

KU Bybanen Sentrum - Åsane - Tilleggsutredning nr 05.

Variant tunnelalternativ 2A, nedramping sør for Statens hus

2013-10-07



Til: Bergen kommune

Fra: Norconsult

Dato: 2013-10-07

KU Bybane sentrum – Åsane, tilleggsutredning Variant av tunnelalternativ 2Aa, nedramping sør for Statens Hus

Innhold

1	Innledning og Bakgrunn	2
2	Variant av 2Aa	3
3	Vurdering.....	4
3.1	Banetekniske forhold og reisetid	4
3.2	Geologi.....	4
3.3	Hydrogeologi.....	5
3.4	Geoteknikk.....	5
3.5	Kulvert mellom Jernbanestasjonen og Sølvvarefabrikken	6
3.6	Kobling til trasé vestover via Haukeland sykehus	7
3.7	Eldre tids kulturminner	8
3.8	Landskap og byrom	10
3.9	Havnivåstigning og flom.....	11
3.10	Tunnelinnslag i sentrale byrom.....	12
3.11	Betjening	12
3.12	Drift av et samlet kollektivsystem	13
3.13	Følger for veitrafikk	13
3.14	Kostnader	14
4	Oppsummering.....	15

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

1 INNLEDNING OG BAKGRUNN

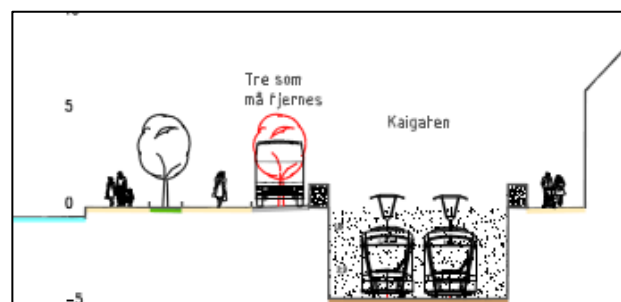
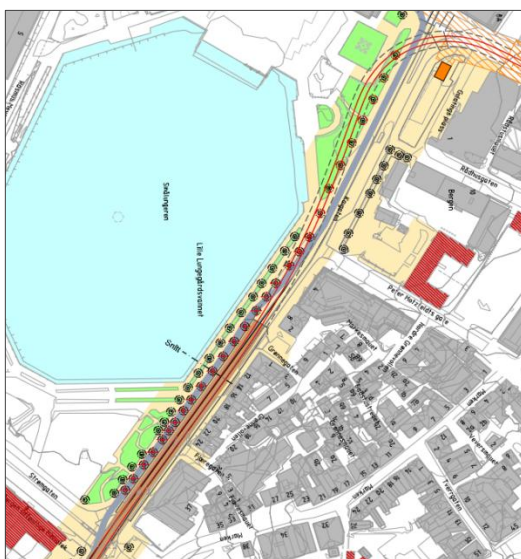
I uttalelsen til konsekvensutredningen ba Hordaland fylkeskommune (HFK) om flere tilleggsutredninger, der én av disse skulle være:

Utgreining av trasé 2Aa, med nedkøyringsrampe flytta frå Kaigaten til sør for Statens hus/ Nonnen.

Bergen kommune har definert behovet for tilleggsutredningen slik:

Flytting av nedramping for alt 2Aa til Kaigaten sør for Statens hus er gjort tidligere som del av KU, og forkastet på grunnlag av en rekke punkter (det blir ikke noe stopp ved Jernbanestasjonen, nedrampingen blir på tvers av bystrukturen i et område som blir meget viktig i fremtiden når den store byutviklingen på Nygårdstangen skal knyttes mot sentrum, det er dypt til fjell i hoveddelen av Kaigaten så det blir en lang kulvertløsning i hele Kaigatens lengde med sprengningsarbeid og nærføring mot kulturminnene på Nonneseter, det er også en meget kostbar løsning). I arbeidet med KU ble denne løsningen ikke er vurdert som konkurransedyktig. Alternativet tegnes ut og beskrives med tverrfaglig vurdering av konsekvenser, på linje med tidligere utredninger.

Begrunnelsen for å vurdere om banen fra sør kan rampes ned tidligere, er å unngå to konflikter som blir utløst av trasévariant 2Aa slik den er vist i konsekvensutredningen. For det første vil en nedramping for banen i Kaigaten på strekningen langs Lille Lungegårdsvannet skape en funksjonell og visuell barriere. Nedrampingen krever en konstruksjon på ca. 100 meters lengde som vil bryte sammenhengen mellom parken rundt vannet og bystrøket opp mot Marken. En annen uheldig følge av variant 2Aa fra KU er at Kaigaten må utvides inn mot parken for å gi plass til en bussfil i gaten. Dette vil gå på bekostning av den ytterste trerekken langs gaten. I tillegg er det en svakhet ved løsningen at flere gamle trær må flyttes i anleggsperioden og disse er ikke enkle å erstatte.



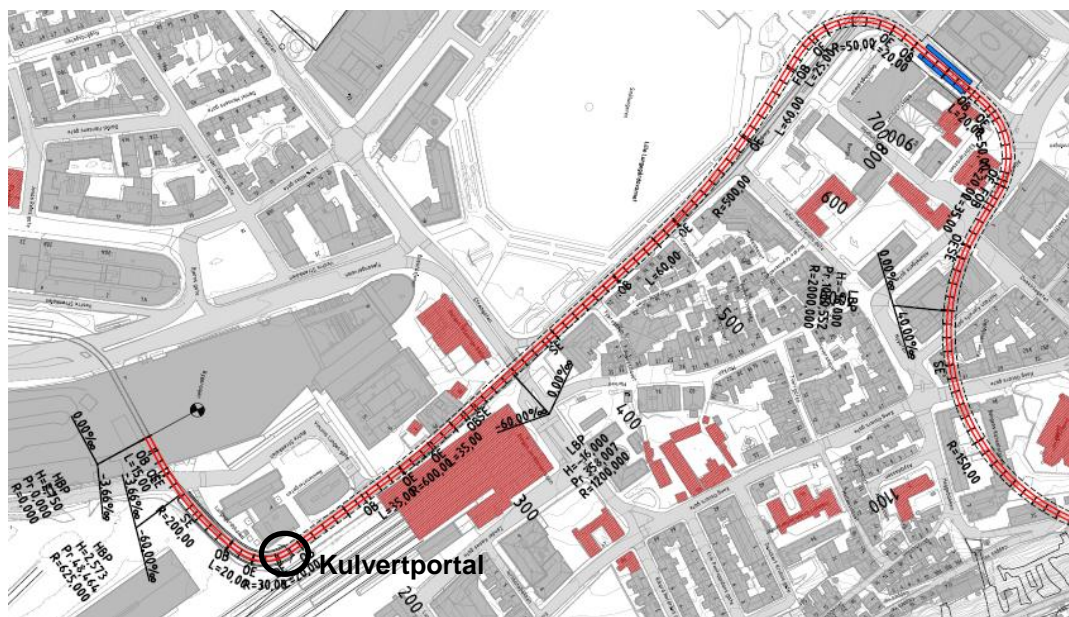
Figur 1 og 2: Plan og snitt som viser konflikten mellom parken og banetiltaket ved alternativ 2Aa i KU. Den ytre trerekken langs Kaigaten, fra Strømgaten til Peter Motzfeldts gate, må fjernes for å gi plass til en bussfil. Anleggsarbeid vil gå på bekostning av gamle trær nordøst i parken.

