

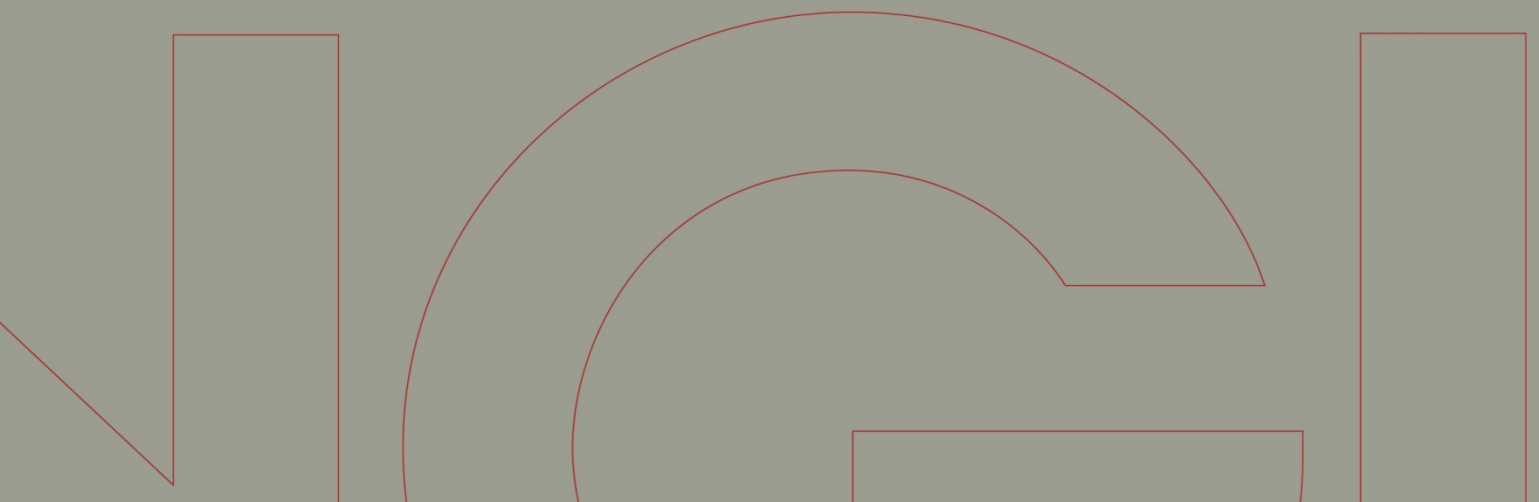


# Rapport / Report

## Krakstadmarka, Hønefoss

### Stabilitetsvurderinger

20110293-00-3-R  
28. februar 2012



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

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 NGL.



## Prosjekt

Prosjekt: Krakstadmarka, Hønefoss  
Dokumentnr.: 20110293-00-3-R  
Dokumenttittel: Stabilitetsvurderinger  
Dato: 28. februar 2012

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Pirsenteret  
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](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Ringerike kommune - kommunaltekn. avd.  
Oppdragsgivers  
kontaktperson: Gunnar Hallsteinsen  
Kontraktreferanse: Underskrevet oppdragsbekreftelse

## For NGI

Prosjektleder: Øyvind A. Høydal  
Utarbeidet av: Heidi H. Haugland  
Kontrollert av: Øyvind A Høydal

## Sammendrag

Det er utført grunnundersøkelser i Krakstadmarka, hovedsaklig for å avklare om det er kvikkleire i området. Kvikkleire er ikke blitt påvist, men flere borer er grunne og det er derfor ukjent hvilke masser som befinner seg på dypere nivåer. Det er ikke grunnlag for å si at det er kvikkleire innenfor reguleringsområdet. Det er ikke boret i elvekanten, tilsvarende som ved nærliggende pumpestasjonene der det er påvist kvikkleire, men stabilitet langs elva må uansett ivaretas ved tiltak. Massene består hovedsakelig av siltig leire med sand og siltlag. Det må forventes at det kan være hengende grunnvann i massene.

Store deler av de flatere områdene er egnet for eneboliger. Det anbefales ikke å legge boliger opp i skråninger som står med naturlig rasvinkel. Eventuelle områder for terrasseblokker i bratte områder må undersøkes ved fjellkontrollboringer, og ovenforliggende skråning modifiseres slik at denne er stabil. Det er videre angitt hvordan en kan fylle ut raviner og utnytte disse til veg eller annet formål.

# Innhold



Dokumentnr.: 20110293-00-3-R  
Dato: 2012-01-26  
Side: 4

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse – terreng og topografi</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Undersøkellesprogram</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Tolkning av grunnundersøkelser</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Erosjon fra Storelva</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Stabilitetsvurderinger</b>	<b>12</b>
	6.1 Byggegrense mot bratte raviner og skråninger	13
	6.2 Erosjon i Storelva og stabiliserende tiltak	14
<b>7</b>	<b>Anbefalinger til fremgangsmåte for utbygging</b>	<b>16</b>
	7.1 Planering av raviner	16
	7.2 Helning og arealbruk	16
	7.3 Lokalvannshåndtering	17
	7.4 Adkomst	17
	7.5 Radon	17
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>17</b>

Vedlegg:

