Refleksjoner om setning og setningsutviklingen på Bryggen[1]

Bernt-Håvard Øyen,

Direktør, Stiftelsen Bryggen

Bystyret i Bergen har i desember 2021 – inntil videre - vedtatt at trasé for bybane og sykkelrute fra sentrum til Åsane skal gå over Bryggens frontarealer. Stiftelsen Bryggen jobber daglig med problemstillinger knyttet til ustabil byggegrunn og store setningsskader på Bryggen, der fundamentene, mye av bygningsstrukturene og infrastruktur bl.a. sprinkel-anlegg, vann- og avløpsrør, skades. Dette fører til kostbare reparasjoner og omfattende istandsettinger. At det vil være uproblematisk å føre frem og drifte en bybane på Bryggens frontarealer mener vi derfor er urealistisk. Og setningsutfordringene kommer i tillegg til de innvendinger vi har om tiltaket bl.a. i forhold til barriereeffekter, kulturminnets lesbarhet og trafikksikkerhet for besøkende til verdenskulturminnet. I det følgende vil jeg gjennomgå en del av det fagmessige underlaget som foreligger om setningsutvikling på Bryggen. Basert på KU (2013) og senere tilleggsutredninger (frem til desember 2021) vil jeg forsøke si litt om hvordan setningsspørsmål for Bryggens frontarealer er behandlet.

Bryggen – historien om tilkomsten til Vågen og sjøen

En rekke arkeologiske arbeider, grunnundersøkelser og grunnboringer i forbindelse med tiltak, bl.a. fremføring av vann- og avløp, nedsetting av kummer, overvannrør, el-kabler og ledninger, fiber, flytting av vei- og jernbanespor, stabilitetsundersøkelser av masser, overvåkning av grunnvanns- og miljøbrønner, oppmålingsarbeider samt stratigrafiske studier, har gitt en del holdepunkter omkring lag og masser på Bryggens frontområde. Kvantitative undersøkelser og overvåkning utgjør også et viktig grunnlag for bl.a. å modellere vannets bevegelse i strandsonen. Flere spørsmål knyttet til grunnvannets bevegelse på og rundt Bryggen er bl.a. blitt behandlet av Golmen (2005) og de Beer (2019), men som sistnevnte avhandling påpeker, vannbevegelsene i fronten av Bryggen er svært komplekse og ordentlige dybdeanalyser og synteser mangler.

Mens man for bakre og midtre sone av Bryggen (under bygningene) har flere arkeologiske undersøkelser og ikke minst de store utgravingsarbeidene i branntomten fra 1955-1968 å vise til, er det gjennomført relativt få arkeologiske utgravingsundersøkelser i det eldre kai- og bryggefrontområdet (Dunlop pers. medd, Øyen & Dunlop 2021).

De indre, sørlige deler av Vågen og arealene rett på utsiden av stenkaien (sone 3) blir marin-arkeologisk gjerne beskrevet som et av Nord-Europas rikeste områder, med høyt potensial for funn av kulturminner og gjenstander fra middelalder (og mulig fra Vikingtid), og gode bevaringsforhold (jfr. Nøtveitt 2010).

I forhold til de samferdselstiltak- og tilstøtende tiltak som planlegges og ikke minst i forhold til forventede endringer i havnivået (Fig. 3), er det bl.a. viktig å få analysert og klarlagt massenes luft- og vann-gjennomstrømning, infiltrasjon, vannkvalitet og dreneringsforhold. I dette bildet inngår også setningsutvikling over tid. Selv om det er kvartære avsetninger i strandsonen med mektige organiske lag over som er hovedbildet på Bryggen, er poretrykket i underliggende berggrunn en viktig indikator på grunnvannet.

[1] Notat fra BHØ, Stiftelsen Bryggen, til «Bybanegruppen», versjon 3 per 7.6-2022

Setninger - hvorfor et problem for bygninger og infrastruktur?

Setninger i grunnen kan innebære betydelige problemer ved utbygging av vei eller jernbaneanlegg på bløt grunn. Ujevne setninger som oppstår etter at et nytt anlegg tas bruk vil forringe banens geometriske standard. Ujevne setninger på grunn av mer laster på grunnen eller grunnvannssenkning vil bl.a. øke behovet for sporjustering. Moderne jernbaneanlegg har stiv linjeføring og har høye krav til justeringsstandarden for sporet (Bane-Nor 2021).

For baneanlegg er det særlig differanse-setninger som er kritisk. Brå overganger i grunnforhold kan gi store setningsforskjeller både på tvers og langs av sporet og mellom spor og mastefundamenter. Høydefeil og vindskjevhet vil kunne oppstå. Dette vil gi økt behov for overvåking og justering av sporet, og kan gjøre det vanskelig med rasjonell drift. På områder med bløt grunn har det mange steder derfor vist seg nødvendig å benytte peling til fast fjell. En setningsanalyse for jernbanekonstruksjon på bløt grunn krever inngående kunnskap om beliggenhet og mektighet av jordlagene; særlig viktig er det å ha kunnskap om bløte lag og drenerende lag samt deres fordeling. Lagdeling og mektighet av jordlag bestemmes ved tradisjonelle grunn-undersøkelser i form av boringer og systematisk prøvetaking. Jordas setningsparametre bestemmes i laboratoriet ved ødometerforsøk. Ødometeret gir en en-dimensjonal deformasjonstilstand som riktignok er en forenkling av virkeligheten, men samtidig tilpasset de vanligste beregningsmodeller for setninger. Disse problemstillingene må besvares:

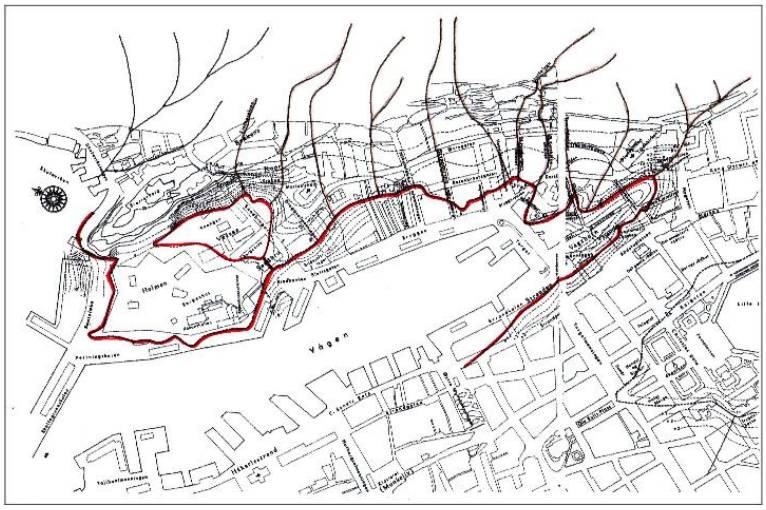
- forventet tidsutvikling av differanse-setninger på langs og på tvers av sporet
- forventet utvikling av setningsforskjeller mellom mastefundamentene og sporet

Det har vist seg meget vanskelig å gi sikre prognoser for differansesetninger. Nøyaktigheten i bedømmelsen vil imidlertid avhenge sterkt både av hvor omfattende grunnundersøkelser som gjøres, og hvilke setningsanalyser som blir utført.

Setninger, slik vi har observert på Bryggen de siste 60-100 år, men også åpenbart en utfordring i tidligere tider, vil fremover skape vanskeligheter for den langsiktige bevaringen av bygninger og infrastruktur, men også for overflatedekker, møblering, mastefundamenter mv. Oksidasjon av de mektige organiske lagene medfører en fare for forvitring og tap av viktige kulturminner i grunnen og over bakken. Store og ujamne setninger og krypsetninger svekker også grunnlaget for selve bolverksfundamenteringen, hvilket er alt annet enn ønskelig. Dette var da også en beveggrunn for «Grunnvannsprosjektet» på Bryggen» i perioden 2012-2015 (Rytter & Schonhowd 2015). Hovedutfordringene - som det gjentakende pekes på i prosjektet - er at det i tidens løp har vært gjort omfattende utbygginger og tiltak, bl.a. gravearbeider, masseutskiftning og bygging av spuntvegger, som har forårsaket svært uheldige og til dels store følgeskader og med negative effekter på Bryggens strukturer. Bolverksfundamentene har partielt fått råteskader og har forvitret, med uheldige følgeskader (jfr. RA 2008). Det må tilføyes at verken omfattende miljøovervåkning eller ulike tiltak (regnbed, fordeling av overflatevann til særskilte områder) har klart å kompensere eller gjenopprette tidligere skader på Bryggen.

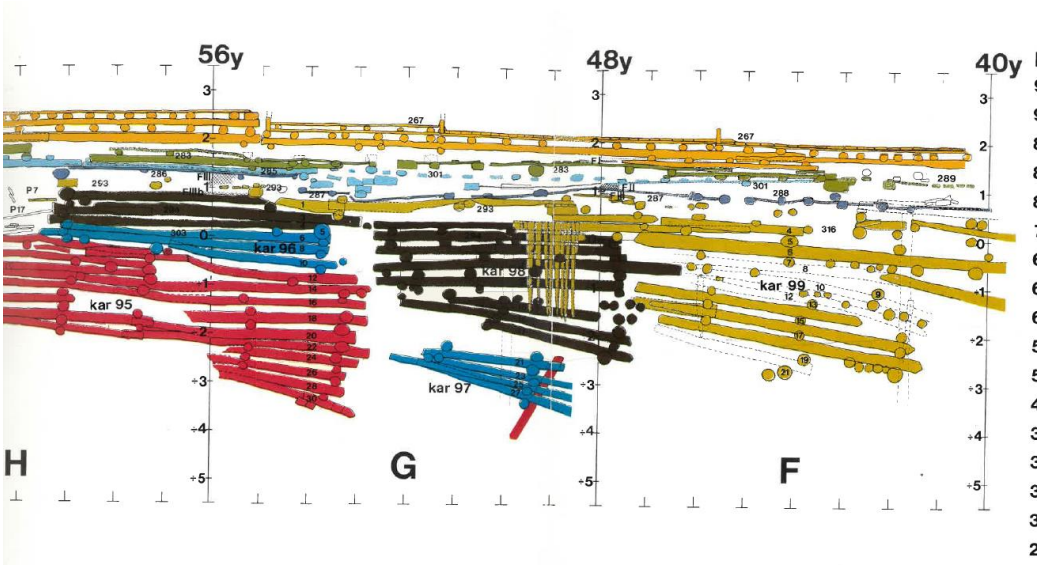
Opprinnelig strandlinje og fremtidig havnivå

Vågen nådde ved byens tilblivelse for om lag 950 år siden en god del lengre inn på land enn den gjør i dag, men forholdet mellom naturlig hav- og landnivå har i tidens løp ikke endret seg vesentlig, neppe mer enn 20 cm. Null-linjen eller strandlinjen, dit sjøen nådde ved middelvannstand, lå for ca. 1000 år siden omtrent på dagens kotehøyde 2,8-3,0 m (NN 2000) tilsvarende midt i dagens «Bryggestredet» (Hansen 1994, Figur 1). Sporene etter «Kong Sverres kai» i bakre deler av det som senere ble Søstergården og Bugården viser et kaianlegg for mindre fartøy med kjøl som maksimalt rakk 1,4 m ned fra kaikanten (Herteig 1962).