Trasévariant 2Aa hører til alternativ 2A med lang tunnel gjennom sentrum. I dette alternativet følger banen allerede etablert trasé i Kaigaten gjennom krysset med Strømgaten før den rampes ned til en lang tunnel mot NHH. Etter Bystasjonen ville dette alternativet ha underjordiske holdeplasser under Christies gate og i fjellet bak Fløibanestasjonen.

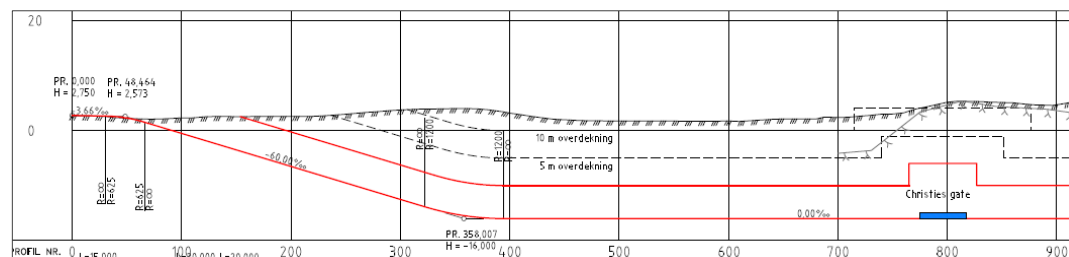
Dette notatet vurderer om det er mulig å endre variant 2Aa slik at banen dukker ned til en tunnelstrekning lenger sør. Av hensyn til busstrafikken inn og ut av Bystasjonen har det vært et utgangspunkt å se etter nedramping sør for Vincens Lunges gate ved Statens Hus. Notatet drøfter løsningen med hensyn til gjennomførbarhet og konsekvenser for baneteknikk og reisetid, geologi, hydrogeologi, geoteknikk, automatisk fredete kulturlag og kulturminner, tunnelåpning i sentrale byrom, betjening av sentrum, drift av et samlet kollektivsystem og kostnader.

2 VARIANT AV 2Aa

Varianten til alternativ 2Aa fra KU har tunnelportal i Kaigaten før kryssing av Vincens Lunges gate. Dette innebærer at dagens holdeplass ved Nonneseter (Jernbanestasjonen) går ut, mens sentrumsnære holdeplasser ellers vil være som i opprinnelig alternativ 2Aa, dvs Busstasjonen (eksisterende), under Christies gate og i Fløyfjellet. Dagens holdeplass i Byparken går også ut, som i alternativ 2Aa i KU.



Figur 3: Plantegning av varianten



Figur 4: Lengdeprofil av varianten

Varianten tar utgangspunkt i eksisterende spor i busstasjonen. Fra busstasjonen fremføres banen over Østre Strømkaien før den legges med maks tillatt fall i Lungegårdskaien. I svingen ved Nonnesetergaten 4 (Nonnen) kommer banen under terreng og kan fremføres i kulvert frem mot Kaigaten 1d (Brødrene Lohne Sølvsfabrikk) hvor banen antas etter hvert å gå videre i fjelltunnel. Traseen føres i fjelltunnel under Kaigaten helt frem til holdeplassen under Christies gate.

3 VURDERING

3.1 Banetekniske forhold og reisetid

Sporteknisk er ikke varianten veldig forskjellig fra alternativ 2Aa i konsekvensutredningen. I plan er de i hovedtrekk like. Den store forskjellen er at varianten som presenteres i dette notatet føres tidligere ned i tunnel og at holdeplassen ved siden av Jernbanestasjonen utgår. Disse to momentene gjør at reisetiden mellom holdeplassen i Busstasjonen og Christies gate går ned. Det kan dimensjoneres for høyere hastighet når banen går i egen trasé sammenlignet med når den går i gaten. Økt hastighet og bortfall av en holdeplass vil redusere reisetiden med opp mot cirka 1 minutt.

Ulempen med å føre traseen ned i tunnel rett etter Busstasjonen, er at den vil være i egen trasé forbi Nonnesetergaten 4, hvor det er en krapp sving med horisontalkurve R=30. Dette er under anbefalt verdi for både spor i gate og spor i egen trasé, men for spor i egen trasé er det også under minimumsverdi for horisontalkurver, R=50. Det innebærer at for denne løsningen må det søkes om avvik fra krav til baneteknisk standard.

Baneteknisk rangeres variantene som likeverdige. Kortere reisetid kompenser for avviksverdi i horisontalkurven forbi Nonnesetergaten 4.

3.2 Geologi

I følge NGUs kart består berggrunnen i området av amfibolitt. Omdannet gabbro og grønnstein kan også opptre i området. Bergartslagene varierer i tykkelse, fra noen få meter til et par hundre meter, målt på tvers av strøkretning som er NV-SØ. Bergartslagene faller 50-70° mot NØ. Det antas at berggrunnen består av en forholdsvis kompetent og moderat oppsprukket bergart, og at man har økende sprekkeintensitet og svakere bergartslag mot forsenkninger i bergoverflaten.

Grunnboringer langs Kaigaten og ved Nonneseter viser at bergoverflaten stiger fra kote -7,5 m ved Lungegårdskaien til +3,0 m ved Jernbanestasjonen. Her er det mulighet for påhugg i Kaigaten på strekningen mellom Nonnesetergaten 4 (Nonnen) og Kaigaten 9 (Statens Hus). Mellom Strømgaten og Christies gate er det begrenset med informasjon om dybder ned til fast berggrunn. I tidligere undersøkelser ved Lille Lungegårdsvannet, utført av Noteby, er det antatt at berggrunn ligger på ca kote -5 langs Kaigaten og faller ned mot -8 til -8,5 ved nordre ende av vannet. Det er imidlertid ikke boret noen hull langs den aktuelle strekningen ved gaten, men langs nordre del av Lille Lungegårdsvannet. Bergkote opp mot Kaigaten er tolket utfra utførte undersøkelser og må derfor regnes som orienterende.