Kart 1 Utførte boringer

Kart 2 Helningskart og egnede reguleringsområder for boliger

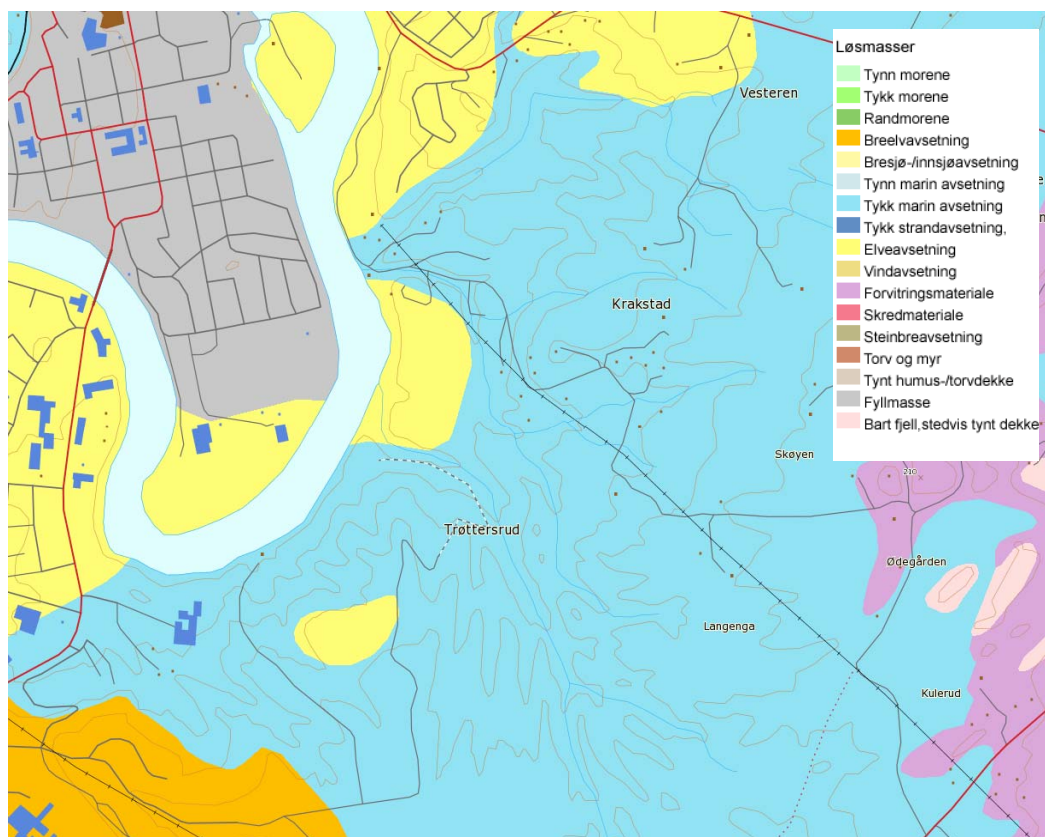
## 1 Innledning

NGI har på oppdrag fra Ringerike kommune utført geoteknisk utredning og rådgivning i forbindelse med forslag til reguleringsplan for Krakstadmarka i Hønefoss. Utredningen har bestått i utarbeidelse av undersøkelsesprogram, tolkning av grunnundersøkelser, stabilitetsvurderinger og råd i forbindelse med arealutnytting. I det mest kritiske profilet ut mot elva har lokalstabiliteten blitt nærmere vurdert og beregnet. Videre er det gitt anbefalinger til hvordan man bør gå fram ved utbygging av dette området.

Et reguleringsområde bør være sikkert både for flom, erosjon og massetransport, og ikke utsatt for grunne eller dype skred. Store deler av reguleringsområdet er bratt og ravinert, og for plassering av bygg må en ta hensyn til bevegelse i skråning ovenfor og utglidninger på nedsiden som påvirker hus eller hage. Sikkerhetskravet for eneboliger er at sannsynligheten for skred skal ikke overstige 1/1000 per år og for flom 1/200 per år. For flermannsboliger er kravet 1/5000 per år. Skred er hendelser som kan skade konstruksjon og gi fare for liv. Dette er relativt strenge krav og i et boligfelt vil en ikke akseptere at grunnen glir. Boligområder i bratt terreng er ofte forbundet med støttemurer og utfyllinger, og det er nettopp slike tiltak som ofte ender opp som mindre skredsaker. Reguleringsbestemmelser bør derfor både ta hensyn til naturlige farer og tiltak i forbindelse med utbygging som kan gi ras og skade på hus og eiendom.

## 2 Områdebeskrivelse – terreng og topografi

Krakstadmarka ligger sørøst for Hønefoss sentrum, lang venstre elvebredd av den meandrerende Storelva. Reguleringsområdet er ca. 2,7 km langt nord-sør og 0,7 km langt øst-vest og strekker seg fra Storelva på ca. 65 moh. og stiger bratt opp til platå på ca. 160 moh. Terrenget i området er meget ravinert. Fjell i dagen er observert noen steder og i enkelte raviner. Dybde til faste masser varierer mellom 5 og 27 m, se vedlegg kart 1. NGUs løsmassekart definerer løsmassene i området hovedsakelig som tykke marine avsetninger, samt noen mindre områder som elveavsetning (figur 1). Området grenser i sør til Tanbergmoen på 180 moh, en glasifuvial grusavsetning som representerer en del av et israndtrinn. Lignende og større istrinn finnes fra Kilemoen til Eggemoen og over mot sørenden av Randsfjorden. Mellom eller under disse trinnene med grusavsetninger finner en overveiende finere løsmasser utsatt for erosjon, samt større og mindre skred. Massene på baksiden av disse trinnene kan også være påvirket av iskontakt slik at massene har blitt overbelastet.



Figur 1. NGU løsmassekart over reguleringsområdet Krakstadmarka.

