

NVE

Detaljutredning av faresoner på Vestfossen

Geoteknisk rapport

Kvikkleiresone: Smørgrav-Vålen

Sammendrag

AFRY Norway AS har på oppdrag av NVE utført en geoteknisk detaljutredning av faresoner for områdeskred på Vestfossen i Øvre Eiker kommune. Prosjektområdet besto i utgangspunktet av to faresoner (485 Smørgrav og 996 Vålen), samt fire aktsomhetsområder. I faresoneutredningen som er gjort i dette prosjektet er det klassifisert fem faresoner. Utenom disse faresonene er det ikke fare for områdeskred innenfor kartleggingsområdet.

Denne rapporten dekker sone Smørgrav-Vålen, som omfatter store deler av området for tidligere faresoner 485 Smørgrav og 669 Vålen. Sonen er avgrenset av Vestfosselva i vest, og sideraviner/bekker med utløp til Vestfosselva.

I tillegg til denne rapporten er nye soner i området presentert i rapport D0083385-RIG-R-02 og D0083385-RIG-R-03.

Faresonen har fått følgende klassifisering:

Sone	Faregrad	Konsekvens	Risikoklasse
Smørgrav-Vålen	Høy	Alvorlig	4

Sonen har forholdsvis spredd bebyggelse, hovedsakelig bestående av gårdsbruk. Det er generelt ikke observert mye erosjon innenfor sonen, men det er litt erosjon langs enkelte sidebekker, og litt langs kanten av Vestfosselva. I en sideravine er det observert kraftig erosjon i enkelte punkter. Det er heller ikke observert noe særlig berg i dagen, utenom enkelte punkter helt nord i sonen.

Faresonen har forholdsvis god dekningsgrad av grunnundersøkelser, og disse tyder på at det er kvikkleire/sprøbruddmateriale stort sett i hele sonen. Mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er iht. boringene størst langs elva, og minkende mot Voldstadveien i øst.

Et eventuelt skred vurderes å kunne starte i Vestfosselva eller i en sideravine, og spre seg retrogressivt bakover. Aktuelt utløpsområde vurderes å være i Vestfosselva.

Det er gjort beregninger av stabilitetsforholdene i drenert og udrenert tilstand for 4 snitt. Drenert beregning angir sikkerheten i dagens tilstand uten brå tilleggsbelastninger eller utglidninger pga. erosjon. Udrenert beregning angir sikkerheten ved en tilleggsbelastning. Lengst nord i sonen er det lav sikkerhet i drenert tilstand. Det samme gjelder for sideravinen ned mot Vestfosselva nedenfor Smørgrav gård (snitt S4, søndre del av faresonen), der drenert sikkerhet er kritisk. Det anbefales at det gjennomføres erosjonssikring i ravinen for å unngå at et initialskred kan utløses her og spre seg bakover. En vurdering av påvirkningsområde ved et eventuelt initialskred i ravinen viser at en bolig nord for ravinen (Smørgrav gård, gnr./bnr.: 26/2) samt jorder på nord- og sørsiden vil berøres. Ved sikringsarbeider i ravinen bør nordsiden prioriteres.

For udrenerte beregninger er det skråningen ned mot Vestfosselva fra Nordre Vålen gård (snitt V4, midt i faresonen) som har lavest beregnet sikkerhet i sonen. Her skal det ikke graves i skråningsfot, og store laster over lang tid skal unngås uten at dette vurderes spesielt av geoteknisk fagkyndig. Vanlig gårdsdrift vurderes ikke å være et problem. Erosjonsforholdene er ikke kartlang her, og det anbefales at det gjøres før det avgjøres hvorvidt det er behov for å erosjonssikre langs elva.

AFRY presiserer at vurderingene som presenteres kun er gjort innenfor avgrensningen av prosjektområdet (vist i Figur 1.1). Det kan være fare for kvikkleireproblematikk utenfor dette på Vestfossen, men det er ikke vurdert i denne utredningen. I tillegg til faresonen som

Kontoradresse: AFRY Norway AS Lilleakerveien 8 0283 OSLO	Fakturaadresse: AFRY Norway AS c/o Fakturamottak Postboks 8608 8606 MO I RANA	Telefon: (+47) 24 10 10 10	E-post: post@afry.no	Organisasjonsnr.: 915 229 719
--	--	--------------------------------------	--------------------------------	---

presenteres i denne rapporten angir NVEs aktsomhetskart for kvikkleireskred hvor man bør være oppmerksom på kvikkleireskredfare.

Alle nye tiltak i sonen må oppfylle krav gitt i TEK17 §7-3, samt NVEs veileder 01/2019. Ved ny bebyggelse i sonen kreves det geoteknisk prosjektering, der det vurderes om det er behov for supplerende grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger relevant for det enkelte tiltak. Det bør ikke utføres terrenginngrep eller masselagring i faresonene uten geoteknisk vurdering.

Oppdragsgiver:		Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE)			
Prosjektnavn:		Detaljutredning av faresoner på Vestfossen			
Prosjektnummer:		D0083385			
Rapportnummer:		R-01			
Fagdisiplin:		RIG			
02	28.02.2025	Anbefalinger for sikringstiltak	MML	MV	IUH
01	06.09.2024	Implementering av kommentarer fra UKS	KHe/MML	MV	IUH
00	31.05.2024	Faresoneutredning – Smørgrav-Vålen	KHe/MML	GYe	IUH
REV.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av

INNHOLD

1.0	INNLEDNING	6
2.0	GRUNNLAG	8
2.1	EKSISTERENDE KVIKKLEIRESONER	8
2.2	UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	8
2.3	BEFARING	8
3.0	TERRENG OG GRUNNFORHOLD	10
3.1	TOPOGRAFI	10
3.2	LØSMASSER	10
3.2.1	KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE	12
3.3	BERGGRUNN	12
3.4	GRUNNVANN	12
3.5	KONSOLIDERINGSFORHOLD	13
3.6	EROSJONSFORHOLD	13
4.0	SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING	14
4.1	VURDERING AV AKTUELLE SKREDMEKANISMER	14
4.2	LØSNEOMRÅDE	15
4.3	UTLØPSOMRÅDE	15
4.4	FAREGRADS- OG KONSEKVENSKLASSIFISERING	17
5.0	SIKKERHETSKRAV	18
5.1	GENERELT	18
5.2	SIKKERHET MOT OMRÅDESKRED	18
6.0	GRUNNLAG FOR STABILITETSBEREGNINGER	19
6.1	KRITISKE SNITT	19
6.2	TOLKNING AV LAGDELING	20
6.3	GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK	22
6.4	MATERIALPARAMETERE	22
7.0	STABILITETSBEREGNINGER	23
7.1	BEREGNINGER AV DAGENS SITUASJON	23
7.2	BEHOV FOR SIKRINGSTILTAK	24
8.0	KONKLUSJON	26
9.0	REFERANSER	27
10.0	TEGNINGSLISTE	28

1.0 INNLEDNING

AFRY Norway AS er engasjert av Norges Vassdrags og Energidirektorat (NVE) for å bistå med detaljutredning av faresoner på Vestfossen i Øvre Eiker kommune. Utredningen av faresoner gjøres iht. NVEs Veileder 1/2019 (kvikkleireveilederen) [1].

Det samlede prosjektområdet som AFRY har vurdert mht. områdeskredfare er skissert i Figur 1.1. AFRYs oppgave har vært å avklare hvorvidt det er fare for områdeskred innenfor prosjektområdet, og hvor det er fare, avklare behov for sikring. Det presiseres at skredproblematikk kan eksistere utenfor prosjektavgrensningen, men at disse områdene ikke er vurdert.

Innenfor prosjektområdet er det to eksisterende faresoner (485 *Smørgrav* og 669 *Vålen*) og fire identifiserte aktsomhetsområder for områdeskred [2]. De eksisterende faresonene ligger langs Vestfosselva, mens de fire aktsomhetsområdene ligger i sentrumsområdet av Vestfossen. AFRYs vurderinger tar utgangspunkt i, men begrenser seg ikke til, de eksisterende sonene.

Formålet med dette prosjektet er å oppdatere avgrensning og klassifisering av de eksisterende faresonene, samt vurdere og melde inn nye faresoner, basert på geotekniske grunnundersøkelser og topografiske vurderinger. Gjennom arbeidet er det identifisert syv faresoner innenfor det definerte prosjektområdet. Detaljutredningene for disse sonene er presentert i tre rapporter, se Tabell 1.1 for oversikt.

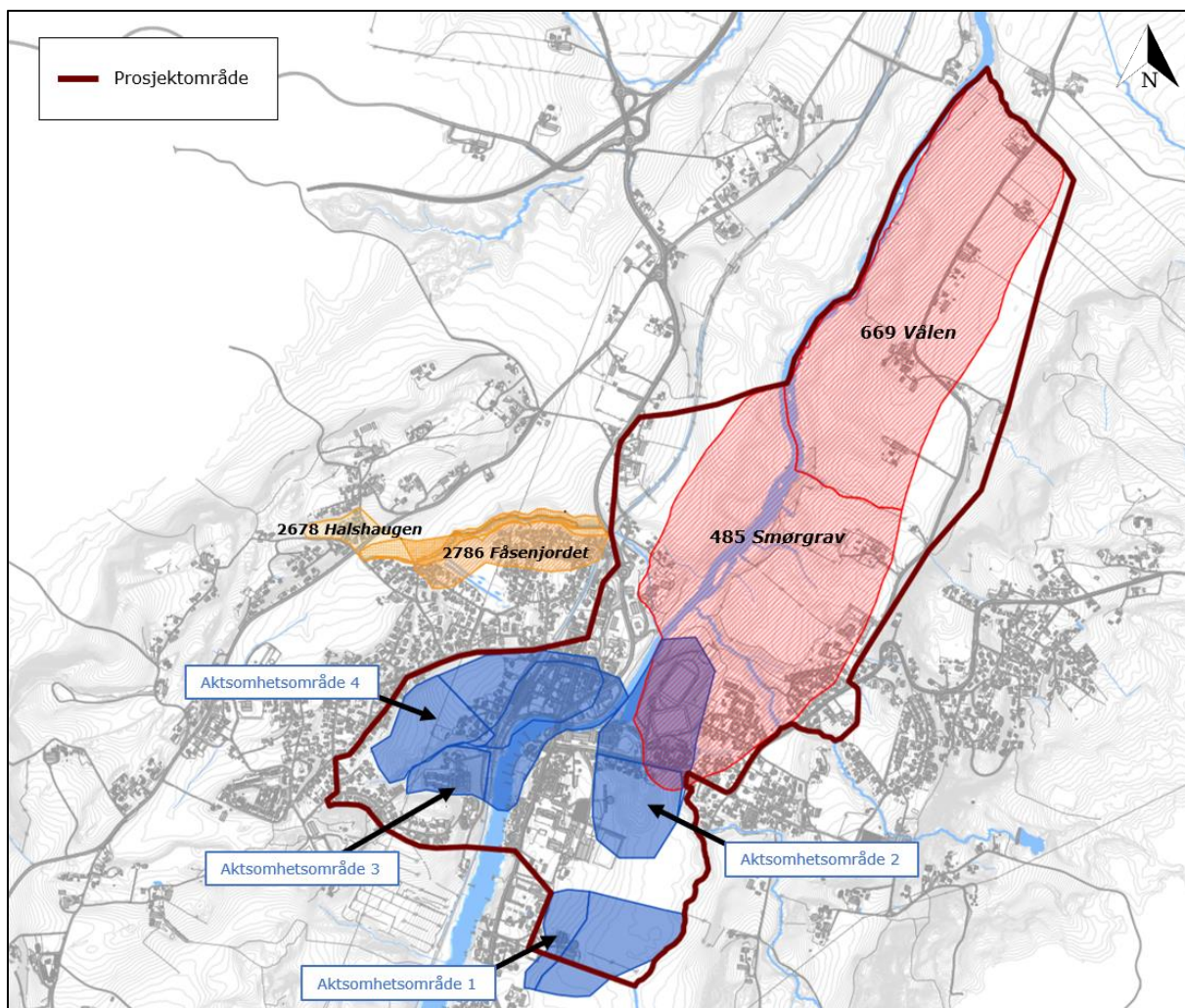
Foreliggende rapport omfatter detaljutredningen av faresone Smørgrav-Vålen.

Området som er kartlagt i denne rapporten ligger lengst nord i prosjektområdet, og strekker seg fra prosjektavgrensningen i nord til ravinen som skiller jordene ved Smørgrav og Vestfossen idrettspark i sør.

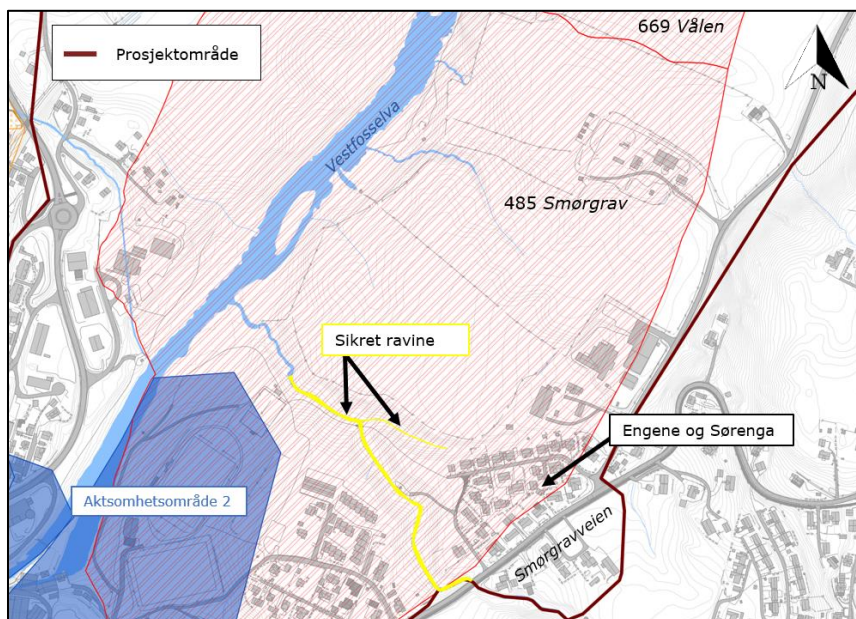
I tillegg til boligfeltet langs Engene og Sørenga, som allerede er innenfor kvikkleiresonen 458 *Smørgrav*, er også boligområdet på østsiden av Smørgravveien vurdert i prosjektet. Sonen *Sørenga* blir utredet i en separat rapport (R-03).

Tabell 1.1: Leveranser i prosjektet «Detaljutredning av faresoner på Vestfossen».

Nye faresoner	Rapportnummer
Smørgrav-Vålen	D0083385-RIG-R-01
Grevlingstien Granløkka	D0083385-RIG-R-02
Vestfossen idrettspark Sørenga Fabrikkgata Spæren	D0083385-RIG-R-03



Figur 1.1: Prosjektområde. Prosjektområdets avgrensning er vist med polygon i mørk rød farge, sammen med eksisterende kvikkleiresoner og identifiserte aktsomhetsområder.



Figur 1.2: Detaljer. Området vurdert i foreliggende rapport er avgrenset i sør av den sikrede ravinen ved Engene og Sørenga.

2.0 GRUNNLAG

2.1 EKSISTERENDE KVIKKLEIRESONER

De eksisterende kvikkleiresonene 485 *Smørgrav* og 669 *Vålen* dekker store deler av prosjektområdet. Sonene ble opprettet i 2004 iht. NVEs faktaark for sonene.

2.2 UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER

Grunnundersøkelser som er utført og lagt til grunn for AFRYs detaljutredning av området er oppsummert i Tabell 2.1. Tabellen henviser også tidligere vurderingsrapporter som er relevante for området.

En oversikt i plan over utførte grunnundersøkelser med markering av påvist kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale vises i tegninger V01-1-1 og V01-1-2.

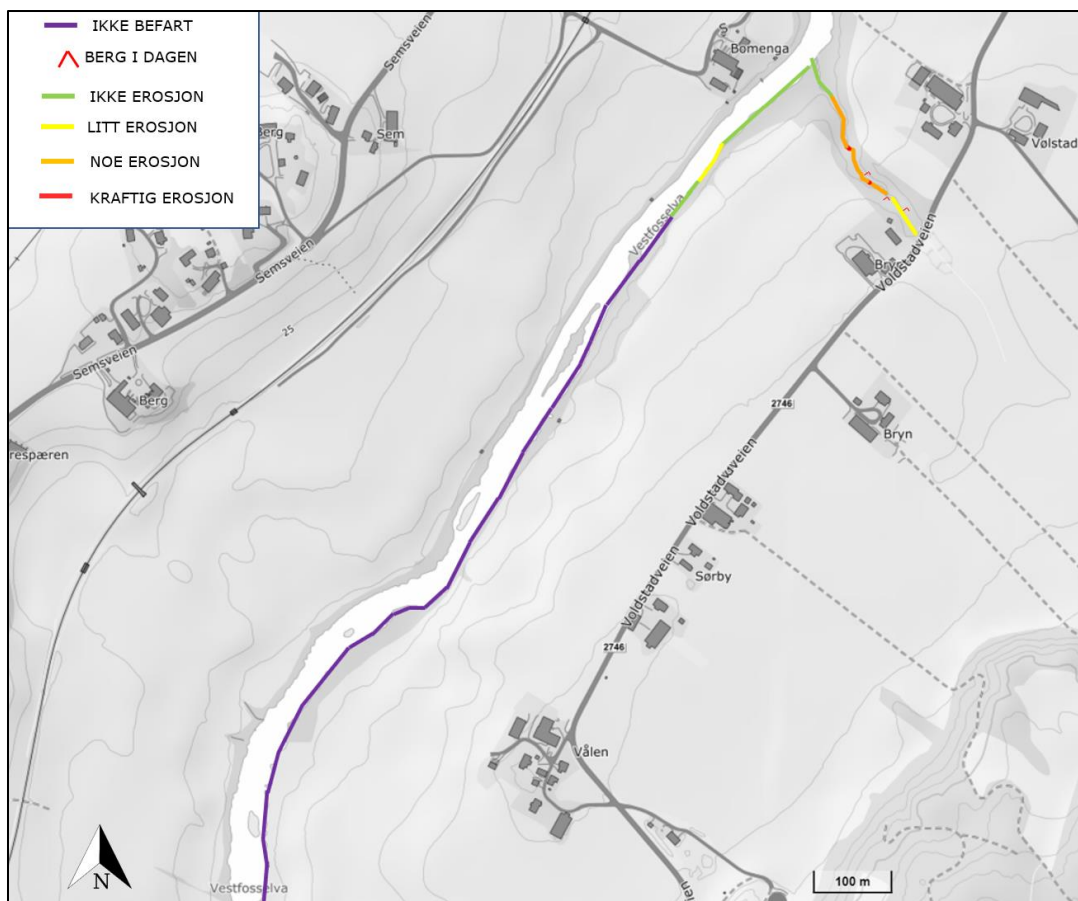
Øvrig grunnlagsmateriale som er benyttet er Norgeskart [3], historiske kart [4], Høydedata [5], NGUs løsmassekart [6], grunnundersøkelsesdatabase NADAG [7], og NVEs kartkatalog [8].

Tabell 2.1 Oversikt over utførte grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i og rundt Smørgrav-Vålen.

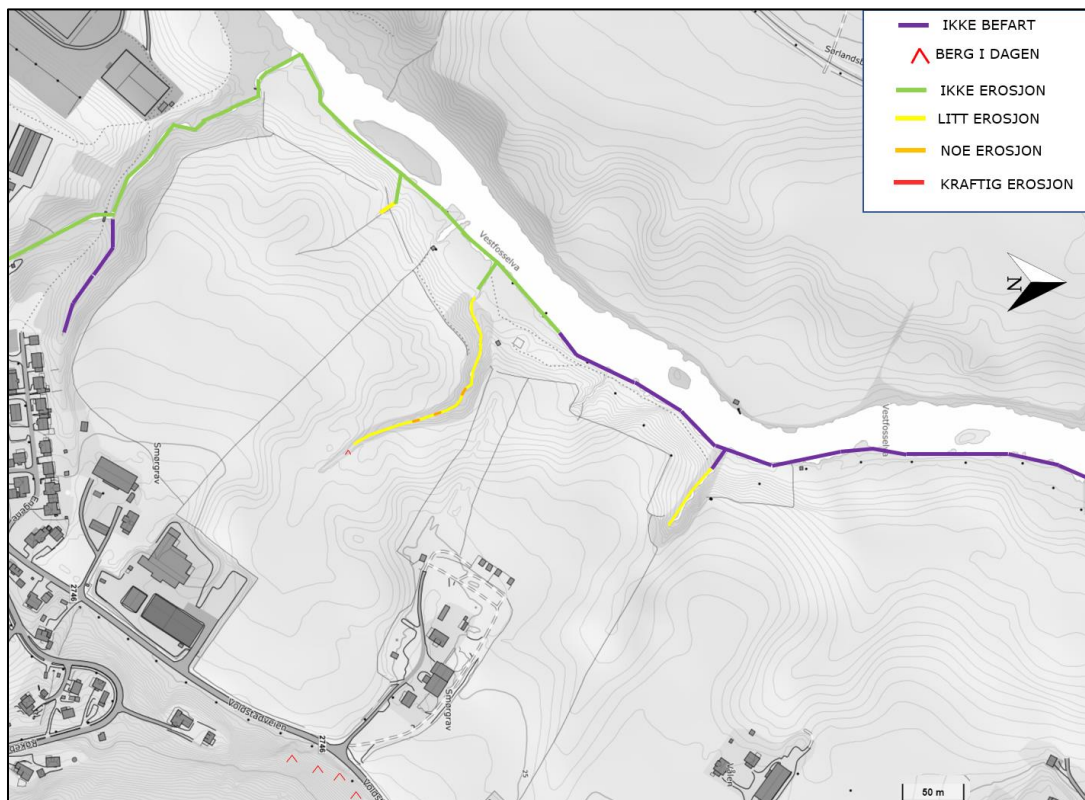
Ref.	Firma	År	Rapportnummer/ dokumentnummer	Prosjekt/rapporttittel	Prefiks boringer
Grunnundersøkelser					
[9]	COWI	2023	A252376-RAP-RIG-001 (Rev. 1.0)	Grunnundersøkelser for utredning av kvikkleireskredfare Vestfossen, Øvre Eiker	485, 669, A
[10]	NGI	2009	20071671-2	Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune	N2
[11]	NGI	2007	20071671-1	Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune	N1
Geotekniske vurderinger					
[12]	NGI	2005	20001008-19	Evaluering av risiko for kvikkleireskred Øvre Eiker kommune	-

2.3 BEFARING

Smørgrav-Vålen har blitt befart tre ganger i forbindelse med dette prosjektet. Geoteknikere fra AFRY hadde en innledende befaring 08.12.2022 som er beskrevet nærmere i vedlegg 5. Deler av sonen ble senere befart av NVE for å kartlegge erosjonsforholdene nærmere den 07.11.2023, se vedlegg 6. Den 29.04.2024 ble det foretatt en supplerende befaring av geoteknikere fra AFRY der erosjonsforhold ble vurdert i en ravine som ikke var befart tidligere (se vedlegg 7). Oppsummering av observasjoner fra felt (erosjonsforhold og berg i dagen) er vist i Figur 2.1 og Figur 2.2. Kartene viser også hvilke områder som ikke er befart. Observasjoner er også kartlagt på tegning V01-1-1. I tillegg er kartlagt erosjonsforhold for området oppsummert i kapittel 3.6.



Figur 2.1: nordre del av sone- observasjoner fra felt, erosjon og berg i dagen, samt område ikke befart.



Figur 2.2: søndre del av sone- observasjoner fra felt, erosjon og berg i dagen, samt område ikke befart.

3.0 TERRENG OG GRUNNFORHOLD

3.1 TOPOGRAFI

Området som vurderes i foreliggende rapport strekker seg omtrent 1,9 km langs østsiden av Vestfosselva, fra Bryn i nord ned mot Vestfossen idrettspark i sør.

Området består av landbruksarealer/gårdsbruk, med åpne sletter som heller ned mot Vestfosselva. Generelt sett er terrenget kupert med bølgete fremtoning. Vestfosselva renner fra Vestfossen kraftverk i sør mot nord, og har normalvannstand på omtrent 0-2 moh. i området. AFRY har mottatt innmåling av elvebunnen langs sonen, og basert på innmålingene varierer elvebunn i Vestfosselva generelt mellom ca. kote -1 og +1 i det aktuelle området.

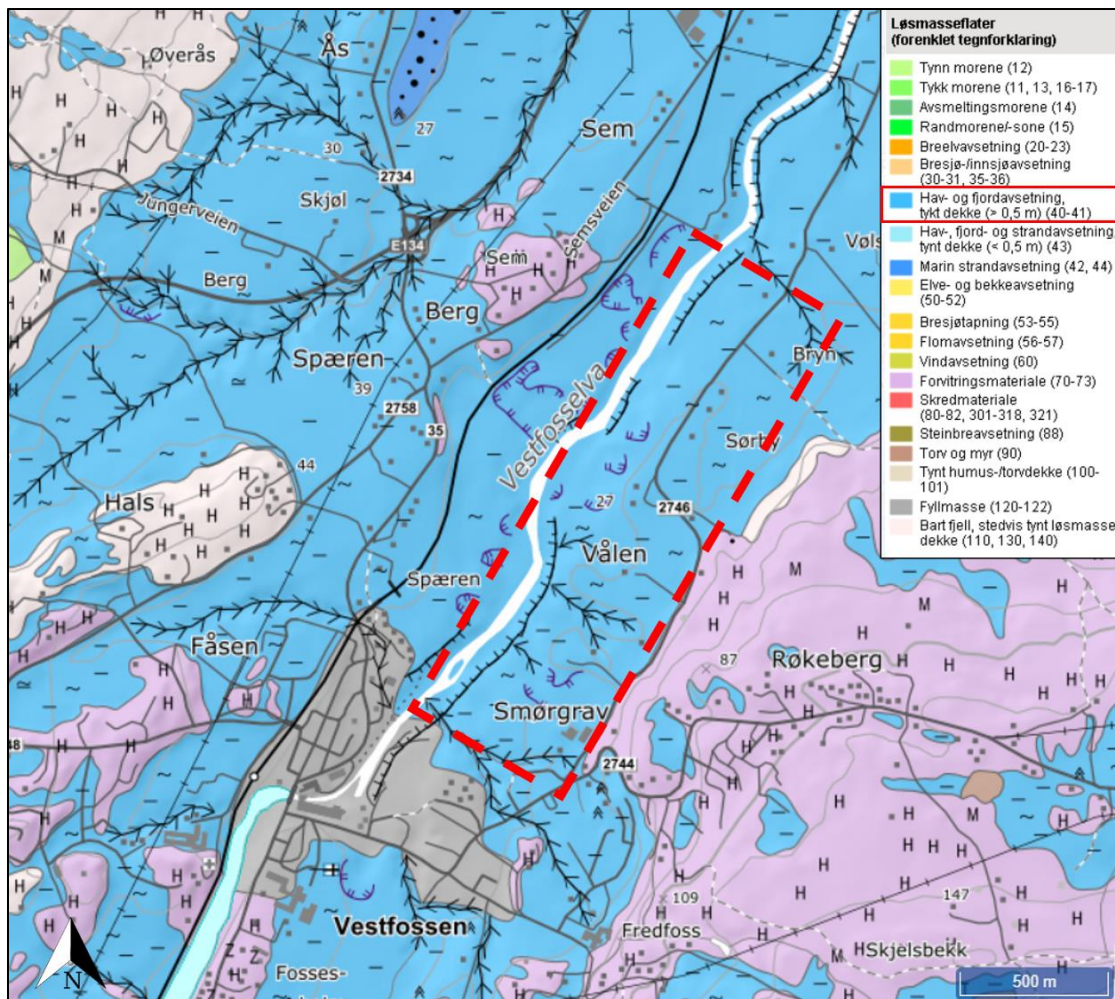
Det er flere raviner som stikker inn fra Vestfosselva inn i landskapet, og disse har stedvis bratt terrenghelning. Generelt er det brattere skråninger ned mot Vestfosselva i den sørlige delen av området enn i den nordlige.

Terrenget heller hovedsakelig ned mot Vestfosselva i vest, og langs Voldstadveien i øst varierer terrenget stort sett mellom ca. kote +25 og +30.

3.2 LØSMASSER

Iht. kvartærgeologisk kart fra NGU [6] er aktuelt område kartlagt som hav- og fjordavsetning med stedvis stor mektighet, ref. Figur 3.1. Dette er en indikasjon på finkornede løsmasser slik som leire eller leirige masser. Marine avsetninger kan også inkludere sprøbruddmateriale/kvikkleire. Hele det aktuelle området ligger under marin grense.

Merk at kvartærgeologisk kart kun gir en indikasjon på hva som kan forventes av løsmasser, og skal kun benyttes overordnet. Kartet gir ikke oversikt over hva som finnes i dybden.



Figur 3.1: Kvartærgeologisk kart. Området som er vurdert er markert med rød stiplet linje.

Området Smørgrav-Vålen dekker et relativt stort areal, og grunnforholdene varierer noe innenfor området. For det meste tyder utførte undersøkelser på at løsmassene består av mektige leirlag, med et gjennomgående lag av sprøbruddmateriale/kvikkleire.

Løsmassemektheten er størst nærmest elva (i vestre del av området), og det er for det meste ikke gjort fjellpåvisning for de utførte boringene. Flere av boringene er avsluttet i 15 m dybde, og derfor er ikke dybden til berg kjent. Utførte grunnundersøkelsene inkluderer også et stort omfang av dreietrykksonderinger som ikke gir mulighet til bergpåvisning. I enkelte av punktene der det er utørt bergpåvisning er det boret opp mot 30 m uten at berg er påvist. I nordre halvdel av området tyder resultater fra boringer på at det går en fjellrygg omtrent parallelt med Voldstadveien, med dybde til berg på omtrent 3-6 m (kote ca. +14 til +16). Videre sørover tyder det på at dybden til berg øker.

Basert på foreliggende grunnundersøkelser har løsmassene en lagdeling som består av et topplag av tørrskorpeleire (0-2 m) over leirige masser. Leirlaget varierer i mektighet, og vurderes å ha størst mektighet lengst nord i sonen og i skråningen ned mot Vestfosselva fra Nordre Vålen gård (omtrent midt i sonen). Det er også i denne delen av området, mellom disse punktene, at laget med sprøbruddmateriale/kvikkleire vurderes å ha størst mektighet, samt å ligge grunt ift. terrenget.

Videre sør for Nordre Vålen tyder sonderingene på at det er et fastere lag under leirlaget. Det er ikke avklart hva dette laget er, men det vurderes som sannsynlig at det består av sandige masser.

Grunnundersøkelser som er utført vest for Smørgrav (sør i sonen) tyder på et lag med friksjonsmasser under leira, der dybden på leira varierer mellom ca. 6-15 m. Dette laget med friksjonsmasser ser ut til å ligge forholdsvis grunt ved ravinen rett sørvest for Smørgrav.

Mektigheten av leirlaget tyder på å øke igjen mot soneavgrensningen i sør, og det samme gjelder for mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmaterialet.

Generelt sett for området gjelder det at det er påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire fra prøvetaking i en del borpunkter der sonderingsmotstanden tyder på fastere masser. Med bakgrunn i dette er sonderinger tolket konservativt.

3.2.1 KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

Det er påvist kvikkleire- og sprøbruddleire i flere punkter i de utførte grunnundersøkelsene i området.

Basert på tidligere- og nye utførte grunnundersøkelser er forekomst/utbredelse av kvikk- og sprøbruddleire kartlagt og presentert på tegninger V01-1-1 og V01-1-2. Følgende fargekode er brukt:

RØD: **Påvist** kvikkleire fra laboratorieforsøk

GUL: **Påvist** sprøbruddmateriale (ikke kvikkleire) fra laboratorieforsøk

ORANSJE: **Tolket** kvikkleire/sprøbruddmateriale fra boringer (ikke laboratorieforsøk)

GRØNN: **Tolket/påvist** IKKE kvikkleire/sprøbruddmateriale

3.3 BERGGRUNN

Dybden til berg er ikke påvist for de fleste av punktene, særlig de som ligger vest i området. Årsaken til dette er delvis at en stor del av grunnboringene fra tidligere prosjekter [1] er dreietrykksonderinger som ikke gir mulighet til bergpåvisning, og fordi de fleste av de nye boringene utført [9] ble avsluttet på 15 m dybde da dette ble vurdert som tilstrekkelig dybde for å gjøre vurderinger av områdestabiliteten. Bergdybden er minst i den østre delen av området. Boringene tyder på at det går en bergrygg på omtrent kote +14 til +16 langs Voldstadveien i den nordre delen av sonen.

3.4 GRUNNVANN

Det er installert poretrykksmålere i området i flere omganger. I forbindelse med tidligere geotekniske vurderinger i området [10] er det installert elektriske piezometere i 3 punkter (N2-5, N2-7 og N2-8), samt hydrauliske piezometere i ett punkt (N2-505). Piezometer ble installert i to dybder for samtlige punkter. I tillegg ble det installert elektriske piezometere i to dybder i ett punkt (669-18) i forbindelse med dette prosjektet [9]. Det er også tilgang på poretrykksmålere som ligger i området, men utenfor den aktuelle sonen.

Grunnvannstanden ser generelt ut til å ligge omtrent 2 m under terreng. I nordre og søndre del av området tyder piezometeravlesning (pkt. 669-18 og N2-505) på at poretrykket har hydrostatisk fordeling. I skråningen ned fra Nordre Vålen gård (omtrent midt i sonen) er det installert elektriske piezometere i 3 punkter (i topp, midt i og nederst i skråningen), og disse tyder på at det er poreovertrykk i nedre del av skråningen som utjevnes oppover i skråningen.

Generelt kan grunnvannstand forventes å variere med årstid og nedbørsmengde.

Avlesninger av grunnvannsmålere samt fordeling av poretrykk med dybden er vist i vedlegg 1.

3.5 KONSOLIDERINGSFORHOLD

Området har topografi som i stor grad preges av ravinedaler og -topper. Erfaringsmessig forventes det at konsolideringen er høyere i ravinebunnene og lavere på ravinetoppene.

Det foreligger resultater fra ødometerforsøk i to punkter i området (to dybder pr. punkt), en i nordre (669-15) og en i søndre del (485-9). Begge punktene ligger lavt i terrenget, med nærhet til Vestfosselva på terrengkote +12 til +13. Resultater fra ødometerforsøk antyder at leira i øverste sjikt (ca. 2-3 m dybde) har overkonsolideringsgrad ca. 5-6, og minkende i dybden. Dette støttes av OCR tolket fra CPTU-sonderinger (Vedlegg 4).

3.6 EROSJONSFORHOLD

Erosjonsforhold er kartlagt i flere omganger i felt, både av geoteknikere fra AFRY samt av NVE (se Vedlegg 5, 6 og 7). Figur 2.1 og Figur 2.2 viser oppsummering av observasjoner fra felt. Dette er også markert på tegning V01-1-1 og V01-1-2. Bilder tilhørende vurderingene er vist i relevante vedlegg.

Helt nord i området er det kartlagt *litt* erosjon langs Vestfosselva (Vedlegg 5), dog bemerkes det at dette er en konservativ vurdering da tilkomst ned til elva var vanskelig på befaringstidspunkt. I sideravinen helt nord i området (se Vedlegg 6) er det kartlagt varierende erosjonsgrad, hovedsakelig *litt* erosjon i øvre parti av ravinen, og *noe* erosjon i midte/nedre del. I tillegg er det til kartlagt *kraftig* erosjon i enkelte punkter i midtre del av ravinen (i form av rotasjonsskred).

I vedlegg 6 presenteres også erosjonsvurdering for ravinen som tidligere skilte faresoner 669 *Vålen* og 485 *Smørgrav* (se Figur 1.1). Ravinen er kartlagt som *liten/ingen* erosjon.

Ravinen som ligger vest for Smørgrav gård(/XL-BYGG Smørgrav Sag) er kartlagt (se Vedlegg 7). Mesteparten av ravinen kartlegges med *litt* erosjon. I enkelte lokasjoner i midtre del av ravinen der terrenget er brattest er det vurdert at det er *noe* erosjon, blant annet i form av overflateskred (dybde 0.5-1 m).

Erosjonsforholdene langs Vestfosselva i søndre del av området er vurdert og presentert i Vedlegg 7, inkludert ravinen sør for området (avgrensning mot tilstøtende faresonevurderinger presentert i rapport D0083385-RIG-R-03). Det vurderes at det ikke er erosjon her (se Vedlegg 7).

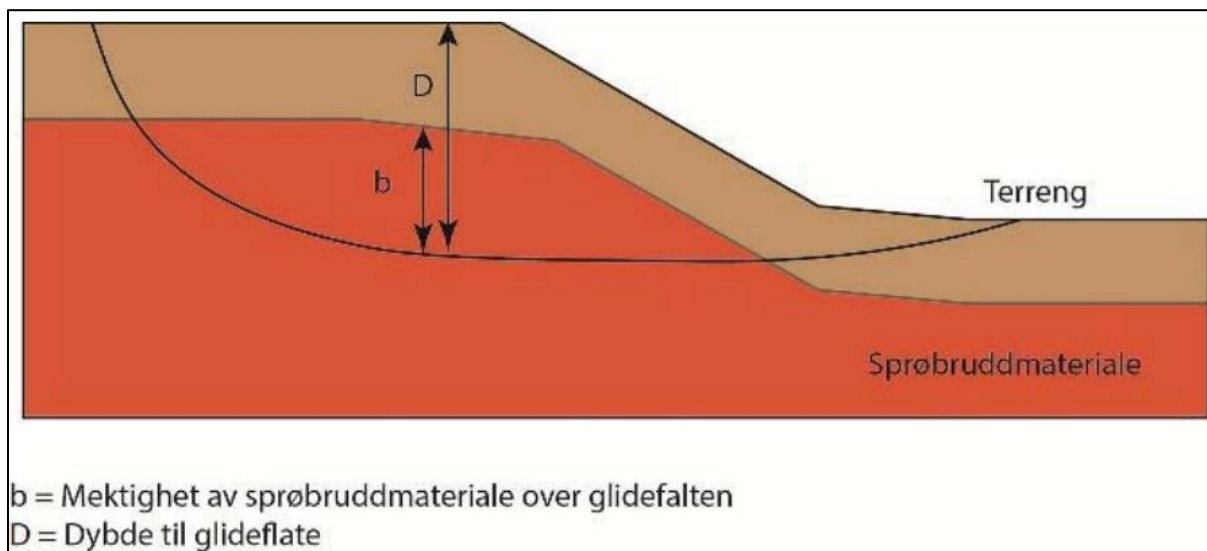
Merk at store deler av Vestfosselva ikke er kartlagt mtp. erosjonsforhold.

4.0 SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING

4.1 VURDERING AV AKTUELLE SKREDMEKANISMER

Vurdering av aktuell skredmekanisme for et område er nødvendig for å kunne bestemme utstrekningen av det aktuelle løснеområdet. Iht. kap. 6.4 i NIFS rapport 14/2016 [13] benyttes følgende kriterier:

- **Retrogressive skred:** Opptre når mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er mer enn 40% over kritisk glideflate (Figur 4.1). Kritisk glideflate bestemmes iht. utførte stabilitetsberegninger. Retrogressive skred opptre når omrørt skjærfasthet er lavere enn 1 kPa ($s_u < 1$ kPa). (NB: omrørt skjærfasthet fra konusforsøk utført iht. NS8015, eller $s_u < 0.69$ kPa iht. ISO 17829-6)
- **Flaskskred:** opptre normalt når mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er under 40% i forhold til kritisk glideflate, og typisk hvor kvikkleire/sprøbruddmateriale ligger i lag tilnærmet parallelt med terrengoverflate og/eller fjell. Flaskskred opptre ofte når mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er relativt lav, typisk mindre enn 10-20%.
- **Rotasjonsskred** uten videre retrogressiv skredutvikling: opptre når mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er under 40% i forhold til kritisk glideflate.



Figur 4.1: Mektighet av kvikkleire/sprøbruddmateriale mot dybde til glideflate for områdeskred. Hentet fra figur 6.1 i NIFS-rapport 14/2016 [13].

Aktuell skredmekanisme er vurdert i området. Se plantegninger V01-1-1 og V01-1-2 der grunnboringer markert rødt er **påvist kvikkleire**. Basert på vurdering av kritiske snitt i undersøkelsesområdet vurderes det at aktuell skredmekanisme i nordre del (mellom sonегrense i nord og Nordre Vålen gård) og den søndre delen (mellom Vestfossen idrettspark, Vestfosselva og Smørgrav gård) delen av området er **retrogressivt**. Dette er vurdert med utgangspunkt i b/D-forholdet for de kritiske snittene, samt plassering av påvist kvikkleire. b/D-forholdene som vurderingene er basert på er vist i tegning V01-2-1 til V01-2-8 for hvert av beregningsnittene.

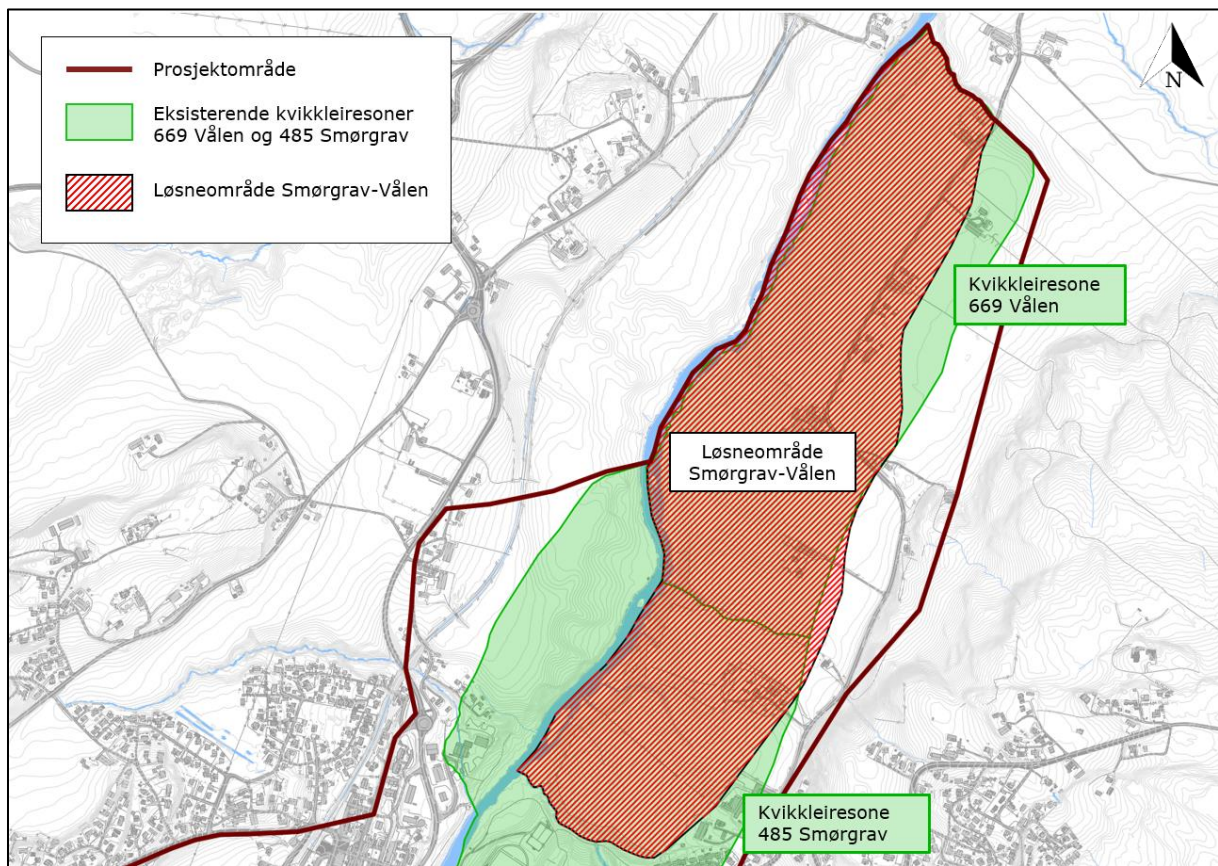
I området mellom Nordre Vålen gård og Smørgrav gård er det **ikke påvist kvikkleire**, men det bemerkes at det kun foreligger prøveresultater fra to punkter her (669-12 og 485-7). Samtlige sonderinger i dette området tolkes som sprøbruddmateriale(og/eller kvikkleire), men for punktene uten prøvetaking kan det ikke bekreftes om det er kvikkleire her. Aktuell skredmekanisme i dette området vurderes også til å være **retrogressiv**, men med forbehold om usikkerheter i grunnforholdene. Kritiske snitt i området presenteres i kap. 6.1.

4.2 LØSNEOMRÅDE

Avgrensning av løsneområde for faresone er gjort iht. kap. 4.5.2 i kvikkleireveilederen [1]. Ettersom aktuell skredmekanisme vurderes å være retrogressivt er NGI-metoden benyttet for avgrensning av løsneområdet. NGI-metoden går ut på at en 1:15-linje tegnes opp fra bunn av skråning (maksimalt 0.25H under skråningsfot), med 1:3-linje opp til terreng fra der 1:15-linja skjærer ut av sprøbruddmaterialet/kvikkleira. Løsneområdet for sonen er avgrenset omtrent med 1:15-kriteriet med utgangspunkt i Vestfosselva, med startpunkt 0.25H under skråningsfot. NGI-metoden ikke gir større utstrekning av sonen enn 1:15 fra skråningsbunn. I tilfeller der eiendommer deles opp av denne avgrensningen (1:15-linje og 1:3-linje), slik at deler havner utenfor, er det gjort lokale justeringer slik at hele eiendommen havner enten i eller utenfor sonen.

Faresonen, med skravert løsneområde og utløpsområde, er vist i plan i tegninger V01-3-1, V01-3-2 og V01-3-3. Tegning V01-3-3 viser løsne- og utløpsområde for tilstøtende faresoner. Utredning av de tilstøtende sonene er beskrevet i rapport D0083385-RIG-R-02.

Figur 4.2 viser løsneområdet til sone Smørgrav-Vålen (rød skravur), sammen med eksisterende kvikkleiresoner 669 Vålen og 485 Smørgrav (grønn farge).



Figur 4.2: Løsneområde for ny sone Smørgrav-Vålen. Løsneområdet er vist i rød skravur. Tidligere kvikkleiresoner 669 Vålen og 485 Smørgrav er vist med grønn heldekkende farge.

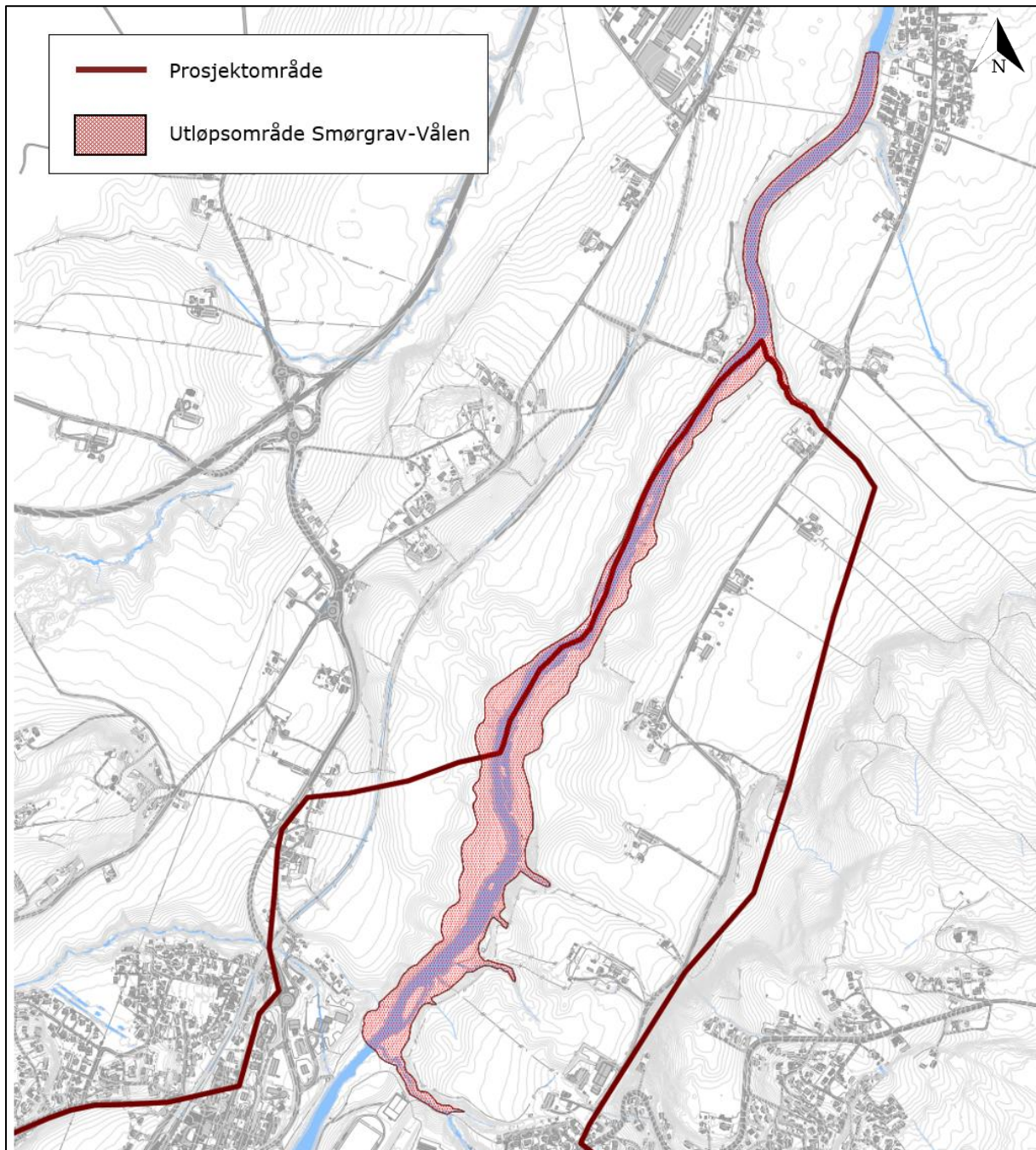
4.3 UTLØPSOMRÅDE

Vurdering av utløpsområde for sonen baserer seg på empiriske relasjoner iht. kap. 6.4 i NIFS 14/2016 [13], og tar utgangspunkt i at terrenget heller ned mot Vestfosselva som renner mot nord. Terrenget er forholdsvis åpent ned mot elva, med enkelte søkk og raviner. Det er også gjort en vurdering av volumet som vil kunne løsne ved skred.

Mektigheten av laget med sprøbruddmateriale er størst i nordre del av sonen, og det er også her det ligger grunnest ift. terrenget. Basert på dette er det tenkt at det meste av skredmassene vil flyte ned i elva og nordover, uten for stor grad av oppsteking. Maks grense for et tenkt utløp i elva er fastsatt ved omtrent $3 \times L$, der L er lengden på nordre del av lønsnesonen.

I den søndre halvdel av lønsneområdet ligger sprøbruddlaget generelt litt dypere. Det er vurdert at massene som ligger over sprøbruddlaget vil hope seg opp i større grad i denne delen av utløpsområdet, og derfor spre seg mer over til vestsiden av elva. I tillegg vil nedre del av ravinene også være en del av utløpsområdet.

Figur 4.3 viser utløpsområdet til sone Smørgrav-Vålen (rødprikket skravur).



Figur 4.3: Utløpsområde for ny sone Smørgrav-Vålen.

4.4 FAREGRADS- OG KONSEKVENSKLASSIFISERING

Den kartlagte kvikkleiresonen er klassifisert ved vurdering av faregrads- og skadekonsekvensklasse. Kombinasjonen av disse gir en risikoklassifisering av sonen. Klassifiseringen er utført iht. metoden beskrevet i kap. 4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse» [14]. Faregrad er bestemt for det mest kritiske snittet i løseområdet, mens skadekonsekvens er bestemt for hele sonen.

Vurdering av faregrad (sannsynligheten for skred) baserer seg på topografi og geologiske/geotekniske forhold, samt terrengendringer. Metodikken for bestemmelse av faregrad inkluderer både naturlige og menneskeskapte utløsningsårsaker. Faregraden deles opp i tre klasser – lav, middels og høy.

Vurdering av skadekonsekvens (konsekvensene av skred) innebærer en vurdering av hvorvidt et skred kan medføre fare for at liv går tapt, skade på mennesker, økonomiske tap og verdiforringelse, samt fare for at viktige samfunnsmessige funksjoner skal stoppe opp. Skadekonsekvens deles opp i tre klasser – mindre alvorlig, alvorlig og meget alvorlig.

For sone Smørgrav-Vålen er faregradsklassen vurdert til **høy** (basert på snitt V4 som er det mest kritiske, se plassering av V4 i plantegningen V01-1-1. Skadekonsekvensklassen er vurdert til **alvorlig**. Til sammen havner sonen i Risikoklasse **4**.

Utfyllt tabell iht. metodikk gitt i 9/2020 er gitt i Vedlegg 2.

5.0 SIKKERHETSKRAV

5.1 GENERELT

Krav til sikkerhet mot naturfare ved utbygging er hjemlet i Plan- og bygningsloven §28-1 og Byggteknisk forskrift (TEK17) kapitel 7. Kravene i forskriften gjelder alle typer skred og sekundærvirkninger av skred.

Veiledning til TEK17 §7-3 henviser til NVEs veileder for skred i bratt terreng for utredning av samlet skredfare for snøskred, sørpeskred, jordskred, flomskred, steinskred og steinsprang.

For utredning av områdeskredfare, herunder skred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper gjelder NVEs veileder 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkleireskred* [1].

5.2 SIKKERHET MOT OMRÅDESKRED

Hovedformålet med NVEs veileder 1/2019 er å unngå at tiltak utløser områdeskred, eller at tiltaket blir rammet av områdeskred som utløses i tilstøtende områder. Veilederen kan også benyttes for vurdering av sikkerhet for eksisterende bebyggelse, og ved planlegging og gjennomføring av eventuelle sikringstiltak for denne.

Tilstrekkelig områdestabilitet (sikkerhet) skal dokumenteres ved å følge prosedyren som er beskrevet i NVE veileder 1/2019 kap. 3.2. Krav til sikkerhet avhenger av tiltakskategori for det aktuelle tiltaket, kvikkleiresonens faregrad og hvordan tiltaket påvirker skråningsstabiliteten, jmf. TEK17 §7-3 annet ledd.

Tiltakskategori fastsettes basert på konsekvens for tiltaket ved et eventuelt skred, jmf. NVE veileder 1/2019 tabell 3.2. Konsekvensen avhenger av størrelse og verdi av tiltaket, og hvorvidt tiltaket medfører økt personopphold eller tilflytting av personer. Krav til sikkerhet for de ulike tiltakskategoriene K0-K4 er beskrevet i veilederens kapittel 3.3.3-3.3.6.

Det forutsettes at stabiliteten aldri forverres i forhold til opprinnelig tilstand, og at alle faktorer som kan utløse brudd eller skred unngås. Alle vurderinger knyttet til valg av sikkerhetsnivå må dokumenteres.

I tillegg til områdestabilitet skal lokalstabilitet og stabiliteten av gravearbeid og evt. fyllinger og skjæringer ivaretas, iht. Eurokode 7 eller relevante nasjonale regelverk.

Krav til sikkerhet for dagens skråningsstabilitet i dette prosjektet er vurdert iht. robusthetskrav i NVE veileder kap. 3.3.6, $F_{c\phi} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,20$. Dette kravet gjelder i utgangspunktet for faresoner som ligger utenfor influensområdet i forbindelse med et tiltak. Ved lavere sikkerhet enn det oppgitte krav til robusthet, skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen [1].

Det presiseres at tiltak også må oppfylle krav iht. veiledningen til TEK17 §7-2, hvor minimum avstand fra erosjonsutsatt skråning skal minst være 20 m fra skråningstopp.

6.0 GRUNNLAG FOR STABILITETSBEREGNINGER

6.1 KRITISKE SNITT

Basert på topografien i faresonen er det foretatt en vurdering av skråninger der et skred potensielt kan starte og utvikle seg til et områdeskred. Metodikken baserer seg på prosedyren angitt i kvikkleireveilederen [1]. Skråninger der $L/H > 15$ gir grunnlag for videre evaluering.