I krysset mellom Christies gate og Kaigaten og lenger nordover langs Christies gate er det tidligere utført fjellkontrollboringer. Der er det registrert fast berggrunn på kote ca. -4,4 i selve krysset og deretter stiger bergoverflaten relativt jevnt nordover, opp til kote +3 ved Vågsallmenningen.

Med utgangspunkt i tilgjengelig grunnlagsmateriale er det sannsynlig at Bybanen kan ligge i en fjelltunnel langs med Kaigaten med påhugg som antatt nord for "Nonnen", til en stasjon under Christies gate. Dette er imidlertid basert på noen fåtalls borpunkter langs nordre del av Lille Lungegårdsvannet.

Med bergkote på -5,5 m er bergoverdekning langs en fjelltunnel nokså minimal og lokale variasjoner på noen få meter kan medføre at en fjelltunnel som skissert ikke er gjennomførbart. Alternativt kan traseen senkes for å oppnå tilstrekkelig overdekning. Det må derfor utføres ytterligere grunnundersøkelser i form av fjellkontrollboring for å verifisere gjennomførbareheten.

3.3 Hydrogeologi

I den søndre enden av Kaigaten, der dette tunnelinnslaget vil ligge, er terrenget forholdsvis flatt. Det betyr lave grunnvannsgradienter, men et høyt grunnvannsnivå under terrenget. Kulverten og tunnelpårhugg ligger innenfor området for automatisk fredet bygrunn og svært nært Nonneseter kloster med påviste fredete kulturlag. Det gir en risiko for ødeleggelse av kulturminner fra middelalder og det må sees nærmere på om det er mulig å sikre de fredete kulturlagene.

Kulvert og tunnelinnslag anlegges i forholdsvis tette løsmasser, slik at en senkning i grunnvannsnivå vil være begrenset i lateral omfang, men vil kunne ha betydning lokalt for setninger, pga. poretrykksendringer. Det vil også være viktig med tett tiltak ved overgangen mellom løsmasser og berggrunnen ved tunnelinnslaget siden det kan forekomme mer vannførende masser i overgangen. Det kan også være høyt grunnvannstrykk i dette overgangsområdet, pga. grunnvannsgradienten fra Fløyfjellet i nord.

3.4 Geoteknikk

Løsmassedybden under holdeplassen i Busstasjonen er i størrelse 15-20m. Fra stasjonsområdet og mot Nonnesetergaten 4 stiger fjellet opp til et nivå på ca 6,5m under terrenget. Det gir en løsmassemekthet som varierer mellom 2m ved Strømgaten og mellom 2m og 8m langs Lille Lungegårdsvannet videre mot Christies gate.

Det er en relativt kort distanse fra holdeplassen i Bystasjonen for å bygge seg ned til et tunnelpårhugg med såle på kote -15 like øst for Nonnesetergaten 4 og langs Kaigaten 9. Det er relativt god plass til en kulvert for nedramping fra Bystasjonen mot søndre del av Kaigaten. Nonnesetergaten 4 oppgis å være pelefundamentert mens Kaigaten 9 er bygget med tilfluktsrom i underetasjen. De to nabobygningene til nedramping vurderes som motstandsdyktige mot kulvertutgraving og det synes på denne strekningen i Lungegårdskaien og sør i Kaigaten gjennomførbart å etablere en tett, avstivet byggegrop ned til fjell for videre anlegg av spor til ønsket dybde.

En bybanekulvert i Kaigaten sør for Strømgaten vil ligge nær Jernbanestasjonen og Nonneseter kloster og Lohne Sølvsfabrikk. Hvor tunnel starter og kulvert avsluttes, blir bestemt av dybden til fjell, som ennå ikke er nøyaktig kartlagt. Inntil det oppnås tilstrekkelig overdekning for tunnel må vi forvente å måtte bygge en kulvert, dels i løsmasser og dels i fjell. Kulvert vil kreve det meste av den

samlede bredden for gate og fortau, avhengig av valgt byggemetode. Med svært kort avstand til fundamenter i de tilgrensende bygningene vil det bli viktig å ha kontroll på deformasjoner og rystelser ved installasjonen. Tilbygget til Jernbanestasjonen er fundamentert på en såle mens fundamenteringen er ukjent for den eldre delen av stasjonen og Sølvsfabrikken. Under sølvsfabrikken kan det være kulturminner i form av strukturer fra Lungegården og Nonneseter kloster. (Se kapittel 3.7 Eldre tids kulturminner.)

Den begrensede bredden mellom sølvsfabrikken og Jernbanestasjonen betyr at nedramping til påhugg i fjell utenfor sølvsfabrikken er svært komplisert, og i verste fall ikke gjennomførbart, se neste avsnitt.

For et banespor som blir liggende i en kulvert i løsmasse er tetting mot grunnvann den største utfordringen. En tett betongkonstruksjon bygget innenfor tette, midlertidige støttevegger vil kunne imøtekomme krav om ikke å drenere grunnvannet. Både sekantpelevegg og slissevegg bør være mulig, mens rystelsene som følger alternativet, ramming av tung stålpunt ned til og inn i fjell bør vurderes nærmere. Denne løsningen krever også ekstra bredde.

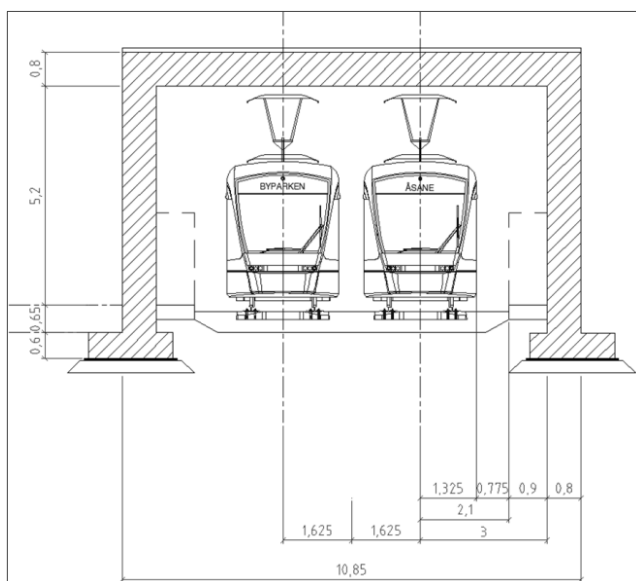
Tunnel i fjell gir ikke behov for graving i løsmasser med tilhørende setningsrisiko nær bygninger langs kulverten. Det gis noen utfordringer som følge av sprengningsarbeidene for tunnelen med relativt kort avstand fra tunnel til antatt sensitive bygg, som vi i dag i liten grad kjenner fundamenteringsløsningene for.

