

| | | |
|---------------------|--|-----------------------|
| Prosjekt nr. | Prosjekt navn | |
| 13202 | Dyrborg – Geoteknisk vurdering | |
| Notat nr.: | Notatdato: | Utarbeidet av: |
| Notat nr. 001 | 30.04.2021 | Dina Erika Hansen |
| Dokument nr. | Revisjon: | Godkjent av: |
| 13202-OO-N-001 | 0 | Maj Gøril Bæverfjord |
| Sak: | Dyrborg – Geoteknisk prosjektering for reguleringsplan | |

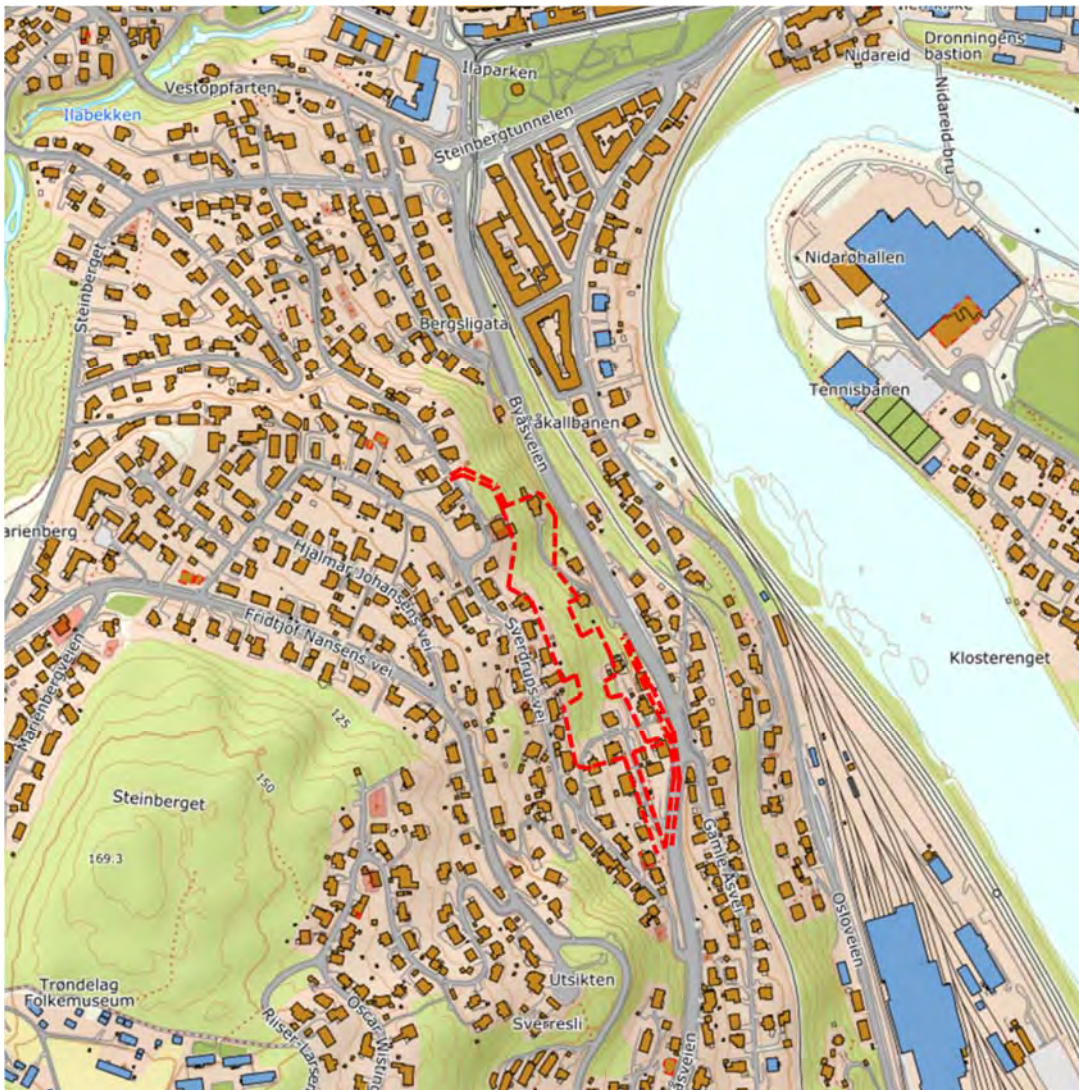
Distribueres til:

| Navn | E-postadresse | Til | Kopi |
|--------------------|--------------------|-----|------|
| Diana van der Meer | diana.meer@trym.no | X | |

1 INNLEDNING

Dyrborg Panorama AS utarbeider reguleringsplan for området Dyrborg på Byåsen i Trondheim. Planen gjelder eiendommene gnr./bnr. 422/228, 422/324, 421/263 og 421/256. Reguleringsplanforslag er mottatt fra Dyrborg Panorama AS og utarbeidet av TAG Arkitekter Trondheim, og er vist i vedlegg 1. Det planlegges boligbebyggelse med 57 enheter fordelt på til sammen 10 bygg i inntil fem etasjer samt p-kjeller.

Et utsnitt fra topografisk kart som også viser avgrensning av planområdet er vist i Figur 1-1.



> Figur 1-1: Utsnitt fra topografisk kart. Avgrensning av planområdet i rødt. www.norgeskart.no

Dr.techn. Olav Olsen AS er forespurt om å utføre geoteknisk og miljøteknisk vurdering i forbindelse med detaljregulering av eiendommer på Dyrborg. DMR Miljø og Geoteknikk AS er kontrahert av Dr.techn. Olav Olsen AS for å utføre miljøtekniske grunnundersøkelser. Miljøtekniske vurderinger dokumenteres i eget notat.

Foreliggende notat omhandler relevante geotekniske forhold i forbindelse med utbyggingen, dvs. opptredende grunnforhold, skredfare, vurdering av byggharhet og forhold rundt fundamentering og etablering av byggegrøp.

