

TIL: Thorrud Prosjekt AS  
v/Håkon Thorrud

Kopi:

Fra: GrunnTeknikk AS

Dato: 5.5.17

Dokumentnr: 112433n1\_revA

Prosjekt:

Utarbeidet av: Sivert S Johansen

Kontrollert av: Geir Solheim

---

### **Tønsberg. Eik, Prinsesseveien boligprosjekt Geoteknisk notat, stabilitet**

#### **Sammendrag:**

Thorrud Prosjekt AS planlegger utbygging i Prinsesseveien på Eik i Tønsberg kommune. GrunnTeknikk AS er engasjert som geoteknisk rådgiver i prosjektet.

Terrenget over eiendommen faller ca 8 – 13 høydemeter mot et bekkedrag i øst (Eikbekken) og det er registrert kvikkleire i grunnen på tomta. Eiendommen er tidligere faregradsevaluert til faregrad lav, alvorlig konsekvens og risiko klasse 3 av Multiconsult AS. Våre vurderinger er utvidet med en faresoneavgrensing vist i vedlegg.

Videre er det utført stabilitetsberegninger i forbindelse med utvikling av tomta i flere omganger for å planlegge byggetekniske løsninger som tilfredsstillir NVEs regelverk. Vurderinger for aktuelt prosjekt er beskrevet i notatet.

Vi mener utbygging på området kan aksepteres dersom man avlaster terrenget noe (ca 0,7 m) i en ca. 20 m sone bak den lokale bekke/elveskråningen samt slaker ut de lokalt brattere skråningskantene lokalt mot bekken før utbygging. Videre er det en forutsetning at ny bebyggelse og infrastruktur må prosjekteres slik at man ikke belaster området, dvs. under kompenserte forhold.

Mer detaljer fremgår av notatet.

---

## INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	3
2	Terreng og grunnforhold (fra datarapport).....	3
3	Foreliggende planer.....	3
4	Faresoneevaluering.....	4
5	Stabilitet.....	5
5.1	Terrengprofil og lagdeling.....	6
5.2	Material parametere.....	6
5.3	ADP-verdier.....	6
5.4	Grunnvann.....	6
5.5	Beregningsresultater.....	7
5.6	Konklusjon.....	8
6	Sluttkommentar.....	9

## VEDLEGG

1	812622 – 1	Borplan/oversiktskart
2	812622 – 100	Profil A2
3	112433 – 500	Faresoneavgrensning

## REFERANSER

[1]	NVE veileder «Sikkerhet mot kvikkleireskred», 7-2014
[2]	Multiconsult AS rapport 812622-1, datert 17. november 2010
[3]	Multiconsult AS notat 812662-G1, datert 3. desember 2010
[4]	Multiconsult AS rapport 812622-r2_rev01, datert 31. oktober 2012

## 1 Innledning

Thorrud Prosjekt AS planlegger utbygging i Prinsesseveien på Eik i Tønsberg kommune. GrunnTeknikk AS er engasjert som geoteknisk rådgiver i prosjektet.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser, faregradsevaluering og stabilitetsvurderinger av Multiconsult AS for Block Watne AS på eiendommen, ref. [3 og 4]. Tidligere beregninger (2010) viser innledningsvis akseptabel stabilitet for dagens situasjon iht. beregninger utført på innmålte profiler i terrenget og konkluderer med at nye bygg og utførelse ikke skal påvirke stabilitetsforholdene negativt. Multiconsults supplerende beregninger i 2012 viser imidlertid at aktuelt prosjekt ville belaste grunnen og krevde således stabiliserende tiltak. Det ble da anbefalt motfylling i bekken, dvs. legge bekken i rør eller alternativt kalk-sementstabilisering. Tiltakene er kostnadskrevenne og omfattende.

Vi har forstått at det ikke er akseptabelt å legge bekken i rør, eller endre bekkeløpet av vesentlig betydning. Videre er kalk-sementstabilisering for et prosjekt av en slik størrelse meget kostnadskrevenne og omfattende.

I dette notatet er det oppsummert en vurdering/kontrollberegning for områdestabilitetsforhold. Videre er det gitt veiledende anbefalinger for fremtidig tiltak iht. gjeldende regelverk og veiledninger.

## 2 Terreng og grunnforhold (fra datarapport)

Det er tidligere utført grunnundersøkelser på området i to omganger. Innledende undersøkelser er utført av Bjørn Strøm AS og supplerende grunnundersøkelser er utført av Multiconsult AS i 2010.

Vedlagt borplan og terrengprofiler viser dagens terreng. Det er ca 8 – 13 m høydeforskjell over tomte fra bekken i øst stigende opp til boligfeltet 70 – 100 m lenger vest. Terrenget er lokalt brattere i bekkeskråningen enn planlagt tomteareal ovenfor.

