

NVE

Detaljutredning av faresoner på Vestfossen

Geoteknisk rapport

**Kvikkleiresoner : Vestfossen idrettspark,
Sørenga, Fabrikkgata og Spæren**

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 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 sonene Vestfossen idrettspark, Sørenga og Fabrikkgata. Vestfossen idrettspark og Sørenga inngikk tidligere i sone 485 *Smørgrav*, mens Fabrikkgata ligger innenfor aktsomhetsområde 2, samt en liten del i nord innenfor tidligere sone 485 *Smørgrav*. Aktsomhetsområde 1 er utredet og vurderes ikke å være del av en faresone.

De utredede sonene som presenteres ligger på østsiden av Vestfosselva.

I tillegg til denne rapporten er nye soner i området presentert i rapport D0083385-RIG-R-01 og D0083385-RIG-R-02.

Sonene har fått følgende klassifisering:

Sone	Faregrad	Konsekvens	Risikoklasse
Vestfossen idrettspark	Lav	Meget alvorlig	3
Sørenga	Lav	Alvorlig	3
Fabrikkgata	Middels	Meget alvorlig	4

Faresone Vestfossen idrettspark dekker et område bestående av idrettsanlegg og klubbhus, samt flere boligfelt. Terrenget er platåterreng med forhøyninger bakover fra elva. Det har tidligere gått et skred innenfor sonen, nederst ved Vestfosselva. Det er ikke avdekket berg i dagen eller erosjon i området på befaring. Tolkning av grunnforholdene i sonen baserer seg i stor grad på grunnundersøkelser utført i 1984 som tyder på forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale fra ca. 5 m dybde under terreng. I søndre del av sonen nærmest Vestfosselva ser løsmassene ut til å bestå i stor grad av friksjonsmasser. Det vurderes at initialskred kan utløses langs Vestfosselva eller i ravinene som omgir sonen. Aktuell skredmekanisme vurderes å være rotasjonsskred, men med mulighet for at et retrogressivt skred utvikles fra søndre ravine. Totalt sett vurderes sonen å bestå av flere små faresoner som til sammen danner en felles faresone. Beregning av stabilitetsforholdene i drenert og udrenert tilstand for ett snitt i sonen viser at sikkerheten mot skred er tilstrekkelig for eksisterende bebyggelse.

Faresone Sørenga dekker et boligområde (Sørenga/Engene). Sonen har naturlig avgrensning mot en ravine i vest, og mot øst avgrenses sonen basert på terrengforhold og tolkede grunnforhold. Tolkning av grunnforholdene tyder på at det er et lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale av varierende tykkelse. Toppen av dette laget er ca. 5-15 m under terreng. Det har tidligere vært en utglidning mot ravinene sør i sonen, og i etterkant av dette har det blitt utført sikringsarbeid i ravinene. En deloppgave i dette prosjektet har vært å kontrollere hvorvidt sikringsarbeidet har oppnådd ønsket effekt, som det konkluderes med at det har.

Sone Fabrikkgata dekker et område som består av åker/jorde i sør, og et boligområde nord for Fabrikkgata. Sonen strekker seg langs en ravine, og det er avdekket litt erosjon i nordre del av ravinene. Det er ikke avdekket berg i dagen. Det vurderes at grunnforholdene består av et mektig lag

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

med kvikkleire/sprøbruddmateriale fra ca. 2 m dybde under terreng. Sonen er utredet med utgangspunkt i at et skred vil kunne utløses i bekken/ravinen langs sonens østre grense og ha en retrogressiv utvikling bakover.

Det presiseres at det er enkelte områder som er inkludert i sine respektive soner med bakgrunn i mangelfullt grunnlag og at disse områdene potensielt kan friskmeldes hvis det utføres supplerende grunnundersøkelser som avkrefter kvikkleire/sprøbruddmateriale. For sone Vestfossen idrettsanlegg gjelder dette for boligområdet ved Vårveien. For sone Fabrikkgata gjelder dette for boligfeltet mellom Fabrikkgata, Bekkeveien og Dokkaveien.

I denne rapporten presenteres også vurdering av området på vestsiden av Vestfosselva (tidligere en del av sone 485 Smørgrav). Dette området benevnes som Spæren, og består stort sett av ubebygget mark med åpne jorder. Det er identifisert kvikkleire og sprøbruddmateriale i området. Utgangspunktet for vurdering i denne delen av prosjektområdet var hvorvidt et skred kan utløses av erosjon i Vestfosselva. Laget med sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire ligger dypt, og aktuell skredmekanisme for området konkluderes å være rotasjonsskred. Et eventuelt løsneområde som dannes basert på kriterier for rotasjonsskred strekker seg ikke så langt opp fra elva, vil ikke kunne utvikle seg bakover og vil ikke omfatte bebyggelse. Det er ikke tegn til erosjon langs Vestfosselva i området. Basert på dette er det ikke vurdert som hensiktsmessig å etablere en faresone her. Det anbefales dog at området bli værende som et aktsomhetsområde for kvikkleireskred.

Vestfossen sentrum (definert som området omtrent mellom Jutebrua/Bruksgata i nord, Vestfossen stasjon i vest og Vestfossen skole i sør) er vurdert å ikke ha potensiale for områdeskred. Dette grunnet i at sprøbruddmateriale kun er påvist i et begrenset område/lomme. Det vil derved ikke kunne utvikles et større skred i området. Merk dog at deler av dette området er inkludert i utløpsområdet tilhørende faresone Granløkka, presentert i rapport D0083385-RIG-R-02. Området anbefales å friskmeldes og tas ut av aktsomhetskartet.

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

Alle nye tiltak i sonene må oppfylle krav gitt i TEK17 §7-3, samt NVEs veileder 01/2019. Ved ny bebyggelse i sonene 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.

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

Oppdragsgiver:		Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE)			
Prosjektnavn:		Detaljutredning av faresoner på Vestfossen			
Prosjektnummer:		D0083385			
Rapportnummer:		R-03			
Fagdisiplin:		RIG			
02	28.02.2025	Sone Spæren utgår	MML	MV	IUH
01	06.09.2024	Implementering av endringer etter UKS	KHe/MML	MV	IUH
00	07.06.2024	Faresoneutredning – Vestfossen sentrum	KHe/MML	GYe	IUH
REV.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av

INNHOLD

1.0	INNLEDNING	6
2.0	GRUNNLAG	9
2.1	EKSISTERENDE KVIKKLEIRESONER	9
2.2	UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	9
2.3	BEFARING	11
2.4	SKREDAKTIVITET	12
2.5	TIDLIGERE SIKRINGSTILTAK	13
3.0	TERRENG OG GRUNNFORHOLD	14
3.1	TOPOGRAFI	14
3.2	LØSMASSER	15
3.2.1	SPRØBRUDDMATERIALE/KVIKKLEIRE	17
3.3	BERGGRUNN	17
3.4	GRUNNVANN	17
3.5	KONSOLIDERINGSFORHOLD	19
3.6	EROSJONSFORHOLD	20
4.0	SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING	21
4.1	VURDERING AV AKTUELLE SKREDMEKANISMER	21
4.2	LØSNEOMRÅDE	23
4.3	UTLØPSOMRÅDE	29
4.4	FAREGRADS- OG KONSEKVENSKLASSIFISERING	32
5.0	REGELVERK OG SIKKERHETSKRAV	33
5.1	GENERELT	33
5.2	SIKKERHET MOT OMRÅDESKRED	33
6.0	GRUNNLAG FOR STABILITETSBEREGNINGER	34
6.1	KRITISKE SNITT	34
6.2	TOLKNING AV LAGDELING	35
6.3	GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK	36
6.4	MATERIALPARAMETERE	36
7.0	STABILITETSBEREGNINGER	37
7.1	BEREGNINGER AV DAGENS SITUASJON	37
7.2	BEHOV FOR SIKRINGSTILTAK	38
8.0	KONKLUSJON	39
9.0	REFERANSER	41
10.0	TEGNINGSLISTE	42

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 fem faresoner innenfor det definerte prosjektområdet. Detaljutredningene for disse sonene er presentert i tre rapporter, se Tabell 1.1 for oversikt.

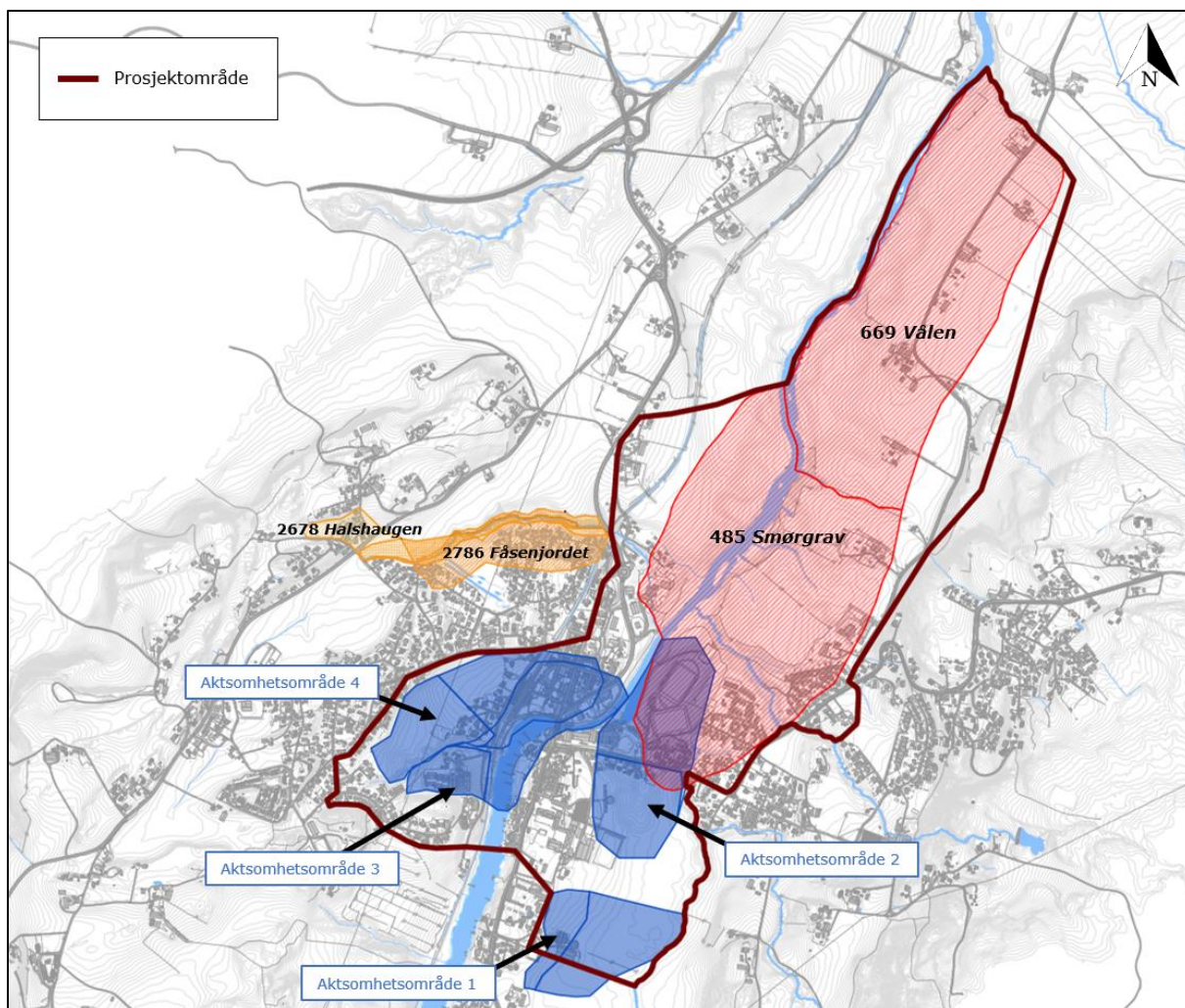
Denne rapporten tar utgangspunkt i Aktsomhetsområde 1, Aktsomhetsområde 2 og 485 *Smørgrav* vist i Figur 1.1 og Figur 1.2, men deler av det som er markert som Aktsomhetsområde 3 og Aktsomhetsområde 4 er også vurdert (sentrumsområdet).

Foreliggende rapport omfatter detaljutredningen av faresoner i sentrale Vestfossen: Vestfossen idrettspark, Sørenga og Fabrikkgata.

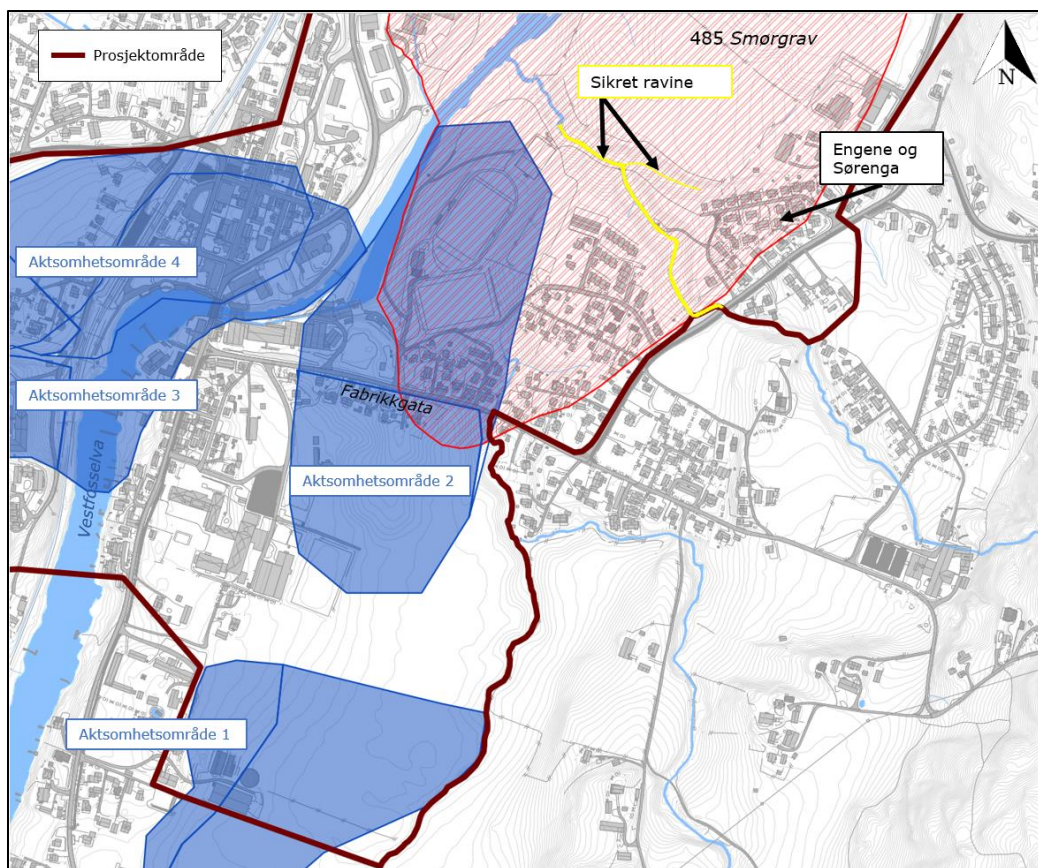
Rapporten presenterer også utredning for området vest for Vestfosselva som var en del av eksisterende sone 485 *Smørgrav* (se Figur 1.3). I denne rapporten refereres dette området til som Spæren. Sentrumsområdet (Vestfossen sentrum, området omtrent mellom Jutebrua/Brukgata i nord, Vestfossen stasjon i vest og Vestfossen skole i sør) er også vurdert.

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

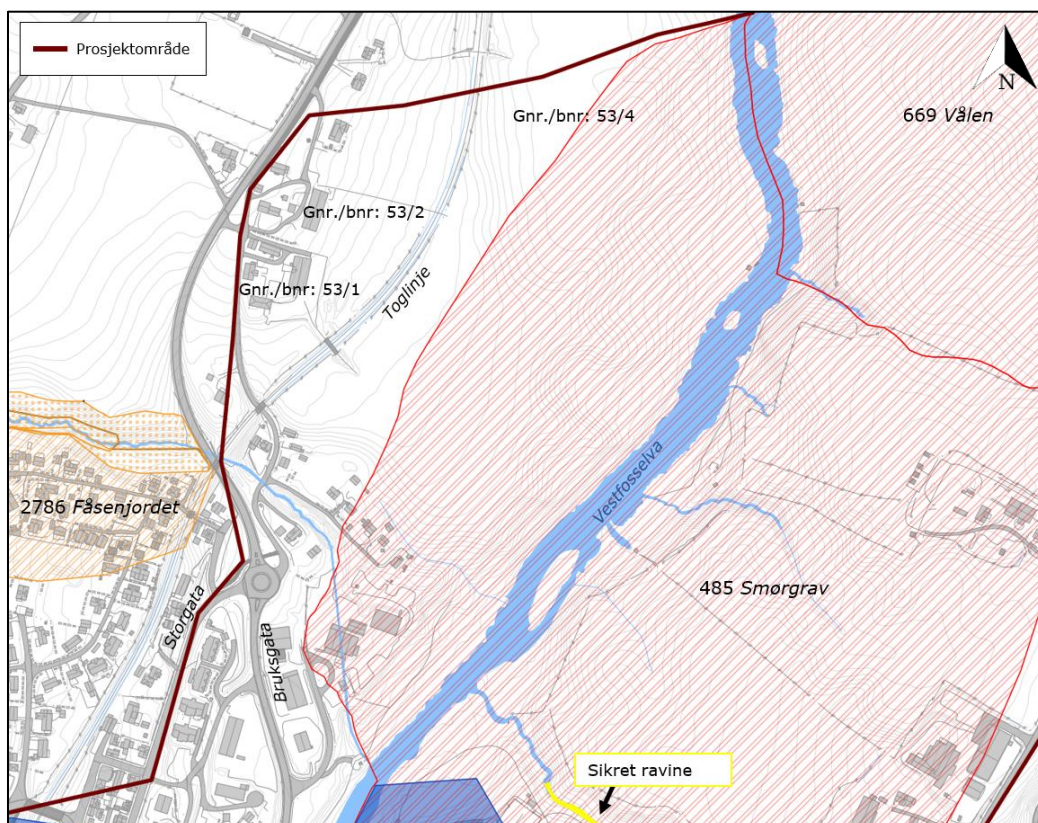
Nye faresoner	Rapportnummer
Smørgrav-Vålen	D0083385-RIG-R-01
Granløkka	D0083385-RIG-R-02
Vestfossen idrettspark Sørenga Fabrikkgata	D0083385-RIG-R-03



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. I foreliggende rapport er det vurdert flere delområder av sentrale Vestfossen.



Figur 1.3: Detaljer. I foreliggende rapport er det vurdert flere delområder av sentrale Vestfossen.

2.0 GRUNNLAG

2.1 EKSISTERENDE KVIKKLEIRESONER

Store deler av området som omtales som «Vestfossen sentrum» er innenfor kvikkleiresonen 485 *Smørgrav*, som iht. NVEs faktaark for kvikkleiresonen ble opprettet i 2004.

Det inkluderer områdene Vestfossen idrettspark og boligområdene i bakkant, med adresser «Sørenga» og «Engene». På vestsiden av Vestfosselva dekker kvikkleiresonen også deler av åpne jorder (gnr./bnr.: 53/1, 52/2 og 52/4). På vestsiden av elven er AFRYs prosjektområde avgrenset omtrent ved Fv35 ved gnr./bnr. 53/2. Mot nordvest på vestsiden av elva er prosjektavgrensningen lagt til tidligere sonegrense for 485 *Smørgrav*. Se Figur 1.1.

Mot sør er 485 *Smørgrav* avgrenset like sør for Fabrikkgata. Videre sørover er det ikke kartlagt kvikkleiresoner, men gjennom arbeidet med områderegulering av Vestfossen sentrum har det blitt identifisert to aktsomhetsområder for områdeskred i dette området [2], jmf. punkt 1-3 i NVEs veileder 1/2019 [1]. Disse er omtalt som aktsomhetsområder 1 og 2 og er vist i Figur 1.1.

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 til tidligere vurderingsrapporter som er relevante for området.

En oversikt i plan over utførte grunnundersøkelser med markering av påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale vises i Tegning V03-1-1.

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

Tabell 2.1 Oversikt over utførte grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger relevante for utredning av kvikkleiresoner i Vestfossen sentrum.

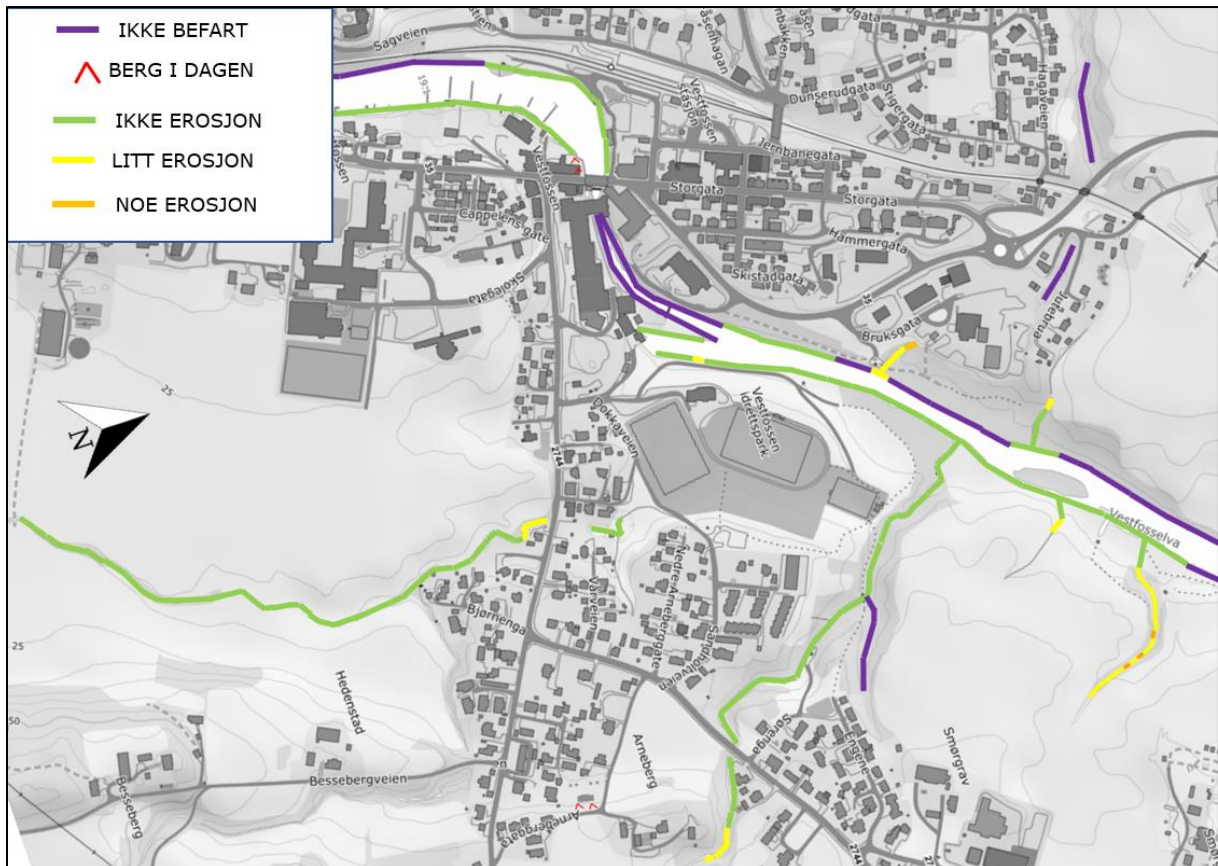
Ref.	Firma	År	Rapportnummer/ dokumentnummer	Prosjekt/rapporttittel	Prefiks boringer
Grunnundersøkelser					
[9]	COWI	2023	A252376-RAP- RIG-001 (Rev. 1.0)	Grunnundersøkelser for utredning av kvikkleireskredfare Vestfossen, Øvre Eiker	485, 669, A
[10]	Innlandet Geoteknikk	2022	21-0111-1 (Rev. 1.0)	Geoteknisk datarapport - Vestfossen kirke, Øvre Eiker kommune	I1
[11]	Rambøll Norge AS	2021	1350044648 G-rap-001	Aktsomhetskartlegging Vestfossen sentrum	R648
[12]	Norconsult	2013	201 05 43-1	Vestfossen	NC
[13]	Statens vegvesen	2012	2010171575-46	Fv35 Jutebrua Geoteknisk datarapport	S3A3
[14]	NGI	2009	20071671-2	Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune	N2
[15]	NGI	2007	20071671-1	Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune	N1
[16]	Statens Vegvesen	2003	Fd-608A nr.1	Fv66 Doktorhjørnet – Røkeberg	608A1

[17]	NGI	1985	85002-1	Stabilitetsforholdene på Strandajordet, Vestfossen etter utglidningen den 11. september 1984	-
[18]	Statens vegvesen	1987	FD794A-24	Rv 35 Kubberud Industriområdet Vestfossen. Urapporterte Tegninger	SA24
[19]	Bane NOR	2022	50262-01-R	Grunnundersøkelser Spæren, gnr./bnr. 53/2 m.fl. i Øvre Eiker kommune	ADX
[20]	Bane NOR	2024	50531-01-R	Supplerende grunnundersøkelser Spæren, gnr./bnr. 52/4 og 53/2 i Øvre Eiker kommune	ADX
[21]	NVE	2025	50686-01-R	Soneutredning kvikkleiresoner Vestfossen, gnr./bnr. 53/1 og 2 i Øvre Eiker kommune	485
Geotekniske vurderinger					
[22]	Innlandet Geoteknikk	2021	21-0111-1	Vurdering av områdestabilitet – Vestfossen kirke, Øvre Eiker kommune	
[2]	Rambøll Norge AS	2021	1350044648 G-not-001	Aktsomhetskartlegging Vestfossen sentrum	
[23]	Grunnteknikk	2015	111328n3	Øvre Eiker, Arnekbekktunet. Vurderinger av stabilitet ned mot Vestfossenelva	
[24]	Grunnteknikk	2015	111328n2	Øvre Eiker. Arnekbekktunet Stabilitet for skråning ned mot bekk	
[25]	VSO Consulting	2015	15369	Arnekbekktunet - Geoteknisk prosjekteringsrapport	
[26]	Grunnteknikk	2014	111328n1	Øvre Eiker, Arnekbekktunet. Stabilitet for skråning ned mot bekk	
[27]	NGI	2005	20001008-19	Evaluerings av risiko for kvikkleireskred Øvre Eiker kommune	
[28]	Geovita (på vegne av Bane Nor)	2024	2356-03 (Bane Nor: MIP-00-V-00327)	Nedlegging av planoverganger – Øvre Eiker	

2.3 BEFARING

Området har blitt befart av geoteknikere fra AFRY i tre omganger i forbindelse med prosjektet. En innledende befaring ble gjennomført 08.12.2022, se Vedlegg 5. Den 27.11.2023 ble det gjennomført en supplerende befaring av området for å kartlegge erosjonsforhold og berg i dagen, se Vedlegg 6. I tillegg ble det utført en tredje befaring for kartlegging av erosjon i sideraviner den 29.04.2024, se Vedlegg 7.

Oppsummering av observasjoner fra felt (erosjonsforhold og berg i dagen) er vist i Figur 2.1. Kartet viser også hvilke områder som ikke er befart. Dette er også vist på tegning V03-1-1. Kartlagt erosjonsforhold for området er også oppsummert i kapittel 0.



Figur 2.1: Observasjoner fra felt. Erosjon og berg i dagen, samt område ikke befart.

2.4 SKREDAKTIVITET

Den 11. september 1984 gikk det en større utglidning på Strandajordet. Området er en del av det som i foreliggende rapport omtales som Vestfossen idrettspark. Iht. NVEs temakart for skredhendelser gikk skredet i to omganger, først 11. september og deretter 5. oktober [29]. Nøyaktig plassering av skredet er usikkert, men det tok med seg mye av Strandajordet/idrettsparken. Den siste skredhendelsen er beskrevet å være av størrelse på ca. 10.000 m³.

NGI gjorde grunnundersøkelser og vurderinger like etter skredhendelsen, disse er omtalt i en rapport (82032-3) datert 15.10.1984. AFRY har ikke hatt tilgang til denne rapporten. Senere har NGI utført ytterligere grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger for Strandajordet, disse er beskrevet i en rapport (85002-1) fra 26.04.1985 [17].

I rapporten [17] beskriver NGI at det ble utført stabilitetsberegninger mht. stor fare for skred som kunne true bebyggelsen bak idrettsparken, samt en lokal utglidning nær skredgropen eller elven, som videre kunne ha forårsaket en bakovergrepene skredprosess. Det ble konkludert med stabiliseringsarbeider i form av terrengavlastning. For å vurdere direkte effekt av sikringstiltakene sammenligner NGI beregnede stabilitetsforhold før og etter den planlagte avlastningen. Deres konklusjon er at sikkerheten til området er tilfredsstillende etter at prosjektert terrengavlastning blir utført. NGI skriver i sin konklusjon:

«Sikkerheten mot store utglidninger som vil kunne true nabobebyggelsen, øker med ca. 30% ved den pågående terrengavlastning, og vil bli fullt betryggende ($F \approx 1,5$) i fremtiden. Dette forutsetter at lokalstabiliteten av bakre skredkant ivaretas ved at man planerer ut her med lette fyllmasser.» [17]

AFRY har ikke kjennskap til hvordan planeringsarbeidene ble utført, men det forutsettes at arbeidene på Vestfossen idrettspark ble utført i henhold til anbefalinger fra geoteknisk fagkyndige.

Observasjoner i felt viser ikke tegn til sikringstiltak i området (se Figur 33 i Vedlegg 7). Det er heller ikke kartlagt sikringstiltak her i NVE Atlas [30].

2.5 TIDLIGERE SIKRINGSTILTAK

I forbindelse med store nedbørsmengder og flom i juli 2007 ble det observert to utglidninger ved Sørenga [15]. Utglidningene gikk ved Fredfossbekken som er lokalisert i ravinen mellom boligfeltet Sørenga/Engene og Vestfossen idrettspark. I etterkant av disse hendelsene ble det besluttet at stabiliteten langs bekkeskråningene ikke var tilfredsstillende, og det ble anbefalt å heve bekkebunn og å legge inn en ekstra motfylling i foten av skråningene. Sikringstiltaket ble prosjektert av NGI [15].

Sikringsarbeidet ble iht. NVE temakart kvikkleire [30] ferdigstilt i 2012.

Det er i forbindelse med dette prosjektet vurdert hvorvidt ønsket sikkerhet fra NGIs prosjektering som resultat av sikringstiltak er oppnådd. Det konkluderes med at prosjektert sikkerhet er oppnådd for to av de tre kontrollerte beregningssnittene. I det siste beregningssnittet er det oppnådd lavere prosentvis forbedring enn prosjektert, men sikkerhetsfaktor er innenfor robusthetskravet ($>1,2$) og vurderes derfor som tilstrekkelig.

Vurderingen er presentert i Vedlegg 8.

Det presiseres at for enkelte beregningssnitt som presenteres i NGI sin rapport fra 2007 [15] er den valgte prosentvise forbedringen av sikkerhetsfaktor som er lagt til grunn for stabiliserende tiltak ikke i henhold til dagens krav.

Det bemerkes at det kan være behov for sikring i bekken videre østover (forbi Smørgravveien), da det ble oppdaget litt erosjon i området på befaring (se Vedlegg 6). Dette er dog utenfor avgrensningen for prosjektet, og er ikke vurdert. Grunnforholdene i området utenfor prosjektavgrensningen er ukjente. Skredproblematikk kan ikke utelukkes.

3.0 TERRENG OG GRUNNFORHOLD

Områdene det refereres til i kapittelet er vist i Figur 4.2 – Figur 4.6. Se i tillegg tegning V03-3-1 til V03-3-5.

3.1 TOPOGRAFI

Vestfossen idrettspark

Området består av forholdsvis tett bebyggelse bestående av boliger, idrettsbane og idrettshall/klubbhus. Sonen har naturlige avgrensninger i form av raviner og Vestfosselva i vest. Generelt sett er terrenget kupert og noe uoversiktlig. Topografien kan det beskrives som platåterreng med flere nivåer ned mot Vestfosselva. Vestfosselva har bunn på ca. kt. 0, og terreng som stiger til ca. kt. +11.5 på fotballbanen i øst. Videre stiger terrenget til et boligfelt som ligger på omtrent kote +22 (Sandholtveien og Nedre Arneberggate). Dette boligfeltet omslutes av en dyp ravine med elv mot nord/nordøst (mot Sørenga/Engene), og en mindre dyp ravine mot sør.

Sørenga

Sørenga er et boligområde som avgrenses naturlig av en ravine/elv (Fredfossbekken) mot sør og vest. Det er tett bebyggelse i området, og terrenget skråner ned mot ravinen/elva. Boligområdet ligger på et slags platå med laveste punkt mot vest på ca. kt. +23, og høyeste pkt. i øst ved krysset mellom Fv2746 og Fv2744 på ca. kt. +30.

Fabrikkgata

Området ligger sørøst for Vestfossen flerbrukshall og Vestfossen kirke. Langs øst går det en liten bekk i en ravine. Området består av åpne jorder i den søndre delen, og et boligfelt på nordsiden av Fabrikkgata som også ligger langs bekken/ravinen.

Terrenget er bølgete/kupert ned mot bekken, spesielt i den åpne delen av området som består av landbruksareal.

Spæren

Området ligger vest for Vestfosselva, med terreng som avgrenses i sørvest av en bekk/ravine (ved Jutebrua), og Vestfosselva på østsiden. Generelt heller terrenget forholdsvis jevnt ned mot elva, fra kt. +24 oppe ved Sørlandsbanen som ligger øverst i området, ned til Vestfosselva med innmålt bunnivå på ca. kt. 0. Terrenget i området er kupert.

Vestfossen sentrum

Sentrumsområdet i Vestfossen kan deles i to. Den ene delen strekker seg langs vestsiden av Vestfosselva mellom omtrent krysset Bruksgata/Fv35 langs Storgata mot Vestfossen stasjon. Den andre delen er sør for Vestfossen kraftverk mellom elva og Skolegata/Vestfossen skole (se Figur 3.1).

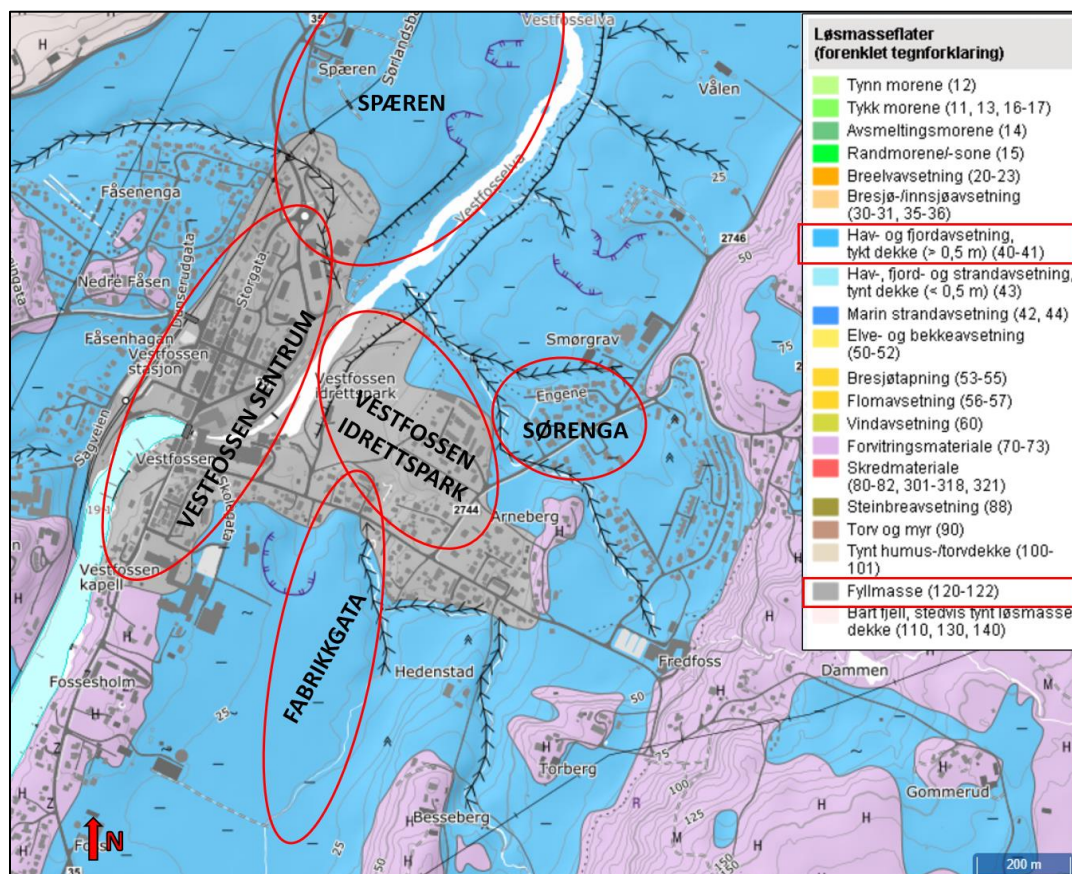
Sør for Vestfossen kraftverk ligger terrenget på omtrent kote +30 langs Fossgata/Storgata, med synkende terreng mot øst og mot vest. I vest og nord synker terrenget ned mot Vestfosselva, og innmålt terreng er på omtrent kt. +19-20 inntil elvekanten.

Nord for kraftverket (vestsiden av elva) ligger terrenget på omtrent kt. +20-25 langs Vestfossen stasjon, med terreng som stiger mot nord. Langs Storgata ligger terrenget på omtrent kt. +20, med høyeste punkt omtrent i krysset ved Stabsgata. Terrenget synker generelt ned mot Vestfosselva som vest for kraftverket er på omtrent kote +19, og øst for kraftverket synkende fra kt. +9 ned mot omtrent kt. +2.

3.2 LØSMASSER

Iht. kvartærgeologisk kart fra NGU [6], se Figur 3.1, er de aktuelle områdene kartlagt som hav- og fjordavsetning med stedvis stor mektighet eller som fyllmasser. Marine avsetninger er en indikasjon på finkornede løsmasser slik som leire eller leirige masser. Marine avsetninger kan også inkludere kvikkleire/sprøbruddmateriale. Fyllmasser stammer hovedsakelig fra menneskelig aktivitet. Hele det aktuelle området ligger under marin grense.

Merk at kvartærgeologisk kart kun gir en overordnet 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. Røde polygoner viser omtrentlig beliggenhet av utredede områder.

Vestfossen idrettspark

Området er kartlagt som fyllmasser [6], og marine avsetninger langs ravinen i nord.

Det er utført grunnundersøkelser i området i flere omganger. Den mest omfattende runden med undersøkelser ble utført i 1984 av NGI i etterkant av utglidninger i området den 11.09.1984 [17]. Disse grunnundersøkelsene dekker området ned mot Vestfosselva best. Kvaliteten av disse grunnundersøkelsene er noe usikre av flere årsaker. For det første har det vært foretatt terrenginngrep i området i etterkant av denne hendelsen (inngrep antas å være forbedringer). I tillegg er det ikke alle boringene vist på plankart i rapporten fra 1985[17] som ble utført som har vært tilgjengelige i denne utredningen. På plantegning (V03-1-1) er det kun de grunnundersøkelsene som har vært tilgjengelige i vurderinger som er vist.

Generelt sett vurderes løsmassene å bestå av leire, av varierende dybde og fasthet. I nordøstre del av området (ved ravinen og i boligområdet) er det boret 30 m i flere punkter uten å påtreffes berg. Leira tolkes å være kvikk/sprøbruddmateriale ca. 5 m under terreng. Det foreligger få prøveresultater fra området, men sammenligning av nærliggende prøveresultater er benyttet i tolkning av

sonderinger. Langs Vestfosselva vurderes løsmassene til å bestå av større grad av friksjonsmasser i søndre del av sonen basert på resultater fra grunnundersøkelser.

Sørenga

Løsmassekart (Figur 3.1) viser hav- og fjordavsetning med stedvis stor mektighet. Det er utført grunnundersøkelser i området i to omganger.

På østsiden av Smørgravveien er det utført totalsondering samt opptak av poseprøve i to punkter der det ble boret hhv. 6 m og 9.4 m, uten bergpåvisning[16]. Resultater fra disse boringene tyder på at løsmassene langs vegen består av leire og siltig leire. Resultater fra laboratorieanalyser viser omrørt skjærstyrke på omtrent 2-5 kPa fra ca. 2 m dybde.

I 2007 ble det utført grunnundersøkelser i ytterligere syv punkter i området [15]. Disse inkluderte dreietrykksonderinger i samtlige punkter, CPTU i to punkter, hydrauliske poretrykksmålere i to punkter (i to nivåer), prøvetaking i ett punkt og vinge boring i ett punkt. Det er ikke utført sikker bergpåvisning, men generelt indikerer resultatene at løsmassemektingen avtar mot øst. Boringene indikerer at det er et lag av kvikkleire/sprøbruddmateriale som varierer noe i mektighet, men generelt vurderes det å ligge omtrent 5-15 m under terreng.

Fabrikkgata

Løsmassekart (Figur 3.1) viser hav- og fjordavsetning med stedvis stor mektighet. Lengst nord i området antyder kartet fyllmasser.

Det er utført grunnundersøkelser i området i tre omganger; [9], [10] og [11].

Utførte undersøkelser i området inkluderer 17 totalsonderinger, CPTU-sondering i 6 punkter, opptak av prøve i 9 punkter, og poretrykksmåling i to punkt. Merk at en del av disse punktene ligger ved Vestfossen kirke, og er altså ikke utført innenfor endelig faresone. Grunnundersøkelsene er likevel benyttet til å bestemme lagdeling og dermed også utstrekning av sone.

Generelt tyder utførte grunnundersøkelser på at løsmassemektingen øker mot øst, mot ravine/bekk. Det er ikke utført bergpåvisning i alle punkter, men berg er påtruffet i ca. 22-23 m dybde i to punkter ned mot bekken.

Løsmassene består av leire, som er tolket som kvikkleire/sprøbruddmateriale fra ca. 2 m dybde iht. CPTU-sonderinger og analyserte prøver.

Det er også markert en gammel skredgrop ved Fabrikkgata (se Figur 3.1).

Spæren

Løsmassekart (se Figur 3.1) viser hav- og fjordavsetning med stedvis stor mektighet, og fyllmasser i søndre del.

Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger: [9], [11], [13], [17], [18], [19], [20] og [21]. Omfanget av undersøkelser som er brukt i vurderinger for sonen er vist på Tegning V03-1-1.

Utførte grunnundersøkelser i området er hovedsakelig lokalisert langs Fv35 i søndre del (ved Jutebrua), i området fra rundkjøringa (kryss Brukskata/Fv35/Storgata) ned mot Vestfosselva, og på Spæren ved Sørlandsbanen. Det er også utført grunnundersøkelser på de åpne åkerne, i avstand omtrent 150-175 m vest for Vestfosselva. Det er også utført enkelte borpunkter nede langs elva i søndre og nordre del av aktuelt område.

Grunnundersøkelser utført ved Jutebrua [12] er tolket å ikke inneholde sprøbruddmateriale. Utførte boringer langs Sørlandsbanen [19], [20] tyder på at det er forholdsvis liten løsmassemekting her

(generelt boret mellom 1-7 m med bergpåvisning). Løsmassene i de undersøkte punktene ved Sørlandsbanen tolkes for det meste å ikke inneholde sprøbruddmateriale eller kvikkleire, med noen unntak der det er dypt til berg og tolket sprøbruddleire i omtrent dybde 4-6 m.

Løsmasser i borpunkter midt på åkerne består av dypere avsetninger (boret ca. 20-30 m). Her tolkes også et lag med sprøbruddmateriale av varierende tykkelse. Det er påvist kvikkleire i ett pkt. (ADX8, [19] fra dybde 9 m). Laboratorieanalyse i pkt. 485-22 [21] (det nordligste borpunktet, inntil Vestfosselva) identifiserer sprøbruddmateriale fra dybde 5 m. Borpunktene nærme Vestfosselva mot søndre del av området tolkes å ikke inneholde sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Prøvetaking ved Vestfosselva (ved bekkeutløp) i pkt. 485-5 identifiserer kvikkleire fra 3-10 m dybde.

Vestfossen sentrum

Vestfossen sentrum er kartlagt som fyllmasser iht. løsmassekart (se Figur 3.1).

Tolkning av borpunkter i Vestfossen sentrum (mot sør og mot vest, [11], [18]) tyder generelt sett på liten løsmassemekthet. I området nærmest Spæren (nordøst i det vurderte området) er det enkelte borpunkter der det er tolket sprøbruddmateriale (pkt. SA24-13, SA24-14, SA24-15 og SA24-16 [18]). Dette laget ser ut til å ligge som en lomme, med løsmasser av mindre mektighet og høyere fasthet i bakkant. Utover disse punktene indikerer ikke sonderinger innhold av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Dette gjelder grunnundersøkelser både i området nord og sør for Vestfossen stasjon.

3.2.1 SPRØBRUDDMATERIALE/KVIKKLEIRE

Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i flere punkter i de utførte grunnundersøkelsene i området.

Basert på tidligere- og nye utførte grunnundersøkelser er forekomst/utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale kartlagt og presentert på Tegning V03-1-1. 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

Generelt gjelder det at det ikke er gjort bergpåvisning i de utførte grunnundersøkelsene, med enkelte unntak. Dette er fordi grunnundersøkelser fra tidligere [1] ble utført i form av dreietrykksonderinger som ikke gir mulighet til bergpåvisning, og fordi de fleste av de nye boringene utført ble avsluttet før berg ble påtruffet [9].

Grunnundersøkelser tyder på at det er dypt til berg. Det er observert berg i dagen i Vestfossen sentrum (langs elva, nærme kraftverket – se tegning V03-1-1). Utover dette er det ikke observert berg i dagen for noen av områdene.

3.4 GRUNNVANN

Det er installert poretrykksmålere i området i flere omganger. Det er ikke installert nye poretrykksmålere i noen av de aktuelle områdene i forbindelse med dette prosjektet, og det er ikke alle de gamle poretrykksmålerne som har vært tilgjengelige.

Generelt kan grunnvannstand forventes å variere med årstid og nedbørsmengde.

Avlesningsinformasjon samt plott som viser poretrykksfordeling med dybden for de undersøkte punktene er vist i Vedlegg 1. Vurdering av poretrykksforhold er også gitt i kapittel 6.3.

Vestfossen idrettspark

Det er ikke installert noen nye poretrykksmålere i området i forbindelse med prosjektet. For vurderinger av grunnvannstand er det tatt utgangspunkt i gamle piezometere som ble installert i etterkant av skredet som gikk her i 1984 [17]. Disse resultatene er brukt med forsiktighet – særlig fra piezometerne som ble installert i skredgropa, da seneste tilgjengelige avlesning av disse målerne er fra under et år etter skredet, og grunnvannet sannsynligvis ikke hadde stabilisert seg.

Piezometer i pkt. 110 tyder på at grunnvannstanden var omtrent 1 m under terreng, med hydrostatisk fordelt poretrykk.

Vestfosselva er også brukt som en indikasjon på grunnvannstanden, med vannstand antatt på omtrent 1-2 moh. i området.

Sørenga

Det er installert poretrykksmålere i to punkter på Sørenga (hydraulisk piezometer i 2 dybder i pkt. N1-509 og N1-511[15]). Generelt tyder avlest poretrykk på svakt poreundertrykk, og grunnvannstand som varierer fra ca. 4-5 m under terreng (pkt. N1-509) og 2 m under terreng (N1-511).

Grunnvannstanden er ikke målt siden 2007, men innmålingsdato tilsier at grunnvannet ligger rundt kote +17.

Fabrikkgata

Det er installert hydrauliske piezometere i to punkter ved Vestfossen kirke (I1-1 og I1-3 [10]). Piezometerne ble installert i 2022, og er avlest flere ganger i løpet av 2022 og 2023.

I punkt I1-1 som ligger sørvest for Vestfossen kirke (på kote +26.78) varierer avlest grunnvannstand mellom ca. 3-4 m under terreng, med lavest avlest grunnvannstand i mai 2022. I punkt I1-3 som ligger øst for kirka og lavere i terrenget (kote +22.2) er det installert piezometer i 2 dybder (2 m under terreng, og 5.5 m under terreng). Avlesning av grunnvannsnivå tyder på at grunnvannstanden varierer noe med årstid, mellom 0-2 m under terreng. I tillegg er det registrert svakt poreundertrykk i dybden som også varierer noe med årstid (størst poreundertrykk registrert midtvinter). Sammenligning av de to avleste punktene i området indikerer at grunnvannstanden øker med minkende terrengkote.

Grunnvannspeilet antas å ligge omtrent 2 m under terreng ved ravinen i øst.

Spæren

Det er ikke installert poretrykksmålere i området. Basert på nærliggende piezometere (pkt. N2-505 [14]) antas det at grunnvannstanden er omtrent 2 m under terreng, med hydrostatisk fordelt poretrykk.

Vestfossen sentrum

Det er ikke installert poretrykksmålere i området.

3.5 KONSOLIDERINGSFORHOLD

Generelt er områdene preget av ravedaler og -topper. Erfaringsmessig forventes det at konsolideringen er høyere i ravinebunnene og lavere på ravinetoppene. Det er kun i nærheten av Fabrikkgata at det foreligger resultater fra ødometerforsøk (I1-2 og I1-3 [10], R648-A2 [2]), og for resten av Vestfossen sentrum er derfor vurderinger rundt konsolideringsforhold gjort utfra resultater fra CPTU-sonderinger samt topografiske betraktninger.

Vestfossen idrettspark

Basert på CPTU i pkt. N2-523 [15] er løsmassene forholdsvis overkonsoliderte i området, med OCR på nesten 2 i 10 m dybde. Det må dog nevnes at punktet ligger innenfor tidligere skredgrop [17], og resultatet vurderes ikke å være representativt for hele området.

CPTU-sonderinger utført av Norconsult [12] på toppen av plataået, ved boligfeltet ved Sandholtveien, tyder derimot på forholdsvis normalkonsoliderte masser, med OCR som synker mot 1 fra ca. 6-7 m dybde.

Sørenga

Basert på CPTU-sonderinger i området [15] ser det ut til at løsmassene i området er forholdsvis normalkonsolidert fra omtrent 7-8 m dybde, med et topplag med høyere grad av overkonsolidering.

Fabrikkgata

Det er tilgang på 2 stk. ødometerforsøk like vest for området, utført av innlandet geoteknikk, ved Vestfossen kirke [10]. Disse er tatt i hhv. 5.6 m og 3.45 m dybde, og har OCR på hhv. ca. 3 og 5. I tillegg er det tilgang på ett ødometerforsøk fra pkt. R648-A2 som er tatt i 5.5 m dybde, og har OCR på ca. 1.1. Det er altså litt varierende resultater innenfor området, men det antas at det nærmeste punktet er mest representativt, og leira er forholdsvis normalkonsolidert. Sannsynligvis er det høyere grad av overkonsolidering nærme ravinen basert på terrenget, men dette er ikke bekreftet med grunnundersøkelser. Det er lite menneskelig aktivitet i sonen.

Det foreligger ikke sikker kjennskap til grunnforholdene ved boligområdet i nordre del av sonen (nord for Fabrikkgata), og konsolideringsforholdene i området er derfor usikre.

Spæren

Basert på terrengforholdene kan det antas at det er økende grad av overkonsolidering ned mot elva.

3.6 EROSJONSFORHOLD

Erosjonsforholdene er kartlagt i flere omganger i området, se hhv. Vedlegg 5, 6 og 7. Figur 2.1 viser oppsummering av observasjoner fra felt. Dette er også markert på tegning V03-1-1. Bilder tilhørende vurderingene er vist i vedleggene.

Det er kartlagt *ingen* erosjon langs østsiden av Vestfosselva, med unntak av ett punkt rett foran klubbhuset (mellom borpunkt 485-14 og R648-A13) der det er tegn til *litt* overflateerosjon ved et utløpsrør (Figur 32 i Vedlegg 7). For øvrig er det kartlagt *ikke* erosjon langs Vestfosselva omtrent til der snitt Vest 2 krysser. Erosjonsforholdene er ikke kartlagt videre nordover herfra.

I området ved Vestfossen idrettspark der det gikk et skred i 1984 (se kapittel 2.4) er det ikke tegn til erosjon eller erosjonssikring (se Figur 33 i Vedlegg 7). Det er heller ikke kartlagt sikringstiltak her i NVE Atlas [30].

Erosjonsforholdene er kartlagt for ravinen som skiller Vestfossen idrettspark fra Sørenga (se Vedlegg 6). Det konkluderes med at det ikke er erosjon her, hovedsakelig basert på lav terrenggradient og at det ikke er observert sår i terrenget. Det ble kartlagt *litt* erosjon i et punkt videre opp i bekken, på østsiden av Smørgravveien, men dette ligger utenfor prosjektavgrensningen, og er heller ikke en del av bekken der det ble utført sikringstiltak.

Det er også kartlagt litt erosjon i ravinen ved Fabrikkgata, rett sør for bilveien. Her er det både terrenggradient som tilsier mulighet for utglidning, og sår i terrenget (se kapittel 1.2.1 i Vedlegg 6 og kapittel 3.0 i Vedlegg 7). Det bemerkes dog at det ser ut til at det er utført erosjonssikring langs østre rand av bekken her (Figur 27 i Vedlegg 7), men det er ukjent når dette ble utført og om hensikten var å erosjonssikre.

Vest for elva er erosjonsforholdene kartlagt i to sideraviner (kapittel 2.0 i Vedlegg 7). Søndre bekk (nedenfor Bruksgata) er lagt i rør under bilforretningen MB Consulting AS Bilutsalg, og ikke befart lenger opp. Den delen av bekken som er befart er kartlagt som *litt* erosjon med *noe* erosjon i øvre del nært utløpet. Nært utløpet for bekkelukkingen er det tegn til eksponert silt/leire i bekkeranden i tillegg til misfarget vann. I tillegg er en mindre ravine ca. 200 m nord for den første befart. Der er det kartlagt litt erosjon i øvre del, se Figur 24 i Vedlegg 7.

Det ble ikke observert erosjon langs Vestfosselva på vestsiden av elva (Spæren), men det bemerkes at landskapet er preget av kratt og buskas som medfører noe vanskelig tilkomst.

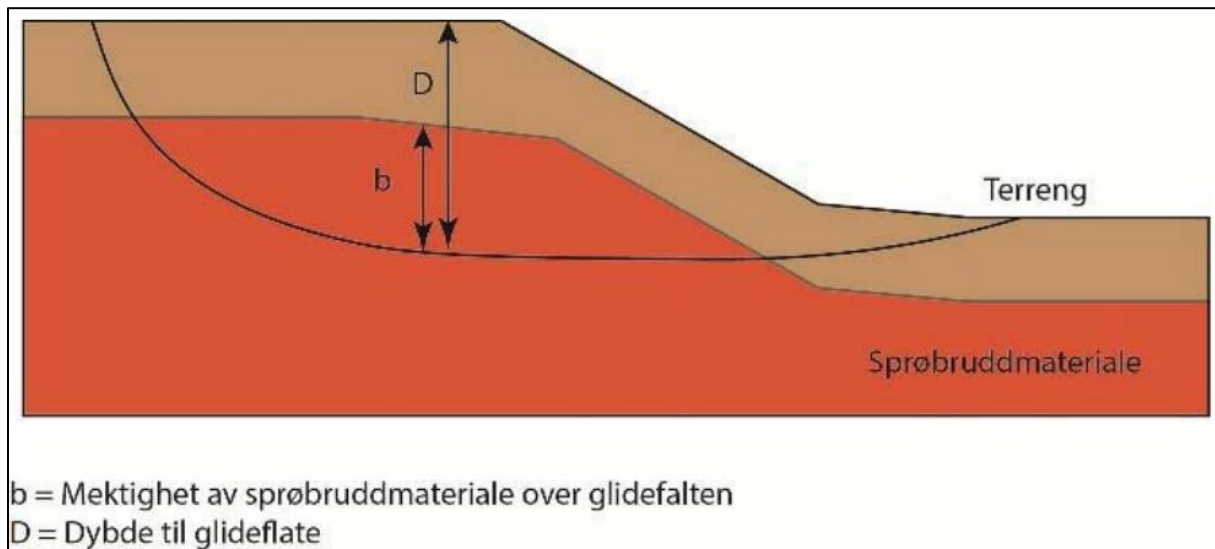
Det er ikke identifisert erosjon i Vestfossen sentrum.

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 løsneområdet. Iht. kap. 6.4 i NIFS rapport 14/2016 [31] benyttes følgende kriterier:

- **Retrogressive skred:** Opptrer når mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er mer enn 40% over kritisk glideflate (Figur 4.1). Kritisk glideflate bestemmes iht. utførte stabilitetsberegninger. Retrogressive skred opptrer 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:** opptrer 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 opptrer ofte når mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er relativt lav, typisk mindre enn 10-20%.
- **Rotasjonsskred** uten videre retrogressiv skredutvikling: opptrer når mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er under 40% i forhold til kritisk glideflate.



Figur 4.1: Mektighet av sprøbruddmateriale mot dybde til glideflate for områdeskred. Hentet fra figur 6.1 i NIFS-rapport 14/2016 [31].

Aktuell skredmekanisme er vurdert i områdene. Se Tegning V03-1-1 der grunnboringer markert rødt er påvist kvikkleire, og tatt høyde for at det kan være kvikkleire i borpunkter der det ikke foreligger laboratorieresultater (markert oransje). Basert på vurdering av kritiske snitt i undersøkelsesområdet vurderes det at aktuell skredmekanisme er **retrogressiv** for Sørenga og Fabrikkgata. Dette baserer seg på b/D -forholdet for de kritiske snittene, samt hvor det er påvist kvikkleire.

For Sørenga er det tatt opp prøver i punkt N1-511, der det er påvist kvikkleire som medfører at kriteriet er tilfredsstillt. Det samme gjelder for Fabrikkgata, der det er påvist kvikkleire i punkt A08.

For Vestfossen idrettspark er det tatt opp relativt få sylinderprøver, men ettersom det er påvist kvikkleire i både punkt NC-1 og 485-19, i tillegg til i punkt 485-5 på motsatt side av elva, samt at flere borpunkter i området er tolket som sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire vurderes det som sannsynlig at det er kvikkleire her. b/D -forholdet for nedre skråning i snitt S3 er under 40%, og kriterier for retrogressiv skredmekanisme er dermed ikke oppfylt her. Det samme gjelder for snitt

A2-1, som også tyder på at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred. For snitt som krysser den sikrede ravinen nord for Vestfossen idrettspark (snitt SL1) og mellom Vestfossen idrettspark og Sørenga (snitt S9) vurderes det heller ikke at det er grunnlag for retrogressiv skredmekanisme, men at et rotasjonsskred potensielt kan løsne fra ravinen. Dette er basert på b/D-forhold for snitt SL1 (se tegning V03-2-3) og S9 (se tegning V03-2-4).

I søndre del av Vestfossen idrettspark tyder Snitt S15 (tegning V03-2-5) på retrogressiv skredmekanisme i sonen. Dette er basert på lagdeling tolket fra borpunkt 485-18 og 485-19, samt manglende informasjon mot sør/sørøst.

På vestsiden av elva (Spæren) er skredmekanisme vurdert i tre snitt (Vest 2: tegning V03-2-9; Vest 5: tegning V03-2-10; Vest 6: tegning V03-2-11). Snitt Vest 2 og Vest 6 tar utgangspunkt i at et skred kan løsne i Vestfosselva, snitt Vest 5 tar utgangspunkt i at et skred kan utløses i bekken inn til Vestfosselva (se plantegning, V03-1-1). For samtlige snitt er b/D-forholdet 0. Laget med sprøbruddmateriale (snitt Vest 6) ligger dypt, og omrørt skjærfasthet fra laboratorieanalyse gir ikke grunnlag for mulig retrogresjon ($s_{ur} > 0.69$ kPa). Dette gjelder for samtlige av de vurderte snittene, og aktuell skredmekanisme i dette området er derfor rotasjonsskred.

I Vestfossen sentrum er det i hovedsak faste masser med liten mektighet. Lommen med tolket sprøbruddmateriale nordøst i området (beskrevet i kapittel 3.2) vurderes ikke å ha potensiale for retrogressiv skredutvikling. Det vurderes ikke å være behov for å vurdere skredmekanisme her.

Aktuell skredmekanisme for hvert område er oppsummert i Tabell 4.1 med referanse til tilhørende tegning for hvert snitt. Plassering i plan av snittene listet opp er vist på Tegning V03-1-1.

Tabell 4.1 aktuell skredmekanisme for faresoner

Område	Kritisk snitt for vurdering av skredmekanisme	Tegning	b/D [%]	Aktuell skredmekanisme
Vestfossen idrettspark	S3	V03-2-1	10	Rotasjon
Vestfossen idrettspark	S15	V03-2-5	66	Retrogressiv
Sørenga	S9	V03-2-6	54	Retrogressiv
Fabrikkgata	A2-5	V03-2-7	71	Retrogressiv
Spæren	Vest 2	V03-2-9	0	Rotasjon
Spæren	Vest 5	V03-2-10	0	Rotasjon
Spæren	Vest 6	V03-2-11	0	Rotasjon

4.2 LØSNEOMRÅDE

Avgrensning av løsneområde for sonene er gjort iht. kap. 4.5.2 og 4.5.3 i NVE veilederen [1].

Der aktuell skredmekanisme vurderes å være retrogressivt (se Tabell 4.1) er NGI-metoden benyttet for avgrensning av faresoner. Løsneområdet for sonene det gjelder er avgrenset omtrent med 1:15-linje, med startpunkt 0.25H under skråningsfot, og 1:3-linje fra krysningspunktet med sprøbruddmateriale/kvikkleire opp til terreng. Samtlige av de aktuelle sonene har flere skråninger som oppfyller kravet om helning $>1:15$. I tilfeller der eiendommer deles opp av 1:15-kriteriet slik at deler havner utenfor er det gjort lokale justeringer slik at hele eiendommen havner enten i eller utenfor sonen.

For områder der det vurderes at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred er størrelsen av løsneområdet gitt ved $L=5xH$, der H er skråningshøyden.

Det bemerkes at det også kan være skredproblematikk utenfor opptegnet sone. I denne rapporten avgrenses området som er undersøkt iht. Figur 1.1.

Snitt som er brukt for å bestemme soneavgrensninger for løsneområder er vist på tegning V03-1-1. Vurderte områder med eventuelt utredet sonegrense er vist på Tegning V03-3-1, V03-3-2, V03-3-3, V03-3-4 og V03-3-5. V03-3-5 viser samtlige soner sammen, i tillegg til tilstøtende soner presentert i rapport D0083385-RIG-R-01 og D0083385-RIG-R-02.

Vestfossen idrettspark

Avgrensning av løsneområde for Vestfossen idrettspark baserer seg på at et initialscred vil kunne løsne i Vestfosselva eller i ravinene som omgir området (sikret ravine i nord/øst og i sør). Vurdering av snitt S3 (tegning V03-2-1), snitt SL1 (tegning V03-2-3), snitt A2-1 (tegning V03-2-4) og snitt S9 (tegning V03-2-6) tyder alle på at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred. Snitt S3 og A2-1 dekker Vestfossen idrettspark, mens snitt SL1 og S9 dekker ravinen mot nord/øst. Vurdering av løsneområdet for hvert snitt viser at løsneområdet langs elva vil ha lengde på omtrent 60 m, og omtrent 30-40 m langs ravinen i nord/øst.

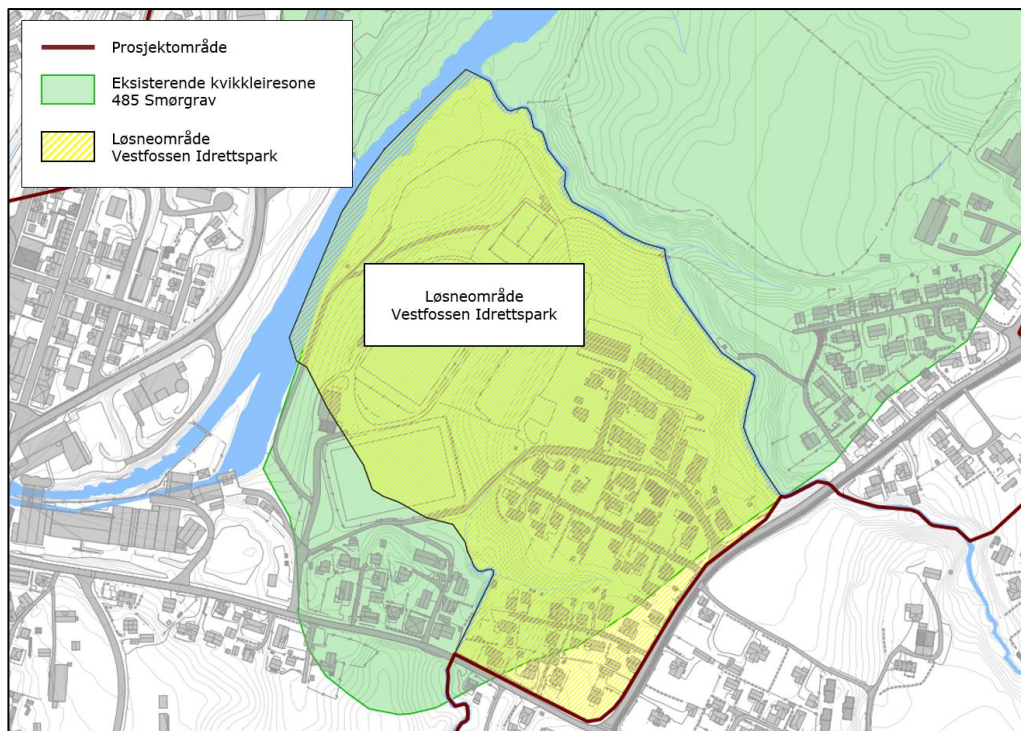
Vurdering av skredmekanisme i snitt S15 (tegning V03-2-5) tyder på at et skred som utløses i søndre ravine kan utvikle seg retrogressivt (basert på noe tynt grunnlag). Størrelsen av løsneområdet (1:15-linje) som er basert på dette snittet strekker seg helt til ravinen i øst (tilgrensende til Sørenga).

Totalt sett vurderes det som hensiktsmessig å samle alle de små sonene som dannes til en felles faresone, heller enn å ha flere små soner for rotasjonsskred. Denne vurderingen tar med i betraktning at det er tynt grunnlag med grunnundersøkelser i området ved fotballbanen (nesten utelukkende grunnundersøkelser utført i 1984/1985) og i søndre del av sonen (sør for snitt S15). Ettersom området var med i en faresone tidligere (se Figur 4.2) vurderes det også som mer hensiktsmessig å inkludere hele området i sonen.

Dersom det kan avkrefte kvikkleire kan deler av sonen friskmeldes. Det anbefales at det i fremtiden utføres supplerende grunnundersøkelser i området.

Figur 4.2 viser løsneområdet til sonen (gul skravur), sammen med utgått kvikkleiresone i området 485 Smørgrav (grønn farge).

Se tegning V03-3-1 for faresone Vestfossen idrettspark.



Figur 4.2: Løsneområde for ny sone Vestfossen idrettspark. Løsneområdet er vist i gul skravur. Tidligere kvikkleiresone 485 Smørgrav er vist med grønn heldekkende farge.

