

Nesgata 4

Geoteknisk vurderingsrapport

Byggeplan

Dokumentnr. 22259-RIG02

Versjon 1

4.9.2024



Prosjekt

Prosjektnavn:	Nesgata 4
Prosjektfase:	Byggeplan
Prosjektdel:	Fase 1 og 2
Oppdragsgiver:	NESGATA 4 AS
Kontaktperson:	Hilde Gråberg Bakke

Vårt oppdrag

Oppdragsnummer:	22259B
Oppdragsleder:	Ida Lindkvist
Fagansvarlig:	Michael Huber
Andre nøkkelperson:	Ida Lindkvist

Dokument

Dokumenttype:	Geoteknisk vurderingsrapport
---------------	------------------------------

Versjoner

Indeks	Dato	Beskrivelse	Ansvarlig	Kontroll
1	4.9.2024	Til levering	Ida Lindkvist	Michael Huber

Sammendrag

Et eksisterende bygg på Nesgata 4 i Åndalsnes skal bygges om i to faser. I fase 1 skal eksisterende bygg i 1 etasje bygges om fra butikk til 4 utleierom. I fase 2 skal eksisterende bygg utvides mot jernbanen i etasje 2 og 3, og bygges om innvendig for å lage en leilighet.

Huset skal endre bruksområde til boligformål og bygges på, og områdestabiliteten for tiltaket må vurderes. Påbygget er mot jernbanen, og ligger nærmere enn 30 meter til midtlinjen for Raumabanen, dermed må lokalstabiliteten ned mot jernbanen dokumenteres. ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk prosjektering.

Tomten ligger innenfor kvikkleiresone Tingbakken. Med utgangspunkt i supplerende grunnundersøkelser sammen med eksisterende grunnlag kan det konkluderes med at antatt lag med sprøbruddmateriale ligger så dypt under topplag av friksjonsmateriale at det ikke er noen risiko for at tiltaket blir rammet av eller utløser områdeskred. Området rundt tiltaket kan markeres som *Område uten fare for områdeskred*, og eksisterende kvikkleiresone kan revideres i østlige delen. Tiltaket er dermed klarert for fare for områdeskred etter NVE veileder 1/19.

Utfra stabilitetsberegninger ned mot jernbanen vurderes det at totalt sett at stabiliteten både før og etter tiltaket er tilfredsstillende etter krav fra Bane NOR sitt regelverk. Påvirkningen av tilbygget på skråningene er meget begrenset. Tomten er egnet for tiltaket, som kan utføres uten negativ påvirkning på jernbanen under.

Kategorisering

Geoteknisk kategori:	2
Konsekvensklasse:	CC/RC2
Pålitelighetsklasse:	CC/RC2
Prosjekteringskontrollklasse:	PKK2
Tiltaksklasse:	2
Seismisk grunnstype:	C

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Beskrivelse av tiltaket og tomten	4
3	Grunnforhold	7
3.1	Grunnvann.....	8
4	Regelverk, laster og faktorer	8
4.1	Standarder	8
4.2	Partialfaktor/Sikkerhetsfaktor	9
4.3	NVEs kvikkleireveileder 1/2019	9
4.4	Laster	10
4.5	Seismiske laster.....	11
5	Naturfare	11
6	Geotekniske vurderinger	11
6.1	Områdestabilitet.....	11
	Identifikasjon av kritiske skråninger	12
	Vurdering av kritiske skråninger	12
	Revidering eksisterende kvikkleiresone	13
6.2	Materialparametere	14
6.3	Stabilitetsberegninger mot jernbane	14
7	Konklusjon	15
8	Referanser	16

Vedlegg

Tegning:

V102 – Situasjonsplan med kritiske snitt

V103 – Situasjonsplan Profil A, stabilitetsberegning mot jernbanen

V301 – Profil A, Stabilitetsberegning dagens situasjon

V302 – Profil A, Stabilitetsberegning, Etter tiltak

V401 – Områdestabilitet Profil A

V402 – Områdestabilitet Profil C

Vedlegg A – Tolkning CPTu R12

Foreliggende rapport er utarbeidet av ERA Geo AS, som har opphavsrett til hele og deler av rapporten. Rapporten er utarbeidet for gitt prosjekt basert på en konkret problemstilling. Geoteknikere fra andre selskaper og andre som evt. bruker rapporten videre må være kritisk til innholdet og står selv ansvarlig for egne vurderinger. Rapporten kan ikke endres uten vårt samtykke.

1 Innledning

Nesgata 4 skal bygges om i to faser. I fase 1 skal eksisterende bygg i 1 etasje bygges om fra butikk til 4 utleierom. I fase 2 skal det bygges på eksisterende bygg utvides mot jernbanen og bygges om innvendig for å lage en leilighet.

Da huset skal endre bruksområde til boligformål og bygges på så må områdestabiliteten for tiltaket vurderes.

Påbygget mot jernbanen ligger nærmere enn 30 meter til midtlinjen for Raumabanan, og lokalstabiliteten ned mot jernbanen må dokumenteres.

ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk vurdering av tiltaket.

2 Beskrivelse av tiltaket og tomten



Figur 1: Tiltakets beliggenhet i Rauma kommune (Kartverket, 21.08.2024)

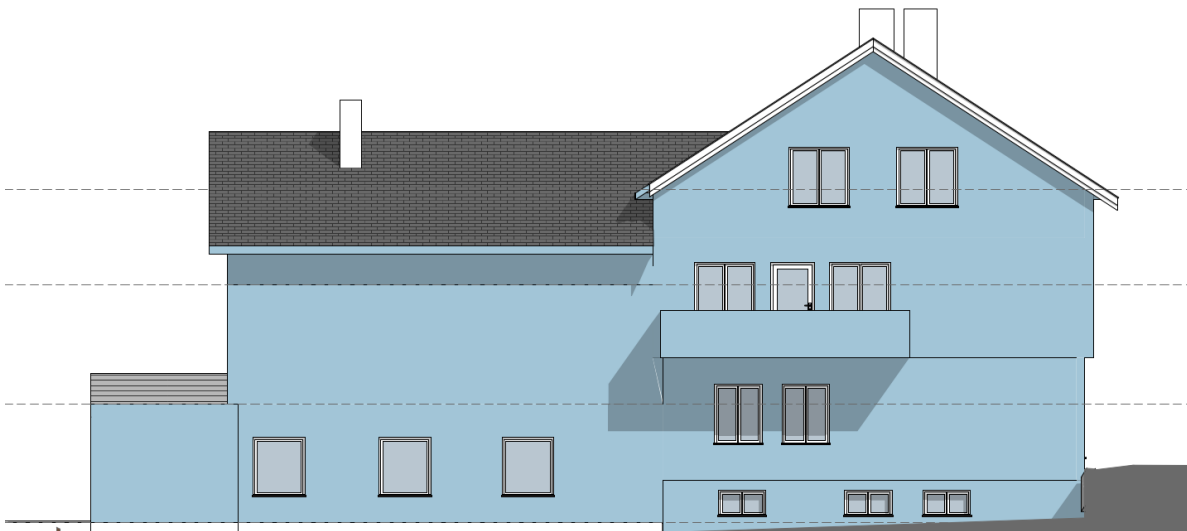
Nesgata 4 ligger i Åndalsnes sentrum. Huset ligger på toppen av en skjæring ned mot Raumabanan. Terrenget på selve tomten heller litt oppover mot sør frem til en brattere skråningskant med 6 meters høyde før det flater ut.

Skjæringen der jernbanen går, rett nord for bygget, går over i en naturlig skråning. Skyggerelieff i Figur 2 illustrerer topografien rundt tomten.

Selve tiltaket inkluderer ombygning av eksisterende bygg fra butikk til bolig, med 4 utleieleiligheter og ombygging av leilighet. Ombyggingen av leiligheten medfører et påbygg på eksisterende bygg mot jernbanen i nord. Illustrasjon av bygget i som det står i dag er gitt i Figur 3, Figur 4 og etter tiltak med påbygget sett utenifra fra vest i Figur 5. Påbygget skal settes opp i reisverk, og bygges på over eksisterende 1. etasje.



Figur 2: Topografisk kart med skyggerelieff (NVE, 21.08.2024)

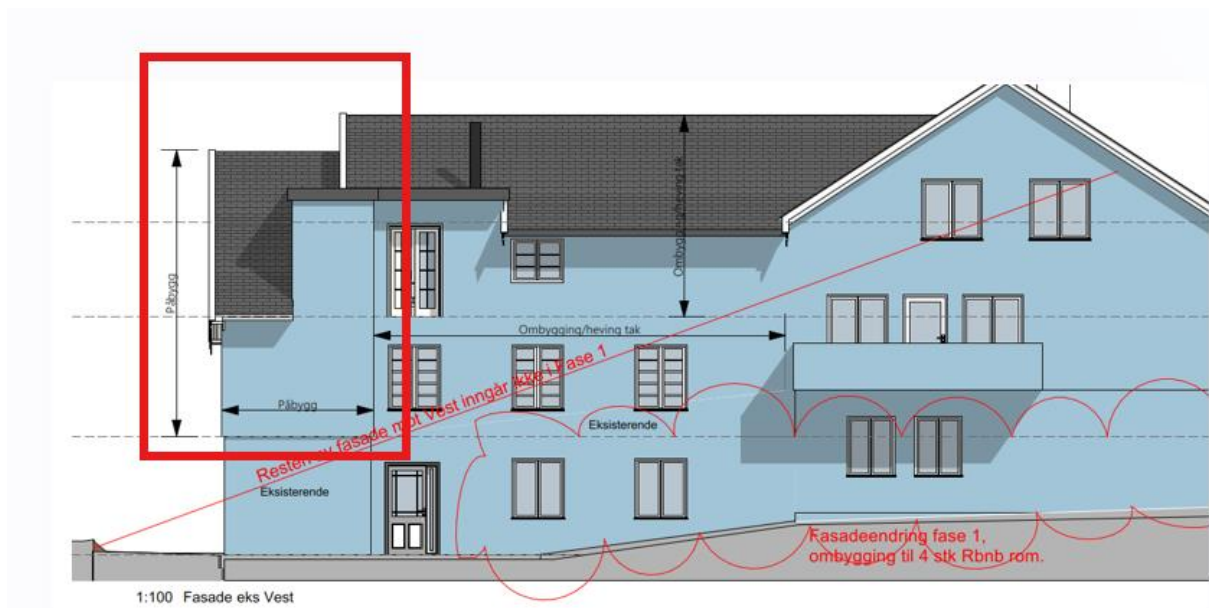


1:100 Fasade eks Vest

Figur 3: Beskrivende bilde av tiltaket før tiltaket, sett fra vest (tegning A40-01, 19.01.2024).



Figur 4: Snitt av eksisterende bygg, sett fra øst. Delen lengst i sør har kjelleretasje (tegning A30-01, 20.11.2023).