### 3 Undersøkellesprogram

Bore- og laboratorieprogram er utarbeidet av NGI, og omfang er vist i tabell 1. Brødrene Myhre AS har utført grunnundersøkelsene (ref. 1), bestående av dreietrykksonderinger i 45 borhull, samt to totalsonderinger og to CPTU-sonderinger. Videre er det tatt 8 prøveserier og målt poretrykk i to punkter. Det viser seg at det ikke er overensstemmelse mellom lokalisering av borpunktene, innmålt høyde for punktene, og koterkartet. Laboratorieprogrammet er utført av NGI på oppdrag fra Brødrene Myhre AS, og har bestått i rutineundersøkelser samt enaksialt trykkforsøk utført for alle 8 prøveserier og triaksial forsøk for to prøver.

Boringene er utført hovedsakelig med hensyn på bestemmelse av type løsmasser og lokalisering av mulig kvikkleire. Det er ikke utført fjellkontrollboringer.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i dette området i forbindelse med kartlegging av kvikkleire (ref. 2) og i forbindelse med en revisjon av kommuneplanen i dette området (ref. 3).

Tabell 1. Utført bore- og laboratorieprogram for Krakstadmarka.

Borhull nr.	Boreprogram					Lab. Program		
	Dreie-trykk sond.	Total sond.	CPTU	Prøver	Pore-trykk måling	Rutine-unders.	Enaks.forsøk	Triaks.forsøk
1	x							
2	x			x		x	x	
3	x							
4	x							
5	x			x		x	x	
6	x							
7	x			x		x	x	
8	x							
9	x		x	x	x	x	x	
12	x							
13	x		x					
14	x							
15	x							
16	x							
17	x							
18	x							
19	x							
20	x	x		x		x	x	x
22	x							
23	x							
24	x							
25	x							
26	x							
27	x			x		x	x	
28	x							
29	x			x		x	x	x
30	x							
31	x							
32	x							
33	x							
34	x							
35	x							
36	x							
37	x							
38	x							
39	x							
40	x							
41	x							
42	x	x		x	x	x	x	
43	x							
44	x							
45	x							
46	x							
47	x							

## 4 Tolkning av grunnundersøkelser

Massene i området består stort sett av middels fast til fast leire med enkelte silt- og finsandlag, samt flere steder enkelte grus- og sandlag. Opptatte prøver viser at leiren er lite til middels sensitiv. Leiren har omrørt  $S_u > 4$  og sensitivitet ( $S_t$ ) er mellom 2 og 15, og har således ikke sprøbruddsegenskaper. Dette vil si at det ikke er påvist materiale som gjør at områder kan karakteriseres som kvikkleiresoner.

Reguleringsområdet grenser i nord opp mot kvikkleireområdet Støaveien. Det er langs elva ved pumpestasjonene Vangen og Støaveien en har sikker påvisning av kvikkleire. Det er også boringer som har indikert kvikkleire på høyere nivå, men disse har vist seg å være siltige og ikke-kvikke. Det er imidlertid mulig at det ligger kvikkleire i elvenivå flere steder som en ikke har nådd ned til ved høyere liggende boringer. Det er lagvis mye stein i disse avsetningene.

Det er ikke boret direkte i elvekanten tilsvarende som ved pumpestasjonen, men ut fra ønske om å sikre mot videre erosjon fra elva og forbedre stabiliteten av elvebrinken, vil en ta hensyn til mulige sensitive masser i elvekanten.

Nedenfor er boringene omtalt etter soner som vist på mottatt forslag til reguleringsplan.

### Sone C7, E2, E3 og E4 (borhull 1, 2, 3 og 47)

*Nordøst. Platå ca. kote 130.*

Nord i området indikerer soneringer i borhull 1, 2, 3 og 47 fast til middels fast leire med enkelte sand-/siltlag ned til ca. 25 m, bortsett fra punkt 2 som kun går ned til 8 m dybde. Prøver av leiren fra dybde 4 – 7 m i punkt 2 viser en uforstyrret  $S_u$  på ca. 45 – 50 kPa fra konus- og enaksialt trykkforsøk. Omrørt  $S_u$  er 4 – 6 kPa.

### Sone C6 og de to polygonene ned mot elva (borhull 4 – 6)

*Nordvest. Avsatter ned mot elva ca. kote 100.*

Soneringer i borhull 4 og 5 indikerer fast leire med enkelte sand-/siltlag ned til ca. 10 m. Punkt 4 viser økende styrke med dybden. Dreietrykksonering i punkt 6 indikerer leire / siltig leire med enkelte sand- og gruslag ned til 28 m dybde, uten økning i styrken med dybden. Prøver fra 5 – 7 m i punkt 5 viser siltig, sandig leire med lav sensitivitet ( $S_t = 2 - 6$ ) og uforstyrret  $S_u$  på ca. 35 – 40 kPa fra konusforsøk og 25 kPa fra enaksialt trykkforsøk. Omrørt  $S_u$  er ca. 6 kPa.

### Sone E1 (borhull 16)

*Nordvest. Skråning ca. kote 85.*

Borhull 16 ligger i denne sonen, og sonering indikerer leire med enkelte sand-/siltlag. Styrkeprofil er konstant ved ca. 3 – 7 m og øker deretter jevnt med dybden. Prøveserier skulle vært tatt her, men kunne ikke gjennomføres.



