



RAPPORT

Ranheim senter

GEOTEKNISK VURDERING AV MULIGHETER OG
BEGRENSNINGER FOR BYGGEGROP OG
FUNDAMENTERING AV NYBYGG

DOK.NR. 20170875-02-R

REV.NR. 3 / 2019-11-25

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentsiteteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

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

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



Prosjekt

Prosjekttittel: Ranheim senter
Dokumenttittel: Geoteknisk vurdering av muligheter og begrensninger for byggegrop og fundamentering av nybygg
Dokumentnr.: 20170875-02-R
Dato: 2019-01-23
Rev.nr. / Rev.dato: 3 / 2019-11-25

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Ranheim Utvikling AS
Kontaktperson: Finn Hvoslef
Kontraktreferanse: Endringsordreforslag signert 09.01.2018

for NGI

Prosjektleder: Sigbjørn Rønning
Utarbeidet av: Sigbjørn Rønning og Katharina Kahrs
Kontrollert av: Alf Kristian Lund

Sammendrag

Ranheim utvikling AS planlegger utbygging av Ranheim senter. NGI har utført overordnet geoteknisk vurdering for byggegropp og fundamentering for området.

Fyllmassene på området er ikke egnet som fundamenteringsgrunn. De må enten masseutskiftes eller graves bort slik at nybygg fundamenteres under dette laget. Grunnen under fyllmasselaget består av overkonsolidert middels fast til fast leire med varierende sensitivitet. Det er påvist kvikkleire enkelte steder, men områdestabiliteten er funnet tilfredsstillende. NGI har utført grunnundersøkelser for å kartlegge overgangen mellom fyllmasse og leire, styrke- og setningsegenskaper i leira og dybden til berg.

Oppstøtting av byggegropp kan utføres med innvendig avstivet spunt eventuelt i kombinasjon med kalk-sementstabilisering og åpen graving. Spuntoppstøtting uten ekstra forsterkning med kalk-sement kan gi større deformasjoner på veger og jernbanespor enn ønskelig.

Fundamentering av bygg kan generelt utføres direkte med kompensert fundamentering på hel bunnplate. For høybygg kan fundamentering på kalk-sementstabilisert grunn eller på peler være aktuelle løsninger. Ved laveste golv på kote +18 synes pelefundamentering å være den sikreste løsningen. Ved laveste golv på kote +15 kan kalk-sementstabilisering i kombinasjon med andre tiltak være aktuelt.

Områdestabiliteten er dokumentert tilfredsstillende forutsatt tiltak for å bedre lokalstabiliteten ned mot Vikelva.

Innhold

1	Innledning	6
2	Grunnlag	6
3	Grunnforhold	8
3.1	Løsmasser	10
3.2	Dybde til berg	13
3.3	Grunnvann	13
3.4	Sikkerhet mot kvikkleireskred	13
4	Geoteknisk vurdering av utbygging	14
4.1	Stabilisering mot Vikelva	14
4.2	Utbygging av dobbeltspor	16
4.3	Ranheim senter	18
4.4	Nordvest for Ranheim senter	21
4.5	Nordøst for Ranheim senter	22
5	Kostnadsvurdering	23
6	Referanser	24

Tegning

Tegning nr. 010 Borplan – Boringer utført av NGI og andre aktører

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Ranheim Utvikling AS planlegger å utvikle et nærsenterområde på tomtene 23/111, 23/142, 23/186 og 23/190 mellom Ranheimsvegen og Meråkerbanen på Ranheim Vestre i Trondheim. NGI er engasjert for å vurdere muligheter og begrensninger for byggegrop og fundamentering av nybygg.

I notat 20170875-01-TN rev. 01 (ref. [1]) har NGI skissert ulike løsninger med tilhørende kostnadsoverslag. Det ble anbefalt å utføre supplerende grunnundersøkelser i planområdet for å kartlegge overgangen mellom fyllmasser og leire, leiras styrke- og setningsegenskaper og dybden til berg. Felt- og laboratorieundersøkelsene ble utført av NGI i perioden januar-april 2018 og er rapportert i datarapport 20170875-01-R (ref. [2]). Foreliggende rapport omfatter en revurdering av de skisserte løsningene på bakgrunn av resultatene fra grunnundersøkelsene.

2 Grunnlag

NGI har mottatt følgende geotekniske og miljøgeologiske rapporter av oppdragsgiver:

- Teknisk notat 20170875-02-TN Geoteknisk vurdering av områdestabilitet – Ranheim senter. NGI 06.09.2019, ref. [3].
- Notat 415582-RIG-NOT-001, Ranheim nærsenter, Geotekniske vurderinger for reguleringsplan, Multiconsult, datert 21.11.2012 (ref. [4])
- Notat 415582-1-RIG-NOT-002, Ranheim senter, Vurderinger av områdestabilitet og byggbarhet, Multiconsult, datert 12.09.2014 (ref. [5])
- Rapport 416235-RIG-RAP-001, Ranheim Vestre, Grunnundersøkelser data-rapport, Multiconsult, datert 13.02.2014 (ref. [6])
- Notat 5145210-01, Uavhengig kontroll av kvikkleiresoner etter NVEs retningslinjer, Utbyggingsområde Ranheim senter, Norconsult, datert 17.10.2014 (ref. [7])
- Rapport 415582-RIGm-RAP-001, Ranheim nærsenter, Miljøgeologisk grunnundersøkelse, Datarapport, Multiconsult, datert 20.12.2012 (ref. [8])
- Rapport 415582-RIGm-RAP-002, Ranheim senterområde, Miljøgeologisk rapport med tiltaksplan, Multiconsult, datert 10.08.2016 (ref. [9])
- Brev 11/49553 fra Trondheim kommune, Byplankontoret datert 1/7-2019, ref. [10]
- Brev 201700332-64 fra BaneNOR datert 4/6-2019, ref. [11]

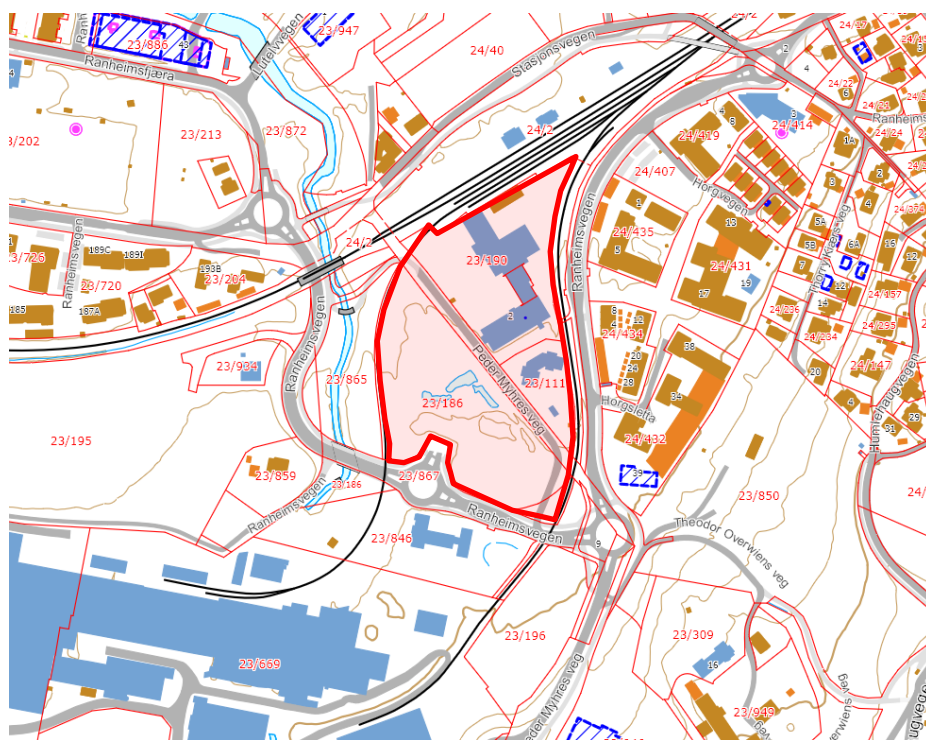
I tillegg har NGI lastet ned følgende geotekniske rapporter fra nettsidene til Trondheim kommune:

- R.0702 Ranheimsfjæra, Grunnundersøkelser, Geoteknisk vurdering, Trondheim kommune, datert 29.01.1987 (ref. [12])
- R.1102 Messevegen, Grunnundersøkelser, Datarapport, Trondheim kommune, datert 23.02.2000 (ref. [13])
- R.1403 Ranheim Nedre, Grunnundersøkelser, Datarapport, Trondheim kommune, datert 31.01.2008 (ref. [14])
- R.1429 Ranheim rørpressing, Grunnundersøkelser, Datarapport, Trondheim kommune, datert 02.09.2008 (ref. [15])
- R.1516 rev. 1 Ranheim Vest gangvei, Grunnundersøkelser, Datarapport, Trondheim kommune, datert 21.11.2013 (ref. [16])
- 201212299 Planprogram KU, Kommunedelplan og reguleringsplaner. Jernbaneverket 25.03.2013, ref. [17].
- POU-00-A-00140, rev 07. Dobbeltspor Trondheim Stjørdal. Konsekvensutredning Nidelv bru-Stjørdal stasjon. BaneNOR, 08.01.2018, ref. [18].
- R20180016 Saksframlegg sluttbehandling. Detaljregulering av Ranheim omstigningspunkt, Metrobusstasjon. Trondheim kommune. 02.08.2018, ref. [19].

