

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Risiko for kvikkleireskred, Grong kommune.

Sone: Tømmerås, Tømmermoen, Rosten, Heggem, Moum, Nes

20061350-1

30. Mars 2007

Oppdragsgiver: NVE Region Midt

Kontaktperson: Mads Johnsen

Kontraktreferanse: Avtale av 18. september 2006

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Kyrre Emaus

Rapport utarbeidet av: Kyrre Emaus

Kontrollert av: Astri Eggen

Arbeid også utført av: Alf Kristian Lund

Sammendrag

På oppdrag fra Norges Vassdrags og Energidirektorat (NVE) har Norges Geotekniske Institutt (NGI) foretatt stabilitetsanalyser for vurdering av faren for større kvikkleireskred i Grong kommune. Arbeidet er utført med bakgrunn i risikoklassifiseringen som ble foretatt i 2005/2006, ref/1/ og som viste høy risikoklasse og høy faregradsklasse for flere av de kartlagte sonene i kommunen.

Denne rapporten omhandler analyse for følgende soner:

- 988 Moum
- 999 Rosten
- 1000 Heggem
- 1001 Tømmermoen
- 1004 Tømmerås
- 1109 Nes

Som grunnlag for analysene er det utført supplerende grunnundersøkelser, ref. /2/.

Basert på foreliggende opplysninger og gjennomførte stabilitetsanalyser er det konkludert med:

- Sone 988 Moum utgår som kvikkleiresone basert på vurdering av supplerende grunnundersøkelser.
- Sone 999 Rosten går opp i risikoklasse 5 etter at det er påvist artesisk overtrykk ved berg under leira. Beregningsmessig skråningsstabilitet mot Kvitembekken er lav. Mot Røttesdalsbekken er beregningsmessig sikkerhet noe høyere, men bekken bør erosjonssikres slik at stabiliteten ikke forverres. I Kvitembekken bør bekkeløpet heves 3 m for å oppnå tilfredsstillende stabilitet. Sonebegrensningen mot Sandøla og Namsen tilrås erosjonssikret.
- Sone 1000 Heggem får uendret klassifisering. Pågående erosjon mot Kvitembekken og Bubekken i nivå med kvikkleirelag tilsier at disse må erosjonssikres. I den grad det foregår erosjon ved Namsen må denne strekningen erosjonssikres.
- Sone 1001 Tømmermoen får uendret klassifisering. Tidligere sone 1002 Melmoen utgår som egen sone, men inngår isteden i Tømmermoen. Stabiliteten mot Tømmeråshøla er beregningsmessig lav. Det anbefales en tung erosjonssikring. I den grad Sanddøla eroderer i nord, bør elva erosjonssikres.
- Sone 1004 Tømmerås kan reduseres i utstrekning på den søndre del basert på utførte grunnundersøkelser. Sonen får for øvrig uendret klassifisering. Stabiliteten av skråningene mot Litlåa og bekken i sør er



beregningsmessig lav. Med så lav stabilitetsmessig sikkerhet som beregnet, tilrås tiltak som medfører vesentlig stabilitetsforbedring i disse områdene. Dette kan oppnås ved å redusere de relativt store høydeforskjellene med størrelsesorden ca. 10 meter, enten ved oppfylling i dalene eller i kombinasjon med nedplanering ved skråningstopp. Tiltakene er omfattende og omfanget må baseres på supplerende undersøkelser og mer detaljert, geoteknisk prosjektering.

- Sone 1109 Nes går opp i faregradsklasse "høy", konsekvens- og risikoklasse forblir uendret. Endringen skyldes at høydeforskjellene i sonen er høyere enn først antatt og overkonsollideringen er lavere. Skråningsstabiliteten mot Nesåa er beregningsmessig lav. Her anbefales det å etablere erosjonssikring langs hele sonen og i tillegg en stabiliserende fylling lengst vest. Dette er et omfattende arbeid og bør baseres på supplerende undersøkelser, særlig i foten av skråningen. I den grad Namsen eroderer i sonen fra vest, må elva erosjonssikres.



Innhold

1	INNLEDNING	5
2	FELT- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER	5
3	GENERELL BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLD.....	5
3.1	Kvartærgeologi	5
3.2	Topografi og løsmassenes beskaffenhet	6
3.3	Styrkeegenskaper	8
4	ANALYSEMETODE	9
5	STABILITETSANALYSER / FORSLAG TIL TILTAK.....	9
5.1	Sone 1004 Tømmerås	10
5.2	Sone 1001 Tømmermoen (inkludert Melmoen).....	11
5.3	Sone 999 Rosten	12
5.4	Sone 1000 Heggem.....	14
5.5	Sone 988 Moum.....	15
5.6	Sone 1109 Nes	16
6	GENERELT OM TILTAK I KVIKKLEIRESONER.....	17
7	RETTIGHETER TIL BRUK AV BEREGNINGSGRUNNLAGET	17
8	REFERANSER	18

Figurer

1	Oversiktskart	M = 1: 2 000 000
2-13	Skjærstyrkeprofiler fra CPTU og OCR	
14	Oversiktskart, Grong	M = 1:10 000
15	Oversiktskart, Nes	M = 1:10 000
16-36	Profiler og nøkkelkart med resultat av stabilitetsanalyser og forslag til sikringstiltak	M = 1:1 000
37	Faregradskart, Grong	M = 1:20 000
38	Faregradskart, Nes	M = 1:20 000
39	Konsekvenskart, Grong	M = 1:20 000
40	Konsekvenskart, Nes	M = 1:20 000
41	Risikokart, Grong	M = 1:20 000
42	Risikokart, Nes	M = 1:20 000

Kontroll- og referanseside

1 INNLEDNING

På oppdrag fra NVE foretar NGI risikoklassifisering av kvikkleiresoner i Trøndelag og på Østlandet. Sonene i Grong kommune i Nord-Trøndelag ble klassifisert i 2005/2006. Resultatene er presentert i NGI-rapport 20001008-27 av 14. mars 2006, ref. /1/.

NVE og Grong kommune har besluttet at det skal foretas supplerende undersøkelser av alle soner i risikoklasse 4 og 5 samt sone 1001 Tømmermoen som er plassert i risikoklasse 3.

Denne rapporten omhandler stabilitetsanalyse og forslag til sikringstiltak i sonene **988 Moum, 999 Rosten, 1000 Heggem, 1001 Tømmermoen, 1004 Tømmerås og 1109 Nes.**

For sone 1108 Moa, som også ligger i risikoklasse 5, er det ikke foretatt supplerende undersøkelser da NVE har framlagt detaljerte sikringsplaner for de mest utsatte områder langs bekken.

NGI har vært ansvarlig for planlegging, oppfølging av grunnundersøkelser, evaluering av data, stabilitetsanalyser samt utarbeidelse av forslag til sikringsarbeider. Grunnundersøkelsene er utført i eget oppdrag av Rambøll AS, ref /2/.

2 FELT- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

Grunnundersøkelser og laboratoriearbeider er utført av Rambøll AS i egen avtale med NVE. Undersøkelsene er utført etter plan utarbeidet av NGI. Resultatene er presentert i Rambølls rapport 6060893-1 av 07. desember 2006, ref. /2/.

Andre undersøkelser som inngår i grunnlagsmaterialet for vurderingene i denne rapporten framgår av ref. /5/ til /19/.

3 GENERELL BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLD

3.1 Kvartærgeologi

Ved begynnelsen av avsmeltingsperioden etter siste istid, for ca. 10000 år siden sto havnivået ca. 160-170 meter høyere enn i dag (øvre marine grense-MG). Etter hvert som isfronten trakk seg tilbake fulgte havet med oppover Namsen-dalføret. Kvartærgeologiske undersøkelser viser derfor at løsmassene i Namsen-dalføret og sydover langs Sanddøla mot Formofoss består av hav- og fjordavsetninger, hovedsakelig innen fraksjonene leire og silt. I forbindelse med landhevingen har Namsen og Sanddøla med sideelver forårsaket avsetning

av mer sand- og grusholdige materialer (elveavsetninger) over de marine avsetningene i randsonen til elvene.

