



RAPPORT

Områdestabilitet Engelsrudhagen øst, Nannestad kommune

KARTLEGGING AV KVIKKLEIRESONER MED
FAREGRADSVURDERING

DOK.NR. 20170497-02-R
REV.NR. 0 / 2017-09-01

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 NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

Prosjekt

Prosjekttittel: Områdestabilitet Engelsrudhagen øst, Nannestad kommune
 Dokumenttittel: Kartlegging av kvikkleiresoner med faregradsvurdering
 Dokumentnr.: 20170497-02-R
 Dato: 2017-09-01
 Rev.nr. / Rev.dato: 0 /

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Mestergruppen AS
 Kontaktperson: Morten Brevik
 Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse signert 16. juni 2017

for NGI

Prosjektleder: Kristine Helene Hetland Ekseth
 Utarbeidet av: José Cepeda
 Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

Sammendrag

NGI har på oppdrag fra Mestergruppen AS utført kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred med betydning for reguleringsplanområdet i Engelsrudhagen øst, Nannestad kommune. Kartleggingen har omfattet kartanalyser, befaring i felt, grunnundersøkelser samt utarbeidelse av faresonekart.

Basert på observasjoner ved befaringer, grunnundersøkelser og metodikk for utredning av kvikkleiresoner, er 3 potensielt skredfarlige soner lokalisert.

Resultatene av klassifiseringen er presentert i tabellen under:

Faregrad			
Klasse	Lav	Middels	Høy
Antall soner	2	1	0

Innhold

1	Innledning	5
2	Grunnlag	6
2.1	Metodikk for lokalisering av potensielle faresoner	8
2.2	Grunnundersøkelser	9
2.3	Feltbefaring	11
3	Terreng og grunnforhold	14
4	Soneavgrensing og faregradsklassifisering	16
5	Sikkerhetskrav	19
6	Videre arbeid	21
7	Referanser	22

Vedlegg

Vedlegg A	Nøkkeldata for soner
Vedlegg B	Soneklassifiseringsark
Vedlegg C	Tolkning av kvikkleirelag på grunnundersøkelser

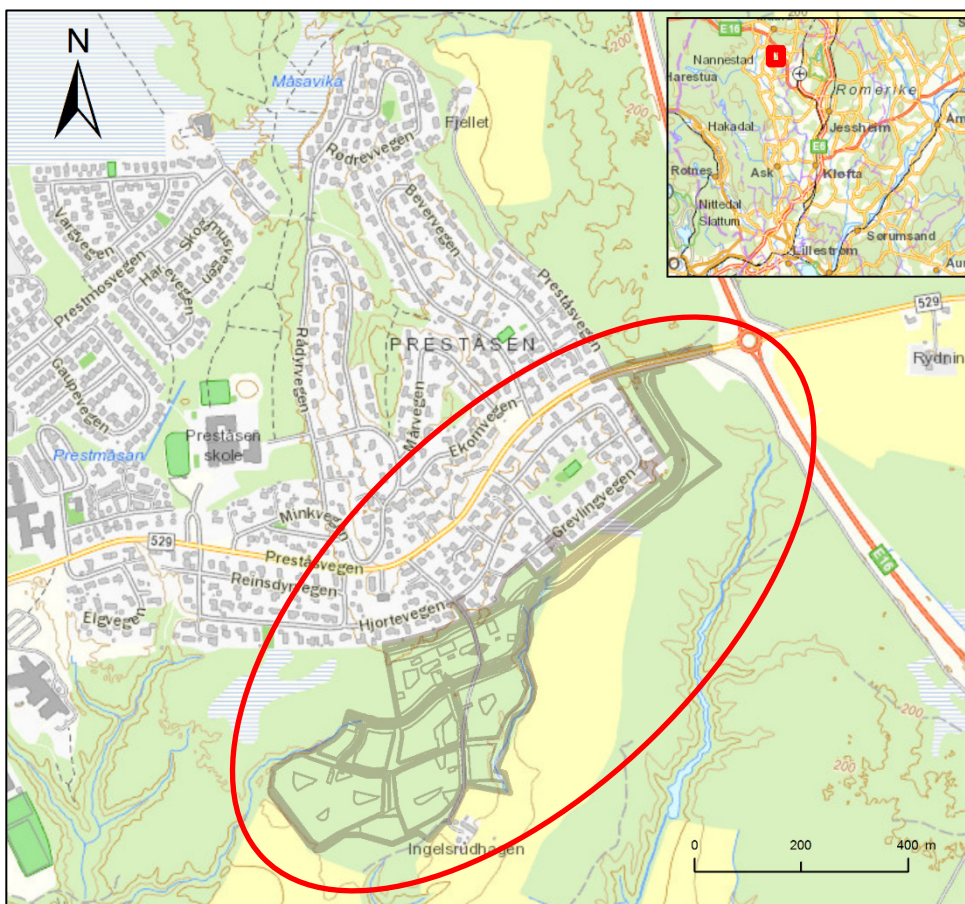
Kontroll- og referanseside

1 Innledning

NGI har på oppdrag fra Mestergruppen AS utført kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred som kan berøre reguleringsplanområdet Engelsrudhagen øst, Nannestad kommune. Området ligger under marin grense.

Kartleggingen er avgrenset til kvikkleire og andre sprøbruddmaterialer som i forhold til områdestabilitet behandles på samme måte som kvikkleire, jfr. NVEs retningslinjer 7-2014 (ref. /1/).

Kartleggingen har omfattet kartanalyser, befaring i felt, grunnundersøkelser samt utarbeidelse av faresonekart. Kvikkleirefaresonene er hensynssoner som skal tas hensyn til i offentlig og privat planarbeid. Kartlagt område som omfattes av denne rapporten vises på Figur 1. Det gjøres oppmerksom på at kun soner som får betydning for planarbeidet er tatt med i denne rapporten. Potensielt skredfarlige områder med så stor avstand til planområdet at de ikke får betydning for prosjektet, er ikke kartlagt eller vurdert nærmere.



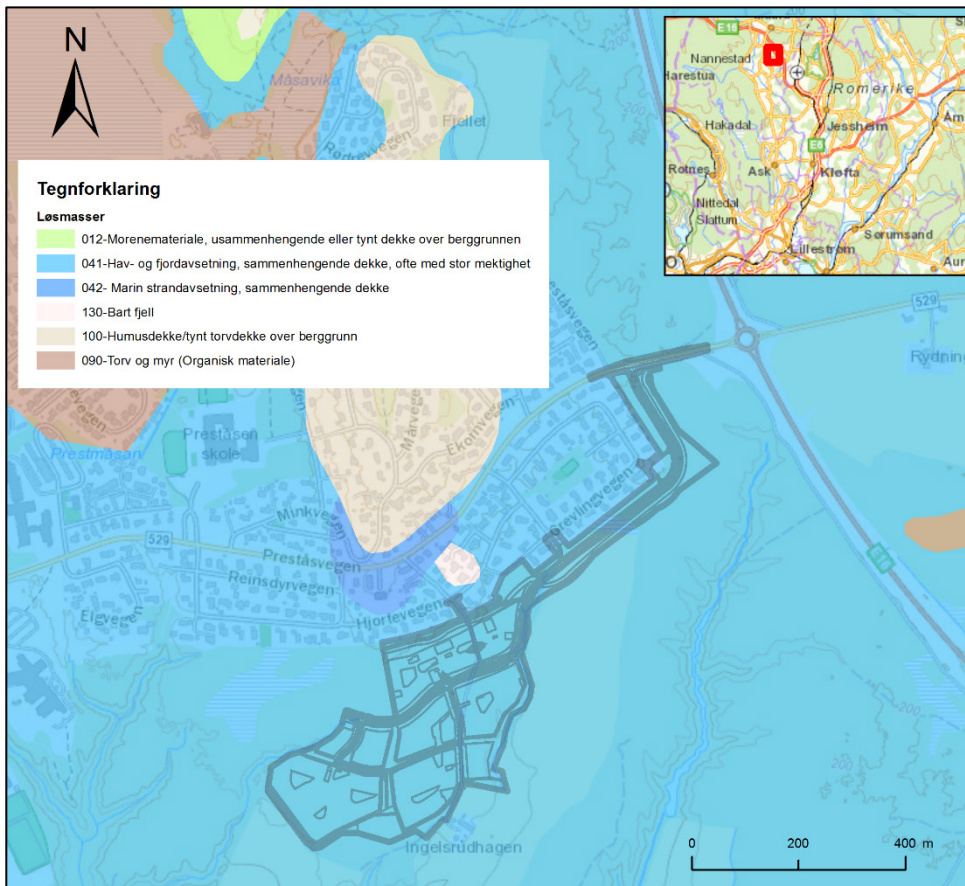
Figur 1. Oversiktskart over kartlagt område. Reguleringsplanområdet vises med grå linjer.

