

Dato: 2022-03-25

Dette dokumentet er et arbeidsnotat som skal gi grunnlag for videre faglige vurderinger og anbefalinger. Notatet er en del av arbeidet med reguleringsplanene for Bybanen fra sentrum til Åsane. Reguleringsplanarbeidet er i en pågående prosess, og notatet gir et bilde av løsninger og vurderinger på det gitte tidspunkt. Både utarbeiding av løsninger og vurderinger av disse er en del av en arbeidsprosess der løsningene kan bli endret underveis, og notatene vil ikke nødvendigvis oppdateres. Planprosessen blir dokumentert i planbeskrivelsen, der løsninger og faglige vurderinger blir presentert. Reguleringsplan med teknisk forprosjekt skal legges ut på offentlig ettersyn før den vedtas politisk.

DS1 – Oppfølging av KUVAs anbefalinger for Sandbrogaten

Sammendrag og oppsummering

I KUVA-rapport fra 30. september 2021 (2nd preliminary report) ble anleggsarbeid i umiddelbar nærhet av kulturlag i Sandbrogaten vurdert å kunne medføre stor risiko for middelalderske avsetninger og grunnvannsnivået. Det er særlig i forbindelse med fundamentering og tunnel at anleggsarbeid vurderes å medføre risiko.

I KUVA-rapporten anbefales det å utarbeide en presis plan med klart overblikk over risiko gjennom anleggsfase, og at planen diskuteres med Riksantikvaren.

Formålet med dette notatet er å informere KUVA-konsulent og antikvariske myndigheter om hvordan Norconsult/Asplan Viak (NOAV) arbeider med å følge opp denne anbefalingen. Arbeidet er påbegynt, og notatet er ment som en beskrivelse for målsetninger og status for løsningsutvikling og arbeidet som pågår.

Følgende arbeid er satt i gang:

- Det tegnes ut mer detaljerte snitt med utregninger for fundamenteringsløsning i Sandbrogaten.
- Det gjennomføres ytterligere totalsonderinger med undersøkelser av grunnforhold
- Omlegging av infrastruktur tegnes ut tilstrekkelig detaljert
- Det jobbes med faseplan for tunnel.
- Det er opprettet en serie arbeidsmøter med kulturminneforvaltning for å diskutere problemstillinger og sikre at det er en felles forståelse av løsninger og detaljeringsgrad

Versjon	Beskrivelse	Dato	Utarb. av	Fagkontroll	Tverf.kontr.	Godkj. av
01B	Utkast til oppdragsgiver	2022-03-25	OINot	SirHei	AK	IOV

Dette dokumentet er utarbeidet av rådgiver som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører rådgiver. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

INNHold

1	Beskrivelse av fokusområdet	3
1.1	Berørte områder	3
1.1.1	Konsekvensutredning 2013	3
1.1.2	Reguleringsplan og teknisk forprosjekt så langt	3
1.2	Beslutningsbehov.....	4
1.3	Utfordringer	5
2	Beskrivelse av tiltaket.....	6
2.1	Fundamentering	6
2.2	Omlegging av infrastruktur	8
2.3	Overgang til tunnel	9
2.4	Anleggsfase	10
2.4.1	Infrastruktur og fundamentering.....	10
2.4.2	Overgang til tunnel	10
3	Vurdering.....	14
3.1	Kulturlag.....	14
3.1.1	Konflikt kulturlag ved fundamentering.....	14
3.1.2	Konflikt kulturlag ved omlegging av infrastruktur	15
3.2	Grunnvann	15
4	Videre arbeid - identifiserte problemstillinger	16
4.1.1	Dialog med kulturminnemyndigheter	16
4.1.2	Fundamentering	16
4.1.3	Grunnundersøkelser	16
4.1.4	Infrastruktur.....	16
4.1.5	Overgang til tunnel	16
<u> </u>	Kilder	17

1 Beskrivelse av fokusområdet

1.1 Berørte områder

Notatet omhandler kulturlag i grunnen i Sandbrogaten og hvordan etablering av bybane i denne gaten vil påvirke kulturlagene. Kulturlagene må sees i sammenheng med grunnvann som har en konserverende effekt på organiske kulturlag, og står i sammenheng med kulturlag i et større område.

1.1.1 Konsekvensutredning 2013

Sandbrogaten ble utredet i 2013 som del av konsekvensutredning for bybane fra sentrum til Åsane. Sett i forhold til at dette var en konsekvensutredning på kommunedelplan (KDP) - nivå ble kulturlagene i denne gaten grundig utredet:

- Konsekvensutredning (KU) 2013
- Konsekvensutredning kulturminner og kulturmiljø. KU 2013 vedleggsnotat 2
- Kulturlag i middelalderbyen Bergen. Bybanetrasé Bergen sentrum – Åsane. KU 2013 vedleggsnotat 3
- Bybane gjennom Bergen sentrum. Hydrogeologi. KU 2013 vedleggsnotat 4
- Supplerende hydrogeologiske vurderinger i Sandbrogaten og Vågsbunnen. KU 2013 tilleggsutredning 6
- Sandbrogaten, gravedybder, fundamentering og infrastruktur. KU 2013 tilleggsutredning 7. (Dette notatet gir en detaljert gjennomgang av dybder og grunnforhold)
- Infrastruktur under bybanetraseen i sentrum. KU 2013 tilleggsutredning 8

Området ble vurdert til stor verdi med tanke på kulturlag. Mens bybane med fundamentering ikke er planlagt dypere enn 1 meter, medfører nødvendig omlegging av infrastruktur mulig konflikt med kulturlag, tenkt begrenset ved å legge infrastruktur mest mulig i eksisterende byggegrøp. Dagens infrastruktur strekker seg noen steder mer enn 3 meter under bakkenivå.

1.1.2 Reguleringsplan og teknisk forprosjekt så langt

Ved oppstart av reguleringsplan med skissefase i 2018 var hovedfokus i Sandbrogaten på grunnvann. I det videre arbeidet gjorde NIKU supplerende kildesøk og gjennomførte arkeologisk observasjon ved boringer i gaten. Kulturlagsforhold i Sandbrogaten er ytterligere beskrevet i:

- Sandbrogaten, Kunnskapsgrunnlag, supplerer, NIKU oppdragsrapport 29/2021
- Sandbrogaten, Koengen og Sentrum, Bergen, 2019-2020: Arkeologisk undersøkelse av ni naverboringer. – NIKU Oppdragsrapport 114/2019 (Manus)
- Teknisk infrastruktur i sentrum. Notat Norconsult/Asplan Viak NO-DS1-012
- DS1 – Hydrogeologi og kulturlag. Notat Norconsult/Asplan Viak NO-DS1 022

Av disse gir rapporten Hydrogeologi og kulturlag den mest oppsummerende fremstillingen av Sandbrogaten, NIKU-rapporten den mest detaljerte på kulturlag, men samlet gir alle disse rapportene en relativt omfattende beskrivelse av gaten og områdets utvikling, og planlagte tiltak.