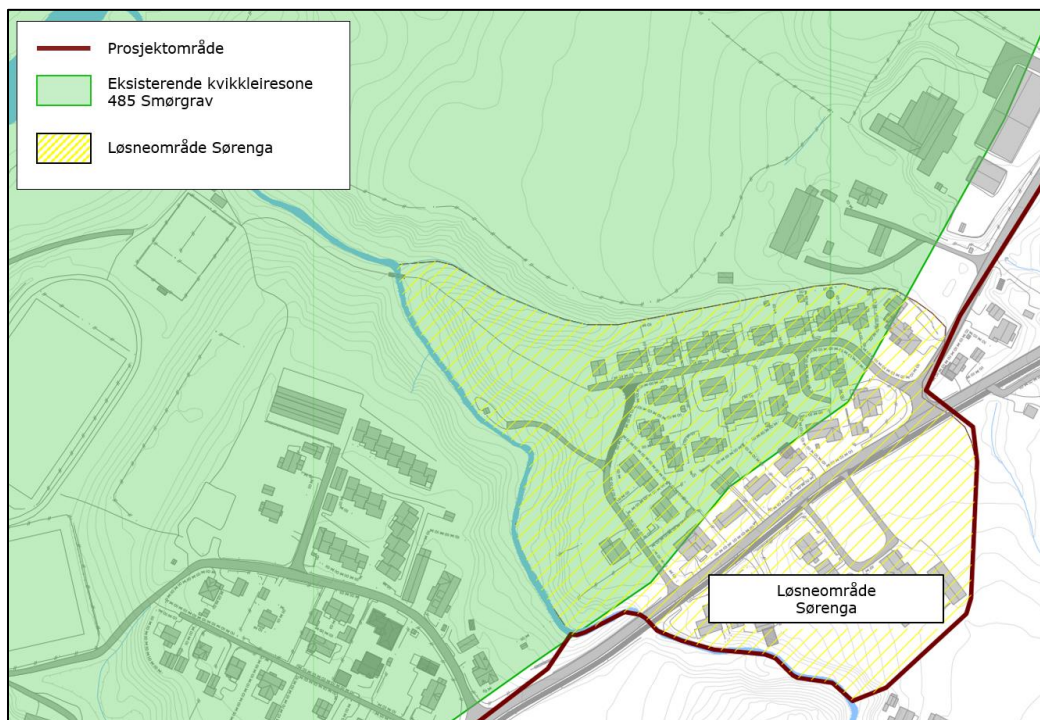
Sørenga

Sørenga er et lite boligområde med naturlig avgrensning i ravinen som går ned mot Vestfosselva og som skiller sonen fra Smørgrav-Vålen og Vestfossen idrettspark. Løsneområdet er bestemt ved å ta utgangspunkt i at et initialskred vil kunne utløses i ravinen og spre seg bakover mot øst. Snitt S9 er benyttet for avgrensning (tegning V03-2-6). I vurderingen er det gjort en konservativ vurdering på at det kan være sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire i borpunktene 608A1-1T og 608A1-2T, som medfører at sonen trekkes ut østover på tvers av Smørgravveien. Denne vurderingen baserer seg på usikkerhet knyttet til kvaliteten av opptatte prøver i punktene, samt at borprofilene har likhetstrekk med borer i området som er tolket som sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire (punkt N1-509 i dybde 4-16 m).

Basert på tilgjengelig grunnlagsdata vil hele boligområdet inkluderes i løsneområdet til sonen. Grunnforhold i den østre delen av sonen er noe usikre, og dersom det i fremtiden kan avkreftes at det er sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire på østsiden av Smørgravveien kan sonen innskrenkes. Prosjektavgrensningen i området er tilpasset sonegrensen gitt av 1:15-linje.

Figur 4.3 viser løsneområdet til sonen (gul skravur), sammen med utgått kvikkleiresone i området 485 Smørgrav (grønn farge).

Se tegning V03-3-2 for faresone Sørenga.



Figur 4.3: Løsneområde for ny sone Sørenga. Løsneområdet er vist i rød skravur. Tidligere kvikkleiresone 485 Smørgrav er vist med grønn heldekkende farge.

Fabrikkgata

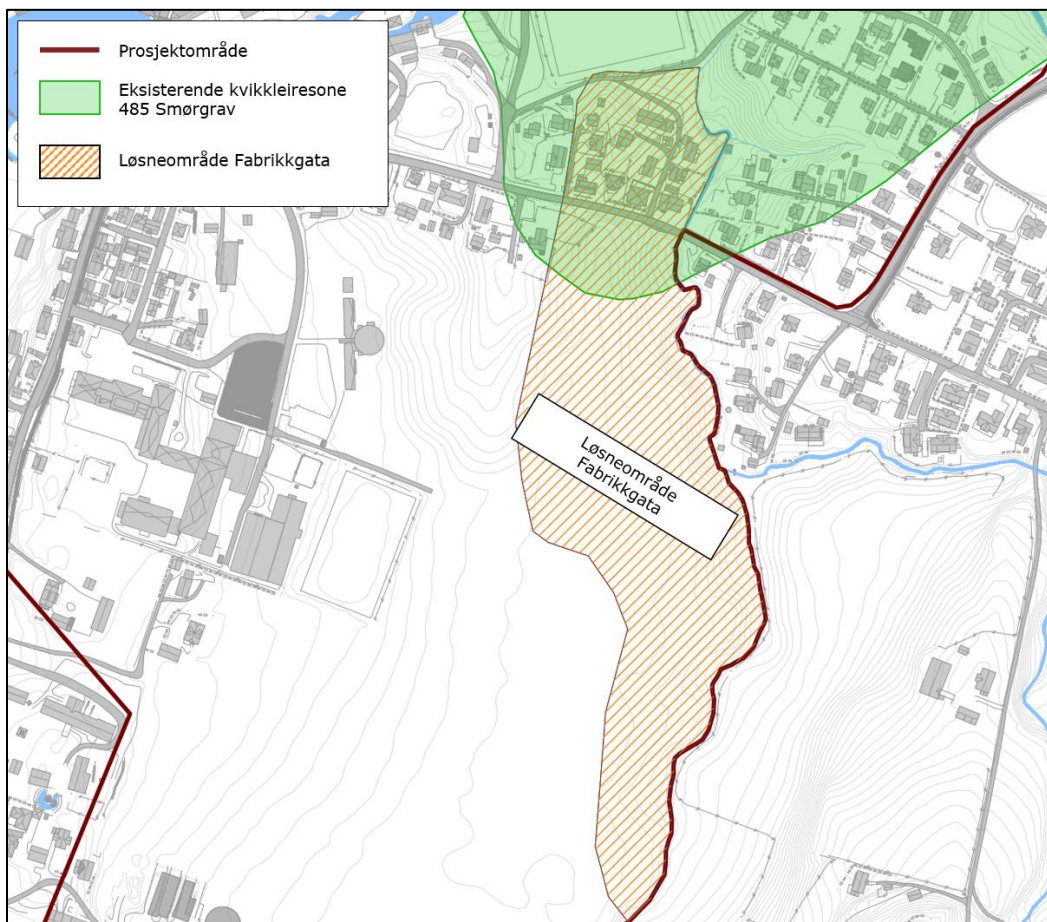
Fabrikkgata er en sone som omfatter landbruksareal i søndre del samt et boligområde mellom Fabrikkgata og Dokkaveien. Avgrensningen av sonen tar utgangspunkt i at et potensielt områdeskred vil kunne utløses av initialskred i ravinen som strekker seg langs østsiden av løsneområdet. Delen av sonen som omfatter åker/landbruksareal er tegnet opp iht. NGI-metoden (1:15-linje) med utgangspunkt 0.25H under bunnpunktet i ravinen. Dette er illustrert i snitt A2-5 (tegning V03-2-7).

Det bemerkes at det for boligområdet i nordre del av sonen (gnr./bnr.: 39/152, 39/153 m.fl.) er det mangelfull informasjon om grunnforholdene, og det er derfor gjort konservative antakelser som medfører at området inkluderes i sonen.

Faresone Fabrikkgata omfatter nordre del av det som tidligere var Aktsomhetsområde 1, og søndre del av tidligere Aktsomhetsområde 2 (se Figur 1.2). Det bemerkes at største del av tidligere Aktsomhetsområde 1 friskmeldes, med bakgrunn i snitt A1-1, der 1:15-linje fra ravinen i øst ikke gir grunnlag for at området er en faresone (tegning V03-2-8).

Figur 4.4 viser løsneområdet til sonen (oransje skravur), sammen med utgått kvikkleiresone i området 485 Smørgrav (grønn farge).

Se tegning V03-3-3 for faresone Fabrikkgata.



Figur 4.4: Løsneområde for ny sone Fabrikkgata. Løsneområdet er vist i oransje skravur. Tidligere kvikkleiresone 485 Smørgrav er vist med grønn heldekkende farge.

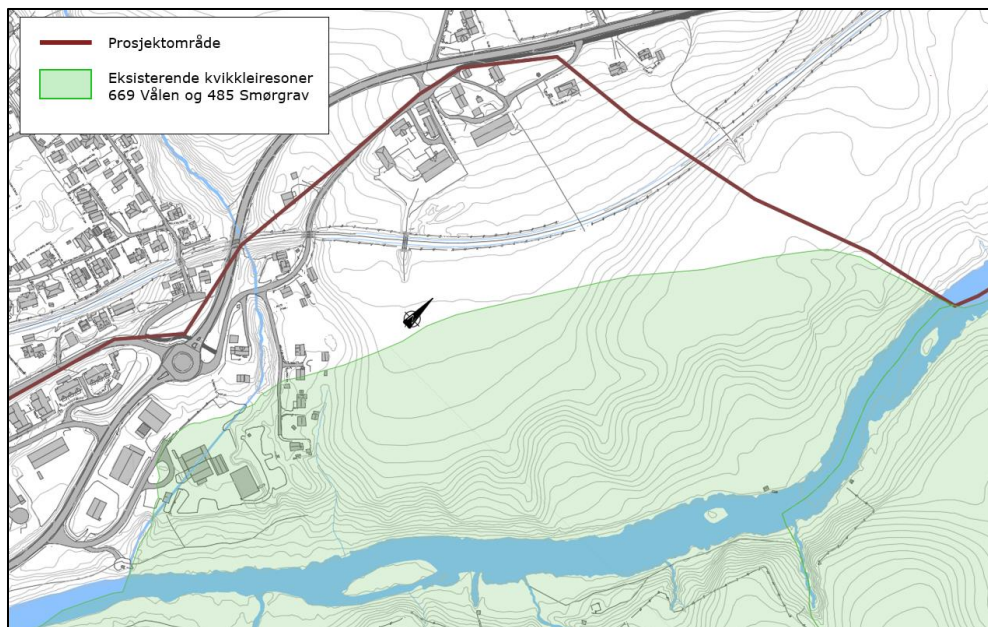
Spæren

Avgrensning av et løснеområde på vestsiden av Vestfosselva tar utgangspunkt i at et områdeskred vil kunne utløses av initialskred i Vestfosselva eller i sidebekken til Vestfosselva (mellom Bruksgata og Jutebrua).

Gjeldende skredmekanisme i området er rotasjonsskred (se kapittel 4.1). Avgrensning av løснеområde som følger av dette ($L=5 \times H$) gir et smalt løснеområde langs elva med utstrekning ut mot øst i henhold til lokale høydevariasjoner. Det er ingen bebyggelse innenfor et løснеområde som dannes som resultat av dette. Det er heller ikke observert erosjon i området der det er gjennomført befarings (NB: ikke hele strekningen er befart, se Figur 2.1). Topografiske kart over området tyder på at gradient ned mot elva generelt sett ikke er så bratt.

Ut fra kjente forutsetninger vurderes det ikke som hensiktsmessig eller nødvendig å definere et løснеområde (eller en faresone) her. Det er dog identifisert både kvikkleire og sprøbruddmateriale på vestsiden av Vestfosselva, og området bør forbli værende som et aktsomhetsområde iht. NVEs temakart for kvikkleire. Det er ikke behov for ny vurdering av områdestabiliteten for nye tiltak i området, men det skal vises aktsomhet med tanke på at det er kvikkleire i grunnen og tilfredsstillende sikkerhet for lokalstabilitet skal dokumenteres.

Det vurderte området (Spæren) er vist på Figur 4.5 (og tegning V03-3-4).



Figur 4.5: Vurdert område Spæren. Tidligere kvikkleiresone 485 Smørgrav er vist med grønn heldekkende farge.

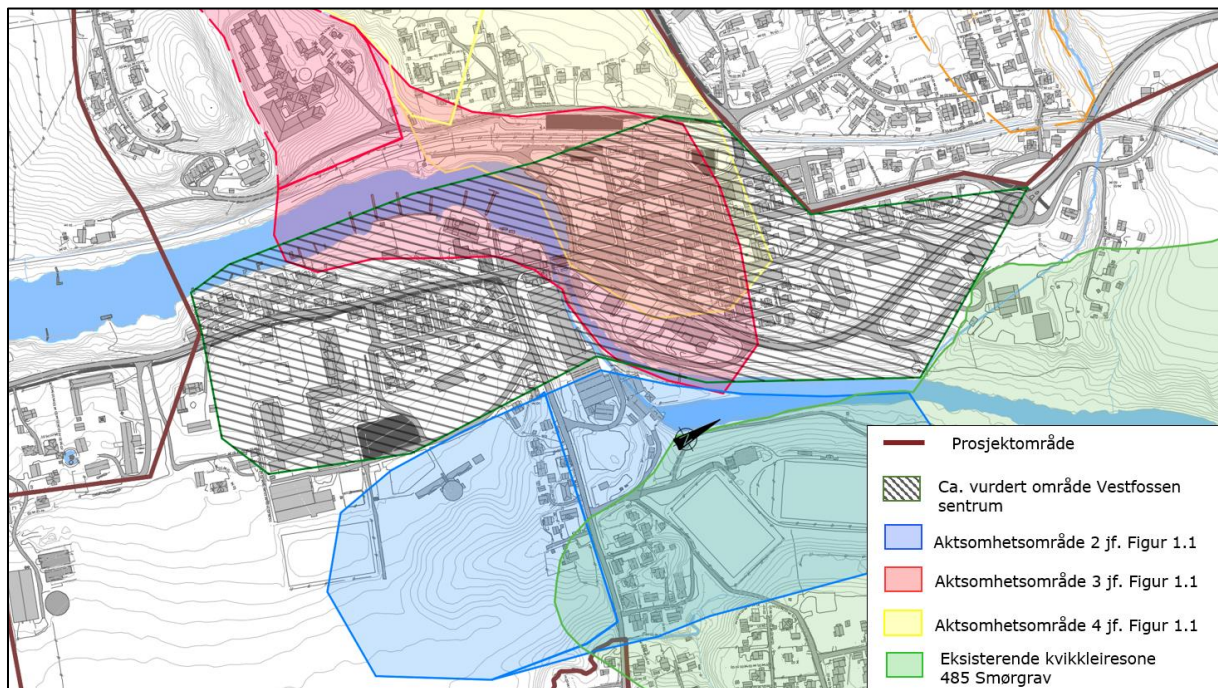
Vestfossen sentrum

Det er ett område i Vestfossen sentrum der det er tolket sprøbruddmateriale. Dette gjelder nordøst i området, nærmest Spæren. Her er det fire borpunkter der sonderinger indikerer sprøbruddmateriale. Disse massene ser ut til å ligge som en slags lomme lokalt langs ravinen som skiller Vestfossen sentrum fra Spæren. I bakkant er løsmassene avgrenset av løsmasser med mindre mektighet, og høyere trykkmotstand. Ved to av punktene som er tolket som sprøbruddmateriale (SA24-15 og SA24-16 [18]) er bekken lagt i rør, som tilsier at det ikke er noen potensiell løsnkilde for et skred her. Det vurderes at det ikke er potensiale for at det kan utvikle seg et større skred her.

Utover de nevnte punktene tolkes løsmassene i Vestfossen sentrum som *ikke* sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Det er grunt til berg, og det er observert berg i dagen ved Vestfossen kraftstasjon. Det vurderes ikke å være grunnlag for å definere et løснеområde i Vestfossen sentrum.

Se Figur 4.6 som viser omtrentlig plassering av vurdert område i gråstripet skravur, sammen med tidligere kvikkleiresone 485 Smørgrav og Aktsomhetsområde 2, 3 og 4 presentert i kapittel 1.0, samt Figur 1.1, Figur 1.2 og Figur 1.3.

Merk at til tross for at området ikke defineres som et løśnieområde for områdeskred er deler av det vurderte området med i utløpsområdet til sone Granløkka, utredet i rapport D0083385-RIG-R-02. Resten av Vestfossen sentrum vurderes som friskmeldt. Dette er vist på tegning V03-3-5, der friskmeldt område er markert med grå farge.



Figur 4.6: Vurdert område Vestfossen sentrum. Tidligere kvikkleiresone 485 Smørgrav er vist med grønn heldekkende farge. Tidligere Aktsomhetsområde 2, 3 og 4 er vist med hhv. blå, rød og gul heldekkende farge.

4.3 UTLØPSOMRÅDE

Utløpsområder for sonene er bestemt basert på empiriske relasjoner, iht. metodikk beskrevet i NIFS 14/2016 [31]. I tillegg er det i stor grad gjort skjønnsmessige vurderinger basert på topografiske forhold, volumbetraktninger, samt vurdering av effekten av tyngdekraft på massene.

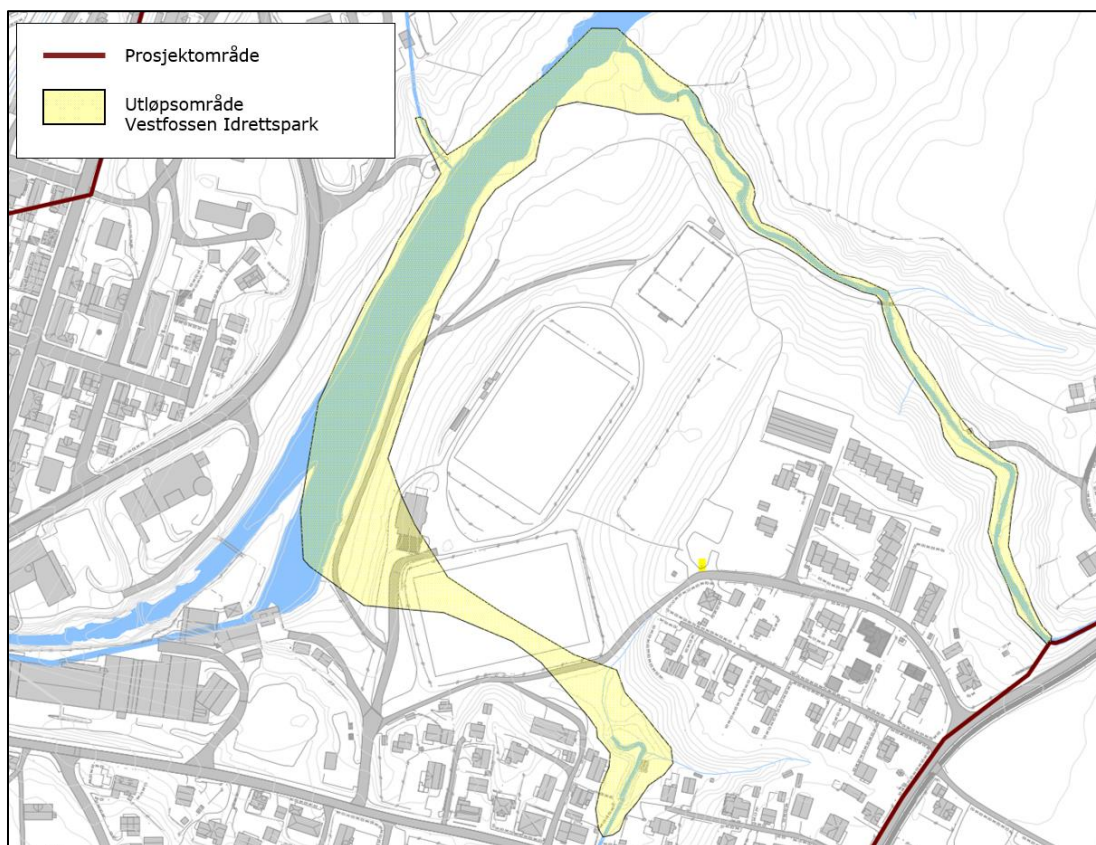
Vestfossen idrettspark

Det er tatt utgangspunkt i at initialscred kan starte enten i Vestfosselva, i ravinen i nord/øst eller i ravinen i sør. Løsneområdet er basert på både rotasjonsskred (vest, nord og øst) og retrogressivt skred (sør). For rotasjonsskred bestemmes lengden av utløpsområde til ca. $L_u = 0.5 \times L$, der L er lengden av løsneområdet. For skred med retrogressiv skredutvikling bestemmes lengden av utløpsområde til ca. $L_u = 3 \times L$.

Det vurderes at skredmasser med utgangspunkt i skred langs Vestfosselva og i ravinen i nord/øst hovedsakelig vil samles i henholdsvis Vestfosselva og ravinen, og demme opp disse.

Ravinen som er utgangspunkt for snitt S15 er forholdsvis dyp, og det vurderes som sannsynlig at utløpet hovedsakelig vil være her for denne, men at noe skredmateriale vil kunne sige ut mot Vestfosselva.

Totalt sett vurderes det da at et samlet utløpsområde vil være som vist på Figur 4.7 og tegning V03-3-1.

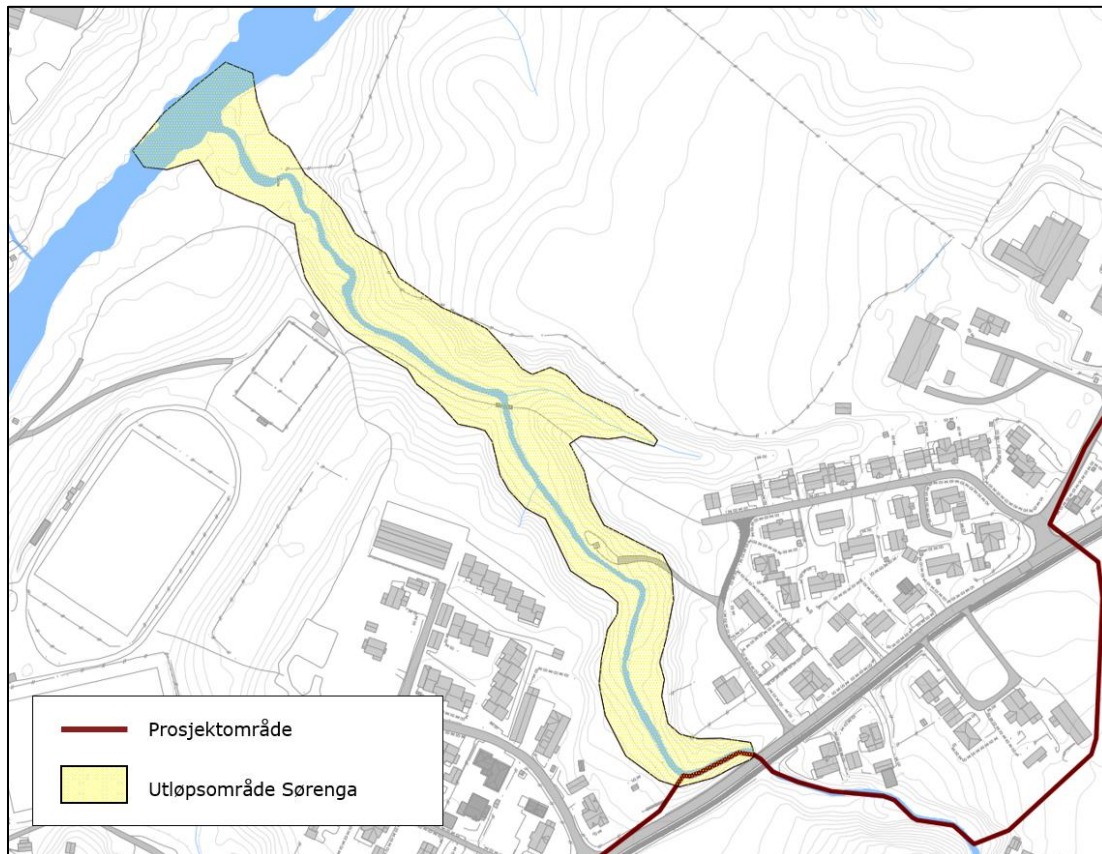


Figur 4.7: Utløpsområde for ny sone Vestfossen idrettspark.

Sørenga

Skredmasser antas å ville følge ravinen ned mot Vestfosselva. Det vurderes som sannsynlig at utløpsområdet begrenses av de fastere massene som ligger over laget med sprøbruddmateriale, og at skredet dermed ikke få utløp noe særlig videre nedover Vestfosselva, men stakes opp i ravinen.

Utløpsområdet til Sørenga er vist i Figur 4.8 og tegning V03-3-2.



Figur 4.8: Utløpsområde for ny sone Sørenga.

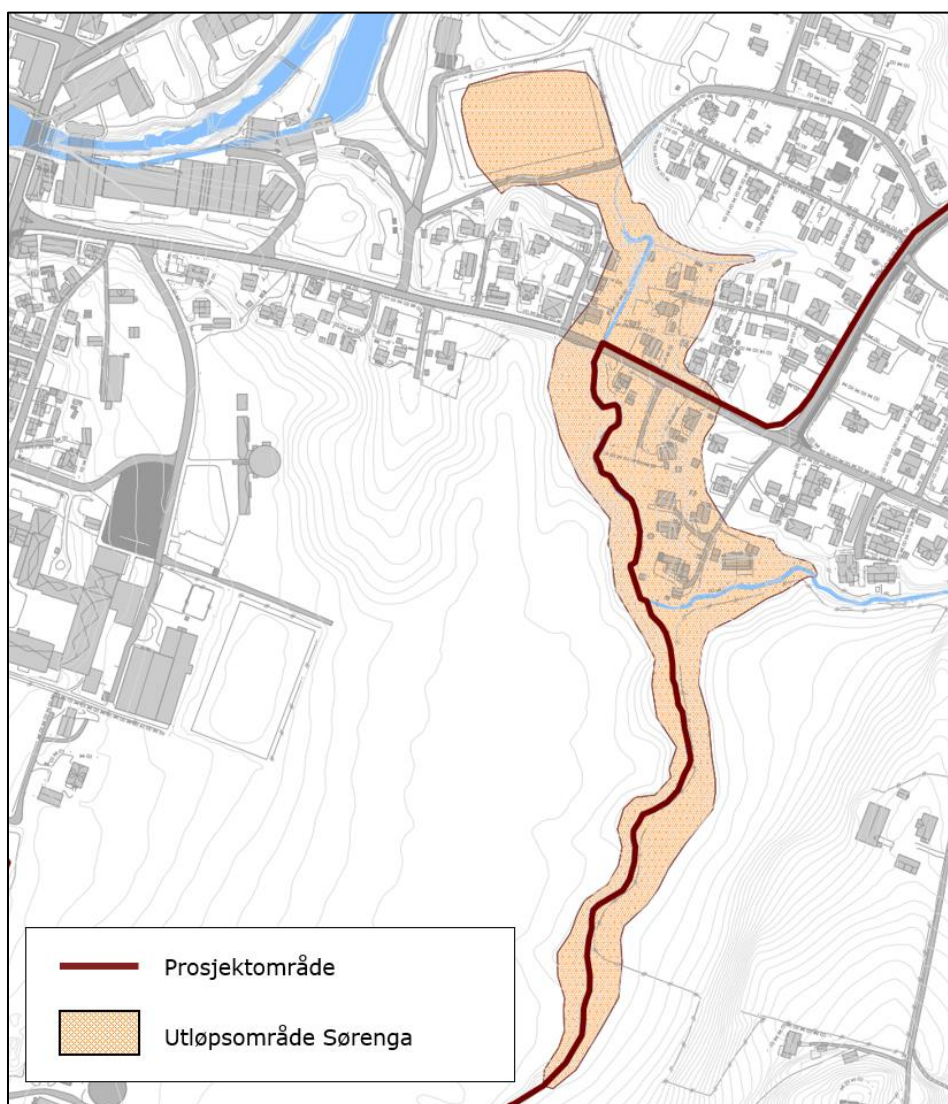
Fabrikkgata

Med utgangspunkt i at et skred vil starte i bekken/ravinen langs østsiden av sonen vurderes det som sannsynlig at utløpet vil legge seg hovedsakelig i ravinen der bekken går. Det forventes at et skred vil kunne ha utløp til omtrent samme kote på begge sider av ravinen.

På befaring (Vedlegg 7) ble kulverten under Fabrikkgata observert å være liten (Ø 0.5-1 m), og det vurderes at massene vil spre seg til østsiden av ravinen, men også over Fabrikkgata og mot nord.

Boligområdene nærmest løsneområdet er derfor inkludert i utløpsområdet (gnr./bnr: 35/40, 35/98, 35/224 m.fl.). Det vurderes også som sannsynlig at fotballbanen nord for løsneområdet vil kunne dekkes av skredmasser, og denne er derfor også inkludert i utløpsområdet.

Utløpsområdet til Fabrikkgata er vist på Figur 4.9 og tegning V03-3-3.



Figur 4.9: Utløpsområde for ny sone Fabrikkgata.

4.4 FAREGRADS- OG KONSEKVENSKLASSIFISERING

De kartlagte kvikkleiresonene er klassifisert ved vurdering av faregrads- og skadekonsekvensklasse. Kombinasjonen av disse gir en risikoklassifisering av sonene. Klassifisering 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» [32]. Faregrad er bestemt for det mest kritiske snittet for hvert løsneområde, mens skadekonsekvens er bestemt for hele sonen (løsne- og utløpsområdet).

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.

I tilfeller der det mangler informasjon for å klassifisere områdene er det gjort konservative antakelser.

Tabell 4.2 oppsummerer faregradsklasse, skadekonsekvensklasse og risikoklasse for hver av sonene. Fullstendig klassifisering er gitt i Vedlegg 2 i form av utfylte tabeller iht. metodikk fra 9/2020.

Tabell 4.2 faregradsklassifisering for sone Vestfossen idrettspark, Sørenga og Fabrikkgata.

Sone	Kritisk snitt til vurdering	Tegning	Skadekonsekvens klasse	Faregrads klasse	Risikoklasse
Vestfossen idrettspark	S3	V03-2-1	Meget alvorlig	Lav faregrad	3
Sørenga	S9	V03-2-6	Alvorlig	Lav faregrad	3
Fabrikkgata	A2-5	V03-2-7	Meget alvorlig	Middels faregrad	4

5.0 REGELVERK OG 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 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 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 ikke 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 sonene er det foretatt en vurdering av skråninger der et skred kan starte og potensielt utvikle seg til et områdeskred. Metodikken baserer seg på prosedyren angitt i kvikkleireveilederen [1]. Skråninger der helning $>1:15$ gir grunnlag for videre evaluering.

AFRY har mottatt innmåling av terrenget i området samt elvebunnen, og kritiske skråninger er tegnet opp utfra disse innmålingene. Av disse er mest kritiske skråninger valgt basert på beliggenhet, mest kritisk topografi (størst L/H), samt vurdering av grunnforholdene. Snitt der kvikkleire/sprøbruddmateriale ligger høyt samt 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 vurdert som nødvendig med stabilitetsanalyse kun for sone Vestfossen idrettspark, og det er derfor utført beregning for totalt ett snitt. For sonene der det ikke vurderes som nødvendig med beregning er kritiske snitt representert på profiltegninger for å illustrere lagdeling, soneavgrensning, samt vurdering av skredmekanisme.

Det er tegnet opp flere snitt for soneavgrensning langs sonen. Av disse er det i samspill med NVE valgt ut snitt der det skal utføres beregning av stabilitetsforholdene.

Plassering av snittene(beregningssnitt og kritiske snitt benyttet i soneavgrensning og soneklassifiseringer, se Tabell 4.2) samt utførte grunnundersøkelser er vist på Tegning V03-1-1.

Vestfossen idrettspark

For sone Vestfossen idrettspark er det valgt ett kritisk snitt som det er utført beregninger på. Dette er snitt S3 som strekker seg omtrent vinkelrett fra Vestfosselva opp mot sørøst. Snittet går på tvers av fotballbanen og videre opp mot Smørgravveien. Snittet strekker seg gjennom platåterreng, og det er derfor flere skråninger som er av interesse. Hovedsakelig er det av interesse å vurdere hvorvidt et initialskred vil kunne utløses ved Vestfosselva, men stabiliteten opp fra fotballbanen mot haugen i sørøst må også kontrolleres.

Sørenga

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for sonen. Kritisk snitt for faresonen vurderes å være S9. Lagdeling, soneavgrensning iht. NGI-metoden er vist på tegning V03-2-6, der også vurdering av aktuell skredmekanisme er vist.

Fabrikkgata

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for sonen. Kritisk snitt for faresonen vurderes å være A2-5. Lagdeling, soneavgrensning iht. NGI-metoden er vist på tegning V03-2-7, der også vurdering av aktuell skredmekanisme er vist).

6.2 TOLKNING AV LAGDELING

Vestfossen idrettspark

Lagdeling for snitt S3 (se Tegning V03-2-1/V03-2-2) er basert på tre totalsonderinger, en dreietrykksondering, en dreiesondering, to vingeboringer, to CPTU-sonderinger og prøvetaking i ett punkt. Det bemerkes at flere av de utførte grunnundersøkelsene er utført i etterkant av skredet i 1984 [17], og det er ikke alle disse som har vært tilgjengelige i vurderingene. Det er også knyttet usikkerhet til hvorvidt det er utført større terrenginngrep i området i etterkant av at disse ble utført.

Basert på foreliggende grunnundersøkelser er grunnforholdene for snitt S3 vurdert som et lag med tørrskorpeleire (ca. 2 m tykkelse) over et lag med middels fast leire av varierende mektighet. Laget med middels fast leire vurderes å ligge over et lag med sprøbruddmateriale/kvikkleire som varierer i mektighet mellom ca. 5-10 m i de undersøkte punktene. Under dette laget er det tegn på middels fast leire som øker i mektighet med økende avstand fra Vestfosselva. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunkter langs snitt S3. Boringer med prøvetaking viser dog på at det er et kvikkleirelag i dybden (borpunkt NC-1: påvist kvikkleire ca. på kt. +10, borpunkt 485-19: påvist kvikkleire ca. på kote +5). Det er ikke tatt opp prøver i borpunkt NC-3, men resultater fra totalsondering og CPTU er svært like som pkt. NC-1, og det vurderes derfor som høyst sannsynlig at det er kvikkleire på samme dybde i dette punktet. Det er ikke boret til berg, men det er påtruffet et fast lag som antas å være morenemateriale/sand/grus på ca. kote -10 (omtrent 10 m under elvebunn).

Tolket lagdeling er også vist på snitt SL1 langs nedre del av sonen (tegning V03-2-3), A2-1 (tegning V03-2-4) som går fra Vestfosselva og knekker opp mot Fabrikkgata, snitt S15 (tegning V03-2-5) som dekker søndre del av sonen, samt snitt S9 (tegning V03-2-6) som er kritisk snitt for sone Sørenga, og som krysser over ravinen og inn i sone Vestfossen idrettspark.

Sørenga

Lagdeling for Sørenga er illustrert på snitt S9 (tegning V03-2-6). Lagdelingen for snittet baserer seg hovedsakelig på grunnundersøkelser i punkt N1-509 samt 608A1-1T og 608A1-2T (og NC-3 på vestsiden av ravinen). Det bemerkes at for borpunkt 608A1-1T og 608A1-2T er det gjort konservative vurderinger av lagdeling. Utførelse av supplerende grunnundersøkelser i samme område (østre del av faresone Sørenga) vil kunne gi grunnlag for å snevre inn sonen noe, dersom det ikke påvises kvikkleire.

Fabrikkgata

Lagdeling i faresone Fabrikkgata er illustrert for snitt A2-5 (tegning V03-2-7) og A2-1 (tegning V03-2-4). Lagdelingen baserer seg hovedsakelig på boring A08/I1-13, der det er påvist sprøbruddmateriale fra 3 m dybde, og påvist kvikkleire fra 5 m dybde. Flere boringer utført i området støtter opp under lagdeling, da de også viser tegn til at sprøbruddmateriale/kvikkleire ligger grunt ift. terreng (se pkt. A11, I1-12, R648-B3 og R648-A2). Dybde til berg ser ut til å være minst 15-20 m i østre del av sonen. Borpunktene som ligger litt lenger vest tyder på å bestå av fastere masser, og dybden til berg er mindre.

6.3 GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK

Prosjektområdet har terreng preget av raviner, samt Vestfosselva som går fra sør mot nord. Vestfosselva har normalvannstand varierende mellom ca. 0-2 m.o.h.

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.

Se Vedlegg 1 for mer informasjon om grunnvannstand og poretrykksforhold. I vurdering av poretrykk er siste avlesning benyttet som grunnlag.

Vestfossen idrettspark

I etterkant av skredet som gikk i 1984 [17] ble det satt ned flere poretrykksmålere i området. Disse ble avlest senest i 1985, og resultater må derfor benyttes med forsiktighet. Flere av punktene viser også poreovertrykk, men dette er punktene som er innmålt i skredgropa (punkt 102, 203, 104 og 105 ligger i skredgropa, mens pkt. 106 ligger rett utenfor).

Punkt 110 ligger nærme snitt S3 og antas å være mindre påvirket av skredet, og dermed mer representativt for poretrykket i dag. Dette punktet tyder på hydrostatisk fordelt poretrykk med grunnvannstand omtrent 1 m under terreng, og i beregningene er dette brukt som utgangspunkt.

Sørenga

Tilgjengelige målinger er gjort i september 2007. Basert på foreliggende informasjon om grunnvannstand i området ser det ut til at det er svakt poreundertrykk.

Fabrikkgata

Grunnvannstand er målt i 2 punkter i området, vest for faresonen. Begge punktene ligger høyere i terreng enn faresonen, og basert på de to punktene ser det ut til at grunnvannstanden øker med minkende terrengkote. Avlesning i to dybder i punkt I1-3 viser at det er litt poreundertrykk her.

Basert på terrengforskjellen ned mot ravinen antas det at poretrykket har tilnærmet hydrostatisk fordeling i sonen.

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

Stabiliteten av terrenget er blitt vurdert for ett kritisk snitt (S3, Vestfossen idrettspark). Beliggenhet av dette snittet, samt snittene som er brukt i soneklassifiseringen (kap. 0) er vist på Tegning V03-1-1.

Beregningssnittene 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. Stabilitetsberegningene er vist i Tegninger V03-2-1 og V03-2-2.

7.1 BEREGNINGER AV DAGENS SITUASJON

Tabell 7.1 oppsummerer resultater fra stabilitetsberegninger for kritisk snitt.

Tabell 7.1 resultater fra stabilitetsberegninger.

Snitt	Fc – udrenert	Fc – Plan glideflate	Fø – drenert	Kommentar	Tegning (udrenert/drenert)
S3	<i>Ved elv: 1.18</i> <i>Skråning opp fra idrettsbane: 1.5</i> <i>Øvre skråning til topp platå: 2.06</i> <i>Global – skråning over idrettsbane: 1.49</i>	1.78	<i>Lokal nede ved elv: 1.94</i> <i>Global ved elv: 1.98</i> <i>Skråning opp fra idrettsbane: 2.02</i> <i>Øvre skråning til topp platå: 2.83</i>		V03-2-1/ V03-2-2

7.2 BEHOV FOR SIKRINGSTILTAK

Stabiliteten er vurdert for ett snitt i området, S3, som ligger i sone Vestfossen idrettspark, se resultat i Tabell 7.1. 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 lastendringer som 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.

For det meste gir stabilitetsanalysene tilfredsstillende resultater, og stabilitetsforholdene vurderes som tilfredsstillende. Unntaket er sikkerhet i udrenert tilstand for skråningen fra Vestfosselva opp til idrettsanlegget, der den beregningsmessige sikkerheten er litt lavere enn robusthetskravet ($F_c = 1.18$), dog med veldig liten margin. Det vurderes at det ikke er behov for sikringstiltak, da det antas å være noen usikkerheter i tolkning av jordparameterne. Drenert analyse gir dessuten tilfredsstillende sikkerhet.

For Sørenga er det allerede utført sikringstiltak i ravinen som skiller sonen fra Vestfossen idrettspark [15]. Kontroll av om sikringstiltaket gir tilfredsstillende sikkerhet iht. hva som ble prosjektert er presentert i Vedlegg 8. Sikkerheten er kontrollert for tre snitt på tvers av ravinen, og for de fleste tilfellene er prosjektert sikkerhetsforbedring oppnådd. For ett tilfelle er beregnet beregningsmessig forbedring i sikkerhet litt lavere enn prosjektert. Det bemerkes at det kan være behov for sikring i bekken videre østover (forbi Smørgravveien), da det ble oppdaget litt erosjon her på befaring (se Vedlegg 6). Dette er dog utenfor avgrensningen for prosjektet, og er ikke vurdert i dette prosjektet. Grunnforholdene i området utenfor prosjektavgrensningen er ukjente, og skredproblematikk er ikke vurdert der.

I sone Fabrikkgata er det ikke gjort beregninger av stabiliteten. På befaring ble det registrert litt erosjon i bekkeløpet ved kulverten (nordre del av ravine). Det vurderes at det ikke er behov for sikringstiltak her, men eventuelle tiltak i sonen må vurderes av geoteknisk fagkyndig.

Kravene i TEK17 gjelder ikke for eksisterende bebyggelse i området, men generelt må alle nye tiltak i sonene oppfylle krav gitt i TEK17 §7-3, samt NVEs veileder 01/2019. Ved ny bebyggelse i sonene kreves det geoteknisk prosjektering, der det vurderes om det er behov for supplerende grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger relevant for det enkelte tiltak.

8.0 KONKLUSJON

Flere områder i sentrale deler av Vestfossen er vurdert i denne rapporten, basert på kjente grunnforhold, bebyggelse, topografi og observasjoner i felt.

Vestfossen sentrum defineres i denne rapporten som området mellom ca. Jutebrua/Bruksgata i nord, Vestfossen stasjon i vest og Vestfossen skole i sør (se Figur 4.6). Her er det vurdert at det ikke er fare for områdeskred. Det er tolket sprøbruddmateriale i noen få borpunkter i et begrenset området (lengst nordøst, tilgrensende Spæren). Området er avgrenset i bakkant av løsmasser som ikke viser sprø eller kvikk oppførsel med høyere fasthet og mindre mektighet. Det vurderes at det ikke er potensiale for utvikling av et større skred her. For resten av Vestfossen sentrum er det ikke identifisert eller tolket sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Det er relativt grunt til berg, og det er observert berg i dagen ved Vestfossen kraftstasjon (langs elva).

Området vest for elva som tidligere har vært innlemmet i faresone 485 *Smørgrav* har blitt utredet. I denne rapporten kalles området Spæren. Aktuell skredmekanisme her er rotasjonsskred. Det vurderes ikke som hensiktsmessig å definere en faresone her. Dette er basert på at et eventuelt løsneområde opp fra Vestfosselva blir smalt, uten bebyggelse og ikke kan utvikle seg retrogressivt. Det er heller ingen tegn til erosjon langs elva. Merk at det anbefales at området blir værende som et aktsomhetsområde for kvikkleire, og for nye tiltak skal det dokumenteres tilfredsstillende sikkerhet for lokalstabilitet.

Resultatet av soneutredningen for området er tre nye faresoner som får navn Vestfossen idrettspark, Sørenga og Fabrikkgata. For faresone Vestfossen idrettspark vurderes aktuell skredmekanisme å være rotasjonsskred. Aktuell skredmekanisme er vurdert å være retrogressiv for faresone Sørenga og Fabrikkgata.

Faregrads- og skadekonsekvensklassifisering plasserer sone Vestfossen idrettspark i lav faregradsklasse, med skadekonsekvensklasse meget alvorlig (risikoklasse 3). Sørenga har lav faregrad, og alvorlig skadekonsekvensklasse (risikoklasse 3). Fabrikkgata har middels faregrad og skadekonsekvensklasse meget alvorlig (risikoklasse 4).

Sonene vurderes som sensitive 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/sprøbruddmateriale i stort sett hele sonen for samtlige soner som presenteres her.

I noen av de utredede sonene er det mangelfull kunnskap om grunnforholdene. I disse tilfellene kan supplerende grunnundersøkelser som viser at det ikke er sprøbruddmateriale/kvikkleire gi grunnlag for innsnevring av sonen. For sone Vestfossen idrettsanlegg gjelder dette for boligområdet ved Vårveien. For sone Fabrikkgata gjelder dette for boligfeltet mellom Fabrikkgata, Bekkeveien og Dokkaveien.

Det er tidligere utført sikringsarbeid i ravinen som skiller Vestfossen idrettspark fra Sørenga. Sikringsarbeidet ble prosjektert av NGI i 2007 [15], og prosjekteringen baserer seg på prosentvis forbedring av stabilitetsforholdene. I utredningen som er presentert i denne rapporten er det kontrollert hvorvidt den prosjekterte sikkerheten er oppnådd (se Vedlegg 8). Sikkerheten er vurdert for fire tilfeller (tre beregningssnitt). For tre av tilfellene er oppnådd forbedring som følge av sikringsarbeider høyere enn prosjektert, og for ett tilfelle er den lavere. Tilfellet som har lavere sikkerhet enn prosjektert er sikkerheten mot Sandholtveien sør for ravinen. Sikkerheten i skråningen tilfredsstiller dog robusthetskravet, og vurderes derfor å være ok.

Det bemerkes at samtlige nye planlagte tiltak innenfor faresonene 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» [33] 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 - Nasjonal database for grunnundersøkelser," NGU. [Online]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>
- [8] NVE, "Kartkatalog." NVE. [Online]. Available: <https://kartkatalog.nve.no/#kart>
- [9] COWI, "Grunnundersøkelser for utredning av kvikkleireskredfare Vestfossen, Øvre Eiker. Geoteknisk datarapport.," Apr. 2023.
- [10] Innlandet Geoteknikk AS, "Geoteknisk datarapport - Vestfossen kirke, Øvre Eiker kommune," 21-0111-1, Apr. 2022.
- [11] Rambøll Norge AS, "Øvre Eiker kommune Aktsomhetskartlegging Vestfossen sentrum - Datarapport," 1350044648-001, Sep. 2021.
- [12] Norconsult, "Vestfossen - Geoteknisk datarapport," 201 05 43-1, Jun. 2013.
- [13] Statens Vegvesen, "Fv35 Jutebrua Geoteknisk datarapport," 2010171575-46, Oct. 2012.
- [14] NGI, "Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune. Grunnundersøkelser," Jun. 2009.
- [15] NGI, "Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune - Grunnundersøkelser, stabilitetsanalyser og stabiliserende tiltak på Smørgrav," 20071671-1, Oct. 2007.
- [16] Statens Vegvesen, "Fv 66 HP01: Vestfossen - x Rv 35 Parsell: Doktorhjørnet - Røkeberg, gang- og sykkelveg," Fd-608A-1, Oct. 2003.
- [17] NGI, "Stabilitetsforholdene Strandajordet Vestfossen etter utglidningen den 11. september 1984," 85002-1, Apr. 1985.
- [18] Statens Vegvesen, "Rv 35 Kubberud Industriområde Vestfossen Urapporterte tegninger," FD-794A-24, Aug. 1987.
- [19] Romerike Grunnboring AS, "Grunnundersøkelser Spæren, gnr./bnr. 53/2 m.fl. i Øvre Eiker kommune," Datarapport 50262-01-R, Nov. 2022.
- [20] Romerike Grunnboring AS, "Supplerende grunnundersøkelser i Spæren, gnr./bnr. 52/4 og 53/2 i Øvre Eiker kommune," Datarapport 50531-01-R, Apr. 2024.
- [21] Romerike Grunnboring AS, "Soneutredning kvikkleiresoner Vestfossen, gnr./bnr. 53/1 og 2 i Øvre Eiker kommune," Datarapport 50686-01-R, Jan. 2025.
- [22] Innlandet Geoteknikk AS, "Vurdering av områdestabilitet - Vestfossen kirke, Øvre Eiker kommune," 21-111-1, Aug. 2021.
- [23] GrunnTeknikk AS, "Øvre Eiker, Arnebekktunet. Vurderinger av stabilitet ned mot Vestfossenelva," 111328n3, May 2015.
- [24] GrunnTeknikk AS, "Øvre Eiker, Arnebekktunet. Stabilitet for skråning ned mot bekk," 111328n2, Mar. 2015.
- [25] VSO Consulting, "Arnebekktunet Geoteknisk prosjekteringsrapport," 15369, Dec. 2015.
- [26] GrunnTeknikk AS, "Øvre Eiker, Arnebekktunet. Stabilitet for skråning ned mot bekk," 111328n1, Aug. 2014.
- [27] NGI, "Evaluerer av risiko for kvikkleireskred Øvre Eiker kommune," 20001008-19, Oct. 2005.
- [28] Geovita, "Nedlegging av planoverganger - Øvre Eiker. Utredning av områdestabilitet," Geoteknisk notat 2356-03, Jan. 2024.
- [29] NVE, "NVE Temakart Skredhendelser," NVE. [Online]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/SkredHendelser>
- [30] NVE, "NVE Temakart Kvikkleire," NVE. [Online]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>
- [31] Norges vassdrags- og energidirektorat, "Metode for vurdering av løsne - og utløpsområder for områdeskred. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire," 14/2016, 2016.
- [32] NGI, "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred," 9/2020, 2020.
- [33] NGI, "Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner," 2001008-62.

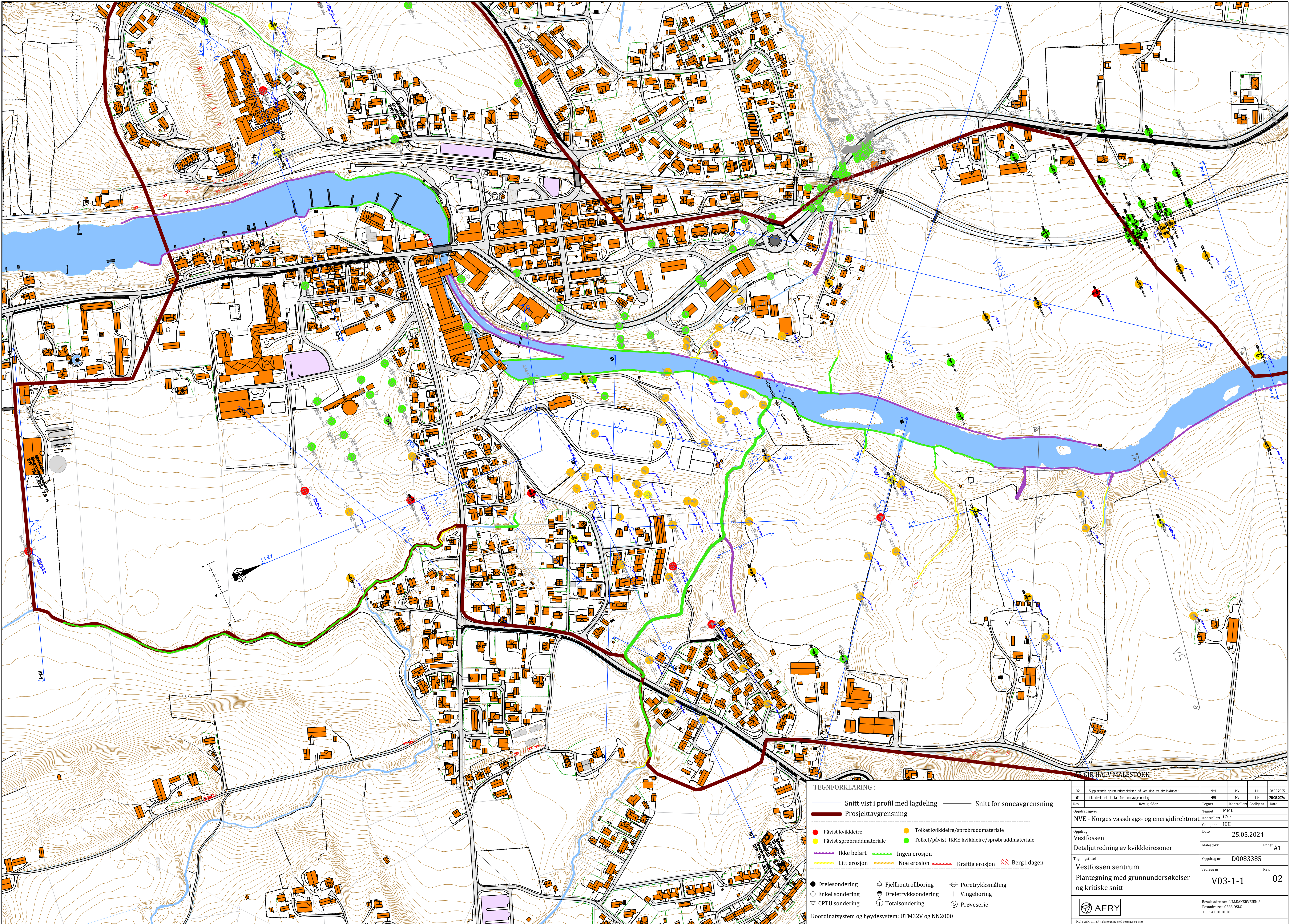
10.0 TEGNINGSLISTE

Innhold	Tegn. nr.	Format
Plantegning 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	V03-1-1	A1
Beregning snitt S3 – Udrenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser - Resultater beregning - Tilbakeregnet terreng	V03-2-1	A1L
Beregning snitt S3 – Drenert analyse Beregningsprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser - Resultater beregning - Tilbakeregnet terreng	V03-2-2	A1L
Profiltegning snitt SL1 Sideprofil som viser følgende: Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser	V03-2-3	A1L
Profiltegning snitt A2-1 Sideprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser	V03-2-4	A1L
Profiltegning snitt S15 Sideprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser	V03-2-5	A1L
Profiltegning snitt S9 Sideprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser	V03-2-6	A1L
Profiltegning snitt A2-5 Sideprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser	V03-2-7	A1L
Profiltegning snitt A1-1 Sideprofil som viser følgende: - Lagdeling, soneavgrensning og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser	V03-2-8	A1L
Profiltegning snitt Vest 2 Sideprofil som viser følgende: - Lagdeling og skredmekanisme - Relevante grunnundersøkelser	V03-2-9	A1L

Profiltegning snitt Vest 5 Sideprofil som viser følgende: • Lagdeling og skredmekanisme • Relevante grunnundersøkelser	V03-2-10	A1L
Profiltegning snitt Vest 6 Sideprofil som viser følgende: • Lagdeling og skredmekanisme • Relevante grunnundersøkelser	V03-2-11	A1L
Plantegning – Vestfossen idrettspark Oversiktstegning som viser følgende: • Løsneområde faresone Vestfossen idrettspark • Utløpsområde faresone Vestfossen idrettspark • Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonегrense	V03-3-1	A1
Plantegning – Sørenga Oversiktstegning som viser følgende: • Løsneområde faresone Sørenga • Utløpsområde faresone Sørenga • Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonегrense	V03-3-2	A1
Plantegning - Fabrikkgata Oversiktstegning som viser følgende: • Løsneområde faresone Fabrikkgata • Utløpsområde faresone Fabrikkgata • Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonегrense	V03-3-3	A1
Plantegning - Spæren Oversiktstegning som viser følgende: • Vurdert område Spæren • Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av skredmekanisme	V03-3-4	A1
Plantegning – Vestfossen sentrum Oversiktstegning som viser følgende: • Faresone Vestfossen idrettspark • Faresone Sørenga • Faresone Fabrikkgata • Friskmeldt område • Tilgrensende faresoner • Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonегrense (tilgrensende faresoner presentert i rapport D0083385-RIG-R-01 og D0083385-RIG-R-02)	V03-3-5	A1

VEDLEGG

Vedlegg 1	Tolkning av materialparametere
Vedlegg 2	Klassifisering av faresoner
Vedlegg 3	CPTU-tolkning, metodikk
Vedlegg 4	CPTU-tolkninger
Vedlegg 5	Befaringsnotat 08.12.2022
Vedlegg 6	Befaringsnotat 27.11.2023
Vedlegg 7	Befaringsnotat 29.04.2024
Vedlegg 8	Kontroll av sikret ravine ved Sørenga



TEGNFORKLARING :

- Snitt vist i profil med lagdeling
- Snitt for soneavgrensning
- Prosjektavgrensning
- Påvist kvikkleire
- Påvist sprøbruddmateriale
- Ikke befart
- Litt erosjon
- Ingen erosjon
- Noe erosjon
- Kraftig erosjon
- Berg i dagen
- Tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Tolket/påvist IKKE kvikkleire/sprøbruddmateriale

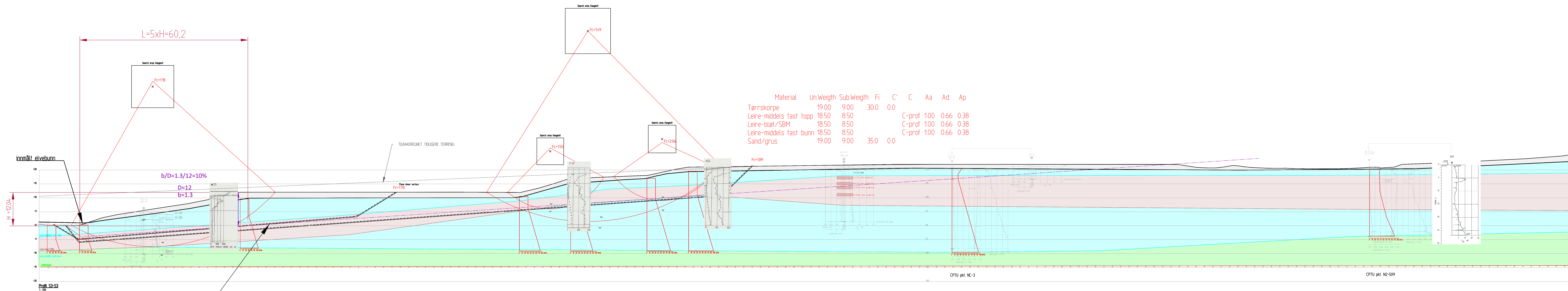
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- CPTU sondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykkssondering
- Totalsondering
- Poretrykksmåling
- Vingebooring
- Prøveserie

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

02	Supplerende grunnundersøkelser på vestsida av elv inkludert		MML	MV	LH	28.02.2025
01	Inkludert snitt i plan for soneavgrensning		MML	MV	LH	28.08.2024
Rev.	Rev. gjelder		Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver			Tegnet	MML		
NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat			Tegnet	EYE		
			Godkjent	LH		
Oppdrag			Dato			
Vestfossen			25.05.2024			
Detaljutredning av kvikkleiresoner			Målestokk		Enhet	
					A1	
Tegningstittel			Oppdrag nr.			
Vestfossen sentrum			D0083385			
Plantegning med grunnundersøkelser			Vedlegg nr.		Rev.	
og kritiske snitt			V03-1-1		02	
			Revisksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO Tlf.: 41 10 10 10			
RE's arkivURLAY plantegning med boringer og snitt						



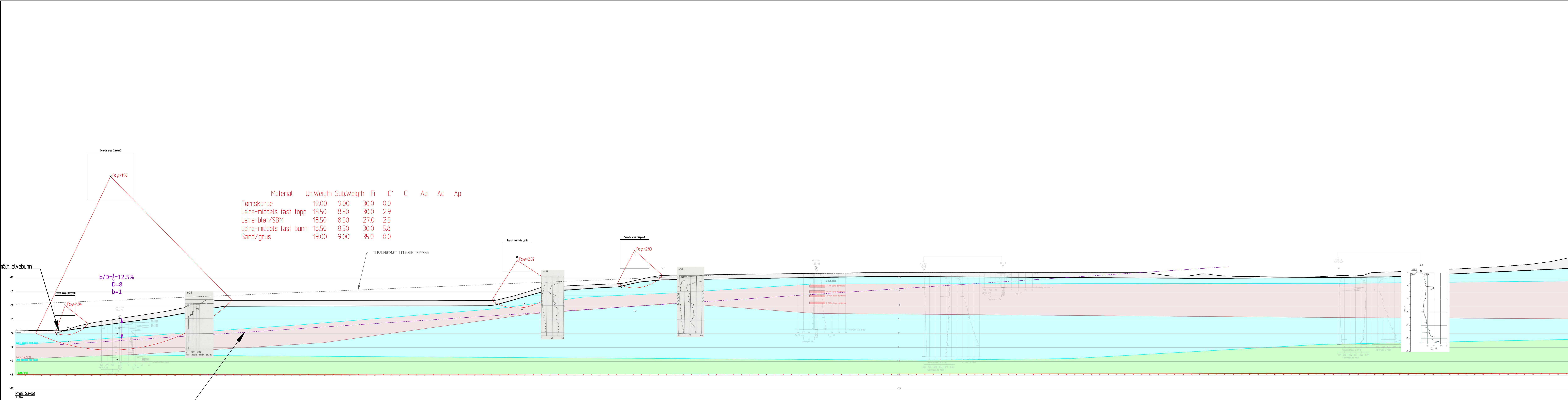
Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8
Postadresse: 0283 OSLO
Tlf: +47 10 10 10



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	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	100	0.66	0.38
Leire-bløt/SBM	18.50	8.50			C-prof	100	0.66	0.38
Leire-middels fast bunn	18.50	8.50			C-prof	100	0.66	0.38
Sand/grus	19.00	9.00	35.0	0.0				

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

01	skredmekanisme og søneavgrensning		MML	MV	IJH
Rev	Rev. gjelder		Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsgiver	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			Vedlegg nr.	Rev.	
Udrenert analyse / Snitt S3			V03-2-1	01	
 AFRY			Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10		
RE's arkivnr: 53 - LAYOUT					

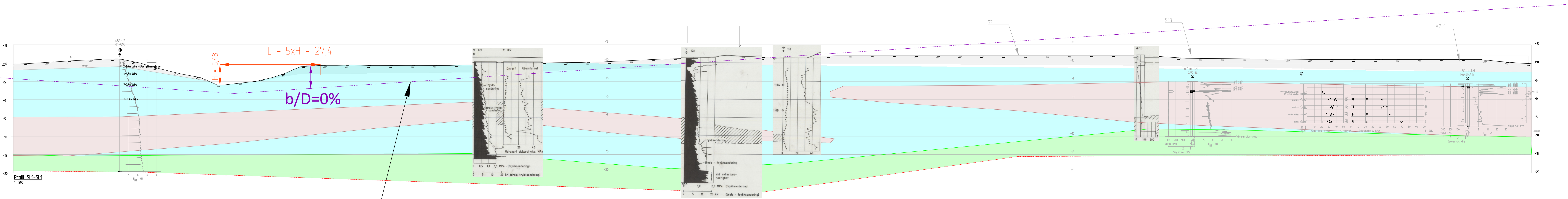


Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire-middels fast topp	18.50	8.50	30.0	2.9				
Leire-bløt/SBM	18.50	8.50	27.0	2.5				
Leire-middels fast bunn	18.50	8.50	30.0	5.8				
Sand/grus	19.00	9.00	35.0	0.0				

LAGDELING

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

01	skredmekanisme og soneavgrønsning	MML	MV	IUH	19.08.2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragspiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML	Gye	
		Kontrollert	GYE		
		Godkjent	IUH		
Oppdrag	Vestfossen	Dato	30.05.2024		
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Målestokk		Enhet	A1L
Tegningsstittel	Vestfossen sentrum	Oppdrag nr.	D0083385		
Stabilitetsberegning - drenert analyse		Vedlegg nr.	V03-2-2	Rev.	01
Snitt S3					
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnr:3 - LAYOUT					

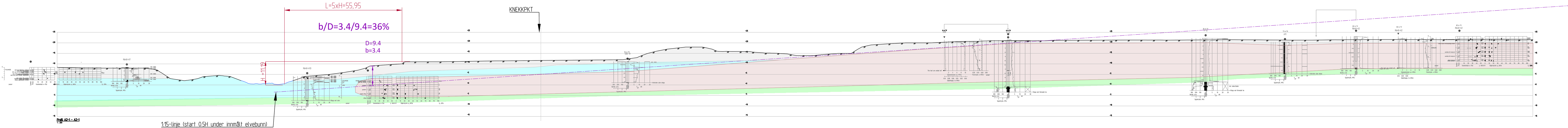


1:15-linje (start 0.5H under ravinebunn)

LAGDELING

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

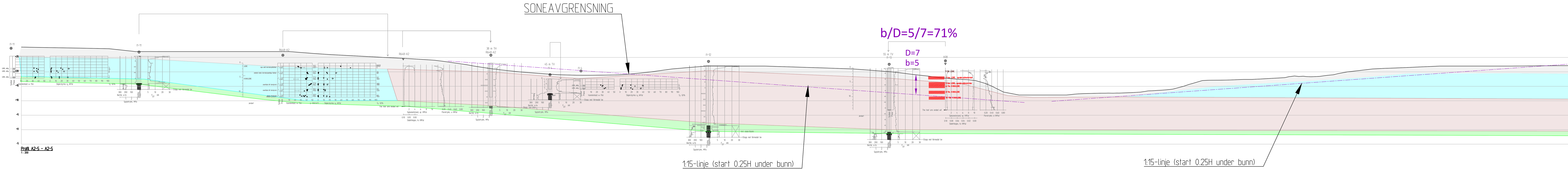
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML		
		Kontrollert	RV		
		Godkjent	IUH		
Oppdrag	Vestfossen	Dato	19.08.2024		
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Målestokk	Enhet A1L		
Tegningstittel	Vestfossen sentrum Vestfossen idrettspark, snitt SL1 Lagdeling, vurdering initialskred ravine	Oppdrag nr.	D0083385		
		Vedlegg nr.	V03-2-3		Rev. 00
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnr. RE-2024-08-01-001					



LAGDELING

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

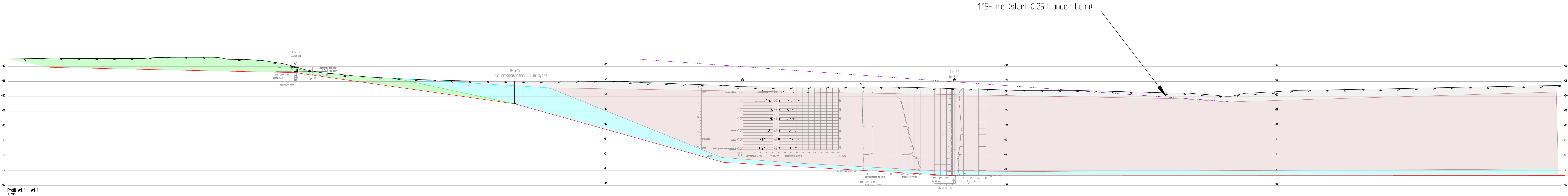
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver		Tegnet	MML		
NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat		Kontrollert	MV		
		Godkjent	IUH		
Oppdrag		Dato	19.08.2024		
Vestfossen		Målestokk	Enhet A1L		
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Oppdrag nr.	D0083385		
Tegningstittel		Vedlegg nr.	V03-2-4		Rev. 00
Vestfossen sentrum - snitt A2-1					
Vestfossen idrettspark/Fabrikkgata					
Lagdeling, sonergrense, skredmekanisme					
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnummer beregningssnitt- LAYOUT					



LAGDELING

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

Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML	Kontrollert	MV
Oppdrag	Vestfossen	Godkjent	IUH	Dato	19.08.2024
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Målestokk		Enhet	A1L
Tegningsstittel	Vestfossen sentrum Fabrikkgata, snitt A2-5 Lagdeling, sonegrense, skredmekanisme	Oppdrag nr.	D0083385	Vedlegg nr.	V03-2-7
				Rev.	00
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnr/fakke beregningsnett- LAYOUT					



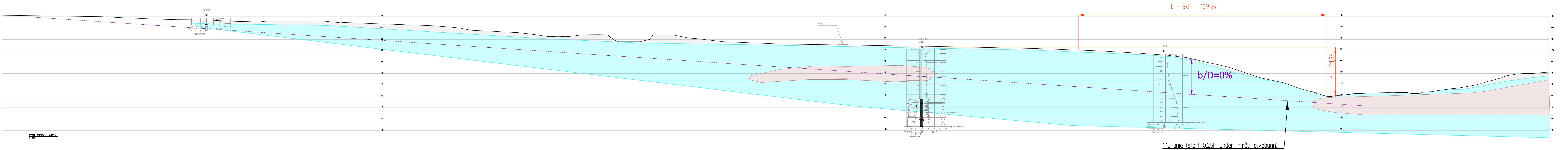
Snitt A1-1
1:20

LAGDELING

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

Rev.		Rev. gjelder			
Oppdragsgiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat		Tegnet	Kontrollert	Godkjent
			Tegnet	MML	
			Kontrollert	MV	
			Godkjent	IUH	
Oppdrag			Dato	19.08.2024	
Vestfossen			Målestokk	Enhet	
Detaljutredning av kvikkleiresoner				A1L	
Tegningstittel			Oppdrag nr.	D0083385	
Vestfossen sentrum			Vedlegg nr.	Rev.	
"Aktsomhetsområde 1"			V03-2-1	00	
Snitt A1-1					
			Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10		
RE's arkivstruktur beregningsnett - LAYOUT					