Kvartærgeologiske undersøkelser indikerer rester etter tidligere sjøbunnivå i bunnen av dalføret ca 100 - 120 meter høyere enn i dag. Erosjon og skredaktivitet etter siste istid har gradvis formet landskapet fram mot dagens tilstand.

For finkornige løsmasser (silt og leire) avsatt i marint miljø (hav- og fjordavsetninger) vil det oppstå indre, kjemiske bindinger mellom mineralkornene som følge av saltinnholdet i porevannet. Etter hvert som landhevingen har skjedd og havet trukket seg tilbake, har saltinnholdet i massenes porevann gradvis, i varierende grad, blitt vasket ut. Denne prosessen er hovedårsaken til dannelse av *kvikkleire* som en finner i store deler av området i dalføret under marin grense.

3.2 Topografi og løsmassenes beskaffenhet

3.2.1 Topografi

Sone Tømmerås ligger som en markert "løsmasserygg" mellom Sanddøla i vest og Litlåa i øst. De sentrale partier i sonen ligger på ca. kt.+100 stigende mot ca. kt. +160 i sør og fallende mot nivå med Namsen i nord på ca. kt. +20. På nordre og nordvestre del faller terrenget relativt bratt fra det høyeste partiet og ned mot en flatere "terrasse" på ca. kt. +50 - +70 ved jernbanen og gamle E6. Mot øst er det bratte og høye skråninger fra toppen av sonen og ned mot Litlåa.

Terrenget er generelt sterkt ravinert i skråningene. Elver og bekker som berører sonen er i hovedsak Sanddøla på et kort parti i nord, Litlåa langs sonens nordøstre grense, Botnbekken på et lokalt parti i syd og bekk i grense mellom sonene Tømmerås og Ekker.

Sone Tømmermoen har et sentralt, relativt jevnt platå på ca. kt. +50 og ligger med ca. 20-25 meter høye skråninger fra dette platået ned mot et flatt parti ved utløpet av Sanddøla i nord og mot Tømmermodalen i vest. Mot Melmoen i øst stiger terrenget til kt +75. Mot sørøst grenser et lite parti av sonen mot Røttesdalen.

Sanddøla eroderer i Melmoen langs Tømmeråshøla. Her foregår det aktiv skredaktivitet i høye og steile skråninger. I tillegg er Skjåbekken i Tømmermodalen og Røttesdalsbekken potensielle eroderende vannveier i sonen.

Sone Rosten stiger jevnt fra Namsen i nord på ca. kt. +15 til marin grense i sør på ca kt. +110. Sonen avgrenses av Røttesdalen og Tømmermodalen i øst og

Kvitembekken i vest. Sør for sonen stiger terrenget bratt med berg i dagen eller kun tynt løsmassedekke.

Røttesdalsbekken og Kvitembekken skjærer seg ned i leiravsetningen i bratte raviner. Her er det stadig skredaktivitet og bekkene opplyses å grave seg dypere år for år.

Sone Heggem har et platå på ca kt. +60 over store deler av sonen, mot nord faller terrenget av mot Namsen på ca kt. +13. Mot sørøst og øst avgrensnes sonen av Bubekken og Kvitembekken, Namsen i nord og en liten bekk i vest.

Bubekken og Kvitembekken eroderer i leiravsetningen. Det er ukjent i hvilken grad Namsen og den lille bekken i vest eroderer i sonen.

Sone Moum avgrensnes av åsen nord for riksvei 760 i nord. En bekk i vest og sør og et flatt parti før Namsen i øst. I vest består sonen av et platå på ca kt. +45, mot øst skråner det bratt ned på kt. +22.

Sone Nes avgrensnes av Nesåa i sør og Namsen i vest. Terrenget er meget kupert med en leirrygg på kt. +115 og flere eldre rasgroper som skjærer seg inn i denne. Nesåa og Namsen ligger på ca kt. +67.

3.2.2 Løsmassenes beskaffenhet

Løsmassene i de vurderte sonene består i hovedsak av mektige leiravsetninger, stedvis over 50 m. Dypeste boring er 47,9 m, det er ikke foretatt sikker påvisning av berg utover det som er registrert av berg i dagen. I de laveste partiene ned mot Sanddøla og Namsen er boringene grunne og indikerer faste masser. Søndre del av Tømmerås består også av faste, ikke sensitive masser. Østre del av Heggem har inntil 10 m grusige masser i toppen, ellers karakteriseres de øverste 3-5 m som tørrskorpeleire.

Bortsett fra søndre del av Tømmerås og Moum, som utgår som skredrisikosone, påtreffes det kvikkleire fra ca 10 m dyp i alle sonene. Kvikkleira ser ut til å være sammenhengende, avbrutt kun av ravinene som skjærer seg gjennom avsetningene.

Leiras sammensetning varierer fra mektige forekomster med homogen leire til lagdelt leire med tynne lag av silt og / eller sand. Drenerende lag med silt og sand er gunstig med tanke på stabiliteten, men det er ikke gjort undersøkelser i et omfang som gir grunn til å anta sammenhengende drenerende lag i stor utstrekning. Samtidig vil økt gjennomstrømming av porevann føre til en raskere utvasking av salt (dannelse av kvikklerie). Selv om det i enkelte borpunkter er funnet at poretrykket er lavere enn hydrostatisk, er det i beregningene benyttet hydrostatisk poretrykksøkning eller høyere.

Det er kun i søndre del av Rosten og i Moum det er benyttet høyere poretrykk enn hydrostatisk. I begge disse sonene, er det tilliggende høyere områder som leder vann inn under leiravsetningene.

3.3 Styrkeegenskaper

Etter siste istid har omfattende erosjon og skredvirksomhet gjort at dagens terrengnivå ligger vesentlig lavere enn tidligere. Dette betyr at massene i store deler av området er ”forkonsolidert”. Kunnskapen om dette er svært viktig i geoteknisk sammenheng i det forkonsolidert leire har høyere styrke enn normalkonsolidert leire. Konsolideringsforholdene vil således ha direkte betydning for stabilitetsanalysene.

Stabilitetsforholdene er beregnet med basis i den udrenerte skjærstyrke i leirmassene, s_u . Erfaringer fra skred og laboratorietester på kvikkleire viser at når opptredende skjærspenninger overskrider en kritisk terskelverdi tilsvarende udrenert skjærstyrke, skjer det en eksplosiv poretrykksøkning som medfører brudd i leira, ref./3/.

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke har i de senere år i økende grad blitt bestemt gjennom CPTU-forsøk. Korrelasjoner mellom CPTU-resultater, udrenert skjærstyrke og overkonsolideringsforhold er utviklet for bløt til middels fast leire. Korrelasjonene er basert på sammenstilling av CPTU-resultater mot udrenert, treaksial aktiv skjærstyrke, s_{uA} og forkonsolideringstrykk bestemt på høykvalitets blokkprøver fra 17 ulike lokaliteter, ref. /4/. Det foreligger korrelasjoner mellom udrenert skjærstyrke og ulike CPTU-faktorer. Sammenstillingene viser at poretrykksfaktoren, N_{du} , gir den mest konsistente korrelasjon med udrenert skjærstyrke, og er derfor lagt mest vekt på i dette tilfelle.

Skjærstyrkeprofilene fra de enkelte CPTU-boringene er vist på figur nr. 2-13. Aktiv skjærstyrke, s_{uA} , er vist både på grunnlag av poretrykksfaktor, N_{du} , (sort kurve), spissmotstandsfaktor, N_{kt} (rød kurve) og overkonsolideringsgrad OCR (blå kurve). I tillegg er det vist en lilla kurve for normalkonsolidert leire. I de borpunktene hvor det er målt poretrykk, er disse resultatene benyttet i tolkingen av CPTUsonderingene.

