

Notat RIG 2

Oppdrag:	Hårstadmarka og Kvetabekken i Tillermarka, Trondheim.	Dato:	24. februar 2006
Emne:	Ekstern kontroll av geotekniske vurderinger som ligger til grunn for NVEs plan for sikringstiltak mot ras i Kvetabekken i Tillermarka	Oppdr.nr.:	114610
Til:	Norges vassdrags- og energidirektorat		Mads Johnsen
Kopi:			
Utarbeidet av:	Signe Kirkebø	Sign.:	<i>Signe Kirkebø</i>
Kontrollert av:	Jan Finstad	Sign.:	<i>Jan Finstad</i>
Godkjent av:	Signe Kirkebø	Sign.:	<i>Signe Kirkebø</i>
Sammendrag:	<p>Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har utarbeidet en plan for erosjons- og rassikringstiltak i Kvetabekken i Trondheim kommune. Kvetabekken renner gjennom i Tillermarka/Kvenildsmarka som ligger 2 km sørøst for Heimdal. Planen omfatter sikring av hovedbekken, sidebekker og raviner.</p> <p>Sweco Grøner har på oppdrag fra NVE gjennomført de geotekniske vurderinger og anbefalinger som ligger til grunn for planen, mens Multiconsult er engasjert til å utføre ekstern kontroll. Kontrollen omfatter en gjennomgang og vurdering av oversendt materiale fra NVE med hensyn på sikkerhetsmessige aspekter. Dette notatet oppsummerer våre kommentarer.</p>		

Innholdsfortegnelse

1. Bakgrunn	2
2. Beliggenhet og omfang av sikringstiltak	4
3. Grunnforhold	7
4. Faregrads- og risikokart.....	8
5. Teknisk beskrivelse av sikringstiltak.....	9
6. Sikkerhetsfilosofi.....	9
7. Stabilitetsmessige konsekvenser av planlagt sikringstiltak	10
8. Referanser.....	11

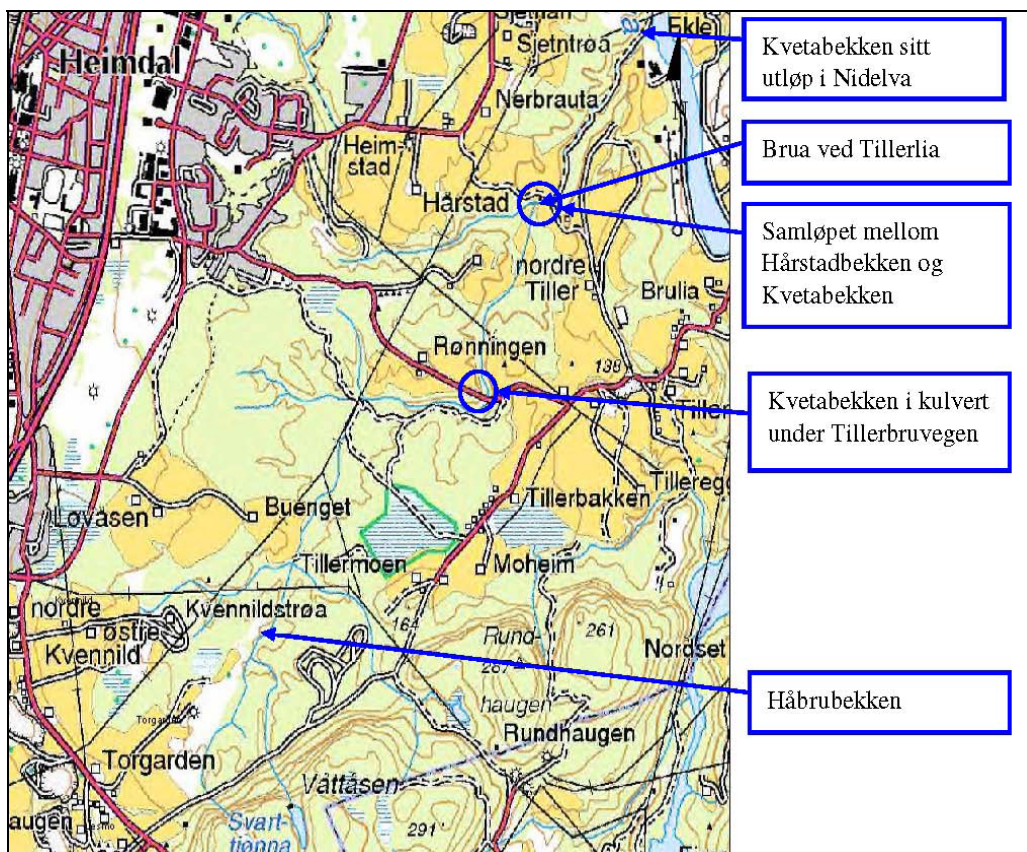
1. Bakgrunn

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har utarbeidet en plan for erosjons- og rassikringstiltak i Kvetabekken i Trondheim kommune. Det henvises til plandokument /1/. Kvetabekken renner gjennom i Tillermarka/Kvenildsmarka som ligger 2 km sørøst for Heimdal, se figur 1. Planen omfatter sikring av hovedbekken, sidebekker og raviner. Figur 2 viser oversiktskart med planlagt og utført bekkesikring. Sweco Grøner har på oppdrag fra NVE gjennomført de geotekniske vurderinger og anbefalinger som ligger til grunn for planen.