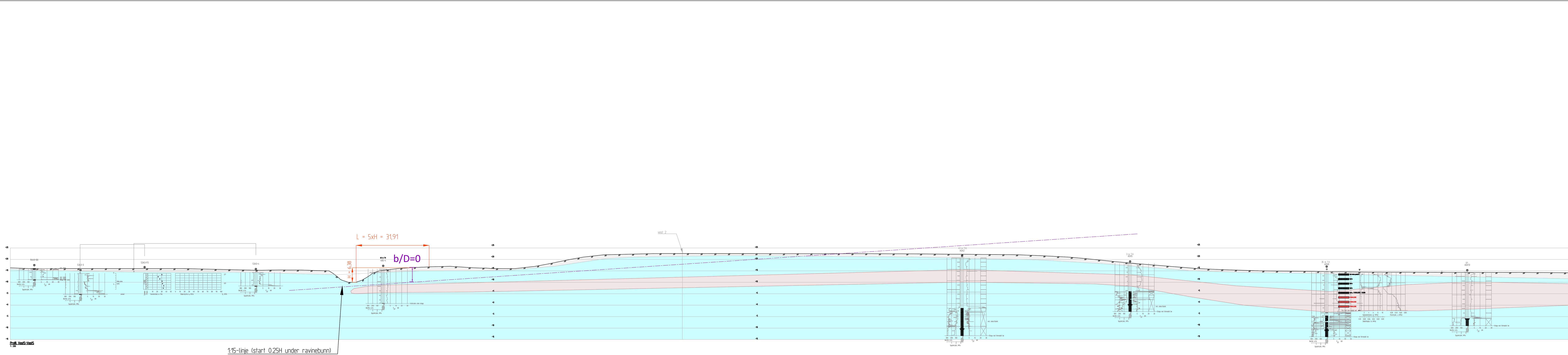
Profil Vest2 - Vest2
1:20



LAGDELING

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

01	Justert falkning av lagdeling	MML	MV	IJH	28.02.2025
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML	Godkjent	IUH
Oppdrag	Vestfossen	Dato	19.08.2024	Enhet	A1L
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Målestokk			
Tegningsstittel	Vestfossen sentrum Spæren, snitt Vest2 Lagdeling, skredmekanisme	Oppdrag nr.	D0083385	Rev.	01
		Vedlegg nr.	V03-2-9		
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnummer beregningssett: LAYOUT					

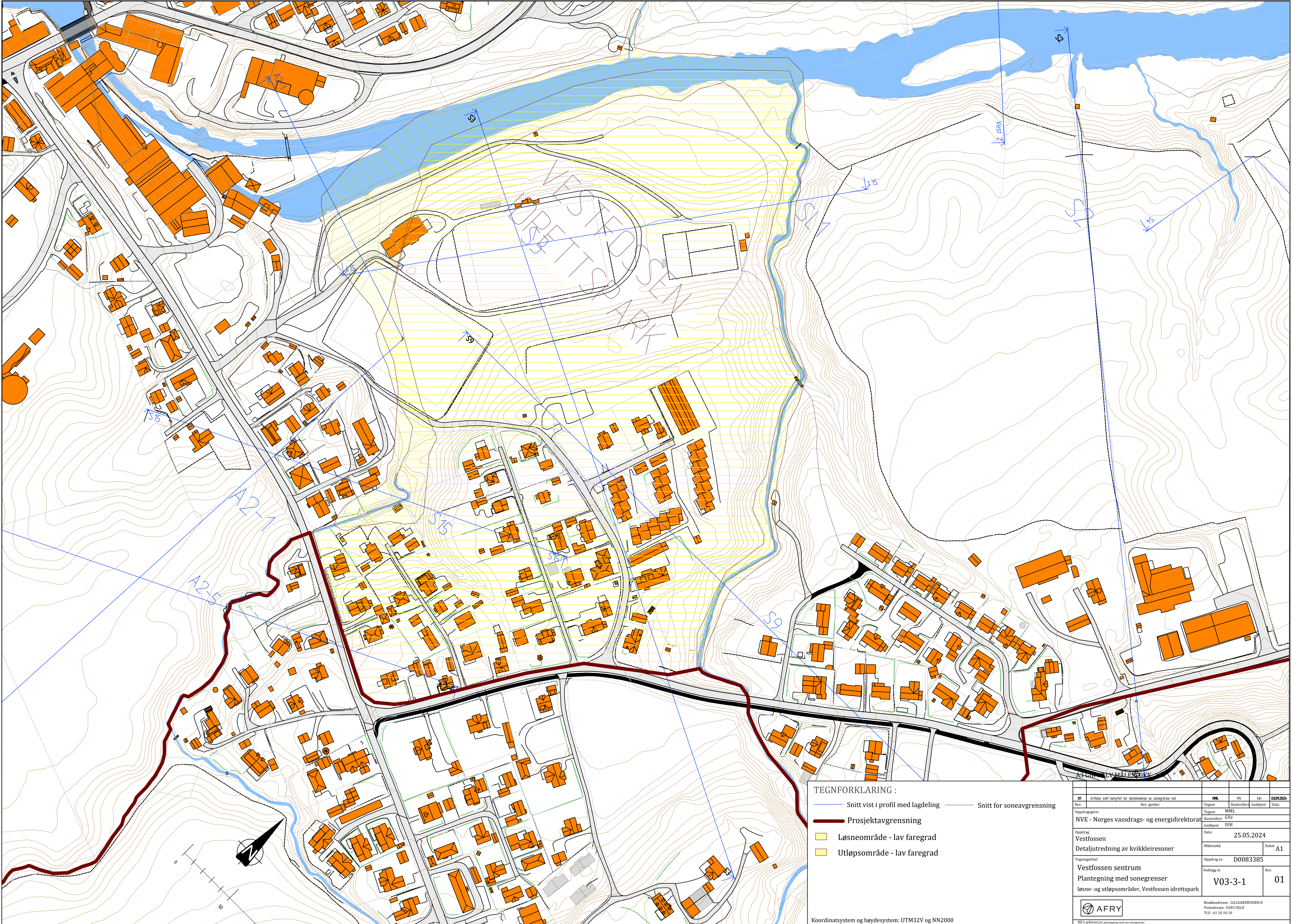


1:15-linje (start 0.25H under ravinebunn)

LAGDELING

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

01	Justert falkning av lagdeling	MML	MV		28.02.2025
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML		
		Kontrollert	MV		
		Godkjent	IUH		
Oppdrag	Vestfossen	Dato	19.08.2024		
	Detaljutredning av kvikkleiresoner	Målestokk		Enhet	A1L
Tegningsstittel	Vestfossen sentrum Spæren, snitt Vest5 Lagdeling, skredmekanisme	Oppdrag nr.	D0083385		
		Vedlegg nr.	V03-2-10	Rev.	01
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO TLF: 41 10 10 10			
RE's arkivnummer beregningsnett - LAYOUT					

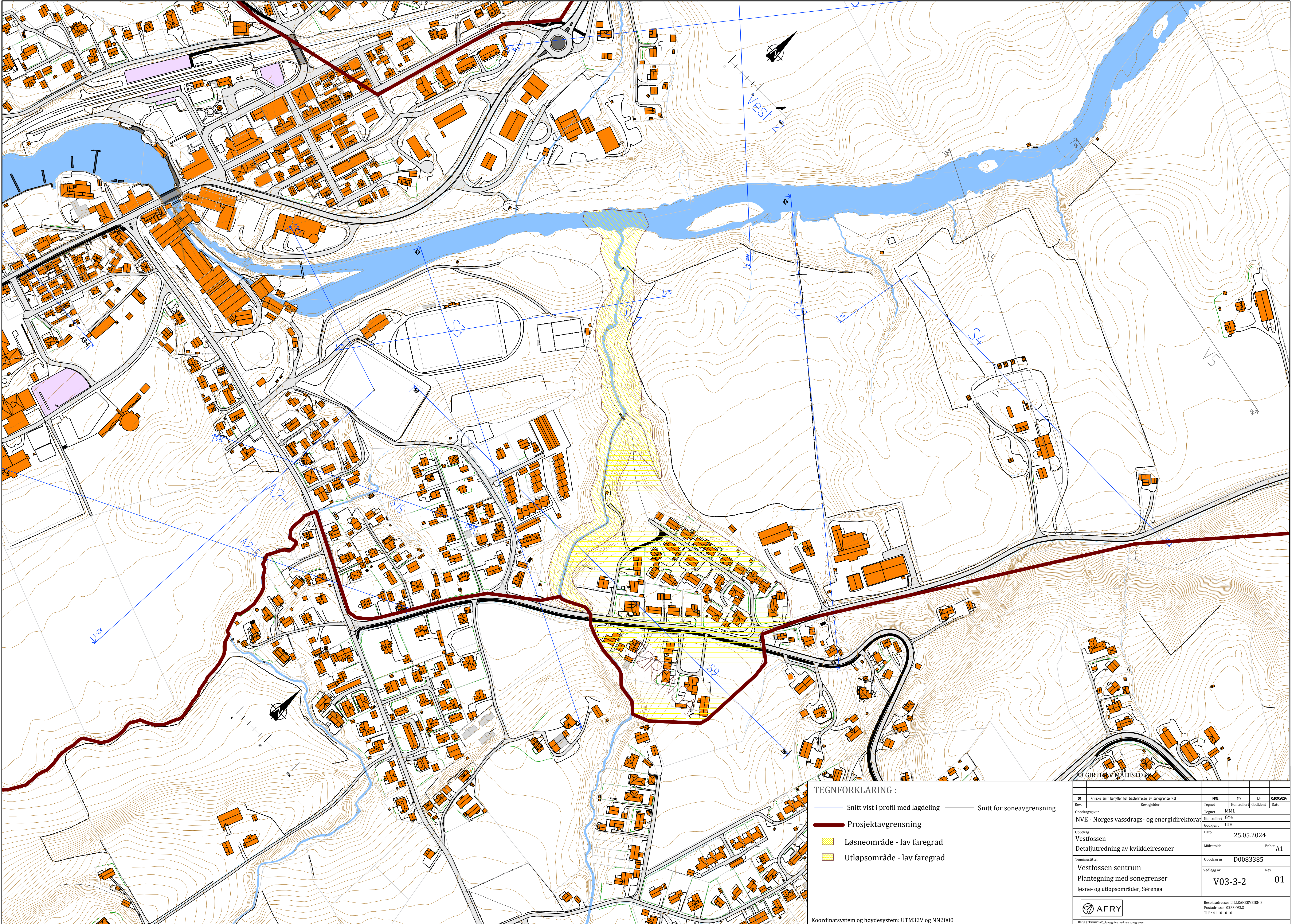


TEGNFORKLARING :

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

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

01	Kritiske snitt benyttet for bestemmelser av soneavgrensning	MML	MY	LH	03/09/2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML		
Oppdrag	Vestfossen	Kontrollert	GVE		
Tegningstittel	Detaljutredning av kvikkleiresoner	Godkjent	IUH		
Dato	25.05.2024				
Målestokk				Enhet	A1
Oppdrag nr.	D0083385				
Vedlegg nr.	V03-3-1			Rev.	01
Benaaksadresse: LILLEAKERVEIEN 8		AFRY			
Postadresse: 0283 OSLO		RE's arkiv/UTLAV plantering med nye sonegrenser			
Tlf: +47 10 10 10					

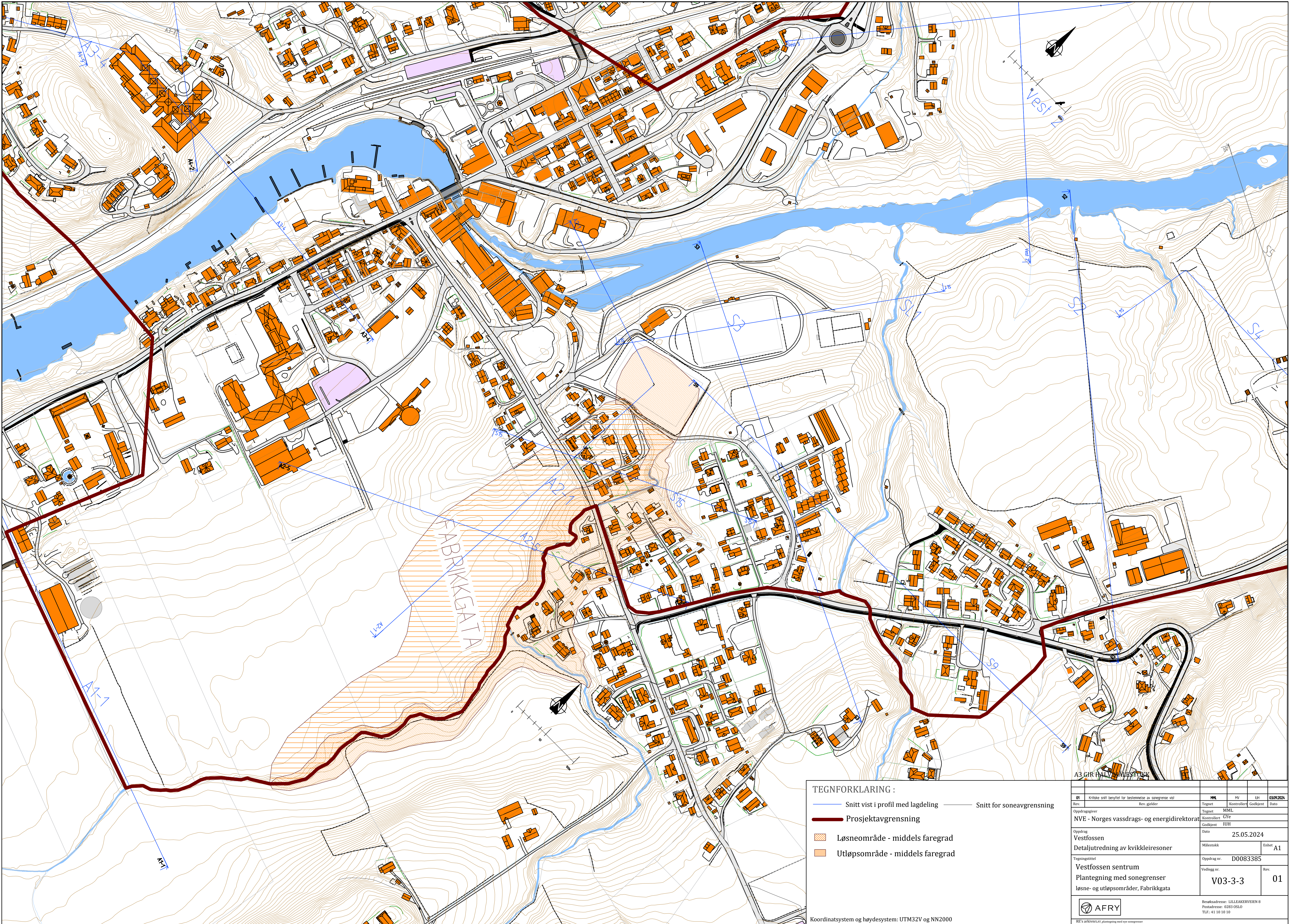


TEGNFORKLARING :

- Snitt vist i profil med lagdeling — Snitt for soneavgrensning
- Prosjektavgrensning
- Løsneområde - lav faregrad
- Utløpsområde - lav faregrad

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

01	Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av soneavgrensning	MML	MY	LH	03/09/2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML		
		Kontrollert	GVE		
		Godkjent	IUH		
Oppdrag	Vestfossen	Dato	25.05.2024		
	Detaljutredning av kvikkleiresoner	Målestokk		Enhet	A1
Tegningstittel	Vestfossen sentrum	Oppdrag nr.	D0083385		
	Plantegning med sonegrenser	Vedlegg nr.	V03-3-2	Rev.	01
	løsne- og utløpsområder, Sørenga				
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000		AFRY			
RE's arkivURLAY plantegning med nye sonegrenser		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO Tlf: +47 10 10 10			



TEGNFORKLARING :

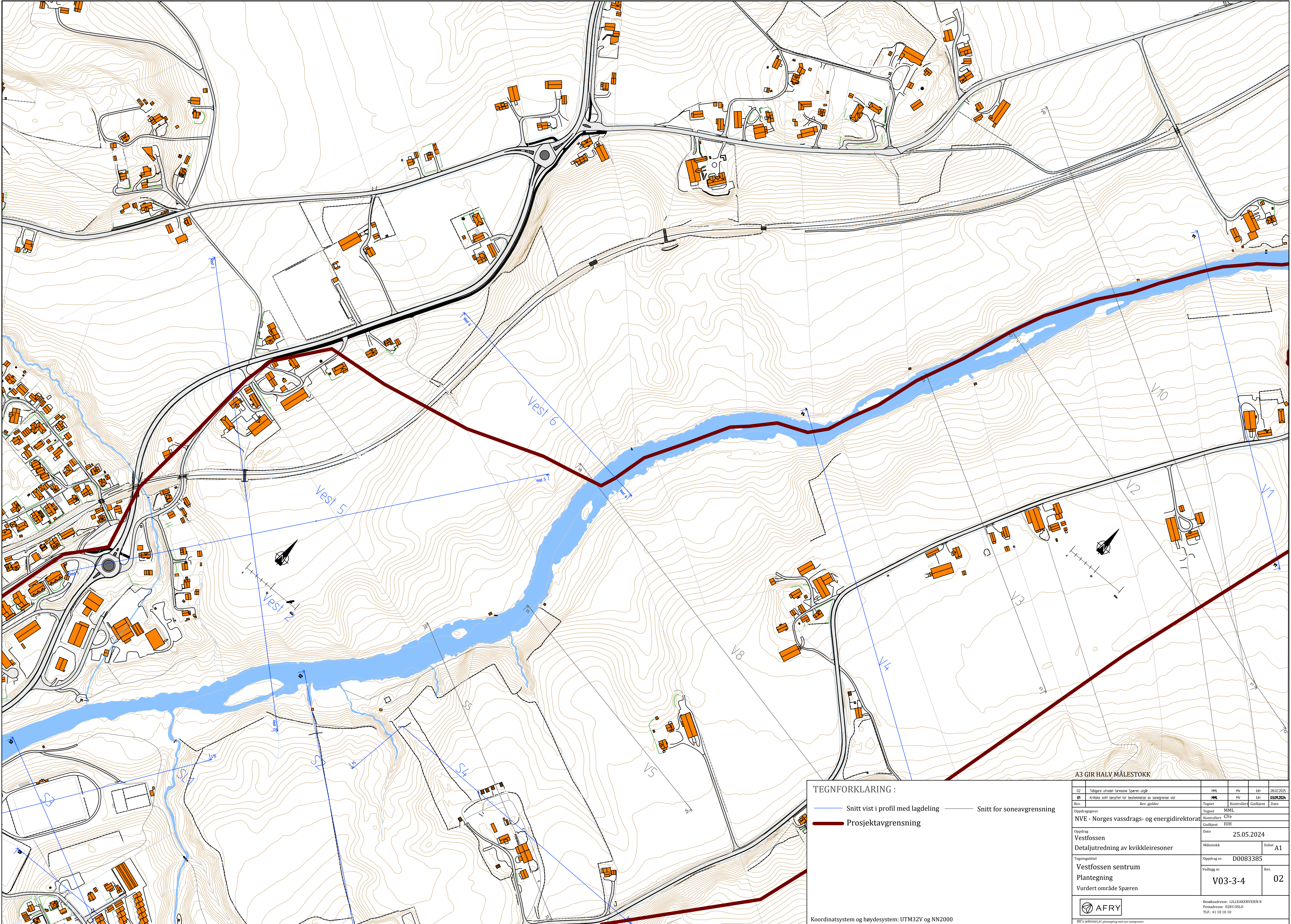
- Snitt vist i profil med lagdeling
- Snitt for soneavgrensning
- Prosjektavgrensning
- ▨ Løseområde - middels faregrad
- ▨ Utløpsområde - middels faregrad

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

01	Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonegrense vst			MML	MY	LH	03/09/2024	
Rev:	Rev: gjelder			Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato	
Oppdragsgiver				Tegnet		MML		
NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat				Kontrollert		GVE		
				Godkjent		LH		
Oppdrag				Dato		25.05.2024		
Vestfossen				Målestokk		Enhet A1		
Detaljutredning av kvikkleiresoner				Oppdrag nr.		D0083385		
Tegningstittel				Vedlegg nr.		Rev.		
Vestfossen sentrum				V03-3-3		01		
Plantegning med sonegrenser								
løse- og utløpsområder, Fabrikkgata								
				Postadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postboks: 0283 OSLO TLF.: 41 10 10 10				
RE's arkivURLAY: plantegning med nye sonegrenser								



Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8
Postadresse: 0283 OSLO
Tlf: +47 10 10 10



TEGNFORKLARING :

- Snitt vist i profil med lagdeling
- Snitt for soneavgrensning
- Prosjektavgrensning

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

A3 GIR HALV MÅLESTOKK

02	Tidligere utredet farezone Spøren utlag	MML	MV	LH	28.02.2025
01	Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonegrense vst	MML	MV	LH	03.09.2024
Rev.	Rev. gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oppdragsgiver	NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat	Tegnet	MML		
		Kontrollert	GVE		
		Godkjent	IUH		
Oppdrag	Vestfossen	Dato	25.05.2024		
Detaljutredning av kvikkleiresoner		Målestokk		Enhet	A1
Tegningstittel	Vestfossen sentrum	Oppdrag nr.	D0083385		
Plantegning		Vedlegg nr.	V03-3-4	Rev.	02
Vurdert område Spøren					
		Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8 Postadresse: 0283 OSLO Tlf: +47 10 10 10 10			
RE's arkivUTLAY plantegning med nye sonegrenser					



	Løsneområde - høy faregrad
	Utløpsområde - høy faregrad
	Løsneområde - middels faregrad
	Utløpsområde - middels faregrad
	Løsneområde - lav faregrad
	Utløpsområde - lav faregrad
	Friskmeldt område

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Tidligere utredet sone Spørren utgår. Markering av friskmeldt område.	MM	MV	IUH	28.02.2025
---	----	----	-----	------------

Kritiske snitt benyttet for bestemmelse av sonegrense vist	MML	MV	IUH	03.09.2024
--	-----	----	-----	------------

draesoliver	Tegnet	MML			
-------------	--------	-----	--	--	--

VE - Norges vassdrags- og energidirektorat | Kontrollert GYe

	Codegent	100
	Enalapril	100

estfossen	25.05.2024
-----------	------------

etaliutredning av kvikkleiresoner	Målestokk	Enhet	A1
-----------------------------------	-----------	-------	----

Öppningstitel	Öppdrag nr	D0083385
---------------	------------	----------

testfossen sentrum	8.6	33	0
--------------------	-----	----	---

lantegning med sonegrænser	02
----------------------------	----

	V03-3-3	62
--	---------	----

9	1	
---	---	--

Besøksadresse: LILLEAKERVEIEN 8
Postadresse: 0703 OSLO

TLF.: 41 10 10 10

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.

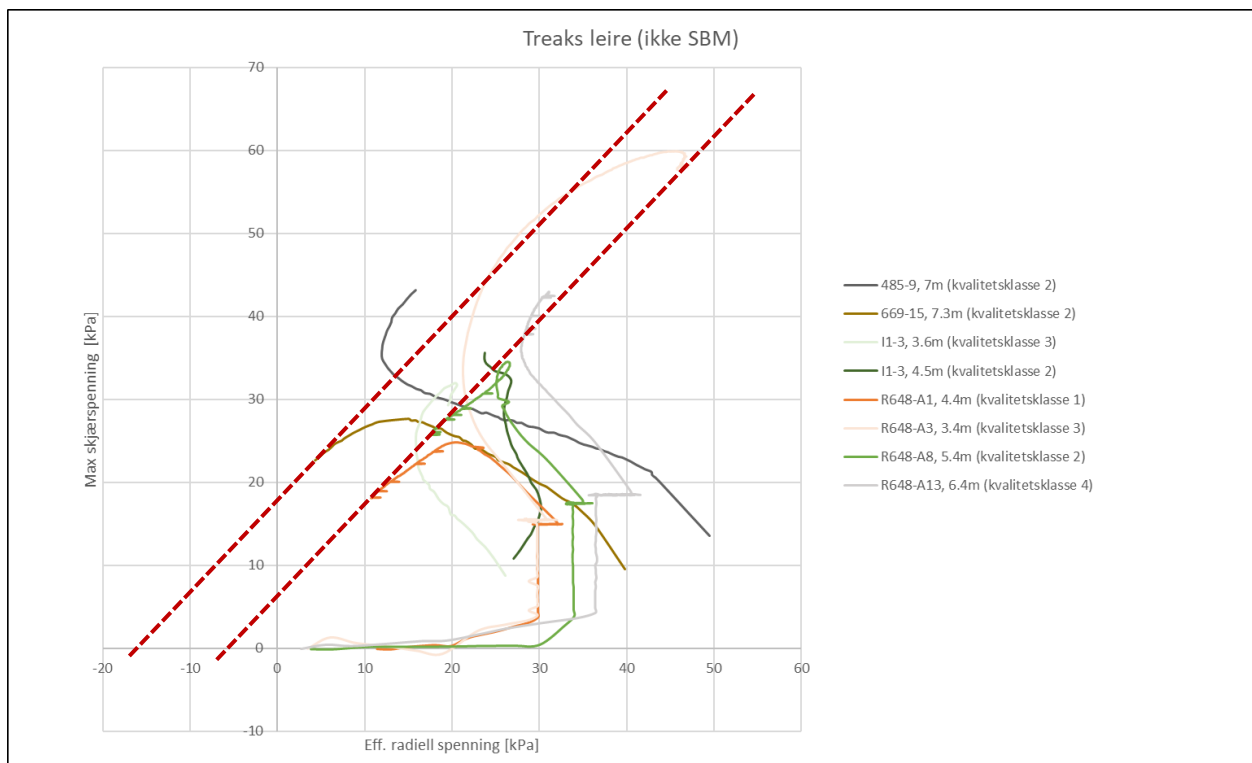
For leire uten sprøbruddegenskaper (mest middels fast leire) er tolket attraksjon på 5 kPa (lavere grense) og 15 kPa (øvre grense). Det er valgt $a = 10$ kPa for stabilitetsberegninger for middels fast leire.

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.

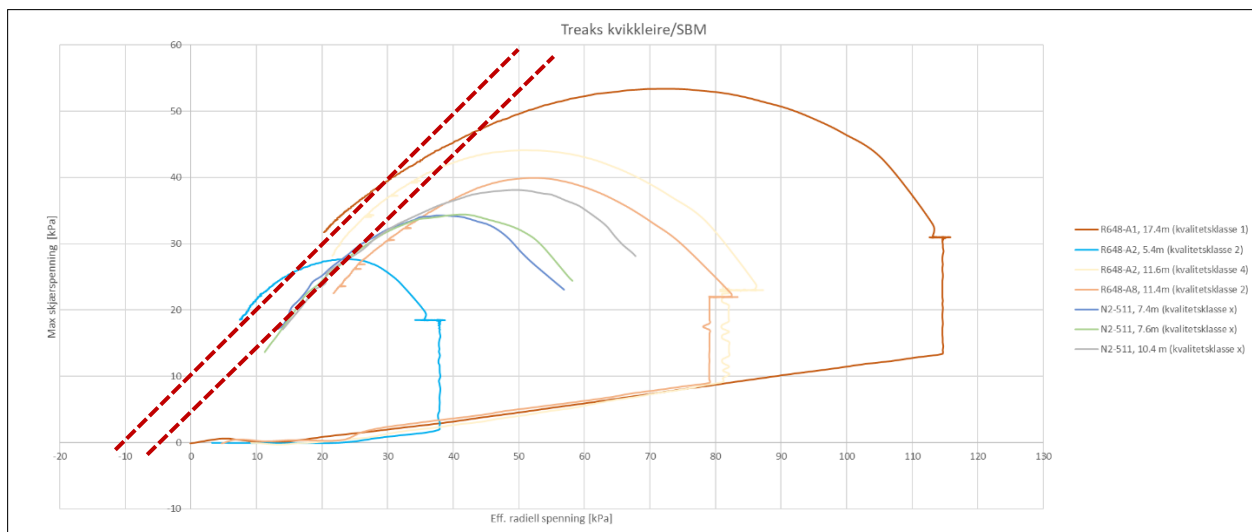
Oppsummering av resultatene er vist i Tabell 1.1. Disse parameterne brukes for stabilitetsberegning i dette prosjektet, med tilpasning av noen parametere når det er nødvendig langs kritiske snitt der det foreligger egne data fra lokale prøvetaking. Treaksialforsøk fra nærliggende borpunkter er altså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

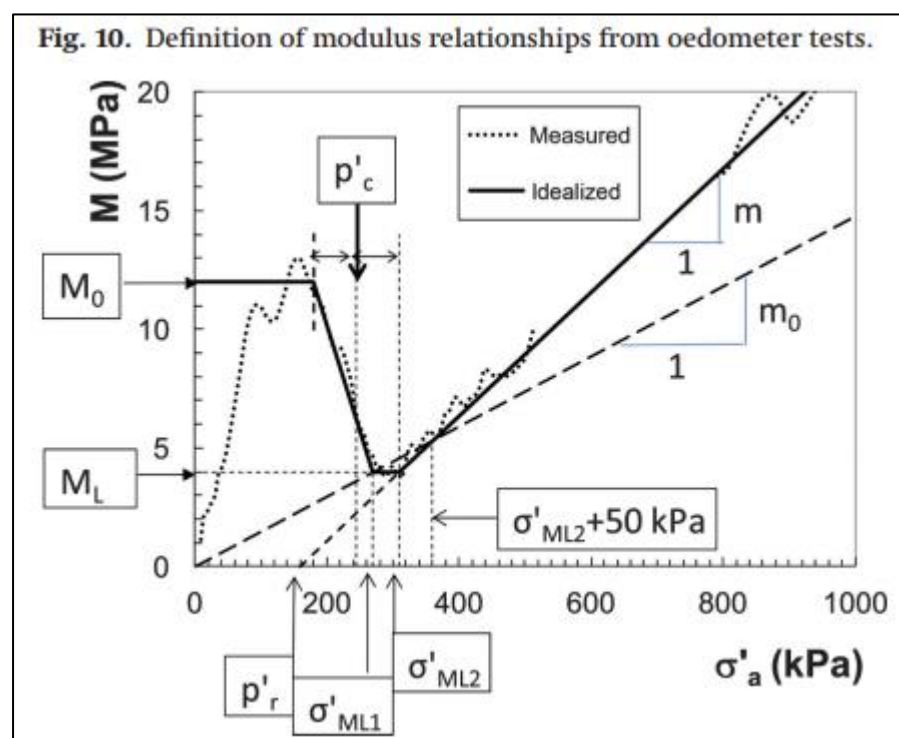
Figur 4: Veiledende kriterier for evaluering av prøve kvalitet basert på endring i poretrykk (kilde: tabell 6 i NGF-melding 11)

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.

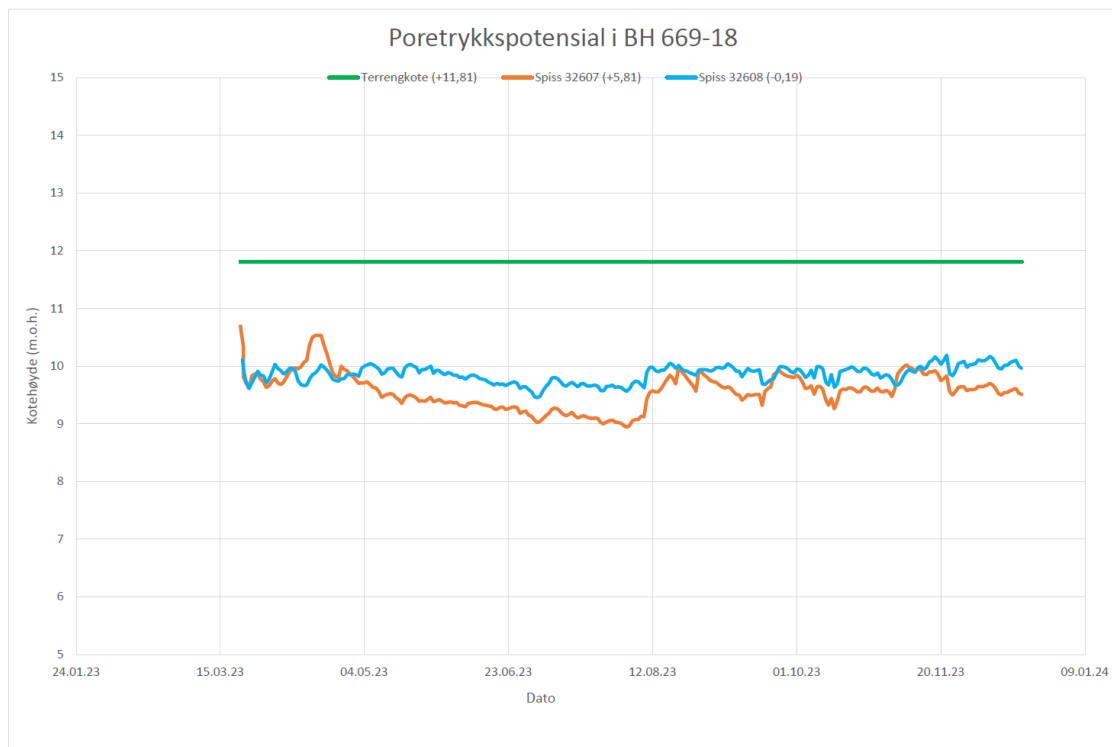
Figur 14 - Figur 19 viser målt poretrykksfordeling i dybden. Avlesningene som er benyttet i figurene er seneste data der det er tilgang på flere avlesninger. Disse poretrykksforholdene er brukt for tolkning av CPTU-profiler og vurdering av grunnvannstands nivå (samt poreovertrykk eller -undertrykk) ved 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]

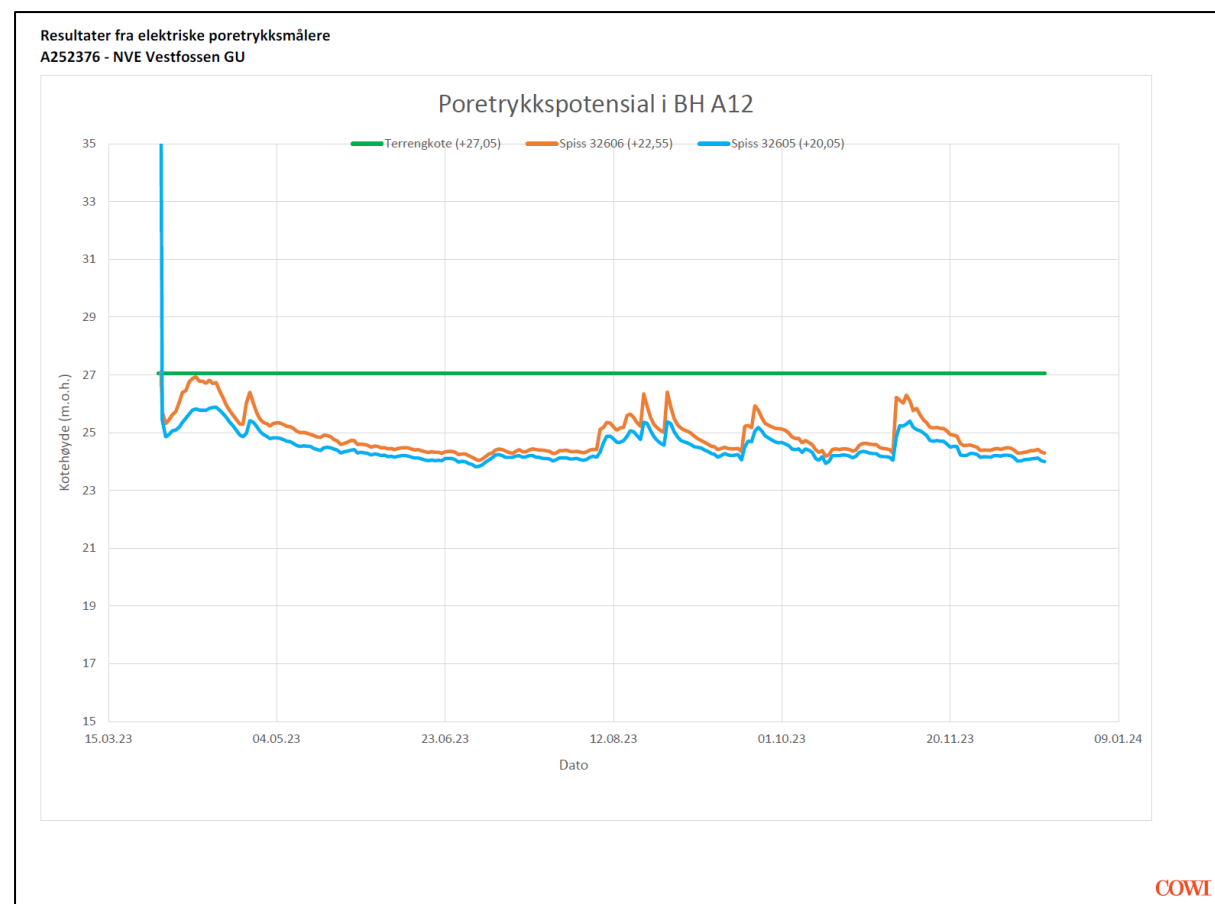
Borpunkt	Type	Terrengkote	Kote spiss	Dybde GVS under terreng (m)		Kote	
				25.04.23	18.12.23	25.04.23	18.12.23
669-18	Elektrisk	+11.81	+5.81	2.01	2.3	+9.8	+9.51
669-18	Elektrisk	+11.81	-0.19	2.07	1.85	+9.74	+9.96
A12	Elektrisk	+27.05	+22.55	1.02	2.76	+26.03	+24.29
A12	Elektrisk	+27.05	+20.05	2.07	3.05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

Resultater fra elektriske poretrykksmålere
A252376 - NVE Vestfossen GU



COWI

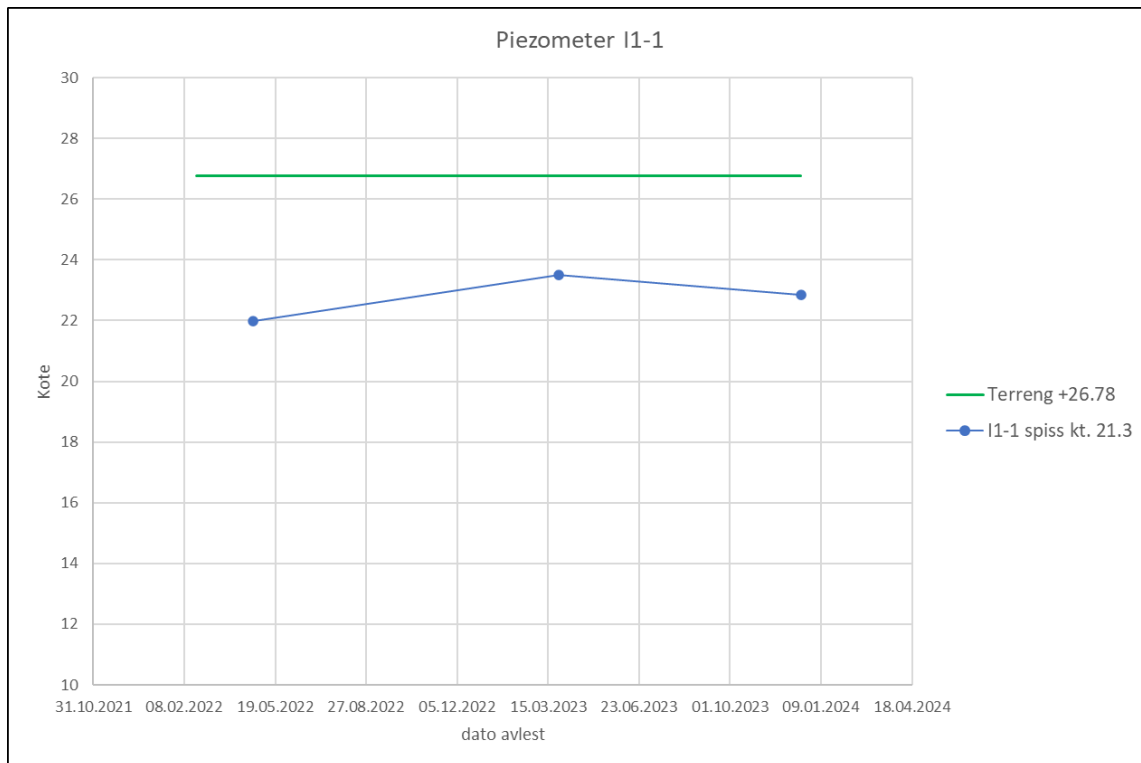
Figur 7: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH 669-18 [3]



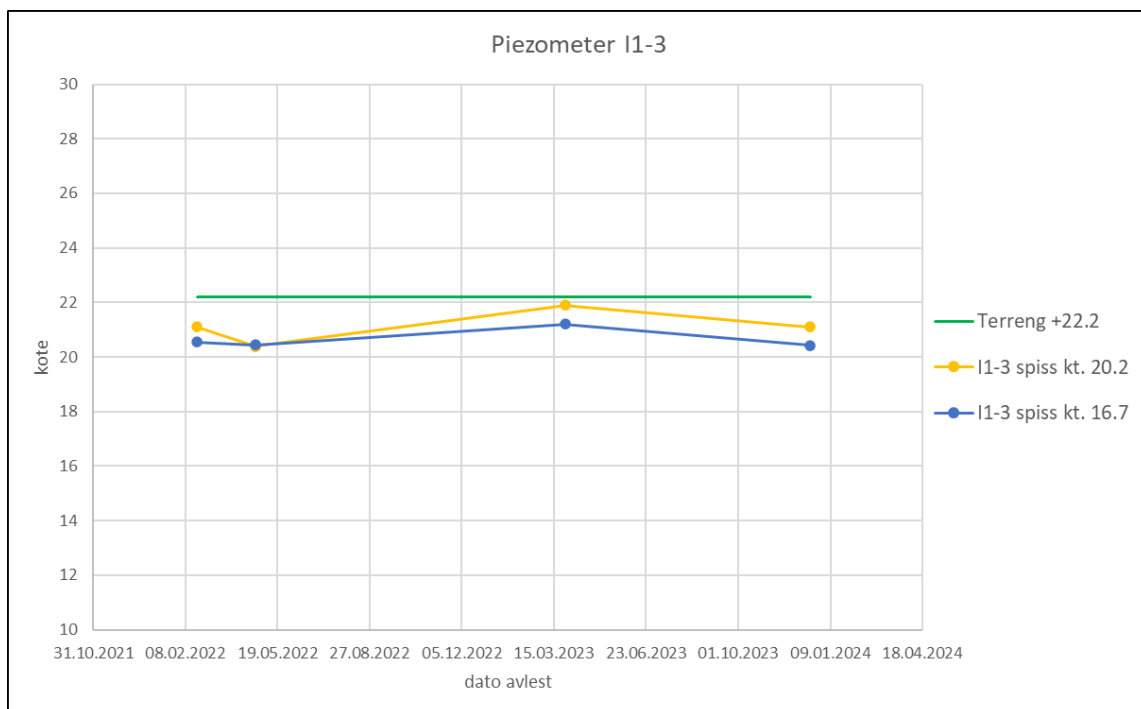
Figur 8: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH A12 [3]

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



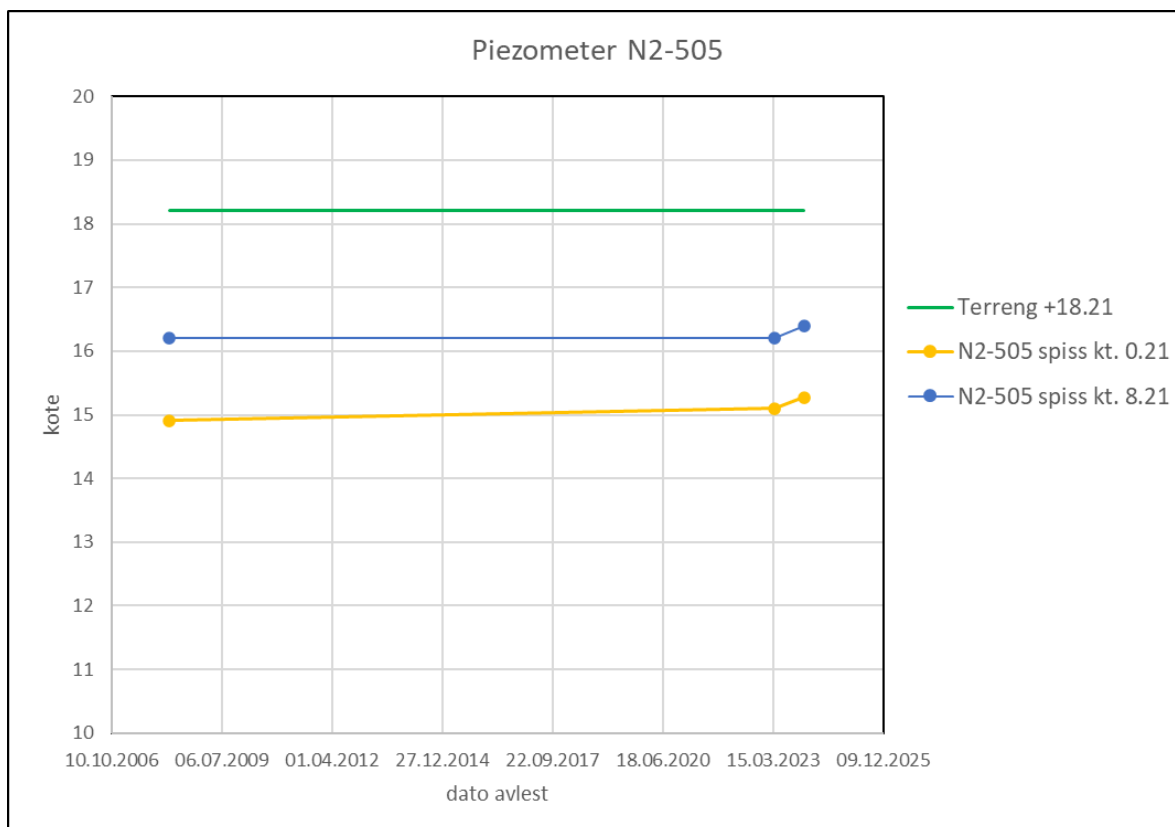
Figur 9: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH I1-1 [4]



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



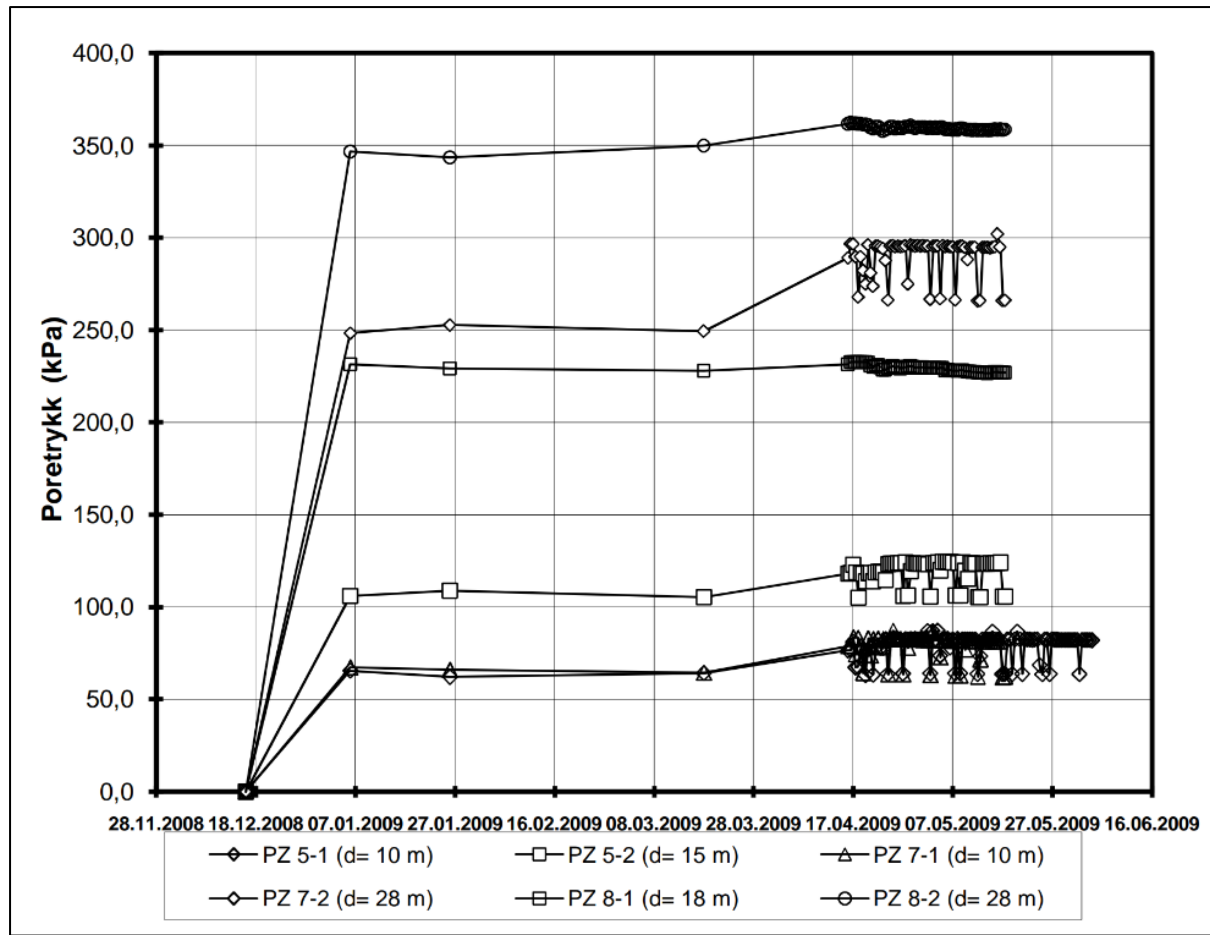
Figur 11: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH N2-505 [5]

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

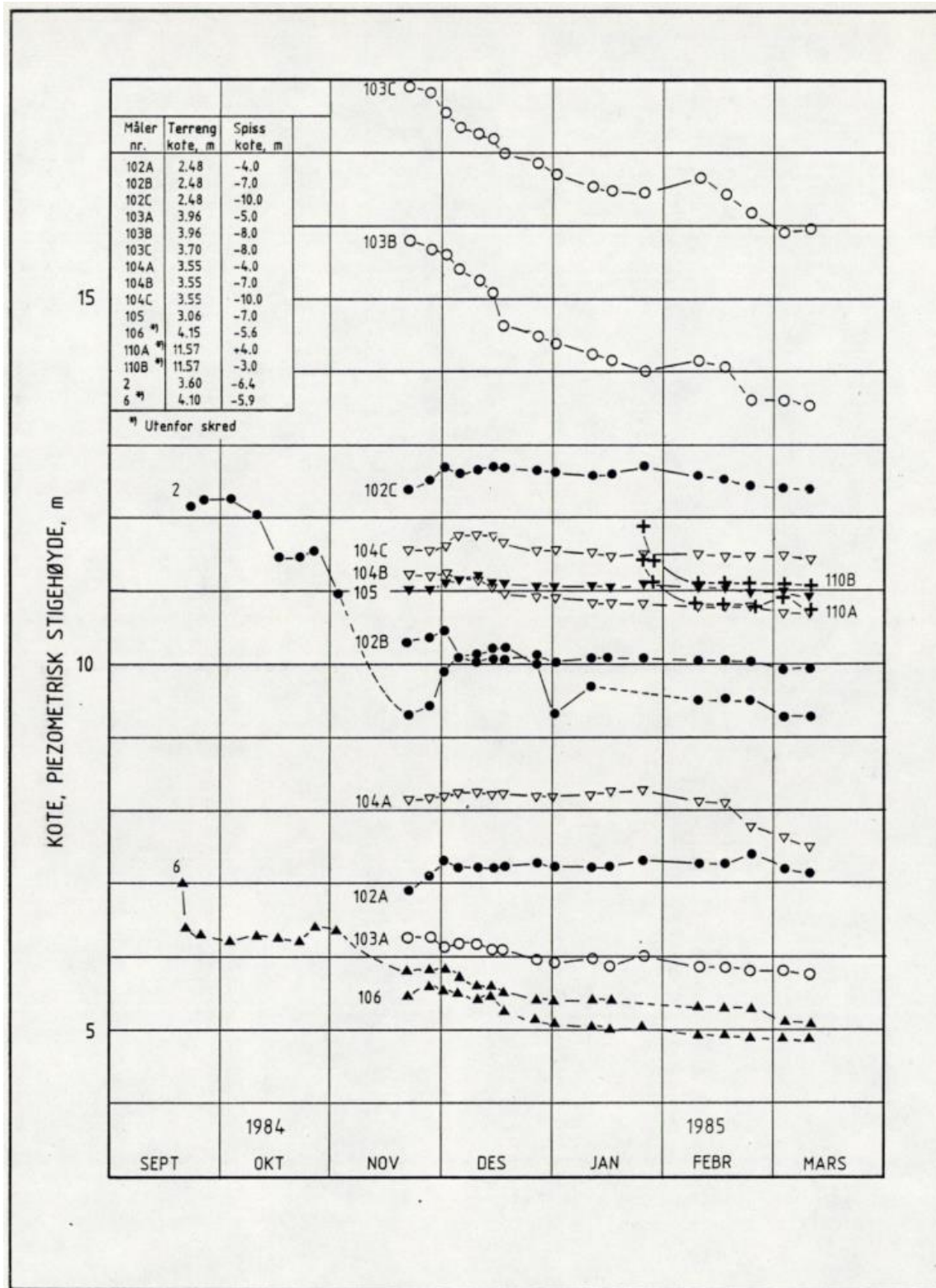
Borpunkt	Type	Terrengekote	Kote spiss	Dybde GVS under terreng (m)	Kote GVS	Kommentar
				21.09.07	21.09.07	
N2-509	Hydraulisk	+22.2	+2.2	6.3	+15.9	Fra 2007, før sikring av ravine
N2-509	Hydraulisk	+22.2	+10.2	5.2	+17.0	Fra 2007, før sikring av ravine
N2-511	Hydraulisk	+21.5	+11.5	1.8	+19.7	Fra 2007,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

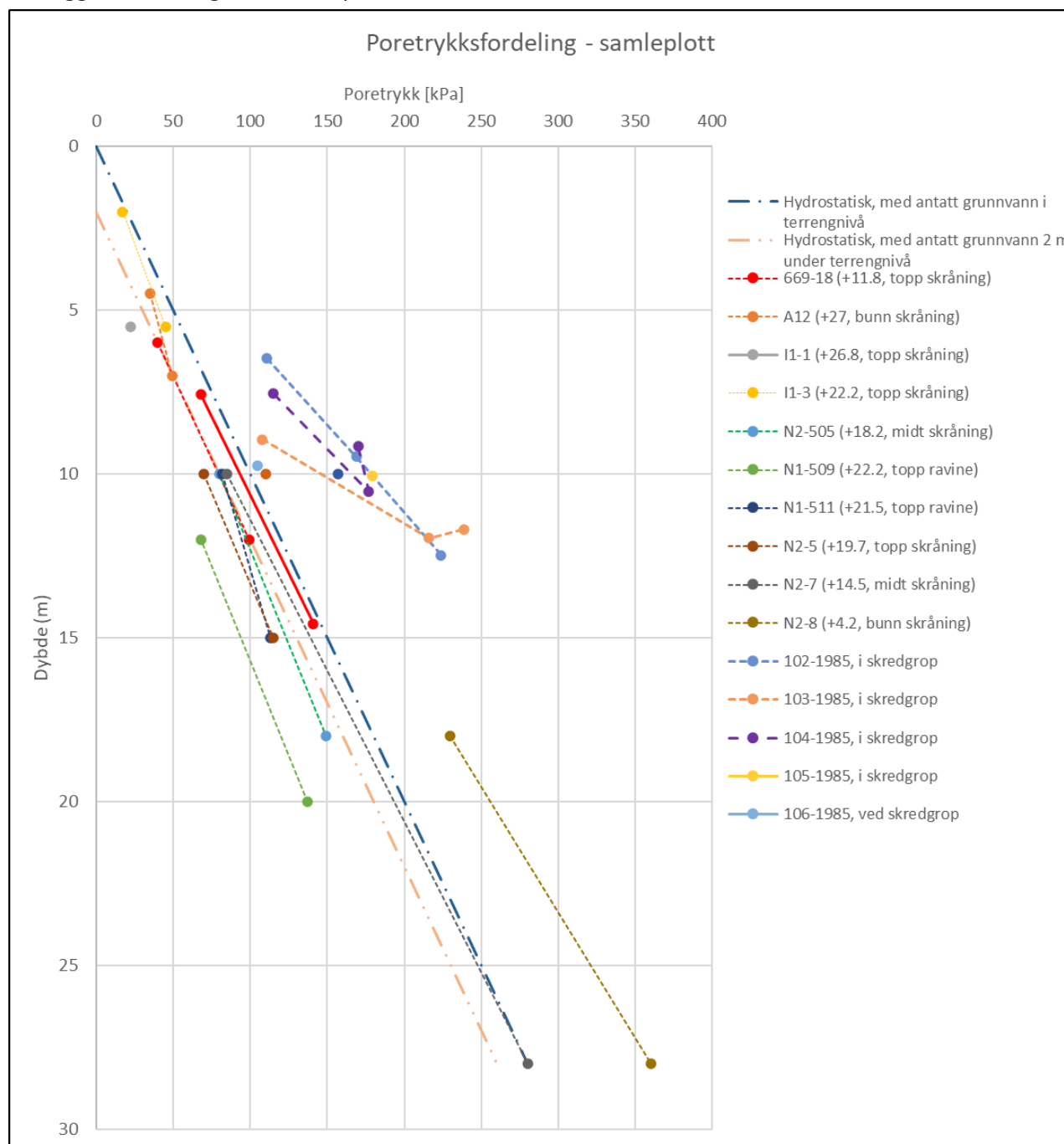
Borpunkt	Type	Terrengekote	Kote spiss	Dybde GVS (m)	Kote GVS	Kommentar
				Mai 2009	Mai 2009	
N2-5	Elektrisk	+19.7	+9.8	3	+16.7	
N2-5	Elektrisk	+19.7	+4.8	3.5	+16.2	
N2-7	Elektrisk	+14.5	+4.5	1.5	+13	
N2-7	Elektrisk	+14.5	-13.6	0	+14.5	
N2-8	Elektrisk	+4.2	-13.8	0	+4.2	Poreovertrykk
N2-8	Elektrisk	+4.2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



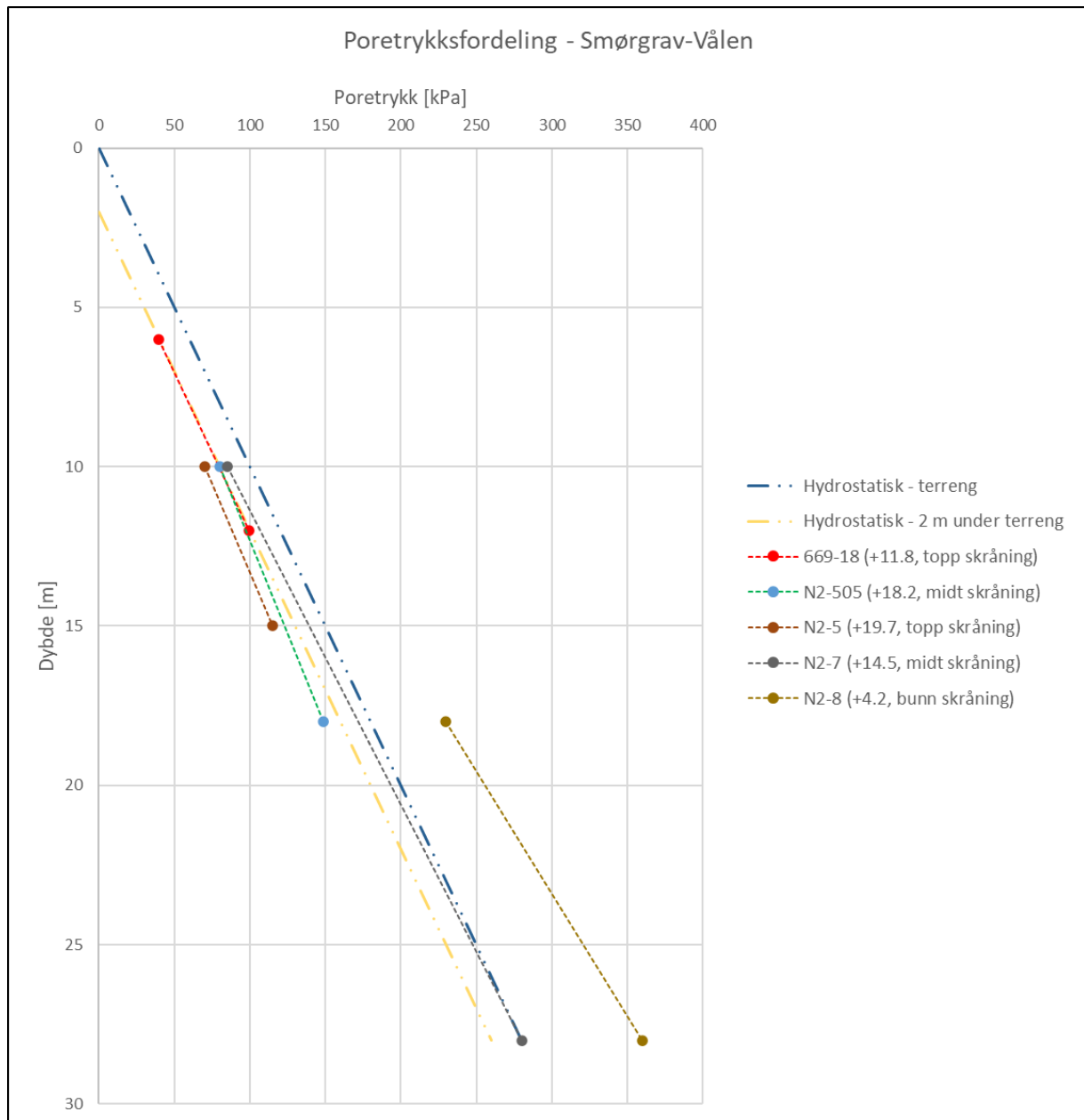
Figur 12: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i BH N2-5, N2-7 og N2-8 [5]



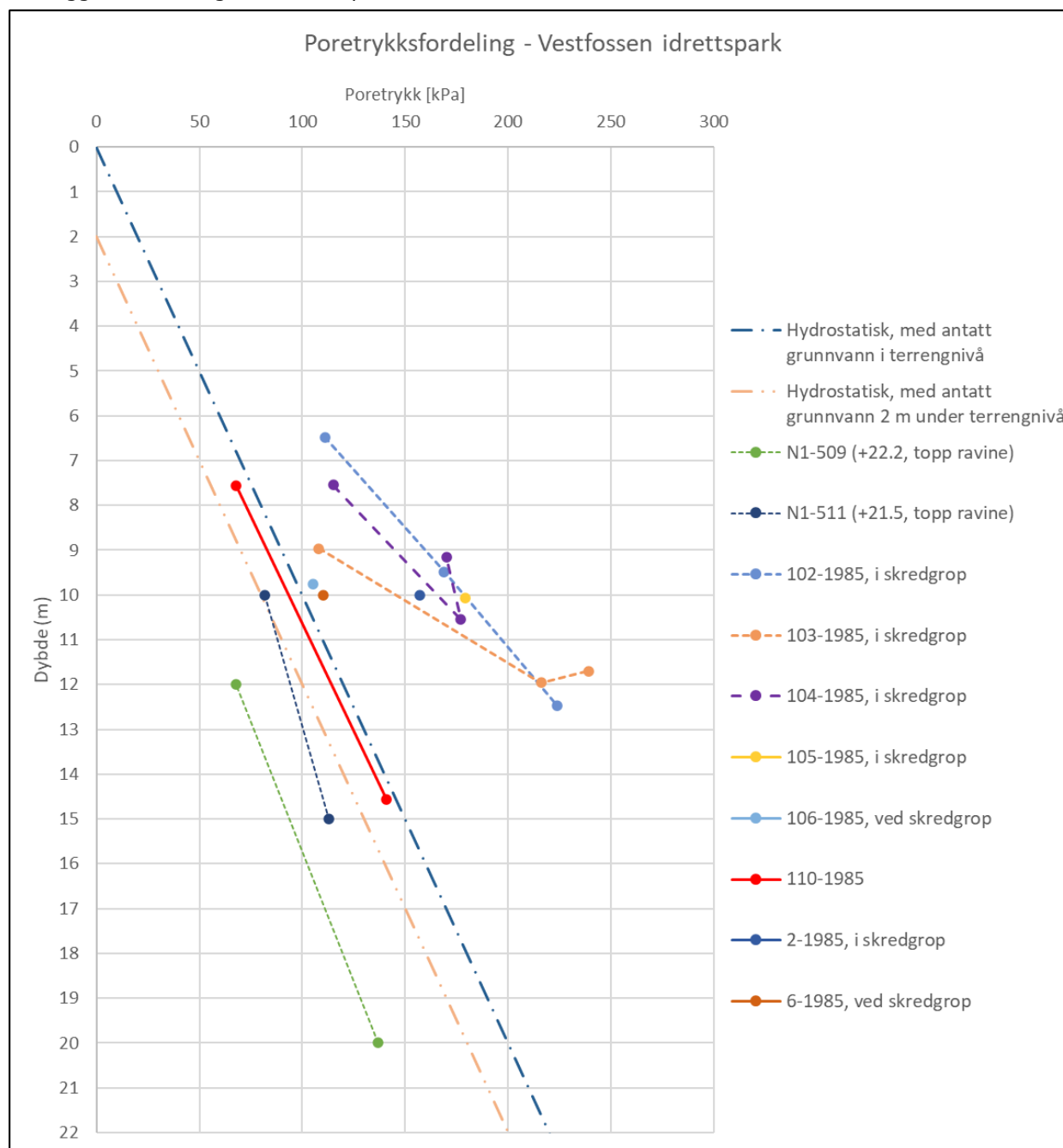
Figur 13: Variasjon i poretrykkspotensial med tid i borpunkter utført ifbm. utglidningen ved Vestfossen idrettspark, 11. september 1984 [2]



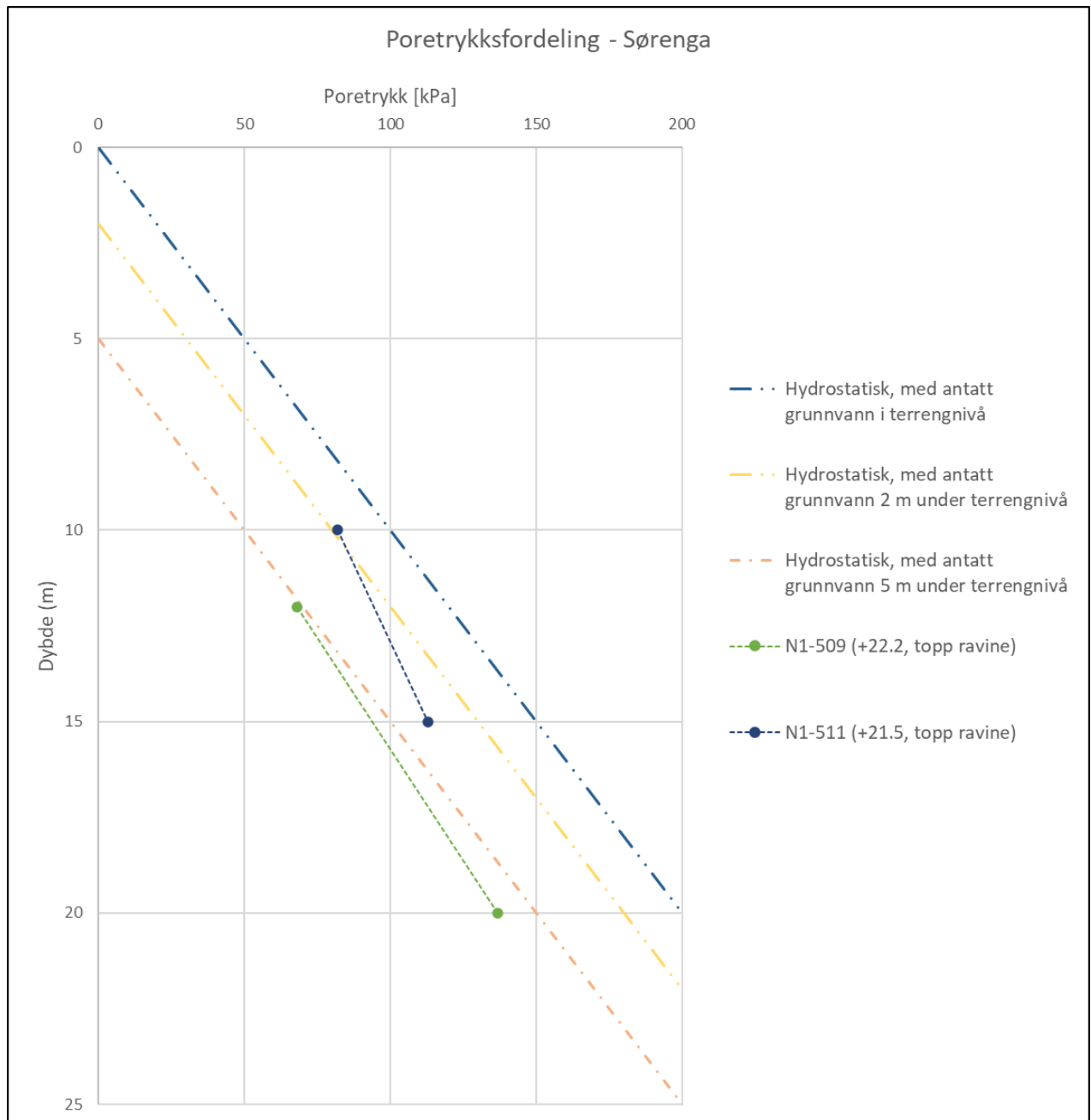
Figur 14: Poretrykksfordeling med dybden, sammenstilling av alle tilgjengelige poretrykksmålinger innenfor prosjektområdet. Hydrostatisk fordelt poretrykk opptegnet som referanse.



