

NOTAT

OPPDRAAG	Erling Skakkes gate 3-5	DOKUMENTKODE	10206914-RIG-NOT-001
EMNE	Geotekniske innspill til reguleringsplan	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Pilar Eiendom AS	OPPDRAAGSLEDER	Stian Baardsgaard Hanssen
KONTAKTPERSON	Bente Haugrønning	SAKSBEHANDLER	Stian Baardsgaard Hanssen
KOPI	Harboe og Leganger AS v/Ole Stenmo	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Pilar Eiendom AS planlegger utbygging av Erling Skakkes gate 3-5 i midtbyen i Trondheim. Midtbyen i Trondheim er et område med bosetting langt tilbake i tid, og det antas å være kulturlag med historisk interesse på tomta. Foreliggende notat angir mulige fundamenteringsløsninger som bevarer kulturlaget, samt redegjør for kvikkleireproblematikk i området.

Notatet konkluderer med at det er mulig å fundamenterer bygget uten vesentlig påvirkning av kulturlag, og at tomta ikke ligger i hverken utløpsområde eller løsnemråde for kvikkleireskred. I forbindelse med fundamenteringen vil det være nødvendig å opprette dialog med riksantikvaren. Dette tilrås gjort på et tidlig tidspunkt.

Det vil bli nødvendig med miljøtekniske undersøkelser og supplerende geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med byggesaken.

1 Innledning

Pilar Eiendom AS planlegger utbygging av Erling Skakkes gate 3-5 i midtbyen i Trondheim. Midtbyen i Trondheim er et område med bosetting langt tilbake i tid, og det antas å være kulturlag med historisk interesse på tomta. Det er ønskelig at utbygging av tomta utføres uten at kulturlaget på tomta forringes. Multiconsult Norge AS er engasjert som geoteknisk rådgiver i den sammenheng.

Selve prosjektet som skal bygges planlegges som et leilighetsbygg i tre etasjer og er vist i 3D-skisse fra arkitekt i Figur 1-1a.

00	24.08.2018	Utsendes oppdragsgiver	Stian Baardsgaard Hanssen	Håvard Narjord	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 1-1. Erling Skakkes gate 3-5. a) Skisse fra Skibnes arkitekter. b) Plassering

2 Grunnforhold

2.1 Geotekniske grunnforhold

På selve tomta foreligger det tidligere utførte grunnundersøkelser i form av 1 dreietrykksondering. Denne er ført til ca. 43 m under terreng og viser fyllmasser over kulturlag over antatt grusig sand over antatt fin sand over antatt leire /5/. Denne er utført av Multiconsult i år 2011. Overgangen til leire er antatt ca. 25 m under terreng.

Trondheim kommune har utført grunnundersøkelser ifbm refundamentering av St. Jørgens hus på nabotomta i St. Jørgensveita 2a /2/. Boringene er her ført ca. 4 m under terreng og viser fyllmasser over kulturlag over sand. Kulturlaget er her anslått til å være av ca. 1.5 m tykkelse med overgang til stedlige sandmasser varierende fra ca. kote +8.5 og +10.1.

Grunnvannstand i området er tidligere målt til ca. kote +3 /5/, dvs. ca. 7 m under terreng. Vi kjenner ikke til at det er boret til berg for bergpåvisning i området, men det er for en av nabotomtene tidligere antydnet bergdybder i størrelsesorden 100 m under terreng/9/.

I gateløpet for selve Erling Skakkes gate har Trondheim kommune utført grunnundersøkelser ifbm opparbeidelse av Erling Skakkes gate. Det er her boret til ca. 3.5 m under terreng. Overgang mellom kulturlag og original grunn er anslått ca. 1,5 – 2,0 m under terreng.

Basert på de eksisterende grunnundersøkelsene i umiddelbar nærhet av tomta og vår generelle kunnskap om grunnforholdene i midtbyen anslås grunnforholdene å bestå av fyllmasser over kulturlag over sand over siltig leire. Det er ikke påvist kvikkleire på tomta eller i umiddelbar nærhet av tomta.

