

KU Bybanen Sentrum - Åsane - Tilleggsutredning nr 3.

## Endret linjeføring ved Finnegården

2013-10-07



Til: Bergen kommune, etat for plan- og geodata  
 Fra: Norconsult  
 Dato: 2013-10-07

## **KU Bybane sentrum – Åsane, tilleggsutredning. Endret linjeføring ved Finnegården**

### Innhold

1	Innledning .....	2
2	Beskrivelse av alternativet .....	2
3	Vurdering .....	5
3.1	Banetekniske utfordringer .....	5
3.2	Geoteknikk og fundamentering .....	5
3.2.1	Grunnforhold .....	5
3.2.2	Fundamentering av bygg .....	6
3.2.3	Setninger .....	6
3.2.4	Fundamentering av Bybanetraséen .....	6
3.2.5	Konsekvenser ved å flytte Bybanetraséen ca. 2 m fra Finnegården .....	6
3.3	Hydrogeologi .....	7
3.4	Eldre tids kulturminner .....	7
3.4.1	Kulturlag og strukturer .....	7
3.4.2	Kulturlag og strukturer i forhold til ny banevariant .....	9
3.5	Nyere tids kulturminner .....	10
4	Oppsummering og konklusjon .....	11

0	2013-10-07	Fagkontroll	OMN	KT, GH	HPD
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

## 1 INNLEDNING

Dette notatet vurderer mulig justering av banetrasé 1Aa ved Finnegården ifht konsekvenser for kulturlag i grunnen, setningsproblematikk og eventuelle forstyrrelser av grunnvann.

Etat for plan- og geodata ønsker å utrede linjeføring som øker avstanden til Hanseatisk museum, selv om det ikke er framkommet direkte krav om dette i høringsrunden. Riksantikvaren har uttalt at opprinnelig trasé gir en uakseptabel nærføring til Hanseatisk museum /Finnegården. Bygningen er en del av verdensarvstedet Bryggen og «Nærføring vil være kritisk da det er kjent at bygningen har store setningsskader og ligger i et område med problematiske grunnforhold.» (Riksantikvaren uttale s. 4)

For å vurdere om justering medfører redusert konsekvens for Finnegården, må en se nærmere på følgende tema/spørsmål, og vurdere justering av traseen i forhold til disse:

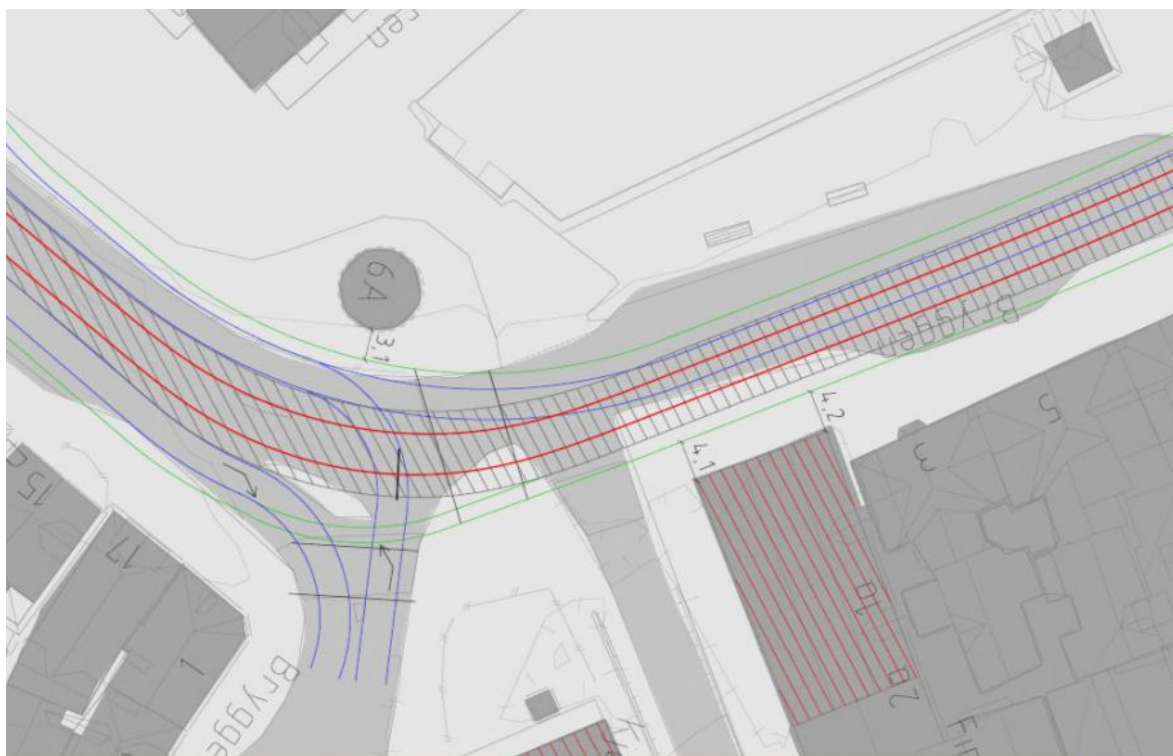
- Baneteknisk: Er justering baneteknisk gjennomførbart?
- Geoteknikk: Medfører banen og anleggsarbeid rystelser som kan skade/bidra til økte setningsskader i Finnegården, og økt belastning på eventuelle underliggende og nærliggende kulturlag?
- Hydrogeologi: Medfører banen med kjøreledning og master (KL-anlegg) samt anleggsarbeid endringer i grunnvannsforhold som bidrar til økte setningsskader i Finnegården?
- Eldre tids kulturminner: Medfører banen med KL-anlegg og anleggsarbeid inngrep i, eller påvirkning av, verdifulle kulturlag?
- Nyere tids kulturminner/kulturmiljø: Hva medfører banen med KL-anlegg av konflikt med det stående kulturminnet Finnegården?

