

Dato: 2022-05-18

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 anleggsfase Bryggen

Sammendrag og oppsummering

I KUVA-rapport fra 30. september 2021 (2nd preliminary report) ble anleggsarbeid for etablering av bybane langs Bryggen vurdert å kunne medføre stor risiko for grunnvannsendring, med følger for verdensarvstedets fundamentering.

I KUVA-rapporten anbefales det å utarbeide en presis plan for å avbøte risiko gjennom anleggs- og byggefase. Planen bør diskuteres grundig med interessenter og fagkompetanse.

Formålet med dette arbeidsnotatet er å informere KUVA-konsulent og antikvariske myndigheter om hvordan Norconsult/Asplan Viak (NOAV) arbeider med å følge opp denne anbefalingen. Notatet er en statusrapport for planleggingsarbeidet langs Bryggen sett i forhold til kulturlag og grunnvann på Bryggen. Endelig løsning vil bli beskrevet i reguleringsplan med teknisk forprosjekt som legges ut til offentlig ettersyn høsten 2022.

Notatet er revidert etter presentasjon for KUVA-konsulent i møte 29. april 2022, og for kulturminnemyndighetene (Riksantikvar og fylkeskommune) 4. mai.

I notatet beskrives en spuntvegg langs landsiden av den store VA-grøften på Bryggen. Dette vil begrense anleggsomfanget (grøftebredden) for infrastruktur og banelegeme. Spuntveggen vil etableres med rørsputt, dette er en løsning som unngår rystelser. Spuntveggen vil være en såkalt «flytende» spuntvegg, det vil si at den anlegges uten forankring i bakkant. Forankring anbefales ikke, av hensyn til middelalderse kulturlag under og i forkant av verdensarvstedet. Spuntvegg vil anlegges som tett veg i forkant av verdensarvstedet, for å bremse saltvannspåvirkning. Spuntveggen vil stå som åpen spuntvegg langs resten av Bryggen, og bidra

02B	Til oppdragsgiver etter endringer	2022-05-18	OLNOT	EIHAL/GJWES/SIRHEI	AK	IOV
01B	Utkast til oppdragsgiver	2022-04-29	OLNOT	EIHAL/GJWES/SIRHEI	AK	IOV
Versjon	Beskrivelse	Dato	Utarb. av	Fagkontroll	Tverf.kontr.	Godkj. av

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.

til å opprettholde dagens gjennomstrømming i massene. Dette vil være det mest gunstige ved Finnegården, og øvrig bebyggelse med kjellere. Valgt spuntløsning kan eventuelt ha negativ virkning for marine kulturlag, hvis slike er bevart under kaifyllingene fra rundt 1900 og 1920.

Gjennom skissefase og øvrig planlegging av Bybane langs Bryggen, er det gjort en rekke tilpasninger av hensyn til kulturminneverdiene. Reguleringsplannivået gir imidlertid ikke et godt nok grunnlag til å kunne planlegge anleggsgjennomføringen i detalj. Prosjektering og entrepriser låses heller ikke i en reguleringsplan med teknisk forprosjekt. Det anbefales å utarbeide føringer som kan innarbeides i senere faser, f.eks. føringer for hvordan entreprenør kan disponere anleggsareal langs Bryggen i de ulike hovedfasene av anleggsperioden, og hvordan omlegging og fornying av infrastruktur langs Bryggen skal gjennomføres.

Følgende arbeid er satt i gang med tanke på kulturminnerelaterte problemstillinger som omhandles i dette notatet:

- Det gjennomføres ytterligere undersøkelser av grunnforhold med flere typer målinger, totalsonderinger og noen steder trykksonderinger, prøvetaking og målinger av grunnvannstand.
- Det er opprettet en serie arbeidsmøter med kulturminneforvaltning for å diskutere problemstillinger og sikre at det er en felles forståelse av løsninger og detaljeringsgrad.

INNHold

1	Beskrivelse av fokusområdet	4
1.1	Berørte områder.....	4
1.1.1	Kulturlag under Bryggen	4
1.1.2	Gammel kaifront	6
1.1.3	Marine kulturlag	7
1.2	Beslutningsbehov	8
1.2.1	Risiko påpekt i KUVA-rapport	8
1.2.2	Presiseringer og KUVA-rapportens forutsetninger.....	9
1.3	Utfordringer.....	10
2	Beskrivelse av tiltaket.....	10
2.1	Reguleringsplan og teknisk forprosjekt så langt.....	10
2.2	Bane	11
2.3	Infrastruktur	12
2.4	Spunt.....	14
2.4.1	Begrunnelse	14
2.4.2	Spunttype.....	14
2.5	Master	17
2.6	Anleggsfase.....	18
3	Vurdering av virkninger på kulturminneverdier i grunnen.....	19
3.1	Bane	19
3.2	Infrastruktur	19
3.3	Spunt.....	20
3.4	Master	21
4	Videre arbeid - identifiserte problemstillinger	21
4.1	Grunnundersøkelser	22
4.2	Dialog med kulturminnemyndigheter	22
4.3	Anleggsfase på Bryggen.....	23
4.4	Avvikling av eksisterende infrastruktur	23
4.5	Master for belysning.....	23
	Kilder	24

1 Beskrivelse av fokusområdet

1.1 Berørte områder

Notatet omhandler kulturminner i grunnen langs Bryggen, og hvordan etablering av Bybane i planlagt trasé langs Vågen kan påvirke slike kulturminner. Notatet ser spesifikt på hvordan arbeid i anleggsfasen kan påvirke kulturminnene i grunnen. I dette kapitlet gis en presentasjon av kulturminner som kan bli berørt av disse inngrepene.

For selve Bybanens del masseutskiftes det ned ca. en meter og skinnene fundamenteres på en sammenhengende, vektfordelende betongplate over lettere fyllmasse. For nordre del av Bryggen, utenfor verdensarvstedet, vil dette være på kaifylling fra 1918-22, langs og utenfor eldre kaifront. Langs søndre del av Bryggen vil dette være på kaifylling fra 1899-1902, som også går delvis over eldre kaifront. Omlegging og fornying av vann og avløp vil kreve dypere graving av en grøft mellom kaikant og bybanespor. En spuntvegg mellom grøft og banespor vil sikre grøft i anleggsfase, og sikre senere tilgang til infrastruktur ved behov, uten å undergrave bybanens fundamenter. Rørveggen begrenser også arealbehov i anleggs- og driftsfase. Disse inngrepene er i kaifyllingene fra årene rundt 1900 og 1920, i ytre deler av kaien. Videre vil det bli inngrep i grunnen for fundamentering av master for belysning. Master for kontaktledningsnett er ikke lenger del av tiltaket, siden det forutsettes batteridrift langs Bryggen.

1.1.1 Kulturlag under Bryggen

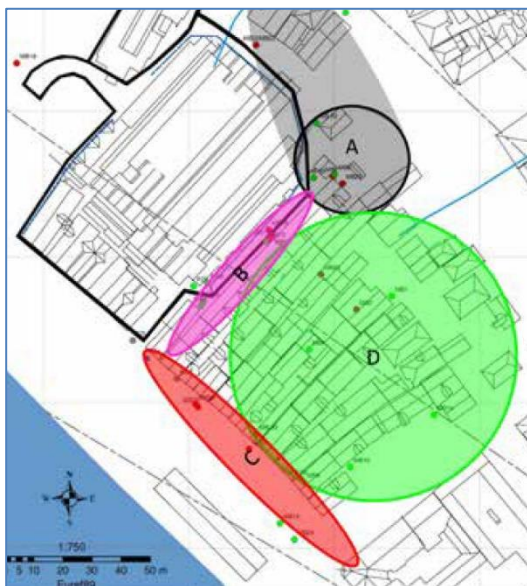
Under verdensarvstedet, og like i forkant av verdensarvstedet, er det bevart tykke kulturlag. Lagene er automatisk fredet og en viktig del av verdensarven, også som fundamenter for trehusene over.

Kulturlagene under verdensarvstedet Bryggen er ikke berørt av nyere bebyggelse og strukturer som mange andre steder i Bergen. De kjente Bryggenutgravingene som fulgte da nordre del av Bryggen brant ned i 1955 var arkeologifaglig banebrytende, langt utover landets grenser. Bevaringsforhold og funnmengde i arkeologiske lag som var adskilt av daterbare brannlag har gitt grunnlag for mye av vår kunnskap om Bergens historie. Kulturlagene i tilknytning til verdensarvminnet er en del av kulturminnet og har internasjonal verdi. Store deler av kulturlagene og de underjordiske strukturene er organiske, og er avhengige av å ligge under et stabilt grunnvannsnivå for å unngå tilførsel av oksygen som setter i gang nedbrytende prosesser.