### Område for offentlig bebyggelse, sone D1 og D2 (borhull 7 – 9 og 12 – 15)

*Sentralt vest. Platå over elva, ca. kote 90.*

Området befinner seg på et platå ca. 85 moh beliggende rett øst for Storelva. Området er i dag dyrket. Terrenget faller bratt ned til Storelva med en helning på 40° på det bratteste. I dette området er det aktiv erosjon i elvas yttersving. Sonderingene i borhullene 7 – 9 og 12 – 15 indikerer siltig leire med enkelte sand- og gruslag til stopp på fastere masser mellom 8 og 15 m dybde. Sondering i punkt 7 viser generelt økende motstand med dybden, bortsett fra mellom 5 og 7 m dybde, hvor det er tatt opp prøver. Opptatte prøver viser lite sensitiv siltig leire med en uforstyrret  $S_u$  varierende mellom 35 og 40 kPa for den øvre prøven, og 70 og 80 kPa for den nedre meteren fra konusforsøk. Enaksialt trykkforsøk viser  $S_u$  på 42 kPa og 78 kPa for dybde ca. 5 og 6 m respektivt. Omrørt  $S_u$  er ca. 5 for den øvre prøven og 25 – 35 kPa for den nedre. Sondering i punkt 9 viser lav motstand øvre 4 m, og deretter økende motstand. Prøver fra de øvre 4 meter viser middels fast til fast leire med omrørt  $S_u > 6$  og  $S_t = 2 - 7$ . Uforstyrret  $S_u$  varierer mellom ca. 50 og 75 kPa. Boring 9 er grunnere en ønskelig, en har kommet ned i fast sand eller grus. Boringen går ikke til nivå under elvenivå. Sondering 12 – 14 viser konstant / fallende motstand med dybden ned til ca. 5 – 7 m. Disse tolkes sammen med borhull 9. Sondering 15 har meget lav motstand øvre 3 m, og dette tolkes som fylling, før sand/gruslag påtreffes med stopp på ca. 5 m dybde.

Det er utført poretrykkmålinger ved borhull 9 og 43 der det er satt ned 2 piezometre i hvert hull. I borhull 9 er den dypeste tørr (ved 7 m), mens den grunneste er tørr i borhull 43 (ved 5 m). I hull 9 er det et sandig lag fra ca 7 m dyp og dette kan forklare at det er drenert i dette området. Fenomenet med hengende grunnvann eller flere grunnvannsnivåer er noe som er godt kjent i området rundt Hønefoss. Dette skyldes lagdelt grunn av tette lag med underliggende permeable lag, der det permeable lag gjerne har utgående i en skråning. For å si noe om poretrykk og grunnvannsnivå må en derfor gjøre målinger i en rekke lag. Ved prosjektering av bygg i området for offentlig bebyggelse er dette noe som må undersøkes i detalj. Lagdeling kan gjøre at en måler poretrykk i et ikke-representativt lag.

### Sone C1/C2 (borhull 17 og 18)

*Sentralt øst. Skråning ca. kote 120 og 140.*

Sonderinger i borhull 17 og 18 viser generelt økende motstand med dybden, i hva antas er fast leire / silt. Sonderinger stopper i fastere masser etter ca. 5 og 8 m.

### Sone C4 (borhull 19)

*Sentralt øst. Platå ca. kote 160.*

Sondering i borhull 19 viser økende motstand med dybden, og indikerer silt / siltig leire med grus/sand i dybden før stopp på 14 m dybde.

### Sone X5 (borhull 20, 21 og 22)

*Sentralt øst. Rygg ca. kote 135.*

Borhullene 20, 21 og 22 ligger langs en rygg i meget ravinert terreng. Ravinene er bratte med heling i overkant av 30° på det bratteste. Sonderingene indikerer leire /

siltig leire med enkelte silt-/sandlag. Motstand er konstant med dybden i punkt 20 og 21, og svakt fallende i punkt 22. Fire prøver er tatt opp mellom 11 og 16 m dybde i punkt 20. Disse viser middels fast leire med siltlag ned til 15 m, og fin til middels sand mellom 15 og 16 m dybde. Konusforsøk viser at leiren har en omrørt  $S_u$  ca. lik 5 kPa og uforstyrret  $S_u$  lik ca. 40 kPa. Det er gjort tre enaksiale trykkforsøk som viser uforstyrret  $S_u$  på mellom 43 og 47 kPa.

#### Sone X4 (borhull 23)

*Sentralt. Skråning ca. kote 108.*

Sonderingen er 6 m dyp og indikerer leire med antagelig noen grus-/sandlag. Generelt økende motstand med dybden.

#### Sone X3 (borhull 43, 44 og 45)

*Sørøst. Skråningstopp med bakenforliggende platå Tanbergmoen kote 104 - 183*

Sone X3 ligger i et svært ravinert terreng, hvor det ikke har vært mulig å komme frem med borerigg. Borhull 43 – 45 ligger på platået i bakkant av sonen. Sonderingene indikerer leire med svakt økende styrke med dybden ned til fastere masser på 16 – 19 m under terreng. Disse sonderingene ligger på tilsvarende platå/høyde som borhull 29 og har tilsvarende sonderingskurve. Punktene tolkes derfor sammen med punkt 29 hvor prøver er tatt opp fra 4 til 8 m dybde. Prøvene viser siltig middels fast leire med sensitivitet mellom 5 og 15. Konusforsøk viser at leiren har en omrørt  $S_u$  mellom 4 og 7 kPa og uforstyrret  $S_u$  lik mellom 25 og 65 kPa. Det er gjort enaksiale trykkforsøk som viser uforstyrret  $S_u$  på 25, 44 og 50 kPa, ved henholdsvis 5, 7 og 6,5 m dybde.

Det er utført poretrykksmålinger ved borhull 43 der det er satt ned 2 piezometre. Den grunneste er tørr i borhull 43 (ved 5 m).