Det vil føre for langt å beskrive Sandbrogatens arkeologiske historie i detalj, det vises til dokumentene nevnt over. Følgende momenter er viktige å være klar over videre i notatet:

- Kulturlagene i Sandbrogaten er vurdert å være svært verdifulle
- Kulturlagene ligger forholdsvis grunt. I nedre del av Sandbrogaten er det påvist middelalderske kulturlag mellom 1,3 og 1,4 meter under bakkenivå.
- Ellers i gaten er middelalderske kulturlag dypere, gjerne fra rundt to meter under bakkenivå.
- Yngre kulturlag er ikke automatisk fredet, men vurderes likevel som verdifulle, særlig hvis de inngår i en sammenheng hvor de beskytter underliggende kulturlag.
- Grunnvannsnivå er relativt lavt. Dette gir dårlige bevaringsforhold for organiske kulturlag. Grunnvannet fluktuerer rundt overgangen til middelalderske lag. Etterreformatoriske og tørrlagte kulturlag fra middelalderen er i dårlig forfatning.
- Grunnvannssituasjonen i Sandbrogaten må sees i sammenheng med Koengen, hvor kulturlagene også er svært verdifulle.

Ved varsel om oppstart for reguleringsplanarbeidet ble det i merknad fra kulturminneforvaltningen slått fast at «I Sandbrogaten er dei eldste og viktigaste kulturlaga i Bergen». Gjennom KUVA er det uttrykt bekymring for løsningen i Sandbrogaten. Bekymringen er særlig knyttet til anleggsfase og fundamenteringsløsning, og om det kan oppstå momenter senere i prosjektet som fører til at gjeldende løsning (betongplate) forkastes, og en må innføre løsninger som er skadelige for kulturlag (f.eks. peling).

Arbeidet med reguleringsplan og teknisk forprosjekt pågår, formålet med dette notatet er å følge opp risiko påpekt i KUVA-rapporten, for kulturminneverdier i Sandbrogaten.

1.2 Beslutningsbehov

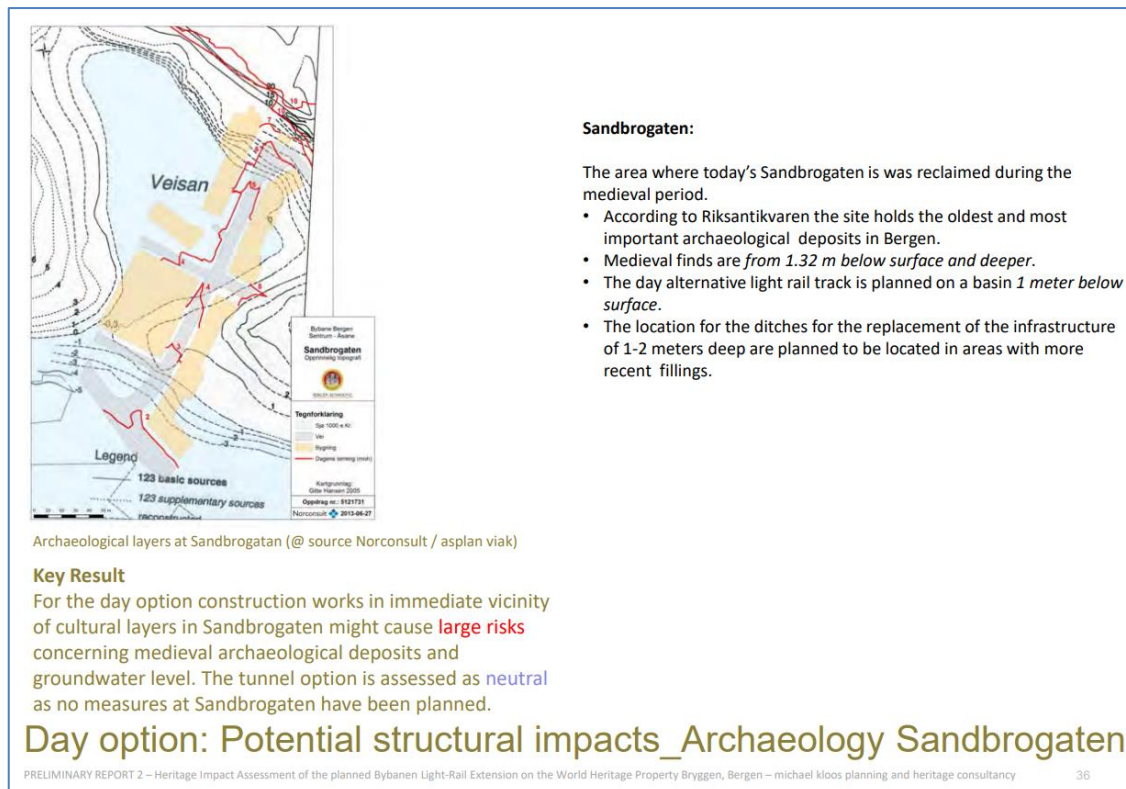
Den første KUVA-rapporten, fra 16. oktober 2020, oppfordrer til å utforske videre mulig påvirkning på kulturminner i Sandbrogaten (*«Investigate potential impact of planned Bybanen Light-Rail extension on archaeological heritage (especially at Sandbrogaten)»*).

Dette er konkretisert i den andre KUVA-rapporten fra 30. september 2021, hvor anleggsarbeid i umiddelbar nærhet av kulturlag i Sandbrogaten vurderes å kunne medføre stor risiko for middelalderske avsetninger og grunnvannsnivået (*«For the day option construction works in immediate vicinity of cultural layers in Sandbrogaten might cause large risks concerning medieval archaeological deposits and groundwater level.»*). Det er banefundamenter og tunnel som vurderes å medføre risiko for kulturlag og grunnvann (*«Planned tunnel and foundations of light-rail track at Sandbrogaten (Archaeology/Groundwater)»*).

KUVA anbefaler at det for Sandbrogaten utarbeides en presis plan med klart overblikk over risiko gjennom anleggsfase, og at planen diskuteres med Riksantikvaren

(Recommendation: Large risks concerning archaeological deposits at Sandbrogaten: DEVELOP precise plan with a clear view concerning risks during construction activities at Sandbrogaten. Communicate this plan especially with experts from Riksantikvaren!

DEVELOP a precise plan with a clear view concerning risks during construction activities at Sandbrogaten and Bryggen Quay. These plans should thoroughly discussed with all stakeholders and experts!)



Figur 1-1: Fra KUVA

1.3 utfordringer

Utfordringene knytter seg i hovedsak til arkeologiske lag, kulturlag og i hvilken grad disse blir påvirket av tiltaket, og hvilke utfordringer anleggsfasen gir. Grunnvannsnivået inngår i et tett samspill med kulturlag.

Kritiske momenter er:

- Fundamentering: Planlagt metode er en grunn løsning som i utgangspunktet ikke vil berøre kulturlag. Det stilles spørsmål til hvor sikker denne løsningen er, og i hvilken grad den vil påvirke kulturlag og grunnvannsnivå.
- Infrastruktur: Hvor omfattende er omlegging av infrastruktur, og i hvilken grad kan det påvirke kulturlag og grunnvannsnivå?
- Tunnel: Hva medfører tiltaket for kulturlag og grunnvannsnivå?
- Anleggsfase: Hvordan skal de tre overnevnte behandles i anleggsfase for å unngå konflikt?