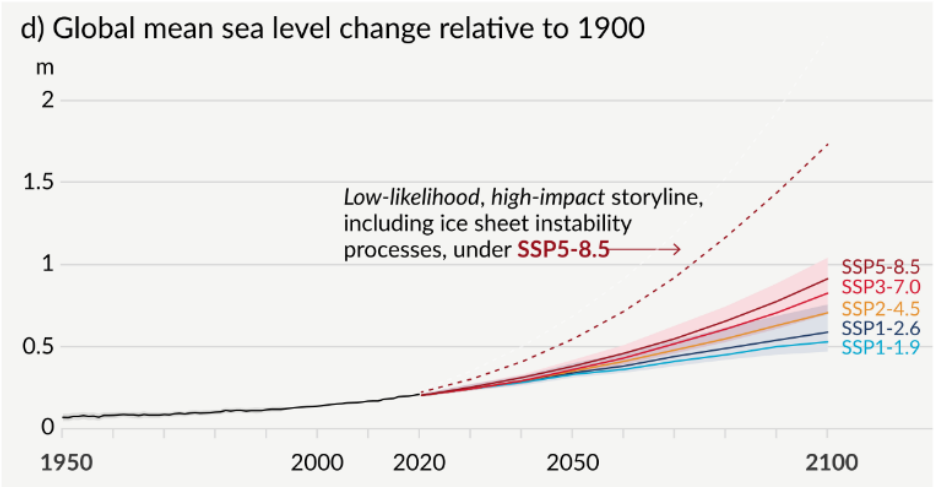


Figur 1. Plassering av vannveier og strandlinje for ca. 1000 år siden. Illustrasjon i Helle (1982)

De arkeologiske utgravningene av Bryggens nordre gårder i perioden 1955-1968, med senere tillegg har gitt oss svært verdifull kunnskap om branner, brannfrekvens, gjenoppbygging og kulturlagenes sammensetning.



Figur 2. Stratigrafi i kar og bolverk fra Bugården. Legg merke til at setningene fremstår som større nært Vågen i vest (høyre) sml med øst (venstre). på Bryggen. Vi kan også slå fast at ulik setningsutvikling ikke er et nytt fenomen Kilde: Herteig 1990, utsnitt.



Figur 1-2: Forventet global havnivåstigning for de ulike utslippsscenariene (IPCC, 2021)

Figur 3. Sannsynlig havnivåstigning frem mot år 2100, med ulike scenarioer for utslipp. Havnivåstigningene er beregnet å eskalere fra 2035, der man påregner en økning på 5-10 cm per tiår frem mot 2100. Et moderat nivå er på 84 cm økning frem til 2100. Kilde: IPCC 2021, referert i KU 2021.

Figur 4. Forventet situasjon Bryggen anno 2090 med 20-års stormflo. Blåfargen er ført opp til kotehøyde 1,91 (NN 2000). Kilde: Sehavniva, Kartverket.

Prognoser over havnivåendringer de kommende decennier indikerer betydelige endringer som uvegerlig vil påvirke drenering og infrastruktur på Bryggen (Fig. 3 og 4). Å beregne 1000-år, 200 år og 20 års flommer for et areal og med usikre fremtidsprognoser uten å trekke inn forventet setningshastighet for angitte areal i samme periode gir liten eller ingen mening. Det er svært viktig å være klar over at når f.eks. Kartverket presenterer sine stormflokart (Fig. 4) og prognoser forutsettes det at havnivå med fratrekk for landheving i angitte område følger hovedtrekkene i regionen, og særskilte utfordringer f.eks. i forhold til setningshastigheter, er ikke inkludert. I KU (2013) og med senere tilleggsutredninger om havnivå er setningsutviklingen på Bryggens frontarealer ikke blitt trukket inn.

Det er i første rekke utfylling og menneskelig utbygging som opp igjennom tiden har økt landarealet på Vågens østside. Som verdenskulturminne har arbeidene på Bryggen et høyt internasjonalt rennommé innenfor fagområdet «waterfront archeology» (Harris 1973, Herteig 1985).

De aller fleste er vel kjent med den trinnvise historiske utviklingen og utbyggingen som har foregått i Vågen, der Bryggens bygningsmasse og kaianlegg gradvis har vunnet areal og land mot vest gjennom utfyllinger i marbakken, oppsett av steinfylte kar, oppfylling av masser og etablering av lag på lag med krysslagte tømmerflåter (såkalt «bolverk»). Herteig (1985, 1990, 1991) påviste f.eks. at utfyllingsetappene i Vågen mellom år 1170 og 1332 utgjorde ca. 70 m. Etter de mange og større brannene som rammet Bryggen foregikk det en sanering av gjenværende bygningsdeler, utjevning av brannrester og refundamentering og deretter gjenoppbygging, og til fyllmasser ble det brukt bl.a. avfallsmateriale akkumulert før brannen (Fig. 2). Bryggens funksjon som stabelhavn krevde bl.a. at man til kaiene kunne legge til prammer, jekter og mindre frakteskip for lossing og opplasting. De store skutene ble tømt og fylt via føringsprammer og flakeskuter. Plasseringen av Bryggens frontfasade mot vest har vært på omtrentlig samme sted siden gjenoppbyggingen etter 1476-brannen, og der kaiene i mer enn 400 år tok opp en bredde av 18-21 m, men der ulike høyder på kaier og platting i sin tid utgjorde en utfordring, bl.a. for nord-sør ferdsel. Språklig sett kan man spørre seg om begrepet og entallsformen «Bryggen» er korrekt eller dekkende. Det synes mer relevant å snakke om bryggene – med solitære anlegg – plattinger – fellesanlegg som hørte til stuene i de enkelte bryggegårdene. Utover mot siste halvdel av 1800-tallet ble det ønskelig at et mer sammenhengende kaiområde foran Bryggegårdene i tiltagende grad skulle bli dampskipshavn, og med større fartøy meldte det seg et behov for modernisering av Bryggens kaianlegg (Smith 1923, Fossen 1985, Haaland 2005).

Store endringer de siste 150 år

Fra slutten av 1860-årene og frem til i dag har det foregått en rekke tiltak – noen riktignok gradvis, men som likevel sterkt har endret situasjonen på Bryggens frontareal. Og situasjonen, slik den har utviklet seg, fremstår langt fra gunstig for Bryggens langsiktige bevaring, verken for kulturlagene i grunnen eller for bygningene. Forenklet kan man vise til fase på 800-900 år med åpne bolverkskonstruksjoner, med steingrøfter og veiter helt ned til kaiene, i perioden frem til 1870. Deretter startet arbeidet med å etablere et «innestengt»/lukket kaiområde, særlig til uttrykk etter den store havneutvidelsen på 1920-tallet. Utbyggingen av den ytre steinkaien skjedde i to trinn. I årene 1900-1903 ble kaien utvidet langs innerste del av Bryggen, fra Vetrlidsallmenningen til Nikolaikirkeallmenningen. Med unntak av Finnegaarden ble bryggebebyggelsen innenfor revet og området omregulert, det såkalte «Murbryggen-kvartalet» ble deretter reist. Om lag 20 år senere ble kaien på den nordlige del av Bryggen utvidet. Metoden for bygging av Bryggens «nykai» i nord og sør er fyldig beskrevet av hhv. Skivenes (2022) og Ersland (2022.) De tilførte massene på den nordlige

Bryggens frontareal sine vestlige deler er i stor grad kulturlag og masser omplassert etter 1916-brannen, disse dekker marinarkeologiske kulturminner avsatt i Vågens marbakke. Foran «Murbryggen» er det bl.a. benyttet rivningsmasser fra bryggegårdene. I hopen foran Finnegården er det bl.a. deponert masser fra rivningen av steinkjellere fra de sørlige bryggegårdene (Ersland 2022). Bruken av ulike typer masser (stein, sand, silt, jord, div jordmasser) på Bryggens frontareal og med ulik setningshastighet kan nok også være bakgrunnen for at det i tidens løp på Bryggen har vært nødvendig med store utbedringer av plattinger, vei- og fortau, rørføringer, brosteinsdekker og installasjoner. Stiftelsen Bryggen finner ikke at disse forholdene i særlig grad er blitt adressert i utredningsarbeidet om fremføring av en bybane.