Skjærstyrkeprofil basert på OCR er utledet fra følgende formel:

$$\bullet s_{uA} = 0,3 p_0 \cdot OCR^{0,65}$$

hvor: $OCR = p_c / p_0$

p_0 = effektivt overlagringstrykk i dag

p_c = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå

Ved bestemmelse av skjærstyrke basert på OCR-forholdet er tidligere terrengnivå antatt på ca. kt. +100 - +120. Dette nivået er tolket ut fra kvartærgeologisk kart og gjenværende, høyeste terrengformasjoner i området.

I stabilitetsberegningene er det benyttet skjærstyrke basert på OCR. Poretrykksmålingene viser flere steder lavere poretrykk enn hydrostatisk. Målingene er så spredte og varierte at det ikke er valgt å benytte lavere poretrykk enn hydrostatisk i beregningene. I områder hvor det er indikasjoner på høyere poretrykk, er det benyttet poretrykk høyere enn hydrostatisk.

4 ANALYSEMETODE

Stabilitetsberegningene er utført med programmet GeoSuite Stability. Stability baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater i bruddgrensetilstand. Alle beregninger er utført for sirkulære glideflater. Terrenglast er ikke medregnet.

I beregningene er det tatt hensyn til at leire er et anisotrop materiale, det vil si at skjærstyrken varierer med glideflatens helning. Erfaringsstall fra forsøk og studier vedrørende anisotropiforhold på en rekke norske leirer danner grunnlag for å sette forholdet mellom styrkeverdiene til:

- $s_{uD} = 0,7 s_{uA}$ (styrke for den plane del av glideflaten)
- $s_{uP} = 0,4 s_{uA}$ (passiv styrke der glideflaten har negativ helning med horisontalen)

Med det datagrunnlag som foreligger anses en beregningsmessig sikkerhet på 1,4 som tilfredsstillende for nåværende terreng- og belastningsforhold.

5 STABILITETSANALYSER / FORSLAG TIL TILTAK

I figur 16-36 er det vist de profiler der stabilitetsberegninger er foretatt. Til opplysning er terrengkote i profilene markert med samme symbol som CPTU sondering, en trekant. Dette må derfor ikke forveksles med CPTU-sondering som for øvrig er vist i figur 14 og 15.

5.1 Sone 1004 Tømmerås

Grunnforholdene i de stabilitetsmessig ugunstigste partiene er vist på profilene Tømmerås A-A, B-B, C-C, D-D og E-E figur 16 - 20. Opprinnelig terreng i området er anslått til kote +120.

Løsmassene varierer i mektighet og art, fra faste masser uten kvikkleire i sørøst til mektigheter på over 50 m leire i den midtre delen og varierende løsmasser av mindre mektighet i nordvest. De øverste ca 5-7 m består av tørrskorpeleire. Under det midtre partiet er leira kvikk fra ca 10 m under terreng og ned til avsluttet boring eller antatt berg, ca. kote +40 - +70. Kvikkleira er opp til 45 m tykk og antas å være sammenhengende under hele åsens midtre parti.

Litlåa avskjærer sonen fra høyereliggende terreng. Grunnvann i sonen stammer derfor hovedsakelig fra infiltrasjon av nedbør direkte på sonen. Målinger av poretrykk antyder hydrostatisk trykk eller noe lavere. I beregningen er det benyttet hydrostatisk vanntrykk fra 7 m dybde eller dypere.

Stabilitetsanalyser viser at sikkerheten er lav mot bekken i profil A-A, fig 16. Sikkerheten er beregnet til $F = 1,08$. Det pågår aktiv erosjon i bekken ref /19/ og den skjærer seg gjennom mektige kvikkleireforekomster. Med så lav, beregningsmessig sikkerhet vil vi tilrå at det gjøres tiltak som i vesentlig grad forbedrer stabiliteten. Dette kan oppnås ved å redusere høydeforskjellene med i størrelsesorden 10 m, enten ved å heve bekkeløpet, eller i kombinasjon med å nedplanere høye terrengpartier. Dette arbeidet er meget omfattende og krever supplerende undersøkelser og geoteknisk prosjektering. Erosjonssikring av bekken som vist på fig.16 vil bidra til å konservere dagens tilstand, men vil ikke medvirke til stabilitetsforbedring som anbefalt.

Profil B-B, fig 17 og C-C, fig 18 går gjennom skråningen med boligfelt vest i Tømmerås. Stabiliteten her er tilfredsstillende, hhv. 1,43 og 1,47. Det er påvist en mektig kvikkleireforekomst øst for skråningen, denne antas å kile ut mot skråningen. I dette området er det ikke eroderende bekker som forverrer stabiliteten.

Sikkerheten i profil D-D, fig 19 mot Litlåa er lav, beregnet til $F = 1,09$. Skråningen er over 35 m høy og det er kvikkleire med stor mektighet i grunnen. Ref /19/ antyder at det foregår noe erosjon i Litlåa. Med så lav, beregningsmessig sikkerhet vil vi tilrå at det gjøres tiltak som i vesentlig grad forbedrer stabiliteten. Dette kan oppnås ved å redusere høydeforskjellene med i størrelsesorden 10 m, enten ved å heve bekkeløpet, eller i kombinasjon med å nedplanere høye terrengpartier. Dette arbeidet er meget omfattende og krever supplerende undersøkelser og geoteknisk prosjektering. Erosjonssikring av Litlåa som vist på fig.19 vil bidra til å konservere dagens tilstand, men vil ikke medvirke til stabilitetsforbedring som anbefalt.

Profil E-E, fig 20 går gjennom den bratte skråningen nordvest i sonen. Sikkerheten her er 1,25, hvilket er noe lavt, men her foregår ingen erosjon som forverrer stabiliteten. Boring 103 indikerer faste masser, men er vanskelig å tolke med hensyn til sensitivitet. Boring 65 /ref 6/ litt lenger inn på platået er kvikk. Med hensyn til tiltak for å bedre stabiliteten i sonen er det andre deler som bør prioriteres før denne. Dersom det skal gjøres inngrep i dette området, må det gjennomføres en undersøkelse for å klarlegge et eventuelt skille mellom ikke-sensitive og kvikke masser. Alle tiltak må generelt føre til stabilitetsforbedring.

5.1.1 Forslag til tiltak

- *Det tilrås tiltak som gir vesentlig stabilitetsforbedring av de høye skråningene mot Litlåa (profil D-D) og bekken i sør (profil A-A). Dette kan oppnås ved å redusere høydeforskjellen i skråningene med ca. 10 meter, enten ved heving av dalbunn eller i kombinasjon med nedplanering av skråningstopp. Arbeidene vurderes som meget omfattende og omfang/løsninger må derfor baseres på mer detaljerte undersøkelser og geoteknisk prosjektering. Angitt erosjonssikring langs bekken i sør og Litlåa konserverer dagens tilstand, men medvirker ikke til stabilitetsforbedring i den grad som tilrådt*

5.1.2 Klassifisering av sonen

- *Supplerende undersøkelser gir grunnlag for å redusere utstrekningen av sonen mot sør som vist på fig. 37, 39 og 41. Sonen får for øvrig uendret klassifisering.*

5.2 Sone 1001 Tømmermoen (inkludert Melmoen)

Grunnforholdene i de stabilitetsmessig ugunstigste partiene er vist på profil Tømmermoen A-A, B-B og C-C, figur 21, 22 og 23. Opprinnelig terreng er anslått til kote +110.