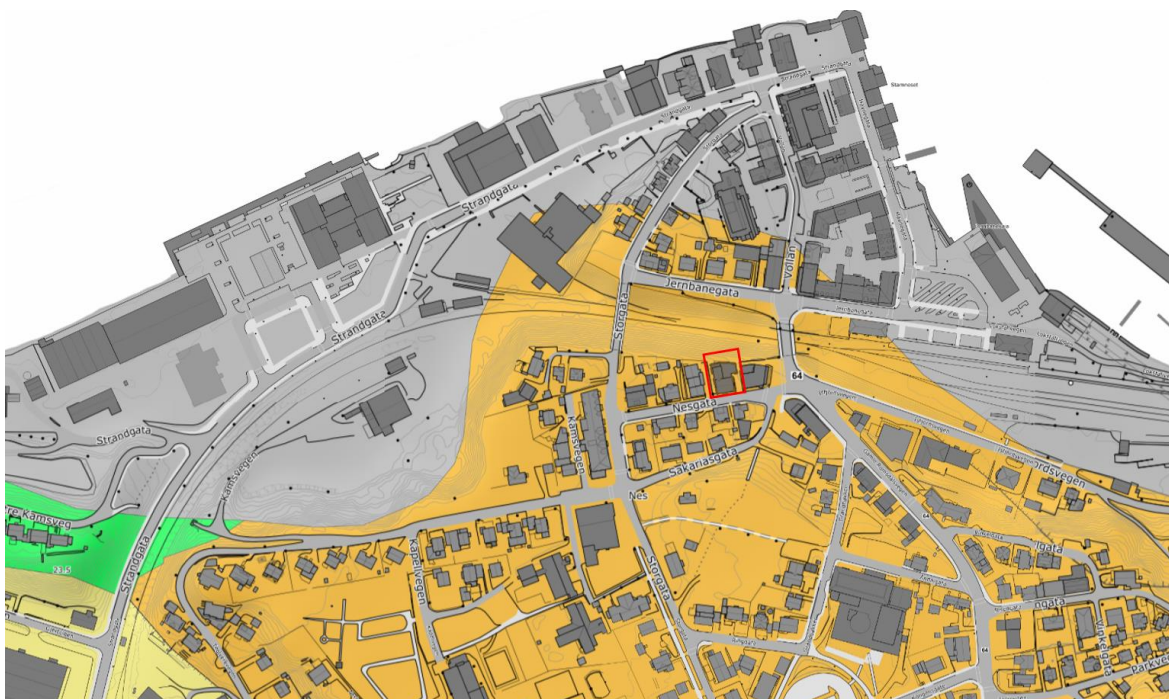


Figur 5: Beskrivende bilde av tiltaket fase 2 med påbygg mot jernbanen, sett fra vest (tegning A41-01, 19.01.24).



Figur 6: Illustrerende bilde av tiltaket med påbygg fra 3D modell, sendt på mail fra RIB 22.08.2024.

3 Grunnforhold



Figur 7: Løsmassekart (NGU, 21.08.2024)

NGUs løsmassekart viser breelvvavsetninger på og rundt tomten. Ned mot sentrum viser kartet fyllmasser.

Det er i 2023 utført grunnundersøkelser ved Åndalsnes bru (1), disse viser at massene i hovedsak er sand og siltig sand stedvis inneholdende noe grus. Sonderingsmotstanden viser at massene generelt er middels fast til fast lagrede, men med noen mindre lag der motstanden er lavere og massene er løsere lagret. I et punkt indikerer sonderingen leire, denne ligger dypt, rundt kote -31,4.

I forbindelse med planleggingen av Gondolbanen på Åndalsnes er det utført grunnundersøkelser sør og øst for tiltaket, undersøkelsene er utført i 2020 (2). De mest relevante for tiltaket er rett sør, punkt 17, 18 og 19. I punkt 19 indikerer sonderingen sprøbruddmateriale på ca. 2-4 meters dybde, i punkt 18 er det 18,5 meter med friksjonsmasser over antatt sprøbruddmateriale, og i punkt 17 er det gjennomført dreietrykksondering ned til 30 meters dybde, sonderingen indikerer friksjonsmasser gjennom hele dybden.

I forbindelse med dette oppdraget er det gjennomført supplerende grunnundersøkelser i to punkter, E1 og E2. E1 er gjennomført på tomten, på vestsiden av eksisterende bygg, og viser friksjonsmateriale ned til 21 meters dybde der sonderingen er avsluttet. E2 ligger ca. 70-75 meter sør for tiltaket, sonderingen i dette punktet viser ca. 11,5 meter friksjonsmasser, ned til kote +4,7 over antatt sprøbruddmateriale. Fra kote -3,3 viser sonderingen morene. Resultatet av undersøkelsene er presentert i datarapport 22259-RIG01 (3).

Vest for tiltaket, på platået og nedenfor på nordvest siden av jernbanen, er det gjennomført grunnundersøkelser i 2015 i forbindelse med reguleringsplan for Stokkekaia (4). Undersøkelsene viser generelt sand og grus over sprøbruddmateriale på platået der tiltaket er. Punkt 108, nordvest for tiltaket på andre siden jernbanen viser minst 25 meter med sand og grus. Punkt 106 vest på platået viser omtrent 14 meter sand og grus over sprøbruddmateriale.

Generelt viser grunnundersøkelsene at platået der tiltaket ligger består av sand og grus over leire/sprøbruddmateriale. Dette stemmer godt med løsmassekart som viser breelvvavsetninger på platået. Grunnundersøkelsene viser at det er friksjonsmateriale til stor dybde ved tiltaket, sørvest for tiltaket på motsatt side jernbanen og ved Åndalsnes bru øst for tiltaket. Lengre sør og vest minker mektigheten av sand- og gruslaget, og sprøbruddmaterialet ligger mellom 4 -15 meters dybde.

3.1 Grunnvann

Det er i forbindelse med grunnundersøkelser ved Åndalsnes bru (1) satt 2 elektriske poretrykksmålere rett på sørsiden av brua, ca. 60 meter fra tiltaket. Poretrykksmålerne er installert på 8 og 15 meters dybde. Disse viser at grunnvannstanden ligger på ca. 6,5 meters dybde og et tilnærmet hydrostatisk poretrykk med dybden.

4 Regelverk, laster og faktorer

4.1 Standarder

I samsvar med gjeldende regelverk plasseres tiltaket i følgende kategorier:

- Pålitelighetsklasse CC/RC2
- Tiltaksklasse 2
- Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2
- Geoteknisk kategori 2
- Seismisk grunntype C
- Tiltakskategori K4

Ved tiltaksklasse 2 skal det i henhold til Byggesaksforskriften § 14-7 (5) utføres uavhengig kontroll. I tillegg settes det krav til intern systematisk kontroll og utvidet kontroll for tiltak i kontrollklasser 2 i henhold til Eurokode 0 (6). Kontrollomfanget er gitt i de respektive regelverkene/standardene.

Tiltaket omfatter konvensjonelle konstruksjoner uten unormale risikoer. Videre er grunnforholdene kartlagt i tilfredsstillende omfang og vurderes oversiktlige og forutsigbare. Tiltaket plasseres derfor i geoteknisk kategori 2

I henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 (7) skal det for tiltak som berører kvikkleiresoner fastsettes tiltakskategori etter Tabell 3.1 og 3.2. Sammen med faregrad før utbygging angir tiltakskategorien krav til kontroll av prosjekteringen. Ved faresone lav og tiltakskategori K4 kreves det kvalitetssikring utført av uavhengig foretak.

Videre begrunnelse for valgte kategorier og henvisning til relatert regelverk er gitt i vedlegg.

4.2 Partialfaktor/Sikkerhetsfaktor

Materialfaktorer er satt ut fra Bane NOR (8).

Bane NORs tekniske regelverk angir krav til partialfaktor ut fra analysemetode, bruddtype og konsekvensklasse. For konsekvensklasse CC2 og nøytralt brudd kreves det partialfaktor minst 1,40 for stabilitets- og bæreevneberegninger med både ADP- og effektivspenningsmetoden.

4.3 NVEs kvikkleireveileder 1/2019

Kapittel 3.3 i NVEs veileder nr. 1/2019 (7) angir krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet for tiltak i kvikkleiresoner basert på tiltakskategori og faregrad før utbygging. Tiltaket settes i tiltakskategori K4.

Ved tiltakskategori K4 gjelder følgende (7):

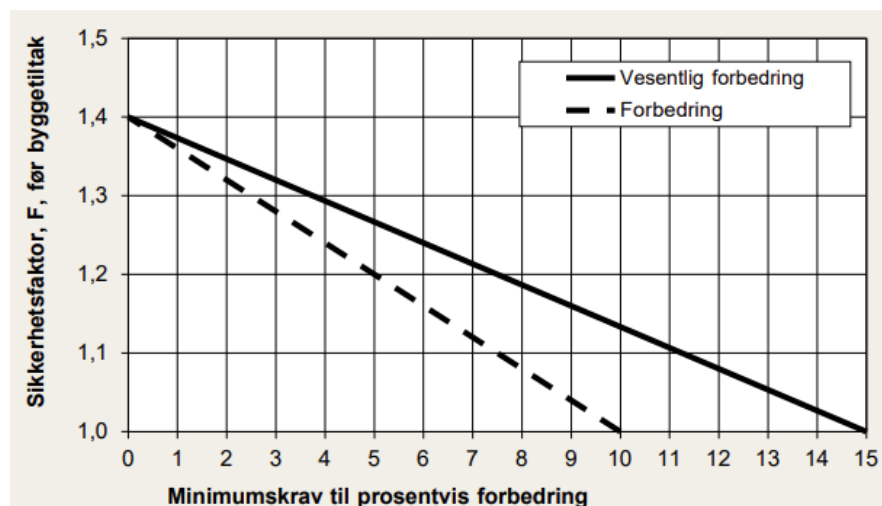
Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. For tiltakskategori K3 ved lav faregrad er kravene til sikkerhet lik som for tiltakskategori K1.

*Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 * fs$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor fs er sprøhetsforholdet (1,15) som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.*

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 1 og Figur 8.

Tabell 1: Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor (7)

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



Figur 8: Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor (7)

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 1 og Figur 8. Kriteriene for hva som kan regnes som skråninger utenfor influensområdet til tiltaket fremgår av kap. 3.3.7.

Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltaket er utført.

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse. Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak.

K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg
-----------	---

Figur 9: Tiltakskategori K4 (7)

4.4 Laster

I henhold til Eurokode 7-1 (9) skal det benyttes en partialfaktor for variable laster fra Tabell NA.A1.2(C), Eurokode 0 (6), ved analyse av skråninger og områdestabilitet. Det betyr at det benyttes partialfaktor for laster $\gamma_Q = 1,3$ (eller 0 hvis lasten er gunstig).

Selve huset som det står i dag, har 3 etasjer og en kjeller i sørlige del mot Nesgata. I østlige del har ca. halvparten av bygget kjelleretasje/parkeringskjeller under bakkenivå. I sørøstlige og ytterst i sørlige del er det betongdekke/terrasse og dermed ca. 1 etasje. I vestlige delen er det et bygg med 3 etasjer. Det er i stabilitetsberegningene lagt in 3 etasjer med estimert 10 kPa per etasje. Totalt blir lasta da 39 kPa med lastfaktor 1,3. De ytterste 4 meterne mot jernbanen er det en etasje, og modellert med linjelast på 10 kPa, 13 kPa med lastfaktor.

Etter tiltak i fase to med påbygg av reisverk i ytterste del er det oppgitt av RIB at tilbygget vil veie ca. 900 – 1000 kg/m² med lastfaktor. Tilbygget er på ca. 30 m² per etasje. Dette medfører en tilleggslast på ca. 9,8 kPa for tilbygget. Lasten i de ytterste meterne mot jernbanen kan dermed estimeres til 20 kPa totalt, 26 kPa med lastfaktor.