#### Sone B4 (borhull 24 – 29 og 46)

*Sør. Slakt skrånende platå ca. kote 110 – 180.*

Dette området ligger på platå 140 – 170 m.o.h. Sonderingene indikerer leire / siltig leire med enkelte sandlag og flere steder grus i dypere nivå. Sonderingene er mellom 6 og 18 m dype. Det er tatt opp prøver fra borhull 27 på 2 – 5 m som påviser middels til fin sand. Prøver tatt opp fra borhull 29 ligger innenfor denne sonen og er beskrevet under forrige avsnitt, sone X3. Disse resultatene tolkes å være representativt for borhull innenfor sonen med tilsvarende sonderingskurve.

#### Sone B1 (borhull 30 – 32 og 34)

*Sør. Platå/rygg ca. kote 170.*

Denne sonen ligger på tilsvarende platå som sone B4. Sonderingskurver er flere steder tilsvarende som for borhull 29, med leire med enkelte silt-/sandlag ned til ca. 10 m for punkt 30 og 32, og ned til ca. 15 m for punkt 31. Punkt 34 tolkes som fast leire/silt ned til ca. 6 m under terreng, deretter fastere masser som grus eller sand. Ved ca. 11 m under terreng påtreffes grus- eller sandlag i punkt 32.

### Sone A1 og A2 (borhull 33 og 36 – 38)

*Sørvest. Platå og rygger kote 130 – 185.*

Borhullene 36 og 38 ligger på platå, mens punktene 35 og 37 ligger på rygger, alle på skråningskant med ravinert sideterreng. I punkt 36 indikerer sondering leire ned til stopp mot faste masser 8 m under terreng. Leireegenskaper kan tolkes sammen med punkt 29, da sonderingskurve er tilsvarende. Punkt 37 indikerer lav motstand med et lag med sand/grus 2 – 3 m og faste masser etter 5 m. Prøver som var bestilt utført i punkt 37 har ikke vært mulig å utføre. Sonderingskurve for punkt 38 indikerer høy motstand og sannsynligvis sand ned til 13 m under terreng.

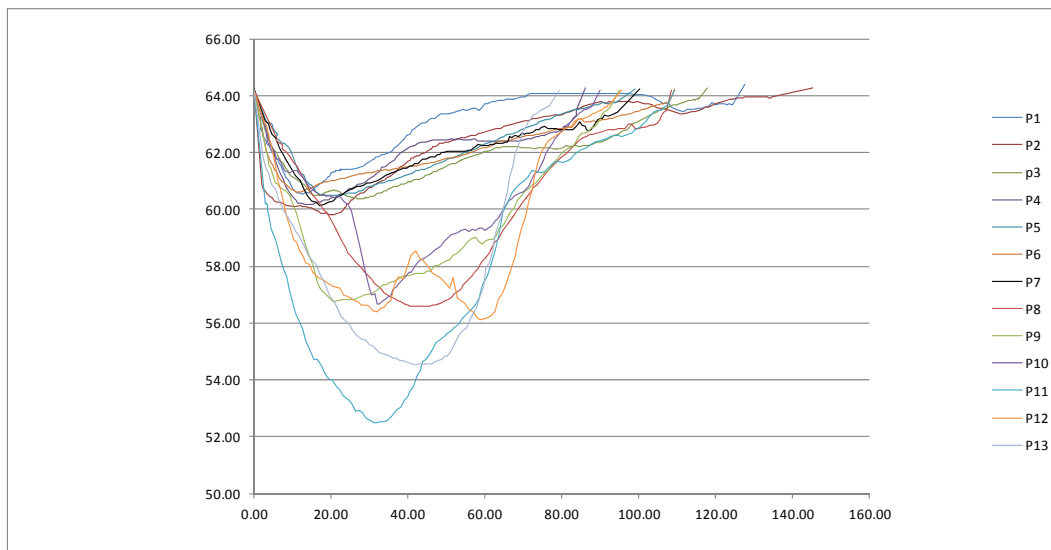
### Sone C1 (borhull 35 og 39 – 42)

*Sørvest. Skråning ned mot elva kote 105 – 180.*

Disse punktene ligger på østsiden av høyskolen, i skråning ned mot elva. Området faller 36° grader ned mot elva på det bratteste. Sondering i punkt 35 indikerer meget liten motstand til stopp mot faste masser 5 meter under terreng. Prøver som var bestemt her, er ikke utført pga. utilgjengelighet. Sonderinger i punkt 39 – 41 tolkes å være sandlag med enkelte silt- og leirelag. Motstandskurve i punkt 39 er økende med dybden, mens den for punkt 40 og 41 er tilnærmet konstant. Sonderingskurve i punkt 42 indikerer leire ned til stopp 10 m under terreng. Prøver er tatt opp 5 – 8 m under terreng, og viser middels – meget fast leire med noen finsand-/siltlag. Sensitivitet er lav ( $S_t = 4 - 11$ ) og konusforsøk viser en omrørt  $S_u$  mellom 4 og 11 kPa og uforstyrret  $S_u$  mellom 32 og 135 kPa. Enaksialt trykkforsøk ga uforstyrret  $S_u$  lik 127, 48 og 39 kPa ved henholdsvis dybde 5,2, 6,5 og 7,5 m.

## **5 Erosjon fra Storelva**

Storelva slynger seg gjennom landskapet i foten av de bratte skråningene vest i reguleringsområdet. Elva går her i yttersving og vil dermed erodere i foten av skråningene, noe som vil ha negativ innvirkning på stabiliteten av skråningene. Tverrprofiler tatt ned langs Storelva er plottet sammen og vist i figur 2. Lokalisering av profilene er gitt i HydraTeam 2012 (ref. 4) og vist i kart 01. Profilene er plottet fra venstre bredd (bredden nærmest reguleringsområdet) til høyre bredd. Elveprofilen endrer seg naturlig nedover ei meandrerende elv på grunn av endringer i strømmingen nedover elva, noe som klart ses i figur 2. Det er viktig å studere elveprofilene for å se hvor bratt og dypt det er mot reguleringsområdet, og hvordan dette endrer seg nedover elva.