Grunnen består generelt av et ca. 3 m topplag av tørrskorpeleire og fast siltig leire. Videre er det middels fast til bløt og stedvis sensitiv/kvikk siltig leire i dybden. Sonderingene er avsluttet mot stein/antatt berg i dybder fra 8-19 m under terreng. Opptatte uforstyrrede prøver viser kvikkeleire fra 6-13 m dybde. Grunnvannstanden ble målt til å ligge ca. 1,5 m under terreng. For en mer detaljert beskrivelse av grunnforholdene, se Multiconsult AS rapport 812622-1, datert 17. november 2010 [2].

## 3 Foreliggende planer

Utsnitt av foreliggende landskapsplan, tegning nr. LO 001-O-01 av 22.3.17 vist på figur 1 på neste side. Denne er utarbeidet med bakgrunn i våre anbefalinger oppsummert i foreliggende notat. Vi har videre forstått at det har vært forhåndskonferanse/konsultasjon med NVE og kommunen vedr. foreliggende plan hvor det er mottatt positive tilbakemeldinger.

Det er i grove trekk planlagt lett trehusbebyggelse i inntil 2 etasjer lagt inn i terreng eller utført under kompenserte forhold ved masseutskifting med lette masser. Byggene er best mulig tilpasset terrenget uten oppfylling over dagens terrengnivå.

Videre planlegges avlastning på min. 0,75 m i et belte på ca 20 m bak den lokalt brattere bekkeskråningen. Videre skal de bratteste partiene lokalt ned mot bekken slakes ut. Tiltakene skal prioriteres før bygging på området.

Bekkedraget skal befares og evt. plastres ved behov lokalt. Dette vurderes løpende i anleggsfasen. Ved arbeider mot bekken skal man forsøke å beholde store deler av vegetasjonen og ikke blottlegge arealer.



Figur 1: Utsnitt av landskapsplan for rammesøknad

## 4 Faresoneevaluering

Området er faregradsevaluert og er kategorisert tidligere, ref. [3 og 4]:

Faregrad: Lav

Konsekvens: Alvorlig

Risiko klasse 3

En anbefalt faresoneavgrensning er vist i vedlegg. Denne er basert på topografiske forhold, utførte grunnundersøkelser og NGUs løsmassekart.

Terrenget over tomta og i området faller generelt mot øst og ned til Eikbekken. Terrenget over tomta består av en lokalt brattere elveskråning og for øvrig relativt slakt terreng over tomta. Terrenget i boligområdet vest for reguleringsgrensen flater ut til gjennomsnittlig helning 1:24 i en bredde på minst 100 m.

Sør for reguleringsområdet er det slake arealer med dyrket mark med helning ca 1:15 til 1:16 mot bekken og den lokale bekkeskråningen avtar i høyde nedstrøms reguleringsområdet.

NGUs løsmassekart er vist på figur 2 under. Det er kartlagt tykk havavsetning over tomta, men sannsynlig overgang til tynn avsetning opp i boligområdet lenger vest. Dette stemmer med tidligere erfaringer for prosjekter lenger vest i boligområdet og lagdeling i utførte borer på tomta.



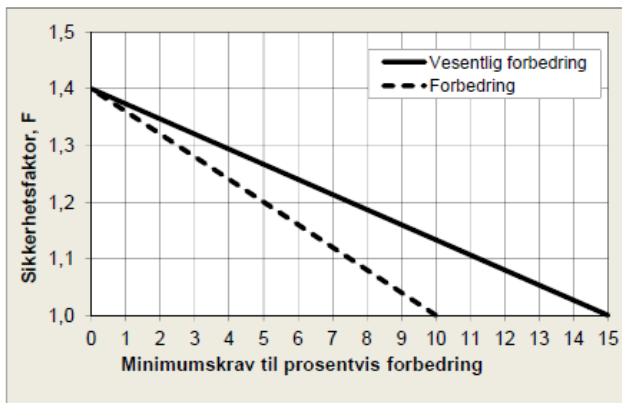
Figur 2: NGUs løsmassekart, Reguleringsområdet er skissert med rød strek.

Det er ikke registrert andre potensielle løsneområder som kan påvirke eiendommen enn et evt. initialscred nede i den lokale bekkeskråningen mot Eikbekken. Videre er det ikke tidligere kartlagt skredhendelser eller andre nærliggende faresoner som kan påvirke reguleringsplanen.

## 5 Stabilitet

Da det planlegges ny boligbebyggelse på eiendommen faller prosjektet innenfor tiltakskategori K4 iht NVEs veileder [1]. Tabellen nedenfor viser krav sett i forhold til faregrad lav og tiltakskategori.