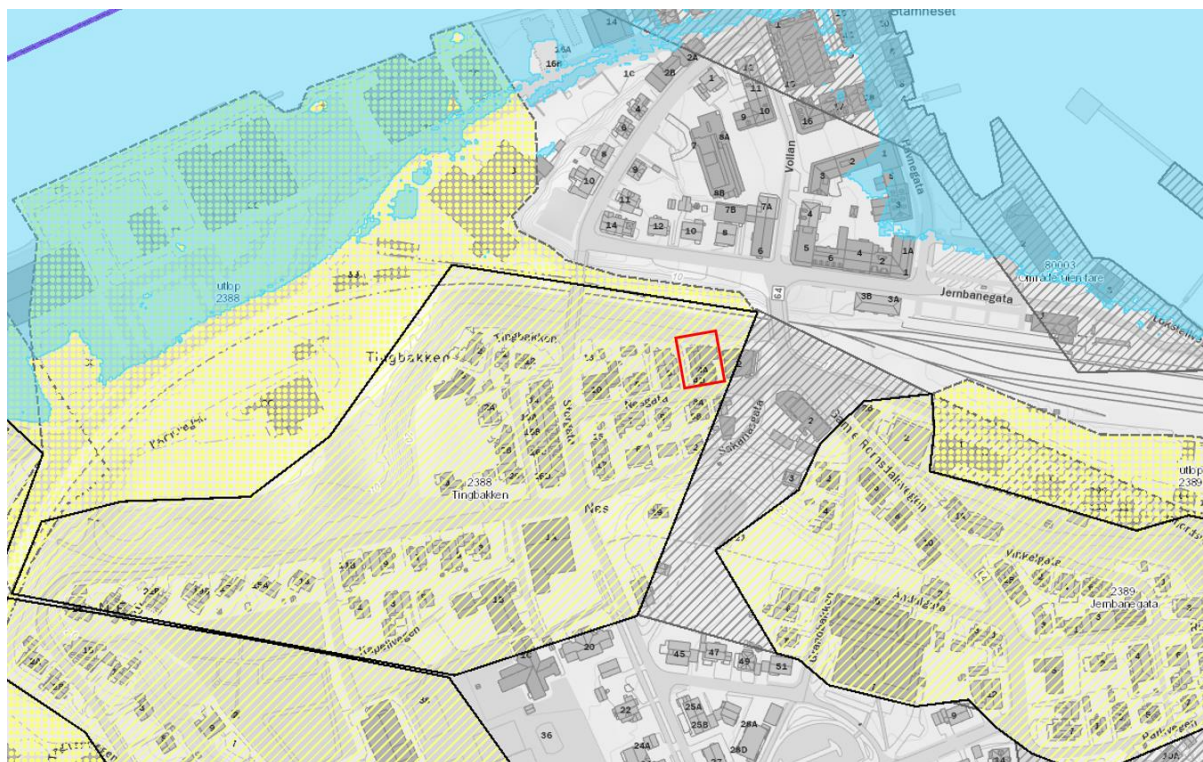
4.5 Seismiske laster

Spissverdi for berggrunnens akselerasjon er i området $agR = 0,4 \text{ m/s}^2$. Basert på Tabell NA.4(902), Eurokode 8-1 (10), er det antatt at tiltaket, påbygget, plasseres i seismisk klasse I, men seismisk klasse må verifiseres av rådgivende byggingeniør. Etter Tabell NA.3.1, Eurokode 8-1 (10), er det vurdert at grunntype C stemmer best for den aktuelle stratigrafien. Forsterkningsfaktor, S, for denne grunntypen er 1,5 i henhold til Tabell 3.3 og NA.3.3 (10).

Siden konstruksjonen plasseres i seismisk klasse I, $agS \leq 0,5 \text{ m/s}^2$ og grunntypen er vurdert til å være C er utelatelseskriterier 1 og 2 etter tabell NA3.2.1(5) (10) oppfylt.

5 Naturfare

Det er undersøkt for registrerte naturfarer på NVE Atlas. Se Figur 10.



Figur 10: Registrerte naturfarer (NVE, 21.08.2024)

Tiltaket ligger i kvikkleiresonen 2388 Tingbakken med lav faregrad. Det er ingen andre kartlagte naturfarer på tomten.

6 Geotekniske vurderinger

I dette avsnittet er områdestabiliteten for tiltaket vurdert. Det er gjennomført beregninger av lokalstabiliteten for tiltaket ned mot jernbanene, og disse er vurdert oppimot Bane NORs regelverk (8).

Vurderingen og beregningene er gjort med grunnlag i tolkninger av eksisterende og supplerende grunnundersøkelser ved og rundt tiltaket.

6.1 Områdestabilitet

Tiltaket ligger i løseområde for kvikkleiresone 2388 Tingbakken. Området rett øst for tiltaket, langs Sakariasgate og ved Åndalsnes bru over jernbanen, er det vurdert at det ikke er noen fare for områdeskred (11).

Det er gjennomført supplerende grunnundersøkelser ved og over tiltaket. Utfra disse, sammen med eksisterende grunnlag er det satt opp to profiler gjennom kritiske snitt for å vurdere områdestabiliteten for tiltaket.

Identifikasjon av kritiske skråninger

Det vurderes utfra topografi og eksisterende grunnlag være tre kritiske skråninger som kan påvirke tiltaket.



Figur 11: Kritiske skråninger som kan ramme tiltaket.

De tre kritiske skråningene er vist i Figur 11, de er marker med oransje ring. Tiltaket ligger enten nærmere enn $15 \cdot H$ fra toppen av skråningen, eller nærmere enn $1,5 \cdot (H \cdot 15)$ fra foten av skråningen.

Området øst for tomten er kartlagt som *Område uten fare* (se Figur 10), og det er dermed ingen risiko for at områdeskred utløses i dette området og rammer tiltaket.

Vurdering av kritiske skråninger

Det er tatt ut to profiler, Profil A og C, for å vurdere skråningene. Ved avgrensning av løsneområder er det benyttet tilnærmingen fra avsnitt 4.5.2 i NVE veilederen (7). Det er da antatt et løsneområde med glideflate 1:15 i sprøbruddmateriale og 1:3 i friksjonsmateriale. Bruddlinje på 1:15 starter $0,25 \cdot H$, H = skråningshøyden, under skråningsfoten.

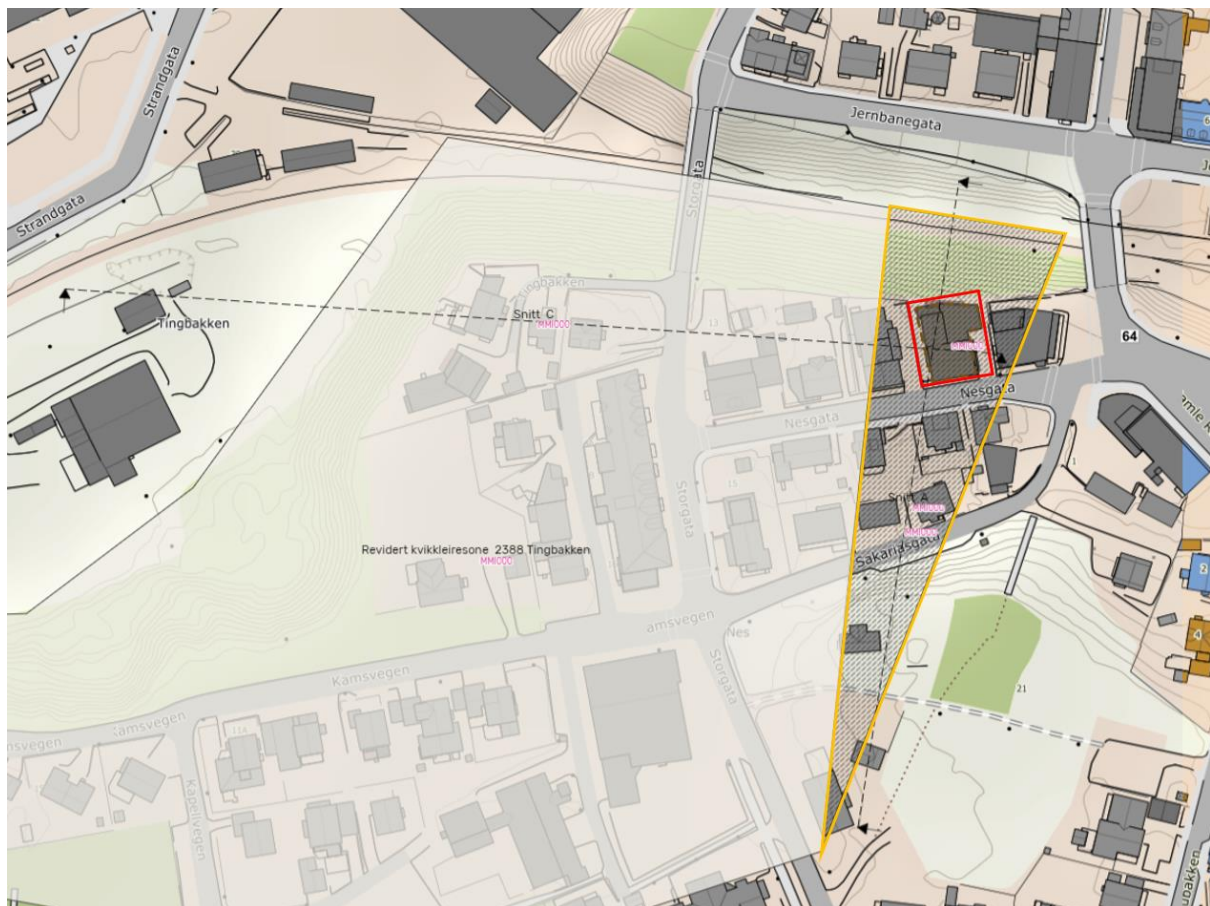
I Profil A, vist i vedlegg V401, er lagdelingen tolket fra grunnundersøkelser (3) (2) (1). Profil A går fra sør til nord gjennom tiltaket.

Laget med sprøbruddmateriale ligger dypt, ved tiltaket og jernbanen indikerer sonderingene ikke sprøbruddmateriale. De viser minst 21-35 meter med friksjonsmateriale. I øvre delen av profilen, mot punkt E2, NGI18 og NGI19 viser sonderingene et lag med antatt sprøbruddmateriale. Laget ligger relativt dypt ved punkt E2 og NGI18, rundt 12 - 16 meter. Laget med sprøbruddmateriale ligger så pass dypt ved de kritiske skråningene i Profil A at det ikke er noen risiko for at det skal utløses områdeskred. Tegning V401 med Profil A illustrerer lagdelingen i profil A.

Profil C, vist i vedlegg V402, går fra vest til øst gjennom tiltaket. Lagdelingen er tolket utfra grunnundersøkelser (3) (4). Tegningen illustrerer glideflater fra 0,25H under skråningsfot går opp i friksjonsmaterialer en god bit vest for tiltaket på flaten. Sonderingen ved tiltaket, E1, indikerer friksjonsmateriale gjennom hele sonderingsdybde. Det er dermed ingen risiko for at områdeskred som utløses i skråningen vest for tiltaket skal ramme tiltaket.