Denne tilleggsutredningen behandler ikke Finnegårdens status som del av verdensarvminne, formålet er å vurdere om endring av linjeføring er positivt eller negativt i forhold til løsningen presentert i KU.

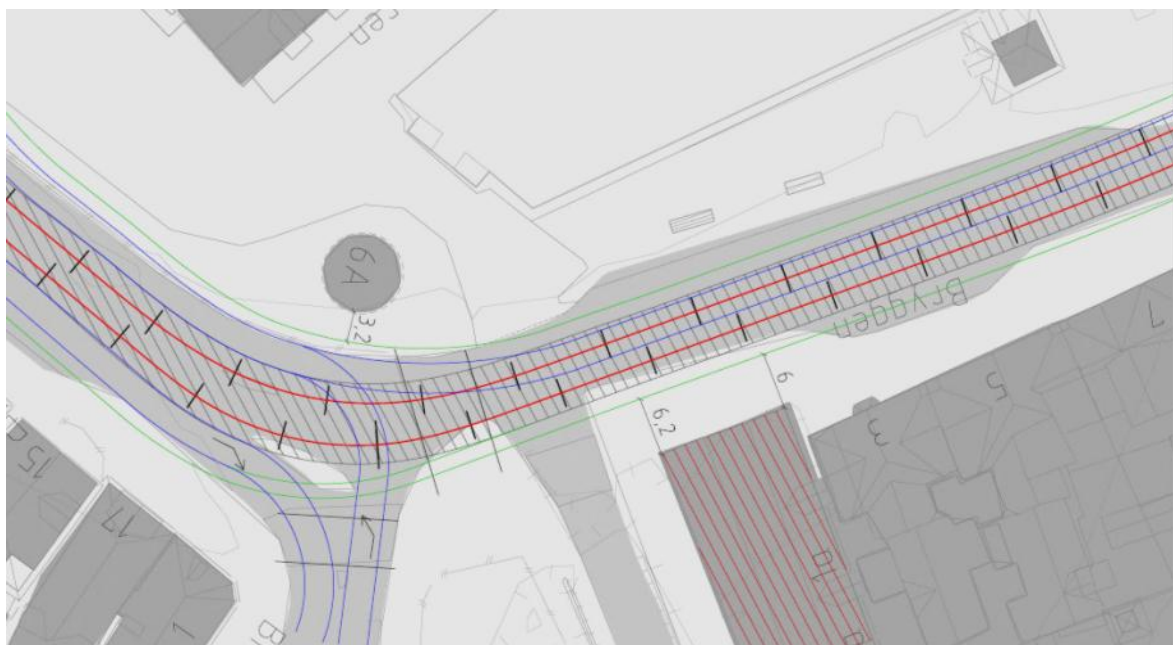
## 2 BESKRIVELSE AV ALTERNATIVET

I dette notatet vurderes en variant av alternativ 1Aa (i KU) med en linjeføring der banetrase ligger ca 2 meter lenger ut fra Finnegården enn traseen vist i konsekvensutredningen. Løsningen berører ikke Rundetårn.