Avstanden mellom borpunktene i tidligere grunnundersøkelsespunkt langs traseen er stor og type utførte undersøkelser gir begrenset informasjon som støtte for vurdering av utgravinger og fjelloverdekning. For kartlegging av en tilsynelatende varierende løsmassedybde, en hittil ikke registrert grunnvannsstand (som antas styrt av nivået i Lille Lungegårdsvann) og for å prosjektere avstivet byggegrop i løsmasser, er en omfattende grunnundersøkelse nødvendig. Det er også behov for å få god kunnskap om hvordan de gamle bygningene langs hele traseen mellom Busstasjonen og Christies gate er fundamentert.

Først og fremst vil supplerende grunnundersøkelser vise om påhugg er mulig sør for sølvsfabrikken og om denne trasevarianten er gjennomførbart.

3.5 Kulvert mellom Jernbanestasjonen og Sølvsfabrikken

Mellom Jernbanestasjonen og Sølvsfabrikken er det ca 13 meter, mens det er ca 14 meters bredde ved den gamle kirkegårdsmuren og Korkapellet. En byggegrop for kulvert krever 14 meter, og det er dermed ikke tilstrekkelig bredde til å anlegge en kulvert med ordinære anleggsmetoder i den smaleste delen av Kaigaten, jfr omtalen over.

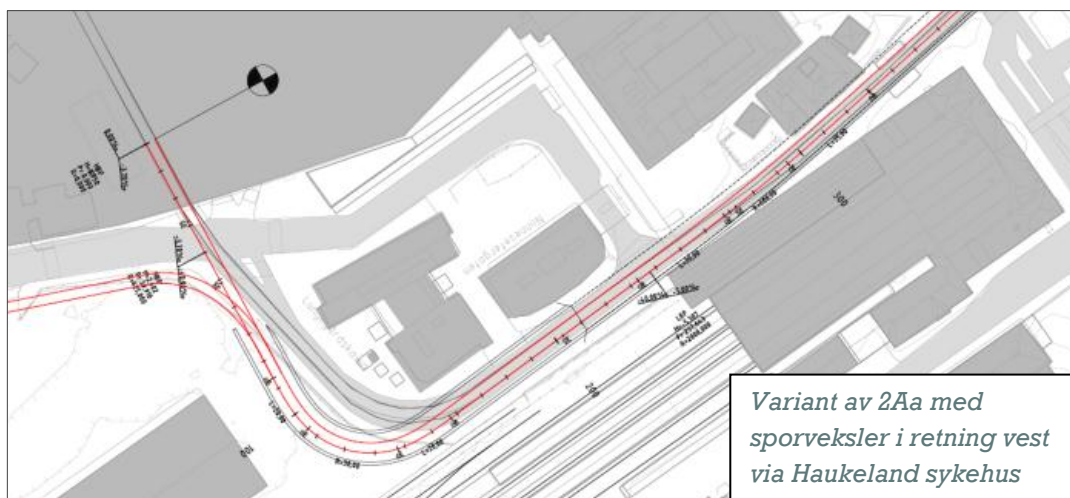


Figur 5: Tverrsnitt for banekulvert viser bredde 10,85 meter på rettstrekning. I tillegg kreves sideareal til fundamentering, byggegrop og avstivning/ tetting av byggegrop, ca 1,5 meter til hver side. Dette tilsier et behov for åpen byggegrop i 14 meters bredde.

Derfor er det avgjørende for realismen til dette alternativet at banen kan nå dypt nok til å gå i fjelltunnel i dette området. Med maksimalt fall i nedrampingen vil banen ha fem til seks meter overdekning ved kirkegården/ Korkapellet (profil ca 250) og mellom syv og åtte meter ved Sølvvarefabrikken (profil ca 275). Det er usikkert om dette er tilstrekkelig overdekning. Det avhenger av fjellkvaliteten og fjellets beskaffenhet der kulvert skal møte fjelltunnel.

3.6 Kobling til trasé vestover via Haukeland sykehus

Dersom banetraseen mellom Bergen sør og Åsane skal kunne kobles til en fremtidig banetrasé fra vest via Haukeland sykehus, så stiller det noen krav til løsningen. Det kan anlegges sporveksler i nedrampingen i Lungegårdskaien og Kaigaten under forutsetning av at dette skjer på en rett strekning og at helningen ikke er brattere enn 4 %, mens helningen ellers kan være opp mot 6 %. Dersom banen skal være forberedt for en slik løsning, vil det medføre en slakere helning og dermed lengre nedramping. Det vil ha konsekvenser for lengden på den synlige delen av den åpne kulverten.



Figur 6: Plantegning av nedramping med sporveksler i retning vest via Haukeland sykehus

Med en slakere helning (maksimalt 4 %) kommer traseen ikke like dypt som uten sporveksler. Resultatet er at antatt overdekning ved et mulig tunnelpåhogg reduseres til ca fem meter ved Sølvsfabrikken og ca tre meter ved kirkegården og Korkapellet. Denne overdekningen vil høyst sannsynlig ikke være tilstrekkelig og varianten lar seg neppe kombinere med den viste løsningen for sporveksler i retning Haukeland sykehus.

3.7 Eldre tids kulturminner

Tunellalternativ 2Aa i KU medfører inngrep i kulturlag i Kaigaten, Christies gate, Øvre Korskirkeallmenningen og Vetrilidsallmenningen. Vurdert sammen med kulturmiljø ble alternativet gitt stor negativ konsekvens for kulturminner og kulturmiljø i KU. Flytting av tunellinnslag fra Kaigaten til svingen ved Nonnesetergaten 4, medfører at man unngår omfattende graving av kulvert i Kaigaten og en liten del av Byparken. I KU ble denne delen av arbeidet vurdert til stort negativt omfang. Konsekvens ble vurdert til middels til stor negativ, og ble ikke satt høyere fordi man i overveiende grad ville fjernet etterreformatoriske avsetninger, med en mer hypotetisk mulighet for at også middelalderske avsetninger kunne bli berørt. Ved å flytte tunnelmunning lenger sør, vil nedstigning og kulvert starte i Lungegårdskaien, utenfor grensen til fredet bygrunn og det automatisk fredete kulturminnet middelalderbyen Bergen. I svingen ved Nonnesetergaten 4 vil tunnelmunningen ligge like utenfor, eller i grenseområdet, for kulturminnet middelalderbyen. Imidlertid vil det være nødvendig med kulvert frem mot Brødrene Lohne Sølvsfabrikk – hvorfra banen trolig har nok fjelloverdekning til å fremføres som fjelltunnel.

Brødrene Lohne Sølvsfabrikk ligger mellom to bevarte deler av Nonneseter kloster, den såkalte tårnfoten i vest, og korkapellet, sakristiet, i øst. Rester av kirkeskipet til klosterkirken kan ligge bevart under Sølvsfabrikken. Disse tre bygningene utgjorde nordøstfløyen av et firefløyet klosterkompleks bygget rundt et åpent midtparti, oppført i en felleseuropeisk utforming. Kaigaten går langs utsiden av denne opprinnelige nordøstfløyen.