Revidering eksisterende kvikkleiresone

Utfra de supplerende boringen og vurderingene gjort i dette avsnittet kan den eksisterende kvikkleiresonen 2388 Tingbakken revideres. Området ved tiltaket og rundt profil A tas ut av sonen og vurderes som *Område uten fare for områdeskred*.



Figur 12: Figuren illustrerer revideringen av kvikkleiresone 2388 Tingbakken, der området lengst øst, markert med gult er uten fare for områdeskred. Tiltaket er markert i rødt.

Det er dermed ingen risiko for at tiltaket blir rammet av eller utløser områdeskred.

Basert på disse vurderingene er områdestabiliteten vurdert som ivaretatt jamfør Punkt 1-8 og 11 Tabell 3.1 i NVE 1/19 (7). Vurderingene krever dermed ingen uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/19.

Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred iht. NVE 1/19 er utført av foretak med tilstrekkelig kompetanse. Utredningen er utført av Ida Lindkvist. Fagansvarlig for utredningen er Michel Huber, som har mer enn 5 års erfaring som geotekniker og har flere referanseprosjekter å vise til. Kompetansekravet for å kunne gjennomføre utredningen er derfor ivare tatt iht. Kap. 3.1 i NVE 1/19.

6.2 Materialparametere

Materialparameterne for sanden er tolket utfra laboratorieundersøkelser og CPTu utført ved Åndalsnes bru (1). Utfra totalsonderingen kan det antas at det er samme materialet ved brua som på tomten. Motstanden i totalsonderingen tilsier at massene er middels faste. Dette stemmer godt med Jordklassifisering i figur 6, CPTu-tolkning (Vedlegg A) fra punkt R12 ved brua, som generell klassifiserer materialet som fast sand.

Laboratorieundersøkelser fra prøver tatt opp med 54 mm sylinder i punkt R01, R06 og R12 viser at sanden har tyngdetetthet rundt $19,5 \text{ kN/m}^3$, dette tilsier også at sanden er fast.

Tolkning av friksjonsvinkel fra CPTu tolkning, Vedlegg A Figur 5, viser tolkingsmodeller med ulike attraksjoner. Vi velger å tolke at attraksjon $a = 5$ er et realistisk utgangspunkt, hvilket tilsier at NTNU 1 er den mest aktuelle tilnærmingen. Etter denne vil en tolket gjennomsnittlig friksjonsvinkel på $\phi = 36$ grader være en god tilnærming.

Dette stemmer godt med erfaringsverdier fra tabell 3.6.2-1 i V220 (12) der fast sand oppgis ha tyngdetetthet = 19 kN/m^3 , friksjonsvinkel = 36 grader og en attraksjon mellom 0 – 10 kPa.

Tabell 2: Materialparametere for stabilitetsanalyse

Materiale	Tyngdetetthet (kN/m^3)	Friksjons- vinkel ($^\circ$)	Attraksjon (kPa)	Kohesjon (kPa)
Sand **	19,5	36	5	3,6
Leire *	19	20	0	0

*Erfaringsverdi/V220 (12)

**Tolket fra laboratorieanalyse/grunnundersøkelse

For leiren er det benyttet erfaringsverdier for bløt leire fra V220 (12).

Det er ikke tolket udrenerte parametere for leiren da denne ligger så pass dypt i stabilitetsprofilen at de skjærflatene som går så dypt ikke er relevante for beregningene da sikkerheten vil bli høyere enn for de drenerte tilfellene.

6.3 Stabilitetsberegninger mot jernbane

Det er utført beregninger i 1 snitt ned mot jernbane, Profil A se situasjonsplan V103.

Skråningsstabilitet er beregnet i GeoSuite Stability med beregningsmetode Beast 2003. Materialparameterne beskrevet i avsnittet over er brukt i analysene. Terrenget i profilene er hentet fra norgeskart (10).

Krav til sikkerhetsfaktor er beskrevet i avsnitt 4.2, og det kreves en sikkerhetsfaktor over 1,4 av Bane NOR i dette tilfelle. Lastsituasjon og lastfaktorer er beskrevet i avsnitt 4.4.

Tegning V301 viser beregninger av dagens situasjon (uten påbygg). Drenert sikkerhetsfaktor $F_{cf} = 1,55$ for sirkulær bruddflate. Ved å tvinge skjærflaten inn under bygget med last på toppen er $F_{cf} = 1,71$ for sirkulær og $F_{cf} = 2,06$ for sammensatte skjærflater.

Tegning V302 viser Profil A med ekstra last fra påbygget nærmest jernbanen. Drenert sikkerhetsfaktor $F_{cf} = 1,56$ for sirkulær bruddflate og er dermed uforandret. Ved å tvinge skjærflaten inn under bygget med last på toppen er $F_{cf} = 1,66$ for sirkulær og $F_{cf} = 2,03$ for

sammensatte skjærflater. Skjærflatene under bygget får noe lavere sikkerhetsfaktor med den økte lasten av påbygget, men den er fortsatt langt over krav på 1,4. Dessuten det i beregningene i Geosuite forenklet til at skråningen og påført last har uendelig utstrekning inn i planet. I virkeligheten vil denne lasten være meget begrenset sammenlignet med skråningens utstrekning og sånn sett ha ytterst lokal påvirkning på en liten del av skråningen.

Det er ikke gjennomført udrenerte beregninger da det udrenerte materialet ligger så pass dypt under skråningen at sikkerhetsfaktor vil være mye høyere enn i drenert tilstand, og ikke vil være relevant at se nøyaktigere på.

7 Konklusjon

Tomten med tiltaket ligger i dag i kvikkleiresone 2388 Tingbakken. Det er utført supplerende grunnundersøkelser ved og over tiltaket. Sammen med eksisterende grunnlag kan det konkluderes med at lag med sprøbruddmateriale ligger så dypt under topplag av friksjonsmateriale at det ikke er noen risiko for at tiltaket blir rammet av eller utløser områdeskred. Kvikkleiresonene Tingbakken vil dermed bli revidert i den østlige delen, rundt tiltaket, til *Område uten fare for områdeskred*. Tiltaket er dermed klarert for fare for områdeskred etter NVE veileder 1/19.

Det vurderes totalt sett at stabiliteten både før og etter tiltaket er tilfredsstillende etter krav fra Bane NOR sitt regelverk. Påvirkningen av tilbygget på skråningene er meget begrenset, da skjærflaten med lavest sikkerhet er upåvirket av tilbygget og de som er tvunget inn under bygget har en høy sikkerhetsfaktor som påvirkes lite av det den ekstra lasten påbygget innebærer.

Tomten er egnet for tiltaket og tiltaket kan utføres uten negativ påvirkning på jernbanen under.

8 Referanser

1. **Rambøll.** *1350053820 - 001 Åndalsnes bru Datarapport fra grunnundersøkelser.* 2023.
2. **NGI.** *20200050-01-R Åndalsnes Gondolbane Grunnundersøkelser, datarapport.* 2020.
3. **ERA Geo AS.** *22259-RIG01 Geoteknisk datarapport Nesgata 4.* 2024.
4. **Norconsult AS.** *5147308-RIG01 Åndalsnes sentrum, Grunnundersøkelser datarapport.* 2015.
5. **Direktoratet for byggkvalitet.** *Byggesaksforskriften (SAK10) - Publikasjonsnummer: HO-1/2011.* 2011.
6. **Standard Norge.** *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* 2016.
7. **Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.** *Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.* 2020.
8. **Bane NOR.** Teknisk regelverk Bane NOR. [Internett] Bane NOR, 2024.
https://trv.banenor.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Stabilitet#Konsekvens_klasse_CC1.
9. **Standard Norge.** *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler.* 2020.
10. —. *NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.* 2014.
11. **NGI.** *20200050-02-R Åndalsnes - grunnundersøkelser og kvikkleireutredning, Faresone 2389 Jernbanegata.* 2020.
12. **Statens vegvesen.** *Veiledning N-V220 Geoteknikk i vegbygging.* 2023.
13. **Kartverket.** Norgeskart. [Internett] norgeskart.no.

Vedlegg: Kategorisering iht. regelverk

Valg av geoteknisk kategori

Kapittel 2.1 i NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 definerer geoteknisk kategori, som kan benyttes til å fastsette kravene til geoteknisk prosjektering. Ut fra konstruksjonenes kompleksitet og fundamenteringsforhold, samt vurdering av grunnens kompleksitet settes det for dette oppdraget geoteknisk kategori 2.

Valg av konsekvensklasse

Konsekvensklasse (CC) defineres ut fra kriterier gitt i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, tillegg B.

Prosjektet vurderes å ha middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser, og settes dermed i CC2.

Valg av pålitelighetsklasse CC/RC

Tabell NA.A1 (901) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 angir veiledende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Det er i tabellen delt opp i pålitelighetsklasse CC/RC for klasse 1 til 4. Pålitelighetsklassen er direkte knyttet opp mot konsekvensklassen (CC).

Grunnforhold og tiltak anses som enkelt og oversiktlig. Med dette plasseres disse arbeidene i pålitelighetsklasse CC/RC2.

Valg av prosjekteringskontrollklasse

Avhengig av konstruksjonens eller konstruksjonsdelens pålitelighetsklasse, er krav til prosjekteringskontroll klassifisert som prosjekteringskontrollklasse PKK, angitt i Tabell NA.A1 (902) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016.

For pålitelighetsklasse 2, settes minste prosjekteringskontrollklasse PKK2. Det settes da krav til egenkontroll og intern systematisk kontroll. I tillegg settes det krav til utvidet kontroll. I PKK2 kan den utvidete kontrollen begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretak.

Valg av tiltaksklasse

Tiltaksklasse fastsettes ut fra Tabell 2 i veilederen til Byggesaksforskriften § 9-4. Fastsetting av tiltaksklasse er viktig for at oppgaven skal ansvarsbelegges med rett kompetanse. Ved søknad om tillatelse til tiltak skal forslag på tiltaksklasse angis, men det er kommunen som fastsetter tiltaksklassen.

Kriterier for tiltaksplassering for prosjektering bestemmer tiltaksklasse for prosjektet.

Tiltaksklasse 2 for geoteknikk omfatter blant annet fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990+NA plasseres i pålitelighetsklasse 2. For tiltaksklasse 2 skal det utføres uavhengig kontroll i henhold til § 14-7.

Valg av seismisk grunntype

På grunnlag av avstand til berg og type løsmasse på tomten skal det settes Grunntype etter Tabell NA.3.1 i NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. For dette aktuelle prosjektet settes det generelt seismisk grunntype C. For grunntype A-E settes parameterne etter tabell NA.3.3 i NS-EN 1998-1.

For fastsettelse av spissverdien for berggrunnens akselerasjon, agR , benyttes tabell NA.3.2(901 til 911) i NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. For det aktuelle tiltaket er spissverdien for berggrunnens akselerasjon på $0.4m/s^2$.

Valg av tiltakskategori

Det skal ut fra NVE veileder nr. 1-2019 Tabell 3.1 og 3.2 settes tiltakskategori. Denne defineres ut fra påvirkningen tiltaket har på omgivelsene, samt hvilket tiltak det er snakk om, med tanke på menneskelig tilflytning. Tiltakskategorien setter sammen med kvikkleiresonens faregrad før utbygging, hvilke sikkerhetsfaktorer som skal være ivarettatt for områdestabilitet, samt krav til kontrollregime. For dette tiltaket settes det tiltakskategori: K4 og faregrad før utbygging: lav.