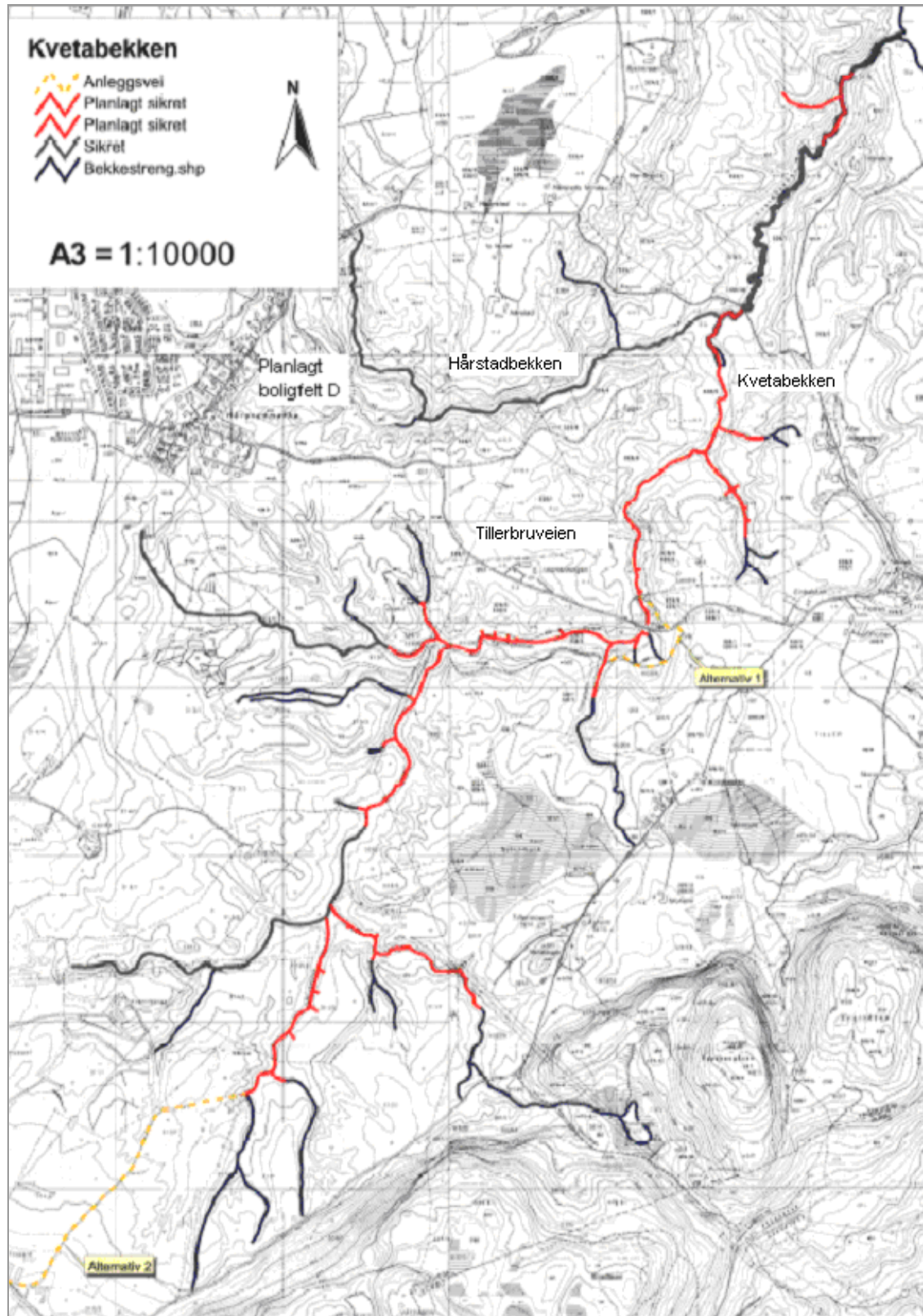
NVE har engasjert Multiconsult til å utføre ekstern kontroll av de geotekniske vurderingene i prosjektet. Kontrollen omfatter en gjennomgang og vurdering av oversendt materiale, dokumentasjon /1/-/7/ fra NVE, men ikke uavhengige beregninger.

For sammenhengens skyld, nevnes det at Multiconsult også har et annet kontrolloppdrag for NVE i samme område. Dette dreier seg om ekstern kontroll av geotekniske vurderinger i forbindelse med etablering av et nytt boligfelt i Hårstadmarka, hvor sikkerhetsnivået avhenger av skisserte sikringstiltak i plandokument /1/. Omtrentlig plassering av det planlagte boligfeltet er vist på oversiktskartet i figur 2. Sweco Grøner er geotekniske prosjekterende også i dette tilfellet. Multiconsults foreløpige kommentarer til de geotekniske vurderingene av det planlagte boligfeltet er oppsummert i notat /8/.