Bevaringstilstanden til disse kulturlagene er belyst gjennom Grunnvannsprosjektet på Bryggen. Grunnvannsprosjektet ble igangsatt og finansiert av Riksantikvaren i 2011. Det ble utført ulike tiltak – både over og under bakken – for å redusere tapet av grunnvannet fra verdensarvstedet Bryggen ved å tette en spuntvegg rundt nabotomten mot nord, samt å bruke en rekke overflater i og ved verdensarvstedet til å infiltrere oppsamlet regnvann i grunnen [1].

Formålet var å heve grunnvannsnivået, noe som var nødvendig for den fortsatte bevaringen av kulturlagene og for å hindre at de historiske trebygningene blir utsatt for setninger og etterfølgende skader.

Gjennom grunnvannsprosjektet har man kartlagt og vurdert bevaringstilstand til kulturlag i tilknytning til verdensarvstedet, vist i Figur 1-1.



Figur 1-1 Gjennom grunnvannsprosjektet har man definert 4 soner ved verdensarvstedet, med ulik bevaringsgrad og ulike trusler for bevaring.

Sone A: Relativt tynne kulturlag, generelt dårligere bevart.

Sone B: Tykke arkeologiske lag, setninger og drenering pga. spunt (svart linje)

Sone C: Tykke arkeologiske lag (se nærmere beskrivelse i tekst under)

Sone D: Generelt tykke kulturlag, stabilt og høyt grunnvannsnivå, generelt gode bevaringsforhold (s. 68-69, 80 [1])

Sone C er nærmest planlagt bybanetrase, og den sonen som i første rekke kan påvirkes av tiltak i forbindelse med banen. Sone C er karakterisert av:

- Tykke arkeologiske avsetninger
- Lav grad av moderne forstyrrelser (nesten utelukkende i avsetningene umiddelbart under overflaten)
- Stor andel av løse, sandige, relativt permeable avsetninger ned til så mye som 5 meter under overflaten
- Påvirket/truet av inntrenging av saltvann gjennom flere århundrer
- Samme tydelige vertikale misforhold i bevaring som i sone B. Fra overflaten og fire meter ned viser avsetningene generelt dårlig bevaringstilstand, fra dypere enn fire meter viser lagene generelt en god bevaringstilstand, men det er ikke påvist avsetninger i svært god tilstand i denne sonen (Monitoring, Mitigation, Management s. 69 – oversatt fra engelsk [1])

Det kan kommenteres at kulturlag fra tidlig 1700-tall nødvendigvis vil befinne seg noe dypere enn rett under overflaten, og trolig dypere desto lenger ut mot kaikant en kommer. Ny kai fra perioden 1918-24 ble bygget høyere enn den innenfor liggende eldre kaien, og terrenget er fylt på for å danne en jevn flate ned mot bygningsfasadene. Ettersom de eldre fundamentene har satt seg, har man også fylt på terrenget. For eksempel ble gaten hevet mellom Nikolaikirkeallmenning og Dreggekaien i 1938, for å unngå stadige oversvømmelser med springflo innenfor den nye kaien fra 1918-24.

For å oppsummere: Utover å være automatisk fredede kulturlag er lagene under verdensarvstedet også verdensarv, og er svært verdifulle. Uønskede endringer av grunnvannet, slik som en grunnvannssenkning, må unngås.

1.1.2 Gammel kaifront

Da de nye kaiene ble bygget rundt 1900 og 1920, ble de lagt delvis over og delvis utenfor de eksisterende kaiene med bryggeskur og vippebommer. Deler av de eldre kaiene ble fjernet, men vi vet ikke hvor mye, og til hvilket dyp. Det er usikkert hvor mye av disse som er igjen langs de ulike delene av Bryggen. Trolig var det mest omfattende fjerning langs søndre del av Bryggen, hvor det er grunnere til berg, og hvor man også sprengte under vann som del av fundamenteringsarbeidet.

Disse 1800-tallskaiene bygger på eldre kaier og strukturer. 1800-tallets kaifront avviker trolig ikke i stor grad fra en kaifront som kan være etablert rundt slutten av middelalderen, men har vært opprettholdt, utbedret og ombygget gjennom mange hundre år f. eks etter brannen i 1702. Som et utgangspunkt vil 1800-tallskaiene representere eldre kulturlag. Øverst og lengst ute mot kaien vil dette være etterreformatoriske strukturer og kulturlag, men dette 1800-tallskaianlegget har en kjerne eller deler fra middelalderen ved tilstrekkelig dybde og avstand fra Vågen. Disse lagene må sees i direkte sammenheng med lagene under Bryggenbebyggelsen (se kap 1.1.1).

1800-talls kaifronten er ikke fredet, men kan betraktes som en grensemarkering. Under og innenfor denne vil man gradvis treffe eldre og mer verdifulle strukturer.



Figur 1-2 Den eldre kaifronten i 1880-årene (Marcus, spesialsamlingene ved universitetsbiblioteket i Bergen, Markus Selmer, ubb-s-096)



Figur 1-3 Søndre del av Bryggen, det senere Murbryggen. Bildet til venstre er fra slutten av 1800-tallet og viser vippebommer og skur på kaiene. Bildet til venstre er oppgitt å være fra 1899. Vippebommer og skur er fjernet, og demontering av kaiene pågår (Marcus, spesialsamlingene ved universitetsbiblioteket i Bergen, Lauritz Johan Bekker Larsen ubb-bros-00763, Gustav Emil Mohn ubb-gem-0201)

1.1.3 Marine kulturlag

Marine kulturlag er spor av menneskelig aktivitet, avsatt på sjøbunn. Utover skipsvrak omfatter Kulturminnelovens § 14 også last og gjenstander som har vært på skip. Havner med funn eldre enn 100 år faller derfor inn under kulturminnelovens vern. I disse marine kulturminneavsetningene er det også påvist gjenstander og materiale fra middelalderen, som faller inn under kulturminnelovens § 4 om automatisk fredede kulturminner. De marine kulturlagene i Vågen er svært funnrrike, og ble kartlagt med ulike metoder av Bergens Sjøfartsmuseum i 2009-2010 [2].

Før de nyere steinkaiene ble etablert utenfor søndre del av Bryggen 1899-1903 og nordre del av Bryggen 1918-1922, ble det mudret for å etablere en sjeté, et fundament for den nye kaifronten. Under de marinarkeologiske i Vågen 2009-2010 ble denne sjetéen tolket å strekke seg 7-8 meter ut fra kaikant utenfor verdensarvstedet. Det har også vært omfattende mudring langs hoper og kaier i Vågen siden senest midten av 1700-tallet. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det kan være rester av marine kulturlag under kaiutvidelsene, innenfor fundamentene til kaifronten [3].

Eventuelle marine kulturlag under kaifyllingene fra rundt 1900 og rundt 1920 omfattes av vern og fredning gjennom kulturminnelovens §§ 4 og 14.



