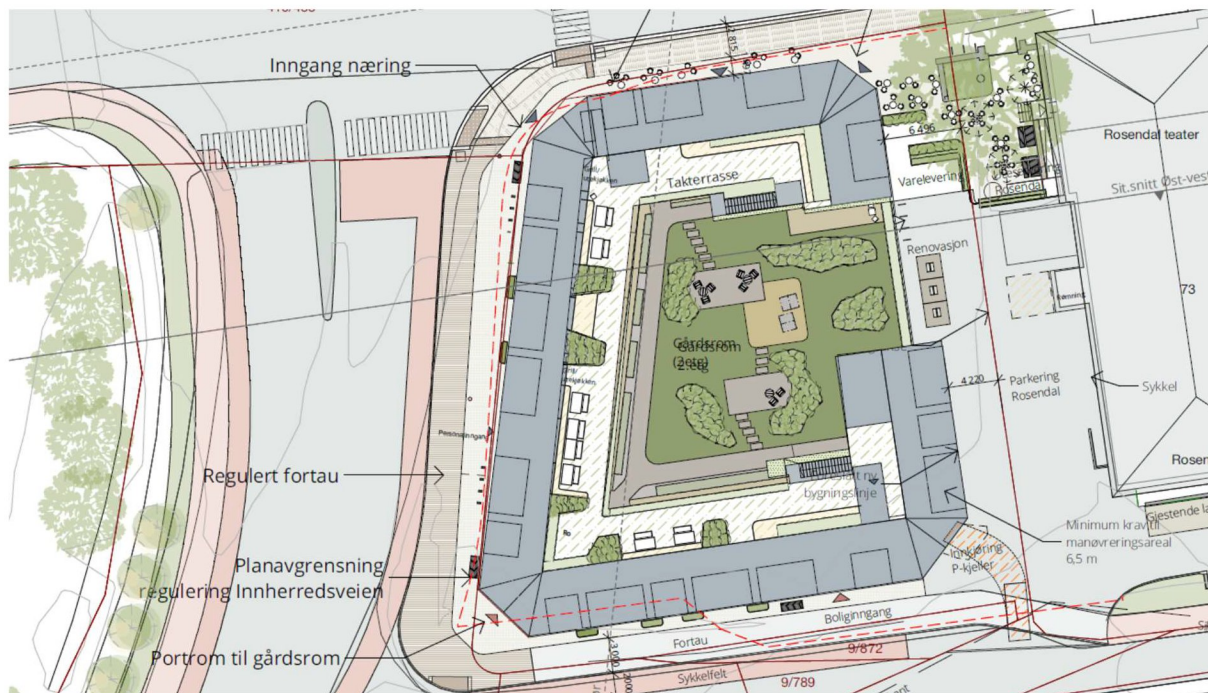


Notat	PROSJEKTNUMMER: 1340	PROSJEKT: Innherredsveien 71, Trondheim. Vurdering av utbygging
FORFATTER: Arnstein Watn	Watn Arnstein <small>Digitally signed by Watn Arnstein DN: cn=Watn Arnstein Date: 2023.10.09 13:15:30 +0200</small>	DATO: 2023-10-09
KONTROLL: Stian Skjeldnes Berre	<small>Digitally signed by Stian S. Berre Date: 2023.10.09 13:01:04 +0200</small>	DATO: 2022-10-09
OPPDRAAGSGIVER: Innherredsveien 71 AS	REFERANSE:	GRADERING: Åpen

Bakgrunn

WatnConsult er engasjert for å gjøre en geoteknisk vurdering av utbygging på eiendommen Innherredsveien 71 i Trondheim. Situasjonsplan for den planlagte utbyggingen er vist i Figur 1.

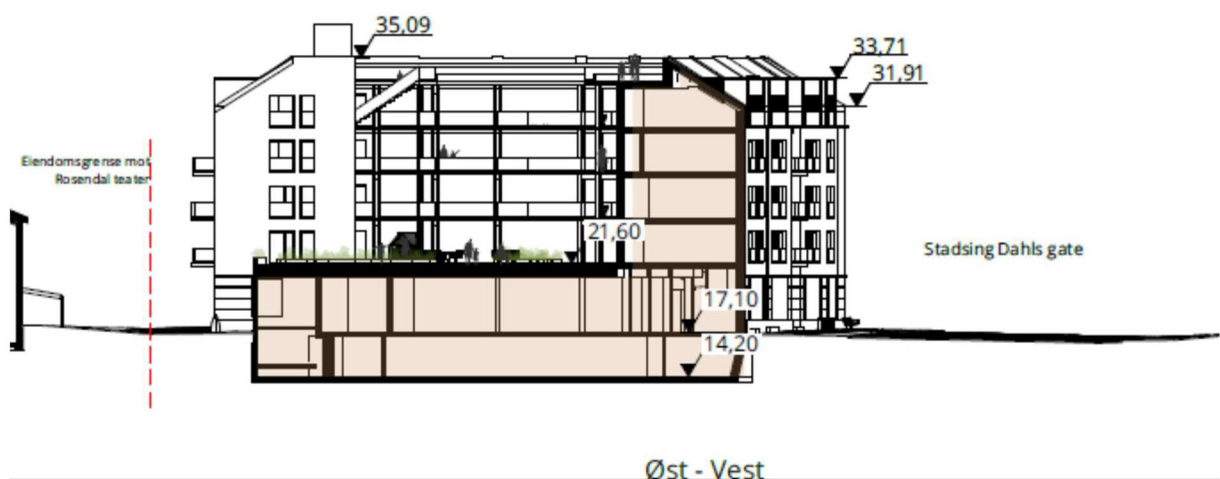
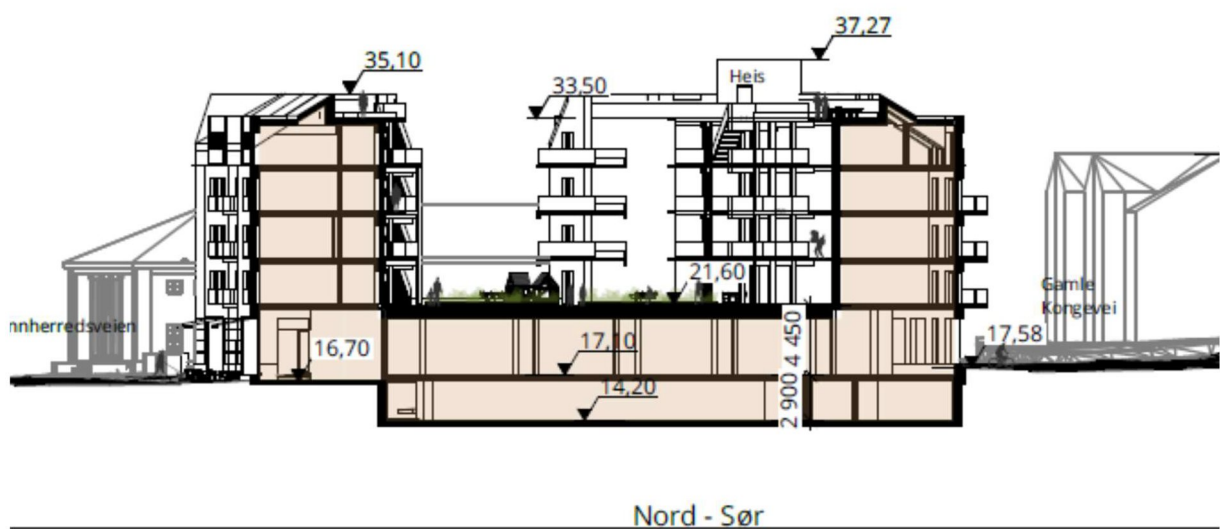


Figur 1 Innherredsveien 71, situasjonsplan for utbygging

Det aktuelle området avgrenses av Innherredsveien mot nord, Stadsingeniør Dahls gate mot vest og Kongeveien mot sør. Mot øst grenser tomta inn til eksisterende bygg for Rosendal Teater, Innherredsveien 73.