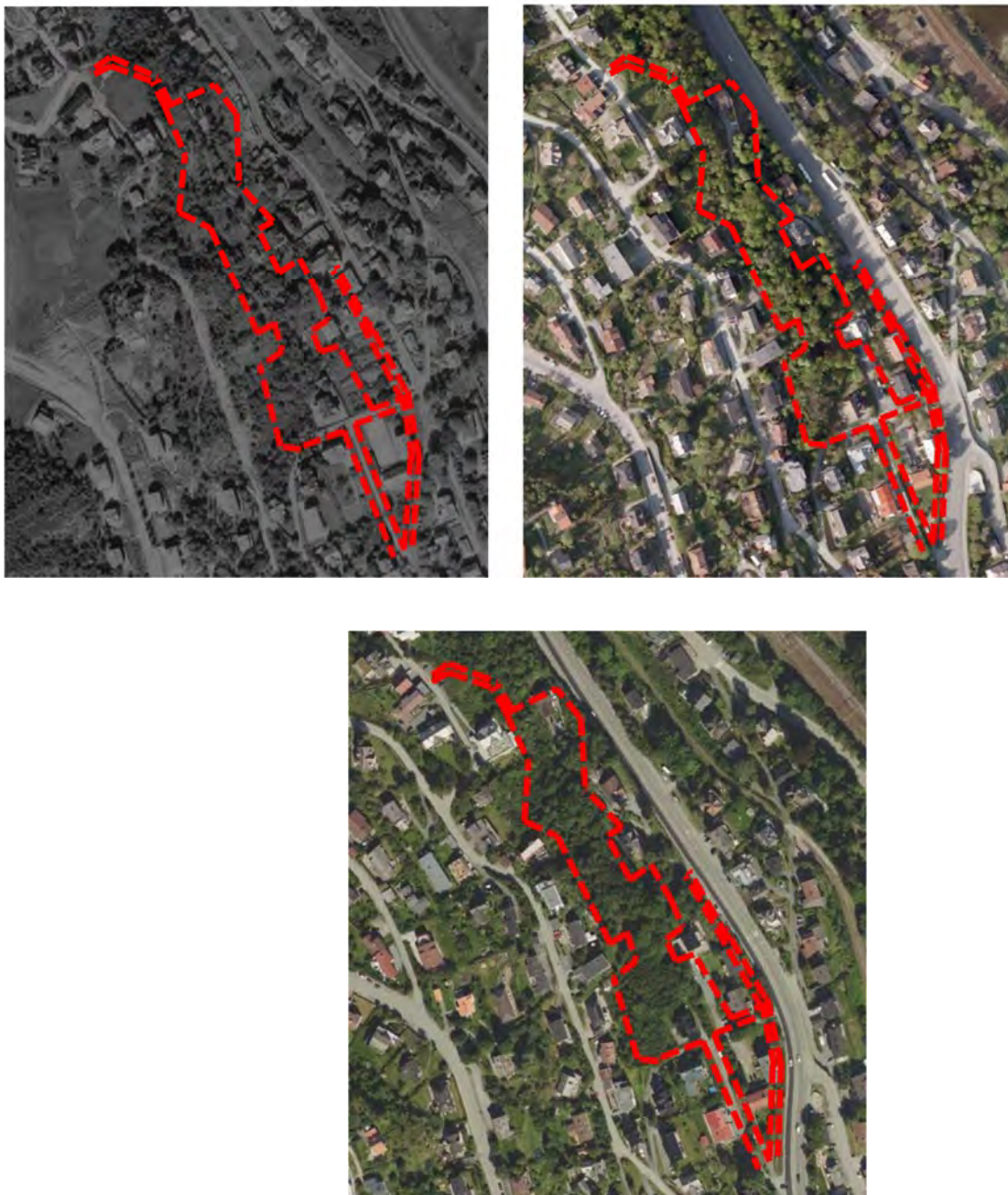
2 TOPOGRAFI

Planområdet ligger i bratt terreng inne i et tett bebygd boligområde på Dyrborg. Terrenget innenfor planområdet stiger fra kt. 45 – 50 i øst, opp mot kt. 70-75 i vest. Det bratteste partiet befinner seg nord på planområdet og skrår med en helning på 1:1,35. Helningen ellers på planområdet er ca. 1:2.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Historiske opplysninger

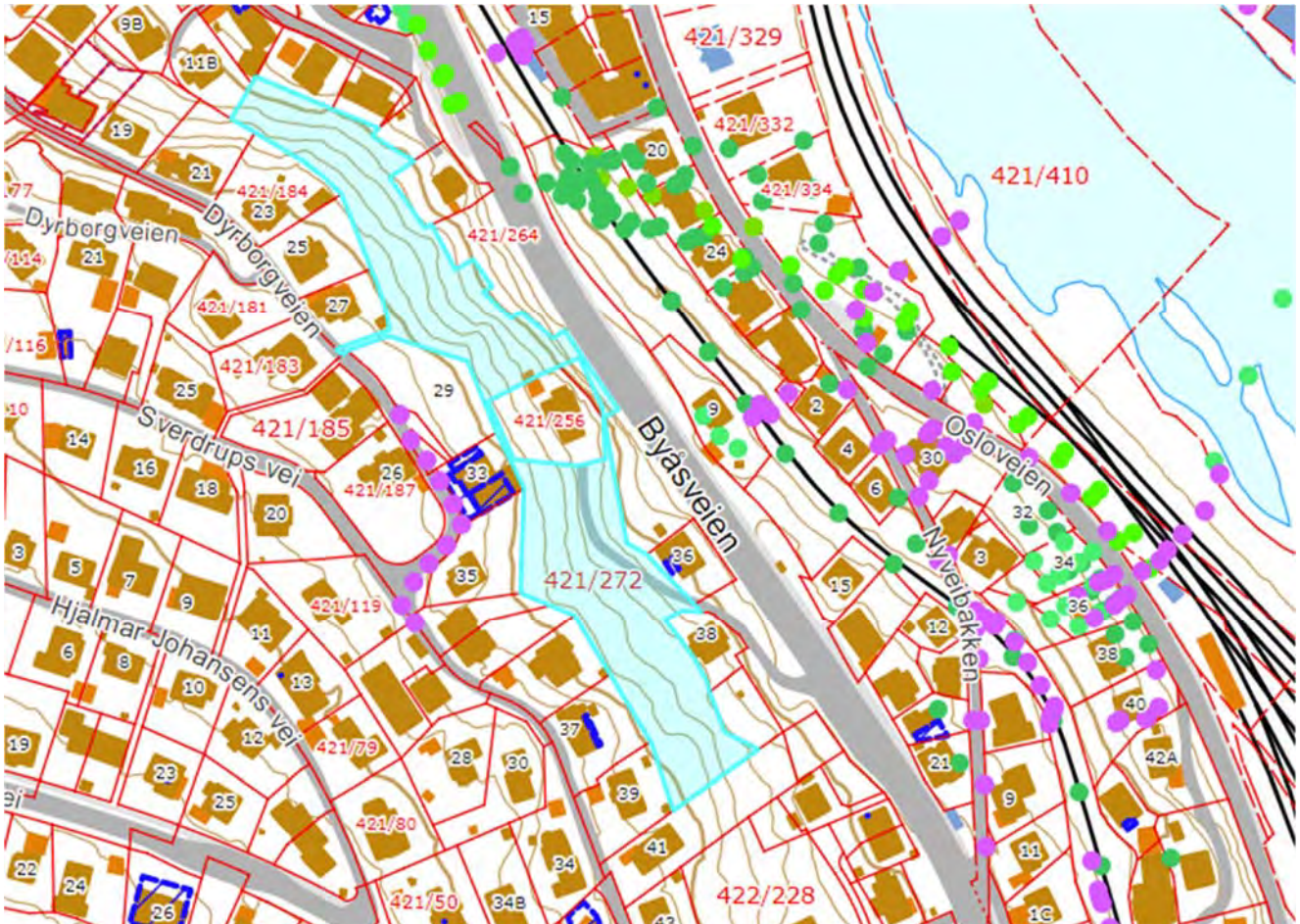
Historiske flyfoto over planområdet er vist Figur 3-1. Foto fra 1937, 2008 og 2021 viser generelt at bebyggelsen langs Byåsveien er gammel og lite endret siden 1937, men at det er utført noe utbygging på skråningstoppen, langs Sverdrups veg.