Faresonen strekker seg langs Vestfosselva, med terreng som heller opp mot Voldstadveien i øst. Det vurderes at et områdeskred potensielt kan starte med utgangspunkt i Vestfosselva. AFRY har mottatt innmåling av elvebunnen, og kritiske skråninger er valgt med utgangspunkt i elva, eller i sideraviner til elva. Sonen har flere skråninger som oppfyller $L/H > 15$. De mest kritiske av disse er valgt basert på beliggenhet, mest kritisk topografi (størst L/H), samt vurdering av grunnforholdene og erosjonsforhold observert i felt. Snitt der kvikkleire/sprøbruddmateriale ligger grunt og har stor mektighet vurderes som mer kritisk enn snitt der kvikkleire ligger dypt. I tillegg har det vært fokus på hvor det er bebyggelse som kan påvirkes av områdeskred i valg av kritiske snitt.

Det er tegnet opp flere snitt for soneavgrensning langs sonen. Av disse er det i samspill med NVE valgt ut 4 snitt der det skal utføres stabilitetsberegninger. Disse er V1, V4, S2 og S4.

Plassering av snittene er vist på plantegninger V01-1-1 (nordre del av sonen) og V01-1-2 (søndre del av sonen).

Snitt V1, nord i sonen

Snitt V1 ligger lengst nord i sonen, ved Bryn gård, og strekker seg ned fra Voldstadveien til Vestfosselva. Rett nord for snittet går det en ravine ned mot Vestfosselva. Grunnundersøkelser langs snitt V1 tyder på at kvikkleire/sprøbruddmateriale ligger forholdsvis grunt (topp mellom 2.5-4 m under terreng).

Plassering av snitt V1 i plan er markert i tegning V01-1-1.

Snitt V4, ved Nordre Vålen

Snitt V4 ligger omtrent midt i sonen, nedenfor Nordre Vålen gård mot Vestfosselva. Skråningen er bratt, og det er utført en stor mengde grunnundersøkelser her. Disse tyder på stor mektighet av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

Plassering av snitt V4 i plan er markert i tegning V01-1-1.

Snitt S2, sør i sonen

Snitt S2 ligger langt sør i sonen, og strekker seg fra byggevareforhandleren XL-BYGG Smørgrav Sag vestover til Vestfosselva. Basert på utførte grunnundersøkelser består løsmassene her av mektige leirlag, som er delvis kvikkleire/sprøbruddmateriale. Det bløte laget ligger forholdsvis grunt med mektighet opp mot 20 m.

Plassering av snitt S2 i plan er markert i tegning V01-1-2.

Snitt S4, på tvers av sideravine

Snitt S4 går på tvers av den mest kritiske ravinen i sonen basert på terreng, med knekk opp mot Smørgrav gård. Beregning i dette snittet har som formål å vurdere hvorvidt et områdeskred vil kunne utløses av erosjon i ravinen. Befaring (se vedlegg 7) avdekket stedvis noe erosjon langs ravinen.

Plassering av snitt S4 i plan er markert i tegning V01-1-2.

6.2 TOLKNING AV LAGDELING

Faresonen har forholdsvis god dekningsgrad av grunnundersøkelser. Basert på disse tolkes løsmassene til å generelt bestå av mektige leirlag. Løsmassemektheten er dyp, særlig ned mot elva. For flere av borpunktene er det ikke utført bergpåvisning. Dette er fordi boring er avsluttet før berg er nådd, eller fordi metoden ikke egner seg for det.

Generelt sett består løsmassene av et topplag av tørrskorpeleire på ca. 2 m over leire. Leiren er delvis kvikkleire/sprøbruddmateriale. I størsteparten av sonen har laget med kvikkleire/sprøbruddmateriale middels fast leire både over og under. Laget med sprøbruddmateriale ligger grunnet i nordre halvdel av sonen, og laget vurderes også å være tykkere i denne delen av sonen. I området mellom snitt V4 og S2 er det **ikke påvist** kvikkleire, men det bemerkes at det kun foreligger prøveresultater fra to punkter her. Samtlige sonderinger tolkes som sprøbruddmateriale.

Der det er boret dypt nok tyder boringene på at det er et lag med friksjonsmasser på ca. kote -20. Dette laget tolkes som morenemasser/sand/grus basert på utførte sonderinger.

Snitt V1, nord i sonen

For snitt V1 er det forholdsvis god tilgang på grunnundersøkelser, og løsmassene består av et topplag på ca. 1.5-2 m med tørrskorpeleire. Tørrskorpeleira ligger over et mektig leirlag, som er kvikkleire/sprøbruddmateriale fra dybde 2-4 m under terreng og med mektighet på ca. 6-8 m. Videre tolkes massene som middels fast leire. Grunnundersøkelsene som er benyttet i tolkning av løsmassene består av 4 totalsonderinger, CPTU-sondering i ett punkt (669-1), og prøveresultater fra to punkter (669-1 og 669-2). Prøvetaking i begge punktene gir påvist sprøbruddmateriale, og det er påvist kvikkleire i punkt 669-2 mellom 7-8 m.

For borpunktene nærmest Vestfosselva er det ikke utført bergpåvisning, og i beregningene er det lagt inn berg på en dybde som er stor nok til at det ikke er en faktor i dybden på kritisk glidesirkel.

Snitt V1 med tolket lagdeling er vist på tegning V01-2-1 og V01-2-2.

Snitt V4, ved Nordre Vålen

Tolkning av lagdeling for snitt V4 baserer seg på 14 dreietrykksonderinger, en totalsondering, CPTU-sonderinger i to punkter, poretrykksmålinger i 3 punkter, vinge-boring i to punkter, og prøveresultater i to punkter.

Lagdelingen for snittet består av et topplag av tørrskorpeleire (ca. 2 m) over et leirlag med mektighet som varierer mellom ca. 20-30m. Størsteparten av dette leirlaget er tolket å være kvikkleire/sprøbruddmateriale. Dette er en noe konservativ tolkning, basert på dreietrykksonderinger og laboratorieanalyser av prøver. Prøvetaking i pkt. 669-8 støtter tolkningen, med påvist kvikkleire mellom 8-13 m dybde, og sprøbruddmateriale påvist i samtlige øvrige prøver (6 sylinderprøver mellom 4-15 m dybde).

Sonderingene er avsluttet uten bergpåvisning pga. sonderingsmetode, og det er antatt at disse er avsluttet i et fast lag. Dette er vurdert å være et lag med friksjonsmasser over berg.

Snitt V4 med tolket lagdeling er vist på tegning V01-2-3 og V01-2-4.

Snitt S2, sør i sonen

Tolkning av lagdeling for snitt S2 baserer seg på dreietrykksondering i fem punkter, CPTU-sondering i fire punkter, totalsondering i ett punkt, prøvetaking i tre punkter, vinge-boring i ett punkt, og poretrykksmål i ett punkt.

Grunnundersøkelsene tyder på at løsmassene består av et topplag på ca. 2 m med tørrskorpeleire over et leirlag som har størst mektighet nederst ved Vestfosselva, og minker mot Voldstadveien i øst. Leirlaget er tolket som kvikkleire/sprøbruddmateriale fra omtrent 4 m dybde, og mektighet som varierer mellom ca. 10-15 m. Det er påvist kvikkleire i punkt N2-505 mellom 5-13 m dybde. I punkt 485-9 er det påvist sprøbruddmateriale i 5 m dybde ved prøvetaking (ikke påvist kvikkleire).

Laget med sprøbrudd/kvikkleire ser ut til å minke i mektighet mot øst, og prøvetaking i punkt 485-10 som ligger ved XL-BYGG er det ikke funnet kvikkleire/sprøbruddmateriale. Dreietrykksonderingene er avsluttet i fast lag, som antas å være morenemateriale/sand.

For punktene ved elva er det ikke gjort bergpåvisning. Det er generelt boret til ca. 20 m dybde, men i pkt. N2-505 som ligger ca. midt i skråningen er det boret 37 m.

Snitt S2 med tolket lagdeling er vist på tegning V01-2-5 og V01-2-6.

Snitt S4, på tvers av sideravine

For snitt S4 er tolket lagdeling basert på totalsondering i to punkter, CPTU-sondering i ett punkt, dreietrykksondering i ett punkt, samt prøvetaking i ett punkt.

Løsmassene består av et topplag med tørrskorpeleire med mektighet på ca. 2 m over et leirlag som er omtrent 8-10 m tykt ved ravinen (basert på pkt. 485-7). Dette laget øker mot Smørgrav gård. Det er påvist sprøbruddmateriale mellom 4-8 m fra prøvetaking i punkt 485-7 (ikke påvist kvikkleire).

Under leira er det et fastere lag (morenemateriale/sand/grus) som ved ravina tyder på å til å ha mektighet på ca. 10 m (basert på totalsondering i punkt 485-7). I ravinebunnen er det tolket sprøbruddmateriale nesten i nivå med terrenget.

Dybden til berg tolkes til 15-18 m basert på utførte grunnundersøkelser.

Snitt S4 med tolket lagdeling er vist på tegning V01-2-7 og V01-2-8.

6.3 GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK

Prosjektområdet har terreng preget av raviner, samt Vestfosselva som renner fra sørvest mot nordøst. Vestfosselva har normalvannstand varierende mellom ca. 0-2 moh. [3]. Generelt er det vurdert at grunnvannstanden i skråningsbunn mot Vestfosselva vil nærme seg nivå for vannstanden elva.

Generelt forventes det at grunnvannstand og poretrykk kan variere med varierende nedbørsmengder og årstider. Økt poretrykk medfører økt risiko for skredproblematikk, og kan ofte være en utløsende faktor til områdeskred. Vurderingene er derfor gjort for det som vurderes som mest kritiske grunnvannstand og poretrykksfordeling.

Tabell 6.1 lister opp poretrykksforhold som er benyttet i beregningene. Mer detaljert informasjon om grunnvannstand og poretrykksfordeling er gitt i Vedlegg 1. I vurdering av poretrykk er siste avlesning benyttet som grunnlag.

Tabell 6.1 Oversikt over grunnlag for grunnvannstand og poretrykk i Smørgrav-Vålen.

Snitt	Grunnvannstand basert på piezometer i borpunkt #	Kommentar
V1	669-18	Hydrostatisk poretrykksfordeling, ca. 2 m under terreng
V4	N2-5, N2-7, N2-8	Poreovertrykk i dybden (pkt. N2-8 og N2-7) <i>NB: disse punktene er ikke avlest siden 2009 [10]</i>
S2	N2-505	Hydrostatisk poretrykksfordeling, ca. 2m under terreng
S4	N2-505	Hydrostatisk poretrykksfordeling, ca. 2m under terreng

6.4 MATERIALPARAMETERE

Materialparametere som er benyttet i stabilitetsberegninger er presentert i Vedlegg 1. Disse verdiene er basert på felt- og laboratorieresultater, samt erfaringsverdier fra Håndbok V220 der det mangler informasjon om grunnforholdene.

7.0 STABILITETSBEREGNINGER

Stabilitetsforholdene er blitt vurdert for kritiske profiler beskrevet i kapittel 6.0. Beliggenhet av snittene er vist på plantegninger i V01-1-1 (nordre del av sonen) og V01-1-2 (sørlig del av sonen).

Beregningsnittene er generert fra høydemodell over området. Høydemodell er utarbeidet fra datagrunnlag mottatt fra Øvre Eiker kommune, datert 07.05.2022.

Beregninger er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stability versjon 22.0.3.0 med beregningsmetode Beast 2003. Det er utført analyse for drenert, udrenert og kombinert tilstand for samtlige beregningsnitt. Stabilitetsberegningene er vist i tegninger V01-2-1 til V01-2-8.

Det er utført stabilitetsberegninger i 4 snitt i sonen.

7.1 BEREGNINGER AV DAGENS SITUASJON

Tabell 7.1 oppsummerer resultater fra stabilitetsberegninger for kritiske snitt.

Tabell 7.1 oppsummering av beregningsresultater.

Snitt	Fc – udrenert	Fc – Plan glideflate	F ϕ – drenert	Kommentar	Tegning (udrenert/drenert)
V1	1.44/1.78	2.11	1.18	1.44: global glideflate 1.78: lokal vurdering i skråningsfot	V01-2-1/ V01-2-2
V4	1.02/1.05	1.22	1.14	1.02: global glideflate 1.05: lokal vurdering i skråningsfot	V01-2-3/ V01-2-4
S2	1.35/1.34	1.89	1.43	1.35: global glideflate 1.34: lokal vurdering i skråningsfot	V01-2-5/ V01-2-6
S4	1.26/ 1.39	2.17	0.93/ 1.03	Listet opp i rekkefølge: ravineskråning mot nord/ ravineskråning mot sør	V01-2-7/ V01-2-8

7.2 BEHOV FOR SIKRINGSTILTAK

Resultater fra beregningene (Tabell 7.1) tyder på varierende stabilitetsforhold i sonen. Sikringstiltak må vurderes der beregningsmessig sikkerhet ikke er tilfredsstillende. Det er særlig viktig at robusthet mot uforutsette hendelser opprettholdes. Robusthetskravet er gitt ved $F_{cu} \geq 1.20$ og tar høyde for at skråningen vil tåle raske spenningsendringer som resultat av inngrep (utgraving/oppfylling) uten at det går til brudd [1]. For situasjoner der beregnet langtidssikkerhet $F_{\phi} < 1.25$ bør det også vurderes om det er behov for sikringstiltak.

Beregningsmessig er stabilitetsforholdene dårligst nedenfor Nordre Vålen gård (ved snitt V4, se tegning V01-1-1), der det er lav sikkerhet for både drenert og udrenerte forhold (se Tabell 7.1). Robusthetskravet er ikke oppfylt. Skråningen er bratt, og det er bebyggelse på toppen. Det er god dekningsgrad av grunnundersøkelser, og det er også påvist kvikkleire i ett punkt (eneste punkt med prøvetaking). Udrenerte spenningsendringer vurderes som potensielt utslagsgivende for utløsning av et skred (se tegning V01-2-3, $F_{cu} = 1.02$). Det skal ikke graves i skråningsfot, og store laster over lang tid skal unngås uten at dette vurderes spesielt av geoteknisk fagkyndig. Vanlig gårdsdrift vurderes ikke å være et problem. I tillegg presiseres det at selv om tolkning av løsmassenes lagdeling nederst i skråningen er konservative vurderes det uansett at laget med sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire ligger grunt her. Erosjon vurderes å kunne være utslagsgivende for at et initialskred utløses utvikler seg retrogressivt bakover. Det er ikke gjennomført befarings langs Vestfosselva her, og det anbefales at dette kartlegges bedre, enten til fots, med båt eller med drone. Dersom det er tegn til erosjon her må det etableres erosjonssikring.

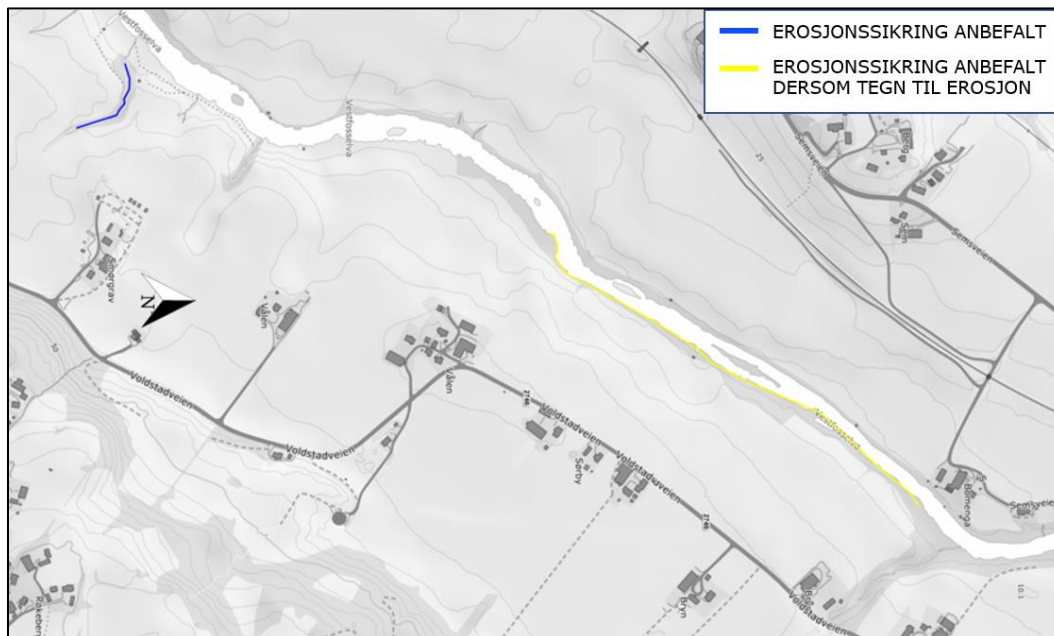
For skråningen ned fra Bryn gård (snitt V1) som ligger lengst nord i faresonen er beregnet drenert sikkerhet 1.18. Det kan med fordel vurderes å erosjonssikre terrenget i helhet langs Vestfosselva. Stabiliteten i ravinen som avgrenser faresonen mot nord er ikke vurdert, men det ble observert *litt* erosjon her på befarings (se Vedlegg 6).

Sideravinen til Vestfosselva nedenfor Smørgrav gård (snitt S4) har lav sikkerhet for drenerte forhold. Drenert sikkerhet er beregnet til omkring $F_{\phi} \approx 1$ mot nord og mot sør i det bratteste partiet i ravinen (Tegning V01-2-8). Det er også avdekket erosjon i ravinen på befarings (se bilder i vedlegg 7). Dersom et initialskred starter her vurderes det som sannsynlig at det vil kunne ha en retrogressiv utvikling bakover og opp mot Smørgrav. Basert på nærmeste borpunkt (485-7) er det grunn til å tro at sprøbruddmaterialet ligger grunt ved ravinen (i beregningene er det vurdert å ligge nesten i terreng i ravinebunnen). Merk at det ikke er påvist kvikkleire i nærmeste borpunkt, men kun sprøbruddmateriale (485-7). Vannføringen i bekken som går i ravinen var ikke så kraftig på befarings tidspunkt, men høyere vannføring kan ikke utelukkes på andre tidspunkt. Det er gjort en analyse av løsneområdet som vil berøres av et eventuelt initialskred i ravinen. Dette er illustrert i Figur 7.2, der rød farge viser det lokale løsneområdet for et skred i ravinen. Iht. figuren er det en boligtomt som vil berøres, Smørgrav gård (gnr./bnr.: 26/2). I tillegg vil jorder uten bebyggelse på hver side av ravinen berøres. Det anbefales at det etableres erosjonssikring i ravinen, og nordre side bør prioriteres grunnet bebyggelse. I forbindelse med erosjonssikring anbefales det at det installeres poretryksmåler i to nivåer for å få bedre oversikt over beliggenhet av grunnvannet og poretryksfordelingen.

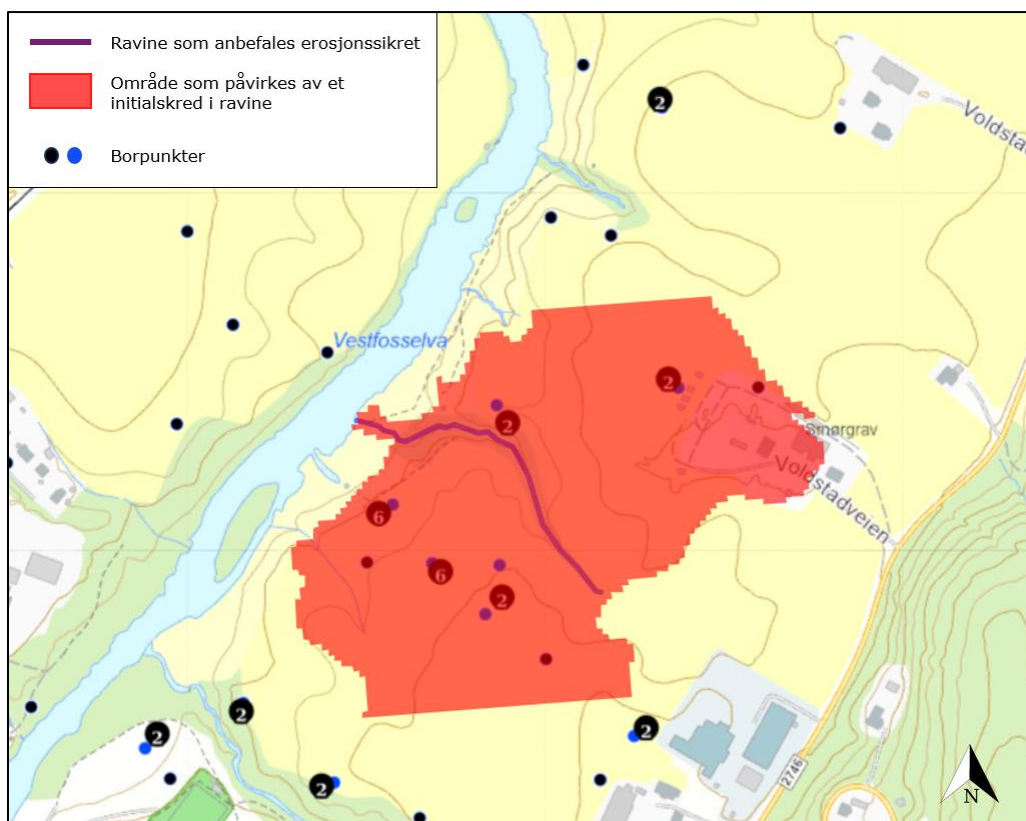
Generelt må alle nye tiltak i sonen oppfylle krav gitt i TEK17 §7-3, samt NVEs veileder 01/2019. Ved ny bebyggelse i sonen kreves det geoteknisk prosjektering, der det vurderes om det er behov for supplerende grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger, og sikkerhetskrav relevant for det enkelte tiltak.

Det presiseres at sikringstiltak som anbefales i denne rapporten ikke vil medføre at sikkerheten øker tilstrekkelig til å tillate nye tiltak i sonen, men vil gi tilfredsstillende sikkerhet for den eksisterende bebyggelsen.

Figur 7.1 viser hvor det anbefales å utføre erosjonssikring i faresonen. Gulmarkert område forutsetter at det er erosjon langs Vestfosselva.



Figur 7.1: Anbefalt sikringstiltak. Blå farge viser hvor det bør erosjonssikres. Gul viser hvor det anbefales erosjonssikring dersom det er tegn til erosjon.



Figur 7.2: Skisse som viser omtrentlig påvirkningsområde for et initialskred i ravine som anbefales sikret.

8.0 KONKLUSJON

Faresonen Smørgrav-Vålen er en stor sone, og aktuell skredmekanisme vil variere noe innad i sonen. Den aktuelle skredmekanismen er dog vurdert å stort sett være retrogressiv, og det vurderes at skred vil kunne utløses av initialskred som kan utvikle seg bakover og sideveis over store deler av sonen.

Faregrads- og konsekvensklassifisering plasserer sonen i høy faregradsklasse, med skadekonsekvensklasse alvorlig (risikoklasse 4).

Sonen vurderes som sensitiv mot naturlige og menneskeskapte inngrep slik som erosjon, masselagring og terrenginngrep. Slike inngrep kan forverre stabiliteten og utløse skred. Det vurderes at det er kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale i stort sett hele sonen, med varierende mektighet og dybde.

Sonen består ikke av tett bebyggelse, men for områder der det er beregningsmessig lav sikkerhet mot skred som ligger nærme eksisterende bebyggelse bør det prioriteres å utføre sikringstiltak. I skråningen nedenfor Nordre Vålen gård (snitt V4) er den beregningsmessige sikkerheten lav både for drenert og udrenert analyse, og et skred her vurderes å ville påvirke gården og bebyggelse i sonen generelt. Det anbefales derfor at det prosjekteres sikringstiltak her, for eksempel i form av å erosjonssikre langs elvekanten. I forkant anbefales det å gjennomføre en befaring langs hele Vestfosselva for å kartlegge erosjonsforholdene bedre. Dersom tilkomsten er dårlig kan dette utføres fra båt eller med drone.

Ravinen nedenfor Smørgrav gård (snitt S4) bør prioriteres mtp. sikringstiltak. Den beregningsmessige sikkerheten for drenert tilstand er lav mot både nord ($F_\phi=0.93$) og mot sør ($F_\phi=1.03$). Det ble i tillegg avdekket erosjon langs ravinen på befaring (Vedlegg 7), og det vurderes at videre erosjon vil kunne være en potensiell kilde til et initialskred her. Et eventuelt initialskred som utløses her vurderes å ville berøre jorder og en eiendom med bolig (Smørgrav gård, gnr./bnr.: 26/2), som ligger på nordsiden av ravinen. Basert på dette anbefales det at erosjonssikring mot nord prioriteres ved sikringsarbeider.

Kravene i TEK17 gjelder ikke for eksisterende bebyggelse i området, men samtlige nye planlagte tiltak innenfor faresonen må oppfylle krav gitt i veiledning til TEK17 §7-3. Det anbefales ikke at det utføres terrenginngrep/masselagring i området uten at det vurderes av geoteknisk fagkyndig. Minimumskrav for alle tiltak – inkludert tiltak som inngår i tiltakskategori K0 («små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer») – er at anbefalinger gitt i «Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner»[15] følges.

9.0 REFERANSER

- [1] NVE, "NVE Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred." Dec. 2020.
- [2] Rambøll Norge AS, "Aktsomhetskartlegging Vestfossen sentrum," 1350044648, Sep. 2021.
- [3] Kartverket, "Norgeskart." [Online]. Available: <https://norgeskart.no>
- [4] Finn.no, "Historiske kart." [Online]. Available: <https://kart.finn.no/>
- [5] Kartverket, "Høydedata," 2022. [Online]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- [6] NGU, "Løsmassekart," NGU. [Online]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- [7] NGU, "NADAG," NGU. [Online]. Available: https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/
- [8] NVE, "Atlas," NVE.
- [9] COWI, "Grunnundersøkelser for utredning av kvikkleireskredfare Vestfossen, Øvre Eiker. Geoteknisk datarapport.," Apr. 2023.
- [10] NGI, "Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune. Grunnundersøkelser," Jun. 2009.
- [11] NGI, "Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune. Grunnundersøkelser, stabilitetsanalyser og stabiliserende tiltak på Smørgrav.," Oct. 2007.
- [12] NGI, "Evaluerings av risiko for kvikkleireskred Øvre Eiker kommune," 20001008-19, Oct. 2005.
- [13] Norges vassdrags- og energidirektorat, "Metode for vurdering av løsne – og utløpsområder for områdeskred. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire," 14/2016, 2016.
- [14] NVE, "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred," 9/2020, Dec. 2020.
- [15] NGI, "Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner," 2001008-62.

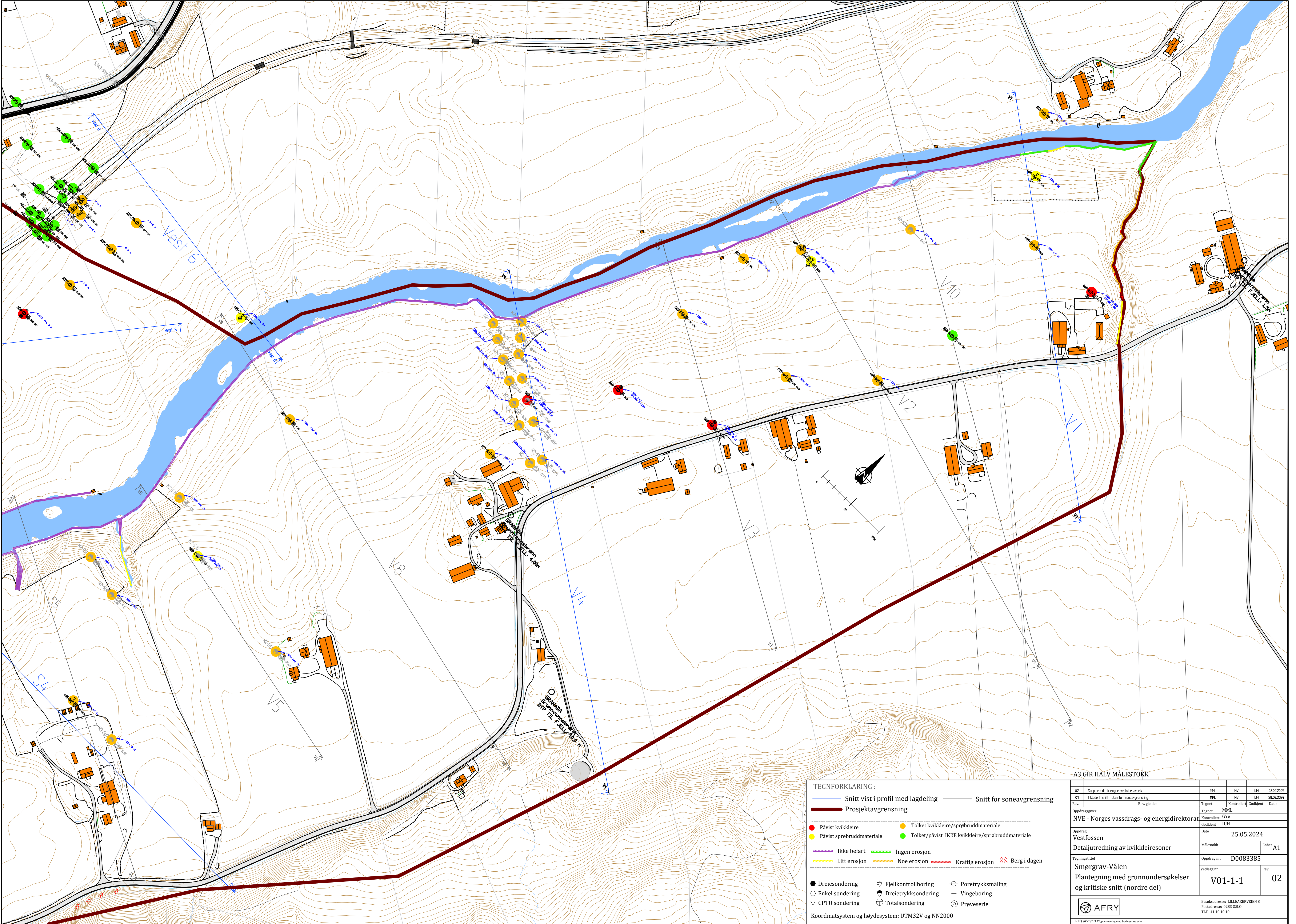
10.0 TEGNINGSLISTE

Innhold	Tegn. nr.	Format
Plantegning – nordre del Situasjonstegning som viser følgende: - Eldre og nye grunnundersøkelser, med tolkning av kvikkleire/sprøbruddmateriale markert - Berg i dagen - Erosjon observert i felt - Plassering av kritiske snitt	V01-1-1	A1
Plantegning – søndre del Situasjonstegning som viser følgende: - Eldre og nye grunnundersøkelser, med tolkning av kvikkleire/sprøbruddmateriale markert - Berg i dagen - Erosjon observert i felt - Plassering av kritiske snitt	V01-1-2	A1
Beregning snitt V1 – Udrenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser - Resultater beregning - Tilbakeregnet terreng	V01-2-1	A1L
Beregning snitt V1 – Drenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser - Resultater beregning - Tilbakeregnet terreng	V01-2-2	A1L
Beregning snitt V4 – Udrenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser - Resultater beregning - Tilbakeregnet terreng	V01-2-3	A1L
Beregning snitt V4 – Drenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser - Resultater beregning - Tilbakeregnet terreng	V01-2-4	A1L
Beregning snitt S2 – Udrenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser - Resultater beregning - Tilbakeregnet terreng	V01-2-5	A1L

Beregning snitt S2 – Drenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: • Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme • Relevante grunnundersøkelser • Resultater beregning • Tilbakeregnet terreng	V01-2-6	A1L
Beregning snitt S4 – Udrenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: • Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme • Relevante grunnundersøkelser • Resultater beregning • Tilbakeregnet terreng	V01-2-7	A1L
Beregning snitt S4 – Drenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: • Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme • Relevante grunnundersøkelser • Resultater beregning • Tilbakeregnet terreng	V01-2-8	A1L
Plantegning – nordre del Oversiktstegning som viser følgende: • Løsneområde faresone Smørgrav-Vålen • Utløpsområde faresone Smørgrav-Vålen • Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonegrense	V01-3-1	A1
Plantegning – søndre del Oversiktstegning som viser følgende: • Løsneområde faresone Smørgrav-Vålen • Utløpsområde faresone Smørgrav-Vålen • Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonegrense	V01-3-2	A1
Plantegning - søndre del Oversiktstegning som viser følgende: • Løsneområde faresone Smørgrav-Vålen • Utløpsområde faresone Smørgrav-Vålen • Tilgrensende faresoner i Vestfossen sentrum • Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonegrense <i>(tilgrensende faresoner presentert i rapport D0083385-RIG-R-01)</i>	V01-3-3	A1

VEDLEGG

Vedlegg 1	Tolkning av materialparametere
Vedlegg 2	Klassifisering av faresone
Vedlegg 3	CPTU-tolkning, metodikk
Vedlegg 4	CPTU-tolkninger
Vedlegg 5	Befaringsnotat 08.12.2022
Vedlegg 6	Befaringsnotat 07.11.2023 (NVE)
Vedlegg 7	Befaringsnotat 29.04.2024



TEGNFORKLARING :

— Snitt vist i profil med lagdeling — Snitt for soneavgrensning
— Projektavgrensning

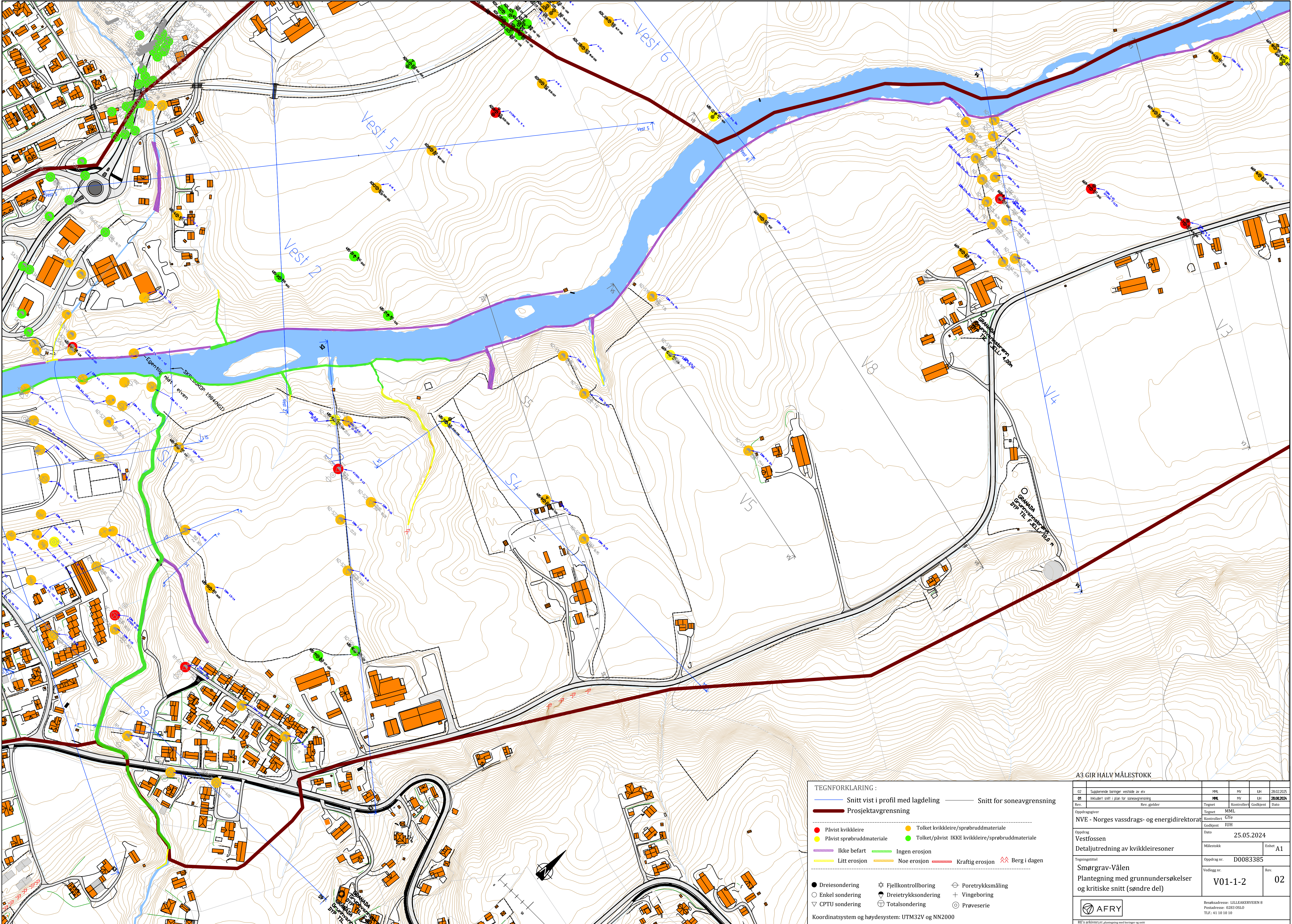
● Påvist kvikkleire ● Tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale
● Påvist sprøbruddmateriale ● Tolket/påvist IKKE kvikkleire/sprøbruddmateriale

--- Ikke befart --- Ingen erosjon
--- Litt erosjon --- Noe erosjon --- Kraftig erosjon --- Berg i dagen

● Dreiesondering ☆ Fjellkontrollboring ⊕ Poretrykksmåling
○ Enkel sondering ● Dreietrykksondering + Vingeboring
▽ CPTU sondering ⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

A3 GIR HALV MÅLESTOKK			
02	Supplerende boringer vestside av elv	MH	MV
01	Inkludert snitt i plan for soneavgrensning	MH	MV
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert
Oppdragsgiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MMH
Oppdrag	Vestfossen	Kontrollert	GVE
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Godkjent	IUH
Tegningsstittel	Smørgrav-Vålen Plantegning med grunnundersøkelser og kritiske snitt (nordre del)	Dato	25.05.2024
Vedlegg nr.		Målestokk	Enhet
		Oppdrag nr.	D0083385
		Rev.	02
Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
AFRY			
RE's arkiv/UTLAY-plottet med boringer og soner			



TEGNFORKLARING :

— Snitt vist i profil med lagdeling — Snitt for soneavgrensning

— Prosjektavgrensning

● Påvist kvikkleire ● Tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale

○ Påvist sprøbruddmateriale ● Tolket/påvist IKKE kvikkleire/sprøbruddmateriale

— Ikke befart — Ingen erosjon

— Litt erosjon — Noe erosjon — Kraftig erosjon — Berg i dagen

● Dreiesonering ● Fjellkontrollboring ⊕ Poretrykksmåling

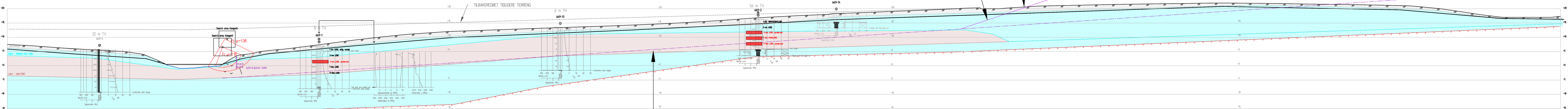
○ Enkel sonering ● Dreietrykksonering + Vingeboring

▽ CPTU sonering ⊕ Totalsonering ⊙ Prøveserie

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

A3 GIR HALV MÅLESTOKK					
02	Sjangerende boringer: vestside av elv	MH	MV	LH	28.02.2025
01	Inkludert snitt i plan for soneavgrensning	MH	MV	LH	28.02.2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver		Tegnet MML			
NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat		Kontrollert GYE			
		Godkjent LH			
Oppdrag		Dato 25.05.2024			
Vestfossen		Målestokk			
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Enhet A1			
Tegningstittel		Oppdrag nr. D0083385			
Smørgrav-Vålen		Vedlegg nr.			
Plantegning med grunnundersøkelser		V01-1-2			
og kritiske snitt (søndre del)		Rev. 02			
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO Tlf.: 41 10 10 10			
RE's arkivfil: plantegning med boringer og snitt					

	Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe		19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire - middels fast topp		18.50	8.50	30.0	2.9				
Leire - bløt/SBM		18.50	8.50	27.0	2.5				
Leire-middels fast bunn		18.50	8.50	30.0	5.8				



AVGRENSNING AV LØSNEOMRÅDE

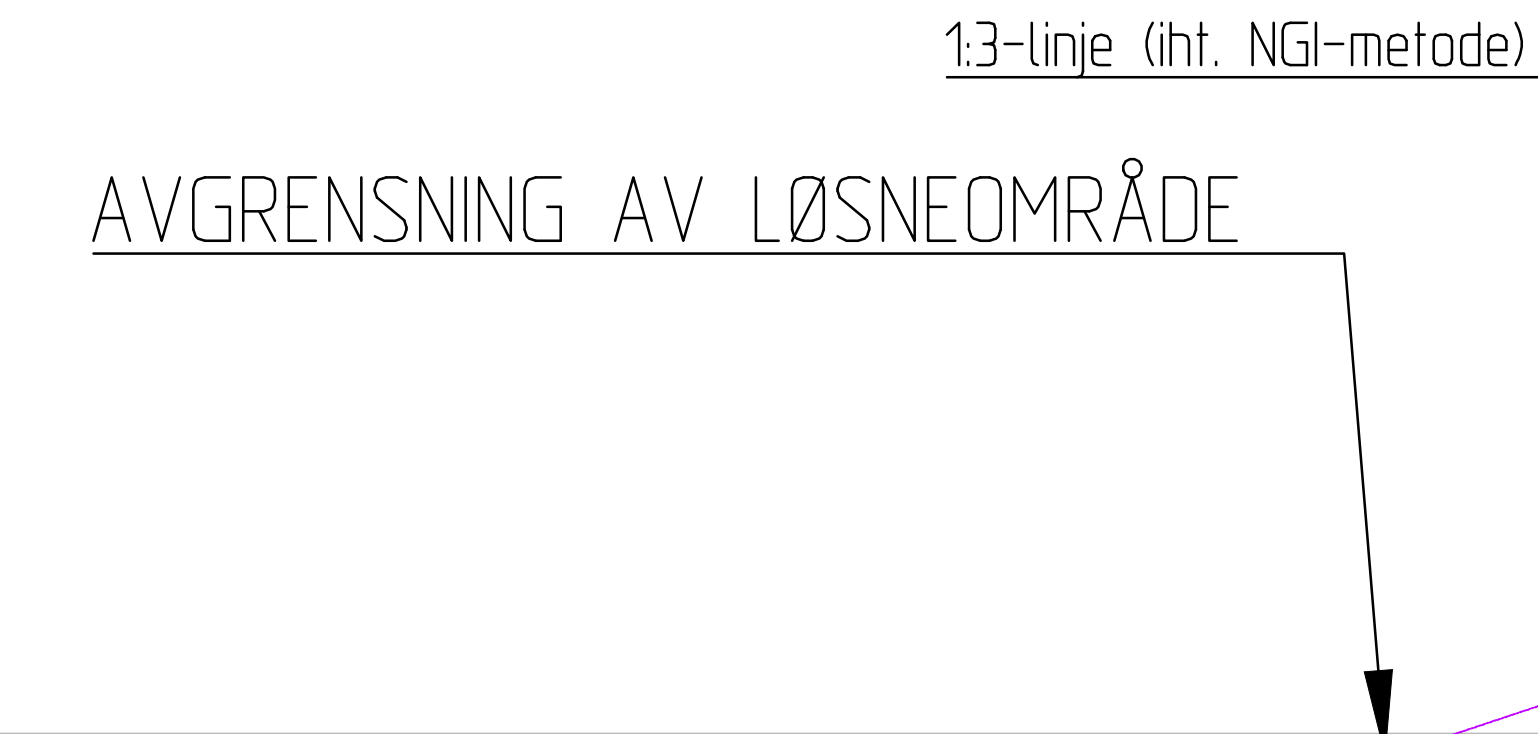
1:3-linje (iht. NGL-metode)

1:15-linje (start 0.25H under bunn)

LAGDELING

- Tørrskorpe
- Leire-bløt/SBM
- Leire-middels fast

01	Soneavgrensning og vurdering av skredmekanismer	MML	MV	IJH	28.08.2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsleder	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML	Godkjent	IUH
Oppdrag	Vestfossen	Dato	30.05.2024		
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Målestokk		Enhet	A1L
Tegningstittel	Vestfossen sentrum	Oppdrag nr.	D0083385		
Stabilitetsberegning - drenert analyse		Vedlegg nr.	V01-2-2	Rev.	01
Snitt V1					
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnr 21 - LAYOUT					



Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire - bløt/SBM	18.50	8.50			C-prof	100	0.64	0.36
Sand/grus	18.50	8.50	35.0	3.5				

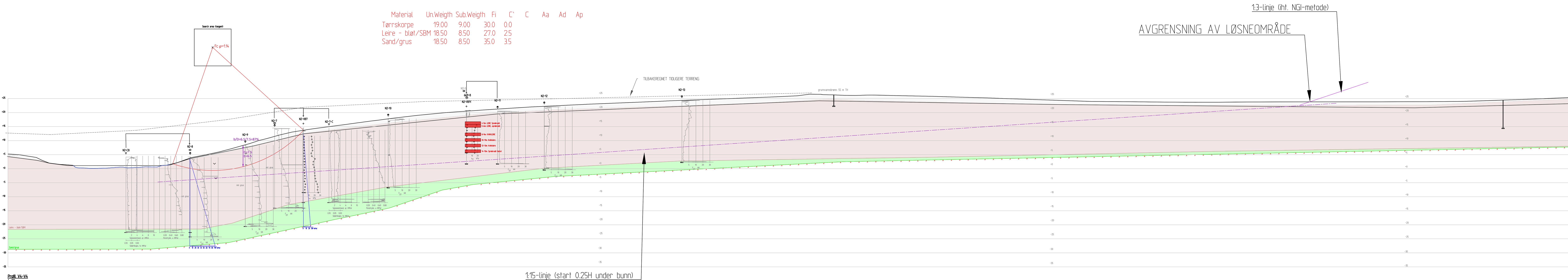
Profil V4-V4
1:300

1:15-linje (start 0.25H under bunn)

LAGDELING

-  Tørrskorpe
 Leire-bløt/SBM
 Sand/grus

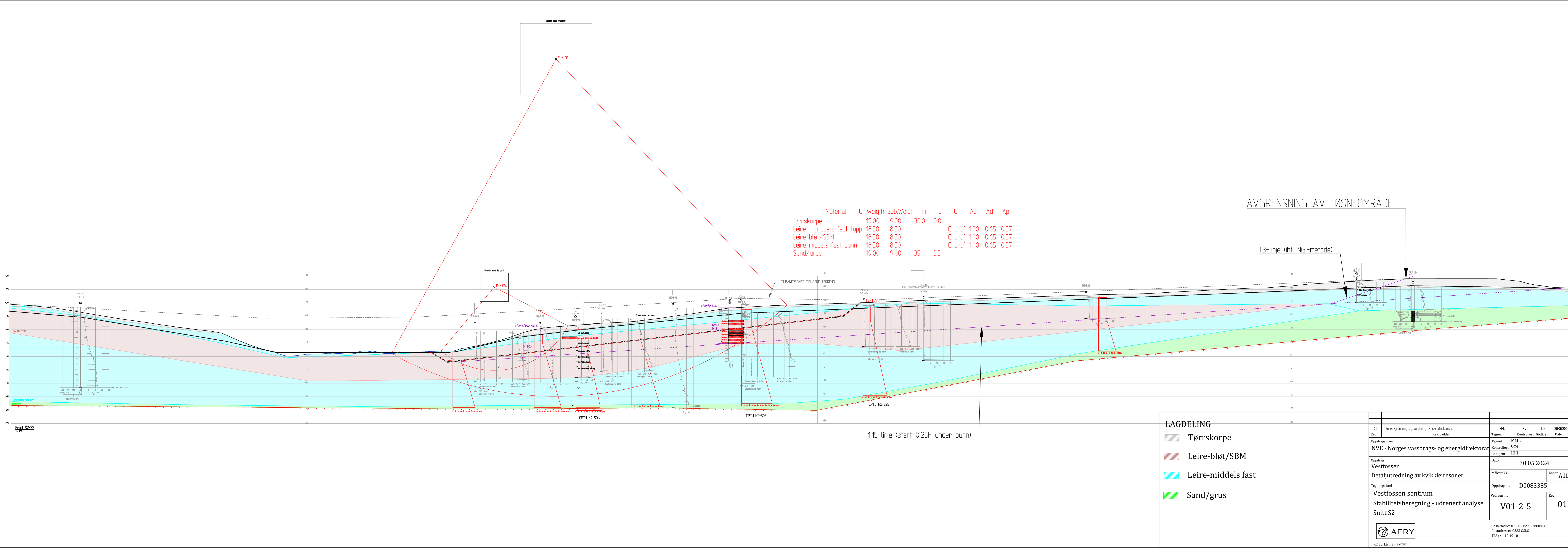
[illegible]



LAGDELING

- Tørrskorpe
- Leire-bløt/SBM
- Sand/grus
- Simulering av poreovertrykk (tillegg til hydrostatisk)

01	Soneavgrensning og vurdering av skredmekanismer	MML	MV	IJH	28.08.2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsleder		Tegnet	MML		
NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat		Kontrollert	GYE		
		Godkjent	IJH		
Oppdrag		Dato	30.05.2024		
Vestfossen		Målestokk	Enhet A1L		
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Oppdrag nr.	D0083385		
Tegningstittel		Vedlegg nr.	V01-2-4		Rev. 01
Vestfossen sentrum					
Stabilitetsberegning - drenert analyse					
Snitt V4					
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF.: 41 10 10 10			
RE's arkivnr24 - LAYOUT					

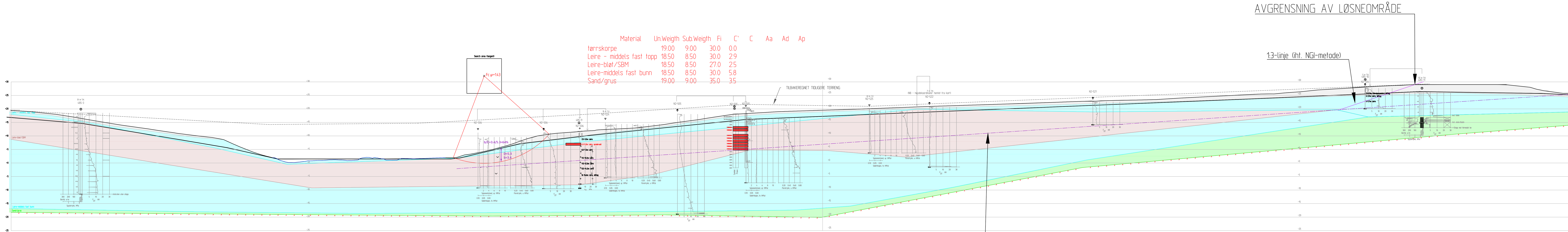


Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire - middels fast topp	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.65	0.37
Leire-bløt/SBM	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.65	0.37
Leire-middels fast bunn	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.65	0.37
Sand/grus	19.00	9.00	35.0	35				

LAGDELING

- Tørrskorpe
- Leire-bløt/SBM
- Leire-middels fast
- Sand/grus

01	Soneavgrensning og vurdering av skredmekanismer	MML	MV	IJH	28.08.2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsleder	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML		
		Kontrollert	GYE		
		Godkjent	IJH		
		Dato	30.05.2024		
		Målestokk		Enhet	A1L
Tegningstittel	Vestfossen sentrum Stabilitetsberegning - udrenert analyse Snitt S2	Oppdrag nr.	D0083385		
		Vedlegg nr.	V01-2-5	Rev.	01
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnr52 - LAYOUT					

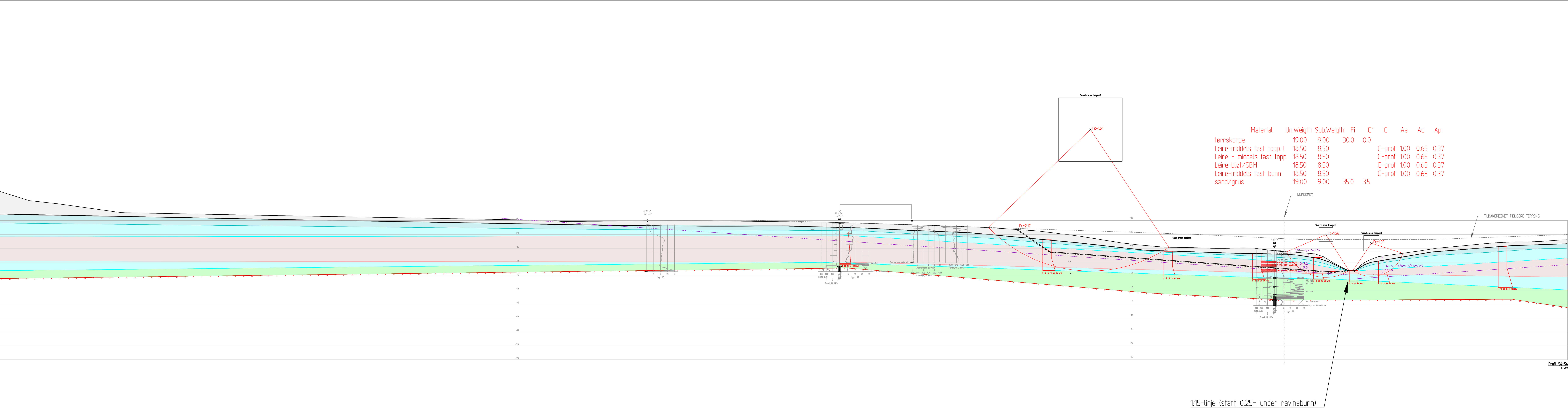


Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire - middels fast topp	18.50	8.50	30.0	2.9				
Leire-bløt/SBM	18.50	8.50	27.0	2.5				
Leire-middels fast bunn	18.50	8.50	30.0	5.8				
Sand/grus	19.00	9.00	35.0	3.5				

LAGDELING

- Tørrskorpe
- Leire-bløt/SBM
- Leire-middels fast
- Sand/grus

01	Soneavgrensning og vurdering av skredmekanismer	MML	MV	IJH	28.08.2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsleder	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML	Godkjent	
Oppdrag	Vestfossen	Kontrollert	GYE	Dato	30.05.2024
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Godkjent	IJH		
Tegningsstittel	Vestfossen sentrum	Dato			
Stabilitetsberegning - drenert analyse		Målestokk		Enhet	A1L
Snitt S2		Oppdrag nr.	D0083385	Rev.	01
		Vedlegg nr.	V01-2-6		
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnr: S2 - LAYOUT					

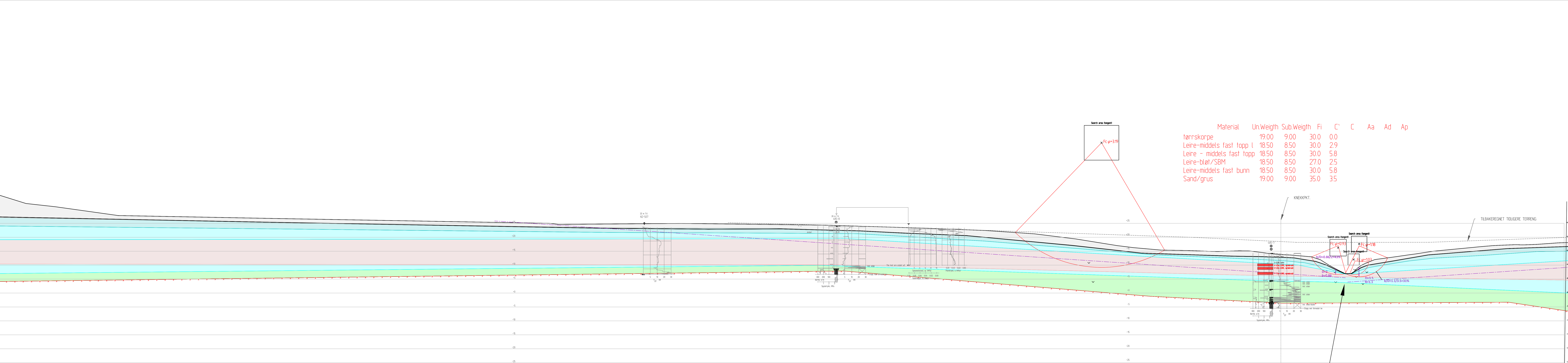


1:15-linje (start 0.25H under ravinebunn)