Løsmassene består av lagdelt leire i varierende dybder. Den dypeste boringen er 32 m dyp, trolig er det opptil 55 m løsmasse over berg. SCC har boret 51 m dypt i denne sonen ref /18/. Grunnundersøkelsene indikerer kvikkleire eller sensitive leirlag fra 10 m under terreng og ned til avsluttet boring, trolig er det sammenhengende kvikkleire under sonen. Lengst øst i tidligere Melmoen er det utført en boring som viser ikke sensitive masser (ref /18/). Det er relativt langt til neste boring vestover og derfor for dårlig grunnlag til å kunne redusere sonens utstrekning mot øst. Poretrykksmålinger indikerer grunnvann i ca 10

8 REFERANSER

- /1/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 20001008-27
”Program for økt sikkerhet mot Leirskred.
Evaluering av risiko for kvikkleireskred Grong kommune”
- /2/ Rambøll AS, rapport 6060893-2 (07.12.2006)
”Kvikkleirekartlegging Grong-Datarapport fra grunnundersøkelse”
- /3/ Karlsrud, K. , Aas, G. og Gregersen, O (1984)
”Can we predict landslide hazards in soft sensitive clays?”
Summary of Norwegian practice and experiences.”
International symposium on Landslides, Torino 1984.
Proceedings, Vol. 1, pp. 107-130. Also publ. in: Norwegian
Geotechnical Institute, Publ. 158
- /4/ Karlsrud, K. , Lunne T., D.A.Kort and Strandvik S. (2005)
”CPTU-correlations for Clays”, NGI rapport 2041198-1.
- /5/ ”Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred –
kartblad Grong 1823 IV”
Norges Geotekniske institutt, rapport 920033-1, okt. 1996
- /6/ ”Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred –
kartblad Grong 1823 IV”
Norges Geotekniske institutt, rapport 920033-2, okt. 1996
- /7/ ”Resultater fra dreieboringer i Harran høsten 1961”
Norges Geotekniske Institutt, rapport O.910-2, 27.feb. 1962
- /8/ ”Resultat fra dreieboringene i Harran mellom Byastrupen og
Fiskumfoss”
Norges Geotekniske institutt, rapport O.910-3, 30. juni 1965
- /9/ ”Resultat fra dreieboringer i Elstad-Gartland-området i Harran”
Norges Geotekniske institutt, rapport O.910-4, 20. aug. 1965
- /10/ ”Grunnundersøkelse leirforekomst Tømmerås og tomteområde, Grong”
Kummeneje, rapport O.1077, 25.sept. 1970
- /11/ ”Ravnkloa boligfelt. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger”
Kummeneje, rapport O.4022-1, 11. feb. 1983
- /12/ ”Veiomlegging langs Litjåa, Grong sentrum-Grunnundersøkelser og
geoteknisk vurdering”
Noteby, rapport 37780-1, 12.juni 1992
- /13/ ”20001008 Klassifisering av kvikkleiresoner. skjema for observasjoner
ved befaring av vassdrag- sone Tømmerås”
Utført av NVE – 27.05.04
- /14/ ”Tiltak i vassdrag – Rassikring av bekk ved Harran skole, detaljplan”
NVE – saksnr. 04/2310, 24.01.2005
- /15/ ”Tiltak i vassdrag- Sikringstiltak mot leirskred i Bubekken og
Kvittemsbekken, detaljplan”
NVE – saksnr. 2001/0565, 10.09.2004
- /16/ ”Tiltak i vassdrag – VV10076 Sikringstiltak mot erosjon og ras i
Sanddøla og Røttesdaksbekken ved Tømmeråshøla, detaljplan”
NVE – saksnr. 2002/03021, 03.03.2004
- /17/ ”Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire”



NVE komité: Multiconsult/Rambøll/Vegdir./NGI

Foreløpig utgave nr.7 - 2007

/18/ *Erosjonsskader ved Tømmeråshøla i Sandøla, Grong.*

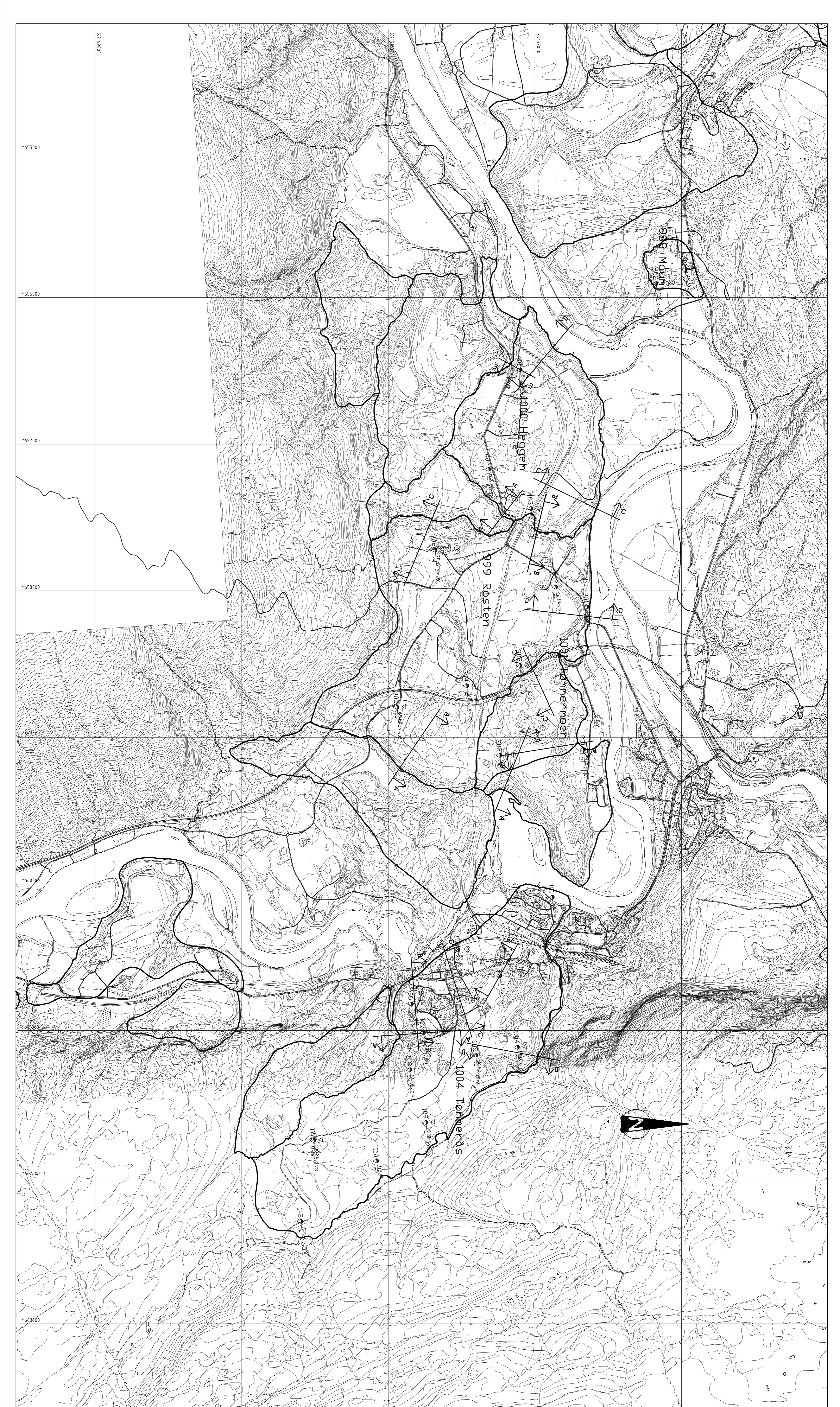
Grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger.

SCC, rapport 620030A, 17. april 2002.

/19/ *Skjema for observasjoner ved befaringsrapport*

NVE rapport datert 03.03.2005, Grong – Rapport 1

/20/ NVE befaringsrapport datert 11. mars 2005. Klassifisering av kvikkleiresoner. Grong del II – Sonene nord for Grong sentrum.