> Figur 3-1: Flyfoto av samme utsnitt. Planområdet er vist med rødstiplede linjer som referanse. Øverst, fra venstre: 1937, 2008 og 2020, kart.finn.no

3.2 Tidligere undersøkelser

Vi er ikke kjent med at det tidligere er utført grunnboringer innenfor planområdet. Det er utført enkelte grunnundersøkelser i nærheten av planområdet, se Figur 3-2. Blant annet er det utført enkle sonderinger i Dyrborgvegen vest for planområdet, som viser grus og stein av begrenset mektighet over berg, rapportert i Trondheim kommunes rapport R.235 Dyrborgvegen. Sonderinger i Byåsenveien i nordøst viser også liten løsmassemekthet over berg.

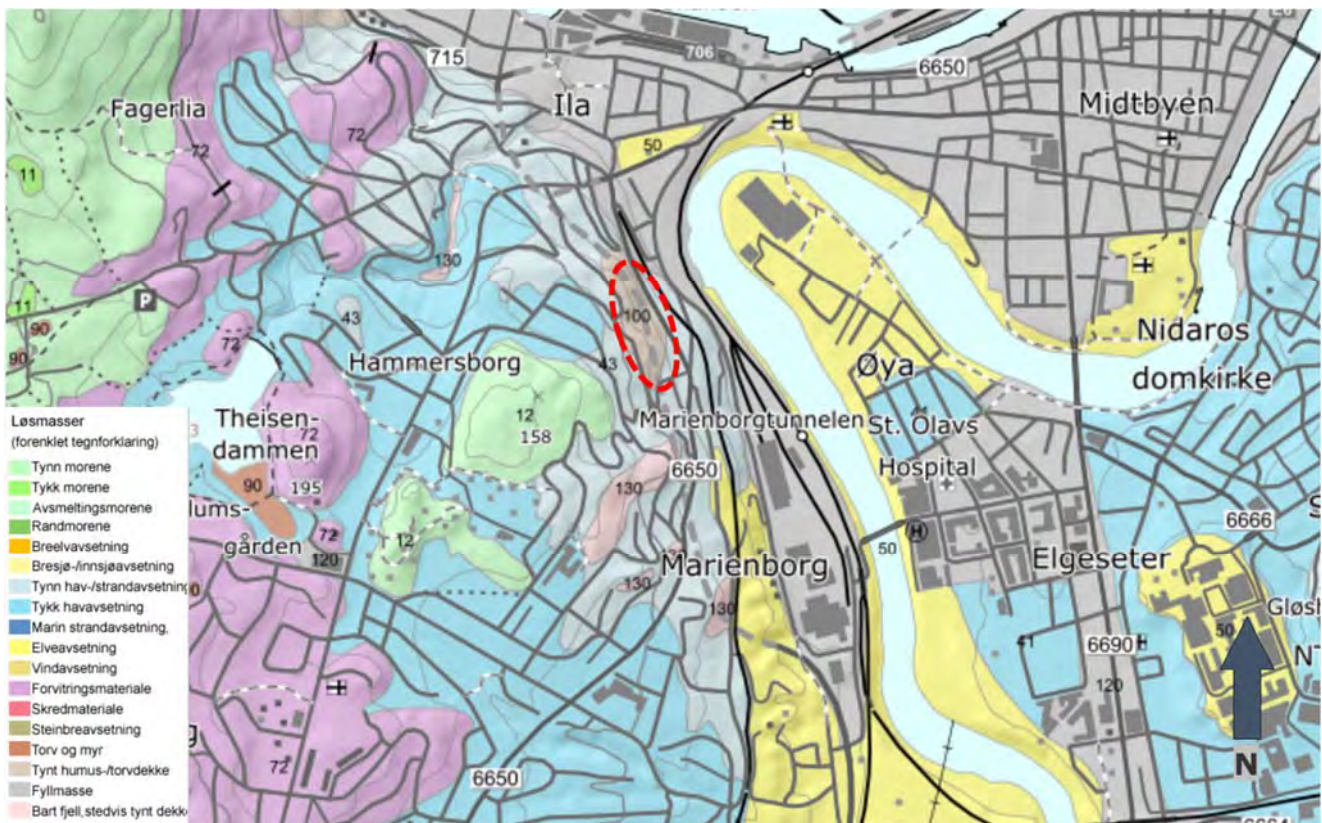


> Figur 3-2: Utsnitt fra Trondheim kommunes kartløsning. Lilla og grønne punkter angir borpunkter

Marienborgtunnelen går i berg under planområdet.