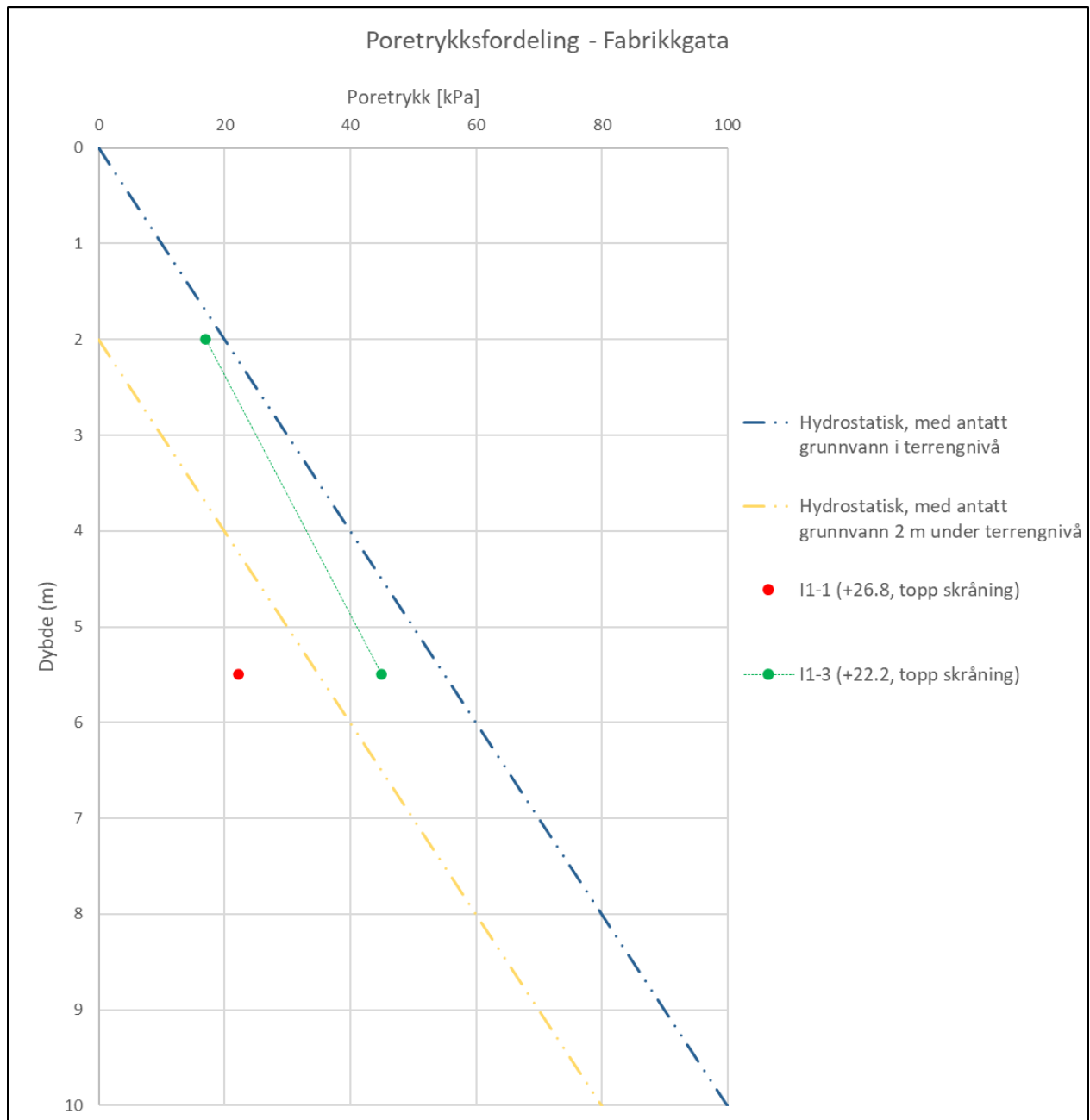
Figur 15: Poretrykksfordeling med dybden. Sammenstilling av poretrykksmålinger i området Smørgrav-Vålen. Hydrostatisk fordelt poretrykk opptegnet som referanse.



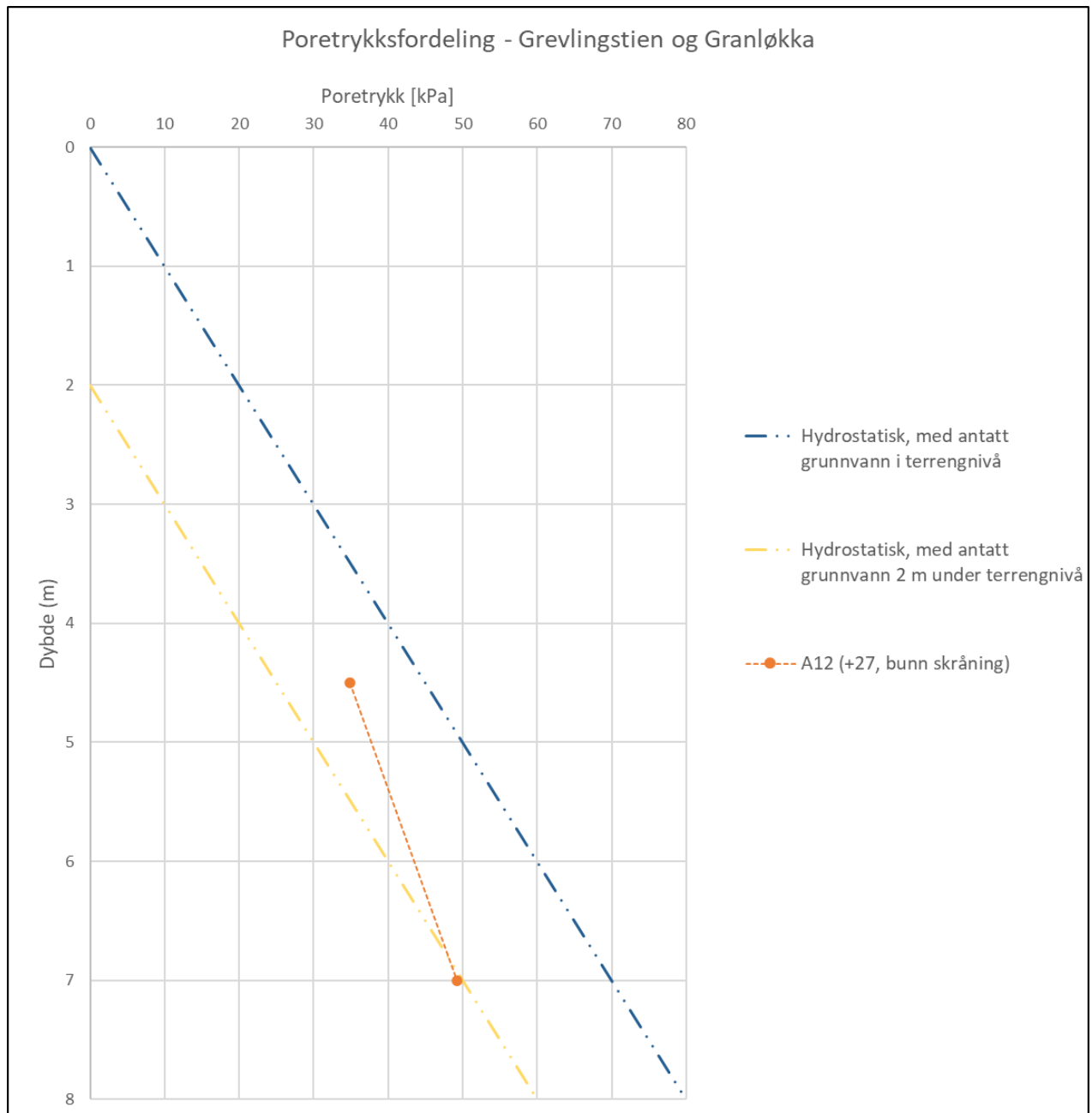
Figur 16: Poretrykksfordeling med dybden. Sammenstilling av poretrykksmålinger i området Vestfossen idrettspark. Hydrostatisk fordelt poretrykk opptegnet som referanse.



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.

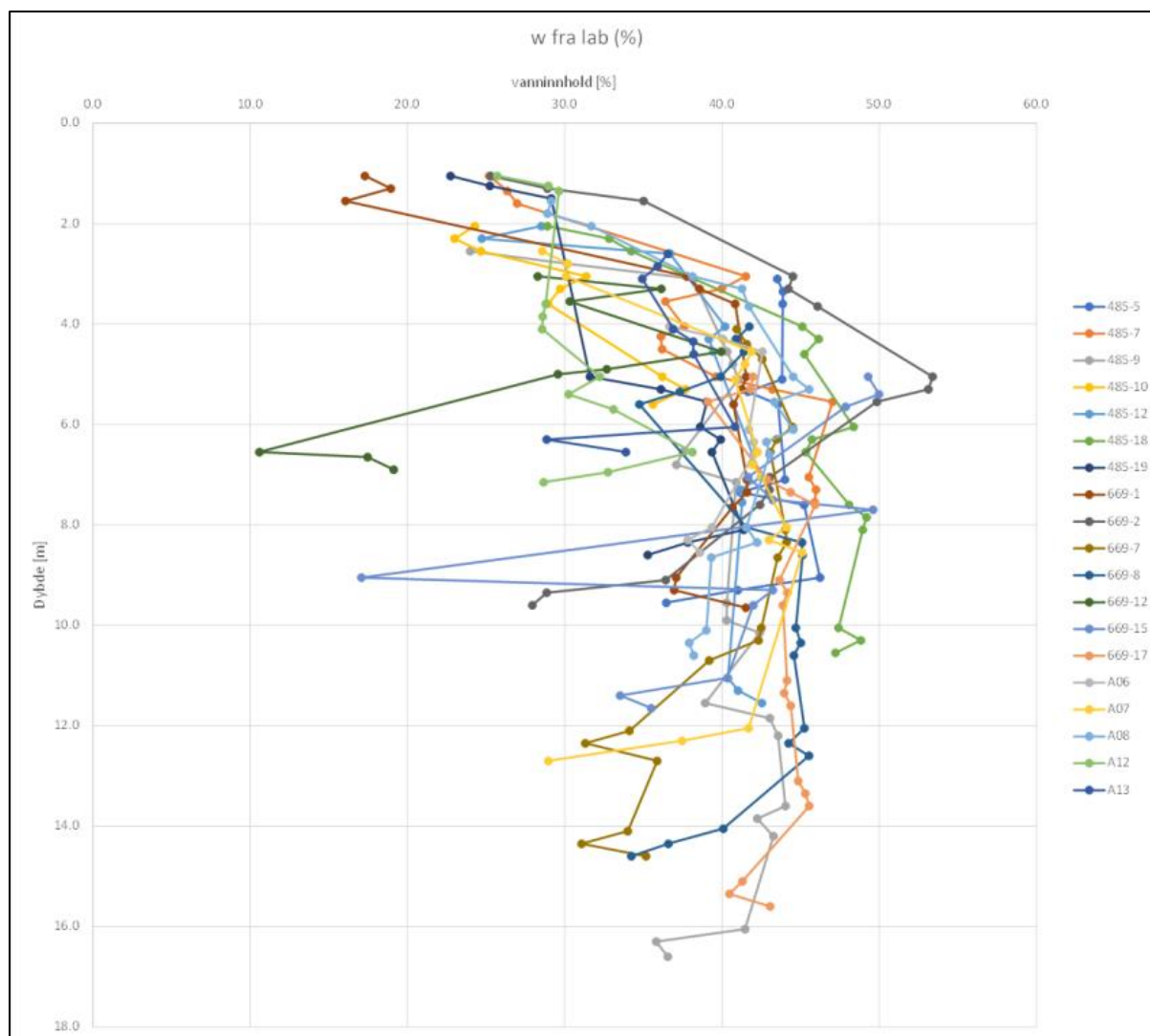
Iht. NIFS-rapporten [6] er minimumstyrke i toppen av suA-profilene satt til 31 kPa for stabilitetsvurderinger ved Vestfossen. Vi har gjort samme antagelse for vår vurdering i dette prosjekt.

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.

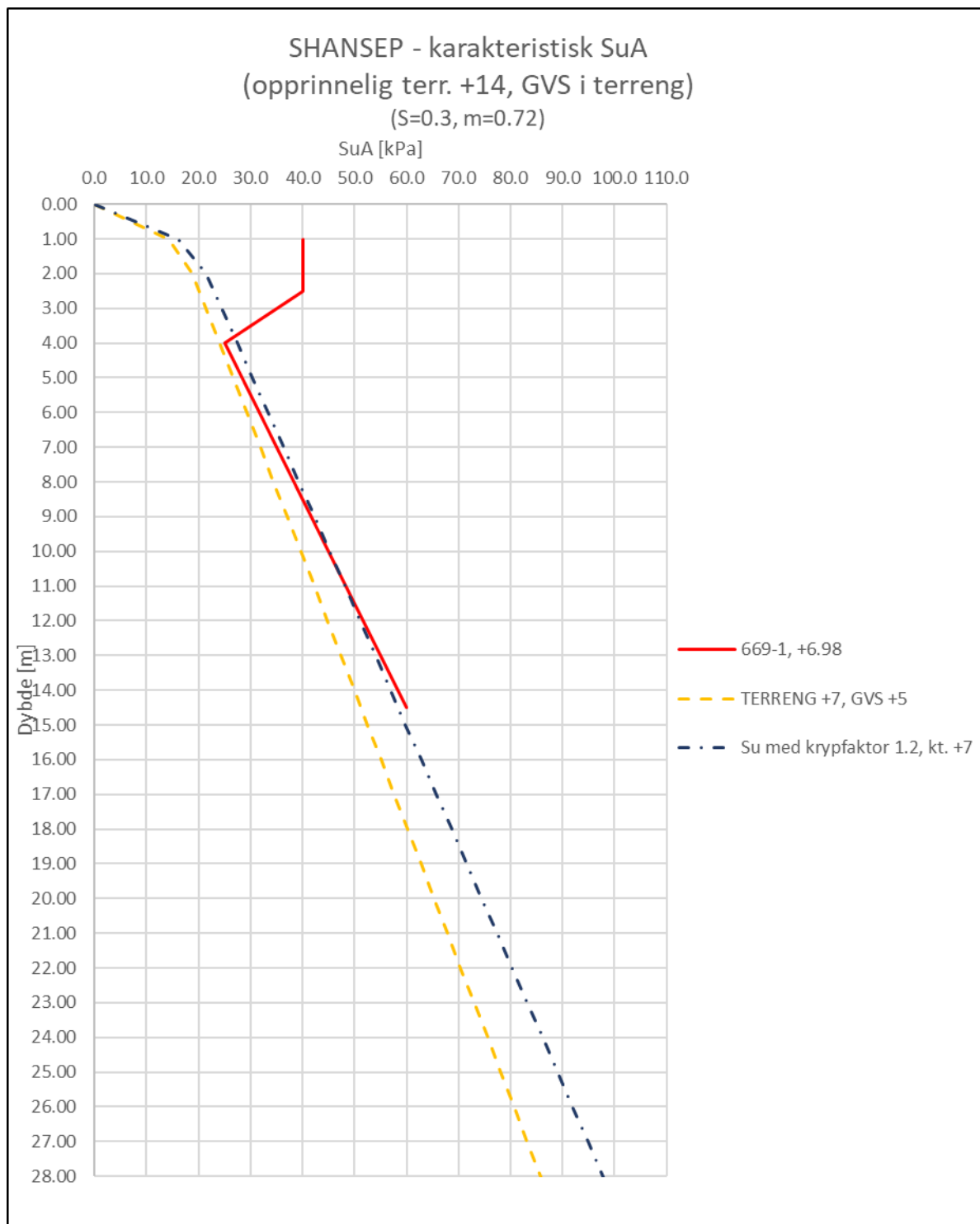
2.2 TIDLIGERE TERRENG

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.

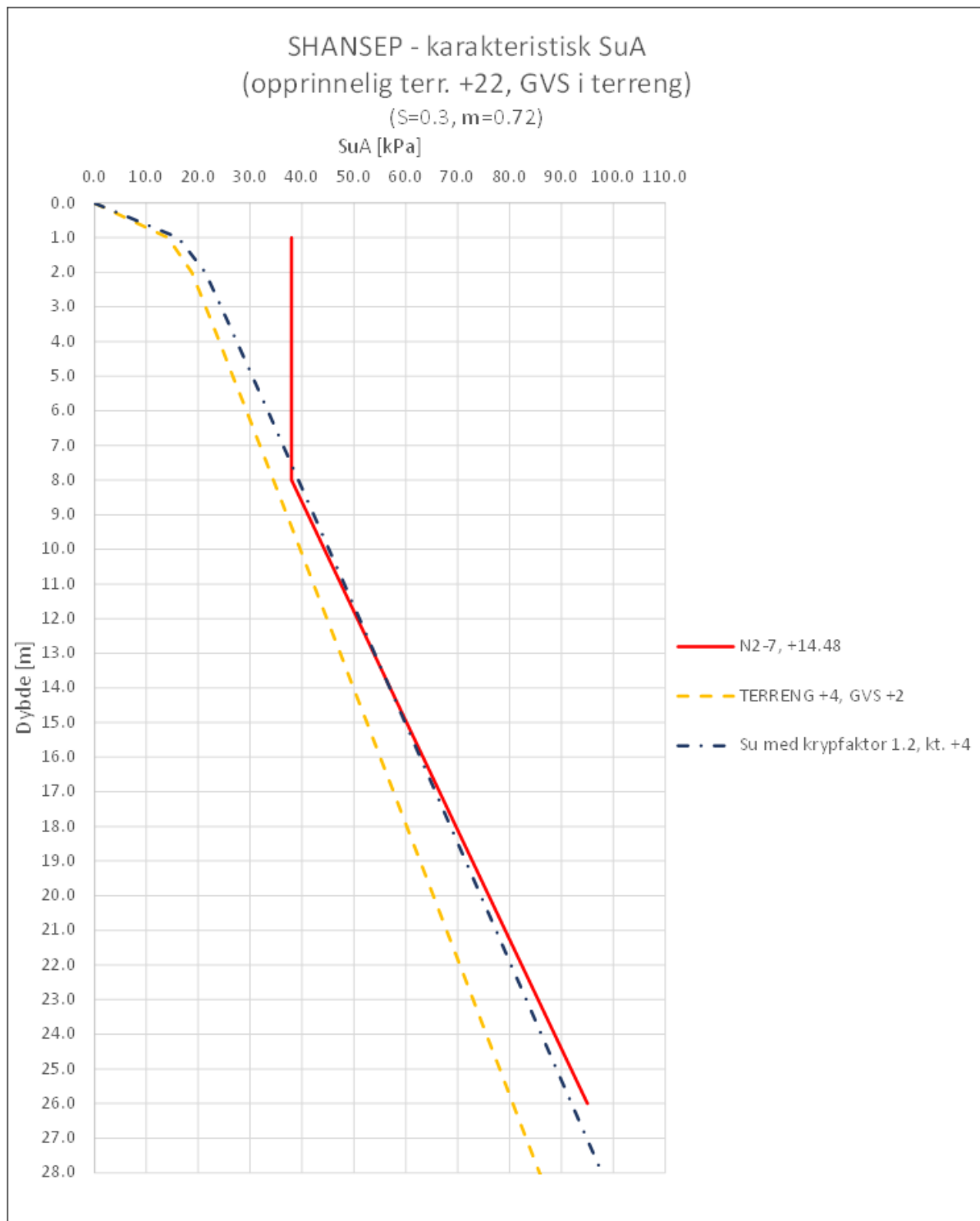
I vurderingene er tidligere grunnvannstand antatt å ha ligget i nivå med datidens terreng.

Tabell 2.2: Oversikt tilbakeregning av terreng

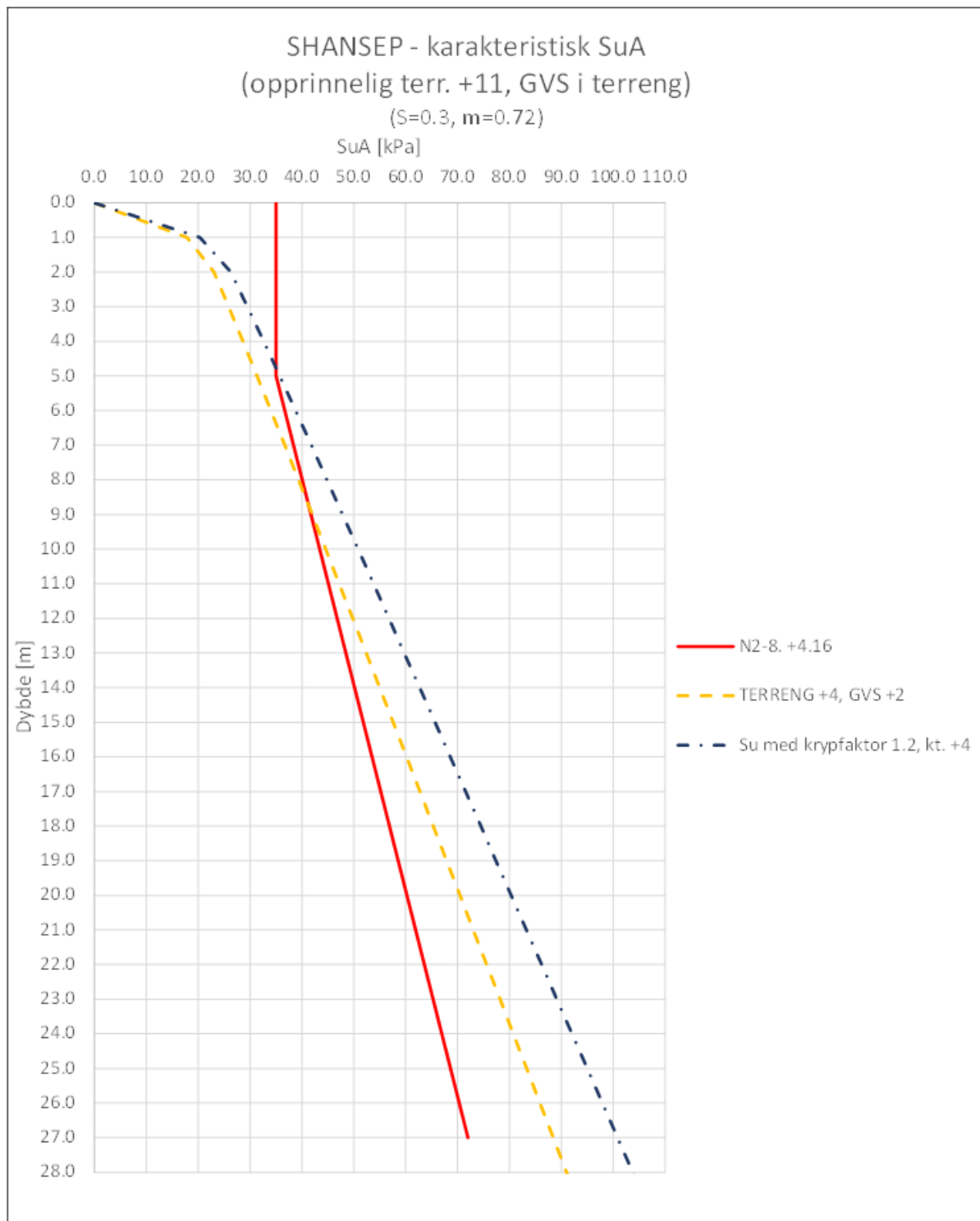
Ref. rapport	Snitt	CPTU fra pkt. benyttet for tilbakeberegning	Figur	Dagens terreng	Tilbakeregnet terreng	Forskjell fra dagens terreng (m)	Kommentar
R-01	V1	669-1	Figur 21	+6.98	+14	7	
R-01	V4	N2-7	Figur 22	+14.48	+22	7.5	
R-01	V4	N2-8	Figur 23	+4.16	+11	6.8	Dårlig korrelasjon for dette punktet. CPTU-tolkning 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.



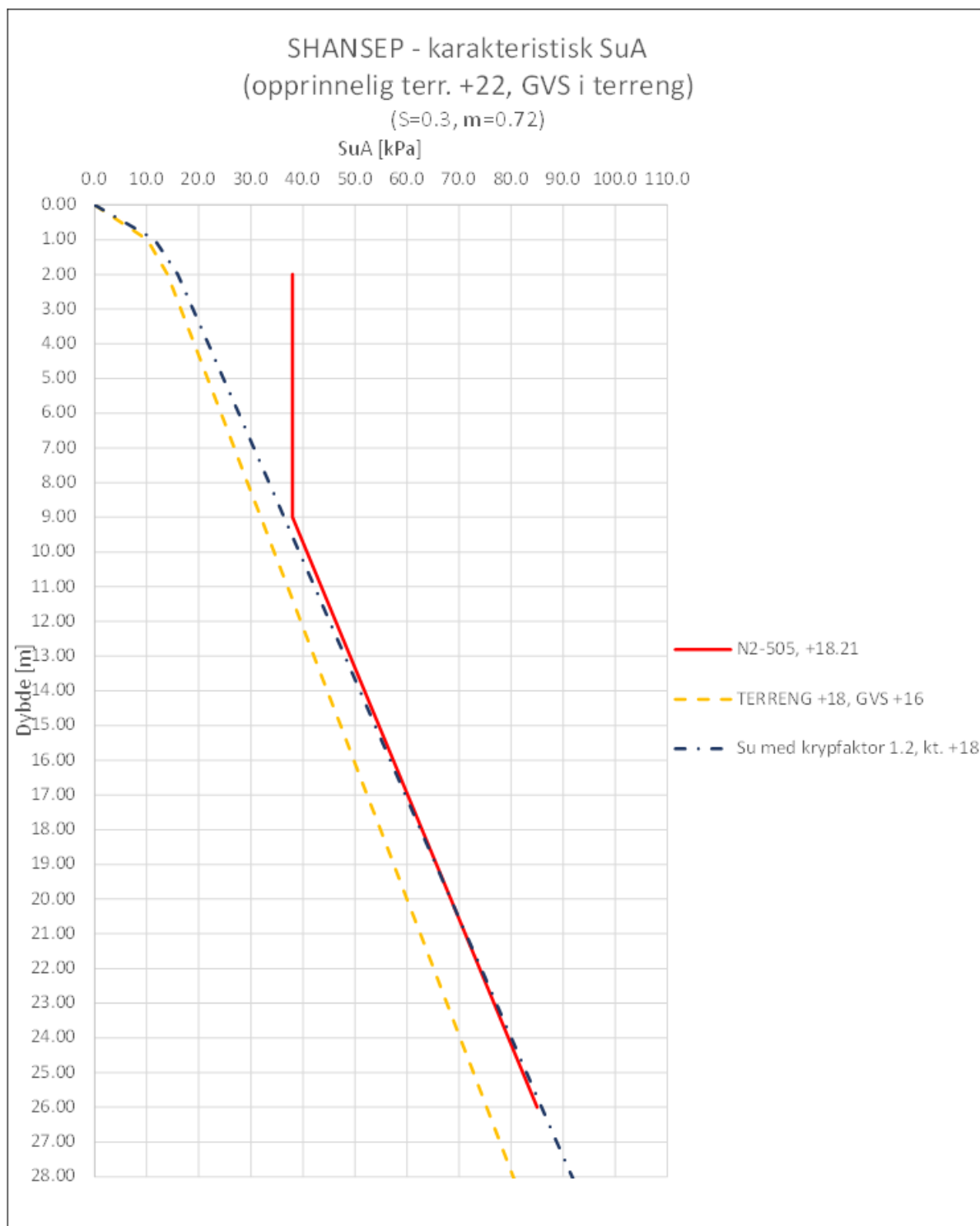
Figur 21: Tilbakeregnet terreng for pkt. 669-1



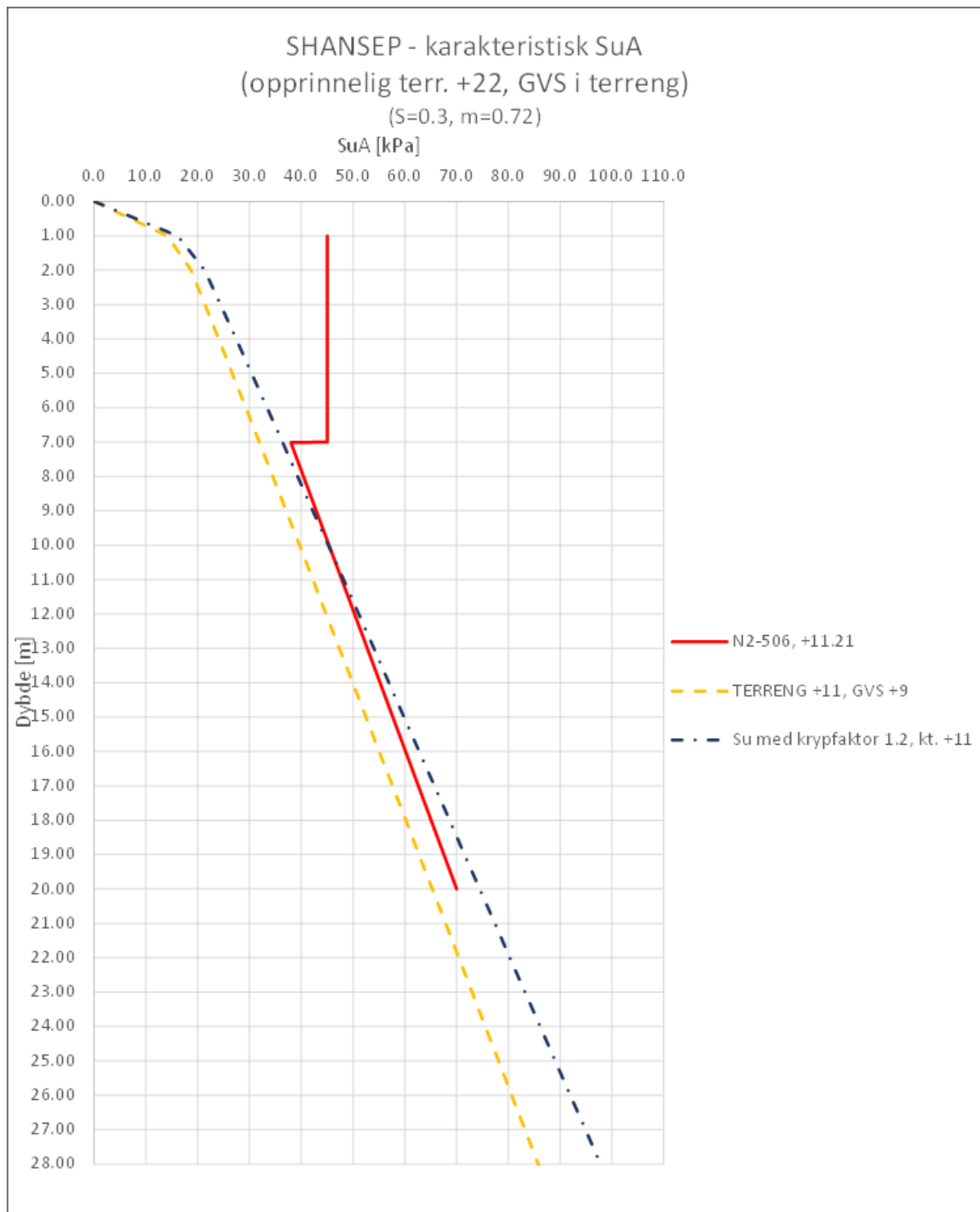
Figur 22: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-7



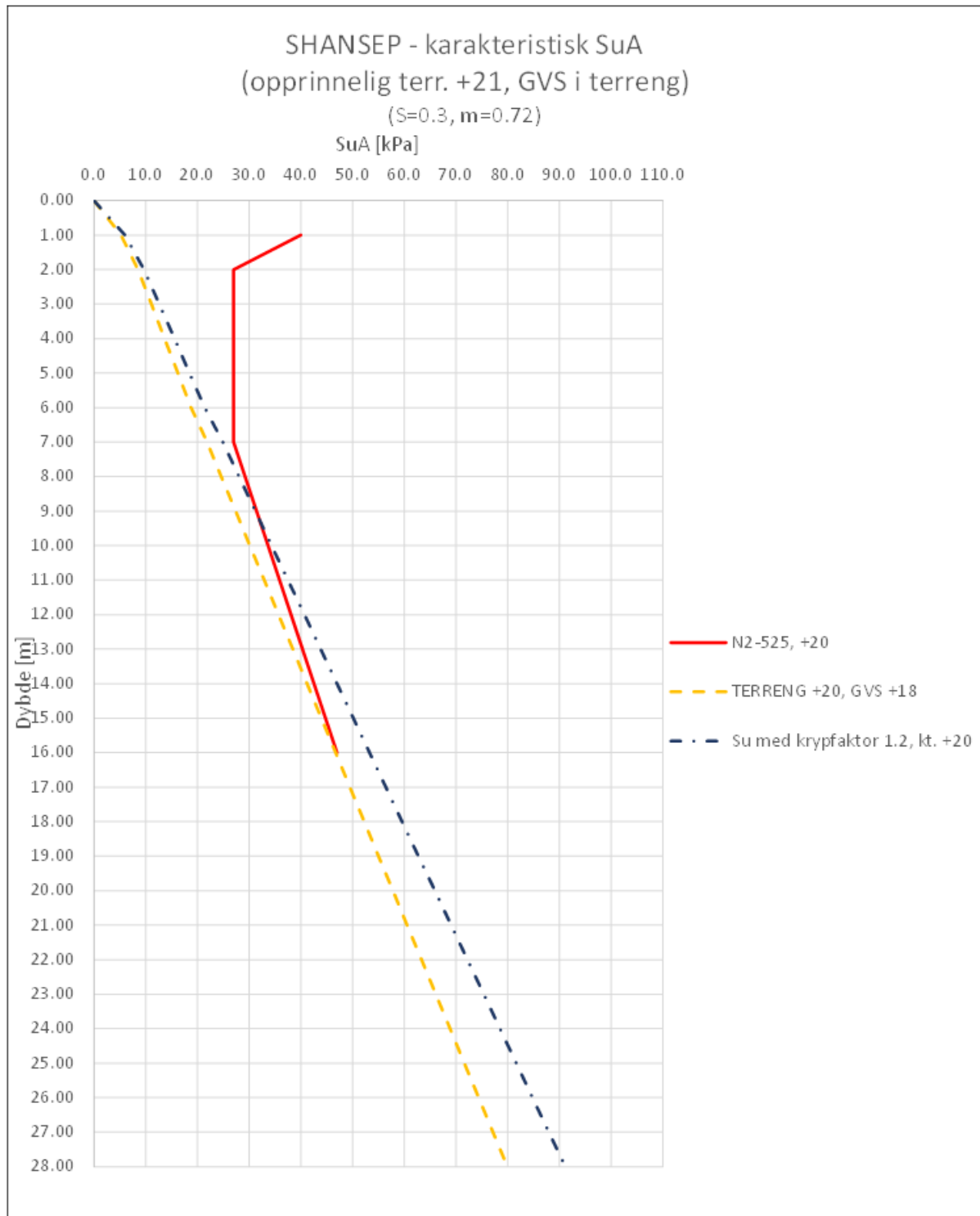
Figur 23: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-8



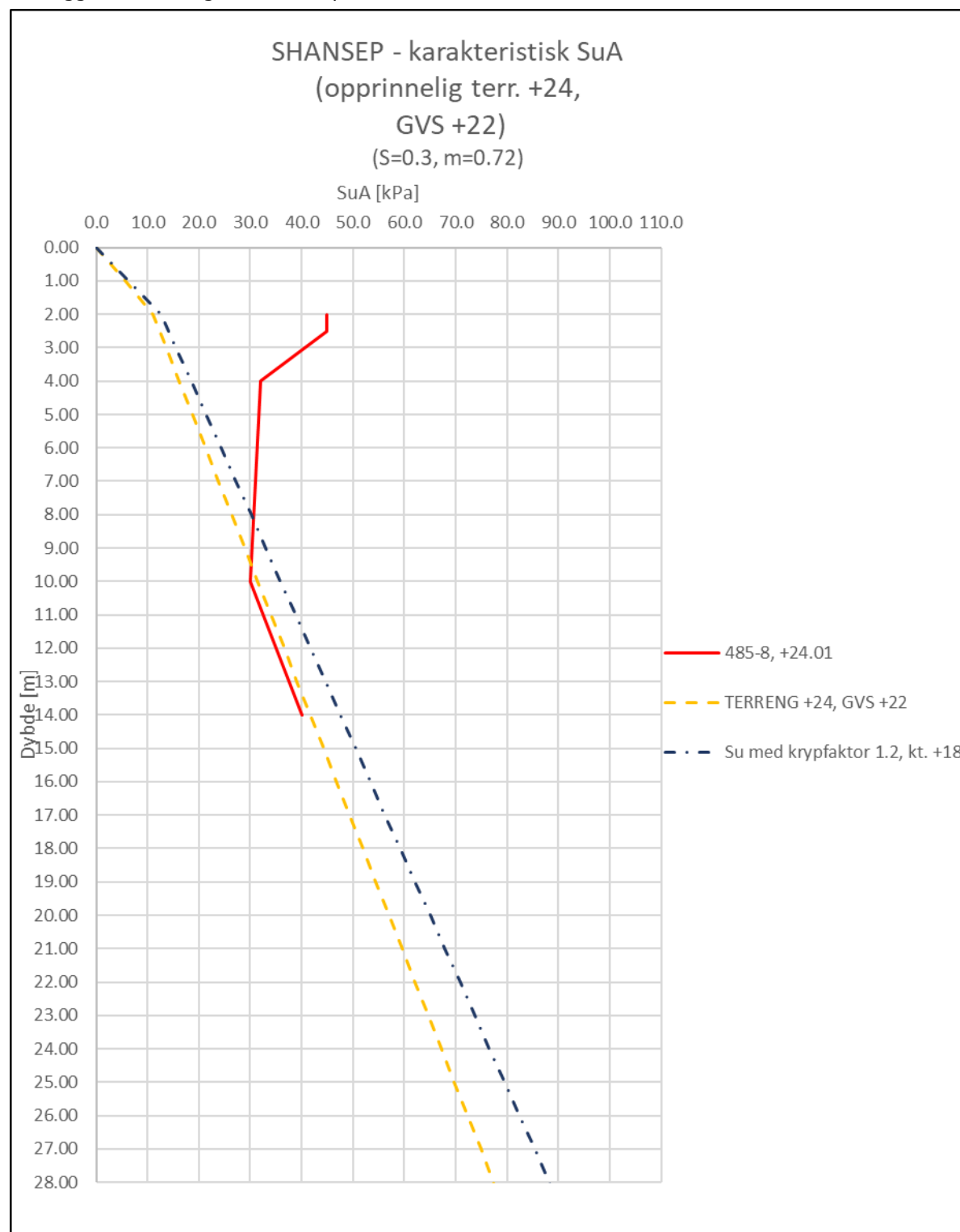
Figur 24: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-505



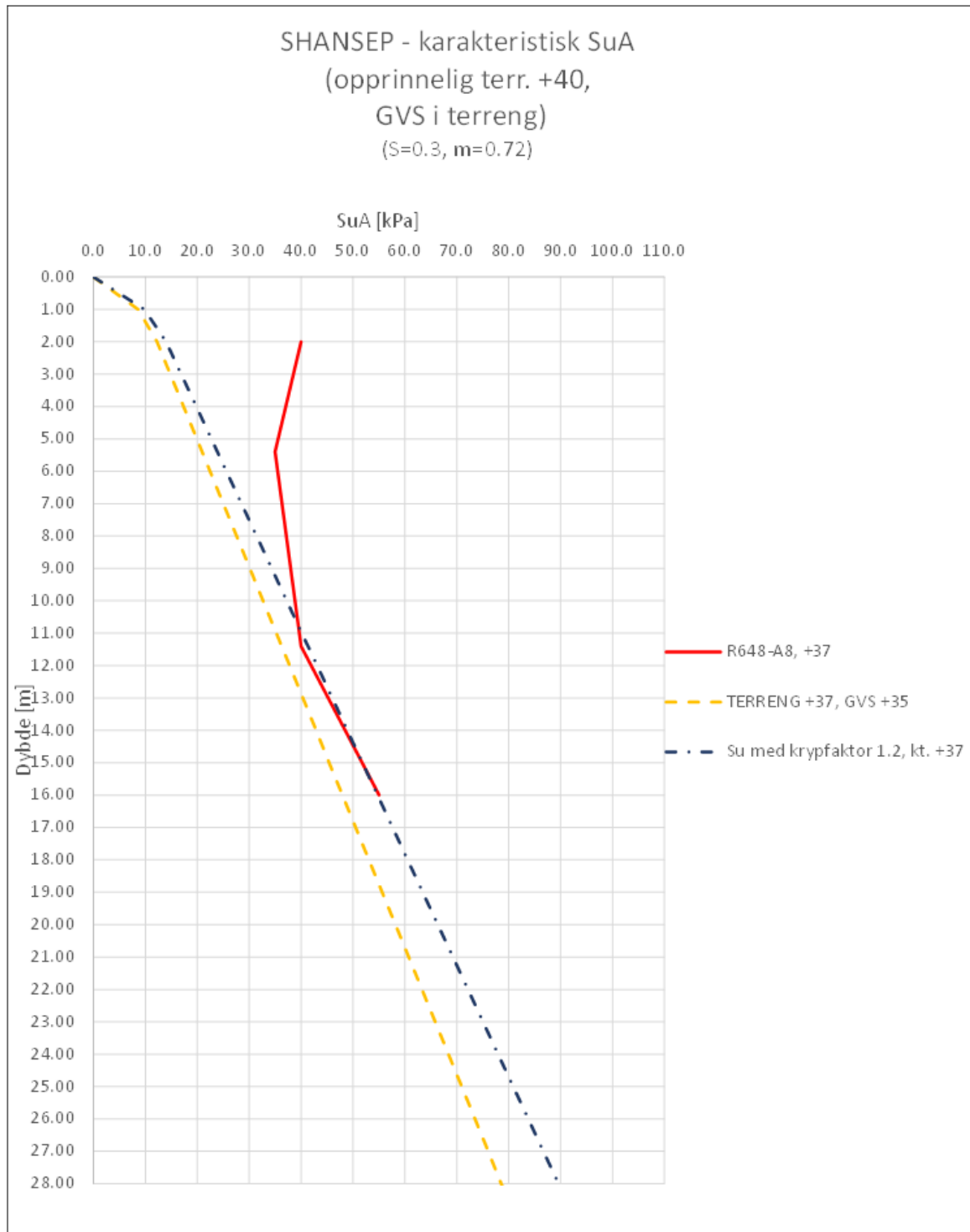
Figur 25: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-506



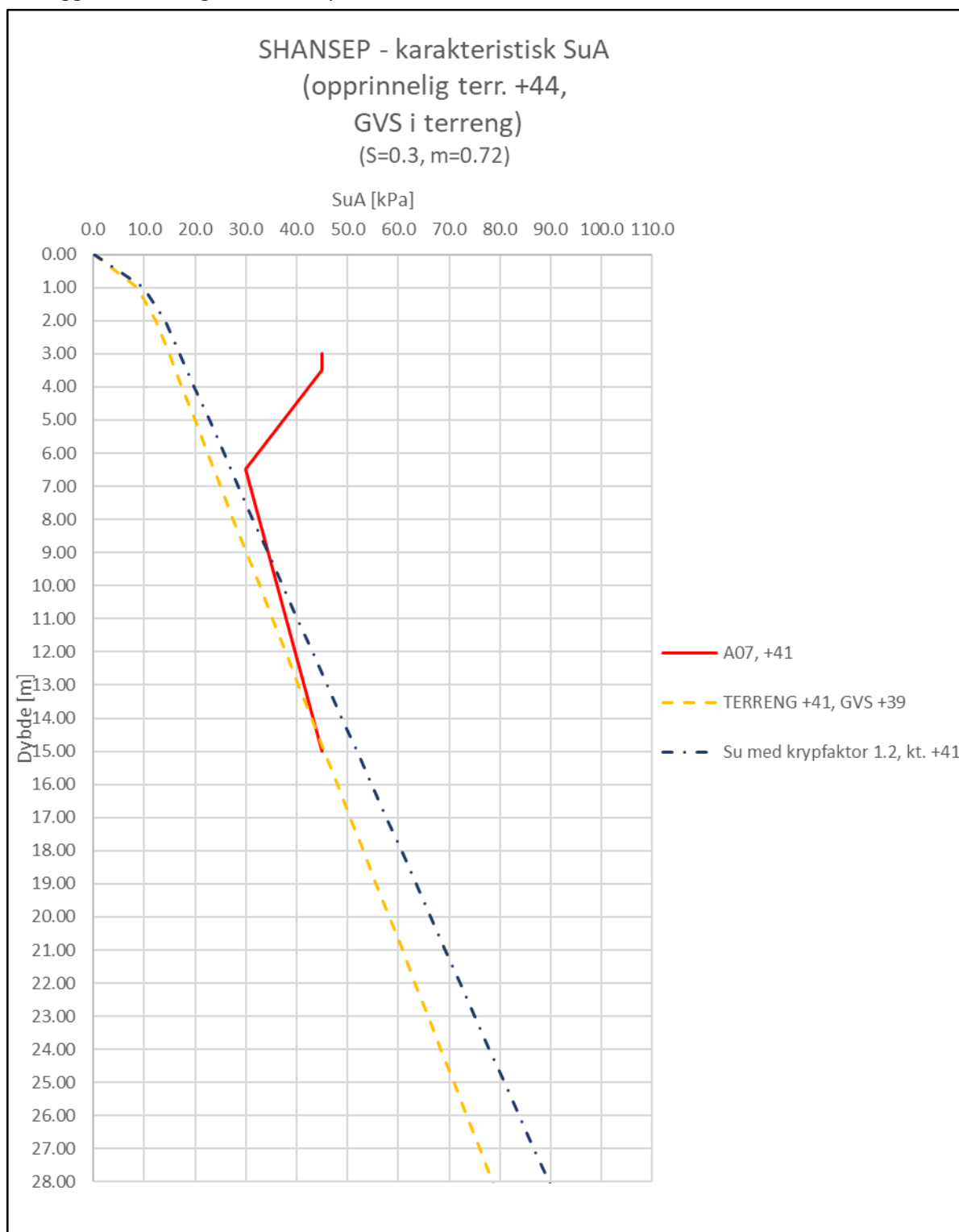
Figur 26: tilbakeregnet terreng for pkt. N2-525



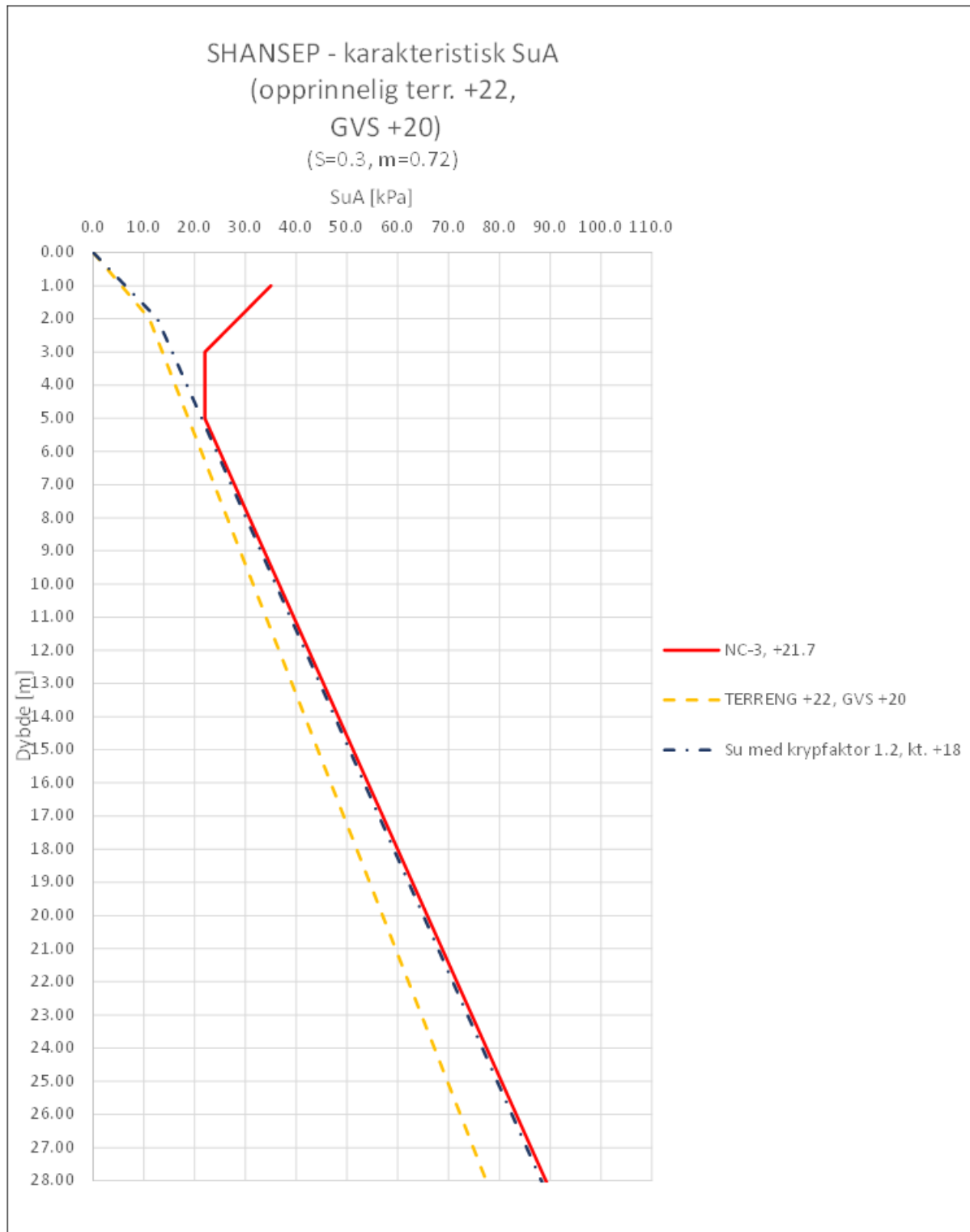
Figur 27: Tilbakeregnet terreng for pkt. 485-8



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

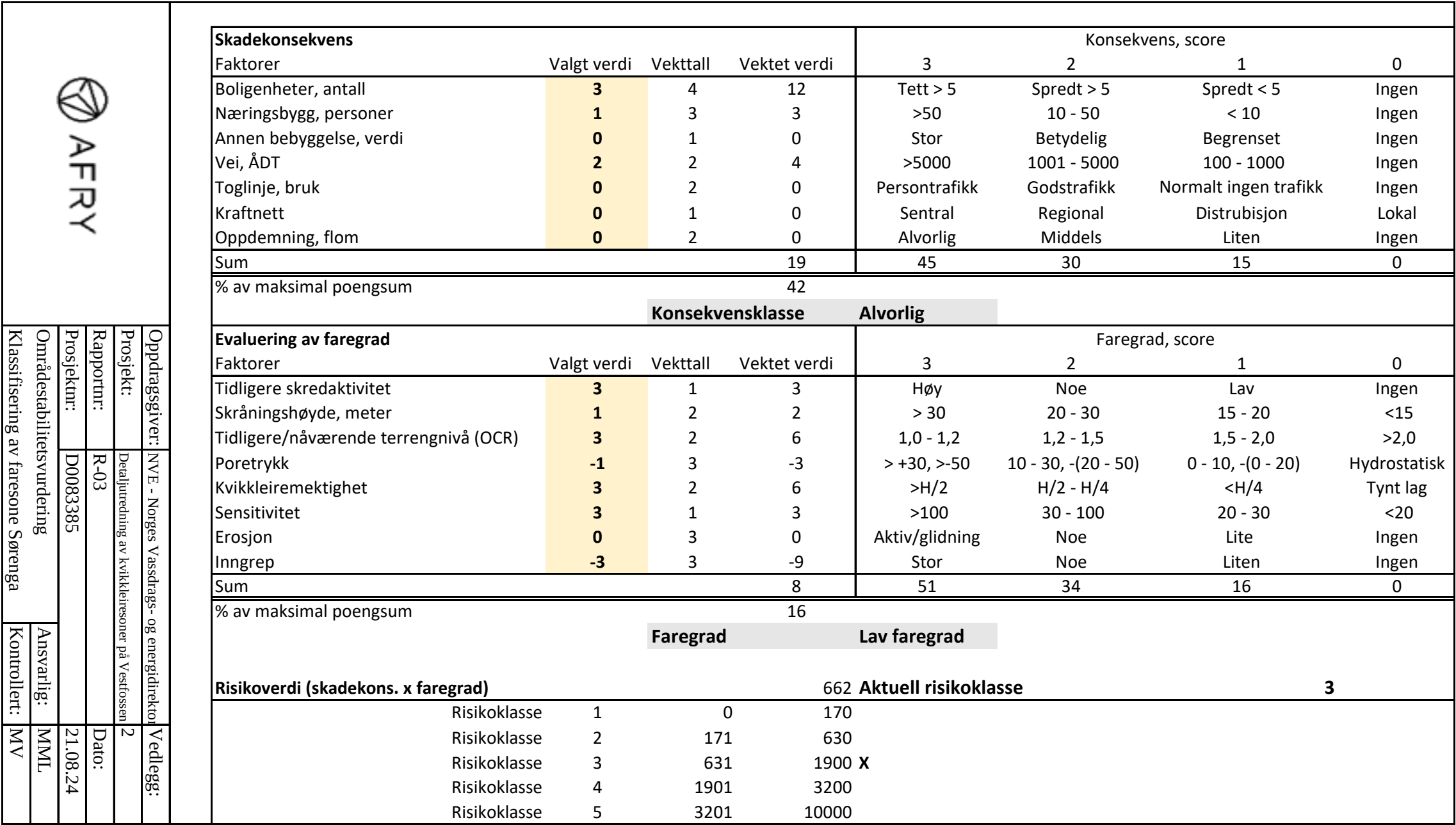
- [1] K. Karlsrud and F. G. Hernandez-Martinez, "Strength and deformation properties of Norwegian clays from laboratory tests on high-quality block samples," 2013.
- [2] NGI, "Stabilitetsforholdene Strandajordet Vestfossen etter utglidningen den 11. september 1984," 85002-1, Apr. 1985.
- [3] COWI, "Grunnundersøkelser 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			
				Konsekvens, score			
Faktorer				3	2	1	0
Boligheter, antall				Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer				>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi				Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT				>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, bruk				Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett				Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom				Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum				45	30	15	0
% av maksimal poengsum				58			
				Konsekvensklasse Meget alvorlig			
Evaluering av faregrad				Faregrad, score			
Faktorer				3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet				Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter				> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)				1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk				> +30, >-50	10 - 30, -(20 - 50)	0 - 10, -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet				>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet				>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon				Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep				Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum				51	34	16	0
% av maksimal poengsum				18			
				Faregrad Lav faregrad			
Risikoverdi (skadekons. x faregrad)				1020 Aktuell risikoklasse 3			
Risikoklasse				1	0	170	
Risikoklasse				2	171	630	
Risikoklasse				3	631	1900 X	
Risikoklasse				4	1901	3200	
Risikoklasse				5	3201	10000	
Oppdragsgiver:	NVE - Norges Vassdrags- og energidirektorat						
Prosjekt:	Detaljutredning av kvikkleiresoner på Vestfossen						
Rapportnr:	R-03						
Prosjektnr:	D0083385						
Områdestabilitetsvurdering							
Kl. av faresone Vestfossen idrettspark							
Ansvarlig:							
Kontrollert:							
V							
Dato:							
21.08.24							
Vedlegg:							
2							



 AFRY	Skadekonsekvens				Konsekvens, score			
	Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
	Boligheter, antall	3	4	12	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
	Næringsbygg, personer	3	3	9	>50	10 - 50	< 10	Ingen
	Annen bebyggelse, verdi	0	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
	Vei, ÅDT	2	2	4	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
	Toglinje, bruk	0	2	0	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
	Kraftnett	0	1	0	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
	Oppdemning, flom	3	2	6	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
	Sum			31	45	30	15	0
% av maksimal poengsum				69				
Konsekvensklasse				Meget alvorlig				
Evaluering av faregrad				Faregrad, score				
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	3	1	3	Høy	Noe	Lav	Ingen	
Skråningshøyde, meter	0	2	0	> 30	20 - 30	15 - 20	<15	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	4	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0	
Poretrykk	0	3	0	> +30, >-50	10 - 30, -(20 - 50)	0 - 10, -(0 - 20)	Hydrostatisk	
Kvikkleiremektighet	3	2	6	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag	
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20	
Erosjon	1	3	3	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen	
Inngrep	0	3	0	Stor	Noe	Liten	Ingen	
Sum			19	51	34	16	0	
% av maksimal poengsum				37				
Faregrad				Middels faregrad				
Risikoverdi (skadekons. x faregrad)				2566 Aktuell risikoklasse 4				
	Risikoklasse	1	0	170				
	Risikoklasse	2	171	630				
	Risikoklasse	3	631	1900				
	Risikoklasse	4	1901	3200 X				
	Risikoklasse	5	3201	10000				
Oppdragsgiver:	NVE - Norges Vassdrags- og energidirektorat							
Prosjekt:	Detaljregulering av kvikkleiresoner på Vestfossen							
Rapportnr.:	R-03							
Prosjektnr.:	D0083385							
Områdestabilitetsvurdering								
Klassifisering av faresone Fabrikkgata								
Ansvarlig:	MML							
Kontrollert:	MV							
Dato:	21.08.24							
Vedlegg:	2							

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 Vestfossen idrettspark

Faregrad for kvikkleiresonen Vestfossen idrettspark er vurdert i to profiler; S3 og SL1. Evalueringen gir snitt S3 høyest score, og der er derfor snitt S3 som benyttes for totalvurdering av sonen.

Plassering av snittene er vist i plan på tegning V03-1-1. Profiltegninger med lagdeling for snittene er vist i følgende tegninger:

- S3: V03-2-1/ V03-2-2
- SL1: V03-2-3

1.1 Faregradsklasse (sannsynlighet) for Vestfossen idrettspark

1.1.1 Faregradsevaluering for snitt S3

Punkt	Kommentar	Score
1	Løsmassekart fra NGU viser flere utglidninger i området.	3
2	H=13m (H: skråningshøyde fra innmålt elvebunn til fotballbane – jevnt hellende skåning i platåterreng)	0
3	Det er ingen data fra ødometer her, og nærmeste CPTU (N2-523) er tatt i tidligere skredgrop, altså ikke i naturlige masser. Pga. manglende data benyttes OCR = 1	3
4	I beregningen er poretrykk basert på PZ i pkt. 110 (fra 1984), som viser hydrostatisk fordeling , GVS 1 m under terreng	0
5	H _{SBM} =6-7 m. (H _{SBM} : målt i pkt. ved borpunkt 23) H/2	2
6	St fra pkt. 485-18; høyeste verdi er 49	2
7	Ikke observert erosjon på befaring (vedlegg 5 og 6)	0
8	Noe forbedring her. Vurdering baserer seg på: • rapport 85002-1 fra NGI; planlagt planering i etterkant av skred • Opptegning av snitt med samme plassering som A'-A' fra NGI-rapport. Sammenligning da og nå viser at det er fjernet ca. 4 m med masser (planlagt stemmer med snitt fra høydedata). • sammenligning av Lidar fra 2015 og 2022 i området på øverste platå der boligfeltet er (viser ikke store endringer-bygget mellom 2015 og 2017).	-2

1.1.2 Faregradsevaluering for snitt SL1

Punkt	Kommentar	Score
1	Løsmassekart fra NGU viser flere utglidninger i området.	3
2	H=6m (H: skråningshøyde fra innmålt ravinebunn til fotballbane – jevnt hellende skåning i platåterreng)	0
3	Det er ingen data fra ødometer her, og nærmeste CPTU (N2-523) er tatt i tidligere skredgrop, altså ikke i naturlige masser. Pga. manglende data benyttes OCR = 1	3
4	Basert på PZ i pkt. 110 (fra 1984), som viser hydrostatisk fordeling , GVS 1 m under terreng	0
5	H _{SBM} =0 m. (H _{SBM} : målt i skråning basert på vurdert lagdeling I snitt SL1) H/2	0
6	St fra pkt. 485-12; høyeste verdi er 20. konservativ vurdering verdi gir 1	1
7	Ikke observert erosjon på befaring (vedlegg 5 og 6)	0
8	Noe forbedring her. Vurdering baserer seg på: • rapport 85002-1 fra NGI; planlagt planering i etterkant av skred • Opptegning av snitt med samme plassering som A'-A' fra NGI-rapport. Sammenligning da og nå viser at det er fjernet ca. 4 m med masser (planlagt stemmer med snitt fra høydedata). • sammenligning av Lidar fra 2015 og 2022 i området på øverste platå der boligfeltet er (viser ikke store endringer-bygget mellom 2015 og 2017).	-2

1.2 Skadekonsekvensklasse for *Vestfossen idrettspark*

Punkt	Kommentar	Score
1	Tett >5	3
2	Sonen omfatter klubbhus og fotballbane. Antar midlertidig personopphold 10-50.	2
3	Ikke tegn til annen bebyggelse av verdi	0
4	Smørgravveien/Fabrikkgata: ÅDT=2000	2
5	Toglinje ligger utenfor sonen	0
6	Ingen kraftlinjer innenfor sonen.	0
7	Et områdeskred med utløpssone i Vestfosselva vil kunne medføre oppdemning som kan ramme industri områder (Vestfossen kraftverk m.m.).	2

2 Soneklassifisering av Sørenga

Faregrad for kvikkleiresonen Sørenga er vurdert i ett profil; S9.

Plassering av snittet er vist i plan på tegning V03-1-1. Profiltegning med lagdeling er vist i følgende tegning:

- S9: V03-2-6

2.1 Faregradsklasse (sannsynlighet) for Sørenga

2.1.1 Faregradsevaluering for snitt S9

Punkt	Kommentar	Score
1	Løsmassekart fra NGU viser flere utglidninger i området. Har også gått skred rett nedenfor sonen tidligere (ved Vestfossen idrettspark).	3
2	H=18 m (H: skråningshøyde fra ravinebunn til bakkant av løsneområde)	1
3	Har ikke ødometer her. Basert på nærmeste CPTU (N1-509) antas lav grad av overkonsolidering. (OCR≈1)	3
4	Poreundertrykk måt (0-20 kPa), se vedlegg 1.	-1
5	H _{SBM} =12 m >H/2 (H _{SBM} : målt i pkt. ved borpunkt N1-509)	3
6	Prøveresultat i pkt. N1-511: St>100	3
7	Ingen erosjon observert på befaring (se vedlegg 5, 6 og 7)	0
8	Sikring av ravine er en stor forbedring	3

2.2 Skadekonsekvensklasse for Sørenga

Punkt	Kommentar	Score
1	Tett >5	3
2	Et landbruksbygg (låve eller lignende), <10 personer	1
3	Ikke tegn til annen bebyggelse av verdi	0
4	Smørgravveien: ÅDT = 2000	2
5	Ingen toglinje innenfor sonen	0
6	Ingen kraftlinje innenfor sonen	0
7	Skredmasser vurderes å ville samle seg i ravinen. Det antas at en eventuell oppdemming vil bli minimal, mtp. topografi og vannføring i bekken.	0

3 Soneklassifisering av *Fabrikkgata*

Faregrad for kvikkleiresonen Fabrikkgata er vurdert i ett profil; A2-5.

Plassering av snittet er vist i plan på tegning V03-1-1. Profiltegning med lagdeling er vist i følgende tegning:

- A2-5: V03-2-7

3.1 Faregradsklasse (sannsynlighet) for *Fabrikkgata*

3.1.1 Faregradsevaluering for snitt A2-5

Punkt	Kommentar	Score
1	Løsmassekart fra NGU viser flere utglidninger i området (støttes av NVE atlas). Har også gått skred rett nedenfor sonen tidligere (ved Vestfossen idrettspark).	3
2	$H=10$, <15m (<i>H: skråningshøyde fra ravinebunn til bakkant av løsneområde</i>)	0
3	har flere ødometer i nærhet av sonen. Disse ligger dog i høyere terreng, og antas derfor å være mindre overkonsolidert enn i ravinebunn/bekk. Basert på CPTU i pkt. A08 vurderes aktuell verdi for dybde til kritisk glideflate å være OCR 1.2-1.5	2
4	Det foreligger poretrykksmålere vest for sonen som tyder på svakt poreundertrykk. Da det ikke er tilgang på piezometer i sonen velges dog hydrostatisk fordelt poretrykk som gir et mer konservativt resultat.	0
5	Basert på lagdeling i utførte grunnundersøkelser: >H/2	3
6	pkt. A08; høyeste verdi $St=77$, dybde 10, kt. +11 Pkt. R648-A2: høyeste $St=120$, dybde 9 m, kt. +14	3
7	Observert <i>litt erosjon</i> i bekken nærmest Fabrikkgata, se kap. 2.4 i vedlegg 5. Merk at erosjonsforholdene er vurdert noe konservativt, da det var snø på befaringstidspunkt og derfor utfordrende å vurdere forholdene.	1
8	Ingen kjente inngrep	0

3.2 Skadekonsekvensklasse for *Fabrikkgata*

Punkt	Kommentar	Score
1	Tett >5	3
2	Følgende instanser kan ha midlertidig personopphold: • Byggkontakt AS har ifølge sine nettsider 13 ansatte, i tillegg til kunder • Menighetshuset Betel • Fotballbanen som havner i utløpsområdet (ved kamp kan man anta 22 spillere, trenere, samt tilskuere) Totalt kan man anta >50 personer med midlertidig opphold i sonen.	3
3	Ikke tegn til annen bebyggelse av verdi	0
4	Fabrikkgata: ÅDT=2000	2
5	Ingen toglinje innenfor sonen	0
6	Kraftlinje (lokal) langs Fabrikkgata.	0
7	Basert på observert lav vannføring i bekken langs faresonen er det grunn til å tro at oppdemming hovedsakelig vil stamme fra bekkeløpet fra øst inn mot sonen (møter bekken langs faresonen ved enden av Bjørnenga). En oppdemming vurderes å ville kunne ramme følgende bygg/adresser: • Fredfossgata 10A, 10B, 10C, 10D (ett bygg) • Fredfossgata 10E, 10F, 10G OG 10H (ett bygg) • Bjørnenga 8 • Bjørnenga 9A og 9B (ett bygg) • Bjørnenga 10 og 12 (ett bygg) • Bjørnenga 14 • Bjørnenga 16-H0101 og 16-H0102 (ett bygg) >5 boligenheter	3

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 ($u_2 - u_0$)
 $N_{\Delta u}$ = 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

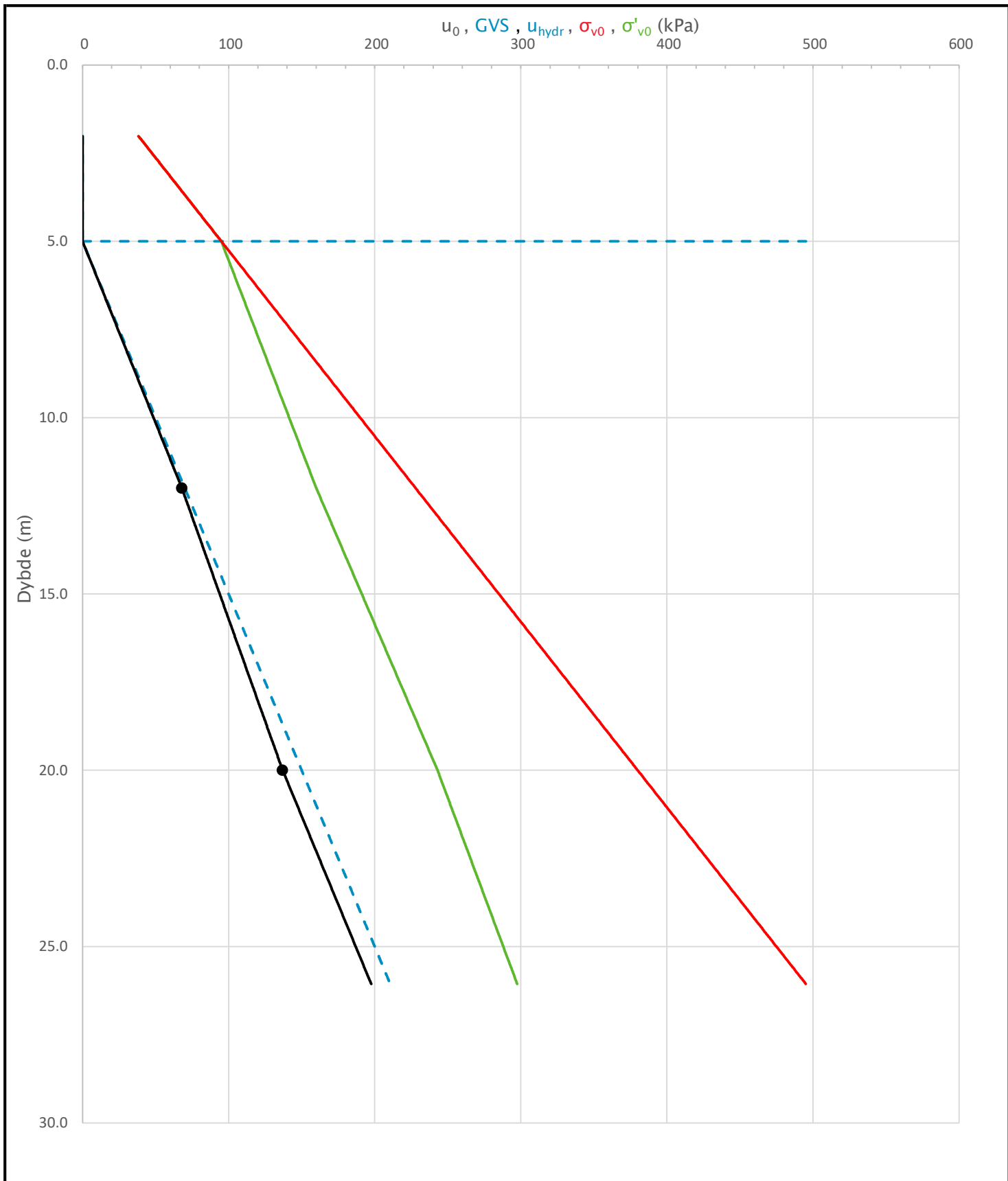
Modellen baseres også på korrelasjoner mellom trykksonderinger og laboratoriearbeid på blokkprøver av høy kvalitet. Bæreevnefaktorene kobles mot B_q , med verdier mellom ca. 0,3 og 1,0.