Figur 2. Tverrprofiler langs Storevla, plottet fra vestre elvebredd. Se kart 01 for lokalisering av elveprofilene.

Profil 2 er svært bratt i venstre del av elva, mot reguleringsområdet, men slaker så ut. Skråningen i elvebrinken i dette området er registrert å være ustabil. Dette profilet er det mest kritiske og er derfor videre beregnet i kapittel 6, Stabilitetsvurderinger.

Profil 4 og 6 er også bratte og tyder på stor vannstrømning inn mot venstre bredd. Ved venstre elvebredd langs profil 6 har også mindre glidninger og rotasjoner funnet sted inne på land.

Profil 5, 7 og 8 har ikke bunnprofil som indikerer kritisk erosjon.

Profil 9 og i alle fall 10 antas å vise deler av en bunnsikring utført på slutten av 1990-tallet. Nedstrøms reguleringsområdet (nedenfor høyskolen) ble det på slutten av 90-tallet utført en utfylling i et dypt hull i elven etter utrasning lenger opp i skråningen. Det antas at det er denne fyllingen som ses i profil 10. Imidlertid ser en at det er en drastisk endring i profilet fra 10 – 11: elva blir 4 m dypere og det stiger steilt inn mot elvebreddene.

Ved profil 12 og 13 flytter dypålen seg noe utover, men profil 13 har en svært bratt start på profilet.

## 6 Stabilitetsvurderinger

Stabilitet av reguleringsområdet kan inndeles etter områder med skråning som faller bratt ned til elva og områder med bratte ravineskråninger. Av områder som ligger direkte mot elva er området innenfor sone D1 og D2 (foreslått regulert til offentlig bebyggelse) vurdert spesielt, se avsnitt 6.2. Sone C1 som ligger like øst for høyskolen bør også vurderes på tilsvarende måte på et senere tidspunkt.

Mellomliggende område er bratt og til dels ustabil ut mot elva, men boringer på toppen og enkelte fjellblotninger viser at det er grunt til fjell eller faste masser. Erosjon i foten av skråningen vil således ha begrenset påvirkning på forholdene innenfor skråningstoppen. Det betyr at en hovedsakelig må ta hensyn til overflatestabilitet, og stabilitet knyttet til grunne glidninger begrenset av dybde til fjell eller faste masser. Det er disse forhold som vil definere byggegrense mot bratte raviner og skråninger innen reguleringsområdet (se avsnitt 6.1).

Lengst nord i området er det forholdsvis dypt til faste masser, med dybder på 27 m ut mot skråningen. Kart 2 presenterer terrenghelning i området og viser at reguleringsområdet domineres av skråninger med helning 15 – 25°, men at det også flere steder er meget bratt, med helning 30 – 40°. Dette gjelder særlig for nedre del av skråningen ned mot Storelva, og i flere av de smale ravinene. Basert på helningskartet har vi definert egnede reguleringsområder hvor helningen er under 15° sammenhengende over et visst areal. Disse områdene er presentert i kart 2. De egnede reguleringsområder strekker seg helt ut mot skråningskanten av platåene. På grunn av fare for glidninger i de bratte utenforliggende skråningene kan det ikke bygges helt ut på skråningskanten. Det er derfor satt en ytre byggegrense mot bratte skråninger, se neste avsnitt (6.1).

## 6.1 Byggegrense mot bratte raviner og skråninger

Nord for Tanbergplatået (søndre del av Krakstadmarka) er området relativt flatt, og skråner slakt fra kote 183 til kote 138. Det er boret flere steder langs kanten av platået, før terrenget faller bratt ned i ravedalene. Disse boringene kommer ned i faste masser, muligens fjell, etter 6 – 18 m. Der terrenget er som brattest i ravinene, viser det seg at det ofte at det er fjell. Se kart 1 for lokalisering av fjell i dagen. At det er grunt til fjell vil si at dypere rotasjoner i løsmasser fra dette platået og ned i Storelva er lite sannsynlig. Det er heller ikke tegn på glidninger av underliggende kambro-silurske sedimenter.