Multiconsult har nå gjennomgått og vurdert mottatt dokumentasjon med hensyn på sikkerhetsmessige aspekter. Dette notatet oppsummerer våre kommentarer.



Figur 1 Kvetabekken med sidebekker fra plandokument /1/.



Figur 2 Oversiktskart med planlagt og utført bekkesikring fra vedlegg A i plandokument /1/.

2. Beliggenhet og omfang av sikringstiltak

Beliggenhet og omfang av sikringstiltaket er beskrevet i plandokument /1/. I det følgende gis en kort oppsummering med referanse til oversiktskart i figurene 2, 3 og 4. Figurene 3 og 4 viser beliggenhet av bekkeparseller, bekkeprofiler og raviner for henholdsvis nordlige og sørlige del av Kvetabekken.

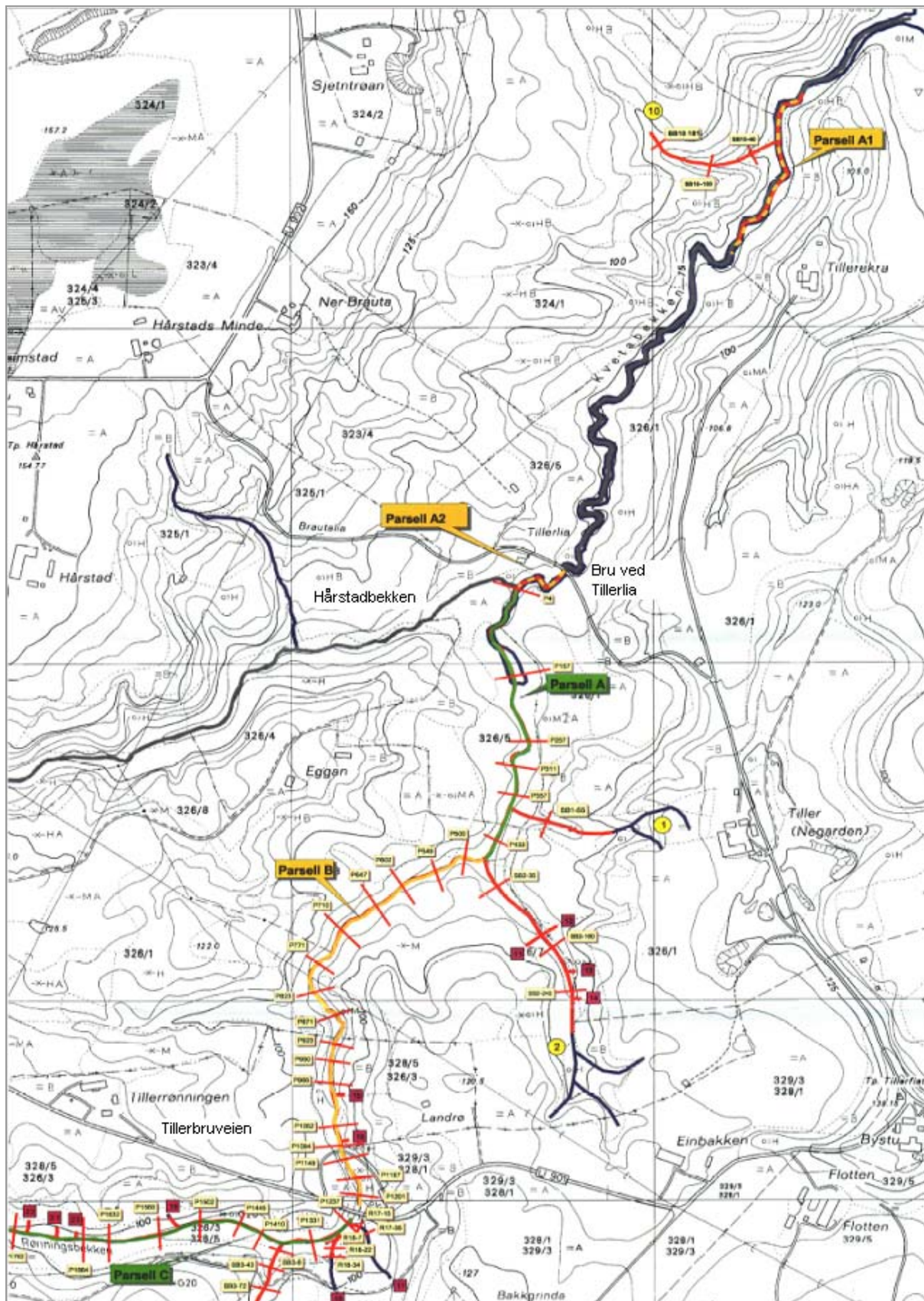
Kvetabekken renner gjennom Kvenildsmarka som ligger 2 km sørøst for Heimdal. Bekkens hovedløp begynner i sørvest og renner videre gjennom Kvenildsmarka med retning nordøst til utløpet i Nidelva. Den nordligste delen av Kvetabekken, dvs. nedstrøms samløpet Kvetabekken/Hårstadbekken, er tidligere sikret helt ned til utløpet i Nidelva. Det henvises til figurene 2 og 3. Også den sørligste delen av Kvetabekken er tidligere sikret nordøstover til nedenfor Buenget. Det henvises til figurene 2 og 4.