Figur 1-4 Bilde trolig fra tidlig 1920-tall. Den nye kaien utenfor Bryggen er nesten ferdig oppfylt. Et åpent parti gjenstår i nord, nederst i bildet. Til høyre en profil i en 160 cm dyp prøvesjakt i de marine kulturlagene utenfor Murbryggen (Marcus, spesialsamlingene ved universitetsbiblioteket i Bergen, Knud Knudsen & Co., ubb-kk-pan-0007. Bergens Sjøfartsmuseum)

1.2 Beslutningsbehov

1.2.1 Risiko påpekt i KUVA-rapport

I KUVA-rapporten (HIA preliminary rapport 2) [5] er anleggsfase på kaien foran Bryggen vurdert til stor risiko. Risikoen består i:

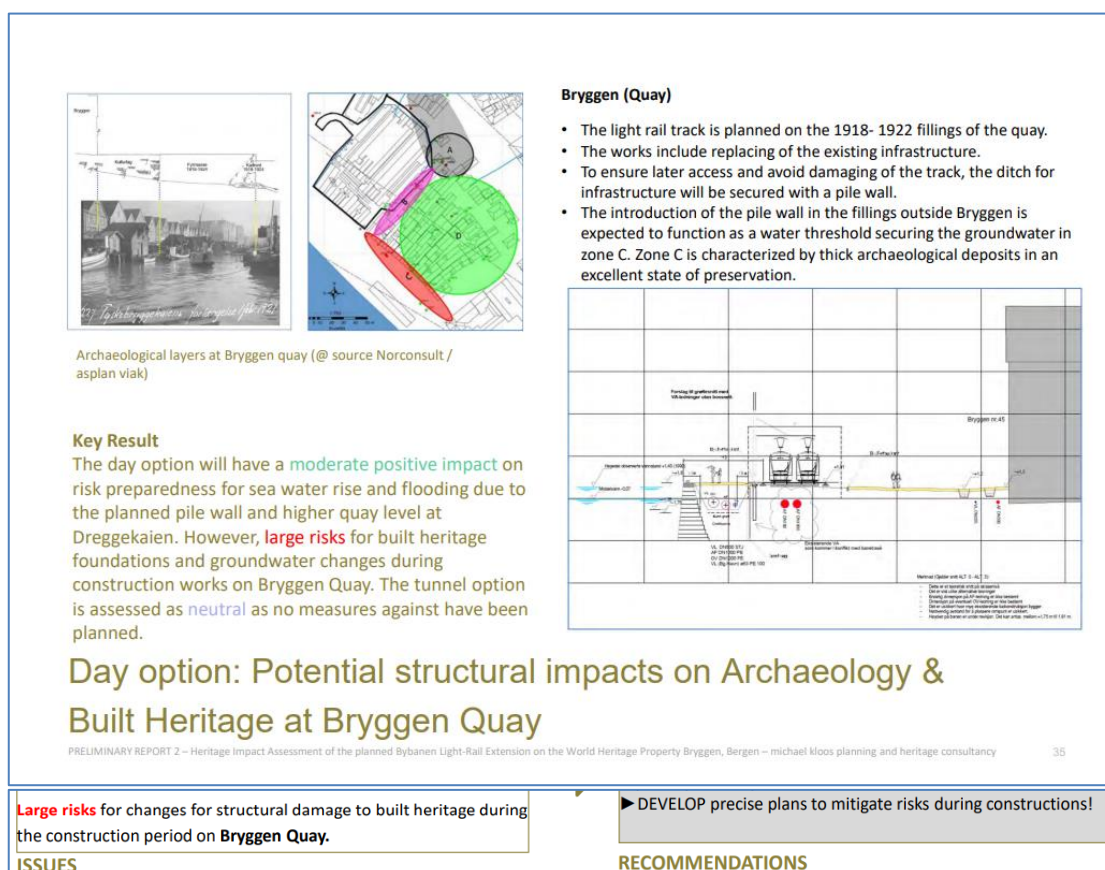
“The day option will have a moderate positive impact on risk preparedness for sea water rise and flooding due to the planned pile wall and higher quay level at Dreggekaien. However, large risks for built heritage foundations and groundwater changes during construction works on Bryggen Quay”

Bekymringen knyttes til anleggsfasen og til endringer i grunnvann og hvordan dette kan virke på kulturlagene som ligger under verdensarvstedet.

Rapportens anbefaling til videre arbeid er å utarbeide en konkret plan, med detaljerte tiltak for å minske risiko i anleggsfasen:

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

Ettersom grunnvannsendringer påpekes med stor risiko legges det til grunn at etablering av spunt er et særlig kritisk moment i anleggsfasen. Fordi inngrepene må sees i sammenheng blir det også vurdert hvorvidt andre tiltak, som infrastruktur, medfører virkninger for grunnvann og kulturminner.



Figur 1-5 Fra KUVA-rapport (HIA preliminary rapport 2)

Formålet med dette notatet er å oppsummere status for arbeidet med løsning langs Bryggen, som et grunnlag for videre arbeid. Finnegården er også en del av verdensarvstedet, men ligger som en enklave lenger sør mot sentrum. Siden kulturlagene under Finnegården vil være beskyttet av terskel som er etablert rundt denne, vurderes anleggsarbeid i umiddelbar nærhet til Finnegården ikke strengere enn «slight negative» i KUVA-rapport. Finnegården blir derfor ikke behandlet i samme detalj som Bryggegårdene i dette notatet.

1.2.2 Presiseringer og KUVA-rapportens forutsetninger

I KUVA-rapport kan vi lese at Zone C, kulturlagene i forkant av bebyggelsen på Bryggen «karakteriseres av tykke arkeologiske kulturlag i en fremragende bevaringstilstand». Dette er en misforståelse. Karakteristikken kan passe til kulturlag under selve bebyggelsen (Zone D), men ikke foran bebyggelsen. Disse kulturlagene er derimot karakterisert av «tykke arkeologiske lag, lav grad av moderne forstyrrelser, påvirket/truet av saltvannsinntrenging gjennom århundrer, de øverste fire meterne har dårlig bevaringstilstand, dypere enn fire meter er det god bevaringstilstand, men ikke fremragende» (Monitoring, Mitigation, Management s. 69 [1], oversatt fra engelsk)

Kulturlagene nærmest anleggsaktivitet er altså ikke i god stand, men derimot delvis i dårlig forfatning. Derfor har tett spunt vært foreslått som en løsning som kan bidra til å bedre

forhold i forkant av bebyggelsen, hvor kulturlagene er i dårligere forfatning enn kulturlagene lenger inne på Bryggen.

Utskifting av infrastruktur (Replacing of infrastructure), er nevnt som et av tiltakene på Bryggen i KUVA-rapporten. Det kan presiseres at eksisterende infrastruktur vil bli liggende under banen. Sanering av denne må gjøres på en måte med minst mulig inngrep, no-dig-løsninger etc. Ny infrastruktur skal etableres ute på kaien og vi bli liggende i større avstand fra kulturlag enn dagens rør fra 1922.

1.3 utfordringer

Utfordringene knytter seg i hovedsak til hvorvidt anleggsaktivitet og inngrep i grunnen vil påvirke grunnvann, og hvordan dette vil virke inn på kulturlag og kulturminner.

I det følgende beskrives de ulike delene av tiltaket, med henblikk på hvordan de kan virke inn på kulturminneverdiene. Dette er en statusbeskrivelse, i arbeidet frem mot reguleringsplan med teknisk forprosjekt.

Notatet slutter med anbefaling og videre tiltak.

2 Beskrivelse av tiltaket

I dette kapitlet gis en kort gjennomgang av planlegging langs Bryggen så langt, før status for ulike delelementer av anlegget blir gjennomgått.

2.1 Reguleringsplan og teknisk forprosjekt så langt

Løsning med bane og en utenforliggende grøft for infrastruktur på den nyere kaien ble beskrevet i konsekvensutredning 2013 med tilleggsdokumenter [6].

I arbeidet med reguleringsplan og teknisk forprosjekt er alternative løsninger vurdert, f.eks. en kulvertløsning, langs Bryggen. Det er valgt å bygge videre på løsningen fra 2013, bl.a. siden det er denne løsningen som gir minst inngrep i grunnen langs Bryggen og utenfor verdensarvminnet. I det videre arbeidet ble det lagt til en spuntløsning mellom bane og grøft for infrastruktur. Dette sikrer grøft i anleggsfase og driftsfase, og gjør at arealbehovet for det samlede tiltaket blir mindre.

I den første KUVA-rapporten, fra 16. oktober 2020, ble det oppfordret til å søke løsninger som kan bidra til bedre forhold for verdensarvstedet, ikke kun å unngå konflikt med kulturminneverdier [4].

Etter dette ble det vurdert at en tilpasset, tett spunt kan fungere som mulig avbøtende tiltak ved å kunne bremse saltvannspåvirkning og tilhørende sulfatpåvirkning på kulturlag i forkant av verdensarvstedet:

Ved å legge infrastruktur langs ytre del av dagens kaifront (1918-1924) og skille denne fra bane og innenforliggende masse med spunt, dannes en barriere mellom infrastrukturen og øvrige masser. Løsningen har utgangspunkt i at den er teknisk fordelaktig. En spuntvegg sikrer arbeidet i anleggsfase og gir senere tilgang til infrastruktur for vedlikehold o.l., uten fare for

undergraving av bybanetrase. Spuntvegg medfører også mindre arealbehov. Grøft og bane kan legges tettere på hverandre, og ligger dermed i større avstand fra bebyggelsen på Bryggen.