ISØRSKJEMME	
⊙	Planlegging
⊖	Drøining
○	Østl. søking
∇	Østl. søking
⊕	Drøining
⊗	Drøining
⊚	Drøining
⊛	Drøining

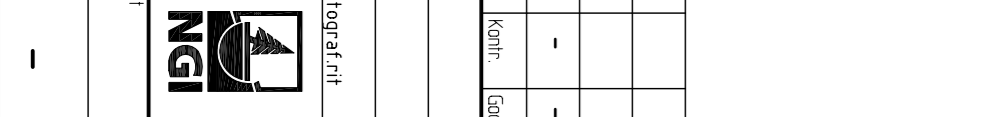
ISØRSKJEMME

ISØRSKJEMME	
⊙	Planlegging
⊖	Drøining
○	Østl. søking
∇	Østl. søking
⊕	Drøining
⊗	Drøining
⊚	Drøining
⊛	Drøining

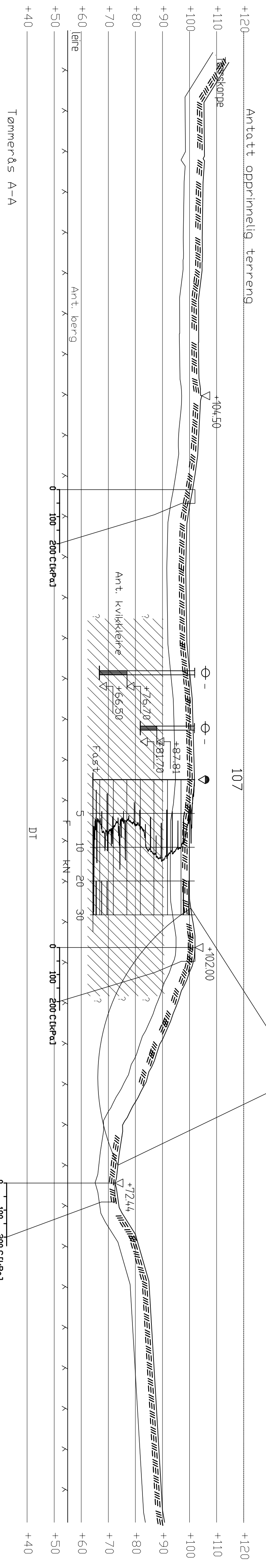
ISØRSKJEMME

ISØRSKJEMME	
⊙	Planlegging
⊖	Drøining
○	Østl. søking
∇	Østl. søking
⊕	Drøining
⊗	Drøining
⊚	Drøining
⊛	Drøining

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIREKTORAT
OVERSKIKTSKART, GRØNG
BØNNER OG PROFILER
UTM SR90 32

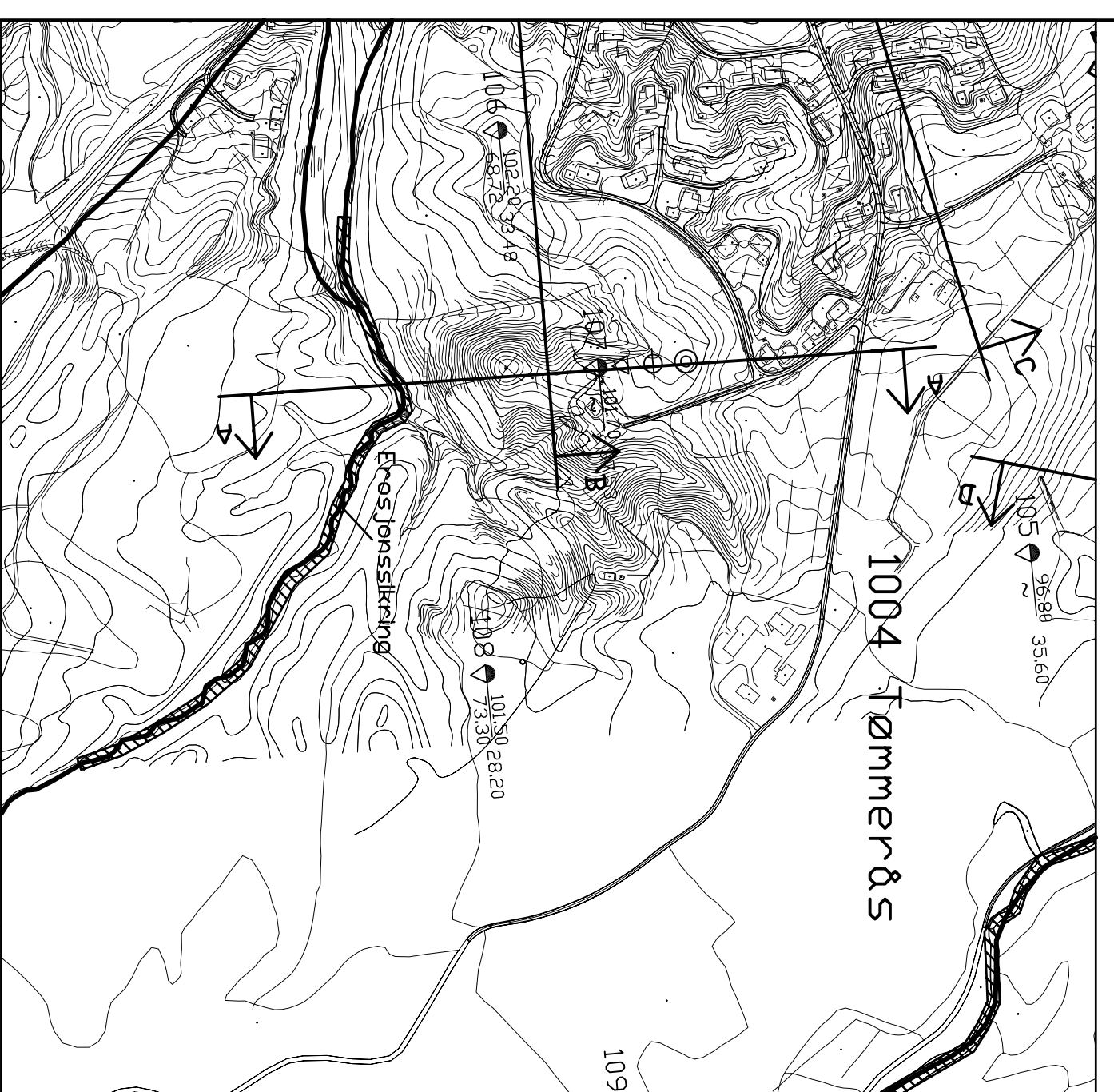


Material	no	Un.veigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
tørreskorpe	1	19,00	32,0	0,0				
Leire	2	20,00	---	---	C-profil 1,00	0,70	0,40	
Berg								



TEGNERBÅNINGS:

- Dreiesending
- Eikel sending
- ▽ CRTU-sending
- ✦ Fjellkontrollboring
- ◊ Dreiertrykksending
- ⊕ Totalsending
- Terrang bunn kote
- Antall fjellkote
- ⊙ Pansesete
- Pansetropp
- + Vingeledning
- ⊖ Dreiertrykksending
- ⊗ Fjell i dagen



NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED
 GRUNNFORHOLD OG STABILITETSANALYSER, GRØNN KOMMUNE
 SONE 1004, TØMMERÅS
 PROFIL TØMMERÅS A-A

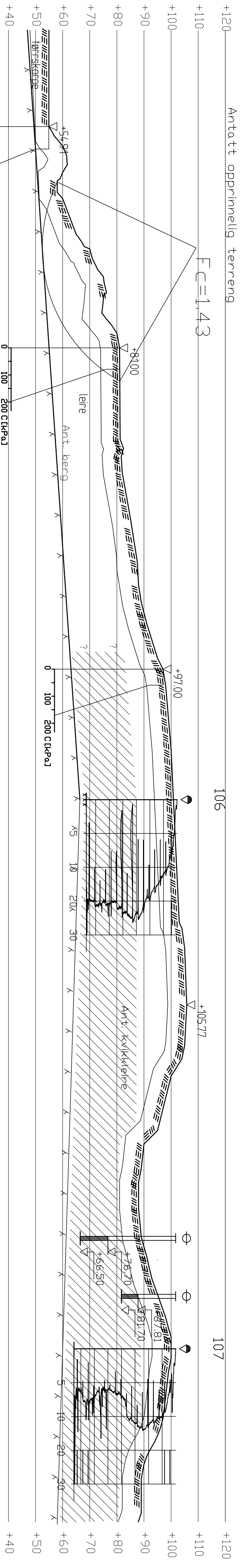
1:1000
15000
NGI

Rev	Beskrivelse	Dato	Konstr./Egget	Kontrollert	Godkjent
-	-	30.03.2007	Tegningssnr		
-	-	2006/1350-1	Fig. 16		-