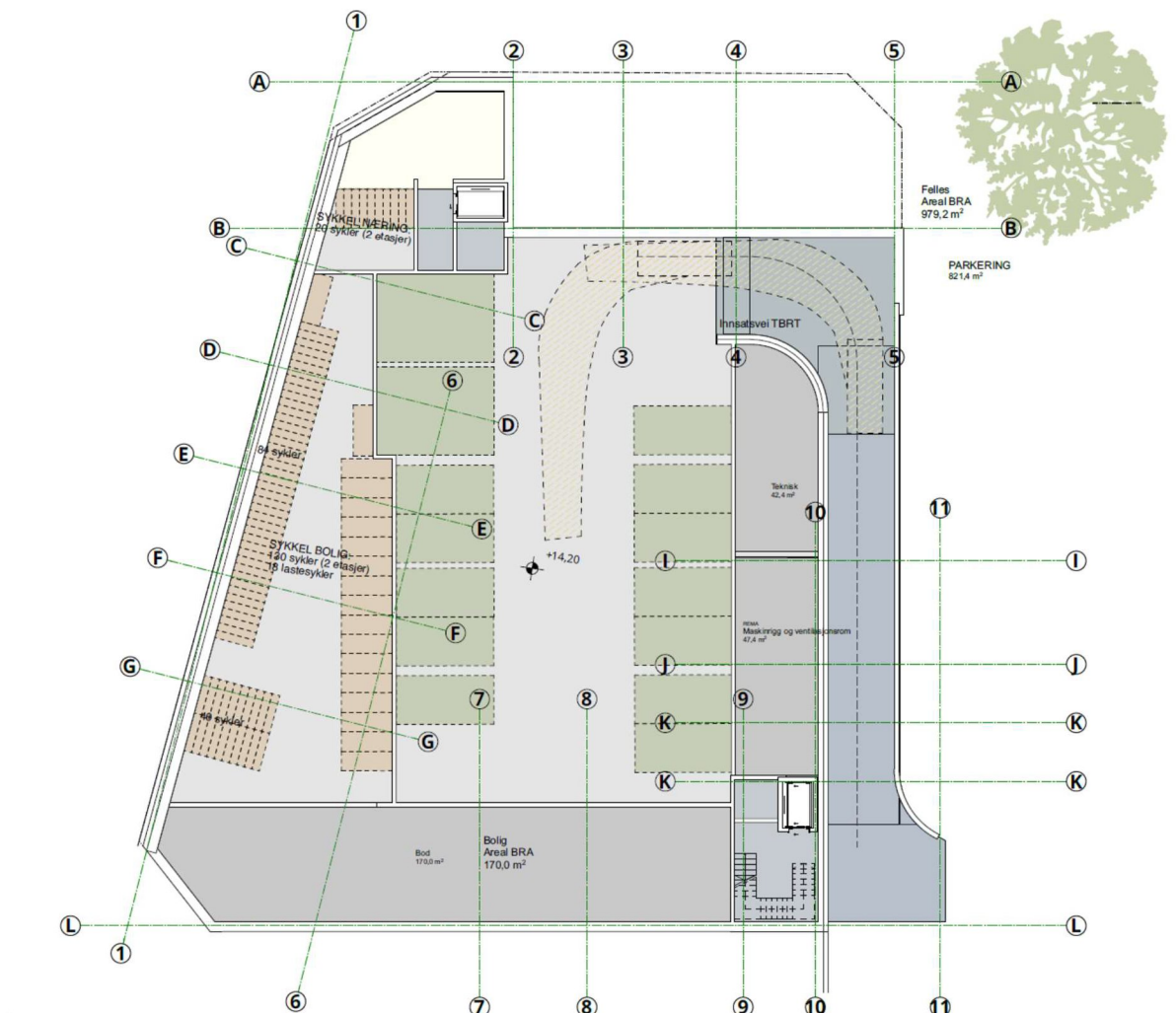
Den aktuelle tomta er tilnærmet horisontal med terreng som varierer fra kote 16,8 mot Innherredsveien til kote 17,2 mot Gamle Kongevei. Eksisterende bebyggelse på området er en bensinstasjon i en etasje uten kjeller fundamentert direkte i eksisterende grunn. Det er nedgravde bensintanker og rørinstallasjoner i tilknytning til bensinstasjonen på tomta.

Området er planlagt utbygd med næringslokaler og leiligheter med 5 etasjer og parkeringskjeller med nedkjøringsrampe. Snittegninger med planlagt utbygging er vist i Figur 2.



Figur 2 Snittegninger for planlagt utbygging

Foreløpige planer indikerer at ok gulv i kjeller vil ligge på kote +14,2, mens det er planlagt heissjakt i området mot Innherredsveien som ligger ca. 60cm under gulvnivå. Kjelleretasjen er trukket inn på hjørne mot sør-vest av hensyn til tilkomst til VA-ledninger, Figur 3.



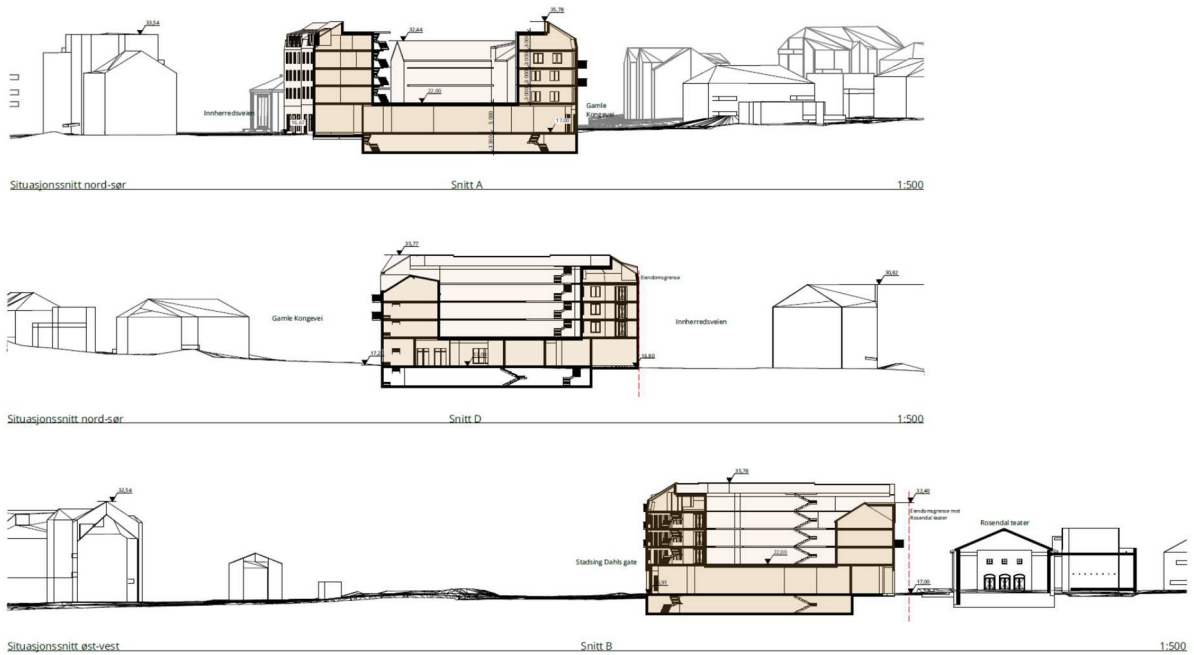
Figur 3 Plan underetasje

WatnConsult AS er bedt om å gjøre en innledende geoteknisk vurdering for den planlagte utbyggingen. Dette notatet gir en gjennomgang av grunnforhold i området, klassifisering av tiltaket og en innledende vurdering av de geotekniske forutsetningene for utbyggingen. Notatet er en oppdatering av tidligere notat datert 2023-05-12 der det er lagt inn oppdaterte tegninger og en prinsippbeskrivelse av løsning for ivaretagelse av tilkomst til kommunale VA-ledninger i tråd med VA-konsulent og møte med Trondheim kommune.

Grunnforhold

Terreng

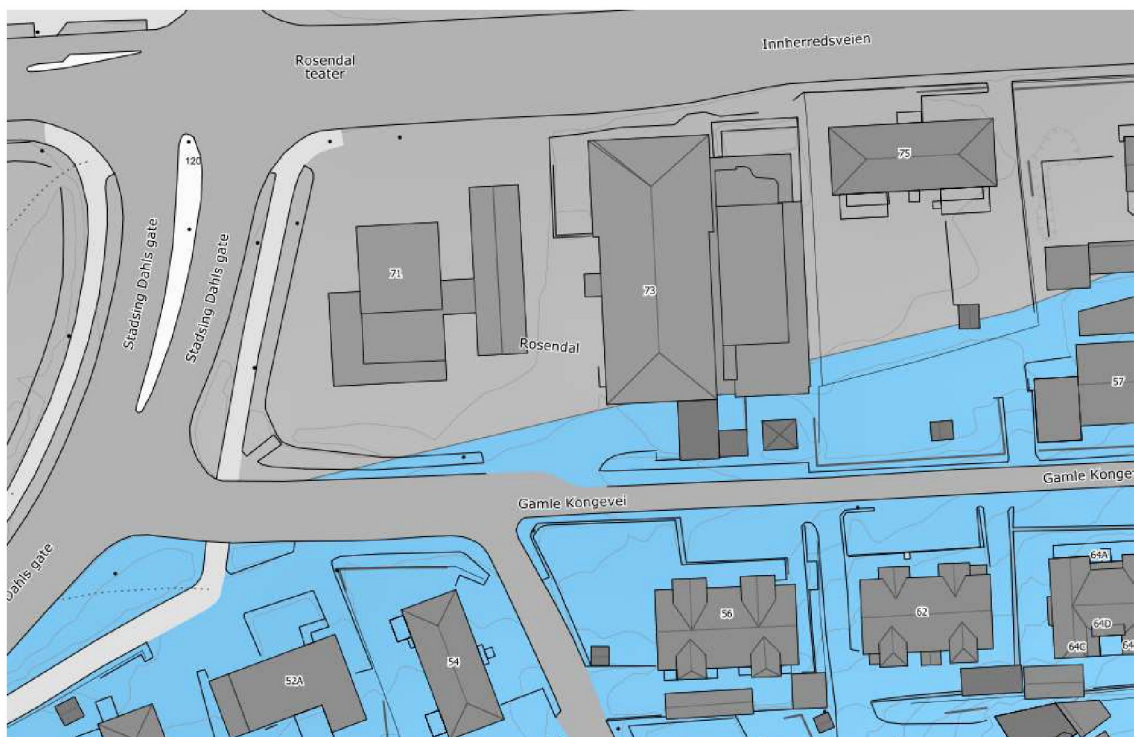
Tomta er tilnærmet horisontal på kote +16,8-17,2. Terrengtet i nærheten av det aktuelle området har også små høydeforskjeller bortsett fra mot sør der terrengtet skråner noe oppover mot sør ovenfor Gamle Kongevei. Terrengsnitt for den aktuelle utbyggingen er vist i Figur 4.