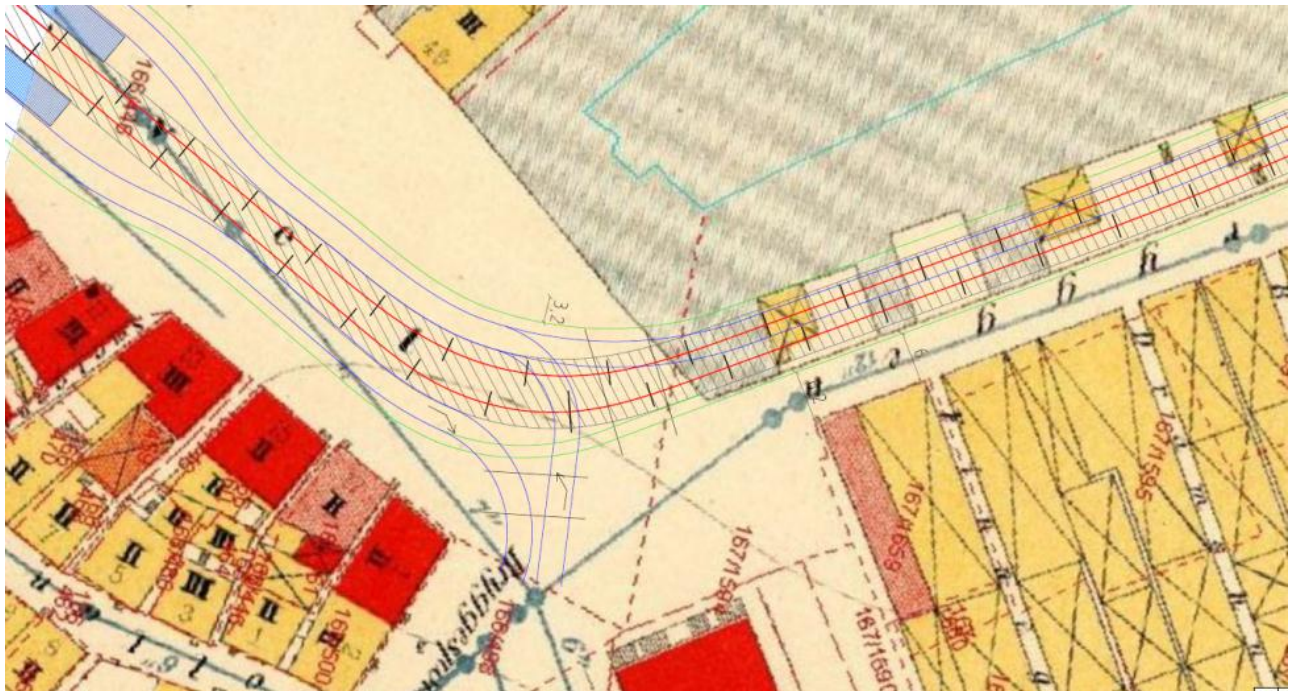
Varianten har en noe krappere kurvatur forbi Rundetårn, enn traseen vist i konsekvensutredningen. I tillegg er traseen justert noe langs den nye delen av Bryggen, med en liten knekk slik som dagens veggeometri.



Figur 1: Plantegning av alternativ 1Aa slik den er vist KU.



Figur 2: Plantegning av alternativ 1Aa – variant 1 ved Finnegården.



Figur 3: Plantegning av alternativ 1Aa – variant 1 ved Finnegården vist på historisk kart fra 1880. Banetraseen er vist med skravur og vil gå over hopene og kaiutstikkerne slik de sto i 1880. Innerste sykkelfelt vil gå på kanten av brygge/hop av 1880.



Figur 4: Illustrasjon av mulig plassering av master og oppheng for kontaktledningsnett for Bybanen i alternativ 1Aa. Bygninger som er markert røde er fredet.

### 3 VURDERING

#### 3.1 Banetekniske utfordringer

Alternativ 1A, som går i dagen gjennom sentrum, inneholder flere krappe kurver ned mot minimumsverdi for horisontal kurver,  $R=25$ . I traseen vist i konsekvensutredningen er det benyttet en  $R=40$  kurve forbi Finnegården. For å få traseen lengre unna Finnegården, uten å måtte innløse Rundtårnet er kurven i varianten lagt enda krappere,  $R=30$ .