Vi gir deg trygg grunn.

ERA Geo er et uavhengig spesialistselskap innenfor geoteknikk, som jobber aktivt i det geotekniske miljøet. Vi bistår i prosjekter over hele Norge.

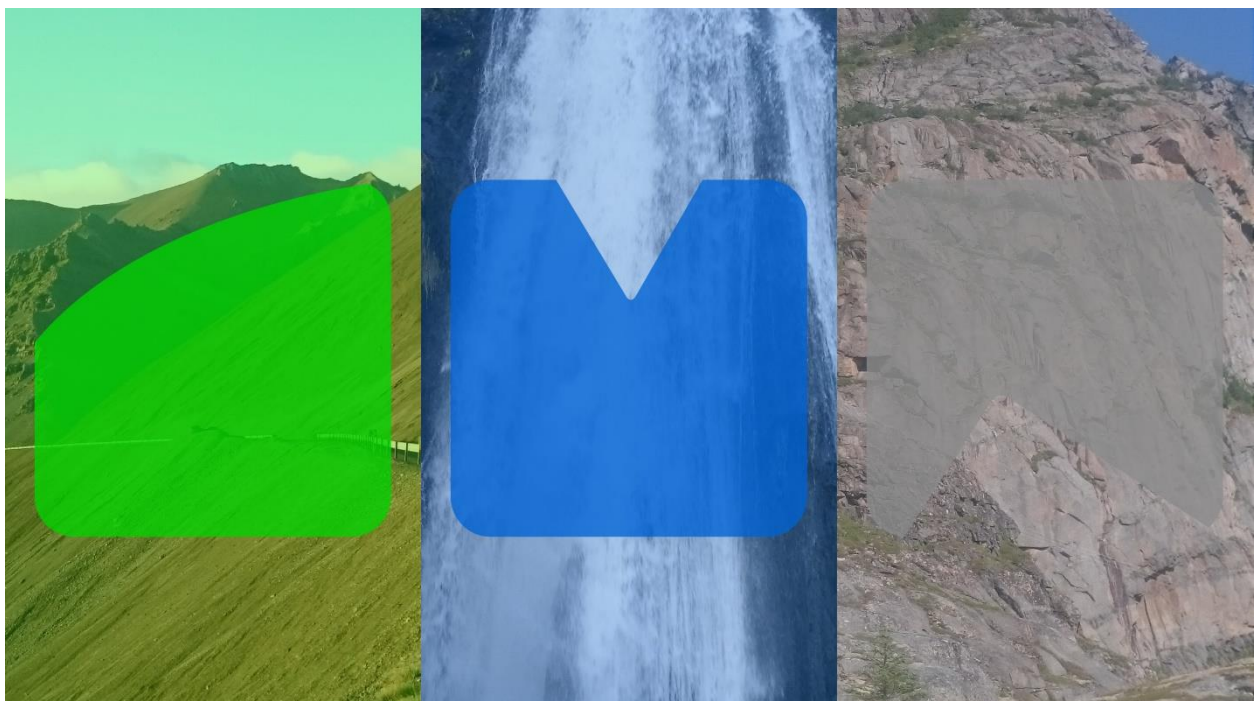
ERA Geo AS

era-geo.no

Verftsgata 10
6416 Molde

Tel.: 70 23 89 00
post@era-geo.no

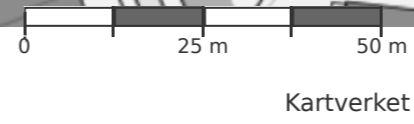
Org.nr. NO 920 591 035 MVA





- Tegnforklaring**
- Objekter**
- Eksisterende struktur som skal fjernes
 - - - Eksisterende struktur som skal beholdes
 - ▨ Eksisterende struktur som skal beholdes
 - ▨ Område uten fare for område
 - Løsneområde
- Borpunkter**
- ⊕ Totalsondering
 - ⊙ Preveserie
 - Prøvegrop
 - ▽ Trykksondering (CPTu)
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ⦿ Dreietrykksondering
 - Enkel sondering
 - ⤴ Berg i dagen

1	Til levering	IL	MH	30.8.2024
Ver.	Versionen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Situasjonsplan kritiske snitt		Målestokk (A3) 1 : 1000		
Nesgata 4		Dato 30.8.2024		
		Oppdragsgiver NESGATA 4 AS		
		Oppdragsnummer 22259B		
		Vedlegg til 22259-RIG02		
		V102	1	



- Tegnforklaring**
- Objekter**
- Eksisterende struktur som ska
 - Eksisterende struktur som ska
 - Eksisterende struktur som ska
 - Område uten fare for område
 - Løsneområde
- Borpunkter**
- Totalsondering
 - Preveserie
 - Prøvegrop
 - Trykksondering (CPTu)
 - Poretrykksmåling
 - Dreietrykkssondering
 - Enkel sondering
 - Berg i dagen

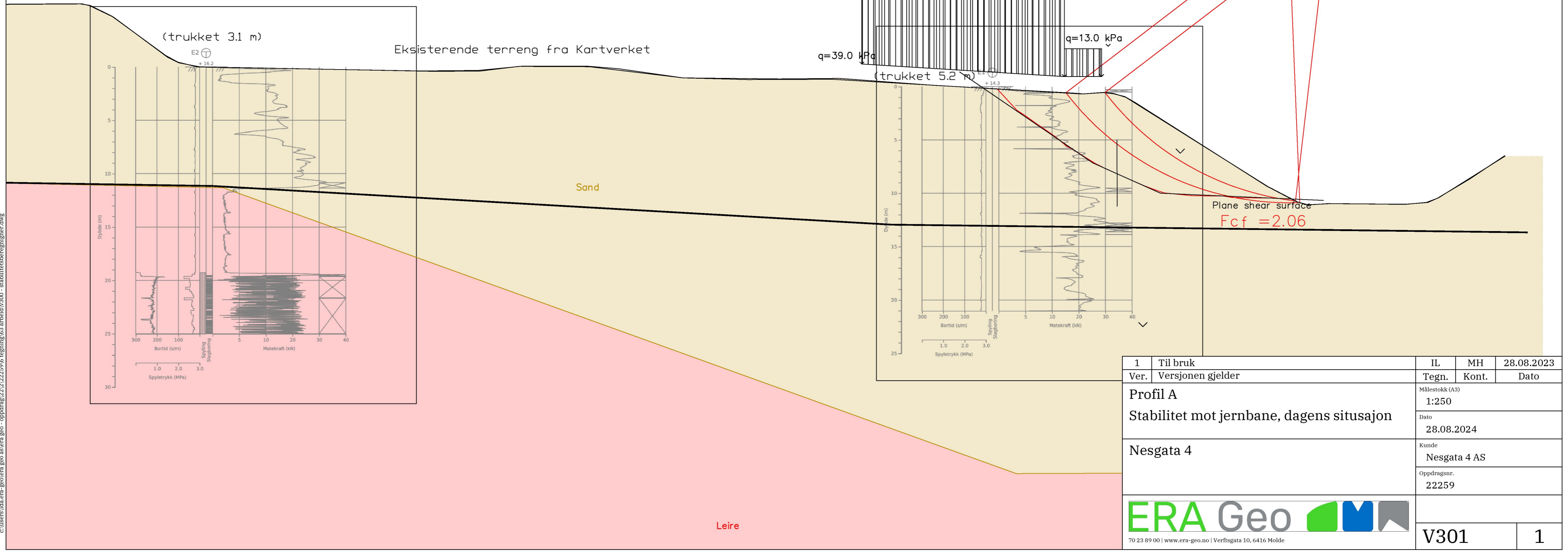
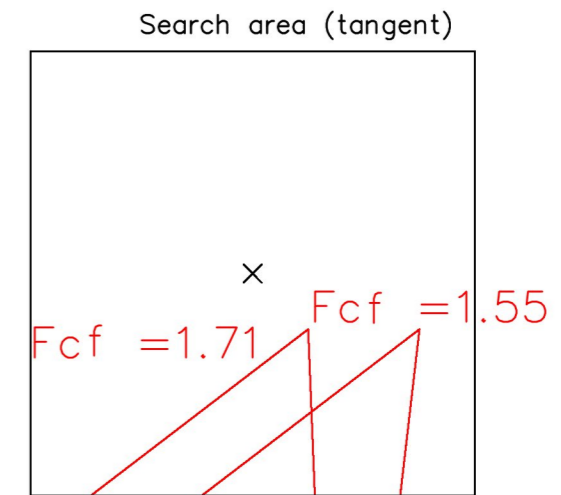


1	Til levering	IL	MH	30.8.2024
Ver.	Versionen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Situasjonsplan profil A		Målestokk (A3)	1 : 500	
Nesgata 4		Dato	30.8.2024	
		Oppdragsgiver	NESGATA 4 AS	
		Oppdragsnummer	22259B	
ERA Geo		Vedlegg til 22259-RIG02		
		V103	1	

Kartverket

c:\users\jda.era-geo\era-geo\as\era-geo\opdrag\22\22259\6-regning\63-arbeid\V300 - stabilitetsberegninger.dwg 27.08.2024 09:46