<p><b>K4:</b> Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner.</p> <p>Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Vesentlig forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
--	---	---



Figur 3 Viser Tiltakskategori K4 og fig. 5.1 (prosentvis forbedring).

## 5.1 Terrengprofil og lagdeling

Vedlagt borplan/oversiktskart viser den aktuelle eiendommen hvor det er innmålt terrengprofiler av Ingeniørservice AS. Profilene stemmer relativt godt med kotelinjer fra kart, men terrenget er reelt noe slakere enn på kartverket. Det er utført beregninger i profil A2.

Lagdelingen benyttet i våre beregninger er tilsvarende tidligere beregninger utført av Multiconsult AS [3] og [4].

Profilene som viser terreng og grunnforhold for beregningene, og kan sees i detalj i vedlegg 2. Dette profilet ansees som karakteristisk for området.

## 5.2 Material parametere

Det er utført beregninger på totalspenningsbasis med  $s_{ud}$ -direkte. Følgende lagdeling og grunnparametere er benyttet, ref [3 og 4];

Tørrskorpeleire:	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ , $s_{ud} = 40 \text{ kPa}$
Bløt leire:	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ , $s_{ud} = \text{C-profil (designlinje, gjennomsnittlig } s_{ud})$
Kvikkleire:	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ , $s_{ud} = \text{C-profil (designlinje, gjennomsnittlig } s_{ud})$
Fast underliggende leire:	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ , $\varphi = 33^\circ$

Videre er det utført en «følsomhetsanalyse» hvor designlinje (c-profilene) for leira i grunnen følger  $s_{ud} = 0,18p_0'$  fra under tørrskorpeleira og videre i dybden.

## 5.3 ADP-verdier

Følgende anisotropi er benyttet i beregningene med bakgrunn i Multiconsult AS sitt notat og programmet ESPAR, ref. [3 og 4]:

For bløt leire:  $su_A = 1,52x sud$  og  $sup = 0,48xsud$   
 For kvikkleire:  $su_A = 1,60x sud$  og  $sup = 0,25xsud$

## 5.4 Grunnvann

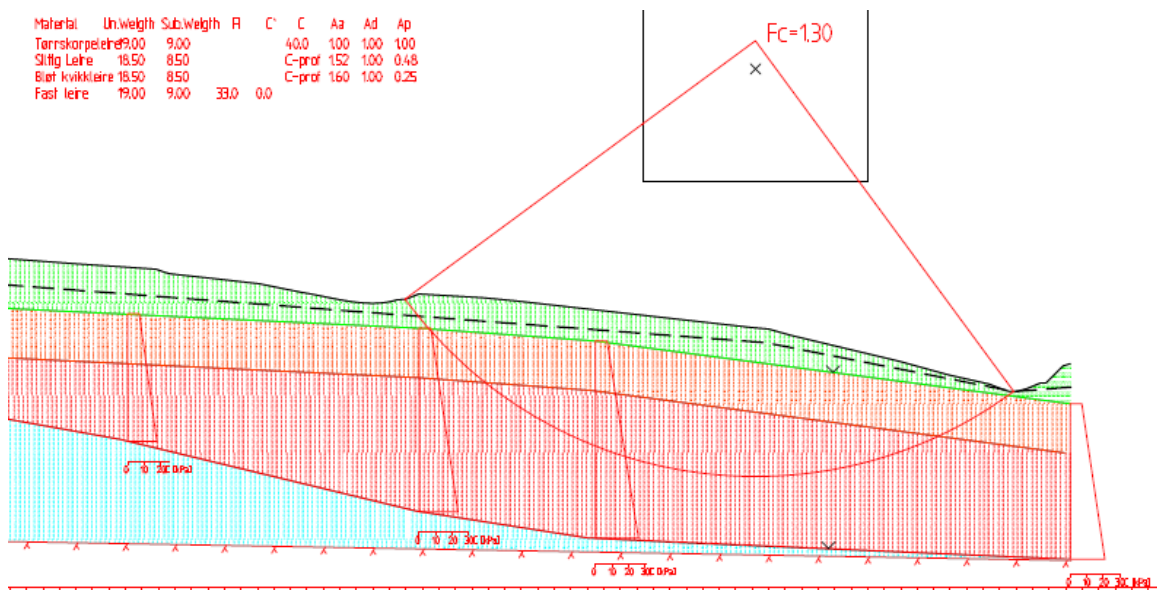
Grunnvannet er satt til å ligge ca. 1,5 m under terreng vet toppen av skråningen. Grunnvannet følger så en slak gradient ned til bunn av bekken. Beregningene er noe konservativt utført med tørr bekk, siden vann i bekken forbedrer stabiliteten.