Med hensyn til kulturlag har imidlertid løsningen også en annen fordel, hvis den gjøres tett. En tett spuntvegg i grunnen foran verdensarvstedet vil bidra til å redusere tilførsel av sjøvann med sulfater inn til kulturlagene på Bryggen ved flo sjø. Grunnvann vil generelt få lenger strømningsvei (under spuntveggen) og endringer i grunnvannsnivå som følge av flo og fjære vil bli avdempet på innsiden av spuntveggen. Det vil også bli noe høyere grunnvannsnivå på innsiden av spuntveggen avhengig av hvor dypt spuntveggen går. Dagens dreneringsløsning med dreneringsgrøft foran Bryggenfasaden på et visst nivå i grunnen vil videreføres og avpasses med høyde på spunt, for å unngå oppstuvning av grunnvann ved mye nedbør og ved stormflo. Tiltaket vil føre til mindre forvitring av kulturlag grunnet mindre tilførsel av oksygen og sulfat fra sjøvann, noe høyere grunnvannsnivå på innsiden av spunt, og mindre variasjon i grunnvannsnivået foran Bryggen som følge av flo og fjære. Dette vurderes å ha en positiv virkning for verdensarvminnet. Ved stormflo kan fremdeles saltvann komme over spuntveggen. Da vil saltinnholdet på innsiden av spuntveggen bli relativt høyt pga. spuntveggen. I sum vil likevel spuntveggen føre til betydelig mindre tilførsel av sjøvann. Netto resultat vil være positivt, det vil oppstå en ny balanse mellom salt- og ferskvann, hvor en kan forvente et noe redusert saltinnhold i kulturlagene.

Dette gjelder primært sonen like i forkant og under fronten av Bryggenbebyggelsen. Sonen er allerede preget av saltvannspåvirkning, og bevaringstilstand i denne sonen er ikke vurdert som god i de første fire meterne under bakkenivå. Innenfor disse kaifundamentene ligger kulturlagene under selve verdensarvbygningene. I denne sonen er det generelt gode bevaringsforhold. En bedring av grunnvannsforholdene – reduksjon av sulfater og reduksjon av grunnvannsdynamikk – i sonen utenfor Bryggenfasaden vil trolig også bidra til å opprettholde gode grunnvannsforhold under selve bebyggelsen på sikt.

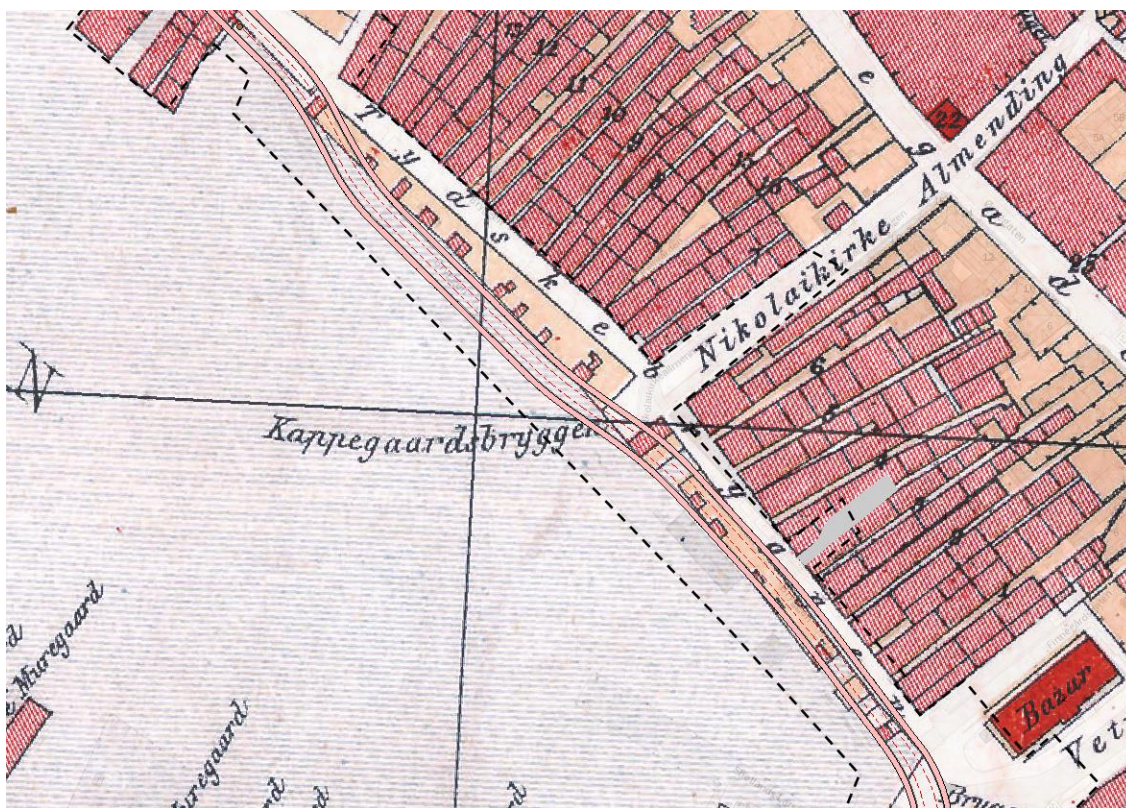
I løpet av det siste århundret er det for frontarealet og frontbygningene på Bryggen antydning setninger på rundt 25 cm, fremst i bygningene gjerne 40 cm [7]. For deler av Bryggen har fundamenter blitt skiftet ut og bygninger hevet. Stabile grunnvannsforhold vil bidra til å redusere nedbrytningsprosesser også av rehabiliterte fundamenter.

Spuntveggen foreslås som åpen spuntvegg langs resten av Bryggen. Dette vil opprettholde dagens gjennomstrømming i massene, og vil være det mest gunstige ved Finnegården og øvrig bebyggelse med kjellere.

I KUVA-rapport (2nd preliminary report) er spunt vurdert å kunne ha en positiv virkning for sikring av grunnvannsnivå når den er plassert, men etablering av spunt og anleggsfase er vurdert å kunne medføre stor risiko. I KUVA-rapporten anbefales det derfor å lage en presis plan for anleggsfase.

2.2 Bane

Bybanen gjennom sentrum 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 ca. 1 meter. Bybanen vil ikke være i berøring med kulturlagene utenfor verdensarvstedet Bryggen, all den tid banen ligger utenfor kaifront fra 1885. Like sør for verdensarvstedet, på nederste del av Nikolaikirkeallmenning, vil banetrase svinge inn over den eldre kaifronten, av hensyn til det vedtaksfredede Skur 11.