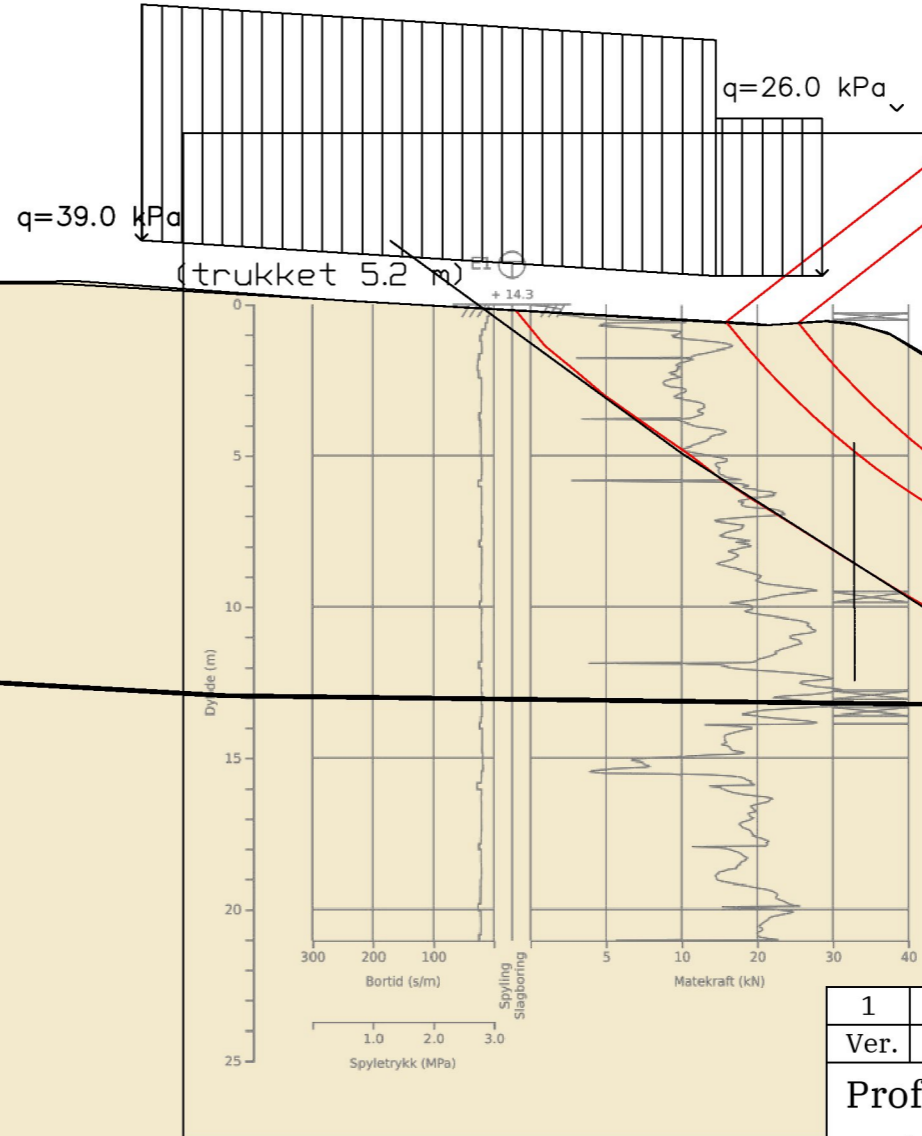
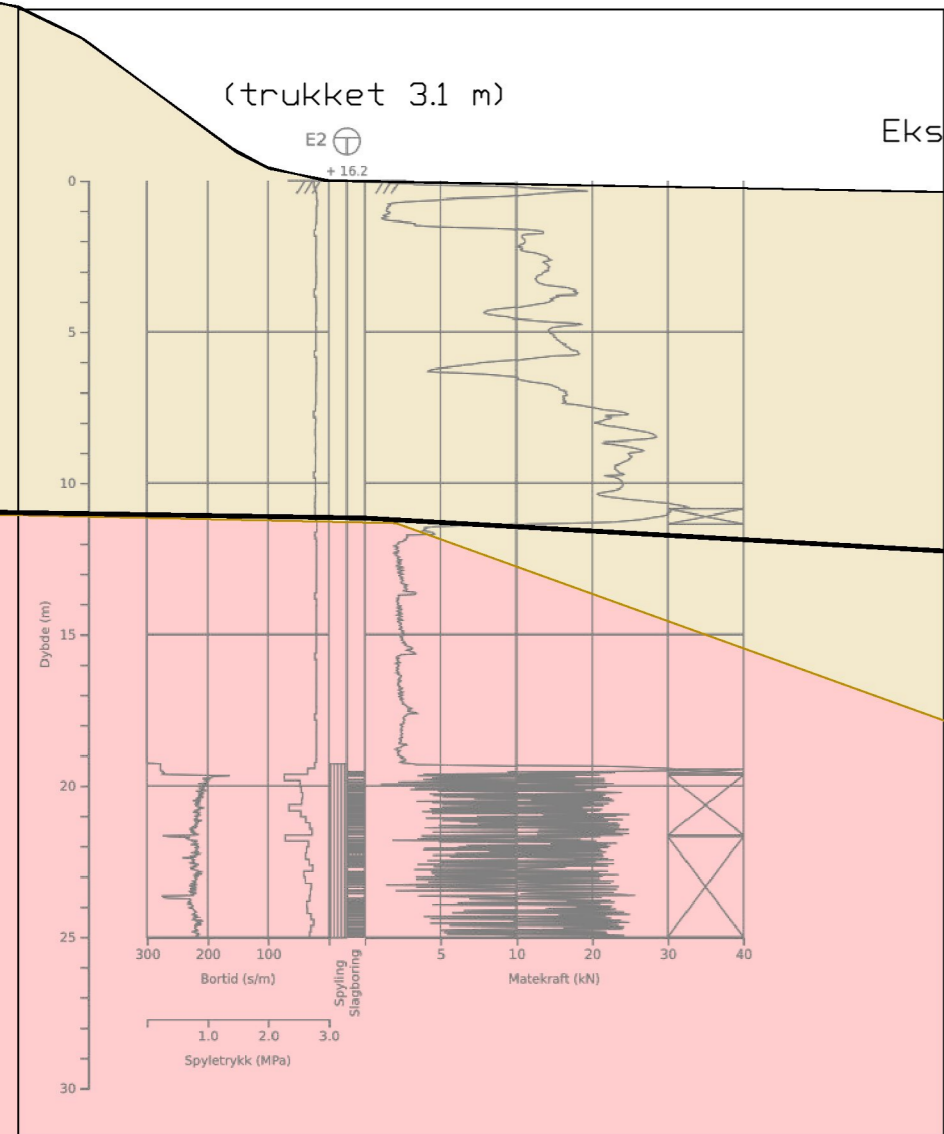
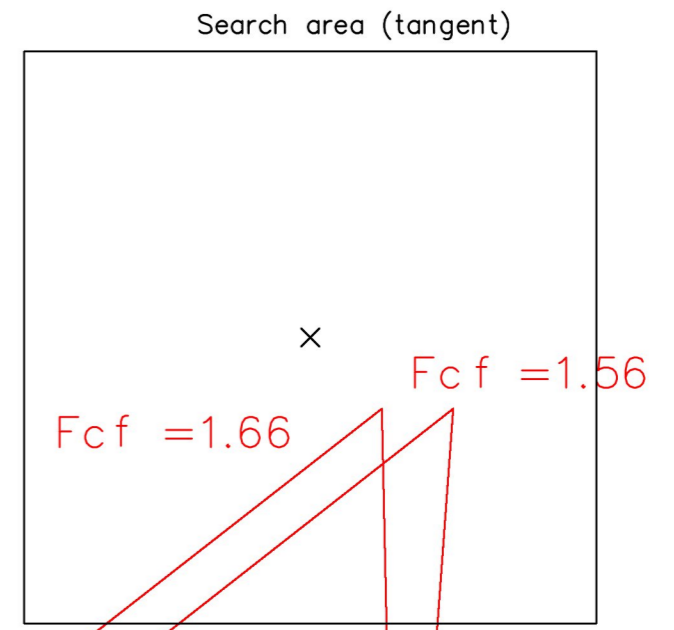
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Sand	19.50	9.50	36.0	3.6
Leire	19.00	9.00	20.0	0.0



1	Til bruk	IL	MH	28.08.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Profil A		Målestokk (A3)		
Stabilitet mot jernbane, dagens situasjon		1:250		
Nesgata 4		Dato		
		28.08.2024		
		Kunde		
		Nesgata 4 AS		
		Oppdragsnr.		
		22259		
ERA Geo				
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
V301			1	

c:\users\jda.era-geo\era-geo\as\era-geo\opdrag\22259\6-regning\63-arbeid\V300 - stabilitetsberegninger.dwg 27.08.2024 09:46

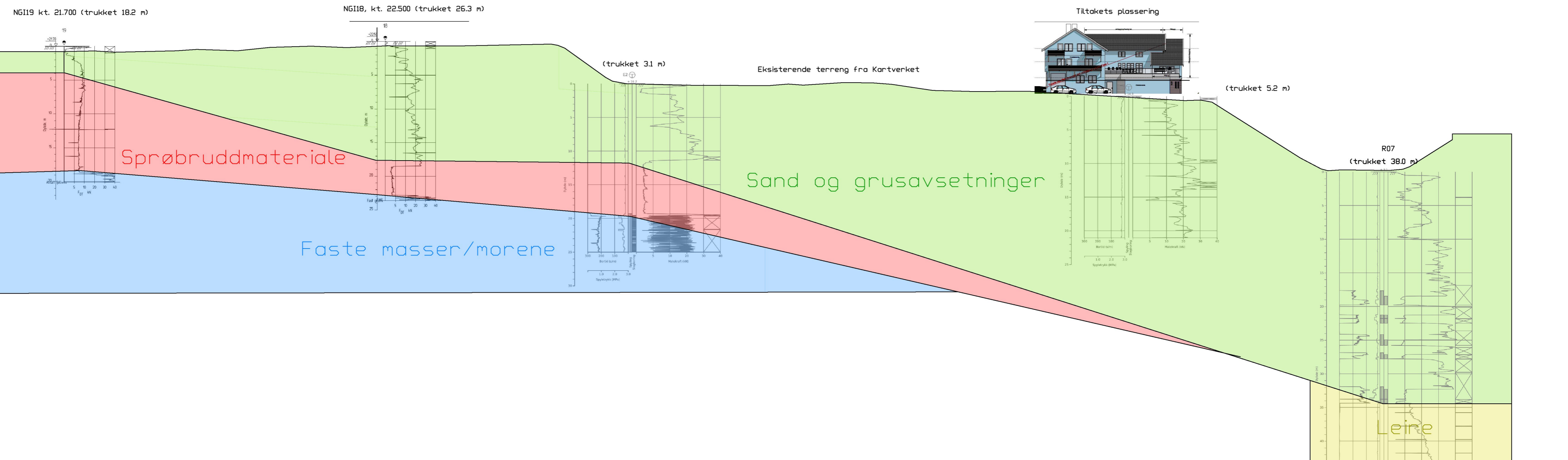
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Sand	19.50	9.50	36.0	3.6
Leire	19.00	9.00	20.0	0.0



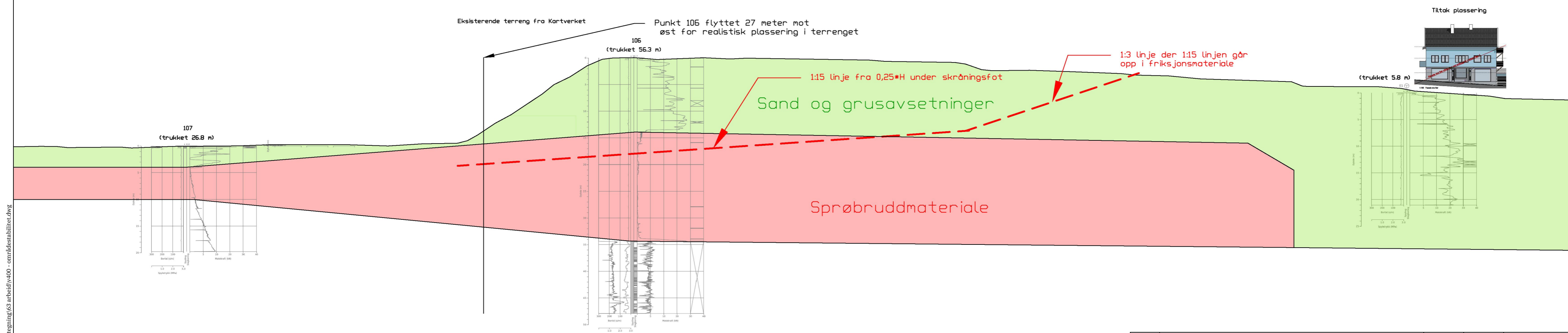
1	Til bruk	IL	MH	28.08.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Profil A		Målestokk (A3)		
Stabilitet mot jernbane, Etter tiltak		1:250		
Nesgata 4		Dato		
		28.08.2024		
		Kunde		
		Nesgata 4 AS		
		Oppdragsnr.		
		22259		
ERA Geo				
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
V302			1	