3.3 Kvartærgeologiske kart

Et utsnitt fra NGU sitt løsmassekart er vist i Figur 3-3. Kartet angir at løsmassene i planområdet i hovedsak består av tynt humus-/torvdekke, samt havavsetninger nord og øst for området. Planområdet ligger under marin grense. Som man kan se av figuren er løsmassene rundt planområdet dominert av havavsetninger, elveavsetninger og fyllmasser.



> Figur 3-3: Utsnitt fra NGU sitt løsmassekart (www.ngu.no). Planområdet er markert med rødt.

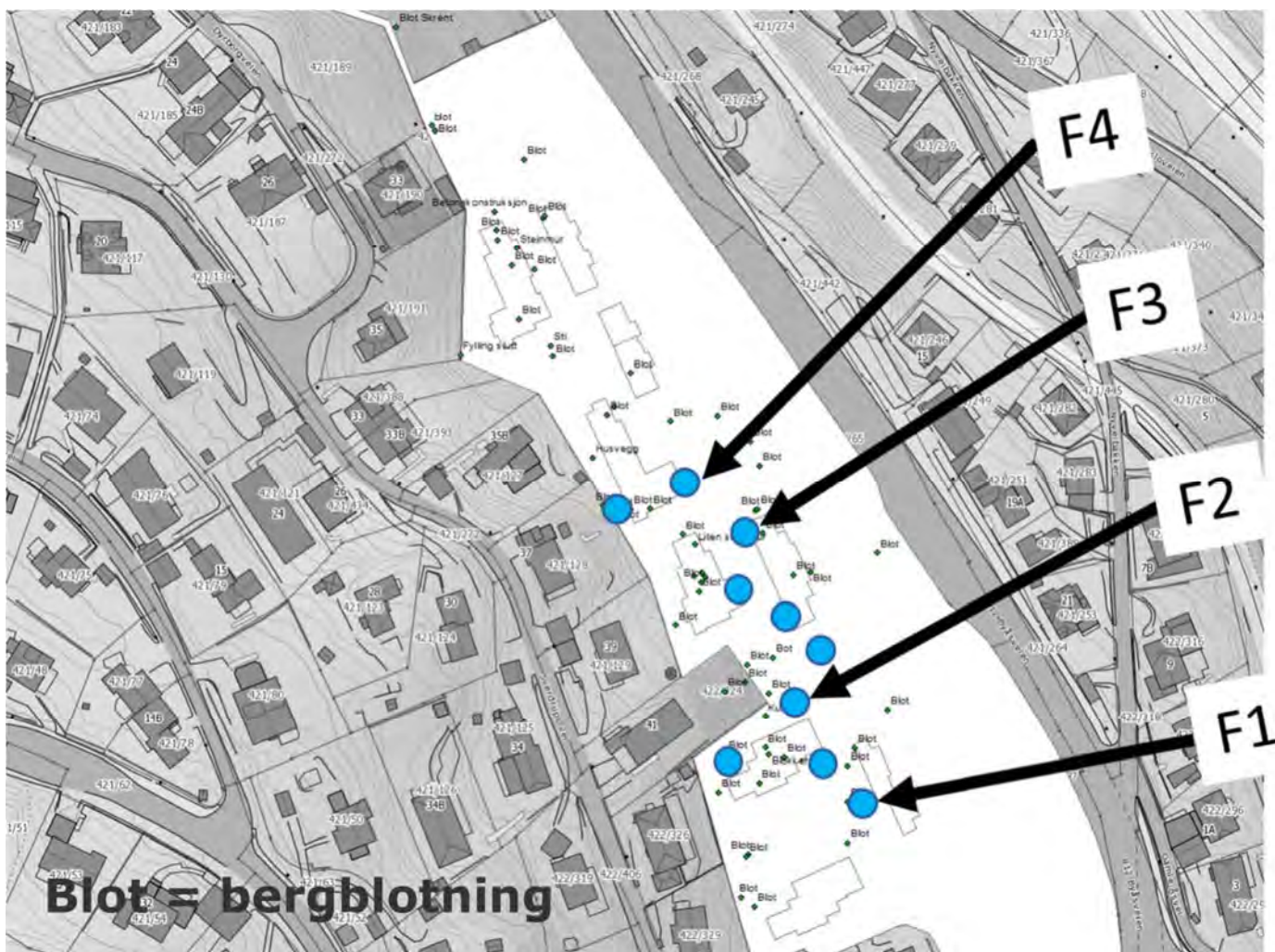
NGUs berggrunnskart indikerer at berggrunnen består av grønnstein og grønnskifer.

3.4 Befaring

For å gjøre en nærmere kartlegging av løsmassene innenfor planområdet ble det gjennomført en befaring 19.03.2021. Til stede var geoteknikere Maj Gøril Bæverfjord og Dina Erika Hansen fra Dr.techn. Olav Olsen AS.

Planområdet er i dag hovedsakelig skogkledd. I området er det et tynt løsmassedekke, og blotninger av berg i dagen ble observert gjennom hele området. Figur 3-4 angir områder der berg i dagen ble observert, og vedlegg 2 viser bilder fra punktene F1-F4. I tillegg til bergblotninger og løsmasseoverdekning ble det under befaringen registrert at det er enkelte kummer, fyllinger, steinmurer og (rester av) betongkonstruksjoner i planområdet. I februar 2021 utførte Rambøll en ingeniørgeologisk kartlegging av planområdet som ble oppsummert i notat 1350020953 Geo-not-001 [1]. Observasjoner fra vår befaring stemmer overens med Rambølls beskrivelse av området. Figur 3-4 er hentet fra dette notatet samt at observasjonene F1-F4 er markert. Bilder av sistnevnte er vist i vedlegg 2.

Husene vest for planområdet framstår som fundamentert på berg. I framkant av husene kan det forekomme noe utfylling.



> **Figur 3-4:** Kart over bergobservasjoner i ingeniørgeologisk rapport [1]. Vedlegg 2 viser bilder som ble tatt i punkt F1-F4.

4 MYNDIGHETSKRAV

Det utarbeides en reguleringsplan for området og det utføres en innledende vurdering opp imot aktuelle myndighetskrav.

