



Reguleringsplan og teknisk forprosjekt

BYBANEN OG HOVEDSYKKELRUTEN MED  
FORLENGELSE AV FLØYFJELLTUNNELEN  
FRA SENTRUM TIL ÅSANE

SKISSEFASE

Sammenligning av dagalternativet  
og tunnelalternativet gjennom  
Bergen sentrum

## Forord

Bergen bystyre vedtok i 2016 at planarbeidet for Bybanen til Åsane med forlenget Fløyfjelltunnel og hovedsykkelrute, skulle legge til grunn at traseen for Bybanen i sentrum går som daglinje via Torget og Bryggen. Reguleringsplanarbeidet startet opp i mai 2018. Som et første ledd i planarbeidet er det gjennomført en skissefase med konkretisering og optimalisering av løsninger som grunnlag for regulering. Skissefasen med anbefalte løsninger ble presentert i en oppsummeringsrapport datert 31. oktober 2020.

I mars 2020 besluttet Byrådet at det i tillegg skal utredes en tunnelløsning for Bybanen gjennom Bergen sentrum, som alternativ til daglinjen som går over Torget og langs Bryggen. Tunnelalternativet skal utredes til samme utredningsnivå som skissefasen for dagalternativet.

Tunnelalternativet og dagløsningen sammenlignes i dette dokumentet. Dette vil inngå i grunnlaget for politisk behandling og valg av alternativ for videre reguleringsplanarbeid for Bybanen i sentrum.

Bergen

30. september 2021

02J	Sluttversjon	2021-09-24	OYSKO	EVRNY	IOV	HPD
01B	Utkast til partene i Miljøløftet	2021-08-25	OYSKO	EVRNY	IOV	HPD
Versjon	Beskrivelse	Dato	Utarb. av	Fagkontroll	Tverf.kontr.	Godkj. av

## Innhold

<b>FORORD</b> .....	<b>2</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
1.1 BAKGRUNN .....	5
1.2 MÅL FOR BYBANEPROSJEKTET .....	6
1.3 OPPSUMMERINGSRAPPORTER .....	9
1.4 KUNNSKAPSGRUNNLAG .....	10
<b>2 ALTERNATIVENE</b> .....	<b>11</b>
2.1 INNLEDNING .....	11
2.1.1 Overordnet om alternativene .....	11
2.1.2 Etterspørsel og kapasitet i kollektivtilbudet .....	12
2.1.3 Trafikale forutsetninger .....	13
2.1.4 Byromsopprustning og infrastruktur .....	14
2.2 DAGALTERNATIVET .....	16
2.3 TUNNELALTERNATIVET .....	20
<b>3 METODE OG EVALUERINGSKRITERIER</b> .....	<b>26</b>
3.1 EVALUERINGSKRITERIER .....	26
3.2 METODE OG BRUK AV FARGESKALA .....	27
<b>4 SAMMENLIGNING</b> .....	<b>30</b>
4.1 MÅLOPPNÅELSE FOR BYUTVIKLING OG BYMILJØ .....	30
4.1.1 Innledning .....	30
4.1.2 Byliv .....	31
4.1.3 Byromskvalitet .....	34
4.1.4 Utforming av sentrum på fotgjengernes premisser .....	43
4.1.5 Synlighet og identitet .....	46
4.1.6 Tilgjengelighet til holdeplasser og betjening av sentrum .....	48
4.1.7 Oppsummering – måloppnåelse for byutvikling og bymiljø .....	52
4.2 MÅLOPPNÅELSE FOR BYBANEN SOM DEL AV TRANSPORTSYSTEMET .....	53
4.2.1 Innledning .....	53
4.2.2 Passasjergrunnlag .....	54
4.2.3 Kjøre- og reisetid .....	57
4.2.4 Samlet kollektivsystem, buss og bane .....	62
4.2.5 Forutsigbarhet og regularitet (RAMs) .....	63
4.2.6 Driftssikkerhet og driftsøkonomi (ramS) .....	65
4.2.7 Sikkerhet bane (ramS) .....	66
4.2.8 Oppsummering – måloppnåelse for Bybanen som del av transportsystemet .....	67
4.3 MÅLOPPNÅELSE FOR SYKKEL .....	69
4.3.1 Innledning .....	69
4.3.2 Trygghet og attraktivitet .....	69
4.3.3 Trafikksikkerhet for syklistene .....	73
4.3.4 Sammenheng og fremkommelighet .....	74
4.3.5 Oppsummering for sykkel .....	75