Kommunedelplan for dobbeltsporet jernbane Leangen-Hommelvik, førstegangsbehandling. Trondheim kommune. 04.10.2018, ref. [20].

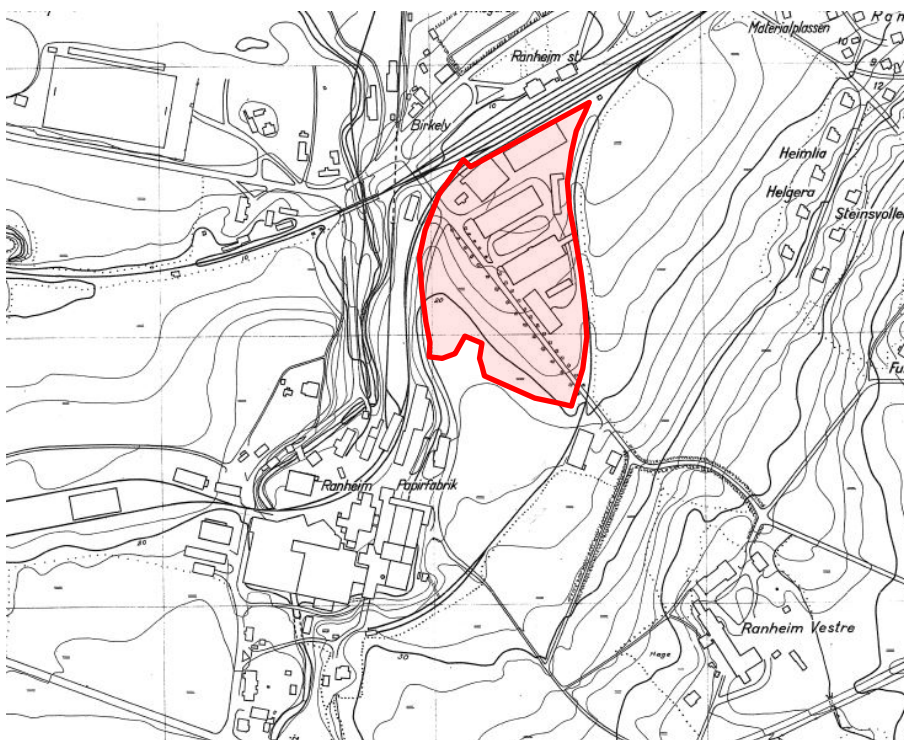
3 Grunnforhold

Topografisk kart over området er vist i Figur 3-1.



Figur 3-1 Topografisk kart (norgeskart.no). Planområdet er markert med rødt.

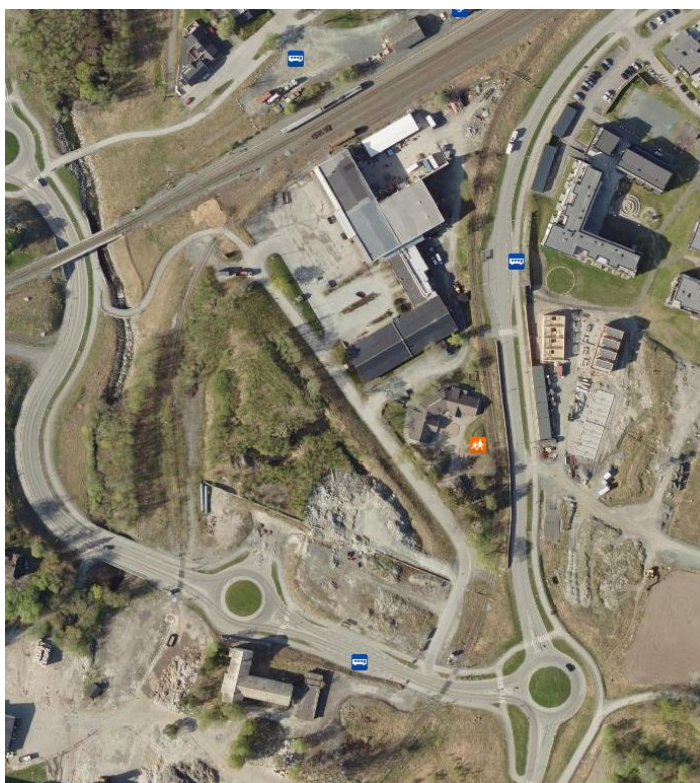
Planområdet innrammes av Ranheimsvegen i sør og øst, Vikelva i vest og jernbanen i nord. Peder Myhres veg går tvers gjennom planområdet. Terrenget ligger mellom ca. kote +12 og +22. Sør for planområdet stiger terrenget mot sør-øst mot Reppe. Nordøst for Peder Myhres veg har terrenget slakt fall mot nordøst. Vest for Peder Myhres veg består terrenget opprinnelig av et platå med slakt fall mot nordvest. Figur 3-2 viser det opprinnelige terrenget i planområdet. Siden 1960 har området vest for Peder Myhres veg vært brukt av Ranheim papirfabrikk, først som lagerområde og senere som avfallsdeponi. Et aktuelt flybilde av planområdet er vist i Figur 3-4.



Figur 3-2 Utklipp fra historisk kart fra 1952. Planområdet er markert med rødt.



Figur 3-3 Utsnitt av kommunedelplan-arealdel. Rød strek viser planlagt Ranheim senter- Brun farge angir båndlagt område for riggområde for framtidig jernbaneformål.