Legging av vannrør, nye anlegg med lukkede overvanns- og kloakkledninger, påfylling av diverse masser og harde dekker med gatestein lagt i sandputer, er eksempler på forhold som har påvirket dreneringsforholdene i de øvre lagene mellom mot Vågen og frontbygningene (Multiconsult 2004, Øyen & Dunlop 2021)[2]. Så langt vi kan lese av boreprøver tatt i forbindelse med etablering av miljøbrønnene (Rytter & Schonhowd 2015, de Beer 2019) samt bybanekontorets nye grunnundersøkelser (Norconsult 2021) er et hovedtrekk at de øverste 3-4 m fra overflaten er sterkt heterogene (ukonsoliderte sedimenter; sand, silt, leire, ulike organiske lag) og mer vannførende enn de dypere, uforstyrrede, rikt-organiske kulturlagene. Sjøbunnslaget fungerer som et dreneringslag under kulturlagene (Golmen 2005; de Beer 2008, 2019). Kornfordelingskurven her er bimodal, både leir-silt (<0,1 mm) samt grovere fraksjoner (>0,5 mm). Sentralt i forhold til massene er det å erkjenne at alle disse lagene er permeable og at de leder sjøvann effektivt, selv om sammensetningen gir utfordringer for å modellere hydraulisk ledningsevne (de Beer 2019). Sjøvann har et stort potensialt for å bidra til å forbrenne/bryte ned organiske materiale, hvilket i arkeologisk forstand anses negativt. På den annen side tilfører sjøvannet salt til kulturlag, bolverk og lavereliggende bygningsdeler, positivt konserverende for bevaring av bygningene (Øyen mfl. 2001). Vi kan bl.a. ikke se at sistnevnte spørsmål har blitt trukket inn i risikovurderingene (Bergen kommune 2021). Det foreligger f.eks. ingen analyse eller forsøk på modellering av effekter på bygningsmassen av en rørspuntvegg med 1 meters dybde som forsinker eller som partielt skal hindre perkolasjon i topplagene på Bryggens frontarealer. Tilførsel av salt er vist å være svært viktig for bevaring av bolverk og bygningsdeler på Bryggen (Øyen et al. 2001, Øyen & Aas 2002, Mattson 2017).

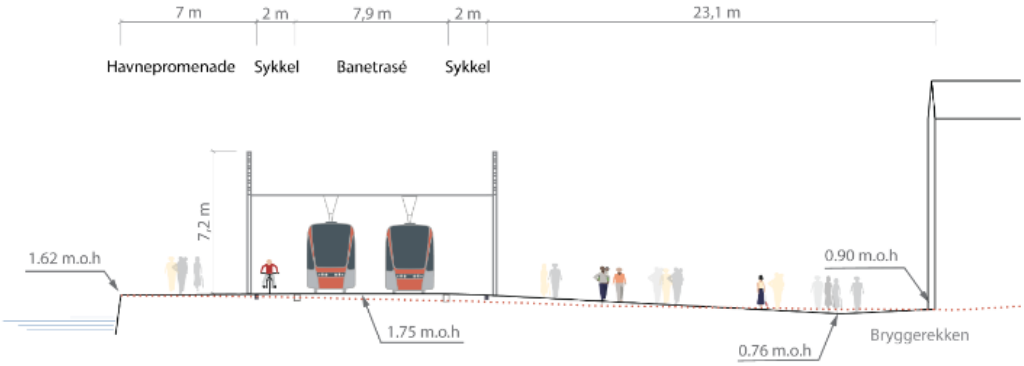
Bybanen blir i konsekvensutredningen (2013) og i skissefasen anbefalt å ligge på kote 2,00 m (NN1954) eller 1,91 m front Bryggen (NN2000). Med bakgrunn i grunnlagsmaterialet fra Bergen kommune, har Vestland fylkeskommune (VLFK) gjort kulturminnefaglige og bybanefaglige vurderinger. VLFK har i brev av 23.03.2021 spilt inn at en bør legge til grunn følgende høyder på banetraseen foran Bryggen med 175 cm (NN2000) foran verdensarvstedet Bryggen som laveste punkt:

- 175 cm: høyde foran verdensarvstedet Bryggen
- 185 cm: høyde foran den rekonstruerte del av Bryggen (SAS-hotellet)
- 191/194 cm: høyde Slottsgaten-Bradbenken
- 191/194 cm: høyde Murbryggen nord og fram til Strandsiden (inkludert verdensarvstedet Finnegården)

[2] [2] I nylige avisoppslag (BT, april 2022) blir det fremhevet at det som en del av bybane og sykkelbaneutbyggingen vurderes boss-sug så vel som utskiftning av hoved-vannrør på Bryggens frontarealer. Stiftelsen Bryggen er per mai 2022 ikke blitt nærmere orientert om slike planer utover det som er angitt i Anon 2013

Langs Bryggen og på frontarealene er bybanen i hovedtrekk planlagt lagt på massene fra siste kaiutvidelse, men i flere områder både berøres og krysses også den «eldre» kai-sone.

I de utvidede KU-arbeidene fremlagt sommeren 2021 har man over Bryggens frontarealer lagt opp til en såkalt «lett fundamentering» og bruk av rørspunt, med maks dybde fra overflaten på 1 m (Bergen kommune 2021)[3]. Fall innover i retning trasen til frontfasadene er midt på Bryggen om lag 1:25. Videre planlegges det etablering at et gatesteinområde inn mot fortau fra bybanens trase og helt frem til fasade. Design og utforming av dette området er under videre planlegging fra utkastene som i sin tid ble presentert i arkitektkonkurransen (Mot Vågen).



Figur 2-7: Tverrsnitt av byrommet foran Bryggen ved dagalternativet

Figur 5. Tenkt plassering av bybane i forhold til Bryggens bygninger og kaifront. Kilde: KU. 2021. Oppgitte høyder er NN2000. Kaikant (granitt) foran Bryggen er noe varierende, men her angitt på kotehøyde 1,71 m (NN 1954).

Frontområdet

Miljøbrønner, boringer og spredte arkeologiske undersøkelser i forbindelse med det foreslåtte tiltaket viser at frontsonen i en avstand ca. 20 m ut fra fasadene har:

-svært tykke arkeologiske lag (opptil 11 m tykkelse)

-liten grad av påvirkning av moderne forstyrrelser, med unntak av de øverste sjikt, der det i enkelte traseer går kabelgater og vannledninger og hvor kummer etc. er plassert. Omlegginger av eksisterende kjente og ukjente anlegg vil representere tilleggsbelastninger og økt skaderisiko for kulturlag.

-under den gamle riksvegen i det som i dag er fortausområdet og 6-7 m fra fasaderekken er det gjennomført masseutskiftning (i forbindelse med fremføring vannrør og veifundament) ned til 2,5-3 m. Multiconsult (2004) skriver at slike fyllingstykkelser må til for å gi tilstrekkelig bæreevne for riksvegen på undergrunn av bløte, humusholdige kulturlag (bæreevnegrupe 7) og treverk/trefundamenter. Observasjoner ved Miljøbrønn MB3 viser at fyllingen her har mindre enn 1 meters tykkelse. Relativt tynne masse-utskiftede lag (< 1 m dybde) indikeres også i boringer (DS1-04, -03, -02) fra dagens veilinje og fortausarealer rundt fylkesveien (Norconsult 2021).

[3] I epost fra prosjektleder Karin Wijngaarden (Bergen kommune) 21.8-21 til Stiftelsen Bryggen ble det vedr utforming av spuntveggen på Bryggen opplyst følgende: rørspunt til fjell (vanntett grøftevegg) vurderes på Murbryggen og Bryggen.

-høy andel av løse sandholdige masser ned til ca. 5 m dybde.

-dypere lag (>4 m) antas å ha bedre bevaringsvilkår sammenlignet med lagene over. Kornfordeling i de dype lagene viser bølgesorterte sedimenter der sandfraksjonen dominerer.

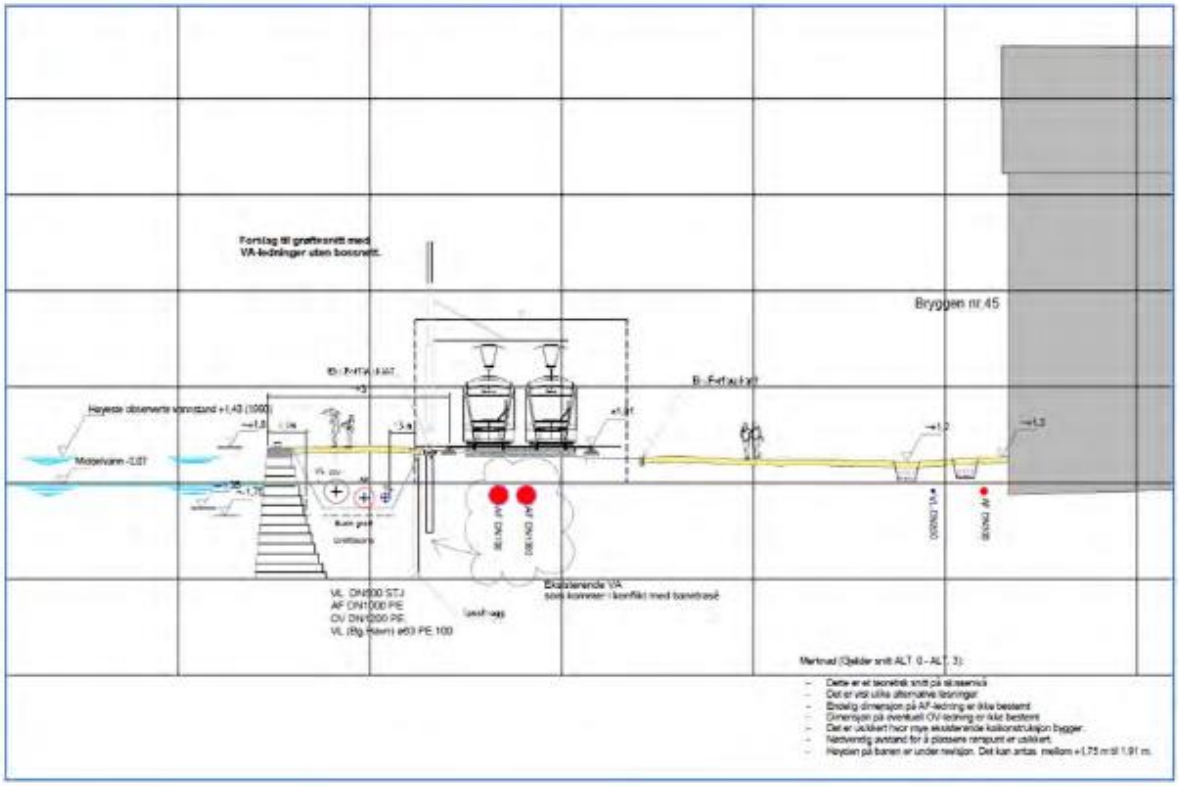
-massene og lagene er sterkt påvirket av saltvann, med regelmessig inntrengning av sjøvann i strukturene, hastigheten påvirkes av vanntrykket fra Vågen.