Figur 7 og 8: Antatt opprinnelig strandlinje rundt år 1000. Bildet til høyre fra 1740-årene viser Lungegårdsvann, som i stor grad beholdt klosterkompleksets grunnriss og noe omliggende aktivitet, som en brygge sørøst for anlegget (Kart: Helle 1982:21, perspektivkart: Wikimedia Commons)

Nonneseter kloster ble anlagt på den lave tangen nord for strømmen mellom dagens Lille og Store Lungegårdsvann. Klosteret ble grunnlagt på 1100-hundretallet, og var fremover det rikeste og

største kvinneklosteret i Norge. Kildegrunnlaget er usikkert, og mens det lenge har vært hevdet å være et cistercienserkloster grunnlagt etter 1150, peker forskningen nå mot at det derimot var et benediktinerkloster, og grunnlagt før 1150. Flere faktorer peker mot at Tårnfoten er bygget før 1150 og er således en av Bergens aller eldste stående bygninger. Korkapellet, eller sakristiet, stammer trolig fra en utvidelse fra 1200-tallet. Anlegget ble overtatt av Vincens lunge i 1528, ombygd og omdøpt Lungegaarden. Mye av anlegget ble revet, men det antas at de opprinnelige grunnmurene ble benyttet i Vincens Lunges nye anlegg.



Figur 9: Peter Jacob von Wilsters kart viser Bergen mellom 1686 og 1702. Lungegården er relativt detaljert gjengitt, noe som går igjen fra de tidligste bergenskartene (Harris 1991:31)

Det har vært gjennomført en rekke arkeologiske undersøkelser i området, og påvist en rekke mindre strukturer som har vært del av klosteranlegget, eller tilknyttet dette (se BRM 650 for oversikt). Kirkegården på Nonneseter lå på nord- og nordøstsiden av klosteranlegget, i området som i dag krysses av Kaigaten. I forbindelse med anleggning av Bybanen ble området nordøst for korkapellet utgravd i 2006. Det ble påvist en rekke begravelser samt noen anleggsrester fra middelalderen, og spor av hagebruk fra etterreformatorisk tid.

I selve Kaigaten er det ikke påvist kulturminner i de arkeologiske undersøkelsene, og rapportene konkluderer med at det er lite sannsynlig at det finnes intakte kulturlag under dagens veidekke i Kaigaten utenfor klosteranlegget, eller i Kaigaten sørøstover mot Lungegårdskaien. Slike lag er trolig fjernet ved anleggelse av gaten.

Graving av kulvert fra Lungegårdskaien frem til Sølvsfabrikken med etablering av tunnelmunning, vil trolig ikke berøre automatiske fredete kulturlag. En kan imidlertid ikke utelukke helt at en kan treffe lakuner av kulturlag eller mindre rester av strukturer, ettersom inngrepet er omfattende. Ut fra et kulturminneperspektiv er nærheten til Nonneseter kloster mer problematisk. Tårnfoten, Korkapellet og trolige bevarte strukturer under Brødrene Lohnes Sølvsfabrikk, ligger mindre enn 10 meter fra dagens skinngang for Bybanen. Det må stilles svært strenge krav til boring og sprenging, og vurderes om dette kan gjøres uten å skade fundamenteringen til en av Bergens eldste stående bygninger.

Varianten med flytting av tunnelmunning lengre sør i Kaigaten medfører at en slipper omfattende inngrep i etterreformatoriske lag langs Lille Lungegårdsvannet, men må bore og sprengte svært nær stående bygninger fra tidlig middelalder. De to variantene er ellers like med at de medfører total

oppgraving av Christies gate, og inngrep i middelalderske kulturlag i Øvre Korskirkeallmenning og Vetrilidsallmenningen.



Figur 10: Bildet til venstre viser Tårnfoten med karakteristisk romansk bue, samt Brødrene Lohne Sølvvarefabrikk. Bildet til høyre viser Korkapellet, på andre siden av fabrikk.

3.8 Landskap og byrom

Alternativ 2Aa fra KU viser nedramping nord for Strømgaten frem til lukket kulvert ved Grønnegaten vis á vis parken ved Lille Lungegårdsvannet. Dette vil innebære et hull i Kaigaten som er en fysisk barriere, og en visuell forstyrrelse i gaterommet.



Figur 11 og 12: Trerekken til venstre for bussen vil måtte fjernes for å gi plass til kulverten i alternativ 2Aa i KU. Den ytterste trerekken langs Kaigaten må fjernes for å gi plass til bussfelt.

Fra Grønnegaten til Christies gate vil etablering av kulvert kreve at deler av parken graves opp. Denne delen av parken preges av stramme trerekker som skriver seg fra parkens omlegging i 1916. Parken ble da etablert som et av Norges fremste eksempler på den formale parkstilen som avløste 1800-tallets romantiske landskapsstil. Et inngrep i disse trerekkene vil være et kraftig brudd i parkens ramme, og parkens verdi vil bli svært svekket av dette inngrepet. Nye trær kan plantes inn i nordre del av parken, men disse vil skille seg fra de eldre trærne i høyde og vekstform. I søndre del av parken vil det ikke være plass til å reetablere den ytterste trerekken mot Kaigaten.

Varianten med tidligere nedramping unngår konflikten med landskap og byrom ved Lille Lungegårdsvannet og dette er også hovedbegrunnelsen for løsningen.

3.9 Havnivåstigning og flom

Grunnlagsinformasjon

I henhold til *Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging* fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB 2011), skal havnivåstigning beregnes ut fra følgende formel:

høyeste stormflonivå (2100)+ beregning av 1000-års gjentaksintervall + bølgepåvirkning

For Store Lungegårdsvannet gir dette følgende tall:

$$276 + 25 + 100 = 401 \text{ cm over NN1954}$$

401 cm over landkote 0 fremkommer ved maksimal bølgepåvirkning 1 meter (i Vågen, Store Lungegårdsvannet og indre deler av Puddefjorden), i tillegg til maksimalt antatt stormflonivå i år 2100 inkludert sikkerhetsmargin, sammenfallende med 1000-års flo (1 ‰ årlig sannsynlighet for å inntreffe i 2100). Notatet om havnivåstigning, utredet i forbindelse med bybane Bergen sentrum – Åsane, munner ut i følgende:

Det anbefales at tunellinnslag i sentrum legges over kote 401 cm over landkote 0/NN1954. Det vil være 1 ‰ årlig sannsynlighet for år dette nivået kan nåes av bølgeslag i 2100 (For Sandviken og Nyhavn gjelder hhv. 521 og 461 cm). Det åpnes for at banen legges på et lavere nivå, med driftsløsninger som håndterer midlertidig stengning av deler av linjen ved høy vannstand. En aktuell høyde kan være kote 200 cm over landkote 0/NN1954. Dette innebærer 1 ‰ årlig sannsynlighet for oversvømmelse pr 2050.