Geoteknisk prosjektering for tiltaket er underlagt følgende regelverk:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0), «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner» [2]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7), «Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler» [3]
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 (Eurokode 8), «Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning» [4]
- TEK17, «Veiledning om tekniske krav til byggverk» [5]
- SAK10, «Veiledning om byggesak» [6]
- NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [7]

4.1 Grunnlag for geoteknisk prosjektering

Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra tre geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «*Krav til prosjektering*». Prosjektet plasseres i **geoteknisk kategori 2**, med bakgrunn i «konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold».

Pålitelighetsklasse (CC/RC)

Eurokode 0 tabell NA.A1(901) gir veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Tabellen er delt inn i pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1 til 4. Grunn- og fundamenteringsarbeider for infrastruktur og boliger vurderes å falle inn under kategorien «*Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.*». Tiltaket plasseres derfor i **pålitelighetsklasse 2**.

Prosjekterings- og utførelseskontroll iht. Eurokode

Eurokode 0 stiller krav til graden av prosjekterings- og utførelseskontroll (kontrollklasse) hver for seg, avhengig av pålitelighetsklasse.

Iht. tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 settes prosjekteringskontrollklasse til **PKK2** og utførelseskontrollklasse til **UKK2** hvor det kreves egenkontroll, intern kontroll og utvidet kontroll.

Tiltaksklasse iht. SAK10 og krav om uavhengig kontroll

I henhold til tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i «Veiledning om byggesak» (SAK10 § 9-4), vurderes utbyggingen til å kunne plasseres i **tiltaksklasse 2**.

Dette med bakgrunn i «*Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht NS-EN 1990 +NA plasseres i pålitelighetsklasse 2*» og «*Fundamentering av byggverk med 3-5 etasjer*».

Regler om uavhengig kontroll er også gitt i plan- og bygningsloven (pbl.) kap. 24 og byggesaksforskriften (SAK 10) kap. 14. For geoteknikk i tiltaksklasse 2 og 3 skal det utføres uavhengig kontroll både av prosjektering og utførelse.

Grunntype og seismisk klasse

Grunntypen identifiseres ved hjelp av tabell NA.3.1. Iht tabellen er grunnforholdene vurdert som grunntype A. Dette med bakgrunn i «*Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 meter svakere materiale på overflaten*».

Byggverk klassifiseres i fire seismiske klasser avhengig av konsekvensene av sammenbrudd for menneskeliv, av deres betydning for offentlig sikkerhet og beskyttelse av befolkningen umiddelbart etter et jordskjelv, og av de sosiale og økonomiske konsekvensene av sammenbrudd. De seismiske klassene bestemmes iht. Eurokode 8, del 1, pkt. 4.2.5 og etter tabell NA.4(902) i Nasjonalt tillegg NA.

De planlagte byggene anbefales plassert i kategorien «*Kontorer, forretningsbygg og boligbygg*» og settes derfor i **seismisk klasse 2** med seismisk faktor $\gamma_I=1,0$. Basert på foreliggende informasjon om grunnforholdene på eiendommen er grunntype vurdert til A. Dette med bakgrunn i «*Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 meter svakere materiale på overflaten hele bygget*».

Forsterkningsfaktor for grunntype A er $S = 1,0$

Spissverdien for berggrunnens akselerasjon for Trondheim er $a_{g40Hz} = 0,36 \text{ m/s}^2$. Det gir referansespissverdi $a_{gR} = 0,8 \cdot a_{g40Hz} = 0,8 \cdot 0,36 \text{ m/s}^2 = 0,29 \text{ m/s}^2$. For grunntype A er dimensjonerende akselerasjon $a_g \cdot S = \gamma_I \cdot a_{gR} \cdot S = 1,0 \cdot 0,29 \text{ m/s}^2 \cdot 1,0 = 0,29 \text{ m/s}^2$.

Verdien er lavere enn utelateliskriteriet for lav seismisitet, $a_g S < 0,49 \text{ m/s}^2$, punkt 3.2.1(5)P.

Dimensjonering for seismiske laster kan derfor utelates.

Flom- og skredfare

Iht. TEK17 § 7-1(1) skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom og skred).

Skred

Det finnes et aktsomhetsområde for jord- og flomskred som strekker seg fra Nidelva og inn i den nordre delen av planområdet, som vist i Figur 4-1. Planområdet ligger ikke innenfor eller i utløpet fra andre kjente faresoner for skred.

Det er ingen kartlagte kvikkleiresoner på eller ved tomte. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale på tomte. Sikkerhet mot kvikkleireskred ansees som ivaretatt.

Flom

Planområdet ligger utenfor aktsomhetsområde for flom.



> Figur 4-1: Utsnitt fra NVEs faresonekart for jord- og flomskred, www.atlas.nve.no

5 GEOTEKNISK VURDERING

5.1 Etablering av byggegrop/skjæringer i berg

Ut ifra observasjoner som ble gjort under befaring i området er det rimelig å forvente at planområdet i all hovedsak består av berg i dagen og tynt løsmassedekke over berg. Store deler av planområdet er bratt og skrår med en helning på ca. 1:2. Det bratteste partiet befinner seg nord på planområdet og skrår med en helning på 1:1.35.

Den planlagte utbyggingen medfører vesentlige sprengningsarbeider og høye bergskjæringer. For vurderinger rundt sprengningsarbeider, rystelser og bergskjæringer vises det til ingeniørgeologisk rapport [1]. For å muliggjøre boligbygging i området er det nødvendig å sprengne fjell og etablere bergskjæringer som tilfredsstiller krav til sikkerhet. Løsmassedekket over berg må i tillegg sikres på toppen av bergskjæringene.

Spesielt byggene i vest, B1-B5, medfører høye bergskjæringer. I tillegg til selve bygningskroppen må man i planleggingen av bergskjæringsutslag hensynta plassbehov for forskaling, arbeidsfolk og bergsikring (f.eks. bolter og sprøytebetong) samt plass til sikringstiltak for løsmasser på topp av skjæring.