Figur 4 Terrengsnitt for det aktuelle utbyggingsområdet

Grunnundersøkelser

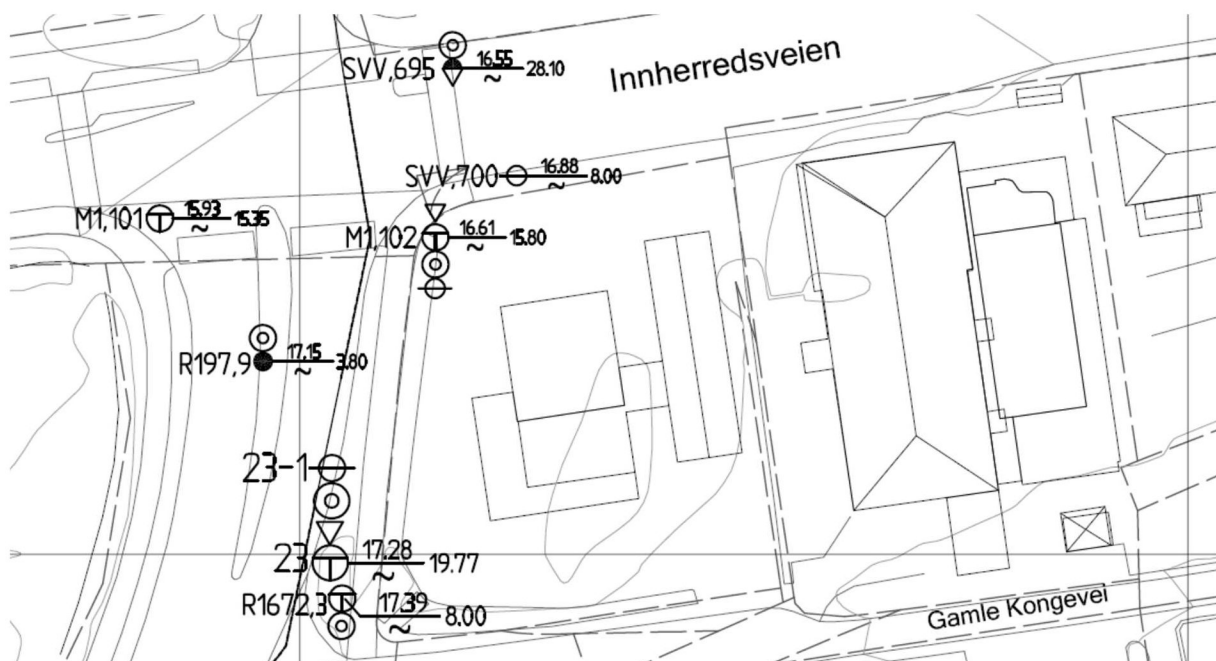
Løsmassekart fra NGU /1/, figur 5 viser at området ligger i et område med fyllmasser og marine avsetninger.



Figur 5: NGUs løsmassekart. Kilde: ngu.no

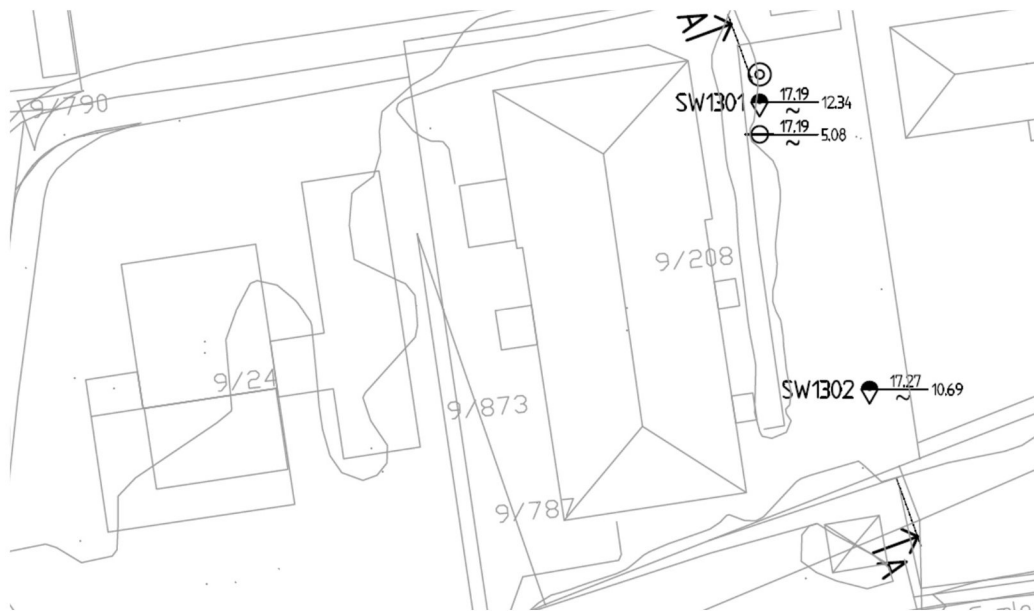
Løsmassekartet angir imidlertid bare en vurdering av løsmassene basert på en overflatekartlegging og sier ingenting om fordeling av løsmassene i dybden.

Trondheim kommune har i forbindelse med planlegging av VA-trase gjennomført egne undersøkelser og en sammenstilling av tidligere undersøkelser i det aktuelle området /2/. En oversikt over tidligere undersøkelser er vist i Figur 6.