I begge variantene er kurven forbi Rundtårnet langt under anbefalt verdi,  $R=150$ . Det er således ikke positivt at kurven legges krappere i varianten enn den er i traseen vist i konsekvensutredningen. Farten vil bli lavere i kurven, 15 km/t mot 20 km/t, og det må forventes mer skinnvedlikehold i kurven. Til tross for dette vurderes varianten kun marginalt dårligere sporteknisk enn traseen vist i konsekvensutredningen. Kurven er ikke mye krappere, og den er ikke krappere enn de andre kurvene gjennom sentrum.

#### 3.2 Geoteknikk og fundamentering

##### 3.2.1 Grunnforhold

Langs Bryggen er kulturlagene dominerende løsmasseavsetning. Ved Finnegården er det registrert at kulturlagene ligger mellom ca. 2 m og 6 m under dagens terreng. Lagene består av fyllmasser av sand, grus og torv, med innhold av treflis, treverk, beinrester og andre organiske materialer, samt konstruksjoner/fundamentering av treverk. Massene har høyt humus- og vanninnhold.

Tidligere strandlinje lå i bakkant av nordøstre gavl av Finnegården, og kulturlagene er fylt ut på gammel sjøbunn, med økende mektighet mot Vågen. Over kulturlagene er det et fastere lag av "moderne" mineralske fyllmasser, som er underlag for dagens terrengoverflate. Nederst mot berg er det opprinnelige mineralske masser av middels fast lagret finsand og sand, og trolig noe grovere masser rett over berg.

Langs fremre del av Bryggen ble det etablert ny kaifront 1899-1901, med oppfylling av området mellom kaien og fasadene på byggene. Terrenget ble fylt opp med vanlige (tunge) mineralske masser, og det har tidligere gått trikk langs Bryggen.

Dybden til berg er ikke kjent i detalj ved Finnegården. Litt lenger nord på Bryggen, ved Nikolaikirkealmenningen er det registrert ca. 10 m til berg ved husfasadene mot Bryggen, men økende dybder ut mot Vågen.

Det er gjort målinger av grunnvannstanden i området. Nærmest Vågen følger grunnvannstanden nivået i sjøen, og varierer rundt kote +0,4 med tidevannet. Lenger inn (15 m til 60 m fra kaikanten) stiger grunnvannet, og ligger relativt stabilt på rundt kote + 0,8. Det er angitt at dette nivået i liten grad er påvirket av vann-nivået i sjøen.

Dagens terrengnivå foran Finnegården ligger på kote + 1,6 i sørøstre hjørne, stigende til + 2,2 nordøstover langs Bryggen.

### **3.2.2 Fundamentering av bygg**

Vi har ikke detaljerte kunnskaper om fundamenteringsløsningen slik den er i dag. Det rimelig å anta at bygget opprinnelig er fundamentert tilsvarende som mange av de øvrige byggene på Bryggen; fundamenter på tømmerkasser (noen steder står tømmerkassene på tørrmur) med nederste gulv på krysslågt tømmer. Usikkerheten er primært knyttet til om det har vært reparasjoner med understøping eller innstøping av gamle fundamenter.

### **3.2.3 Setninger**

Satellittmålinger viser beskjedne gjennomsnittlige terrengsetninger ved Finnegården. Det er antatt at disse skyldes krypsetninger fra tidligere pålastinger eller grunnvannssenkinger. Målte setninger på bygget er større enn målt på terreng, og dette antas å skyldes forråtnelse av treverket i fundamentene. Treverket råtner fordi det blir utsatt for mer fuktighet/oksygenrikt vann enn tidligere. Dette skyldes en kombinasjon av terrengsetninger, økende vannstand i sjøen, pumping som drenerer grunnvannet og trolig at drencsystemet ikke fungerer.

Det er målt vibrasjoner på grunn av trafikk på Bryggen, ref. Rapport nr. 400281 – 1 av 2000.05.30 fra Multiconsult. Denne konkluderer med at vibrasjonene ikke er store nok til å forårsake varige deformasjoner i de mineralske fyllmassene, men de kan øke og påskynde deformasjoner i trefundamentene som er skadet og i forråtnelse.