2 Grunnlag

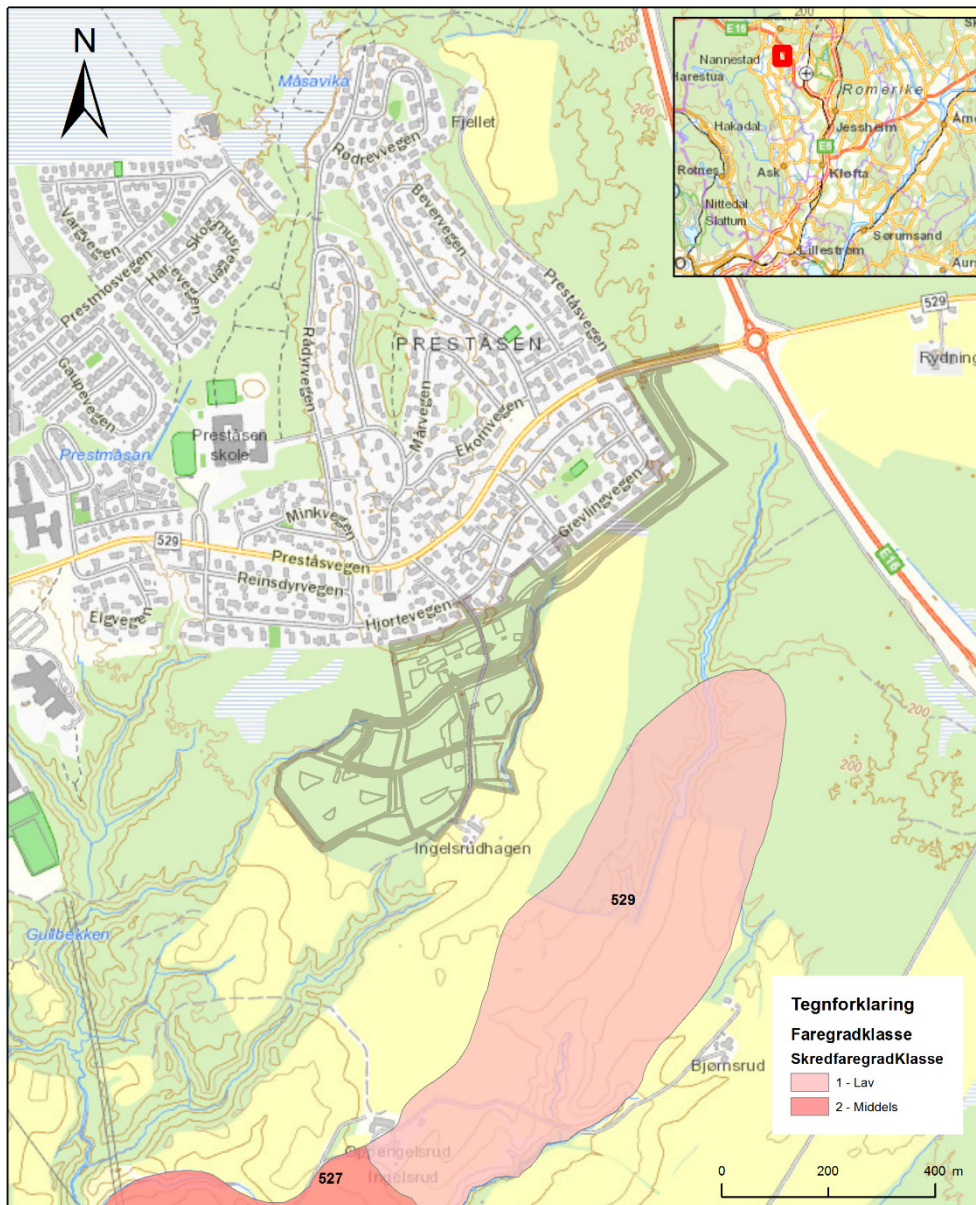
Følgende dokumenter gir grunnlag for vurdering av kvikkleireskredfare tilknyttet prosjektet, dvs. utstrekning av faresoner og faregrad av evt. kvikkleiresoner:

- a. NVE 2014. Veileder 7-2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Ref. /1/.
- b. NGI rapport 20170497-01-R: Engelsrudhagen øst. Datarapport grunnundersøkelser. Ref. /8/.
- c. Øvre Romerike Prosjektering AS (2013). ØRP rapport 859.11b: Supplerende grunnundersøkelser, oppfyllingsplan raviner – Engelsrudhagen, Nannestad kommune. Geotekniske forhold, beregninger og vurderinger. Datert 5. september 2013. Ref. /9/.
- d. Løvlien Georåd AS (2012). Geoteknisk rapport 11-239 nr. 1, rev.1: Engelsrudhagen, Nannestad, grunnundersøkelser, stabilitetsvurderinger. 2012. Ref. /10/.

Hele prosjektområdet ligger under marin grense. Løsmassekartet viser sammenhengende dekke av fjord- og havavsetninger (se Figur 2). Det er to eksisterende kvikkleiresoner i nærheten. I sørøst ligger sone 529 Oppengelsrud som har lav faregradsklasse. I sør ligger sone 527 Kabberud som har middels faregradsklasse. Beliggenhet av disse sonene er vist på Figur 3.



Figur 2. Løsmassekart. Kilde: www.ngu.no



Figur 3. Eksisterende kvikkleiresoner i nærheten av prosjektområdet.

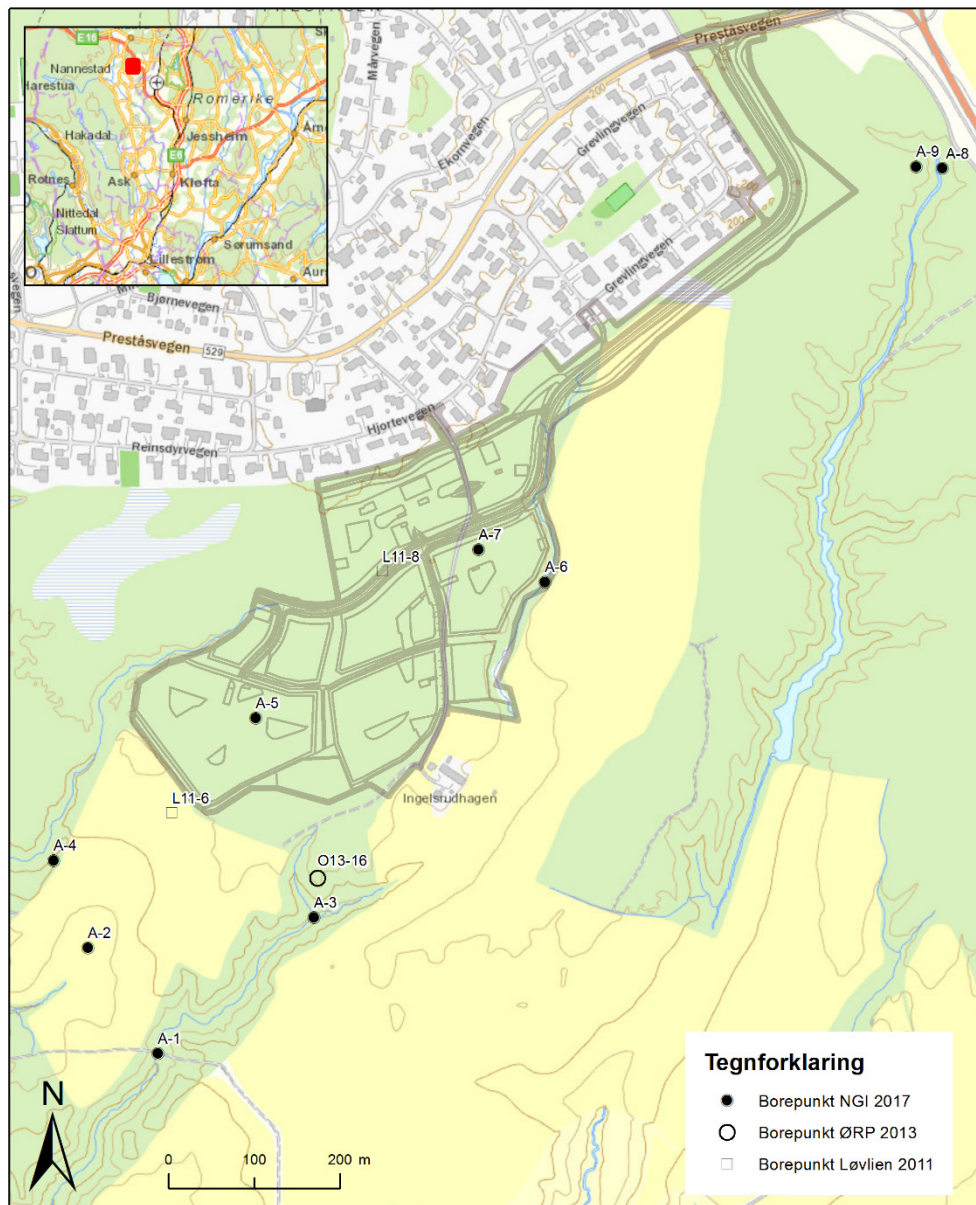
2.1 Metodikk for lokalisering av potensielle faresoner

Kvikkleirefaresoner avgrensnes ved at største utbredelse av skred antas begrenset til en avstand på $15 \times H$ målt fra skråningsfot, hvor H er skråningshøyden. Sideveis avgrensnes soner vanligvis langs bekkedaler og raviner, som utgjør naturlige avgrensninger for sideveis skredutvidelse. Oppstikkende berg vil også redusere sonenes utbredelse. Resulterende soneutbredelse fra kartleggingen vil normalt være konservativ, dvs. at utbredelsen ofte vil kunne reduseres ved nærmere kartlegging av grunnforholdene (for

eksempel ved supplerende grunnundersøkelser som evt. dokumenterer mindre utbredelsen av kvikkleire enn antatt).

2.2 Grunnundersøkelser

Borepunktene for både eksisterende og planlagte grunnundersøkelser vises på Figur 5. Detaljer fra grunnundersøkelser utført på disse punktene er gitt i de neste kapitlene.



Figur 4. Boreplan for planlagte og tidligere utførte grunnundersøkelser.

2.2.1 Tidligere grunnundersøkelser.

Det finnes fra før ingen grunnundersøkelser i nærheten av prosjektområdet i NADAG databasen (<http://geo.ngu.no/kart/nadag/>).

Fra tidligere prosjekter i området finnes det grunnundersøkelser i tre borepunkter, jfr. Tabell 1. Beliggenhet av borepunktene er vist på Figur 5.

Tabell 1. Eksisterende grunnundersøkelser i prosjektområdet. Beliggenhet av borepunkter er vist på Figur 5.

Borepunkt	Grunnundersøkelser	Kilde
L11-6	Totalsondering	Løvlien, 2012 (ref. /10/)
L11-8	Totalsondering	Løvlien, 2012 (ref. /10/)
O13-16	Dreietrykksondering, CPTU, poretrykksmåler	ØRP, 2013 (ref. /9/)

2.2.2 Grunnundersøkelser utført i forbindelse med denne kartleggingen

En boreplan for grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektet ble utarbeidet basert på kartanalyser, beliggenhet/geometri av reguleringsplanområdet og eksisterende grunnundersøkelser. Grunnundersøkelser ble planlagt i 11 borepunkter; 9 nye borepunkter (A-1 til A-9) og 2 eksisterende borepunkter (L11-6 og O13-16), se Figur 5. Det ble utført undersøkelser på 10 borepunkter. Punkt A-5 utgikk pga. vanskelig adkomstfor bore-riggen (tett skog).

En oppsummering av nye grunnundersøkelser utført for dette prosjektet er vist i Tabell 2. De nye grunnundersøkelsene er detaljert presentert i en egen datarapport (ref. /8/).

Tabell 2. Nye grunnundersøkelser utført for dette oppdraget.