- Multiconsult (2004) skriver bl.a. «*kabel-arbeidene avdekket at det er to til fire lag med brostein (tre typer/størrelser*[4]*) under asfalten langs kabeltraseen, at det finnes rester av treverk og kantstein (kai fra før 1915) og rester av et banelegeme (jernbane eller trikkeskinner) i grunnen. I tillegg ligger det minst en uregistrert vannledningstrase …*»

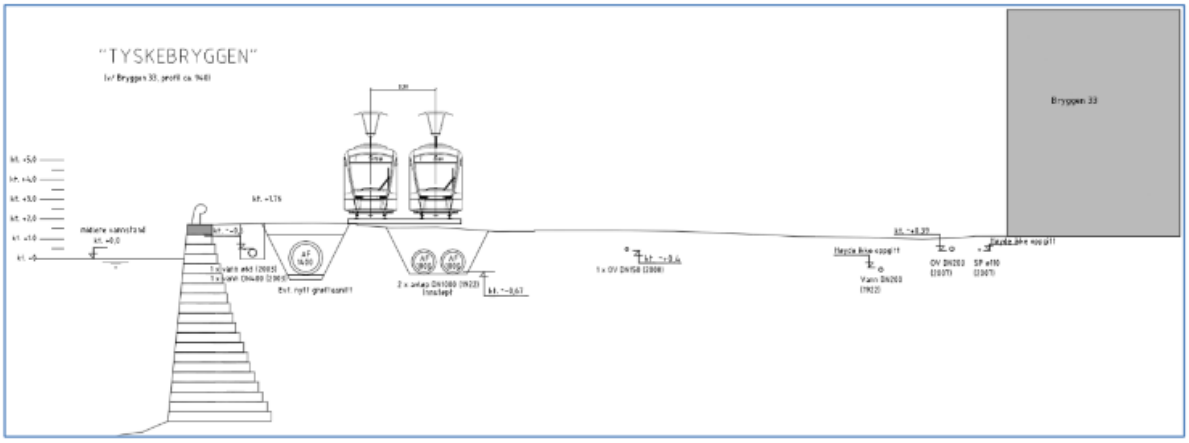
- Thorsnes (2010) har på bakgrunn av prosjekt «Overvann» laget skisser og tegninger som godt illustrerer de komplekse forholdene som preger på Bryggens frontarealer; kulturlag, utskiftede masser, kummer, rørgater, kabler og ulike installasjoner.

-både massene i det «gamle kaiområdet» samt øvre deler av fyllmassene øst for granittkaien er svært permeable og der vanntrykket følger situasjonen med flo og fjære i Vågen. Salinitet i grunnvannet kan leses av i forhold til virkningen av flo-fjære et godt stykke innover og under Bryggens bygninger, men i episoder ved mye nedbør tynnes dette ut (Golmen 2005; de Beer 2019). En «lett» bybane-fundamentering med rør-spunt og betongsåle, slik KU'en legger opp til, er oppgitt å ikke skulle gå dypere ned enn 1 m fra overflaten, og overflate bane planlegges nå på nivå 1,75 m (NN 2000). Hvordan tiltaket kan tenkes å påvirke saltvannsinntrengning fremstår meget uklart. En kombinasjon av porøse, lette masser og diffusjonsåpen rørspuntvegg vil neppe ha virkning mot stormflo.

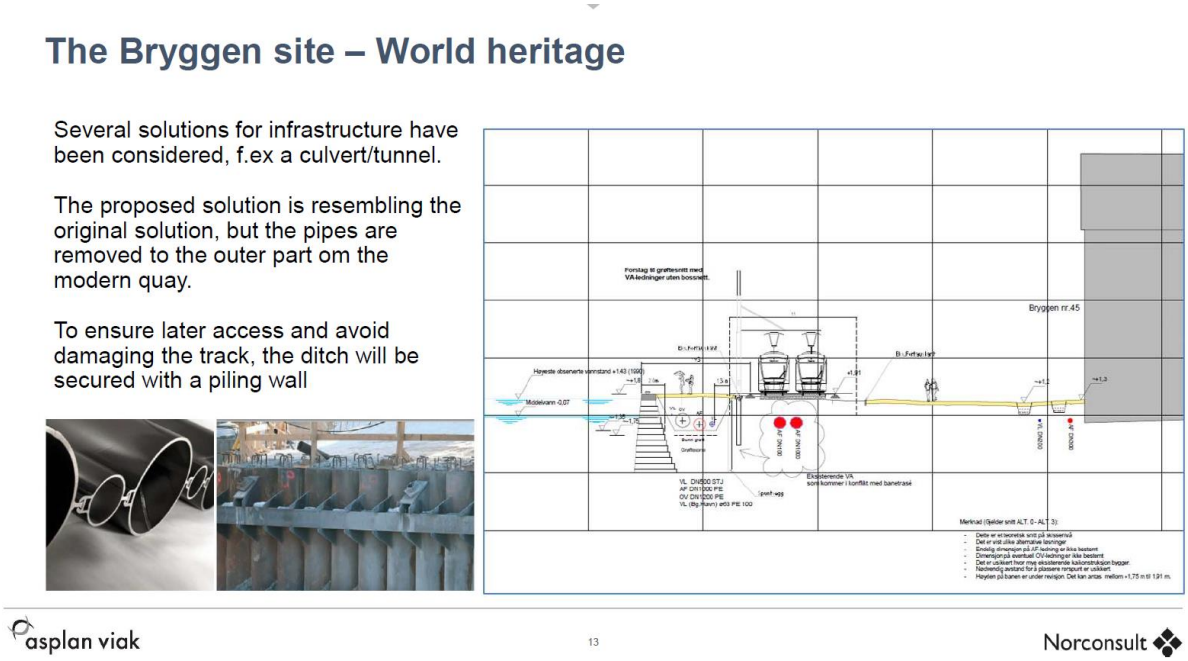
[4] Stor-gatestein har normalt størrelse 14 x 14 x 20 cm, mens smågatestein 7 x 7 x 10 cm. Informasjonen om at det er lagt på 2-3 nye lag gatestein over utgangsdekket innebærer det er foretatt en oppbygging på mellom 30 og 60 cm i perioden etter 1925. Dette indikerer større setninger for veg- og fortau enn det som er målt på toppene av kummene.



Figur 6. Tenkt løsning og plassering bybane foran Bryggen illustrert med rørspuntvegg og kabel- og rørføringer. Illustrasjon fra KUVA rapport 2.



Figur 7. Plassering av nye avløpsrør front Bryggen foreslått i KU 2013 (Kilde: Anon 2013).



Figur 8. Fra Bergen kommune sin fremlagte rapport, Vedlegg L, Hydrologi og kulturlag, BT5 DS1, 2021-06-18.

Stormflo

Ved stormflo vil flere forhold gjøre seg gjeldende:

- inntrengning av vann i overvannskummer, og dreneringsgrøfter (unntak der tilbakeslagsventiler mot utløp i Vågen er koblet på). Vannet følger kabelgater og ulike rørføringer i frontsonen. Det fremgår så langt ikke av planene hvordan man ser for seg utbytting/endring av disse sine løp[5].
- oppmagasinering av fersk- og brakkvann i lavpunkt i frontsonen av Bryggen, tilførsel av overflatevann fra bakkant. Det fremgår så langt ikke av undersøkelsene hvordan bruk av tette eller halvtette overflatedekker vil påvirke kulturlagene.
- tilførsel gjennom inntrengning fra lavpunkt over kaikant i nord (Dreggsallmenningen, 1,44 m) – og dersom stormfloen overstiger høyde 1,55 m (NN 2000) tilførsel også over kaikanten.

Høyder og setningsundersøkelser

Systematisk kartlegging av Bergen har en lang historie, men blir for alvor systematisert fra 1860-tallet av (jfr. Harris 1991). «Nordnes-null» fant sin høydereferanse i 1839 og samsvarer med normal null NN 1954. NN 2000 ble innført og tatt i bruk i Bergen i 2016.

Det finnes kilder som kan benyttes for å si noe om hvorvidt Bryggens ulike arealer og installasjoner synker, om nivået er stabilt eller om landheving foregår. Oppmålingskart med koter og høyder angitt

[5] Anon 2013 skriver: «..*Tilkobling til eksisterende nett før pumpestasjon kan bli utfordrende. Dagens avløpsledning betjener et stort antall husstander og drenerer mye vann ved nedbør. Det er ikke registrert ventiler i ledningene og det vil ikke være mulig å stenge vannstrømmen eller lede den om ved omkobling. Avløpsvannet kan derfor måtte ledes i overløp til Vågen mens kobling mellom nytt og gammelt system etableres. Det kan føre til betydelige avløpsmengder i havnebassenget i Vågen*».