### **3.2.4 Fundamentering av Bybanetraséen**

Banetraséen langs Bryggen vil ligge i dagens vegbane, og dermed på nyere fyllmasser over kulturlagene. Foreslått prinsipp er at man graver ut ned til ca. en meters dybde og bygger opp nytt forsterkningslag som underlag for betongplate for skinnefeste. Forsterkningslaget kan armeres med geonett, og bestå av lette masser for å sørge for utjevning av setninger og hindre eller redusere tilleggsbelastninger. Ved bruk av lette masser må det velges en løsning som hindrer at man får oppdrift ved flom. Med en fundamenteringsdybde på rundt 1 m under dagens terreng, vil dette i liten grad påvirke grunnvannsnivået, som her er styrt av vannstanden i Vågen.

### **3.2.5 Konsekvenser ved å flytte Bybanetraséen ca. 2 m fra Finnegården**

Dersom traséen flyttes ca. 2 m ut fra Finnegården, nærmere Vågen, vil dette få liten innvirkning på konsekvenser for grunnvannstand og mulige setninger. Hverken fundamenteringsdybde eller laster vil påvirkes av dette. Det kan være gunstig å flytte traséen lenger vekk fra fasaden, dersom dette fører til reduserte vibrasjoner i grunnen under gavlveggene. Denne effekten antas å være liten og svært usikker.

Generelt har man erfaring med at vibrasjoner fra bybane og trikk er mindre enn fra busser. Det bekreftes av nylig utførte målinger i Kaigaten for Bybanen.

Konklusjonen er at de to variantene geoteknisk sett er tilnærmet like.

### 3.3 Hydrogeologi

Banefundamentering vil gå 1 meter under bakkenivå utenfor Finnegården, og kommer dermed ikke i konflikt med grunnvann, som her er påvirket av tidevann. Infrastruktur, som vann og avløp, er som foreslått i KU plassert i nyere masser utenfor banen, lengre ute mot kaifront.

Master vil trolig kreve fundamentering på 2 til 3 meters dybde. I området utenfor Finnegården og søndre del av Murbryggen vil det være behov for master med 25 meters mellomrom på kaisiden av banen. Mastefundamentene vil utgjøre punkt-konstruksjoner i fluktuasjonssonen for tidevannet, og bør anlegges med tette konstruksjoner inntil de stedlige massene for å hindre poretrykkreduksjon ved eventuell bryting gjennom tettere lag mot bunnen av sjaktene. Jf kart av 1880 kan dette være aktuelt utenfor Murbryggen, men utenfor Finnegården vil mastene i sin helhet fundamenteres i masser påfylt i perioden 1899-1901.

I eksisterende og ny grøft for avløpsvann kan det etableres barrierer for å redusere drenering i forhold til dagens grøfter, men dette må avklares i forhold til pågående drenering under Bryggen 3.

Under befaring i Finnesgården den 19. august 2013 ble det observert en sumppumpe i kjelleren til nabohuset, Bryggen 3. Denne drenerer grunnvann, og nivået på sumpen i kjelleren var på ca. kote ÷ 2,5. Det ble opplyst at også de to andre byggene langs søndre del av Murbryggen, Bryggen 5 og 7, drener grunnvann fra kjellerne sine. Denne dreneringen av grunnvannet så nær Finnegården har sannsynligvis en stor lokal effekt på grunnvannsnivået under Finnegården. Setningene observert under befaringen ga inntrykk av at den fremre delen av Finnegården setter seg raskere enn resten av bygget lengre bak fra Vågen. Det ble nevnt at dette kunne være pga. endret metode/omstendighet omkring oppbyggingen av fundamenteringen under bygget i sin tid.

Generelt sett vil det være en fordel å flytte banefundamentering lenger bort fra et bygg med setningsskader, slik som Finnegården. I dette tilfellet vil flytting ha minimal positiv eller ingen virkning.