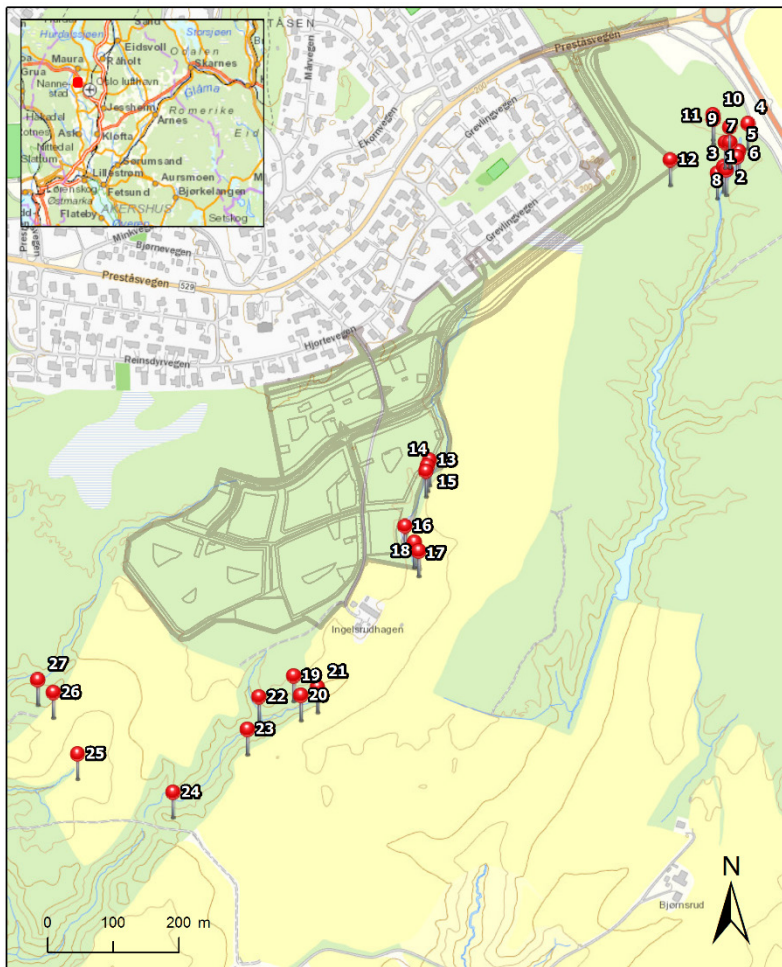
Borepunkt	Total-sondering	Dreietrykks-sondering	CPTU	Prøvetaking
A-1	X		X	X
A-2	X			X
A-3		X	X	X
A-4		X	X	
A-6		X	X	X
A-7		X		
A-8	X			X
A-9		X	X	X
L11-6				X
O13-16				X

2.3 Feltbefaring

Befaring er avgrenset til arealer innenfor kartleggingsområde der terrengforholdene oppfyller kravene til områder med kvikkleireskredfare beskrevet i NVEs veileder (ref /1/). Kvikkleireskredfare må vurderes der hvor det er antatt eller påvist forekomst av sprøbruddmateriale eller kvikkleire. I praksis vil dette omfatte områder under marin grense, der hvor det ikke er bergblotninger.

Feltbefaring ble utført 2. august 2017 for å registrere og vurdere erosjonsforhold innenfor foreslåtte soner (se kapittel 4), bergblotninger, eventuelle inngrep utført innenfor sonene (forbedrende eller forverrende) og evt. også gi bedre grunnlag for soneavgrensning. På tidspunktet for befaring var det tett vegetasjon, slik at erosjonsforhold ikke alltid kunne undersøkes på en tilfredsstillende måte.

Kart på Figur 5 viser punkter hvor det ble tatt bilder på feltbefaringen. Langs bekkene ved punktene fra 1 til 18 (Figur 5) ble det observert lite erosjon, se Figur 6. Langs bekken ved punktene 19 til 23 (Figur 5) ble det observert noe erosjon i bløt /siltig leire. Se Figur 7.



Figur 5. Punkter hvor det ble tatt bilder på befaringen utført den 2. august 2017.



(A)



(B)

Figur 6. Lite erosjon langs bekker øst for prosjektområdet. (A) Typisk mellom punkt 1 og 11. (B) Typisk mellom punkt 13 og 18. Se Figur 5 for beliggenhet av punkt.



(A)



(B)

Figur 7. Et rør (A) leder vann fra punkt 18 til 21 (se Figur 5). På nordsiden av bekken mellom punkt 19 til 24 ble det observert blottlagt leire/siltig leire og noe tegn til erosjon (B).

3 Terreng og grunnforhold

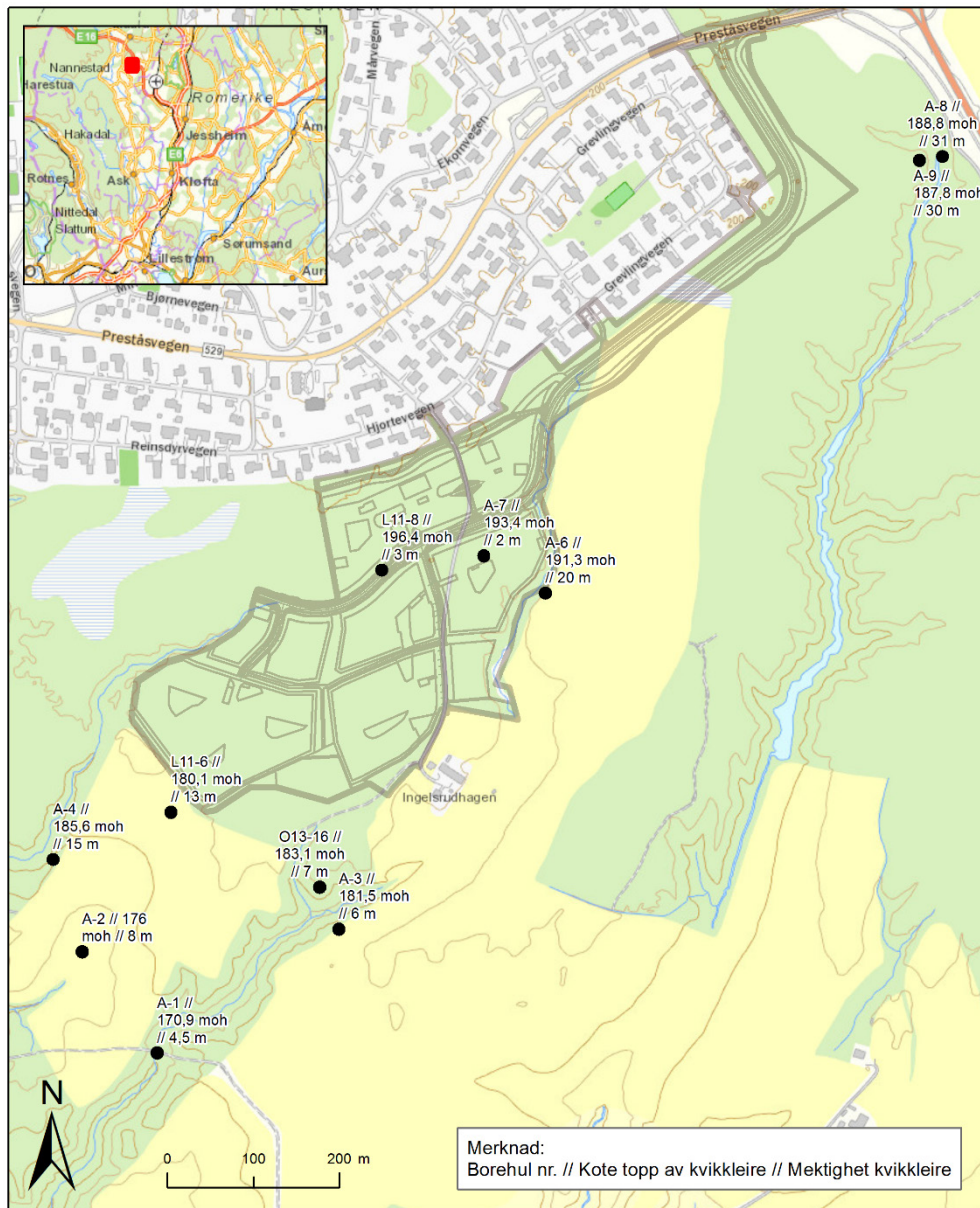
Maksimum høydeforskjell på bekkene varierer mellom 7 m i nord og 20 m i sør. Terrengkote for utførte sonderinger varierer mellom kote +183,0 og +198,9 moh. Terrengtet innenfor kartleggingsområdet varierer fra kote +172 moh til kote +200 moh.

Det ble påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale i 7 av borepunkter. I ytterligere 4 borepunkter er det indikasjon på kvikkleire (dvs. dette er antatt fra dreietrykk- eller totalsonderinger, men ikke bekreftet enda med laboratorieundersøkelser). Tabell 3 viser en oppsummering av tolkning av grunnundersøkelser med mektighet og topp av antatt/påvist kvikkleirelag. I noen sonderinger er det indikasjon på kvikkleire i flere nivåer, dette er ikke medtatt i tabellen.

Tabell 3. Posisjon (kote) og mektighet av kvikkleirelag basert på tolkning av grunnundersøkelser.

Borepunkt	Kote sondering (moh)	Kote av toppen av kvikkleire (moh)	Mektighet kvikkleire (m)	Indikasjon eller påvist?
A-1	183,9	170,9	4,5	Indikasjon
A-2	183,0	176,0	8,0	Påvist
A-3	193,5	181,5	6,0	Påvist
A-4	189,6	185,6	15,0	Indikasjon
A-6	195,3	191,3	20,0	Påvist
A-7	198,4	193,4	2,0	Indikasjon
A-8	191,3	188,8	31,0	Påvist
A-9	197,8	187,8	30,0	Påvist
L11-6	194,1	180,1	13,0	Påvist
L11-8	198,9	196,4	3,0	Indikasjon
O13-16	195,1	183,1	7,0	Påvist

Kote for topp av kvikkleirelag og antatt mektighet av laget er vist på borplanen i Figur 8. Kote for dagens terrengnivå innenfor reguleringsområdet er ca. 196, 198 og 199 moh i hhv. søndre og nordre del av planlagt boligområdet samt ved svingen på adkomstveien i nordøst.



Figur 8. Kote av toppen av kvikkleirelag og mektighet basert på tolkning av grunnundersøkelser.

4 Soneavgrensing og faregradsklassifisering

Soner er generelt tegnet opp slik at de følger dypeste punkt på raviner og bekker. I bakkant av soner er avgrensningen enten definert av oppstikkende berg, eller bestemt ut fra avstandskriteriet som tilsier at maksimal størrelse av kvikkleiresoner tilsvarer 15 x skråningshøyden (for terrassert terreng), ref. /1/.