Disse elementene beskrives nærmere i det følgende.

2 Beskrivelse av tiltaket

Her beskrives ulike elementer ved bybaneanlegget som har betydning for kulturlag og grunnvannsforhold i Sandbrogaten. Først beskrives fundamentering, infrastruktur og tunnel med fokus på prinsipper og ferdig løsning. Dette følges av et underkapittel hvor anleggsfase beskrives nærmere for disse tre elementene.

2.1 Fundamentering

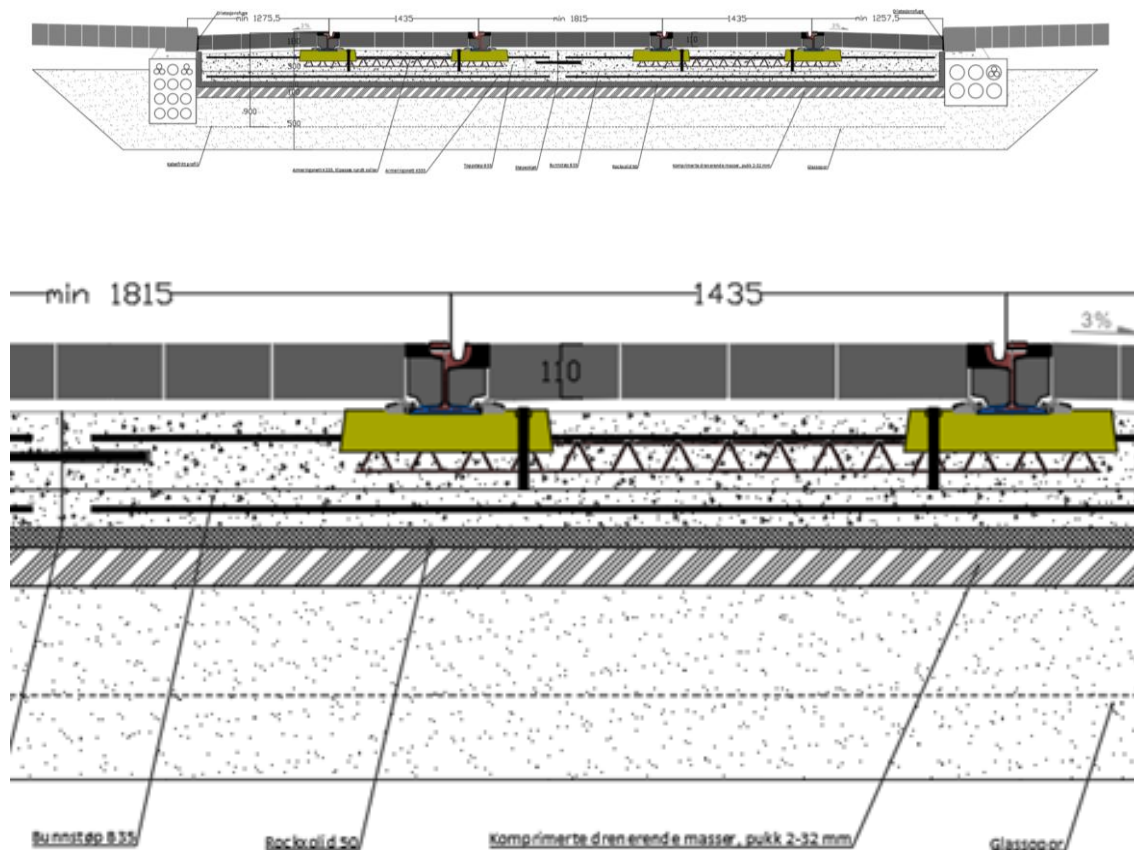
Av hensyn til kulturlag skal Bybanen i Sandbrogaten fundamenteres med løsninger som ikke går dypt ned i grunnen. Tilsvarende løsning for fundamentering av banen som i Kaigaten, legges til grunn, dette gir en gravedybde på 1 meter.

For å ikke tilføre ytterligere last på underliggende kulturlag, er konseptet for banekonstruksjonen å erstatte dagens overdekning med et banefundament som samlet gir mindre belastning på undergrunnen. Massene dypere enn 1,0 m under terrengoverflate skal ikke utsettes for tilleggsspenninger som vil gi setninger (komprimering). Dette oppnås ved at tradisjonelle steinmasser i forsterkningslaget erstattes med lette masser (som Glasopor) som eventuelt avrettes med et tynt lag grus. Over dette bygges selve banekonstruksjonen på en «flytende» sammenhengende støpt betongplate bred nok til å fordele lasten jevnt mot underlaget. Løst lagret veier Glasopor ca. 1/10 av ordinære, komprimerte fyllmasser. Med rimelige antakelser om ulike lagtykkelser under fullt belastet bybanevogn skal dette kunne gi null tilleggslast på undergrunn. Dette innebærer en banekonstruksjon i betong med midlere tykkelse ca. 40 cm.

Løsningen svarer til direkte fundamentering som beskrevet i Byggforskserien 721.305, kap. 56. Dette er den foretrukne løsning for bygging på kulturlag hvis grunnen har tilstrekkelig bæreevne.

Figur 2-1 viser en foreløpig arbeidstegning for fundamentering i Sandbrogaten. Det arbeides nå med flere snitt i gaten for å illustrere disse, samt økt detaljering av tegninger. Tegningene vil suppleres med utregninger for vektbelastning av undergrunnen.

I tillegg til arbeidet med fundamenteringsløsning arbeides det med fundamenter for KL-master i øvre del av Sandbrogaten. Antallet skal begrenses så langt som mulig, det arbeides med løsninger hvor dybde på mastefundamenter kan reduseres ved å gå noe mer i bredde i stedet for dybde. Holdeplass vil også utarbeides etter slike prinsipper.



Figur 2-1: Fundamentering Sandbrogaten, foreløpig

Det nylige anleggsarbeidet i Olav Kyrres gate er trukket frem som en situasjon som må unngås. I denne gaten var det lagt til grunn en plateløsning som til en viss grad tilsvarer den for bybanen. Det forelå få grunnboringer før prosjektet ble igangsatt. I anleggsfase viste det seg at det var opptil 7 meter tykke organiske lag under tre meter fyllmasse. Grunnvann sto 0,8 m under bakkenivå og måtte holdes stabilt. Entreprenør vurderte derfor at jetpeling var helt nødvendig. Jetpeling er en løsning som medfører store inngrep i kulturlag.

Det er flere ulikheter mellom Olav Kyrres gate og Sandbrogaten, blant annet at bybanen vil være på en sammenhengende vektfordelende skinnegang, i motsetning til Olav Kyrres gate hvor tungtrafikk, busser, vil stoppe gjentatte ganger på samme sted med motor i gang og de vibrasjoner det medfører. Det er uansett viktig å unngå at planlagt løsning må endres i anleggsfase fordi en treffer uforutsette hindringer, slik den såkalte «bløtsuppen» i Olav Kyrres gate medførte.