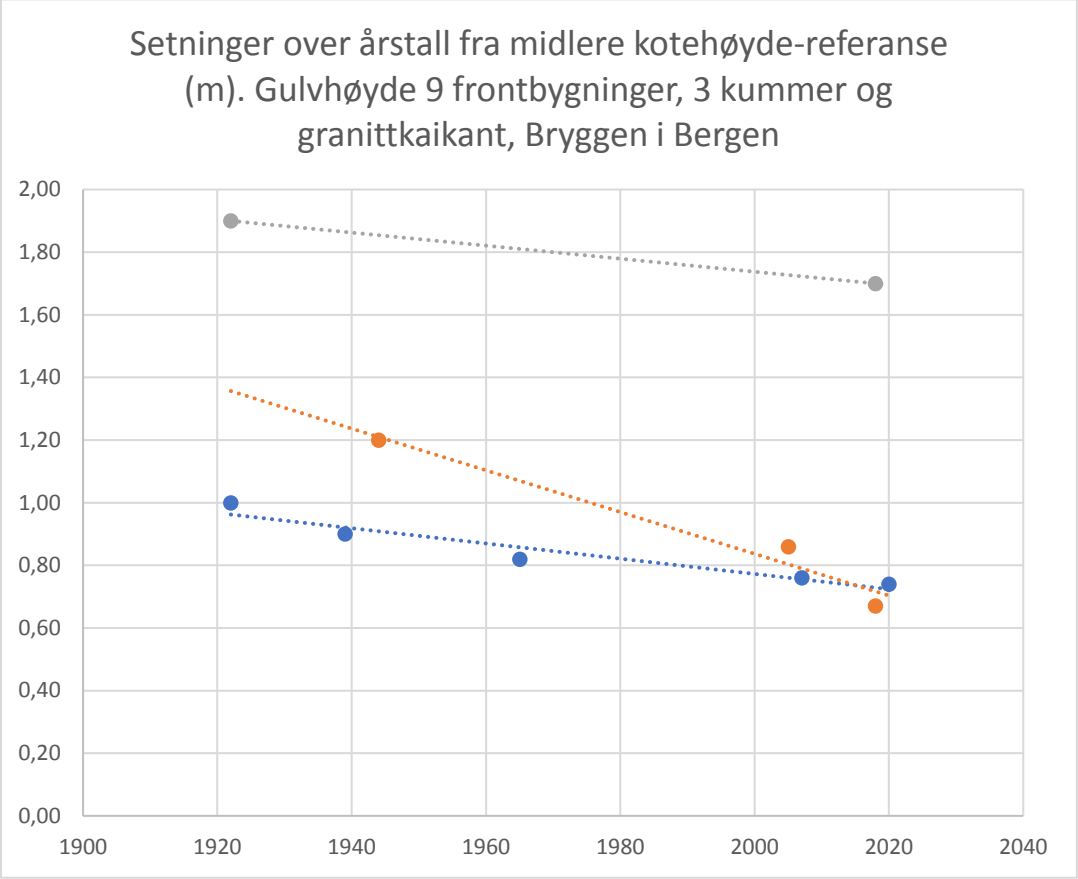
foreligger fra siste halvdel av 1800-tallet. I Bergen byarkiv finnes det bl.a. flere kartkilder og snitt-tegninger der høyder på Bryggens frontarealer er oppgitt.

- Bergen kommune. Reguleringsvesenet (A-0967)
- Bergen kommune. Vann- og kloakkvesenet (A-1673)
- Bergen kommune. Veivesenet (A-1674)
- Bergen kommune. Vann- og kloakkvesenet (A-1673)
- Kartsamling fra flere etater (A-0246)
- Havnekart og sjøkart (draft)
- Oppmålingsvesenet i Bergen (A-0983, tilv. 0348)
- Bergen lokal (Nysæter 2020)

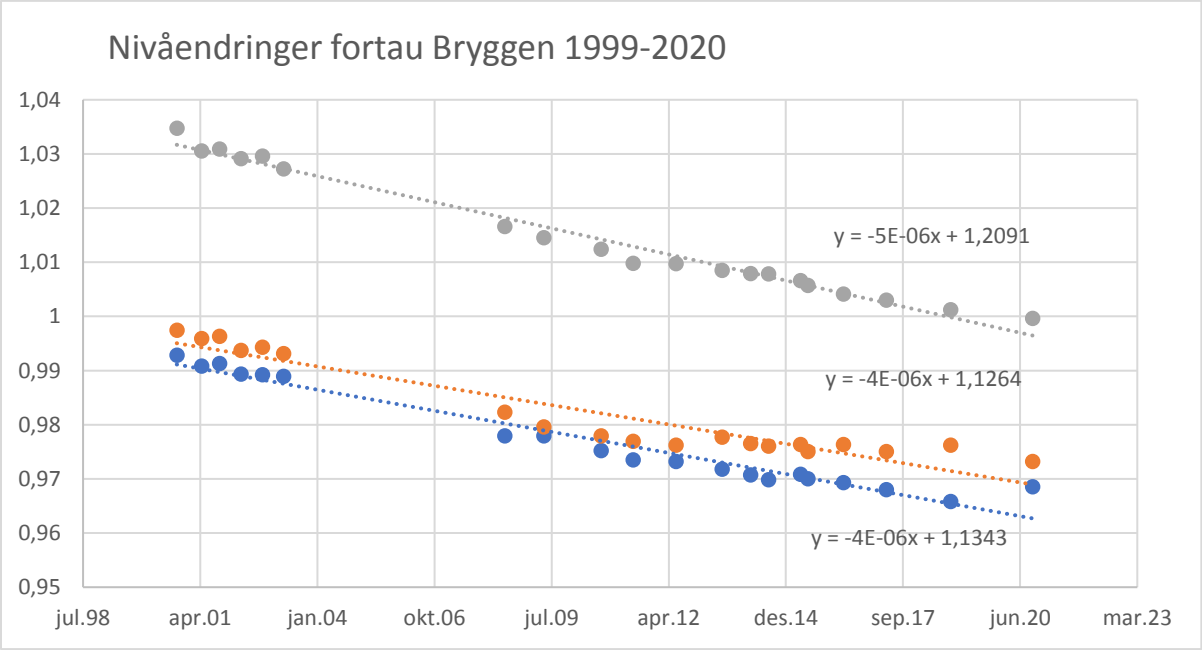
Foran Bryggen er det fra anleggelse av nykaien i 1924/25 angitt at øvre kaikant skulle ha kotehøyde på 190 cm over 0. Profiltegninger fra denne tiden angir 1,90 m som referansehøyde. Men undersøkelser av faktiske målinger på granittkaien (som bygget) viser at 1,90 m bør betraktes som planlagt og ikke bygget høyde. Tidlige karthøyder og landmålinger utført i hhv. 2002, 2008-11 (Geo Survey AS)[6] og 2017-18 (studentoppgave Hvl, lasermålinger) viser følgende høyder (NN1954, avrundet hele cm):

Granittkai øvre kant i forlengelsen av passasje:	**1926-27**	**2002**	**2008-11**	**2017**	**Endring (cm)**
Bugården	192	178	174	173	19
Bredsgården	183	168	168	166	17
Bellgården	182	166	166	163	19
Holmedalsgården	179	164	164	162	17
Midlere høyde kai «Tyskebryggen»	**184**	**169**	**168**	**167**	**17**
Rel. endring	**100%**	**91,8%**	**91,3%**	**90,8%**	

[6] Takk til Elin Thorsnes for meddelte høyder fra GeoSurvey AS og Anko AS i 2002 og 2008-11.

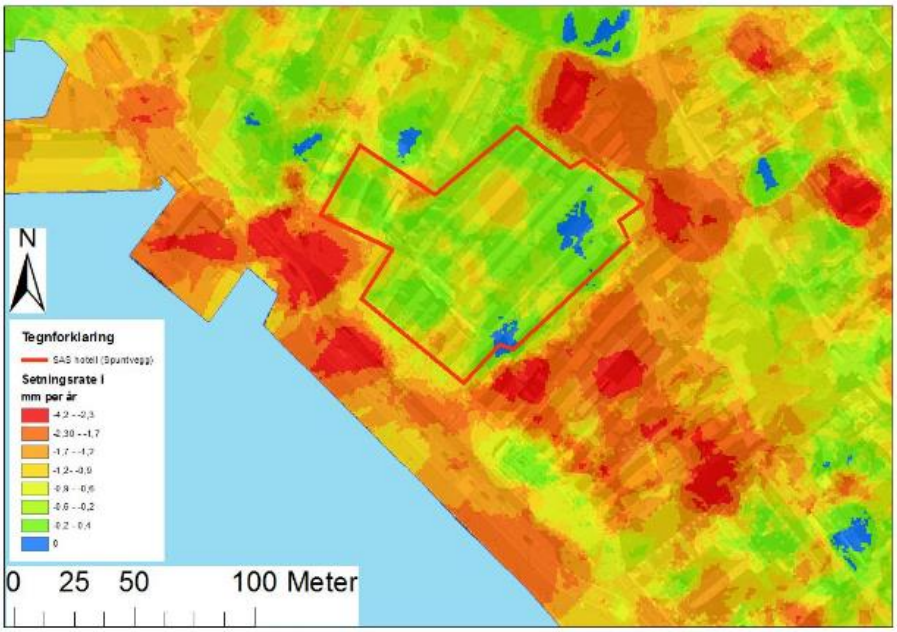


Figur 9. Eksempler på setningsutvikling i 100-års perioden 1921 til 2020, Bryggen i Bergen. For frontbygningene (oransje) er det foretatt årlige målinger på faste punkt mellom 2000 og 2020, her er målegrunnlaget omfattende, for kaifront (grå) og kummer (blå) er høydeangivelsene mer usikre. Kilde: Stiftelsen Bryggen, RA 2000-2020. Høydeangivelser referert er NN 1954. Stiplede linjer angir lineær utviklingstrend.



Figur 10. Endringer i høyder for bolter plassert på fortauet foran hhv Bellgården (blå), Bredsgården (oransje) og Bugården (grå) mellom 1999 og 2020. Setningshastigheten er på 2-2,5 mm/år, illustrert med lineære funksjoner..