Eksisterende grunnundersøkelser anses å være tilstrekkelig for reguleringsplan. Det vil være nødvendig med supplerende grunnundersøkelser for detaljprosjektering av fundamenteringen.

2.2 Miljøtekniske grunnforhold

Tomta er registrert som *byjord* på Trondheim kommunes aktsomhetskart for forurenset grunn. Dette medfører krav om miljøtekniske undersøkelser av tomta iht. forurensningsforskriftens kapittel 2. Om ønskelig kan Multiconsult tilby dette.

3 Naturfare

3.1 Kvikkleire

Deler av tomta ligger innenfor kvikkleiresone nr. 185 «Prins Carls Bastion». Kvikkleiresone nr. 185 er oppgitt å ha faregradsklasse middels og konsekvensklasse alvorlig. Det fremgår av sonens faktaark at den er opprettet basert på et begrenset antall grunnundersøkelser i 2001. Omfanget av soner basert på få antall grunnundersøkelser er som regel usikkert.



Figur 3-1. Plassering av tomte og kvikkleiresone.

Ved sone 185 har ytterligere grunnundersøkelser i senere år fastslått at det ikke er en sammenhengende forekomst av kvikkleire i sonen, men at sonen omfatter flere lokale lommer med kvikkleire. Det vises til:

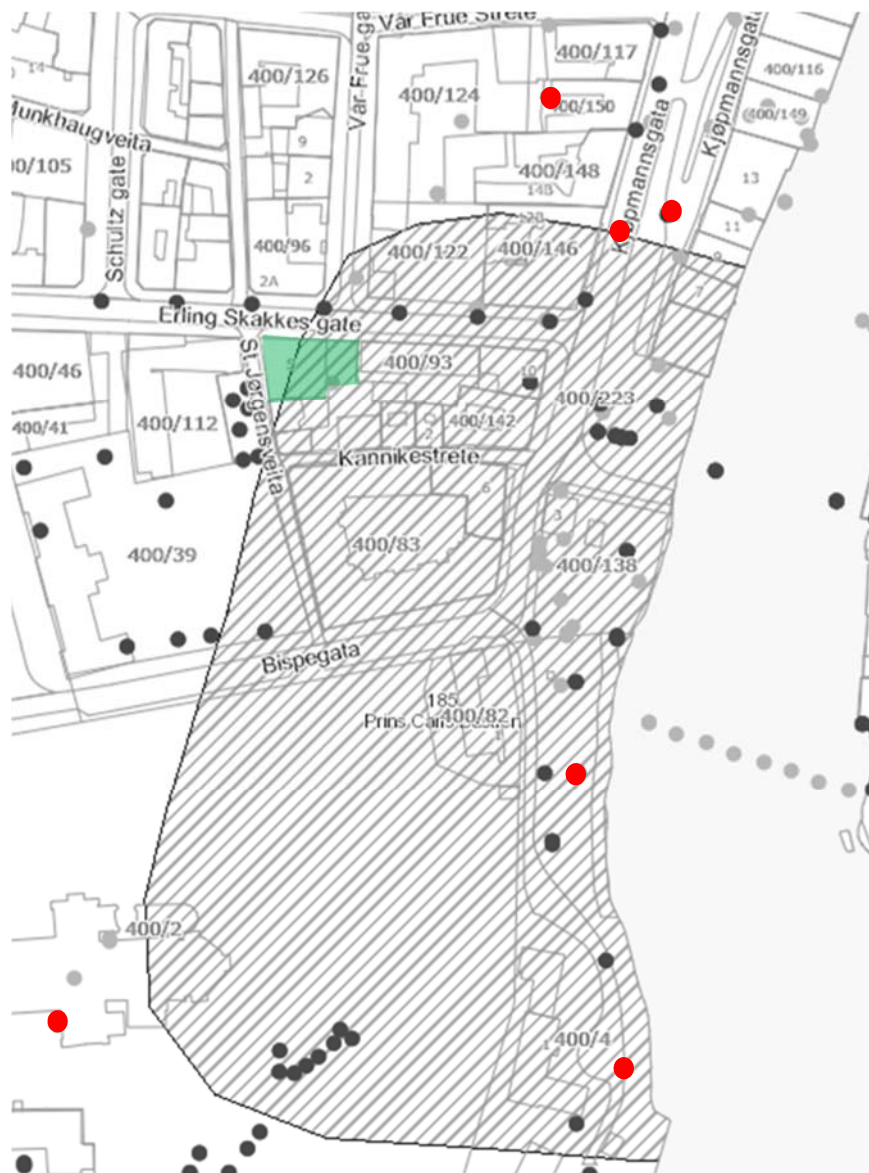
- Rapport nr. 261 fra Trondheim kommune /1/
- Rapport nr. 661 fra Trondheim kommune /2/
- Rapport nr. 1117 fra Trondheim kommune /3/
- Rapport nr. 1117-2 fra Trondheim kommune /4/
- Rapport nr. 414126-1 fra Multiconsult /5/
- Rapport nr. 414126-2 fra Multiconsult /6/
- Notat nr. 20100919-00-2-TN fra NGI /7/