LAGDELING

- Tørrskorpe
- Leire-bløt/SBM
- Leire-middels fast
- Sand/grus

01	Soneavgrensning og vurdering av skredmekanismer	MML	MV	IJH	28.08.2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsleder		MML			
NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat		Gye			
		IUH			
Oppdrag		30.05.2024			
Vestfossen					
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Målestokk		Enhet A1L	
Tegningsstittel		Oppdrag nr. D0083385			
Vestfossen sentrum					
Stabilitetsberegning - udrenert analyse					
Snitt S4		V01-2-7		Rev. 01	
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnr S4 - LAYOUT					



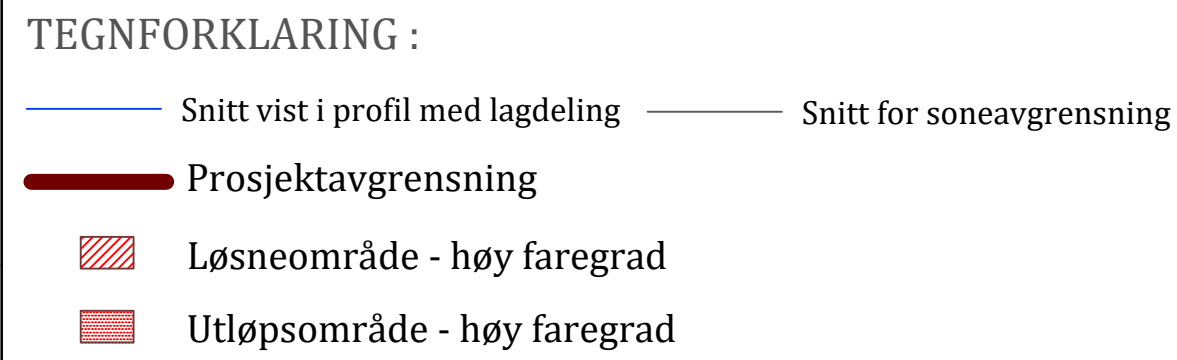
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire-middels fast topp l	18.50	8.50	30.0	2.9				
Leire - middels fast topp	18.50	8.50	30.0	5.8				
Leire-bløt/SBM	18.50	8.50	27.0	2.5				
Leire-middels fast bunn	18.50	8.50	30.0	5.8				
Sand/grus	19.00	9.00	35.0	3.5				

1:15-linje (start 0.25H under ravinebunn)

LAGDELING

- Tørrskorpe
- Leire-bløt/SBM
- Leire-middels fast
- Sand/grus

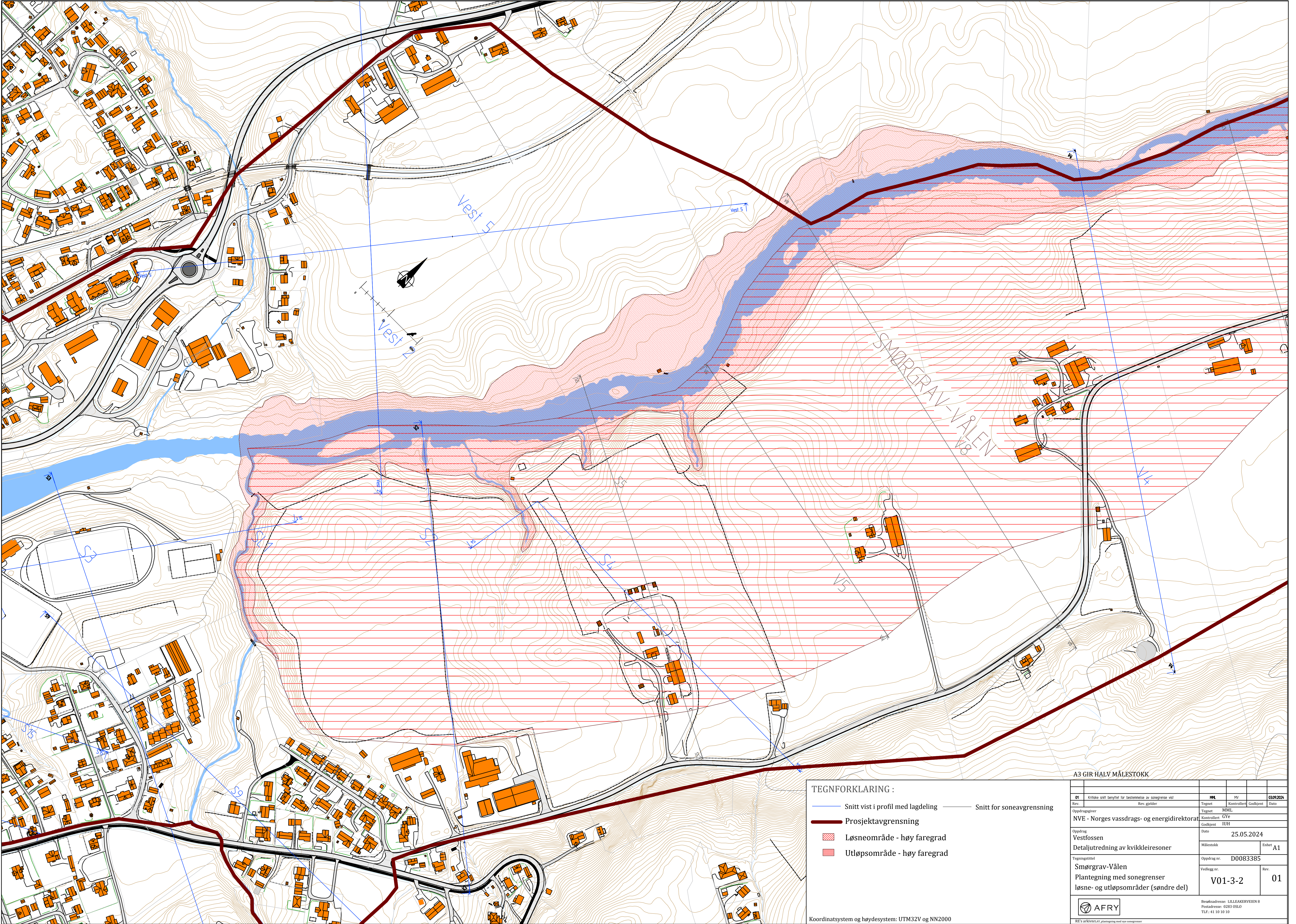
01	Soneavgrensning og vurdering av skredmekanismer	MML	MV	IJH	28.08.2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsleder	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML		
		Kontrollert	GYE		
		Godkjent	IJH		
Oppdrag	Vestfossen	Dato	30.05.2024		
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Målestokk		Enhet	A1L
Tegningsstittel	Vestfossen sentrum	Oppdrag nr.	D0083385		
Stabilitetsberegning - drenert analyse		Vedlegg nr.	V01-2-8		
Snitt S4				Rev.	01
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnr S4 - LAYOUT					



A3 GIR HALV MÅLESTOKK



Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8
Postadresse: 0283 OSLO
TLF.: 41 10 10 10

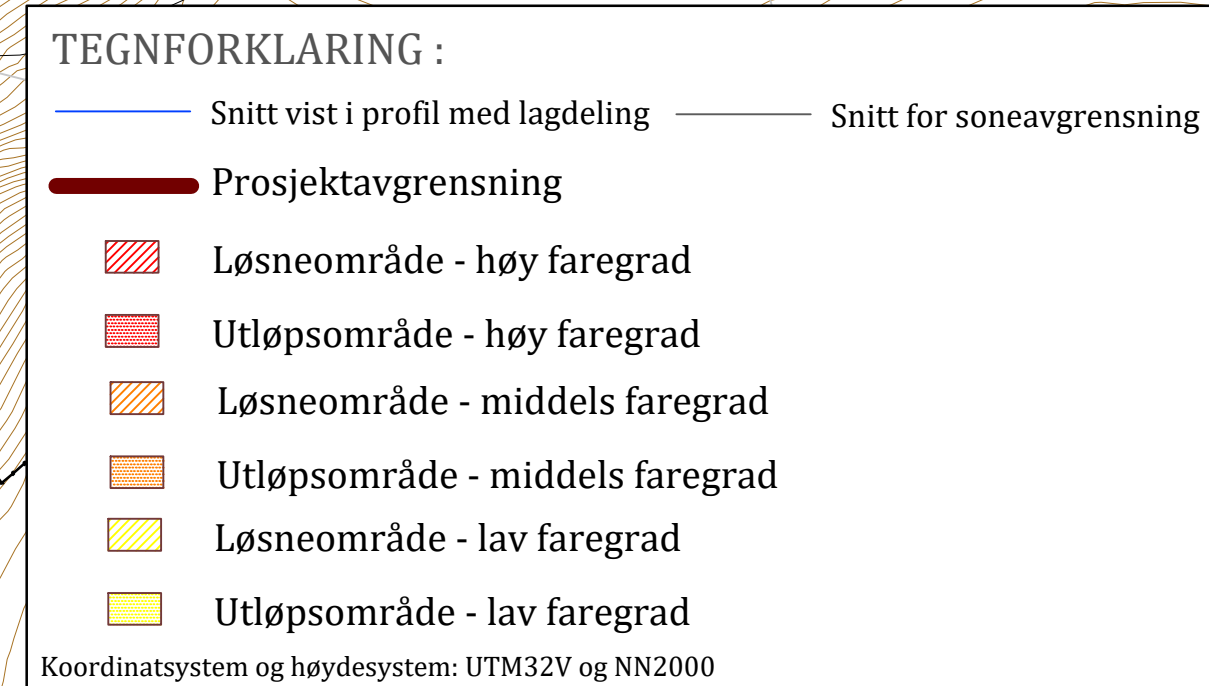


TEGNFORKLARING :

- Snitt vist i profil med lagdeling
- Snitt for soneavgrensning
- Prosjektavgrensning
- ▨ Løsneområde - høy faregrad
- ▨ Utløpsområde - høy faregrad

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

A3 GIR HALV MÅLESTOKK			
01	Kvikklestil (betyr) for bestemmes av sonegrens vist	MM	MM
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert
Oppdragsleder	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Kontrollert	Godkjent
Oppdrags	Vestfossen	Dato	25.05.2024
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Målestokk	Enhet
Tegningstittel	Smørgrav-Vålen	Oppdrags nr.	D0083385
Plantegning med sonegrenser		Vedlegg nr.	Rev.
løsne- og utløpsområder (søndre del)		V01-3-2	01
AFRY			
Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8			
Postadresse: 0283 OSLO			
TLF.: 41 10 10 10			
RE's arkiv/utvalgt planlegging med nye sonegrenser			



Vedlegg 1

Tolkning av materialparametere

1.0 PARAMETERTOLKNING

1.1 EFFEKTIVSPENNINGSPARAMETRE

For effektivspenningsparametere er tolkninger fra treaksialforsøk vektlagt, og disse er sammenlignet med erfaringsverdier fra Håndbok V220. Attraksjonen (a) og friksjonsvinkel (ϕ) er bestemt utfra samlet treaksforsøk. Det er presentert to forskjellige sammenstilling av treaks-plot: for leire uten sprøbruddegenskap (se Figur 1) og for leire med sprøbruddegenskaper (se Figur 2).

Merk at treaksialforsøkene som er lagt til grunn for bestemmelse av styrkeparametere kommer fra borpunkter med varierende beliggenhet. Noen av borpunktene ligger utenfor aktuell faresone, men vurderes likevel å være representative for området. Det påpekes også at det er relativt få treaksialforsøk i det tilgjengelige grunnlaget (se kapittel 2.2 i hovedrapport), og det vurderes derfor at data fra punkter som ligger utenfor sonene er relevante. I tillegg er det flere forsøk som viser dilaterende egenskaper (se Figur 1). Resultater fra disse prøvene er ikke prioritert i bestemmelse av styrkeparametere.

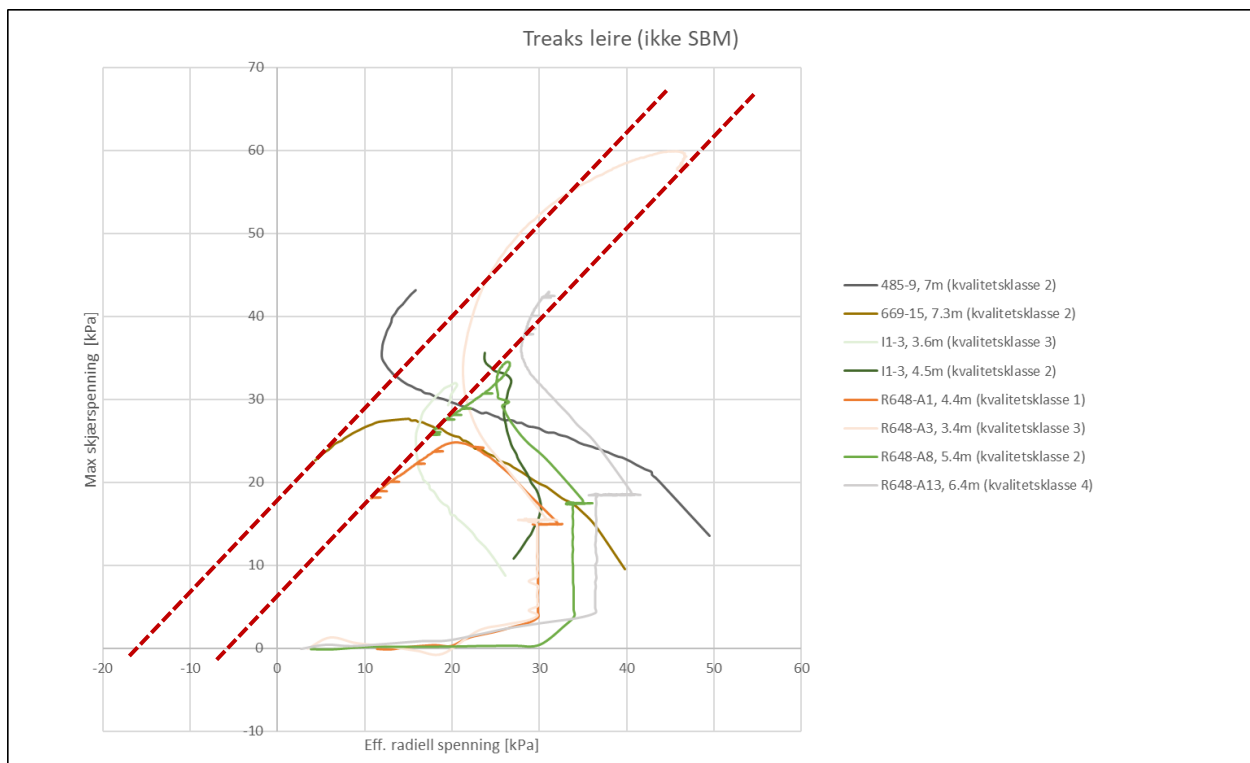
For leire uten sprøbruddegenskaper (mest middels fast leire) er tolket attraksjon på 5 kPa (lavere grense) og 15 kPa (øvre grense). Det er valgt $a = 10$ kPa for stabilitetsberegninger for middels fast leire.

For leire med sprøbruddegenskaper er tolket attraksjon på 5 kPa (lavere grense) og 10 kPa (øvre grense). Det er valgt $a = 5$ kPa for stabilitetsberegninger for kvikkleire eller sprøbruddmateriale.

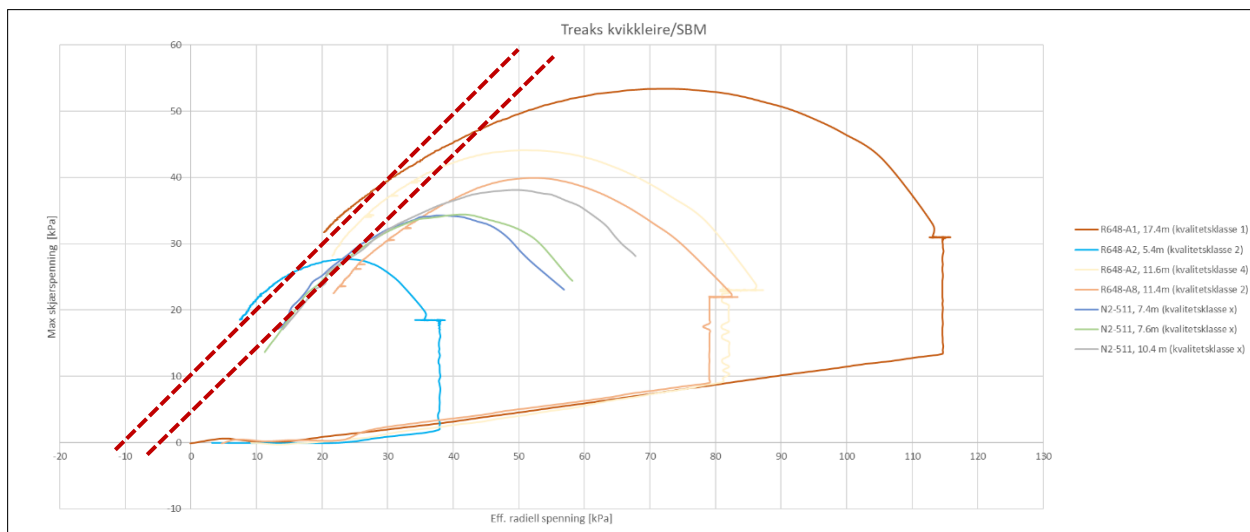
Oppsummering av resultatene er vist i Tabell 1.1. Disse parameterne brukes for stabilitetsberegning i dette prosjektet, med tilpasning av noen parametere når det er nødvendig langs kritiske snitt der det foreligger egne data fra lokale prøvetaking. Treaksialforsøk fra nærliggende borpunkter er altså prioritert i bestemmelse av styrkeparametere for hvert enkelt beregningssnitt.

Tabell 1.1: Oppsummering av tolket parametere for effektivspenningsanalyse.

	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	a [kPa]
Tørreskorpeleire	19	9	30	0
Leire – middels fast	18,5	8,5	30	10
Leire – bløt/sprøbruddmateriale	18,5	8,5	27	5
Morenemateriale	19	9	35	5



Figur 1: Sammenstilling av treaks-plot for tolkning av jordparametere (leire uten sprøbruddegenskaper).



Figur 2: Sammenstilling av treaks-plot for tolkning av jordparametere (leire med sprøbruddegenskaper).

1.2 TOTALSPENNINGSPARAMETRE

Bestemmelse av skjærfasthetsprofiler baseres (i prioritert rekkefølge iht. NIFS rapport 77/2014) på følgende:

1. Treksialforsøk av god kvalitet (kvalitetsklasse 1)
2. CPTU (anvendelsesklasse 1)
3. Erfaringsverdier (c_{uA}/p_0' , SHANSEP)
4. Konus/enaks/vingebor

Designlinje for skjærfasthet bestemmes ved å legge størst vekt på treksialforsøk av tilfredsstillende kvalitet, samt CPTU-sonderinger med anvendelsesklasse 1. I tilfeller hvor tolket c_{uA} fra treksialforsøk og fra CPTU varierer i en bestemt dybde, vektlegges verdien fra treksialforsøk av god kvalitet.

Det har vært tilgang på resultater fra flere laboratorieundersøkelser. I bestemmelse av parametere til bruk i beregninger er resultater fra rutineundersøkelser benyttet, men resultater fra ødometer- og treksialforsøk er vektlagt.

Verdier for direkte skjærfasthet (S_{uD}) er hentet fra enaks- og konusforsøk. Resultater fra enaks-, konus- og treksialforsøk er benyttet sammen med CPTU-sonderinger for å etablere profiler for aktiv skjærfasthet. Ved plotting av S_{uA} profil fra enaks- og konusforsøk er verdiene fra labforsøk økt med ADP-faktor.

Tolkning av parametere for hvert enkelt CPTU-profiler er vist i **vedlegg 4**. Statens vegvesen sitt CPTU-regneark er brukt ved tolkning. Korrelasjoner som er brukt for udrenert skjærstyrke for utviklingen av regnearket er presentert i **vedlegg 3**.

For mest mulig realistisk SHANSEP-tolkning er OCR estimert basert på ødometerforsøk der det er utført forsøk av tilfredsstillende kvalitet (kvalitetsklasse 1 - lavere kvalitetsklasse er anvendt med forsiktighet i estimering av OCR). Der det ikke er utført ødometerforsøk er OCR valgt basert på CPTU-tolkningen, med tilpasset egen-definert verdi ut fra dataene fra CPTU-korrelasjoner.

1.3 ANISOTROPIFORHOLD

For bestemmelse av anisotropiforhold, er det gjort et valg iht. NIFS-rapport 14/2024, se Figur 3. Anisotropifaktorene velges basert på målt plastisitetsindeks (I_p) fra laboratorieanalyse.

Anisotropifaktorer er vurdert for flere dybder basert på plastisitetsindeksen for hver dybde, og er vurdert for både sprøbruddmateriale og middels fast leire. Gjennomgående for det aktuelle området er at ADP-faktorene er tilnærmet like for bløt og middels fast leire.

I_p	c_{uD}/c_{uC}	c_{uE}/c_{uC}
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p > 10 \%$	$0,63 + 0,00425 \cdot (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 \cdot (I_p - 10)$

*Tabell 1: Omforent anbefaling av anisotropifaktorer (ADP – faktorer).
OBS: I_p er i % i formlene.*

Figur 3: Omforent anbefaling av anisotropifaktorer, NIFS-rapport 14/2014.

1.4 LABORATORIEFORSØK - PRØVEKVALITET

Tabell 1.2 viser oppsummering av kvalitetsklasse for treksialforsøkene. Forsøkene av kvalitetsklasse 1 og 2 er vektlagt. Bestemmelse av prøve kvalitet er basert på volumendring til prøvene, samt OCR (fra ødometer), iht. tabell 6 i NGF-melding 11 (se Figur 4). I tilfeller der det ikke er utført ødometerforsøk for aktuell prøvedybde er OCR estimert iht. CPTU.

Tabell 1.2: Oppsummering av prøve kvalitet for treksialforsøk.

Borpunkt	Prøvedybde (m)	de/e0	OCR	KVALITETSKLASSE
669-15	7.3	0.062	1-2	2 - god til brukbar
485-9	7	0.051	2**	2 - god til brukbar
I1-3	3.6	0.04	4.9	3 - dårlig
I1-3	4.5	0.05	2.2*	2 - god til brukbar
R648-A1	4.4	0.026	3	1 - veldig god til utmerket
R648-A1	17.4	0.153	0.7	1 - veldig god til utmerket
R648-A2	5.4	0.063	1.1	2 - god til brukbar
R648-A2	11.6	0.156	1*	4 - veldig dårlig
R648-A3	3.4	0.051	3**	2 - god til brukbar
R648-A8	5.4	0.031	3.8	2 - god til brukbar
R648-A8	11.4	0.065	0.9	2 - god til brukbar
R648-A13	6.4	0.111	3 **	4 - veldig dårlig

* : estimert OCR fra CPTU, se vedlegg 4

** : estimert basert på resultat fra nærliggende pkt. samt beliggenhet ift. terreng

OCR	$\Delta e/e_0^4$			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1-2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2-4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4-6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

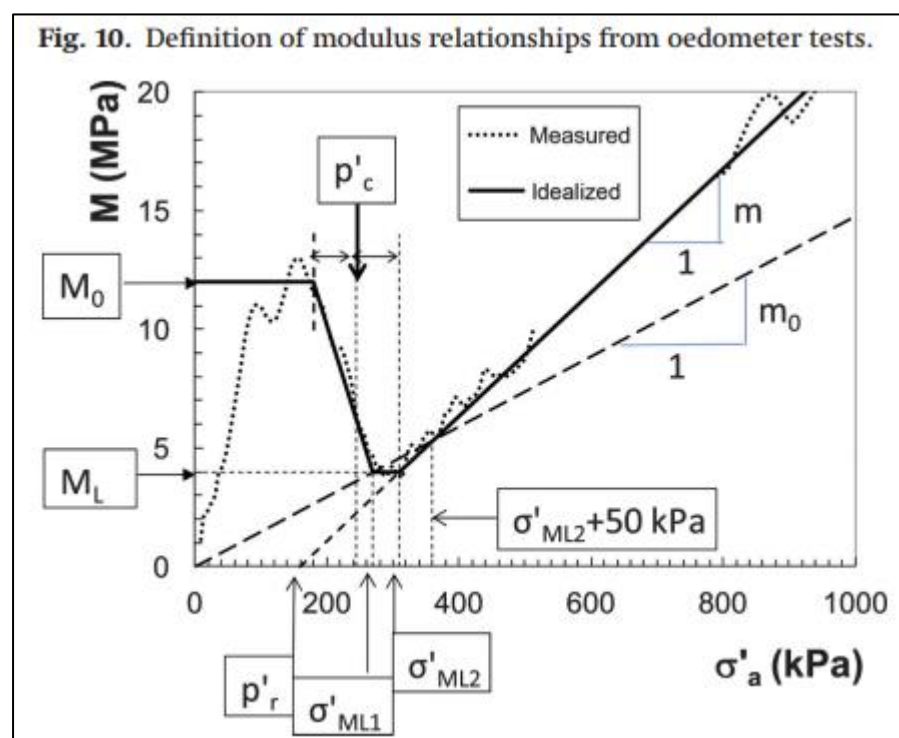
Figur 4: Veiledende kriterier for evaluering av prøve kvalitet basert på endring i poretryk (kilde: tabell 6 i NGF-melding 11)

For ødometerforsøk er prøvekvaliteten bestemt basert på Karlsrud 2013 [1], se Figur 5 og Figur 6. Kvalitetsklasse for ødometerforsøkene er oppsummert i Tabell 3.

Table 2. Sample quality assessed on basis of modulus values from oedometer tests.

Sample quality	Ratio $\Delta e/e_0$	Ratio M_0/M_L
Very good to excellent	0–0.04	>2
Good to fair	0.04–0.07	1.5–2
Poor	0.07–0.14	1–1.5
Very poor	>0.14	<1

Figur 5: grunnlag for klassifisering av prøvekvalitet for ødometerforsøk [1]



Figur 6: definisjoner av relasjoner fra ødometerforsøk [1]

Tabell 1.3: Oppsummering av prøve kvalitet for ødometerforsøk.

Borpunkt	Prøvedybde (m)	M ₀	M _L	KVALITETSKLASSE
485-9	3	6.4	4.4	3 - dårlig
485-9	11.7	5.6	2.7	1 - veldig god til utmerket
669-15	5.3	4.7	1	1 - veldig god til utmerket
669-15	11.3	3.4	2.1	2 - god til brukbar
A12	5.3	15.3	7.9	2 - god til brukbar
I1-2	5.6	6	2.7	1 - veldig god til utmerket
I1-3	3.45	11	6.9	2 - god til brukbar
R648-A1	4.5	3.9	1.8	1 - veldig god til utmerket
R648-A1	17.25	4	3	3 - dårlig
R648-A2	5.5	1.8	0.7	1 - veldig god til utmerket
R648-A8	5.3	7	3	1 - veldig god til utmerket
R648-A8	11.3	3.2	1.2	1 - veldig god til utmerket
R648-A13	6.3	5.5	5.5	4 - veldig dårlig

1.5 GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK

Prosjektområdet har terreng preget av raviner, samt Vestfosselva som går fra nord mot sør. Vestfosselva renner gjennom en demning ved Vestfossen kraftverk i Vestfossen sentrum. Sør for demningen er normalvannstand for elva på 19 m.o.h., og nord for demningen har elva normalvannstand varierende mellom ca. 0-2 m.o.h.

Grunnvannstand er målt i 10 punkter i området, der det i ni av punktene satt ned poretrykksmålere i to nivåer. Grunnvannstand er målt med både hydrauliske og elektriske piezometere, og det er målt i flere perioder for de fleste punktene. Figur 7- Figur 12 viser registrering av poretrykksmålinger med tid for de punktene der det er tilgang på flere avlesninger (avlesningsdata presentert i Tabell 4 – Tabell 8).

Enkelte av poretrykksmålerne er installert og målt inn langt tilbake i tid (2007/2008), og det har i etterkant vært utført terrengendringer som en del av sikringstiltak. Dette gjelder for pkt. N2-509 og N2-511(se Tabell 1.7), og det har ikke vært mulig å lese av poretrykksmålerne i nyere tid.

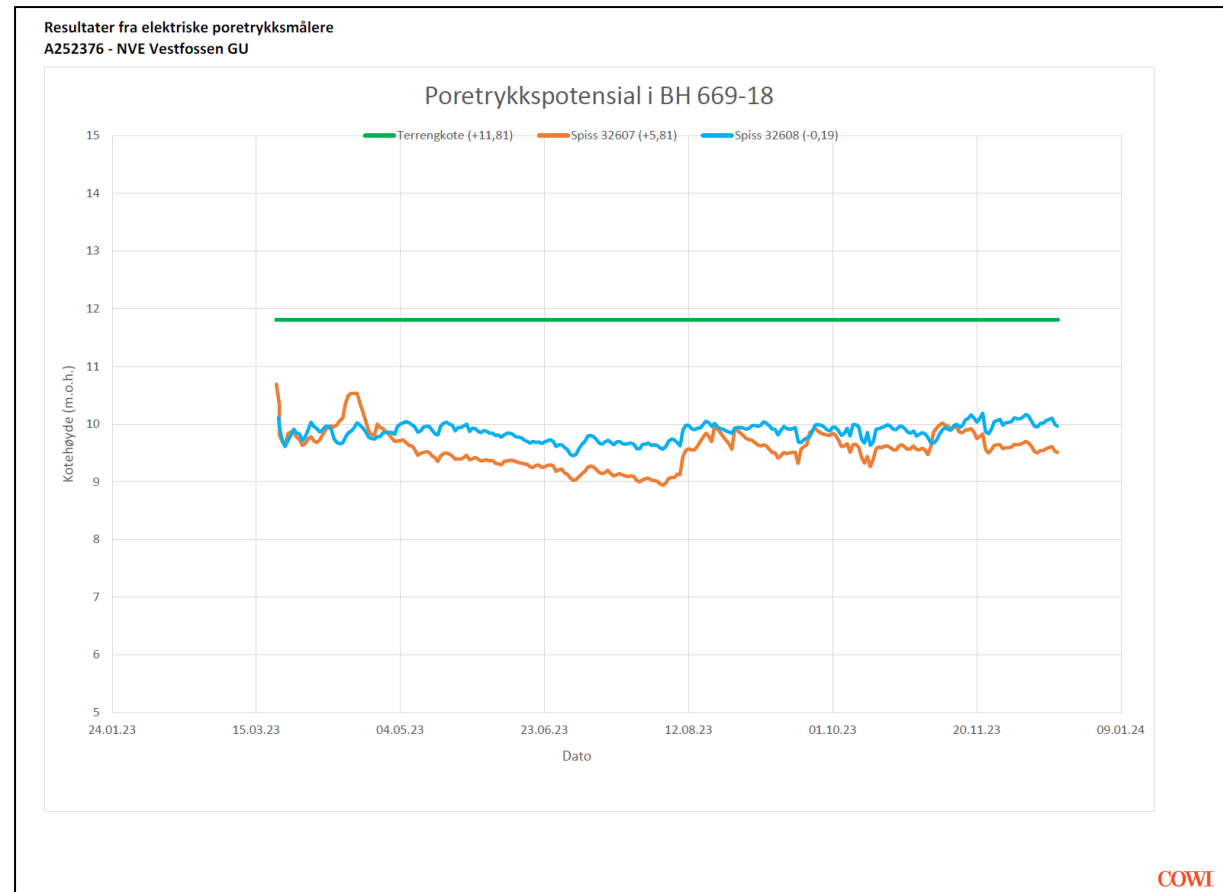
Det har også vært tilgang på poretrykksmålinger gjort i etterkant av utglidningen i 1984 [2]. Figur 13 viser avlesninger fra 1985, men det understrekes at flere av disse gjelder punkter som ligger i skredgropa, med avlesningsdata fra under ett år etter utglidningen.

Figur 14 - Figur 19 viser målt poretrykksfordeling i dybden. Avlesningene som er benyttet i figurene er seneste data der det er tilgang på flere avlesninger. Disse poretrykksforholdene er brukt for tolkning av CPTU-profiler og vurdering av grunnvannstands nivå (samt poreovertrykk eller -undertrykk) ved stabilitetsberegninger. I vurdering av poretrykksfordeling med dybden er siste tilgjengelige data benyttet. Det samme gjelder for tolkning av CPTU-sonderinger. Det presiseres at både grunnvannstand og poretrykk forventes å variere med årstid og nedbørsmengder.

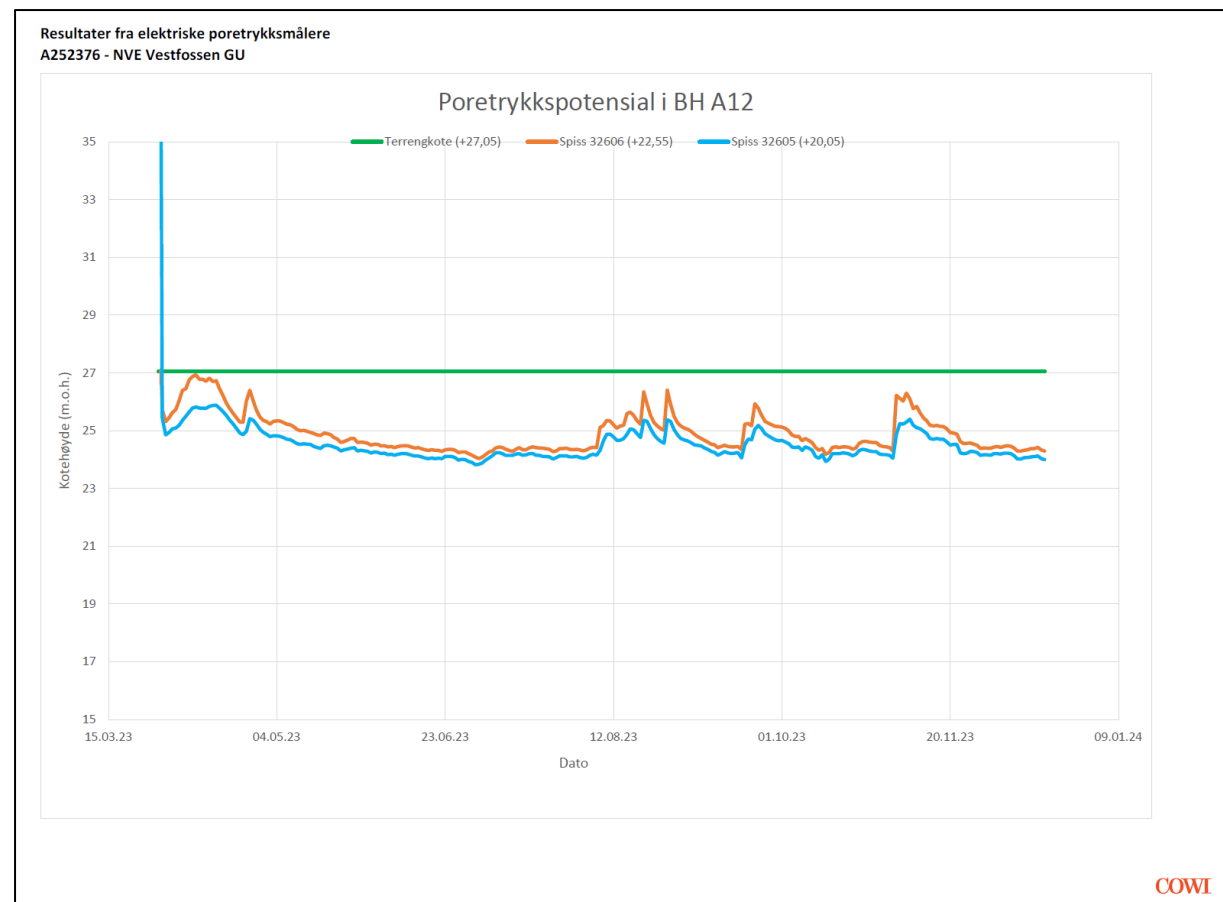
Det påpekes at flere av grunnvannsavlesningene som er gjort i nærheten av skredgropa fra 1984 (Figur 13 og Figur 16) viser poreovertrykk, men i beregninger for området (se kritisk snitt S3) er grunnvannstanden basert på pkt. 110, som viser hydrostatisk fordelt poretrykk. Dette er fordi pkt. 110 ligger nærmest aktuelt beregningssnitt, og i tillegg vurderes det som sannsynlig at poretrykket i skredgropa ikke hadde utjevnet seg ila. tiden det ble gjort avlesninger.

Tabell 1.4: Piezometere installert i forbindelse med dette prosjektet. [3]

Borpunkt	Type	Terrengkote	Kote spiss	Dybde GVS under terreng (m)		Kote	
				25.04.23	18.12.23	25.04.23	18.12.23
669-18	Elektrisk	+11.81	+5.81	2.01	2.3	+9.8	+9.51
669-18	Elektrisk	+11.81	-0.19	2.07	1.85	+9.74	+9.96
A12	Elektrisk	+27.05	+22.55	1.02	2.76	+26.03	+24.29
A12	Elektrisk	+27.05	+20.05	2.07	3.05	+24.98	+24.00



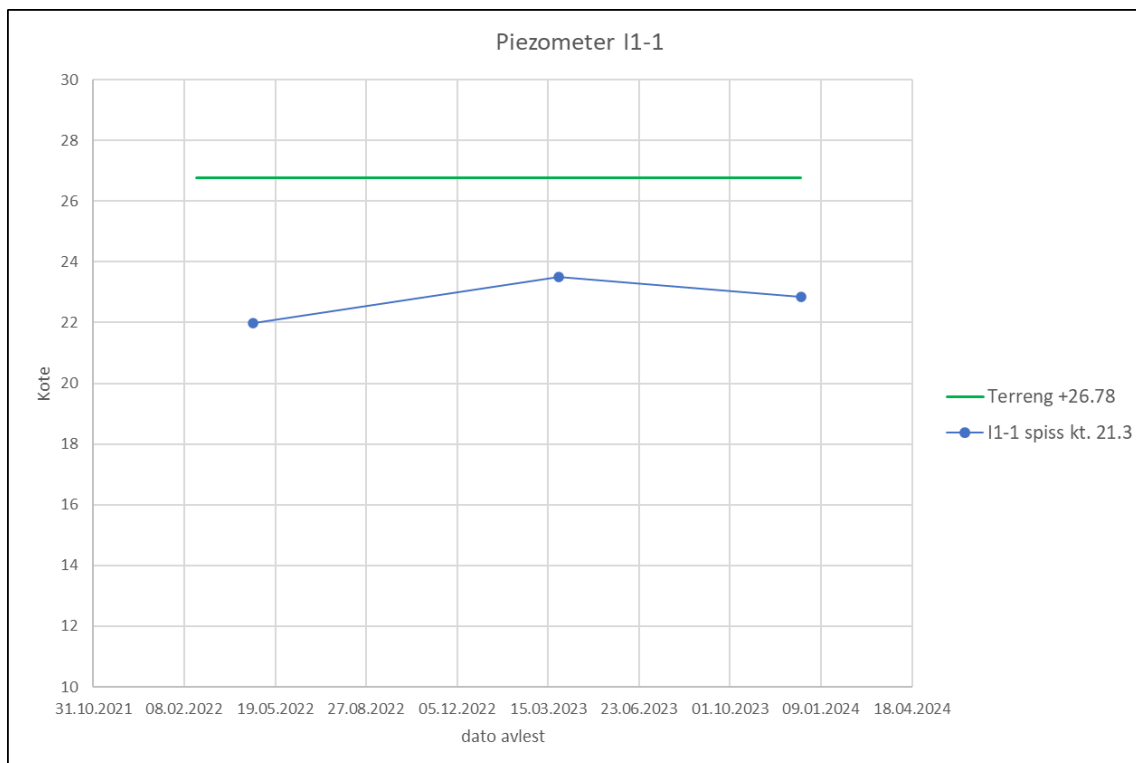
Figur 7: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH 669-18 [3]



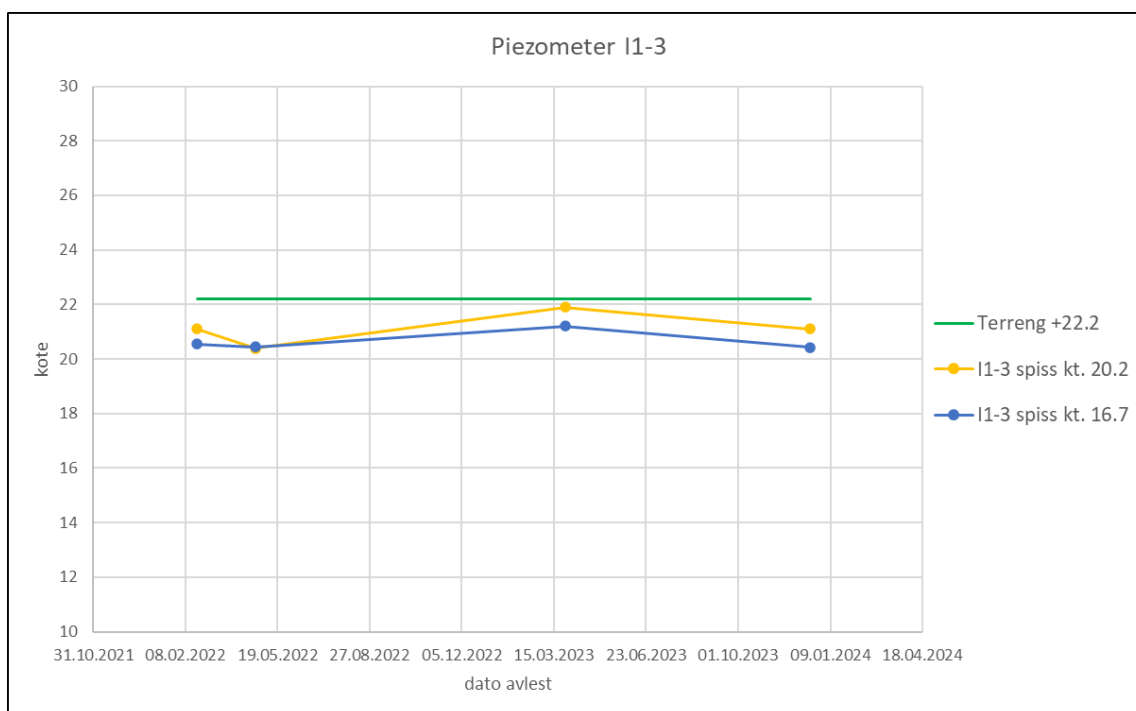
Figur 8: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH A12 [3]

Tabell 1.5: Tidligere installerte piezometere [4]

Borpu nkt	Type	Terre ngkote	Kote spiss	Dybde GVS under terreng (m)			Kote		
				27.03.22	27.03.23	18.12.23	25.04.22	27.03.23	18.12.23
I1-1	Hydraulisk	+26.8	+21.3	4.7	3.3	3.9	+22.0	+23.5	+22.9
I1-3	Hydraulisk	+22.2	+16.7	1.1	1	1.8	+21.1	+21.2	+20.4
I1-3	Hydraulisk	+22.2	+20.2	0.3	0.3	1.1	+20.45	+21.9	+21.1



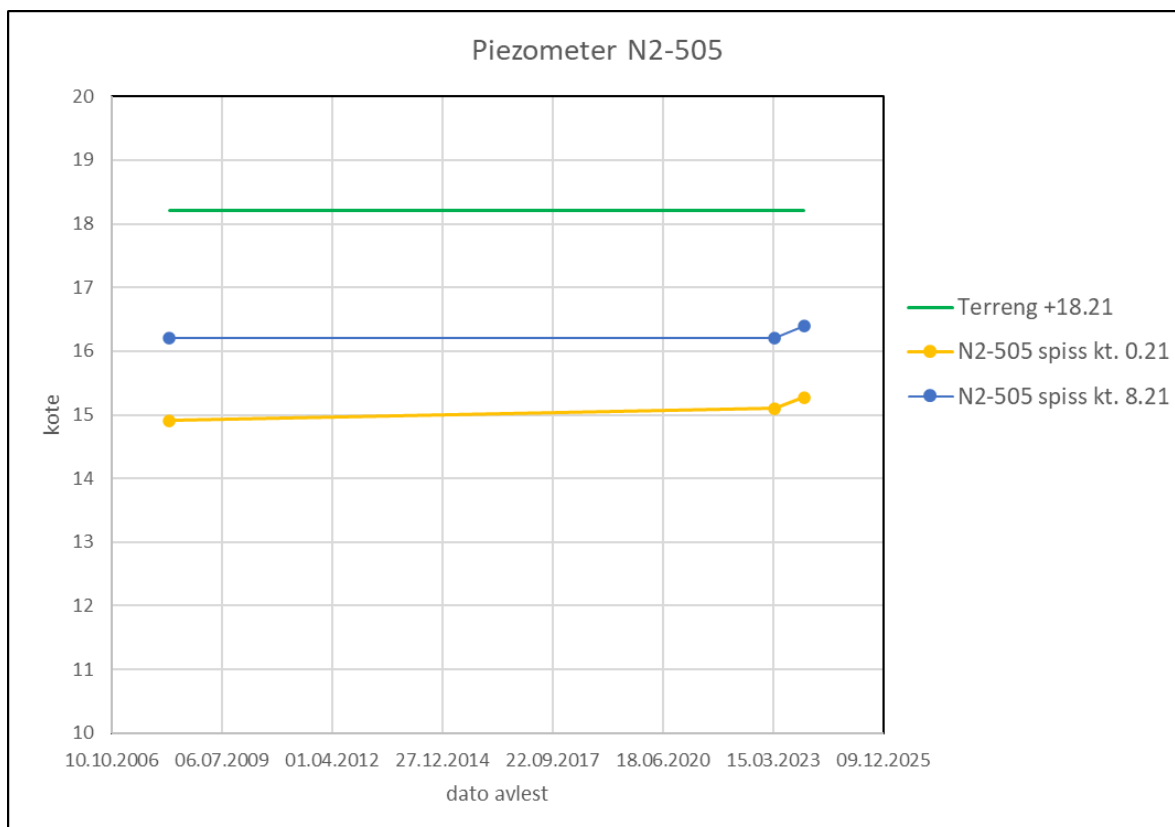
Figur 9: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH I1-1 [4]



Figur 10: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH I1-3 [4]

Tabell 1.6: Tidligere installerte piezometere [5]

Borpunkt	Type	Terrengkote	Kote spiss	Dybde GVS under terreng (m)			Kote GVS		
				14.03.08	22.03.23	18.12.23	14.03.08	22.03.23	18.12.23
N2-505	Hydraulisk	+18.2	+8.2	2.0	2.0	1.8	+16.2	+16.2	+16.4
N2-505	Hydraulisk	+18.2	+0.2	3.3	3.1	2.9	+14.9	+15.1	+15.3



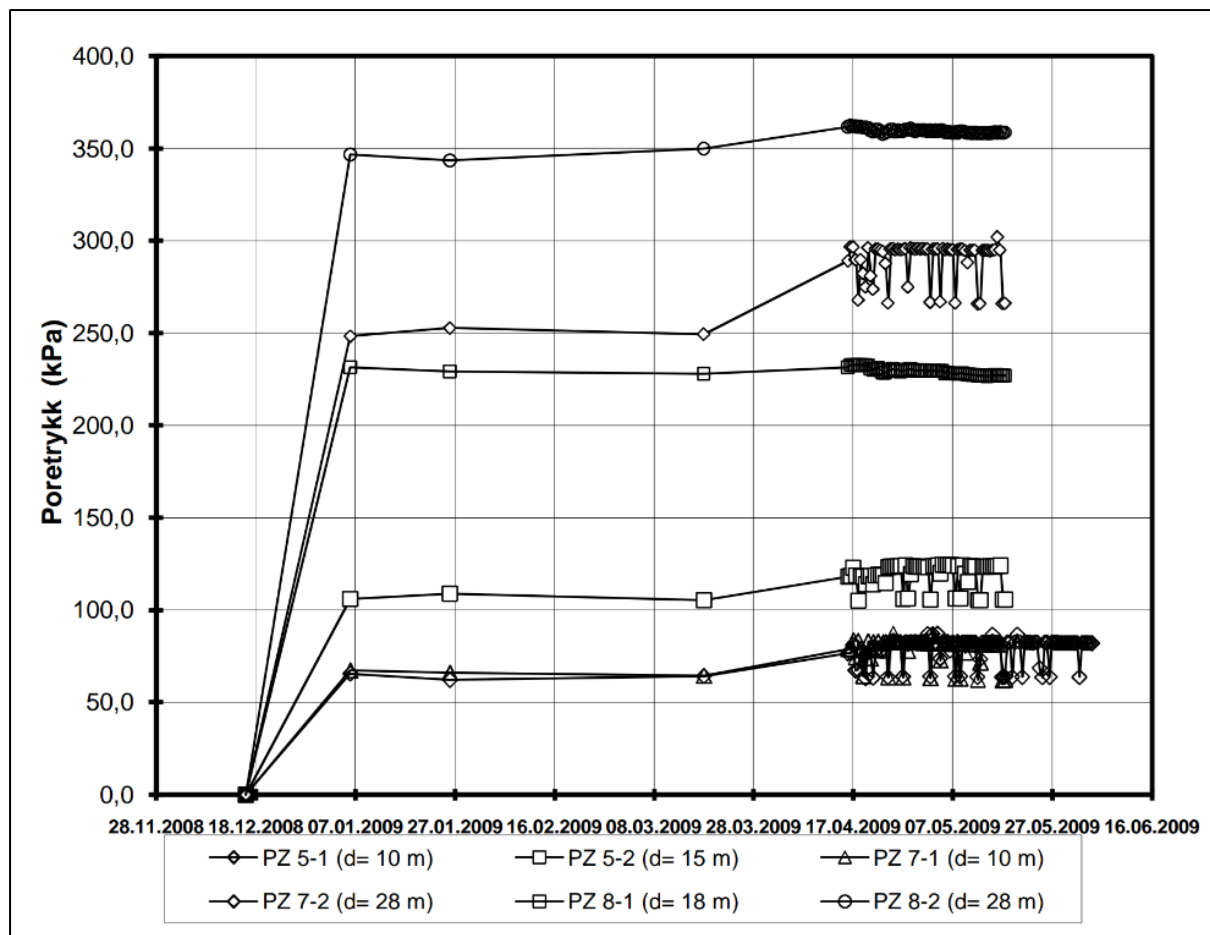
Figur 11: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH N2-505 [5]

Tabell 1.7: Gamle hydrauliske piezometere, ny avlesning ikke tilgjengelig [5]

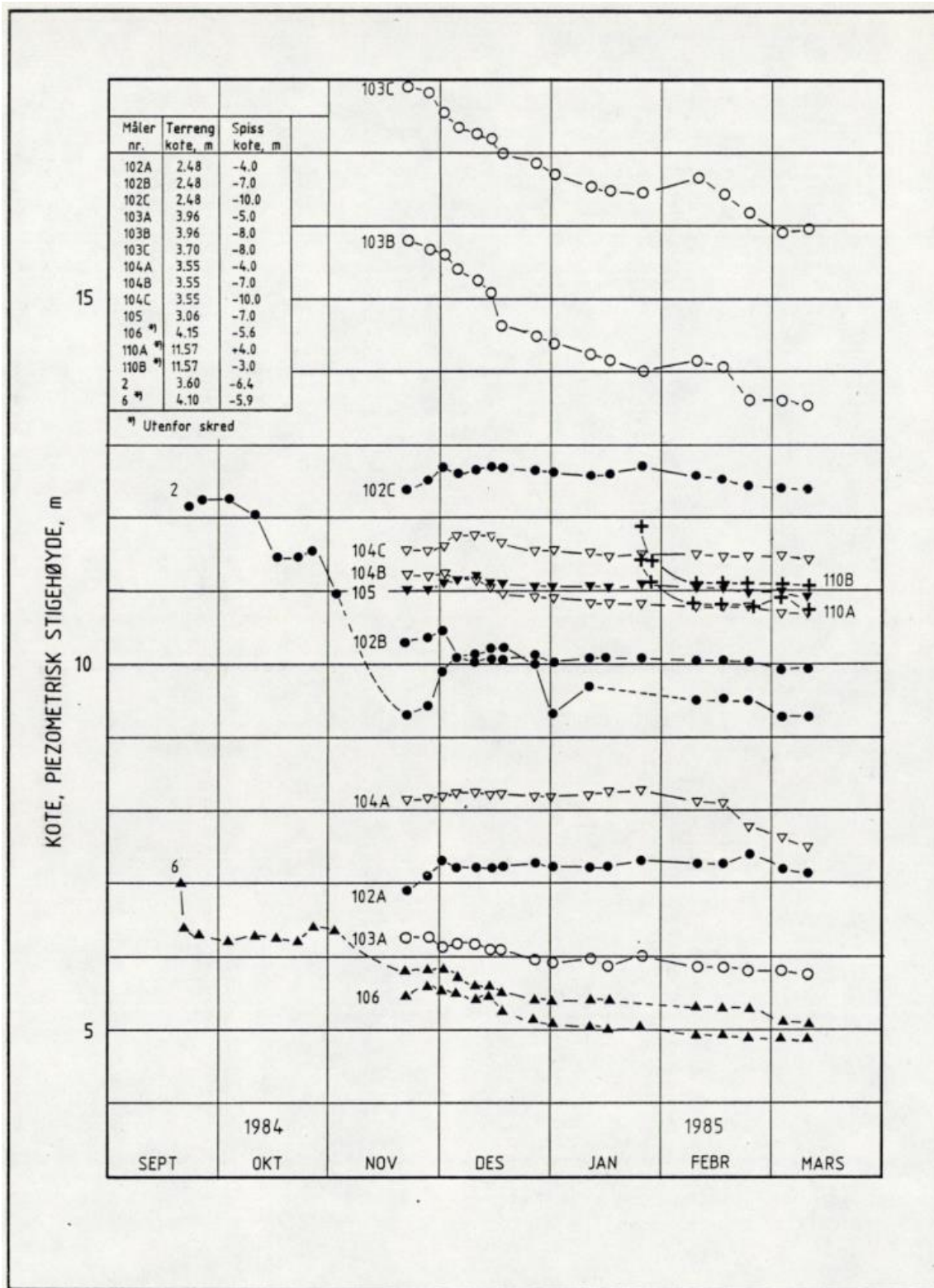
Borpunkt	Type	Terrengekote	Kote spiss	Dybde GVS under terreng (m)	Kote GVS	Kommentar
				21.09.07	21.09.07	
N2-509	Hydraulisk	+22.2	+2.2	6.3	+15.9	Fra 2007, før sikring av ravine
N2-509	Hydraulisk	+22.2	+10.2	5.2	+17.0	Fra 2007, før sikring av ravine
N2-511	Hydraulisk	+21.5	+11.5	1.8	+19.7	Fra 2007, før sikring av ravine
N2-511	Hydraulisk	+21.5	+6.5	3.7	+17.8	Fra 2007, før sikring av ravine

Tabell 1.8: Gamle elektriske piezometere (avlesningsdata kun tilgjengelig i grafisk form, se Figur 12) [5]