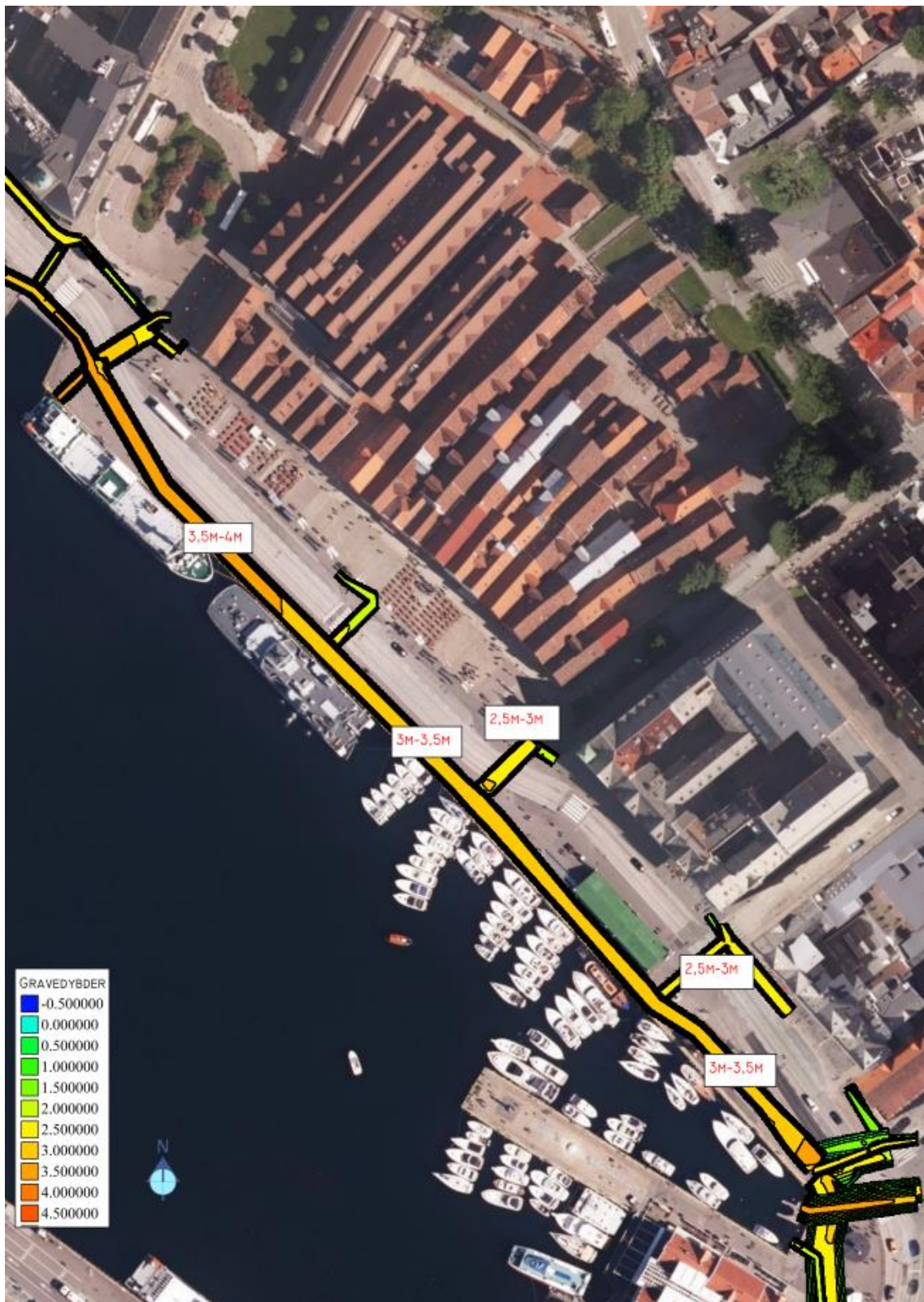
Figur 2-1 Kart fra 1885 med dagens kaifront markert som stiplet linje (planavgrensning). Planlagt trase for bybane er markert med sykkelfelt på hver side, og ligger like utenfor eller i flukt med kaifront fra 1885, noen steder innenfor, på nordre del av Bryggen. Utenfor Murbryggen går den over opprinnelige kaier og hoper

2.3 Infrastruktur

Ny infrastruktur vil legges i grøft utenfor bane, nær kaikant. Grøftedybde strekker seg jevnt fra 3 meter i sør til 4 meter nord på Bryggen. Dybde er bestemt av selvføll og tar utgangspunkt i eksisterende dybder for infrastruktur sør på Bryggen. Grøft vil være i kaifyllingene fra forrige århundre.

Grøften vil graves som våt grøft. Det er usikkert om det ville latt seg gjøre å anlegge tørr grøft i dette området. Dette ville kreve spuntvegg på begge sider av grøft, men en spuntvegg på grøftens ytterside er usikkert om kan anlegges uten å komme i konflikt med eksisterende kaifront. Det er også usikkert hvor tørr grøften ville kunne være, selv med omfattende pumping.

Eksisterende infrastruktur ligger under banetrasé. Denne vil utvikles, metode er ikke bestemt.



Figur 2-2 Grøft for infrastruktur langs Bryggen. Gravedybder er markert



Figur 2-3 Fra etablering av dagens infrastruktur i den nye kaien langs Bryggen, rundt 1920. Dette er under dagens veibane. Byggingen har foregått i våt byggegrop. Her er det brukt en form for spunt på hver side av grøften, men den går trolig ikke dypt, og er avhengig av mye avstiving i gropen (Marcus, spesialsamlingene ved universitetsbiblioteket i Bergen, Ralph L. Wilson, ubb-bs-ok-13232 og -13277 av)

2.4 Spunt

2.4.1 Begrunnelse

Spunt er planlagt for å sikre grøft for etablering av infrastruktur mellom bybane og kaikant. Permanent installert spunt vil sikre senere tilgang til infrastruktur, uten risiko for å undergrave fundamentering for banen. Uten spunt vil det være behov for større avstand mellom grøft og bane, på grunn av sikkerhetskrav til grøfthelling. Formålet med spunt er altså å sikre grøft, og å begrense arealbehovet for bane og infrastruktur, ved å kunne legge dem relativt samlet.

Dette vurderes å være et positivt trekk ved spunt, også ut fra kulturminnehensyn. Ved å begrense arealbehovet for infrastruktur og bane, unngår man å komme nærmere trehusene på Bryggen, eller rester av gammel kaifront fremfor bygningene.

2.4.2 Spunntype

En spunt er en støttekonstruksjon, en vegg, som holder de omkringliggende løsmasser på plass ved graving på land og i sjø. Teknikken er gammel, det finnes en rekke ulike metoder for spunting. De ulike metodene har forskjellige egenskaper som er overlappende.

Planlagt spunntype er rørspunt. Spunntypen består av rør som bores ned i grunnen, for å redusere vibrasjoner. Dette er i motsetning til tradisjonell nålespunt, som består av plater som

slås eller rammes ned i grunnen. Løsningen med rørsputt planlegges fordi dette er metoden man bruker når rystelser skal unngås.

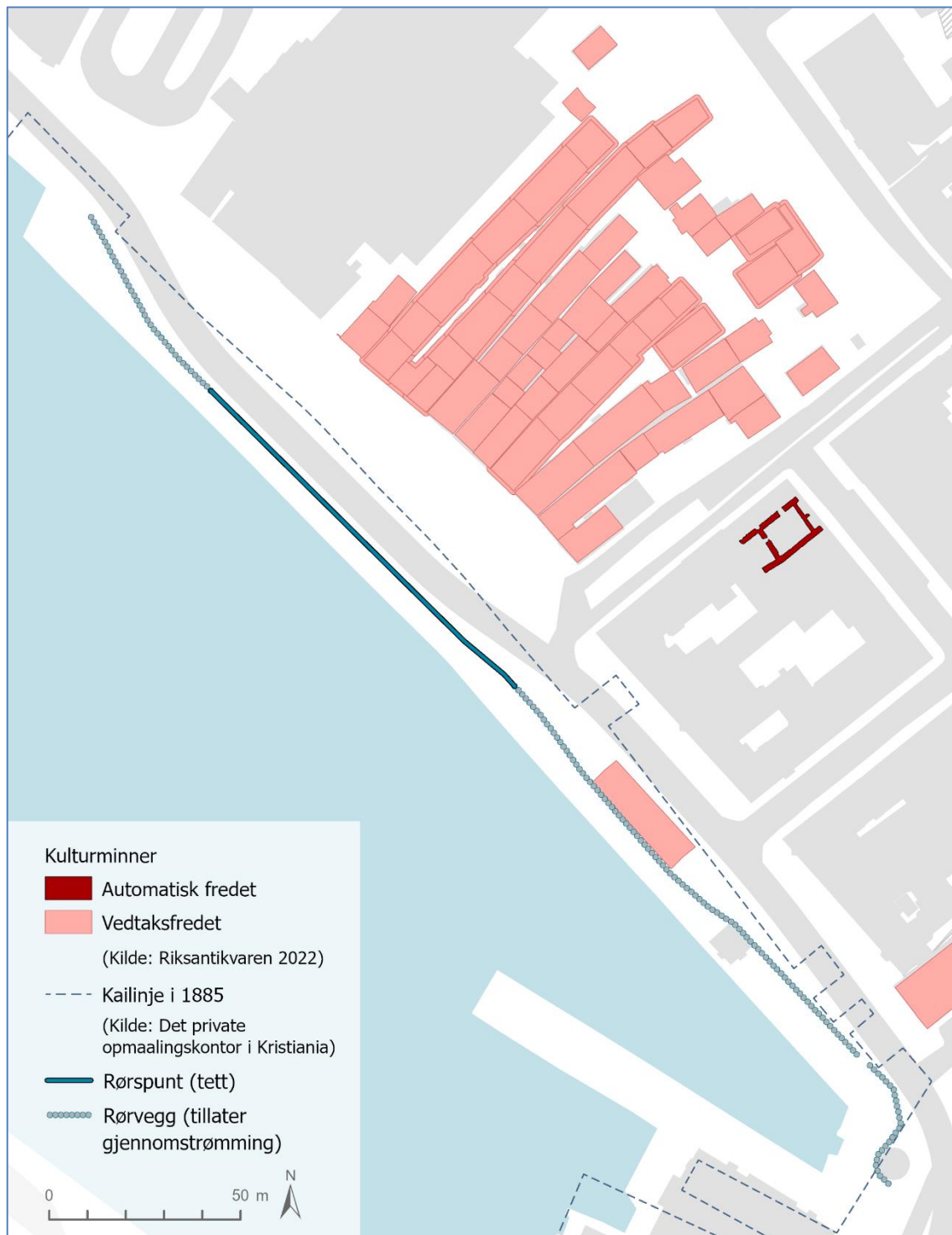
Planlagt spunt vil etableres som en uavstivet spunt, såkalt svevespunt. Svevespunt vil da bestå av rør som bores tilstrekkelig dypt nok ned i grunnen til å holde tilbake de massene som situasjonen krever. Dette krever rør av større dimensjoner og dypere boring. Vi anbefaler imidlertid ikke å bruke en avstivet spunt, selv om denne krever mindre dimensjoner. En avstivet spunt forankres i grunnen bak spuntveggen med skråstilte rør som festes, f.eks. med innsprøyting av betong. Slike forankringer vil kunne gi nærføring eller konflikt med kulturlag.