Den foreslåtte kote 200 cm over landkote 0/NN1954 for Bybanens trase i dagen, er 25 cm over laveste punkt på dagens bybane (Kaigaten), og 48 cm over stormflorekord i Bergen (27.feb.1990). Koten innebærer en aksept for at banen kan oversvømmes, og at driftsløsninger kan bøte for dette.

At kote 401 cm over landkote 0 skal rammes er et worst case scenario. Om utviklingen vil vise seg så drastisk, må det gjøres omfattende tiltak for å beskytte store deler av Bergen sentrum.

Vurdering

Den sørlige delen av Lungegårdskaien der Bybanen går i dag, ligger knapt over 2 moh. Ut fra beregnet havnivå gir dette mindre enn 1 ‰ årlig sannsynlighet for oversvømmelse av tunnelmunning i 2050 (bølgepåvirkning ikke medregnet). En oversvømmelse vil medføre at vannet renner inn og fyller tunnelen. En nedramping i Lungegårdskaien vil ligge mer enn 400 meter fra Store Lungegårdsvannet, og havnivået må stige høyere enn 2 meter for å rekke så langt inn over land.



Figur 13: Illustrasjonen viser oversvømmelser ved vannstand til kote 237 cm over landkote 0/NN1954 (Gundersen et al 2009:42).

Det opprinnelige alternativ 2Aa ligger mindre eksponert i forhold til Store Lungegårdsvann, men terrengnivå rundt kulvert ligger like lavt eller lavere, og dermed mer utsatt hvis vannet bryter igjennom til Lille Lungegårdsvann.

Imidlertid berører problemstillingen med flom i sentrum sør store områder med bebyggelse, vei, tunnel- og baneanlegg. Ved havnivåstigning til disse nivåene må det utarbeides løsninger for hele den delen av Bergen sentrum som er i forbindelse med Store Lungegårdsvannet. En slik løsning kan være innretninger ved Strømmen /Nygårdsbroen. Havnivåstigning bør derfor ikke tillegges for stor vekt i den sørlige delen av sentrum.

3.10 Tunnelinnslag i sentrale byrom

Et tunnelinnslag er i utgangspunktet et fremmedelement i bymiljøet. Det skaper en visuell og funksjonell barriere i gatenettet og byrommene i sentrum. Plassering og utforming vil gi ulik grad av konsekvens for bylandskap og bybilde, byform og bymiljø. Tunnelinnslag vil også ha konsekvenser for nyere tids kulturminner og kulturmiljø. Under følger en vurdering av konsekvensene av et tunnelinnslag i Kaigaten sør for Statens Hus.

Bylandskap og bybilde

Tunnelinnslag i Vincens Lunges gate/ Kaigaten vil være lite synlig i bybildet, og vil først og fremst være negativt i lokal skala.

Byform og bymiljø

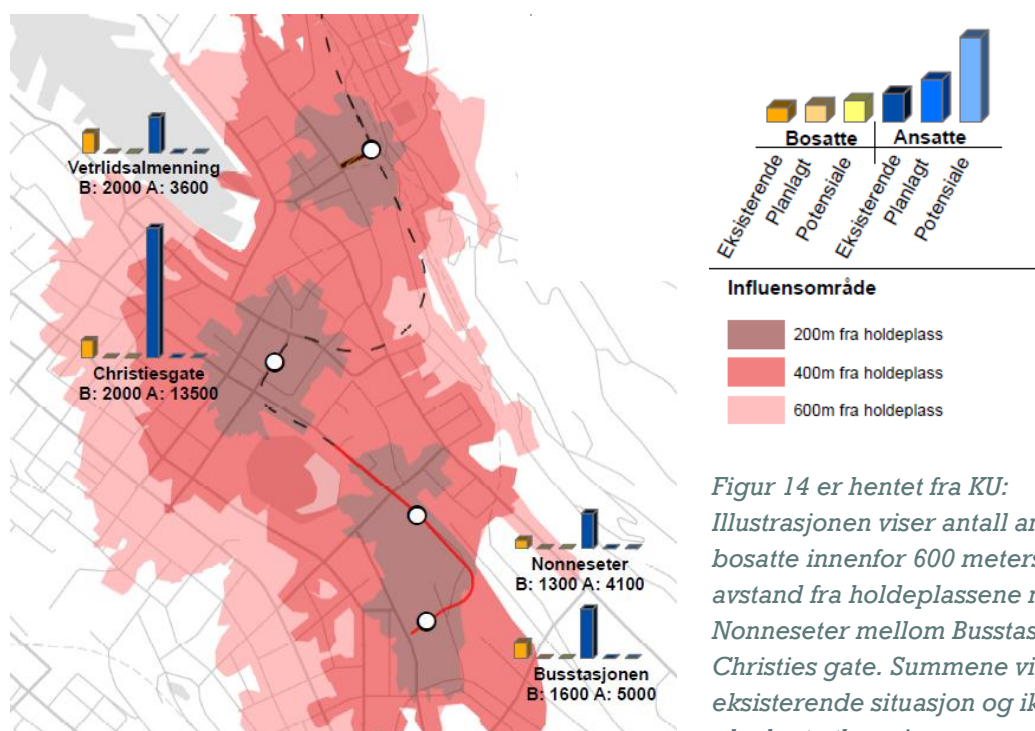
Tunnelinnslaget vil i liten grad påvirke dagens bevegelsesmønster for gående, men det vil være en barriere i Vincens Lunges gate og vil påvirke mulighetene til å utvikle et godt gatemønster i byutviklingsområdet sør for Nonneseter. Å etablere nye bystrøk med gode gaterom er i utgangspunktet krevende. En lang nedramping på tvers av en viktig utviklingsretning kan vise seg å være et vesentlig hinder for ønsket områdeutvikling.

Tunnelinnslaget vil være negativt for byform og bymiljø i lokal skala. Nedrampingen vil være negativ for byutviklingen i den søndre delen av Bergen sentrum.

3.11 Betjening

Varianten med tunnelinnslag sør for Nonneseter fører til at holdeplassen på Nonneseter må legges ned. Alternativet vil derfor betjene søndre del av sentrum dårligere enn alternativ 2Aa fra KU. Nonneseter holdeplass er beregnet til å betjene 1300 bosatte og 4100 ansatte innenfor 600 meters gangavstand. I tillegg til dette, kommer studenter ved Universitetet i Bergen, som ikke er med i beregningsgrunnlaget.