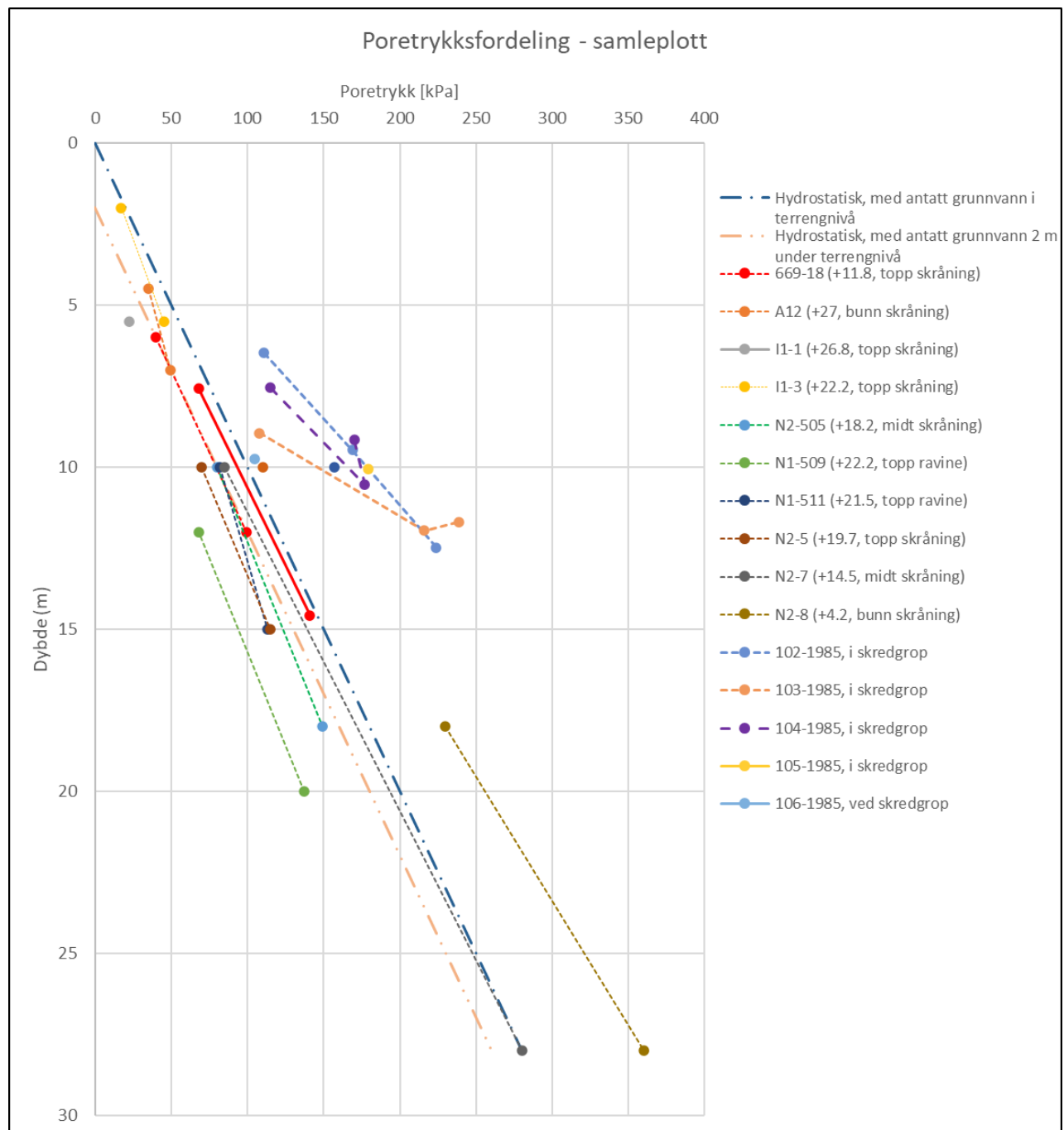
Borpunkt	Type	Terrengekote	Kote spiss	Dybde GVS (m)	Kote GVS	Kommentar
				Mai 2009	Mai 2009	
N2-5	Elektrisk	+19.7	+9.8	3	+16.7	
N2-5	Elektrisk	+19.7	+4.8	3.5	+16.2	
N2-7	Elektrisk	+14.5	+4.5	1.5	+13	
N2-7	Elektrisk	+14.5	-13.6	0	+14.5	
N2-8	Elektrisk	+4.2	-13.8	0	+4.2	Poreovertrykk
N2-8	Elektrisk	+4.2	-23.8	0	+4.2	Poreovertrykk



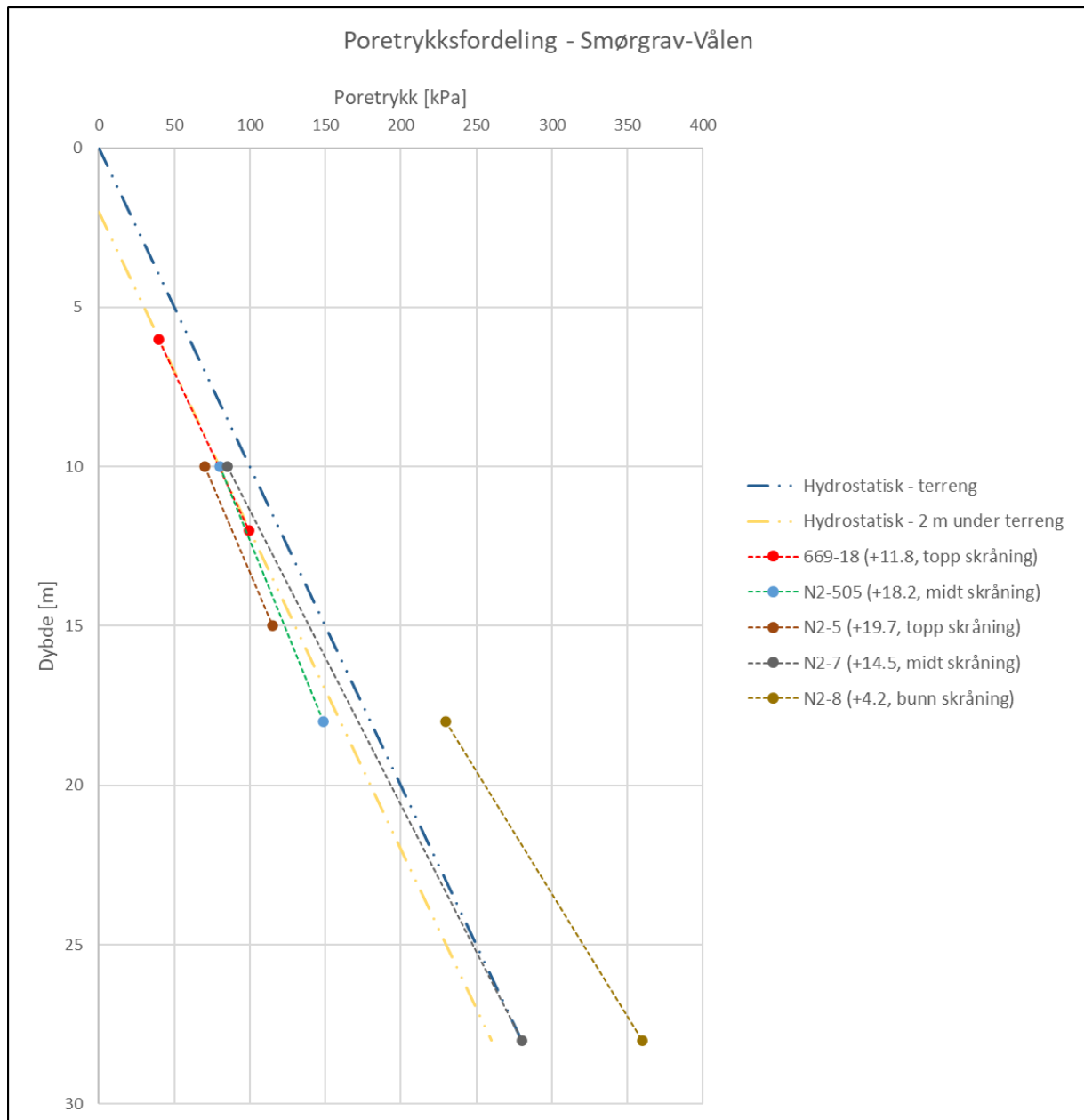
Figur 12: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH N2-5, N2-7 og N2-8 [5]



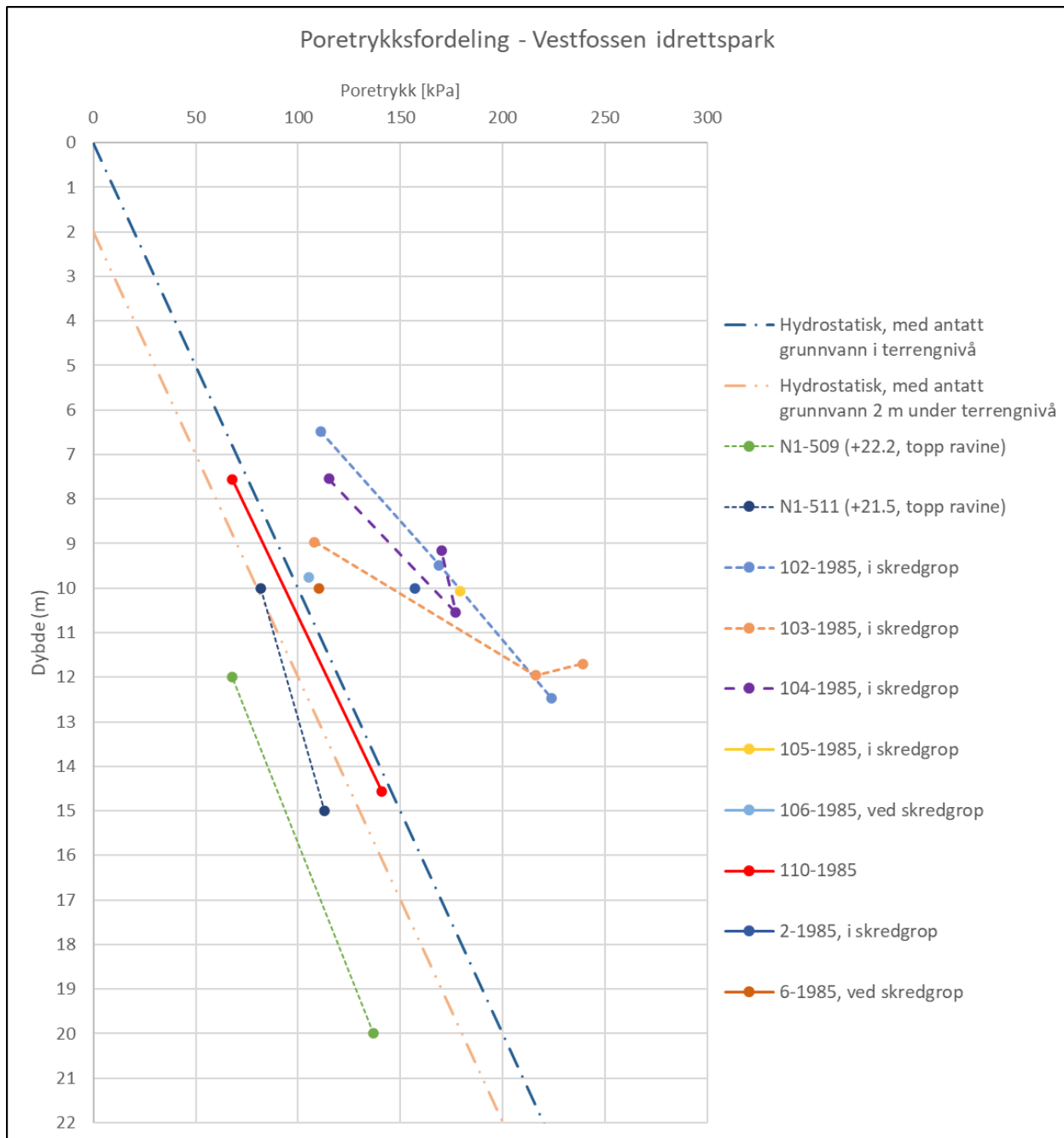
Figur 13: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i borpunkter utført ifbm. utglidningen ved Vestfossen idrettspark, 11. september 1984 [2]



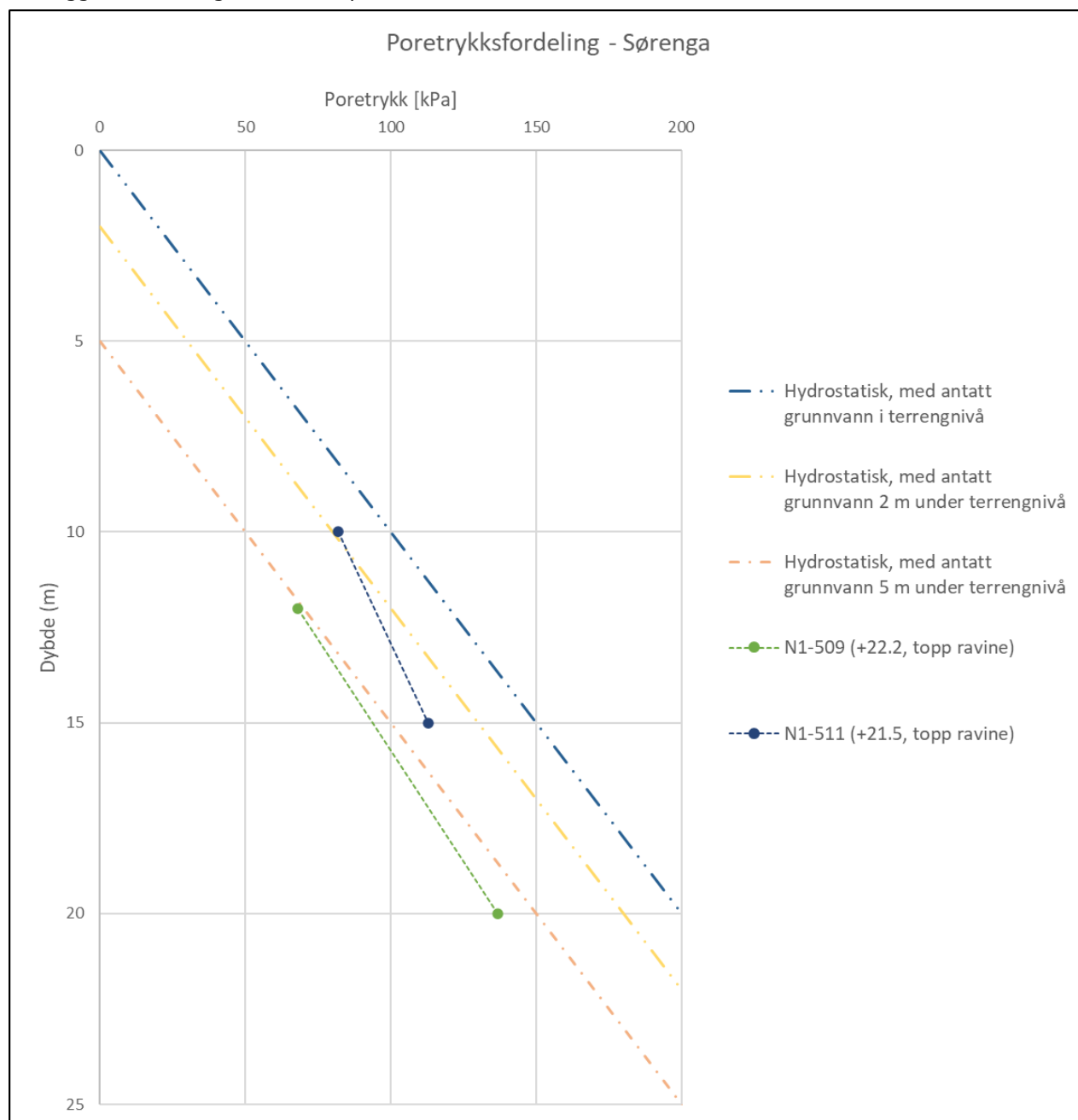
Figur 14: Poretrykksfordeling med dybden, sammenstilling av alle tilgjengelige poretrykksmålinger innenfor prosjektområdet. Hydrostatisk fordelt poretrykk opptegnet som referanse.



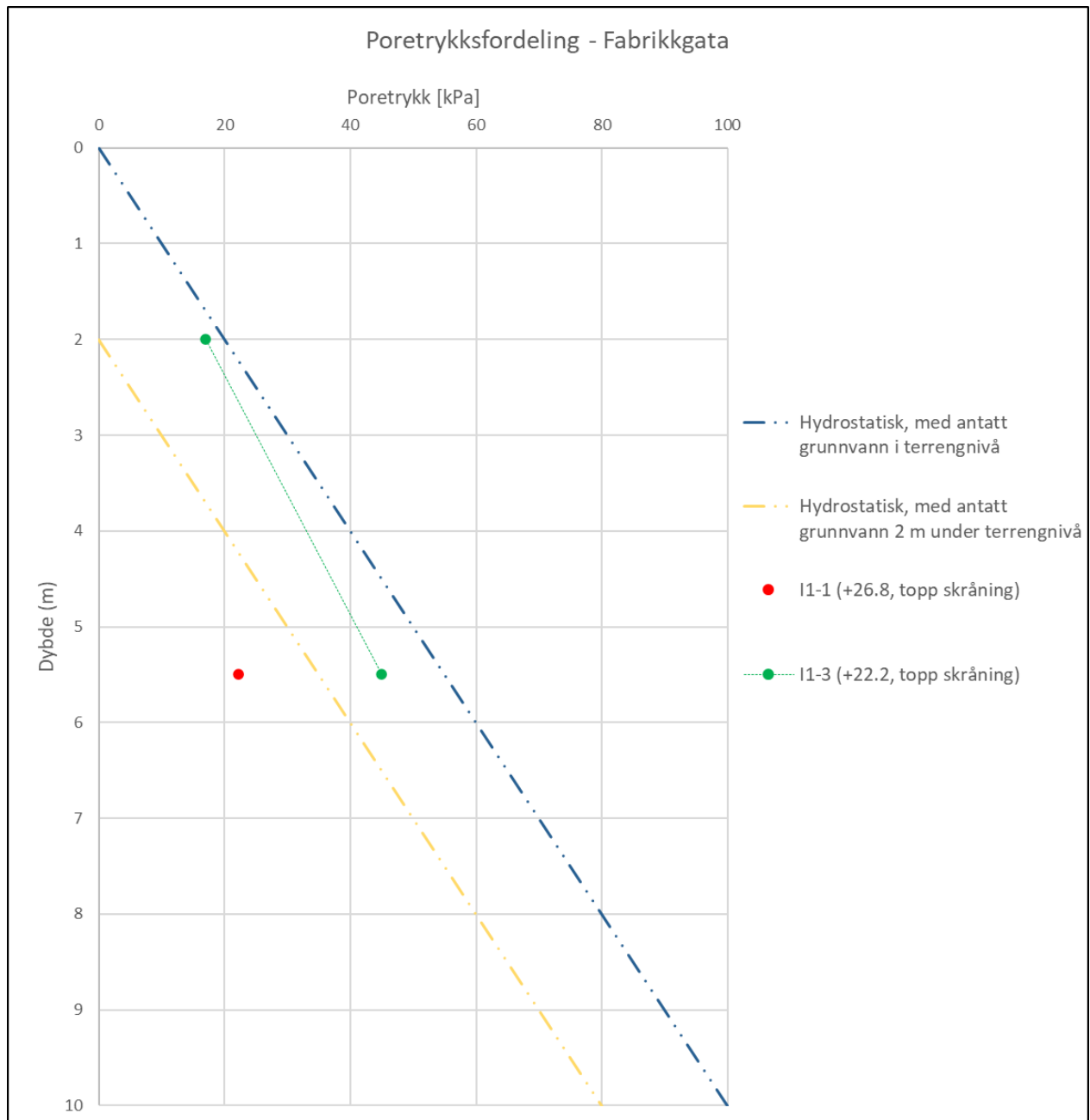
Figur 15: Poretrykksfordeling med dybden. Sammenstilling av poretrykksmålinger i området Smørgrav-Vålen. Hydrostatisk fordelt poretrykk opptegnet som referanse.



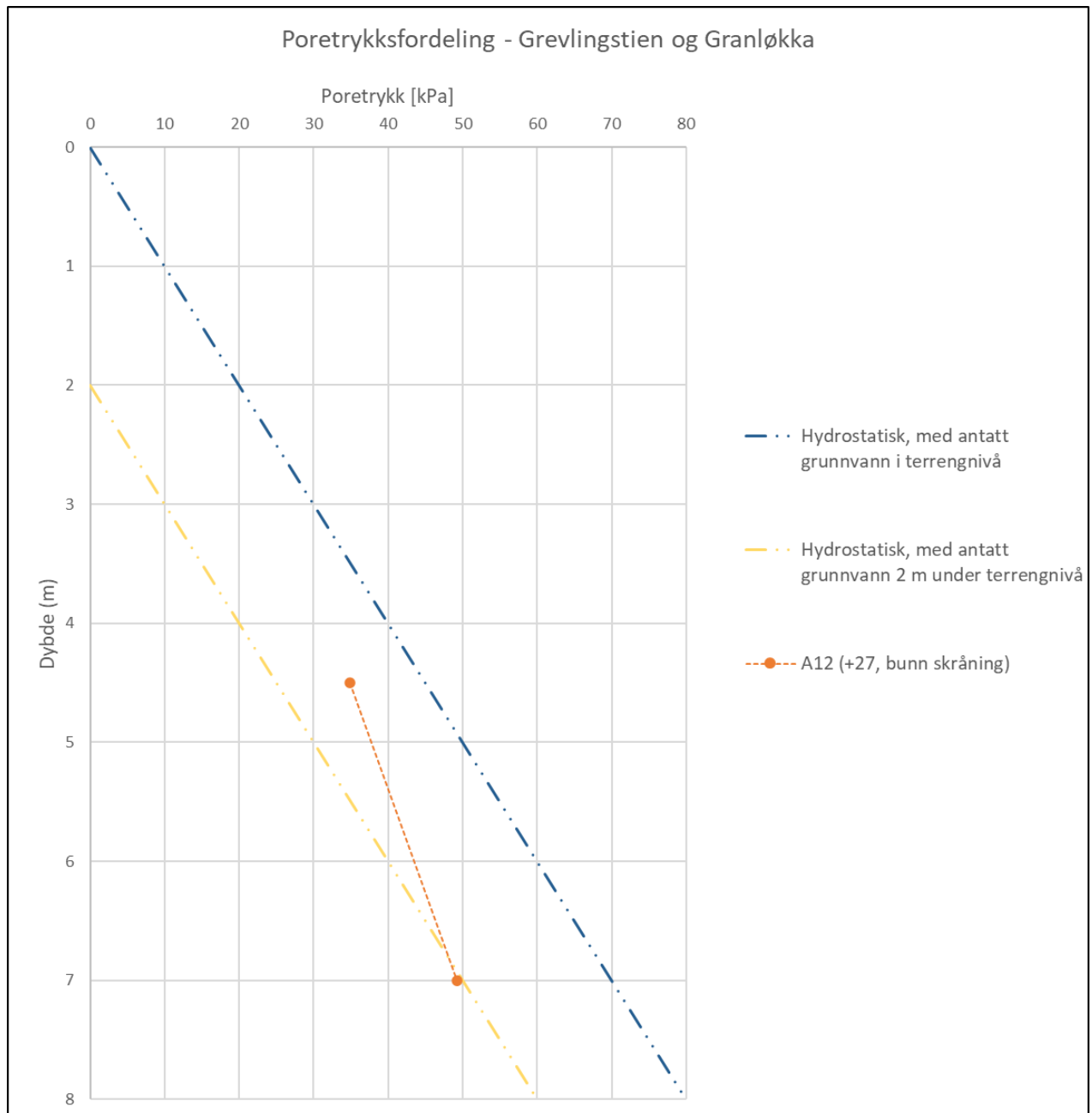
Figur 16: Poretrykksfordeling med dybden. Sammenstilling av poretrykksmålinger i området Vestfossen idrettspark. Hydrostatisk fordelt poretrykk opptegnet som referanse.



Figur 17: Poretrykksfordeling med dybden Sammenstilling av poretrykksmålinger i området ved sone Sørenga. Hydrostatisk fordelt poretrykk opptegnet som referanse.



Figur 18: Poretrykksfordeling med dybden – sammenstilling av poretrykksmålinger i området ved sone Fabrikkgata. Hydrostatisk fordelt poretrykk opptegnet som referanse.



Figur 19: Sammenstilling av poretrykksmålinger i området ved Grevlingstien og Granløkka. Hydrostatisk fordeling av poretrykk er opptegnet som referanse.

2.0 ESTIMERING AV UDRENERT SKJÆRFASTHET

I forbindelse med beregninger av stabilitet for flere av de kritiske snittene i prosjektet er det ikke tilgjengelig grunnlag fra grunnundersøkelser (laboratorieundersøkelser og CPTU) for bestemmelse av skjærfastheten. I slike tilfeller har det vært behov for en alternativ måte å estimere skjærfastheten. Sammenstilling av ødometerforsøk for tilbakeberegning av tidligere terreng gir ikke en korrelasjon som er god nok til å benyttes for hele prosjektområdet.

2.1 PARAMETERVALG - KONSTANTER

NIFS rapport 56/2014 [6] er benyttet som grunnlag for estimering av skjærfasthet. Følgende formel er benyttet

$$s_u = \sigma'_{v0} \cdot S \cdot OCR^m = \sigma'_{v0} \cdot S \cdot \left(1 + \frac{POP}{\sigma'_{v0}}\right)^m \cdot OCR_\tau^m$$

Der

POP: overkonsolideringsgrad beregnet fra overlagring

OCR_τ: overkonsolideringsgrad som skyldes kryp.

I NIFS-rapporten [6] er det bestemt overkonsolideringsgrad som skyldes kryp (OCR_τ) bør velges til mellom 1-1.5 for Vestfossen. I våre estimat er det benyttet 1.2, da dette gir en god korrelasjon med tolkning av CPTU-resultater fra området.

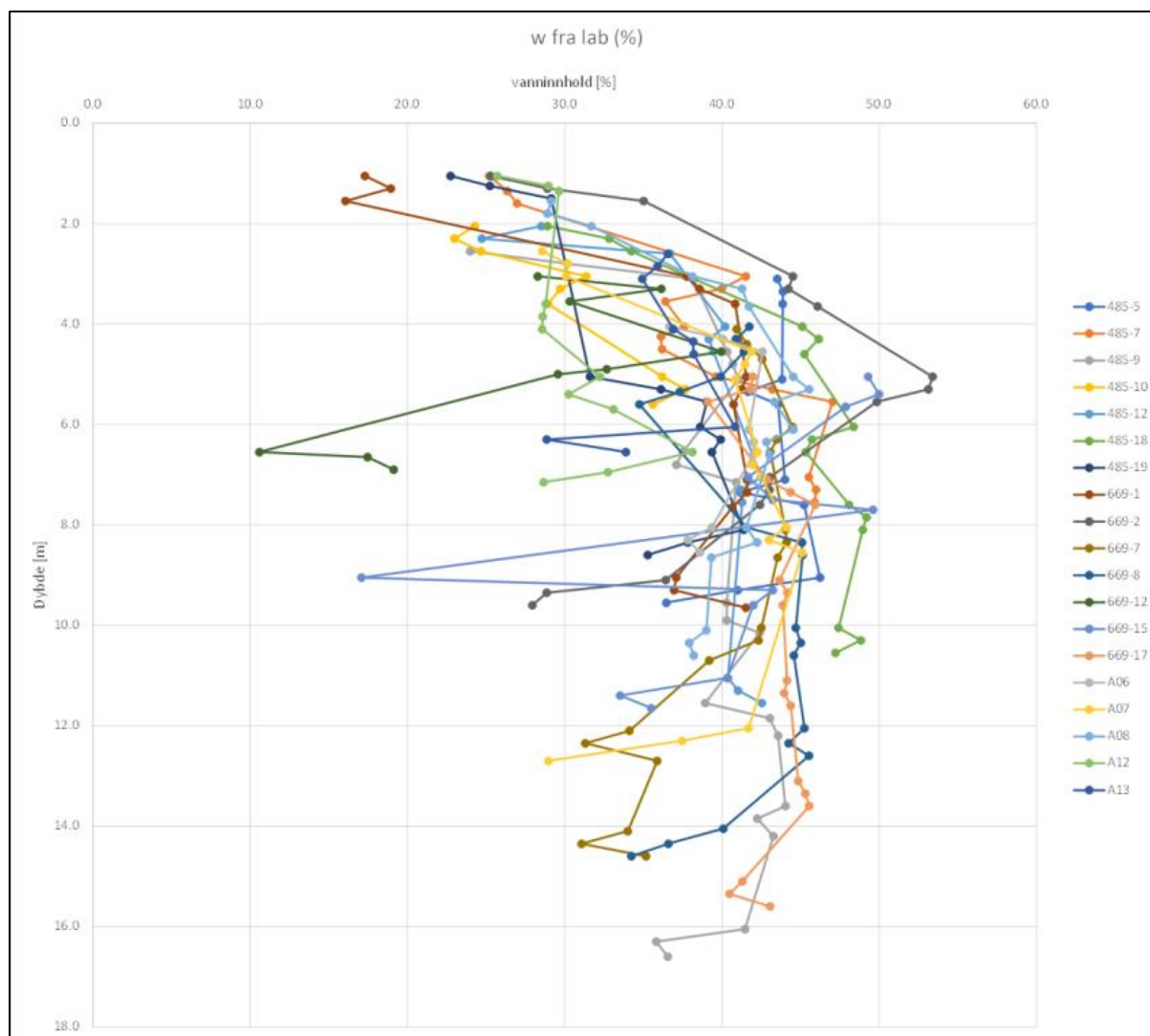
Iht. NIFS-rapporten [6] er minimumstyrke i toppen av suA-profilene satt til 31 kPa for stabilitetsvurderinger ved Vestfossen. Vi har gjort samme antagelse for vår vurdering i dette prosjekt.

S- og m-faktorene er bestemt iht. [1], basert på vanninnhold.

$$S = (0.27 + 0.10w)$$

$$m = (0.58 + 0.33w)$$

Figur 20 viser grafisk fremstilling av vanninnholdet w målt i laboratorieanalyser for prøver vist i datarapport fra COWI[3]. Som vist i figuren er vanninnholdet generelt mellom 30-50% for de analyserte prøvene, med størst vekt av resultater ved ca. 40-45%. Tabell 2.1 viser resultater for S og m for ulike vanninnhold.



Figur 20: Vanninnhold fra laboratorieanalyse [3]

Tabell 2.1: S og m beregnet for ulike vanninnhold

w	S	m
0.3	0.3	0.679
0.35	0.305	0.6955
0.4	0.31	0.712
0.45	0.315	0.7285
0.5	0.32	0.745

Basert på Tabell 2.1 velges følgende verdier for S og m:

S=0.3
m=0.72

Merk at i tolkning av skjærfasthet fra CPTU-sonderinger (Vedlegg 4) er det benyttet standardverdier for S og m ($S=0.25$, $m=0.65$) for SHANSEP. Det er kontrollert hvorvidt oppdaterte verdier påvirker tolkning av su_A fra CPTU-sonderinger. Det konkluderes med at det ikke har noen betydning for tolket skjærfasthet, og vedlegg 4 er derfor ikke oppdatert med dette.

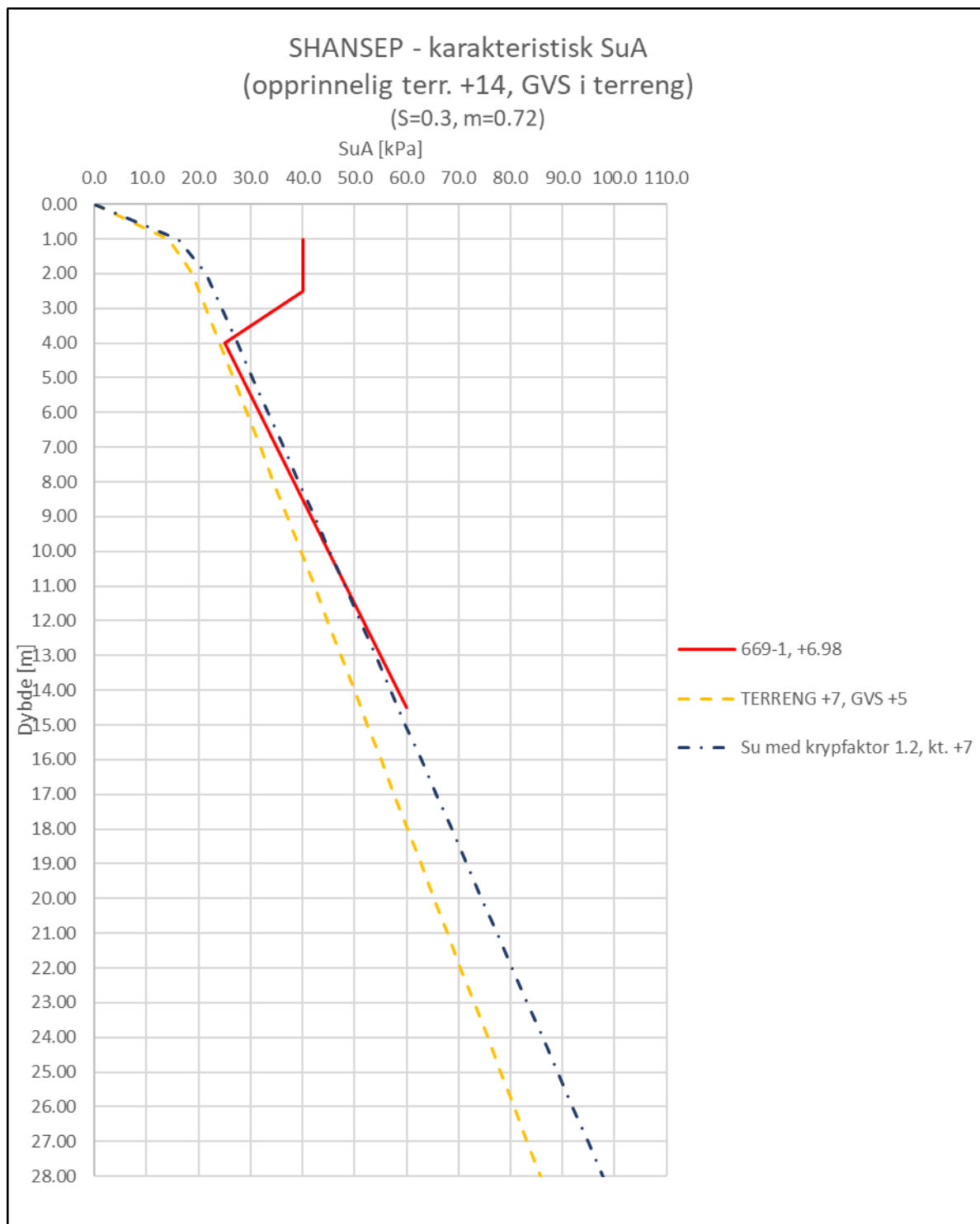
2.2 TIDLIGERE TERRENG

Tidligere terreng er tilbakeregnet for hvert enkelt beregningssnitt, basert på dagens terreng samt CPTU-resultater fra skråningene. Basert på dette er det anslått et tidligere terrengnivå for hvert beregningssnitt, som i sin tur er benyttet til å bestemme skjærfasthet i knekkpunktene til snittene. Tabell 2.2 lister opp CPTU-sonderinger som er benyttet for tilbakeberegning av terreng for hvert beregningssnitt, og Figur 21-30 viser resultatene for beregningen.

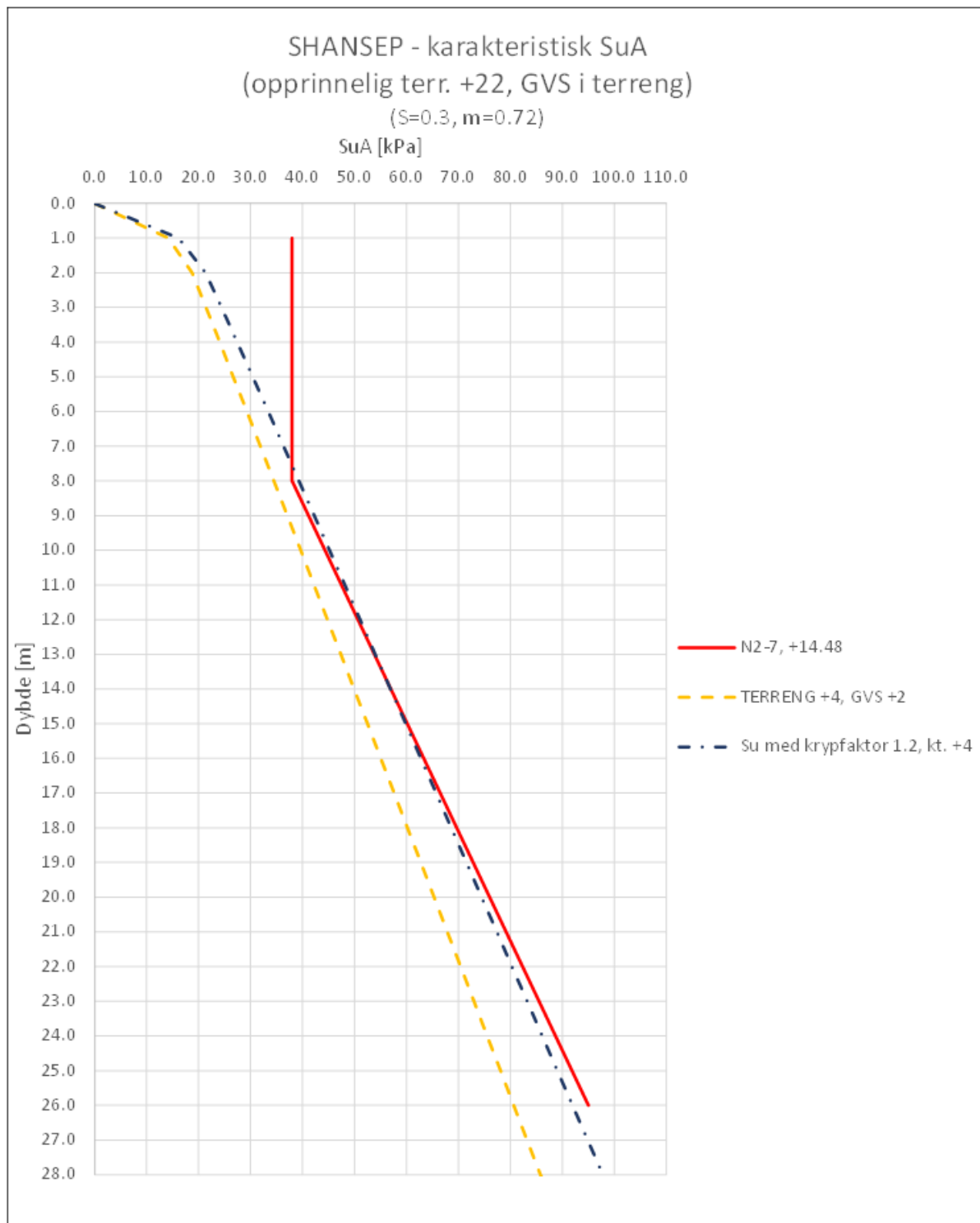
I vurderingene er tidligere grunnvannstand antatt å ha ligget i nivå med datidens terreng.

Tabell 2.2: Oversikt tilbakeregning av terreng

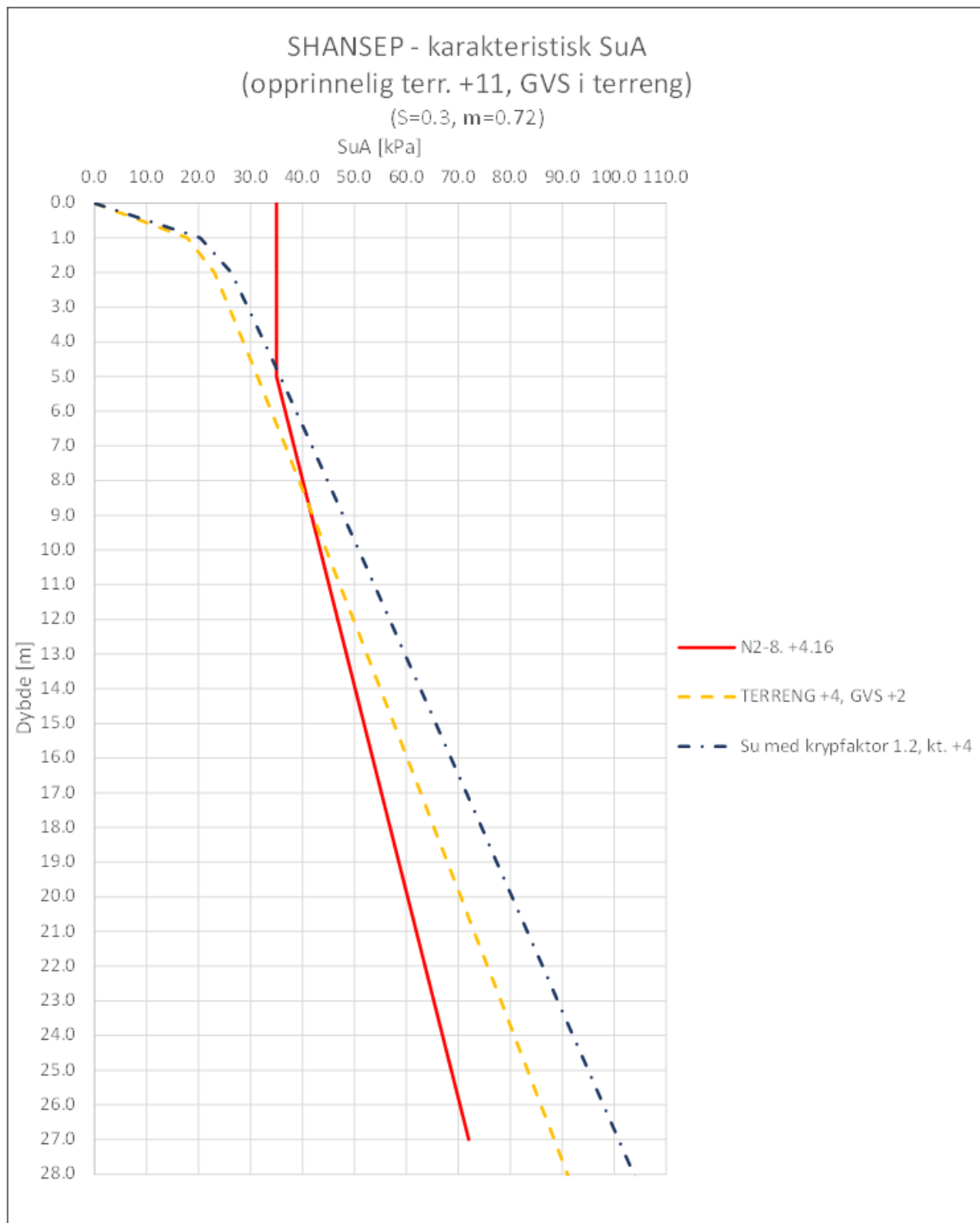
Ref. rapport	Snitt	CPTU fra pkt. benyttet for tilbakeberegning	Figur	Dagens terreng	Tilbakeregnet terreng	Forskjell fra dagens terreng (m)	Kommentar
R-01	V1	669-1	Figur 21	+6.98	+14	7	
R-01	V4	N2-7	Figur 22	+14.48	+22	7.5	
R-01	V4	N2-8	Figur 23	+4.16	+11	6.8	Dårlig korrelasjon for dette punktet. CPTU-tolkning er basert på laveste grense for skjærfasthet i dybden. Mest sannsynlig er faktisk skjærstyrke høyere enn tolkning fra CPTU i denne dybden.
R-01	S2	N2-505	Figur 24	+18.21	+22	3.8	
R-01	S2	N2-506	Figur 25	+11.21	+22	10.8	
R-01	S2/S4	N2-525	Figur 26	+20	+21	1	Tilbakeregnet terreng for dette punktet er benyttet for sørsiden av snitt S4
R-01	S4	485-8	Figur 27	+24	+24	0	Tilbakeregning av terreng uten krypfaktor gir best resultat her.
R-02	A3-4	R648-A8	Figur 28	+37	+40	3	
R-02	A4-2	A07	Figur 29	+41	+44	3	
R-03	S3	NC-3	Figur 30	+21.7	+22	0	Tilbakeregning av terreng med krypfaktor gir best resultat her.



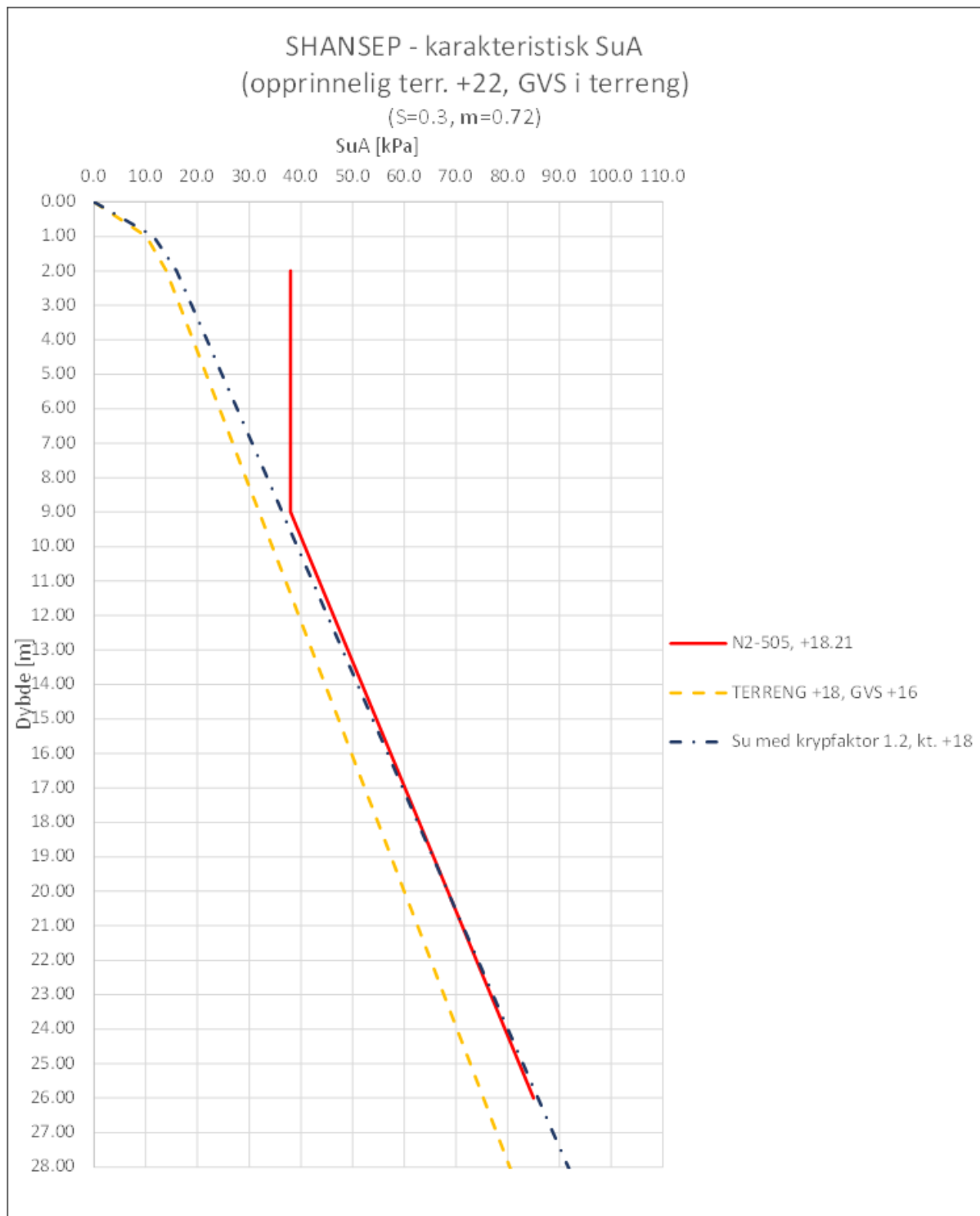
Figur 21: Tilbakeregnet terreng for pkt. 669-1



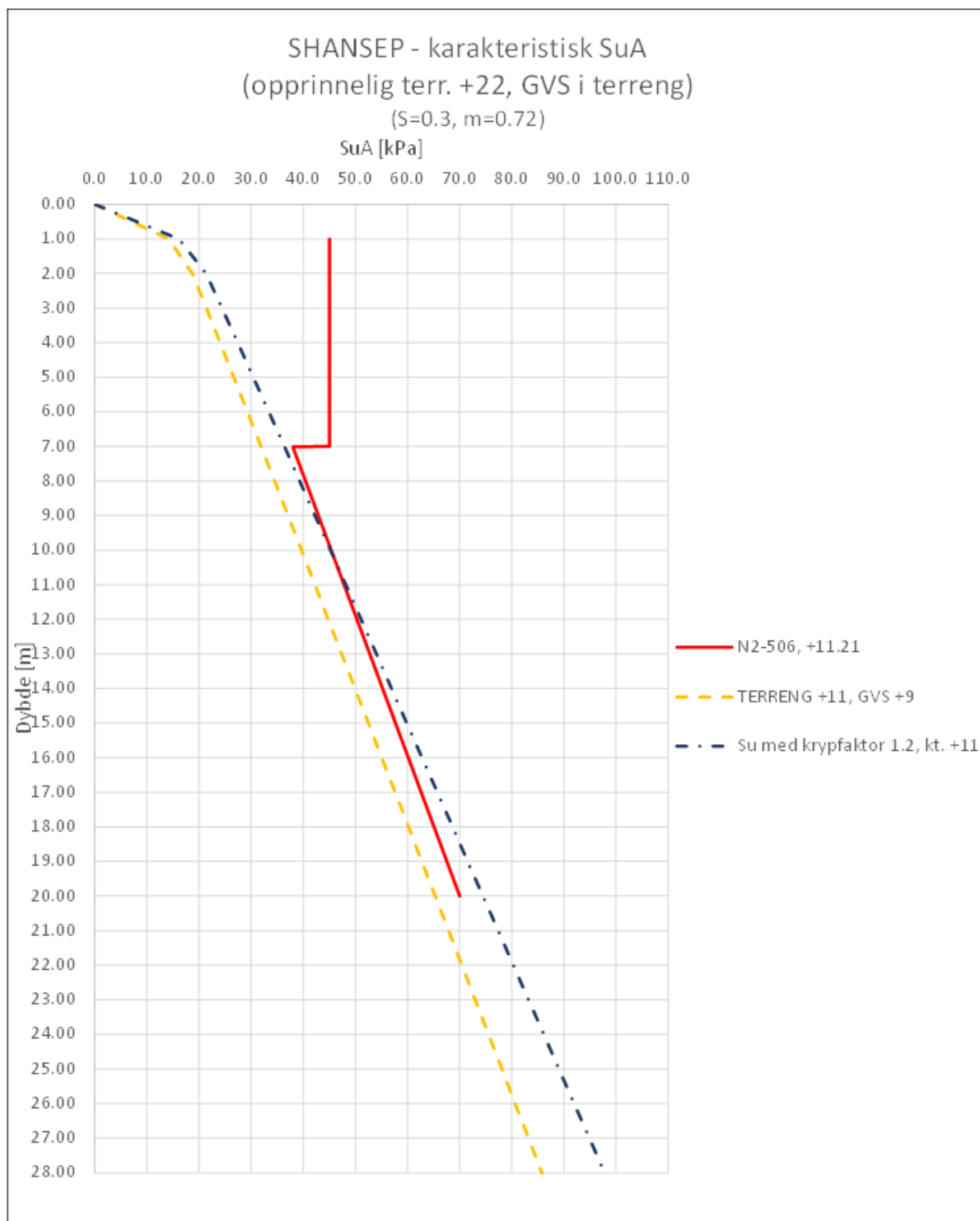
Figur 22: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-7



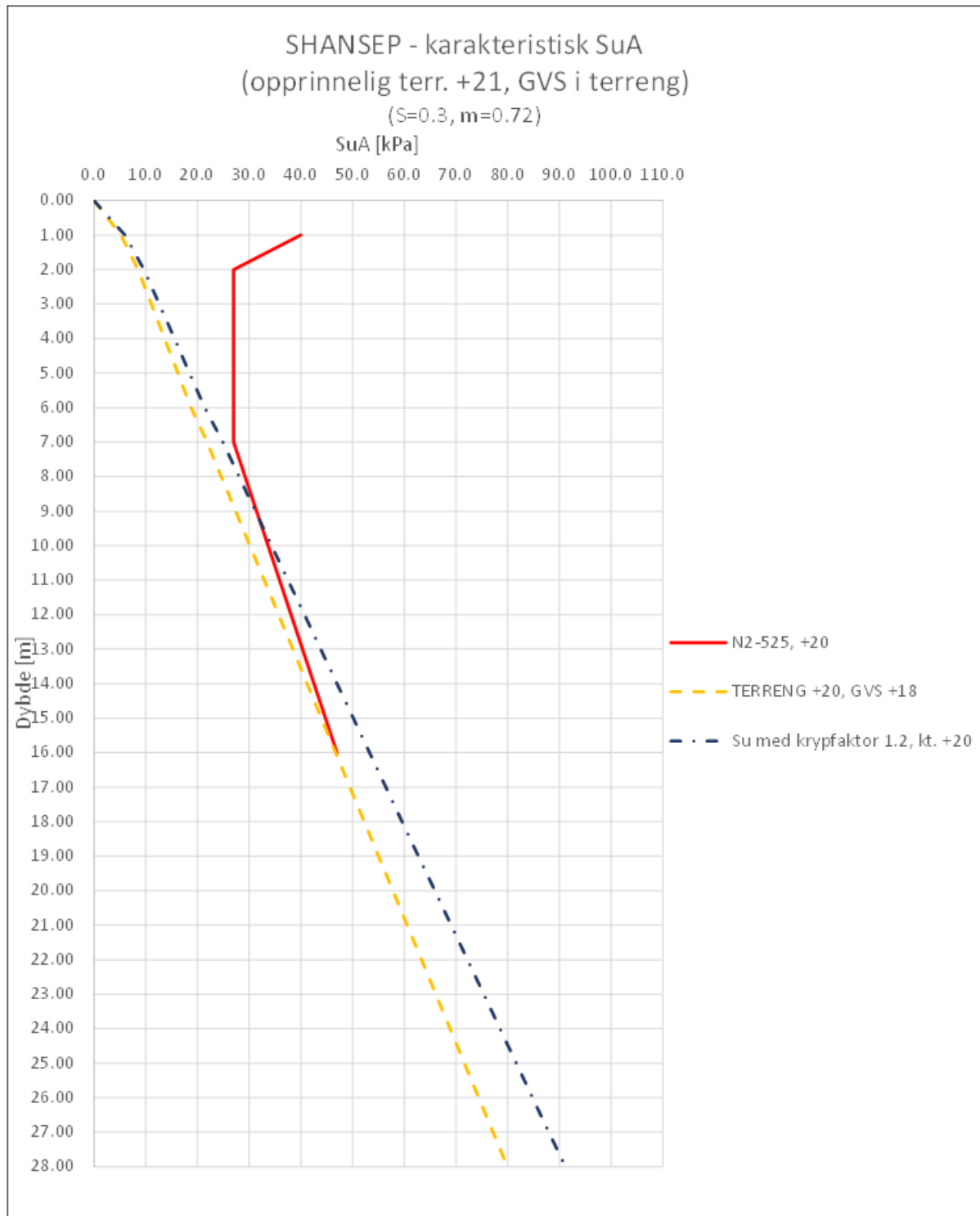
Figur 23: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-8