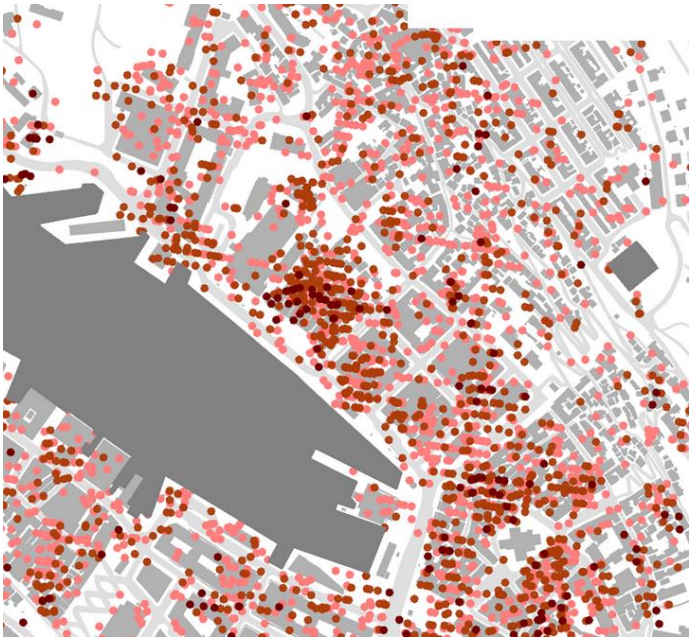
Basert på punktundersøkelser foretatt etter 1926-27 og kikkert eller lasermålinger for de samme punkter på kaikanten[7] tatt rundt 2018 mener vi setningene på granittkaien har vært på ca. 17 cm over 93 år (ca. 1,8 mm i året). I perioden 2002 til 2017 synes setningshastigheten å være noe lavere ca. 1,3 mm per år For overvannskummer innerst i det gamle kaiområdet og med utskifta masser rundt, har setningene vært på mellom 25,2 og 30,0 cm på i underkant av hundre år (2,5-3 mm i året). Måleteknisk usikkerhet må betones, men et hovedmønster med en setningshastighet på rundt 3,0 mm i året for det gamle kaiområdet blir bekreftet i masteroppgaven til Joakim Haukedal (2017), og der utviklingen mellom 2012 og 2016 er målt med flybåren laser. Van Tool (2002) peker på en langsiktig setningshastighet på mellom 2,0 og 2,5 m på 700 år, eller ca. 3 mm per år. I en gjennomgang av setninger og setningshastighet 1999-2005 foretatt av Multiconsult (2006) pekes det på tilsvarende setningshastigheter på frontarealene som er angitt ovenfor, men med betydelig variasjon både mellom gårdene og i ulike soner på Bryggen, med største setninger NØ på Bryggen, inn mot spuntveggen på hotell-tomten. Venvik et al. (2020) har nylig gjennomført en analyse av risiko for «dual risk» flom og stormflo kombinert med setninger, sistnevnte bare målt som differanse i laserhøyder etter 3 års målinger (Fig. 12 og 13). Frontområdet på Bryggen og særlig lokaliteter her med overvannsledninger blir vurdert å være spesielt sårbart.



Figur 5-5: Utsnitt fra setningskartet som viser Bryggen og Schøtstuene. Spuntveggen rundt SAS hotellet er markert med rødt. Det er en markert forskjell i setningsutviklingen mellom Bryggen og Schøtstuene og det nye hotellområdet.

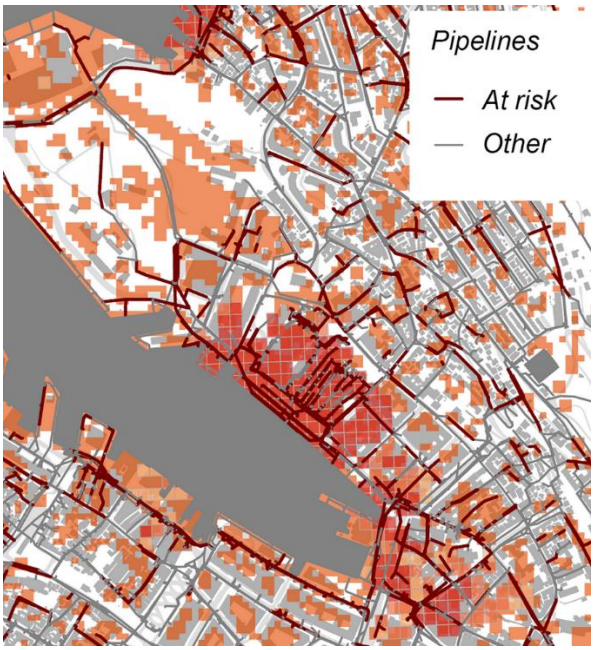
Figur 11. Setninger på Bryggen og områdene bak. Figur 5-5 Fra Haukedal (2017) s. 51.

[7] Angitte oppmålingspunkt er ytterst på kaikant i forlengelse av passasjens midtlinje.



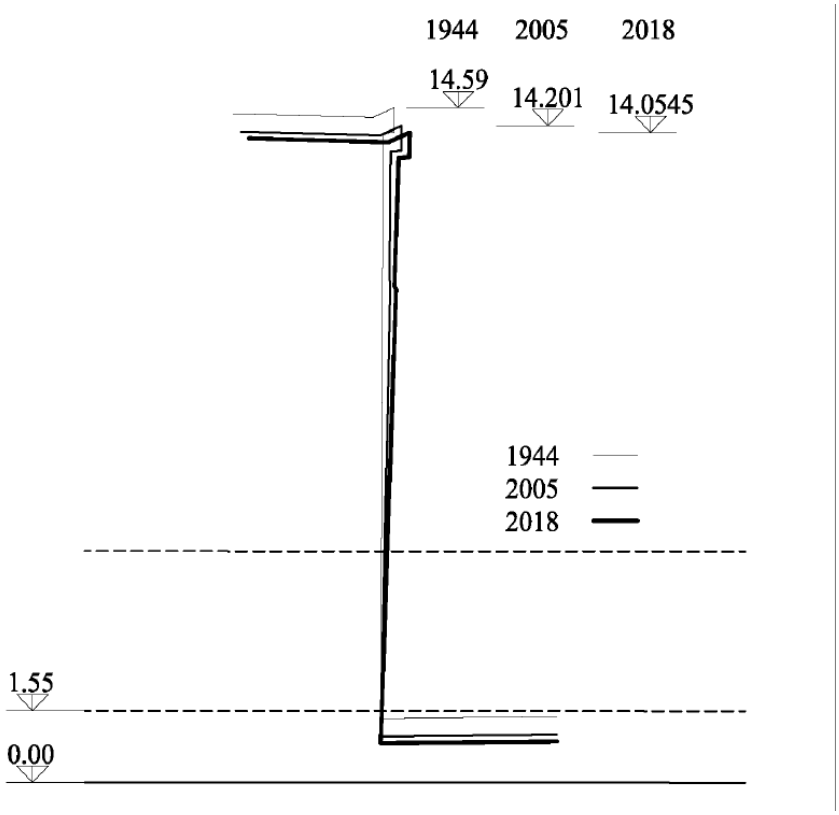
Figur 12. Setninger i Bergen sentrum og Bryggen. Mørk rød prikk angir 5 mm, mellomrød <2 mm og lyserød <1 mm. Utsnitt fra Venvik et al. 2020. Merk de store variasjonene mellom punktene på Bryggen.

For Bryggens frontbygningers fasade-seksjoner er setningene i gjennomsnitt på 53 cm mellom 1944 og 2018 (Figur 9), dvs. 7 mm i året (bygninger som er istandsatt i perioden er da ikke medregnet). Frontbygningene har mange og svært nøyaktige innmålinger siden år 2000, med et måleprogram som ble initiert av Stiftelsen Bryggen i 1999 og som fra 2014 har vært ledet av Riksantikvaren (RA 2000-2020). Store setningsutfordringer er også beskrevet fra Finnegården med Hanseatisk museum (Sweco 2017).



Figur 13. Risiko-kart for Bergen sentrum rundt Vågen som viser områder særlig sårbare for kombinerte skader fra både flom og stormflo. Utsnitt fra Venvik et al. 2020.

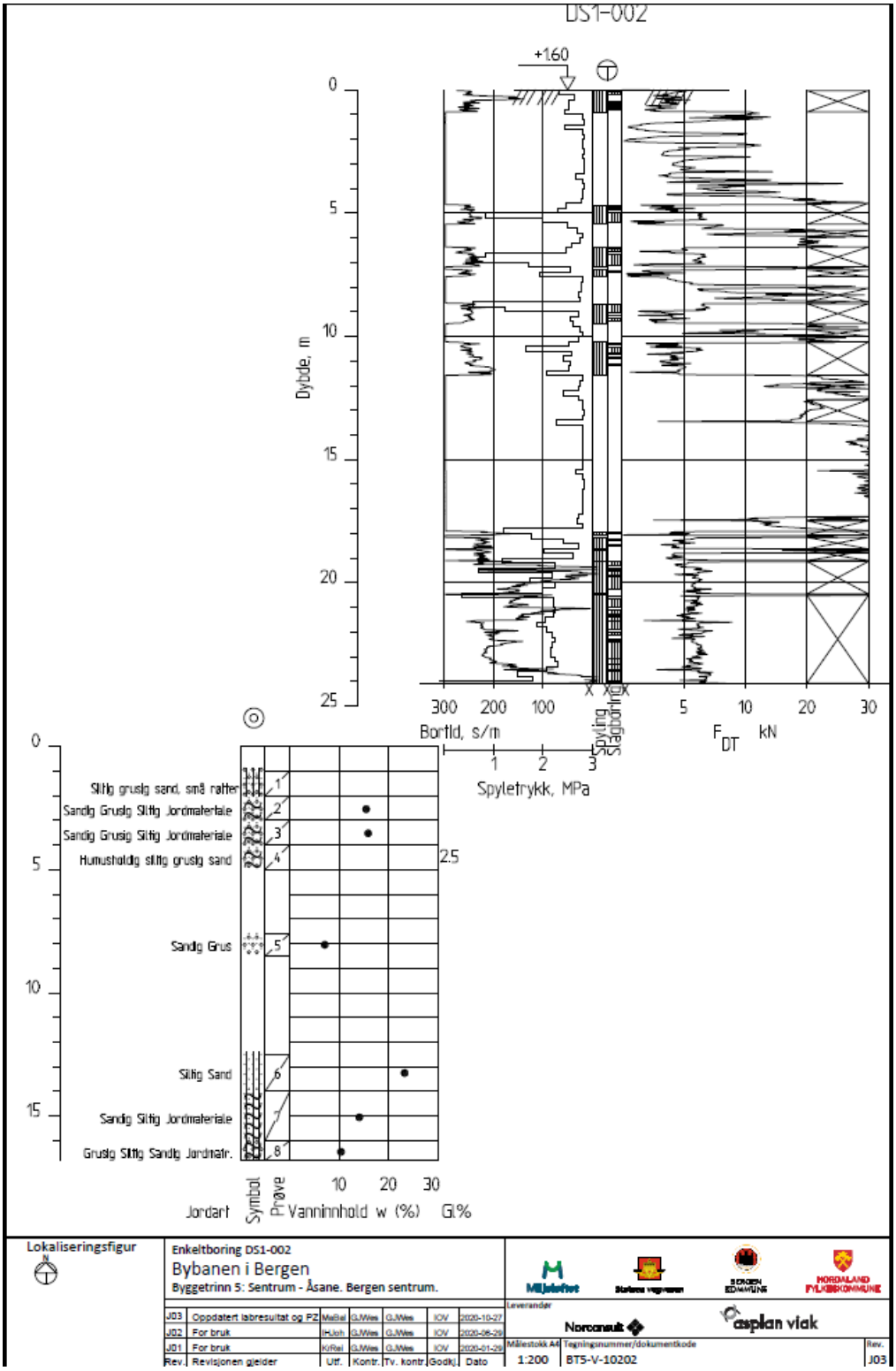
Stiftelsen Bryggen kan ikke se at forventet og langsiktig setningsutvikling er brakt inn i tekniske eller økonomiske kalkyler i forhold til anlegg og driftsfase, utfordringer vedr fremtidig havnivå, forhold vedr driftsavbrudd, visuelle barriere-effekter, vedlikeholdsbehov eller andre spørsmål som KU burde ha som et mål om å belyse.