Deformasjonsmodellering viser at svevende rørsputt med en diameter på 400 mm vil kreve 10 meter dype rør langs en 4 meter dyp grøft langs Bryggen. En forankret rørsputt krever bare 6 meter dype rør med 270 mm diameter langs en 4 meter dyp grøft langs Bryggen, men ville hatt en forankring som gikk relativt dypt i terrenget bak spunten.

Spuntveggen kan utføres enten som rørvegg som består av individuelle rør med avstand imellom, eller som en tett rørsputt hvor rørene er låst sammen. Det kan altså velges om spunten skal være åpen eller tett. Hvis rørsputt etableres som sammenhengende vegg, vil dette danne en barriere som bremser grunnvann i bakkant, både i anleggsfase og driftsfase. Hvis rørsputt etableres med mellomrom, altså som en rørvegg, vil den fremdeles tjene sin funksjon som er å holde masse på plass bak spunten, men den vil ikke bremse vanngjennomstrømming i betydelig grad.

For å oppsummere om spunttyper:

Vi anbefaler rørsputt, denne bores ned i grunnen, og unngår rystelser. Rørsputten vil være svevende, altså uten forankring. Dette krever større dimensjoner og dybder på rør, men vi unngår forankring i retning av kulturlagene mot Bryggen. En rørsputt kan anlegges som tett vegg, eller med individuelle rør som bidrar til å opprettholde dagens vanngjennomstrømming i massene. Vi anbefaler at spuntveggen er tett utenfor verdensarvområdet, men at den ikke er tett langs søndre del av Bryggen, som ved Hanseatisk museum



Figur 2-4 Spunt langs Bryggen. Foran verdensarvstedet er det en tett rørspunt som bremser vanngjennomstrømming, siden vannet må gå under spunten. De øvrige stedene, som foran Finnegården, er det en rørvegg som bidrar til å opprettholde dagens gjennomstrømming. Kartet viser trasé for bybanen, og kailinje slik den fremsto i 1885



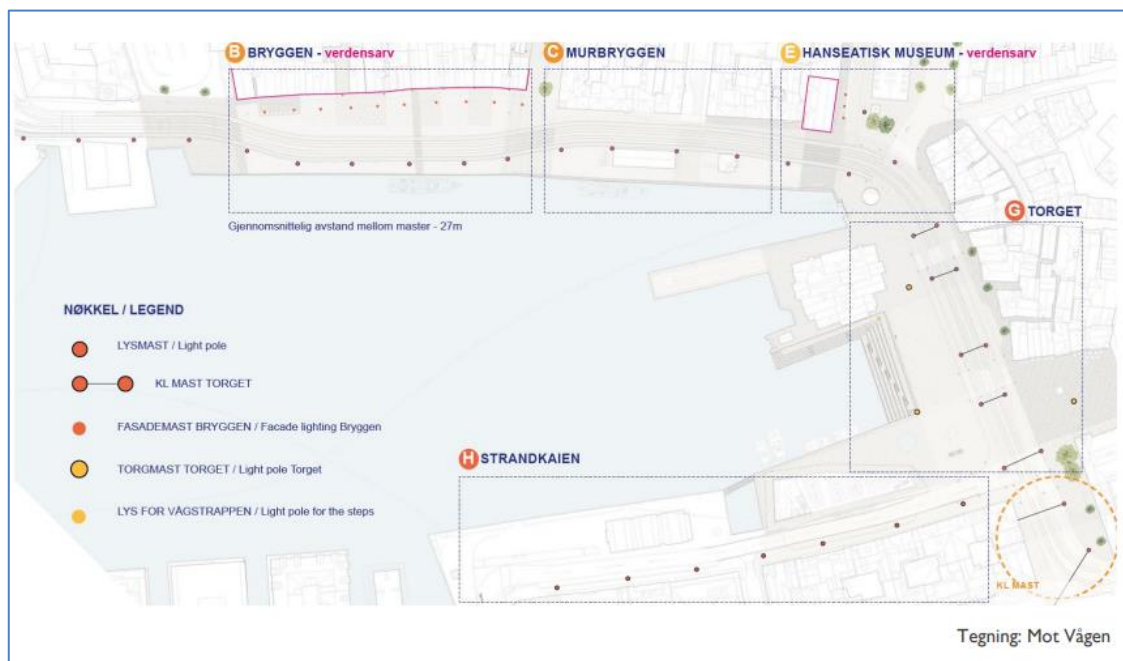
Figur 2-5 Rørspunt. Øverst en rørvegg, en åpen rørspunt. Massene holdes tilbake, men en slik spunt er ikke vanntett. Nederst til venstre tett rørspunt. Til høyre tett rørspunt som er forankret. Forankring bores på skrå ned i terrenget i bakkant av spunt og festes, for eksempel gjennom innsprøyting av sement (Statens vegvesen, bypakke Bodø, RUUKKI)

2.5 Master

Det er nå vedtatt at bane skal gå på batteri langs Bryggen. Det er dermed ikke lenger behov for master for kontaktledningsnett. Dette er generelt større master som stiller strenge krav til fundamentering. Det vil imidlertid bli master for belysning av bane og sykkelvei, samt belysning av Bryggen, noenlunde tilsvarende som i dag.

Fra Bryggen sør til nord vil det bli 13 master på ytterside av bane med sykkelvei, med om lag 27 meters mellomrom. Tre av disse mastene vil være foran verdensarvstedet. Disse er planlagt med en fundamentering på 1,5 m. Dette vil være i de nyere kaifyllingene.

I tillegg vil det være 10 fasademaster i forkant av bebyggelsen for belysning av Bryggen, om lag halvparten av disse foran selve verdensarvstedet. Disse er planlagt med en fundamentering på 1 meter.



Figur 2-6 Plassering av master for belysning langs Bryggen [8]

2.6 Anleggsfase

Anleggsarbeidet for Bybanen gjennom sentrum vil være omfattende, og vil vare i ca. 8 år. Dette vil ikke gjøre sentrum til et sammenhengende anleggsområde, men gi forskjellige anleggsområder for ulike faser langs traseen.

Anleggsarbeid på Bryggen er planlagt å komme i hovedfase 2 av anleggsperioden. Trafikken på Bryggen er da lagt om til Øvregaten og Nye Sandviksvei / Øvre Dreggsallmenning. Bryggen vil være fri for trafikk, utover varelevering som vil foregå nærmest bebyggelsen.

Arbeidet på Bryggen innledes med etablering av spunt og graving av grøft for infrastruktur. Løsning for massehåndtering er ikke endelig avgjort, men etter alt å dømme vil masse fra grøftene legges på lekter i Vågen, og avrenning renses lokalt. Alternativt må massene fraktes bort på lastebiler.

Rørvegg hvor spunt bores ned i grunnen vil etableres med borerigg. Det finnes ulike typer borerigger. En slik rigg kan veie 20-25 tonn, i overkant av tillatt vekt på en større buss. Med belter vil likevel en slik maskin ha lavere marktrykk.