Det er hittil gjennomført 5 totalsonderinger i gatelegeme i Sandbrogaten, samt 3 boringer i umiddelbar nærhet og 1 i noe avstand (Koengen). Ingen av disse gir indikasjon på tilsvarende grunnforhold som "bløtsuppen" i Olav Kyrre gate. Det arbeides nå med et ny boreplan hvor det legges opp til ytterligere 7 boringer Sandbrogaten. Formålet er å gi ytterligere trygghet for at planlagt løsning vil være tilstrekkelig.

2.2 Omlegging av infrastruktur

Av hensyn til kulturlag skal omlegging av infrastruktur gjøres med grunne løsninger. For å oppnå dette vil avløp fra bygninger legges høyere enn i dag, vha pumpe i bygningene.

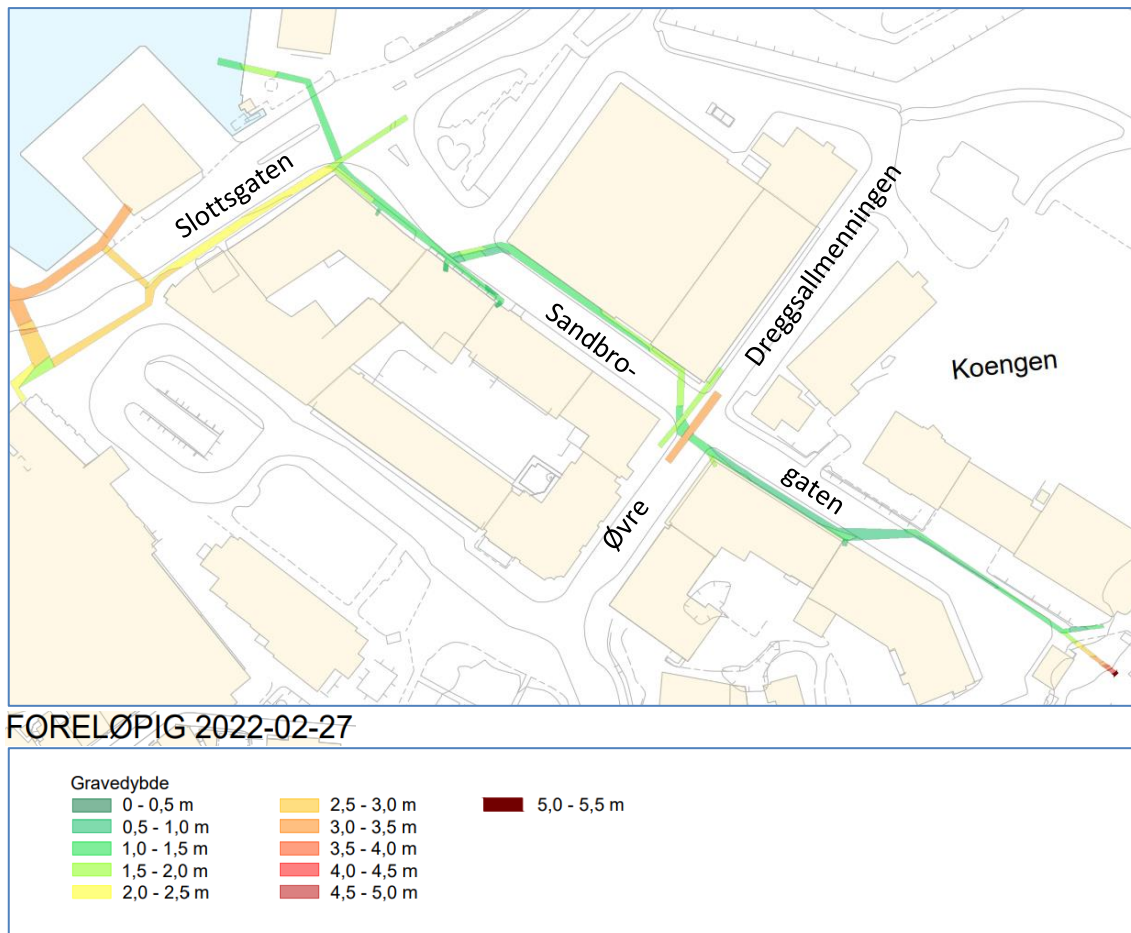
Som tegning viser vil gravedybde i øvre del av Sandbrogaten ligge i hovedsak 0,5-1 meter og 1-1,5 meter under gatenivå. Dette fortsetter til kryssing av Øvre Dreggsallmenning hvor det går kryssende ledning mellom 3-3,5 meter dypt. Ledningene i nedre del av Sandbrogaten nærmest Øvre Dreggsallmenning vil ha gravedybde opptil 2 meters dybde. Resten av denne gaten, ned mot Vågen vil ha gravedybder 1-1,5 meter dypt. Ved kryssing under bane og ved hjørne av Slottsgate vil en imidlertid komme ned mot 2 meter.

Infrastruktur vil med dette ligge grunnere enn eksisterende infrastruktur, men komme dypere enn 1 meter. Som Figur 2-2 viser vil imidlertid grøft ligge inntil bygninger, i byggegrop. De største utfordringene for infrastruktur ligger i kryssing under banefundamentet.

Det arbeides nå med mer detaljerte tegninger av gravedybder for infrastruktur i Sandbrogaten, slik at Riksantikvar kan vurdere gravedybde når planen legges ut på høring.

Middelalderske kulturlag er påvist grunt utenfor Sandbrogate 5, mellom 1,3 og 1,4 meter under bakkenivå. Generelt ligger middelalderske kulturlag dypere, gjerne rundt 2 meter under bakkenivå. Basert på kunnskapen vi har om grunnforholdene i gaten, vil ny infrastruktur gi begrenset konflikt med middelalderske kulturlag, og kanskje unngå direkte konflikt.

Eksisterende infrastruktur er gammel. Denne kan saneres med begrenset graving ned på utvalgte punkt. Rørene vil her tettes. Disse punktene bør også velges ut fra mulighet til å lage lokale terskler av f.eks. bentonitt eller annet lavpermeabelt materiale for å hindre at eksisterende dype grøfter fungerer som drenerende kanaler for grunnvann.



Figur 2-2 Gravedybder infrastruktur foreløpig

2.3 Overgang til tunnel

For kulturlagene i Sandbrogaten sin del, er det grunnvannet som er viktigst med tunneletableringen. Grunnvannstilførsel fra fjellsiden kan redusere konsekvens av innlekkasje til tunnel.

Innerst i Sandbrogaten er grunnvannet mellom 4 og 5 moh, altså høyere enn i jernbanetunnelen like innenfor. Denne er nå 100 år gammel, det antas at grunnvannssituasjonen har stabilisert seg rundt denne i løpet av denne tiden. Det er i første rekke øverste del av Sandbrogaten som er utsatt for senkning av grunnvannsnivå.