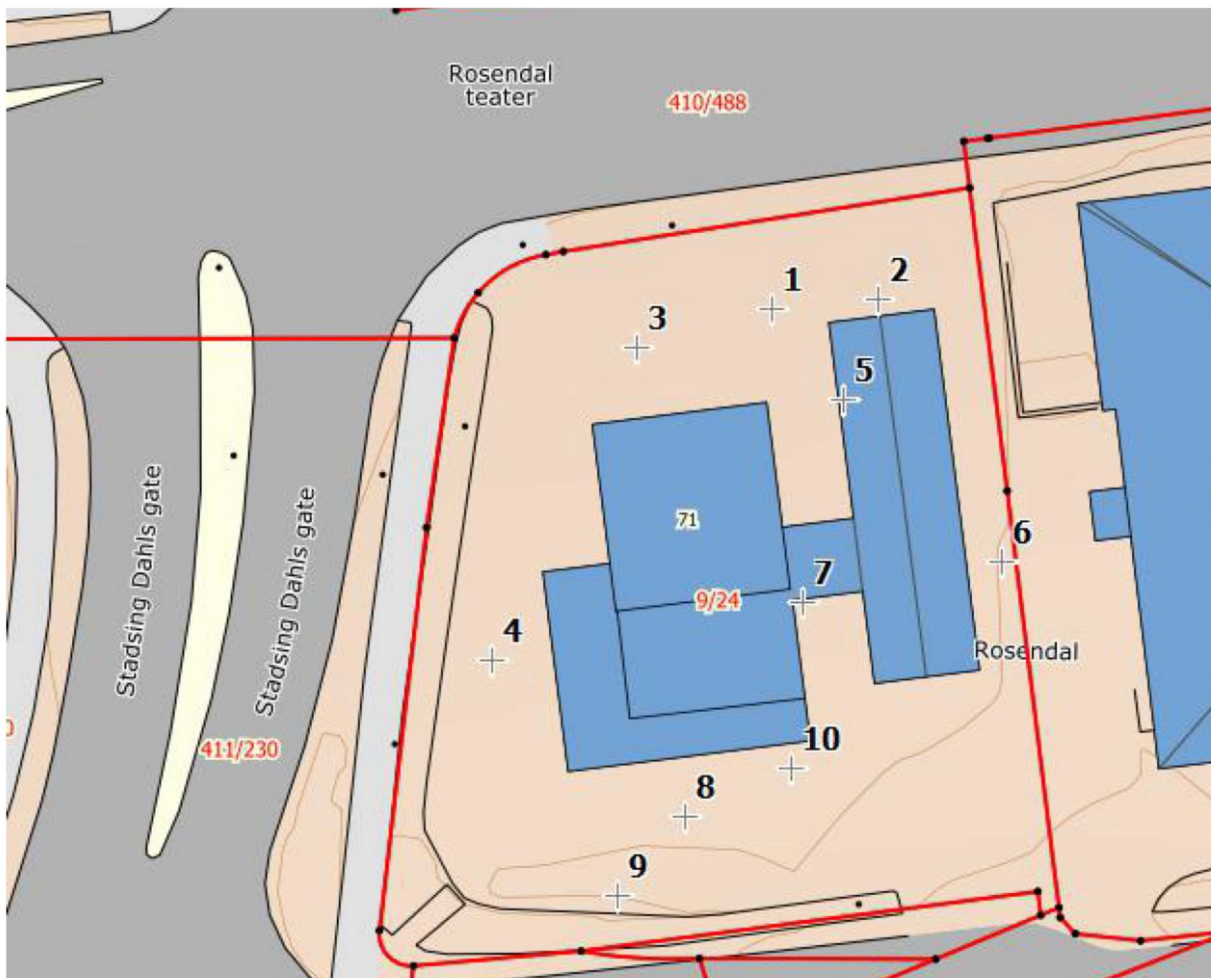
Figur 6 Tidligere undersøkelser i det aktuelle området /2/

I tillegg er det også gjort undersøkelser i tilknytning til utbygging av naboeiendommen, Innherredsveien 73 /3/, en oversikt over plassering av disse undersøkelsene er vist i Figur 7.



Figur 7 Grunnundersøkelser Innherredsveien 73 /3/

I tilknytning til planleggingen av den aktuelle utbyggingen er det gjennomført egne undersøkelser med totalsondering i 4 punkter (punkt 2, 3, 7, 8) /4/. Det er tatt opp uforstyrrede prøver i punkt 3 med undersøkelse av karakteristiske egenskaper i laboratorium. I tillegg er det gjennomført miljøtekniske undersøkelser i de øvre fyllmassene og disse gir også en indikasjon på de aktuelle fyllmassene /5/. Plassering av borpunktene for undersøkelsene er vist i Figur 8.



Figur 8 Plassering av borpunkter for grunnundersøkelser /4/

Det er gjennomført laboratorieundersøkelser av de opptatt prøvene med rutineundersøkelser, ødometerforsøk og treaksialforsøk. Resultat fra de utførte undersøkelsene i form av sonderingsprofil er vist i Bilag A mens resultat fra laboratorieundersøkelser er gitt i datarapport fra Multiconsult /6/.

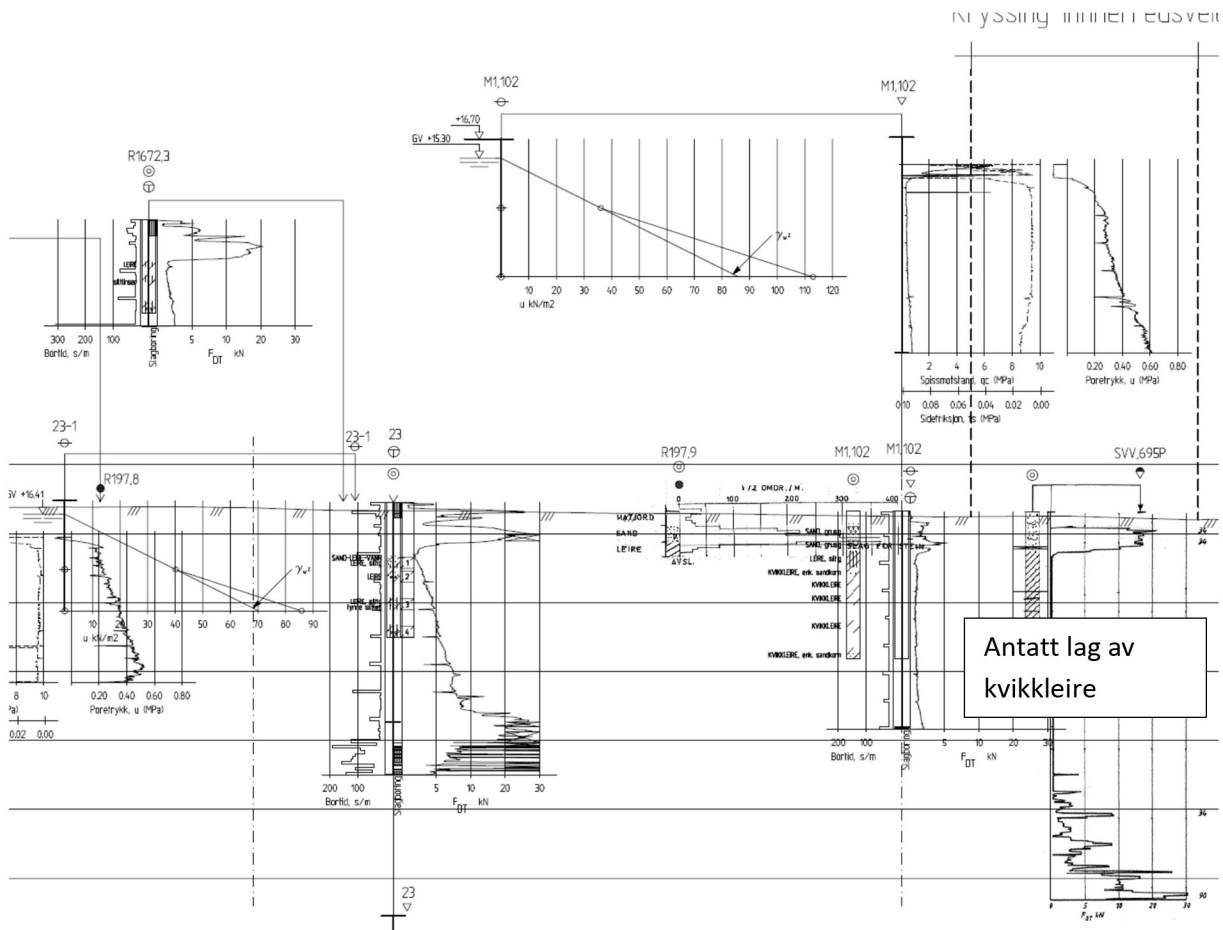
Grunnforhold

De utførte grunnundersøkelsen viser at løsmassene i området gjennomgående består av et øvre lag med fyllmasser sand og grus med innhold av stein ned til ca 2,5 -3,5m under terreng. Under det øvre laget er det overgang til leire. Leira er øverst middels fast med udrenert skjærstyrke fra fallkonus og enaksialforsøk på 20-30KN/m². I området ut mot Innherredsveien har leira økende sensitivitet med dybden med overgang til bløt og kvikk leire fra ca 4m under terreng. Udrenert skjærstyrke basert på fallkonusforsøk og enaksialforsøk viser meget lave verdier med styrke ned mot 10kN/m² men dette er trolig ikke representative verdier pga prøveforstyrrelse. Treaksialforsøk på kvikkeleira på dybde 7,4m tilsier en udrenert skjærstyrke på 32kN/m² som synes relativt konsistent med en normalkonsolidert leire med det aktuelle spenningsnivået. Fortolket dybdeprofil for udrenert skjærstyrke er vist i bilag B.

Basert på treaksialforsøkene er det for den bløte kvikkeleira lagt til grunn skjærstyrkeparametre på effektivspenningsbasis med friksjonsvinkel på 28° og attraksjon på 5 kN/m².

Leira har et vanninnhold på 20-30% og ødometerforsøk indikerer at leira er tilnærmet normalkonsolidert med en modul på 5-6MPa i prekonsolideringsområdet og et modultall på 22 over prekonsolideringsnivået.

Grunnundersøkelsene har ikke påvist forekomster av kvikkleire eller sprøbruddsmateriale i området som vender inn mot Gamle Kongevei og dette er også i samsvar med resultat fra tidligere undersøkelser. Et terrengprofil med resultat av grunnundersøkelser i VA-trase i Stadsingeniør Dahls gate er vist i Figur 9.



