Felt, blokknr./Field, Block No.			
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N6594587 E557399									
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	HHe		OAH					
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 27. mai 2014			Sign. Prosjektleder/Project Manager Håkon Heyerdahl				

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 tredjemand 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 Sluppen
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



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no