Det er også et poeng at det Bybanen mister den direkte koblingen til Jernbanestasjonen. For tilreisende er det viktig for å finne frem i en fremmed by. Med økt lokaltogtrafikk og fremtidig utbygging i Arna bydel vil dette også ha betydning for byens kollektivtilbud.



Figur 14 er hentet fra KU:
 Illustrasjonen viser antall ansatte og bosatte innenfor 600 meters gangavstand fra holdeplassene med Nonneseter mellom Busstasjonen og Christies gate. Summene viser til eksisterende situasjon og ikke planlagt utbygging.

3.12 Drift av et samlet kollektivsystem

Kaigaten er en viktig del av et samlet kollektivsystem for Bergen. Dagens Kaigaten brukes av mange busser som kjører fra Christies gate mot busstasjonen. Det er også fysisk mulig for busser å kjøre i motsatt retning, men denne muligheten har ikke vært utnyttet, og bussene kjører i dag fra busstasjonen via Lars Hilles gate.

Varianten av 2Aa med nedramping i Kaigaten sør for Statens Hus vil holde Kaigaten åpen fra Vincens Lungesgate til Christies gate. Dette vil gi en forbedret situasjon for bussbevegelser i sentrum der Kaigaten kan brukes som bussgate i begge kjøreretninger. Busser må imidlertid kjøre inn og ut Vincens Lungesgate. Dette er en trang passasje, og alternativet har noen utfordringer når det gjelder å finne gode løsninger for bussbevegelser og samtidig sikre gode byrom for fotgjengerbevegelser og opphold på plassen mellom Statens Hus og "Nonnen".

Varianten med tidligere nedramping har ingen holdeplass ved Nonneseter, noe som fjerner muligheten for direkte overgang mellom bane og tog.

3.13 Følger for veitrafikk

Med nedramping sør for Statens Hus vil Bybanen ikke lenger krysse Strømgaten. Det gir økt fremkommelighet for veitrafikken mellom Kong Oscars gate og Fjøsangerveien/ Lars Hilles gate. Dersom man velger å benytte inn og utkjøringen til Vincens Lunges gate til rutegående busser i nordgående retning via Kaigaten, vil dette ta noe av kapasiteten for biltrafikken i Strømgaten.

3.14 Kostnader

Under forutsetning av at det kan etableres fjelltunnel fra området ved sølvvarefabrikken til en underjordisk holdeplass under Christies gate, vil kostnadsforskjellen mellom varianten og alternativ 2Aa i KU utgjøres av at varianten med tidligere nedramping har ca 350 meter lengre fjelltunnel. KU-alternativet utnytter dagens gatetrasé i Kaigaten fra Bystasjonen frem til Grønnegaten, mens varianten har tunnelnedkjørsel ved Nonnesetergaten 4, ca 350 meter lengre sør. Tunnelnedkjørselene vil trolig ha samme kostnad i begge alternativene. Varianten med nedramping sør for Statens Hus vurderes til å ha en merkostnad på mellom 75 og 100 millioner kroner. I vurderingen er det tatt utgangspunkt i enhetspriser fra anslagsarbeidet fra arbeidet med KU.

4 OPPSUMMERING

Tabellen under oppsummerer egenskaper ved de to variantene av traséalternativ 2Aa:

	Alternativ 2Aa	Variant, nedramping sør for Statens Hus
Banetekniske forhold og reisetid		Traseen har kurveradius 30 m, dårligere enn minimumsverdi for bane i egen trasé. Lengre strekning i egen trasé og bortfall av en holdeplass gir ett minutt kortere reisetid mellom Bystasjonen og Christies gate.
Oppsummert	<i>Litt bedre banegeometri</i>	<i>Litt kortere reisetid</i>
Grunnforhold og geoteknikk	Banen rampes ned til fjelltunnel der det trolig er fjell mellom -5 og -8,5 moh.	Banen rampes ned til fjelltunnel der det trolig er fjell mellom -7,5 og + 3,0 moh. Løsningen avhenger av at banen når ned til fjelltunnel sør for Sølvsfabrikken.
Oppsummert	<i>Krever noe dypere nedramping i kulvert</i>	<i>Usikkert om kulvert kan anlegges ved Sølvsfabrikken</i>
Eldre tids kulturminner	Konflikt med stort omfang av nyere tids kulturminner der det også kan være lommer av eldre kulturlag i Kaigaten ved Lille Lungegårdsvannet	Fjelltunnel ved Nonneseter gir risiko for skader på Nonneseter kloster og kulturlag
Oppsummert	<i>Behov for utgraving, uvisst omfang</i>	<i>Nødvendig med sprengningsarbeid nært kulturminner med svært høy verdi</i>
Landskap og byrom	Banetiltaket medfører at ytre trerekke i parken ved Lille Lungegårdsvannet fjernes	
Oppsummert	<i>Stor konflikt med store landskaps- og byromsverdier ved parken ved Lille Lungegårdsvannet</i>	<i>Ingen vesentlig konflikt med landskaps- og byromsverdier i dagens situasjon, men til hinder for fremtidig utvikling av et godt byromsmønster mot sør</i>
Tunnelinnslag i sentrale byrom	Nedramping utgjør visuell barriere i sårbart bymiljø med høy verdi. Liten konflikt med aktuelle ganglinjer	Nedramping i nytt bymiljø under utvikling, kan være på tvers av viktige ganglinjer.
Oppsummert	<i>Visuell barriere i byrom med høy verdi, liten funksjonell barriere</i>	<i>Mulig funksjonell barriere for fremtidig byutvikling</i>
Betjening	Nonneseter holdeplass betjener ca 4000 arbeidsplasser og jernbanen	Ingen holdeplasser mellom Bystasjonen og Christies gate
Oppsummert	<i>Vesentlig bedre betjening av søndre del av Bergen sentrum</i>	<i>Svakere på betjening</i>
Kollektivsystem		Kaigaten kan brukes som toveis bussgate
Oppsummert	<i>Basert på dagens buss-system. God overgang til og fra tog</i>	<i>Åpner for nye busslinjer. Mister overgang til og fra tog</i>
Kostnader	350 meter kortere fjelltunnel der dagens gatetrasé blir benyttet	350 meter lengre fjelltunnel
Oppsummert	-	<i>Ekstrakostnad mellom 75 og 100 mill kr</i>
Gjennomførbarhet	<i>Kan gjennomføres</i>	<i>Avhengig av tilstrekkelig fjelloverdekning sør for Sølvsfabrikken, det er usikkert.</i>

Varianten flytter nedkjøring til tunnel til et mindre sårbart område for bymiljø og nyere tids kulturminner

Formålet med alternativet 2Aa er en rask trasé som unngår konflikt med annen trafikk og kulturminner i sentrum, og som samtidig betjener det sentrale sentrumsområdet med holdeplasser under bakken. Varianten som er undersøkt i dette notatet har som utgangspunkt å redusere konflikten mellom banetiltaket og parken rundt Lille Lungegårdsvannet, ved å flytte banens nedramping fra Kaigaten ved parken rundt vannet, til Kaigaten og Lungegårdskaien sør for Statens Hus. Slik blir nedkjørselen til tunneltraseen flyttet til et vesentlig mindre sårbart bymiljø.