### 3.4 Eldre tids kulturminner

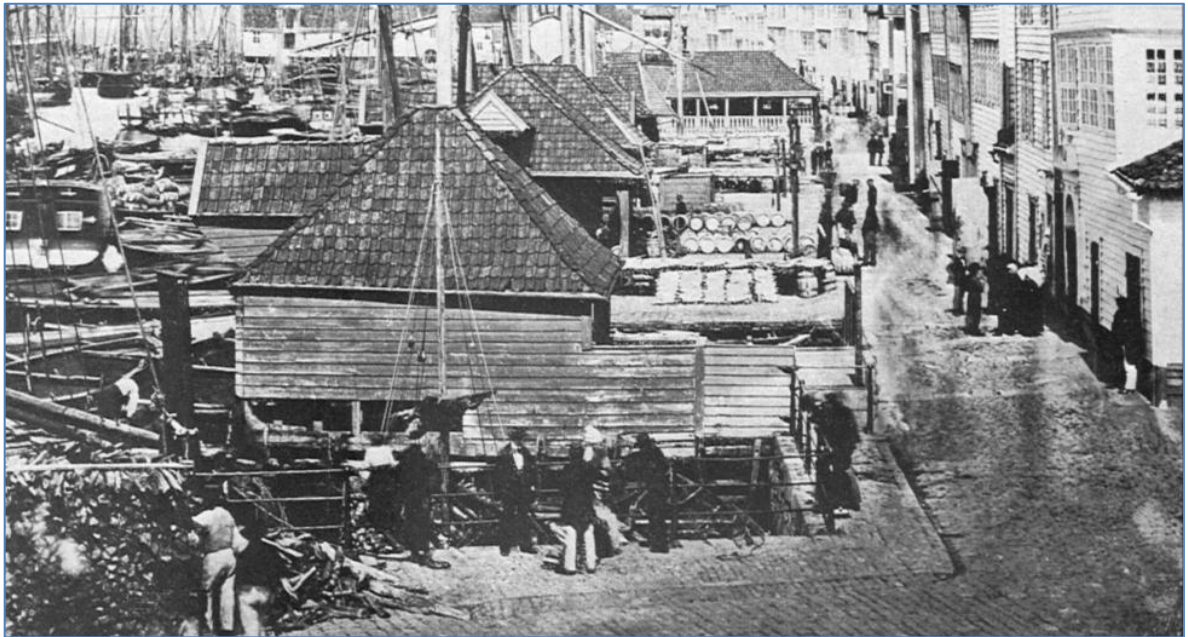
Kulturlag utenfor Finnegården er vurdert ut fra to arkeologiske registreringer, sammenstilling av kart og historiske bilder, samt historiske fremstillinger.

#### 3.4.1 Kulturlag og strukturer

Som det får frem av kart (Figur 3) legges bane utenfor kanten av hopene som vist på kart fra 1880. (Kart og billedmateriale fra før 1850-årene er motstridende om hvor mange slike hoper det er på strekningen fra bryggesporen til Nikolaikirkeallmenning). Den innerste/sørligste hopen ble steinsatt i 1845-48-årene, og er avbildet i et fotografi av W. Selmer fra noe før 1870 (Figur 5)(Fossen 1985:108, Olsen 1915:152). Dette ser ut til å innebære en utvidelse på noe over 1 meter ut fra opprinnelig kai som trolig er fra tidlig 1700-tall. Hjørnet av denne kaifronten ble påvist under graving for Televerkets kabelkulvert i 1981-1982 (BRM 102). Høyde ble oppgitt til 1,22 moh. Området innenfor, mot Kjøttbasaren /Finnegårdsgaten, ble oppgitt å være «totalt omrotet i nyeste



tid af rør, og til dels støpt ut med cementmørtel». Det ble imidlertid påvist to trestokker som kunne identifiseres med konstruksjoner i en sidegrøft, utenfor Kjøttbasaren. Disse lå i en høyde opptil 0,66 m.o.h. med plankedekke, tolket som opprinnelig gateplan etter 1702 brannen. Spor av en konstruksjon i denne sidegrøften strakte seg opp til 1,32 m.o.h., og ble tolket som rest av et skur.



*Figur 5: Den innerste hopen med steinsetting fra 1845-48 (Herteig 1969: plansje 5).*

Hopene ble fylt ut og kaien utvidet til nåværende kaifront i 1899-1901. Dette innebar generelt mudring av sjøbunn, fundamentering (sjeté), kaimuring med 1-2 meter bredde i topp, opptil 7 meter bredde i bunn, og fyllmasse av stein ved mur, grus lenger inne (Fossen 1984:84). Det er ingen grunn til å anta at murene ved kaibyggingen ved Tyskebyggen skilte seg fra de andre kaiene i Bergen i perioden, men på grunn av mindre dybde har nok ikke selve kaimuren hatt 7 meter bredde i bunn. Grøfteregistreringen fra 1982-1983 beskriver fyllmassene som bestående av grus og klippestykker, men også lag som har karakter av «brandutsmidt» og kulturlag med diverse nyere flaske- og potteskår. Utfyllingen medførte en markant høydeheving av kaifronten og deler av de gamle kaiene/utstikkerne.