## 5.5 Beregningsresultater

Resultater fra beregningsprogrammet Geosuite Stabilitet er vist i tabell 1 under.

Beregning	Beskrivelse	Sikkerhet, Fc
Figur 3	Dagens situasjon (0,18p <sub>0</sub> «følsomhetsanalyse»)	1,30
Figur 4	Ca. 0,75 m avlastning (0,18p <sub>0</sub> «følsomhetsanalyse»)	1,39
Figur 5	Dagens situasjon (Iht. tidligere designprofil i grunnen vurdert av Multiconsu)	1,51

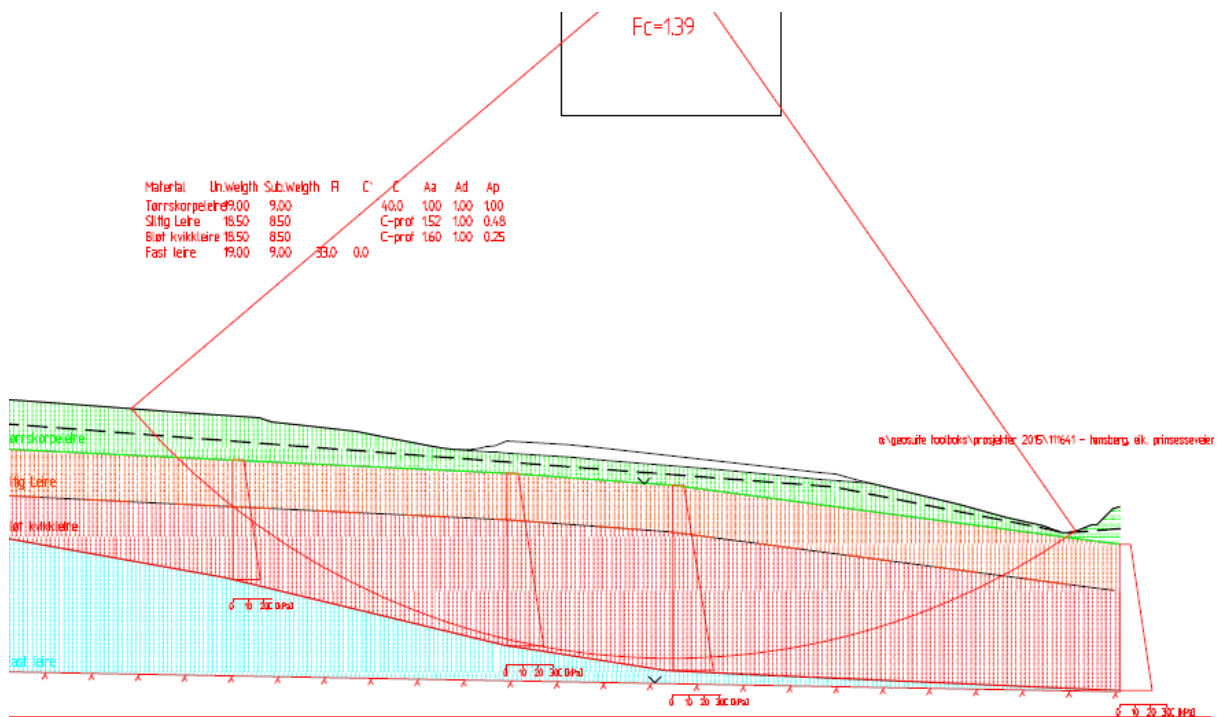
Tabell 1 Resultater fra s<sub>u</sub> beregningene