Figur 9 Terrengprofil i grense til Stadsing Dahls gate med resultat av grunnundersøkelser og skissert forekomst av kvikkleire/sprøbruddsmateriale

Poretrykksmålinger tilsier at grunnvannsspeilet ligger ca 2 m under terreng, tilsvarende ca kote 15,3 med et poretrykk som øker noe mer enn hydrostatisk med dybden.

Dybde til berg varierer over området fra ca 19 m under terreng ut mot Innherredsveien og til ca 14m under terreng inn mot Gamle Kongevei. Sondringene indikerer bare dybde til berg i de enkelte borpunkter og det må påregnes betydelig variasjoner i bergoverflaten mellom punktene.

Grunnleggende vurderinger

Følgende prosjekteringsstandarder vurderes som relevante for geoteknisk prosjektering av tiltaket:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0), «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner» /7/
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7), «Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler» /8/
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8), «Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning»/9/

Kriterier for tiltaksplassering for prosjektering bestemmer tiltaksklasse for prosjektet. Området ligger delvis innenfor en registrert faresone for kvikkleire og det er funnet kvikkleire både ved tidligere undersøkelser og i de undersøkelsene som nå er gjort. Selve bygget innebærer imidlertid relativt begrenset utgravingsdybde i fyllmasser og med anerkjente metoder for fundamentering av bygget. På denne bakgrunn plasseres tiltaket i tiltaksklasse 2.

Grunnforholdene er forventes å være tilstrekkelig kjent ut fra tilgjengelige grunnundersøkelser. Det er relativt utfordrende grunnforhold med bløt og kvikk leire, men området er tilnærmet flatt og det er ikke vurdert å være noen fare for områdestabilitet. Utgravingen på tomten har begrenset dybde og vil gjøres i granulære fyllmasser. Fundamentering av bygget er planlagt med konvensjonelle metoder, enten dirkete fundamentering i løsmasser eller peler til berg. Prosjektet plasseres på denne bakgrunn i geoteknisk kategori 2.

Kontrollklasse vil være UKK2/PKK2 for geoteknisk kategori 2 og pålitelighetsklasse 2.

Seismisk dimensjonering utføres som del av detaljprosjektering iht Eurocode 8.

Den aktuelle tomten ligger ikke i en registrert faresone for kvikkleire men det er funnet kvikkleire i på deler av tomten og den ligger innenfor en registrert kvikkleiresone fra Statens Vegvesen, figur 10.



Figur 10 Kvikkleiresone fra Statens Vegvesen /10/

Det er registrert kvikkleire og sprøbruddsmateriale på tomta. I henhold til NVE sin Veileder nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred /11/, skal det vurderes om det er fare for områdeskred. I det aktuelle tilfellet vurderes dette å være tiltakskategori 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.*

Geotekniske vurderinger

Det er utfordrende grunnforhold med bløt og kvikk leire på deler av området. Dette gjør at utgraving og fundamentering for selve bygget må gjøres med god kontroll. Det gjør også at det potensielt kan medføre risiko for nabobygg eller installasjoner. De geotekniske problemstillingene for utbyggingen er primært knyttet til 4 forhold:

- Stabilitet
- Bæreevne og fundamentering
- Setninger
- Rystelser og deformasjoner i anleggsfase med potensiell skade på nabobygg og installasjoner

Stabilitet

Områdestabilitet

Det er registrert kvikkleire og sprøbruddsmateriale på deler av tomta og i nærheten.

Kriteriet for utelatelse av vurdering av områdeskred er i hht NVE's veileder:

Følgende terrengkriterier legges til grunn for vurdering av aktsomhetsområder:

a) Terreng som kan inngå i løsneområdet for et skred:

- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, eller
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter

Det aktuelle området har en helning som er mindre enn 1:20 og total høydeforskjell er mindre enn 5m, det er derfor ikke vurdert å være fare for områdeskred og vurdering av stabilitet er derfor avgrenset til ivaretagelse av lokal stabilitet både under utbygging og permanent fase.

Lokal stabilitet

Lokal stabilitet er avgrenset til utgraving av byggegrop. Selve utgravingen vil foregå i relativt faste friksjonsmasser, men bunn av utgravingen vil komme ned i bløt og muligens kvikk leire. Det kan derfor oppstå stabilitetsproblem med utglidninger ned i det bløte leirlaget spesielt i områder der det må påregnes overflatelast. For å sikre tilfredsstillende stabilitet og unngå at bunnen av utgravingen blir omrørt og ustabil vil vi foreslå at løsmassene under byggegropa stabiliseres med kalk/semmentpeler (k/s-peler) satt i ribbemønster. Dybde og plassering av k/s-pelene må bestemmes som del av detaljprosjektering men vil anta at det bør stabiliseres ned til 4-5m under prosjektert bunn av utgraving. Forutsatt stabilisering av de bløte massene under byggegropa kan utgravinger ned til maksimalt 3 m under terreng gjøres med graveskråning 1:1,5. Dypere lokale utgravinger (f.eks for heissjakt) må vurderes spesielt som del av detaljprosjektering og det må påregnes at det må gjøres med avstiving i form av K/S-stabiliserte ribber eller med bruk av spuntkasse.

Fundamentering

Det er i utgangspunktet vurdert to alternative fundamenteringsløsninger:

- fundamentering med peler til berg
- fundamentering på hel plate direkte i stabiliserte løsmasser

Bygget kan fundamenteres på peler rammet eller boret til berg. Dette er i utgangspunktet en fundamenteringsmetode som både sikrer bæreevne og gir en tilnærmet setningsfri konstruksjon. Det er varierende dybder til berg i området som vil medføre varierende pelelengder, men deformasjonene av pelen forutsatt god kontakt med berg er så små at dette ikke er vurdert å innebære noe utfordring. Dimensjonering og plassering av peler må gjøres som del av detaljprosjektering basert på lastoppgaver fra RIB. For å unngå permanent grunnvannssenkning som kan gi fare for setninger og skade på nabobygg må bygget uansett utføres med hel plate og vanntett kjeller uansett om selve bygget settes på peler.

Sikring av stabilitet under utgraving tilsier at det uansett må gjennomføres en grunnforsterking av den bløte leira under bunn utgraving. Selve bygget er planlagt med 5 etasjer og kjeller. Etablering av kjeller innebærer en utgraving ned til ca 2,5m under terreng og dette tilsier en netto avlastning av terrenget tilsvarende ca 45 kN/m². Med normal utforming av bygget og relativt jevnt fordelt last tilsier dette at bygget vil få en kompensert fundamentering, dvs at vekten av utgravde masser tilsvarer vekten av bygget. Bygget kan derfor etter vår vurdering fundamenteres direkte i den stabiliserte leira. Det er da lagt til grunn at bygget utføres med hel bunnplate for å kunne fordele lokale belastninger og dermed unngå lokale setninger under søyle eller stripelaster. Tilsvarende som for fundamentering med peler er det en forutsetning at det gjennomføres med vanntett kjeller for å unngå en permanent grunnvannssenkning som kan gi setningsproblemer for nærliggende bygg eller installasjoner. Utforming og dimensjonering av plata må gjøres basert på lastoppgaver fra RIB og en vurdering av samvirke mellom undergrunn og betongkonstruksjon som del av detaljprosjekteringen.

Setninger

Det er bløte og kompressible kvikkleire på deler av tomta og leira vil være utsatt for setninger ved belastning. Setninger og spesielt skjevsetninger innebærer en fare for skade og dette gjelder både selve det aktuelle bygget eller nærliggende bygg, installasjoner, trafikkareal og uteareal. Belastning kan i utgangspunktet være knyttet til flere forhold:

- belastning fra selve bygget

- belastning knyttet til utvendig oppfylling av terreng

- belastning knyttet til senking av grunnvann i anleggsfase eller permanent fase

- setninger og deformasjoner ved utgraving

Som angitt i tilknytning til vurdering av fundamentering vil bygget for største del få en kompensert fundamentering. Ved direktefundamentering vil belastningen fra bygget ikke medføre noe tilleggsbelastning på undergrunnen og setninger og differansesetninger vil da i hovedsak være relatert til ujevn belastning og variasjoner i grunnforholdene. Med forutsetning om fundamentering på hel plate og med forsterking av undergrunnen vil setninger og differansesetninger relatert til belastningen fra selve bygget være så begrenset at det ikke skal medføre noen fare for skade på bygget.

For deler av bygget, inn mot Rosendal Teater og mot Innherredsveien, er det ikke planlagt med kjeller pga begrensinger på utgraving. For disse områdene må bygget fundamenteres på hel plate minst 1m under eks terreng for å redusere netto belastning på grunnen og unngå setninger dersom det ikke velges pelefundamentering.

Belastning på utvendig terreng i form av oppfylling eller andre laster vil medføre setninger og potensielle skjevsetninger for bygget. Dersom det planlegges utvendig oppfylling eller andre tiltak som medfører belastning må dette vurderes av geotekniker som del av detaljprosjekteringen.