En oversikt over borpunkter hvor det er påvist kvikkleire er vist i Figur 3-2. Som det fremgår av figuren er det påvist kvikkleire nordøst og sørøst for den aktuelle tomte. På og i umiddelbar nærhet av tomte indikerer eksisterende grunnundersøkelser fravær av kvikkleire.

Potensielle løснеområder for kvikkleireskred vil være avhengige av topografiske forhold og at det er kvikkleire til stede. For tomte i Erling Skakkes gate 3-5 er det ikke kvikkleire til stede og følgelig konkluderes det med at tomte ikke ligger innenfor et løśnieområde for områdeskred.

Eventuelle løśnieområder for områdeskred antas å ligge nordøst og sørøst for tomte. Potensielle løśnieområder er ikke avgrenset i detalj, men områdene med påvist kvikkleire ligger lavere i terrenget enn den aktuelle tomte. Følgelig ligger tomte heller ikke i noen utløpsområde for områdeskred fra sone 185.

Geotekniske innspill til reguleringsplan



Figur 3-2. Oversikt over punkter med påvist kvikkleire. Ved røde punkter er det påvist kvikkleire. Ved grå og sorte punkter er det utført grunnundersøkelser uten at kvikkleire er påtruffet. Erling Skakkes gate 3-5 vist i grønt.

3.2 Flom

NVEs flomsonekart indikerer at hverken 200 års flom eller 500 års flom i Nidelva vil påvirke tomte /9/.

3.3 Skred i bratt terreng

Topografien i området tilsier at skred i bratt terreng ikke vil være en aktuell problemstilling.

4 Kulturlag og aktuelle fundamenteringsmetoder

4.1 Generelt

Terrenget ligger i dag på mellom kote +10,0 og +11,0 i området aktuelt for nybygg. Kulturlag er ved tidligere undersøkelser indikert ved ca. kote +8,5 dvs. i inntil ca. 2,5 m under terreng.

I tilknytning til tidligere prosjekter i midtbyen er det gjennom kontakt mot Riksantikvaren vurdert ulike metoder for fundamentering ved skånsom metode slik at gjenliggende kulturlag skades i minst mulig grad. Poenget vil da være å føre lasten ned gjennom kulturlaget til underliggende mineralisk grunn. Det benyttes minst mulig tverrsnitt av peler og installasjonsmetoder som gir minst mulige vibrasjoner. Det er også et poeng at fukttilgangen til kulturlaget ikke reduseres slik at laget tørker ut. Basert på dette er det utført og vurdert ulike pelemetoder for slike bygninger. De aktuelle peletypene innebærer alle boring med foringsrør gjennom kulturlaget og videre installasjon av bærende pel under dette laget. I dette prosjektet har vi vurdert følgende peletyper:

1. Boring av foringsrør til under grunnvannstand for å sikre mot korrosjon og forstyrrelse av kulturlag. Boring gjennom foringsrør med selvboende pel av type MAI, Ishcebeck eller lignende. Forankringslengde injiseres under boring. Det støpes ut mellom foringsrør og stangpel.
2. Boring med foringsrør til ca 1,0m under kulturlag. Jet-pel etableres under foringsrøret. Før mørtelen herder føres et H-profil ned i jet-pelen for å sikre overføring av krefter ned i basen av jet-pelen.