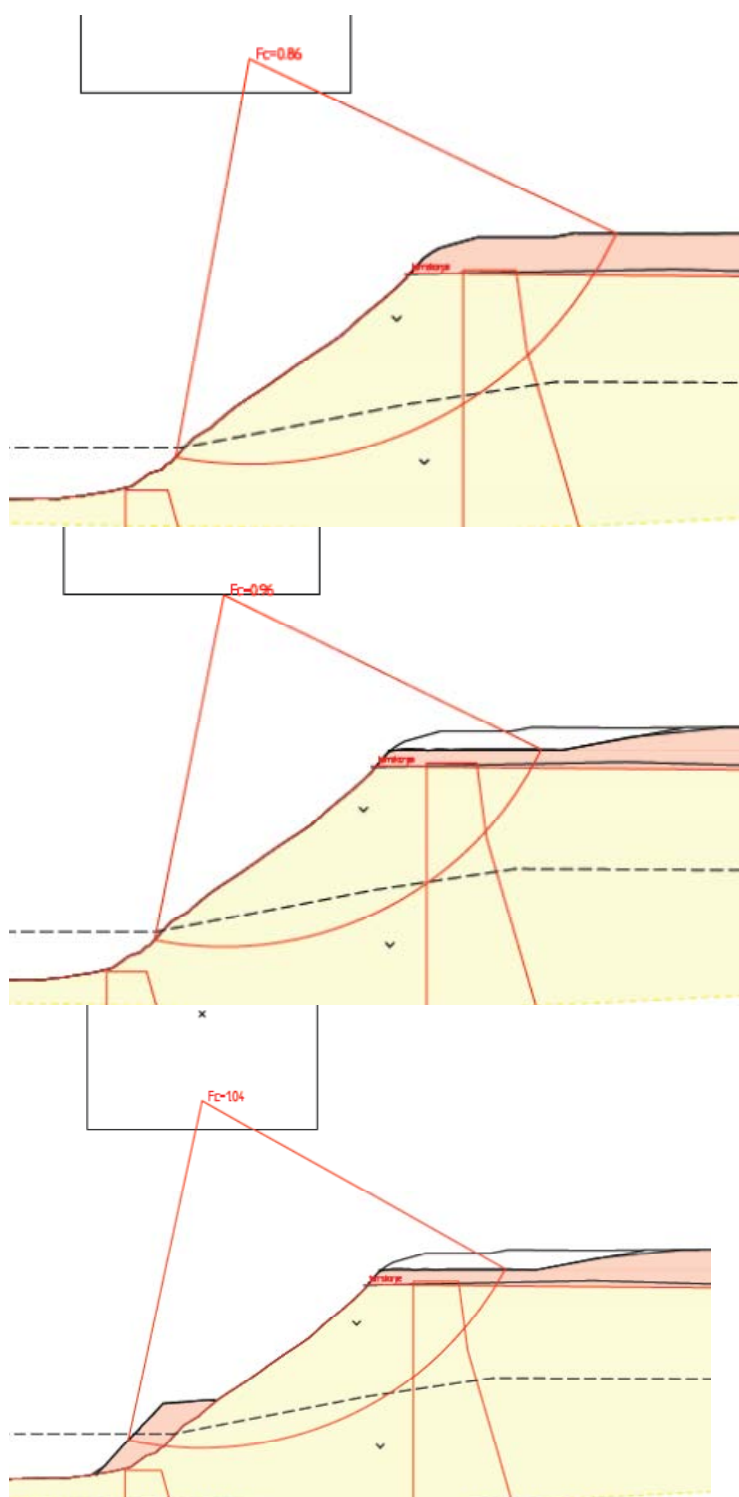
Byggegrenser for egnede reguleringsområder er presentert på kart 2. Kriteriene som ligger til grunn for vår vurdering av byggegrense er som følger:

- Avstand fra skråningskant skal være 1,5 x dybde til faste masser. Grunne glidninger i utenforliggende skråning vurderes å ikke ville nå lenger innenfor skråningskant enn dette.
- Avstand er oppad begrenset til maksimalt 20 m fra skråningskant.
- Avstand fra bakskråning (dvs. ved bygging i fot av skråning) er satt til 5 m.

Dersom det legges opp til bygging utenfor byggegrensen vist i kart 2, bør det settes krav til lokal grunnundersøkelse og stabilitetsvurdering før igangsetting. Tiltak kan bli nødvendig.

## 6.2 Erosjon i Storelva og stabiliserende tiltak

Sør for Stølandet og Vangen pumpestasjon er det observert aktiv erosjon og bevegelse i elveskråningen. Skråningen ned til elven er opptil 40° bratt og elveprofilet (profil 2 i figur 2) er også svært bratt. Platået over denne bratte skråningen er planlagt utbygd for offentlig bebyggelse. Skråningsstabiliteten i dette området er kritisk for innenforliggende reguleringsområde, og krever stabiliserende tiltak. For at dette området kan utbygges som planlagt må det ikke bygges lengre ut mot skråningen enn foreslåtte byggegrense viser i kart 1. I tillegg må areal senkes 2 m i en 15 m bred sone inn fra skråningskanten og deretter skrånende til eksisterende terreng de neste 15 m. I foten legges det en steinfylling 4 - 5 m bred. Denne kan på grunn av dybden i elva bli 8 m dyp. Anlegget bør gå ut med anleggsveg fra Vangen pumpestasjon. Den bratte ustabile delen går fra Hårom og ca. 230 m ned til bekken som kommer ned fra Krakstadmarka. Figurene under illustrerer hvordan stabiliteten relativt forbedres (0.86-0.96-1.04) ved å senke terrenget og legge en erosjonssikring. Denne erosjonssikringen (steinfyllingen) kan legges i et nivå slik at den også kan brukes som tursti.



Figur 3. Beregnet stabilitet av elvebrink ut for boring 9 og 13. Tilfredsstillende stabilitet oppnås ved å senke terrenget nærmest skråningskant og legge ut en erosjonssikring i elva.

## 7      **Anbefalinger til fremgangsmåte for utbygging**

### 7.1      Planering av raviner

Det er mulig å fylle igjen noen av de lengre ravinene som går inn som fingre i planområdet uten at det er fare for progressiv skredutvikling, da det ikke er påvist sensitive masser. Leiren i området er hovedsaklig middels fast til fast og lite til middels sensitiv. Ved planering må en vurdere bruken av oppfylt areal i forhold til senket areal.