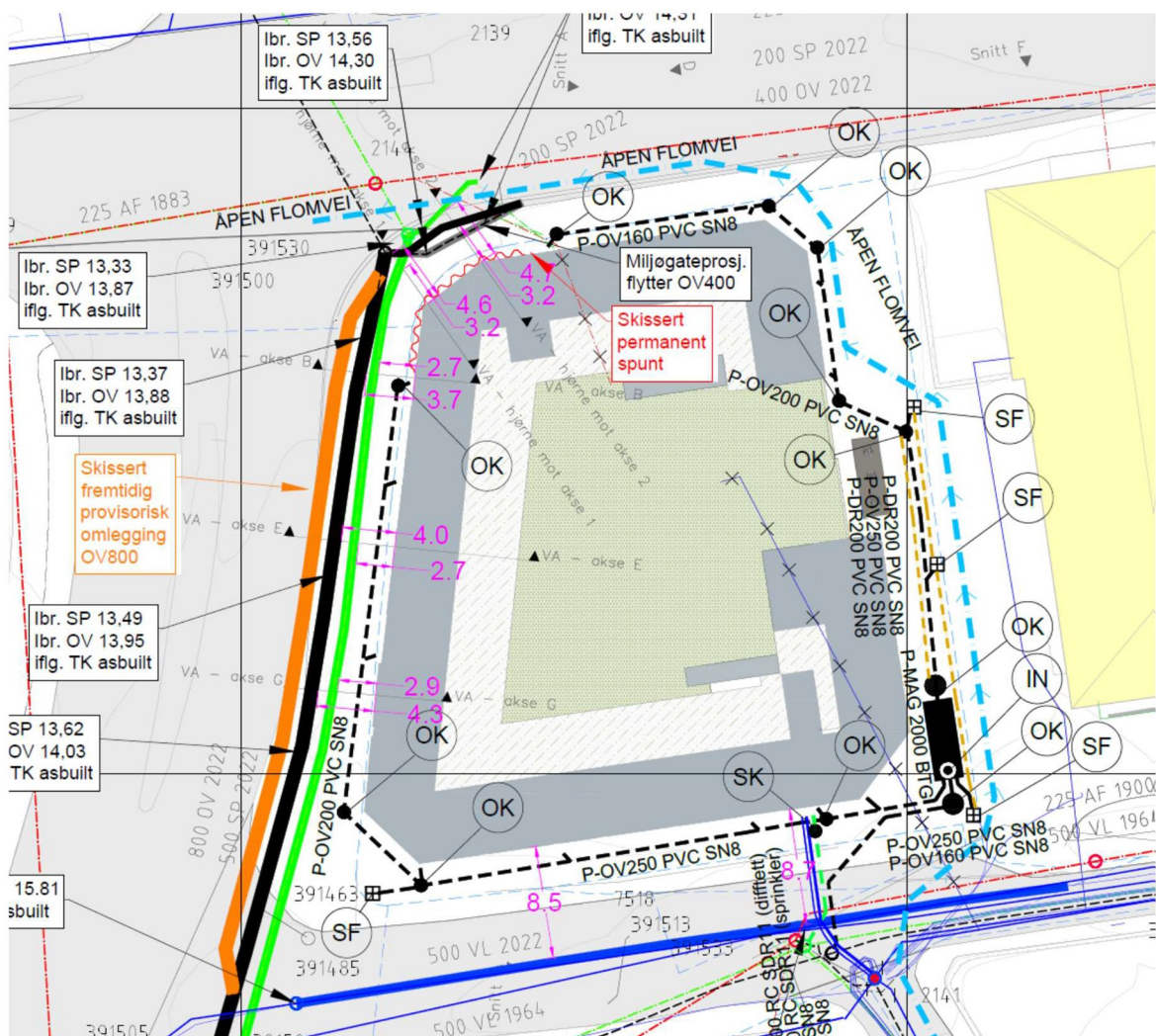
Grunnvannssenking, midlertidig eller permanent, vil innebære en tilleggsbelastning på grunnen og innebære fare for setninger og skjevsetninger. Det er forutsatt gjennomføring med hel bunnplate og vannrett kjeller slik at utbyggingen ikke skal medføre en permanent grunnvannssenking. Det kan være en midlertidig mindre senking i grunnvannsspeilet i byggefasen, men denne vil være relativt liten og kortvarig og ikke ha konsekvenser for selve bygget. Grunnvannssenkingen i byggeperioden vil ha en begrenset innvirkning utenfor byggegrova, antatt mindre enn 10m og er ikke vurdert å innebære fare for skade på nærliggende bygg.

Det kan oppstå noen setninger og deformasjoner i tilknytning til utgravingen for bygget, men forutsatt utførelse som angitt er disse ventet å bli relativt små og avgrenset til et avgrenset område rundt grova og ikke medføre fare for skade på nabobygg eller tilgrensende arealer.

Det må gjøres setningsberegninger på grunnlag av endelige planer som del av detaljprosjekteringen for å vurdere totale og differensielle setninger og vurdere behov for eventuelle tiltak

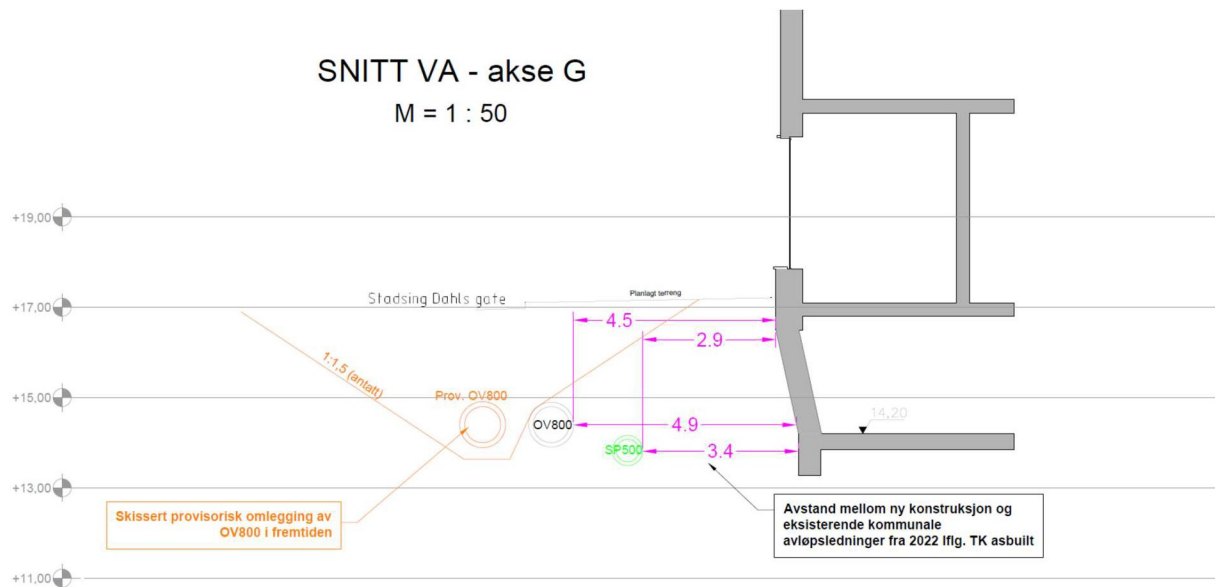
Naboforhold

Det ligger eksisterende VA-ledninger tett inn til den planlagte tomten, dette medfører et behov for tiltak for å unngå konflikt med eksisterende anlegg og sikre adkomst for reparasjon, se Figur 11.