Figur 3-4 Aktuelt flybilde av planområdet

3.1 Løsmasser

Avfall og fyllmasser

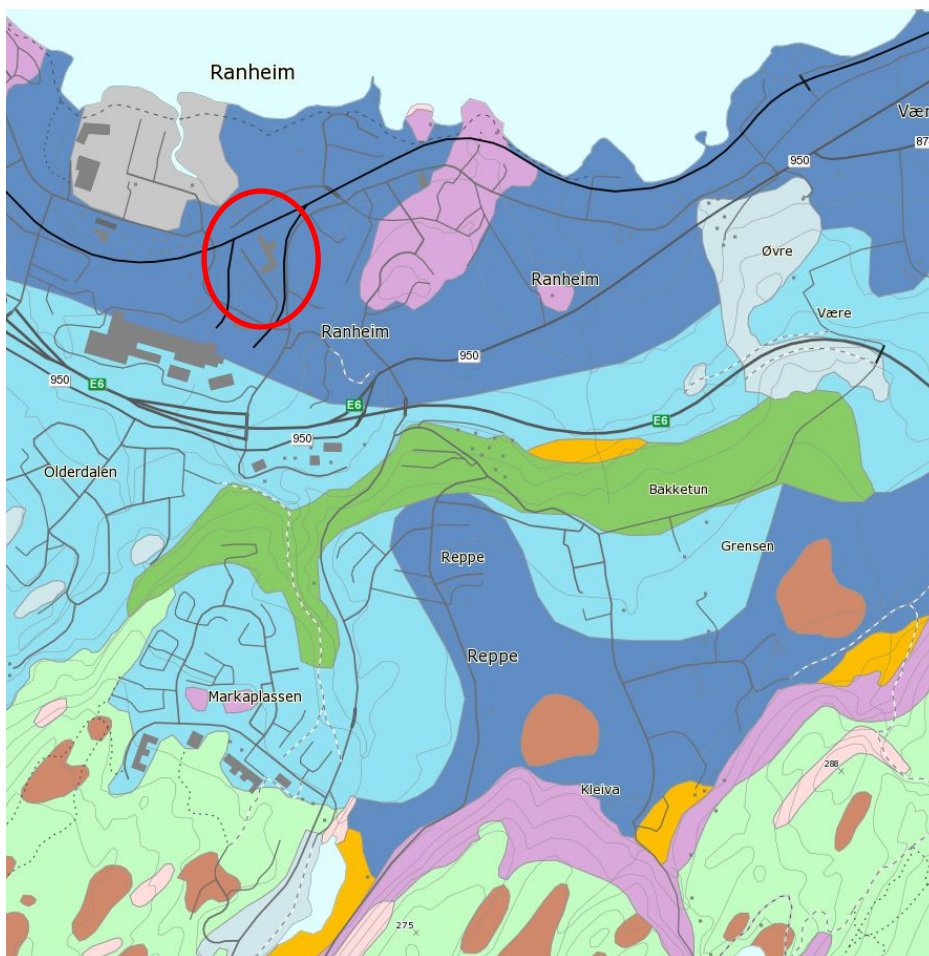
Vest for Peder Myhres veg er det 2-7 m med fyllmasser, stedvis under et tynt lag med matjord. Fyllmassene består av leire, silt, sand og grus. Langs Peder Myhres veg er det påvist avfall av plast- og papirbiter i fyllmassene. Overgang til original grunn ligger på ca. kote +20 i sør, ca. kote +16 midt på området og på ca. kote +8-10 i nord.

Øst for Peder Myhres veg er det tidligere påvist 0,5-1 m med matjord over 1-2 m med fyllmasser av sand og grus langs Ranheimsvegen (ref. [14] og [15]). Overgangen til original grunn ligger på ca. kote +18 i sør og ca. kote +10 i nord. Vanninnholdet i fyllmassene er på ca. 10-20%.

Forurensninger i planområdet er vurdert av Multiconsult basert på tidligere miljøgeologiske grunnundersøkelser og supplerende prøvetaking i til sammen 25 punkt (ref. [8] og [9]). Bortsett fra i ett punkt med BETX-forbindelser i tilstandsklasse 5 er det kun påvist masser med lav forurensningsgrad, dvs. klasse 3 og lavere. Masser i tilstandsklasse 1-3 kan gjenbrukes i prosjektet. Overskuddsmasse i tilstandsklasse 2 og 3 samt masser i tilstandsklasse 4 og 5 må leveres til godkjent mottak.

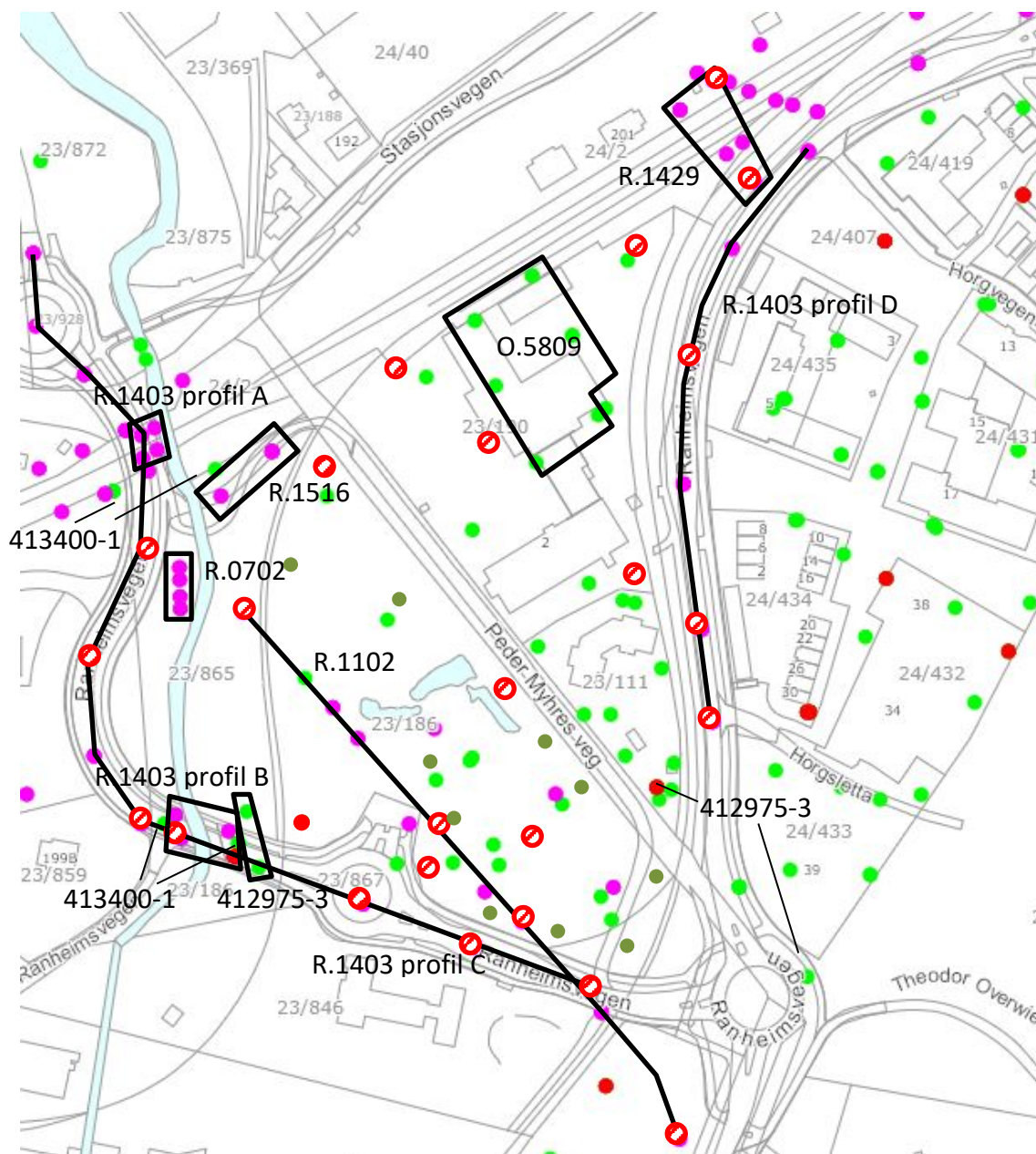
Original grunn

Kvartærgeologisk kart viser at det øverste laget av originale løsmasser i planområdet består av marine strandavsetninger (Figur 3-5). Ofte sandige masser med underliggende leire.



Figur 3-5 Kvartærgeologisk kart (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>). Planområdet er markert med rødt.

Oversikt over grunnundersøkelser i området er vist i Figur 3-6. De fleste undersøkelsespunktene innenfor planområdet er miljøgeologiske grunnundersøkelser. Geotekniske grunnundersøkelser er markert på kartet med referanse til tilhørende datarapport.



Figur 3-6 Oversikt over grunnundersøkelser (<https://kart5.nois.no/trondheim>). Grunnundersøkelser utført av Trondheim kommune er markert med rosa, grunnundersøkelser utført av NGI i forbindelse med dette prosjektet er markert med mørkegrønn og grunnundersøkelser utført av andre aktører er markert med lysegrønn. Punkt der det er påvist kvikkleire i prøve er markert med rødt. Punkt der det er påvist eller antatt sprøbruddleire er markert med rød skravur.

Original grunn består av overkonsolidert middels fast til fast leire med et vanninnhold på ca. 30-35%. Leira har middels til høy sensitivitet. Det er påvist kvikkleire både vest og øst for Peder Myhres veg (punkt B2, ref. [21], og punkt 15, ref. [2]).

NGI har ikke hatt tilgang på rapportene O.5809 (ref. [22]), 412975-3 (ref. [21]) og 413400-1 (ref. [23]). Ifølge Multiconsult (ref. [5]) er det ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddleire i rapport O.5809.