Sammenligninger som er gjort ved tilsvarende prosjekter viser at påvirkningen på kulturlaget er like liten for begge hovedprinsippene og vil på den måten ikke være avgjørende. Tidligere prissammenligninger har også vist tilnærmet lik pris for de to alternativene på andre prosjekter, dette vil imidlertid kunne variere med konkurransesituasjonen i markedet. Disse to alternativene er presentert mer inngående i det etterfølgende.

Rammede peler er ikke vurdert da dette vil medføre mer vibrasjon og dermed økt risiko for skade på kulturlag.

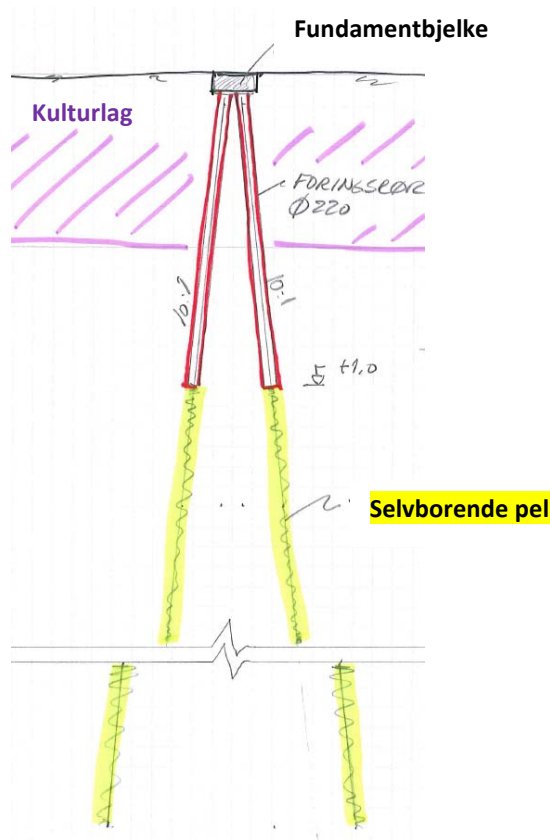
4.2 Selvborende pel

4.2.1 Prinsipper

Nedboring av foringsrør til under grunnvannsstand. Nedboring utføres med luft, og borkaks kan observeres under utførelse. Boring videre ned utføres med stangstag som selvboende pel med injeksjon av mørtel under utførelsen.

Pelene kan utføres med ulike dimensjoner. Vanlige dimensjoner på stangstag til dette formålet vil typisk være diameter på 51 mm, 73 mm eller 103 mm. På stangstaget sitter en engangsborkrone med diameter større enn stangstaget – typisk i størrelsesorden 150-220 mm. Diameteren på det gyste arealet styres av diameter på borkrona og tilsvarer diameteren på ferdig utstøpt pel. Større diameter gir større bæreevne av pelen som igjen gir mulighet for færre peler. Pelelengder for tilsvarende prosjekter har tidligere vært i størrelsesorden 30-40 m lange. Det vil være rimelig å anta tilsvarende pelelengder også ved dette prosjektet

For påvirkning av kulturlaget vil det være diameter av foringsrøret som vil være styrende, se også skisse i Figur 4-1. Aktuelle diametere på foringsrøret vil typisk være Ø219 eller Ø263. Endelig diameter på foringsrør, borkrone og stangstag må bestemmes i detaljprosjektering på bakgrunn av jordparametere fra grunnundersøkelser og føringer fra Riksantikvaren. Utnyttbar kapasitet i bruddgrensetilstand kan antas i størrelsesorden 350 – 1000 kN per pel, avhengig av peledimensjon, pelelengde og grunnforhold.



Figur 4-1. Prinsipp selvborende pel

4.2.2 Metodikk/arbeidsrekkefølge ved selvborende pel

Vi finner det hensiktsmessig å gruppere arbeidene i tre faser. For selvborende peler gjennom kulturlag kan dermed følgende arbeidsrekkefølge legges til grunn:

FASE 1: Forarbeider

Det etableres eventuelle nødvendige måleprogrammer for styringsparametere for kulturlagene etter instruksjon eller input fra riksantikvaren.