Figur 14. Endringer frontseksjon Nordre Svensgård (sett fra nord) mellom 1944 og 2018. Gavlhøyden har endret seg fra 14,59 i 1944 til 14,05 m i 2018 (NN 1954). Kilde: Stiftelsen Bryggen.

Bergen kommune med støtte i Norconsult har gjennomført en risikovurdering av utvalgte tema. Mye kan sies både om utvalg av tema og vurderingene (Anon 2021). I vedlegg D) er vist tekst fra risikovurderingene som vi mener aktualiserer flere forhold:

- Postulater som ikke underbygges, bl.a. at rørspunt vil være positivt og representere en fysisk barriere samtidig som den er permeabel. At fagmiljøet har lang erfaring med prosjektering av «byggegrop og bruk av spunt» kan godt være, men vi ser ingen dokumentasjon på at så er tilfelle
- Premisser som er positivt feil (at banen skal legges i moderne fyllmasser)
- Åpne grøfter i anleggsperioden fremstilles som positivt i forhold til kontroll og monitorering. I realiteten vil åpen grøft med fri tilgang på oksygen medføre stor risiko for oksidasjon.
- Skyver behovet for grundige undersøkelser og effektvurderinger vedr setninger foran seg, og overlater til forundersøkelser å klarlegge spørsmål.



Figur 14. Eksempel på profildata fra boring i frontområdet, Bryggen. Profil DS1 002 ligger i forlengelsen av Bugårdens passasje, ute i kanten av dagens vegbane.Kilde: Norconsult 2021.

Oppsummering

Å kunne spå om fremtiden er ingen enkel øvelse, men vi kan ut fra foreliggende målinger slå fast at det de siste hundre år vært til dels store setninger på Bryggens frontarealer. Setningshastigheten varierer fra område til område og ujevne setninger er svært krevende for bygninger og infrastruktur. Mye tyder på at granittkaien har beveget seg ned i underkant av 20 cm siden midten av 1920-tallet. Plattingen eller arealet som utgjør det «gamle kaiarealet» oppviser setninger på 25-30 cm siden midt på 1920-tallet. De fremre deler av frontbygningene er vist å ha setninger på om lag 50 cm eller mer siden 1944. Stiller man opp en lengdeprofil fra ytterste kaikant og innover til de bakre bygninger på Bryggen er de største setningshastigheter målt i frontseksjonene på frontbygningene og her har man ofte vært nødt til å støpe bankett og mur for å stabilisere bygningene.

Nye tiltak på verdenskulturminnet så vel som i buffersonen til Bryggen skal i henhold til verdensarvkonvensjonen ikke foretas uten at det er gjort en kritisk gjennomgang av forventede effekter, og med en faglig vurdering på hvorvidt bevaringsmålene lar seg oppfylle (ICCROM 1998).

Jevnlig justering av bybanen vil være en forstyrrende aktivitet for Bryggen, og en vil ikke ha noen garanti i fremtiden for hva som må til av grunnforsterking og inngrep for å kompensere setninger, f. eks peling. Vi ser at de planer som så langt er fremlagt om bybanefremføring og infrastruktur på frontarealene i liten grad problematiserer tidligere setninger. Utredningene forsøker tegne et bilde av dagløsningen som et enkelt tiltak med lav sannsynlighet for uheldige konsekvenser for verdenskulturminnet Bryggen. Ut fra de fagrapporter som foreligger og den utvikling vi har sett på Bryggen de siste 120 år har vi en diametral annen oppfatning. En bybane og sykkelbane lagt på til dels setningsømfintlige masser og med omlegging av rør- og kabler over frontarealene bringer inn en rekke forhold med svært høy, høy eller ukjent risiko. Tiltakshaver har valgt å overse tidligere arbeider og det er heller ikke initiert dybdestudier på setninger. Vi mener spørsmål om bl.a. setninger og setningsutvikling på adekvat måte ikke er trukket inn i risikovurderingene. Vi etterlyser at dette gjennomgås langt mer inngående i de endelige HIA-vurderingene. I arbeidet påviser vi at Bergen kommune bygger sine konklusjoner om bl.a. enkel fremføring av banen og risiko knyttet til dette ved dagløsningen på flere falske premisser.

Takk

Hjertelig takk til Frode Arnesen, Unni Hagen, Gudrun Mathisen, Irene Holvik Johnsen, Einar Mørk og Elin Thorsnes for nyttige innspill og kommentarer.

Anvendte kilder

Anon. 2013**.** KU Bybanen Sentrum - Åsane - Tilleggsutredning nr 8.
Infrastruktur under bybanetraseen i sentrum. Norconsult/Bergen kommune.

Anon 2020. Norconsult. Asplan Viak. Bryggen. Bane og Byrom.
[https://www.miljøløftet.no/globalassets/bybanen-til-asane/dokumenter-skissefasen/fagnotat-oppsummeringsrapp/v2-bryggen-bane-og-byrom_20200424.pdf]

Anon 2021. Bergen kommune. Bybane til Åsane – BT5. Reguleringsplan og teknisk forprosjekt. Risikoanalyse. 44 s.

Bane-Nor 2021. Teknisk regelverk. Jernbane. Underbygning/Prosjektering og bygging/Setninger. https://trv.banenor.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Setninger

Bergen kommune 2021. Fagnotat 2021. Bybanen fra sentrum til Åsane. Valg av løsning for Bergen sentrum.

de Beer, J. 2008. Statusrapport grunnvannsovervåkning og hydrologisk modellering ved Bryggen i Bergen. Rapport 069/2008, NIVA, Trondheim, 41 s.

de Beer, J. 2019. In-situ preservation and management of waterlogged urban archaeological sites. Strategies based on the case Bryggen in Bergen, Norway. Dr. Ing. Thesis. Vrije University, Amsterdam. 255 s.

Dunlop, A.R. 2011. Dråpefall og veiter på Bryggen. Arkeologiske spor. NIKU-Oppdragsrapport 207, 11 s.

Dunlop, A.R. 2021. Sandbrogaten. Kunnskapsgrunnlag. NIKU-Oppdragsrapport 29/2021, 27 s.

Ersland, G.A. 2011. Byens konstruksjon. Varige spor i byens landskap. Dreyer Forlag. 208 s.

Ersland, G.A. 2021. Kai-utvidelsen fra Nikolaikirkealmenning og til Vedbryggen ved Torget 1900-1901. Notat utarbeidet til dialogmøte med RA. 4.5-22. 9 s + vedlegg.

Fossen, A.B. 1985. Bergen havn gjennom 900 år. Bind 1. Fra båtstø til storhavn 1070-1900. Alma mater forlag. 190 s.

Golmen, L. & Stenstrøm, P. 2005. Bryggen i Bergen. Vassinntrenging i fundament og bolverk. NIVA-rapport Pros.no 24314. 34 s.

Haaland, A. 2005. Bergen havn gjennom 900 år. Bind 2, 1900-1945 - knutepunkthavnen - fra bøyer og skuter til kaier og kraner. Bodoni forlag. 347 s.

Hansen, G.1994. Den overordnede bebyggelsestopografi omkring 1190 i Bergen: belyst ut fra arkeologiske, naturtopografiske og skriftlige kilder. Riksantikvaren, Utgravningskontoret for Bergen (In Norwegian).

Harris, E.C. 1973. Bergen, Bryggen. The evolution of a harbour front. World Archaeology 5, 61-71.

Harris, C. J. 1991. Bergen i kart fra 1646 til vårt århundre. Eide forlag.

Haukedal, J. 2017. Setningsutvikling i Bergen sentrum: Urbanhydrogeologi, inSAR, setning og kulturlag. Masteroppgave Universitet i Bergen, institutt for naturgeografi.

Helle, K. 1982. Kongssete og kjøpstad. Fra opphavet til 1536. Bergen bys historie. Bind 1., Bergen. 998 s.

Herteig, A. 1962. Bryggen I Bergen. Stiftelsen Bryggen/Bryggens Venner. 87 s.

Herteig, A. 1990, 1991. The buildings at Bryggen, their topographical and chronological development. The Bryggen Papers, Vol 3. Part 1 and 2. Norwegian University Press, 151 s., 117 s.