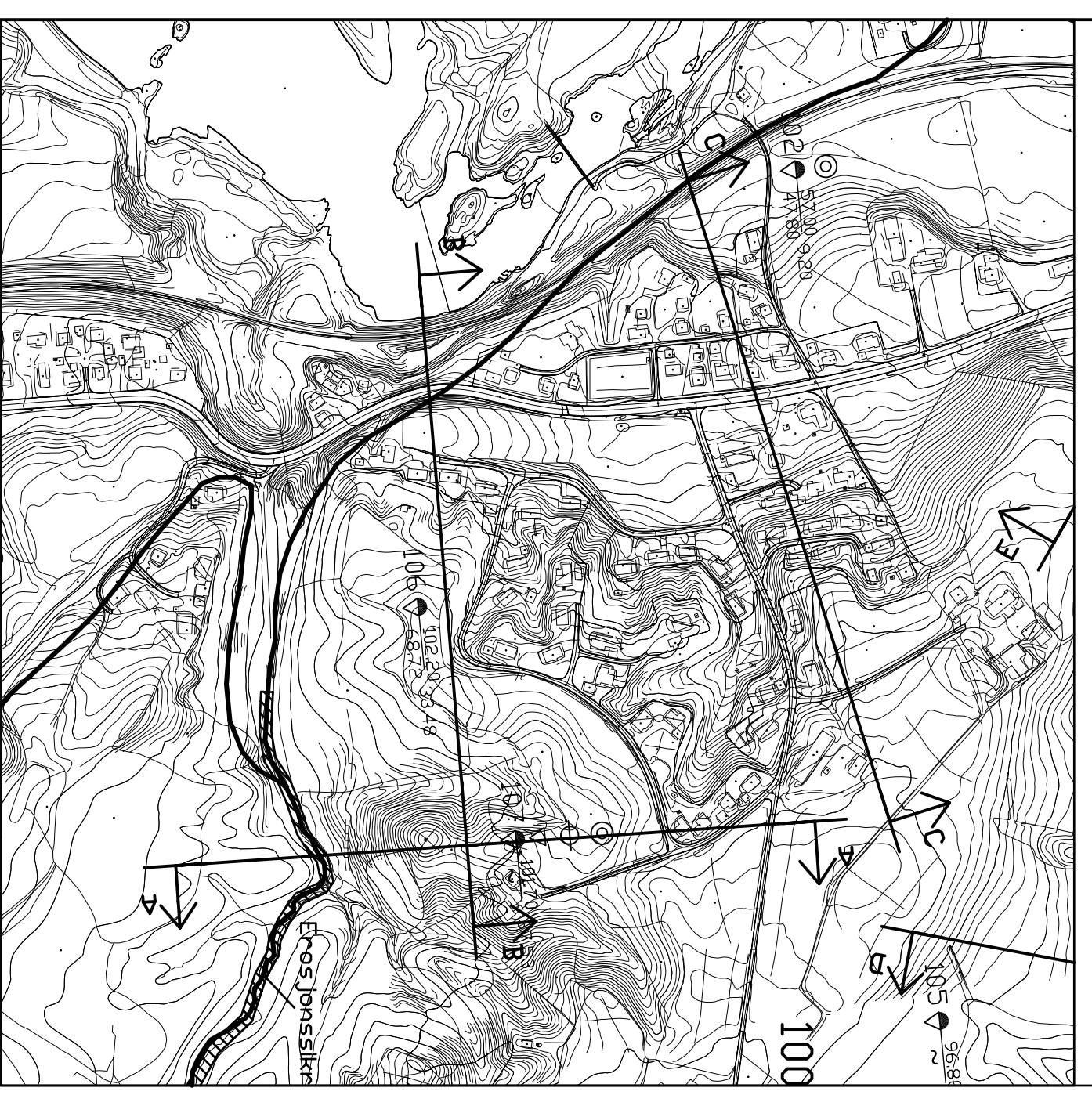
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
 Sognesveien 72
 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48
 www.ngi.no

Material	no	Un	weig	th	FI	C'	C	A _q	Ad	Ap	
tørrskorpe	2	19.00	20.00	---	32.0	0.0	---				
leire	1										
Berg											
								C-profil	1.00	0.70	0.40

- TØNNEBARKENS:**
- Dreiesonering
 - Enkel sonering
 - ▽ CPU-sonering
 - ⊕ Feltsonering
 - ⊕ Dreiecksanring
 - ⊕ Totalsonering
 - ⊕ Prensene
 - ⊕ Prensgrupp
 - ⊕ Vingeboring
 - ⊕ Poretrykssmåling
 - ⊕ Pål i dagen
- Borhall nr. _____
- Tørring (dunn) kode _____
- Antall palleare _____
- Børst øyde + boret i pøll _____



Tømmerås B-B



NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED
 GRUNNFORHOLD OG STABILITETSANALYSER, GRØNNG KOMMUNE
 SONE 1004, TØMMEÅS
 PROFIL TØMMEÅS B-B

REV	BESKRIVELSE	Dato	Konstr./Egnet	Tegningsskr	Godkjent
-	-	30.03.2007			

Statust	Dato	Godkjent
Raddooc i liggur	30.03.2007	
Original format		
A3L		
Tegningsskr. trossen		
q. gjeberfrikv. V2006/3501/STABGRAF. RITL		
Ytæstetikk		
1:1000		
1:5000		

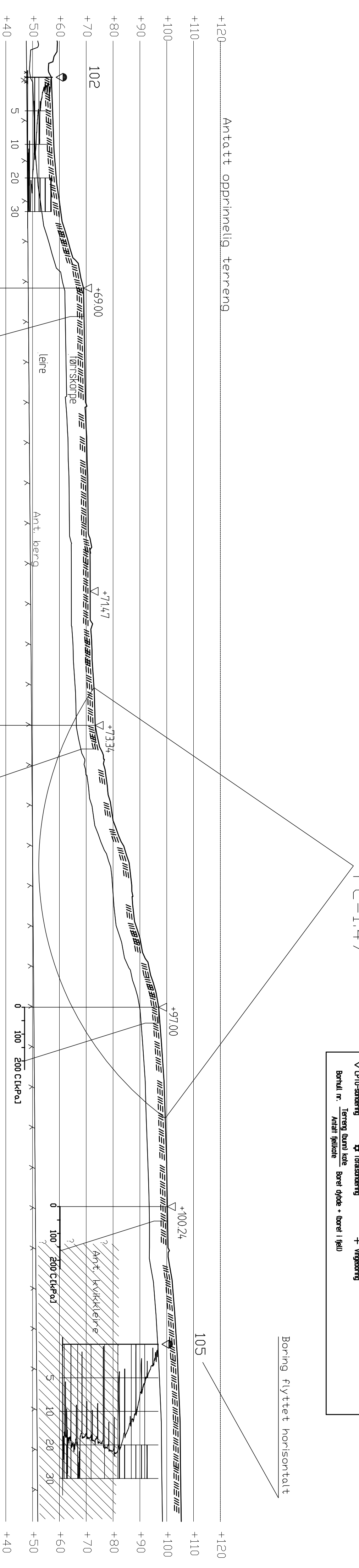
Dato	Godkjent
2006/350-1	

NGI

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3930 Lilleroi Stadion, 0806 OSLO
 Sognesveien 72
 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48
 www.ngi.no