For eventuell arkeologisk undersøkelser tas det i hvert pelepunkt opp masser med naverbor ned til underkant kulturlag før det bores foringsrør gjennom øvre lag for installasjon av pel. Eventuelt kan massene fra boring av foringsrør undersøkes. Borkaks vil være betydelig omrørt og knust, men merk også at naverboring kan stoppe opp i stein i kulturlagene.

FASE 2: Verifisering av bæreevne

For verifisering av bæreevne kan det utføres 2 – 3 ekstra peler som utføres uten foringsrør, dog uten gysing de øverste 10 m, men som testes ved prøvetrekking av stangstålet etter en gitt tid. Prøvetrekkingen er vurdert å ikke ha noe innvirkning på den øvre delen av jordprofilen der kulturlagene er representert. Testpelene vil bli stående igjen i jorda og hullet boret uten gysing ned mot grunnvannstand fylles med egnet masse.

FASE 3: Installasjon av pel

Pel installeres i flere operasjoner:

- 1) Det bores foringsrør av stål ned til kote +/- 0, under antatt grunnvannstand. Aktuell rørdimensjon er Ø263 eller Ø219. Boringen utføres med luft som spylemiddel. Det stilles krav til behandling av borkaks som tas opp gjennom foringsrøret slik at dette ikke tilføres

- unøddig over kulturlagene fra anleggsnivået. Det benyttes liten rigg som krever minimalt med opparbeidelse av arbeidsplanum.
- 2) Boring av «selvborende stålpeler» fra kote +/- 0 til ca. 30 m dybde fra terreng. Ved boring benyttes engangsborkroner og det gyses kontinuerlig med mørtel slik at stålet blir omsluttet av betong i denne sonen der pelen senere henter sin bæreevne som sidefriksjon. Det benyttes samme rigg som for boring av foringsrørene.
 - 3) Utstøping av øvre del av pel, mellom foringsrør og stangstål, for å oppnå tilstrekkelig korrosjonsbeskyttelse og bøyestivhet.

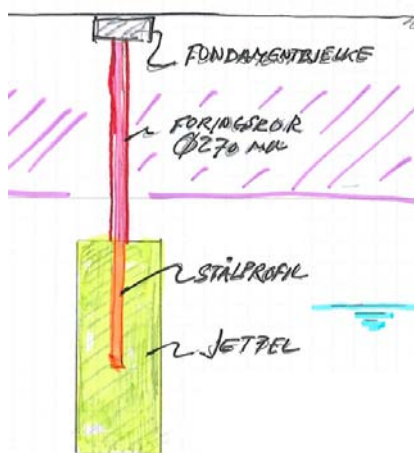
4.3 Jetpel

4.3.1 Prinsipper

Pelene etableres gjennom foringsrør som angitt for selvborende peler, men foringsrøret føres kun til underkant av kulturlag. Under foringsrøret etableres jetpelen med ca. 2 m i diameter. For å sikre lastoverføring gjennom jetpelen må lengden av denne være i størrelsesorden 4-5 m. Før pelene herdes trykkes et stålprofil ned i jet-pelen. Installasjon av jet-peler medfører et omfattende system for slamhåndtering.

I likhet med for selvborende peler så vil påvirkning av kulturlaget styres av diameter på foringsrøret, se også skisse i Figur 4-2. Aktuelle diametere på foringsrøret vil typisk være Ø219 eller Ø263. Endelig diameter på foringsrør og stålprofil må også her bestemmes i detaljprosjektering på bakgrunn av jordparametere fra grunnundersøkelser og føringer fra Riksantikvaren.

Utnyttbar kapasitet i bruddgrensetilstand kan antas i størrelsesorden 700– 1000 kN per pel, avhengig av endelige dimensjoner og stedlige grunnforhold.