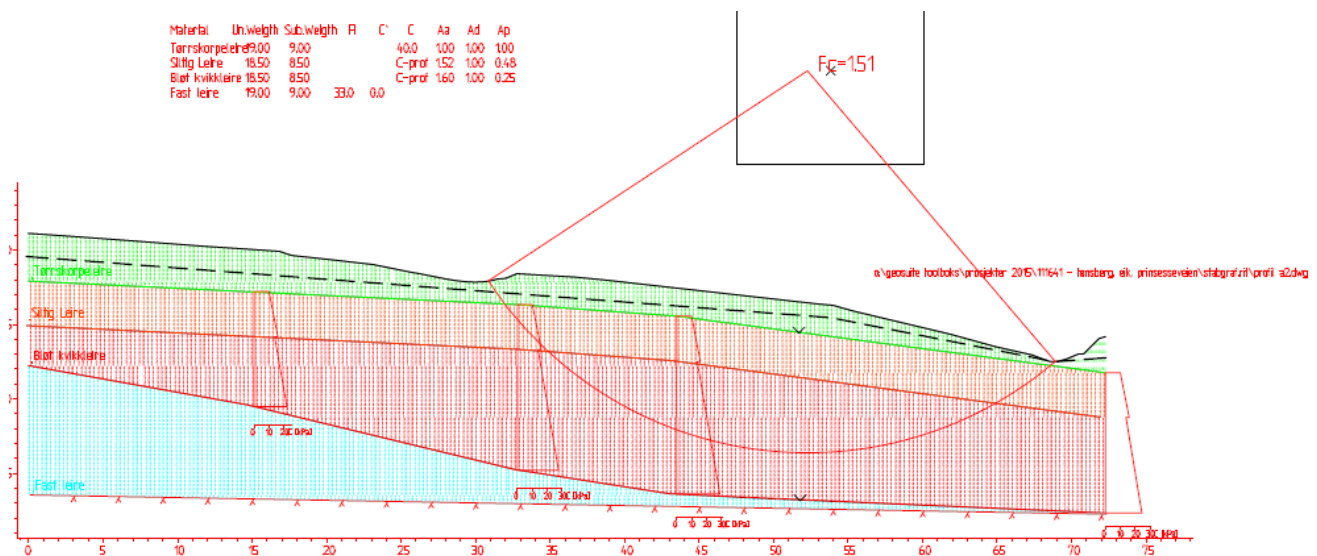
Figur 4 Dagens situasjon. (0,18p<sub>0</sub>)

I følge ref. [1] og figur 5.1 [1] er det tilstrekkelig med en %-vis forbedring på ca. 4 % ved topografiske endringer for å imøtekommes kravene for tiltakskategori K4.

Figur 4 under viser økt sikkerhet mot utglidning ved avlastning av terrenget bak den lokale elveskråningen ca 0,75 m. Dette gir tilnærmet sikkerhet Fc tilnærmet 1,4 (eller ca. 7 % forbedring)



Figur 5 Ca. 0,75 m avlastning av terrenget.



Figur 5 Dagens situasjon (Bedre grunnparametere)

Stabilitetsberegningene viser tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet for skråningen ved dagens situasjon,  $F_c = 1,51$  ved bruk av designparametere ifra ref [3 og 4].

## 5.6 Konklusjon

Kontrollberegninger med designparametere iht. tidligere opptatt prøveserie viser tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning tilsvarende Multiconsults beregninger og konklusjon i 2010.

Ved bruk av noe konservative materialparametere i grunnen viser imidlertid beregningene lav beregningsmessig sikkerhet for dagens situasjon med  $F_c = 1,3$ . Iht. NVEs veileder «Sikkerhet mot kvikkleireskred», 7-2014 må



derfor områdestabilitetsforholdene forbedres prosentvis eller alternativt til man oppnår  $F_c \geq 1.4$ . Dersom man avlaster terrenget ca. 0,7 til 1 m i en sone mot elva og slakker ut de bratteste partiene lokalt, vil man oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning. Vårt beregningseksempel gir  $F_c = 1.39$ .

Vi mener derfor at utbygging på området bør kunne aksepteres dersom man avlaster terrenget noe i en ca 20 m sone bak den lokale bekke/elveskråningen samt slaker ut de lokalt brattere skråningskantene lokalt mot bekken før utbygging.

Det er en forutsetning at all ny bebyggelse og infrastruktur må prosjekteres slik at man ikke belaster området. Dvs. nye bygg (lette bygg) og infrastruktur må legges inn i terrenget og evt. fundamenteres kompensert på masseutskiftet grunn med lette fyllmasser. Alternativt kan bygg (tyngre bebyggelse) pelefunderes på borede peler. Videre må lokalstabilitet ivaretas ved graving for masseutskifting og terrengavlasting ved detaljprosjektering. Vi regner imidlertid med at det kun skal utføres grunn graving, noe som ikke gir store utfordringer.

Det er i tidligere vurderinger anbefalt erosjonssikring av bekken for å ivareta dagens nivå og unngå ytterligere erosjon. Utforming av tiltaket og hvilke strekninger som bør sikres må vurderes mer detaljert i forbindelse med utbygging/detaljprosjektering.

## 6 Sluttkommentar

Dette notatet beskriver stabilitetsforhold og tiltak i forhold til kartlagt faresone. Våre stabilitetsberegninger/ vurderinger må kvalitetssikres iht. NVEs regelverk av eksternt foretak.

Vedr. videre geoteknisk bistand og prosjektering iht. PBL gjelder følgende:

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7, Del 1 «Allmenne regler» stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra kapittel 2.1 Krav til prosjektering.

Det er utført grunnundersøkelser i området som gir god oversikt over grunnforholdene. Det skal benyttes «konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamentering. Det er imidlertid krevende grunnforhold noe som tas til følge ved planlegging av beskjedne gravedybder samt tett oppfølging i anleggs- fasen av geotekniker. Prosjektet faller derfor innenfor geoteknisk kategori 2. Fortetting av boligbebyggelse kategoriseres innenfor konsekvens-/pålitelighetsklasse 2 iht. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode 0.