Grøft vil graves langs ytterside av spuntvegg mot sjø, når spuntveggen er satt ned. Endelig plan for graving er ikke fastsatt, men det graves våt grøft i korte etapper om gangen. Rør legges i grøft før denne fylles igjen, og prosessen gjentas langs grøftetrase. Dette vil gi åpne grøfter i lengder på f. eks 10-15 meter som står åpne noen uker hver, mens all infrastruktur i dem etableres.

Trolig vil belastning på kaiområdene være lavere enn dagens situasjon med gjennomgangstrafikk, som også omfatter tungtrafikk. Anleggsområde forutsettes imidlertid å omfatte hele området mellom kai og bebyggelse på Bryggen, bortsett fra det innerste arealet ved bygningene, avsatt for varelevering og gangveg.

Etter etablert infrastruktur følger en mellomfase hvor gjennomgangstrafikk går over Bryggen i dagens trasé. Dette er nødvendig under arbeidet av Fløyfjellstunnelens forlengelse, i faser der dagens tunnel må stenges for sammenkobling. I slike faser vil det gå mer trafikk gjennom sentrum enn normalt.

Deretter vil spor anlegges på Bryggen i dagens vegareal. Det er i all hovedsak dagens vegareal som vil bli brukt som anleggsområde. I denne fasen vil deler av dagens utearealer på innsiden av vegen være tilgjengelige for publikum, men stengt for gjennomgangstrafikk.

Etter at spor er lagt skal hele Bryggen gis en standardheving i form av et brosteinsdekke. Dette arbeidet vil kunne tas suksessivt på mindre avstengte områder av gangen.

Det kan påpekes at Bryggen ikke vil være stengt kontinuerlig gjennom anleggsfasen, men etter behov ut fra hvilke tiltak som skal gjennomføres. Den mest krevende perioden for kulturminners del vurderes å være i fase 2, med etablering av spunt og stor infrastruktur. Da vil anleggsområdet ta størst areal på Bryggen. Planlegging av anleggsfaser og anleggsområder er fremdeles under arbeid.

3 Vurdering av virkninger på kulturminneverdier i grunnen

I det følgende vurderes det hvorvidt de ulike tiltakene som medfører inngrep i grunnen vil virke inn på kulturminneverdiene, også indirekte, gjennom påvirkning av grunnvann. Gjennomgangen vil ha fokus på anleggsfase.

3.1 Bane

Som beskrevet i kap 2.2 kreves gravedybde på omlag 1 meter for Bybanens skinner med fundamentering på lettere tilfylte bærelagsmasser. Bybanen vil ikke være i berøring med kulturlagene utenfor verdensarvstedet Bryggen, all den tid banen ligger utenfor kaifront fra 1885. Like sør for verdensarvstedet, på nederste del av Nikolaikirkeallmenning, vil banetrase svinge inn over den eldre kaifronten. Som beskrevet i kap. 1.1.2 vet vi ikke hvor mye som er fjernet av disse eldre kaikarene. Basert på øvrige observasjoner kan vi imidlertid regne med at eventuelle spor av 1700-talls kaien vil ligge dypere enn 1 meter under overflate, altså dypere enn banefundamentering.

Etablering av Bybanespor vil skje i en senere fase av anleggsperioden, behov for anleggsområde vil være relativt lite, i hovedsak området for dagens veg og fortau.

Etablering av bane med fundamentering vil ikke komme i konflikt med middelalderske kulturlag, marine kulturlag, eller påvirke grunnvann. Dette vurderes å ikke medføre ytterligere risiko for kulturminneverdier i anleggsfase.

3.2 Infrastruktur

Ny infrastruktur vil legges i grøft utenfor bane, nær kaikant. Grøftedybde strekker seg jevnt fra 3 meter i sør til 4 meter nord på Bryggen. Dybde er bestemt av selvføll og tar utgangspunkt i eksisterende dybder for infrastruktur sør på Bryggen. Grøft for infrastruktur vil ikke komme i konflikt med kulturlag langs Bryggen.

Det er planlagt å grave og anlegge infrastruktur i våt grøft. Fra et kulturminnehensyn er dette positivt. En unngår risiko for å drenere kulturlag i nærliggende områder. Graving i våt grøft kan imidlertid bidra til noe raskere gjennomstrømming av saltvann inn mot grunnvann fremfor og under Bryggen. Denne påvirkningen vil imidlertid være begrenset. Det er anslått at grøft vil være åpen i 10-15 meters lengde i anslagsvis et par uker om gangen. Det er altså ikke en lang sammenhengende grøft som står åpen over lang tid og bidrar til raskere infiltrasjon av saltvann til kulturlag innenfor.

Hvor stor denne påvirkningen vil være er vanskelig å vurdere. Før sto de gamle trekaiene i direkte kontakt med sjøen. De nye kaiene som ble bygget rundt 1900 og 1920 har nødvendigvis allerede fungert som en brems for saltvannspåvirkning gjennom det siste århundret, selv om både de yngste kaifyllingene, men også de eldre, er permeable og leder sjøvann effektivt. Sulfatpåvirkning går fra kaien og inn under de fremste bygningene på Bryggen i dag, hvor salinitet er målt i målebrønner. I perioder med mye nedbør går salinitet ned [7]. En midlertidig åpning av grøft i korte strekk i korte perioder forventes ikke å øke salinitet utover hva som er naturlige variasjoner inne i verdensarvstedet.

Hvorvidt grøfteåpningene kan føre til at grunnvannet i økt grad responderer på flo og fjære, kan vi få bedre kunnskap om gjennom beregninger basert på ny grunninformasjon (se kap 4.1). For eksempel er ikke flo- og fjærepåvirkning merkbar på grunnvannet i piezometer ved borepunkt DST-813 ved Nikolaikirkeallmenning 5, ca 70 meter fra kaifront. Verdensarvstedets bygningsfronter ligger om lag 40-43 meter fra kaifront. Vi kan få økt kunnskap om massenes vannledningsevne fremfor verdensarvstedet gjennom supplerende grunnundersøkelser.

Etablering infrastruktur, graving av grøft langs Bryggen, vil ikke komme i konflikt med middelalderske kulturlag eller marine kulturminner. En eventuell virkning på vanngjennomstrømming i anleggsfasen vil være svært begrenset og kortvarig. Vurderes å ikke medføre ytterligere risiko for kulturminneverdier i anleggsfase.

3.3 Spunt

Valg av spunttype er i stor grad gjort av hensynet til kulturminneverdier. Som beskrevet i kap. 2.4 er det valgt svevende spuntvegg av rørspunt. Løsninger som påvirker kulturlag gjennom rystelser eller forankring er valg bort. Valgt løsning innebærer imidlertid større dimensjoner og dybde på spuntvegg. Det er anslått 10 meter dype rør.

Ettersom det graves i våt grøft ved etablering av infrastruktur, vil spuntvegg ha svært begrenset virkning på vanngjennomstrømming i anleggsperioden. Utenfor verdensarvstedet vil en tett spuntvegg kunne gi noe forsinkelse på vanngjennomstrømming, men vann vil fremdeles strømme under spunten som ikke vil gå ned i fast fjell. Øvrige steder langs Bryggen vil spunten tillate gjennomstrømming mellom rørene i spunten, tilsvarende dagens situasjon.

Rør som blir boret 10 meter ned fra dagens kai vil gå om lag 8 meter ned under havnivå. For store deler av Bryggen vil dette trolig være gjennom fyllmasser som ble anlagt for rundt 100 og 120 år siden, og ned i opprinnelig sjøbunn. På denne sjøbunnen har det vært marinarkeologiske kulturlag. Det er usikkert hvor mye som er bevart av disse lagene, se kap. 1.1.3.

Eventuelle spor av marine kulturlag kan påvirkes av tiltaket hvis spunt går tilstrekkelig dypt, altså gjennom de om lag 100 år gamle fyllingene. Marine kulturlag har hittil ikke vært

observert gjennom totalsonderinger og prøvetaking langs Bryggen, men har heller ikke vært en prioritert geoteknisk vurdering.

Bedre kunnskap om slike lag kan kanskje oppnås ved arkeologisk undersøkelse av skovlbor, eventuelt annen prøvetaking, ved nye grunnundersøkelser.