3.2 Dybde til berg

Resultater av grunnundersøkelser er gjengitt i rapport 20170875-01-R, (ref. [2]). Berg er påtruffet i 25-30 m dybde vest for Peder Myhres veg og i nord og sør øst for Peder Myhres veg. I området ved barnehagen og søndre del av industribygget er berget påtruffet noe grunnere i 15-20 m dybde. Bergoverflaten stiger fra ca. kote -10 i sørøst til ca. kote -+0- +5 og faller igjen til ca. kote -20 i nordvest og ca. kote -10 i nordøst.

3.3 Grunnvann

Multiconsult henviser til poretrykksmålinger utført i forbindelse med prosjekt 412975 Ranheim skole og 413356 Utbyggingsområde Nedre Humlehaugen. Det ble målt grunnvannsnivå minst 1 m under terreng og poreovertrykk i ett punkt sørøst i planområdet og grunnvannsnivå i terreng og poreovertrykk i to punkt øst for Ranheimsvegen.

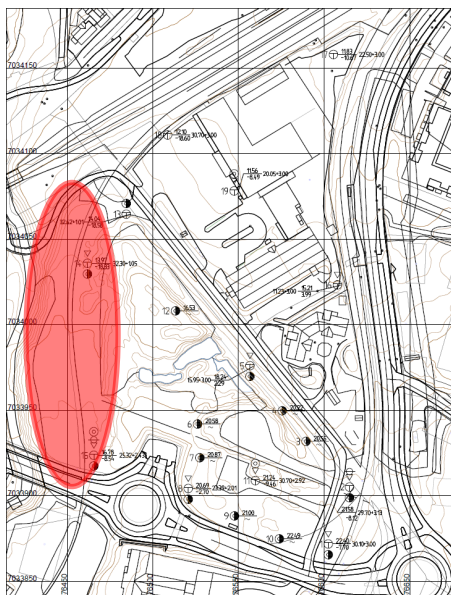
NGI har utført poretrykksmålinger i to punkt sørvest og sørøst i planområdet (punkt 15 og 2, ref. [2]). Grunnvannsnivået ble målt ca. 2,5 m under terreng i punkt 15 og ca. 1,5 m under terreng i punkt 2. I begge punktene ble det målt noe poreovertrykk. Dette er naturlig med det stigende terrenget øst for tomte.

3.4 Sikkerhet mot kvikkleireskred

Sikkerhet mot kvikkleireskred er utredet av Multiconsult (ref. [4] og [5]). Utredningen er revidert etter grunnundersøkelsene for Ranheim senter (ref. [3]). Nærmeste kvikkleiresone er sone 399 Ranheim øst for planområdet. Soner øst for denne sonen vurderes ikke å utgjøre noen fare for planområdet siden de er for langt unna og vil ha utløp i nordøstlig retning. Ut over dette har Multiconsult etablert fire lokale kvikkleiresoner, A, B1, B2 og C, i forbindelse med et tidligere prosjekt (412975-3 og 412975-4 Ranheim skole). Planområdets sør-vestlige del ligger innenfor sone B1. For sonene A, B1 og C har Multiconsult tidligere dokumentert tilfredsstillende sikkerhet mot områdeskred. Med stabiliserende tiltak er det dokumentert tilfredsstillende stabilitet for Ranheim senter.

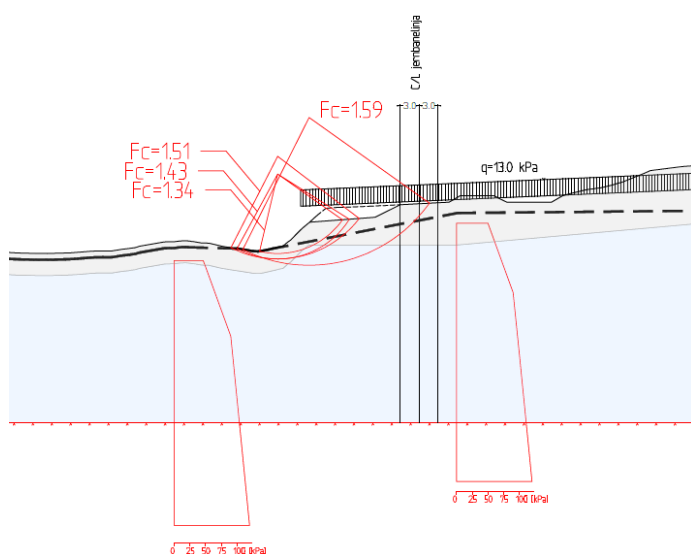
4 Geoteknisk vurdering av utbygging

4.1 Stabilisering mot Vikelva

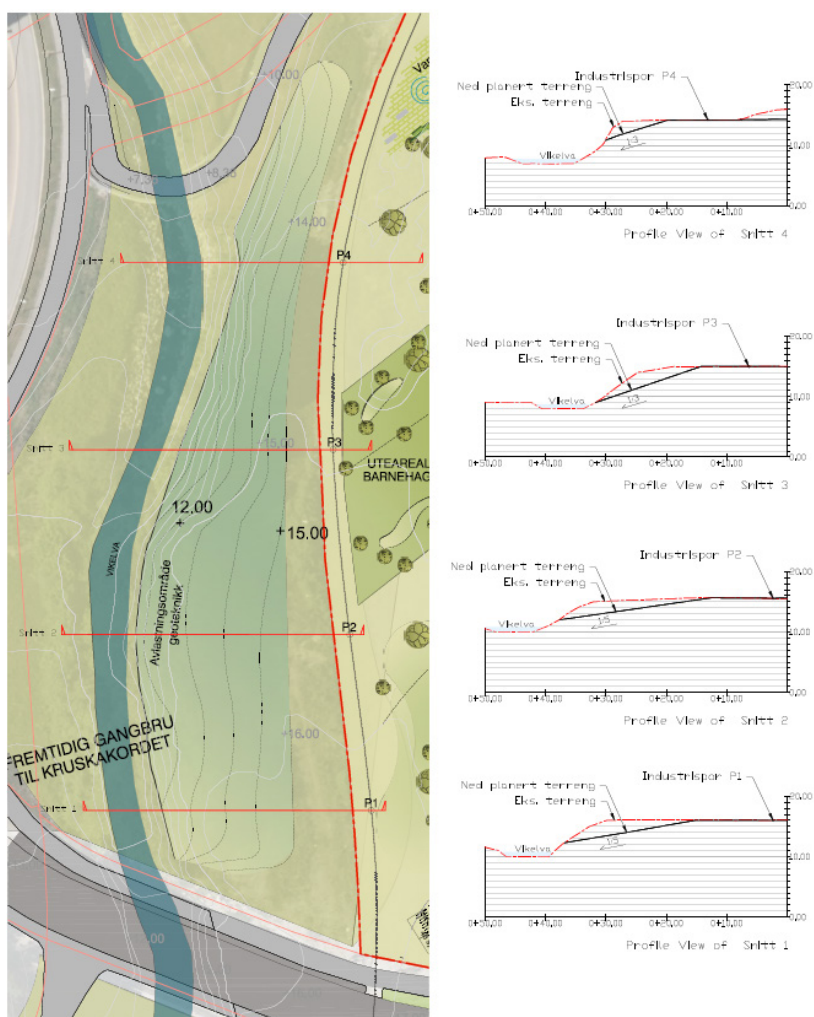


Figur 4-1 Plassering stabilisering mot Vikelva

Mot Vikelva må det gjennomføres tiltak for å bedre lokalstabiliteten. Det må enten sørges for en avlasting på toppen av elveskråningen, antatt 2-3m høyde i en bredde på 10-15 m. Total gir dette et gravevolum på 3.500-4.000 m³. På Figur 4-3 er det vist et omfang av avlastning som gir tilstrekkelig forbedring av stabiliteten. Avlastingen må utføres før utbygging sørvest for Peder Myhres veg starter.



Figur 4-2 Stabilitet etter avlastning



Figur 4-3 Plan avlasting mot Vikelva, kilde Selberg arkitekter

Avlasting må utføres på naboeiendommen. Dersom dette ikke lar seg gjøre, kan det etableres en barriere av kalk-sementstabilisert grunn på egen eiendom i stedet. Denne stabiliseringen kan omfatte stabilisering til 15 m dybde med enkle eller doble ribber. Ca. 30% av volumet stabiliseres. Det antas et total volum på 9.000 m³.