03.09.2024 04:30


c:\users\jda.era\era-geo\era-geo\prosjekt\22259\6 oppdrag\22259\6 regning\63 arbeid\400 - områdestabilitet.dwg

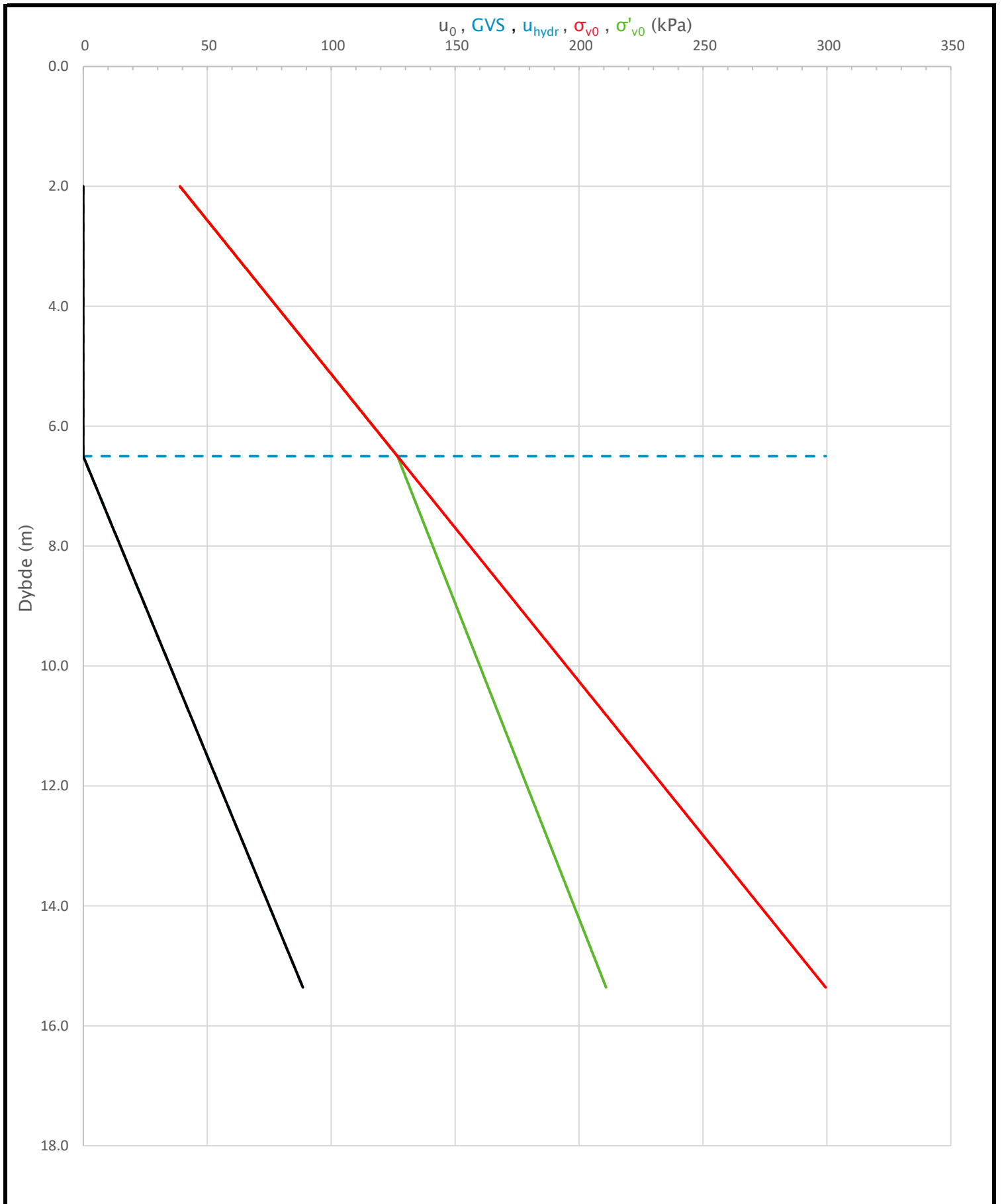


1	Illustrasjon	IL	MH	28.08.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Tverrprofil A Områdestabilitet		Målestokk (A3) 1:400		
		Dato 28.08.2024		
Nesgata 4		Kunde Nesgata 4 AS		
		Oppdragsnr. 22259		
ERA Geo				
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde		V401		1

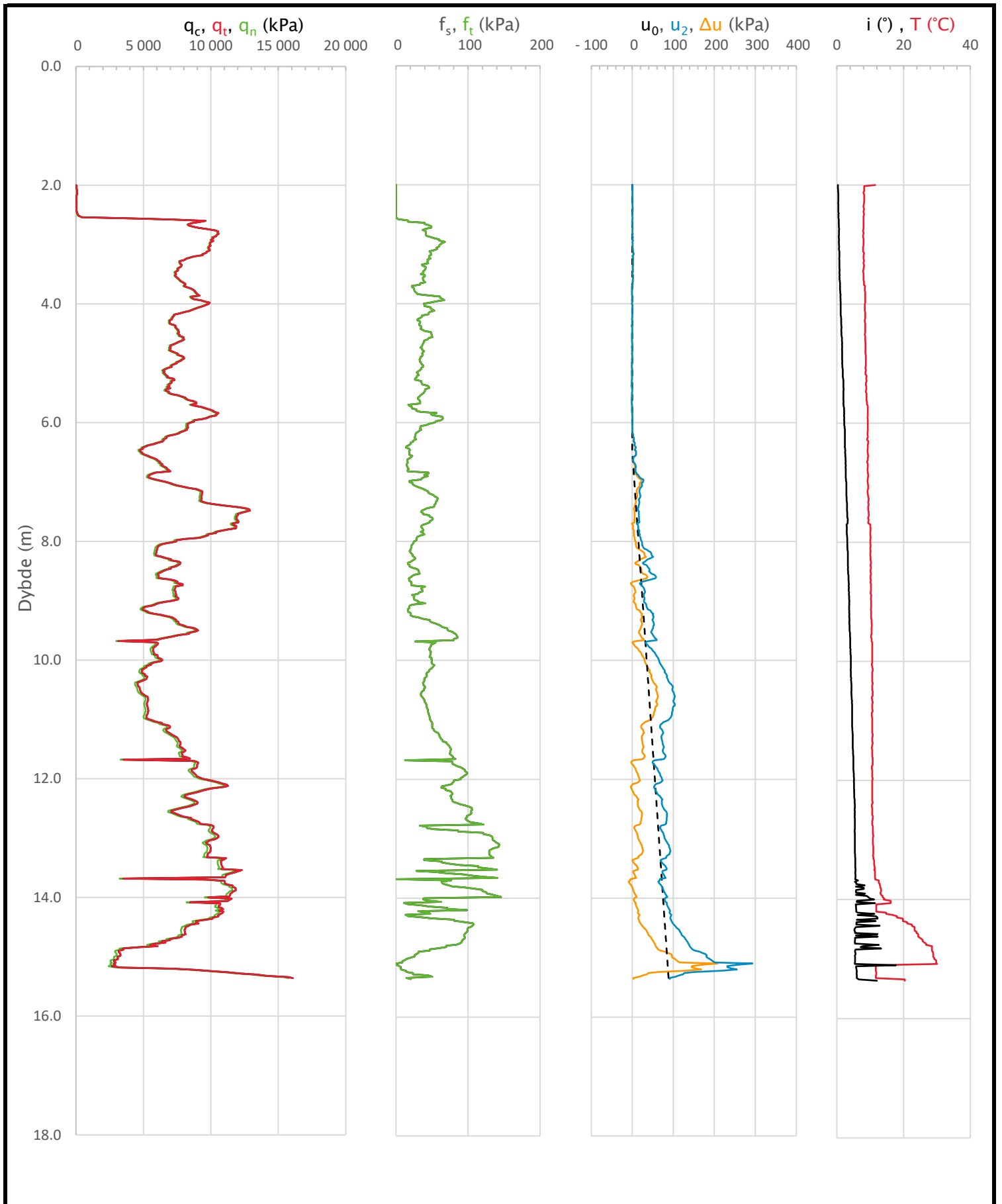



1	Illustrasjon	IL	MH	28.08.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Tverrprofil C Områdestabilitet		Målestokk (A3) 1:400		
		Dato 28.08.2024		
Nesgata 4		Kunde Nesgata 4 AS		
		Oppdragsnr. 22259		
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde		V402		1

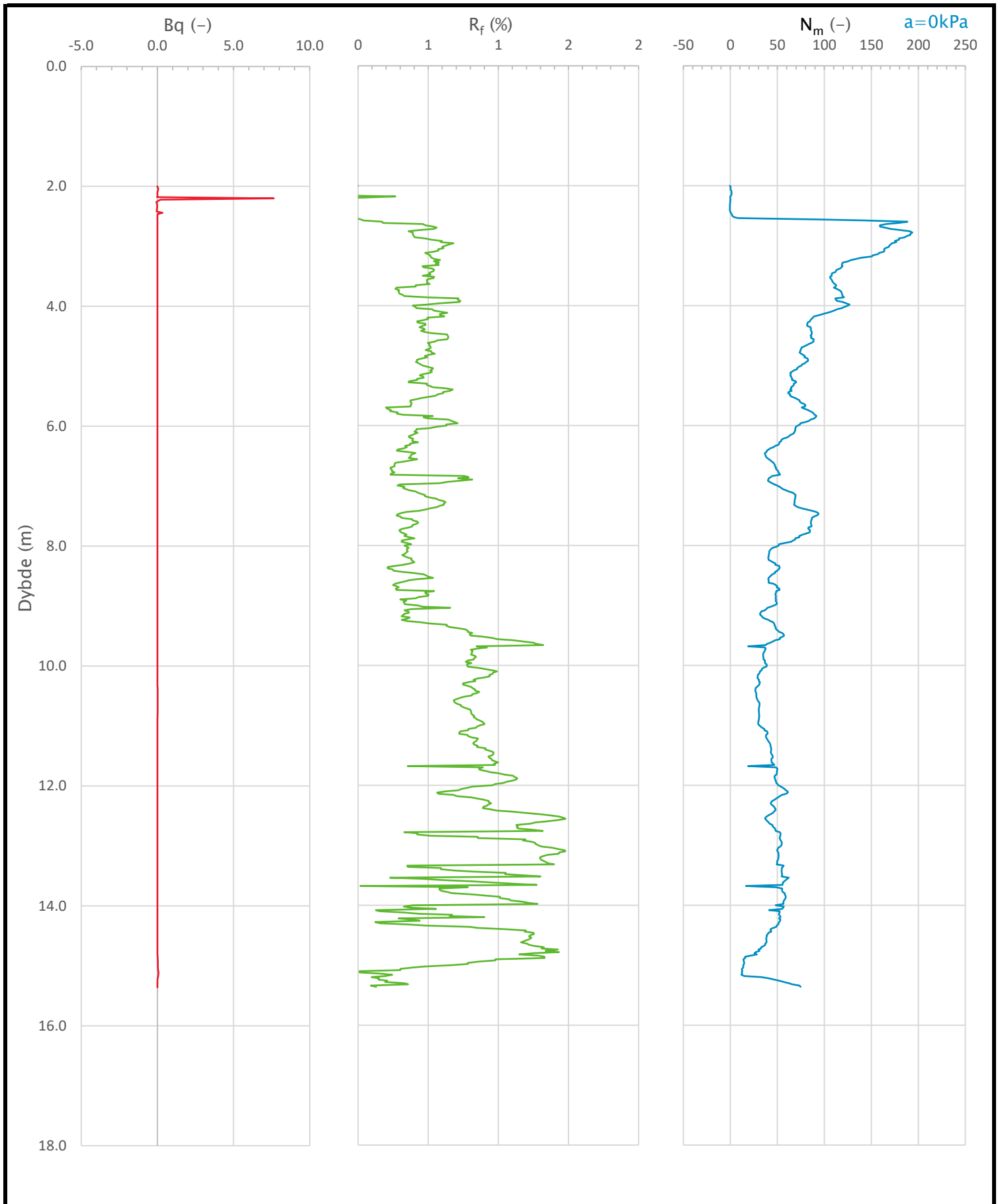
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4353		Boreleder		FS	
Type sonde	0		Temperaturendring (°C)		22.1	
Kalibreringsdato	08.12.2022		Maks helning (°)		17.7	
Dato sondering	02.03.2023		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5802		0.0102		0.0218	
Arealforhold	0.8690		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20.294		0.489		0.567	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7107.8		125.7		266.4	
Registrert etter sondering (kPa)	-19.7		0.0		-2.4	
Avvik under sondering (kPa)	19.7		0.0		2.4	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	12.8		0.3		0.4	
Maksverdi under sondering (kPa)	16072.2		145.8		293.5	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	33.1	0.2	0.3	0.2	2.8	0.9
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	Ikke OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 22259 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote 7,7	
Nesgata 4					R12	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4353	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	IL	MH	MH		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
		02.03.2023	1		1	
			Rev. dato 22.08.2024			