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

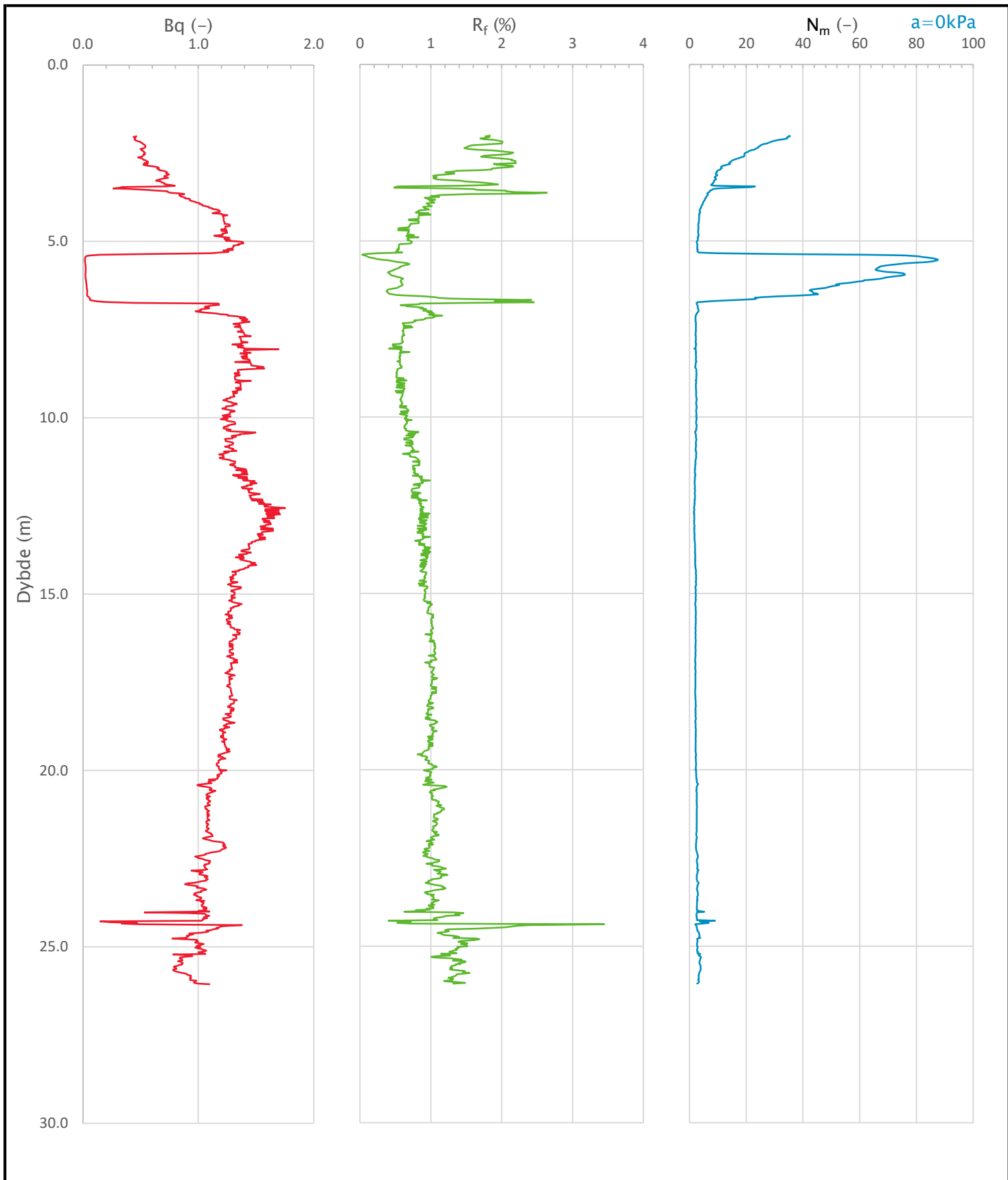
Vedlegg 4

CPTU-tolkning

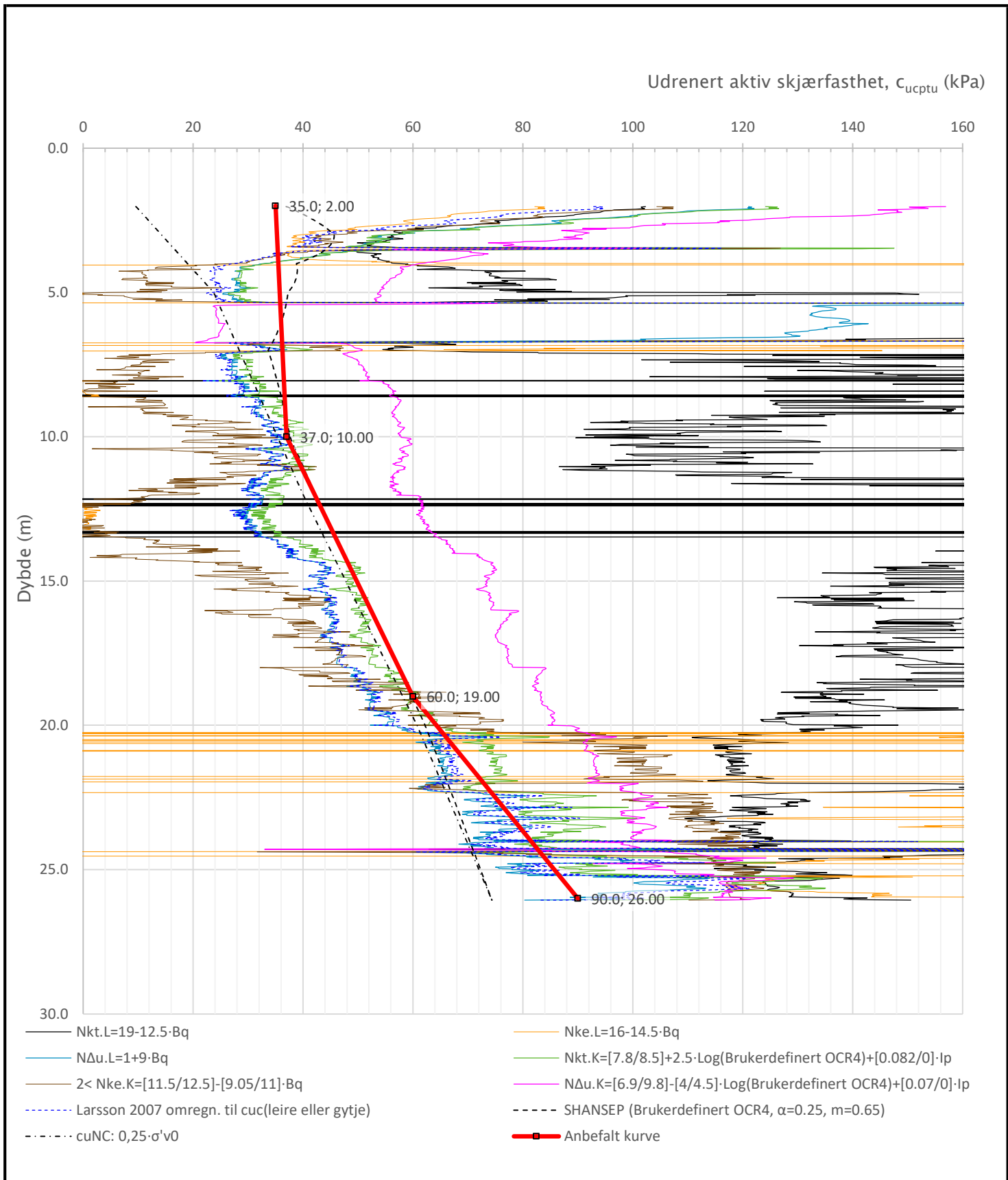
Sonde og utførelse						
Sondennummer	39956		Boreleder			
Type sonde	#N/A		Temperaturendring (°C)		#N/A	
Kalibreringsdato	#N/A		Maks helning (°)		102.3	
Dato sondering	28.08.2007		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal 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)	8164.0		96.5		217.1	
Registrert etter sondering (kPa)	-118.0		-0.5		0.6	
Avvik under sondering(kPa)	118.0		0.5		0.6	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	8820.0		53.0		1171.0	
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	
			Ikke OK		#N/A	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +22.18	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N1-509	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
		28.08.2007	Rev. dato		1	



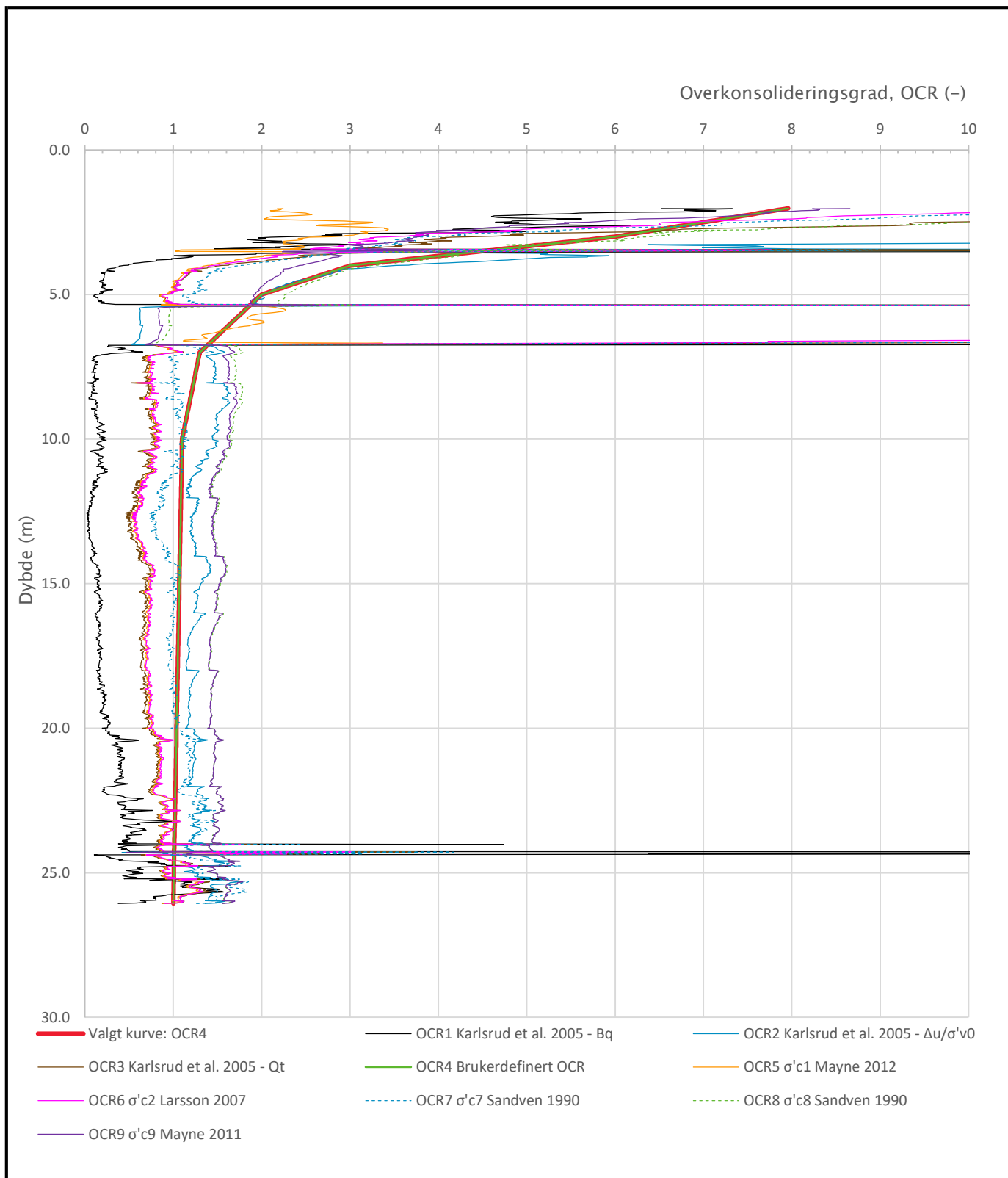
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22.18
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N1-509	
Innhold			Sondennummer			
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
		28.08.2007	Rev. dato		2	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22.18
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N1–509	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		28.08.2007	Rev. dato	4		

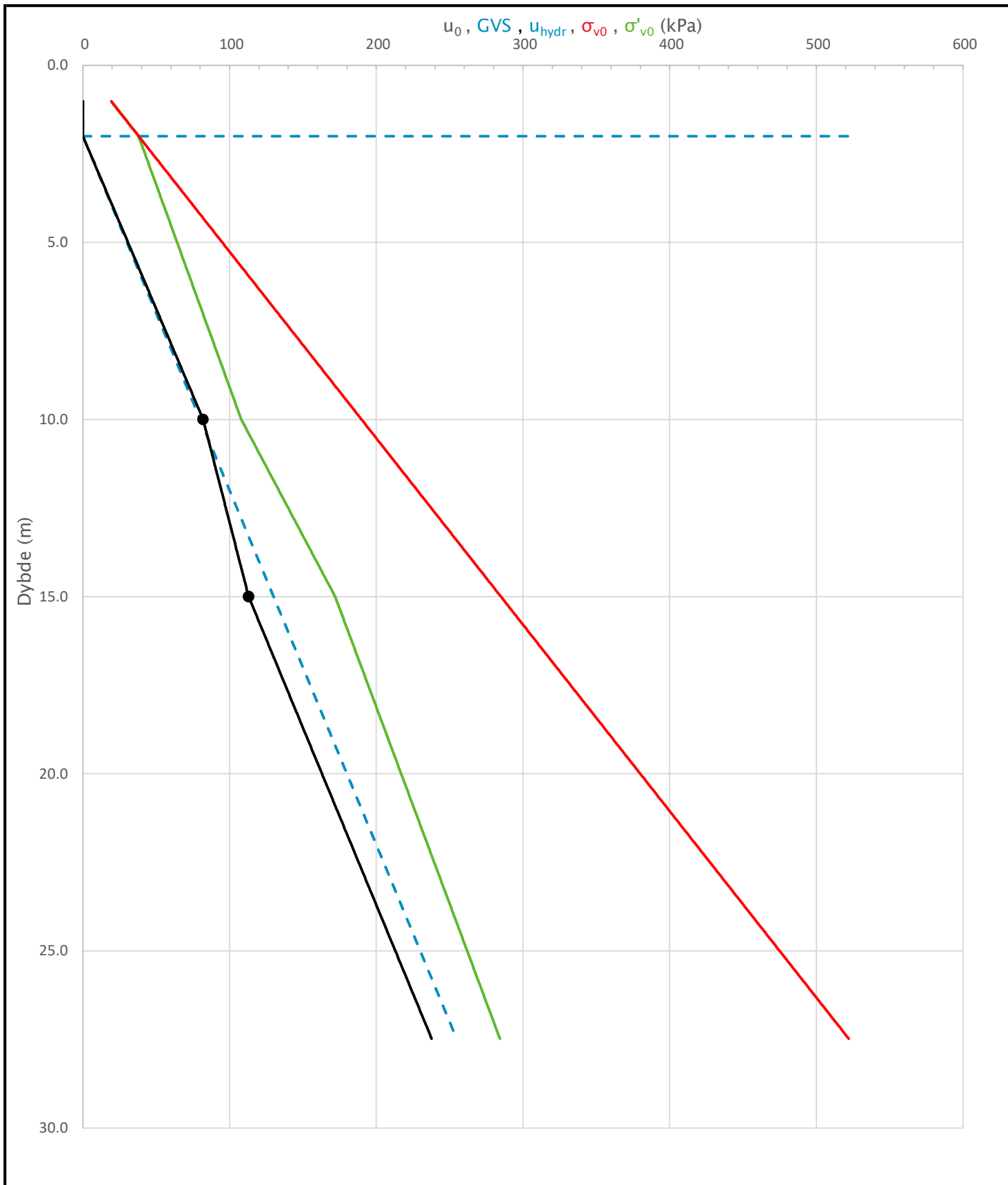


Prosjekt		Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22.18
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner				N1-509	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	28.08.2007		Rev. dato	5	

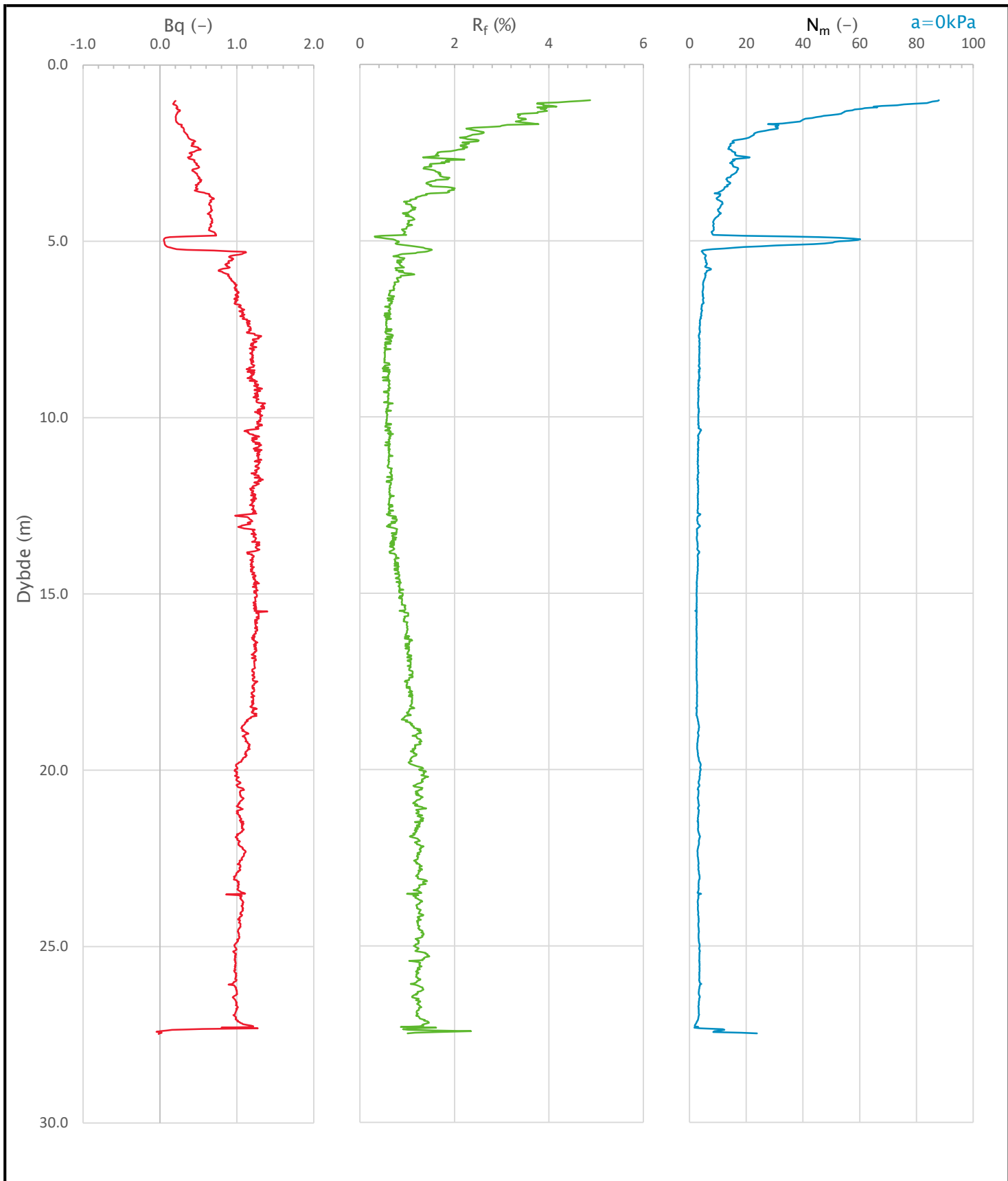


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22.18
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N1-509	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		28.08.2007	Rev. dato	8		

Sonde og utførelse						
Sondennummer	39956		Boreleder			
Type sonde	#N/A		Temperaturrendring (°C)		#N/A	
Kalibreringsdato	#N/A		Maks helning (°)		102.3	
Dato sondering	12.09.2007		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)	8086.0		97.1		225.0	
Registrert etter sondering (kPa)	80.0		-1.2		-6.9	
Avvik under sondering(kPa)	80.0		1.2		6.9	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	7240.0		84.0		1236.0	
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	
			Ikke OK		#N/A	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +21.492	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N1-511	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MML	Gye	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
		12.09.2007	Rev. dato		1	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21.492
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N1-511	
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		
		12.09.2007	Rev. dato	2		



Prosjekt		Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21.492
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner				N1-511	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	Gye	HN		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	12.09.2007		Rev. dato		
				4	

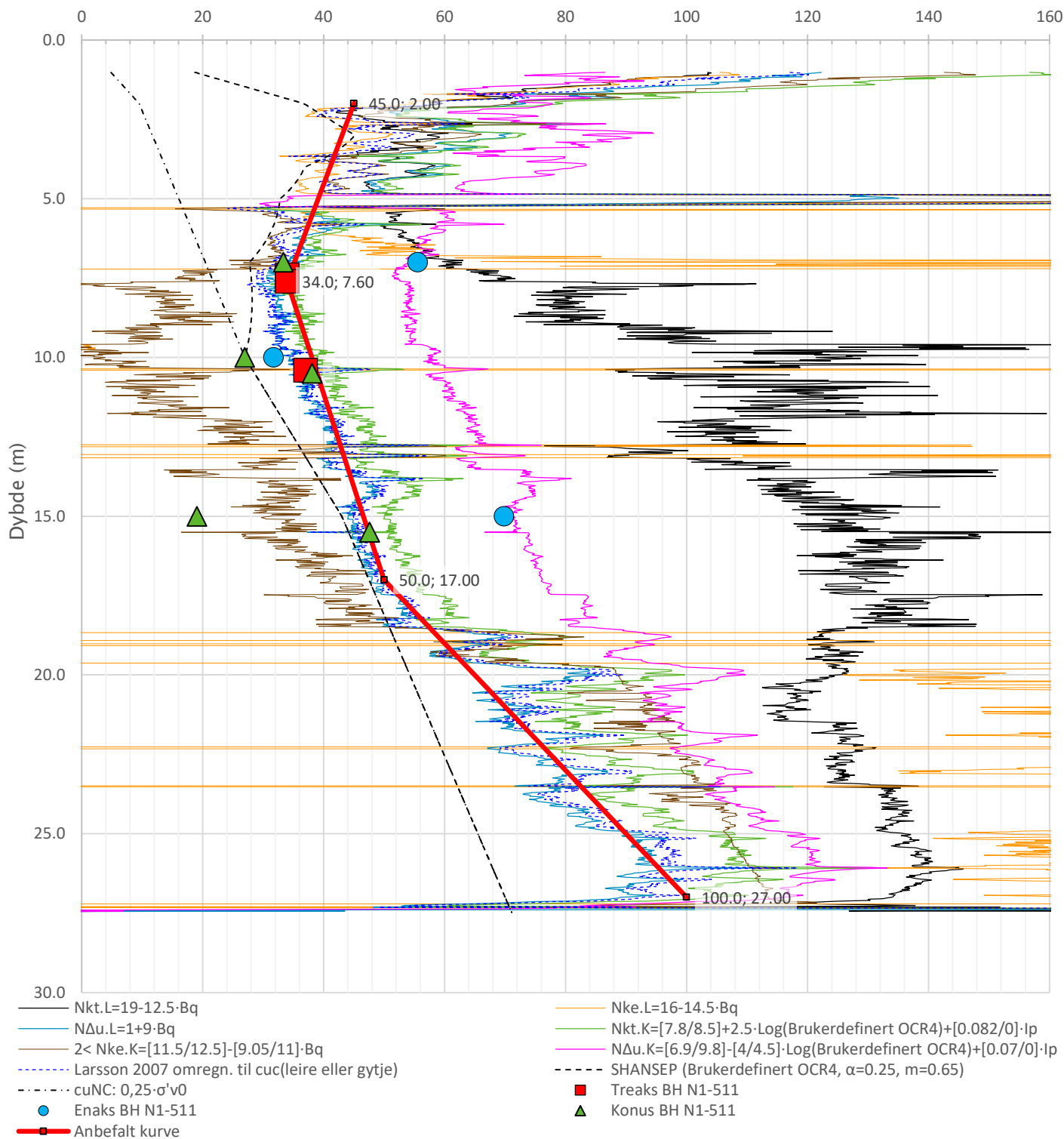
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH N1-511: $c_u/c_{u\text{c}ptu} = 1.000$

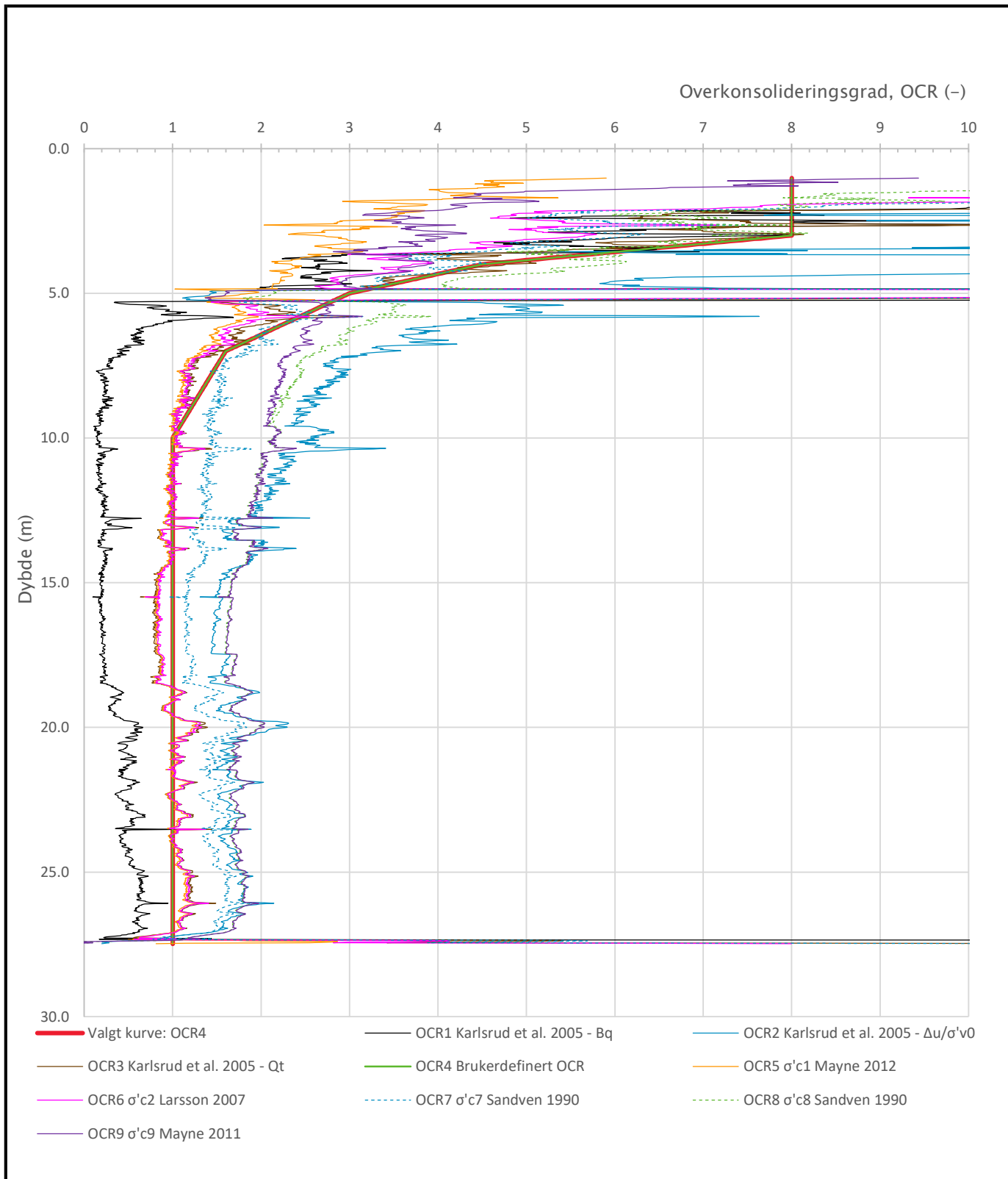
Enaks BH N1-511: $c_u/c_{u\text{c}ptu} = 0.630$

Konus BH N1-511: $c_{uf}/c_{u\text{c}ptu} = 0.630$

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

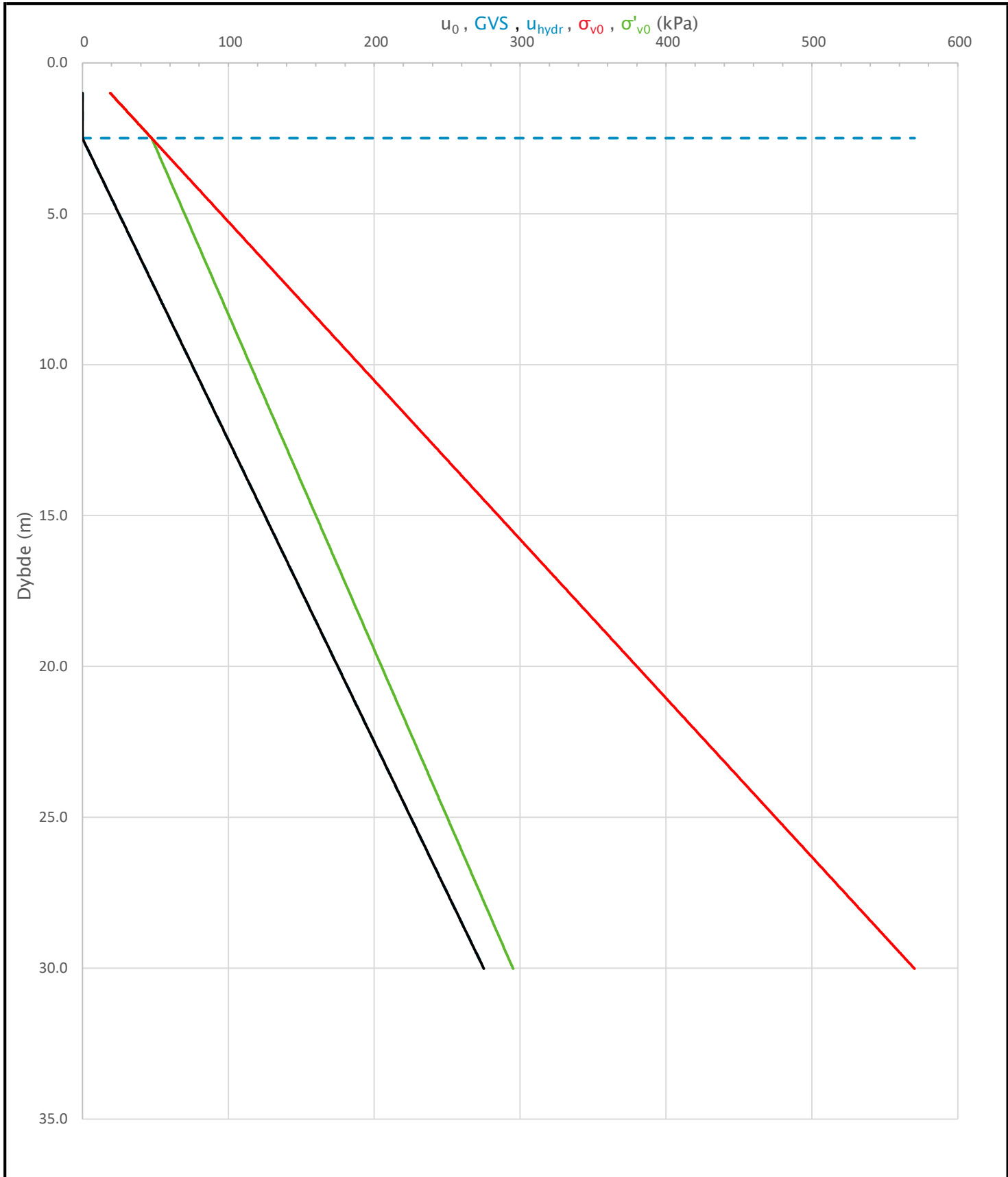


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21.492
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N1-511	
Innhold					Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		12.09.2007	Rev. dato	5		

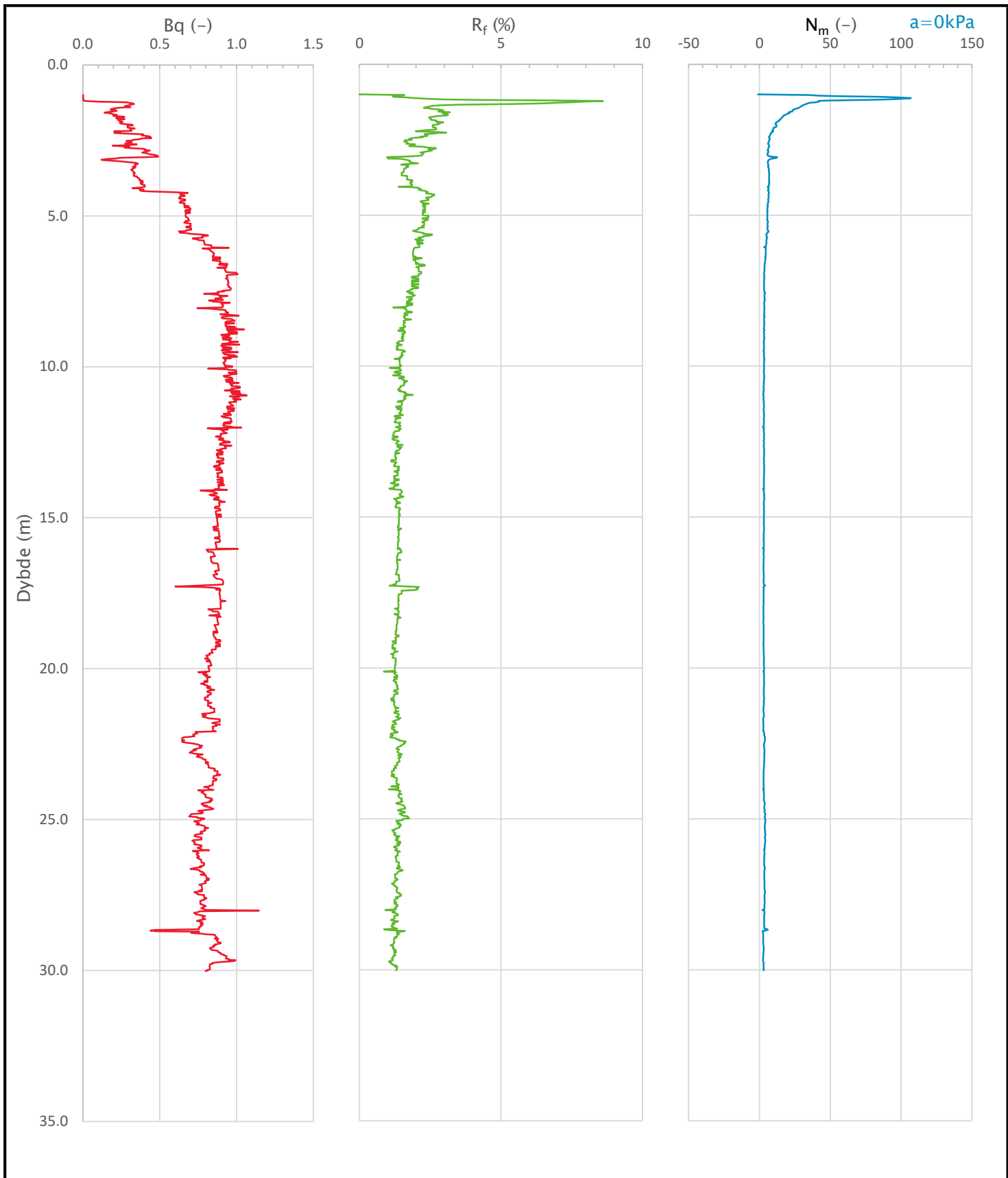


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21.492
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					N1-511	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					39956	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		12.09.2007	Rev. dato	8		

Sonde og utførelse						
Sondennummer	3949		Boreleder		D.Andersson	
Type sonde			Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	13.09.2011		Maks helning (°)		2.3	
Dato sondering	24.04.2013		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2.5	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2.5	
Skaleringsfaktor	1312		6061		2327	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	18.61		0.2		1.05	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5815		0.0063		0.0328	
Arealforhold	0.5920		0.0130			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	48.846		1.2915		7.4456	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7579.5		59.4		403.5	
Registrert etter sondering (kPa)	0.0		0.2		1.1	
Avvik under sondering(kPa)	0.0		0.2		1.1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	2296.0		85.0		1042.0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	0.6	0.0	0.2	0.2	1.1	0.1
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			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +20.3	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-1	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					3949	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	MML		GYe		HN	
Divisjon		Dato sondering		Revisjon		Figur
		24.04.2013		Rev. dato		
					Anvend.klasse 1	
					1	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +20.3
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-1	
Innhold					Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
		24.04.2013	Rev. dato		2	



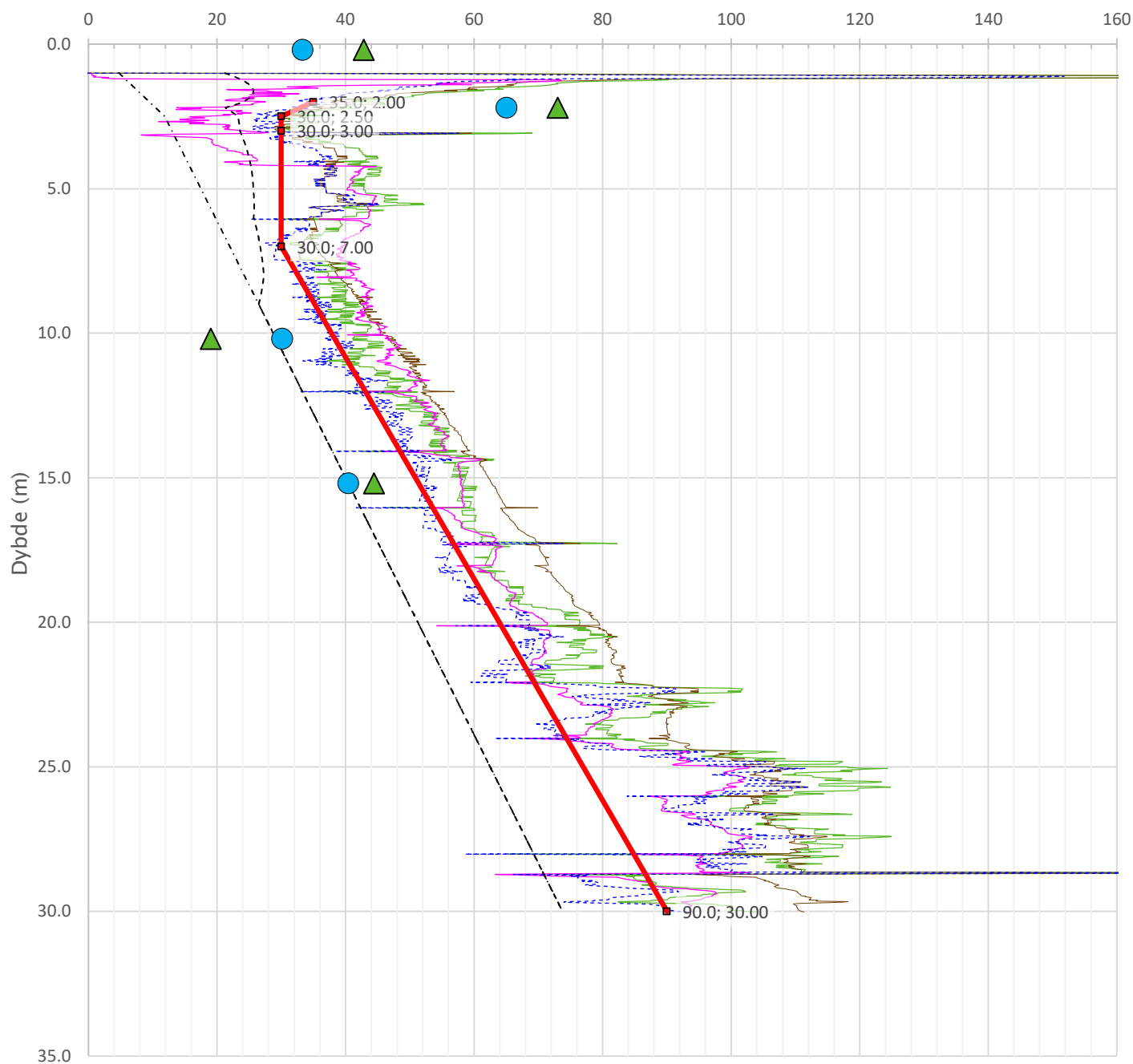
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +20.3
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-1	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		24.04.2013	Rev. dato	4		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH NC-1: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH NC-1: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



— Nkt.K=[7.8/8.5]+2.5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.082/0]·Ip

— NΔu.K=[6.9/9.8]-[4/4.5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.07/0]·Ip

----- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=0.25$, $m=0.65$)

● Enaks BH NC-1

— Anbefalt kurve

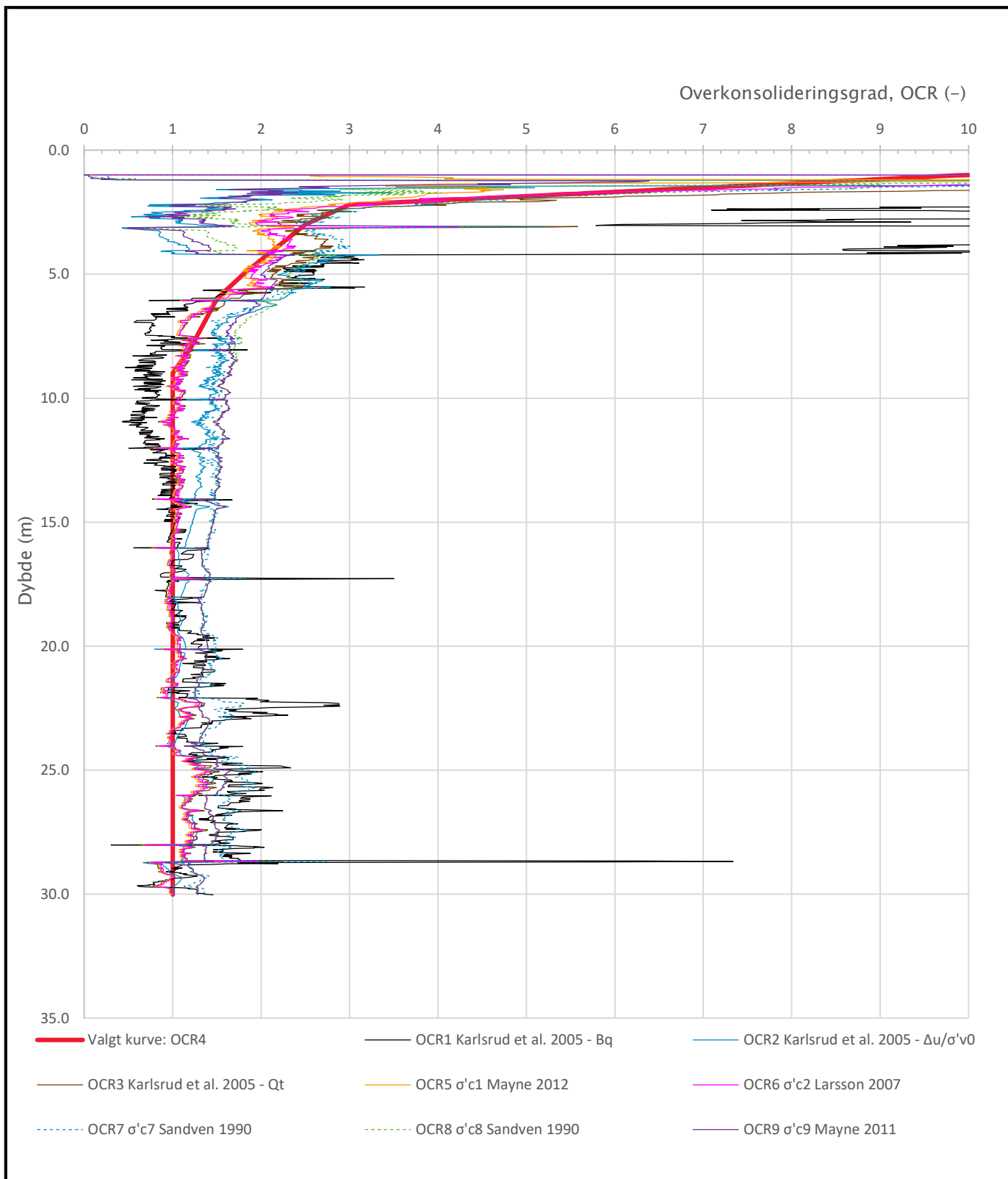
— 2< Nke.K=[11.5/12.5]-[9.05/11]·Bq

--- Larsson 2007 omregn. til c_{uc} (leire eller gytje)

--- cuNC: 0,25· σ'_{v0}

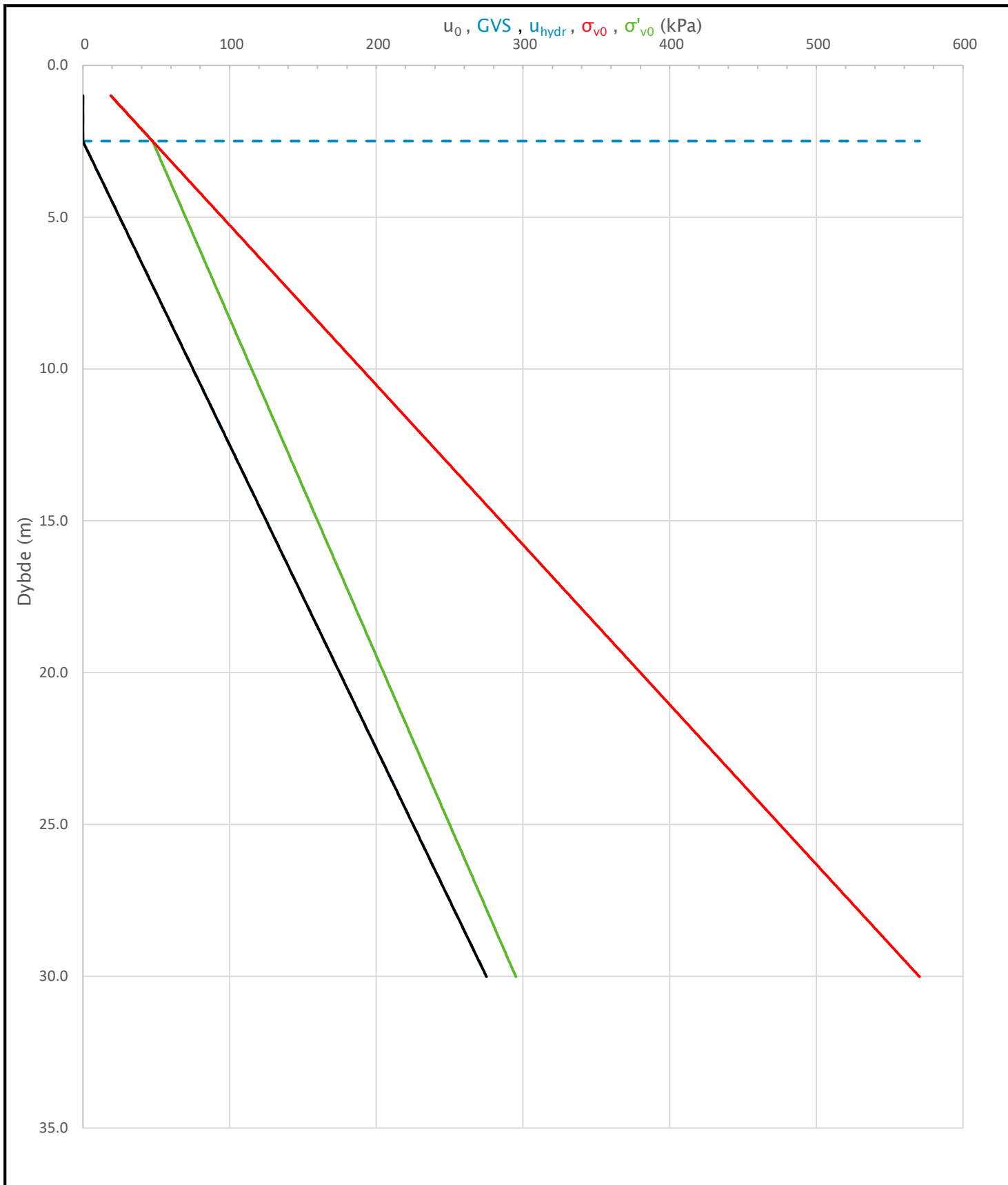
▲ Konus BH NC-1

Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +20.3
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-1	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	24.04.2013	Rev. dato				
				5		

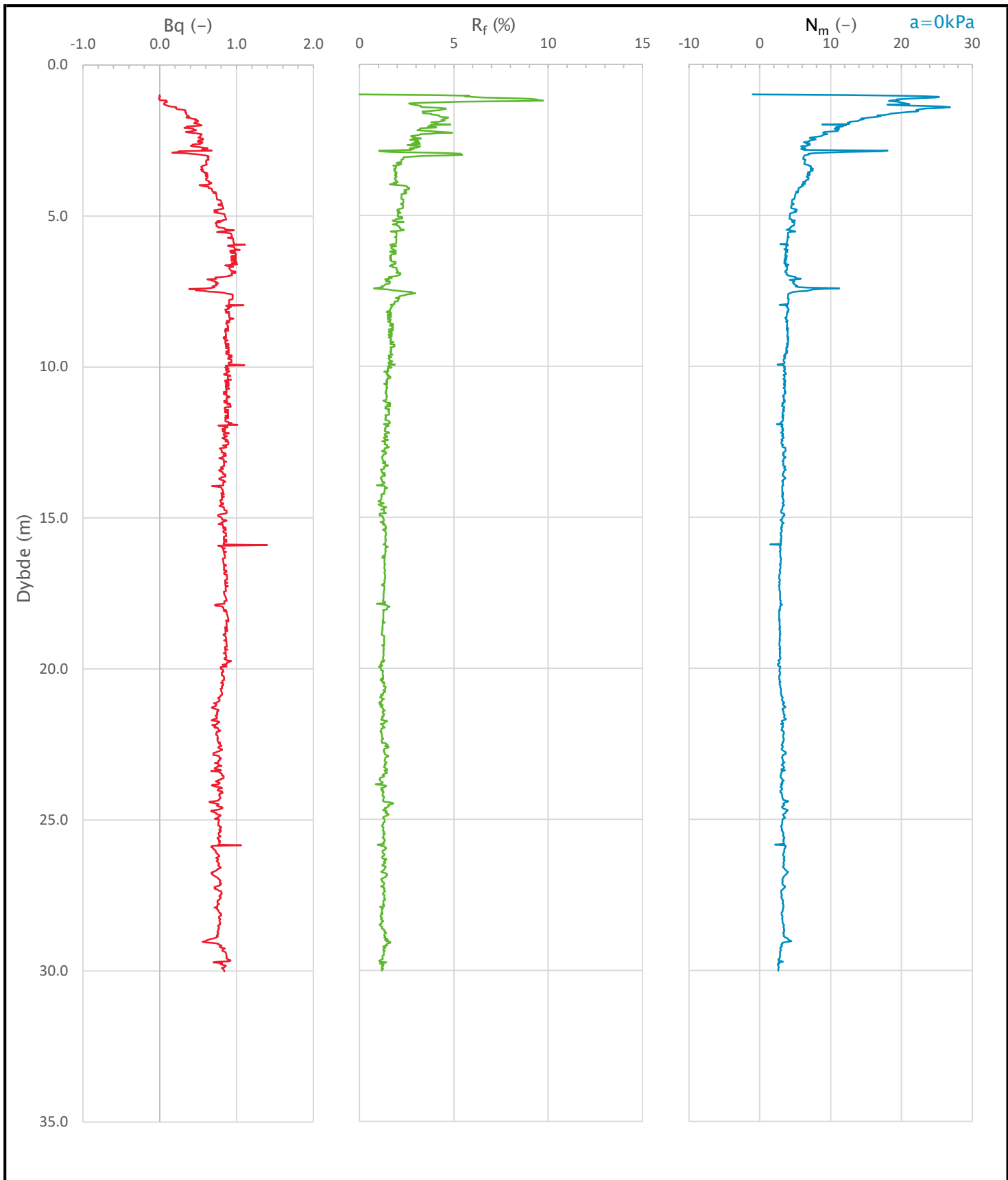


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +20.3
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-1	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		24.04.2013	Rev. dato	8		

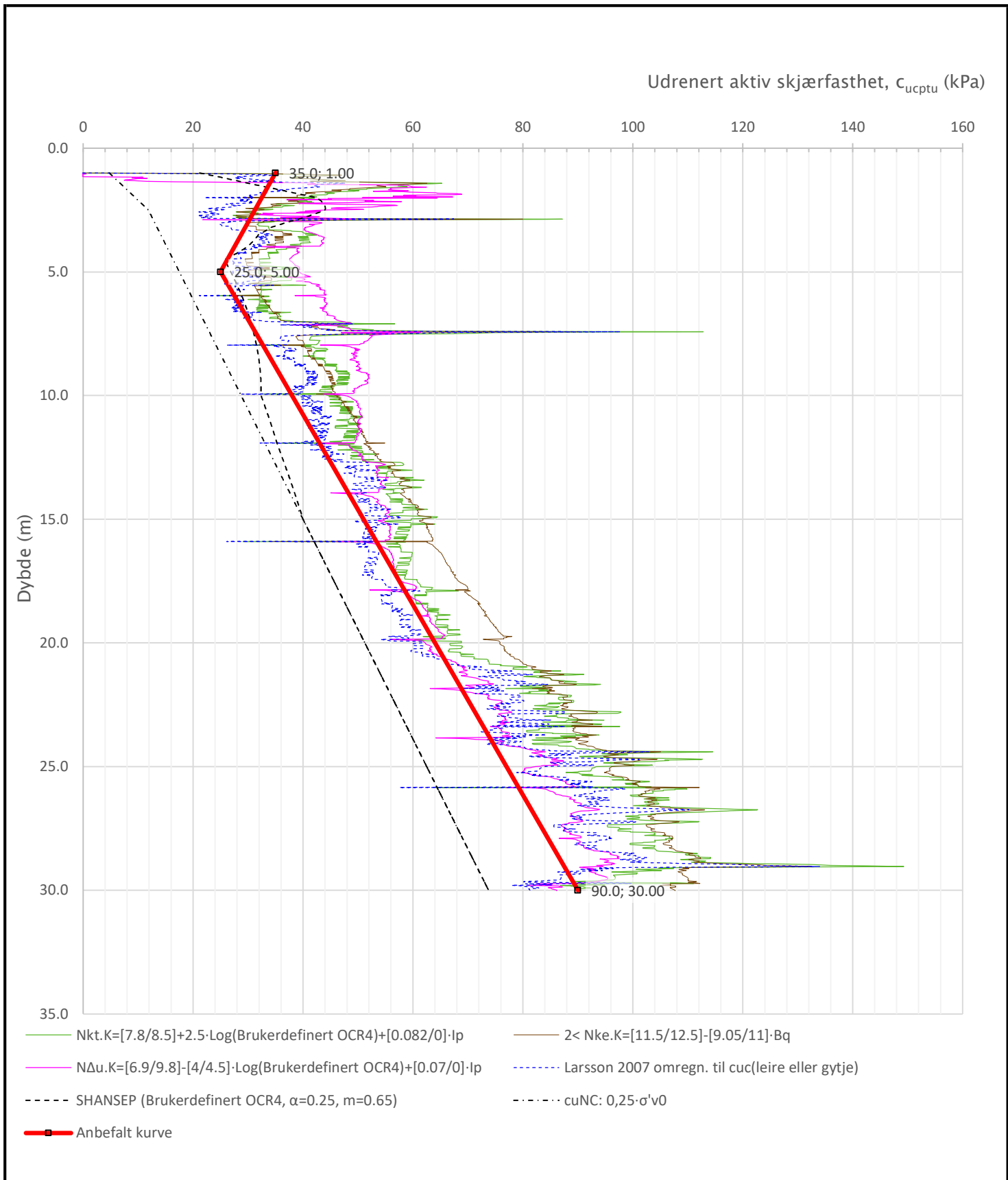
Sonde og utførelse						
Sondennummer	3949		Boreleder		D.Andersson	
Type sonde			Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	13.09.2011		Maks helning (°)		4.8	
Dato sondering	24.04.2013		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2.5	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2.5	
Skaleringsfaktor	1312		6061		2327	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	18.61		0.2		1.05	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5815		0.0063		0.0328	
Arealforhold	0.5920		0.0130			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	48.846		1.2915		7.4456	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7616.8		58.8		401.4	
Registrert etter sondering (kPa)	-37.3		0.8		0.0	
Avvik under sondering(kPa)	37.3		0.8		0.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	1437.0		44.0		1003.0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	37.9	2.6	0.8	1.8	0.0	0.0
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	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +20.8	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-2	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					3949	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	MML		GYe		HN	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
		24.04.2013		Rev. dato		
					Anvend.klasse	
					1	
					Figur	
					1	



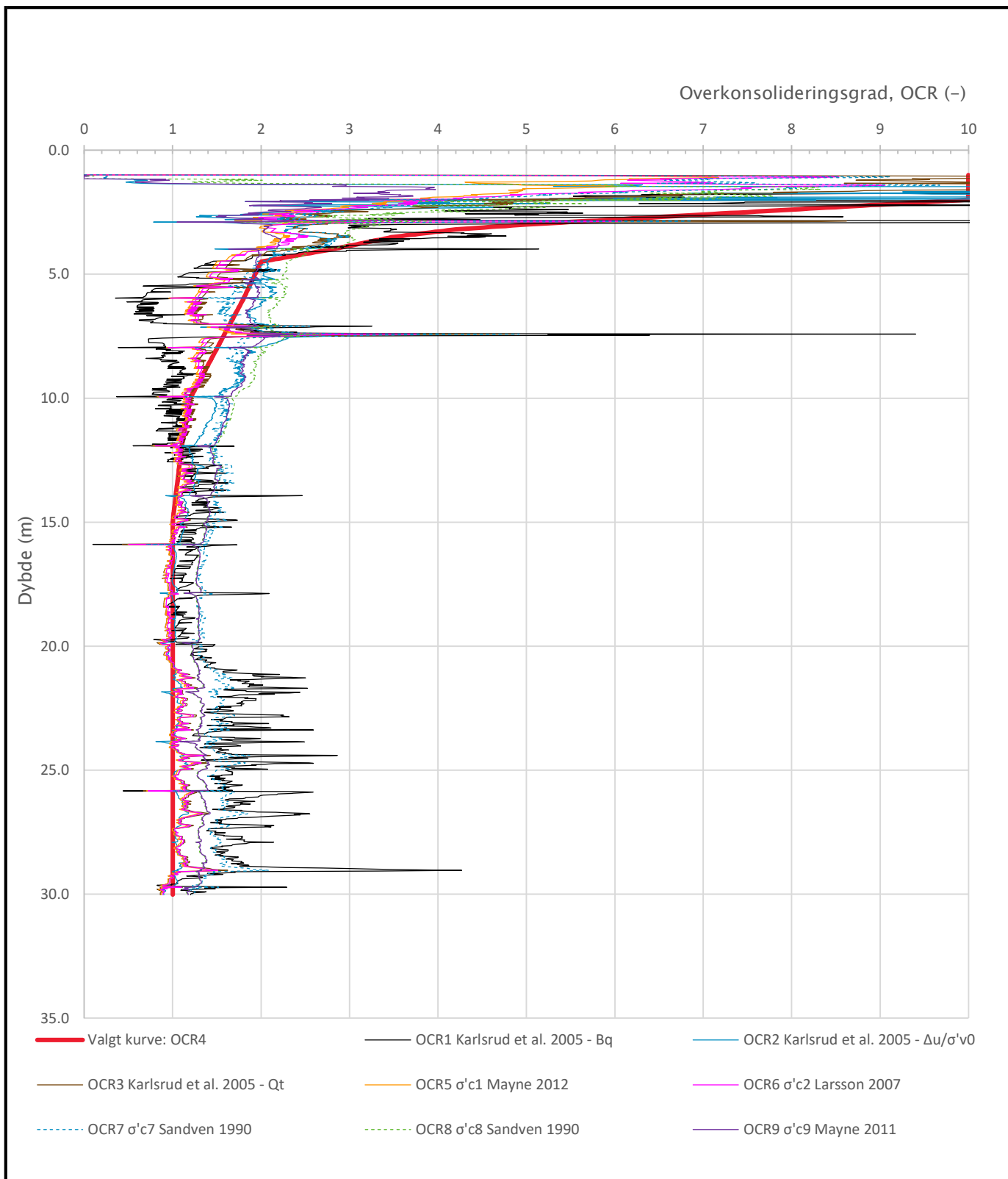
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +20.8
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-2	
Innhold					Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
		24.04.2013	Rev. dato		2	



Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +20.8
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner						NC-2	
Innhold						Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold						3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1	
	MML	GYe	HN				
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		4	
		24.04.2013	Rev. dato				

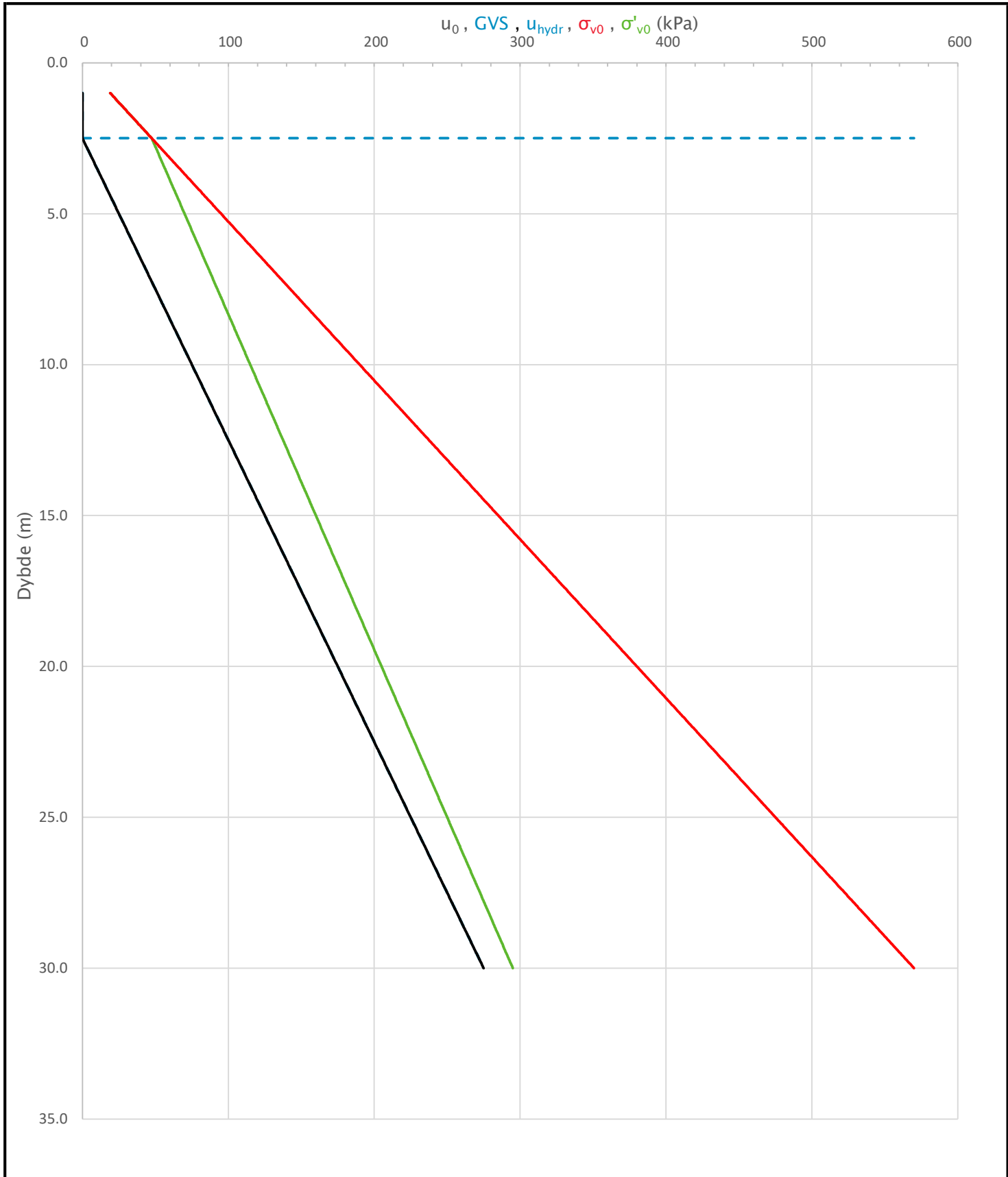


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +20.8
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-2	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		24.04.2013	Rev. dato	5		