Fig. 17

Material	no	Un.veigth	Fi	C'	C	A _a	A _d	A _p
tørnrskorpe	1	19.00	32.0	0.0				
Leire	2	20.00			C-profil 1.00	0.70	0.40	
Berg								



- TEGNFORKLÆNING:**
- Presentering
 - Dialekt sending
 - ▽ GPU-sending
 - Borhall n.
 - Terreng (dun) kote
 - Antall fjellkote
 - ✚ Fjellkontrollboring
 - ⊖ Dreiertrykksending
 - ⊕ Totalsending
 - ⊕ Boret øyde + borel i fjell
 - ⊙ Prøvesete
 - Prøvegrop
 - + Vindledning
 - ⊖ Potentfyllingsdaling
 - AA Fjell i dagen



Rev	Beskrivelse	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
-					
-					

Statustekst: Raddoc i Ligning

Original format: A3L

Tegningens tittel: grunnforhold V2006/3501 STABGRÅF RT1

Ytterskale: 1:1000

1:5000

NGI

Tømmerås C-C

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT

PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED

GRUNNFORHOLD OG STABILITETSANALYSER, GRØNNG KOMMUNE

SDNE 1004 TØMMERÅS

PROFIL TØMMERÅS C-C

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3930 Lilleroi Stadion, 0806 OSLO

Sjogrensveien 72

Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48

www.ngi.no

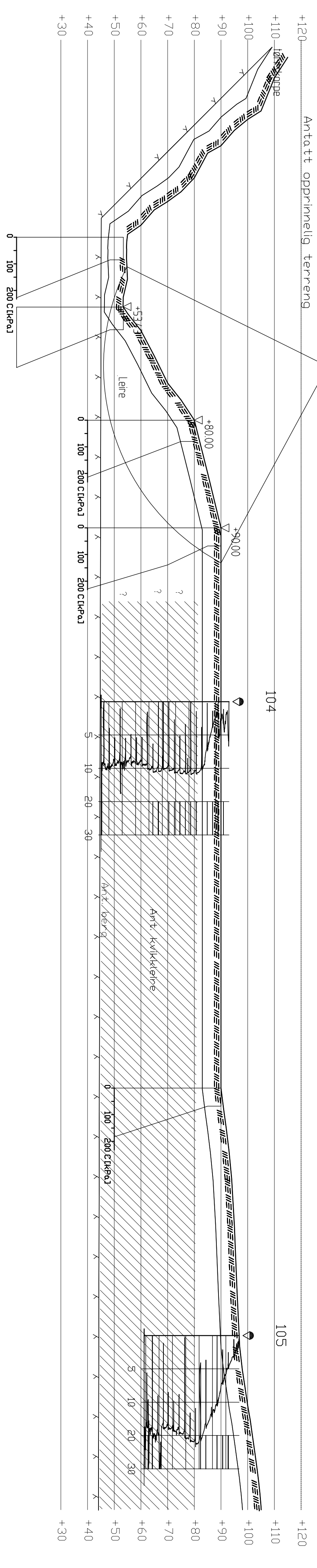
Dato: 30.03.2007

Dokumentnr: 2006/350-1

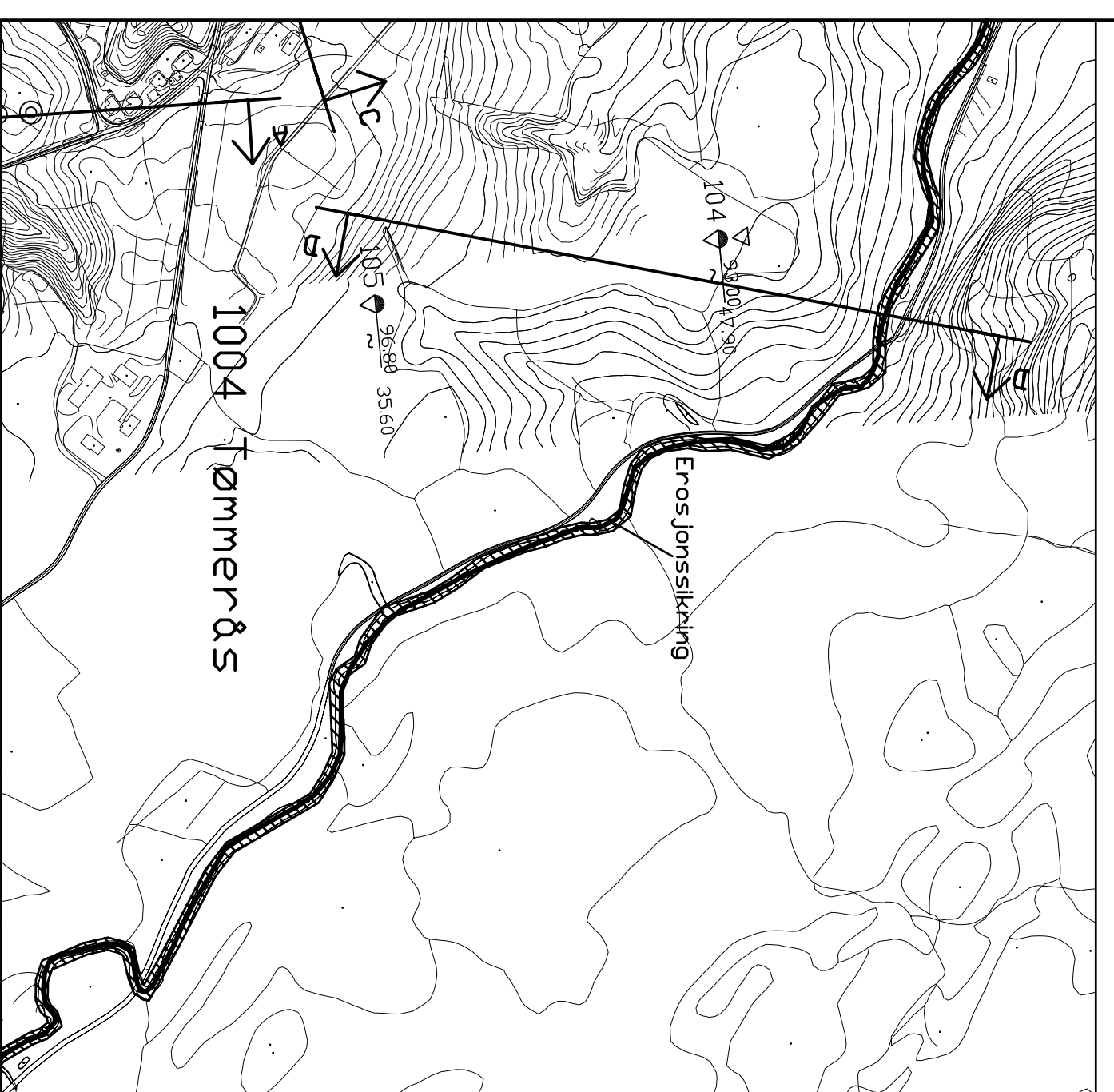
Tegningnr: Fig. 18

Godkjent: -

Material	no	Un.veigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
tørreskorppe	1	19,00	320	0,0	---	---	---	---
leirve	2	20,00	---	---	---	---	---	---
Berg								



- TEKNIKKÅRTE:**
- Dreiesending
 - Enkel sending
 - ▽ CPU-sending
 - ✱ Fellesmåling
 - ◊ Dreiermåling
 - ⊕ Totalsending
 - ⊙ Provesene
 - Prøvestop
 - + Vingsending
 - ⊕ Pertrykksmåling
 - ⊕ Felldagen
- Borhall. n. Terreng (dun) kode Borei dybde + (borei i fell) Antall feltkote



Rev	Beskrivelse	Dato	Statust	Revidert i	Tegn	Korr.	Godkjent
-	-	-	-	-	-	-	-

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED
GRUNNFORHOLD OG STABILITETSANALYSER, GRØNNG KOMMUNE
SDNE 1004, TØMMERÅS
PROFIL TØMMERÅS D-D