5.2 Stabilitet av løsmasseskjæringer

Løsmassedekke på topp av bergskjæringer må stabiliseres, både i anleggs- og permanentfase. Tiltak for dette er også beskrevet i ingeniørgeologisk rapport. Relevante tiltak i anleggsfase kan være bjelkestengsel eller forankrede betongmurer. I permanentfase kan løsmassene legges med stabil vinkel (slakere enn 1:2), eller sikring videreføres som forankrede betongmurer.

5.3 Fundamentering

Flere av byggene vil kunne direktefundamenteres på berg. For byggene mot øst kan laveste gulvnivå delvis bli liggende høyere enn dagens bergnivå, slik at det må fylles opp. Tilsvarende kan det være enkelte løsmasserenner som ikke er identifisert under befaring. I de tilfeller at byggene fundamenteres delvis på berg og delvis på kvalitetsfylling av mineralske masser må berget undersprenges for å redusere risikoen for differansesetninger. Alternativ til oppfylling kan også være en høy ringmur over et fundament på berg.

Det er flere sprang i fundamentnivå for den planlagte bebyggelsen, og fundamentplanene som detaljeres i senere faser må hensynta dette slik at uheldige lastoverføringer mellom fundamenter unngås.

I tidligfasevurderinger kan dimensjonerende grunntrykk i bruddgrensetilstand settes til maksimalt 250 kPa, med minimum fundamentbredde 1,0 meter, minimum fundamenteringsdybde 0,5 meter, og horisontallast < 10% av vertikallast. Høyre fundamentspenning kan sannsynligvis tillates for større fundamenter. Grunntrykk må detaljeres i senere planfase.

Med fundamentering som beskrevet forventes ikke setninger av betydning for byggene. Kapasitet for optak av jordtrykk i konstruksjonene vil være vesentlig og må avklares i videre arbeid. Det kan være aktuelt å fylle deler av eller hele spalten mellom kjellervegg og bergskjæring med lette fyllmasser for å redusere jordtrykket.

5.3.1 Bygg R1

Bygg R1 er tegnet med ok laveste gulv på kote 57,25. Dette er høyere enn dagens terreng, og bygget må etableres på kvalitetsfylling av pukk/sprengstein og/eller fundamentene må føres ned til berg. Fra tegningsgrunnlaget framstår det som at utenomhusarealet foran bygget skal ligge rundt kote 54, dvs. i omtrent samme nivå som terrenget ligger på i dag. Løsninger for dette må detaljeres i det videre, men en kan føre lastene direkte ned til fundament på berg via en høy ringmur. Innenfor ringmuren kan en etablere en krypkjeller, evt. fylle opp med løsmasser for flytende gulv over. Sistnevnte krever at fundamentet gis tilstrekkelig kapasitet mot horisontallast fra jordtrykket.

5.3.2 Bygg B1 og B2

Bygg B1 og B2 er tegnet med ok laveste gulv på kote 56,5. Dette er lavere enn dagens terreng, og fundamentnivå ventes derfor å ligge i berg. Berg må sprenges ut for å etablere byggegrop for kjeller, og berget må undersprenges til tilstrekkelig dybde for avretting under fundamenter. Det må etableres bergskjæringer i bakkant og delvis på sidene av bygget. Høyde på bergskjæringene estimeres til opp mot henholdsvis 15 og 18 meter. Det må i videre detaljering sikres tilstrekkelig opptak av horisontalkrefter fra jordtrykk/silotrykk. Lette fyllmasser kan være aktuelle for tilbakefylling mot kjellervegg. I bakkant av Bygg B2 må det påregnes at bergskjæring kommer nær tomtegrensen. Terrenget er bratt opp til bebyggelsen i bakkant, og det kan være behov for å avklare mulighet for å etablere sikring av eventuelle løsmasser på toppen av bergskjæringen inn på naboeiendommen.

5.3.3 Bygg B3

Bygg B3 er tegnet med ok laveste gulv på kote 56,5. Dette er lavere enn dagens terreng, og fundamentnivå antas derfor ligge i berg. Berg må sprenges ut for å etablere byggegrop for kjeller, og en må undersprenges berget tilstrekkelig for avretting under fundamenter. Det må etableres bergskjæringer i bakkant og delvis på sidene av bygget. Høyde på bergskjæringene estimeres til opp mot 18 meter. Det må i videre detaljering sikres tilstrekkelig opptak av horisontalkrefter fra jordtrykk/silotrykk. Lette fyllmasser kan være aktuelle for tilbakefylling mot kjellervegg. For søndre del av Bygg B3 kan topp bergskjæring komme nær tomtegrensen, det kan være behov for å avklare mulighet for å etablere sikring av eventuelle løsmasser på toppen av bergskjæringen inn på naboeiendommen.

5.3.4 Bygg R2

Bygg R2 er tegnet med ok laveste gulv på kote 57,85 i sør og 53,85 i nord. I sør kan fundamentnivået ligge noe høyere enn dagens terreng slik at deler av bygget vil måtte etableres på kvalitetsfylling av pukk/sprengstein. Fra tegningsgrunnlaget framstår det som at utenomhusarealet foran bygget skal ligge rundt kote 54. Øst for tomtegrensen foran den nordlige delen av bygget skrår terrenget og eventuell oppfylling av utenomhusarealet må tilpasses dette, med eventuell mur, avtrapping eller lignende.

5.3.5 Bygg R3

Bygg R3 er tegnet med ok laveste gulv på kote 53,85 og det framstår som at fundamentnivået vil ligge i berg. Det må etableres skjæring, sannsynligvis i berg opp mot parkeringskjelleren i bakkant av bygget. Utenomhusarealet i øst må tilpasses tomtegrensen, med eventuell mur, avtrapping eller lignende.

5.3.6 Bygg B4 og B5

Bygg B4 og B5 er tegnet med ok laveste gulv på kote 58,5. Dette er lavere enn dagens terreng, og fundamentnivå antas derfor ligge i berg. Berg må sprenges ut for å etablere byggegrop for kjeller, og berget må undersprenges til tilstrekkelig for avretting under fundamenter. Det må etableres bergskjæring i bakkant og delvis på sidene av bygget. Det må i videre detaljering sikres tilstrekkelig opptak av horisontalkrefter fra jordtrykk/silotrykk. Lette fyllmasser kan være aktuelle for tilbakefylling mot kjellervegg. I bakkant av byggene, spesielt Bygg B4 må det påregnes at bergskjæring kommer nær tomtegrensen. Terrenget er bratt opp til bebyggelsen i bakkant, og det kan være behov for å avklare mulighet for å etablere sikring av eventuelle løsmasser på toppen av bergskjæringen inn på naboeiendommen.