Selve tunnelen vil anlegges med svært strenge tettekrav, lavere enn 3 liter pr. 100 meter pr. minutt. Så lav lekkasjegrav er ikke direkte observerbar, og må kontrolleres gjennom poretrykksmålere som etableres nær tunnelen. Tetthetsgraden forsøkes oppnådd ved forinjisering, at berget injiseres med betong før tunneldriving, for å tette alle vannveier i berg i nærhet av tunneløpet.



Figur 2-3: Tunnelportal

2.4 Anleggsfase

2.4.1 Infrastruktur og fundamentering

Det arbeides med faseplaner for anleggsgjennomføring i sentrum. Av hensyn til gjennomføring lenger sør i sentrum må arbeidene begynne tidlig i Sandbrogaten for å sikre gjennomkjøring via Øvre Dreggsallmenning som krysser Sandbrogaten.

Infrastruktur i Sandbrogaten skiftes innledningsvis i anleggsfase, som beskrevet tidligere i notatet. Et midlertidig dekke eller fundamentering og banefundamenter etableres etter at infrastruktur er ferdigstilt. Når gjennomkjøring er etablert via Øvre Dreggsallmenning kan anleggsarbeid begynne sørover fra Sandbrogaten.

Anleggsområde for arbeid i Sandbrogaten begrenses til gatearealet. Sandbrogaten kan ferdigstilles før eller tidlig i arbeidet med tunnelpåhugg, og skal ikke brukes som anleggsareal i forbindelse med denne.

2.4.2 Overgang til tunnel

Tunnelportal i enden av Sandbrogaten vil komme omtrent ved dagens berg, like bak garasjen som står i Sandbrogaten i dag. Selve tunnelpåhugget vil imidlertid være noe lenger bak, under Nye Sandviksvei, ved siden av Dr. Wiesener. Forskjæringen, strekningen mellom planlagt portal og selve påhugget, vil danne en byggeprop i anleggsfasen.

Foreløpig faseplan byggegrop Nye Sandviksvei

Anleggsadkomst for massetransport fra tunnelen under driveperioden er planlagt over Koengen, bla. for å skjerme Sandbrogaten for tunnellanleggsområde og massetransport. Byggegrup vil måtte stå åpen gjennom drivetiden, anslagsvis 2-3 år.

På grunn av logistikk- og sikkerhetsmessige hensyn vil tunnelportal bygges etter at hovedtyngden av tunneldriving er fullført. Etter at betongarbeidene er fullførte, kan byggegropen lukkes og Nye Sandviksvei med tilstøtende sideområder (f.eks. tunnelportalen til jernbanetunnelen mot Koengen) tilbakeføres.

For å gjennomføre disse arbeidene er det lagt opp til en gjennomføringsplan med 4 ulike faser:

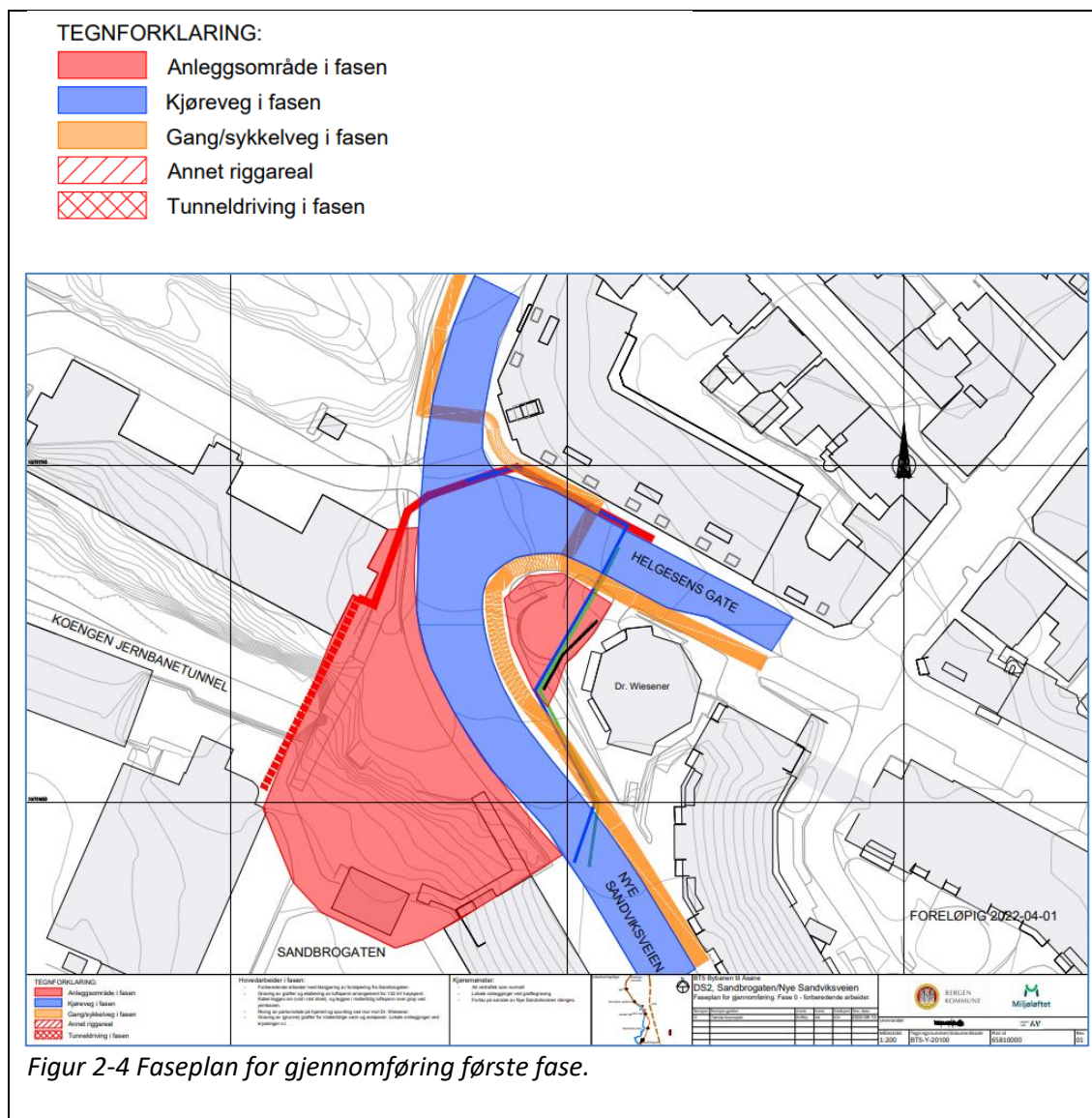
I første fase (tegning BT5-Y-20100) må teknisk infrastruktur i bakken som berøres legges om. Høyspentledning, teleledninger, en vannledning og en fellesledning må ledes ut forbi kommende byggegrop i provisoriske traseer. Dette medfører graving av mindre grøfter i Nye Sandviksvei og Helgesens gate, samt et provisorisk luftstrekk for høyspentledningen. Det bli nødvendig å gjennomføre spuntarbeider eller tilsvarende for å støtte opp Dr. Wiesener sin veranda. Dette er arbeider som må detaljeres grundigere i prosjekteringsfasen.