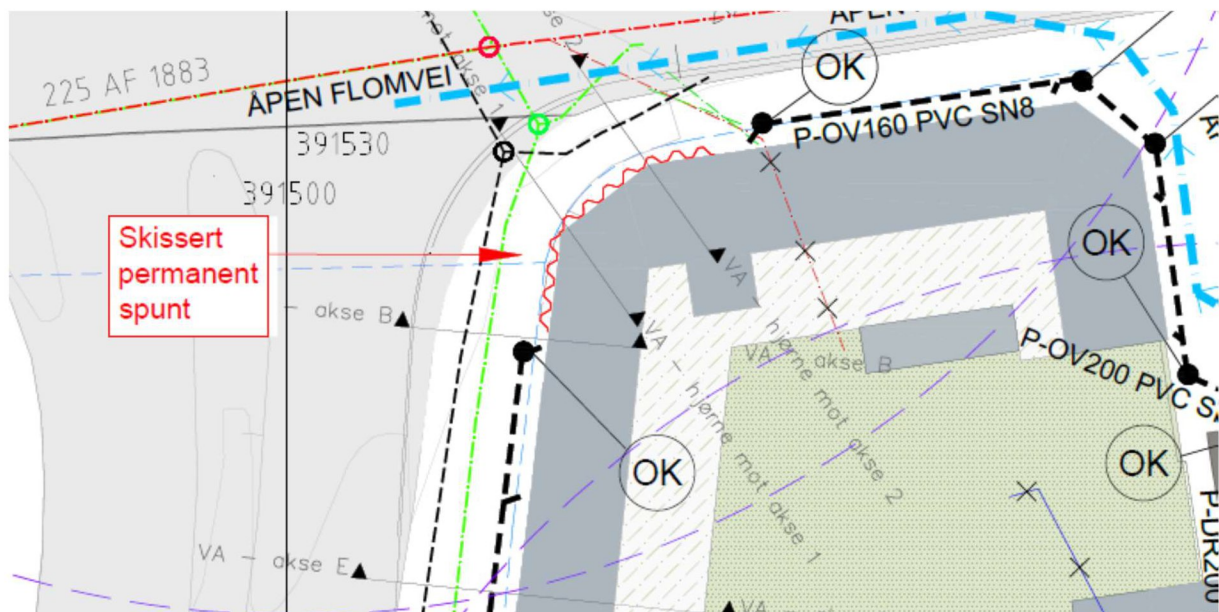
Figur 11 Eksisterende VA-anlegg med skisserte tiltak

Det er satt krav til at nybygget ikke må medføre problem med utgraving for reparasjon eller rehabilitering av VA-anlegg. For størsteparten av bygget, mot Stadsing Dahls gate og Gamle Kongevei ligger fundamenteringen for bygget dypere enn ledningene og det vil ikke være noe problem å grave ned for å få tilkomst. For et lite område i hjørnet mellom Stadsing Dahls gate og Innherredsveien innebærer tilkomst til VA-anlegget at det må gjøres tiltak for å sikre adgang til VA-ledningene, Figur 12.

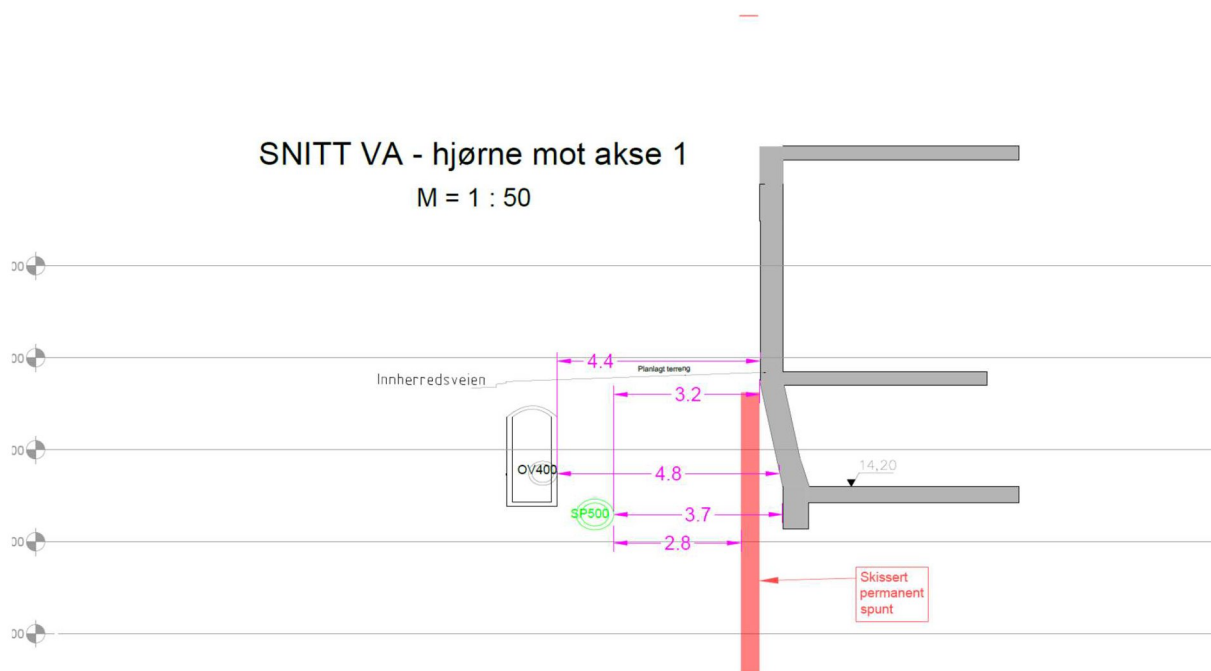


Figur 12 Fundamentnivå og VA-ledninger mot Stadsingeniør Dahls gate og Gamle Kongevei

For å ivareta hensynet til tilkomst er kjelleretasjen trukket inn på hjørnet og i tillegg er det forutsatt en permanent spuntkonstruksjon mellom bygget og VA-ledningen slik at det kan graves fritt ned til VA-ledningen /12/. Prinsippet for løsningen er vist i Figur 13 og 14.



Figur 13 Prinsippskisse plassering av spuntavstiving for tilkomst til VA-ledninger



Figur 14 Prinsippskisse snittegning for permanent spunt for tilkomst til VA-ledninger

Det er forutsatt forgraving i spuntlinja for å unngå rystelser ved setting av spunten gjennom det faste steinholdige øvre laget med fyllmasser.

Det må påregnes noe vibrasjoner og støy i tilknytning til utbyggingen. Vibrasjoner kan oppstå både knyttet til anleggstrafikk og selve byggearbeidene med installering av k/s-peler, spunting og peling. Vibrasjoner og deformasjoner kan medføre fare for skade på nærliggende bygg og installasjoner og det er viktig å gjøre en tilstandskartlegging og utarbeide et opplegg for oppfølging og måling før arbeider startes.

Videre arbeid

Det må gjennomføres en detaljprosjektering av tiltaket med vurdering og prosjektering av geotekniske problemstillinger og kontroll knyttet til utbyggingen

Referanser

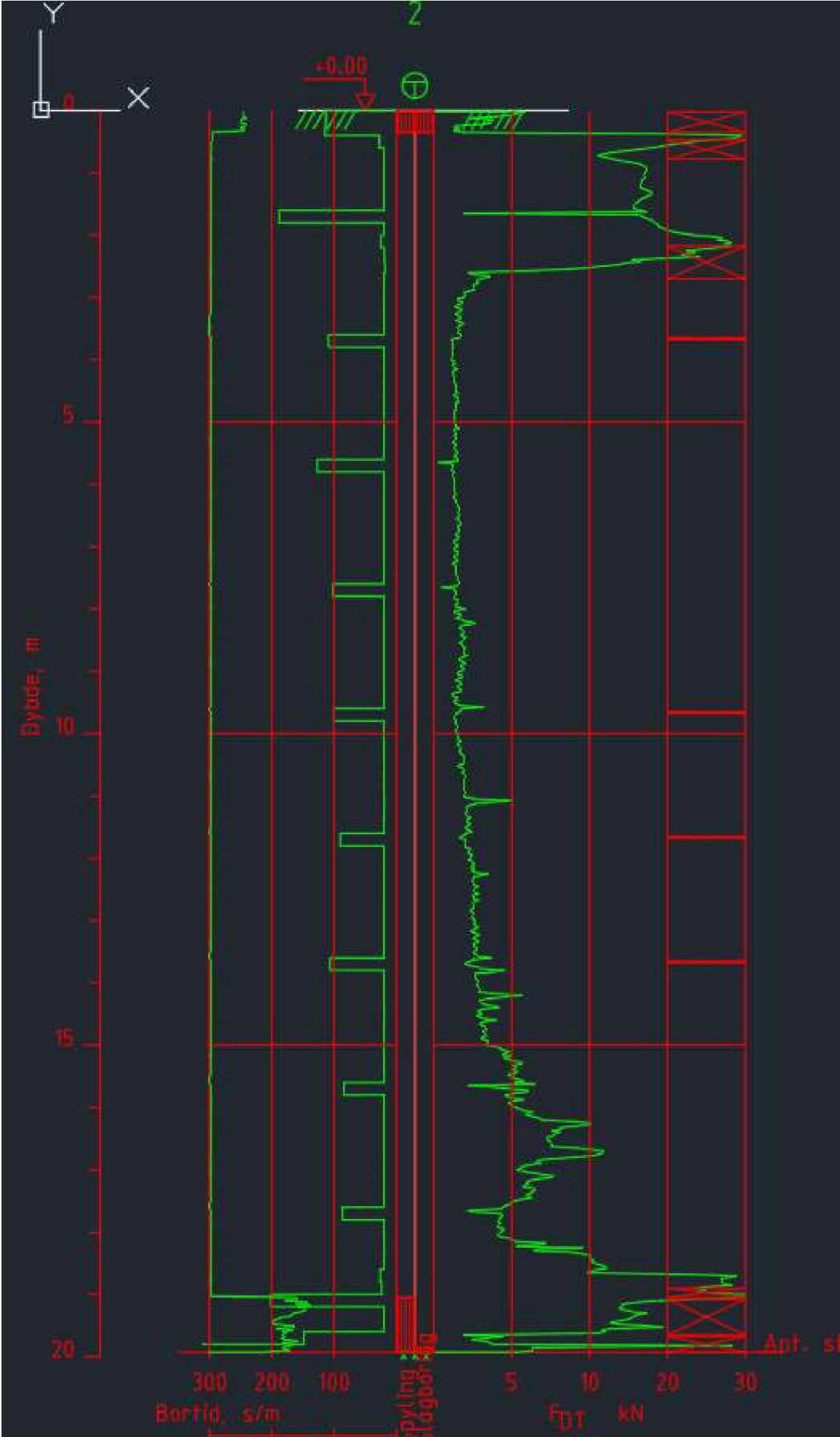
1. NGU løsmassekart: <https://www.ngu.no/emne/kvart%C3%A6rgeologiske-kart-l%C3%B8smassekart>
2. Trondheim kommune (2021): R1801 Lademoen-Rosenborg. Datarapport
3. SWECO (2013): 367240-01 Rosendal Teater AS. Datarapport fra grunnundersøkelse
4. Geofield AS (2023): Innherredsveien 71. Feltrapport
5. Olav Olsen AS (2023): 13593-OO-RIGm-R-001-rev00 Innherredsveien 71. Miljøgeologisk datarapport
6. Multiconsult AS (2023): 10229722-15-RIG-RAP-001 Innherredsveien 71. Laboratorierapport.
7. Standard Norge, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.
8. Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler, des. 2020