*Figur 6 Tyskebryggen sett fra nordre del av Torget, før og etter bygging av ny kai på strekningen Torget-Nicolaikirkealmening. Legg merke til nivåforskjell mellom det gamle og det nye kaiplanet (Fossen 1984:76).*

I forbindelse med et vannledningsbrudd ble det i 1996 registret en tømmerkasse i veien, 10 meter utenfor veggen av Hanseatisk Museum/Finnegården (NIKU 22327). Kassen er ikke laftet, men består av krysslagte stokker, med tegn til en forankringsstolpe mot nordvest. Ut fra gjenstandsmateriale ble det konkludert at kassen ikke kunne være eldre enn midten av 1700-tallets første halvdel, men det ble vurdert som mer sannsynlig at kassen er del av utfyllingen i 1899-1901. De øverste stokkene lå 1,2 meter under dagens overflate.



*Figur 7: Fra vannledningsbruddet i 1996. Tømmerkassen kan skimtes til venstre for vannledning på bildet i midten (NIKU 22327).*

### **3.4.2 Kulturlag og strukturer i forhold til ny banevariant**

Den nye banevarianten går like utenfor kant med steinsetting av innerste hopen fra 1840-årene. Sykkelfelt går oppå denne steinsettingen. Innenfor denne steinsettingen er det observerte strukturer, trolig fra 1700-tallet, i et nivå av ca 0,66 m.o.h.

En tømmerkasse er observert 10 meter utenfor veggen av museet, opptil noe i underkant av en meter over havet. En banekonstruksjon som går en meter ned i bakken vil ikke berøre gatenivået

fra tidlig 1700-tall, da det ligger for dypt, og innenfor traséen. Utstikkende kaiement er vil trolig ligge på et lignende eller lavere nivå.

Jfr. generell erfaring og også måling av vibrasjoner i Kaigaten etter at Bybanen ble etablert, vil ikke bane med fundamentering skape større belastning og mer rystelser enn busstrafikk. Bane utgjør dermed ikke større fare for vibrasjonsforstyrrelser av kulturlag enn dagens trafikk.

Mastefundamenter, 2 til 3 meter dype, vil kunne berøre ytterkant av kaifundamenter fra 1800-, kanskje 1700-tallet. Utenfor Finnegården vil mastefundamenter være i masser påfylt 1899-1901.

I bestemmelse 6.2.2 gravedybder, i reguleringsplanen for Vågen, kaiene og Bryggen, er det dispensert gjennom plan fra kulturminneloven og tillatt graving for tiltak som entydig inngår i planen. Ved å flytte banen to meter ut vil fundamentet for selve banelegemet legges i sone 3, hvor det er tillatt graving til 2 m under dagens overflate (I tilgrensende sone 2 rundt Finnegården er det tillatt graving til 1 meter).

I forhold til eldre tids kulturminner vil det være gunstig å flytte banen to meter fra Finnegården da dette i større grad gir fundamentering på yngre masser, og en får større avstand til kulturlag.

### 3.5 Nyere tids kulturminner

I KU er Finnegården og Rundetårnet beskrevet som sårbare strukturer, hvor bybanen passerer nært og danner fysisk inngrep og barrierestruktur. Justering av banen medfører at anlegget flyttes fra 4,1 til 6 meter fra Finnegården. Dette er inkludert sykkelfelt. Selve banen flyttes fra 5,6 til 7,5 meter fra Finnegården. Dette gjennomføres uten å redusere avstand til Rundetårnet.

Men den opprinnelige traséen i KU beslaglegger halve arealet av fortauet foran Finnegården, vil den nye varianten beslaglegge om lag en fjerdepart. Den beslaglagte delen utgjør da sykkelfelt, mens banelegemet vil ta ytterste del av fortauskant mot sørøst, ligge parallelt med bygningsfront, og knapt berøre dagens fortauskant mot nordvest.

KL-anlegg vil flyttes tilsvarende fra Finnegården.