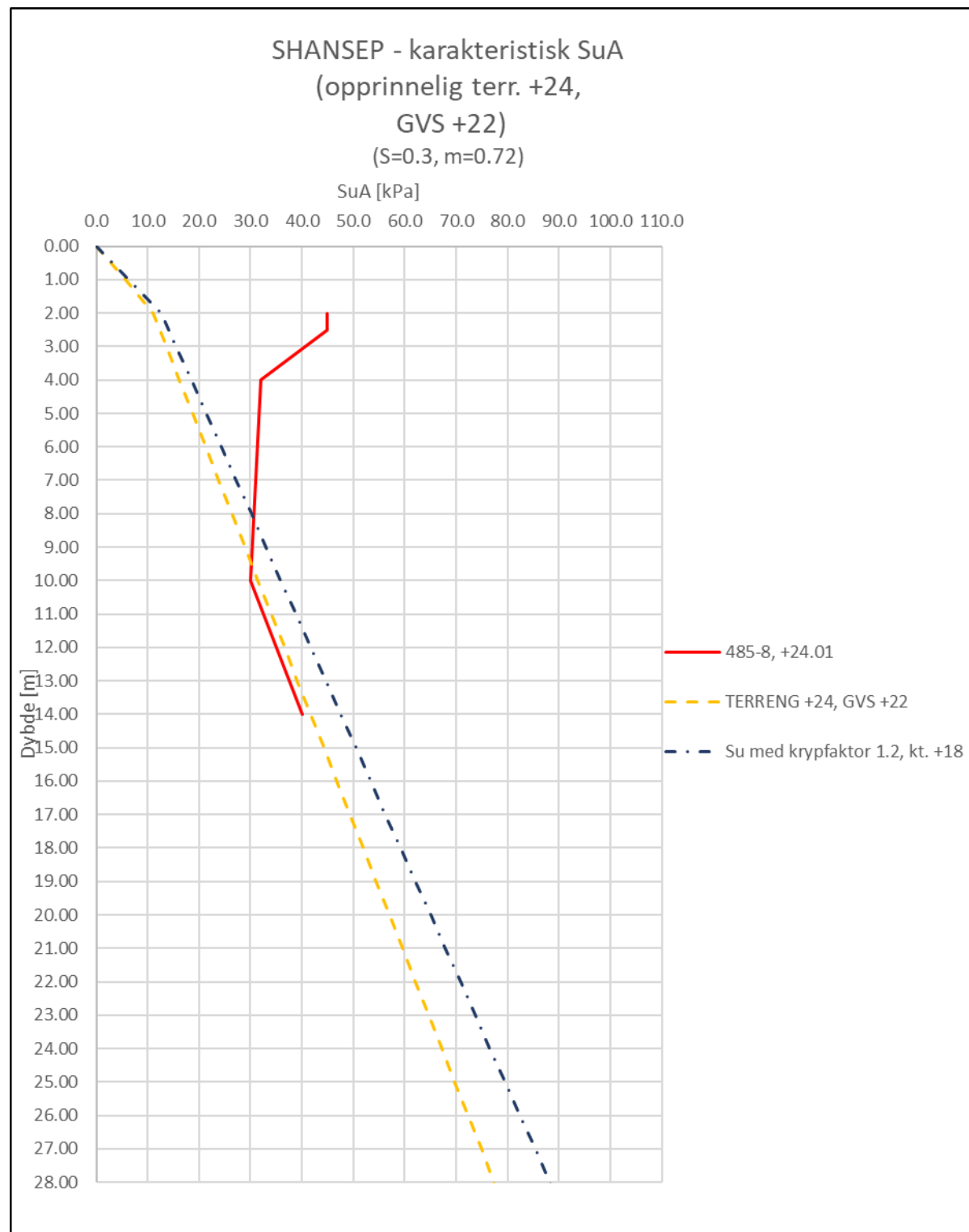
Figur 24: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-505



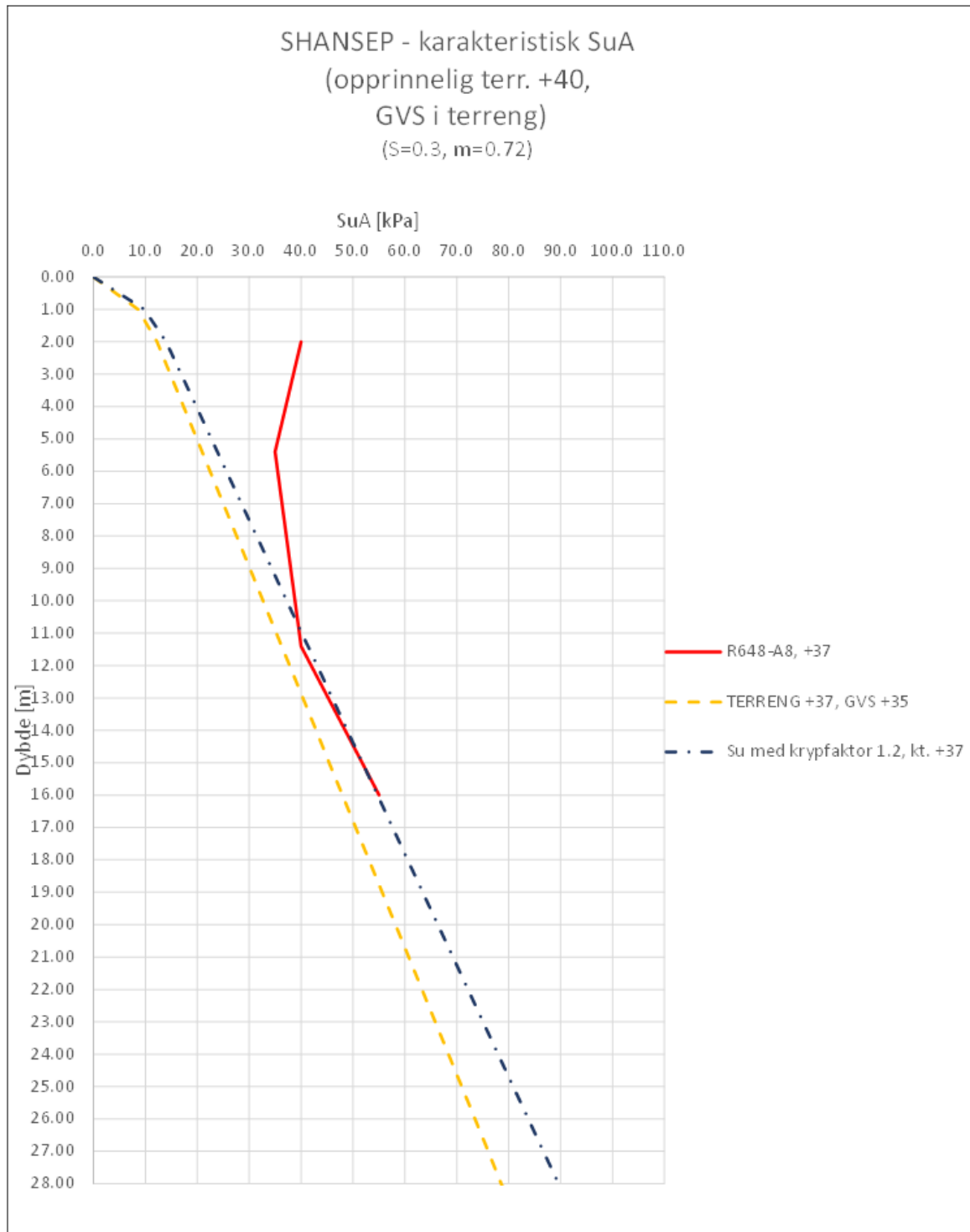
Figur 25: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-506



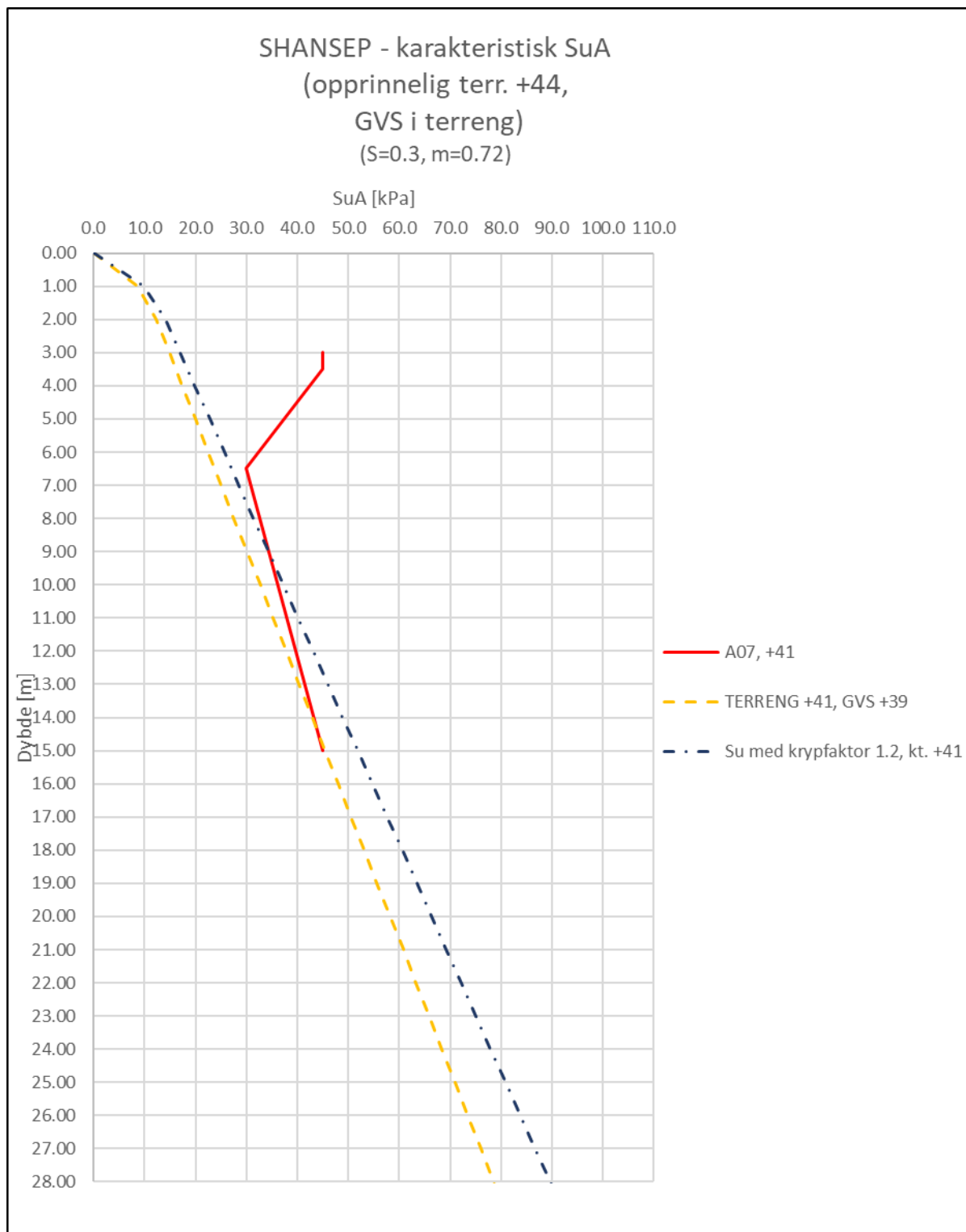
Figur 26: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-525



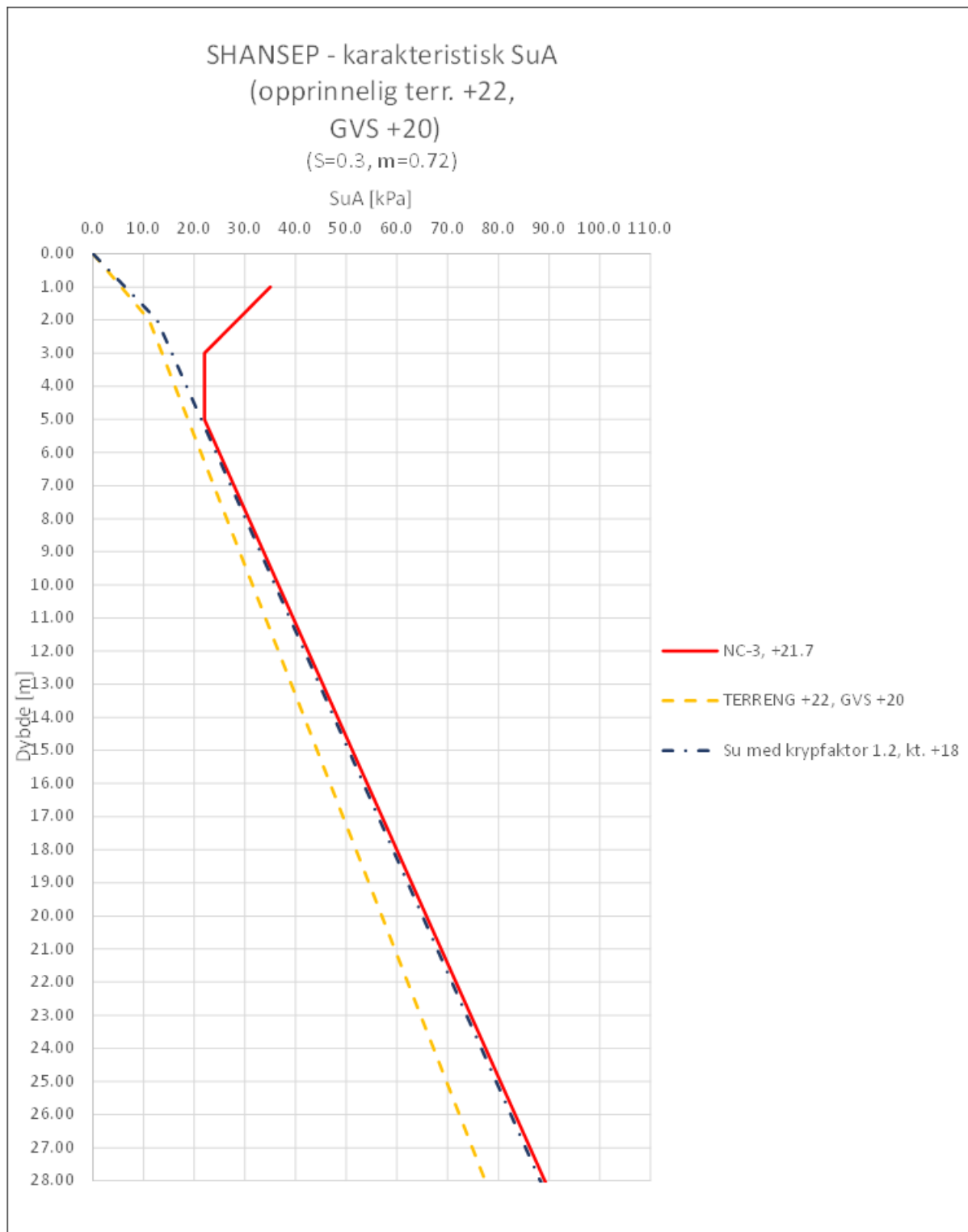
Figur 27: Tilbakeregnet terreng for pkt. 485-8



Figur 28: tilbakeregnet terreng for pkt. R648-A8



Figur 29: Tilbakeregnet terreng for pkt. A07



Figur 30: tilbakeregnet terreng for pkt. NC-3

3.0 REFERANSER

- [1] K. Karlsrud and F. G. Hernandez-Martinez, "Strength and deformation properties of Norwegian clays from laboratory tests on high-quality block samples," 2013.
- [2] NGI, "Stabilitetsforholdene Strandajordet Vestfossen etter utglidningen den 11. september 1984," 85002-1, Apr. 1985.
- [3] COWI, "Grunnundersøkelser for utredning av kvikkleireskredfare Vestfossen, Øvre Eiker. Geoteknisk datarapport.," Apr. 2023.
- [4] Innlandet Geoteknikk AS, "Geoteknisk datarapport - Vestfossen kirke, Øvre Eiker kommune," 21-0111-1, Apr. 2022.
- [5] NGI, "Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune - Grunnundersøkelser," 20071671-2, Jun. 2009.
- [6] NGI, "Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Effekt av progressiv bruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire: Tilbakeregning av Vestfossenskredet," 56/2014, 2014.

Vedlegg 2

Klassifisering av faresone



				Skadekonsekvens			
				Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi
				Konsekvens, score			
				3	2	1	0
				Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
				>50	10 - 50	< 10	Ingen
				Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
				>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
				Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
				Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
				Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
				Sum	20	45	30
				% av maksimal poengsum	44 %	15	0
				Konsekvensklasse			
				Alvorlig			
				Evalueringsfaregrad			
				Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi
				Faregrad, score			
				3	2	1	0
				Tidligere skredaktivitet	Høy	Noe	Lav
				Skråningshøyde, meter	> 30	20 - 30	15 - 20
				Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0
				Poretrykk	> +30, >-50	10 - 30, -(20 - 50)	0 - 10, -(0 - 20)
				Kvikkleiremektighet	>H/2	H/2 - H/4	<H/4
				Sensitivitet	>100	30 - 100	20 - 30
				Erosjon	Aktiv/glidning	Noe	Lite
				Inngrep	Stor	Noe	Liten
				Sum	51	34	16
				% av maksimal poengsum	63 %	16	0
				Faregrad			
				Høy faregrad			
				Risikoverdi (skadekons. x faregrad)			
				2772	Aktuell risikoklasse		4
				Risikoklasse	1	0	170
				Risikoklasse	2	171	630
				Risikoklasse	3	631	1900
				Risikoklasse	4	1901	3200 X
				Risikoklasse	5	3201	10000

Begrunnelse for soneklassifisering

Bestemmelse av **faregradsklasse** er gjort iht. metodebeskrivelsen i NVEs eksterne rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred» kapittel 4.1.

Bestemmelse av **skadekonsekvensklasse** er gjort iht. metodebeskrivelsen i NVEs eksterne rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred» kapittel 4.2.

1 Soneklassifisering av *Smørgrav-Vålen*

Kvikkleiresonen *Smørgrav-Vålen* er vurdert i fire kritiske profiler; snitt V1, V4, S2 og S4. Faregrad er vurdert for alle de kritiske snittene. Evalueringen gir snitt V4 høyest score, og er dermed verdien som benyttet i totalvurderingen for hele sonen.

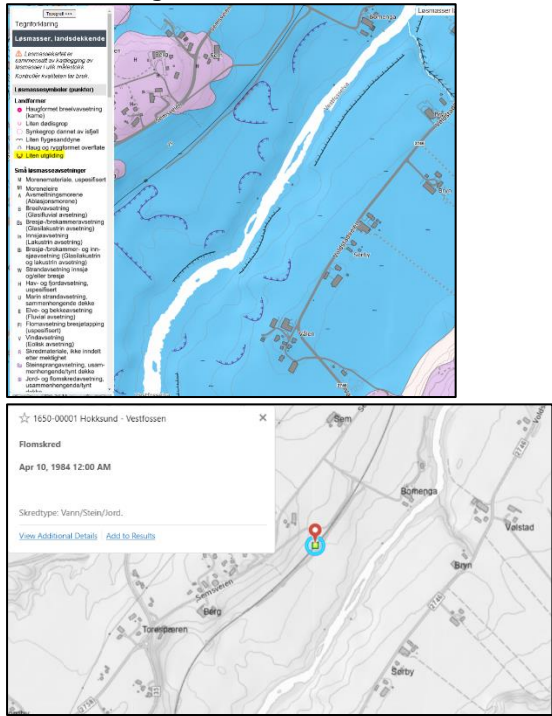
Plassering av snittene i plan er vist på tegning V01-1-1. Profiltegning med lagdeling for snittene er vist i følgende tegninger:

- V1: V01-2-1 / V01-2-2
- V4: V01-2-3/ V01-2-4
- S2: V01-2-5/ V01-2-6
- S4: V01-2-7/ V01-2-8

For bestemmelse av konsekvensklasse er det gjort en totalvurdering for hele sonen.

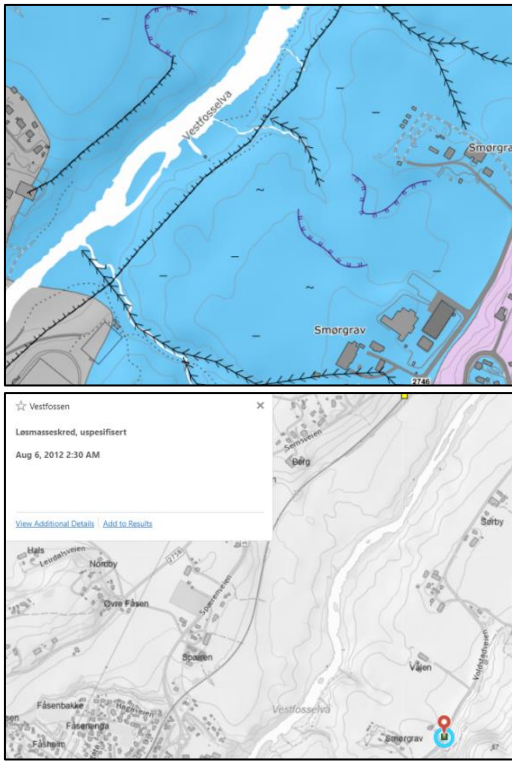
1.1 Faregradsklasse (sannsynlighet) for Smørgrav-Vålen

1.1.1 Faregradsevaluering for snitt V1

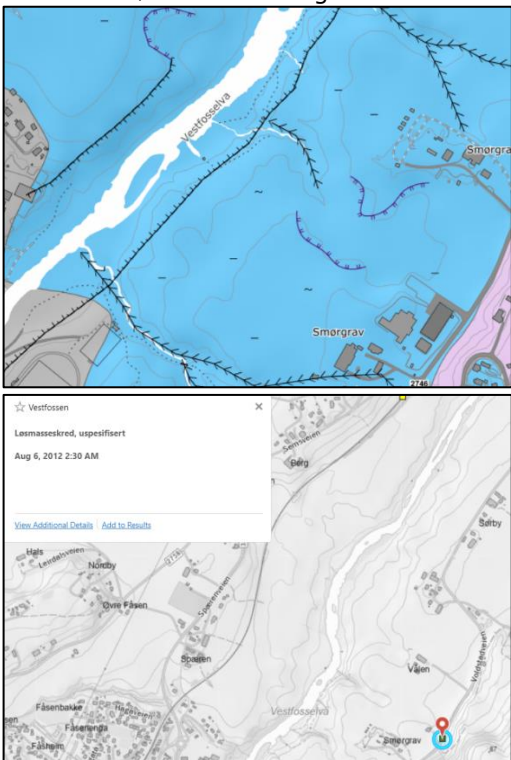
Punkt	Kommentar	Score
1	Iht. NGU løsmassekart har det vært flere utglidninger i sonen. NVE atlas viser også flomskred forholdsvis nærme snittet. 	3
2	H=22.5m (H: total skråningshøyde innenfor løsneområdet, målt fra innmålt elvebunn)	2
3	OCR i mest kritiske glidesirkel (laveste beregnede sikkerhetsfaktor) fra CPTU i pkt. 669-1, dybde 15 m (kt. -10). OCR 1.5-2	1
4	Med utgangspunkt i piezometer i pkt. 669-18 (benyttet i beregning) er det hydrostatisk fordelt poretrykk her.	0
5	H=22.5 m (total skråningshøyde innenfor løsneområdet) $H_{QC} = 7.6\text{m}$ på det mektigste (målt ved pkt. 669-13) $7.6/22.5 = 0.337$. H/2 – H/4.	2
6	Sensitivitet i punkt 669-2, dybde 7 m: 111	3
7	Observert på befaring: litt erosjon i siden av Vestfosselva, se vedlegg 5. NB: konservativ vurdering av erosjonsforhold, da det var snø på befaringstidspunktet, og derfor vanskelig å vurdere.	1
8	Kart fra 1965 viser ikke noen større forskjeller fra dagens situasjon. Har ikke data for lenger tilbake enn dette.	0

Punkt	Kommentar	Score
1	Høy – NGU løsmassekart viser flere små utglidninger. Støttes av NVE atlas.	3
2	H = 26m (H: total skråningshøyde innenfor løснеområdet, målt fra innmålt elvebunn)	2
3	OCR i mest kritisk skjærflate (laveste beregnede sikkerhetsfaktor), kote -8. Tilsvarende dybde 20 m for pkt. N2-7: OCR: 1.3	2
4	Poreovertrykk nederst i skråningen (fra piezo i pkt. N2-8, og litt i pkt. N2-7).	2
5	H = 26m (H: total skråningshøyde innenfor løснеområdet $H_{QC} = 20$ ca. (H_{QC} tolket i pkt. N2-13, fra skråningsbunn/elvebunn på kt. ca. +0.5) $20/26=0.77$, >H/2	3
6	Fra pkt. 669-8: St>100, men pkt. N2-7 har St for det meste <10.	3
7	Observerert på befaring: litt erosjon i siden av Vestfosselva, se vedlegg 5. NB: konservativ vurdering av erosjonsforhold, da det var snø på befaringstidspunktet, og derfor vanskelig å vurdere.	1
8	Eldste tilgjengelige kart (1965) tyder på at det er gjort en del endringer ved gården, både på gårdstun og litt nedover jorden. Ser dog ikke ut som store endringer. Det antas at dette er i størrelsesorden <2m.	1

1.1.3 Faregradsevaluering for snitt S2

Punkt	Kommentar	Score
1	Både NGU løsmassekart og NVE atlas viser tidligere skredhendelser. 	3
2	H=25m (H: total skråningshøyde innenfor løsneområdet, målt fra innmålt elvebunn)	2
3	OCR i dybde til kritisk skjærflate: kote -17.5. OCR ≈ 1 Basert på CPTU i pkt. N2-506.	3
4	Har piezometer i pkt. N2-505: svakt poreundertrykk - men tilnærmet hydrostatisk.	0
5	$H_{QC} = 16 \text{ m ca.}$ (målt ved pkt. N2-525) $16/25=0.64$. >H/2	3
6	Fra 485-9: høyeste verdi er St=26 Fra N2-505: høyeste verdi er St=77	2
7	Observert på befaring: litt erosjon i siden av Vestfosselva, se vedlegg 5. NB: konservativ vurdering av erosjonsforhold, da det var snø på befaringstidspunktet, og derfor vanskelig å vurdere.	1
8	Eldste tilgjengelige kart (1965) tyder på at det ikke er utført større inngrep. Ser ut til at det kanskje er gjort en oppfylling i en liten terrengnedsenkning i nedre del av skråningen, men det antas at dette er i størrelsesorden <2m.	1

1.1.4 Faregradsevaluering for snitt S4

Punkt	Kommentar	Score
1	Både NGU løsmassekart og NVE atlas viser tidligere skredhendelser. 	3
2	H=10m (H: målt fra ravinebunn til høyeste pkt. mot sør (største høyde))	1
3	Kritisk glideflate på kote +6.2 i ravinebunn. Har ikke måling der, men må regne med at det er forholdsvis overkonsoliderte forhold siden ravinebunn. Velges konservativ verdi: OCR 1.2-1.5	2
4	Med utgangspunkt i piezometer i pkt. N2-505 (nærmeste poretrykksmål) antas poretrykk å være hydrostatisk fordelt her.	0
5	H=10 m (total skråningshøyde innenfor løsneområdet) $H_{QC} = 4.5\text{m}$ (målt ved pkt. 485-7) $4.5/10 = 0.45$. H/2 – H/4.	2
6	Sensitivitet i punkt 485-7: <20	0
7	Observert på befaring: noe erosjon enkelte steder i ravinen, svært nært snitt S4. Se vedlegg 7.	2
8	Historiske kart tyder på litt inngrep ved Smørgrav gård (gnr./bnr.: 26/2), både i form av nye bygg og terrenginngrep. Størrelsesorden er ukjent, men antas å være i størrelsesorden <2 m.	1

1.2 Skadekonsekvensklasse for *Smørgrav-Vålen*

Punkt	Kommentar	Score
1	Spredt >5	2
2	Det er flere fjøs/driftsbygninger innenfor landbruk innenfor sonen. I tillegg galleri (Sanselåven). XL-BYGG Smørgrav sag ligger rett utenfor sonen. Det vurderes at det totalt sett ikke er forventet stort personopphold. Antar <10 personer	1
3	Enkelte steder er det bygg av verdi, slik som på Bryn (gnr./bnr.: 21/1) hvor det iht. kartverket finnes kulturminne (stabbur). Tas også høyde for at det kan finnes tilsvarende bebyggelse av verdi innenfor sonen tilhørende andre gårdsbruk.	1
4	Voldstadveien: ÅDT=1100	2
5	Toglinje på andre siden av elven utenfor sonen	0
6	Kraftlinje langs Volstadveien og ned mot Vestfosselva. Lokal.	0
7	Et områdeskred med utløpssone i Vestfosselva vil kunne medføre oppdemning ved Vestfossen idrettspark. Potensielt vil industriområder rammes av oppdemming (Vestfossen kraftverk m.m.).	2

Vedlegg 3

CPTU-tolkning –

Generell beskrivelse av metodikk

AFRY bruker verktøy/regneark for CPTU-tolkning som er utviklet av Statens vegvesen (<https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/geofag/geoteknikk/cptu/>). Følgende referanser er brukt i utviklingen av regnearket. Beskrivelse av korrelasjoner for udrenert skjærfasthet (SuA) som er brukt i regnearket er presentert i dette vedlegg. Korrelasjoner for øvrige jordparametere er ikke presentert. Beskrivelse av spesielle korrelasjoner oversendes ved oppfordring. Vi gjør oppmerksom på at regnearket er et «standard»-verktøy som er brukt i mange konsulenter i den geotekniske bransjen i Norge.

Nr.	Referanse	Forfattere	Publisert
1	Cone penetration testing in geotechnical practice	Lunne, T., Powell, John J.M., Robertson, P.K.,	1997
2	CPTU correlations for clays. Proceedings of the 16th international conference on soil mechanics and geotechnical engineering.	Karlsrud, K., Kort D.A., Lunne, T., Strandvik, S.	2005
3	Strength and deformation properties of fine grained soils obtained from piezocone tests	Sandven, R.	1990
4	CPT-sondering. Utrustning-utförande – utvärdering. En in-situ metod för bestämning av jordlagerföljd och egenskaper i jord.	Larsson, R.	2007
5	Geoteknikk i vegbygging – veiledning	Statens vegvesen	2010
6	Guide to cone penetration testing	Cabal-Robertson, K.L., Robertson, P.K.	2014
7	Peleveidningen	Den Norske pelekommité	2012
8	Valg av karakteristisk cuA-profil basert på felt – og laboratorieundersøkelser. NIFS 2014-R077	Christensen, S., Fauskerud, O.A., Gjelsvik, V., Nordal, S., Oset, F., Strand, S., Thakur, V., Viklund, M.	2014
9	Cone penetration testing. National cooperative highway research program. Synthesis 368	Mayne, P.	2007
10	En omforent anbefaling for bruk av anisotropi i prosjektering i norske leirer. NIFS 2014-R014	Christensen, S., Fauskerud, O.A., Gjelsvik, V., Oset, F., Strand, S., Thakur, V., Viklund, M.	2014
11	Detektering av kvikkleire – Sluttrapport. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. NIFS 2015-R126	Sandven, R., Montafia, A., Gylland, A.S., Pfaffhuber, A.A., Kåsin, K., Long, M.	2015
12	Statistical relationships between piezocone measurements and stress history of clays. Link https://www.researchgate.net/profile/Paul_Mayne/publication/237380380_Statistical_relationships_between_piezocone_measurements_and_stress_history_of_clays/links/54da4a1c0cf233119bc29f38/Statistical-relationships-between-piezocone-measurements-and-stress-history-of-clays.pdf	B.S.Y. Chen, P.W.Mayne	2011

Figur 1: Referanseliste for utvikling av Statens vegvesen CPTU-regneark.

Følgende formel brukes for tolkning av aktiv udrenert skjærstyrke (SuA)

Basert på spissmotstand: $S_{uA} = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}}$

der:

- q_t = korrigert spissmotstand
- σ_{v0} = in situ vertikalt overlageringstrykk
- N_{kt} = bæreevnemotstand, spissmotstand basert

Basert på effektiv spissmotstand: $S_{uA} = \frac{q_t - u}{N_{ke}}$

der:

- q_t = korrigert spissmotstand
- u = det målte totale poretrykket i jorden ved nedpressing av sonden

Basert på poreovertrykk: $S_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{ku}}$

der:

- Δu = poreovertrykk i referansenivå like bak konisk del ($u_2 - u_0$)
- N_{ku} = bæreevnemotstand, poretrykksbasert

Det er lagt opp med 2 modell for beregning av N-faktorer Bæreevnemotstander (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet

- Lunne et al. 1997 - basert på Bq
- Karlsrud et al. 2005 - basert på OCR, I_p og Bq

Karlsrud et al. 2005

Modellen baseres på korrelasjoner mellom trykksonderinger og laboratoriearbeid på blokkprøver av høy kvalitet. Det er lagt opp med en todelt modell, der likninger gis både for S_t under og over 15.

$$\begin{aligned} N_{kt} &= 7.8 + 2.5 * \log OCR + 0.082 * I_p && \text{for } S_t < 15 \\ N_{kt} &= 8.5 + 2.5 * \log OCR && \text{for } S_t > 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\Delta u} &= 6.9 + 4.0 * \log OCR + 0.07 * I_p && \text{for } S_t < 15 \\ N_{\Delta u} &= 9.8 + 4.5 * \log OCR && \text{for } S_t > 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{ke} &= 11.5 - 9.05 * B_q && \text{for } S_t < 15 \\ N_{ke} &= 12.5 - 11.0 * B_q && \text{for } S_t > 15 \end{aligned}$$

Lunne et al. 1997

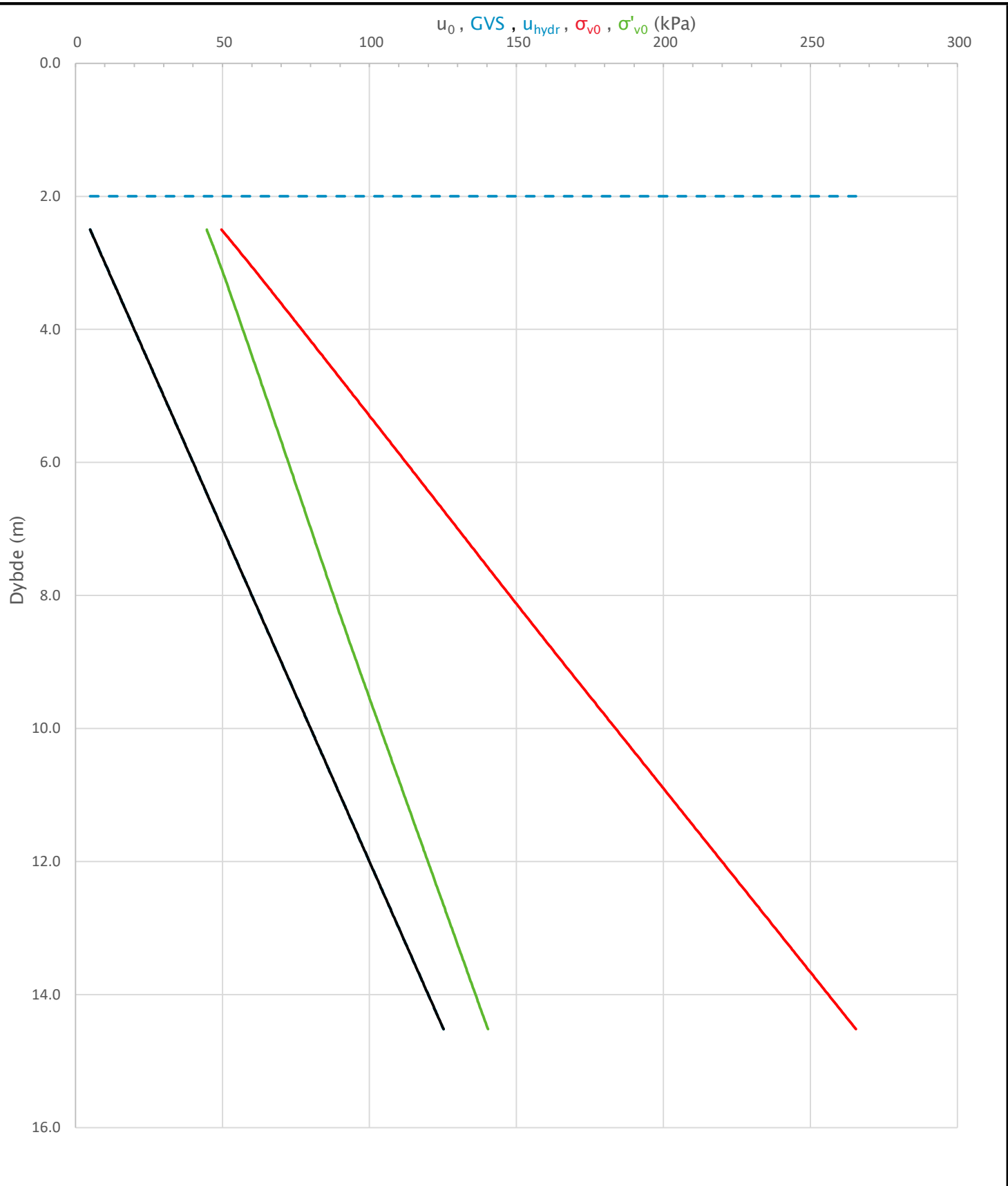
Modellen baseres også på korrelasjoner mellom trykksonderinger og laboratoriearbeid på blokkprøver av høy kvalitet. Bæreevnefaktorene kobles mot B_q , med verdier mellom ca. 0,3 og 1,0.

$$\begin{aligned} N_{kt} &= 19 - 12.5 * B_q \\ N_{\Delta u} &= 1.0 + 9.0 * B_q \\ N_{ke} &= 16 - 14.5 * B_q \end{aligned}$$

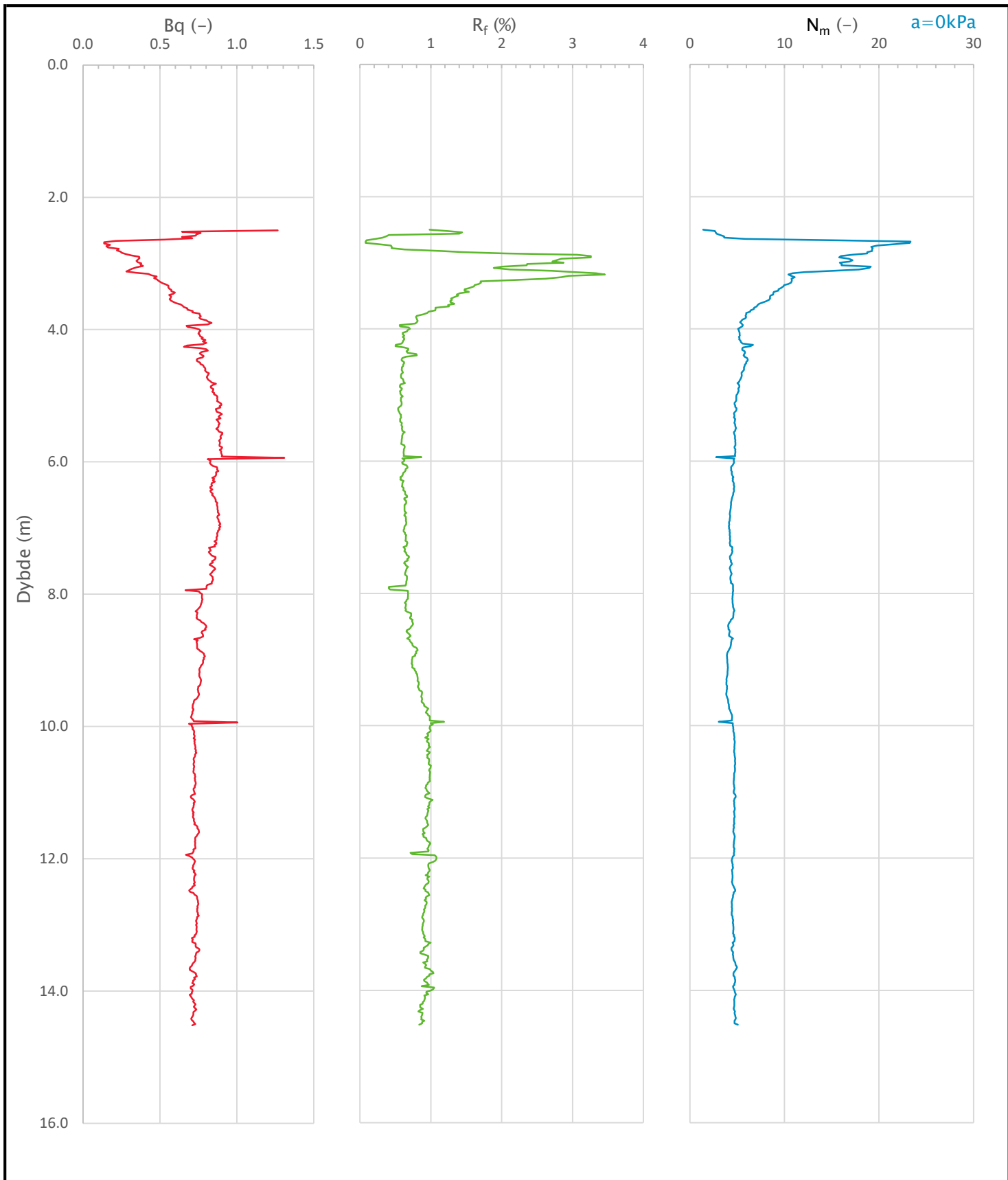
Vedlegg 4

CPTU-tolkning

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4554		Boreleder		ROZA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		1.4	
Kalibreringsdato	03.09.2022		Maks helning (°)		6.5	
Dato sondering	14.03.2023		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1590		3661		2396	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.4798		0.0104		0.0318	
Arealforhold	0.8520		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	26.375		0.406		1.877	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	5965.7		127.0		384.9	
Registrert etter sondering (kPa)	-23.5		0.7		-4.8	
Avvik under sondering(kPa)	23.5		0.7		4.8	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.9		0.0		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	1111.1		26.9		632.8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	24.9	2.2	0.7	2.7	4.9	0.8
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +6.98 669-1	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 4554	
	Utført HR/MML		Kontrollert GYe		Godkjent HN	
	Divisjon		Dato sondering 14.03.2023		Revisjon Rev. dato	
					Anvend.klasse 1	
					Figur 1	



Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +6.98
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner						669-1	
Innhold						Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1	
	HR/MML	GYe	HN				
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		2	
		14.03.2023	Rev. dato				



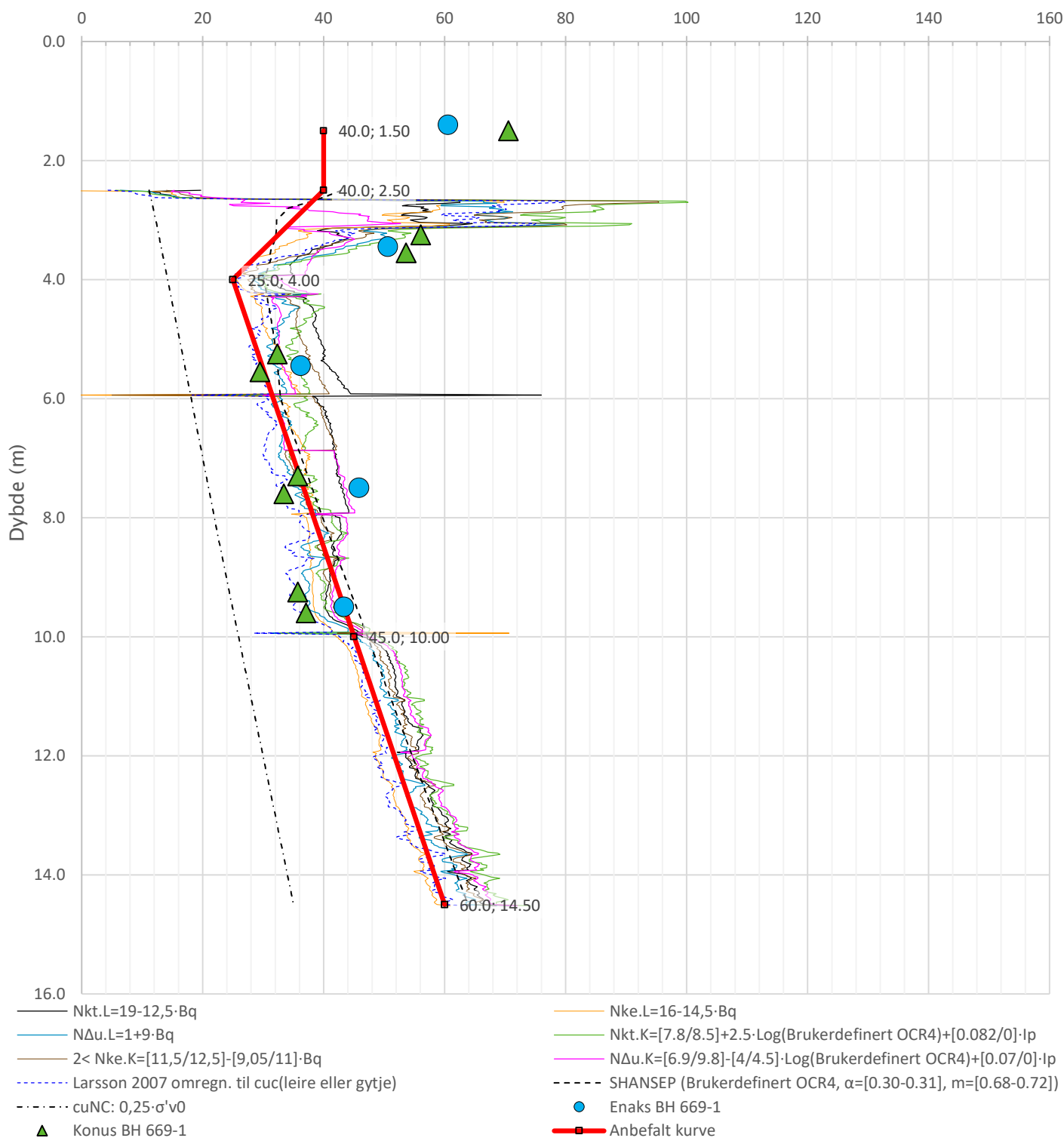
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +6.98
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					669-1	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	14.03.2023	Rev. dato				
					4	

Anisotropiforhold i figur:

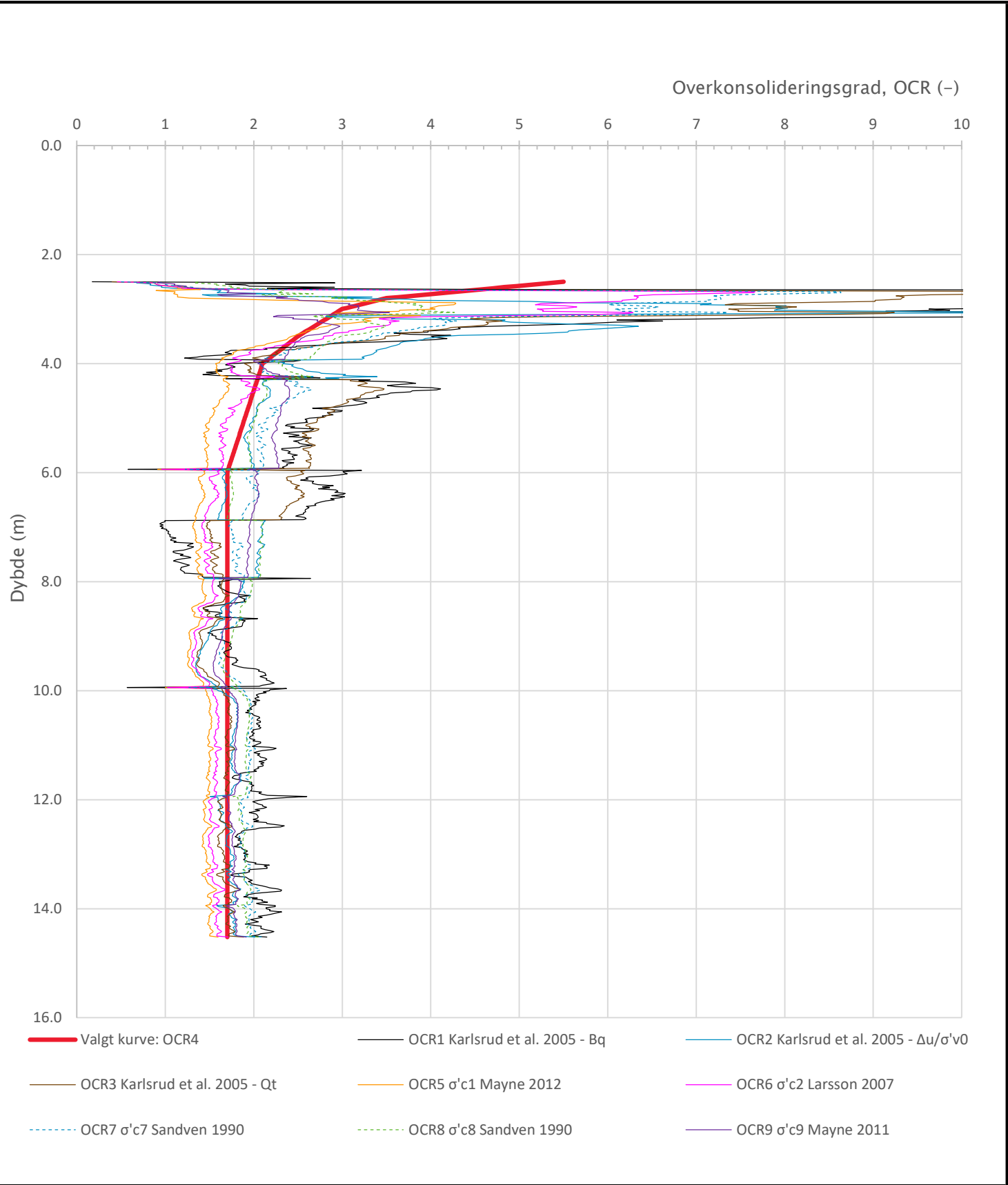
Enaks BH 669-1: c_{uc}/c_{ucptu} = var. (min:0.651 max:0.662)

Konus BH 669-1: c_{ufc}/c_{ucptu} = var. (min:0.651 max:0.662)

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

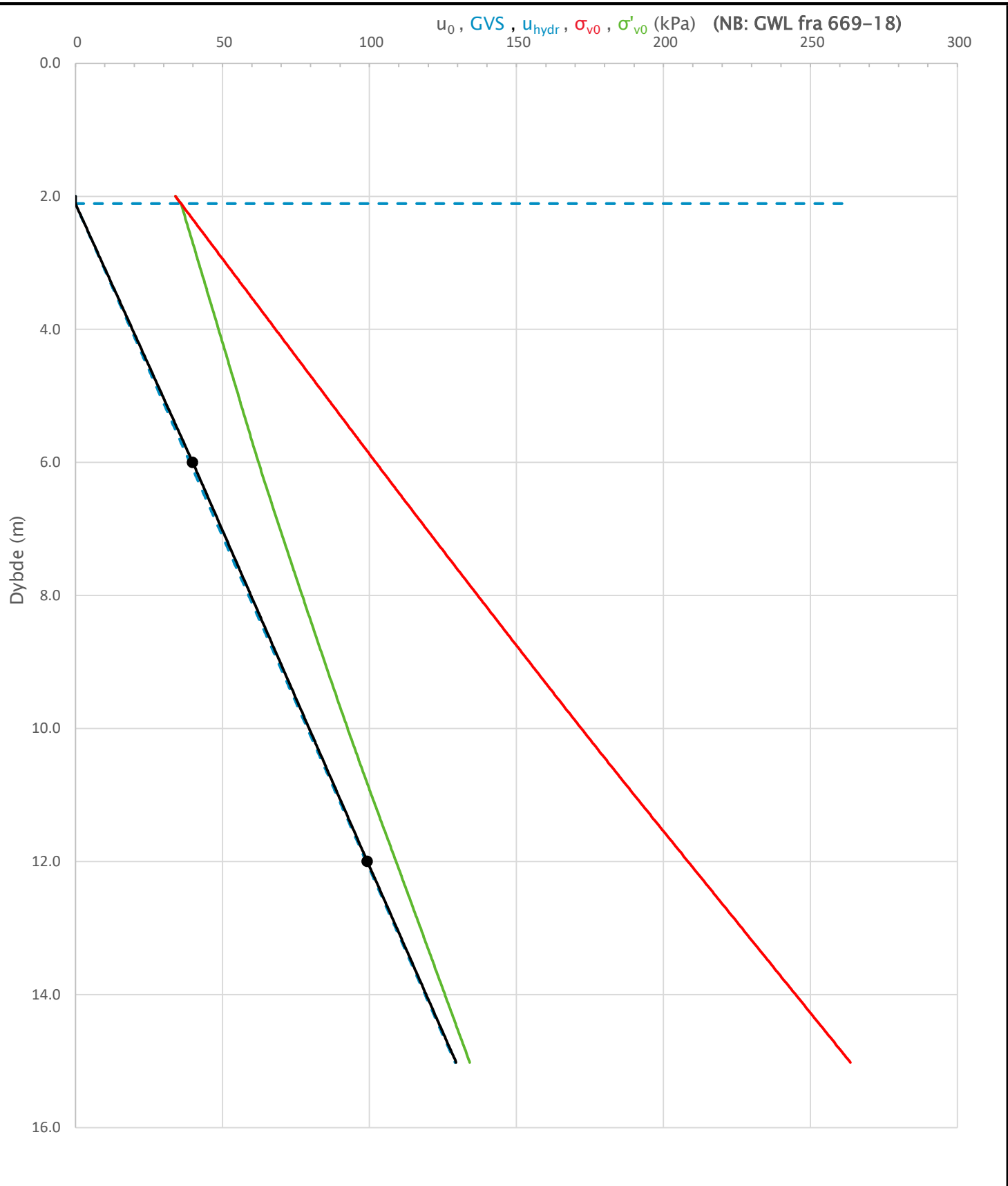


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +6.98
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					669–1	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	14.03.2023	Rev. dato				
					5	

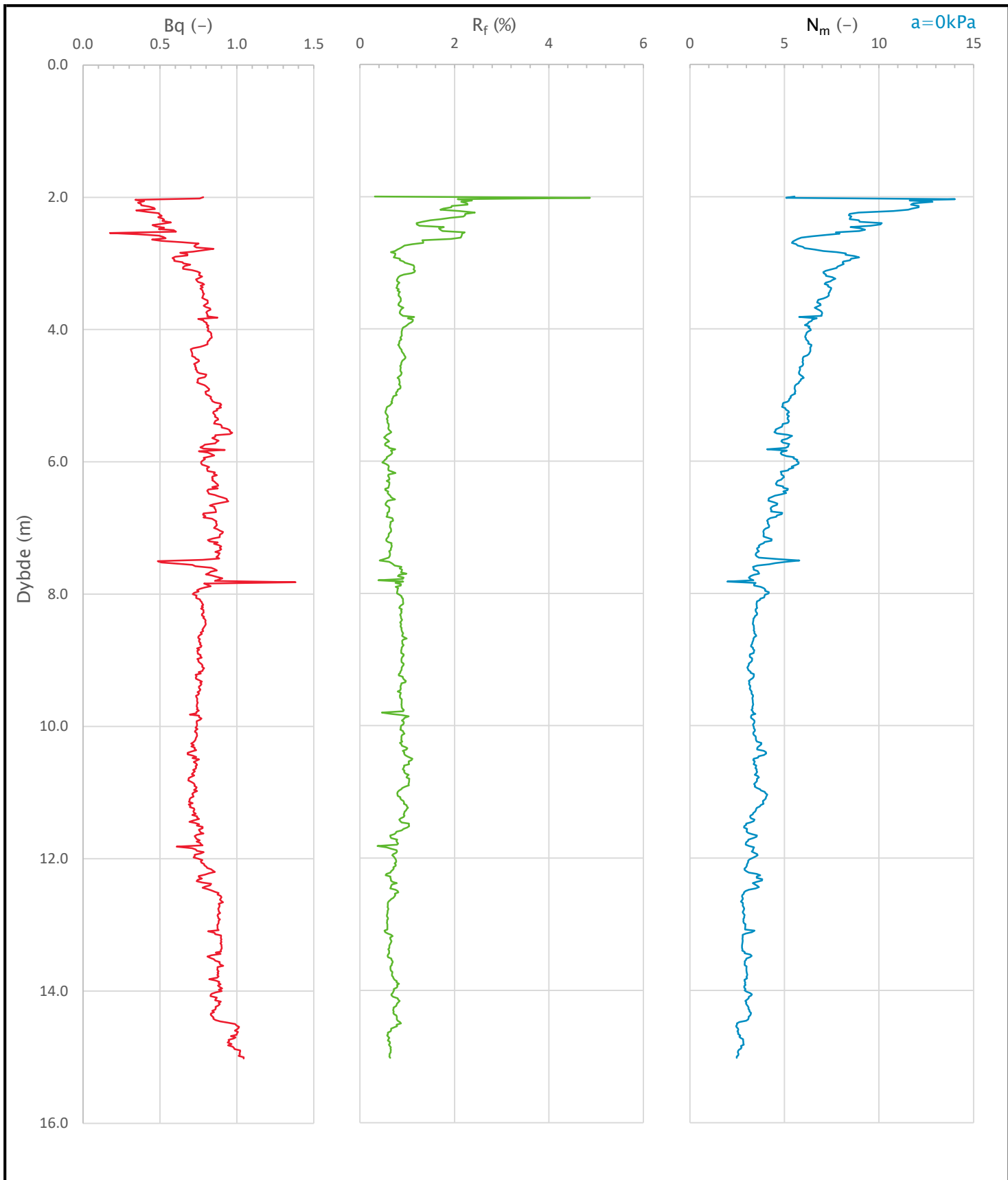


Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +6.98
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner						669-1	
Innhold						Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR						4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1	
	HR/MML	GYe	HN				
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		8	
		14.03.2023	Rev. dato				