Faregrad på kartlagte kvikkleiresoner er klassifisert ut fra metodikk beskrevet i NGI-rapport 20001008-02-R (ref. /3/). Faregrad fastlegges ved en semikvantitativ metode, slik at den gjenspeiler graden av usikkerhet med hensyn til områdets stabilitet eller skredfare, der det er topografiske forhold, geologiske/geotekniske forhold og utførte terrengendringer (dvs. menneskelige inngrep) som gir en poengscore. Faregraden deles inn i tre klasser: lav, middels og høy. Tabell 4 viser evalueringsskjemaet for en sones faregradsklasse. Faregraden til en kvikkleiresone har betydning for sikkerhetskrav ved utbygging av sonen (gitt i NVEs veiledning, jfr. ref. /1/).

Tabell 4. Evalueringsskjema for faregradsevaluering for kvikkleiresoner.

Faregrad Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, H	2	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m
Forkonsolidering (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poreovertrykk i kritisk glideflate	3	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk
Poreundertrykk i kritisk glideflate	-3	> -50 kPa	-(20-50) kPa	-(0-20) kPa	Ingen
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/4-H/2	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv	Noe	Lite	Ingen
Forverrende inngrep	3	Stort	Noe	Lite	Ingen
Forbedrende inngrep	-3	Stort	Noe	Lite	Ingen
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%

Basert på oppnådd poengsum plasseres sonen i én av tre klasser, se Tabell 5.

Tabell 5. Faregradsklasser

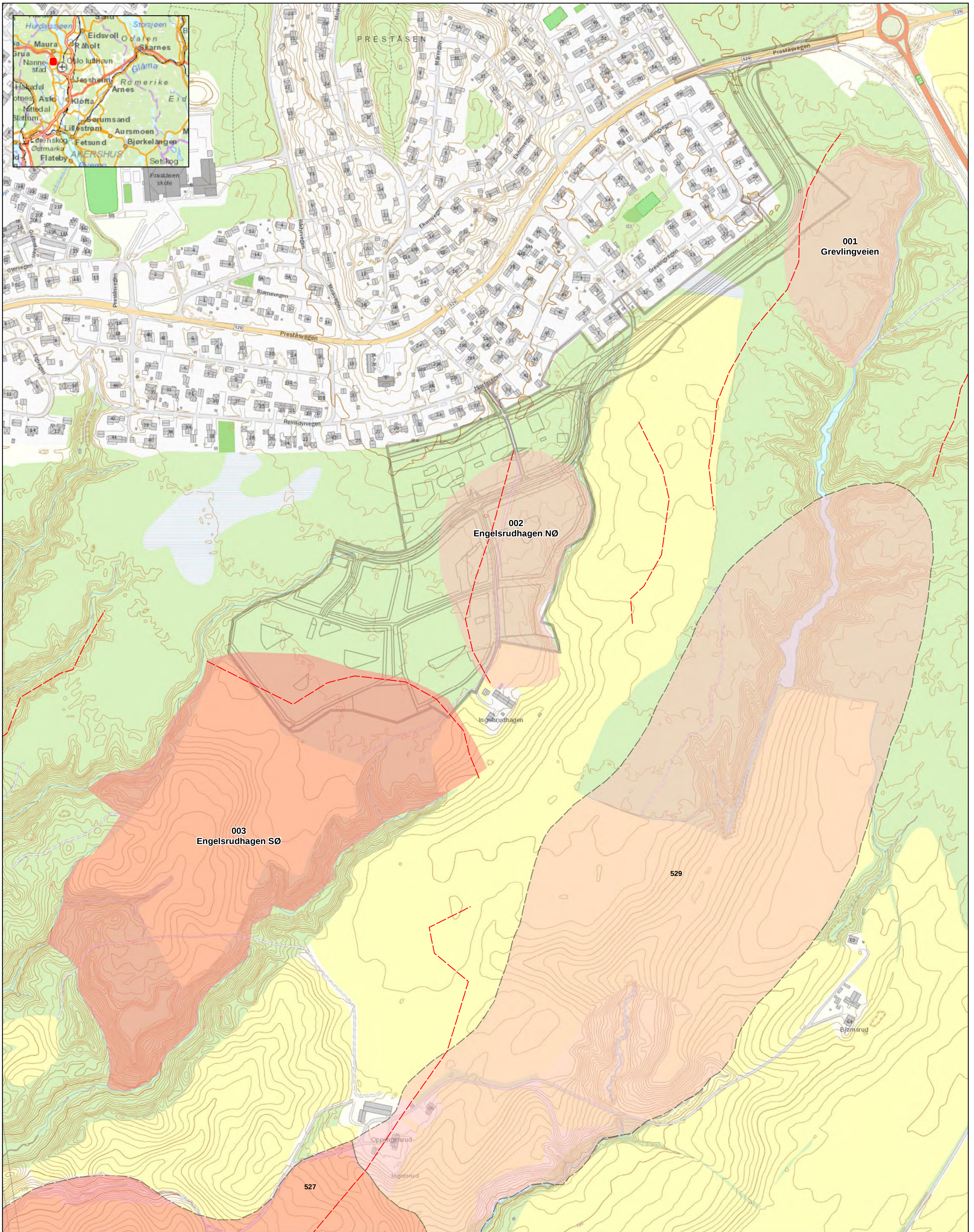
Faregradsklasse	Lav	Middels	Høy
Sum av poengsum	0-17	18-25	26-51

Basert på observasjoner ved befaringer, grunnundersøkelser og metodikk beskrevet over, er 3 potensielt skredfarlige områder lokalisert, og en sone er definert for hvert av

disse områdene. Sonene er presentert i vedlegg A: "Nøkkeldata for sonene". Kvikkleiresonene er beskrevet i vedlegg B, der det også er utført en faregradsvurdering for alle sonene. I Figur 9 er kvikkleiresonene presentert. Fordelingen av sonene mellom de ulike klassene er vist i Tabell 6.

Tabell 6. Klassifisering av faregrad.

Faregrad			
Klasse	Lav	Middels	Høy
Antall soner	2	1	0
Sonenavn	Grevlingveien Engelsrudhagen NØ	Engelsrudhagen SØ	-



Tegnforklaring

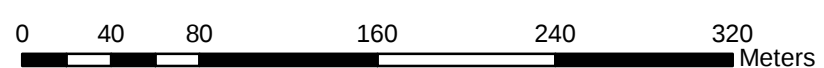
Nye kvikkleiresoner Eksisterende soner Terrenklinje 1:15

Faregradsklasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels

Faregradsklasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels



Målestokk (A2): 1:3 404 Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM32N

Kvikkleiresoner Engelsrudhagen øst		
Områdestabilitet	Prosjekt: 20170497	Figur 9
Kartlegging av kvikkleiresoner med faregradsvurdering	Utrett: JMC	Dato: 2017-08-30
	Kontrollert: HHe	Godkjent: KEK
Engelsrudhagen øst, Nannestad kommune		



5 Sikkerhetskrav

Tiltakskategoriene og sikkerhetskrav som er aktuelle for byggeprosjektet på Engelsrud er vist i Tabell 7 og Tabell 8. Disse kravene er gitt i NVEs retningslinjer (ref. /1/) som ble utarbeidet i samarbeid med det geotekniske fagmiljøet i Norge til hjelp i arbeidet med plan- og byggesaker innenfor faresoner. Retningslinjene er i prinsippet basert på at det stilles krav til geotekniske utredninger avhengig av byggeprosjektets tiltakskategori og kvikkleiresonens faregrad. I praksis stilles det i teknisk veileder til Plan og Bygningsloven, TEK17 (ref. /4/) spesifikke krav til skråningsstabilitet, og NVEs retningslinjer om "Flaum og skredfare i arealplanar" med Vedlegg 1 ("Kvikkleireveilederen") angir hvordan disse krav kan oppfylles (ref. /1/).

Sone 001 Grevlingveien påvirker adkomstvei ved svingen nordøst i planområdet. Tiltak av typen privat eller kommunal veg plasseres i tiltakskategori K1 eller K2. Sikkerhetskrav for disse to kategoriene er "ikke forverring" av områdestabiliteten (for K2 gjelder dette for sikkerhetsfaktor mindre enn 1,4). Sonene 002 Engelsrudhagen NØ og 003 Engelsrudhagen SØ har betydning for selve boligområdet. Tiltak som medfører tilflytting til et kvikkleireområde, dvs. mer enn 2 boenheter, skal plasseres i tiltakskategori K4. Kravet er sikkerhetsfaktor større enn 1,4 eller prosentvis forbedring hvis sikkerhetsfaktoren er mindre enn 1,4 (Figur 5.1 i NVE veileder, ref. /1/).

Tabell 7. Krav til sikkerhet for tiltakskategori K1. Kilde: NVE veiledning nr. 7-2014 (ref. /1/).

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet
<p>K1: Byggverk, terrenginngrep og anlegg av begrenset størrelse og tyngde (inkludert inventar) med lite personopphold. Selve tiltakene kan utføres med lette masser for å oppnå at stabiliteten ikke forverres.</p> <p>Eksempler er mindre driftsbygninger i landbruket og lagerbygg av begrenset verdi, mindre massedeponier, lokale VA-anlegg, private og kommunale veier og trafikk sikkerhetstiltak, slik som gang- og sykkelveger, over- og underganger, tiltak i forbindelse med anlegg av midtdeler og lignende.</p>	<p>Tiltaket skal ikke påvirke områdestabiliteten negativt. Ved tvil om dette skal tiltaket flyttes til K2.</p> <p>Erosjon som kan gi negativ påvirkning på stabiliteten i tiltaksområdet skal stoppes ved erosjonssikring.</p> <p>Vurdering av tiltakets virkning på områdestabilitet kvalitetssikres av kollega.</p>

Tabell 8. Krav til sikkerhet for tiltakskategorier K2, K3 og K4. Kilde: NVE veiledning nr. 7-2014 (ref. /1/).

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulik faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
<p>K2: Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket.</p> <p>Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring **</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring hvis $F > 1,2$, <i>eller</i> c) Forbedring hvis $F \leq 1,2$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p>K3: Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2). Ved planlagt større tilflytting/ personopphold gjelder K4. Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring**</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Ikke forverring hvis $F \geq 1,2$, <i>eller</i> c) Forbedring hvis $F < 1,2$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p>K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. 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: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ <i>eller</i> b) Vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>

Basert på ovenstående vil følgende sikkerhetskrav gjelde for hhv. adkomst og planlagte boliger:

- Adkomstvegen inn til boligområdene fra nord krever at bekken erosjonssikres, forutsatt at vegen i seg selv ikke forverrer stabilitetsforholdene (dette vil normalt være mulig å oppnå f.eks. ved bruk av lette masser i vegfundamentet).
- Ved å sikre skråningene langs sone Engelsrudhagen NØ vil det aller meste av planområdet kunne bebygges, jfr. Figur 9. Bare en mindre del av reguleringsområdet i sør vil da komme i konflikt med sone Engelsrudhagen SØ. Det er en forutsetning at utbyggingen ikke senere forverrer stabilitetsforholdene. Dersom utbyggingen eksempelvis medfører oppfylling over dagens terreng eller andre laster på terrenget, må dette tas hensyn til ved dimensjonering av stabiliserende tiltak.