I andre fase (tegning BT5-Y-20101) fjernes deler av Nye Sandviksveien og stenges for biltrafikk i perioden. Gangtrafikk ledes via provisoriske ramper gjennom Dr. Wiesener sine uteserveringsområder. Så vil man grave av løsmasser og sprengne ned fjellet for å etablere byggegropen. Dette omfatter også at man må rive ned portalen til den gamle jernbanetunnelen og bryte igjennom taket på denne. Det er liten løsmassetykkelse over fjell i området (1-2 meter), så behovet for å etablere spuntvegger for å holde løsmasser på plass kan trolig begrenses.

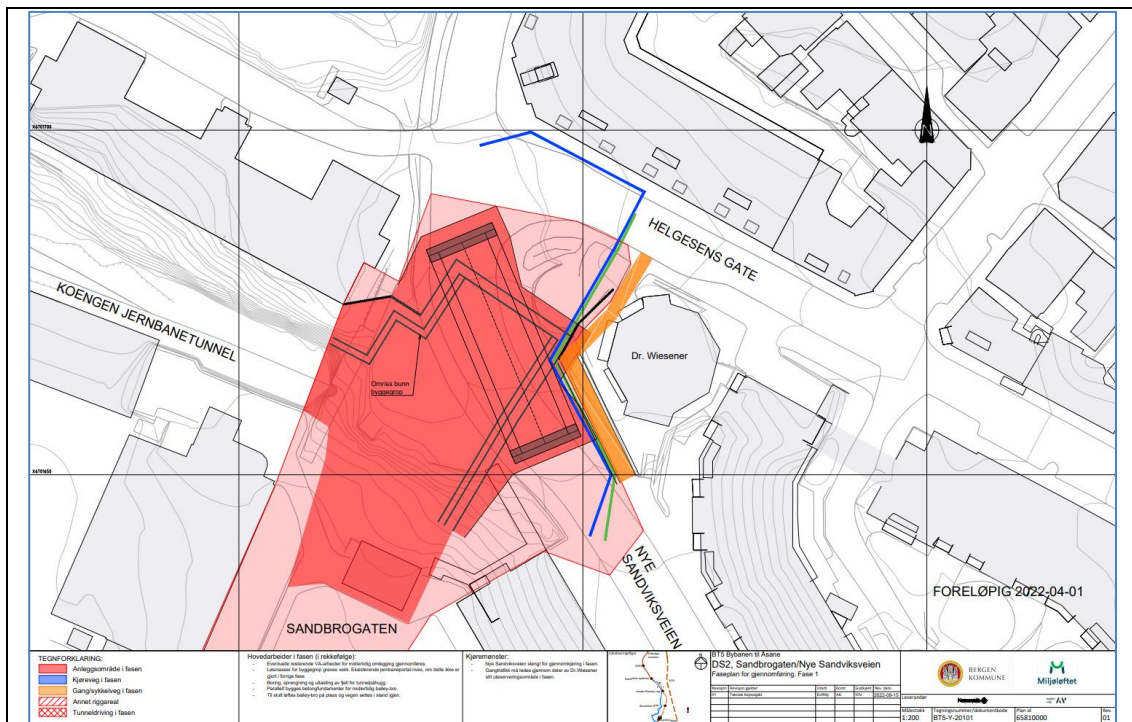
Byggegropa vil ha en lengde x bredde på 45 x 21 meter og en høyde på ca. 14 meter på det høyeste. I anleggsfasen vil deler av jernbanetunnelen trolig måtte fylles igjen midlertidig, slik at anleggstransport kan foregå over.

I denne fasen etableres samtidig provisoriske fundamenter i Nye Sandviksvei for en midlertidig bro over byggegropen. Etter at byggegrop er etablert plasseres en såkalt bailey-bro, som da sikrer gjennomkjøring i Nye Sandviksvei gjennom resten av anleggsperioden. I tredje fase (tegning BT5-Y-20102) vil tunneldriving og massetransport pågå nede i byggegropa. Innredning av tunnelen begynnes etter fullført tunnelspregning. Det gir noe mindre behov for inn/uttransport til Koengen, og det åpner for at man kan begynne betongarbeidene med selve portalen. Etter at disse arbeidene er fullførte, kan byggegropen tilbakefylles og lukkes.

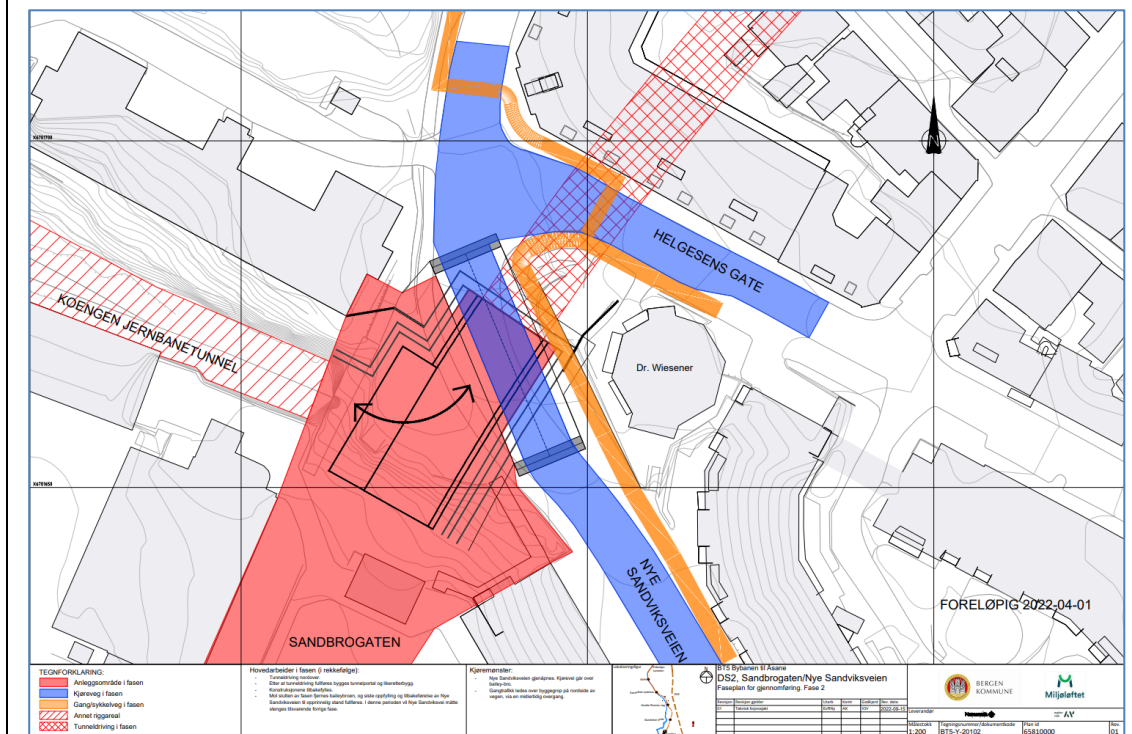
Siste del av dette arbeidet vil medføre en fjerde fase (ikke vist på noen tegning) som i stor grad er lik den andre fasen, der Nye Sandviksvei stenges for gjennomkjøring, mens bailey-broen løftes vekk og permanent tilbakeført veg bygges. I samme fase må man også da reetablere jernbanetunnelens portal, og andre tilstøtende sideområder.