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4554		Boreleder		ROZA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		4.1	
Kalibreringsdato	03.09.2022		Maks helning (°)		6.0	
Dato sondering	15.03.2023		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1590		3661		2396	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.4798		0.0104		0.0318	
Arealforhold	0.8520		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	26.375		0.406		1.877	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	5972.9		127.3		386.8	
Registrert etter sondering (kPa)	-13.9		0.1		0.6	
Avvik under sondering(kPa)	13.9		0.1		0.6	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2.7		0.0		0.2	
Maksverdi under sondering (kPa)	597.5		10.8		487.8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	17.1	2.9	0.2	1.4	0.8	0.2
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +12.87	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					669-15	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		15.03.2023	Rev. dato	1		



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +12.87
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					669-15	
Innhold					Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	HR/MML	GYe	HN		1	
Divisjon		Dato sondering	Revisjon		Figur	
		15.03.2023	Rev. dato		2	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +12.87
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					669–15	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		15.03.2023	Rev. dato	4		

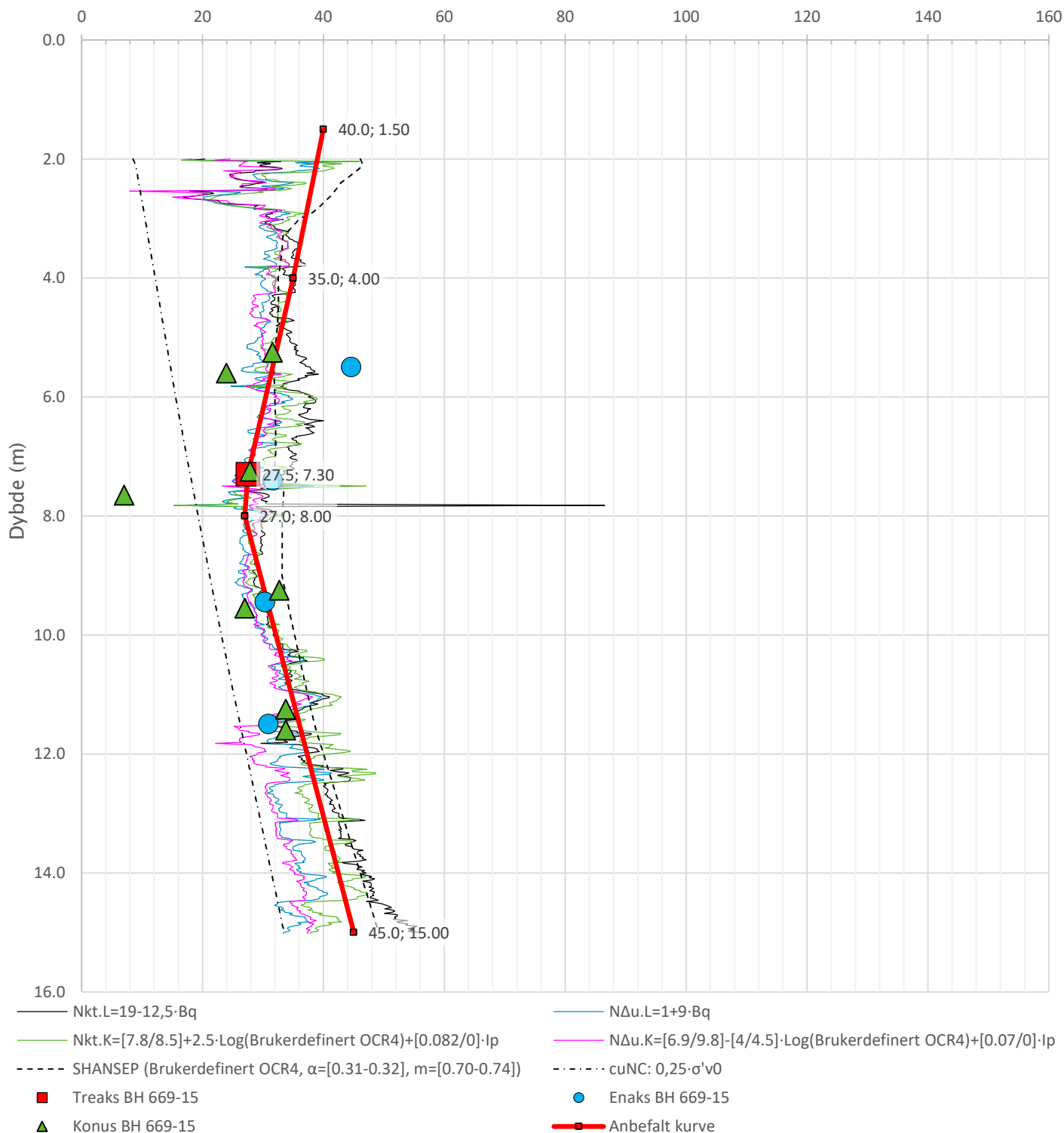
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH 669-15: $c_u c / c_{u c p t u} = 1.000$

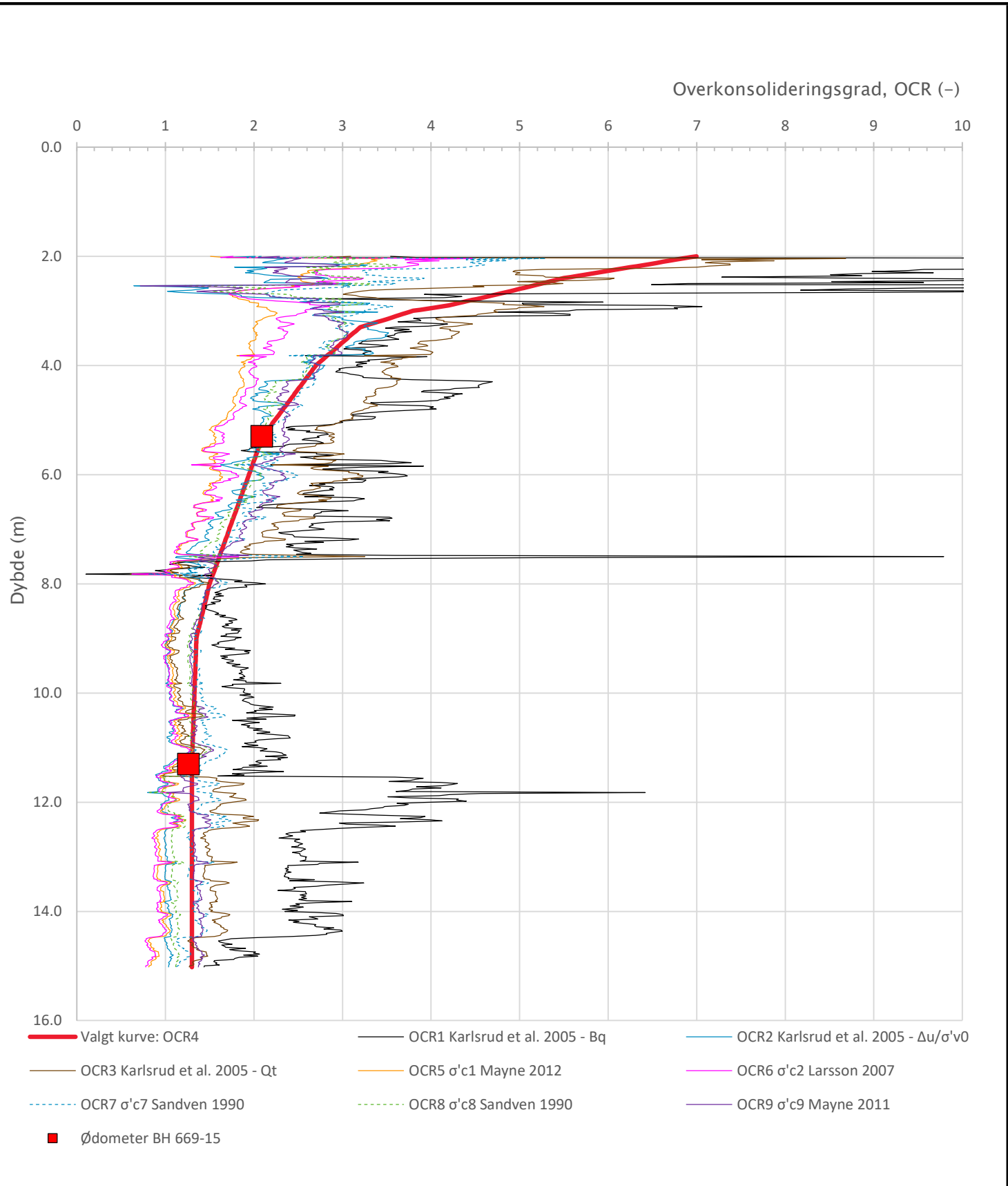
Enaks BH 669-15: $c_{u c} / c_{u c p t u} = \text{var. (min:0.666 max:0.668)}$

Konus BH 669-15: $c_{u c} / c_{u c p t u} = \text{var. (min:0.666 max:0.668)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, $c_{u c p t u}$ (kPa)

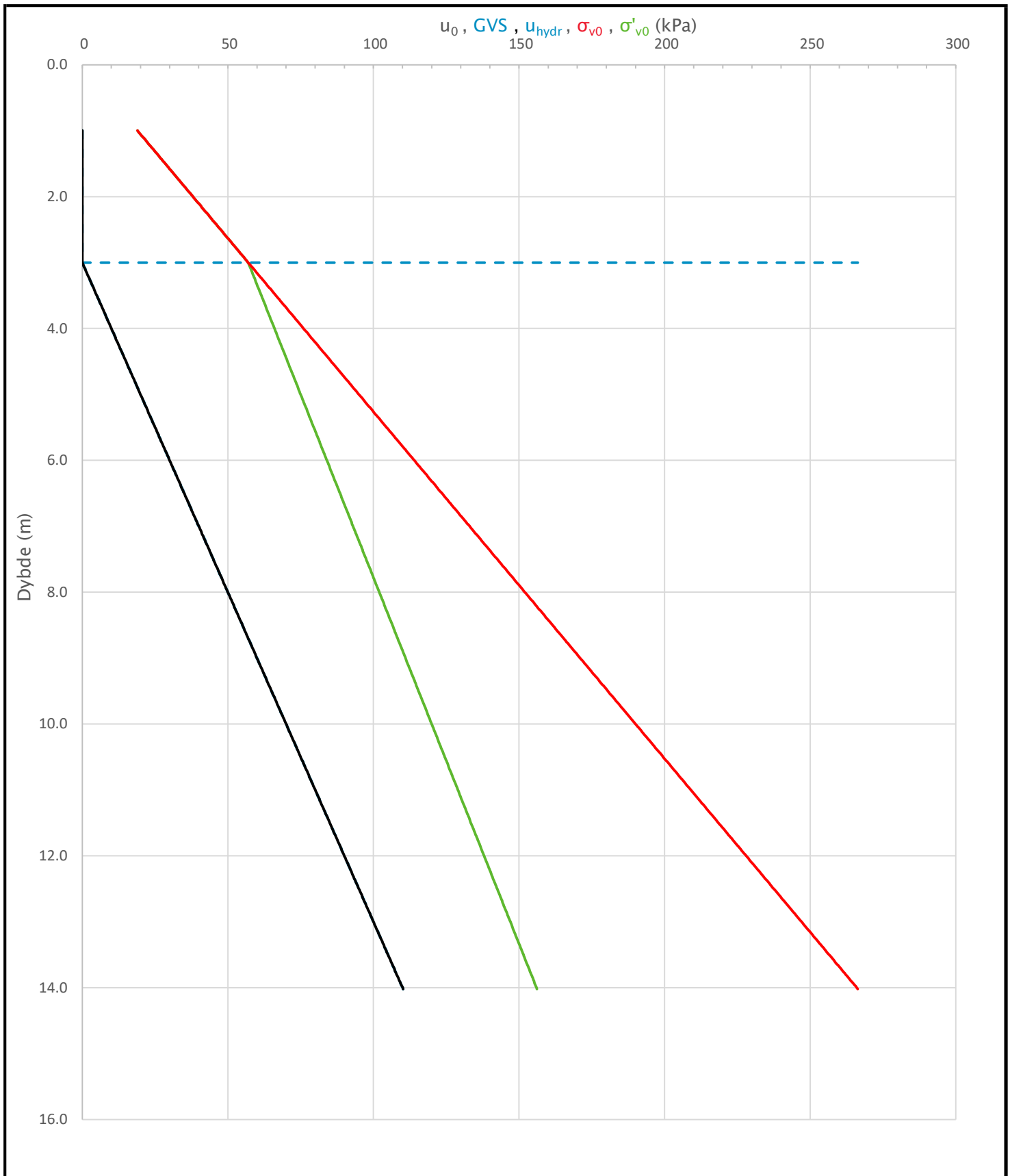


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +12.87
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					669–15	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		15.03.2023	Rev. dato	5		

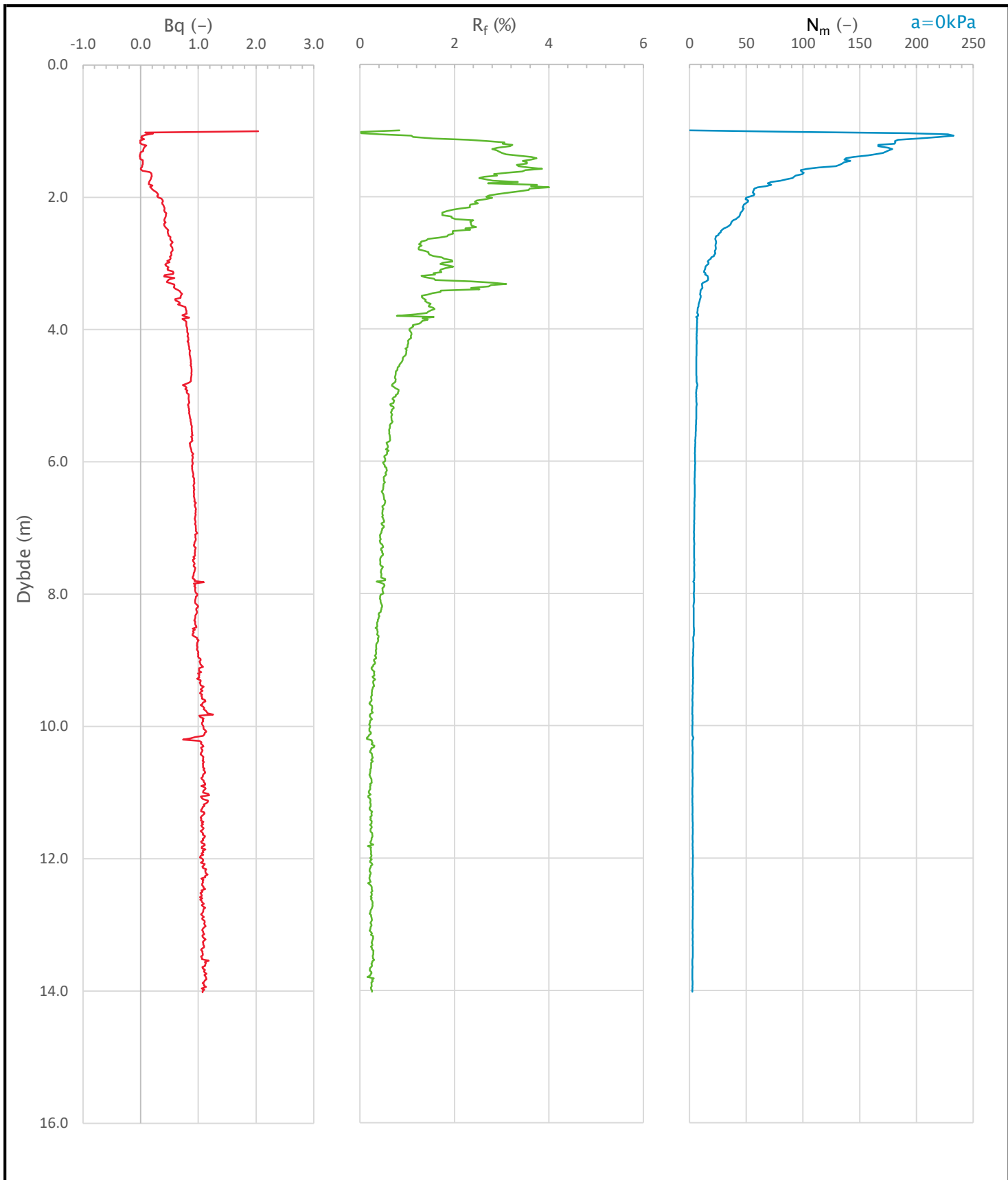


Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +12.87
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner				669-15			
Innhold				Sondennummer			
Overkonsolideringsgrad, OCR				4554			
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	HR/MML	GYe	HN	1			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur			
		15.03.2023	Rev. dato	8			

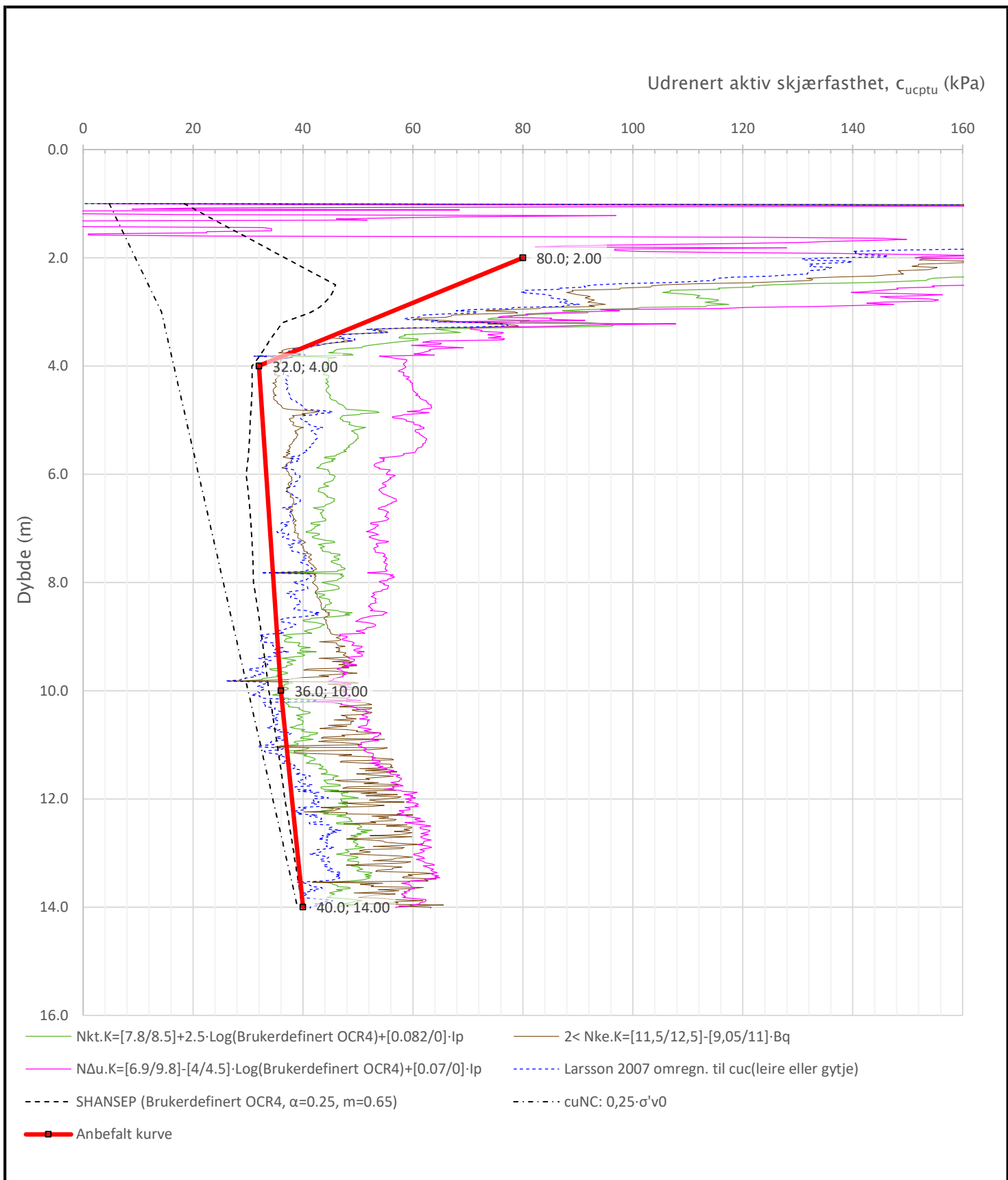
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4554		Boreleder		ROZA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		24.7	
Kalibreringsdato	03.09.2022		Maks helning (°)		4.0	
Dato sondering	23.03.2023		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1590		3661		2396	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.4798		0.0104		0.0318	
Arealforhold	0.8520		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	26.375		0.406		1.877	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	5948.9		127.5		384.1	
Registrert etter sondering (kPa)	-0.9		0.1		0.5	
Avvik under sondering(kPa)	0.9		0.1		0.5	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	16.3		0.3		1.2	
Maksverdi under sondering (kPa)	4785.5		140.4		859.9	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	17.7	0.4	0.4	0.3	1.7	0.2
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +24,01	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					485-8	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		23.03.2023	Rev. dato	1		



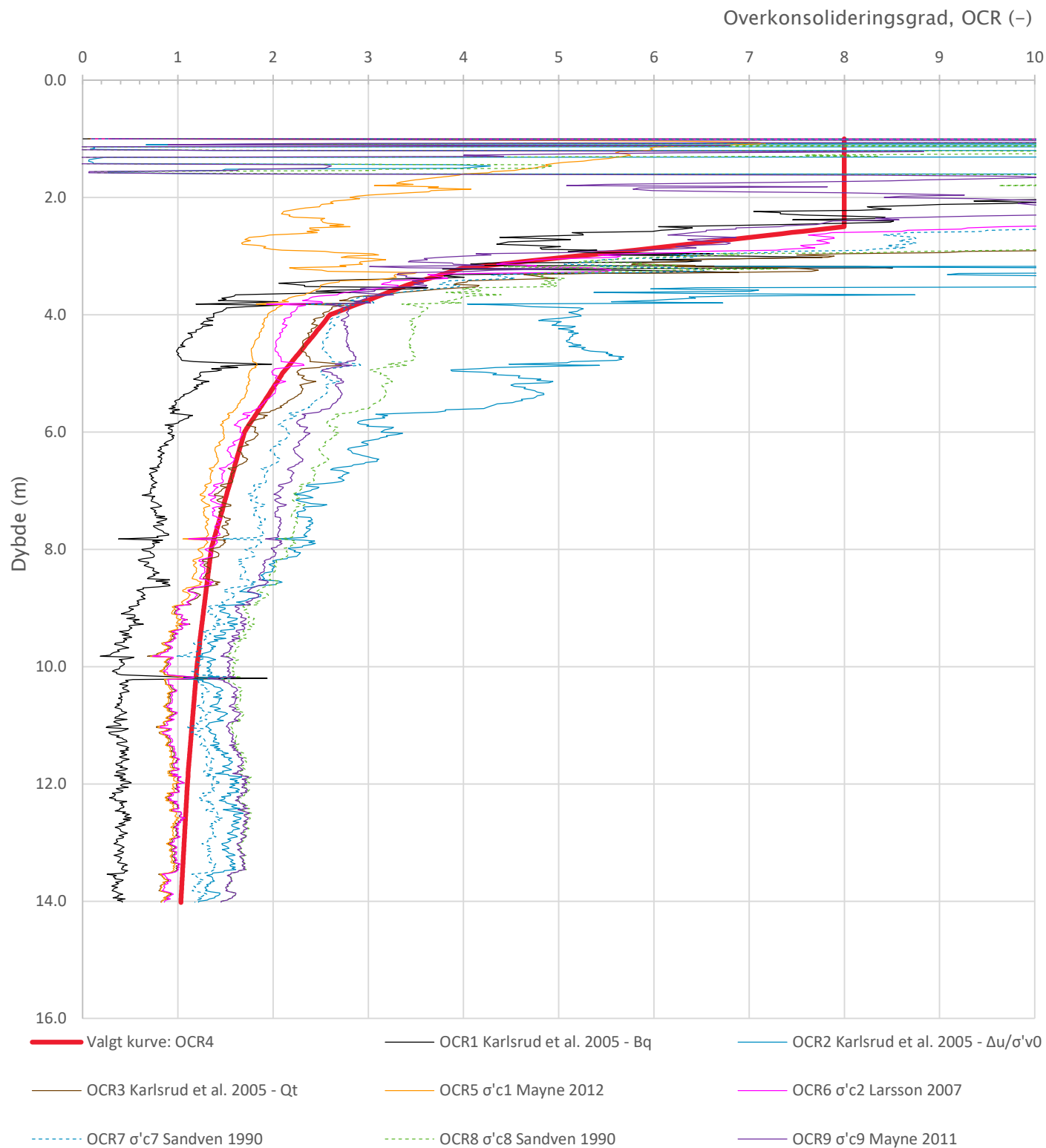
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +24,01
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					485-8	
Innhold					Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	HR/MML	GYe	HN		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
		23.03.2023	Rev. dato		2	



Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385	Borhull	Kote +24,01
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					485-8	
Innhold				Sondennummer		
Avledede dimensjonsløse forhold				4554		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
Divisjon		Dato sondering	Revisjon	Figur		
		23.03.2023	Rev. dato			
				4		

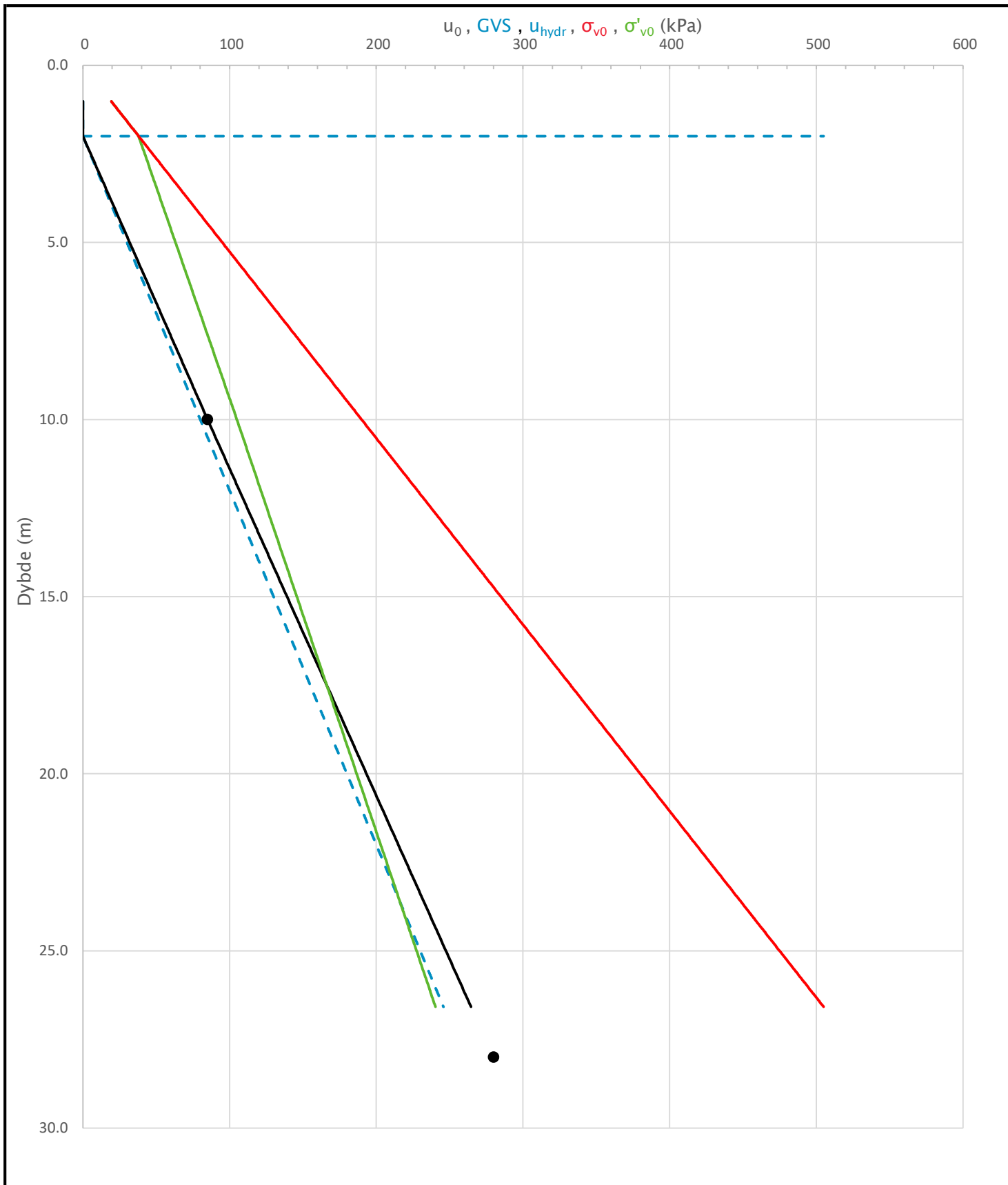


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +24,01
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					485–8	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		23.03.2023	Rev. dato	5		

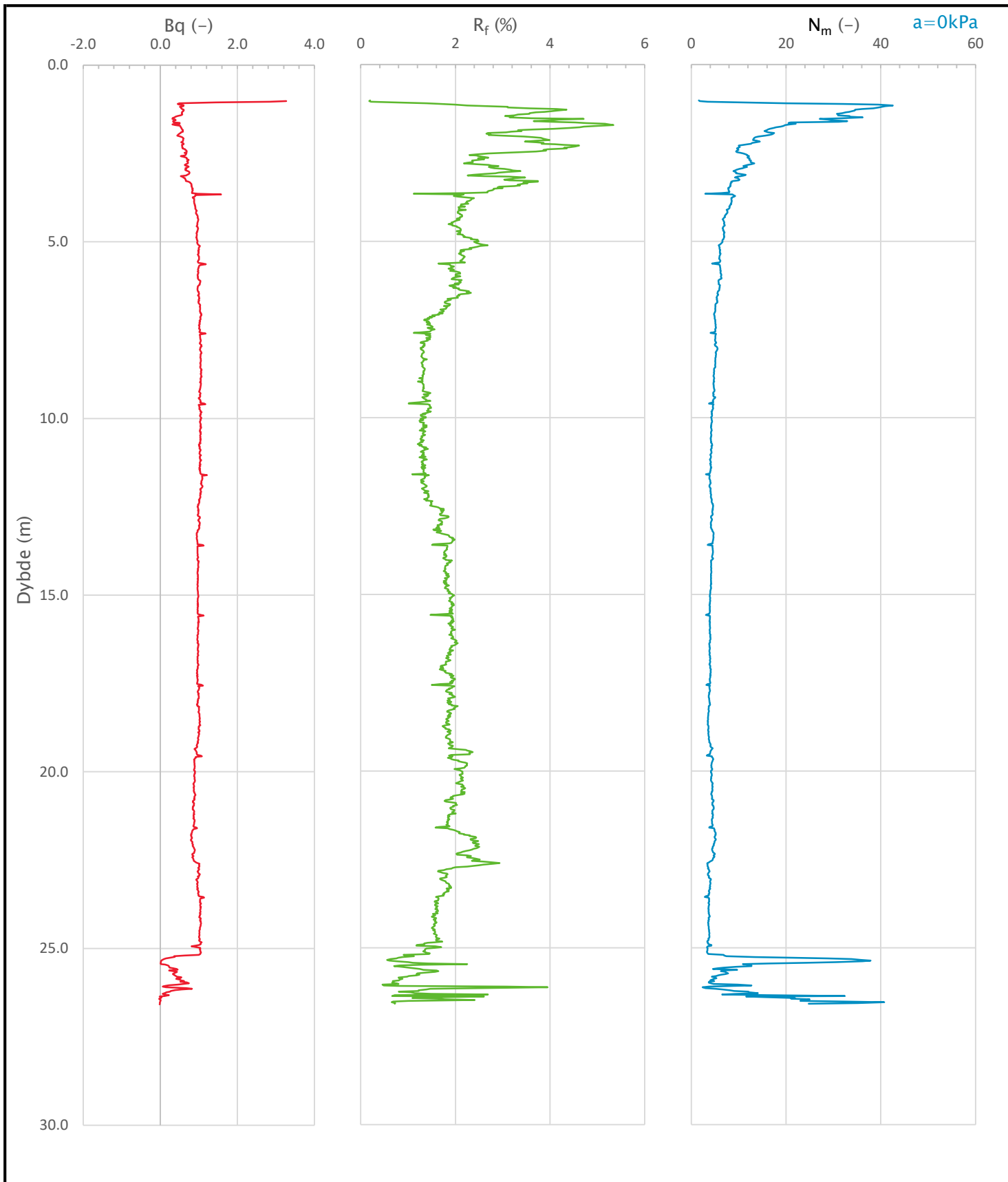


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +24,01
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					485–8	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		23.03.2023	Rev. dato	8		

Sonde og utførelse						
Sondennummer	50751		Boreleder			
Type sonde	#N/A		Temperaturendring (°C)		#N/A	
Kalibreringsdato	#N/A		Maks helning (°)		0.0	
Dato sondering	18.03.2009		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Måleområde (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Skaleringsfaktor	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Arealforhold	#N/A		#N/A			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Temperaturområde (°C)	#N/A					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	10358.0		81.0		255.0	
Registrert etter sondering (kPa)	18.0		-1.0		-1.0	
Avvik under sondering(kPa)	18.0		1.0		1.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	10225.0		152.0		1221.5	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)						
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse						
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse						
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
			OK	#N/A		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +14.48	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N2-7	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					50751	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	Gye	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		18.03.2009	Rev. dato	1		



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +14.48
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N2-7	
Innhold			Sondennummer		50751	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN			
Divisjon	Dato sondering		Revisjon		Figur	
	18.03.2009		Rev. dato		2	



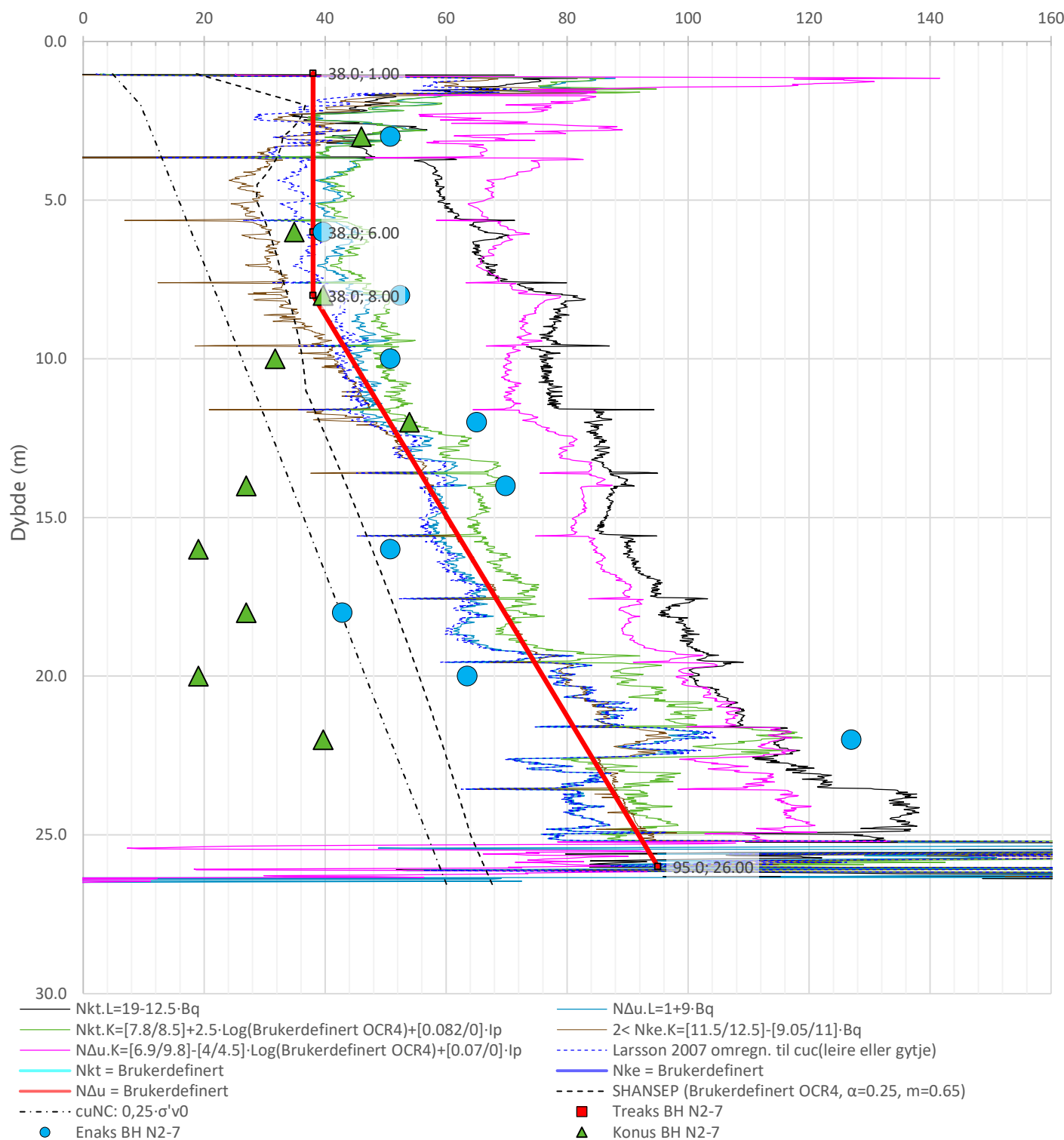
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +14.48
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N2-7	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					50751	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		18.03.2009	Rev. dato	4		

Anisotropiforhold i figur:

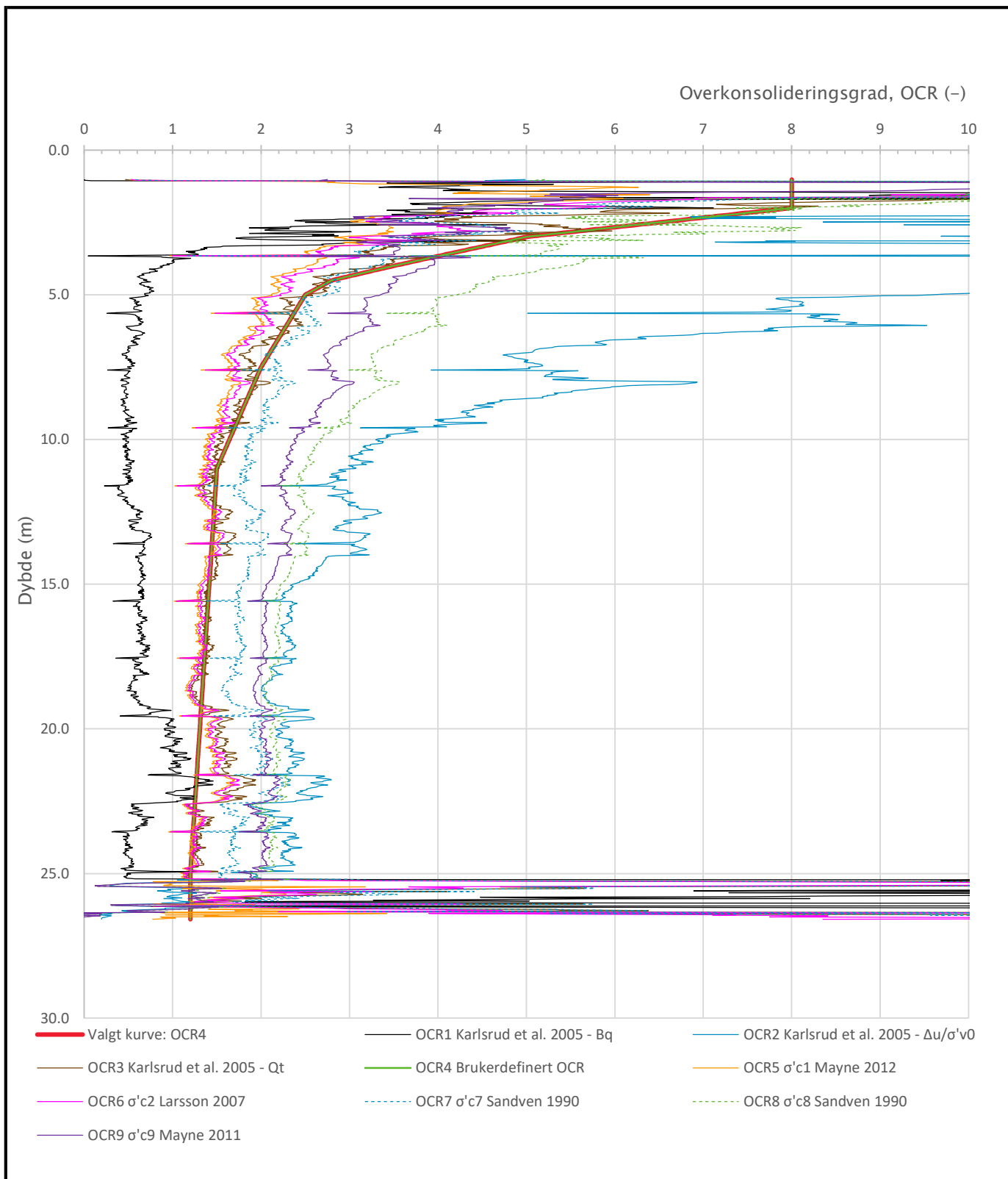
Enaks BH N2-7: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH N2-7: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

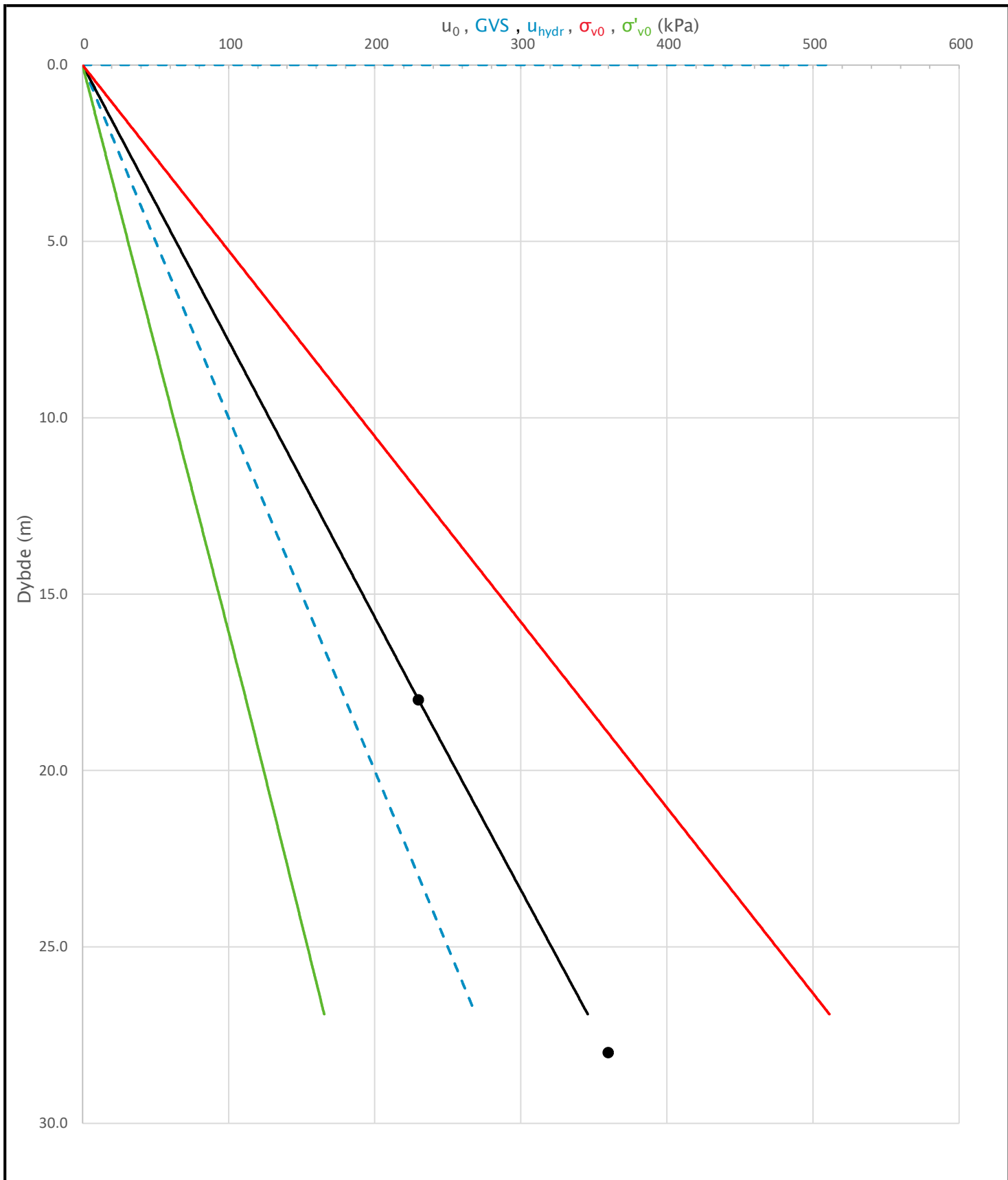


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +14.48
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N2-7	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					50751	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	18.03.2009	Rev. dato				
				5		

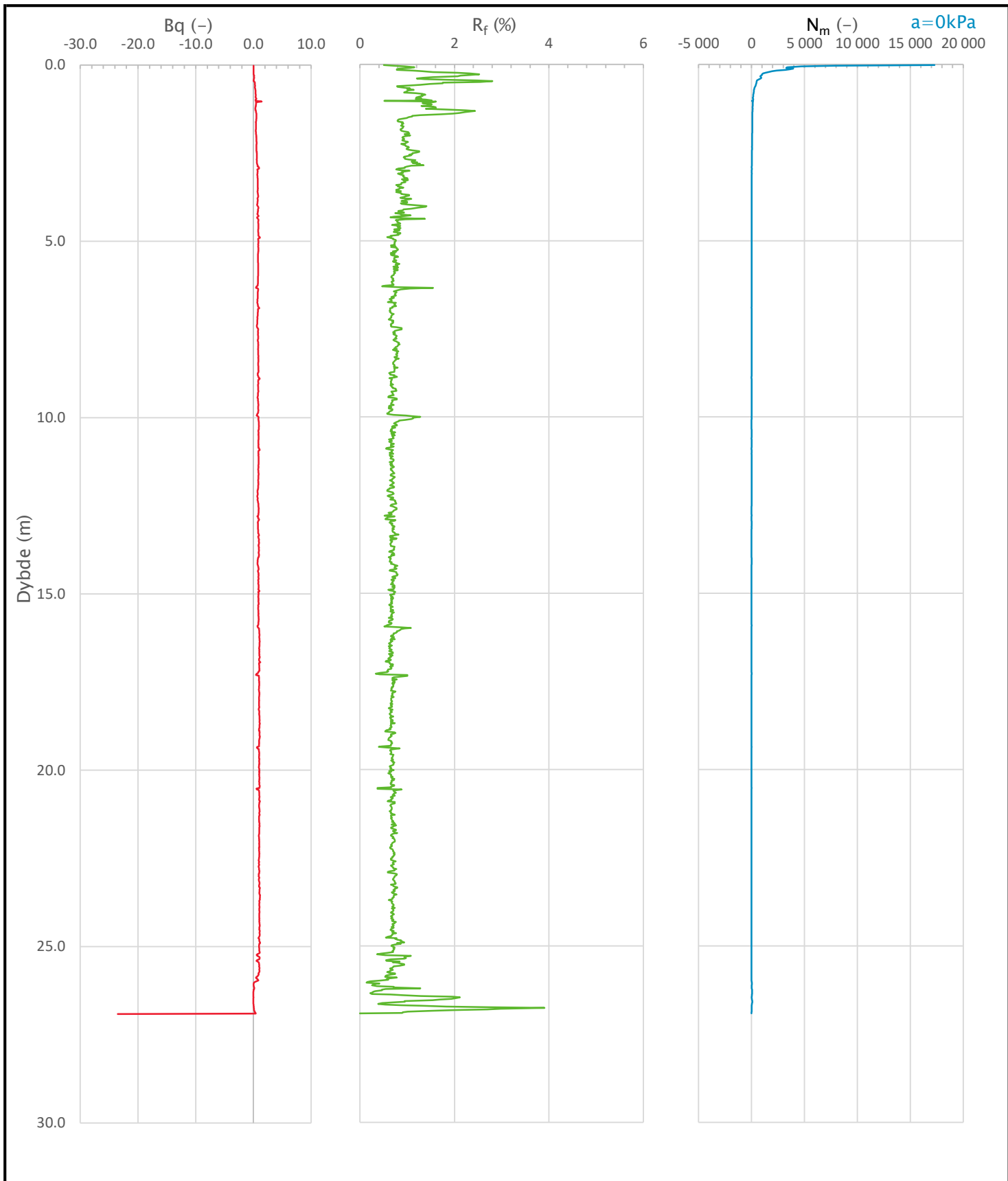


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385	Borhull	Kote +14.48
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner				N2-7	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				50751	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	18.03.2009		Rev. dato	8	

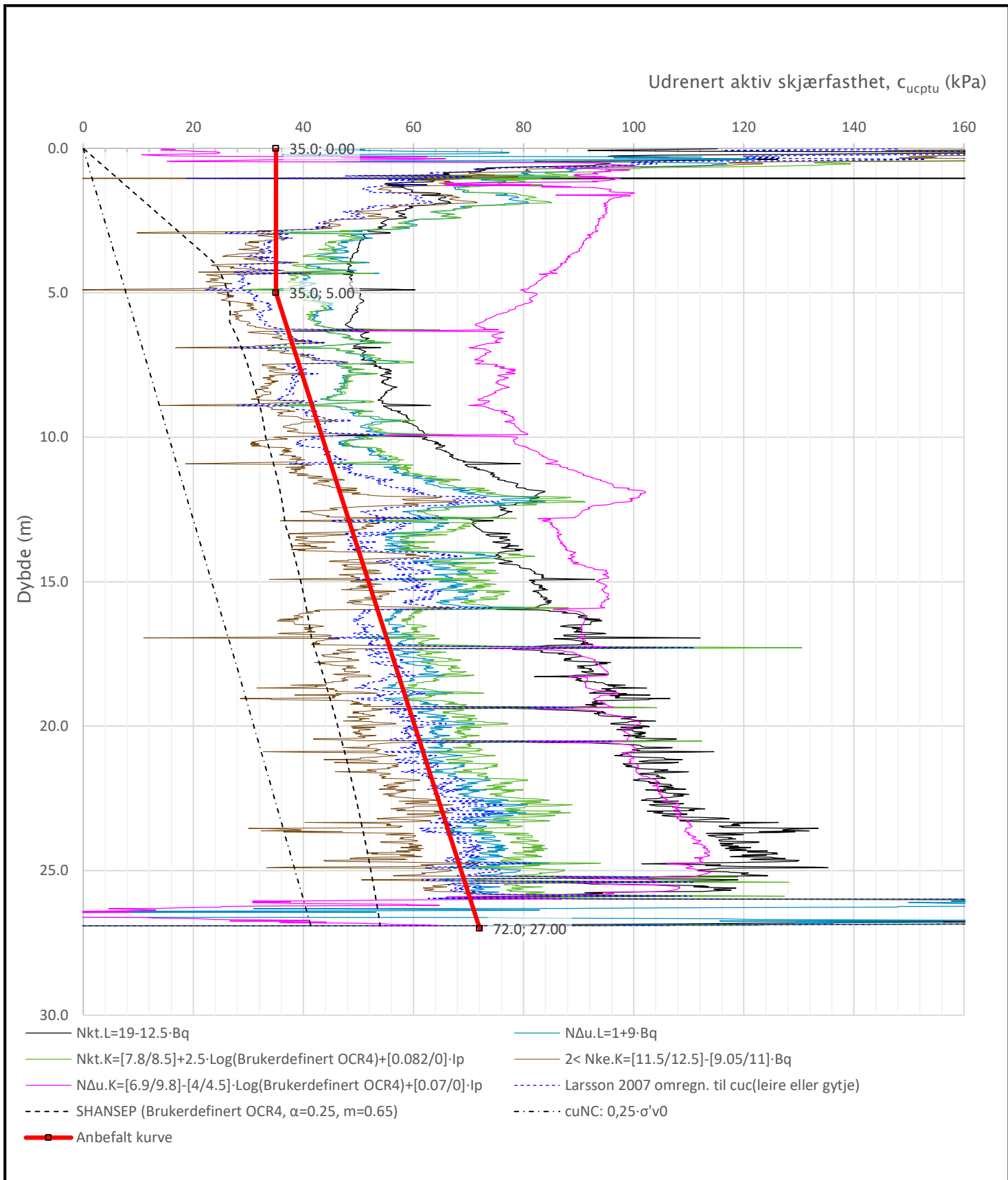
Sonde og utførelse						
Sondennummer	20757		Boreleder			
Type sonde	#N/A		Temperaturendring (°C)		#N/A	
Kalibreringsdato	#N/A		Maks helning (°)		0.0	
Dato sondering	15.12.2008		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Måleområde (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Skaleringsfaktor	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Arealforhold	#N/A		#N/A			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Temperaturområde (°C)	#N/A					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	10074.0		105.0		134.0	
Registrert etter sondering (kPa)	-76.0		0.0		-8.0	
Avvik under sondering(kPa)	76.0		0.0		8.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	11930.0		149.6		1095.7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)						
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse						
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse						
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
			OK	#N/A		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +4.158	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N2-8	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					20757	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		15.12.2008	Rev. dato	1		