5.3.7 Bygg E1 og E2

Bygg E1 og E2 fundamenteres delvis på berg, delvis på fylling på berg. I de tilfeller hvor fylling kommer i konflikt med tomtegrense eller plan for utnyttelse av terreng foran byggene må fundamentene føres til berg og eventuell krypkjeller etableres i bakkant.

5.3.8 Parkeringskjeller

Parkeringsarealet slik det er tegnet i dag ligger med ok gulv på 56,5 og 58,5. Kjelleren vil i hovedsak fundamenteres på berg, men vil også delvis måtte fundamenteres på kvalitetsfylling på berg.

5.4 Infrastruktur og utenomhusanlegg

Det skal etableres flere murer i området for å ta opp høydeforskjellene, blant annet på begge sider av innkjøringen fra Sverre Hassels veg. Det antas at murene i all hovedsak vil kunne fundamenteres på berg. Murene må prosjekteres i videre faser av prosjektet.

VA-traseer vil i all hovedsak legges i grøfter i berg. Veg og andre trafikkerte arealer må etableres på kvalitetsfylling på berg.

5.5 Jordtrykk

Spesielt for B-byggene skal det tas opp store ensidige jordtrykk. Horisontalkapasitet må avklares i samarbeid med konstruksjonsteknikker. Lette fyllmasser kan være aktuelle som tilbakefylling mellom bergskjæring og kjellervegg for å redusere jordtrykket.

5.6 Marienborgtunnelen

Det vises til vurdering i ingeniørgeologisk rapport [1].

5.7 Videre arbeid

Fundamenteringsforholdene for og tilstanden til nærliggende hus må kartlegges.

6 REFERANSER

- [1] Rambøll, "1350020953 Geo-not-001," 2021.
- [2] NS-EN 1990-1:2002 A1:2005 NA:2016 (Eurocode 0).
- [3] NS-EN 1997-1:2004 A1:2013 NA:2020 (Eurokode 7).
- [4] NS-EN 1998-1:2004 A1:2013 NA:2014 (Eurokode 8).
- [5] TEK 17: Veiledning om tekniske krav til byggverk.
- [6] SAK 10: Veiledning om byggesak.
- [7] NVEs veileder 1/2019, " Sikkerhet mot kvikkleireskred".
- [8] NS-EN 1991-1:2002 NA:2019 (Eurokode 1).
- [9] Trondheim kommune, R235 Dyrborgvegen, 1971.

7 VEDLEGG

- Vedlegg 1 Illustrasjoner fra reguleringsplangrunnlag
- Vedlegg 2 Foto fra befaring

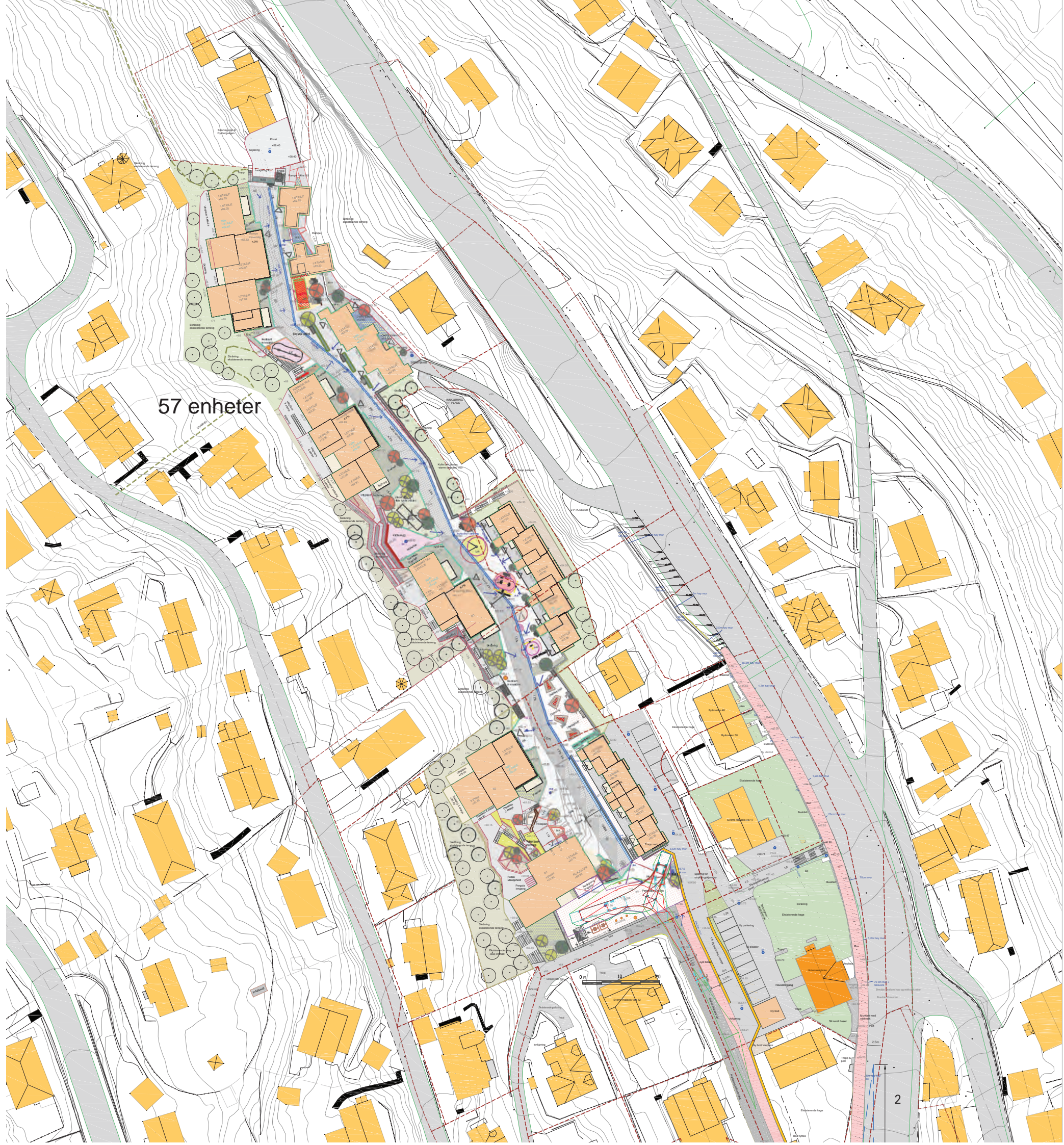
Vedlegg 3
DYRBORG
Forslag til detaljregulering