- Raviner som lukkes skal ha drenering liggende i bunn. Dette gjøres ved å legge ut ei pølse av naturgrus, typisk tverrareal 4 m<sup>2</sup> (2x2 m), eller en pakke av knust steinmateriale med tilsvarende areal pakket inn i fiberduk. Hensikten er at grunnvannstrømmen ikke skal endres slik at trykk kan bygge seg opp i fyllingen og at vann finner nye drenasjeveier.
- Toppen av ravinen må arronderes slik at en har trygg avrenning uten erosjon eller flomskade fra overflatevann ned til større vassdrag.
- Nedsenket areal: uforvitra leirmateriale kan komme til overflaten når en senker terrenget. Selv om ikke leira karakteriseres om bløt, er den ikke uten videre tiltak egnet som hagejord. Ved å dimensjonere marktrykket, kan en direkte fundamentere bygg på leire. Leire, silt og finsand er masser som i tørr tilstand kan stå steil på grunn av sug, men vil i fuktige perioder kunne gi grunne glidninger. Det aller meste av undersøkte løsmasser er slike sedimenter.
- Ved bygging av hus på fylling bør organisk materiale renskes opp og det bør bygges opp en kvalitetsfylling av knust steinmateriale. Den komprimerte fyllingen legges med overhøyde som tas ned etter at setninger er kontrollert. Det settes større krav til fylling i et område der arealet skal nyttes til bolig eller veg, i forhold til for eksempel en jordbruksfylling der setninger ikke er av betydning.
- Ved bygging av vei i raviner, vil en måtte legge ut materialet lagvis og komprimere. Legges det ut leirig materiale, må en regne med å legge inn drenerende mellomliggende sandlag.

### 7.2      Helning og arealbruk

I forbindelse med utbygging vil det bli utgravinger og høyst sannsynlig også utfylling av masser. Utgraving i skråninger og oppfylling bør gis restriksjoner i reguleringsplanen, bla. fordi dette påvirker naboeiendommer. Arealplanlegging må ta hensyn til at massene kun er betinget stabile når hus tilhørende uteareal legges i skrånende terreng.



Det er foreslått terrasseblokker i ellers bratt terreng dels uegnet for eneboliger på grunn av arronderinga av terrenget. Slike blokker i bratt terreng bør fundamenteres på fjell forutsatt at fjellkvaliteten er tilfredsstillende. Eventuell ovenforliggende skråning må da dreneres, løsmasser fjernes eller masseutskiftes slik at det er tilfredsstillende sikkerhet mot glidninger. Naturlige skråninger står i "rasvinkel", dvs. en sikkerhetsfaktor eller materialfaktor nær 1,0. Skråninger eller stabilitet som berører bygninger har etter Eurocode 7 krav om materialfaktor på 1,4. Dette oppnås ikke uten tiltak som drenering, fjerning av løsmasser eller masseutskifting. Flermannsboliger har i praksis krav om ikke å ligge skredutsatt.

Det skal ikke fylles ut masse eller hageavfall ut for brattere områder nær hus og hager.

### 7.3 Lokalvannshåndtering

I utgangspunktet er det mulig å slippe lokalt overflatevann i flere av bekkene. Ved utbygging øker en imidlertid avrenningshastigheten slik at de midlere flommene øker i størrelse, og gir hyppigere forhold med stor erosjon. Det er viktig at det lages et eget overvannssystem slik at en ved utbygging ikke slipper drens vann ut i skråninger. Dette vil med stor sannsynlighet lede til grunne skred.

### 7.4 Adkomst

Adkomst via Støalandet vil kreve utvidelse av eksisterende veg. Stabiliteten i dette området kan ved rett utforming bedres ved utvidelse av vegen med fylling i elva. Det er for øvrig overflateglidninger ned mot vegen.

Ny bru over Storelva kommer inn i et område der en må påregne at det må utføres fyllingsarbeid for å stabilisere veg og fylling inn på land. Ved pumpestasjonen rett nord for er det bløte forhold.

### 7.5 Radon

Det er svart leirskifer synlig i enkelte blotninger. Bygging og deponering i og av slik skifer må følge miljøkrav for håndtering av slike bergarter.

## 8 Referanser

- 1 Krakstadmarka, Ringerike kommune, Grunnundersøkelser, Feltrapport, okt-nov 2011, Brødrene Myhre AS
- 2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, Kartblad Hønefoss, NGI rapport 810040-2

- 3 Grunnundersøkelser Krakstadmarka, Hønefoss øst, NGI rapport 980099-1, 21.12.1998
- 4 Tverrprofilering og bunnkartlegging i Storelva Hønefoss, HydraTeam 2012.

### **Vedlegg**

Kart 1 Utførte boringer

Kart 2 Helningskart og egnede reguleringsområder for boliger

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>					
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Stabilitetsvurderinger			<b>Dokument nr/Document No.</b> 20110293-00-3-R		
<b>Dokumenttype/Type of document</b>		<b>Distribusjon/Distribution</b>		<b>Dato/Date</b> 2012-02-28	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		<b>Rev.nr./Rev.No.</b> 0	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited			
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Ringerike kommune, kommunalteknisk avdeling					
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleire, erosjon, stabilitet, raviner					
<b>Stedfesting/Geographical information</b>					
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge, Buskerud				<b>Havområde/Offshore area</b>	
<b>Kommune/Municipality</b> Ringerike				<b>Feltnavn/Field name</b>	
<b>Sted/Location</b> Hønefoss				<b>Sted/Location</b>	
<b>Kartblad/Map</b> 1815 III Hønefoss				<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>	
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone 32 N6669261 E570430					
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev./Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egen-kontroll/ Self review av/by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll/ Colleague review av/by:</b>	<b>Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll/ Inter-disciplinary review av/by:</b>
0	Originaldokument	OAH / HHH			
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>		<b>Dato/Date</b>		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b>	
				Øyvind Armand Høydal	

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](http://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](http://www.ngi.no)



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

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

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

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

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

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://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