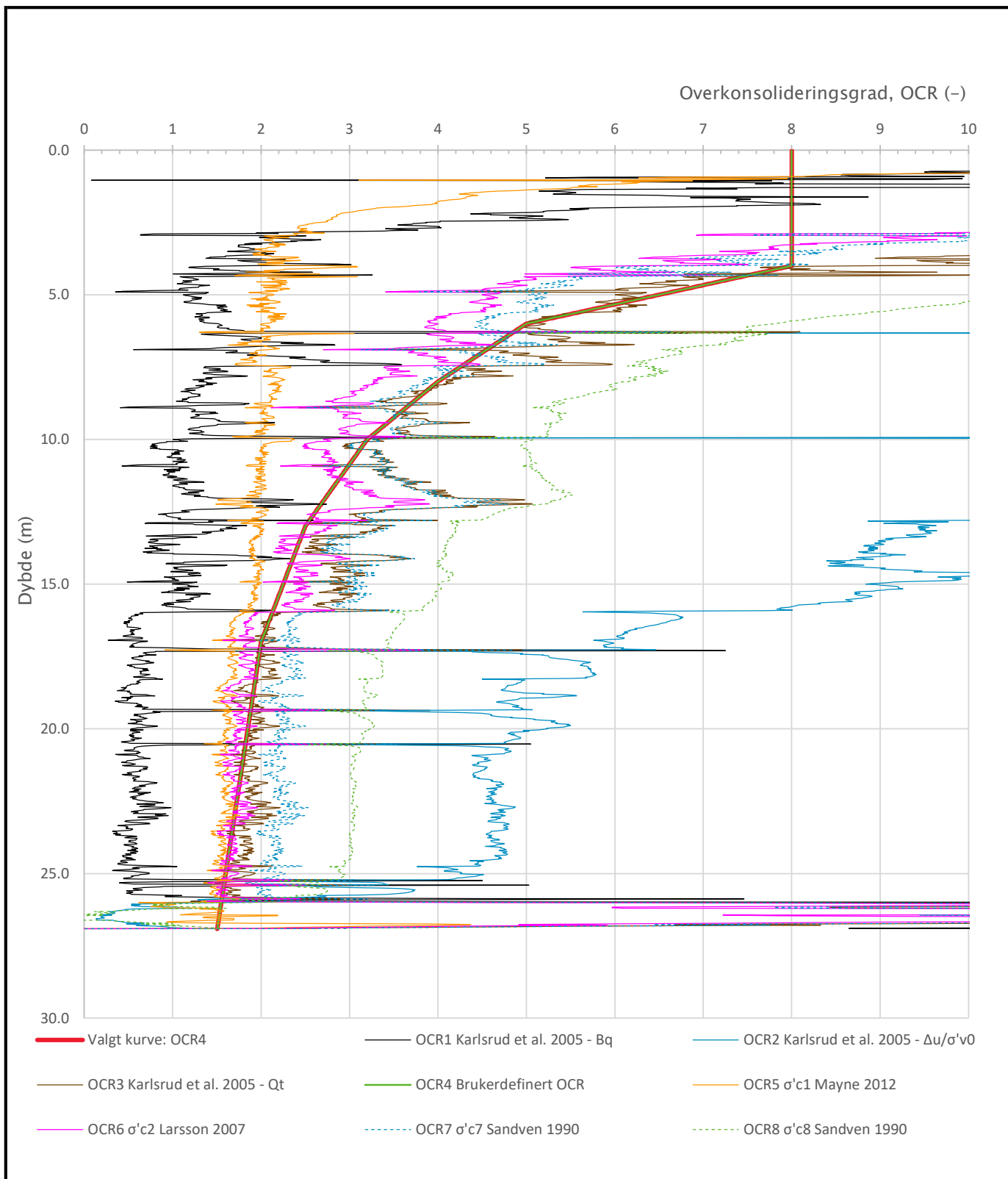
Prosjekt		Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +4.158
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner				N2-8	
Innhold				Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				20757	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering 15.12.2008	Revisjon	Figur 2	
Rev. dato					



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +4.158
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N2-8	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					20757	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		15.12.2008	Rev. dato	4		

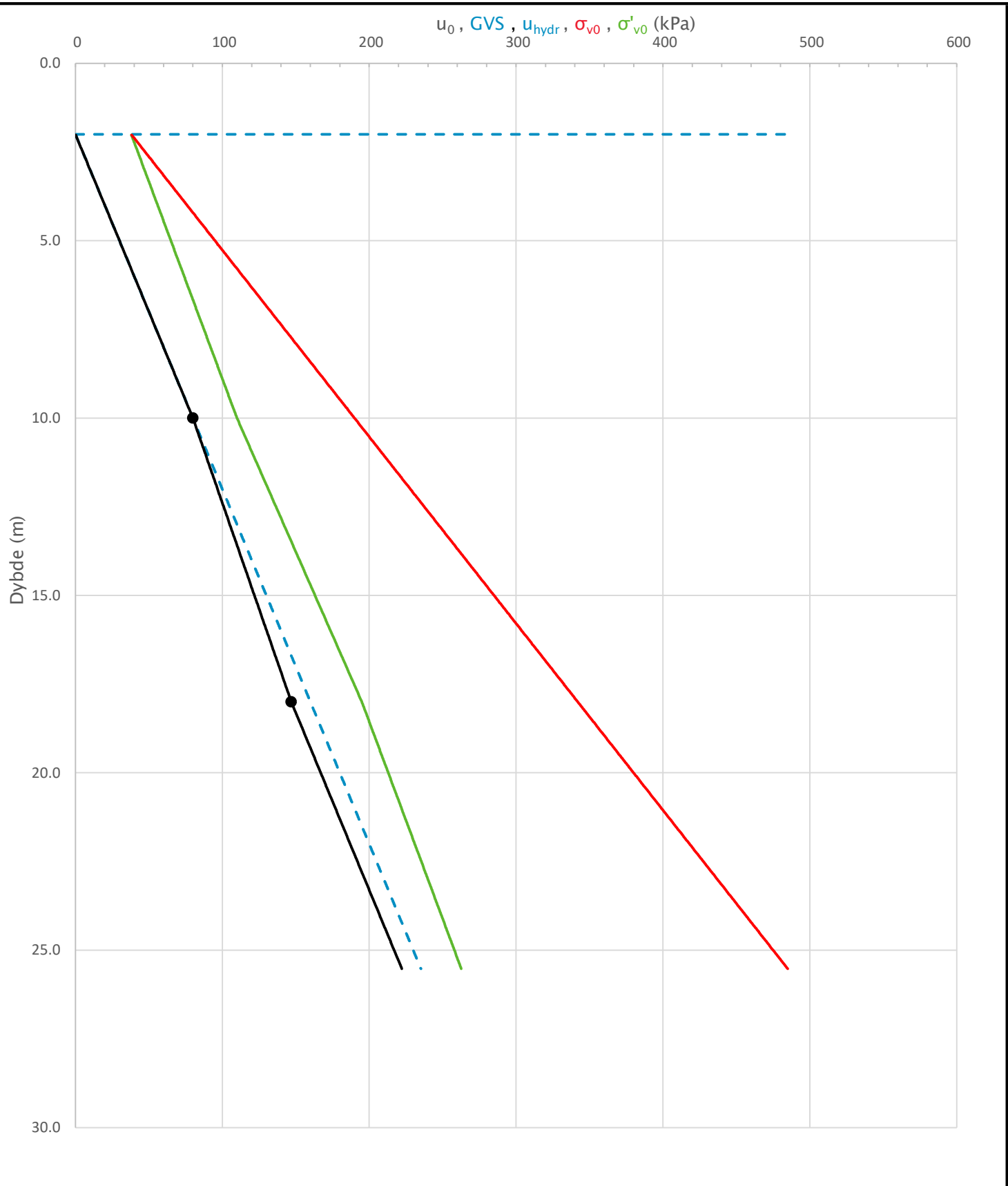


Prosjekt		Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner				Kote +4.158
Innhold				N2-8
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer
				20757
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	MML	GYe	HN	
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur
	15.12.2008		Rev. dato	
				5

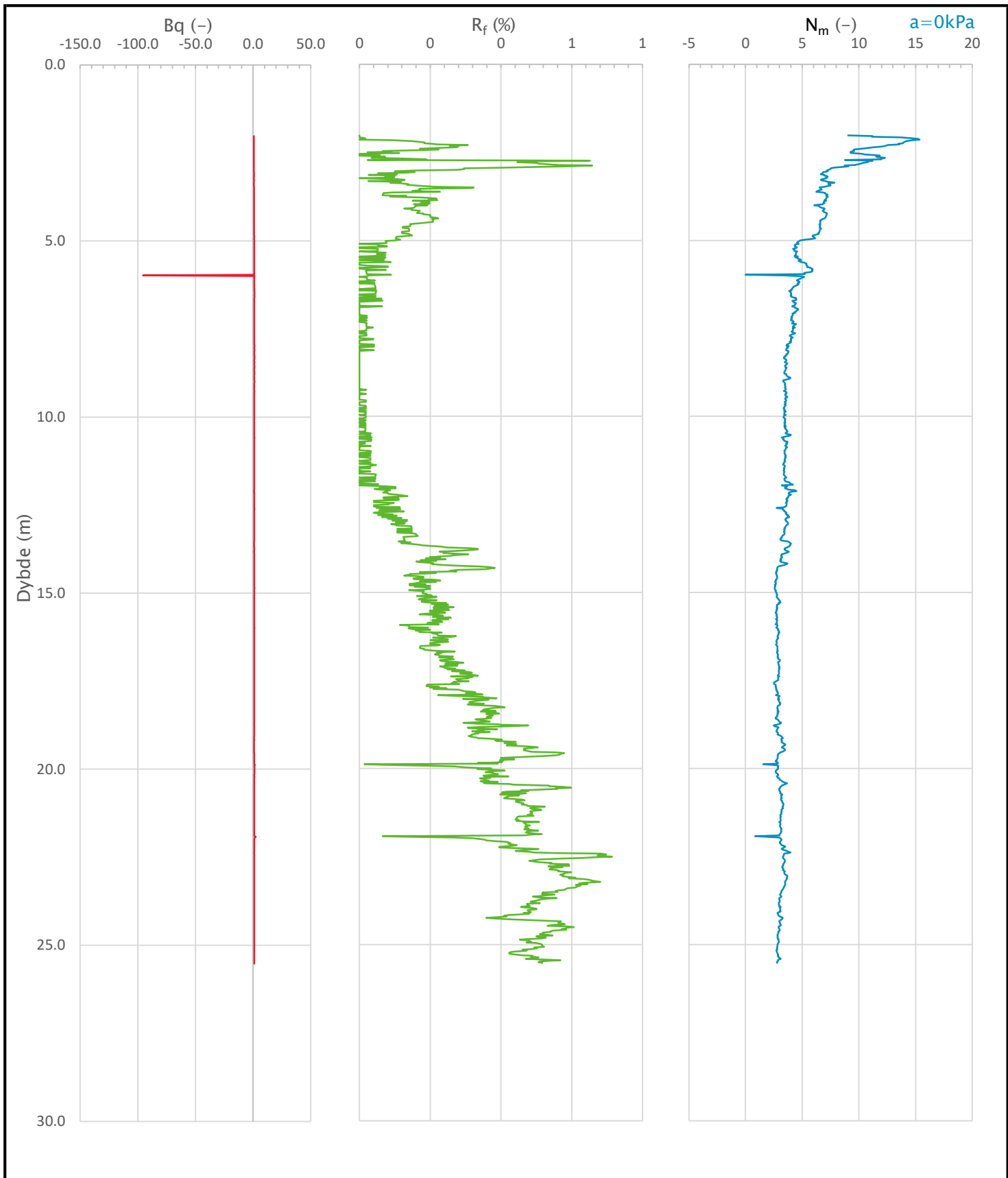


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +4.158
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N2-8	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					20757	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		15.12.2008	Rev. dato	8		

Sonde og utførelse						
Sondennummer	39956		Boreleder			
Type sonde	#N/A		Temperaturrendring (°C)		#N/A	
Kalibreringsdato	#N/A		Maks helning (°)		0.0	
Dato sondering	10.03.2008		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Måleområde (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Skaleringsfaktor	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Arealforhold	#N/A		#N/A			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Temperaturområde (°C)	#N/A					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	8102.0		94.0		249.0	
Registrert etter sondering (kPa)	10.0		0.0		36.0	
Avvik under sondering(kPa)	10.0		0.0		36.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	1005.0		8.7		1104.4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)						
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse						
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse						
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
			OK	#N/A		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-505	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		10.03.2008	Rev. dato	1		



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-505
Innhold			Sondennummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			39956		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		10.03.2008	Rev. dato	2	



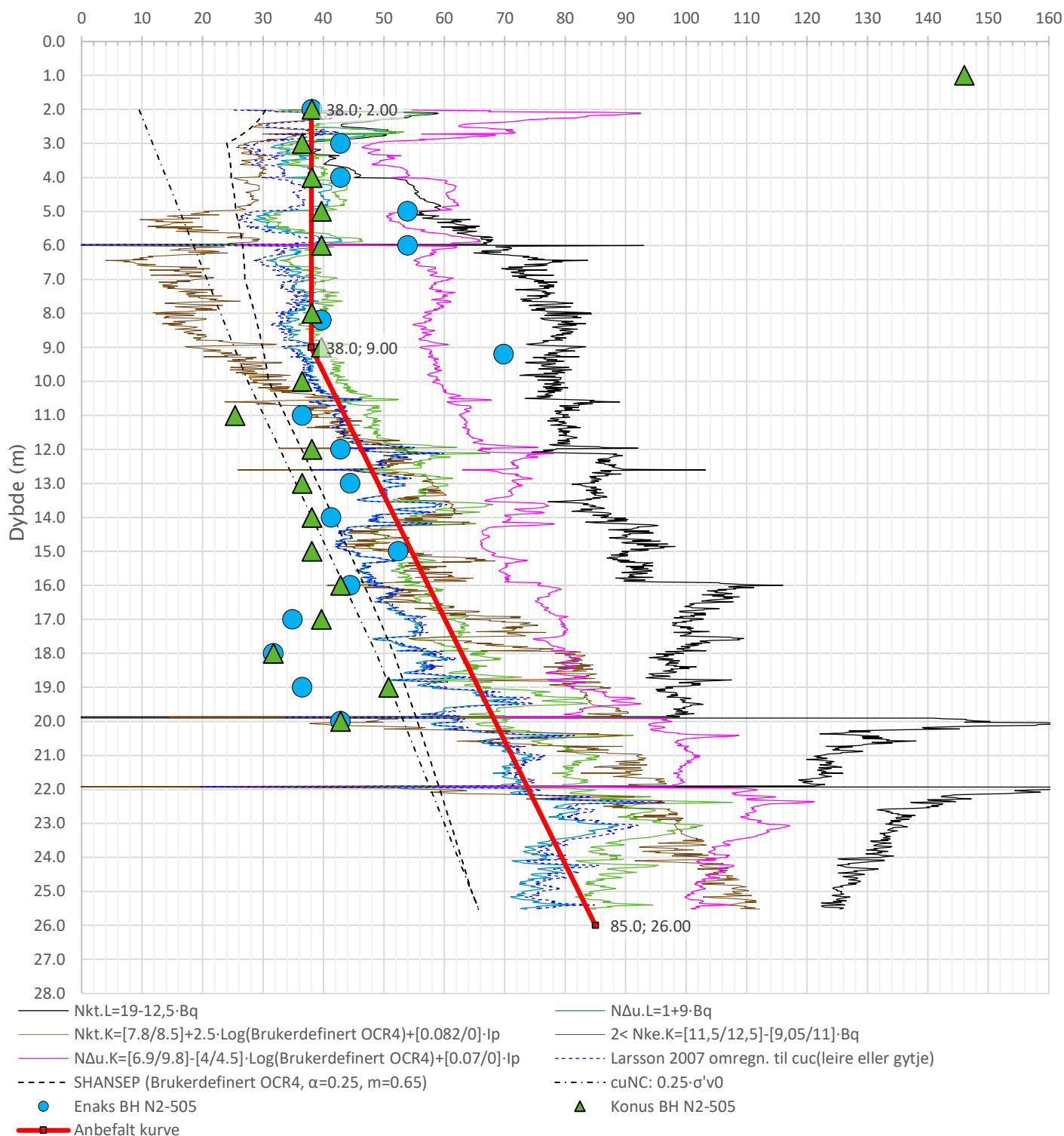
Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385	Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-505
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
Divisjon		Dato sondering	Revisjon	Figur	
		10.03.2008	Rev. dato		
				4	

Anisotropiforhold i figur:

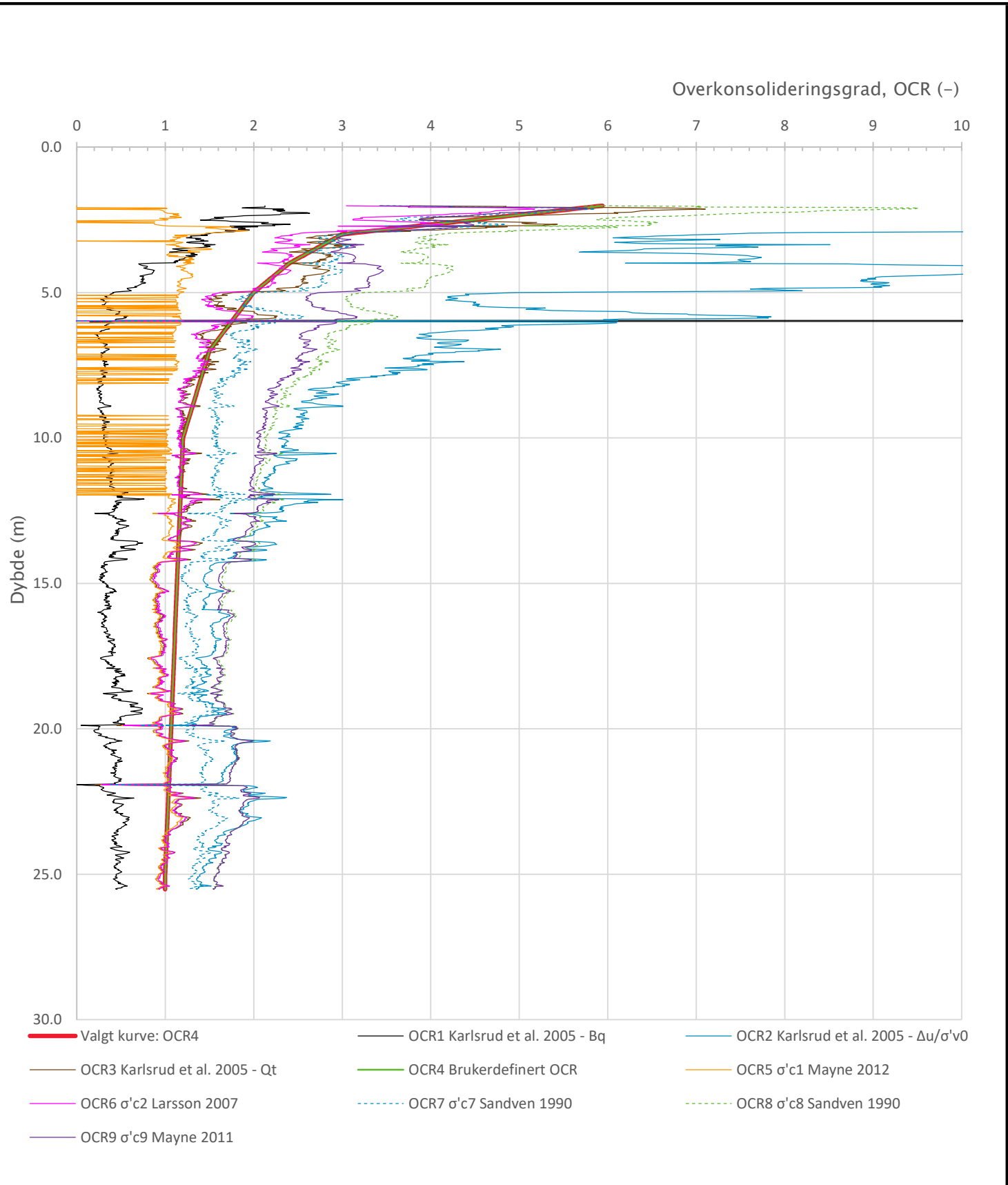
Enaks BH N2-505: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH N2-505: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

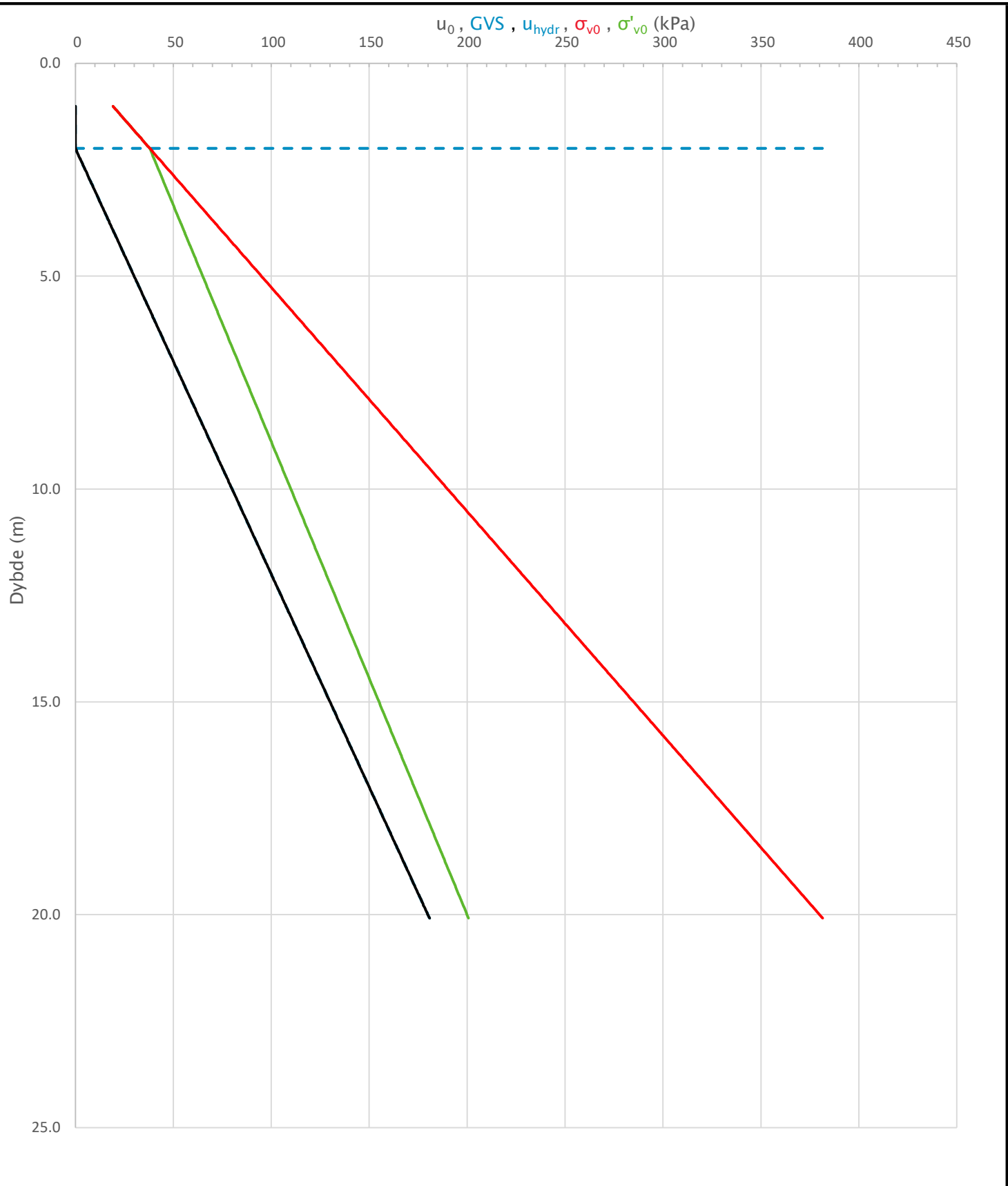


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-505
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					39956
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		10.03.2008	Rev. dato	5	

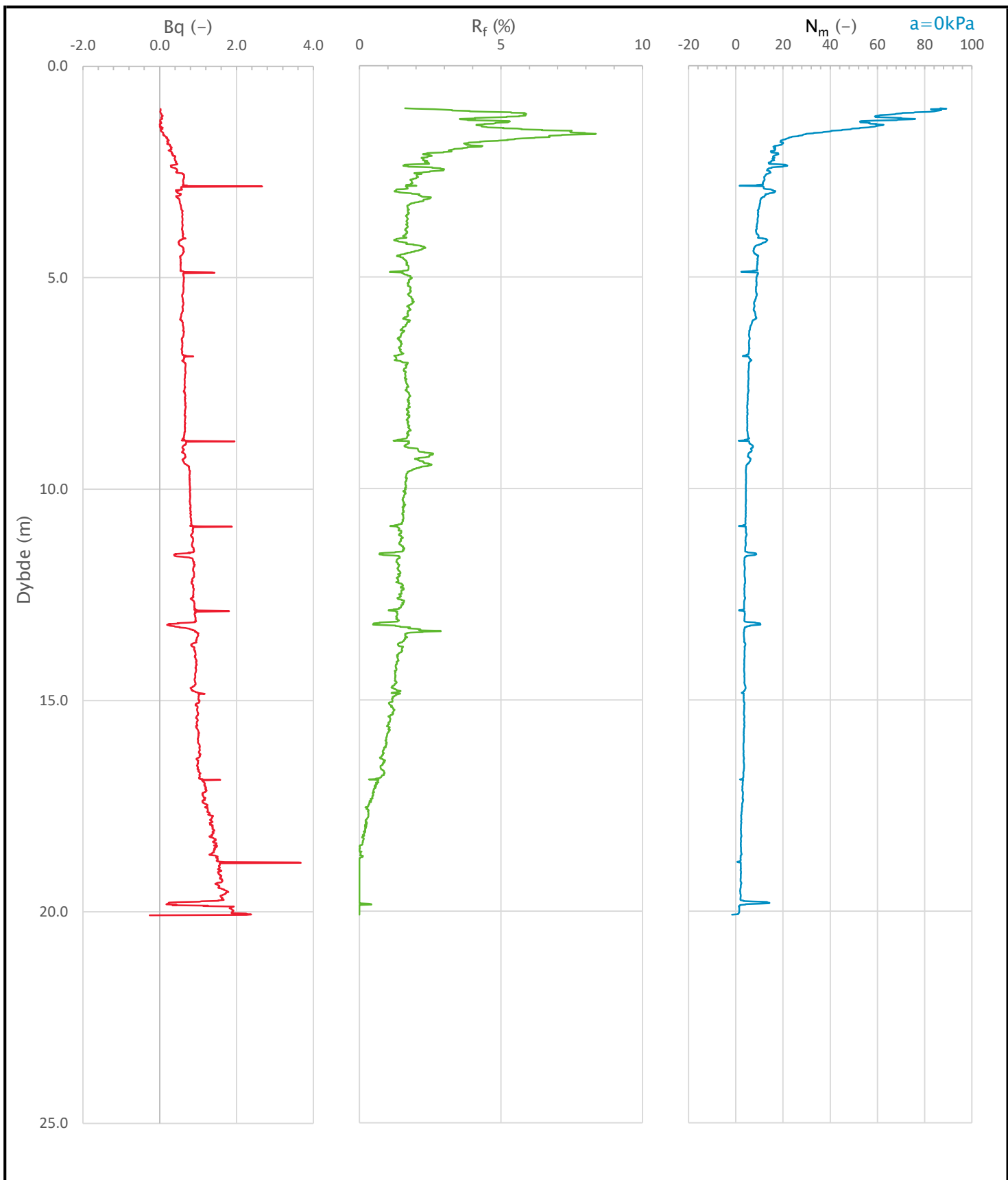


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-505
Innhold			Sondennummer		
Overkonsolideringsgrad, OCR			39956		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		10.03.2008	Rev. dato		
					8

Sonde og utførelse						
Sondennummer	20856		Boreleder			
Type sonde	#N/A		Temperaturoendring (°C)		#N/A	
Kalibreringsdato	#N/A		Maks helning (°)		0.0	
Dato sondering	06.11.2008		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Måleområde (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Skaleringsfaktor	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Arealforhold	#N/A		#N/A			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Temperaturområde (°C)	#N/A					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	9838.0		131.0		419.0	
Registrert etter sondering (kPa)	-8.0		0.0		-25.0	
Avvik under sondering(kPa)	8.0		0.0		25.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	3045.0		91.1		869.0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)						
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse						
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse						
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
			OK	#N/A		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-506	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					20856	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		06.11.2008	Rev. dato	1		



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-506
Innhold			Sondennummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			20856		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JMV/MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		06.11.2008	Rev. dato	2	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-506
Innhold			Sondennummer		
Avledede dimensjonsløse forhold			20856		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JMV/MML	GYe	HN		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	06.11.2008		Rev. dato		
				4	

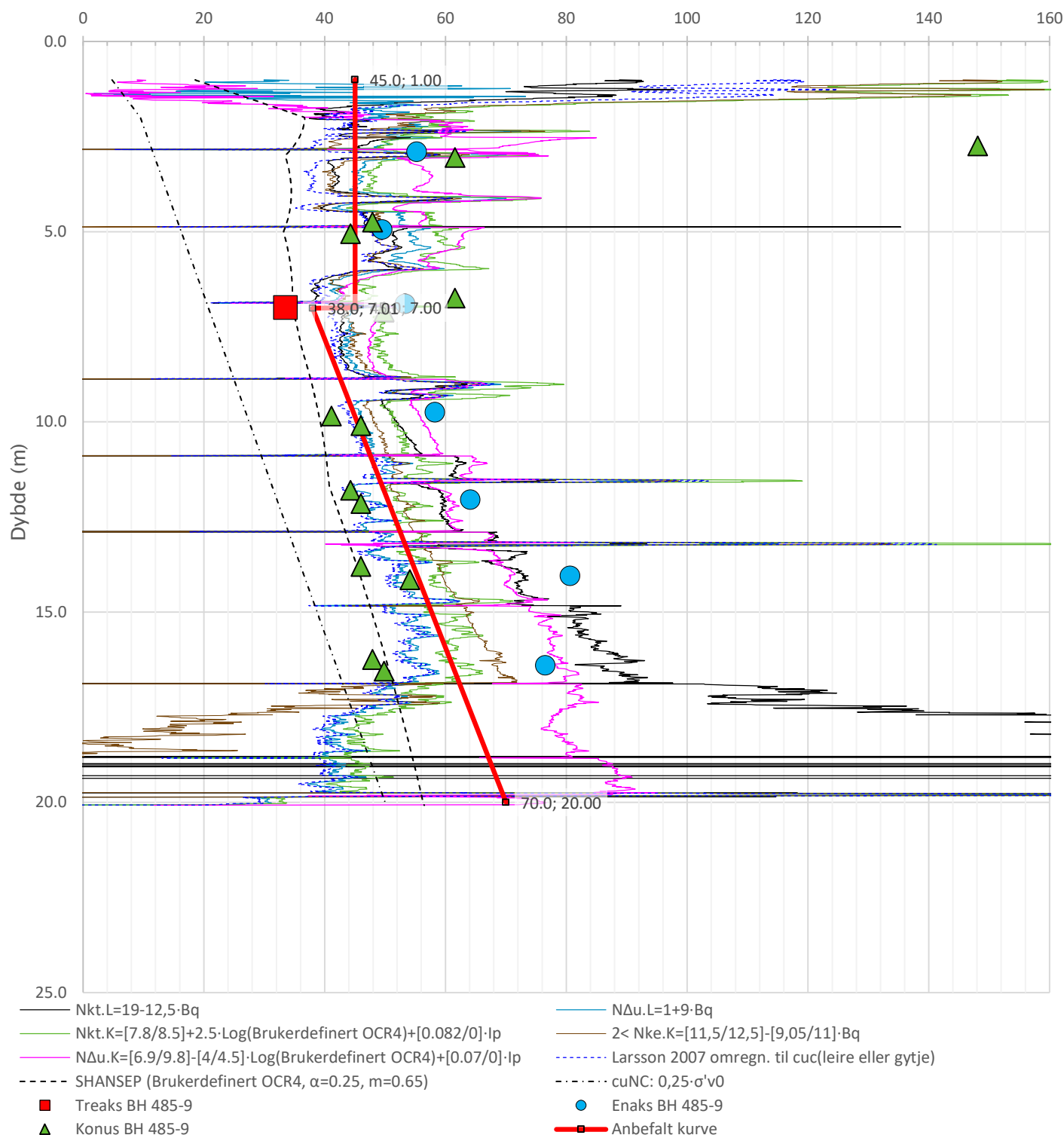
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH 485-9: $c_u/c_{u\text{cptu}} = 1.000$

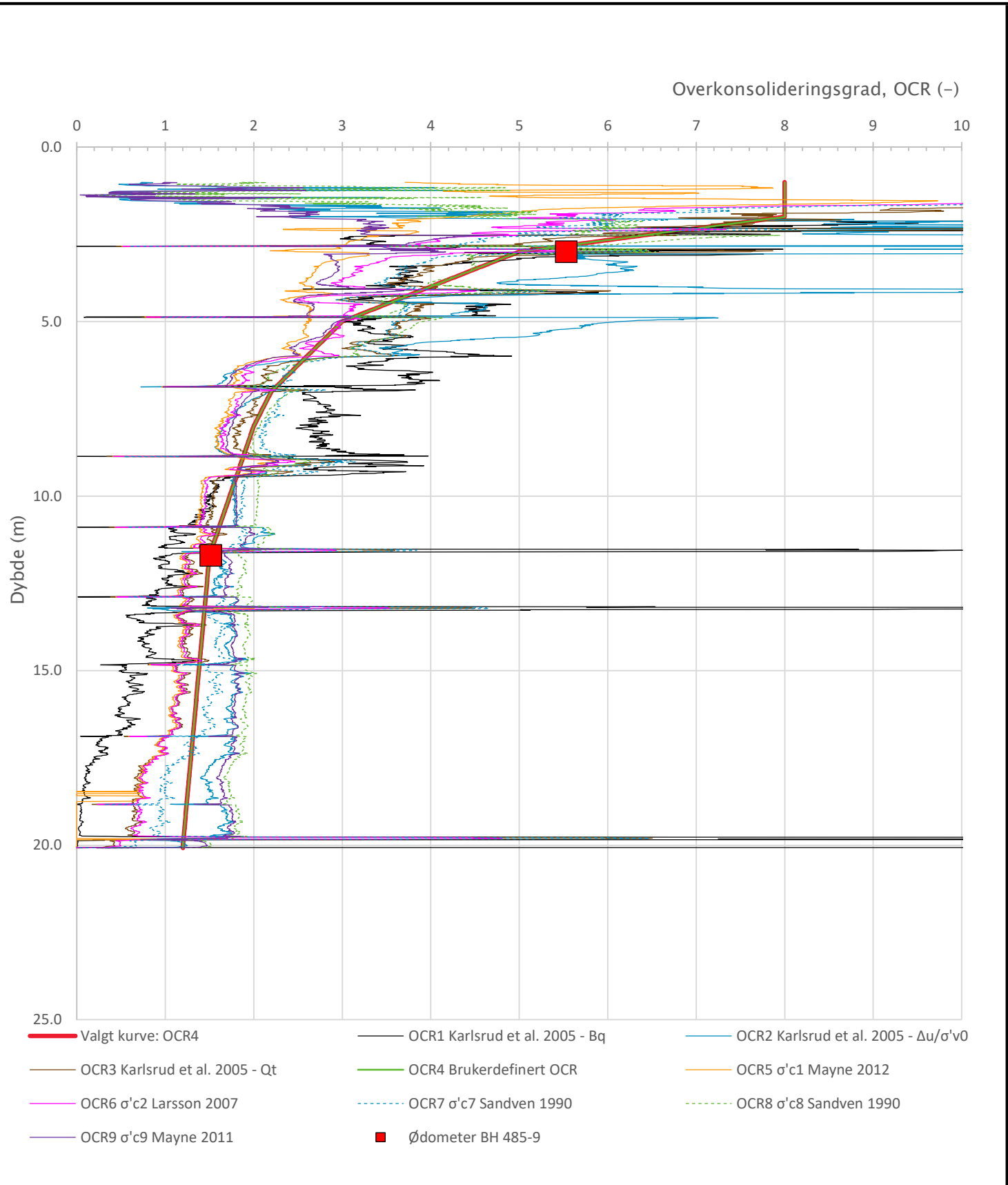
Enaks BH 485-9: $c_{uc}/c_{u\text{cptu}} = 0.630$

Konus BH 485-9: $c_{uc}/c_{u\text{cptu}} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, $c_{u\text{cptu}}$ (kPa)

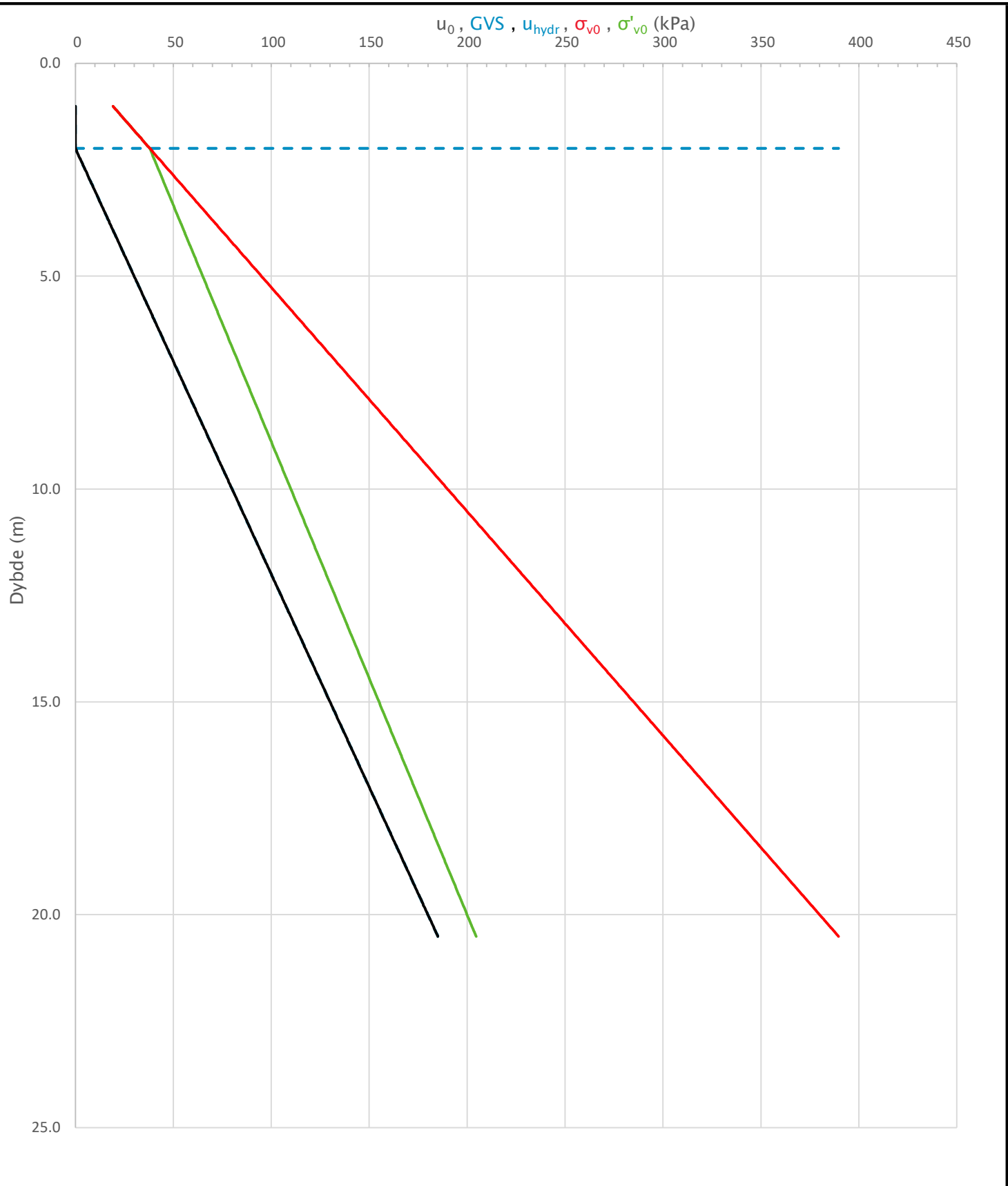


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-506
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					20856
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JMV/MML	GYe	HN		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	06.11.2008		Rev. dato	5	

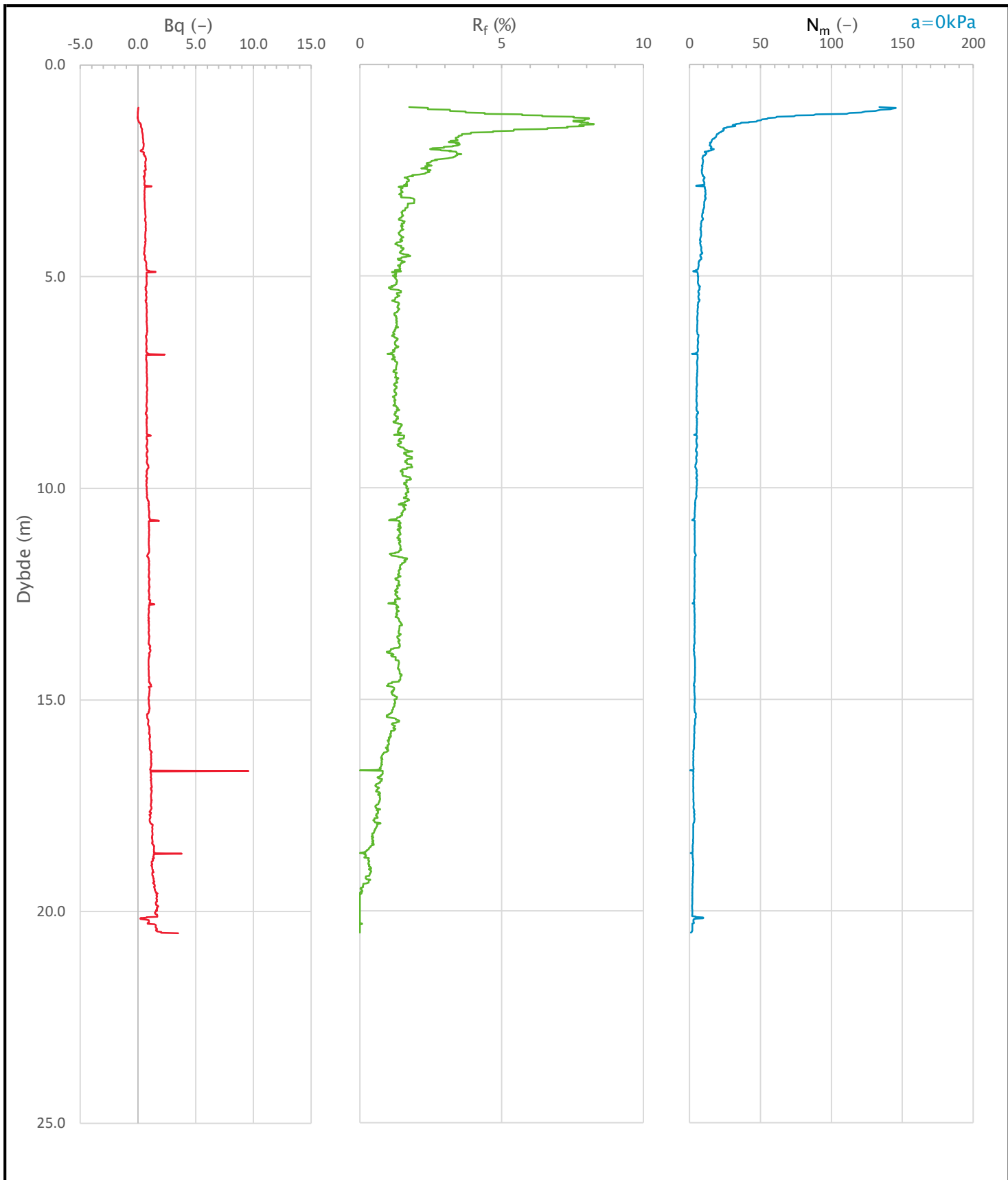


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-506
Innhold			Sondennummer		
Overkonsolideringsgrad, OCR			20856		
AFRY	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JMV/MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		06.11.2008	Rev. dato	8	

Sonde og utførelse						
Sondennummer	20856		Boreleder			
Type sonde	#N/A		Temperaturendring (°C)		#N/A	
Kalibreringsdato	#N/A		Maks helning (°)		0.0	
Dato sondering	06.11.2008		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Måleområde (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Skaleringsfaktor	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Arealforhold	#N/A		#N/A			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Temperaturområde (°C)	#N/A					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	9808.0		131.0		413.0	
Registrert etter sondering (kPa)	16.0		0.0		-3.0	
Avvik under sondering(kPa)	16.0		0.0		3.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	2865.0		115.6		848.4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)						
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse						
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse						
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
			OK	#N/A		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-524	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					20856	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	Gye	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		06.11.2008	Rev. dato	1		

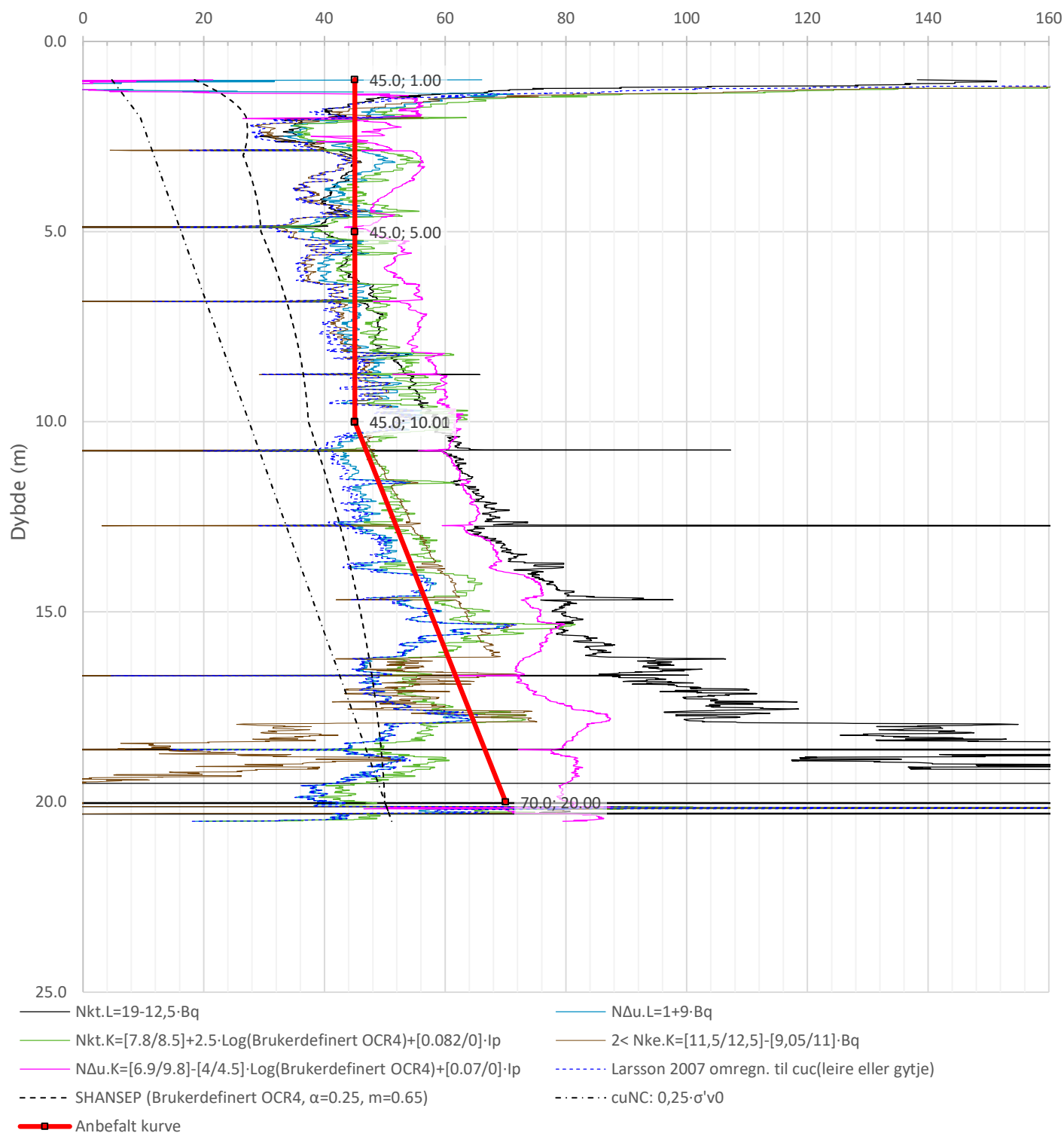


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-524
Innhold			Sondennummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					20856
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		06.11.2008	Rev. dato	2	

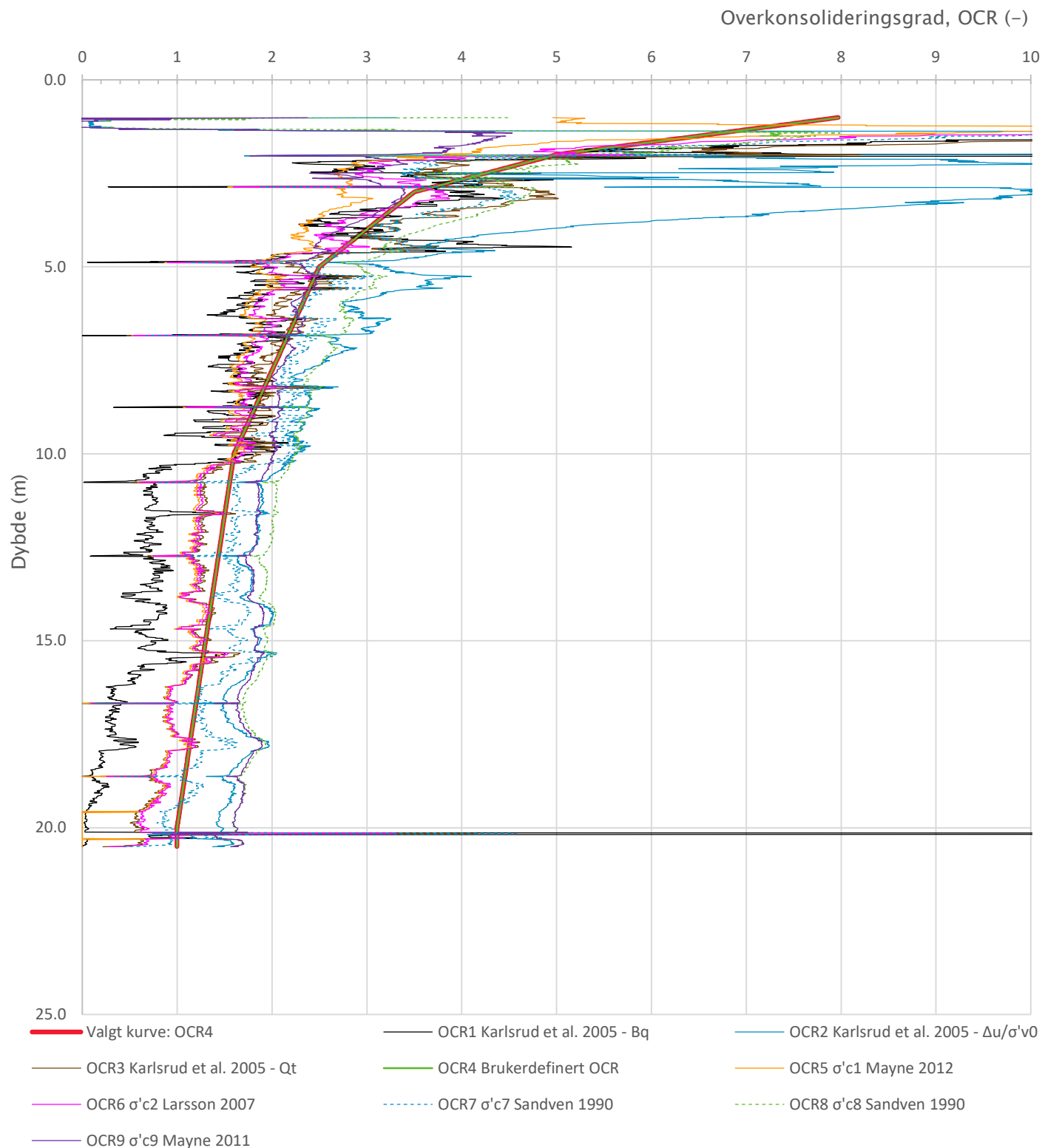


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-524
Innhold			Sondennummer		
Avledede dimensjonsløse forhold			20856		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	06.11.2008		Rev. dato		
				4	

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

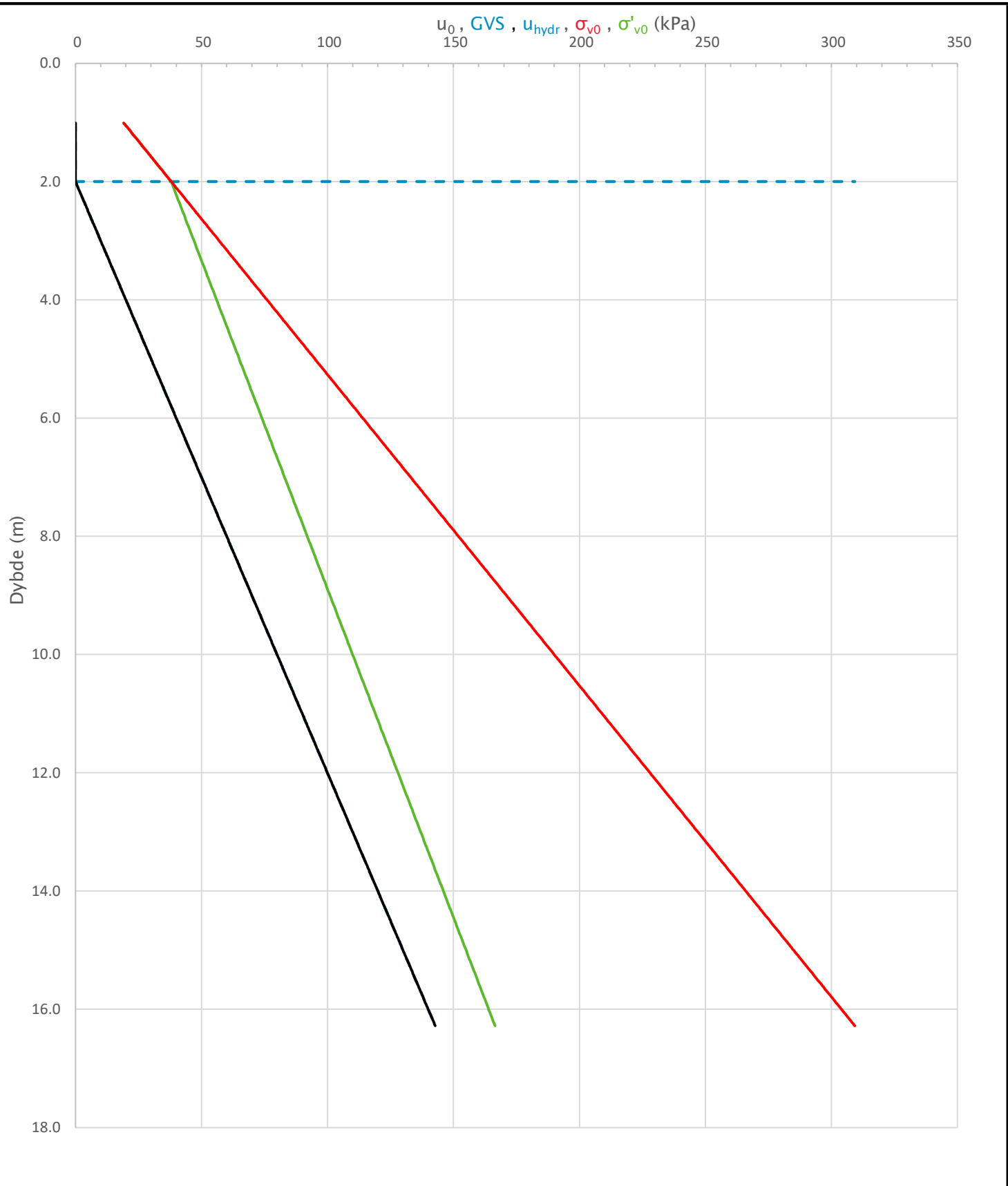


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-524
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					20856
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		06.11.2008	Rev. dato	5	