Byområdet med parken rundt Lille Lungegårdsvannet, Kaigaten og bebyggelsen mot Marken har høy verdi både som landskap og byform og nyere tids kulturminne. Selv om en tunnelnedkjørsel også i nyere byområder vanskeliggjør målet om gode byrom og fotgjengervennlige omgivelser, har de berørte byområdene ved Lungegårdskaien lavere verdi og nedrampingen kan betraktes som en lokal utfordring når det gjelder utforming.

Varianten har større barrierevirkning for byutvikling og gangtrafikk

Banens nedramping slik den er vist i alternativet i KU har en plassering som gir liten konflikt med ganglinjer i området og plasseringen gjør at den i liten grad vil utgjøre en funksjonell barrierere. Dette kan vise seg å være mer problematisk med varianten med nedramping sør for Statens Hus der tunnelnedkjørselen kommer på tvers av aktuelle ganglinjer, et forhold som kan få vesentlig betydning for en fremtidig byutvikling på dagens terminalområde.

Varianten gir dårligere betjening av viktige målpunkt

For betjening av bysentrum har varianten et minus ved at banen mister Nonneseter holdeplass og at den søndre delen av sentrum kun vil bli betjent av holdeplassene på Bystasjonen og under Christies gate. Holdeplassen ved Nonneseter gir direkte banebetjening for ca 4000 ansatte i dag. Studenter ved Universitetet i Bergen er ikke medregnet i antall ansatte, og det kan legges til grunn at denne holdeplassen har betydning for flere med studieplass på Nygårdshøyden. Det er også et poeng i seg selv å ha et banestopp i direkte tilknytning til Jernbanestasjonen, noe som kan få større betydning i fremtiden med hyppigere togavganger.

Varianten gir noe bedre forhold for busstrafikk

Med tidligere nedramping kan Kaigaten benyttes som toveis bussgate, noe som gir større frihet for etablering av busslinjer og et samlet kollektivsystem.

Varianten koster noe mer

Lengre tunnel gir høyere kostnader. Merkostnaden med varianten utgjør 75 til 100 mill kr.

Gjennomførbarheten for varianten er usikker

I Kaigaten mellom Nonneseter kloster og Jernbanestasjonen er det ikke nok bredde til å anlegge kulvert. For at varianten med tidligere nedramping skal være gjennomførbar, er det derfor avgjørende at banen kan gå i fjelltunnel med tilstrekkelig overdekning sør for Sølvvarefabrikken.

Dette er svært usikkert og nærmere avklaringer av grunnforhold og fjellkvalitet vil være nødvendig for å komme nærmere et svar. Sammenkobling med banetrasé mot vest, via Haukeland sykehus, ser ut til å vanskeliggjøre varianten ytterligere.

Kobling til «Kronstadsporet» øker gjennomføringsusikkerheten

Traseen må forberedes for en avgrensning for en planlagt trasé via Haukeland sykehus og til Kronstad, dette vil kreve slakere stigning. Det reduserer mulig fjellovedekning for et tunnelpåslag.

Begge varianter har konflikt mot kulturminner

Graving av kulvert fra Lungegårdskaien frem til Sølvvarefabrikken med etablering av tunnelmunning, vil trolig ikke berøre automatisk fredede kulturlag. Ut fra et kulturminneperspektiv er nærheten til Nonneseter kloster mer problematisk. Tårnfooten, Korkapellet og eventuelle bevarte strukturer under Brødrene Lohnes Sølvvarefabrikk, ligger mindre enn 10 meter fra dagens skinnegang for Bybanen. Det må stilles svært strenge krav til boring og sprenging, og vurderes om dette kan gjøres uten å skade fundamenteringen til en av Bergens eldste stående bygninger.

Varianten med flytting av tunnelmunning lengre sør i Kaigaten medfører at en slipper svært omfattende inngrep i etterreformatoriske lag langs Lille Lungegårdsvannet, men må bore og sprengte svært nær stående bygninger fra tidlig middelalder.

De to variantene er ellers like med at de medfører total oppgraving av Christies gate, og inngrep i middelalderse kulturlag i Øvre Korskirkeallmenning og Vetrilidsallmenningen.

Opprinnelig variant 2Aa mot den foreslåtte varianten

2Aa fra KU og den undersøkte varianten av 2Aa vil begge gi konflikter med kulturminner, den opprinnelige varianten først og fremst konsekvenser for parken rundt Lille Lungegårdsvannet og den nye med Nonneseter kloster. Hva som veier tyngst her av parken som nyere tids kulturminne og kloster- og kirkeruinene som eldre tids kulturminne, er vanskelig å avgjøre.

Tidligere nedramping er bedre for viktige landskapskvaliteter og etablerte byrom, men begrenser i større grad utformingsmulighetene for nye byrom sør i sentrum. Den nye varianten vil være uheldig for fremtidig byutvikling på terminalområdet og Nygårdstangen.

Varianten fra KU vil ha bedre dekning av områdene ved Nonneseter og direkte betjening av Jernbanestasjonen. Begge trasévarianter er langt på vei likeverdige, og valget vil avhenge av hvilke hensyn som veier tyngst. Et viktig ankepunkt mot varianten er den store usikkerheten knyttet til om den er gjennomførbar.

Bergen, 2013-10-07

Torbjørn Sivertsen, planarkitekt
Ole Magne Nøttveit, arkeolog
Geir Johan Westerlund, geotekniker
Gunnhild Hennem, geotekniker

Hans Petter Duun
Oppdragsleder

Kilder

BRM 650: Reinsnos A. 2009: *Nonneseter kloster, Bergen. Utgraving framfor klosterkapellet, 2006.*
NIKU Oppdragsrapporte 29/2009. Bergen

DSB 2011: *Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging.* Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Klimatilpasningssekretariatet

Gundersen, G. A. (prosjektleder) 2009: *Regional Havstigning.* Prosjektrapport. Grieg Foundation, Visjon Vest og CG Rieber Fondene

Harris C. J. H. 1991: *Bergen i kart fra 1646 til vårt århundre.* Bergen

Helle, K 1982 (1995): *Kongssete og kjøpstad: fra opphavet til 1536.* Bergen bys historie bd. 1. Bergen

Ommundsen Å. 2010: *Nonneseter i Bergen – eit benediktinarkloster.* I (Norsk) Historisk Tidsskrift 89, no. 4, 2010, 547–571.