4.4	MÅLOPPNÅELSE FOR VEG OG TRAFIKK .....	76
4.4.1	Innledning .....	76
4.4.2	Effektiv trafikkavvikling.....	76
4.4.3	Trafikksikkerhet.....	79
4.4.4	Oppsummering for veg og trafikk.....	80
4.5	VIRKNINGER FOR MILJØ OG SAMFUNN .....	81
4.5.1	Innledning .....	81
4.5.2	Kulturarv .....	81
4.5.3	Barn og unge, skole og barnehage.....	92
4.5.4	Klimagassutslipp.....	93
4.5.5	Samfunnssikkerhet .....	95
4.5.6	Massehåndtering .....	97
4.5.7	Oppsummering av virkninger for miljø og samfunnstema .....	98
4.6	KOSTNADER .....	99
4.6.1	Investeringskostnader.....	99
4.6.2	Drifts- vedlikehold og rehabiliteringskostnader .....	100
4.7	GJENNOMFØRING - ANLEGGSPHASE .....	104
4.7.1	Geologi og hydrogeologi.....	104
4.7.2	Geoteknikk – løsmasser .....	105
4.7.3	Anleggsgjennomføring .....	106
4.7.4	Byggetid.....	108
4.7.5	Konsekvenser for eksisterende bebyggelse .....	110
4.7.6	Konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen .....	111
4.7.7	Oppsummering av gjennomføring, anleggsfasen .....	113
4.8	SAMMENSTILLING AV ALLE TEMA.....	114
<b>5</b>	<b>OPPSUMMERING OG ANBEFALING .....</b>	<b>115</b>
5.1	OPPSUMMERING.....	115
5.1.1	Måloppnåelse .....	115
5.1.2	Konsekvenser for miljø og samfunn.....	116
5.1.3	Gjennomføring og anleggsfase.....	117
5.2	ANBEFALING .....	118

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Konsekvensutredning for Bybanen fra sentrum til Åsane ble utarbeidet i 2013 (KU2013) [1], og traseen for Bybanen fra sentrum til Vågsbotn i Åsane ble vedtatt av Bergen bystyre 20. april 2016 (sak 88/16). Bybanetraseen i Sandviken, sammen med forlenget Fløyfjelltunnel ble vedtatt 31. januar 2018 (sak 19/18).

KU 2013 er utarbeidet på kommunedelplannivå hvor neste planfase vil være reguleringsplan. Oppstart av arbeidet med reguleringsplan for Bybanen, hovedsykkelrute fra sentrum til Vågsbotn i Åsane og forlenging av Fløyfjelltunnelen til Eidsvåg, ble vedtatt i byrådsmøte 9.mai 2018 (sak 1111/18). Varsel om oppstart av reguleringsplanarbeidet ble annonsert 19. mai 2018.

Traseen som ble vedtatt i Bystyret i april 2016 la til grunn at Bybanen skulle gå i dagen via Torget og Bryggen og inn i tunnel i enden av Sandbrogaten. Oppstart av reguleringsplanarbeidet ble varslet i mai 2018. I mars 2020 besluttet byrådet at det i tillegg og parallelt med dagstrekningen, skal utredes en tunnelløsning for Bybanen gjennom Bergen sentrum som alternativ til daglinjen. Oppstart av utvidet planområde for tunnelutredningen ble vedtatt i byrådet 12. mars 2020 (sak 1072/20) med følgende begrunnelse:

*«På bakgrunn av omfattende debatt og stort meningsmangfold blant byens innbyggere og i politiske miljøer, ser byrådet behov for å bestille en oppdatering av kunnskapsgrunnlaget for bybanetunnel gjennom Bergen sentrum til samme utredningsnivå som skissefase for dagalternativet.»*

Bergen bystyre støttet dette i møte 28. mai 2020 (sak 141/20). Varselet om utvidet planområde ble annonsert 30. mai 2020 og sendt ut til alle berørte grunneiere og naboer, lag og foreninger, og offentlige etater og høringsinstanser.

Sammenligningen av de to alternative løsningene for bybanetraseen i sentrum, dagalternativet og tunnelalternativet, skal legges frem for Bystyret som grunnlag for vedtak om videre prosess, dvs. om reguleringsplanarbeidet for dagstrekningen enten skal fortsette, eller stoppe og sette i gang reguleringsplanarbeid for tunnelstrekningen.