Figur 4-2. Prinsipp, jet-pel

4.3.2 Metodikk/arbeidsrekkefølge

Også ved bruk av jetpeler kan arbeidene deles inn i tre faser. Ved fundamentering på jetpeler etablert under kulturlaget kan dermed følgende arbeidsrekkefølge legges til grunn:

FASE 1: Forarbeider

Det etableres eventuelle nødvendige måleprogrammer for styringsparametere for kulturlagene etter instruksjon eller input fra riksantikvaren.

For eventuell arkeologisk undersøkelser tas det i hvert pelepunkt opp masser med naverbor ned til underkant kulturlag før det bores foringsrør gjennom øvre lag for installasjon av pel. Eventuelt kan

Geotekniske innspill til reguleringsplan

massene fra boring av foringsrør undersøkes. Borkaks vil være betydelig omrørt og knust, men merk også at naverboring kan stoppe opp i stein i kulturlagene.

FASE 2: Verifisering av bæreevne

Det vil kun være mulig å dokumentere bæreevnen ved hjelp av beregninger.

FASE 3: Installasjon av pel

Pel installeres i flere operasjoner:

- 4) Det bores foringsrør av stål ned til kote +3,5, under antatt kulturlag. Aktuell rørdimensjon er $\varnothing 263$ eller $\varnothing 219$. Boringen utføres med luft som spylemiddel. Det stilles krav til behandling av borkaks som tas opp gjennom foringsrøret slik at dette ikke tilføres unødig over kulturlagene fra anleggsnivået. Det benyttes liten rigg som krever minimalt med opparbeidelse av arbeidsplanum.
- 5) Etablering av jetpel utføres gjennom det etablerte foringsrøret ved at en borstang spyles ned gjennom massen til planlagt bunn av pel. Deretter eroderes masse med høyt spyketrykk av vann eller mørtel sirkulært rundt borstanga. Diameter av ferdig pel bestemmes ut fra det trykket som benyttes. Pelen avsluttes ved underkant foringsrør.
- 6) Før mørtelen har herdet presset et H-profil ned i den ferske jetpelen. Dette H-profilet overfører kraften fra bygget ned i pelen. Utstøping av øvre del av pel, mellom foringsrør og H-profil, for å oppnå tilstrekkelig korrosjonsbeskyttelse og bøyestivhet.

5 Håndtering av uønskede hendelser

Etter tilråding i Riksantikvarens FoU-prosjekt 2005 – 2007, bør det utarbeides en oversikt og plan for eventuelle uønskede hendelser som kan påvirke kulturlaget ved utbyggingen. Dette bør inngå i ROS-analyser i de aktuelle planfaser.

Referanser

- /1/ Trondheim kommune, 1972. Rapport nr. 261, *Erling skakkes gate*. Datert 6.10.1972.
- /2/ Trondheim kommune, 1984. Rapport nr. 661, *St. Jørgens Hus*. Datert 10.09.1984.
- /3/ Trondheim kommune, 2000. Rapport nr. 1117, *Prins Carls Bastion*. Datert 10.10.2000.
- /4/ Trondheim kommune, 2005. Rapport nr. 1117-2, *Prins Carls Bastion. Errosjonssikring av hullet i Nidelva*. Datert 14.07.2005.
- /5/ Multiconsult AS, 2011. Rapport nr. 414126-1, *Thora Storm videregående skole. Grunnundersøkelse*. Datert. 21.03.2011
- /6/ Multiconsult AS, 2011. Rapport nr. 414126-2, *Thora Storm videregående skole. Vurdering av områdestabilitet for skoletomta*. Datert. 24.03.2011
- /7/ NGI, 2011. Notat nr. 20100919-00-2-TN, *Thora Storm Videregående skole. Uavhengig kontroll av skredfarevurdering iht. retningslinjer fra NVE*. Datert 28.03.2011
- /8/ NVE, 2001. Flomsonekart delprosjekt Trondheim. *Flomsonekart nr. 6/2001*. Datert desember 2006
- /9/ Multiconsult ASA, 2016. Notat nr. 417923-RIG-NOT-001_rev00. *Søndre gate 7-11. Fundamentering av nybygg*. Datert 30.03.2016