Figur 2-4 Faseplan for gjennomføring første fase.



Figur 2-5: Fase 2. Byggegroper er markert, innerst i byggegropen er overdekningen tilstrekkelig for påhugg fort tunnel. På tegningen er det også lagt inn en såkalt bailey-bro, en midlertidig bro for å opprettholde kjøremulighet i Nye Sandviksveien



Figur 2-6: Fase 3. Tunneldriving og massetransport vil gå gjennom anleggsområde på Koengen

Anleggsfase tunnel og grunnvann

Innerst i Sandbrogaten er målt poretrykk på mellom kote 4 og 5, altså høyere enn i jernbanetunnelen like innenfor. Denne er nå 100 år gammel, det antas at grunnvannssituasjonen har stabilisert seg rundt denne i løpet av denne tiden. Det er i første rekke i øverste del av Sandbrogaten som er utsatt for senkning av grunnvann i forbindelse med tunneldriving.

Dette vil kreve større krav til sikring av grunnvann i anleggsfase og driftsfase. Grunnvannstilførsel fra fjellsiden til Sandbrogaten kan reduseres både ved innlekkasje til tunnel og til byggegrop. Tunnelportalen kan gjøres tettere ved injeksjon av berget og midlertidig uønsket poretrykksfall kan motvirkes v.h.a. infiltrasjonsbrønner.

Grunnvannet må overvåkes i overkant og nedenfor byggegrop. Det anbefales å installere infiltrasjonsbrønner øverst i Sandbrogaten. Hvis grunnvannstand øverst i gaten viser tegn til reduksjon, vil infiltrasjonsbrønner kunne kompensere dette til tett tiltak oppnår ønsket grad.

Spunting av byggegrop vil trolig ha begrenset nytte med tanke på grunnvann, da løsmassene over portalen er grunne og sannsynligvis ikke vannmettede, men unntak er etter store nedbørshendelser.

3 Vurdering

3.1 Kulturlag

Kulturlagene i Sandbrogaten har flere egenskaper som gjør dem utsatt ved inngrep i forbindelse med bybanen.

Kulturlagene ligger grunt under bakkenivå. Utenfor Sandbrogaten 5 er det påvist middelalderske kulturlag 1,30-1,40 cm under bakkenivå. Generelt ligger imidlertid de middelalderske lagene dypere, gjerne om lag 2 meter under bakkenivå.

Kulturlagene, både de middelalderske og de overliggende etterreformatoriske lagene, har dårlig bevaringsgrad over grunnvannsnivå. Grunnvannet i Sandbrogaten er generelt lavt, svingende, og bare de dypeste lagene som er permanent i grunnvann har gode bevaringsforhold.

3.1.1 Konflikt kulturlag ved fundamentering

Fundamentering er planlagt slik at det ikke vil utsette kulturlagene for mer vekt enn i dag, men snarere føre til avlastning. En utfordring er at kulturlagene utenfor Sandbrogaten 5 ligger grunt, men løsningen med 1 meter fundamentering vil fortsatt unngå konflikt med disse.

Det er stilt spørsmål om hvorvidt det kan oppstå forhold under anleggsfase hvor planlagt løsning ikke viser seg tilstrekkelig, f. eks på grunn av grunnforhold. Det kan påpekes at planlagt løsning er valgt fordi det er den foretrukne løsning for redusert belastning, og baserer seg på fundamenteringsprinsipper fra tidligere byggetrinn for Bybanen, tilsvarende som i Kaigaten. I Kaigaten ble det imidlertid ikke benyttet lette fyllmasser.

For å gi ytterligere sikkerhet for løsning vil det gjennomføres flere grunnundersøkelser. Utover mer detaljert kunnskap om grunnforhold generelt, vil dette også kunne gi mer detaljert kunnskap om kulturlag og grunnvannsførhold i forkant av tiltaket.

3.1.2 Konflikt kulturlag ved omlegging av infrastruktur

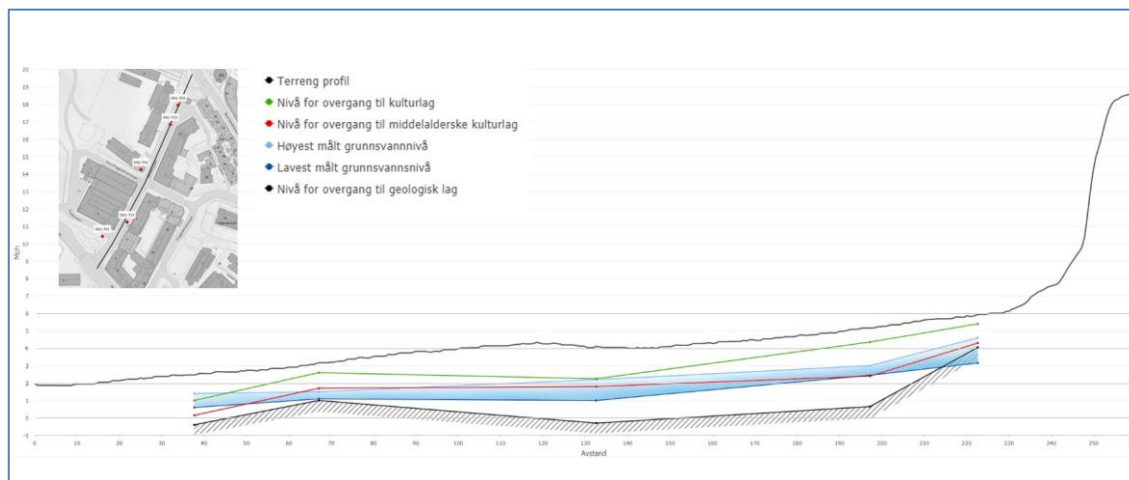
Omlegging av infrastruktur kan medføre konflikt med kulturlag, også automatisk fredede. Men planlagt løsning er grunnere enn eksisterende løsning, dette vil redusere potensialet for direkte konflikt betraktelig. Ut fra nåværende kunnskap er det teoretisk mulig at en unngår direkte konflikt med kulturlag

Blokkering av eksisterende rør og grøfter med terskler og bentonitt kan bidra til å stabilisere grunnvannsnivået i gaten, og ha en positiv virkning på videre bevaring av kulturlag.

3.2 Grunnvann

Grunnvannsnivået innenfor middelalderbyen er viktig fordi det bidrar til å bevare organiske kulturlag ved å hindre oksygentilgang. Oksygentilgang kan føre til forråtnelse og komprimering, dermed også setninger. Grunnvannsnivået i Sandbrogaten er i sammenheng med et større område, Koengen, som også har svært viktige paleobotaniske spor.

Det er et problem at grunnvannsnivået i Sandbrogaten allerede er lavt. Dertil fluktuerer det, noen steder opp til 2 meter. Det vil si at permanent grunnvannsdekkede kulturlag gjerne befinner seg mellom 2 og 4 meter under bakkenivå. Dette er av mindre betydning for eldre paleobotaniske spor som er avsatt i den opprinnelige Veisan-bassenget. Utfylte masser over grunnvannsnivå har derimot dårlige bevaringsforhold om de er organiske.