6 Videre arbeid

NGI anbefaler at det utføres vurdering av stabiliteten for antatt kritiske profiler i skråningene innenfor kvikkleiresonene. For å anslå behov for sikring er det nødvendig med stabilitetsberegninger for skråningene ned mot bekken øst for planområdet. Ofte er sikringstiltak i form av motfyllinger i ravinene mest hensiktsmessig, men krever samtidig at bekkeløpet vurderes samlet. Tiltak i form av motfylling vil vanligvis krysse bekken, og vil da ofte påvirke naboeiendom. Av hensyn til reguleringsplanarbeidet vil det av denne grunn være behov for å utføre stabilitetsberegninger som gir et realistisk anslag over størrelse av sikringstiltak så tidlig som mulig i planprosessen.

Supplerende grunnundersøkelser bør gjøres med hensikt til mulig avgrensning (reduksjon) av soner, samt forbedre datagrunnlaget for dimensjonering av geotekniske tiltak (stabilitetsforbedrende tiltak). Slike undersøkelser kan bekrefte eller avkrefte de konservative antakelsene lagt til grunn for vurderingene så langt.

7 Referanser

- /1/ NVE (2014).
Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Datert april 2014.
- /2/ NVE (2014).
Retningslinjer nr. 2-2011. Flaum- og skredfare i arealplaner. Datert 22.05.2014.
- /3/ NGI (2001).
Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 20001008-2, datert 31. august 2001. Rev. 3, datert 2008.10.08.
- /4/ Direktoratet for byggkvalitet (2017).
Byggteknisk forskrift Veiledning om tekniske krav til byggverk (TEK17). Datert 01.07.2017.
- /5/ NGU (2015).
Mulighet for marin leire. Elektronisk karttjeneste. <http://www.ngu.no/emne/mulighet-marin-leire>. Datert 2015.08.04.
- /6/ NGU (2017).
NADAG, Nasjonal database for grunnundersøkelser. <http://geo.ngu.no/kart/nadag/>, besøkt 2017.06.07.
- /7/ NVE (2016).
NVE-Atlas, Skrednett. Elektronisk karttjeneste. <https://www.nve.no/flaum-og-skred/skrednett/>. Datert 27.04.2016.
- /8/ NGI (2017).
NGI dokumentnr. 20170497-01-R: Engelsrudhagen øst. Datarapport grunnundersøkelser.
- /9/ ØRP (2013).
ØRP rapport 859.11b: Supplerende grunnundersøkelser, oppfyllingsplan raviner – Engelsrudhagen, Nannestad kommune. Geotekniske forhold, beregninger og vurderinger. Øvre Romerike Prosjektering AS. Datert 5. september 2013.
- /10/ Løvlien Georåd AS (2012)
Geoteknisk rapport 11-239 nr. 1, rev.1: Engelsrudhagen, Nannestad, grunnundersøkelser, stabilitetsvurderinger.

Vedlegg A

NØKKELDATA FOR SONER

Sone ID	Navn	Kommune	Sone Areal (m ²)	Faregradklasse	Utførte borer i sonen	ID sonderinger	CPTu	Prøver
1	Grevlingveien	Nannestad	37 098	Lav	2	A-8, A-9	2	4
2	Engelsrudhagen NØ	Nannestad	44 144	Lav	2	A-6, A-7, L11-8	1	6
3	Engelsrudhagen SØ	Nannestad	160 755	Middels	6	A-1 til A-4, L11-6, O13-16	3	13

Vedlegg B

SONEKLASSIFISERINGSARK - BAKGRUNN FOR FAREGRADSEVALUERING

Innhold

01 Grevlingveien	2
02 Engelsrudhagen NØ	3
03 Engelsrudhagen SØ	4

01 Grevlingveien

Vurderingsgrunnlag: kvartærgeologisk kart, topografiske kart, befaringsgrunnundersøkelser i borehull A-8 og A-9.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				Beskrivelse eller grunnlag
		3	2	1	0	
	Vekttall					
Tidligere skredaktivitet	1			X		Lav. Tre skredhendelser registrert ca. 1,6 km syd sydvest for sonen.
Skråningshøyde, meter	2				X	Maksimum høydeforskjell er 9 m
OCR	2		X			Litt overkonsolidering
Poretrykk overtrykk	3				X	Hydrostatisk på O13-16
Poretrykk undertrykk	-3					
Kvikkleiremektighet	2	X				31 m i A-8
Sensitivitet	1	X				190 i A-8
Erosjon	3			X		Lite erosjon observert på feltbefaringen
Terrenginngrep: Forverring	3				X	Ingen observert
Terrenginngrep: Forbedring	-3					Ingen observert
Sum poeng					17	

Faregrad: Lav

02 Engelsrudhagen NØ

Vurderingsgrunnlag: kvartærgeologisk kart, topografiske kart, befaringsgrunnundersøkelser i borehull A-6, A-7 og L11-8.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				Beskrivelse eller grunnlag
		3	2	1	0	
	Vekttall					
Tidligere skredaktivitet	1			X		Lav. Tre skredhendelser registrert ca. 1,1 km syd sydvest for sonen.
Skråningshøyde, meter	2				X	Maksimum høydeforskjell er 7 m
OCR	2		X			Litt overkonsolidering
Poretrykk overtrykk	3				X	Hydrostatisk i O13-16
Poretrykk undertrykk	-3					
Kvikkleiremektighet	2	X				20 m i A-6
Sensitivitet	1	X				260 i A-6
Erosjon	3			X		Lite erosjon observert på feltbefaringen
Terrenginngrep: Forverring	3				X	Ingen observert
Terrenginngrep: Forbedring	-3					Ingen observert
Sum poeng					17	

Faregrad: Lav

03 Engelsrudhagen SØ

Vurderingsgrunnlag: kvartærgeologisk kart, topografiske kart, befaringsgrunnundersøkelser i borehull A-1 til A-4, L11-6, O13-16.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				Beskrivelse eller grunnlag
		3	2	1	0	
	Vekttall					
Tidligere skredaktivitet	1			X		Lav. Tre skredhendelser registrert ca. 700 km syd for sonen.
Skråningshøyde, meter	2		X			Maksimum høydeforskjell er 20 m
OCR	2		X			Noe overkonsolidering
Poretrykk overtrykk	3				X	Hydrostatisk i O13-16
Poretrykk undertrykk	-3					
Kvikkleiremektighet	2	X				15 m i A-4
Sensitivitet	1	X				Antatt ≥ 100 i O13-16 (oppjustert fra måltverdi, $St = 74$, pga. prøveforstyrrelse)
Erosjon	3		X			Noe erosjon observert på feltbefaringen
Terrenginngrep: Forverring	3				X	Ingen observert
Terrenginngrep: Forbedring	-3					Ingen observert
Sum poeng					24	

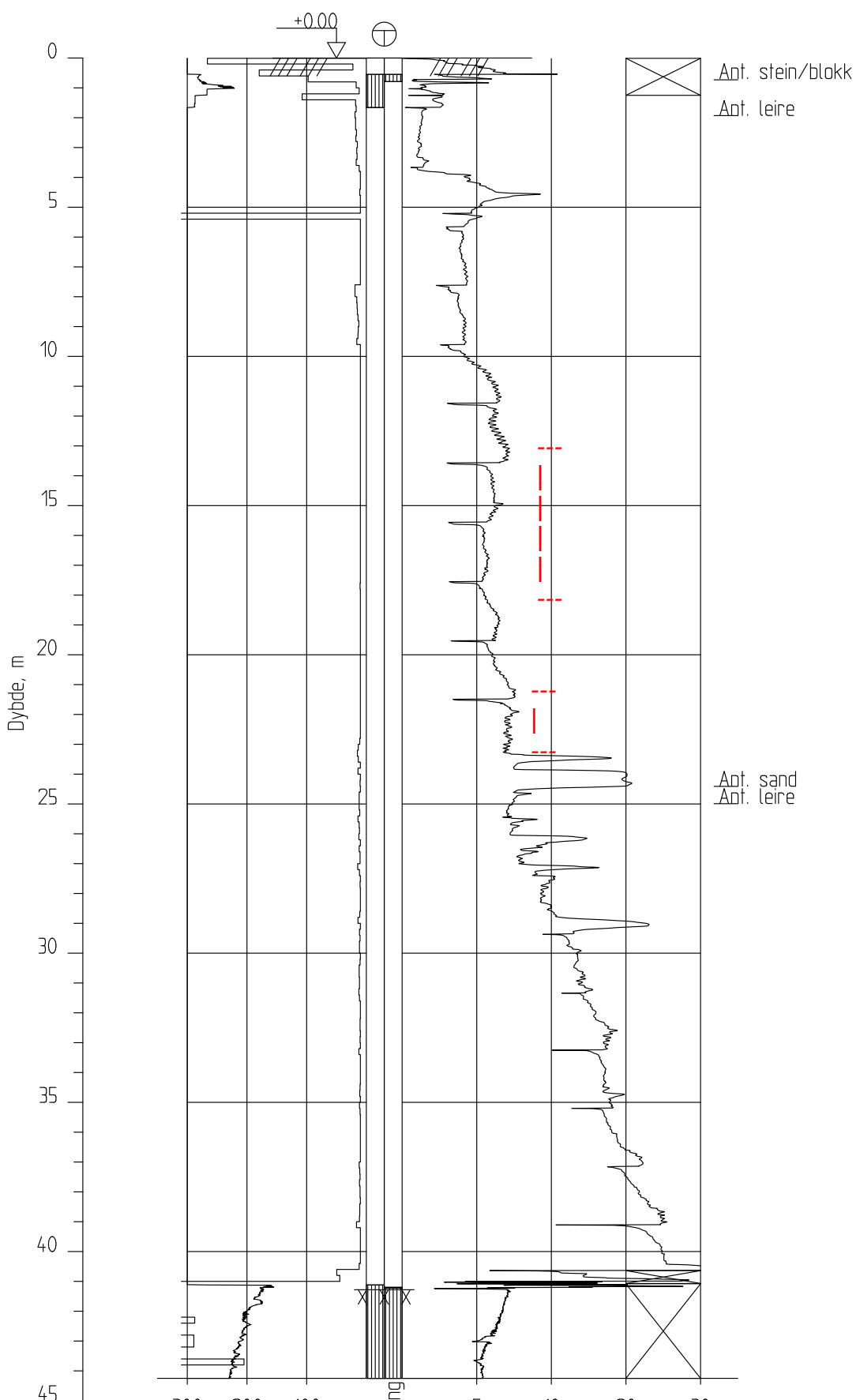
Faregrad: Middels

Vedlegg C

TOLKNING AV KVIKKLEIRELAG PÅ GRUNNUNDERSØKELSER

På dette vedlegget vises dreietrykk- og totalsonderinger med tolket kvikkleirelag. Dybdeintervall for lag er markert med røde linjer. Grunnlag for tolkning er variasjon av penetreringsmotstand med dybde og resultater av laboratorieundersøkelser fra prøver. Alle felt- og laboratorieundersøkelser er presentert i egen datarapport, NGI dokumentnr. 20170497-01-R (ref. /8/).