4.2 Utbygging av dobbeltspor

I kommunedelplanen er det angitt en korridor for framtidig utbygging av dobbeltspor mellom Trondheim og Hommelvik. Traséen for denne går over Kruskajordet sør for Ranheim senter, se Figur 3-3. Det er også angitt mulig område for mellomlagring av masse tunnelarbeidene mellom Peder Myhres veg og Ranheimsvegen på tomte til Ranheim senter.

Fundamentering av Ranheim senter er planlagt med kompensert fundamentering. Det er kvikkleire på og ved tomte. Dette medfører krav til sikkerhet i forhold til NVEs kvikkleireveiledning. Revidert kvikkleiresoneutredning er angitt i NGIs vurdering av områdestabilitet (ref. [3]). Dagens terreng ned mot Vikelva gir ikke tilfredsstillende stabilitet ned mot Vikelva. For å oppnå tilstrekkelig stabilitet er det planlagt avlastning ned mot Vikelva. Nybygg skal som minimum fundamenteres kompensert slik at de ikke forverrer stabiliteten. I kommunedelplan for dobbeltsporet jernbane er det angitt bruk av området som riggområde/mellomlagring av masse fra tunnelarbeid. Dette kan ikke gjennomføres uten stabiliseringstiltak. Dette er det ikke tatt hensyn til i BaneNORs konsekvensutredning (ref. [18]).

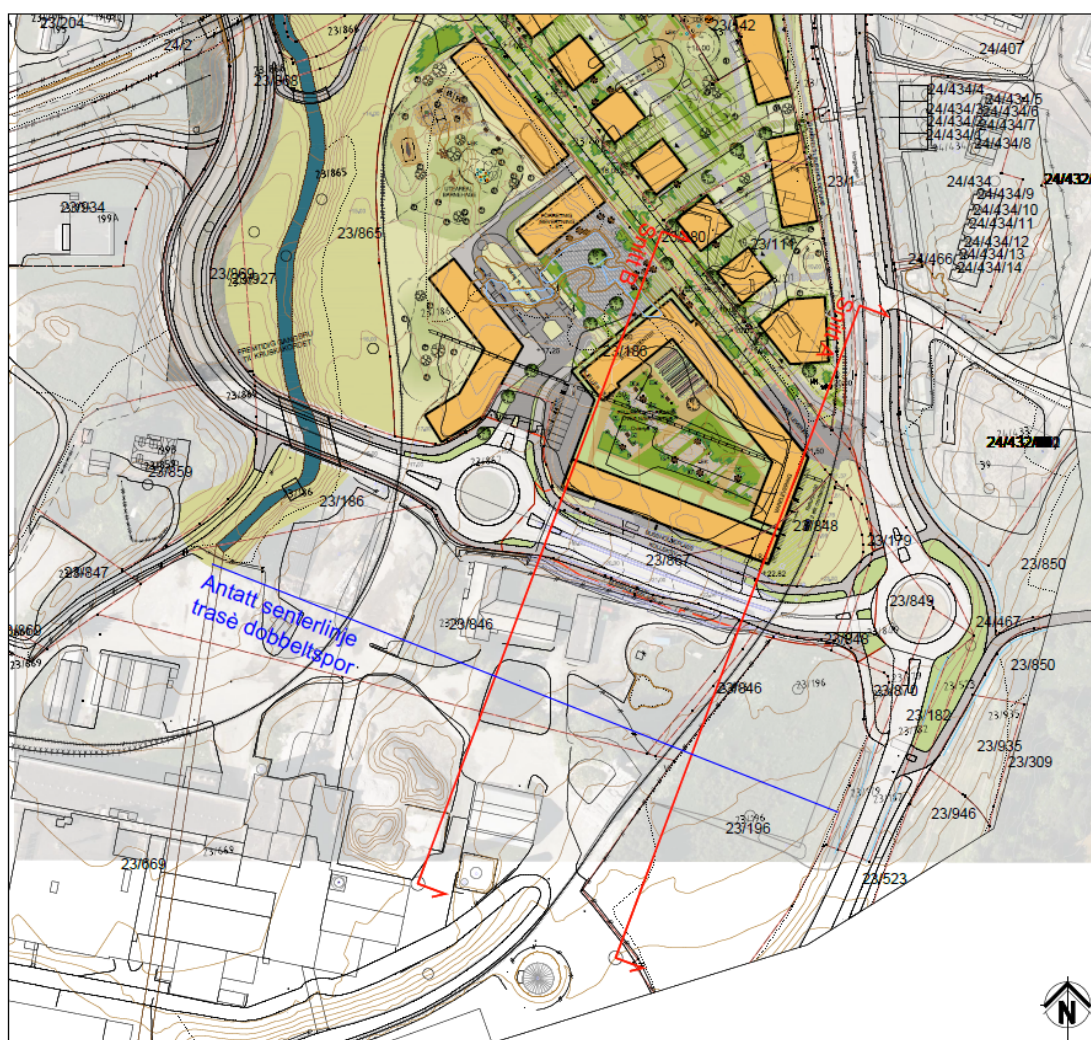
For å vurdere omfanget av graving for planlagt jernbane har vi vurdert følgende forhold:

- Minimum avstand fra Ranheim senter til skissert nytt dobbeltspor er 60 m. Mellom Ranheim senter og planlagt jernbane ligger Ranheimsvegen, se Figur 4-4, Figur 4-5 og Figur 4-6.
- Vikelva ligger på ca. kote +12 ved en framtidig jernbanekryssing. Jernbanen skal krysse over Vikelva, men Vikelva må sannsynligvis senkes ved kryssingen, ref. [18]. Dette kan medføre at Jernbanesporet ligger på kote +12 ved kryssingen og at traet for jernbanen ligger på kote +10.
- Jernbanetunnel skal starte ved kryssingen av Peder Myhres veg. Her ligger terrenget på ca. kote +27. Høyeste banenivå vil dermed være på ca. kote +18. For vurderingen av påvirkning av jernbanebyggingen har vi antatt at sporet ligger på kote +8, som er konservativt i forhold til stabilitetsvurdering.
- På tomteområdet til Ranheim senter stiger terrenget fra eksisterende industrispor på ca. kote +15 i vest til ca. kote +23 ved rundkjøring i Peder Myhres veg.
- Høyeste planlagte fundamenteringsnivå mot Peder Myhres veg er kote +18.
- Byggegrop for Ranheim senter er planlagt støttet opp med innvendig avstivet spunt langs ytterbegrensningene. Det kan lokalt bli behov for å benytte løsmasseanker for å avstive spunt. Sannsynlig fotdybde på spunt vil være på kote +12 eller dypere. Spunten blir ikke trukket etter fullførte grunnarbeider. For de tyngste delene vil det også bli gjennomført stabilisering av grunnen under fundamentnivået. Oppstøttingen av byggegropa og stabiliseringen av grunnen bidrar til å forbedre stabiliteten mot framtidig byggegrop for dobbeltspor.
- Ved graving for etablering av ny jernbane er det plass til åpen graving med graveskråning slakere enn 1:2. Grunnforholdene og forholdet til annen infrastruktur

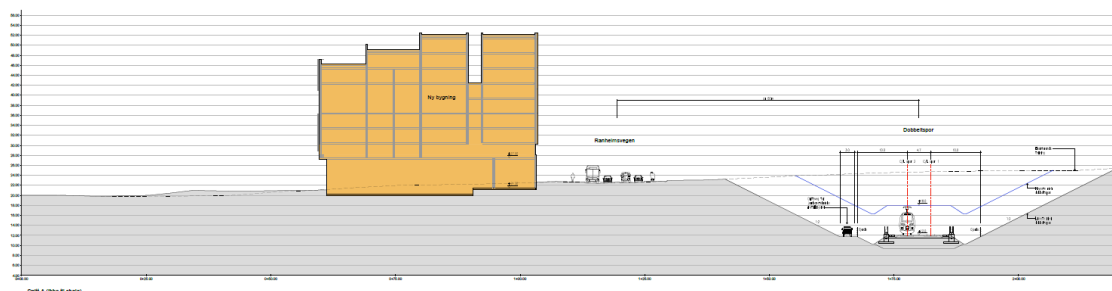
(metrobus, kabler og ledninger i Ranheimsvegen) er det sannsynligvis behov for oppstøtting av slik byggegrop se Figur 4-4, Figur 4-5 og Figur 4-6.

Basert på ovenstående vurderinger av tilgjengelig informasjon er det herved sannsynliggjort at byggingen av Ranheim senter vil forbedre stabilitetssituasjonen mot framtidig jernbaneutbygging.