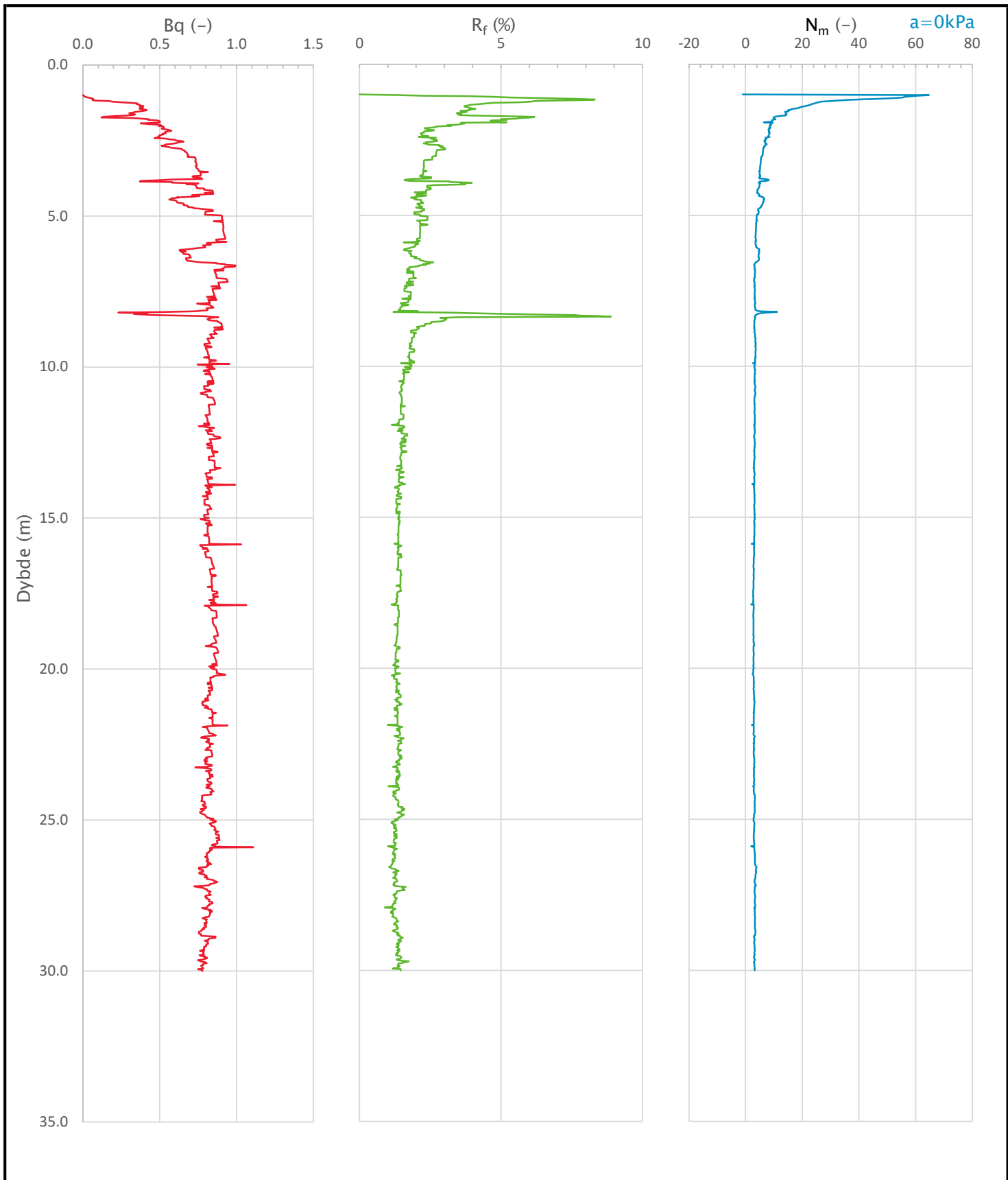


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385	Borhull	Kote +20.8
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner				NC-2	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		24.04.2013	Rev. dato	8	

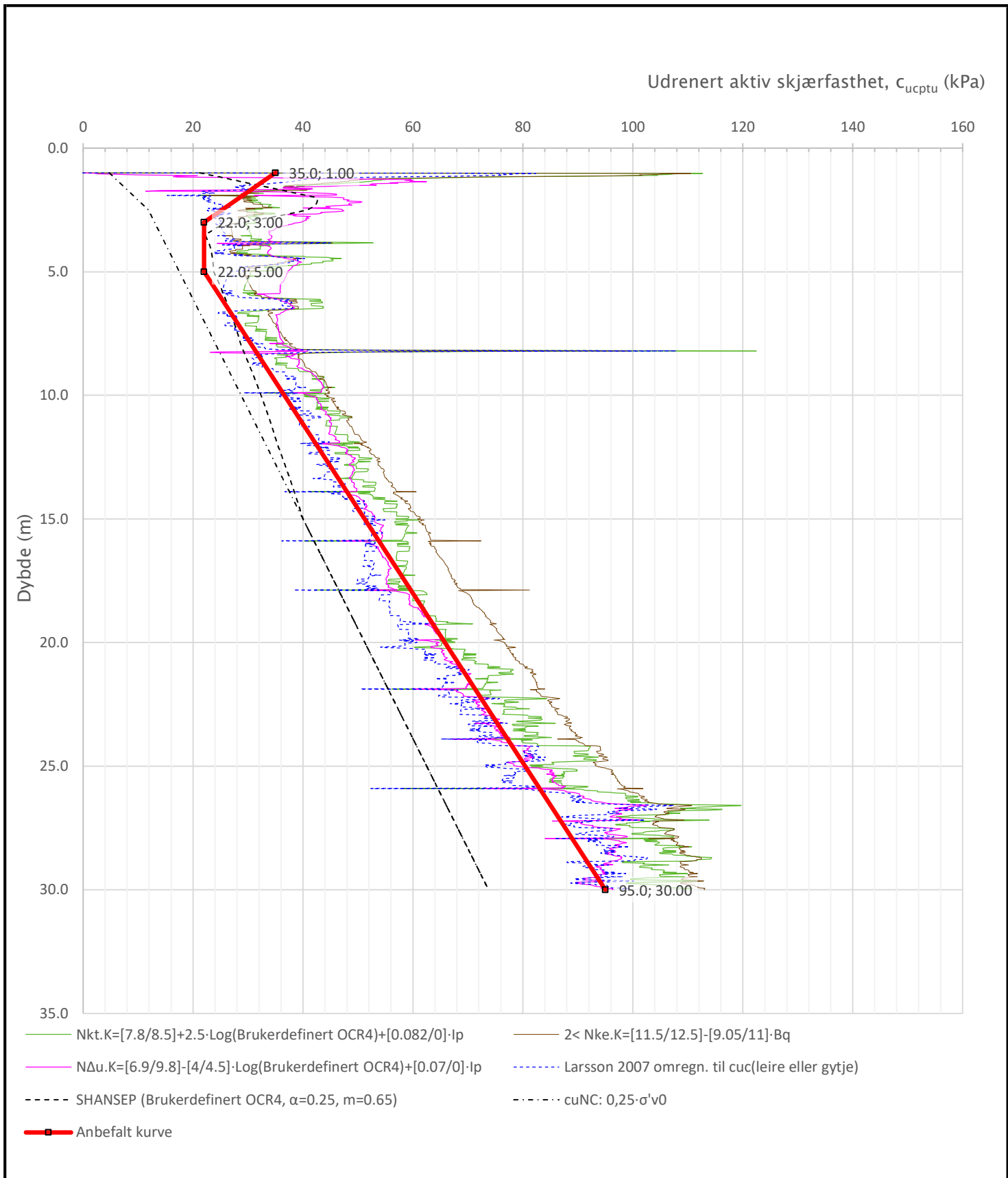
Sonde og utførelse						
Sondennummer	3949		Boreleder		D.Andersson	
Type sonde			Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	13.09.2011		Maks helning (°)		5.6	
Dato sondering	24.04.2013		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2.5	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2.5	
Skaleringsfaktor	1312		6061		2327	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	18.61		0.2		1.05	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5815		0.0063		0.0328	
Arealforhold	0.5920		0.0130			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	48.846		1.2915		7.4456	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7598.2		59.2		401.4	
Registrert etter sondering (kPa)	0.0		0.6		17.8	
Avvik under sondering(kPa)	0.0		0.6		17.8	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	1269.0		79.0		1022.0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	0.6	0.0	0.6	0.8	17.8	1.7
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	2	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +21.7	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-3	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					3949	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	MML		GYe		HN	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
		24.04.2013		Rev. dato		Anvend.klasse
						1
						Figur
						1



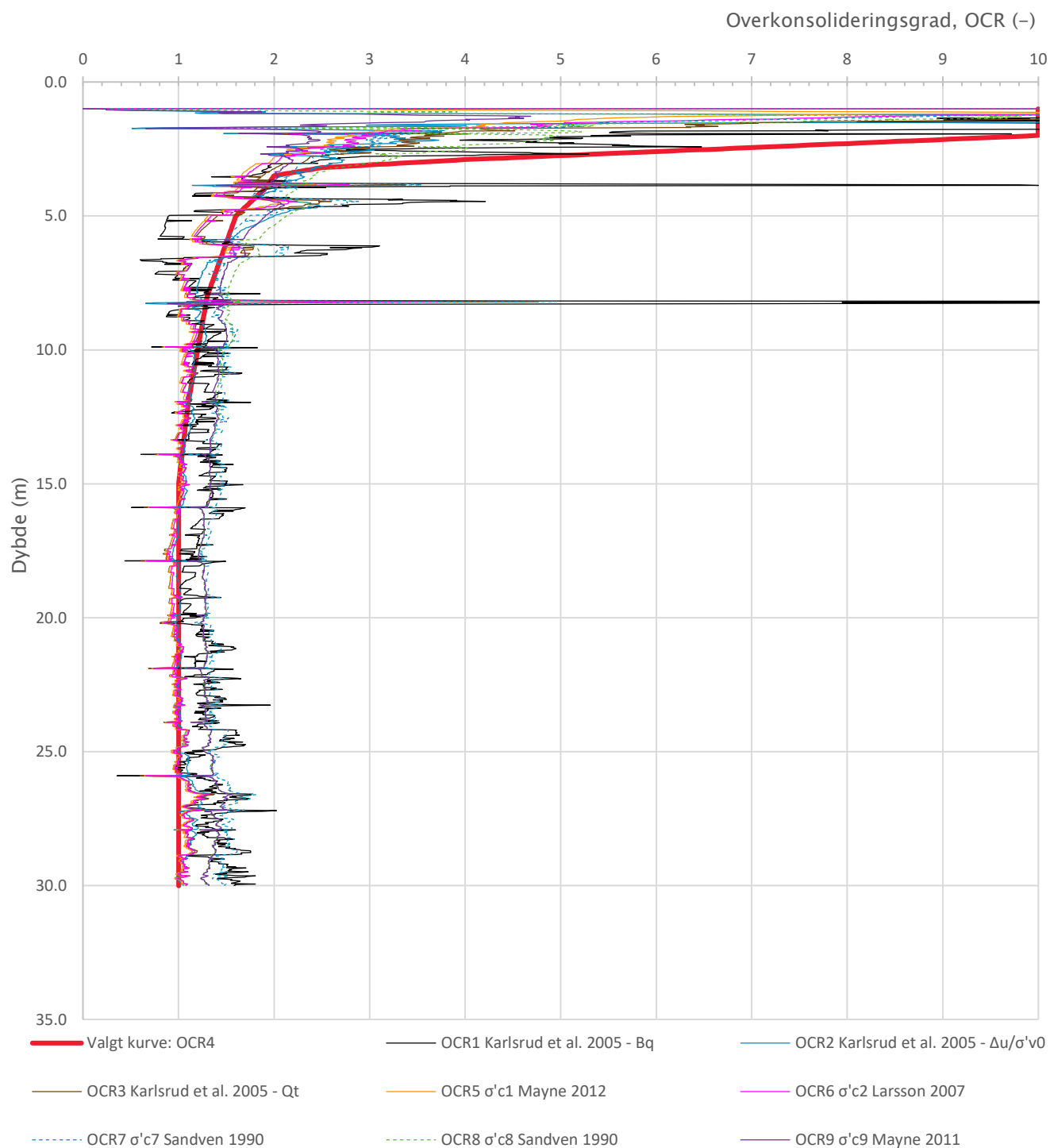
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21.7
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-3	
Innhold					Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		24.04.2013	Rev. dato	2		



Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21.7
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner						NC-3	
Innhold						Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold						3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse		1
	MML	GYe	HN				
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur		4
		24.04.2013	Rev. dato				

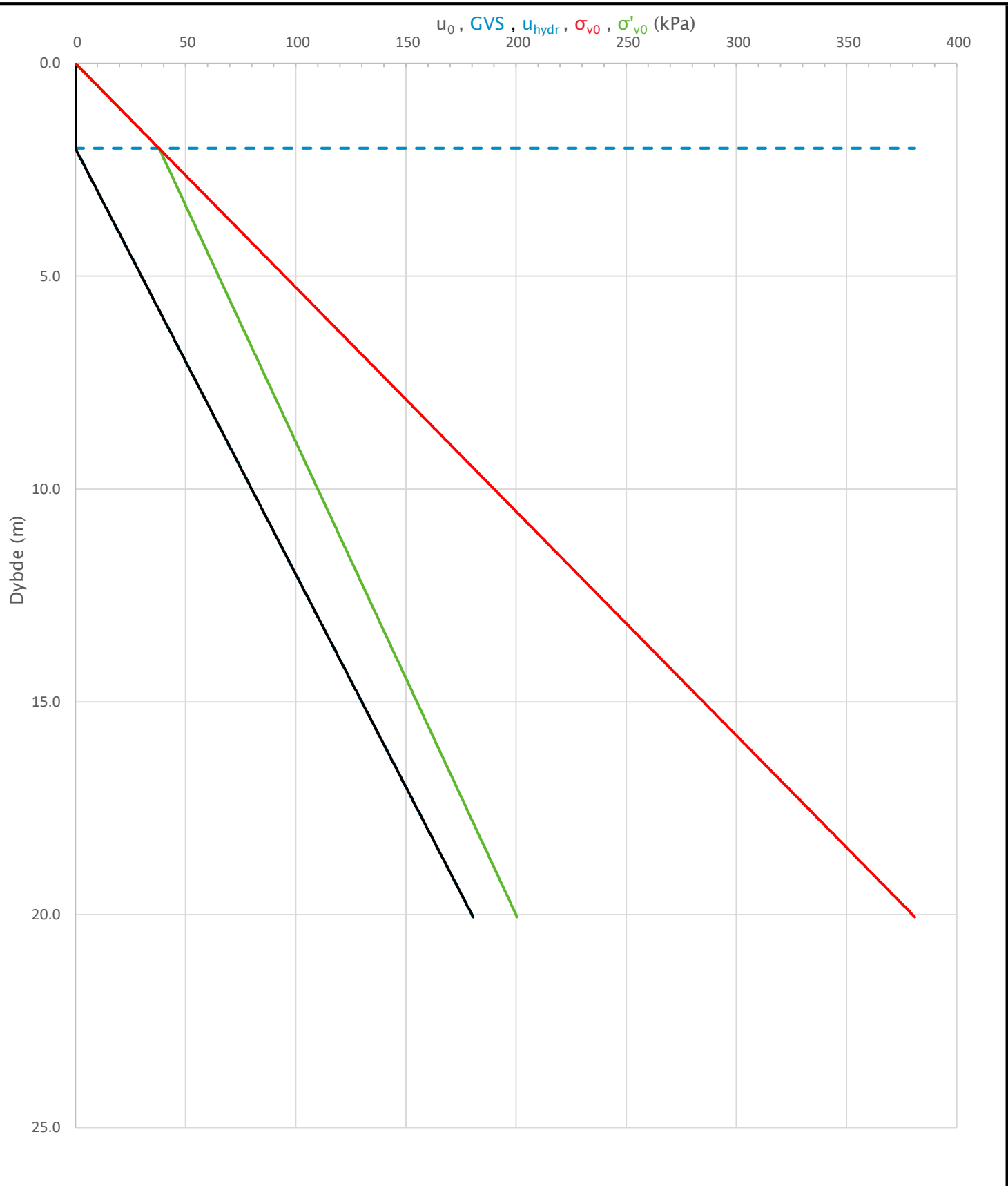


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21.7
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-3	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		24.04.2013	Rev. dato	5		

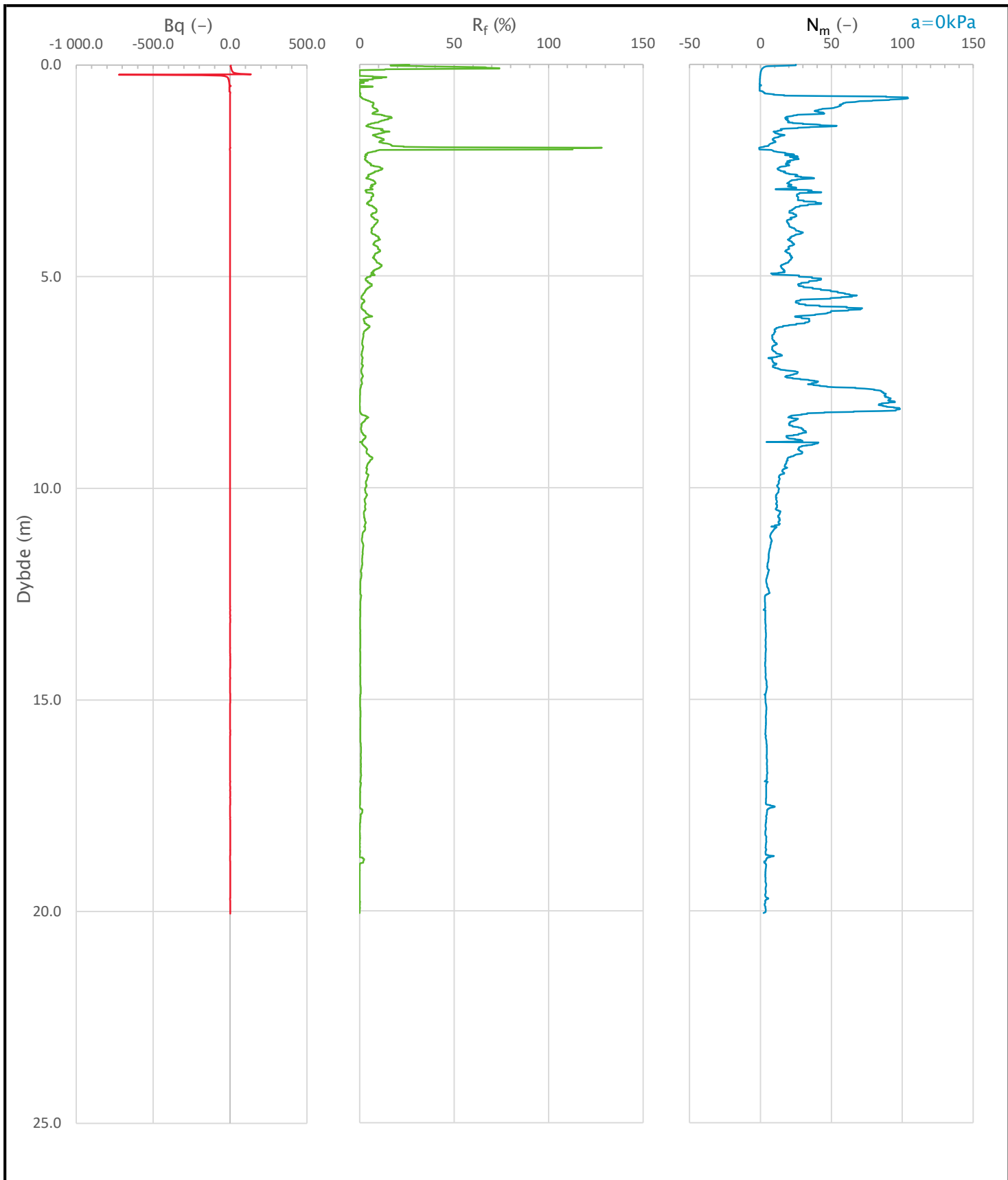


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21.7
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					NC-3	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					3949	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	24.04.2013	Rev. dato				
					8	

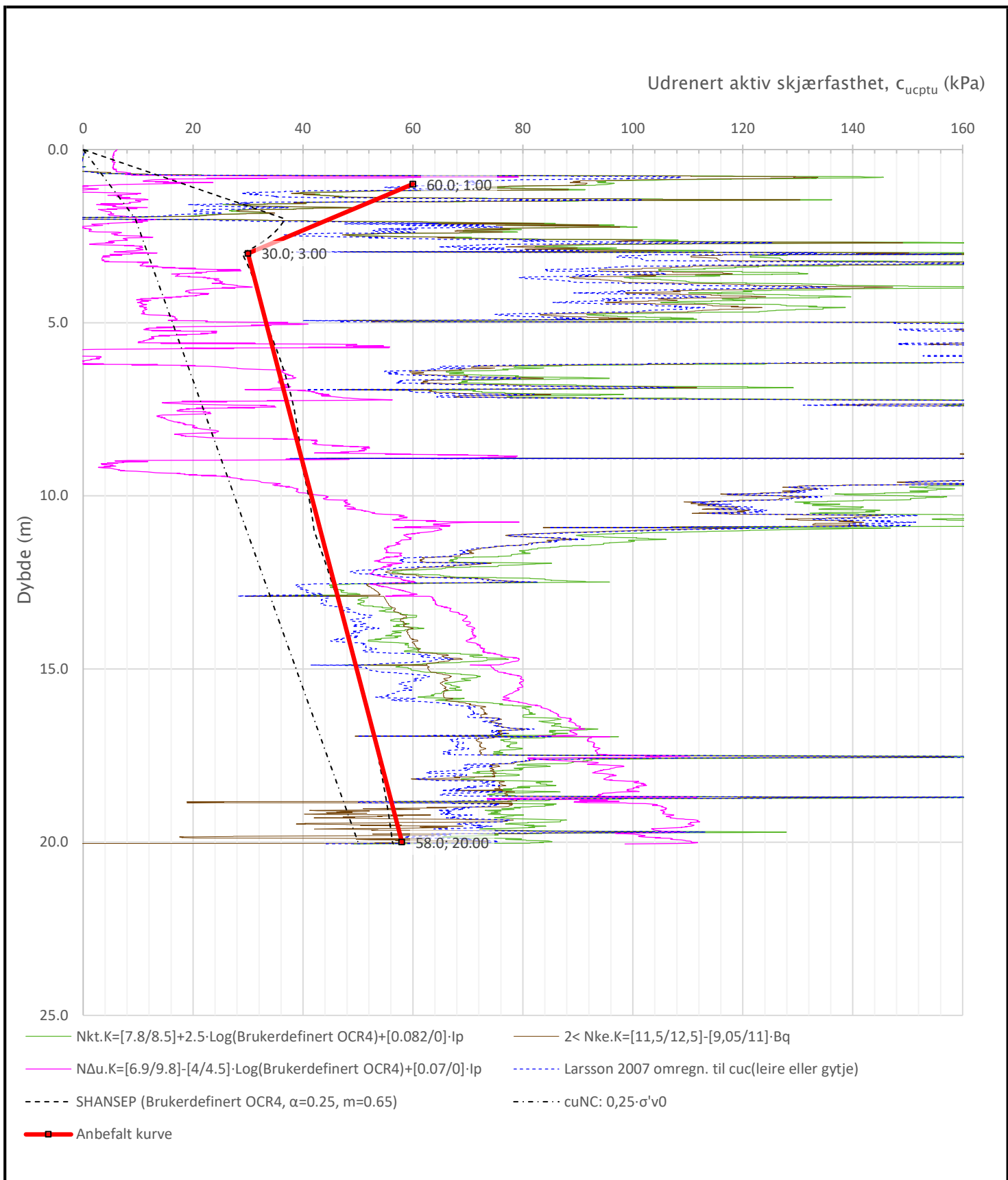
Sonde og utførelse						
Sondennummer	20856		Boreleder			
Type sonde	#N/A		Temperaturendring (°C)		#N/A	
Kalibreringsdato	#N/A		Maks helning (°)		0.0	
Dato sondering	06.11.2008		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal 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)	9702.0		129.0		410.0	
Registrert etter sondering (kPa)	136.0		3.0		-11.0	
Avvik under sondering(kPa)	136.0		3.0		11.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	9285.0		149.4		994.4	
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					N2-523	
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		



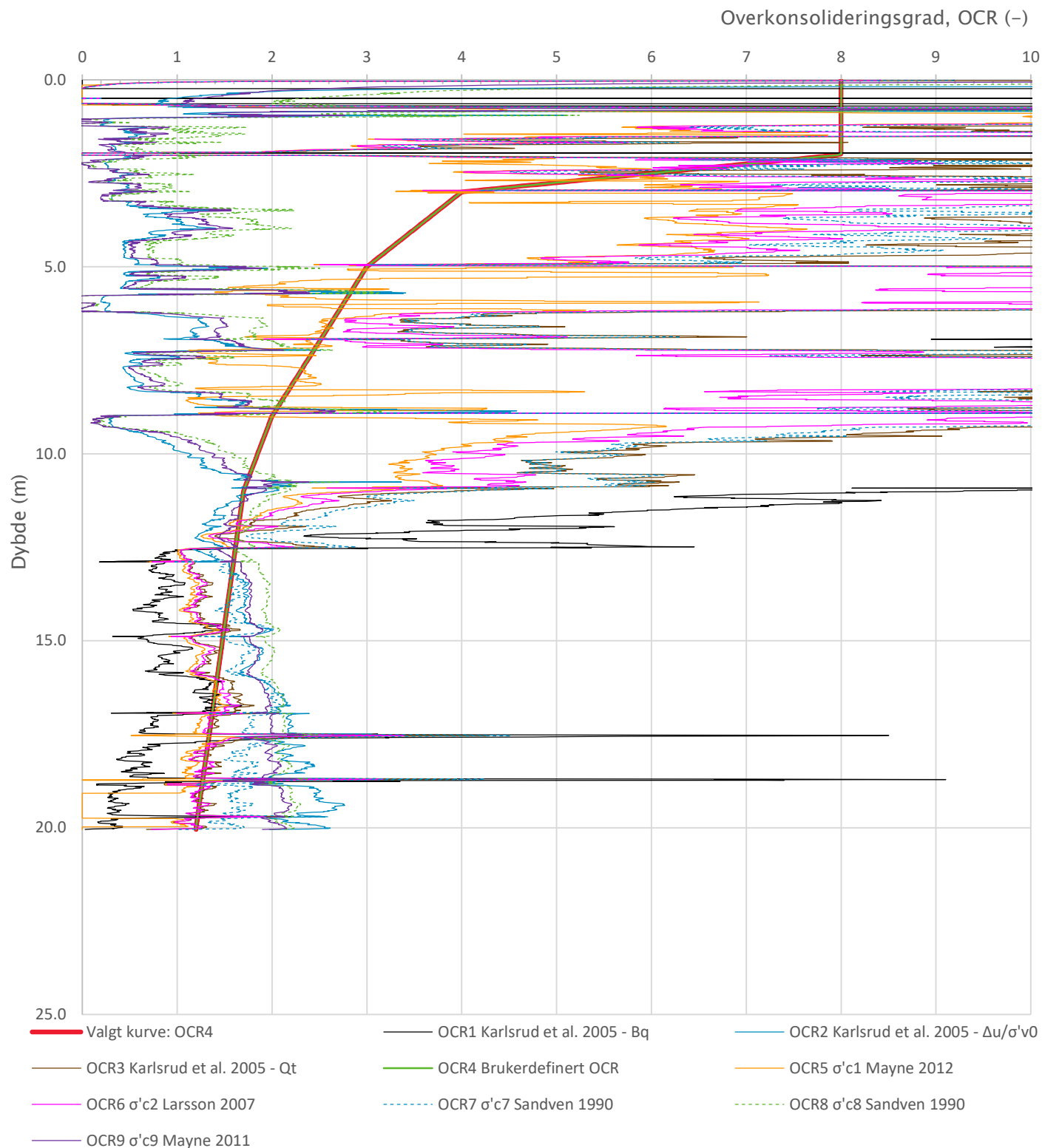
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-523
Innhold			Sondennummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			20856		
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		06.11.2008	Rev. dato	2	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-523
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	

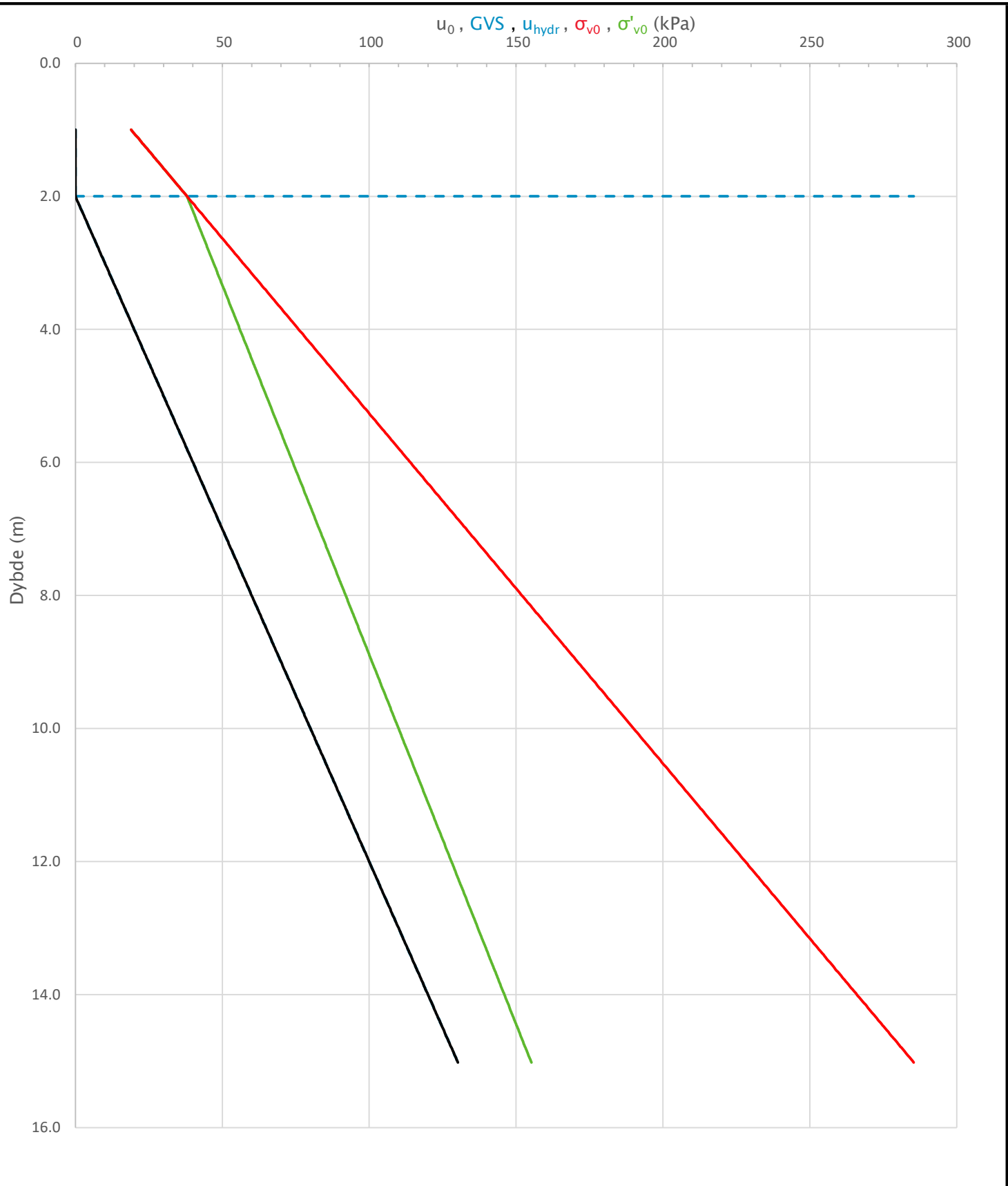


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-523
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					20856
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	06.11.2008		Rev. dato	5	

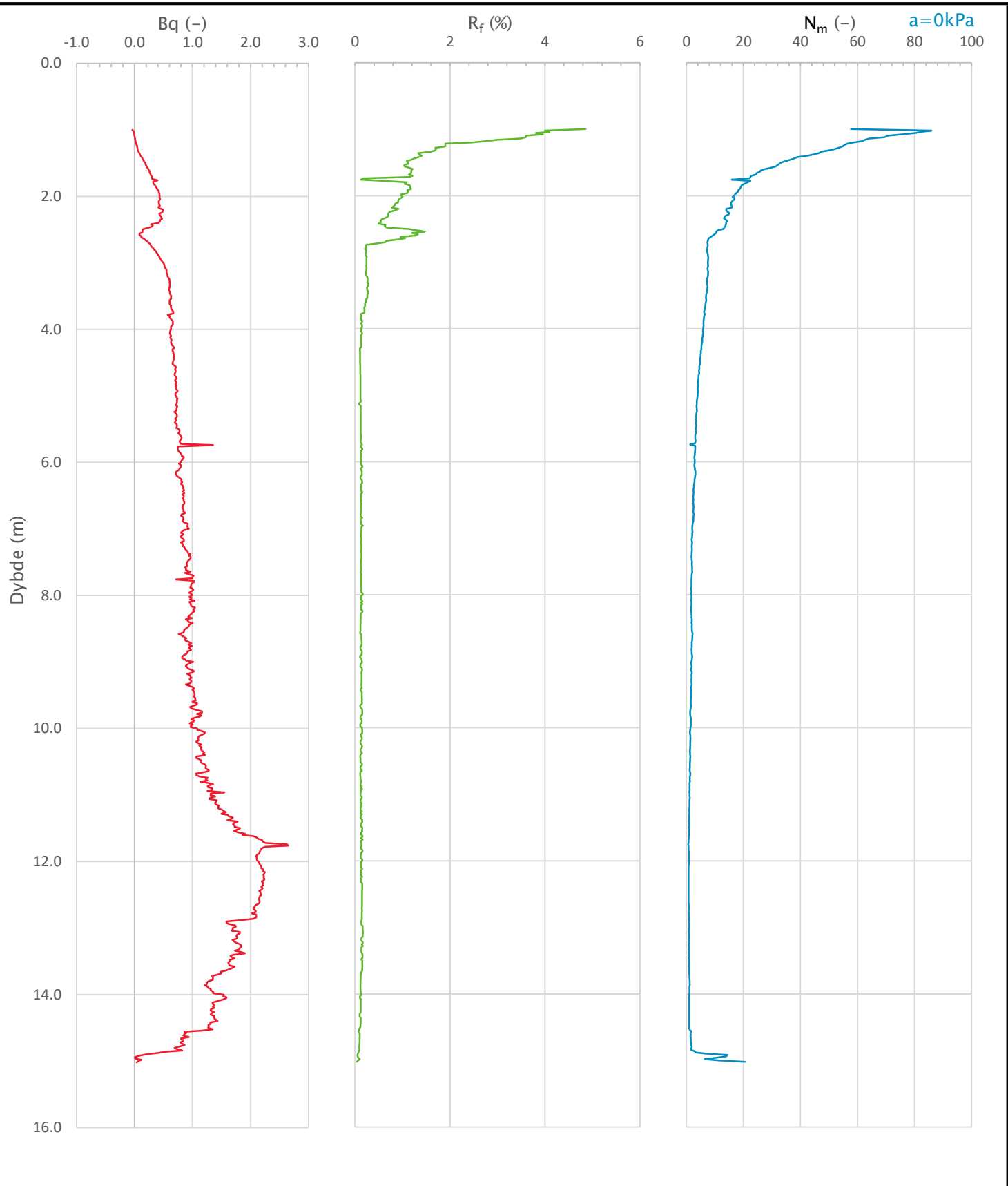


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					N2-523
Innhold					Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR					20856
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MML	GYe	HN		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
		06.11.2008	Rev. dato	8	

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4492		Boreleder		André	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		10.6	
Kalibreringsdato	02.02.2021		Maks helning (°)		2.1	
Dato sondering	25.05.2021		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5719		0.01		0.0225	
Arealforhold	0.8600		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	13.146		0.29		1.259	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	6889.9		123.3		276.7	
Registrert etter sondering (kPa)	16.0		0.2		0.0	
Avvik under sondering(kPa)	16.0		0.2		0.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	3.5		0.1		0.3	
Maksverdi under sondering (kPa)	3441.0		67.2		357.2	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	20.1	0.6	0.3	0.4	0.4	0.1
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 +23,05 R648-A2	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 4492	
	Utført JMV/MML		Kontrollert GYe		Godkjent HN	
	Divisjon		Dato sondering 25.05.2021		Revisjon Rev. dato	
					Anvend.klasse 1	
					Figur 1	



Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385		Borhull		Kote +23,05	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner						R648-A2			
Innhold				In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer			
						4492			
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1			
	JMV/MML	GYe	HN						
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		2			
		25.05.2021	Rev. dato						



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +23,05
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648-A2	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	25.05.2021	Rev. dato				
						4

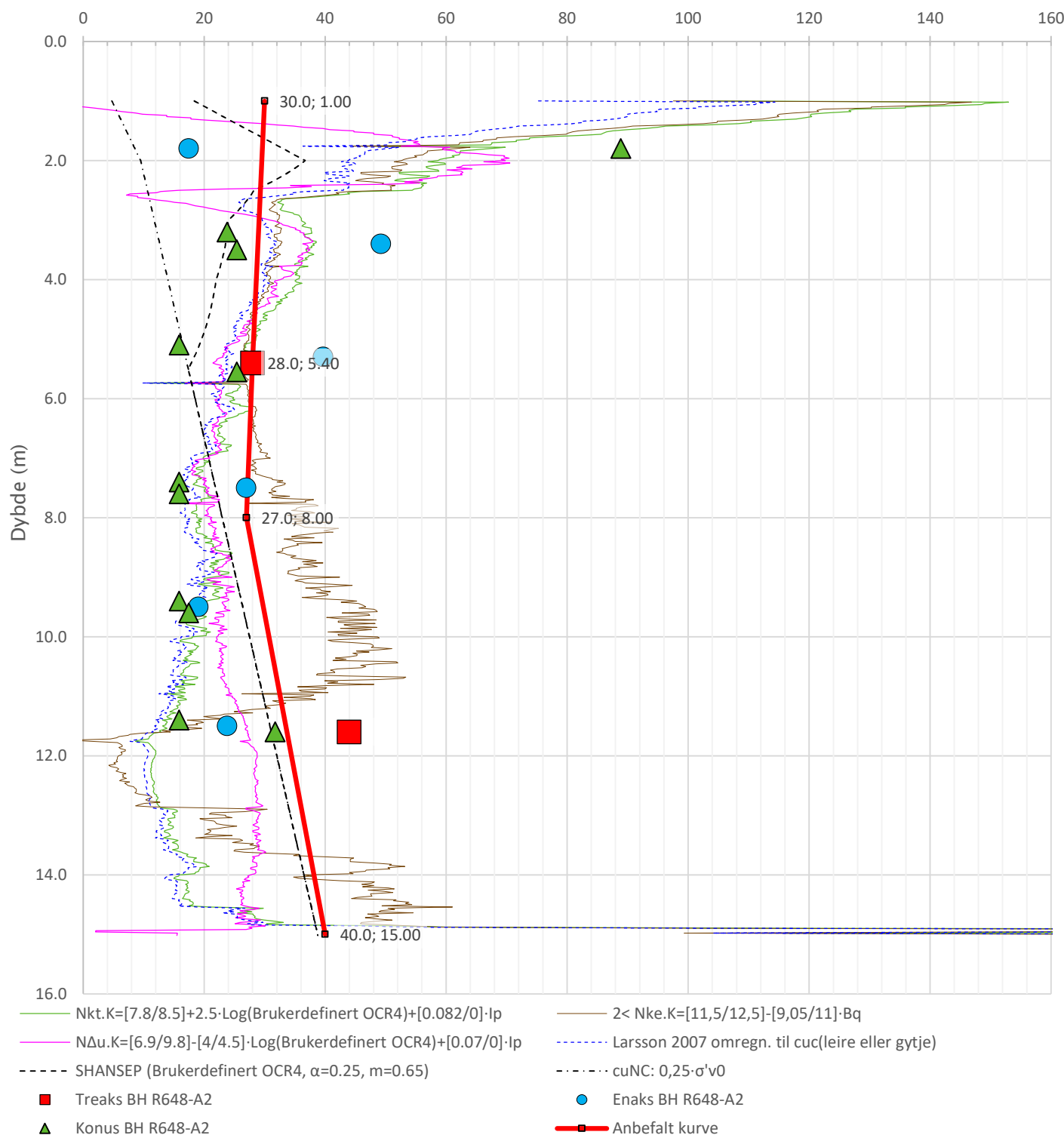
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH R648-A2: $c_u C / c_{ucptu} = 1.000$

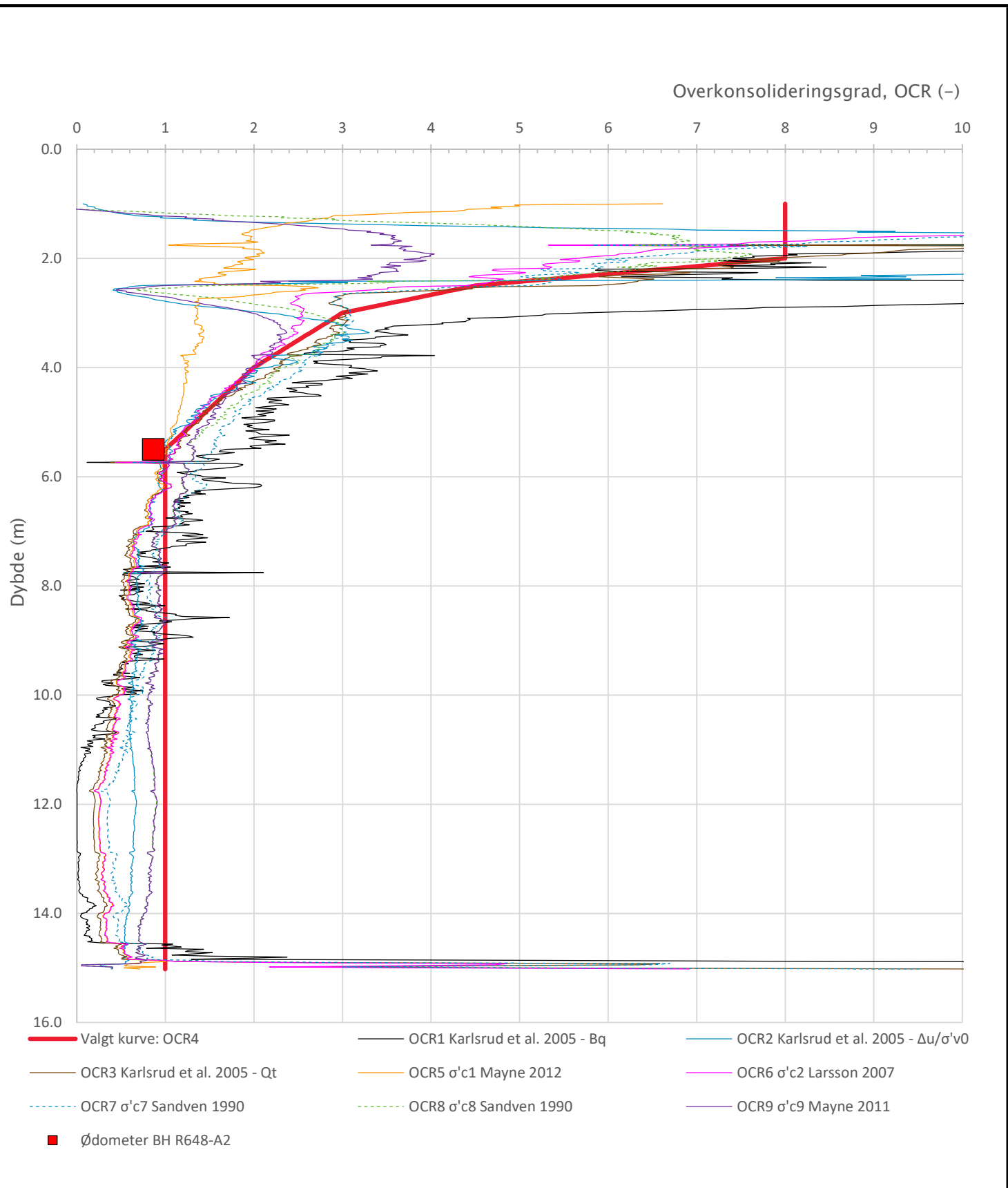
Enaks BH R648-A2: $c_{uc} / c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH R648-A2: $c_{fc} / c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

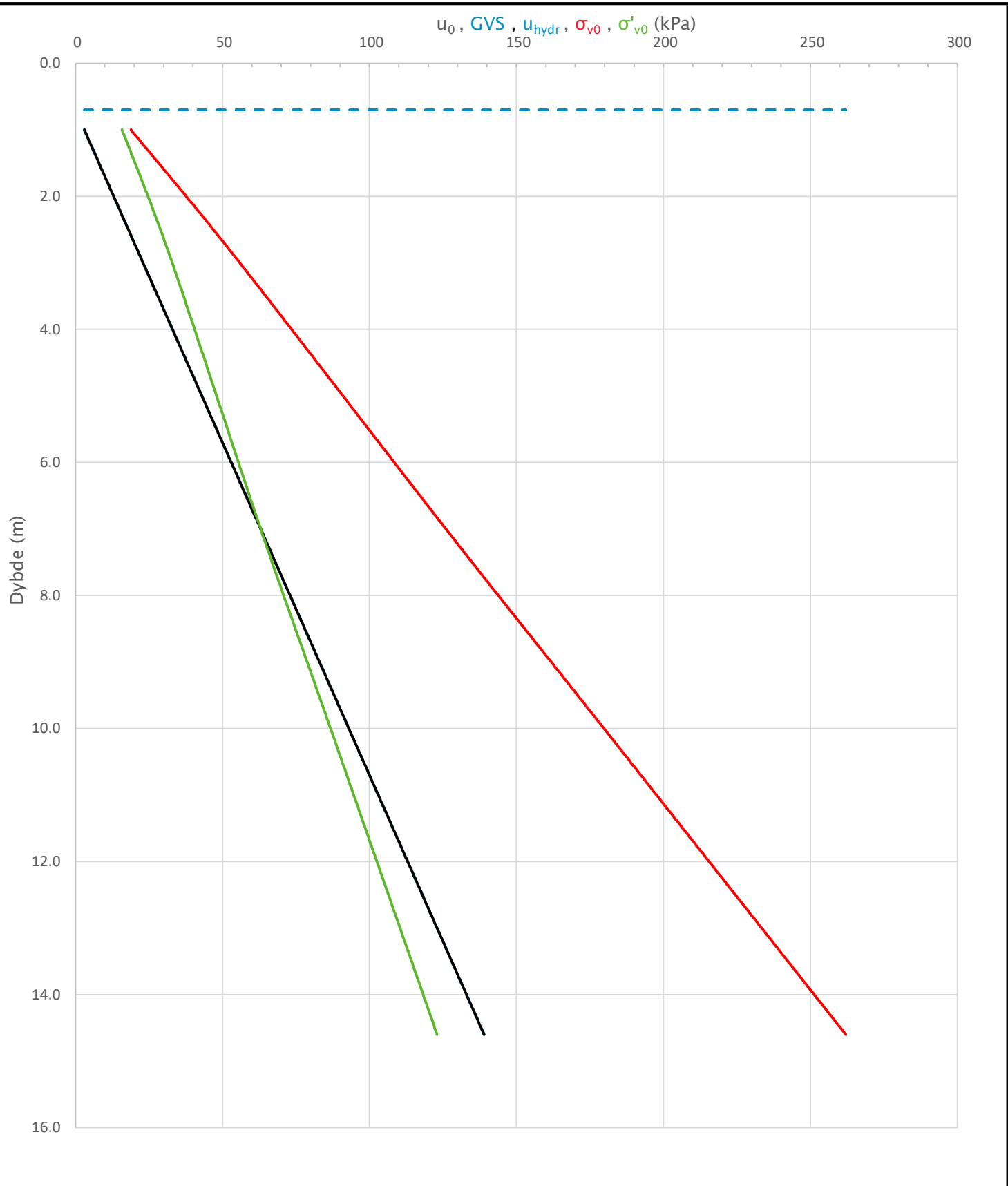


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +23,05
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648-A2	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		25.05.2021	Rev. dato	5		

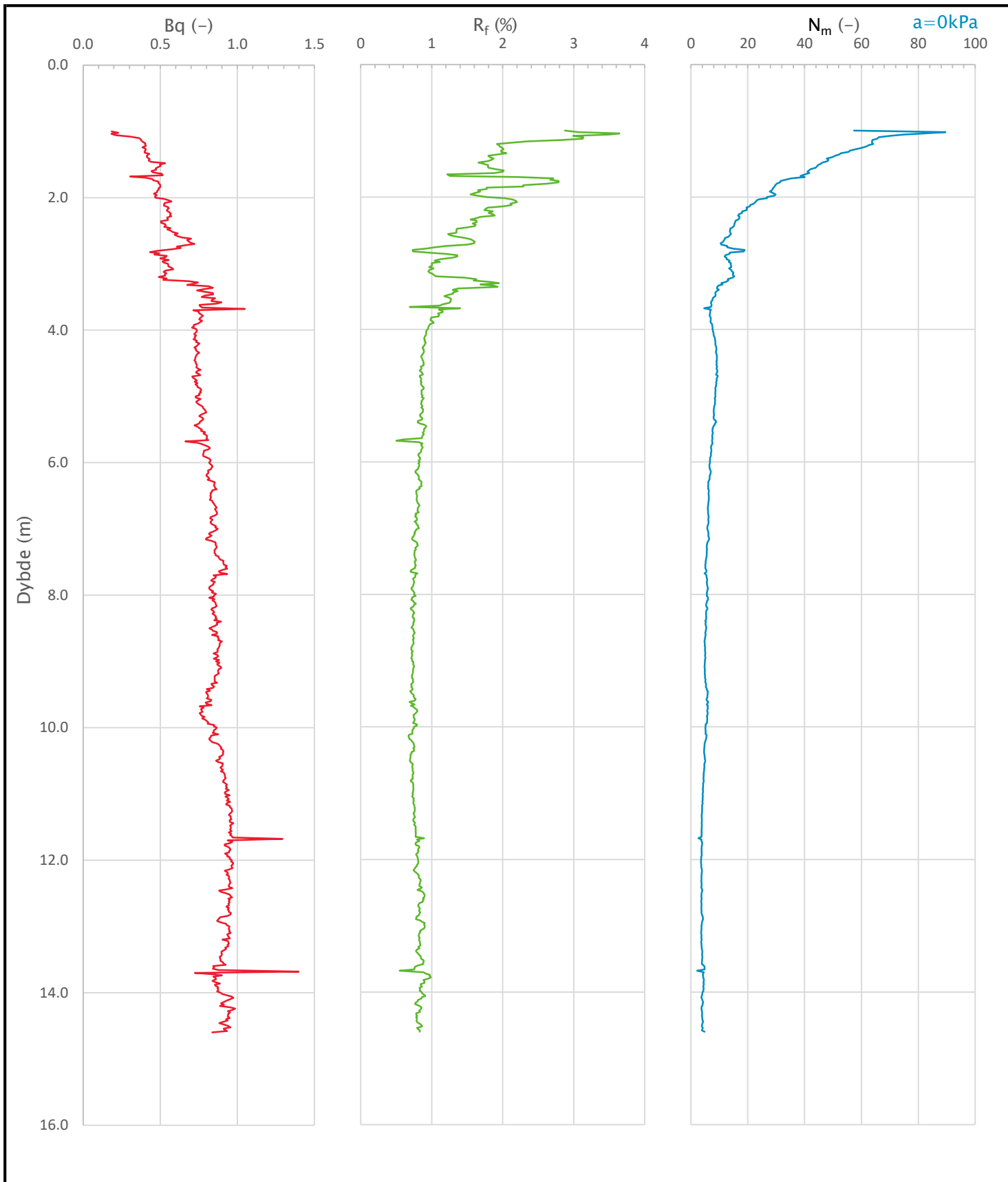


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +23,05
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648-A2	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		25.05.2021	Rev. dato	8		

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4554		Boreleder		ROZA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		2.4	
Kalibreringsdato	03.09.2022		Maks helning (°)		8.1	
Dato sondering	29.03.2023		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Spaltefilter					
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)	5971.5		126.5		386.0	
Registrert etter sondering (kPa)	-19.2		0.8		0.7	
Avvik under sondering(kPa)	19.2		0.8		0.7	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1.6		0.0		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	1405.6		49.1		636.3	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	21.3	1.5	0.8	1.7	0.8	0.1
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			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +21,4	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					A08	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4554	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	HR/MML		GYe		HN	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
			29.03.2023		Rev. dato	
					Anvend.klasse	
					1	
					Figur	
					1	



Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385		Borhull		Kote +21,4	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner						A08			
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			
		29.03.2023	Rev. dato						



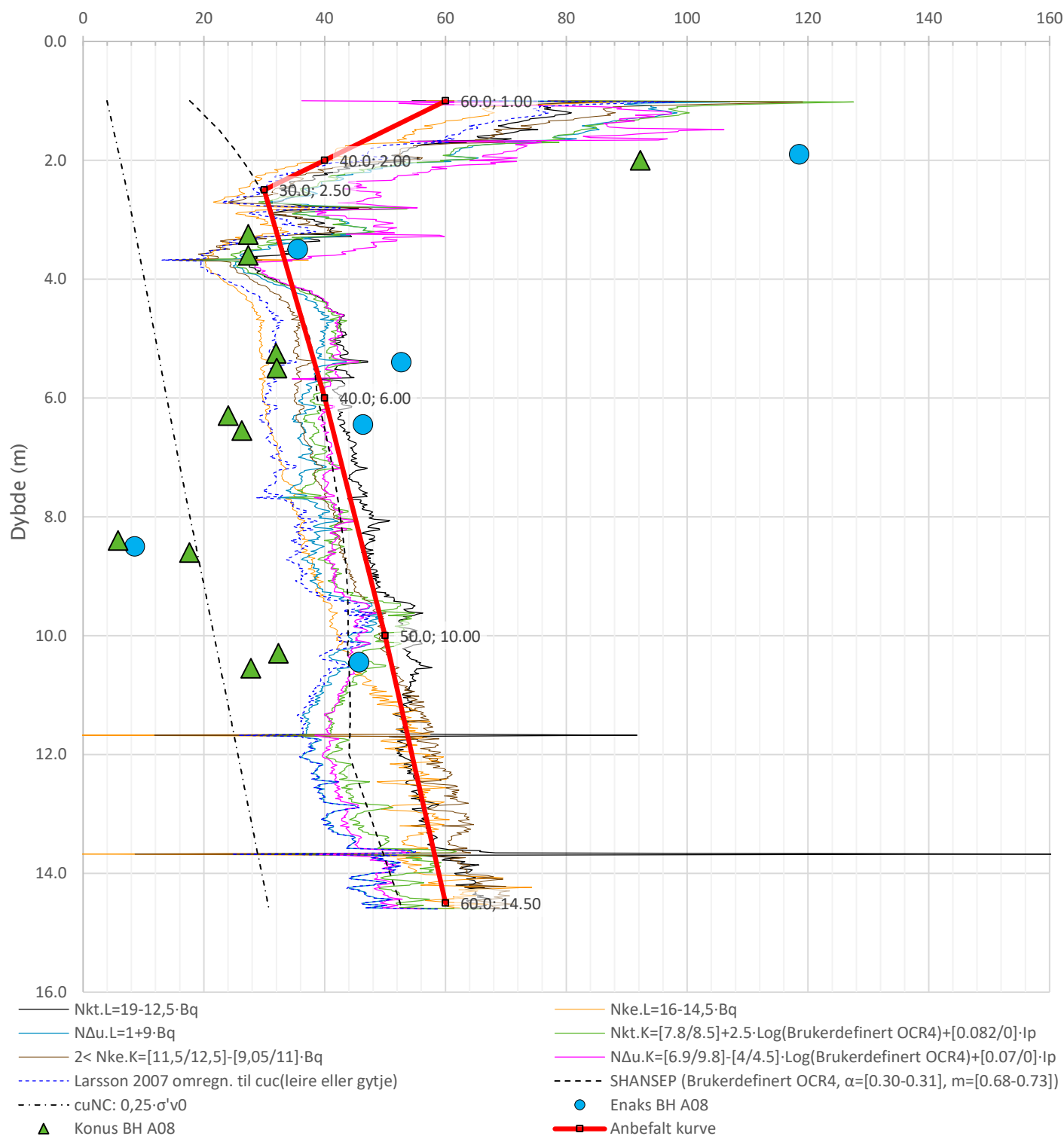
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21,4
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					A08	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		29.03.2023	Rev. dato	4		

Anisotropiforhold i figur:

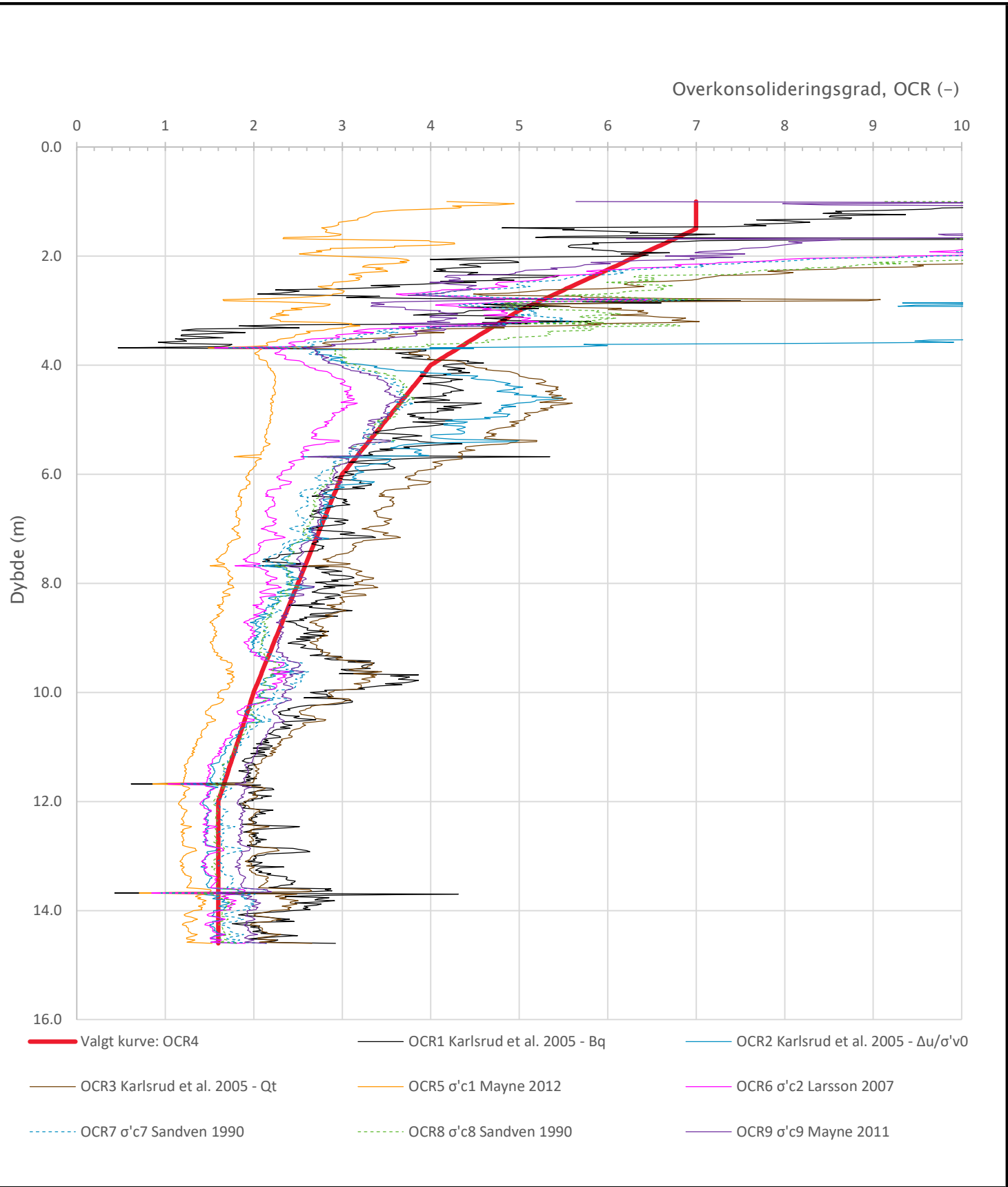
Enaks BH A08: c_{uc}/c_{ucptu} = var. (min:0.630 max:0.658)

Konus BH A08: c_{ufc}/c_{ucptu} = var. (min:0.630 max:0.660)

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

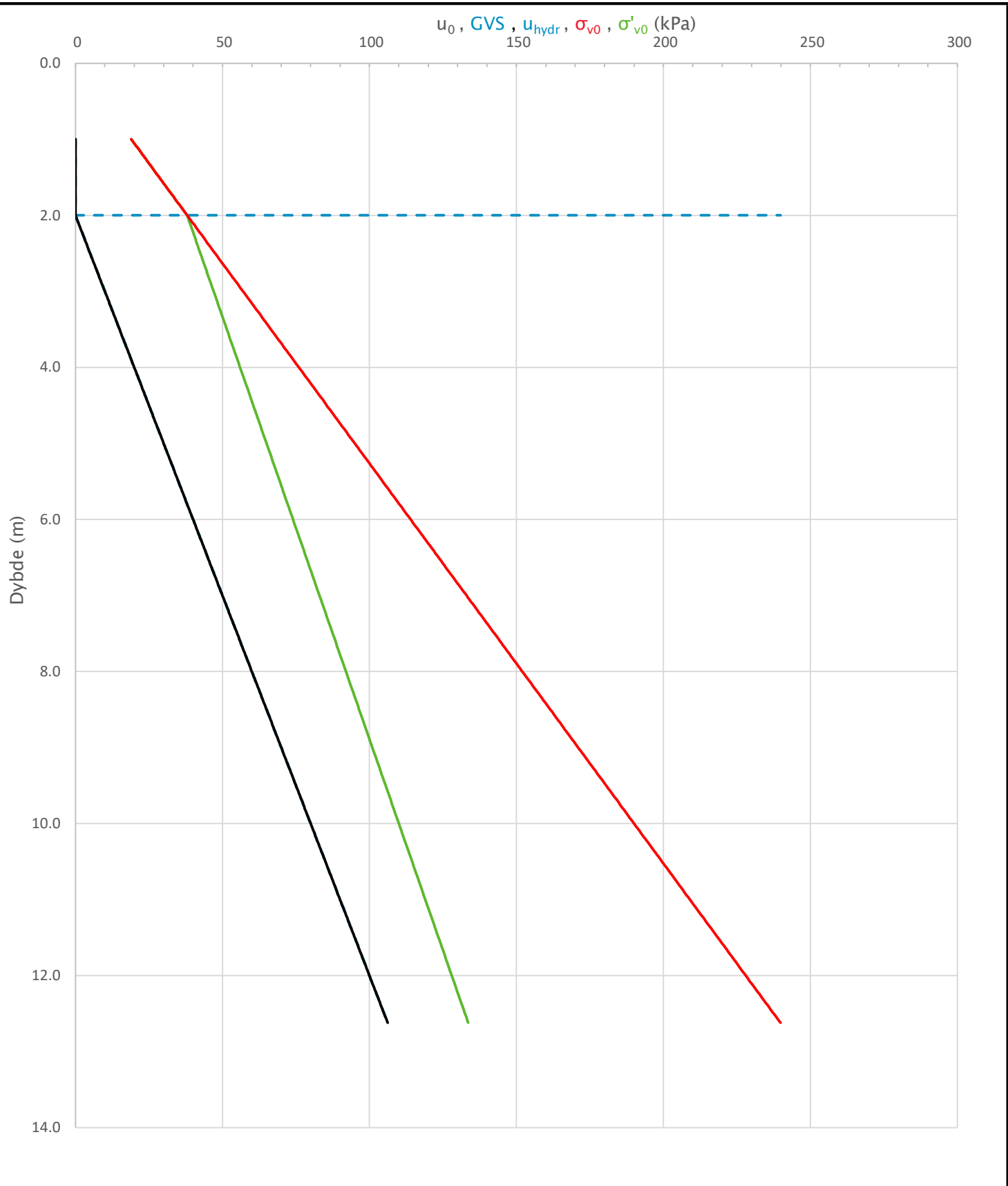


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +21,4
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					A08	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4554	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	HR/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		29.03.2023	Rev. dato	5		

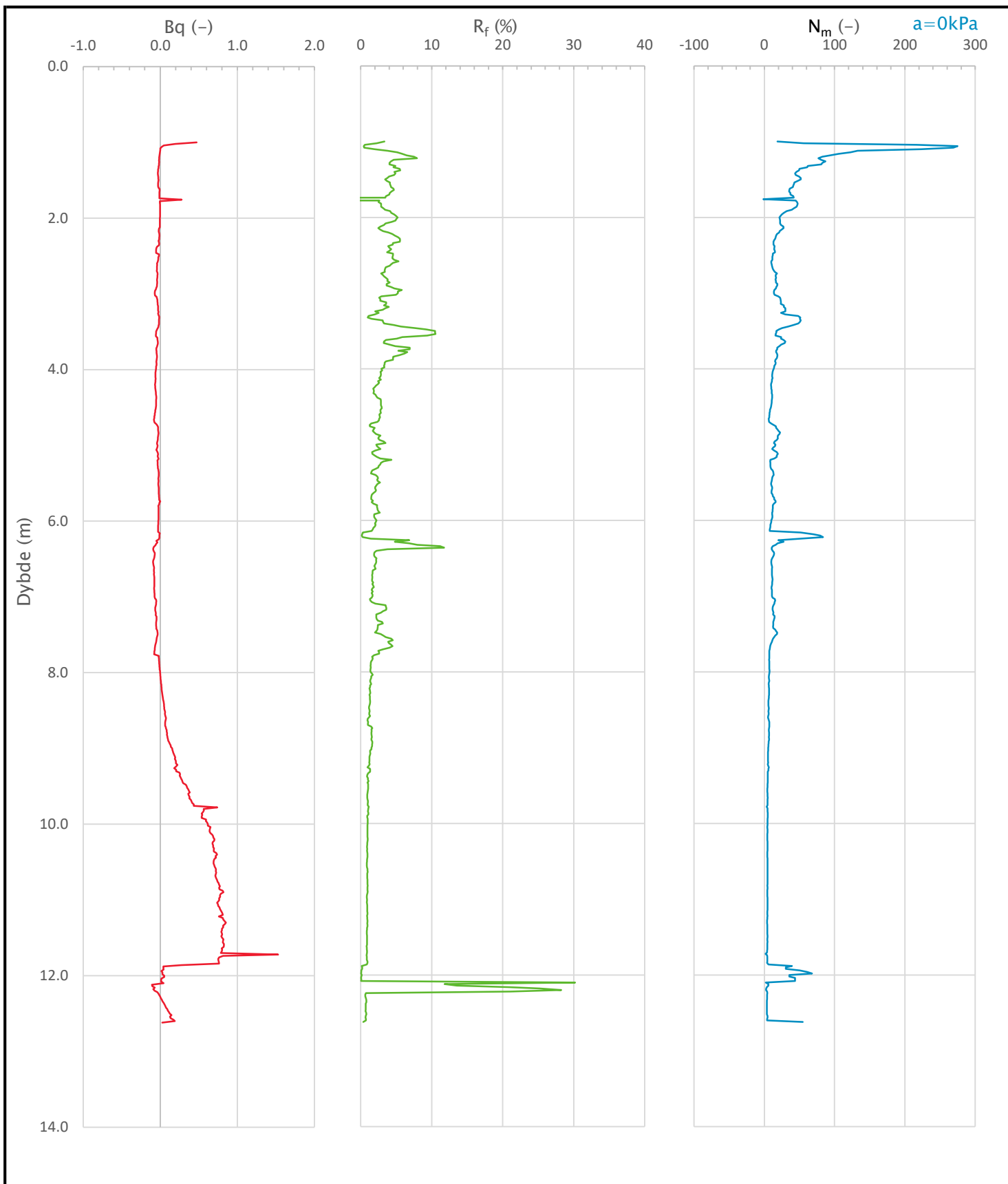


Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385		Borhull		Kote +21,4	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner						A08			
Innhold						Sondennummer			
Overkonsolideringsgrad, OCR						4554			
	Utført		Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse		1
	HR/MML		GYe		HN				
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon		Figur		8
		29.03.2023		Rev. dato					

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4492		Boreleder		André	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		7.1	
Kalibreringsdato	02.02.2021		Maks helning (°)		10.1	
Dato sondering	25.05.2021		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5719		0.01		0.0225	
Arealforhold	0.8600		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	13.146		0.29		1.259	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	6906.5		123.3		277.0	
Registrert etter sondering (kPa)	-9.7		0.4		-2.5	
Avvik under sondering(kPa)	9.7		0.4		2.5	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2.3		0.1		0.2	
Maksverdi under sondering (kPa)	8835.1		149.5		531.0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	12.6	0.1	0.5	0.3	2.7	0.5
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			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +11.64	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648-A11	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4492	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	JMV/MML		GYe		HN	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
			25.05.2021		Rev. dato	
					Anvend.klasse	
					1	
					Figur	
					1	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +11.64
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648–A11	
Innhold			Sondennummer		4492	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	JMV/MML	GYe	HN		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
		25.05.2021	Rev. dato		2	