Pålitelighetsklasse 2 gir krav om prosjekteringskontrollklasse PKK2 som omfatter egenkontroll, intern systematisk kontroll (sidemannskontroll) og normal utvidet kontroll. Ansvarlig for kontroll av utførelse forutsettes avklart av tiltakshaver/totalentreprenør.


Tiltaksklasse iht. SAK10 for geoteknisk prosjektering er klasse 2, dvs. at fremtidig detaljprosjektering må fremlegges for kontroll av uavhengig foretak iht. pbl.

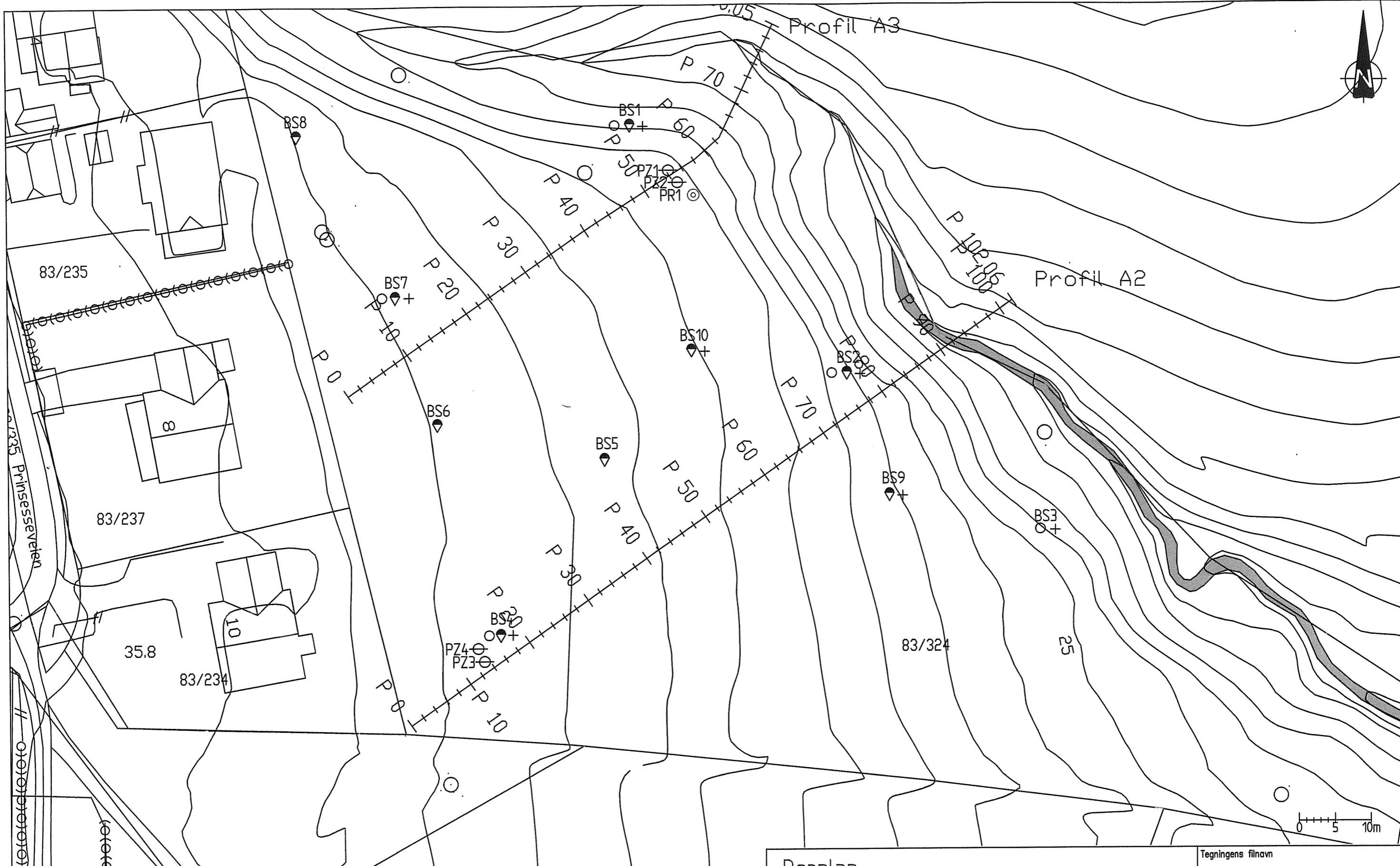
## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Tønsberg. Eik, Prinsesseveien boligprosjekt, Geoteknisk notat, stabilitet	Dokument nr: 112433n1_revA
Oppdragsgiver: Thorud Prosjekt AS	Dato: 5.5.17
Emne/Tema: Geoteknisk notat, stabilitet	