Sikringsplanen i plandokument /1/ går blant annet ut på å sikre 2955 meter av Kvetabekken (hovedbekken). Dette området av hovedbekken er delt opp i 4 hovedparseller A-D som ikke er sikret fra før, men som nå skal sikres, samt i to tilleggsparseller A1 og A2 som tidligere er sikret, men som må sikres på nytt. Det henvises til figurene 3 og 4. Fra nordøst mot sørvest er deler av hovedbekken som skal sikres inndelt som følger:

- Tilleggsparsell A1 utgjør 270 m og strekker seg fra kulverten hvor kloakkledningen krysser Kvetabekken fra høyre til venstre side ca. 200 meter ovenfor utløpet i Nidelva til tidligere sikret strekning av Kvetabekken. Det henvises til område av Kvetabekken med oransje stiplet farge merket parsell A1 i figur 3.
- Tilleggsparsell A2 utgjør 85 m og strekker seg fra brua ved Tillerlia til samløpet med Kvetabekken/Hårstadbekken (hovedparsell A). Det henvises til område av Kvetabekken med oransje stiplet farge merket parsell A2 i figur 3. Strekningen må sikres på nytt da bunnen her kommer opp og det er bevegelse i bekkesidene.
- Hovedparsell A utgjør 480 m og strekker seg fra samløpet Kvetabekken/Hårstadbekken til sidebekk 2 (Einbakken). Det henvises til område av Kvetabekken med grønn farge merket parsell A i figur 3.
- Hovedparsell B utgjør 740 m og strekker seg fra sidebekk 2 (Einbakken) til Tillerbruvegen. Kvetabekken passerer i kulvert under Tillerbruvegen. Det henvises til område av Kvetabekken med oransje farge merket parsell B i figur 3.
- Hovedparsell C utgjør 630 m og strekker seg fra Tillerbruvegen til sidebekkene 4 og 5. Det henvises til område av Kvetabekken med grønn farge merket parsell C i figur 4.
- Hovedparsell D utgjør 750 m og strekker seg fra sidebekkene 4 og 5 til sikret strekning av Kvetabekken (Buenget). Det henvises til område av Kvetabekken med oransje farge merket parsell D i figur 4.

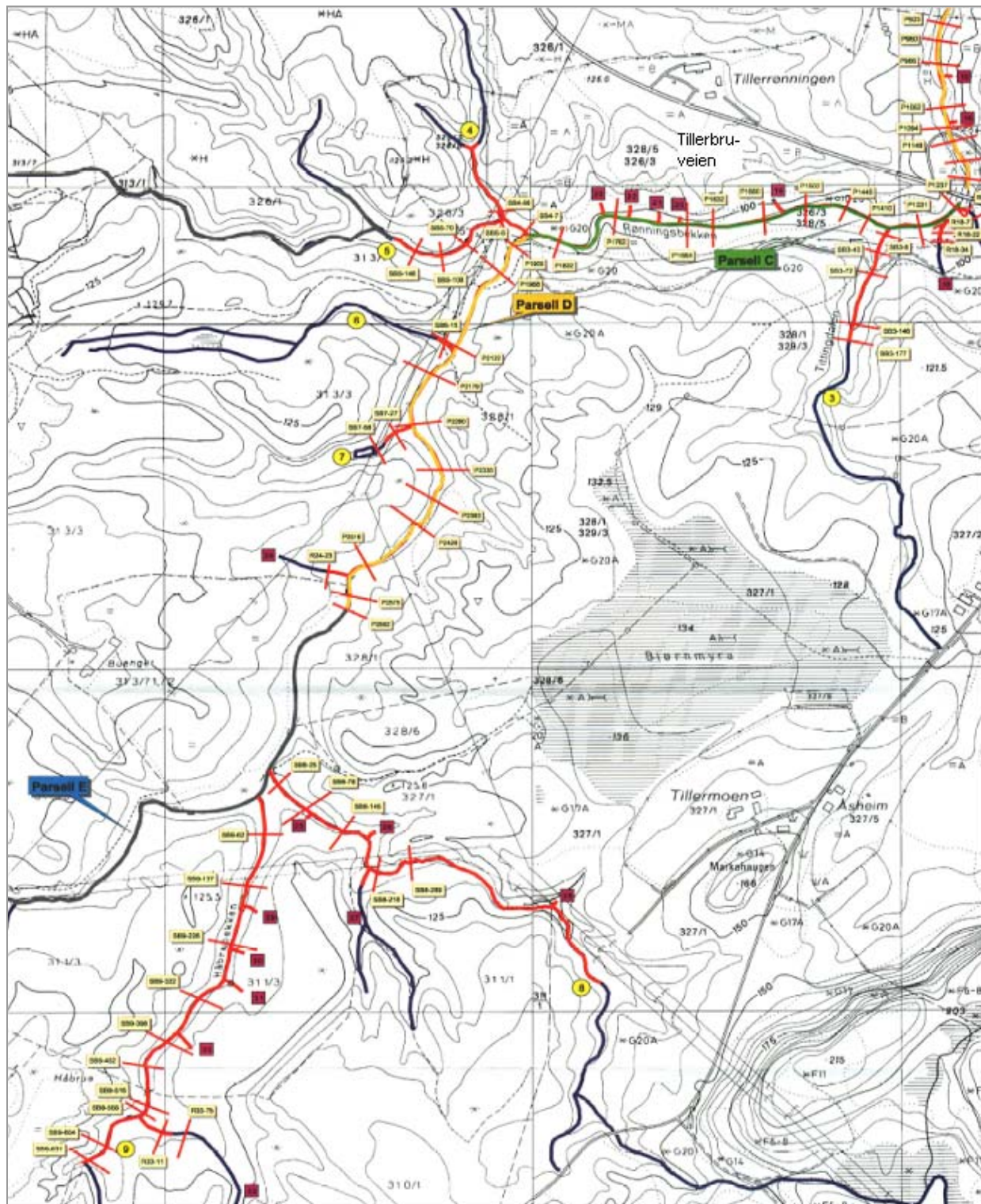
Planen går i tillegg ut på å sikre 2945 meter av sidebækker og raviner. De 10 sidebekkene som skal sikres er vist med rød farge og numrene 1–10 i gule sirkler i figurene 3 og 4, mens de 23 ravineområdene som skal sikres er vist med rød farge og numrene 11–33 i lilla firkanter. Figur 4 viser at sikringsarbeidene lengst i sør begynner i Håbrubekken (bekkeparsell 9) og bekken fra Rundhaugtjern (bekkeparsell 8) som renner sammen ut i Kvetabekkens parsell E.