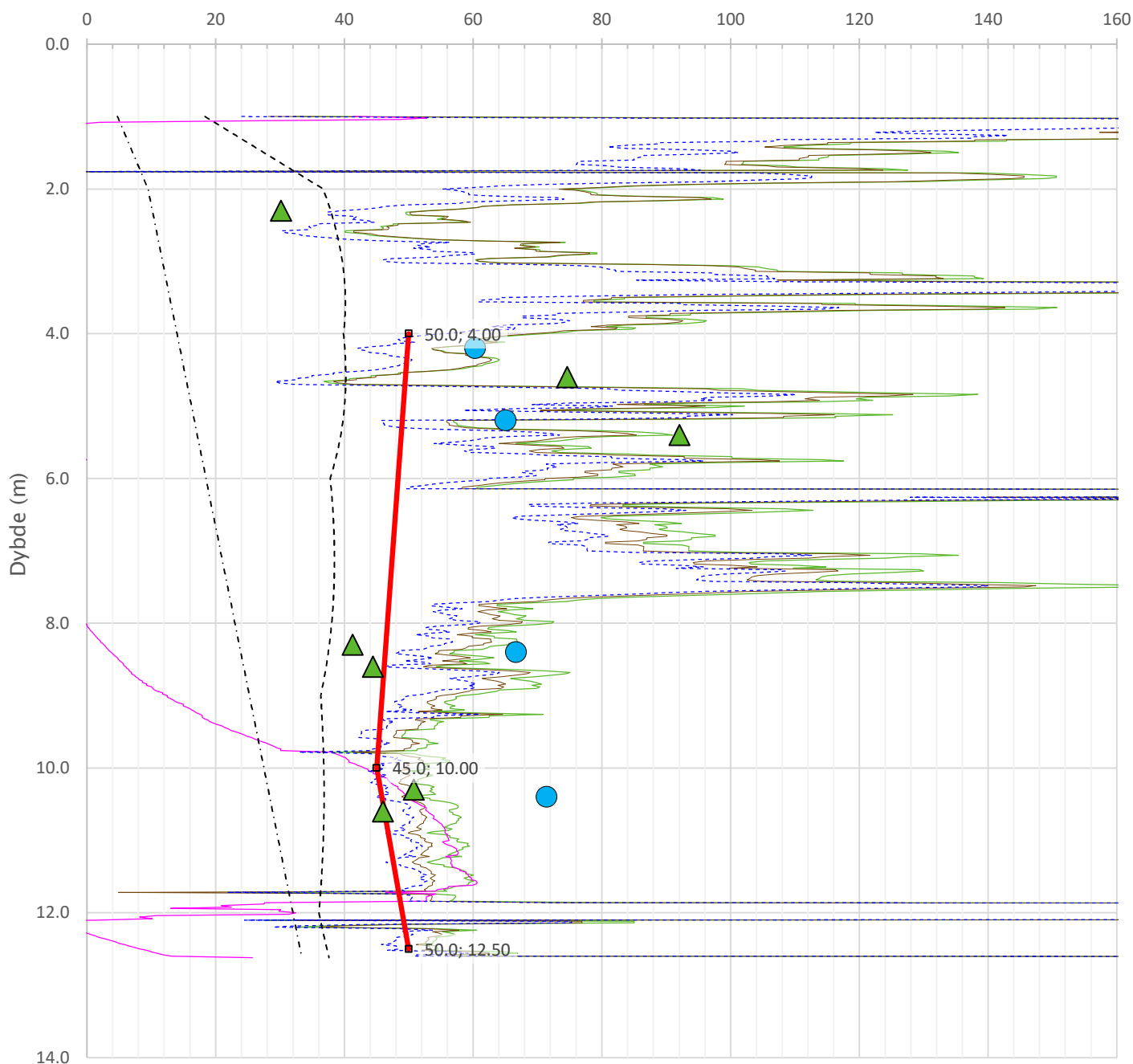
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +11.64
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648–A11	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		25.05.2021	Rev. dato	4		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH R648-A11: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH R648-A11: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



— Nkt.K=[7.8/8.5]+2.5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.082/0]·Ip

— NΔu.K=[6.9/9.8]-[4/4.5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.07/0]·Ip

----- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=0.25$, $m=0.65$)

● Enaks BH R648-A11

— Anbefalt kurve

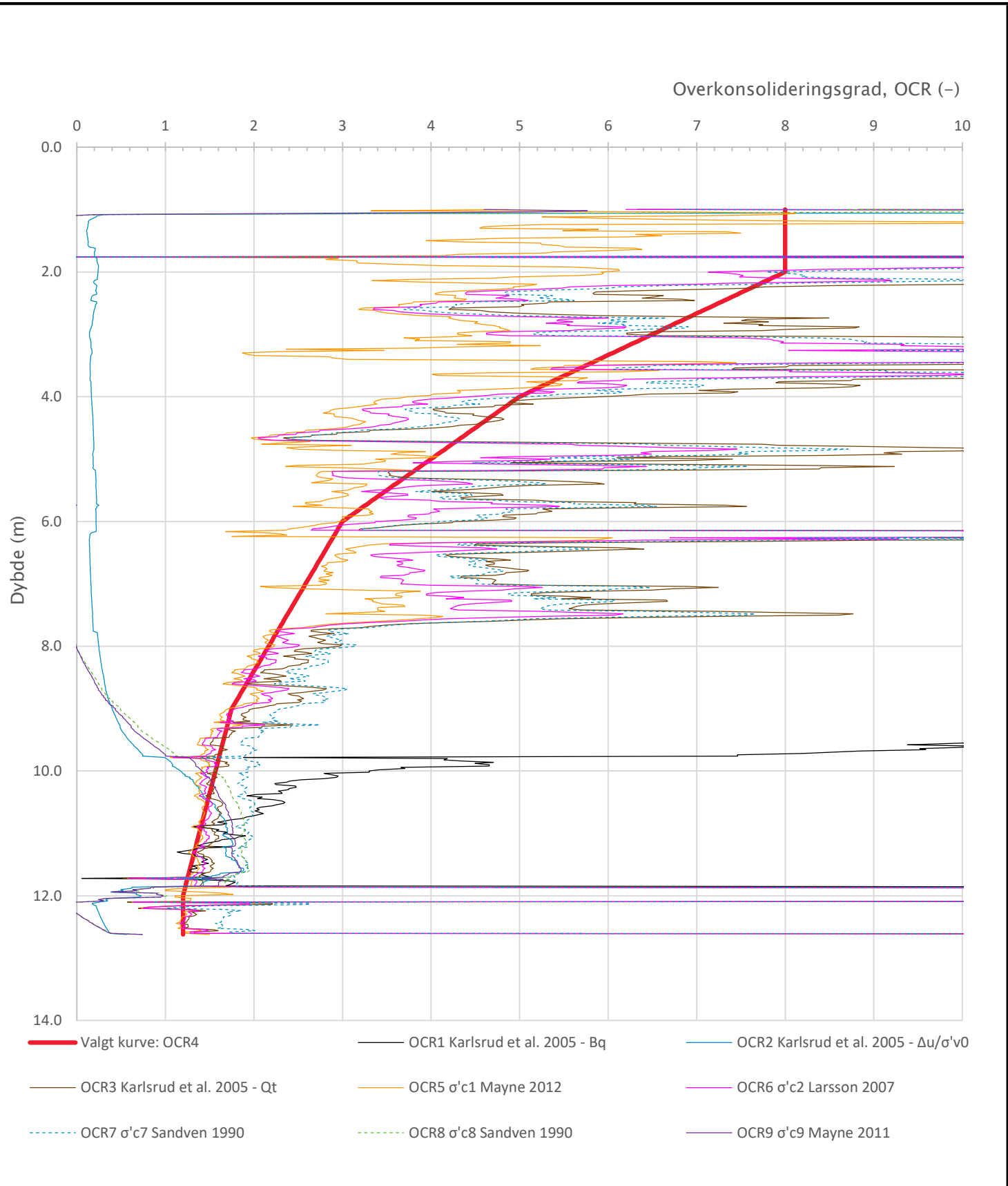
— 2 < Nke.K=[11.5/12.5]-[9.05/11]·Bq

--- Larsson 2007 omregn. til c_{uc} (leire eller gytje)

--- cuNC: $0.25 \cdot \sigma'_{v0}$

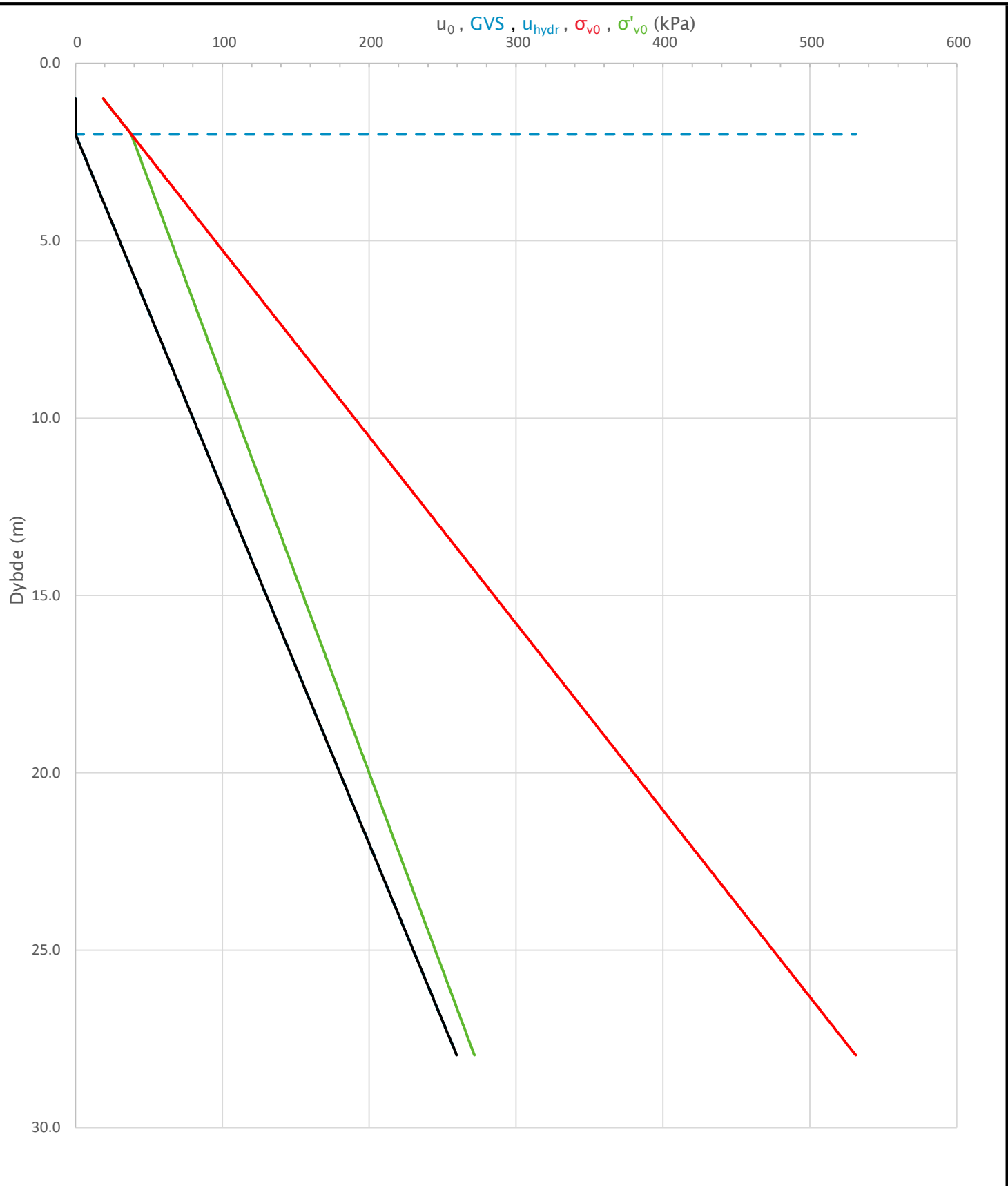
▲ Konus BH R648-A11

Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +11.64
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648–A11	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		25.05.2021	Rev. dato	5		

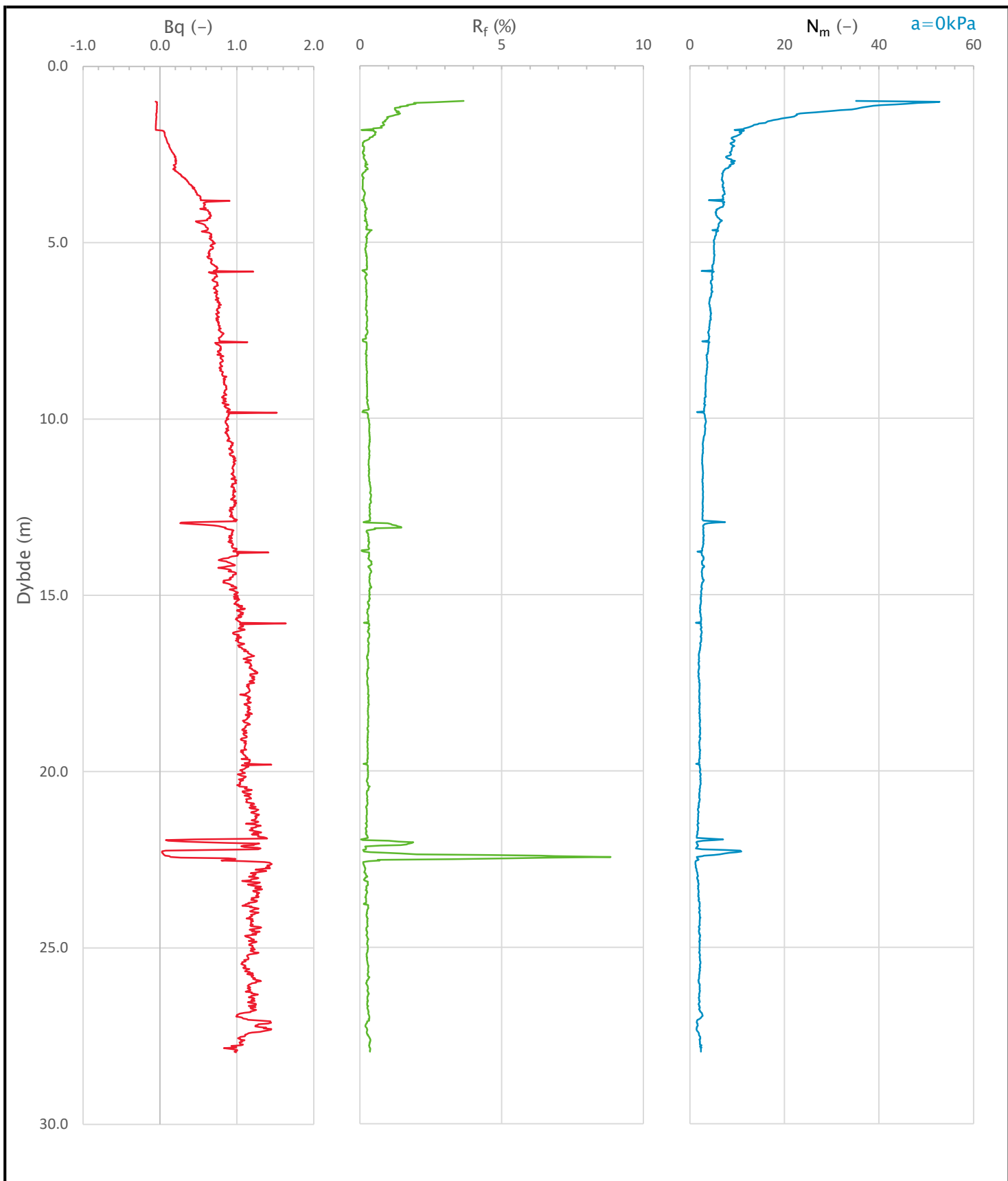


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +11.64
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648-A11	
Innhold			Sondennummer			
Overkonsolideringsgrad, OCR					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	1
	JMV/MML	GYe	HN			
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur		8
	25.05.2021		Rev. dato			

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4492		Boreleder		André	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		5.9	
Kalibreringsdato	02.02.2021		Maks helning (°)		2.7	
Dato sondering	26.05.2021		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5719		0.01		0.0225	
Arealforhold	0.8600		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	13.146		0.29		1.259	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	6891.1		123.7		275.6	
Registrert etter sondering (kPa)	9.1		0.0		-0.8	
Avvik under sondering(kPa)	9.1		0.0		0.8	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1.9		0.0		0.2	
Maksverdi under sondering (kPa)	2790.5		70.0		950.9	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	11.6	0.4	0.1	0.1	1.0	0.1
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 +22,87	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648-A1	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		26.05.2021	Rev. dato	1		



Prosjekt				Prosjektnummer: D0083385		Borhull		Kote +22,87	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner						R648-A1			
Innhold						Sondennummer			
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						4492			
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1			
	JMV/MML	GYe	HN						
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		2			
		26.05.2021	Rev. dato						



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22,87
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648–A1	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	26.05.2021	Rev. dato				
4						

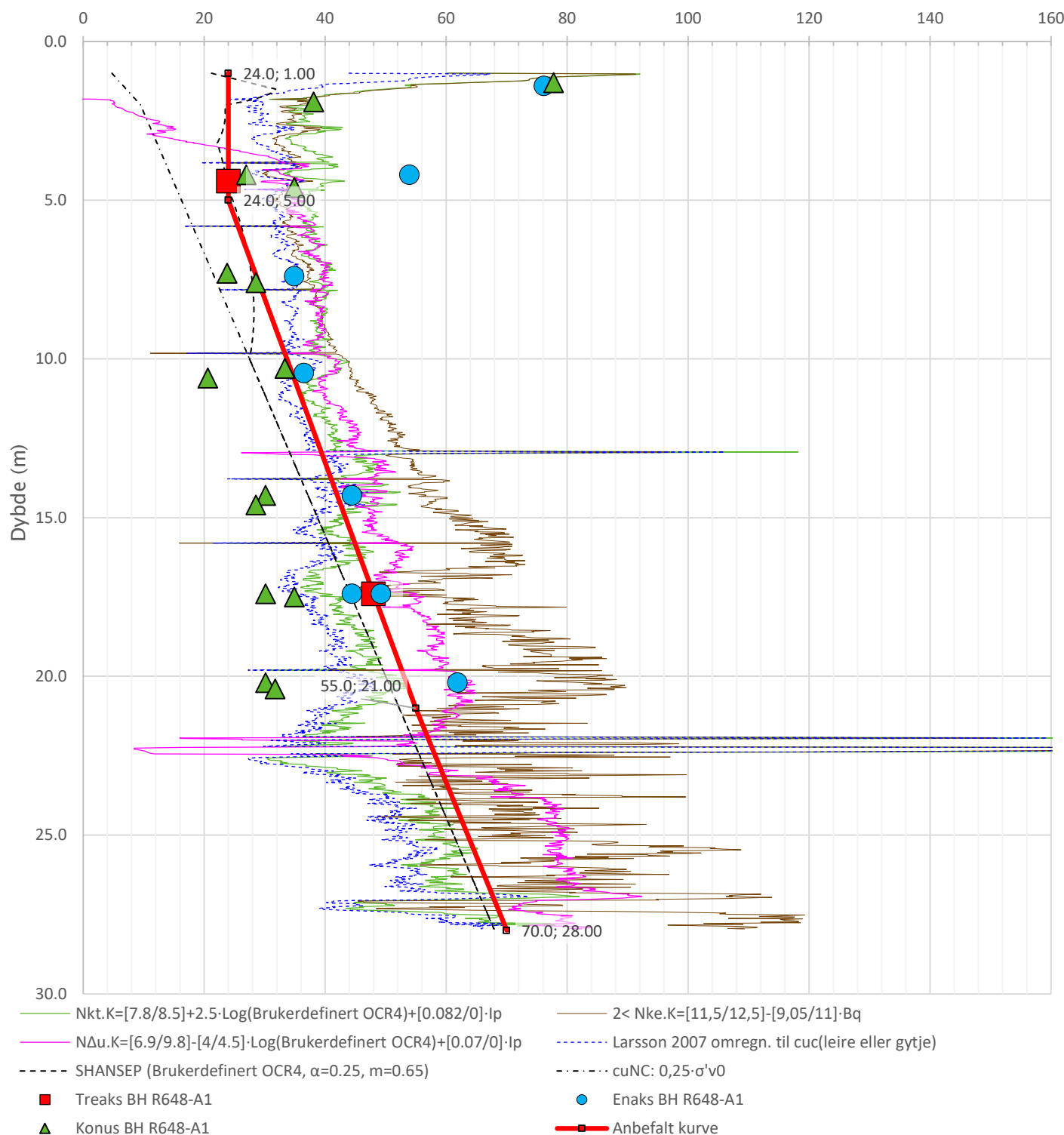
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH R648-A1: $c_u c / c_{ucptu} = 1.000$

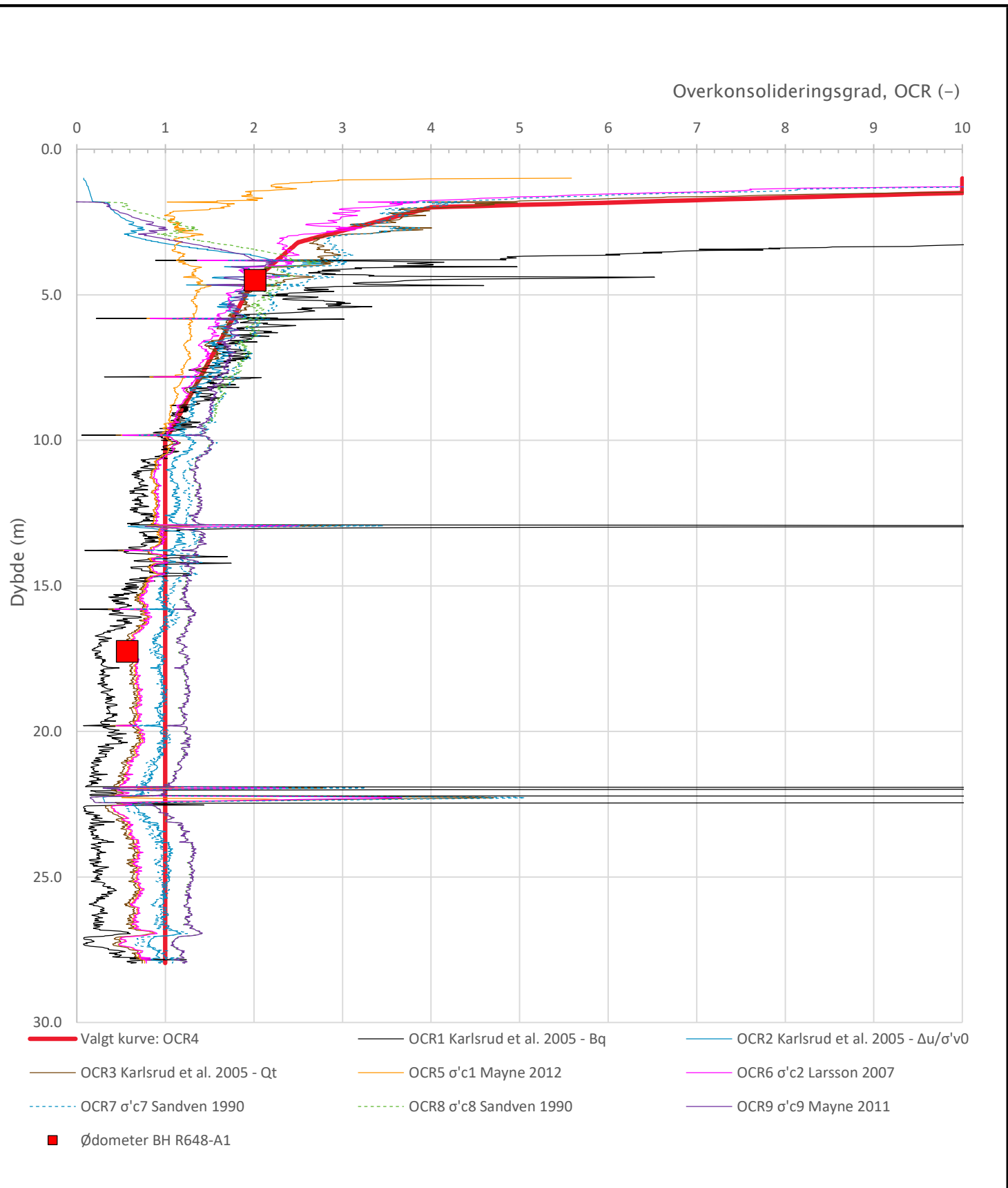
Enaks BH R648-A1: $c_{uc} / c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH R648-A1: $c_{ufc} / c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

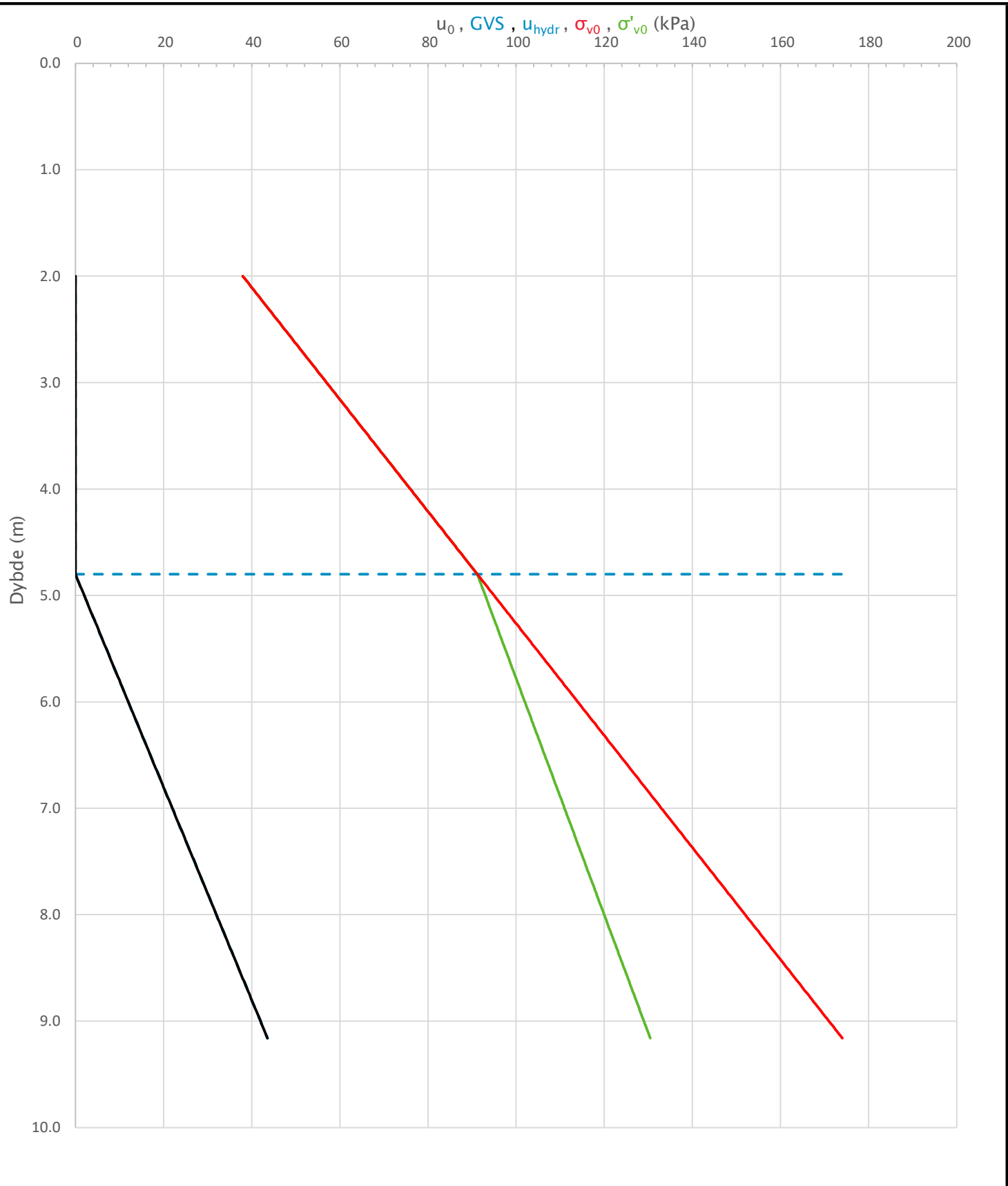


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22,87
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648-A1	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1
	JMV/MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		5
	26.05.2021	Rev. dato				

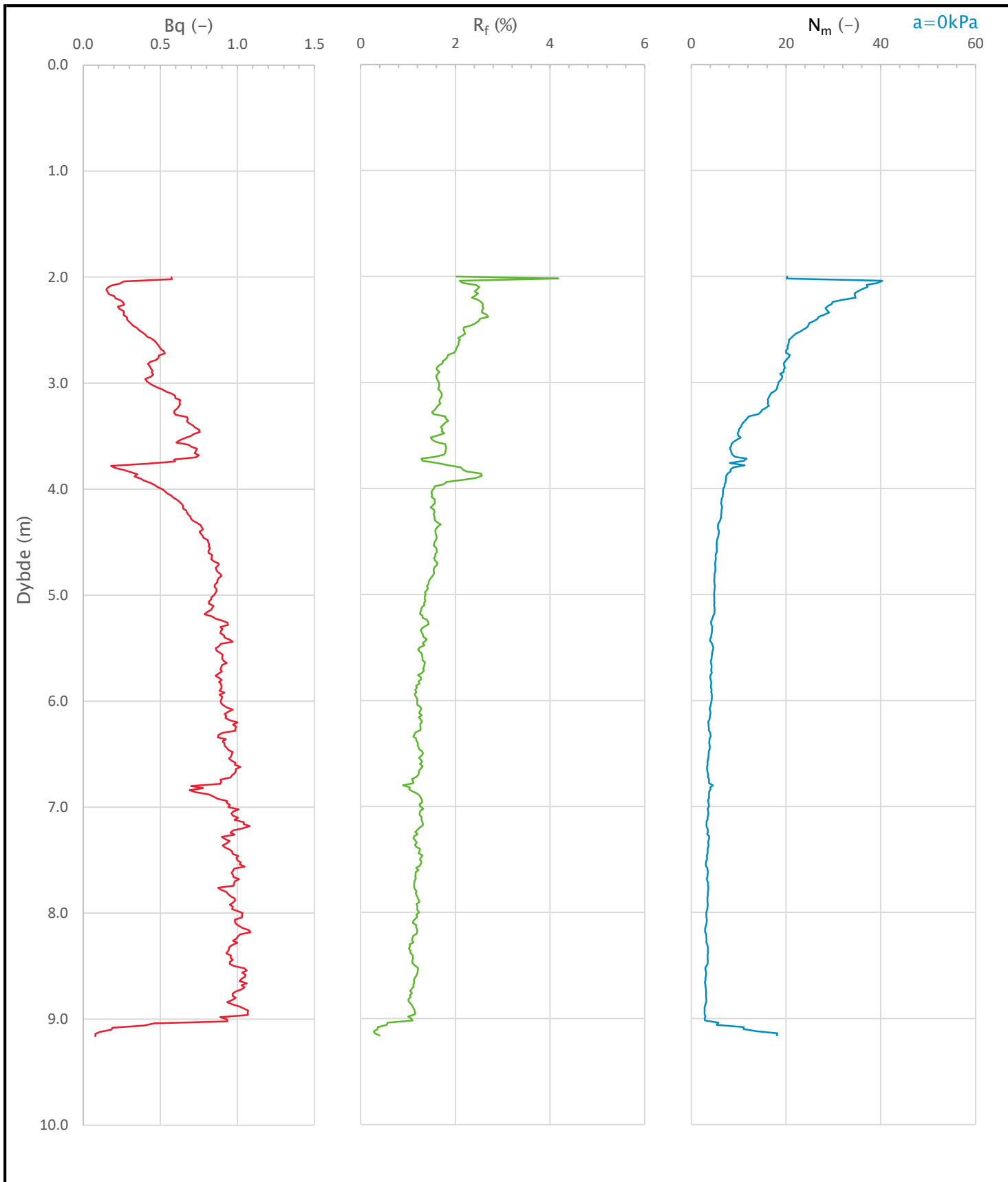


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22,87
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					R648-A1	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					4492	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		26.05.2021	Rev. dato	8		

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5342		Boreleder		lars	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		4.5	
Kalibreringsdato	26.03.2019		Maks helning (°)		6.2	
Dato sondering	11.02.2022		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	100		1		2	
Måleområde (MPa)	100		1		2	
Skaleringsfaktor	840		4314		3997	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.9083		0.0088		0.0191	
Arealforhold	0.8510		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	24.508		0.397		0.801	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	11219.9		108.6		235.5	
Registrert etter sondering (kPa)	-15.4		0.1		-3.0	
Avvik under sondering(kPa)	15.4		0.1		3.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2.8		0.0		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	2498.8		38.3		621.5	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	19.1	0.8	0.2	0.4	3.1	0.5
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			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +26,25	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					11-2	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5342	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	JMV/MML		GYe		HN	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
			11.02.2022		Rev. dato	
					Anvend.klasse	
					1	
					Figur	
					1	



Prosjekt Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner			Prosjektnummer: D0083385 Borhull Kote +26,25	
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			Sondennummer 5342	
AFRY	Utført JMV/MML	Kontrollert GYe	Godkjent HN	Anvend.klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 11.02.2022	Revisjon Rev. dato	Figur 2



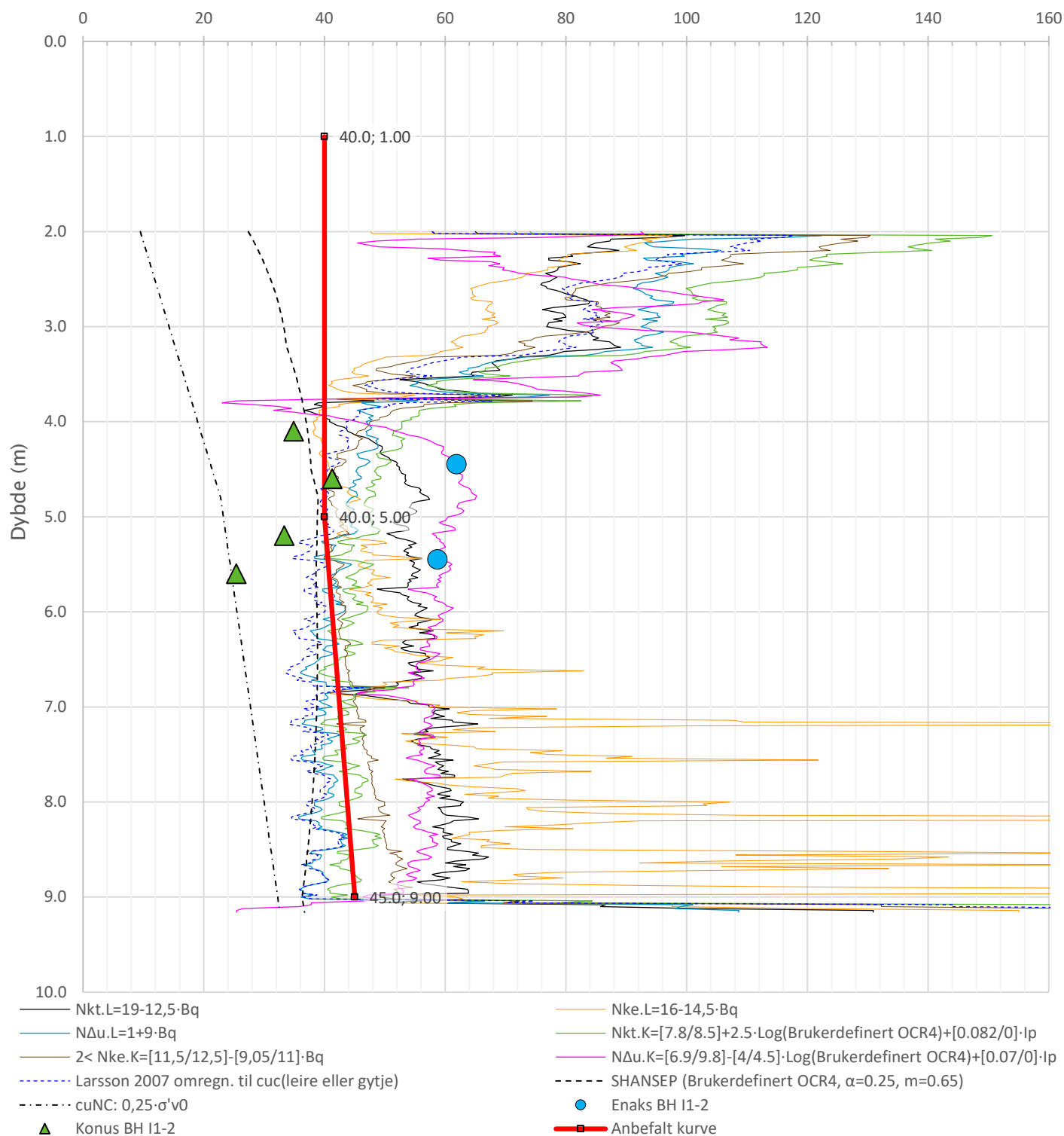
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +26,25
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					11-2	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		11.02.2022	Rev. dato	4		

Anisotropiforhold i figur:

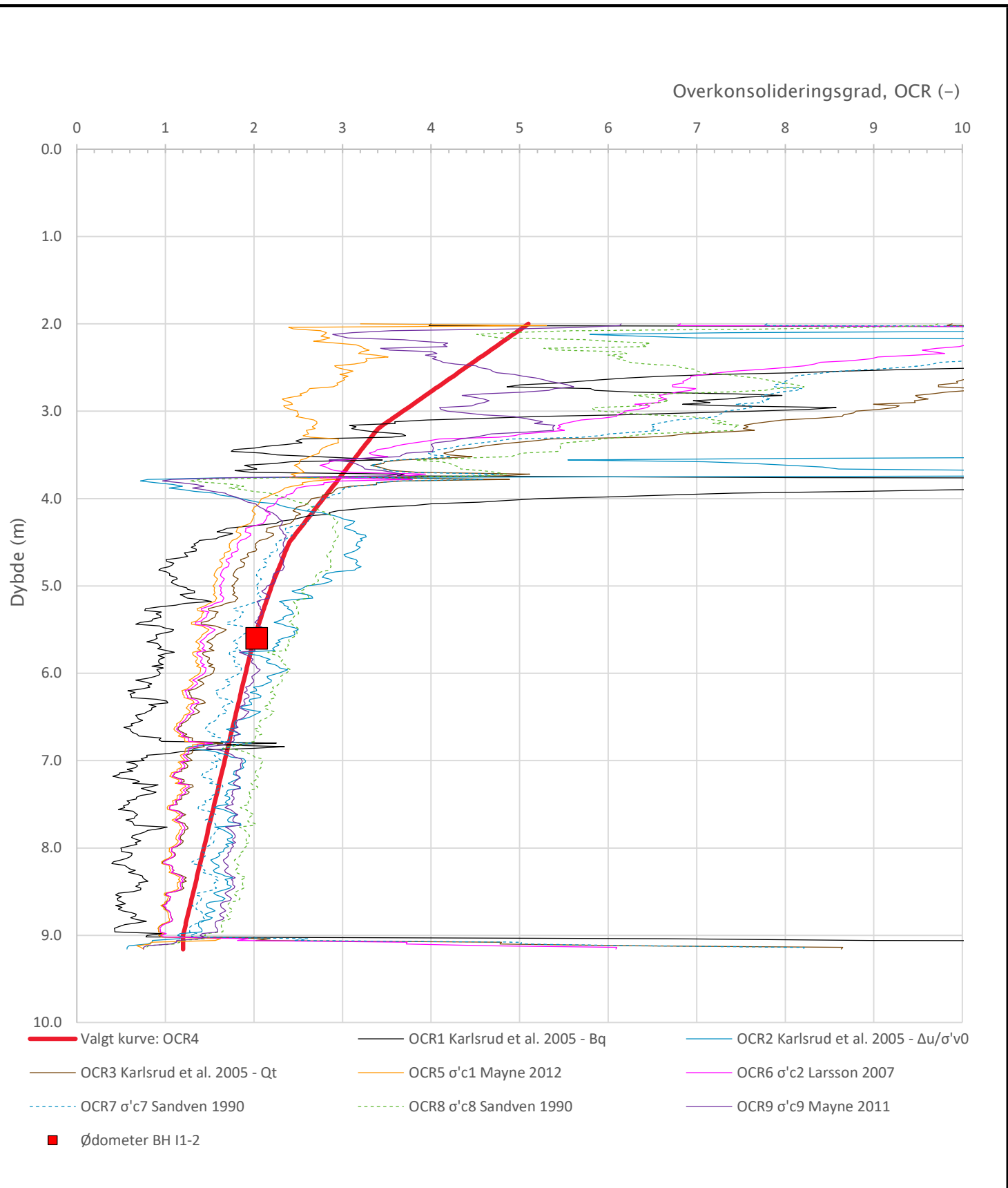
Enaks BH I1-2: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH I1-2: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

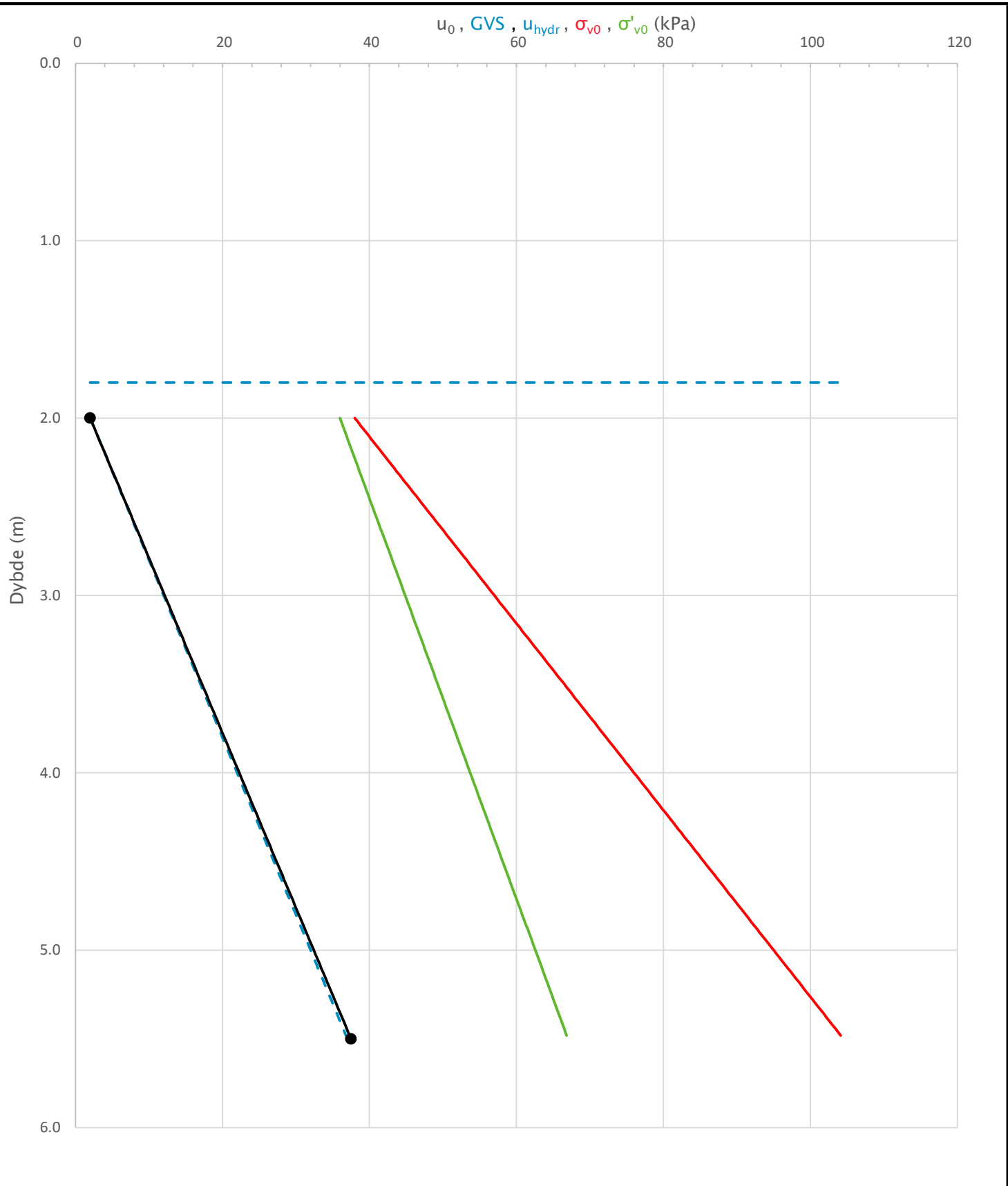


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +26,25
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					I1-2	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		11.02.2022	Rev. dato	5		

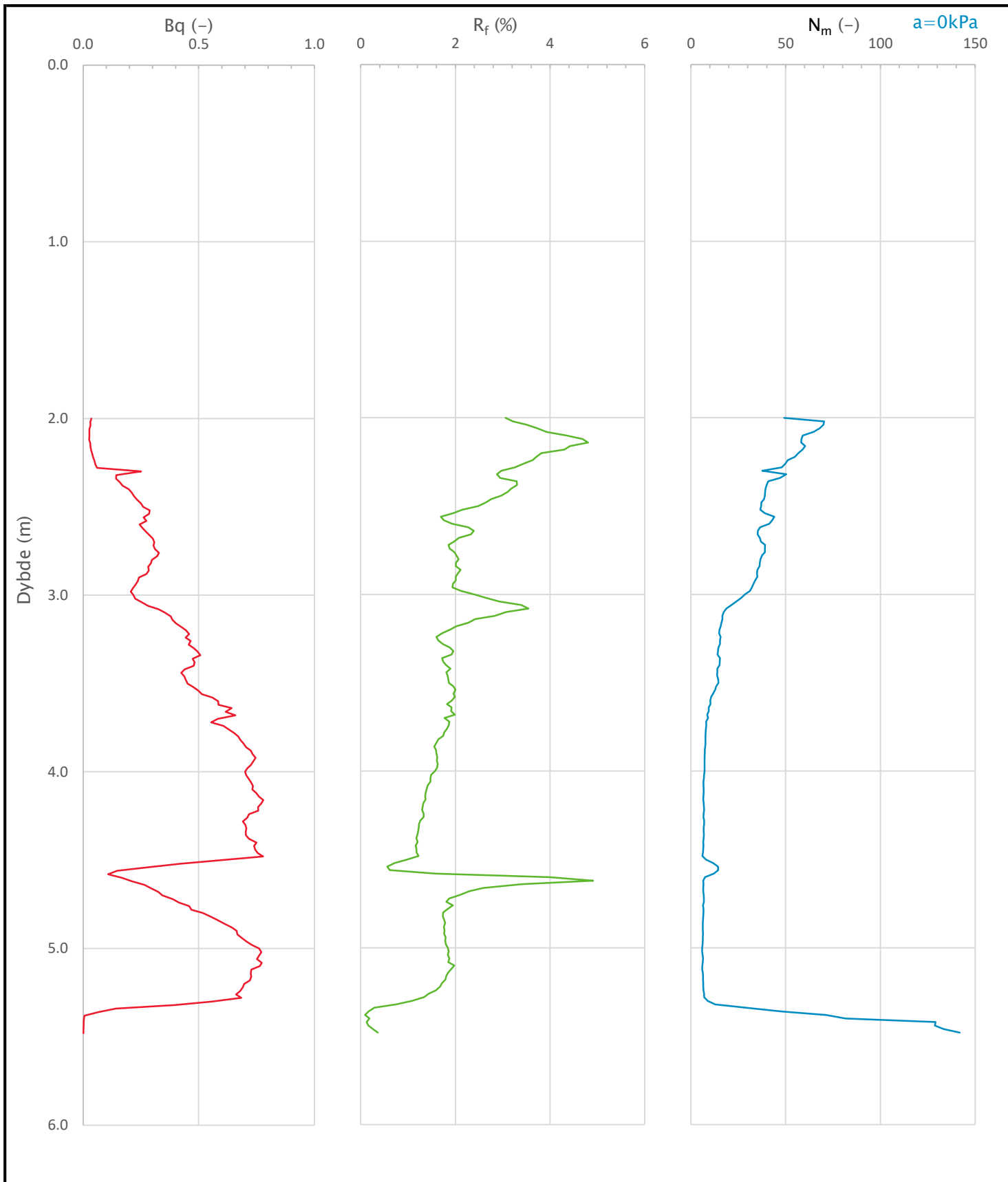


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +26,25
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleiresoner					I1-2	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		11.02.2022	Rev. dato	8		

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5342		Boreleder		lars	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		2.3	
Kalibreringsdato	16.03.2021		Maks helning (°)		1.7	
Dato sondering	11.02.2022		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	100		1		2	
Måleområde (MPa)	100		1		2	
Skaleringsfaktor	841		4310		3990	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.9072		0.0089		0.0191	
Arealforhold	0.8590		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20.853		0.336		0.554	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	11204.5		110.1		235.5	
Registrert etter sondering (kPa)	1.8		-1.1		-1.1	
Avvik under sondering(kPa)	1.8		1.1		1.1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1.2		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	9576.1		106.0		556.3	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	3.9	0.0	1.1	1.1	1.2	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 +22,2	
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					I1-3	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		11.02.2022	Rev. dato	1		



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22,2
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					I1-3	
Innhold			Sondennummer		5342	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	1
	JMV/MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	2	
		11.02.2022	Rev. dato			



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22,2
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					11-3	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		11.02.2022	Rev. dato	4		

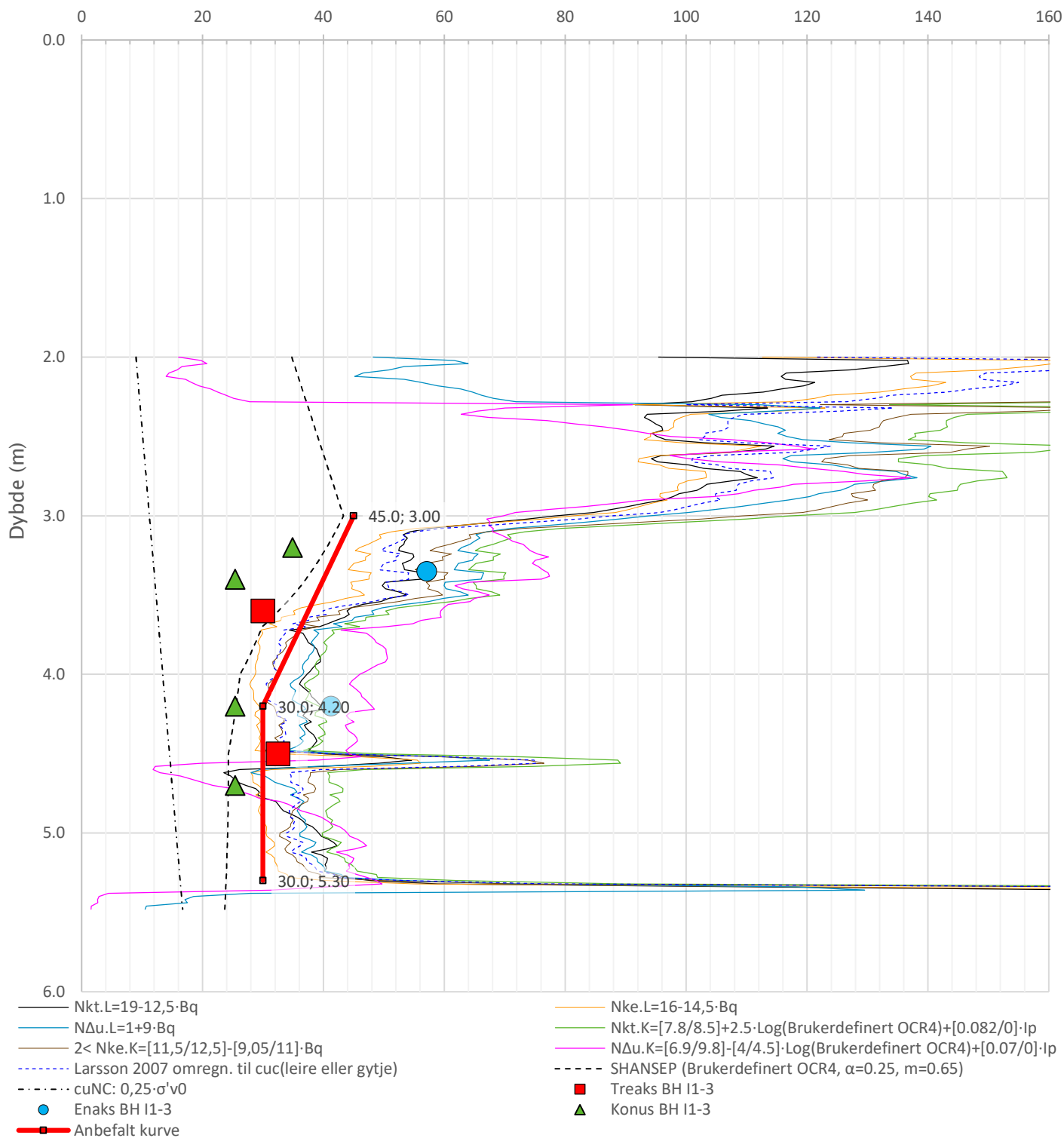
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH I1-3: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

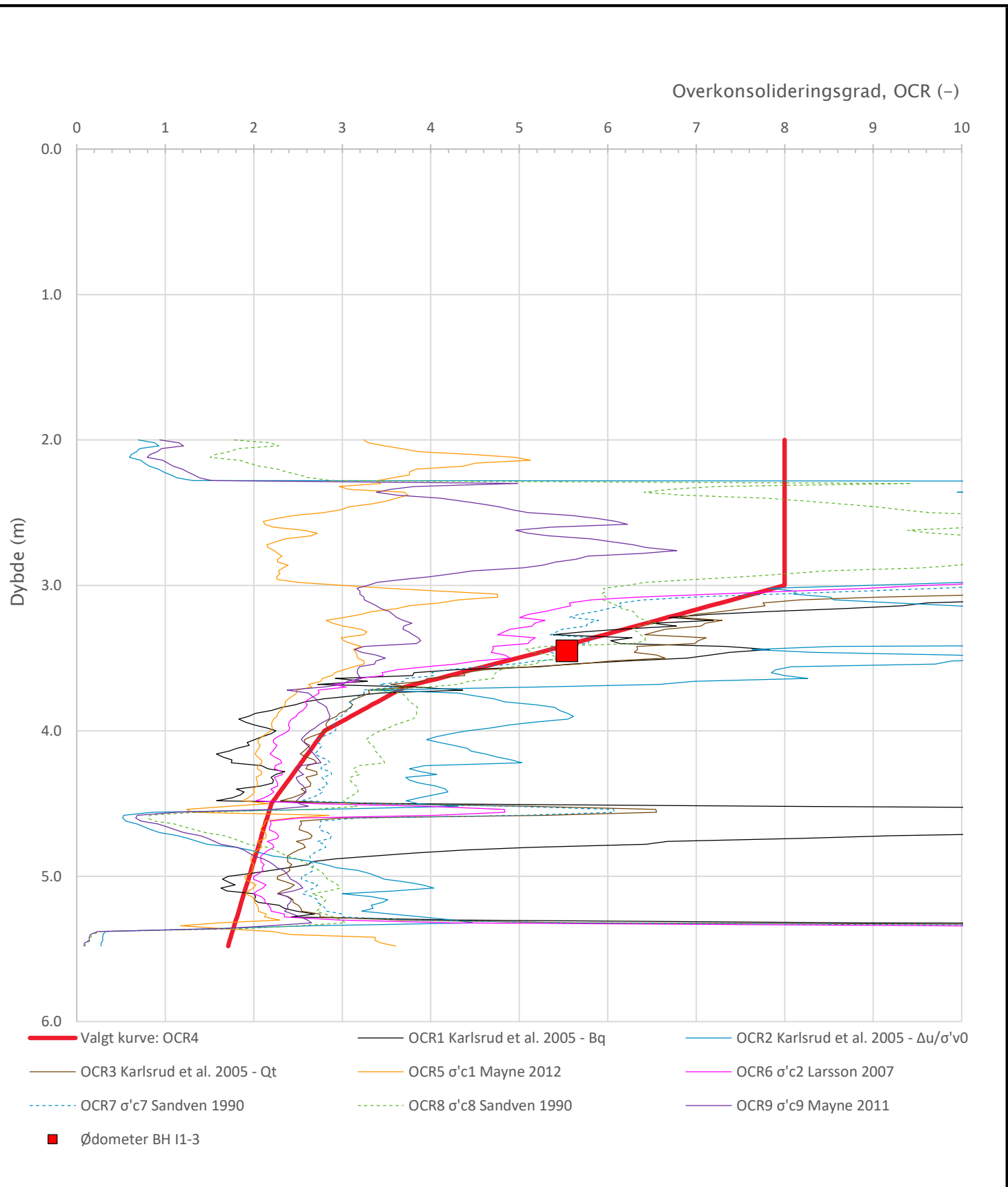
Enaks BH I1-3: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH I1-3: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

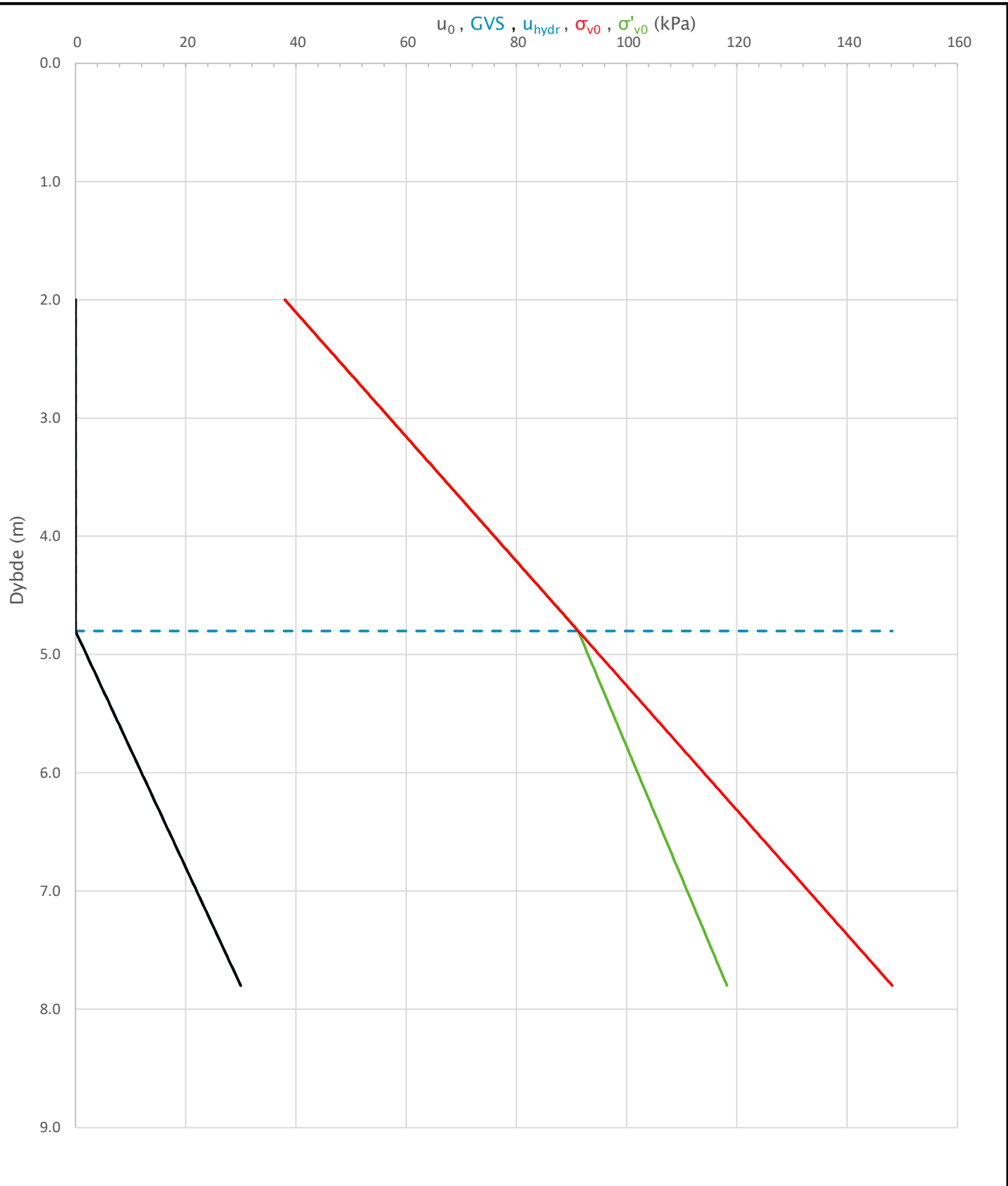


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22,2
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					I1-3	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1	
	JMV/MML	GYe	HN			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5	
		11.02.2022	Rev. dato			

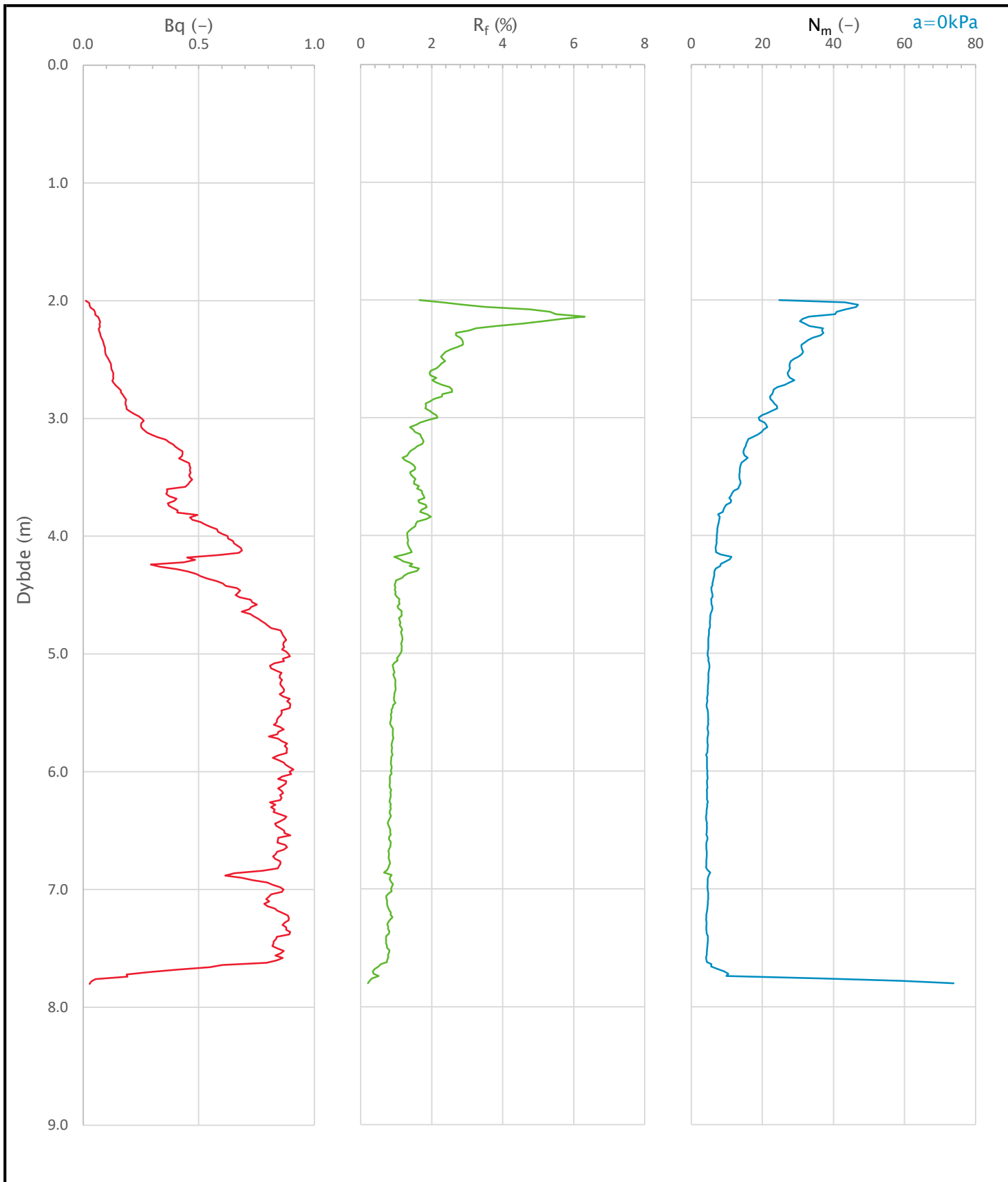


Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +22,2
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					I1-3	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		11.02.2022	Rev. dato	8		

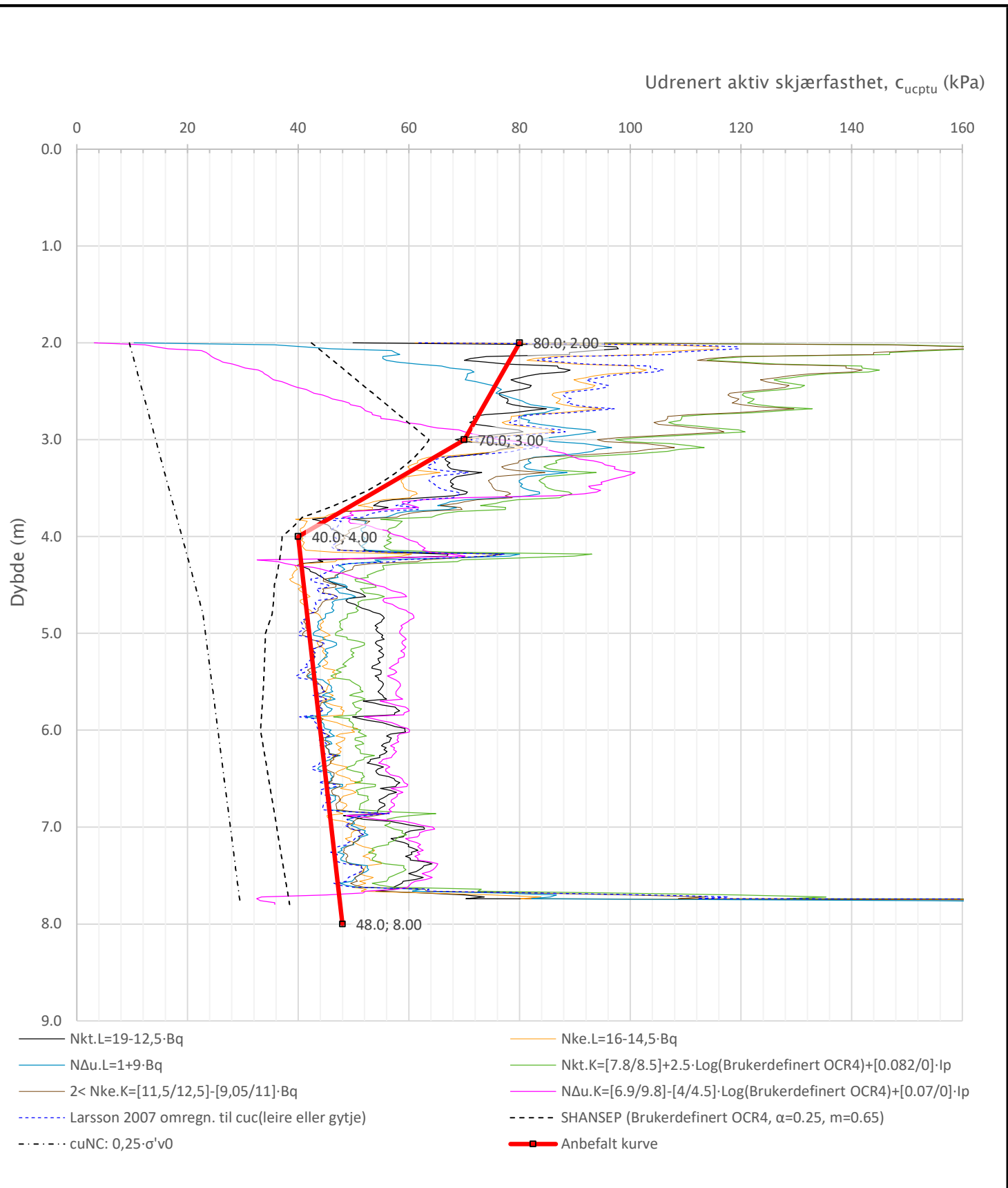
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5342		Boreleder		lars	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		1.2	
Kalibreringsdato	16.03.2021		Maks helning (°)		1.1	
Dato sondering	10.02.2022		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	100		1		2	
Måleområde (MPa)	100		1		2	
Skaleringsfaktor	841		4310		3990	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.9072		0.0089		0.0191	
Arealforhold	0.8590		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20.853		0.336		0.554	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	11194.5		109.2		233.4	
Registrert etter sondering (kPa)	-2.7		-0.3		0.5	
Avvik under sondering(kPa)	2.7		0.3		0.5	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.6		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	8837.2		92.0		475.5	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	4.2	0.0	0.3	0.3	0.5	0.1
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 kvikkleirsoner			Prosjektnummer: D0083385		Borhull Kote +26,05 11-6	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5342	
	Utført JMV/MML		Kontrollert GYe		Godkjent HN	
	Divisjon		Dato sondering 10.02.2022		Revisjon Rev. dato	
					Anvend.klasse 1	
					Figur 1	



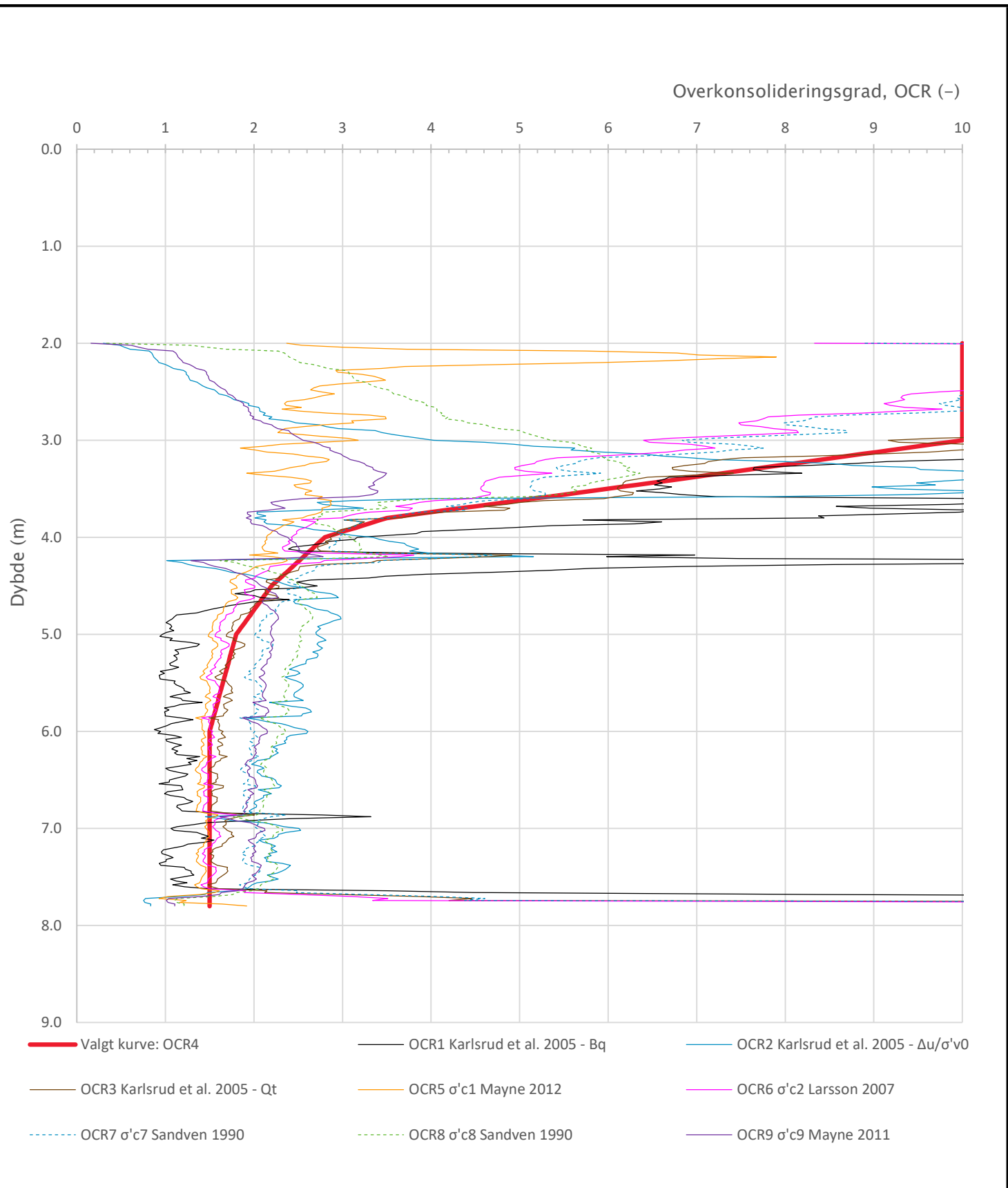
Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +26,05
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					I1-6	
Innhold			Sondennummer		5342	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						
AFRY	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	JMV/MML	GYe	HN		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
		10.02.2022	Rev. dato		2	



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +26,05
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					11-6	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	Gye	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		10.02.2022	Rev. dato			
				4		



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +26,05
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					11-6	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		10.02.2022	Rev. dato	5		



Prosjekt			Prosjektnummer: D0083385		Borhull	Kote +26,05
Vestfossen – Detaljutredning av kvikkleirsoner					11-6	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					5342	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JMV/MML	GYe	HN	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
		10.02.2022	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.