Tegningslinje: 1:1000
 Ytterskala: 1:5000

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3930 Lillavei, Station, 0806 OSLO
 Sognesveien 72
 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48
 www.ngi.no

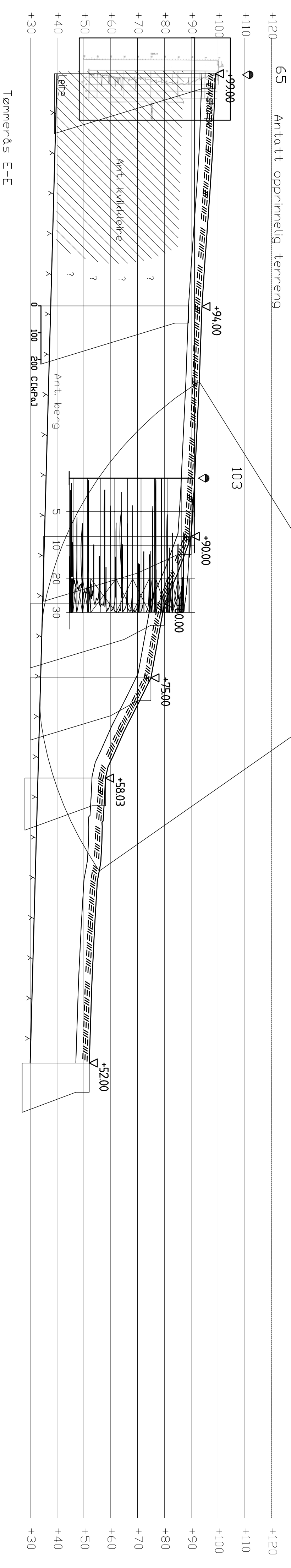
Dato: 30.03.2007
 Dypet registrert: 2006/1350-1

Konstr./Tegnet: Kontrollert: Godkjent: Rev: -

Fig. 19



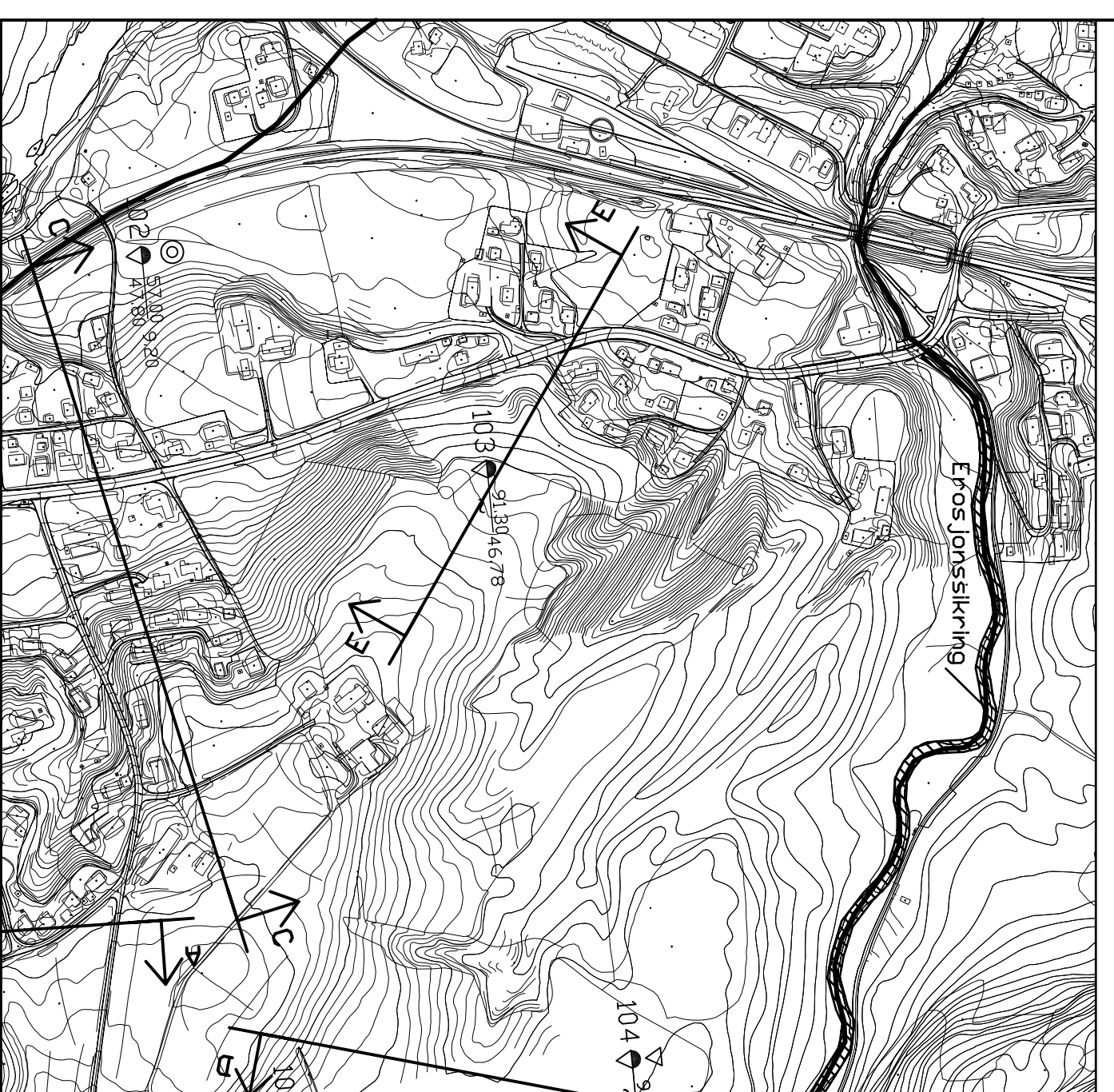
Material	no	Unveigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	AP
tørreskorpe	1	19,00	32,0	0,0	---			
Leire	2	20,00	---	---	C-profil 1,00	0,70	0,40	
Berg								



TEGNERKÅRTE:

- Drøssending
- Eikel sending
- ▽ CPTU-sending
- ✦ Fyllkomulbering
- ◊ Dreierkylsending
- ⊕ Totalsending
- ⊙ Provesete
- Prøvetop
- + Virgøtting
- ⊖ Poretrykksmåling
- AA Føll i dagen

Borhall nr. Terreg. bunn høle Borel dybde + borel i føll
 Antall fellekone



REV	Beskrivelse	Dato	Konstr./Egnet	Kontrollert	Godkjent
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Stans	Dato	Revisjon
Radnor i liggur	30.03.2007	
Original format		
Tegningens tittelen		
g:\prosjekt\15006\15006\3501\STABGRAF\RT1		
Ytterskale		
1:1000		
1:5000		

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED
GRUNNFORHOLD OG STABILITETSANALYSER, GRØNNG KOMMUNE
SDNE 1004 TØMMERÅS
PROFIL TØMMERÅS E-E

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3930 Lillavei Station, 0806 OSLO
 Sognesveien 72
 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48
 www.ngi.no

Dato: 30.03.2007
 Tegning nr.: 20061350-1
 Fig. 20



Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Program for økt sikkerhet mot leirskred			Dokument nr/Document No. 20061350-1		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 30. mars 2007	
<input type="checkbox"/> Rapport/Report <input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None		Rev.nr./Rev.No.	
Oppdragsgiver/Client NVE Region Midt					
Emneord/Keywords Kvikkleire, erosjon, stabilitet, risiko, sikringstiltak					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Norge, Nord-Trøndelag			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Grong			Feltnavn/Field name		
Sted/Location Grong / Harran			Sted/Location		
Kartblad/Map 1823IV			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates					
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	Original dokument	KE/	AEg/		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date	Sign. Prosjektleder/Project Manager		