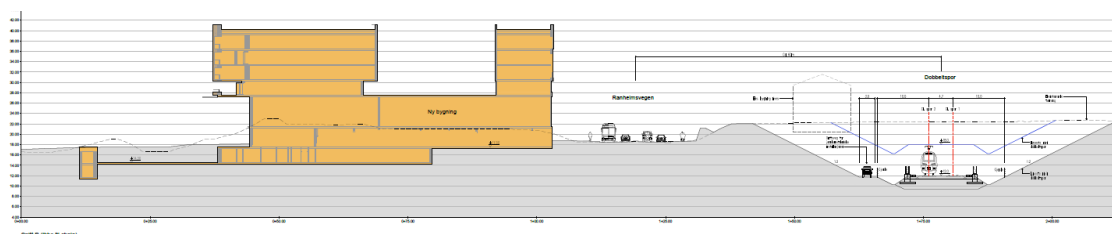
Bruk av tomte for Ranheim senter som riggområde for jernbanebygging og mellom-lagring av masse er ikke mulig uten stabilitetsforbedrende tiltak. Dette begrunnes med krav i TEK17, kvikkleireveiledningen og teknisk regelverk for BaneNOR.



Figur 4-4 Plan trasè dobbeltspor



Figur 4-5 Profil A-A, nytt dobbelspor



Figur 4-6 Profil B-B, nytt dobbelspor

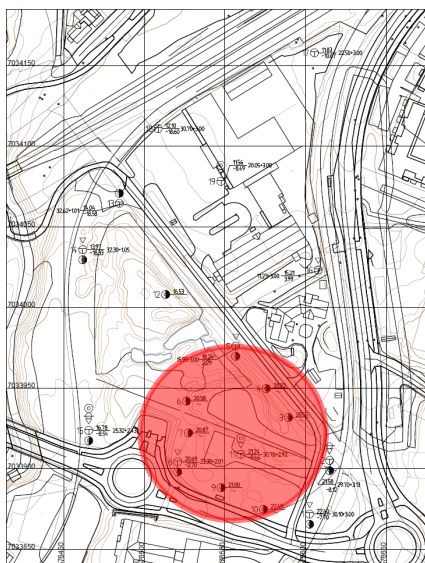
4.3 Ranheim senter

4.3.1 Byggegrupp

NGI har gjort en overordnet spuntberegning. Resultatet av beregningen er gjengitt i Tabell 4-1.

Der det er plass til det, kan det graves til 4 m dybde med helning 1:1,5. Ved dypere graving må helningen slakes ut. Der det ikke er plass til åpen graving, må det støttes opp med spunt.

Våre overslagsmessige beregninger antyder at for gravedybde 4-6 m kan spuntoppstøtting utføres med innvendig avstiving, eventuelt i kombinasjon med seksjonsvis utførelse. For dypere graving må det i tillegg til avstivingen benyttes kalk-sementstabilisering av grunnen. Det vil være en fordel med stabilisering av grunnen for anleggstekniske forhold også siden leira i traet er sensitiv og kan medføre utfordringer for anleggsarbeidet. Spesielt overflatestabilisering kan være aktuelt uansett gravedybde.



Figur 4-7 Plassering Ranheim senter

Ved gravedybde til større dybde enn 6 m vil kalk-sementstabilisering av grunnen være nødvendig for å oppnå en fornuftig spuntdimensjon og mengde. Vi vil også her tilrå innvendig avstiving for å avstive spunten. 6-8 m utgraving bør utføres seksjonsvis, der dypeste del avstives først, graves ut og bygges til over terreng før neste del graves ut og avstives mot allerede bygd del.

Alternativt kan spunten avstives med forankringsanker til berg. Ankere settes normalt med 45° vinkel i forhold til vertikalen. Dette medfører like store vertikalkrefter som oppstøttingskrefter. Løsningen krever at spunten rammes til berg eller at det benyttes stylder ned til berg, slik at spunten ikke trekkes ned av spuntforankringen. Siden dybden til berg er begrenset vil dette være gjennomførbart, men det vil bores inn under framtidig byggegrunn på naboeiendommer. Det kan derfor være risiko for å forstyrre grunnen. Dette gjelder spesielt ved innboring i berg da det kan eroderes ut sensitive masser rundt ankeret.

Løsmasseanker kan også være en mulighet, men med oppstøttingshøyde med mer enn 6 m vil det medføre mange ankere. Kapasiteten av hvert anker må testes ved prøvetrekking. Det er usikkert hvor stor kapasitet som kan utnyttes pr. stag. Det vil derfor være usikkert hvor mange forankringsanker som er nødvendig.

Tabell 4-1 Resultater fra overslagsmessige spuntberegninger

Nr.	Gravedybde	Metode	Dimensjoner
1a	1-4 m	Graveskråning, helning 1:1,5	
1b	3-4 m	Spuntoppstøtting Innvendig avstiving, et nivå Innvendige stivere Kalk-sementstabilisering	Wx > 1700 cm ³ /m, 10 m lengde Pute HE240B Skråstiver c/c = 5 m, Ø=400mm, t= 8 mm Nei
1c	3-4 m	Spuntoppstøtting Innvendig avstiving, et nivå Innvendig stivere Kalk-sementstabilisering	Wx > 1700 cm ³ /m, 10 m lengde Pute HE240B Ingen innvendig avstiving 6 m dybde dekning 50%
2a	4-6 m	Spuntoppstøtting Innvendig avstiving, et nivå Innvendig stivere Kalk-sementstabilisering	Wx > 1700 cm ³ /m, 15 m lengde Pute HE400B Skråstiver c/c = 5 m, Ø=500mm, t= 10 mm Nei
2b	4-6m	Spuntoppstøtting Innvendig avstiving, et nivå Innvendig stivere Kalk-sementstabilisering	Wx > 1700 cm ³ /m, 12 m lengde Pute HE300B Skråstiver c/c = 5 m, Ø=400mm, t= 8 mm 6 m dybde dekning 50%
3	6-10 m	Spuntoppstøtting Innvendig avstiving, to nivåer Innvendig stivere Kalk-sementstabilisering	Wx > 1700 cm ³ /m, 16 m lengde Pute HE400B Skråstiver c/c = 5 m, Ø=500mm, t= 10 mm 6 m dybde dekning 50%

4.3.2 Fundamentering

Fyllmassene på tomte er generelt lite egnet til å fundamenterer bygg på. For fundamentering må fyllmassene enten masseutskiftes med kvalitetsmasser eller fjernes for dypere fundamenteringsnivå. Det kan også være aktuelt å ramme eller bore peler gjennom fyllmassene for fundamentering. De originale løsmassene av leire / silt ser ut til å være noe overkonsolidert. Overkonsolideringsnivået ser ut til å være av størrelsesorden 150-200 kN/m², Pålasting innenfor dette nivået vil gi setninger, men mesteparten vil skje i byggeperioden. Dersom grunnen pålastes over overkonsolideringsnivået kan dette gi større og mer langvarige setninger. Bygg med inntil 8 etasjer med én kjeller kan, ut fra disse vurderingene, fundamenteres direkte på hel plate. For høyere bygg kan det også være mulig å fundamenteres direkte på hel plate, enten ved dypere kjeller eller i kombinasjon med at bunnplate utvides utenfor fotavtrykket av bygget.

Et alternativ til utvidelse av bunnplate kan være å kalk-sementstabilisert grunnen under fundamentnivået. Slik stabilisering er også gunstig for dimensjonering av oppstøtting og for anleggstekniske forhold. Bygg med 8-12 etasjer kan sannsynligvis fundamenteres direkte på stabilisert grunn.

Pelefundamentering til berg kan også være aktuelt. Spesielt kan dette være gunstig for høye bygg med store konsentrerte laster ned mot bunnplata. Dybden til berg er begrenset og vil gi forutsigbar løsning. Pelefundamentering kan bidra til å begrense bunnplate-tykkelsen. For store laster vil borede stålrørspeler til berg være mest effektivt.