Figur 3-1 Grunnvannsnivå i Sandbrogaten, basert på 5 piezometere langs gaten. Det blå feltet viser svingninger i grunnvannsnivå, sonen under er permanent under grunnvannsnivå.

Tiltak med fundamentering og infrastruktur bør ikke kunne senke grunnvannsnivå, disse inngrepene vil finne seg over grunnvannsnivå. Med avbøtende tiltak er det mulig at grunnvannssituasjonen kan stabiliseres noe, ved å bremse eventuell grunnvannsbevegelse i eldre dype grøfter.

Grunnvannssituasjonen er imidlertid avhengig av at inngrep i forbindelse med tunnel ikke senker mating fra fjellsiden. Dette skal sikres med infiltrering i byggefase.

4 Videre arbeid - identifiserte problemstillinger

For å gi ytterligere trygghet for anbefalt løsning i tråd med anbefalinger i KUVA-rapport er følgende arbeid igangsatt og følges opp frem til reguleringsplan legges ut på høring.

4.1.1 Dialog med kulturminnemyndigheter

Gjennom arbeidet med reguleringsplanen har det vært månedlige møter med kulturminneforvaltning for gjensidig informasjon om prosjektet.

Det er nå opprettet en møteserie med en mindre arbeidsgruppe som arbeider spesifikt med problemstillingene i Sandbrogaten som beskrevet i dette notatet, samt øvrige problemstillinger knyttet til arbeide i grunnen og kulturlag, som anleggsfase foran Bryggen

Gruppen hadde et innledende møte onsdag 23 feb. 2022 og følges opp med nye møter

Onsdag 30. mars

Onsdag 20. april

Onsdag 4. mai

I gruppen deltar representanter fra oppdragsgiver og konsulent, Vestland fylkeskommunes avdeling for kultur, idrett og inkludering, og representant fra Riksantikvaren, samt representanter fra Bergen vann og Bybane utbygging. Relevant fagkompetanse vil trekkes inn ved behov. Hensikten med møtene er å diskutere det pågående arbeidet som beskrevet i dette notatet, og sikre en felles forståelse av problemstillinger og detaljeringsgrad i planmaterialet.

4.1.2 Fundamentering

Det arbeides nå med flere snitt i gaten for å illustrere fundamentering. Tegningene vil suppleres med utregninger for vektbelastning av undergrunnen. Igangsatt uke 10.

4.1.3 Grunnundersøkelser

Nye punkter for grunnundersøkelser er under vurdering. Foruten Sandbrogaten vil det også bli flere punkt langs Bryggen, samt to på Torget. Punktene er fra geoteknikk, men vil diskuteres tverrfaglig. Igangsatt uke 10.

4.1.4 Infrastruktur

Infrastruktur er i gang med å beskrive løsninger i ytterligere detalj.

4.1.5 Overgang til tunnel

Et foreløpig utkast til faseplan for tunnel er presentert over, det arbeides videre med denne.

Kilder

- Bergen kommune (2013). Konsekvensutredning Bybanen Bergen sentrum – Åsane. Bergensprogrammet februar 2013. http://bergensprogrammet.no/wp-content/uploads/2014/07/5121731_-Bybanen_til_%C3%85sane_KU_20130221_forside.pdf
- Bergen kommune (2013). Konsekvensutredning kulturminner og kulturmiljø Fagrapport Bybanen Bergen sentrum – Åsane. Vedleggsnotat 02 februar 2013 http://bergensprogrammet.no/wp-content/uploads/2013/02/Vedleggsnotat_02_Norconsult_fagrapport_kulturminner_kulturmiljø%C3%B8_20130221.pdf
- Bergen kommune (2013). Notat: Kulturlag i middelalderbyen Bergen Bybanetrasé Bergen sentrum – Åsane http://bergensprogrammet.no/wp-content/uploads/2013/02/Vedleggsnotat_03_Norconsult_kulturlag_20130222.pdf
- Bergen kommune (2013). Bybane gjennom Bergen sentrum. Hydrogeologi http://bergensprogrammet.no/wp-content/uploads/2013/02/Vedleggsnotat_04_Norconsult_hydrogeologi_20130214.pdf
- Bergen kommune (2013). KU Bybanen Sentrum - Åsane - Tilleggsutredning nr 6. Supplerende hydrogeologiske vurderinger i Sandbrogaten og Vågsbunnen http://bergensprogrammet.no/wp-content/uploads/2013/09/060_Tilleggsnotat_06_Hydrogeologi_2013-10-07.pdf
- Bergen kommune (2013). KU Bybanen Sentrum - Åsane - Tilleggsutredning nr 7. Sandbrogaten, gravedybder, fundamentering og infrastruktur http://bergensprogrammet.no/wp-content/uploads/2013/09/070_Tilleggsnotat_07_Fundamentering_Sandbrogaten_2013-10-07.pdf
- Bergen kommune (2013). KU Bybanen Sentrum - Åsane - Tilleggsutredning nr 8. Infrastruktur under bybanetraseen i sentrum http://bergensprogrammet.no/wp-content/uploads/2013/09/080_Tilleggsnotat_08_Infrastruktur_under_bakken_2013-10-07.pdf
- Bergen kommune (2013). KU Bybanen Sentrum - Åsane - Tilleggsutredning nr 3. Endret linjeføring ved Finnegården http://bergensprogrammet.no/wp-content/uploads/2013/09/030_Tilleggsnotat_03_Linjeføring_Finnegården_2013-10-07.pdf
- Dunlop, A. R. (2021). Sandbrogaten, Kunnskapsgrunnlag: Supplering. NIKU Oppdragsrapport 29/2021. <https://miljoloftet.no/globalassets/bybanen-til-asane/dokumenter/dokumenter-14.04.21/oppdragsrapport-for-grunnundersokelser-niku-mars-2021.pdf>
- Dunlop (2021b) (manus). Sandbrogaten, Koengen og Sentrum, Bergen, 2019-2020: Arkeologisk undersøkelse av ni naverboringer. – NIKU Oppdragsrapport 114/2019.
- Michael Kloos planning and heritage consultancy 2020: Preliminary Report. Heritage Impact Assessment of the planned Bybanen Light-Rail Extension on the World Heritage Property Bryggen / Bergen https://miljoloftet.no/globalassets/bybanen-til-asane/dokumenter/dokumenter-skisefasen/fagnotat-oppsummeringsrapp/hia-bryggen-preliminary-report_20201016.pdf

Michael Kloos planning and heritage consultancy 2021: HIA Preliminary Report 2. Heritage Impact Assessment of the planned Bybanen Light-Rail Extension on the World Heritage Property Bryggen / Bergen https://miljoloftet.no/globalassets/bybanen-til-åsane/dokumenter/hia_bryggen-preliminary-report-il.pdf

Sintef 2010: Bygging på kulturlag i middelalderbyene. Byggforskserien 721.301. Utarbeidet i samarbeid med Riksantikvaren