Sted		
Land og fylke: Norge, Vestfold	Kommune: Tønsberg	
Sted: Prinsesseveien		
UTM sone:	Nord:	Øst:

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
	Oppsett av dokument/maler	5.5.17	ssj	8.5.17	ges
	Korrekt oppdragsnavn og emne	5.5.17	ssj	8.5.17	ges
	Korrekt oppdragsinformasjon	5.5.17	ssj	8.5.17	ges
	Distribusjon av dokument	5.5.17	ssj	8.5.17	ges
	Laget av, kontrollert av og dato	5.5.17	ssj	8.5.17	ges
	Faglig innhold	5.5.17	ssj	8.5.17	ges

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 8.5.17	Sign.: 




**TEGNFORKLARING :**

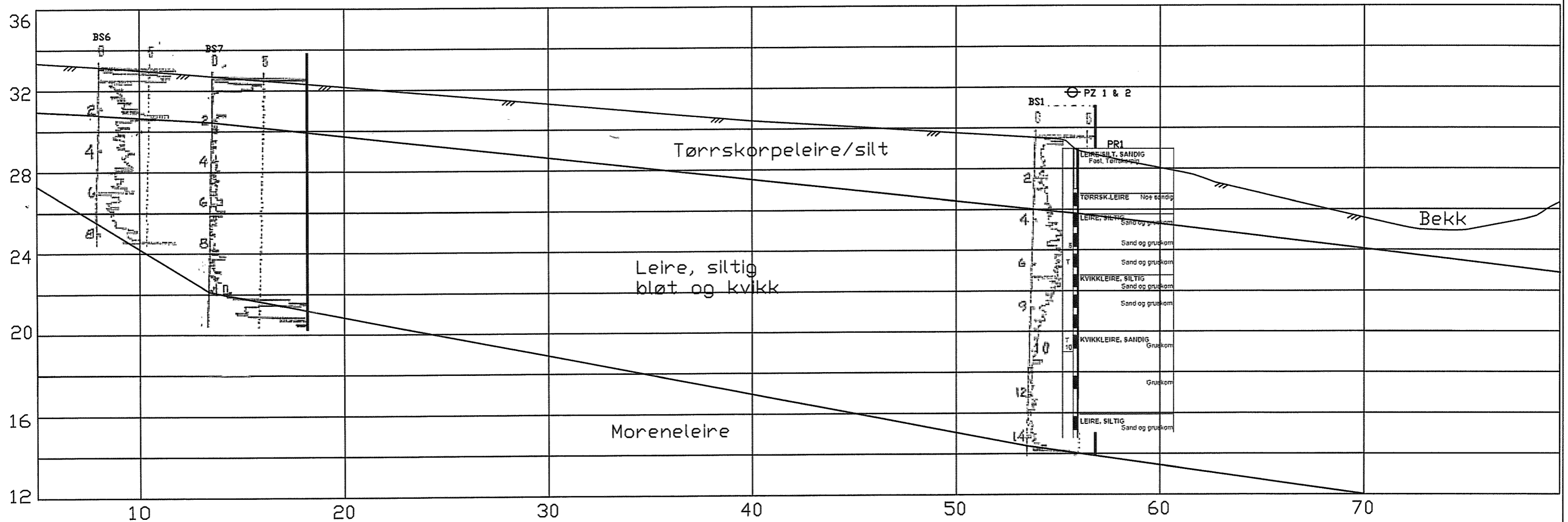
● Dreiesondering	⚙ Fjellkontrollboring	⊙ Proveserie	⊖ Poretrykksmåling
○ Enkel sondering	⚙ Dreietrykksondering	□ Prøvegrop	⚙ Fjell i dagen
▽ Trykksondering	⊕ Totalsondering	+ Vingeboring	

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)


Kartgrunnlag : Digitalt kart  
 Utgangspunkt for nivellement : Punkter er målt inn av Ingeinørservice AS