Etablering av spuntvegg vil ikke være i konflikt med middelalderske kulturlag. I anleggsfase med graving i våt grøft, vil ikke spuntveggen påvirke grunnvann i nevneverdig grad, og dermed ikke skade middelalderske kulturlag indirekte gjennom endringer i grunnvannsnivå. Imidlertid kan boring av spuntrør medføre konflikt med marine kulturlag. Denne problemstillingen følges opp i kap. 4.1.

3.4 Master

Master for belysning langs ytterside av sykkelvei og bybanetrasé er planlagt med standard 1,5 meter dyp fundamentering. Dette er i de nye kaifyllingene og vil ikke være i konflikt med kulturminner i grunnen.

De 10 fasademastene i forkant av bebyggelsen, om lag halvparten foran selve verdensarvstedet, er planlagt med standard fundamentering på 1 meter.

Dette vil trolig ikke medføre konflikt med de eldre kaifundamentene, da overflate har vært skiftet en rekke ganger fremfor bebyggelse. Generelt vil det likevel være en fordel med grunnere løsninger i dette området. Foreløpig er fundamenteringsbehov for disse mastene beregnet ut fra tabell. Ved detaljprosjektering i senere faser vil det være mulig å finne grunnere løsninger.

Imidlertid medfører ikke nedsetting av disse mastene noen ytterligere konflikt med grunnvann eller middelalderske kulturlag i anleggsfase.

4 Videre arbeid - identifiserte problemstillinger

Sammen med hevet kainivå ved Dreggekaien ble en tett spuntvegg vurdert til «moderate positive impact on risk preparedness for sea water rise and flooding moderate positive impact». Tett spuntvegg foran Bryggen er vurdert til å kunne ha en positiv effekt for grunnvannsbalanse foran verdensarvstedet.

Imidlertid er risiko for å forstyrre grunnvannssituasjon og dermed kulturlag under verdensarvstedet under anleggsfasen vurdert til «large risks for built heritage foundations and groundwater changes» i KUVA-rapporten.

Anleggsfase er ikke fullstendig klarlagt, men en gjennomgang av de ulike elementene i tilknytning til Bybanen sett opp mot kulturminneverdier viser at tiltakene ikke vil ha omfattende virkninger på kulturminner i anleggsfasen. Gjennom planarbeidet og utvikling av løsninger har det også vært sterkt fokus på å utforme tiltakene slik at de skal ha minst mulig negativ effekt på kulturminner langs Bryggen. Et unntak er imidlertid spuntløsningen. Vi har lagt til grunn en spuntløsning som ikke gir rystelser ved nedsetting, og ikke har forankring inn mot kulturlagene under de gamle kaiene. Ulempen er imidlertid at løsningen krever rør av store dimensjoner. Dette kan medføre konflikt med marine kulturlag under fyllingene fra

begynnelsen av forrige århundre. Dette er en problemstilling som kan følges opp gjennom ytterligere grunnundersøkelser, hvor en kan se om marine kulturlag kan påvises.

Spunt vil anlegges som tett vegg utenfor verdensarvstedet, men åpen løsning langs resten av Bryggen. Dette vil bremse saltvannspåvirkning foran trekken på Bryggen, men opprettholde dagens gjennomstrømming i massene foran resten av Bryggen. Dette er ønskelig foran Finnegården, hvor grunnvannsnivå og reduksjon av sulfater fra sjøvannet håndteres lokalt med en egen terskel rundt bygningens fundamenter. I anleggsfasen vil imidlertid ikke grunnvannsnivå endres nevneverdig hverken langs tett eller åpen spuntvegg, så lenge grøftegraving utenfor spuntten skjer i våt grøft. Dessuten vil grøft bare være åpnet i kortere strekk i kortere perioder.

Etablering av bane, grøft for infrastruktur og fundamenter for belysning, medfører inngrep i grunnen, men i avstand fra gammel kaifront og kulturlag utenfor verdensarvstedet. Anleggsfasen medfører virksomhet av tunge maskiner, men det vurderes at samlet belastning blir lavere enn ved dagens gjennomgangstrafikk, som også omfatter tungtrafikk. Vi anbefaler imidlertid å begrense den tyngste aktiviteten til kaiområdet, og legge begrensede føringer for anleggsvirksomhet på arealet innenfor dagens kjørebane.

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 Grunnundersøkelser

Det gjennomføres ytterligere grunnboringer med undersøkelser av grunnforhold langs Bybanetraseen i sentrum. Det er tidligere gjennomført 6 boringer langs Bryggen, i kai-arealene som ble fylt ut rundt 1900 og rundt 1920. I de nye undersøkelsene er det lagt opp til 8 nye punkt på strekningen fra Dreggsallmenning til Rundetårn. Et punkt er planlagt ved spunt utenfor verdensarvstedet. Ytterligere tre punkt er planlagt langs søndre del av Bryggen, med nærhet til Finnegården. Flere punkt er planlagt innenfor de nyere kaiene. Her kan piezometere gi oss bedre kunnskap om hvordan vannstand i Vågen påvirker grunnvannet lenger inne. Dette vil gi oss økt kunnskap om tidevannspåvirkning og vannledningsevne fra kai og innover mot Bryggenbebyggelsen.

Undersøkelsen tas sikte på å gjennomføres i mai/juni. Søknader er nå inne til behandling hos nødvendige instanser, deriblant Riksantikvaren og Bergens Sjøfartsmuseum, for tillatelse til inngrep i fredet bygrunn.

Det er forventet at det stilles krav om arkeologisk observasjon ved de nye undersøkelsene, dette kan fortelle om eventuelle marine kulturlag fremdeles er bevart under kaifyllingene fra begynnelsen av forrige århundre.

4.2 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 knyttet til anleggsfase foran Bryggen, samt øvrige problemstillinger knyttet til arbeide i grunnen og kulturlag, som i Sandbrogaten.

Gruppen hadde et innledende møte onsdag 23 feb. 2022 som er fulgt opp med to møter. Ytterlige to møter er planlagt.

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.

4.3 Anleggsfase på Bryggen

Som beskrevet over vil arealene langs Bryggen bli anleggsområde i større og mindre grad gjennom anleggsperioden for Bybanen gjennom sentrum. Som en forholdsregel anbefales å utarbeide føringer for bruk av de ulike arealene på Bryggens frontareal som anleggsområde, med mål å begrense tyngre belastning i de innerste delene av arealet.

Dette kan følges opp gjennom planbestemmelser eller i miljøoppfølgingsplan.

4.4 Avvikling av eksisterende infrastruktur

2x1000 mm avløpsrør ligger under planlagt bybanetrase og skal erstattes av ny infrastruktur lenger ute på kaien. Det anbefales å finne en «no-dig»-løsning for avvikling av disse rørene, for å unngå graving nær Bryggen.

4.5 Master for belysning

Master for belysning er hittil planlagt med standard fundamentering. Dette medfører 1,5 meter ute på nyere kaifront, og 1 meter nærmere Bryggens fasader. Sistnevnte kan teoretisk komme i berøring med eldre kulturlag. Det bør vurderes å utarbeide alternative fundamenteringsløsninger for de innerste mastene.

Kilder

- [1] Riksantikvaren (2015). Monitoring, Mitigation, Management, The Groundwater Project – Safeguarding the World Heritage Site of Bryggen in Bergen. Eds Rytter, J. and Schonhowd, I. <https://ra.brage.unit.no/ra-xmlui/handle/11250/300104>
- [2] Nøttveit, O.-M. og Wammer E. U. 2010: Rapport fra marinarkeologisk forundersøkelse i Vågen, Bergen 2009-2010. Bergens Sjøfartsmuseum
- [3] 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
- [4] 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-skissefasen/fagnotat-oppsummeringsrapp/hia-bryggen-preliminary-report_20201016.pdf
- [5] 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-asane/dokumenter/hia_bryggen-preliminary-report-il.pdf
- [6] Bergen kommune: Bergensprogrammet: Konsekvensutredning – Bybanen til Åsane <http://bergensprogrammet.no/bybanen/utredning-og-dok>
- [7] Øyen B.-H. og Dunlop R. (2021) Om Bybanen – Barriere og kulturlag. I årbok 2020 Stiftelsen Bryggen og Bryggens venner s. 52-56 https://issuu.com/mediehusetbergen/docs/a_rbok_2020_bryggens_venner_0106
- [8] Bergen kommune 2022: Byromsutforming Bryggen – Torget. Utkast 07.04.2022 [Bergen kommune - Byromsutforming, Bryggen – Torget](#)