Ekstern kontroll av geotekniske vurderinger som ligger til grunn for NVEs plan for sikringstiltak mot ras i Kvetabekken i Tillermarka



Figur 3 Kart med nordlige parseller og tverrprofiler inntegnet. Utdrag av vedlegg D til plandokument /1/.

Ekstern kontroll av geotekniske vurderinger som ligger til grunn for NVEs plan for sikringstiltak mot ras i Kvetabekken i Tillermarka



Figur 4 Kart med sørlige parseller og tverrprofiler inntegnet. Utdrag av vedlegg D til plandokument 1/.

3. Grunnforhold

Kvetabekken begynner i sørvest og renner videre gjennom Kvenildsmarka med retning nordøst. Området er preget av kupert leirterreng som er gjennomskåret av erosjons- og bekkedaler. Trondheim kommune har foretatt omfattende grunnundersøkelser i området. Det henvises til grunnundersøkelsesrapport /2/ som omfatter hele Kvenhildsmarka, og grunnundersøkelsesrapportene /3/-/6/ som omfatter utvalgte områder av Kvenhildsmarka.

Det fremgår av denne dokumentasjonen at det har vært stor rasaktivitet i områdene som grenser mot Kvetabekken og dens sidebekker, og at det også forventes videre rasaktivitet dersom ikke bekkene erosjonssikres og det gjennomføres stabilitetsforbedrende tiltak. I det følgende gis en kort oppsummering av grunnforholdene.

Kvenhildsmarka: Grunnundersøkelsesrapport /2/ fra 1992 for Kvenhildsmarka omfatter Kvetabekken fra Buenget i sørøst og nordvestover til 100 m fra samløpet med Hårstadbekken. Det vil si tilnærmet alle hovedparsellene A-D av Kvetabekken. Rapporten gir følgende oppsummering av grunnforholdene:

Grunnen i området består generelt av marin leire. Øverst er det et ca. 1 - 2,5 meter tykt tørrskorpelag over bløt til middels fast siltig leire som er sensitiv og kvikk i dybden.

Det er registrert kvikkleire i de fleste borpunkt, både nye og gamle. Boringene tyder på at kvikkleira ligger som et sammenhengende lag under det meste av området. Minste overdekning er ca. 2,5 meter, og største registrerte mektighet er ca. 30 meter. Utenfor bekkedalene ligger kvikkleira stort sett høyere enn nivået i bekkene.

Kvikkleireområdet avgrenses av glacifluviale avsetninger (sand og grus) i nord og vest, og av fjell i sør. Mot øst strekker kvikkleira seg ned mot Nidelva.