Den nye varianten er en forbedring av trasé som presentert i KU, da den gir økt avstand til Finnegården. I den nye varianten vil linjeføring i større grad tilsvare dagens trafikk, selv om den fremdeles er noe nærmere Finnegården enn dagens vei.

Om en legger dagens bredde av fortau til grunn for opplevelse av Finnegården innebærer også den nye varianten en reduksjon i forhold til dagens situasjon, fordi ytterste fjerdepart av fortauet vil beslaglegges av sykkelfelt, og i noen grad av bane. Imidlertid innebærer varianten en forbedring i forhold til alternativet presentert i KU.

## 4 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Formålet med variant 1 av alternativ 1Aa er å øke avstand til Finnegården. I dette notatet har en vurdert virkning i forhold til flere tema ved å flytte banen slik at den blir liggende minimum 7,5 meter fra Finnegården, og sykkelfelt blir liggende minimum 6 meter fra bygget. Dette kan gjøres uten å måtte gå nærmere, eller å fjerne Rundetårnet.

Variant 1 er vurdert i forhold til baneteknikk, hydrogeologi, geoteknikk, eldre tids kulturminner og nyere tids kulturminner. Notatet er ikke en ny konsekvensutredning, men belyser varianten i forhold til opprinnelig trasé som presentert i KU. Denne tilleggsutredningen supplerer KU, og vurderer ikke variant 1 i forhold til verdensarv.

Variant 1 har flere positive effekter i forhold til opprinnelig trasé:

- Baneteknikk: Varianten er marginalt dårligere enn opprinnelig trasé, men like fullt gjennomførbart.
- Geoteknikk: De to variantene er tilnærmet like, men variant 1 kan ha positiv effekt.
- Hydrogeologi: Varianten har ingen eller minimal positiv virkning, utover at det er generelt positivt å plassere seg lenger bort fra en bygning med setningsskader.
- Eldre tids kulturminner: Det er gunstig å flytte banen to meter fra Finnegården da dette i større grad gir fundamentering på yngre masser, og en får større avstand til kulturlag.
- Nyere tids kulturminner: Varianten gir større areal fremfor Finnegården og bedre opplevelsesmulighet av bygningen enn opprinnelig variant.

Variant 1 av alternativ 1Aa er en linjustering som flytter bybanetraseen 2 meter lenger vekk fra Finnegården enn trase vist i KU, uten å redusere avstand til, eller fjerne Rundetårnet. Varianten har marginalt dårligere linjeføring, men er klart bedre i forhold til eldre tids kulturminner og nyere tids kulturminner enn alternativ som presentert i KU

Bergen, 2013-10-07

Ole Magne Nøttveit, arkeolog  
Gunhild Hennem, geoteknikk  
Kevin Tuttle, hydrogeolog  
Kay Lægraid Iversen, ingeniør

Hans Petter Duun  
Oppdragsleder

## Kilder

- BRM 102: Kock, H D 1983: Rapport om de arkæologiske undersøgelser Torget (BRM 102) juni 1981 – januar 1982. Upublisert arkivrapport, Topografisk Arkiv, Bergen, Hordaland. Bergen Museum
- Fossen A. B. 1984: Fra pelebrygge til steinkai. Trekk ved utbyggingen av Bergen havn ca. 1870–1940. I *Sjøfartshistorisk årbok 1983*, s. 59-106. Bergen
- Fossen A. B. 1985: *Fra båthavn til storhavn 1070–1900*. Bergen havn gjennom 900 år bd I. Bergen
- Harris C. J. H. 1991: Bergen i kart fra 1646 til vårt århundre. Bergen
- Herteig, A. E. 1969. *Kongers Havn og handels sete*. Bergen
- NIKU 22327: Dunlop, R. A 1996: Rapport om overvåking ved Bryggen v/ Finnegården, 1996. Arkivrapport, NIKU, distriktskontor Bergen
- Multiconsult: Bryggen i Bergen, Fronten, Søndre Finnegården; Grunnundersøkelser og setningsmålinger. Vurdering av omfundamentering. Rapport nr. 610498 - 2, av 2011.02.15
- Multiconsult: Bryggen i Bergen, Grunnundersøkelser og vibrasjonsmålinger. Rapport nr. 400281 – 1, av 2000.05.30
- Olsen E. 1915: Bergen havn. I Geelmuyden, C., og Schetelig, H.: *Bergen 1814-1914*, bd 2, s 145-194. Bergen