A1



ENGELSRUDHAGEN ØST DANNESTAD

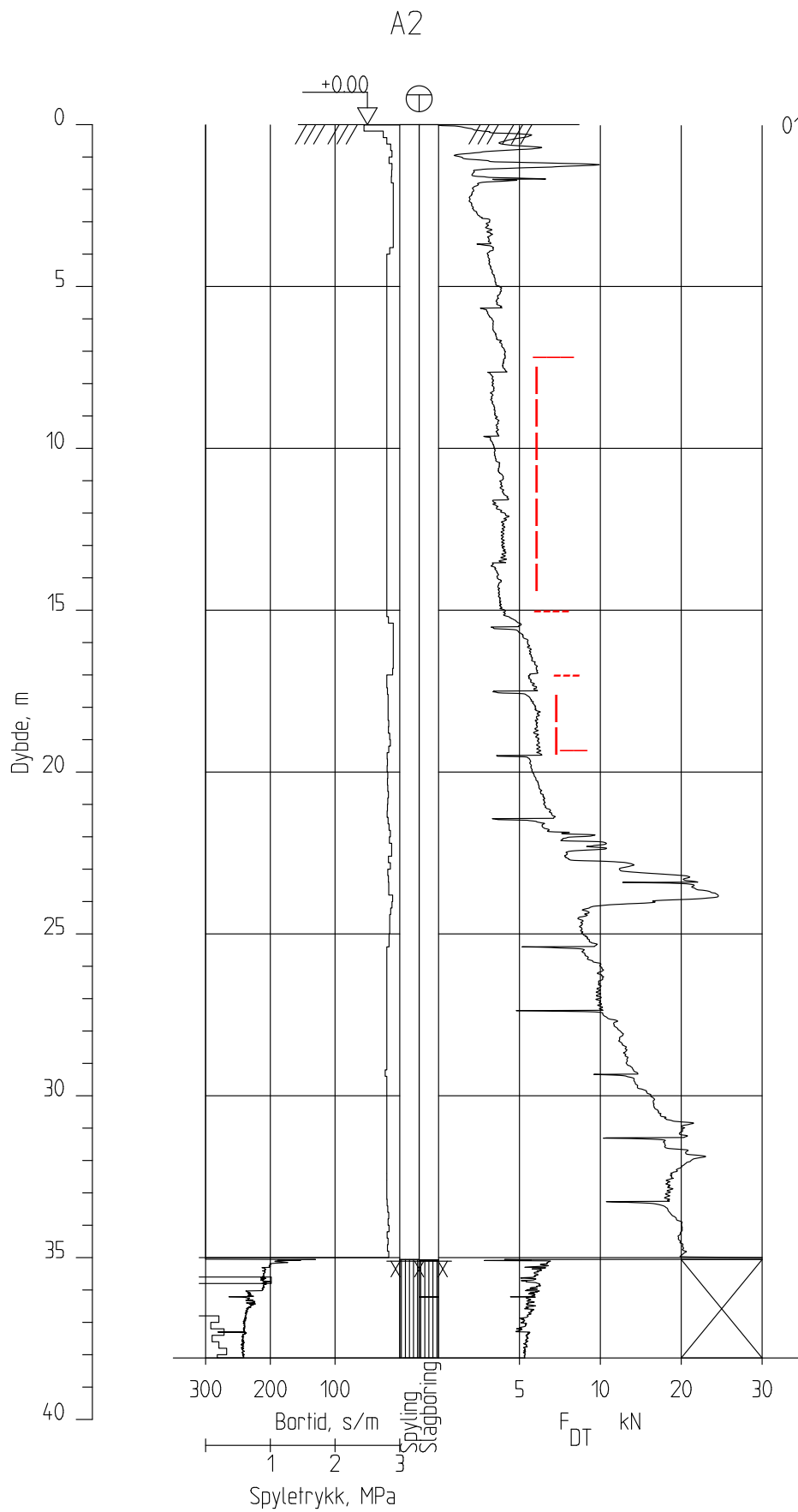
20170497

Totalsondering
M = 1 : 200

Spyletrykk, MPa

Borhull A1
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Dato boret :30.06.2017



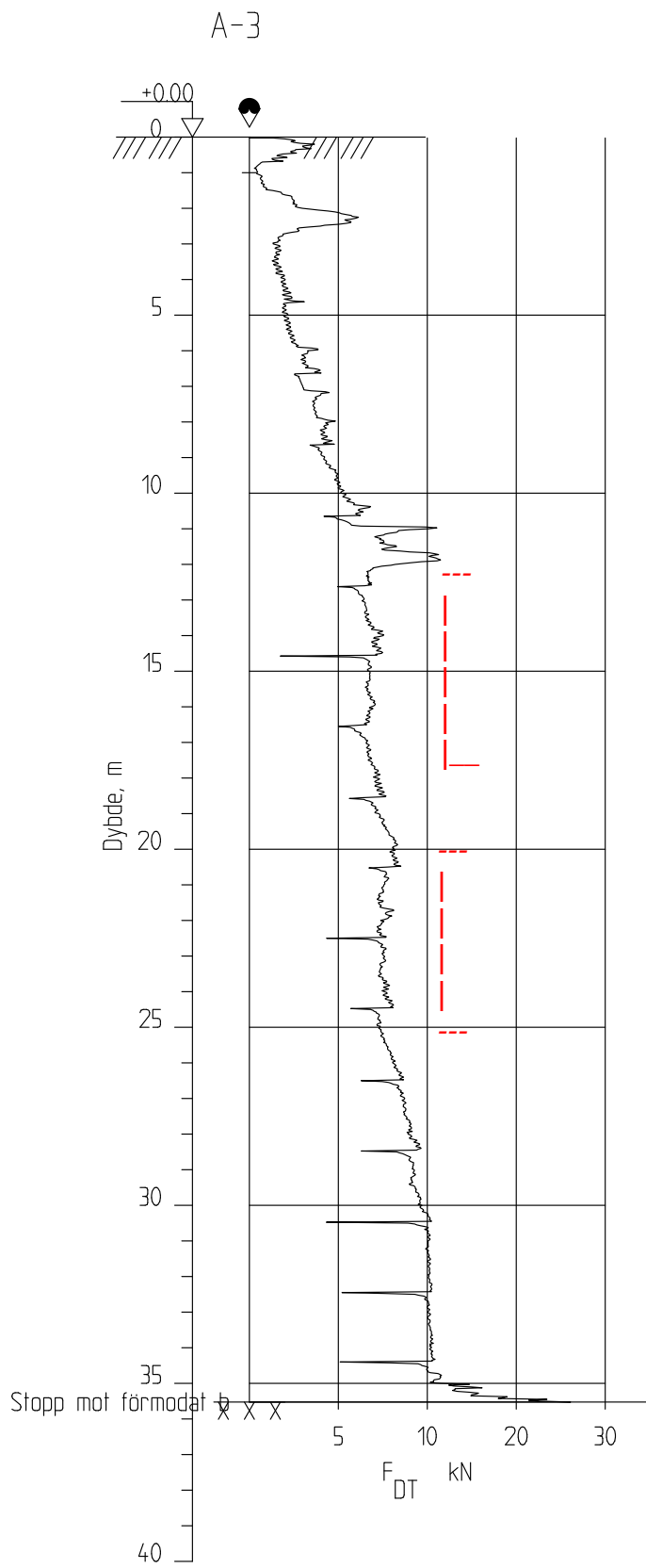
ENGELSRUDHAGEN ØST-NANNESTAD

20170497

Totalsondering
M = 1 : 200

Borhull A2
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Dato boret :30.06.2017



ENGELSRUDHAGEN ØST-NANNESTAD

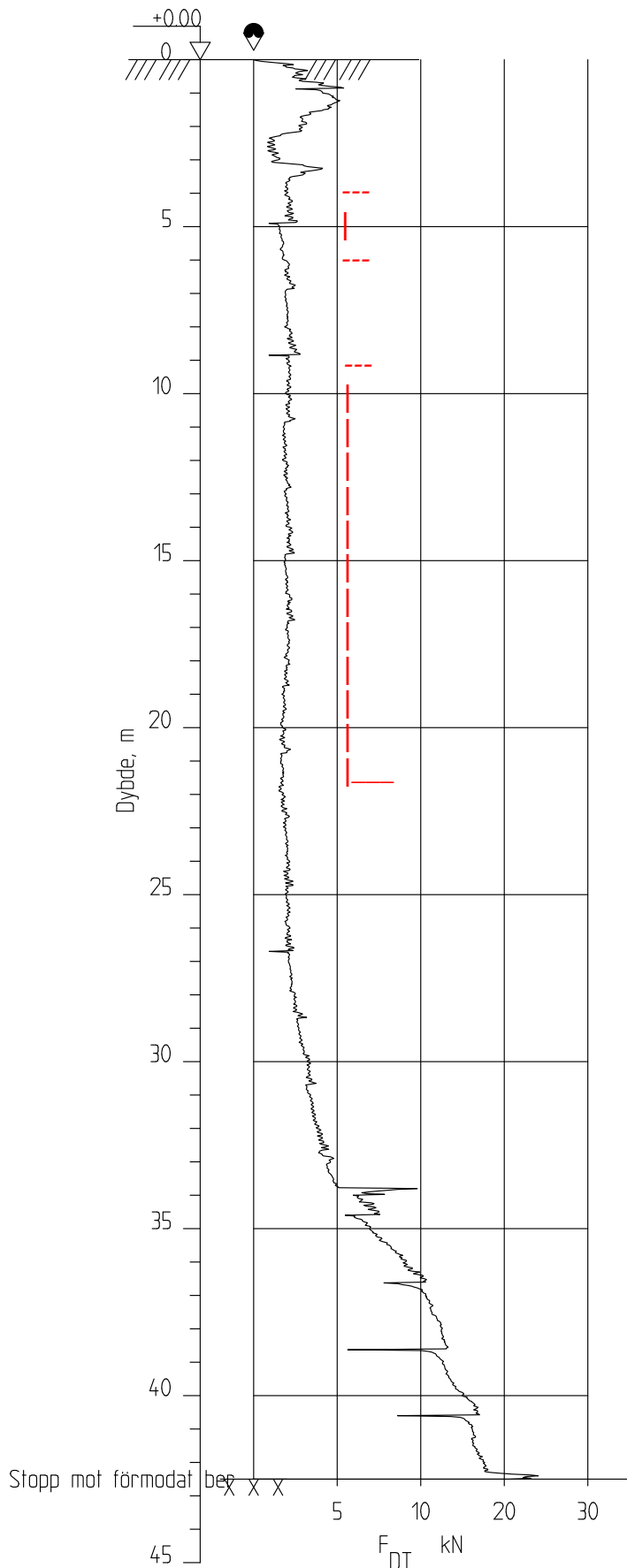
20170497

Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Borhull A-3
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Dato boret :06.07.2017