Tillerrønningen/Rønningsdalen: Rapport /3/ fra 2004 omfatter et område sør for Tillerbruveien ved Tillerrønningen, 100-200 m vest for kryssingen med Kvetabekken. Det vil si nordsiden av hovedparsell C av Kvetabekken (merket Rønningsbekken) i figur 4. Plandokument /1/ gir følgende oppsummering av topologien og grunnforholdene for dette området:

Sør for Tillerbruveien, 100 til 200 meter vest for kryssingen (kulverten) med Kvetabekken, har det vært rasvirksomhet i senere tid. Høydeforskjellen mellom Tillerrønningen gård og bekken er ca. 25 meter mot sør og 35 meter mot øst. Helningen i terrenget er ca. 1:10 mot øst, noe brattere mot sør. Sør for bekken går skråningen opp mot kote 125 med helning ca. 1:4. Skråningen ned mot sidebekken fra Tittingdalen i sør har stedvis helning 1:2. Ved Tillerrønningen gård nord for bekken treffes kvikkleira på ca. 9 meter under terreng. I dette området ligger kvikkleira 15 til 20 meter over bekkennivået. Ved raset like vest for kulverten, mellom Tillebruveien og bekken, ligger kvikkleira 5 til 7 meter under terreng. Bekken i nedre del av Tittingdalen har gravd seg ned på et kotenivå med kvikkleira rett overfor bekken. Bekken graver ca. 20 meter under nivå for kvikkleira i skråningstoppen.

Tiller/Nergarden: Grunnundersøkelsesrapport /4/ fra 2004 omfatter et område på østsiden av Kvetabekken, fra Tillerbruveien og 1 km nordover. Det vil si østsiden av hovedparsellene A og B av Kvetabekken, og sidebekkene 1 og 2 i figur 3. Plandokument /1/ gir følgende oppsummering av topologien og grunnforholdene for dette området:

Området øst for Kvetabekken, fra Tillebruvegen og 1 km nordover, har store høydeforskjeller. Plataet mellom Einbakken og Kvetabekken ligger på kote 115-120. Mot Kvetabekken er skråningen over 20 meter høy. I de bratteste partiene er skråningshelningen ca. 1:2. Lenger nord ligger gården Tiller (Nergarden). Gårdsveien går langs bakkanten av Tillerraset (1816). Ca. 200 meter nordvest for

gårdstunet er det en typisk skålformet rasgrop. Den relativt flate marka ligger på kote 110 til 125. Fra rasgropa og fram mot bekken er det liten helning. Fra Kvetabekken og opp mot gården Einbakken går en sidebekk. Fram mot kanten av bekkedalen fra Einbakken ligger kvikkleira 6 til 8 meter under terreng, noe over bekkenivå. Ved gården der bekken starter ligger kvikkleira kun 1 meter under terreng. I bakkanten av rasgropa nordvest for Tiller (Nergarden) ligger kvikkleira fra 7 til 4 meter under terreng.

Buenget – Tillermoen: Rapport /5/ fra 2004 omfatter et område ved Kvetabekken fra Buenget i sør og nordover til Tillerrønningen. Det vil si hovedparsell D av Kvetabekken i figur 4. Plandokument /1/ gir følgende oppsummering av topologien og grunnforholdene for dette området:

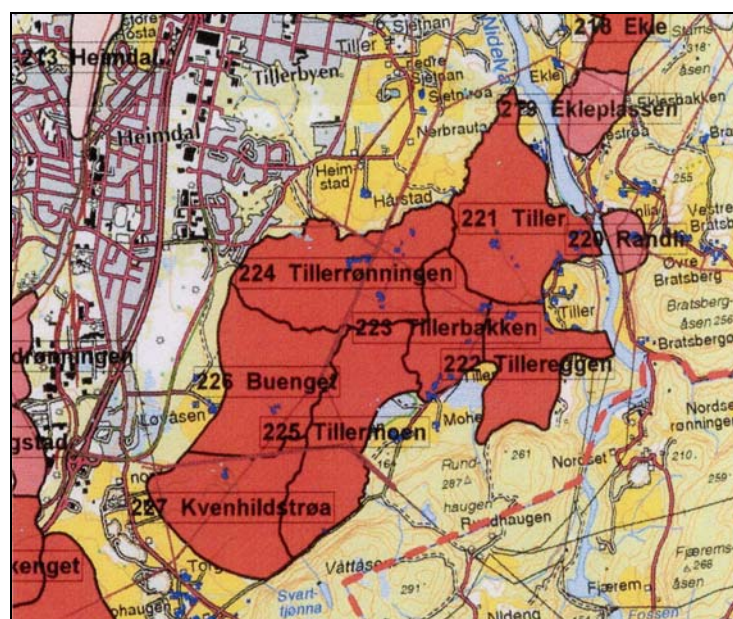
I dette området går bekken i sør-nord retning. Kvetabekken nedenfor Buenget gård og sørover opp mot Kvenildstrøa er sikret. Nord for sikret strekning kommer 3 sidebekker fra vest. På østsiden for bekken ligger et platå mot Bjørnmyra. Høydeforskjellen mellom bekken og platået er 20–25 m. Overdekningen over kvikkleira i bekkefaret er ca. 5 meter. På østsiden av bekken ligger kvikkleira 15 – 20 meter over bekkenivå.

Potesielle steindeponier: Grunnundersøkelserapport /6/ fra 2005 er utført for å vurdere 3 potensielle områder for steindeponering. Område 1 er et område 500 m nord for kulverten for Kvetabekken under Tillerbruveien, område 2 er et område like sør for kulverten under Tillerbruveien og område 3 er et område ca. 200 m sør for Tillermoen og Åsheim på begge sider av veien. Område 2 ble vurdert som uegnet for deponering av stein.