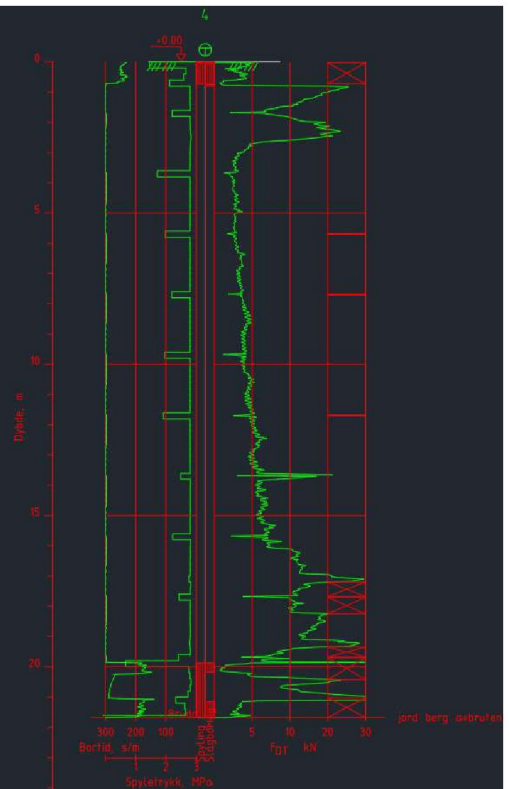
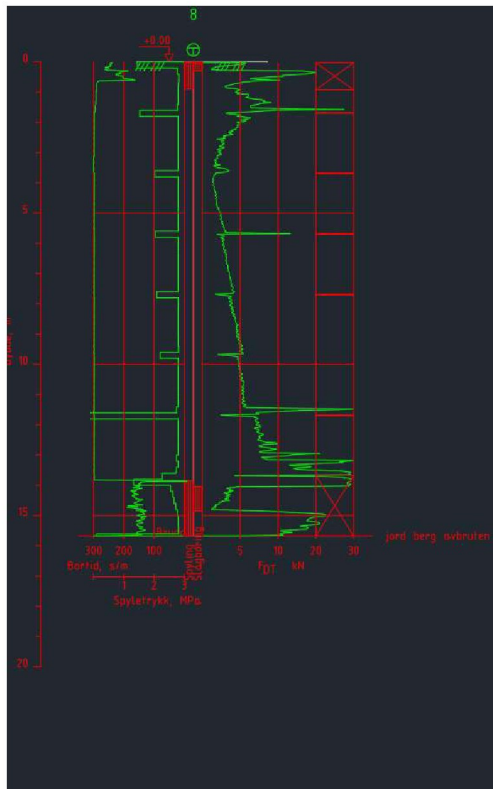
9. Standard Norge, NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, mai 2014
10. NVE Faresonekart
<https://temakart.nve.no/link/?link=faresoner&layer=5&field=kommunenavn&value=Melhus&buffer=10000>
11. NVE 2019 Veileder Sikkerhet mot kvikkleireskred
12. Structor AS (2023): OVERORDNET VA-PLAN FOR INNHERREDSVEIEN 71

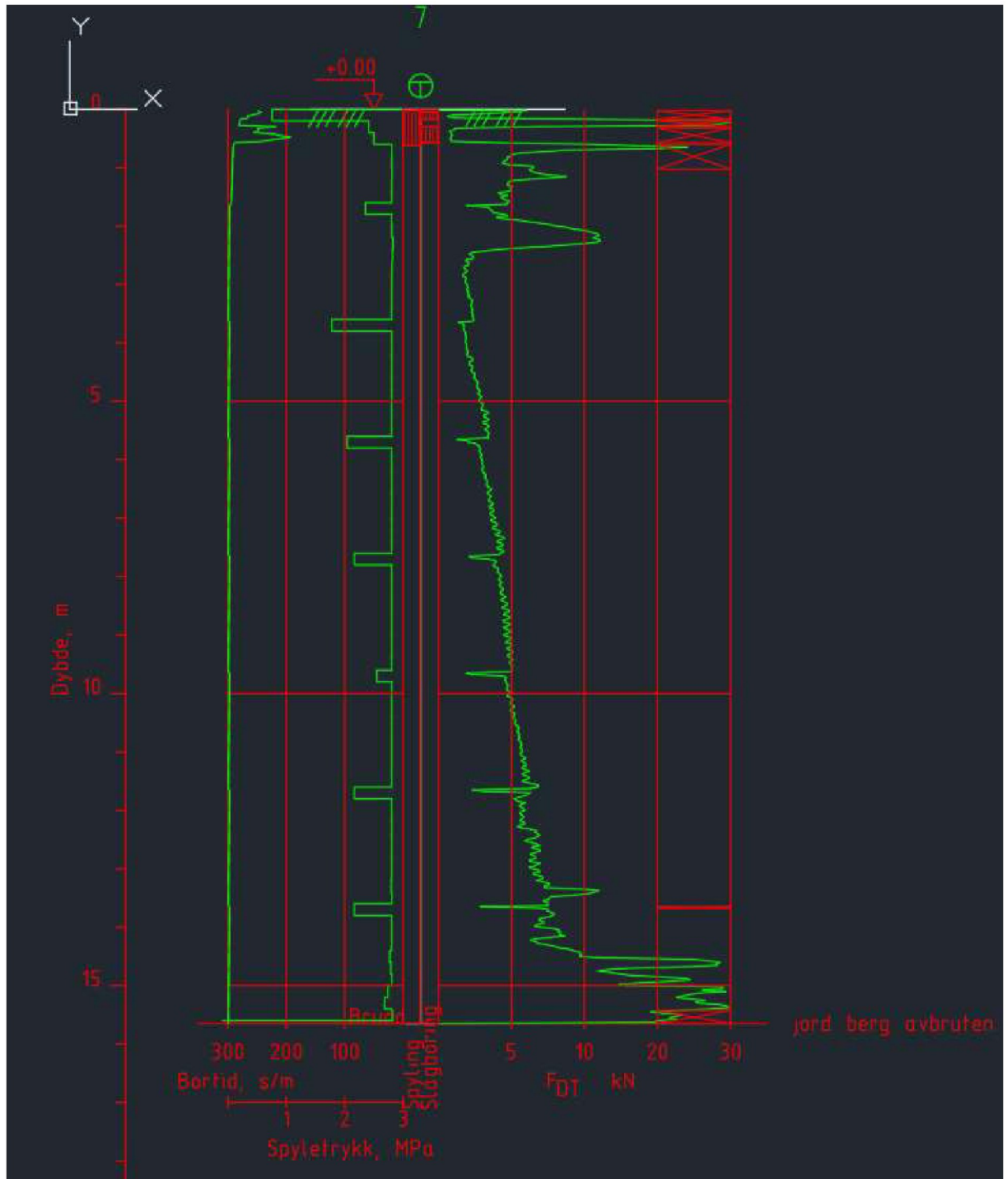
BILAG A

Feltrapport med resultat fra totalsonderinger









BILAG B

Borprofil punkt 3 med fortolket udrenert skjærstyrke