A-4

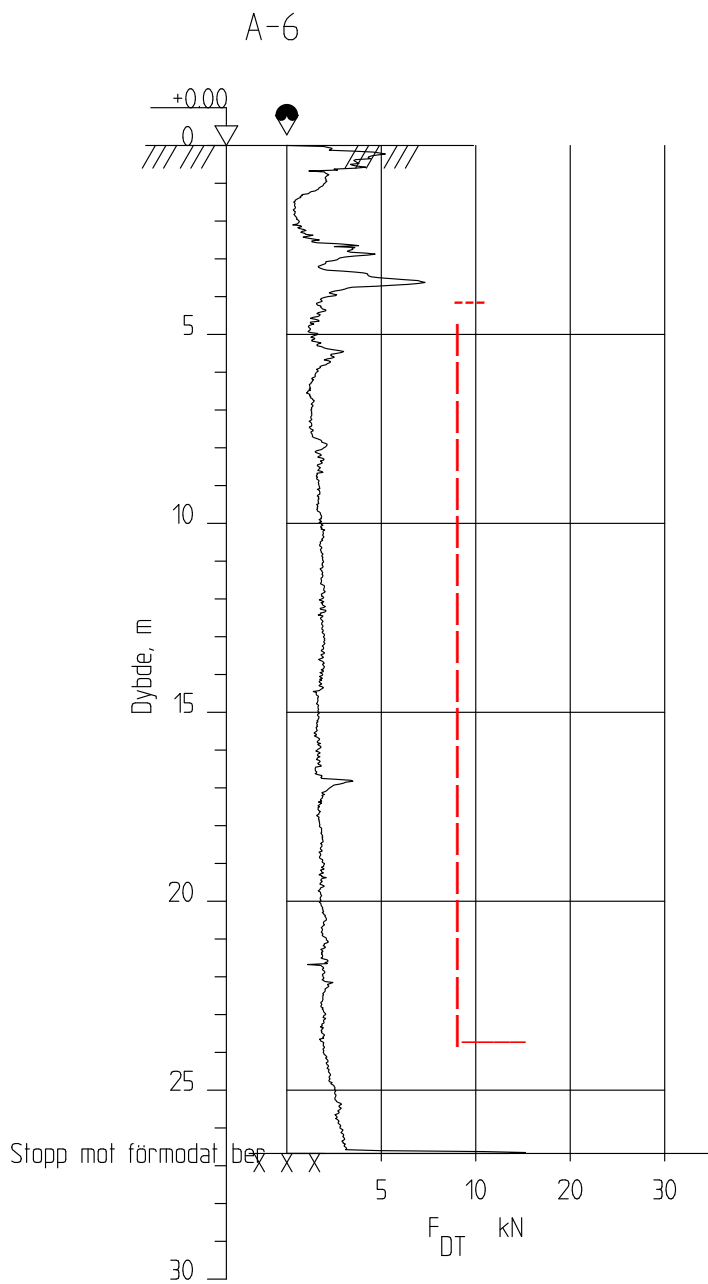


ENGELSRUDHAGEN ØST-NANNESTAD

20170497

Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Borhull A-4
Posisjon: X 6677249.00 Y 612277.00 Dato boret :10.07.2017

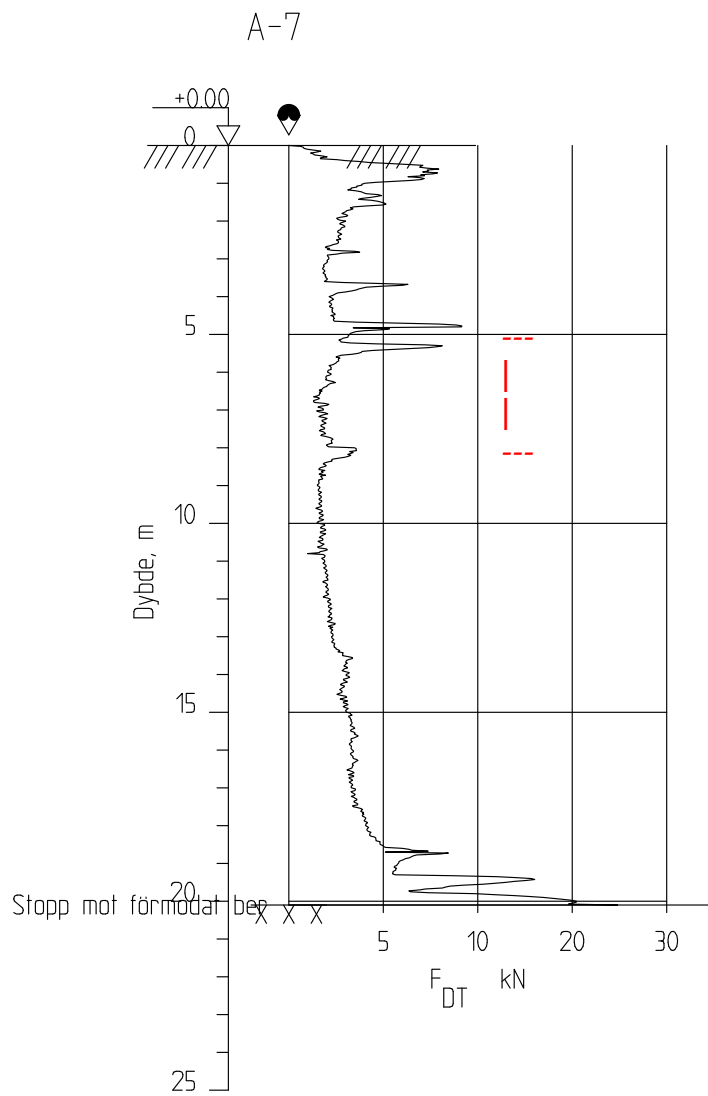


ENGELSRUDHAGEN ØST-NANNESTAD

20170497

Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Borhull A-6
Posisjon: X 6677573.00 Y 612849.00 Dato boret :05.07.2017