4. Faregrads- og risikokart

NGI (Norges Geotekniske Institutt) har foretatt kartlegging av faresoner med kvikkleire i området. Det henvises til NGI-rapport /7/ og figur 5.

Samtlige soner som Kvetabekken renner gjennom har faregradklasse ”høy”. Disse sonene er: Tiller (221), Tillereggen (222), Tillerbakken (223), Tillerrønningen (224), Tillermoen (225), Buenget (226) og Kvenildstrøa (227). Sonene Tiller og Tillerrønningen er plassert i risikoklasse 4. Resterende soner er plassert i risikoklasse 1 (laveste).



Figur 5 Utsnitt av NGIs faregradskart med soner langs Kvetabekken fra NGI-rapport /7/.

5. Teknisk beskrivelse av sikringstiltak

Figurene 3 og 4 (vedlegg D i plandokument /1/) viser beliggenhet og omfang av sikringstiltakene, mens vedleggene C og G i plandokument /1/ viser teknisk løsning i form av henholdsvis tverr- og lengdeprofiler. I det følgende gis en kort oppsummering av planlagt erosjonsvern og stabiliserende tiltak.

Planen omfatter erosjonssikring og dels også stabiliserende tiltak. Tiltaket går ut på å kle bunn og sider med sprengte, samfengte steinmasser. Hensikten er at steinfyllingene skal stoppe videre erosjon. I områder hvor bekkebunnen heves ved oppfylling vil også tilleggsvekten av fyllingen øke stabiliteten til bekkeskråningene.

Følgende tekniske beskrivelse av stabiliserende tiltak og erosjonsvern er hentet fra plandokument /1/:

Stabiliserende tiltak og erosjonsvern, teknisk beskrivelse ... På strekningen mellom brua ved Tillerlia og samløpet mellom Hårstadbekken og Kvetabekken (85 meter), og en strekning på ca. 250 meter fra P0 og oppover, blir ikke selve bekkebunnen hevet. Her forutsettes at dagens bunn graves ut tilsvarende sikringstykkelsen (ca. 1 meter). Videre oppover Kvetabekken heves bekkebunnen., se vedlegg G. En ekstra heving som følge av anleggelse av ny kulvert hvor bunnen på denne blir anlagt ca. 2,5 meter høyere enn bunnen på dagens kulvert, fremgår på egne ark. Noe mindre gravearbeider vil være nødvendig for å få anlagt sikringsprofilen. Anleggelse av ny bekkebunn på den øverste delen av strekningen som skal sikres må tilpasses tidligere utførte sikringsarbeider utført av Trondheim kommune. Sikringshøyden i alle tverrprofiler i hovedbekken er planlagt til 2 meter over ny sikret bekkebunn med unntak av strekningen gjennom sumpområdet. Høyden er tilpasset dagens terrenghøyde og satt til ca. 1,3 meter. Her er bekken utvidet noe. ... Utkjøring av sikringsmassene vil foregå i selve bekkeløpene.

For å vurdere omfanget av graving i nedre del av skråninger og i skråningsfot har vi gått gjennom tverrprofilene i vedlegg /C/ til plandokument /1/. Vi ser at det planlegges masseutskifting og dermed graving i nedre del av elve- og ravineskråninger i følgende bekke- og ravineprofiler:

- For selve hovedløpet av Kvetabekken henvises det til profilene P4, P4+1, P157 og P257 for hovedparsell A, til profilene P500, P923 og P950 for hovedparsell B og til profilene P1988, P2122, P2179, P2260, P2383, P2428, P2516 og P2576 for hovedparsell D.
- For sidebekkene til Kvetabekken henvises det til profil 72 for sidebekk 3, profilene 70, 108 og 146 for sidebekk 5, profilene 25, 78 og 289 for sidebekk 8, profil 604 for sidebekk 9 og til profil P40 nederst for sidebekk 10.
- For ravinene henvises det til profil 15 for ravine 17 og profil 7 for ravine 18, samt til representative profiler for ravinene 24, 25, 26 og 27.

6. Sikkerhetsfilosofi

Kontrolloppdraget som er rapportert i notat /8/ fra oss omfatter en vurdering av blant annet sikkerhetsnivå for etablering av ny bebyggelse, planlagt boligfelt D i Hårstadmarka, i en faresone med høy faregrad.

Med unntak av planlagt boligfelt D i Hårstadmarka, forstår vi det slik at sikringstiltakene (inngrepene) som er skissert i plandokument /1/ omfatter en vurdering av sikkerhetsfilosofi for et område med høy faregrad, men hvor det ikke skal etableres ny bebyggelse. Det vil si at sikkerheten vurderes i forhold til eksisterende bebyggelse og anleggsarbeider i byggefasen. I den følgende diskusjonen forutsettes dette.