4.3.3 Mengder

For Ranheim senter kan det være aktuelt å etablere lavest gulv på kote +14. Dette vil gi en gravedybde varierende fra 3-5 m mot nord-vest til ca. 10m mot sør-øst. En slik bygge-grop foreslås delt i to etapper der første etappe omfatter dypeste del med symmetrisk spuntoppstøtting med innvendige horisontale stivere. Grunnen mellom spuntveggen stabiliseres med kalk-sement i ribber til 6-8m under gravenivået. Det antas at ca. 30% av leirevolumet må stabiliseres.

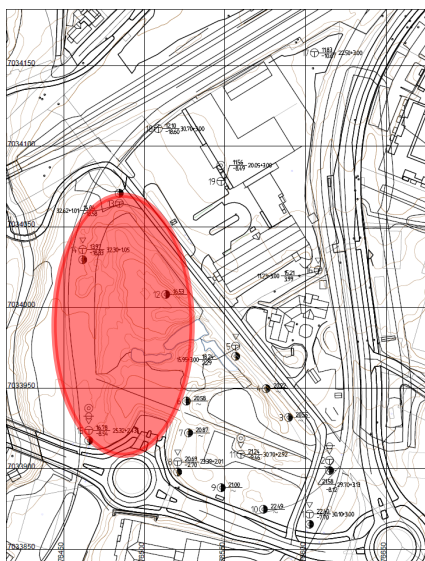
Foreløpige mengder er anslått til:

- | | |
|--|-----------------------|
| - Spunt med innvendig avstiving inkl. hjelpespunt: | 4.200 m ² |
| - Kalk-sementstabilisering: | 25.000 m ³ |
| - Graving: | 35.000 m ³ |

4.4 Nordvest for Ranheim senter

Området består av fyllmasser over siltig leire med overgang til sensitiv og til dels kvikk leire. Området er planlagt bebygget med boliger i 4-6 etasjer. Det planlegges kjeller under store deler av området.

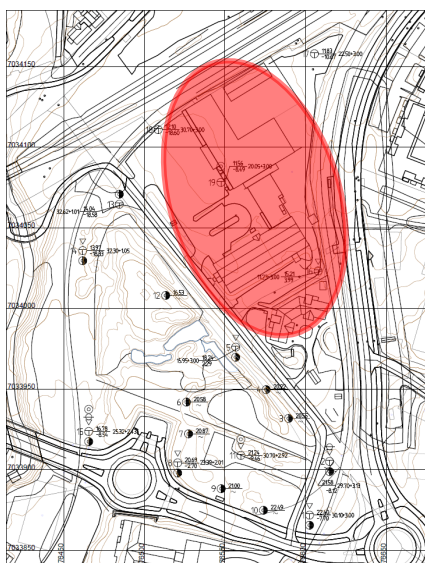
Bygg av denne størrelsen kan fundamenteres direkte på hel plate eller på masseutskiftet materiale. En avlastning med 1-3 m vil gi begrenset tilleggsbelastning på undergrunnen slik at setningsproblematikken blir ivaretatt. Dersom det er stor variasjon i pålastning på undergrunnen kan det bli aktuelt å jevne ut lasten ved å utføre masseutskifting med lette masser. Det kan også være aktuelt å forbelaste tomte i noen måneder for å redusere setningsdifferanser. Det er ikke vurdert behov for oppstøtting i dette området.



Figur 4-8 Illustrasjon område nordvest for Ranheim senter

4.5 Nordøst for Ranheim senter

Området nordøst for Ranheim senter er planlagt bebygd med boligblokker i inntil 6 etasjer. Det er planlagt kjeller under store deler av området. Kjelleren vil medføre avlastning av området med 1-4 m. Med en slik avlastning vil bygg med inntil 6 etasjer fundamentert på hel plate kan få skadelige setninger dersom graden av kompensering varierer mye. Dette kan eventuelt kompenseres med masseutskifting med lette masser. Det kan også være aktuelt å gjennomføre forbelastning av tomte. Det er ikke vurdert behov for oppstøtting i dette området.



Figur 4-9 Illustrasjon område nordøst for Ranheim senter

5 Kostnadsvurdering

Basert på mengder som angitt ovenfor har vi utført følgende overordnede kostnadsvurderinger for de enkelte tiltakene som er beskrevet.

Stabilisering mot Vikelva:

- Avlasting på naboeiendommen: 4.000 m³ à kr 150: MNOK 0,6
- Kalk-sementstabilisering mot Vikelva: 9.000 m³ à kr 300: MNOK 2,7

Ranheim senter:

- Spunt med avstiving: 4.200 m² à kr 3.500: MNOK 15,0
- Kalk-sementstabilisering_ 25.000 m³ à kr 300: MNOK 7,5
- Graving og bortkjøring: 35.000 m³, à kr 150: MNOK 5,5

Nordvest for Ranheim senter

Gravearbeider og masseutskifting av fyllmasser er hoveddelen i grunnlagsarbeidet i dette området. I den grad det påtreffes bløt og sensitiv leire i traubunnen kan det være aktuelt å utføre stabilisering av traubunnen. Omfanget anslås til 50 kg kalk-sement pr m². Totalt anslås dette til å medføre kostnader av størrelsesorden kr. 50-100.000. Der graden av kompensering varierer mye kan det være behov for lokal masseutskifting med lette masser. Kostnader anslås til kr 200.000 for dette arbeidet.

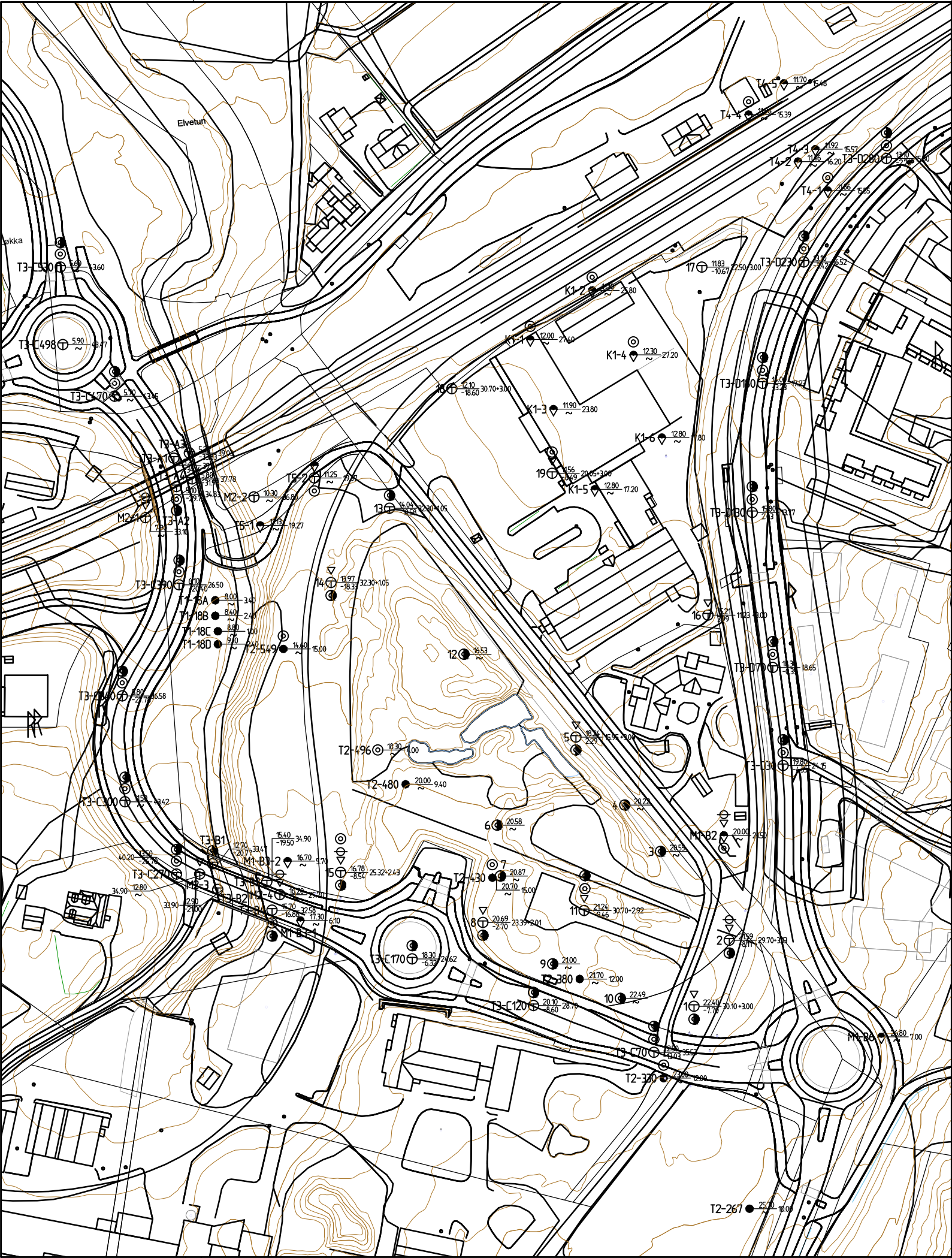
Nordøst for Ranheim senter

Fyllmasser som ikke er egnet som kvalitetsmasse graves opp og fjernes. Masser av god kvalitet kan gjenbrukes som kvalitetsfylling under og inntil bygninger. Dersom det lokalt påtreffes bløt grunn vil det være aktuelt å utføre lokal stabilisering av traubunnen med kalk-sement. Kostnader for dette anslås til kr 100.000. Der graden av kompensering varierer mye kan det være behov for lokal masseutskifting med lette masser. Kostnader anslås til kr 500.000 for dette arbeidet.