Prosjekt Nesgata 4		Prosjektnummer: 22259 Rapportnummer: RIG02		Borhull R12	Kote 7,7
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondennummer 4353	
	Utført IL	Kontrollert MH	Godkjent MH	Anvend.klasse 1	
	Divisjon	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon 1 Rev. dato 22.08.2024	Figur 2	

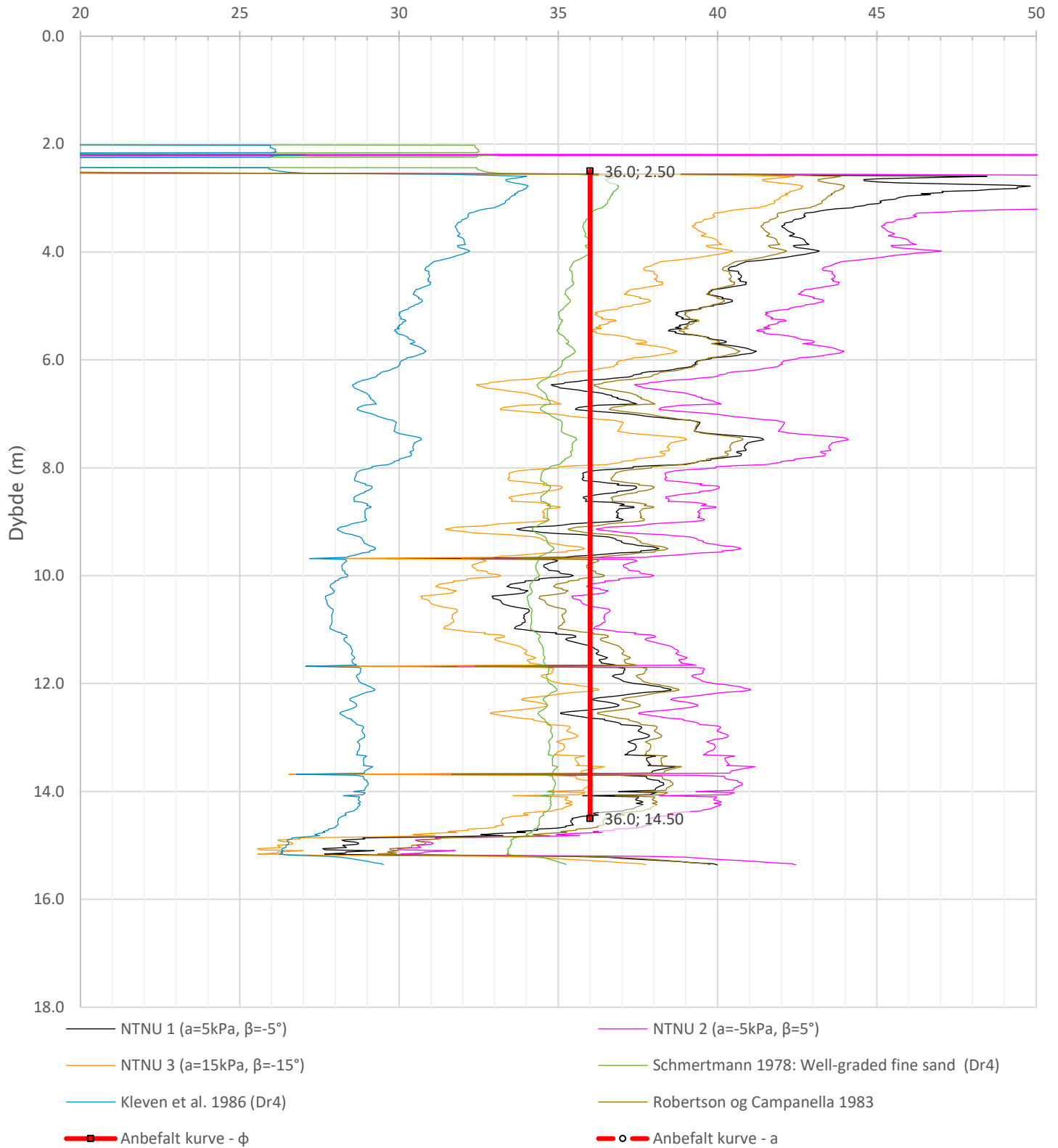



Prosjekt Nesgata 4		Prosjektnummer: 22259 Rapportnummer: RIG02		Borhull R12	Kote 7,7
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 4353	
	Utført IL	Kontrollert MH	Godkjent MH	Anvend.klasse	1
	Divisjon	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon 1 Rev. dato 22.08.2024	Figur	3



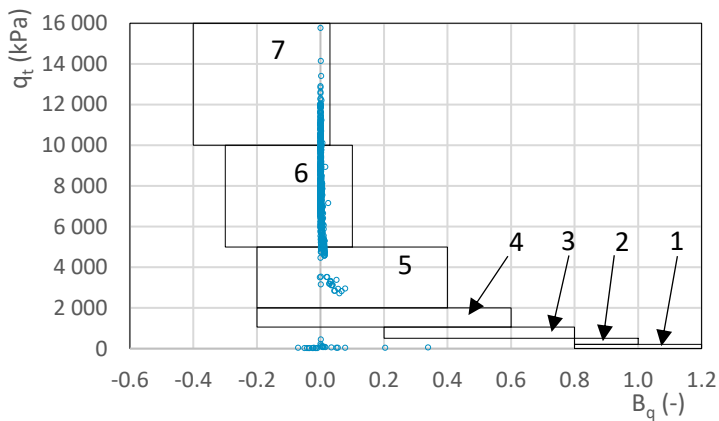
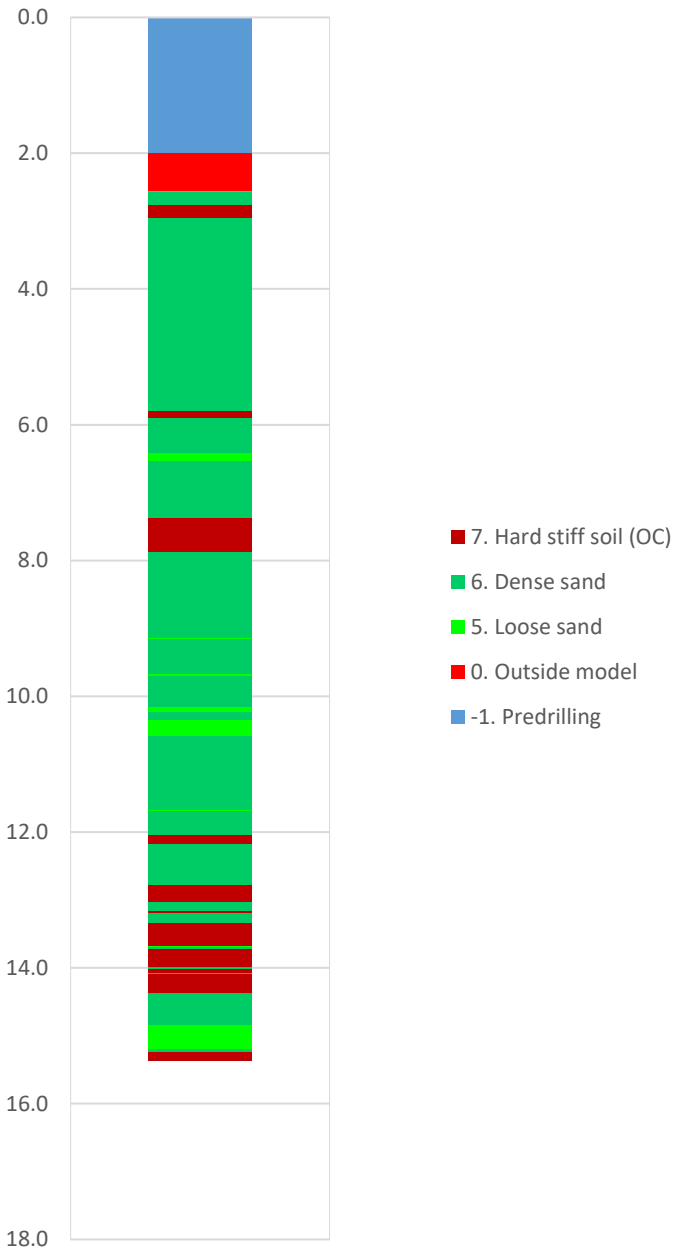
Prosjekt Nesgata 4		Prosjektnummer: 22259 Rapportnummer: RIG02		Borhull R12	Kote 7,7
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer 4353	
	Utført IL	Kontrollert MH	Godkjent MH	Anvend.klasse 1	
	Divisjon	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon 1 Rev. dato 22.08.2024	Figur 4	


Friksjonsvinkel, ϕ (°)
attraksjon, a (kPa)



Prosjekt Nesgata 4		Prosjektnummer: 22259 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote 7,7 R12
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer 4353
	Utført IL	Kontrollert MH	Godkjent MH	Anvend.klasse 1
	Divisjon	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon 1 Rev. dato 22.08.2024	Figur 5

Senneset et al. 1989 (Bq-qt)



Prosjekt Nesgata 4		Prosjektnummer: 22259 Rapportnummer: RIG02		Borhull R12	Kote 7,7
Innhold Jordartsklassifisering etter Senneset et al. 1989				Sondennummer 4353	
	Utført IL	Kontrollert MH	Godkjent MH	Anvend.klasse	1
	Divisjon	Dato sondering 02.03.2023	Revisjon 1 Rev. dato 22.08.2024	Figur	6