Av grunnlagsdokumentasjonen /1/-/7/ fremgår det at det har vært stor rasaktivitet i området ned mot Kvetabekken og sidebækker, og at det også forventes videre rasaktivitet dersom ikke bekkene

erosjonssikres og det gjennomføres stabilitetsforbedrende tiltak. Dette, sammen med omfanget av kvikkleire, gjør at vi i utgangspunktet forutsetter at skråningsstabiliteten i flere områder er anstrengt.

Med dette som utgangspunkt, mener vi at man ikke må tillate eller iverksette inngrep som forverrer stabiliteten midlertidig eller permanent, uten først å dokumentere at sikkerheten er tilstrekkelig. Dette av hensyn til sikkerheten til anleggsarbeidere i byggeperioden og av hensyn til eksisterende bebyggelse. Spesielt bør hensyn tas i forbindelse med arbeider i sonene Tiller og Tillerrønningen som av NGI er plassert i risikoklasse 4. I henhold til NGIs faregradsevaluering er det i tillegg til spredt bebyggelse, også næringsbygg med 10-50 personer i begge disse sonene.

7. Stabilitetsmessige konsekvenser av planlagt sikringstiltak

Det ligger i sakens natur at planlagt sikringstiltak forbedrer stabilitetsforholdene for områdene som grenser mot Kvetabekken og dens sidebekker, samt for raviner i området etter at tiltakene er gjennomført.

Det som her må vurderes er om det er inngrep eller forhold under etableringen av sikringstiltaket, dvs. i midlertidige faser, som kan påvirke stabiliteten negativt og som kan utløse kvikkleireskred. Av plandokument /1/ fremgår det at geoteknisk prosjekterende deler denne bekymringen med oss:

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

Noe av de vi er skeptisk til i områder som dette med kvikkleire og anstrengt stabilitet er graving i skråningsfot. Det fremgår av vår gjennomgang av tverrprofilene i vedlegg C til plandokument /1/ at det er flere områder hvor det i etableringsfasen planlegges masseutskifting med graving i nedre del av bekke- og ravineskrånninger. Det henvises til oppsummering i forrige kapittel. I noen områder er det blant annet skissert 1 m midlertidig avgraving i bekkeløpet i forhold til eksisterende bekkedunn. Det er to effekter av slik graving vi er bekymret for i denne forbindelse. Det ene er at avgravingen gir en avlastning av skråningsfoten, og det andre at gravingen kan gi en omrøring av kvikkleiren i skråningsfoten med påfølgende skjærstyrkereduksjon dersom denne blottlegges og forstyrres.

Det er videre i plandokument /1/ lagt opp til at selve bekkene skal fungere som anleggsveier ut fra geotekniske betraktninger. I denne forbindelse bør man være klar over at vibrasjoner fra anleggstrafikk eller rystelser på grunn av dumping av stein fra lastebiler også kan bidra til å utløse skred.

Det er heller ikke etter vårt syn tilstrekkelig å fastslå at all aktivitet må være grundig vurdert/beregnet for å unngå situasjoner som øker rasfaren. Vi mener at alle inngrep og stabilitetsmessige konsekvenser av disse i bygge- og ferdigtilstand må dokumenteres for å kunne ta stilling til geotekniske konsekvenser av arbeidene i plandokument /1/.

Vi anbefaler derfor at det utarbeides en detaljert oversikt/plan over alle anleggsarbeider med midlertidige byggefaser og sekvenser, og at hvert inngrep og sekvens vurderes som skissert. Når en slik gjennomgang er utført, må man for inngrep som har en negativ stabilitetsmessig effekt dokumentere tilstrekkelig sikkerhetsnivå via stabilitetsberegninger. Alternativt kan tekniske løsninger suppleres med tiltak som gjør at stabilitetsmessige konsekvenser av inngrepet ikke blir negative.

8. Referanser

- /1/ NVE-rapport "Tiltak i vassdrag. Sikring mot kvikkleireskred i Kvetabekken i Tillermarka. Detaljplan", datert 29.12.2005, med vedleggene A-J.
- /2/ Rapport R.872 "Kvenhildsmarka. Grunnundersøkelser. Datarapport.", Trondheim kommune, datert 30.10.1992.(Mottatt fra NVE per post 15.01.2006)
- /3/ Rapport R.1168 "Rønningsdalen. Grunnundersøkelser. Datarapport.", Trondheim kommune, datert 03.03.2004.
- /4/ Rapport R.1168-2 "Tiller. Grunnundersøkelser. Datarapport.", Trondheim kommune, datert 03.03.2004.
- /5/ Rapport R.1168-3 "Kvetabekken. Grunnundersøkelser. Datarapport.", Trondheim kommune, datert 03.03.2004.
- /6/ Rapport R.1168-4 "Kvetabekken. Grunnundersøkelser. Datarapport.", Trondheim kommune, datert 14.03.2005.
- /7/ NGI-rapport 20001008-6 "Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred. Trondheim kommune." , datert 17. januar 2005.
- /8/ Notat RIG 1 "Hårstadmarka og Kvetabekken i Tillermarka, Trondheim. Ekstern kontroll av geotekniske vurderinger i forbindelse med etablering av nytt boligfelt D i Hårstadmarka.", datert 31.01.06 .