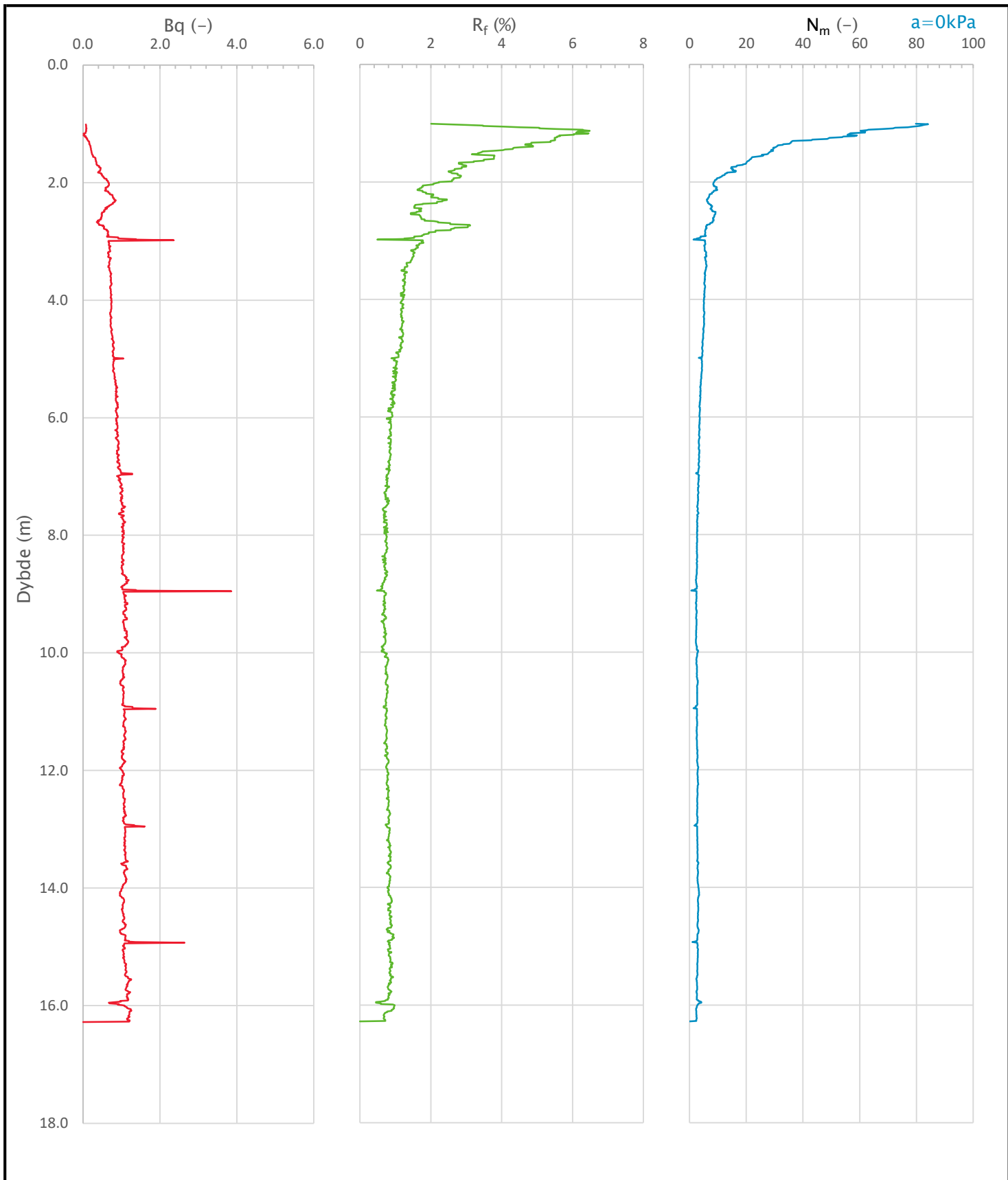


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-524
Innhold			Sondennummer		
Overkonsolideringsgrad, OCR			20856		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	06.11.2008		Rev. dato		
				8	

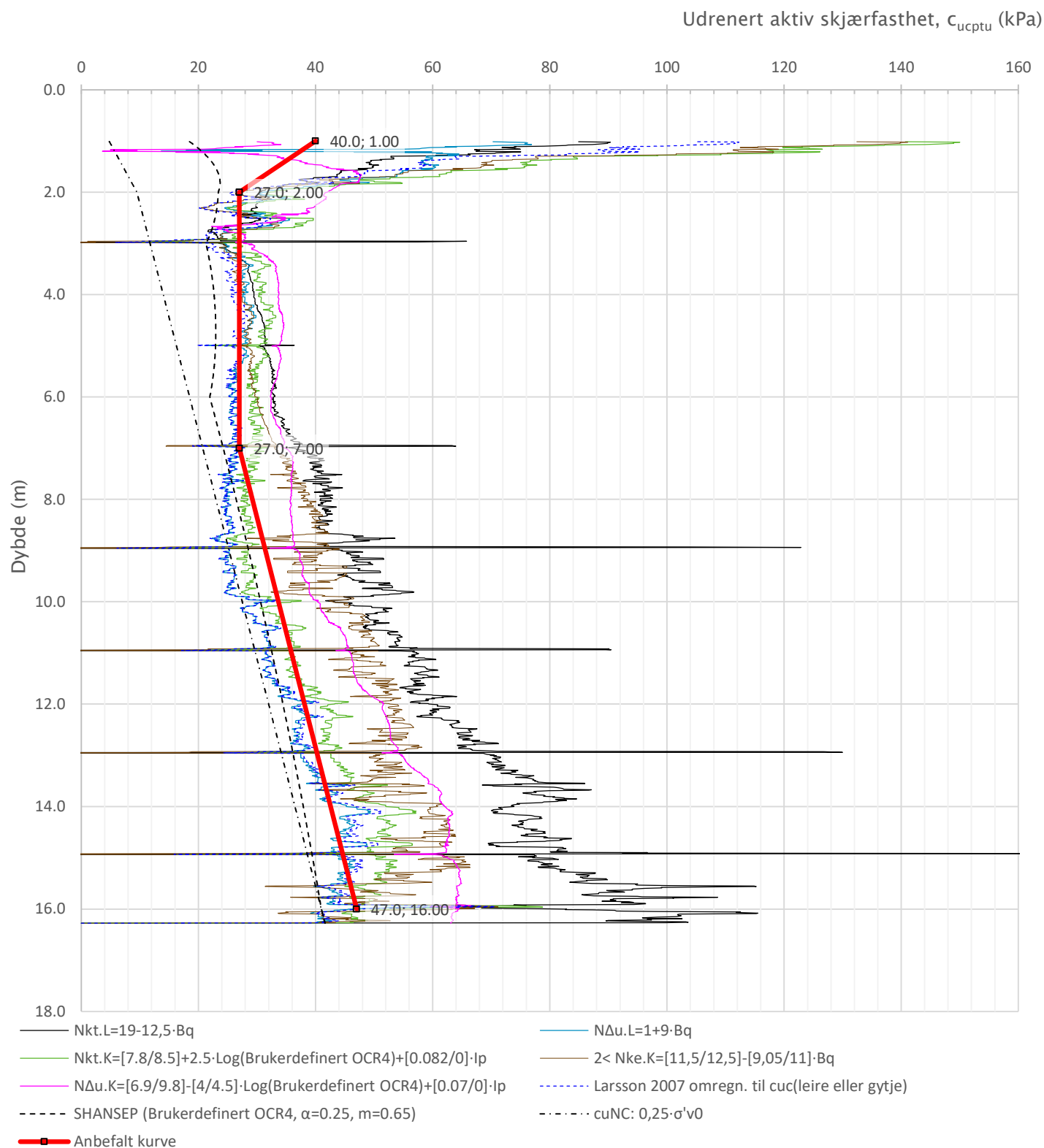
Sonde og utførelse						
Sondennummer	20856		Boreleder			
Type sonde	#N/A		Temperaturoendring (°C)		#N/A	
Kalibreringsdato	#N/A		Maks helning (°)		0.0	
Dato sondering	06.11.2008		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Måleområde (MPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Skaleringsfaktor	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Arealforhold	#N/A		#N/A			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Temperaturområde (°C)	#N/A					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	9786.0		130.0		422.0	
Registrert etter sondering (kPa)	-36.0		0.0		-4.0	
Avvik under sondering(kPa)	36.0		0.0		4.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	1625.0		85.3		646.3	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)						
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse						
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse						
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
			OK	#N/A		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-525	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					20856	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	Gye	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		06.11.2008	Rev. dato	1		



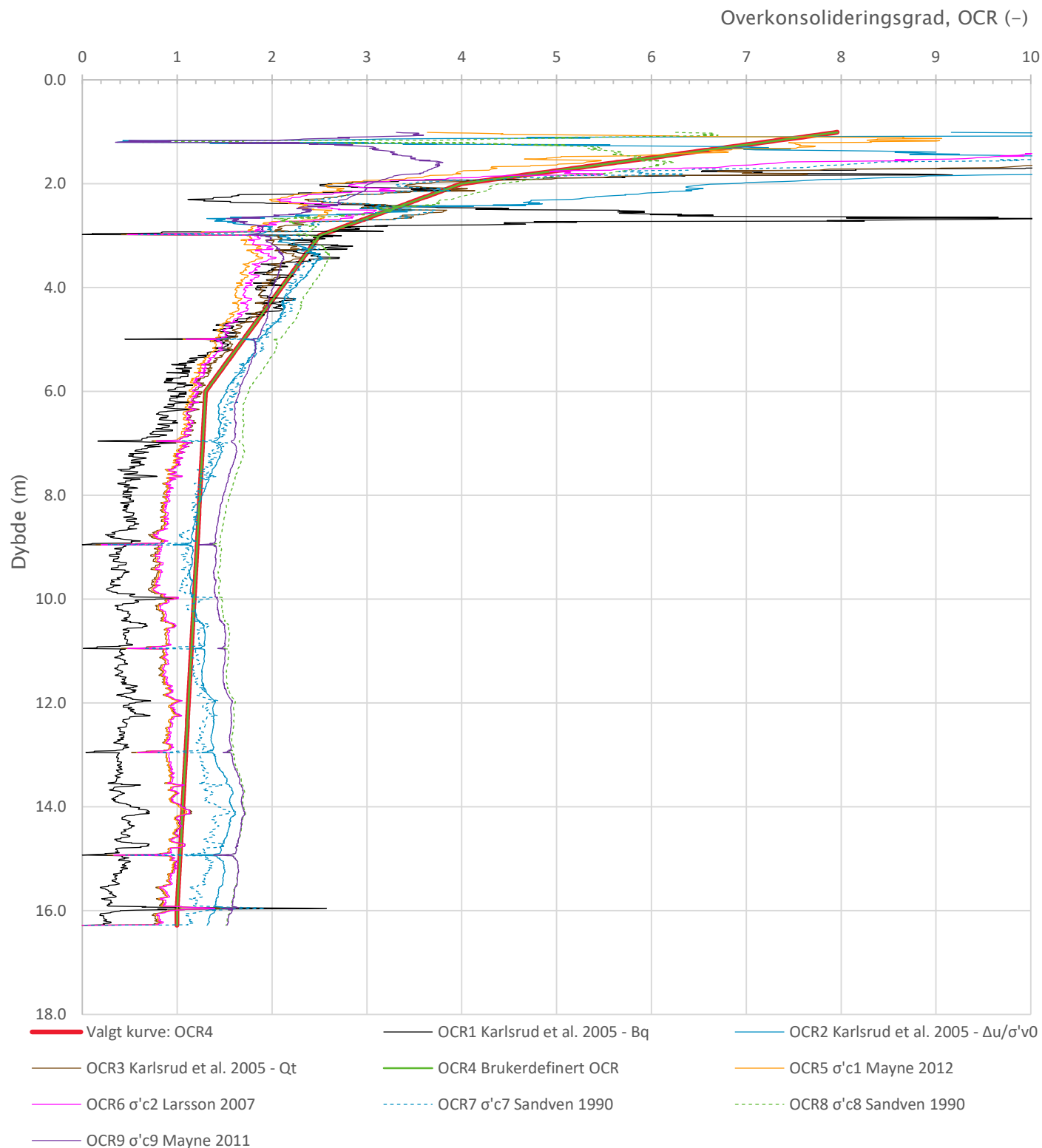
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-525
Innhold			Sondennummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			20856		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	06.11.2008		Rev. dato		
				2	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-525
Innhold					Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold					20856
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		06.11.2008	Rev. dato	4	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-525
Innhold			Sondennummer		
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			20856		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		06.11.2008	Rev. dato	5	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-525
Innhold			Sondennummer		
Overkonsolideringsgrad, OCR			20856		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		06.11.2008	Rev. dato	8	

Vedlegg 5

Befaring 08.12.2022

BEFARING AV VESTFOSSEN – 08.12.2022

Geoteknikere fra AFRY befarte prosjektområdet den 08.12.2022. Befaringen ble gjennomført i innledende fase av prosjektet, før supplerende grunnundersøkelser ble utført.

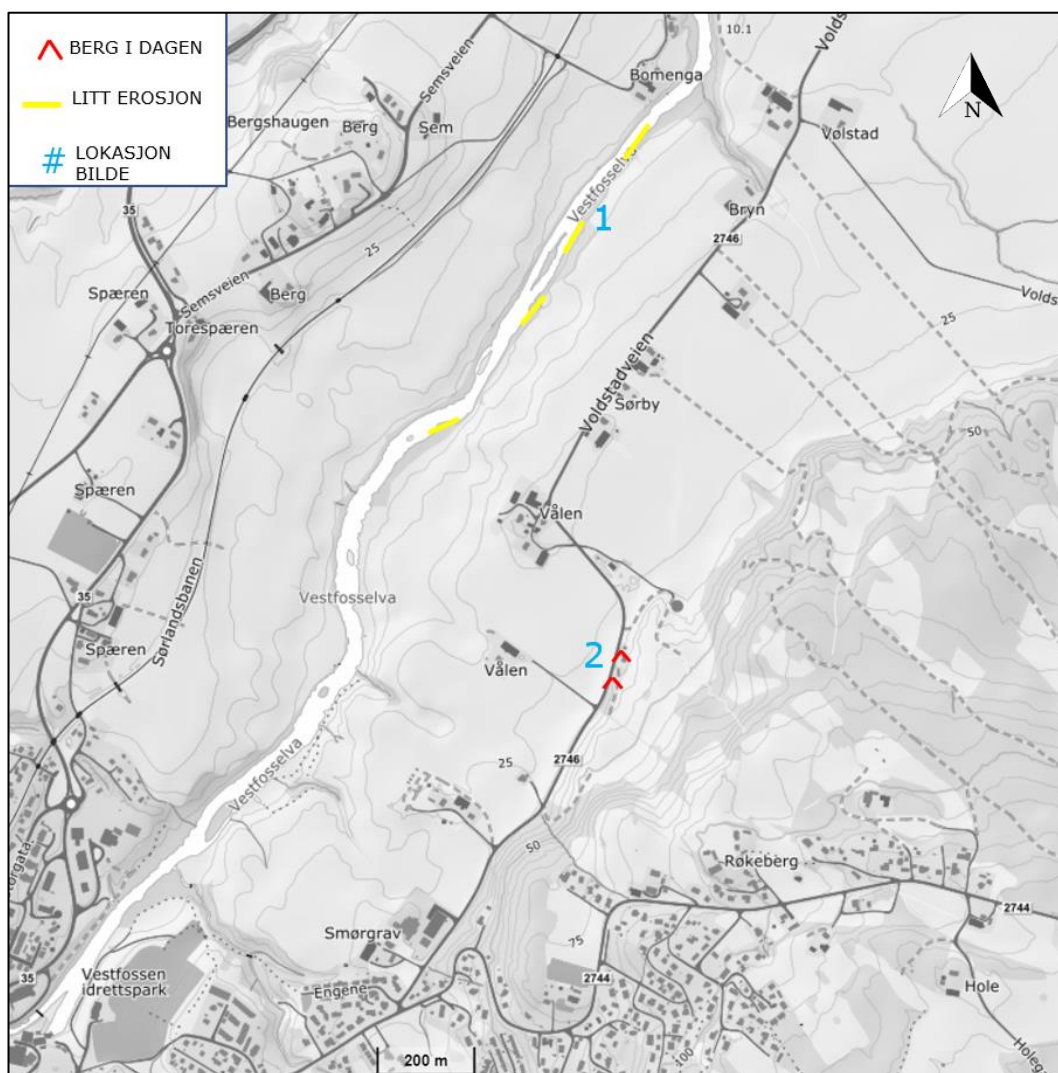
Hensikten med befaringen var å vurdere erosjonsforhold, terrengforhold, samt kartlegge berg i dagen. I tillegg var det fokus på tilkomst for borerigg ifm. grunnundersøkelser. Samtlige områder innenfor prosjektområdet ble befart.

Det bemerkes at det var snø i området på befaringstidspunktet, som medførte at det var utfordrende å kartlegge erosjonsforholdene.

1.0 SMØRGRAV-VÅLEN

Terrenget fremstår som kupert/bølgete. Terrenget heller ned mot elva fra Voldstadveien (mot nordvest). Erosjonsforholdene langs Vestfosselva er vanskelige å avdekke under snøen og vegetasjon, men generelt er det tegn til litt erosjon i de undersøkte punktene helt nederst ved elva.

Det er observert bergskjæringer langs østsiden av Voldstadveien i den søndre delen av området.



Figur 1: Kart over Smørgrav-Vålen med erosjon og berg i dagen markert.

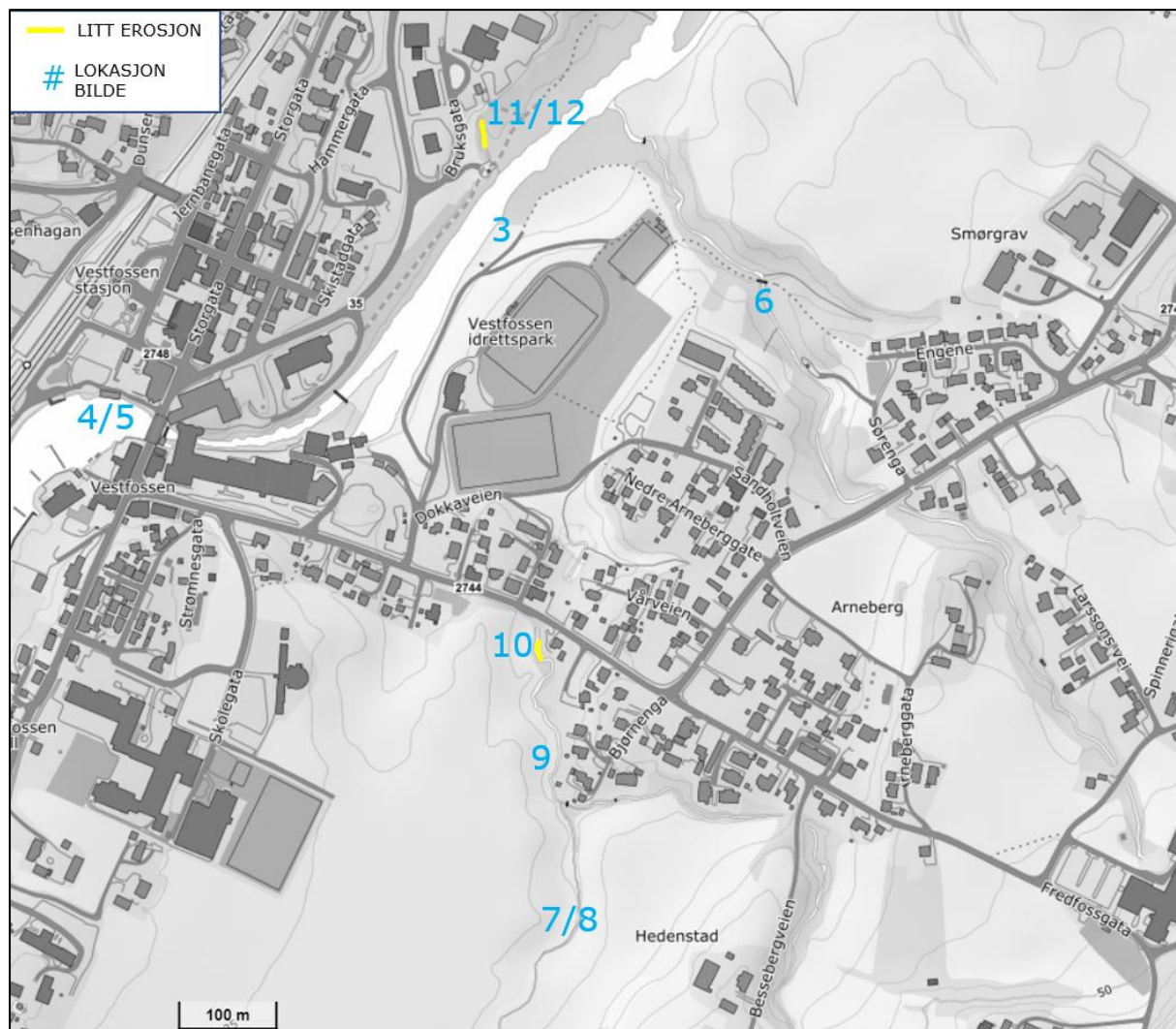


Figur 2: Bilde mot Vestfosselva, lokasjon 1 fra kart figur 1.



Figur 3: Bergskjæring langs Voldstadveien, lokasjon 2 fra kart figur 1.

2.0 VESTFOSSSEN SENTRUM



Figur 4: kart over Vestfossen sentrum med erosjon markert, samt plassering av bilder fra befaring.

2.1 VESTFOSSEN IDRETTSPARK

Terrenget er preget av plataær mot øst. Løsmassene ned mot elva fremstår som grove friksjonsmasser i overflaten. Det er lite tegn til erosjon.



Figur 5: Vestfossen idrettspark, grove masser ned mot Vestfosselva. Lokasjon 3 figur 4.

2.2 VESTFOSSEN SENTRUM

Det ble observert berg i dagen i Vestfossen sentrum, ved utløpet til demningen.



Figur 6: Berg i dagen i sentrum. Lokasjon 4 figur 4.



Figur 7: Berg i dagen i sentrum. Lokasjon 5 figur 4.

2.3 SØRENGA

Ravinen på vestsiden av Sørenga (ned mot Vestfosselva) ble befart. Det var vanskelig å avdekke erosjonsforhold under snøen.



Figur 8: Sikret ravine Sørenga. Lokasjon 6 figur 4.

2.4 FABRIKKGATA

Ravinen langs sonen ble befart for å avdekke erosjonsforhold. Generelt er terrenget i området kupert/bølgete. Det er lite vann i ravinen/bekken, men med økende mengde mot nord (mot Vestfossen idrettspark). Høydeforskjellene i terrenget ned mot ravinen øker mot nord.

På sørsiden av Fabrikkgata er det tegn til erosjon ned mot ravinen. Det ble ikke observert berg i dagen.



Figur 9: Ravine langs sone Fabrikkgata. Lokasjon 7-10 markert på figur 4.

2.5 SPÆREN

Det var vanskelig å avdekke erosjonsforhold under snøen, men det er tegn til litt erosjon i bekken ned mot Vestfosselva.



Figur 10: Mulig litt erosjon under snø, lokasjon 11 markert på figur 4.



Figur 11: Vestfosselva sett mot øst, lokasjon 12 markert på figur 4.

Vedlegg 6

Befaring av området 07.11.2023, NVE

Internt notat

Til:	Afry AS
Fra:	Ellen Elizabeth Davis Haugen .
Ansvarlig:	Lars Harald Blikra
Dato:	8.11.2023
Saksnr.:	NVE 202221193
Arkiv:	411
Kopi:	

Befaring Vålen og Smørgrav 7.11.2023, Vestfossen, Øvre Eiker

NVE v/ Ellen Haugen var på en kort befaring 7.11.2023.

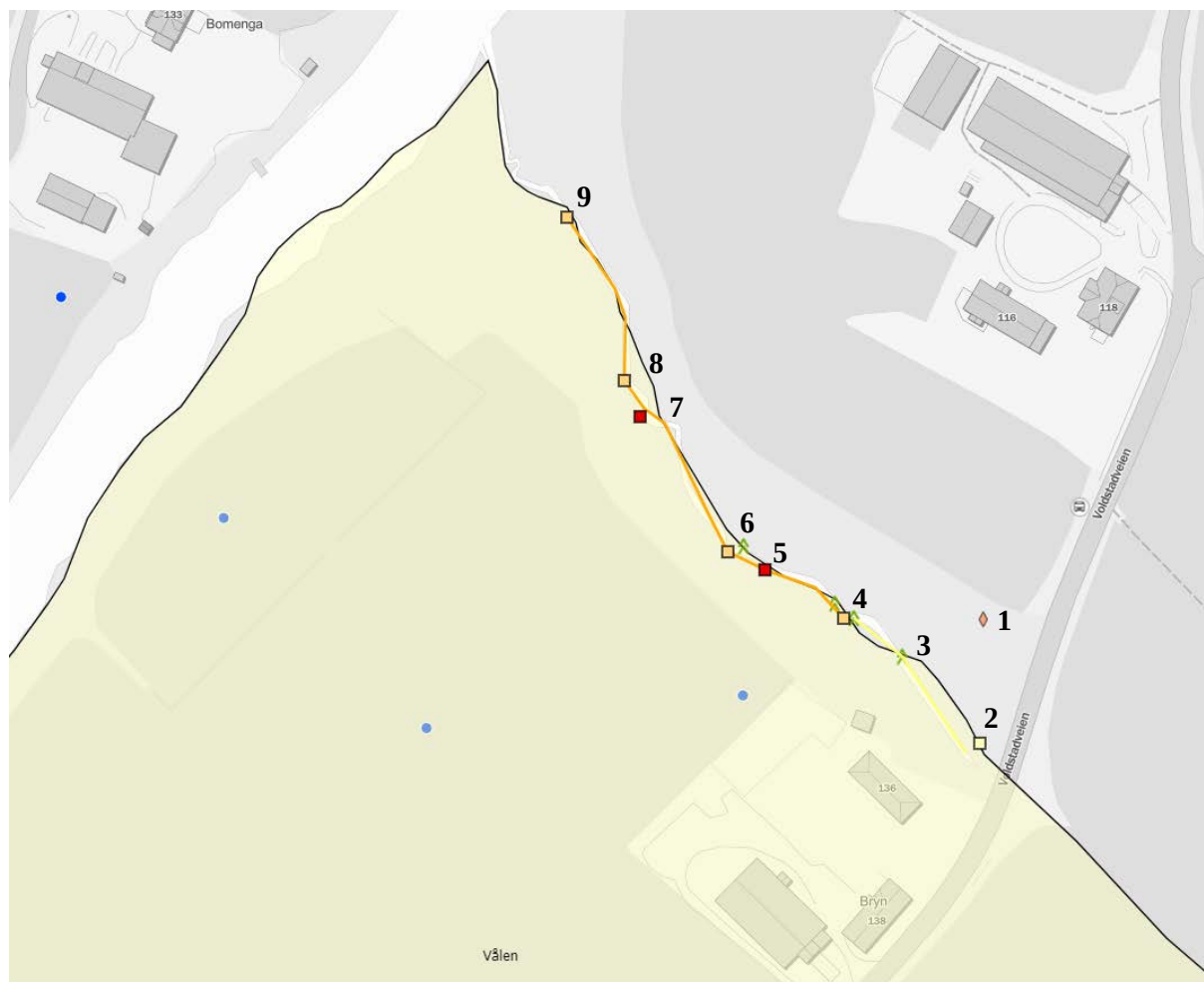
I ravinen langs nordre grense av faresone Vålen fant jeg berg i dagen i bekken i øvre del av bekkestrengen. Dette kan brukes for å oppdatere Afry sitt profil V6 og VL2, og danner nyttig grunnlag for å vurdere fare for sidevegs utbredelse av skred på tvers av ravinen.

Berget hindrer videre senking av bekken langs dette strekket, men det er likevel spor etter erosjon og utglidninger inn mot sonen. Et par steder er det funnet spor etter rotasjonsskred, som tilsier kraftig erosjon, men generelt vil jeg karakterisere bekken som noe erosjon (oransje strek på kartet), med unntak av øvre og nedre del hvor det er lite fall og dermed lite erosjon (gul strek).

Videre befarte jeg den åpne delen av bekken i sonegrensen mellom Smørgrav og Vålen. Dette var for å se etter berg i dagen, siden dreietrykksonderingene N2-508, N2-518 og N2-516 kunne tyde på dette. Jeg fant ikke berg i dagen. Bekken ligger på større dyp enn det sonderingene oppå jordet når, og renner på mye stor stein, sannsynligvis morenelag under leira. På grunnlag av dette mener jeg at sonderingene ikke har truffet berg, men avsluttet ved påtruffet blokk og det ble antatt berg. Siden det ikke er gjort bergpåvisning og ikke funnet berg i bekken, så kan vi ikke legge til grunn berg på det nivået som i utgangspunktet var antatt i profil SL1/VL1 og V5. Men at det er tilsvarende morenelag som er funnet i totalsondering 485-7. Steinen i bekken mellom sonene medfører at det kun er litt erosjon (gul strek).

Kart og bilder fra befaringen av de to områdene følger under.

Befaring av ravine langs nordre grense av faresone Vålen, nord for Voldstadveien 136



Punkt 1: Utfylte masser i topp skråning på nordsiden av bekken: jord, hageavfall. Dette ligger utenfor faresone Vålen, så det vil ikke påvirke stabiliteten av sonen.



Punkt 2: Ingen-lite erosjon i øverste delen av bekken, ned til midtre bergterskel (gul strek til punkt 4):



Punkt 3: Bergterskel



Punkt 4 – noe erosjon inn mot skråningen til kvikkleiresone Vålen. Berg i dagen i bekken både oppstrøms og nedstrøms (bilde er fra nedstrøms terskel):





Punkt 5: Kraftig erosjon i form av ca 8 m bredt rotasjonsskred inn mot Vålen:





Punkt 6: Noe erosjon inn skråninga mot Vålen. Berg i bekken like oppstrøms dette. Også observert noe hageavfall øverst i skråningen. Ikke observert berg i dagen nedstrøms dette punktet:



Punkt 7: Spor etter rotasjonsskred, ca 10 m bred, noe overvokst. Tilsier kategorien kraftig erosjon:



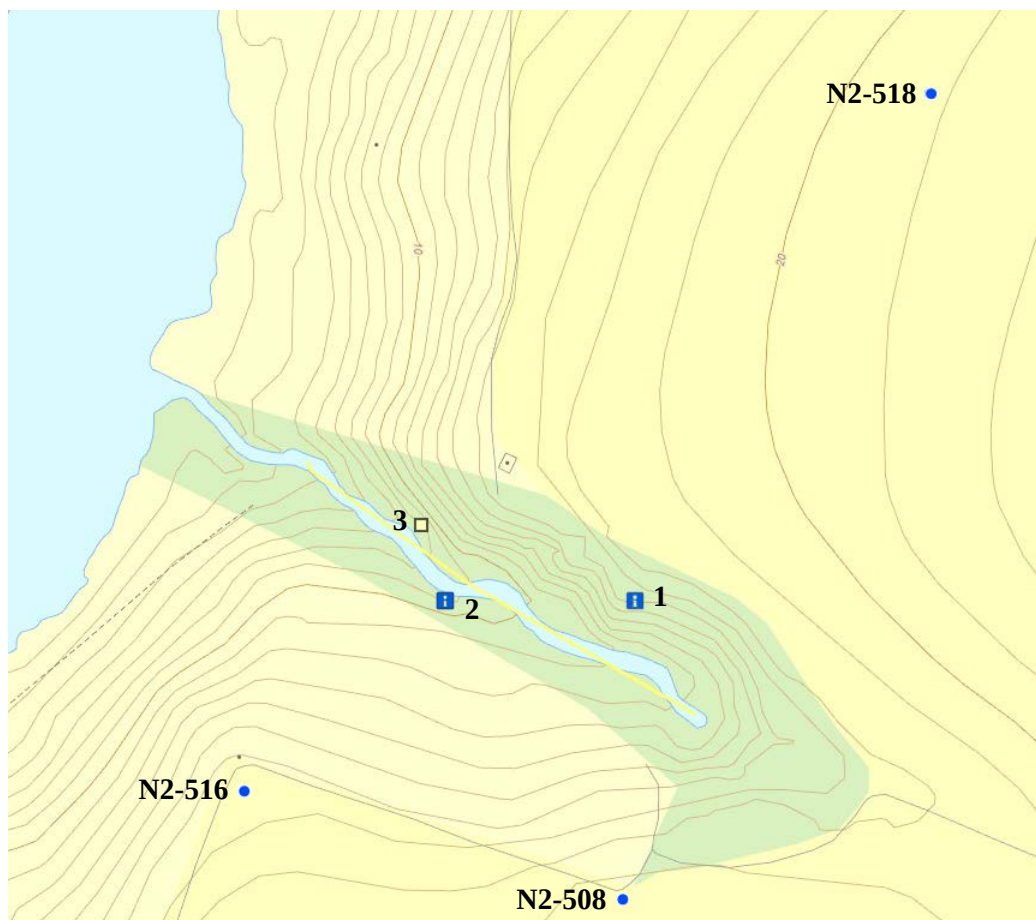
Punkt 8: Noe erosjon:



Punkt 9: Noe erosjon. Nedstrøms dette punktet flater bekken ut ned mot elva, og det er lite-ingen erosjon.



Befaring av den åpne delen av bekken mellom sonegrensene av faresone Vålen og Smørgrav



Punkt 1: Mye vann i bekken, men stein i bekkeleiet medfører liten/ingen erosjon:



Punkt 2: Mer grov stein dess nærmere elva:



Punkt 3: Litt erosjon inn under røtter på tre i kanten av bekken. Også her var det mye grov stein i bekkeleiet.



Vedlegg 7

Befaring 29.04.2024

BEFARING AV VESTFOSSEN – 29.04.2024

Geoteknikere fra AFRY befarte prosjektområdet den 29.04.2024.

Hensikten med befaringen var å vurdere erosjonsforhold i sideraviner til Vestfosselva. Grad av erosjon er definert iht. erosjonskategorier beskrevet i NVEs Ekstern Rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred».

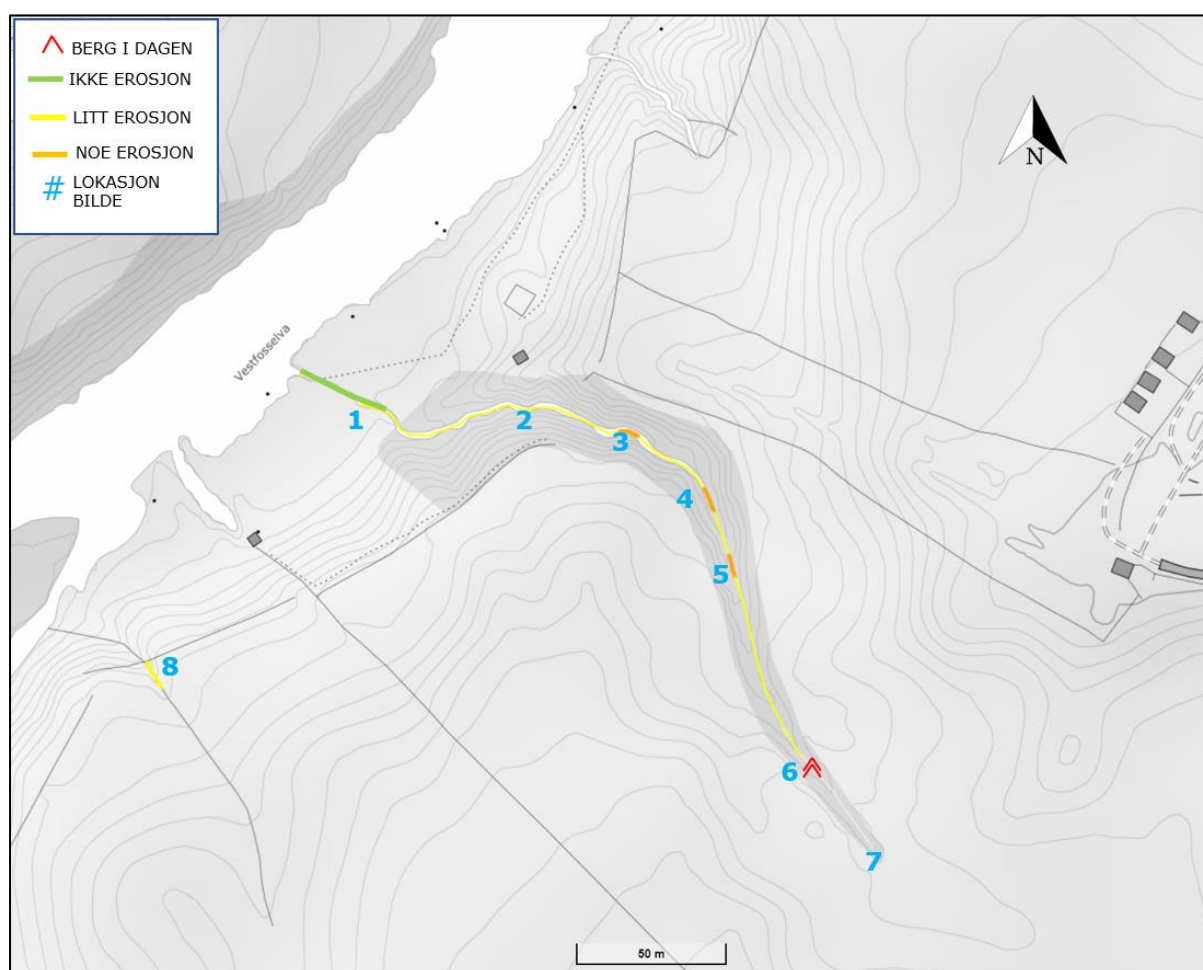
1.0 RAVINE I SMØRGRAV-VÅLEN

Sideravinen til Vestfosselva, som ligger øst for Smørgrav gård (gnr./bnr.: 26/2) og XL-BYGG Smørgrav Sag (gnr./bnr.: 26/6), var hovedmålet for befaringen.

Det ble observert erosjon langs ravinen. Lengst nede mot Vestfosselva er terrenget tilnærmet flatt, og det vurderes at det ikke er erosjon, basert på terrenggradient. Øverst mot XL-BYGG er det forholdsvis flatt terreng, og lite erosjon. Det er ikke tegn til skader eller erosjon rundt utløpsrøret til bekken øverst. I midtre parti av ravinen er det enkelte områder der det er kartlagt *noe* erosjon. Det ble observert bergblotning i bekken i øvre del.

På vei til ravinen langs Vestfosselva ble det også observert *litt* erosjon lenger sør, i en mindre sideravine til Vestfosselva. Det ble ikke observert erosjon langs Vestfosselva i dette området.

Figur 1 viser området som ble befart, med markering av observasjoner. Figur 2-13 viser feltobservasjoner markert på Figur 1.



Figur 1: Kart over befart område med observert erosjon og berg i dagen markert.



Figur 2: Bilde fra lokasjon 1 markert i figur 1. Ikke erosjon, basert på terrenggradient. Tilnærmet flatt terreng.



Figur 3: Bilde fra lokasjon 2 markert i figur 1. Litt erosjon. Bratt terrenggradient, helning på trær.



Figur 4: Bilde fra lokasjon 2 markert i figur 1. Litt erosjon. Bratt terrenggradient, helning på trær.



Figur 5: Bilde fra nordside av ravine ved lokasjon 3 markert i figur 1. Noe erosjon i form av overflateutglidning med eksponert silt/leire.



Figur 6: Bilde fra nordside av ravine ved lokasjon 3 markert i figur 1. Noe erosjon i form av overflateutglidning.



Figur 7: Bilde fra lokasjon 3 markert i figur 1. Noe erosjon, tegn på undergraving i bekkekant. Eksponert silt/leire



Figur 8: Bilde fra lokasjon 4 markert i figur 1. Noe erosjon.



Figur 9: Bilde fra lokasjon 5 markert i figur 1. Noe erosjon på sørside av ravine, i form av overflateutglidning med eksponert silt/leire.



Figur 10: Bilde fra lokasjon 5 markert i figur 1. Noe erosjon på sørside av ravine, i form av overflateutglidning med eksponert silt/leire.



Figur 11: Bilde fra lokasjon 6 markert i figur 1. Bergblotning i bekkeløpet.



Figur 12: Bilde fra lokasjon 7 markert i figur 1. Bekkeutløp, rør skjult under vegetasjon og knekt rør uten gjennomstrømming.



Figur 13: Bilde fra lokasjon 8 markert i figur 1.



Figur 14: Bilde mot Vestfosselva omtrent fra lokasjon 8 markert i figur 1. Ikke tegn til erosjon.

2.0 RAVINE/BEKK I SPÆREN

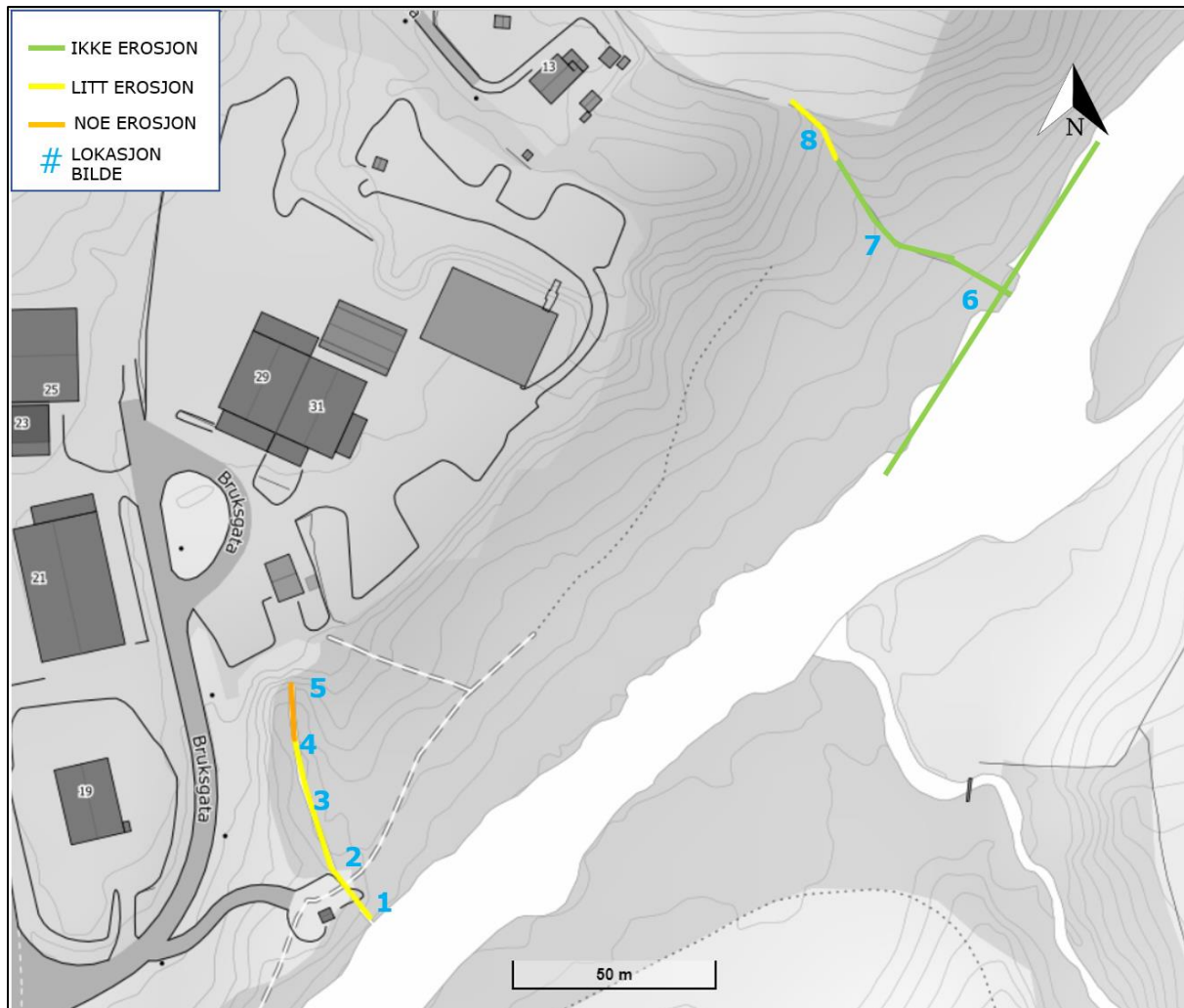
Sideravinen til Vestfosselva på vestsiden av elva, nedenfor MB Consulting AS Bilutsalg (gnr./bnr.: 39/434) ble befart (lokasjon 1-5 vist på Figur 14). Bekken som ligger litt lenger nord ble også befart (lokasjon 6-8 vist på Figur 14).

For søndre bekk (lokasjon 1-5) ble det observert litt erosjon langs bekken, og noe erosjon ved starten av bekken. I nedre del av bekken, der den møter Vestfosselva (lokasjon 1, Figur 14) er det uklart vann ved utløpet. Dette kan være som resultat av erosjon fra fossen, og det kartlegges som *litt* erosjon.

Bekken er lagt i rør nord for lokasjon 5 vist i Figur 14, og er ikke befart videre nord for lukkingen. Det er tegn til plastring ved utløpet. Dette vurderes ikke å være i forbindelse med erosjonssikring, men for etablering av røret.

Merk at det var lav vannføring da bekken ble befart.

I nordre bekk (lokasjon 6-8 på Figur 14) var det nesten tørt på befaringstidspunktet. Lokasjon 6 og 7 kartlegges som ikke erosjon, basert på terrenggradient tilstøtende bekk (nesten flatt terreng, se figur 22). Ved lokasjon 8 (Figur 23) er det tegn til sår i terrenget, og terrenget rundt er brattere. Det kartlegges som *litt* erosjon.



Figur 15: Kart over befart område med observert erosjon markert.



Figur 16: Bilde fra lokasjon 1 markert i figur 14. Utløp til Vestfosselva. Litt erosjon – uklart vann, sår i terrenget.



Figur 17: Bilde fra lokasjon 1 markert i figur 14. Utløp til Vestfosselva. Litt erosjon – uklart vann, sår i terreng.



Figur 18: Bilde fra lokasjon 2 markert i figur 14. Grumsete vann. Litt erosjon.



Figur 19: Bilde fra lokasjon 3 markert i figur 14. Litt erosjon.



Figur 20: Bilde fra lokasjon 4 markert i figur 14. Sår i terrenget. Eksponert silt/leire i bekkebunn, grått vann. Noe erosjon.



Figur 21: Bilde fra lokasjon 5 markert i figur 14. Plastring ved utløpsrør, vurderes ikke å være i forbindelse med erosjonssikring. Uklart vann. Noe erosjon.



Figur 22: Bilde av Vestfosselva fra lokasjon 6 markert i figur 14. ikke tegn til erosjon.



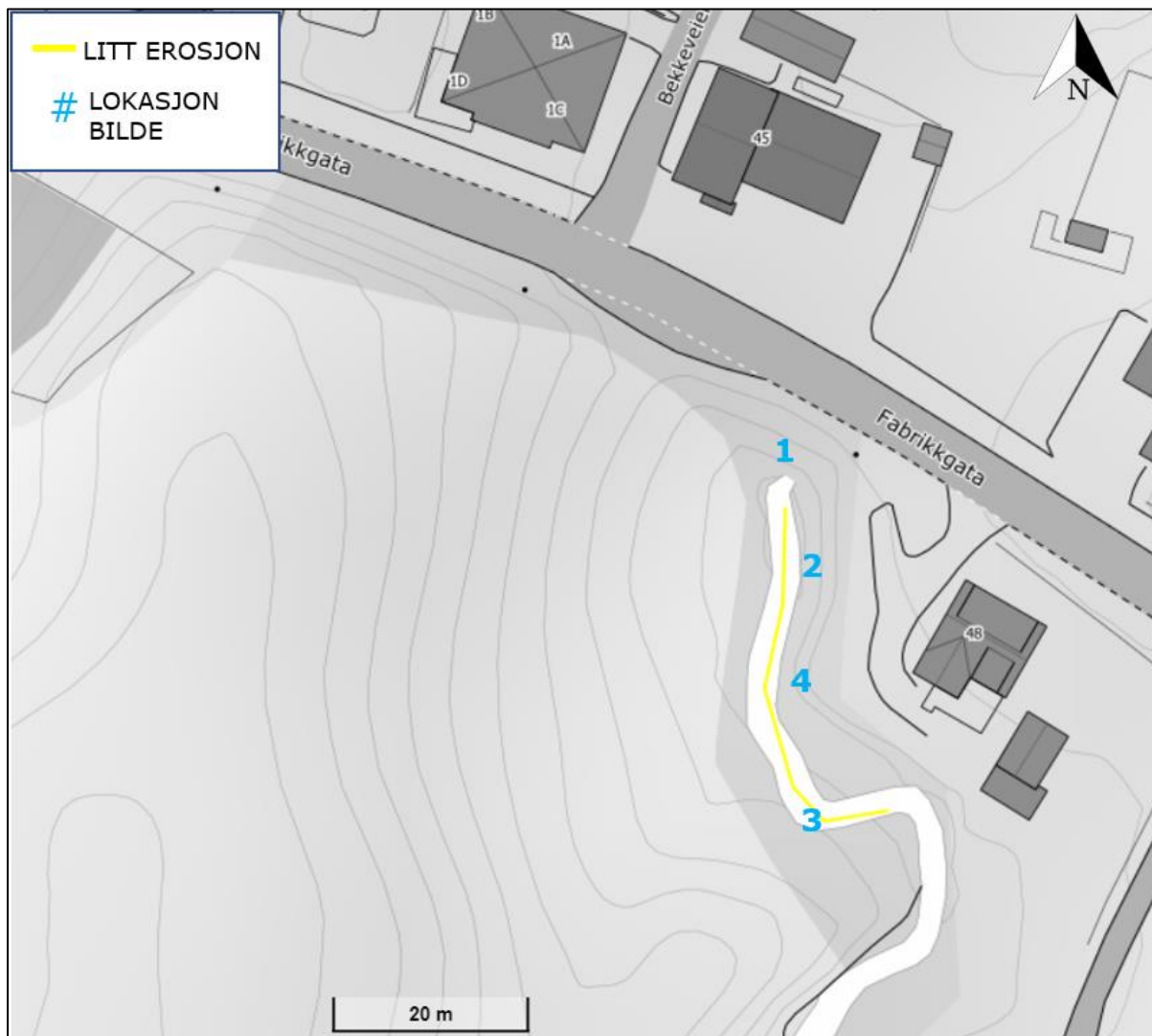
Figur 23: Bilde fra lokasjon 7 markert i figur 14. Sår i terreng, men lav terrenggradient. Ingen erosjon.



Figur 24: Bilde av Vestfosselva fra lokasjon 8 markert i figur 14. Sår i terreng, og terrenggradient som tilsier at erosjon kan oppstå.

3.0 FABRIKKGATA

Fabrikkgata har blitt befart tidligere, men det var snø på befaringstidspunktet. Derfor ble kulverten under Fabrikkgata befart fra sørsiden. I tillegg ble bekken befart i området nærme kulverten/Fabrikkgata. Se Figur .



Figur 25: Kart over befart område med observert erosjon markert.



Figur 26: Kulvert under Fabrikkgata, observert fra sørside av veien. (Lokasjon 1 på figur 25)



Figur 27: Erosjonssikring langs bekk ved Fabrikkgata, observert fra vestsida av bekken (lokasjon 2 på figur 25)



Figur 28: Langs bekk ved Fabrikkgata, observert fra vestsida av bekken (lokasjon 3 på figur 25). Sår i terrenget. Litt erosjon.

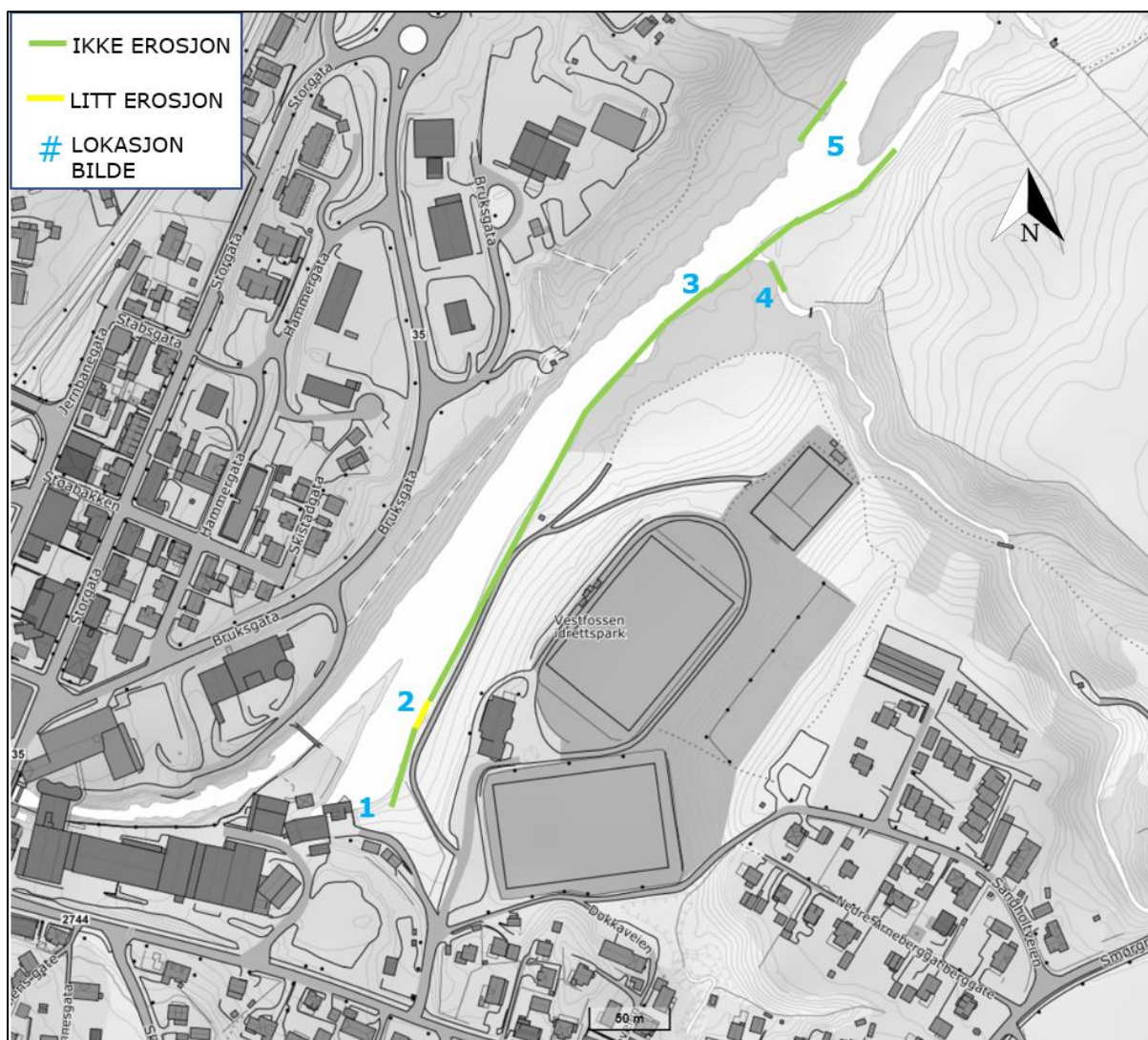


Figur 29: Langs bekk ved Fabrikkgata, observert fra vestsida av bekken (lokasjon 4 på figur 25). Sår i terreng. Litt erosjon.

4.0 VESTFOSSEN IDRETTSPARK/ØVRIG

På vei til ravinen (se kap. 1.0) ble det gjort noen observasjoner langs Vestfosselva. Se Figur 30, for det meste er det kartlagt ikke erosjon, med unntak av ved lokasjon 2 (se figur 32) hvor det er tegn til sår i terrenget ved utløpsrør.

Ved lokasjon 3 (Figur 33) gikk det et skred i 1984. Befaring her viser ikke tegn til erosjonssikring/plastring eller lignende, men terrenget er flatt og det er heller ikke tegn til erosjon. Ved lokasjon 4 er det vurdert at det ikke er erosjon i nedre del av den sikrede ravinen som skiller Sørenga fra Vestfossen idrettspark.



Figur 30: Observasjoner ved Vestfossen idrettspark, sikret ravine og søndre del av Smørgrav-Vålen.



Figur 31: Langs Vestfosselva sett mot Vestfossen kraftverk. (lokasjon 1 på figur 30). Ikke erosjon.



Figur 32: Rør med utløp i Vestfosselva. Lokasjon 2 på figur 30. Sår i terreng, litt erosjon.



Figur 33: Område ved tidligere skred (1984), lokasjon 3 på figur 30. Ikke tegn til sikringstiltak. Ikke tegn til erosjon.



Figur 34: Nedre del av sikret ravine (lokasjon 4 på figur 30). Lav terrenggradient, klart vann. Ikke erosjon.



Figur 35: Vestfosselva, sett ved lokasjon 5 på figur 30. Ikke erosjon. Det er heller ikke tegn til erosjon på vestsiden av elva.



Figur 36: Vestfosselva, sett ved lokasjon 5 på figur 30. Ikke erosjon.