6 Referanser

- [1] NGI, «20170875-01-TN rev. 01 Ranheim senter, Muligheter og begrensninger for byggegrop og fundamentering av nybygg,» 2017.
- [2] NGI, «20170875-01-R Ranheim senter, Datarapport geotekniske grunnundersøkelser,» 2018.
- [3] NGI, 20170875-02-TN Geoteknisk vurdering av områdestabilitet - Ranheim senter, 2019.
- [4] Multiconsult, «Notat 415582-RIG-NOT-001, Ranheim nærsenter, Geotekniske vurderinger for reguleringsplan,» 21.11.2012.
- [5] Multiconsult, «Notat 415582-1-RIG-NOT-002, Ranheim senter, Vurderinger av områdestabilitet og byggbarhet,» 12.09.2014.
- [6] Multiconsult, «Rapport 416235-RIG-RAP-001, Ranheim Vestre, Grunnundersøkelser datarapport,» 13.02.2014.
- [7] Norconsult, «Notat 5145210-01, Uavhengig kontroll av kvikkleiresoner etter NVEs retningslinjer, Utbyggingsområde Ranheim senter,» 17.10.2014.
- [8] Multiconsult, «Rapport 415582-RIGm-RAP-001, Ranheim nærsenter, Miljøgeologisk grunnundersøkelse, Datarapport,» 20.12.2012.
- [9] Multiconsult, «415582-RIGm-RAP-002, Ranheim senterområde, Miljøgeologisk rapport med tiltaksplan,» 10.08.2016.
- [10] Trondheim kommune, 11/49553 Peder Myhres veg 2, Ranheim senter, detljregulering, 2019.
- [11] BaneNOR, 201700332-64 Trondheim kommune-BaneNORs kommentarer og merknader innkommet ved offentlig ettersyn-Kommunedelplan for dobbeltsporet jernbane Leangen-Hommelvik, 2019.
- [12] Trondheim kommune, «R.0702 Ranheimsfjæra, Grunnundersøkelser, Geoteknisk vurdering,» 29.01.1987.
- [13] Trondheim kommune, «R.1102 Messevegen, Grunnundersøkelser, Datarapport,» 23.02.2000.
- [14] Trondheim kommune, «R.1403 Ranheim Nedre, Grunnundersøkelser, Datarapport,» 31.01.2008.
- [15] Trondheim kommune, «R.1429 Ranheim rørpressing, Grunnundersøkelser, Datarapport,» 2008.
- [16] Trondheim kommune, «R.1516 rev. 1 Ranheim Vest gangvei, Grunnundersøkelser, Datarapport,» 21.11.2013.
- [17] Jernbaneverket, 201212299 Forslag til planprogram Dobbeltspor Trondheim S - Stjørdal, 2013.
- [18] BaneNOR, 2018 Dobbeltspor Trondheim - Stjørdal. Samlet konsekvensutredningssammenstilling av trasealternativer, 2018.

- [19] Trondheim kommune, 17/42283-33 Detaljregulering av Ranheim omstigningspunkt, Metrobusstasjon, r20180016, sluttbehandling, 2018.
- [20] Trondheim kommune, 18/4415 Kommunedelplan for dobbeltsporet jernbane Leangen - Hommelvik, førstegangsbehandling, 2018.
- [21] Multiconsult, «412975-3 Ranheim skole, Vurdering av rasfare, Supplerende grunnundersøkelser, Datarapport,» 2008.
- [22] Kummeneje, «O.5809 Bo-Møbler AS, Nybygg Ranheim, Grunnundersøkelser, geoteknisk vurdering,» 1986.
- [23] Multiconsult, «413400-1 Ranheim Nedre, Teknisk infrastruktur, Grunnundersøkelser, Datarapport,» 2009.



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ⬠ Fjellkontrollboring

⬢ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vinge-boring
- ⊖ Poretrykksmåling

⬆ Fjell i dagen

● Skovlprøve

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Koordinatsystem: UTM32 EUREF89
Høydesystem: NN2000

- 1-19: NGI, datarapport 20170875-01-R Ranheim senter
- T1-XX: Trondheim kommune, rapport R.0702 Ranheimsfjæra
- T2-XX: Trondheim kommune, rapport R.1102 Messevegen
- T3-XX: Trondheim kommune, rapport R.1403 Ranheim nedre
- T4-XX: Trondheim kommune, rapport R.1429 Ranheim rørpressing
- T5-XX: Trondheim kommune, rapport R.1516 rev. 01 Ranheim Vest gangvei
- M1-XX: Multiconsult, datarapport 412975-3 Ranheim skole, Vurdering av rasfare
- M2-XX: Multiconsult datarapport 413400-1 Ranheim Nedre, Teknisk infrastruktur
- K1-XX: Kummeneje, rapport 0.5809 Bo-Møbler AS, Nybygg Ranheim

00	Originaltegning	18.04.2018	KKs	SRo	SRo
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Ranheim senter		Status			
		-			
		Original format			
		A-3			
Borplan Boringer utført av NGI og andre aktører		Tegningens filnavn			
		plan_boringer_alle_M1000.dwg			
		Målestokk			
		1:1750			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		18.04.2018	KKs	SRo	SRo
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		20170875	010		00

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> Geoteknisk vurdering av muligheter og begrensninger for byggegrupp og fundamentering av nybygg		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20170875-02-R
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Rapport / Report	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Ranheim Utvikling AS	Dato/<i>Date</i> 2019-01-23
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/<i>Proprietary rights to the document according to contract</i> NGI		Rev.nr.&dato/<i>Rev.no.&date</i> 3 / 2019-11-25
Distribusjon/<i>Distribution</i> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/<i>Keywords</i> Kvikkleire, avlasting, byggegrupp, oppstøtting		

Stedfesting/ <i>Geographical information</i>	
Land, fylke/<i>Country</i> Norge, Trøndelag	Havområde/<i>Offshore area</i>
Kommune/<i>Municipality</i> Trondheim	Feltnavn/<i>Field name</i>
Sted/<i>Location</i> Ranheim	Sted/<i>Location</i>
Kartblad/<i>Map</i> 1621 IV	Felt, blokknr./<i>Field, Block No.</i>
UTM-koordinater/<i>UTM-coordinates</i> Sone: UTM32 Øst: 576570 Nord: 7033940	Koordinater/<i>Coordinates</i> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/ <i>Document control</i>					
Kvalitetssikring i henhold til/ <i>Quality assurance according to NS-EN ISO9001</i>					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/ <i>Reason for revision</i>	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2019-01-22 Katharina Kahrs /Sigbjørn Rønning	2019-01-23 Vidar Gjelsvik		
1	Oppdatert avlasting mot Vikelva	2019-02-28 Katharina Kahrs / Sigbjørn Rønning	2019-02-28 Alf Kristian Lund		
2	Oppdatert etter kommentarer fra Trondheim kommune	2019-09-06 Sigbjørn Rønning	2019-09-09 Alf Kristian Lund		
3	Lagt inn plan og profil for nytt dobbeltspor	2019-11-25 Sigbjørn Rønning	2019-11-25 Alf Kristian Lund		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/<i>Date</i> 25. november 2019	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> Sigbjørn Rønning
--	--	---

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

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

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

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

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

www.ngi.no