Herteig, A. 1985. Details from the medieval waterfront. Conference on waterfront archaeology in North European towns. No 2. Bergen.

ICCROM 1998. Management guidelines for World Heritage Sites (eds. Feilden & Jokilehto). Roma. 137 s.

ICOMOS 2000. Bryggen, World Heritage Convention. Periodic state of conservation report. 34 pp.

Kloos, M. 2020. PRELIMINARY REPORT Report 1– Heritage Impact Assessment of the planned Bybanen Light-Rail Extension on the World Heritage Property Bryggen, Bergen – Michael Kloos planning and heritage Consultancy.

Kloos, M. 2021. Preliminary REPORT 2 - REPORT – Heritage Impact Assessment of the planned Bybanen Light-Rail Extension on the World Heritage Property Bryggen, Bergen », datert 30.09.2021, Kloos consulting.

Mattson, J. 2017. The impact of microclimate on biodetorioration of wood in historic buildings. Doctoral theses, NTNU, 2017:13, 100 s.

Multiconsult 2004. Bryggen i Bergen. Midlertidig opprusting av areal foran fasaden. Geoteknisk vurdering. (red. Stordal, A. & Jensen, J. A.)., Multiconsult avd Noteby. Notat G.01, Oppdragsnr 610327-100. 3 s.

Multiconsult 2006. Setninger og setningsutvikling på Bryggen. Vurderinger og tolkninger av setningsutviklingen fram til og med 2005 (red. J.A. Jensen & Unni Hagen). Oppdragsnr 610694-1. 20 s + vedlegg,

Norconsult 2021. Norconsult AS 2021. Geoteknisk datarapport. Bybanen I Bergen, BT5-DS1. Oppdrag 5187619, Versjon J02.

Nysæter, H. 2020. Bergensnettet. [https://home.hvl.no/ansatte/hny/bergenlokal/bergenlokal.html]

Nøttveit, O.-M. 2010. Marinarkeologisk forundersøkelse i Vågen, Bergen 2009-2010, Bergens Sjøfartsmuseum, Bergen, 2010.

RA 2008. Bryggen i Bergen – Drenering av grunnvann – skader. Notat 17.01-08 fra Juridisk seksjon OJ til Sjur Helseth (saksnr 08/00262-1). A5607, 1 s.

RA 2000-2020. Overvåkning av setning I grunn og bevegelser i bygninger. Rapport nr 1 (2000) til 24,(2020) Anko, Cowi, RA..

Rytter, J. & Schonhowd, I. (red.) 2015. Monitoring, mitigation, management. The groundwater project. Safeguarding the world heritage site of Bryggen in Bergen. Riksantikvaren. 213 s.

Skivenes, A. 2021. En sang om Mudder og Bakfyll. Notat til dialogmøte med RA, 4.5-22. (3. utkast 26.04.2021).19 s. + referanser.

Smith, G, 1923. Det norske havnevæsenets historie til 1914. Achehoug, Kristiania.

Svanes, M. & Mathisen, S. 2020. Bybanen fra sentrum til Åsane. Orientering om planarbeidet. Notat til Byrådet i Bergen per November 2020. https://miljøløftet.no/globalassets/bybanen-til-asane/dokumenter-skissefasen/fagnotat-oppsummeringsrapp/fagnotat-oppsummeringsrapport_20201105.pdf

Sweco 2017. Det Hanseatiske Museum. Setningsproblemer. Bergen kommune/Sweco. 38 s + vedlegg..

Thorsnes, E. 2010. Overvannshåndtering og VA-prosjekt fronten av Bryggen. Foredrag for Stiftelsen Bryggen. 20 foiler.

Thorsnes, E. 2020. Bryggen og stormflo. Intet nytt under solen? Årboken Stiftelsen Bryggen/Bryggens Venner 2019 (57. årgang), 14-19.

Venvik, G. et al. 2020. Risk assessment for areas prone to flooding and subsidence: a case study from Bergen, Western Norway. Hydrology Research 51 (2), 322-338.

Van Tol, F. 2002. Possibilities for strengthening of Bryggen foundations. S. 95.-107: I Verhoef, L. (ed.). Safeguarding historic waterfront sites. Delft University of Technology. Culture 2000. Stiftelsen Bryggen.

Øyen, B.-H. et al. 2001. Trevirke på Bryggen i Bergen – effekter av salt som konserveringsmiddel. Skogforsk OR 10/01, 34 s.

Øyen, B.-H. & Aas, O. 2002. Salt i bolverkstømmer. Oppdragsrapport Skogforsk OR 03/02, 14 s + vedlegg.

Øyen, B.-H. & A.R. Dunlop 2021. Om bybanen – barriere og kulturlag. Årbok Bryggens Venner/Stiftelsen Bryggen 2020, s. 52- 56.

Vedlegg

A) KUVA-rapportene

I KUVA/HIA-rapport 1 uttales følgende (Kloos 2020):

-Risk preparedness for sea water level rise and flooding was considered to be improved but requires more in-depth studies.

-Groundwater level changes are a potential risk, but no in-depth studies during and after construction of planned Bybanen Light-Rail daylight extension were presented.

I KUVA/HIA-rapport 2 uttales følgende (Kloos 2021)

-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.

-The day option might cause large risks for built heritage foundations and groundwater changes during construction works on Bryggen Quay.

-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.

-For the day option construction works in immediate vicinity of the Hanseatic Museum are assessed as slight negative as effective measures have been taken to secure the groundwater level. The tunnel option is assessed as neutral as no measures at Finnegården have been planned.

B) **Svanes & Mathisen (2020) skriver i en oppsummering** om bybane Bergen sentrum-Åsane etter fremlagt KUVA-rapport 1 i November 2020:

«…Bybanens fundamentering vil ha svært liten, om noen, påvirkning på kulturlag så lenge den går på gjenfylt masse fra 1918-1922 utenfor Bryggen[8]…. Det vurderes løsninger for utskifting av masser som kan ha en positiv effekt på grunnvannsnivået...».

Om hhv. dag- og tunell-forslagene skriver Vestland fylkeskommune sitt

c) **Fylkesutval for Mobilitet og Kollektivtransport, Vflk,** skriver følgende (20.10. 2021):

Vestland fylkeskommune vurderer alternativa annleis enn i 2013 og 2018. Då hadde dagalternativet negative konsekvensar for kulturminne som var klart synlege, medan tunnelalternativet sine var akseptable. For dagalternativet er det på bakgrunn av KUVA 1 no lagt opp til avbøtande tiltak som har redusert negativ konsekvens, og ytterlegare tiltak som vil redusere negativ konsekvens er sett fram i KUVA 2. Fagetaten i Bergen kommune sine vurderingar om kulturminne er gode, og gjennom vedtakspunkt 2 kan Bergen kommune sikre at verdsarven ikkje vert sett i spel, ved å følgje dei

[8] At bybanekontoret og plan- og bygningsetaten legger til grunn at tiltakene skjer på «utsiden av Bryggen» er interessant i mer enn en forstand. Vi konstaterer at tiltakshaver og reguleringsmyndigheter bygger en argumentasjonsrekke på kritiske, feilaktige premisser.
.

tilrådingane som KUVA 2 har framlagt. Dette er god verdsarvforvaltning som Vestland fylkeskommune stør fullt opp om. Dagalternativet har god sjanse til å kunne realiserast utan at verdsarven står i fare. Føresetnaden er at ein jobbar med tiltaka som er framsett i KUVA for å minke negativ konsekvens og ivareta verdsarvstaden Bryggen. KUVA bør fylgje prosessen vidare og sikre at dagalternativet realiserast til beste for Bryggen som verdsarv. Framlegg til løysingar for dei problemstillingane som tunnelalternativet fører med seg er vanskelegare å sjå klart. Tunnelalternativ som er akseptable for verdsarven kan sjå ut til å innebere at ein må være villig til å misse andre viktige vurderingskriterium for Bybanen.

D) Fra Bergen kommune sin risikoanalyse av tiltaket illustreres følgende;

Fra Risikoanalysen (s. 24 og 25). Rapport Bergen kommune
Bybanen til Åsane – BT5 Reguleringsplan og teknisk forprosjekt
Risikoanalyse tunnelalternativ og dagalternativ - Risiko for skade på kulturmiljø, kulturminner, bygg eller infrastruktur.

Identifiserte barrierer
• Forundersøkelser grunn
• Forundersøkelser arkeologi
• Kompetanse på prosjektering av byggegrop
• Bruk av tett spunt (rørspunt med lås)
• Seksjonert prøvepumping
• Overvåking og kontrollrutiner i anleggsfasen

Sannsynlighet
Bruk av rørspunt er en god barriere som reduserer sannsynligheten for at man får grunnvannsendring, og minimerer rystelser ved montering.

De moderne fyllmassene i front av bryggekanten er svært permeable, og bidrar til at grunnvannsnivået er ustabilt. Rørspunten/den permanente spuntveggen kan bidra til et økt eller mer stabilt grunnvannsnivå på innsiden. Dette kan medføre at kulturlagene får et mer stabilt vanninnhold og vil være positivt for bevarelse av kulturlagene ved at nedbrytningsraten reduseres.

Forundersøkelser vil avdekke kulturlag og dybde og bidra til å redusere usikkerhet i anleggsgjennomføringen.

Den åpne grøften gjør at man vil kunne ha god kontroll på en eventuell uønsket utvikling. Man har god tilgang til å kunne monitorere og overvåke grunnvannet, og vil kunne iverksette tiltak dersom målingene tilsier at det behov for det.

Generelt har fagmiljøet meget lang erfaring og god kompetanse på prosjektering av byggegrop og bruk av spunt.

Sannsynligheten for at spunting medfører grunnvannsendringer og setninger vurderes å være liten. Kategori 2.

Konsekvens
Det mest sårbare området/ den mest alvorlige konsekvensen vurderes å være knyttet til skade på Bryggen og Hanseatisk Museum. Kategori 4

Risiko (S2, K4)