ILLUSTRASJONSPLAN

REGULERINGSPLAN NR: r20160037
SAKSNR: 16/6408
TAG ARKITEKTER AS / DATO: 18.12.20



TAG Arkitekter Trondheim
Kjøpmannsgata 14
7013 Trondheim



ILLUSTRASJONSPLAN SØR 1/500



ILLUSTRASJONSPLAN NORD 1/500

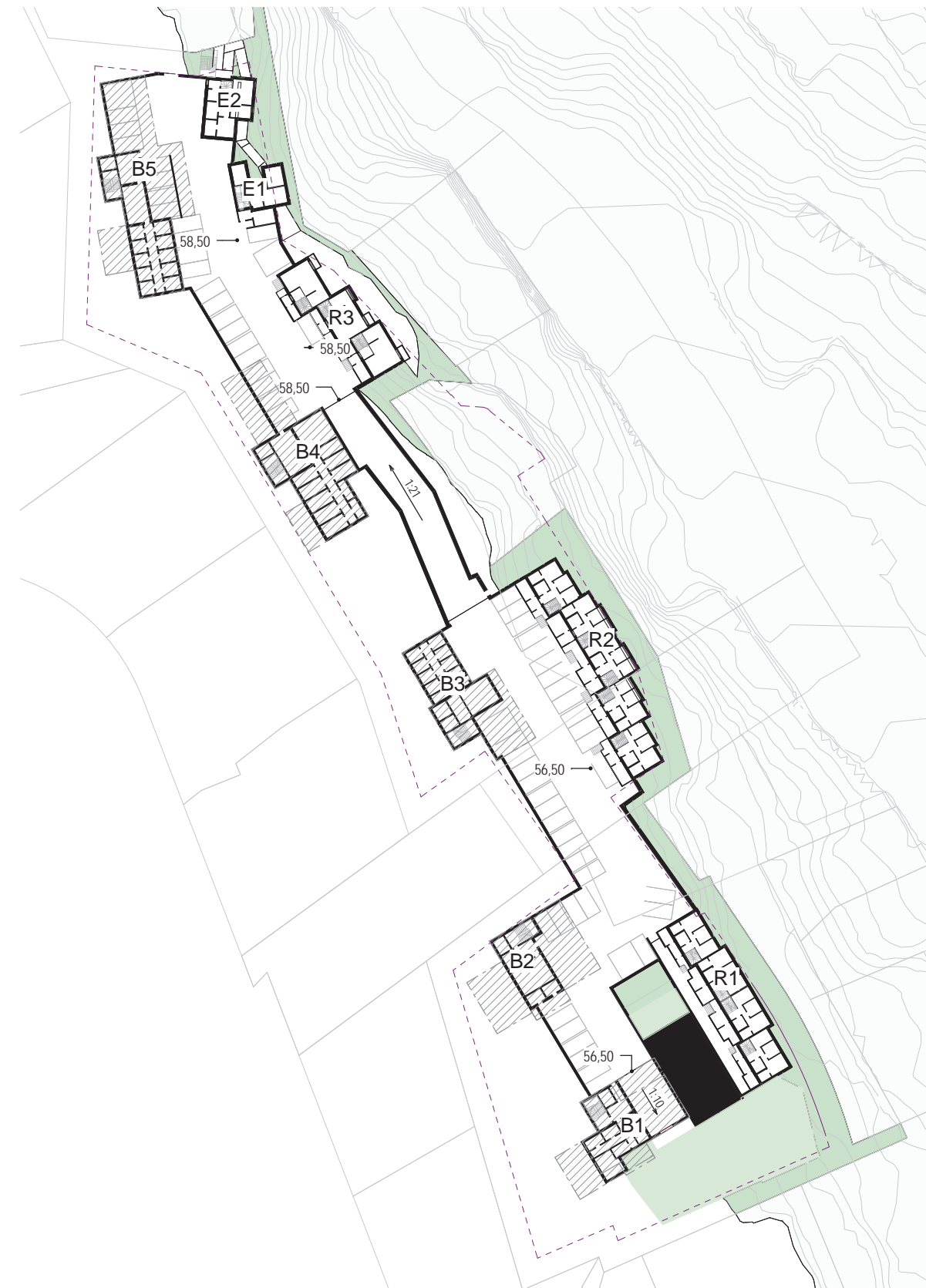


57 enheter

ILLUSTRASJONSPLAN KJELLER 1/1000

| BYGG | PARKERING SPLASSER |
|-------|--------------------|
| B1 | 7 |
| B2 | 8 |
| B3 | 8 |
| B4 | 10 |
| B5 | 10 |
| GJEST | 5 |
| R1 | 4 |
| R2 | 5 |
| R3 | 3 |
| R4 | 2 |
| | 62 |

| BYGG | Min. Area | bod/teknisk |
|---------|-------------------|-------------|
| B1 | | |
| bod | 5 m ² | 7 |
| teknisk | 15 m ² | 1 |
| B2 | | |
| teknisk | 29 m ² | 1 |
| B3 | | |
| bod | 5 m ² | 8 |
| teknisk | 25 m ² | 1 |
| B4 | | |
| bod | 5 m ² | 10 |
| teknisk | 31 m ² | 1 |
| B5 | | |
| bod | 5 m ² | 10 |
| teknisk | 25 m ² | 1 |



1/1000

ILLUSTRASJONSPLAN KJELLER SØR 1/500



P kjeller 56.5

1/500

C +56,5

ILLUSTRASJONSPLAN KJELLER NORD 1/500





> **Foto 1:** Berg i dagen på punkt F1.



> **Foto 2:** Berg i dagen på punkt F2.



> **Foto 3:** Berg i dagen på punkt F3.



> **Foto 4:** Berg i dagen på punkt F4.