ENGELSRUDHAGEN ØST-NANNESTAD

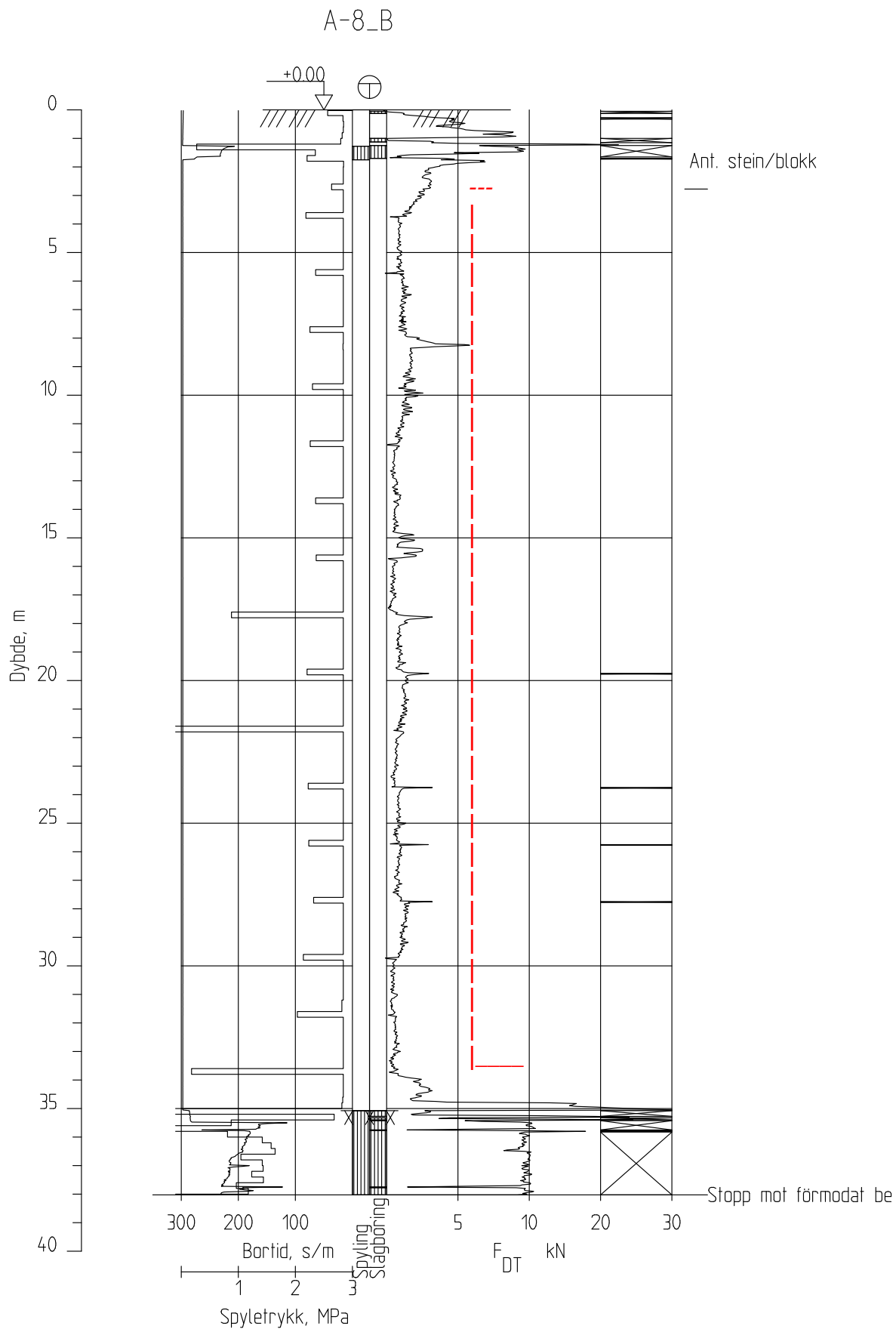
20170497

Dreietrykksondering
M = 1 : 200

Borhull A-7

Posisjon: X 6677610.00 Y 612772.00

Dato boret :04.07.2017



ENGELSRUDHAGEN ØST-NANNESTAD

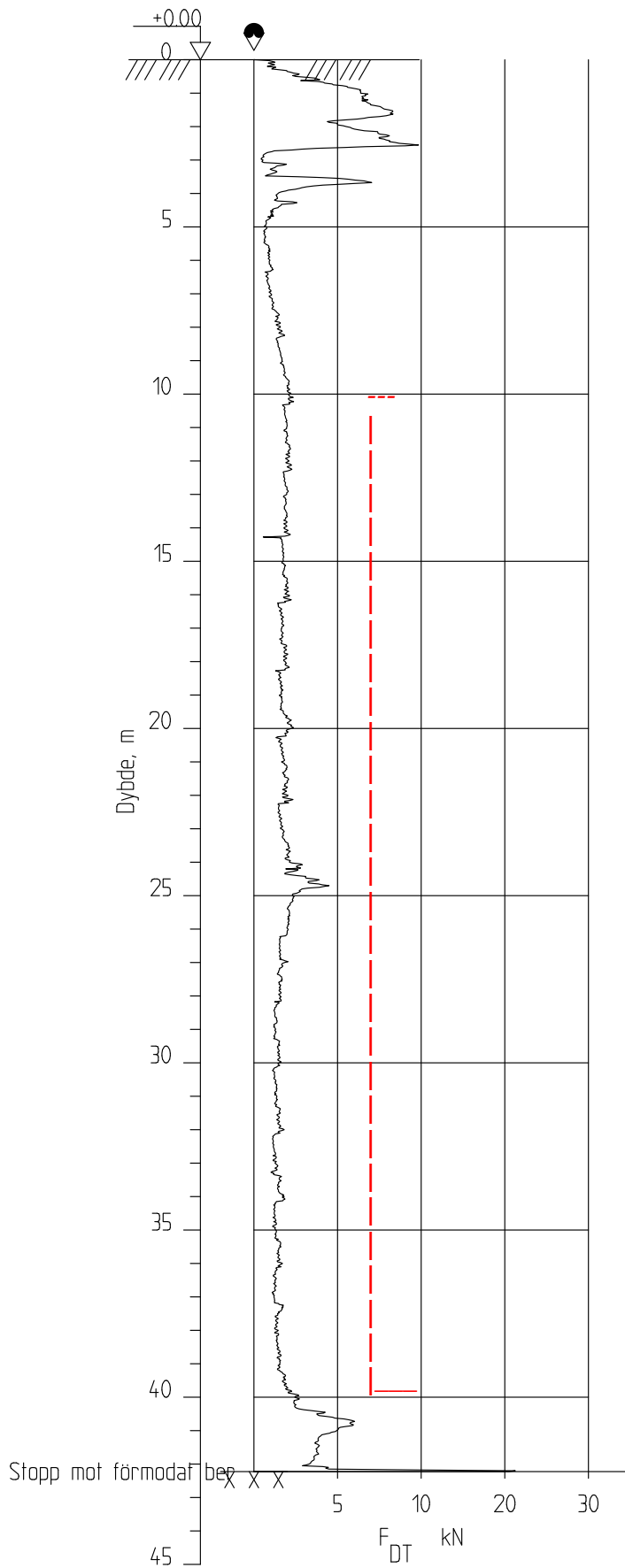
20170497

Totalsondering
M = 1 : 200

Borhull A-8_B
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Dato boret :28.06.2017

A-9



ENGELSRUDHAGEN ØST-NANNESTAD

20170497

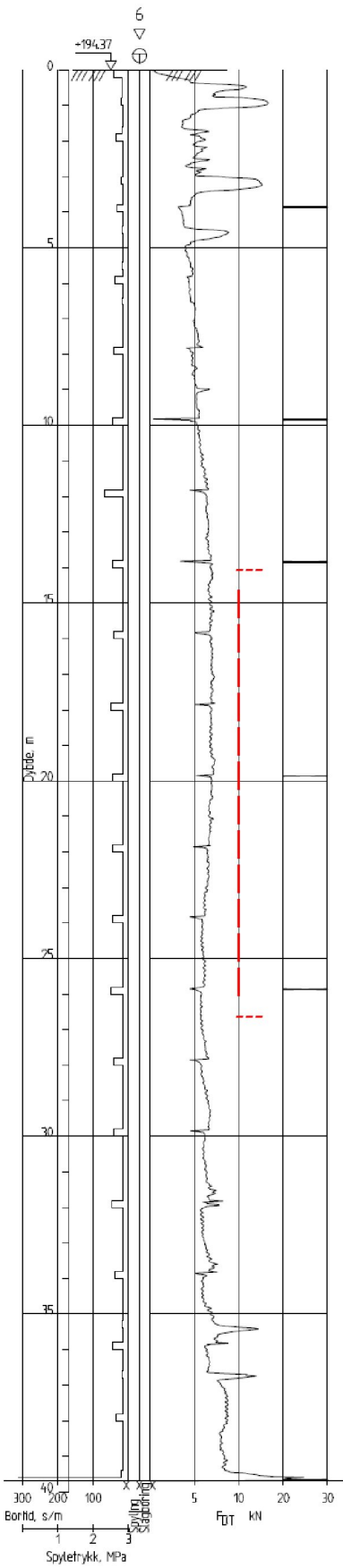
Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Borhull A-9

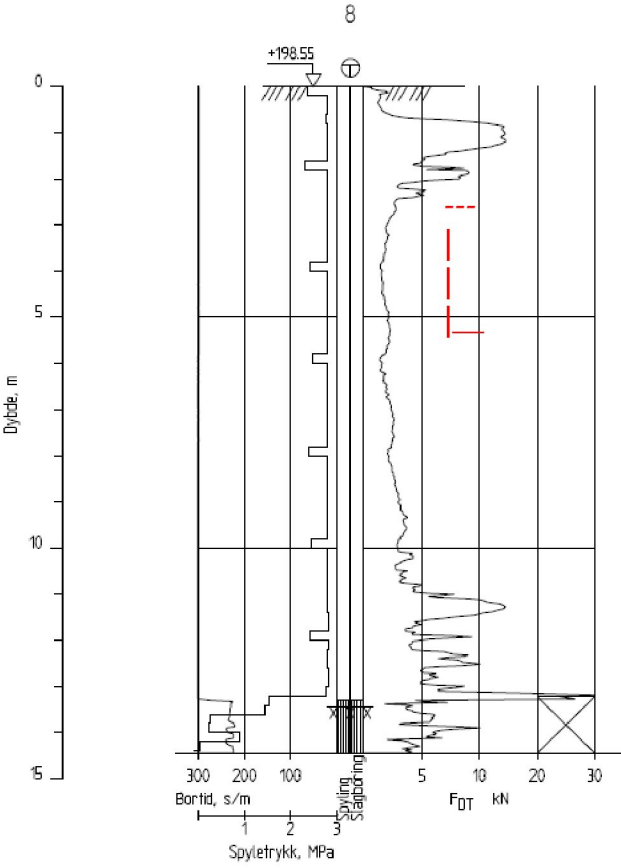
Posisjon: X 6678056.00 Y 613281.00

Dato boret :03.07.2017

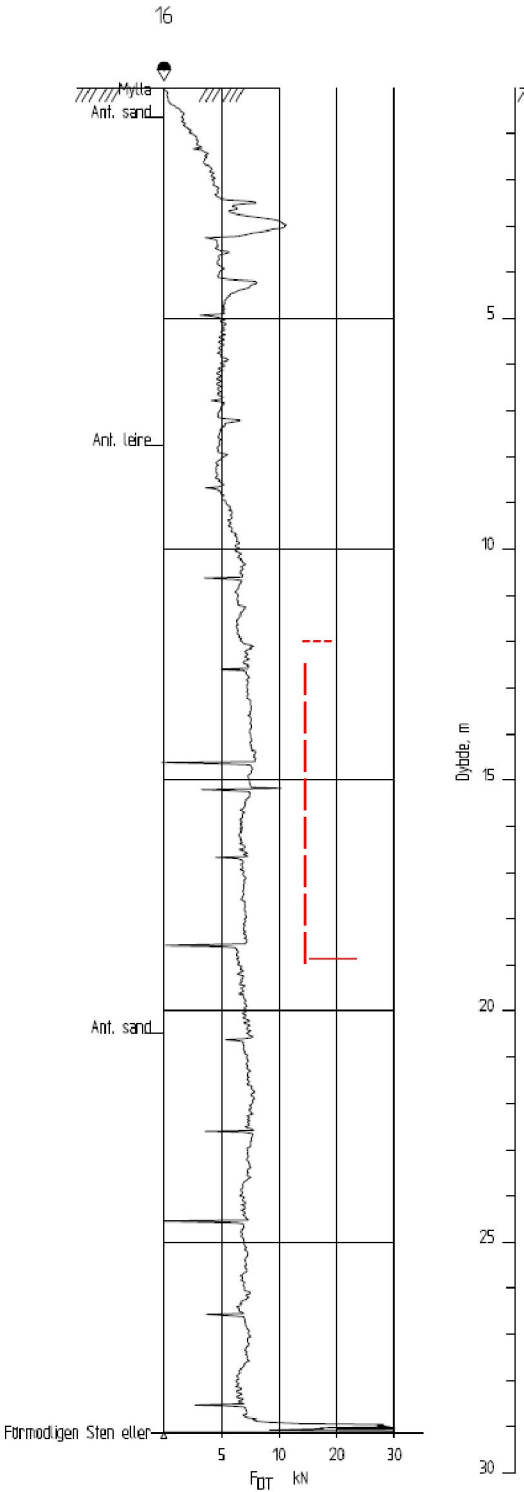
Borehull ID: L11-6



Borehull ID: L11-8



Borehull ID: 013-16



Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Kartlegging av kvikkleiresoner med faregradsvurdering		Dokumentnr./Document no. 20170497-02-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client Mestergruppen AS	Dato/Date 2017-09-01
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 0 /
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Kvikkleire, områdestabilitet, faresoner		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Akershus	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Nannestad	Felt navn/Field name
Sted/Location Engelsrudhagen	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: UTM32N Øst: 612618 Nord: 6677583	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2017-08-30 José Cepeda	2017-08-31 Håkon Heyerdahl		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 1. september 2017	Prosjektleder/Project Manager Kristine Helene Hetland Ekseth
--	---------------------------------------	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within 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 following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