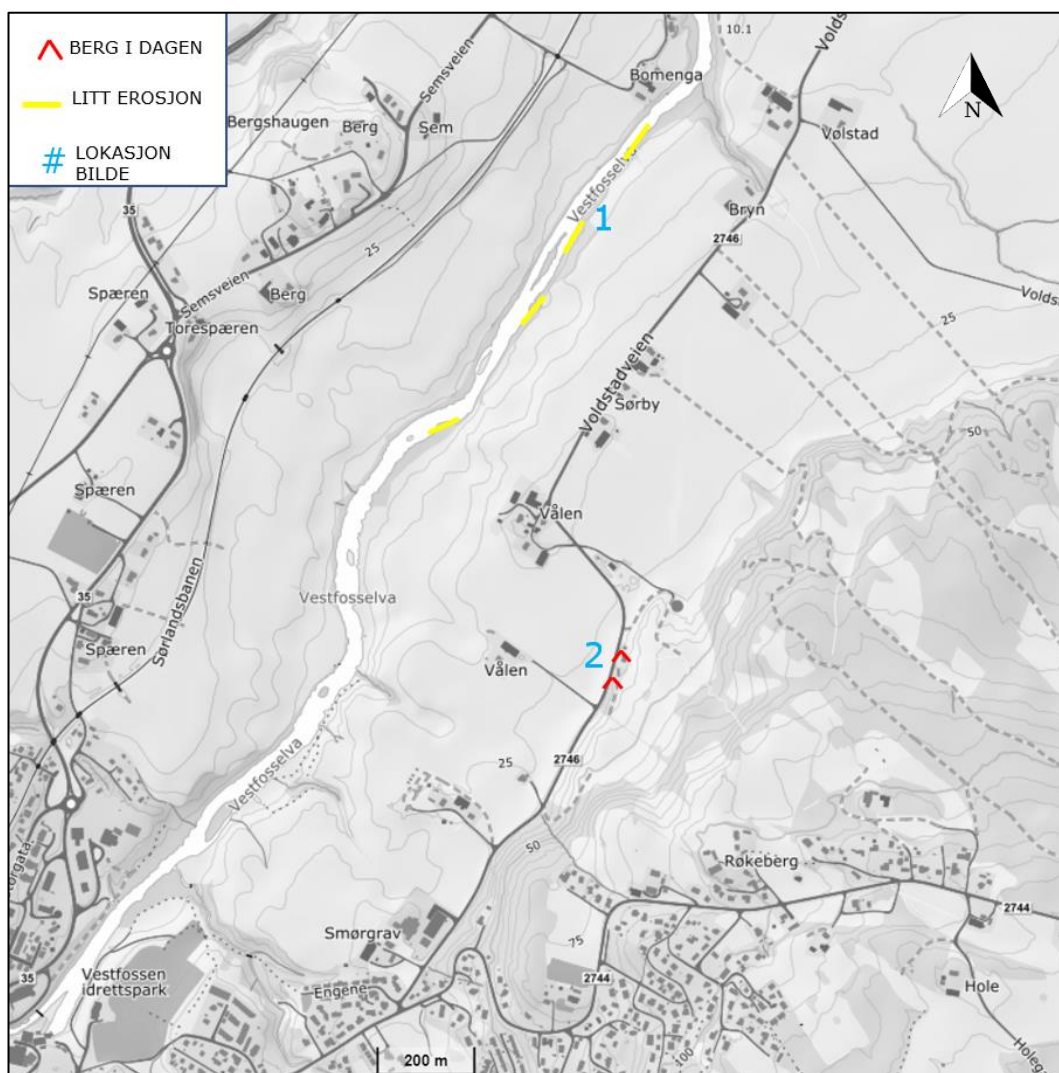
Hensikten med befaringen var å vurdere erosjonsforhold, terrengforhold, samt kartlegge berg i dagen. I tillegg var det fokus på tilkomst for borerigg ifm. grunnundersøkelser. Samtlige områder innenfor prosjektområdet ble befart.

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.

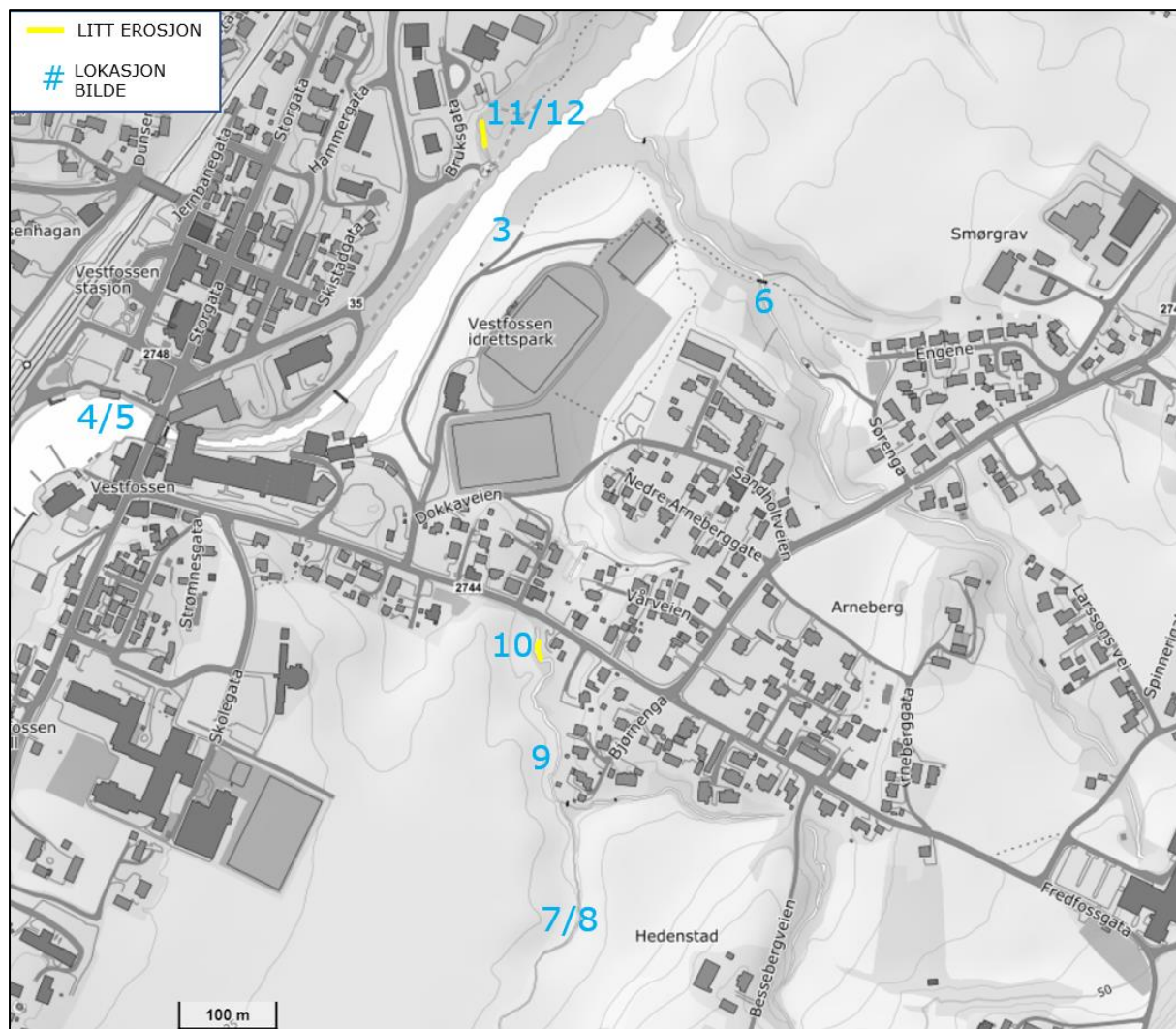


Figur 2: Bilde mot Vestfosselva, lokasjon 1 fra kart figur 1.



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

2.0 VESTFOSSEN SENTRUM



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

2.1 VESTFOSSEN IDRETTSPARK

Terrenget er preget av plataer 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 27.11.2023

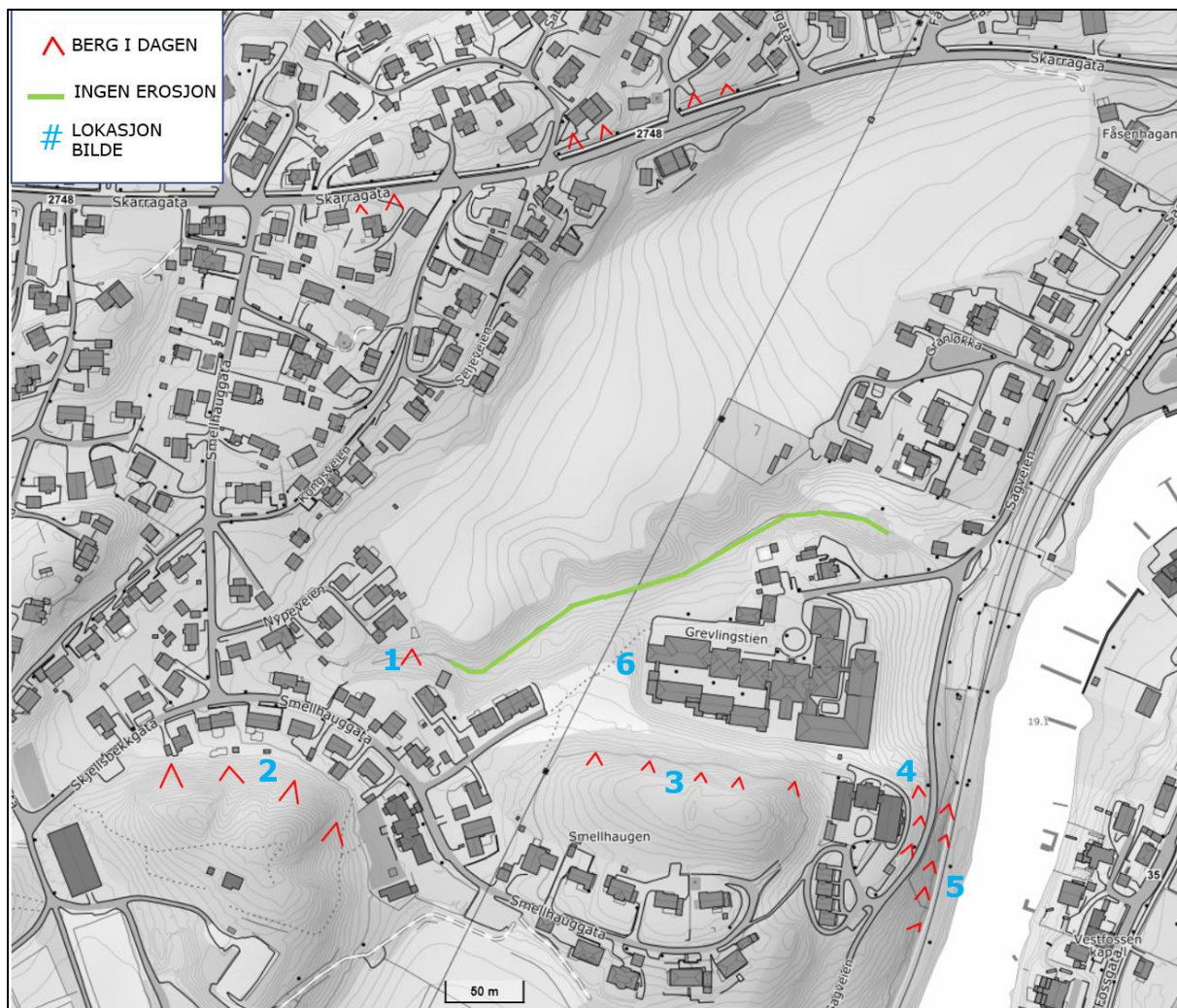
BEFARING AV VESTFOSSEN – 27.11.2023

Geoteknikere fra AFRY befarte området den 27.11.2023. Befaringen ble gjennomført for å få bedre oversikt over berg i dagen i området ved Grevlingstien og Granløkka. I tillegg ble erosjonsforholdene i ravinen mellom de to sonene vurdert.

Det ble også sett på en sikrede bekken i Smørgrav. Bekken ble befart et lite stykke oppover for å se om det var berg i dagen og om det var spor til erosjon. I tillegg ble det sett på Arneberget om man kunne se berg i dagen.

1.1 GREVLINGSTIEN OG GRANLØKKA

Det ble ikke avdekket erosjon i ravinen som skiller Grevlingstien og Granløkka. Det ble observert berg i dagen i vestlig del av ravinebunnen (Figur 2). Det ble også oppdaget berg i dagen flere steder, særlig mot sør, langs Vestfosselva og på haugene sør for sonene. Det er også bergskjæringer langs Skarragata på nordsiden av sonene. Det ser ut til at det er berg/blokk langs Vestfosselva, men det er vanskelig å komme nærmere nok til å bekrefte dette. Observert berg i dagen er vist på Figur 3-Figur 6. Observasjoner fra felt er vist på Figur 1.



Figur 1: Kart over Grevlingstien og Granløkka med berg i dagen og kartlagt erosjonsforhold, samt referanse til bildelokasjon

På sør/vestside av sykehjemmet Villa Skaar er det tegn til terrenginngrep, med en forholdsvis bratt skråning på ca. 4-5 m. Overflaten av skråningen er dekket med grus (se Figur 7). Skråningen ser ut til å være menneskeskapt, og det antas som sannsynlig at skråningen er prosjektert som et tiltak mot overflateutglidninger ned mot sykehjemmet.



Figur 2: Berg i ravinebunn (lokasjon 1, Figur 1)



Figur 3: Berg i dagen, sørvestlig haug (lokasjon 2, Figur 1)



Figur 4: Berg i dagen, Smellhaugen (lokasjon 3, Figur 1)



Figur 5: Berg i dagen nedenfor Sagveien 32 (lokasjon 4, Figur 1)



Figur 6: Berg i dagen langs elva, og mulig plastring ned mot elv sett fra østsiden av Vestfosselva. (lokasjon 5, Figur 1)

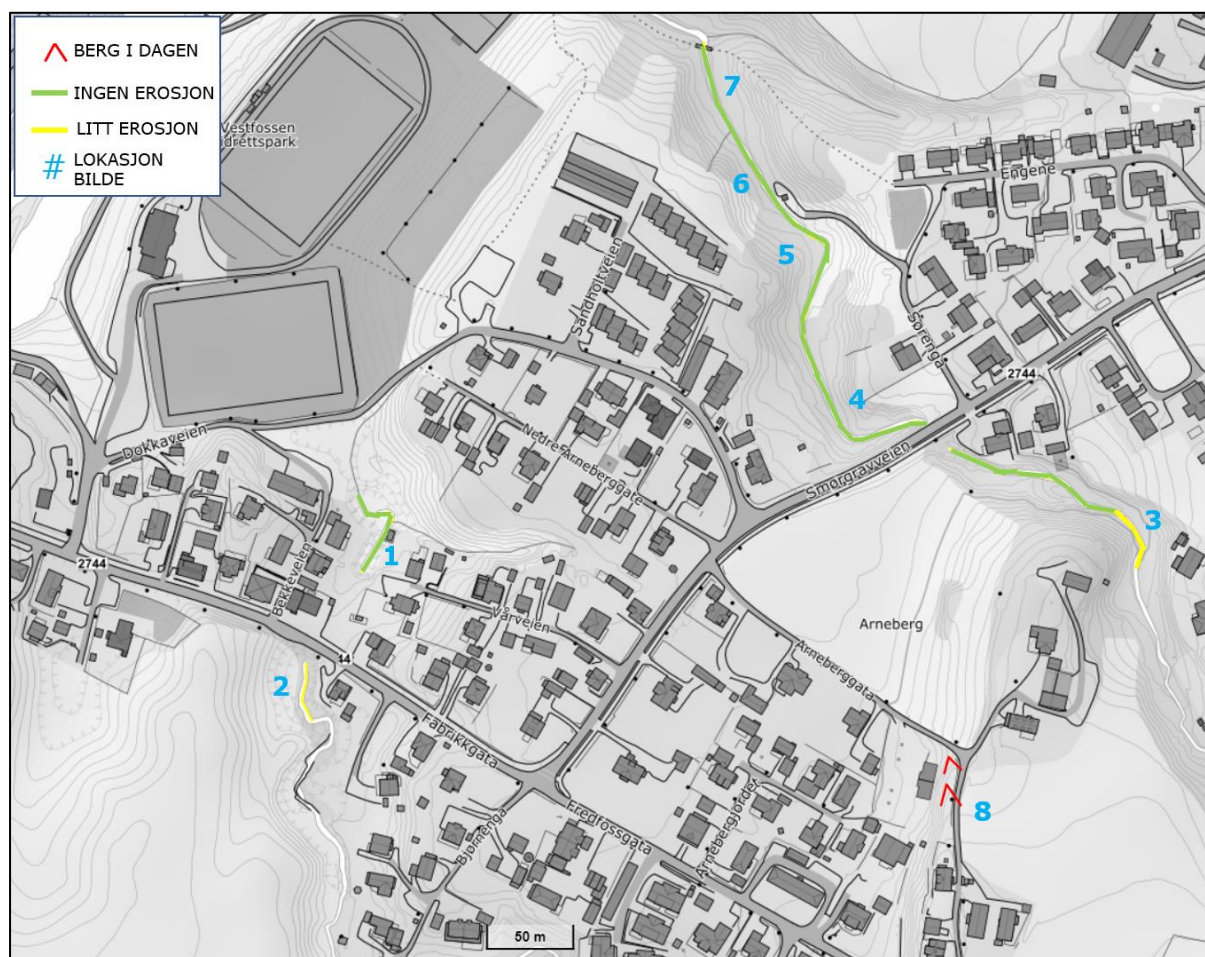


Figur 7: Terrenginngrep/grusfylling på sør/vestside av Villa Skaar (lokasjon 6, Figur 1)

1.2 VESTFOSSEN SENTRUM

Vestfossen sentrum ble befart i tidligere fase av prosjektet (08.12.2022), og fokus for denne befaringen var å lete etter berg i dagen, samt undersøke om det er noen naturlige avgrensninger mellom sonene Vestfossen idrettsanlegg og Fabrikkgata. På befaringen i 2022 var det snø, og dermed vanskelig å vurdere erosjon i bekker/ravine. På befaring 27.11.2023 ble erosjonsforholdene vurdert i bekken ved Fabrikkgata (sør og nord for bilvegen), samt i ravinen ved Sørenga som ble erosjonssikret i 2007.

Figur 8 viser kart over befarte områder med lokasjoner samt kartlagt erosjon og berg i dagen.



Figur 8: Kart over Vestfossen sentrum med berg i dagen og kartlagt erosjonsforhold, samt referanse til bildelokasjon

1.2.1 FABRIKKGATA

Figur 9, 10 og 11 viser at terrenget inntil bekken har lav naturlig gradient. Vannet er klart. Langs bekken mot Fabrikkgata er det tegn til erosjonssikring på nedsiden av bebyggelse (Figur 9). Det er ikke tegn til sår i terrenget langs bekken.

På sørsiden av Fabrikkgata (Figur 12) er det tegn til sår i terrenget. Gradientforholdene langs bekken vurderes som bratte. Det var is i bekken på befaringstidspunktet, og derfor ikke mulig å se bekkebunn. Det kartlegges som litt erosjon (Figur 8).



Figur 9: Bekk mellom sone Fabrikkgata og Vestfossen idrettspark. Mulig tegn til erosjonssikring på nedsiden av hus langs bekkekant. (lokasjon 1, Figur 8)



Figur 10: Bekk mellom sone Fabrikkgata og Vestfossen idrettspark. Lav terrenggradient, klart vann (lokasjon 1, Figur 8)



Figur 11: Bekk mellom sone Fabrikkgata og Vestfossen idrettspark. Lav terrenggradient inntil bekken. (lokasjon 1, Figur 8)



Figur 12: Bekk mellom sone Fabrikkgata og Vestfossen idrettspark. Sår i terreng i kant av bekken (lokasjon 2, Figur 8)

1.2.2 SIKRET RAVINE VED SØRENGA

Bekken som går i den sikrede ravinen mellom Sørenga og Vestfossen idrettspark ble befart for å kartlegge erosjonsforholdene. Øst for Smørgravveien er det tegn til sår i terrenget der bekken svinger, se Figur 13. Dette er utenfor prosjektområdet.

På vestsiden av Smørgrav veien vurderes det at det ikke er erosjon, basert på følgende:

- Lav terrenggradient nærmest bekken
- Klart vann i bekken
- Ikke tegn til sår i terrenget
- Erosjonssikring i form av stein langs bekkens sider (NB – ikke synlig langs hele bekken).

Langs store deler av bekken er det tilgrensende terrenget nesten flatt (se Figur 15-20).

Lokasjon 5 ser ut til å være der bekken ble lagt om under sikringsarbeidet (se Figur 15). Bekken ser ut til å ha ligget nærmere skråningsfot tidligere (til høyre for bekken i Figur 15, skråning opp mot Vestfossen idrettspark – retning sørvest).



Figur 13: Erosjon langs elv på østsiden av Smørgravveien (utenfor prosjektområde), sår i terrenget i bekkesving (lokasjon 3, Figur 8)



Figur 14: Bekk mellom sone Fabrikkgata og Vestfossen idrettspark. (lokasjon 4, Figur 8)



Figur 15: Sikret ravine mellom Sørenga og Vestfossen idrettspark, sett i retning sørøst. Lav terrenggradient. Antatt lokasjon hvor bekk er lagt om under sikringsarbeider i 2007 (flyttet mot nordvest bort fra skråningsfot) (lokasjon 5, Figur 8)



Figur 16: Bekk mellom sone Fabrikkgata og Vestfossen idrettspark. Lav terrenggradient/platå i landskap nærmest bekk (lokasjon 5, Figur 8)



Figur 17: Bekk mellom sone Fabrikkgata og Vestfossen idrettspark. Lav terrenggradient og klart vann i bekk (lokasjon 5, Figur 8)



Figur 18: Sikret ravine mellom Sørenga og Vestfossen idrettspark. Lav terrenggradient og klart vann i bekk (lokasjon 5, Figur 8)



Figur 19: Bekk mellom sone Fabrikkgata og Vestfossen idrettspark. Lav terrenggradient og klart vann i bekk (lokasjon 7, Figur 8)



Figur 20: Bekk mellom sone Fabrikkgata og Vestfossen idrettspark. Sikringstiltak langs bekkekant. (lokasjon 7, Figur 8)

1.2.3 BERG I DAGEN

Det ble ikke oppdaget berg i dagen i Vestfossen sentrum, men det er oppdaget berg i dagen ved Arneberg, øst for området i form av en fjellskjæring sikret med sprøytebetong (Figur 21). Merk at dette er utenfor prosjektområdet.

Plassering er gitt av lokasjon 8 på Figur 8.



Figur 21: Fjellskjæring ved Arneberg, utenfor prosjektområde (lokasjon 8, Figur 8)

Vedlegg 7

Befaring 29.04.2024

BEFARING AV VESTFOSSSEN – 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».

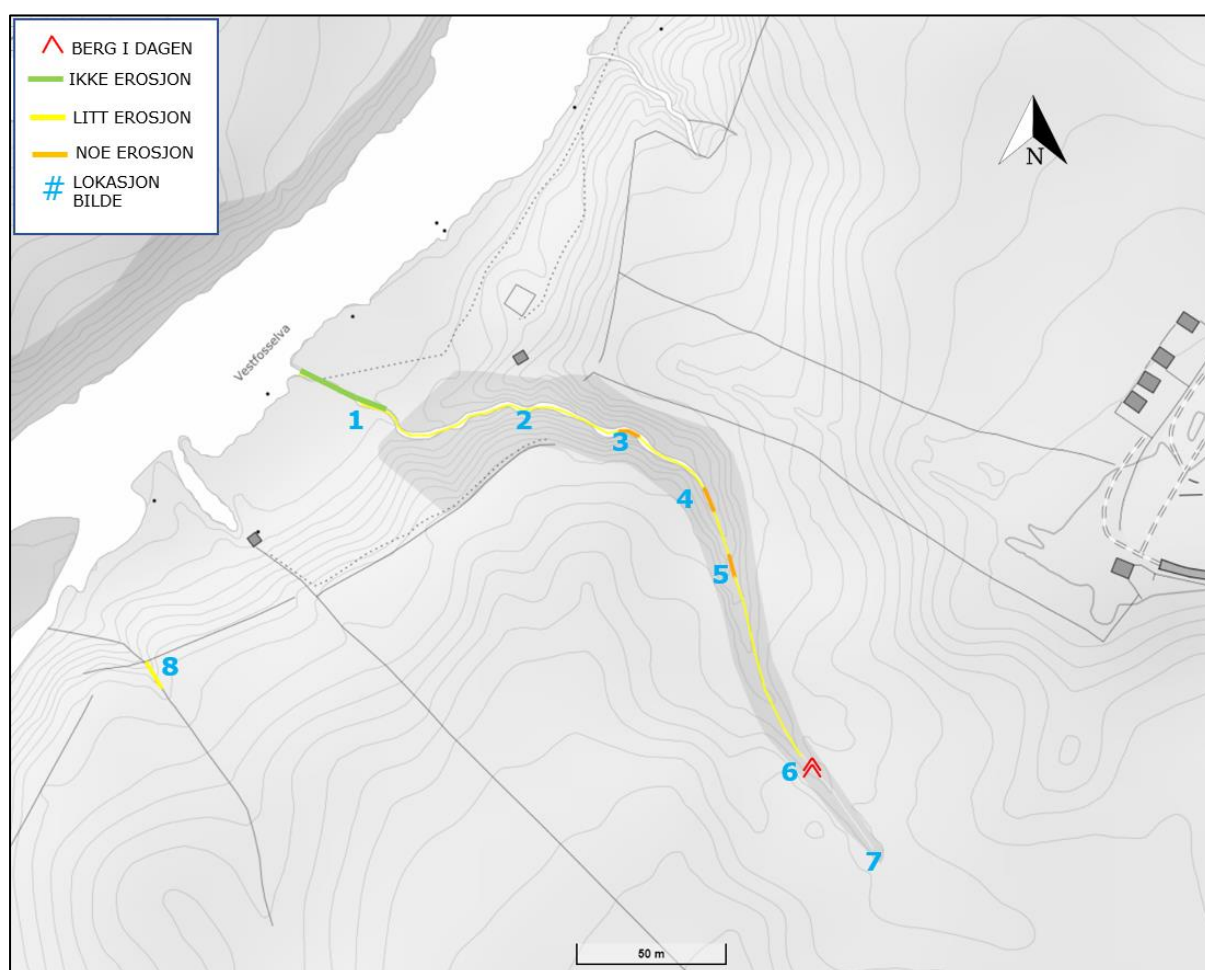
1.0 RAVINE I SMØRGRAV-VÅLEN

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

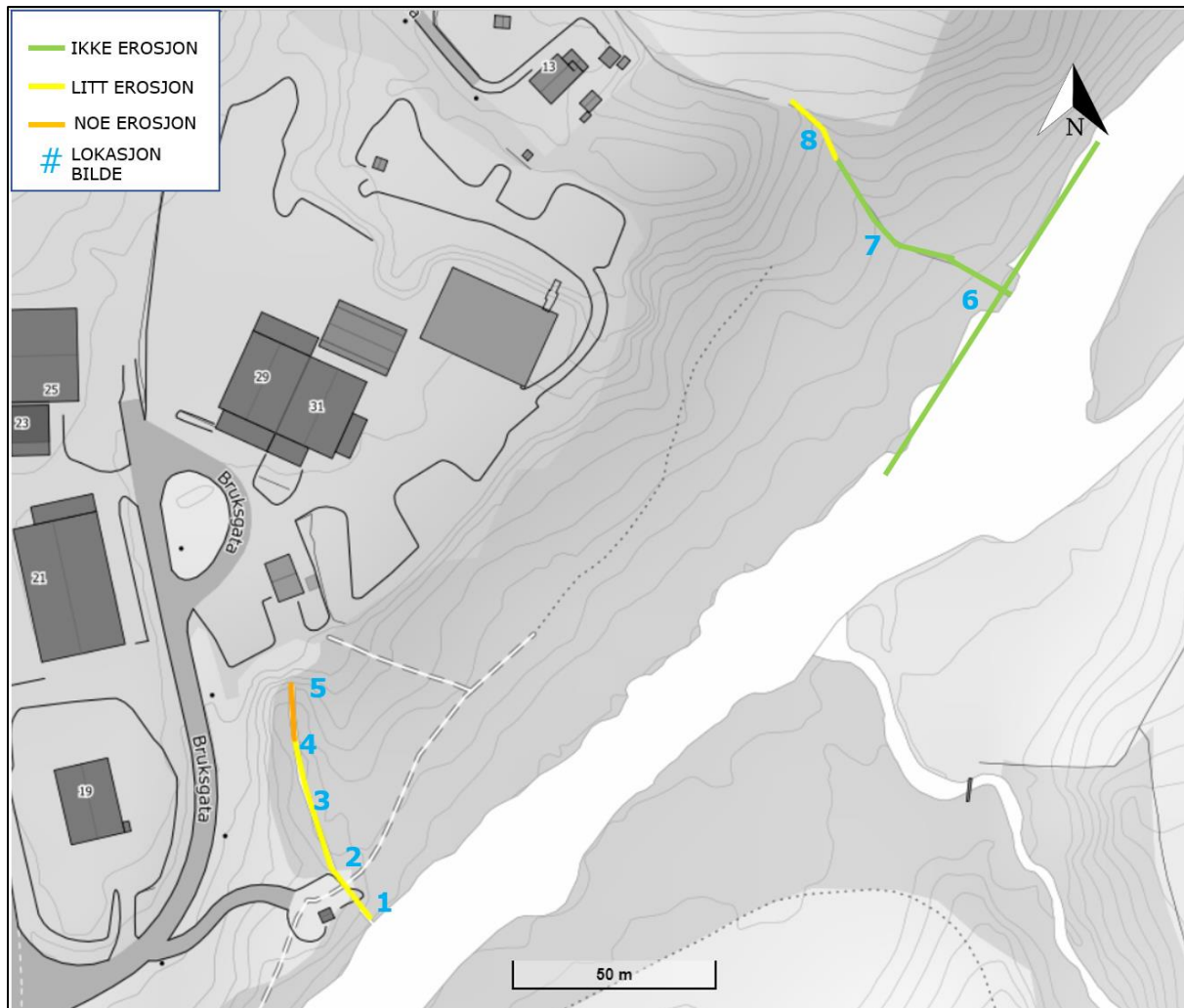
Sideravinen til Vestfosselva på vestsiden av elva, nedenfor MB Consulting AS Bilutsalg (gnr./bnr.: 39/434) ble befart (lokasjon 1-5 vist på Figur 14). Bekken som ligger litt lenger nord ble også befart (lokasjon 6-8 vist på Figur 14).

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.



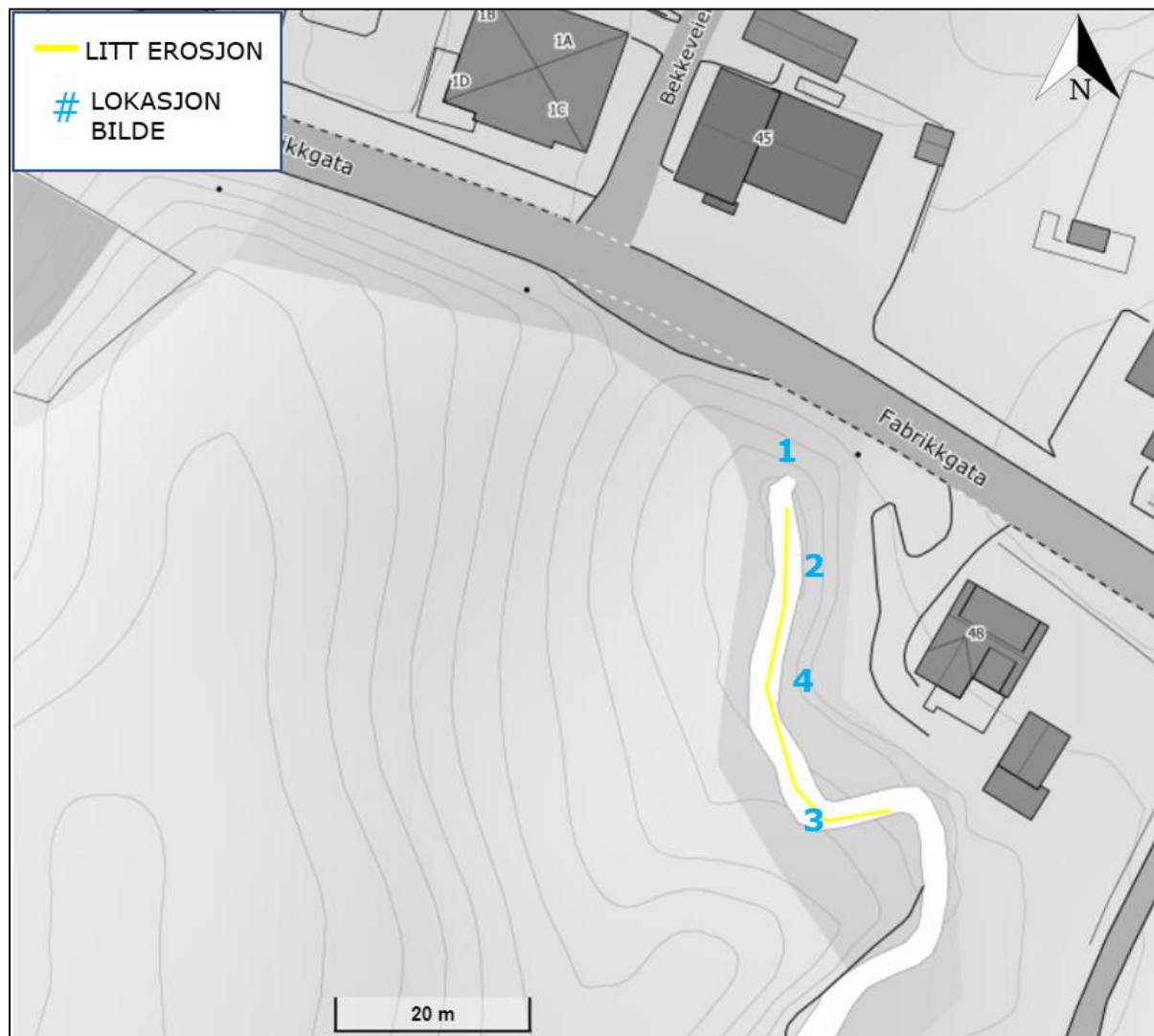
Figur 23: Bilde fra lokasjon 7 markert i figur 14. Sår i terrenget, men lav terrenggradient. Ingen erosjon.



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.

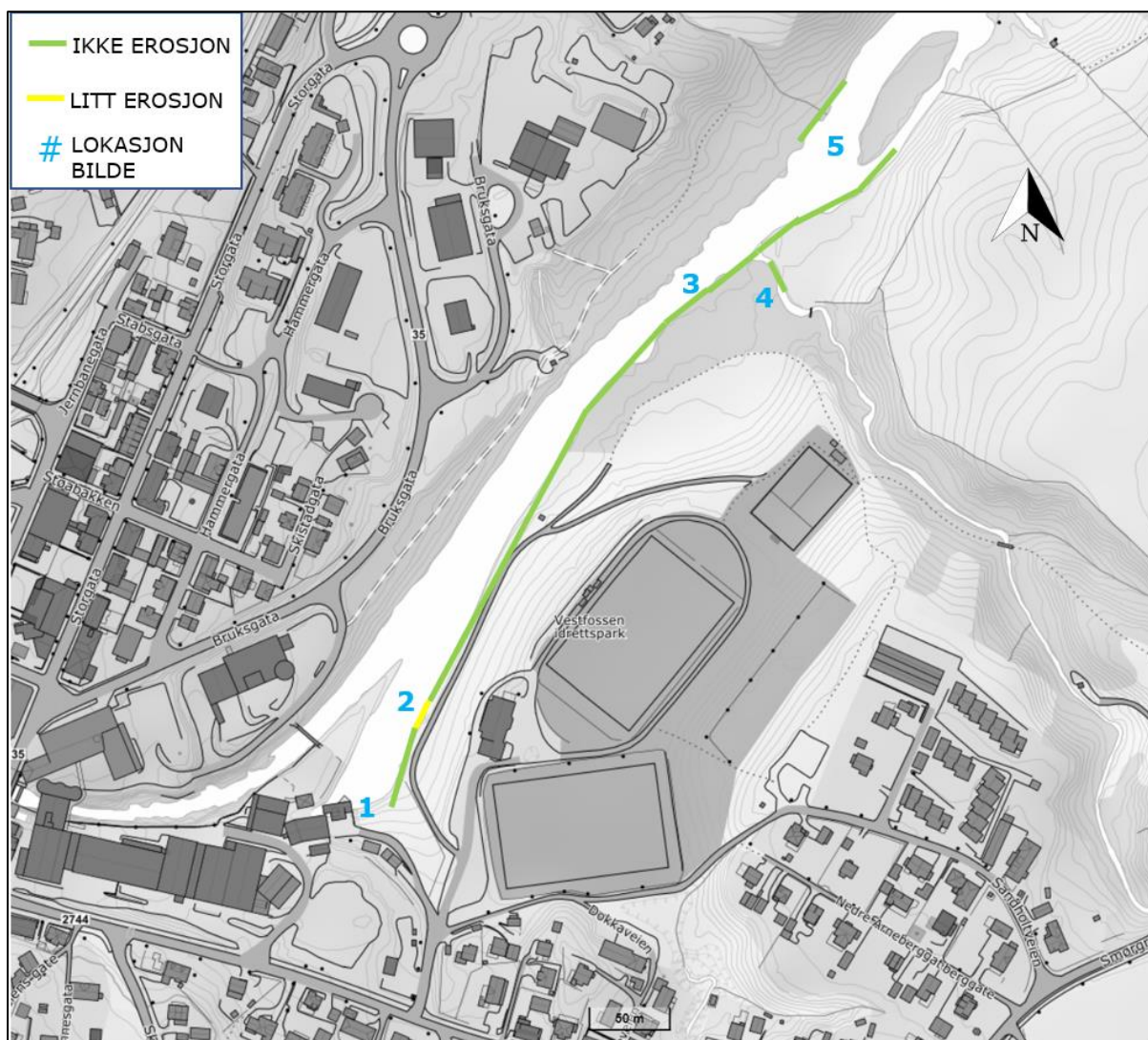


Figur 29: Langs bekk ved Fabrikkgata, observert fra vestsida av bekken (lokasjon 4 på figur 25). Sår i terrenget. Litt erosjon.

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.

Vedlegg 8

Kontroll av sikret ravine ved Sørenga

KONTROLL AV SIKRET RAVINE VED SØRENGA

En deloppgave i dette prosjektet er å kontrollere hvorvidt sikringsarbeid utført i ravinen som skiller sonene Sørenga, Vestfossen idrettspark og Smørgrav-Vålen fra hverandre har gitt ønsket sikkerhet.

Prosjektering av sikringstiltaket er presentert i rapport 20071671-1, *Sikkerhet mot Leirskred, Øvre Eiker kommune. Grunnundersøkelser, stabilitetsanalyser og stabiliserende tiltak på Smørgrav*, datert 16. oktober 2007 [1] (utarbeidet av NGI på vegne av NVE).

1.0 BAKGRUNN

Store nedbørsmengder og flom i juli 2007 førte til to utglidninger ved Sørenga 1 (markert på figur 1). Utglidningene medførte en forverring av allerede dårlige stabilitetsforhold. I etterkant av hendelsene ble det foretatt en utredning av NGI som inkluderte utførelse av grunnundersøkelser samt prosjektering av sikringstiltak for bekken.

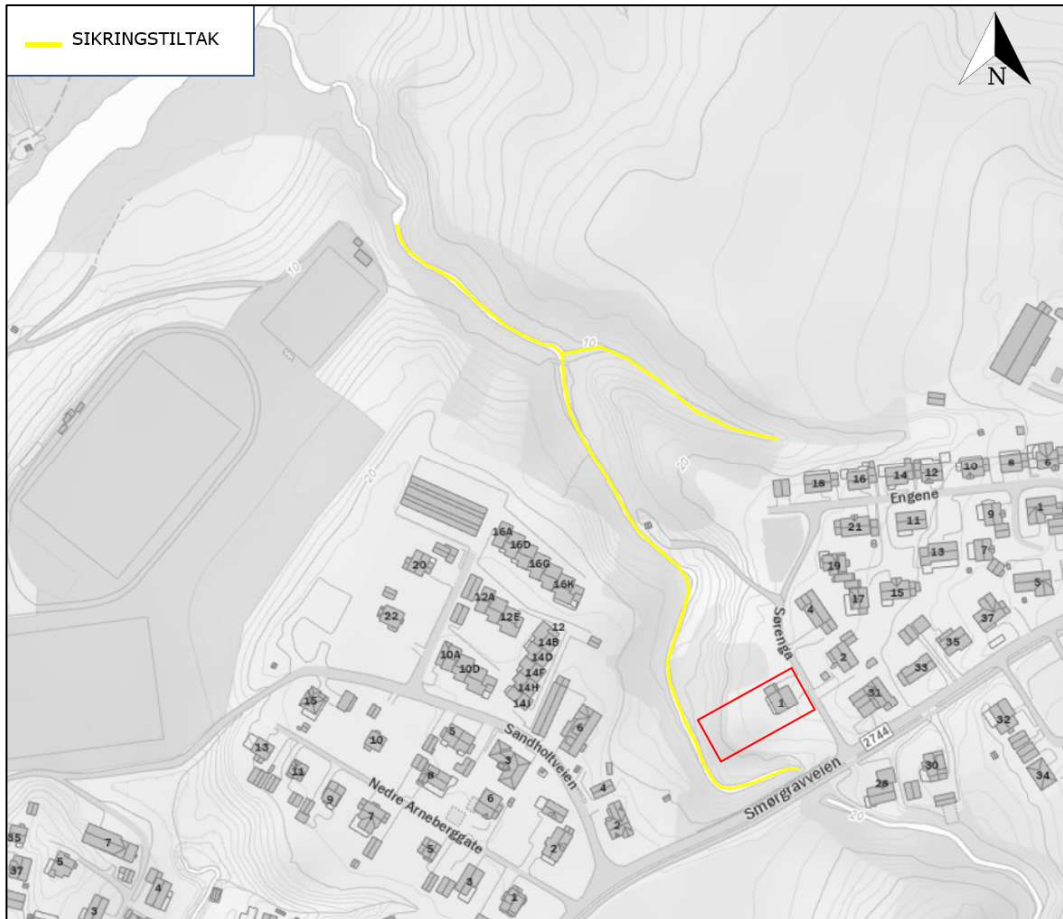
Sikringstiltaket består av heving av bekkebunn samt etablering av en ekstra motfylling i skråningsfot.

Prosjekteringsrapporten utarbeidet av NGI i 2007 [1] følger NVEs Retningslinjer nr. 1/2007 «Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag – foreløpig utgave» [2]. Retningslinjene stiller krav til prosentvis forbedring iht. tiltaksklasse.

For boligfeltet har NGI prosjektert sikkerhetstiltak med utgangspunkt i en «forbedring» iht. vedlegg 2 i [2]. Dette tilsvarer 10% økning i sikkerhet.

For områder utenfor bebyggelse er sikkerhetstiltakene prosjektert etter en lavere prosentvis forbedring, hhv. 4-5% og 6% for snitt D-D og H-H. Se Figur 2 for plassering av beregningssnittene. NGI gir ikke begrunnelse for hvorfor det er valgt lavere prosentvis forbedring i disse områdene. AFRY bemerker at i ett av disse områdene (snitt D-D) er det i ettertid etablert boligfelt.

Iht. NVEs temakart kvikkleire ble tiltaket ferdigstilt 30.06.2012[3].



Figur 1: Plantegning med sikringstiltak og plassering av Sørenga 1 markert, hentet fra NVE temakart kvikkleire.

1.1 GRUNNLAG FOR VURDERINGER

AFRY har generert en høydemodell for området fra datagrunnlag mottatt fra Øvre Eiker kommune, datert 07.05.2022. Høydemodellen omfatter hele prosjektområdet, inkludert den sikrede ravinen, og er benyttet for opptegning av beregningssnitt.

Det har ikke vært tilgang på en digital terrengmodell for terrenget før sikringsarbeidet ble utført, men for utvalgte snitt er tidligere terreng kjent fra PDF gitt i rapport 20071671-1 [1].

Det er også tilgang på grunnundersøkelser i området. I vurderingene beskrevet her er grunnforhold (inkludert skjærfasthetsforhold, lagdeling og materialparametere) basert på vurderinger gitt i NGI sin rapport. Bakgrunnen for dette valget er at det er den terrengmessige forandringen som vil være utslagsgivende for resultater.

Skjærfasthet som er benyttet i kontrollberegningene er gitt ved figur nr.C.1 og C.2 i NGI-rapporten [1].

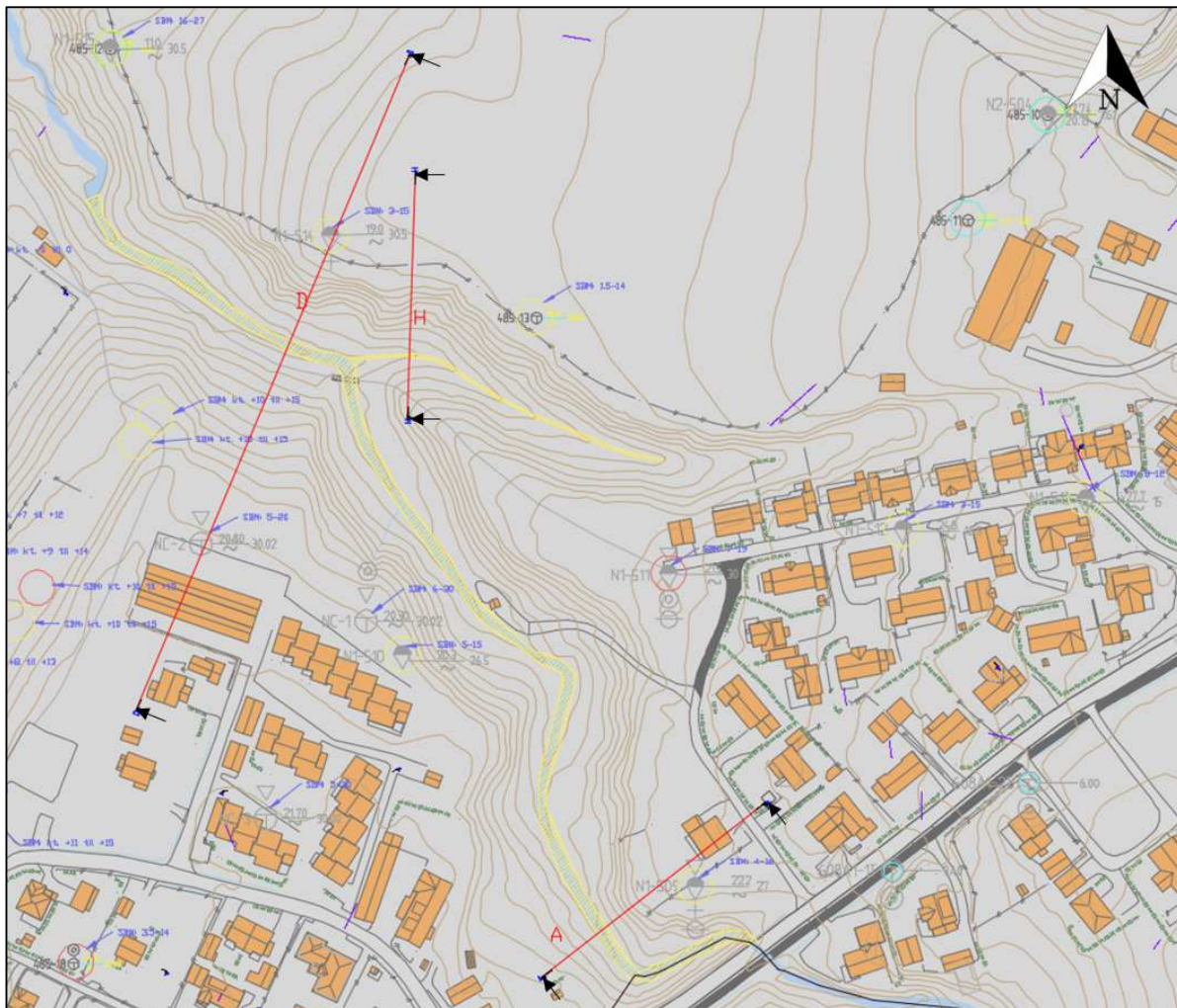
1.2 METODIKK FOR VURDERING

I rapport 20071671-1 er det gjort vurderinger av stabiliteten i tre snitt (Snitt A-A, D-D og H-H) på tvers av ravinen slik det var før sikringsarbeidet ble utført. For de samme snittene ble det gjort en beregningsmessig vurdering av forventet forbedring i stabiliteten. Plasseringen av snittene er gitt på tegning nr. 011 i NGI sin rapport. Figur 2 viser plassering av snittene som er tegnet opp og kontrollert av AFRY.

I snittene vist på figur 2 er terrenget for dagens situasjon hentet fra den oppdaterte høydemodellen. Tidligere terreng er hentet fra beregningssnittene vist i rapport 20071671-1 på tegning 200 (snitt A-A), 201 (snitt H-H) og 202 (snitt D-D). Forskjellen mellom nytt og gammelt terreng antas å være fyllmasser fra sikringsarbeidet («motfylling»).

For å kontrollere hvorvidt ønsket sikkerhet er oppnådd er stabiliteten beregnet med beregningsprogrammet Geosuite Stability. Beregningsmetode Beast 2003 er benyttet. Tidligere beregninger er utført med beregningsprogrammet Postograf.

Det bemerkes at snittene er forsøkt tegnet opp på samme plassering som gitt i tegning nr. 011 i NGI-rapporten, men at det kan være små forskjeller da det ikke er gitt koordinater for snittene i rapport 20071671-1. En annen potensiell feilkilde er at tidligere terreng er tegnet opp fra PDF, og det kan også utgjøre små forskjeller. For å kompensere for disse potensielle feilkildene er det også gjort beregninger for situasjonen før sikringsarbeidet, som en ekstra kontroll.



Figur 2: Utsnitt av oversiktskart med sikringstiltak(gul) og plassering av beregningssnitt(rød) markert.

1.3 JORDPARAMETERE

Jordparametere benyttet i vurderingene er de samme som er beskrevet i grunnlagsrapporten [1]. Disse er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1: jordparametere benyttet i stabilitetsanalyser, hentet fra [1]

Materiale	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	a [kPa]	suA	suD	suP
Motfylling	19	9	37	0	-	-	-
Leire	17.5	7.5	-	-	1	0.70	0.40

Skjærfasthet benyttet i beregningene er vist i Vedlegg C tilhørende rapport 20071671-1 [1].

2.0 BEREGNINGER

Tabell 1 oppsummerer resultater fra rapport 20071671-1 [1] for snittene. Tabell 2 viser resultater fra beregninger utført av AFRY.

Resultatene viser at for snitt A-A og H-H er forespeilet resultat oppnådd med god margin. For begge snittene er stabiliteten forbedret med nesten tre ganger så mye som hva som ble prosjektert.

For snitt D-D er stabiliteten forbedret med 6% i kritisk skråning (mot nord) sammenlignet med prosjektert forbedring på 4-5%. Mot sør er sikkerheten forbedret med 3%, sammenlignet med prosjektert forbedring på 3%. Ønsket sikkerhet ($F_c=1.31 > 1.29$) er likevel oppnådd, og resultatet er også innenfor robusthetskravet.

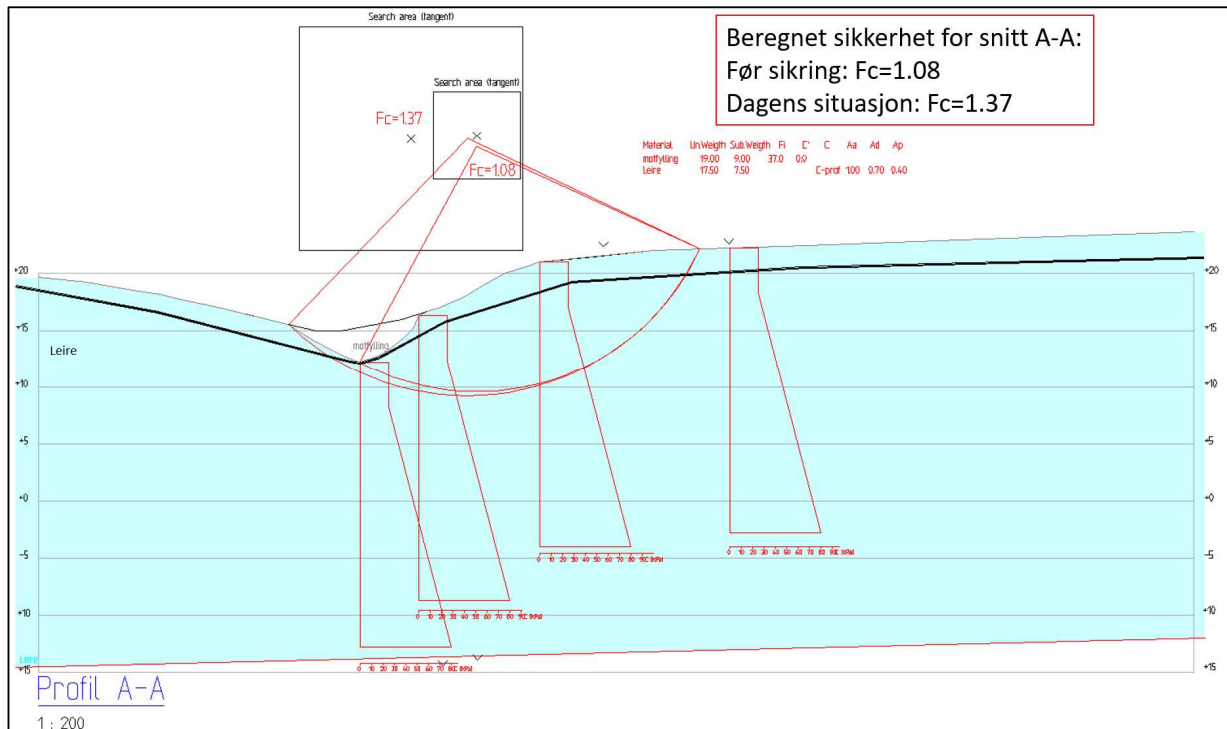
Resultater fra beregningene er vist i Figur 3 (snitt A-A), Figur 4 (snitt D-D) og Figur 5 (snitt H-H).

Tabell 2: Resultater fra 20071671-1 [1]

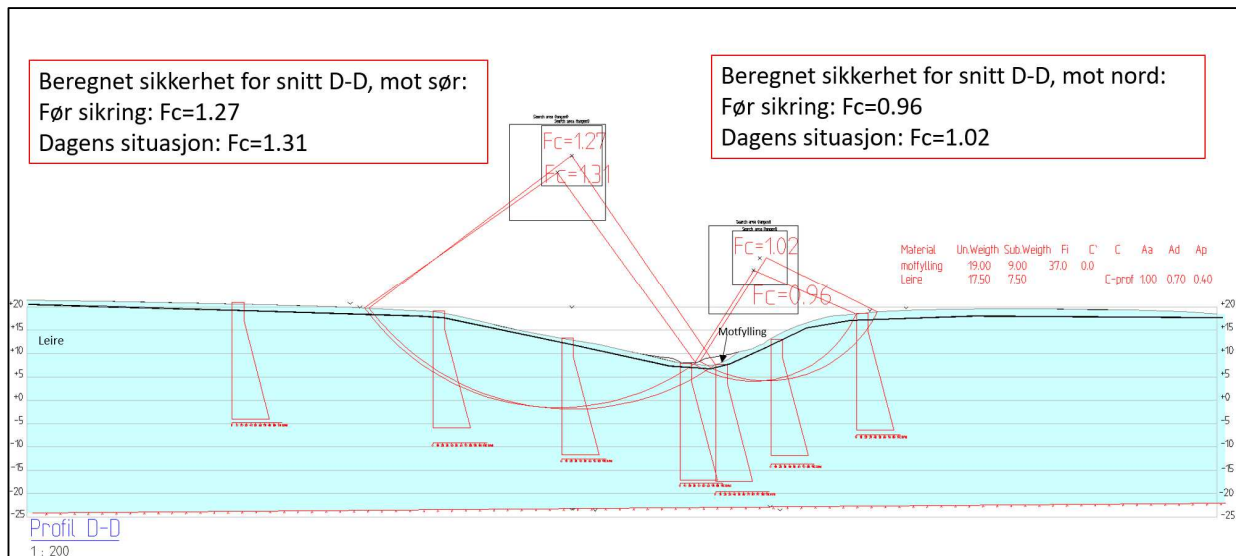
Snitt	Beregnet sikkerhet før sikring, F_c (NGI, 2007)	Planlagt beregningsmessig sikkerhet, F_c (etter sikring)	Planlagt prosentvis forbedring
A-A	1.04	1.14	10%
D-D (mot sør)	1.24	1.29	4-5%
D-D (mot nord)	0.97	1.02	4-5%
H-H	0.99	1.05	6%

Tabell 3: Resultater fra beregninger utført av AFRY

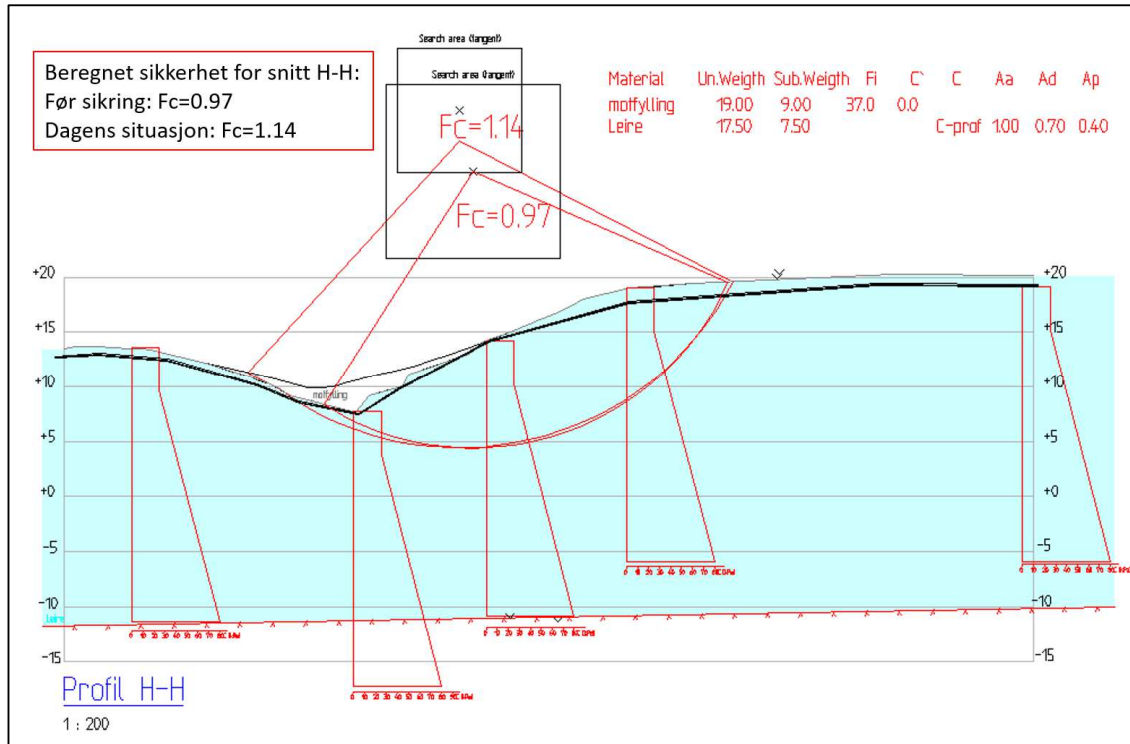
Snitt	Beregnet sikkerhet før sikring, F_c	Beregnet sikkerhet dagens situasjon	Prosentvis forbedring
A-A	1.08	1.37	27%
D-D (mot sør)	1.27	1.31	3%
D-D (mot nord)	0.96	1.02	6%
H-H	0.97	1.14	17%



Figur 3: Beregnet sikkerhet for snitt A-A, til sammenligning med tegn. 200, rapp. 20071671-1



Figur 4: Beregnet sikkerhet for snitt D-D, til sammenligning med tegn. 202, rapp. 20071671-1



Figur 5: Beregnet sikkerhet for snitt H-H, til sammenligning med tegn. 201, rapp. 20071671-1

3.0 OPPSUMMERING

Store nedbørsmengder og flom i juli 2007 førte til to utglidninger i ravinen ved Sørenga 1. Utglidningene medførte en forverring av allerede dårlige stabilitetsforhold. NGI ble engasjert for å prosjektere sikringstiltak i ravinen.

Prosjekteringsrapporten utarbeidet av NGI i 2007 [1] følger NVEs Retningslinjer nr. 1/2007 «Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag – foreløpig utgave» [2]. Retningslinjene stiller krav til prosentvis forbedring iht. tiltaksklasse.

Sikringstiltakene er prosjektert med utgangspunkt i tre beregningssnitt på tvers av ravinen: ett i boligfeltet (A-A), og to utenfor bebyggelse (snitt D-D og H-H). AFRY bemerker at i ett av disse områdene (snitt D-D) er det i ettertid etablert boligfelt.

NGI skriver i sin rapport at sikkerhetstiltakene ved boligfeltet er prosjektert med utgangspunkt i en «forbedring» iht. vedlegg 2 i [2]. Dette tilsvarer 10% økning i sikkerhet, som også oppfyller dagens krav til forbedring iht. figur 3.3 i NVEs kvikkleireveileder [4].

For områder utenfor bebyggelse er sikkerhetstiltakene er det valgt en lavere prosentvis forbedring (4-6%). En oppsummering er gitt i Tabell 2. NGI gir ikke begrunnelse for hvorfor det er valgt lavere prosentvis forbedring i områdene utenfor boligfeltet. Dette er ikke i henhold til dagens krav om forbedring.

AFRY har kontrollert dagens stabilitet i de tre snittene. Det bemerkes at det kan være små avvik mellom plassering av snittene fra grunnlagsrapporten [1] og hva som er vist i Figur 2, og at det derfor er gjort en kontrollberegning av situasjon før sikringsarbeid.

Formålet med AFRYs beregninger har vært å kontrollere hvorvidt prosjektert forbedring er oppnådd. Resultater er presentert i Tabell 3.

For snitt A-A og H-H (se Figur 1, Figur 3 og Figur 5) er ønsket resultat oppnådd med god margin.

For snitt D-D er den prosentvise forbedringen i stabilitetsforhold beregnet til noe lavere mot sør enn hva som er forespeilet i grunnlagsrapporten (se Tabell 2 og Tabell 3). Den beregnede stabiliteten er dog høyere enn den beregningsmessige sikkerheten for sikringstiltak gitt i Tabell 2 ($F_c=1.31 > 1.29$) og høyere enn robusthetskravet ($F_c=1.31 > 1.20$).

Med unntak av snitt D-D (mot sør) er beregnet oppnådd prosentvis forbedring høyere enn den planlagte prosentvise forbedringen, se Tabell 4.

Tabell 4: Oppsummering av resultater

Snitt	Planlagt prosentvis forbedring (NGI, 2007) [1]	Beregnet oppnådd prosentvis forbedring (AFRY, 2024)
A-A	10%	27%
D-D (mot sør)	4-5%	3%
D-D (mot nord)	4-5%	6%
H-H	6%	17%

4.0 REFERANSER

- [1] NGI, "Sikkerhet mot leirskred, Øvre Eiker kommune - Grunnundersøkelser, stabilitetsanalyser og stabiliserende tiltak på Smørgrav," 20071671-1, Oct. 2007.
- [2] NVE, "Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag – foreløpig utgave," 2007.
- [3] NVE, "NVE Temakart Kvikkleire," NVE. [Online]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>
- [4] NVE, "NVE Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred." Dec. 2020.