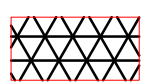
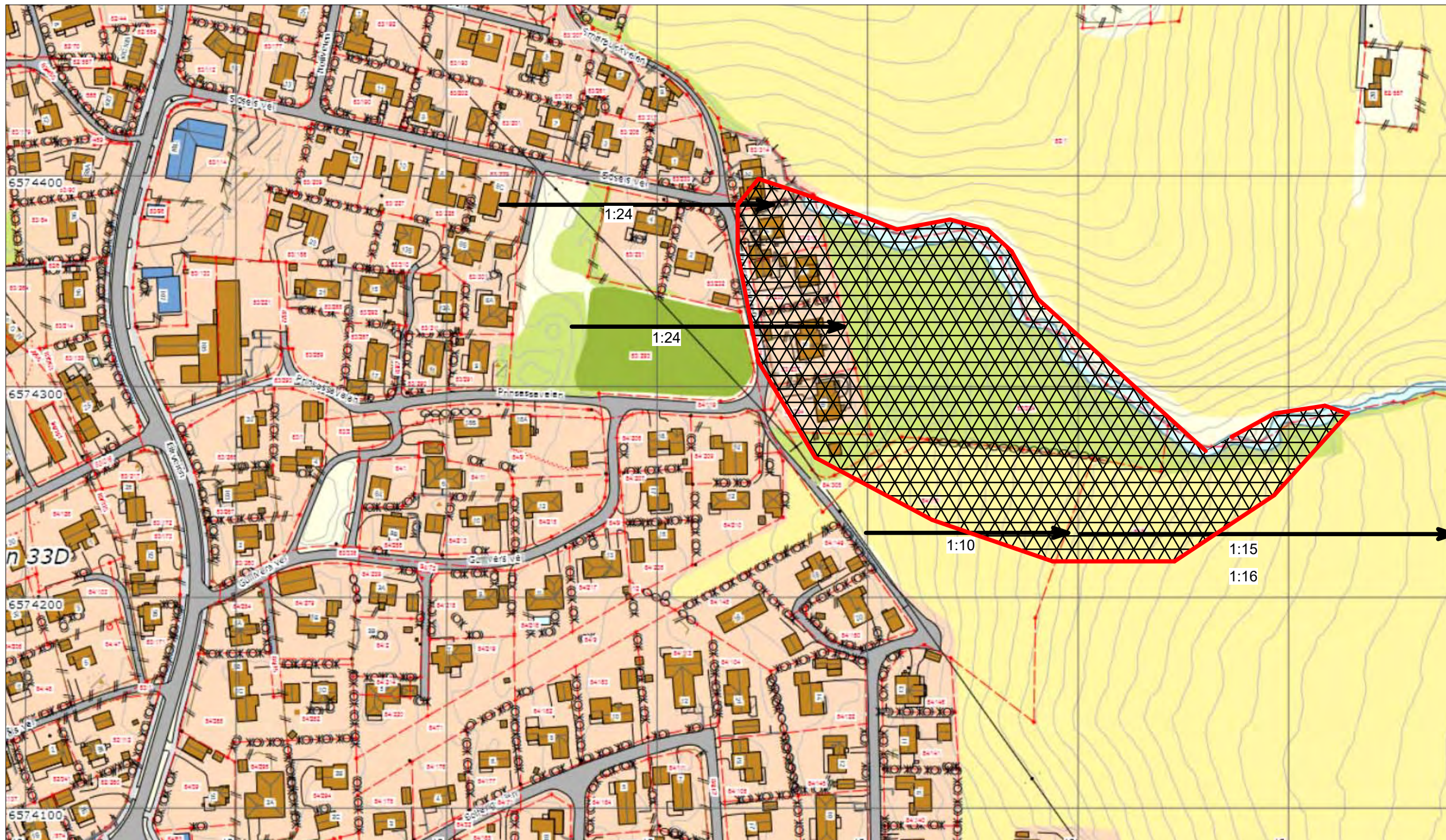
Borplan		Tegningens filnavn	
Block Watne		Målestokk M = 1 : 500	Godkjent
Prinsesseveien		Fag Geoteknikk	Kontrollert <i>SSJ</i>
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 02.11.2010	Original format A3	Konstr./Tegner laeh
	Oppdragsnr. 812622	Tegningsnr. 1	Rev.

Profil A3



\*Tilhørende vingeboringer kan sees på eget ark

Profil A3		Tegningens filnavn	
Block Watne		Målestokk M = 1 : 200	Godkjent
Prinsesseveien		Fag Geoteknikk	Kontrallert <i>[Signature]</i>
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 09.11.2010	Original format A3	Konstr./Tegnet læh
	Oppdragsnr. 812622	Tegningsnr. 100	Rev.



Faregrad Lav,  
Konsekvens: Alvorlig  
Risikoklasse 3

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Thorud Prosjekt AS Tønsberg, Prinsesseveien, Eik	5.5.17	SSJ	GES
	<b>Faresoneavgrensning</b>	Målestokk 1 : 2000	Originalformat A3	
		Status Tegning i rapport		
		Tegningsnr. <b>112433 - 500</b>		Rev.
	 www.grunnteknikk.no Tønsberg, tlf.: 90 75 91 15 Porsgrunn, tlf.: 95 20 25 07			