Denne rapporten presenterer en sammenligning av de to alternativene. Det gis ikke en uttømmende beskrivelse av alternativene i dette dokumentet, bare der det er vesentlig for sammenligningen. En mer fullstendig beskrivelse er gitt i to oppsummeringsrapporter, en for dagalternativet [6] og en for tunnelalternativet [8], jf. avsnitt 1.3.

## 1.2 Mål for bybaneprojektet

Planlegging av byggetrinn 5 for Bybanen til Åsane bygger på målsettinger som er forankret blant annet i Miljøløftet, kommuneplanens arealdel og samfunnsdel [12], Sykkelstrategien [3], Gåstrategien [2] og Grønn strategi.

### **Bybanen**

De overordnede målene for Bybanen ble utarbeidet i planarbeidet for byggetrinn 1 Sentrum – Nesttun. De har siden ligget fast, blant annet også lagt til grunn for planprogrammet for Bybanen fra Sentrum til Åsane (2012) og ved oppstart av reguleringsplanarbeidet:

*«Bybanen i Bergen introduserer et nytt, synlig element i bybildet og et nytt transporttilbud. Som del av byen og bystrukturen skal banen bidra til god byutvikling. Bybanen skal være hovedstammen i kollektivsystemet og gi kvalitet og konkurransekraft til byens kollektivtransporttilbud. Bybanen skal bidra til den gode byen og den gode reisen.»*

Bybanen skal styrke bymiljøet ved å:

- Bygge opp under mål for byutviklingen
- Bidra til miljøvennlige byutvikling
- Være et synlig og integrert identitetsskaperne element i bymiljøet
- Bidra til effektiv ressursbruk

Bybanen skal gi en trygg og effektiv reise ved å:

- Være trafiksikker
- Gi forutsigbarhet mht. reisemål og reisetid
- Ha sikker regularitet og høy frekvens
- Ha høy prioritet, fremkommelighet og uhindret kjøring
- Ha en linjeføring som gir høy fremføringshastighet
- Gi gode overgangsmuligheter med andre kollektivreiser, fotgjengere, syklistene og bilister
- Ha holdeplasser med god tilgjengelighet
- Være økonomisk å drive og vedlikeholde

Det legges vekt på ulike sider ved målsettingen for Bybanen avhengig av hvor i bystrukturen banen går. Strategien gir føringer for plassering og formgiving av holdeplasser og banetrasé. Det er definert tre typer områder for banestrekninger og holdeplasser med ulike vektlegging av mål for Bybanens rolle i byrommene og i hvilken grad **styrking av bymiljøet** eller **fremkommelighet** skal vektlegges mest. Bybanestrekningen er delt inn i A-, B- og C-områder for å differensiere ulike vektlegging av mål for banen.

Bergen sentrum er definert som et A-område der banetraseens integrering i bymiljøet skal vektlegges mest og holdeplassene skal være integrert i byrommene. Utformingen skal ivareta kvaliteter i eksisterende og planlagte byrom. C-områdene er transportetapper i områder med mer åpen bebyggelse på strekninger der framkommelighet og hastighet for banen prioriteres. B-områder gjelder lokalsentra der bymiljø og framkommelighet for banen gis lik prioritet.

Målsettinger og utformingsprinsipper for A-områder har vært gjeldende for utforming og valg av løsninger for Bybanen i sentrum. Dette gjelder primært for elementer av banen som ligger i dagen og for plassering av holdeplasser.

## Sykkel

Sykkelstrategi for Bergen 2020-2030 ble vedtatt i november 2020. Hovedmålet for strategiperioden er at flere skal sykle mer. Ambisjonsnivået om 10 prosent sykkelandel i kommunen, og 20 prosent i det indre byområdet, kommer frem gjennom indikatorer til hovedmålet. Det er en premiss at økningen i sykkeltrafikk må kombineres med nedgang i drepte og meget alvorlig skadde i sykkelulykker. Sykkelstrategien er delt i fire tematiske innsatsområder.



Figur 1-1: Hovedmål og delmål i Sykkelstrategi for Bergen 2020-2030.

I Byrådsplattformen er det uttrykt målsettinger som angår planlegging av sykkelløsninger. Disse kan kort oppsummeres slik:

- Sammenhengende sykkelveg gjennom Bergen sentrum skal prioriteres
- Syklistere skal prioriteres foran biltrafikken og gateparkering i trafikkplanleggingen, dette skal blant annet gjøres i Christies gate.

Kommuneplanens areal- og samfunnsdel legger opp til fortetting og tilrettelegging for gående og syklende som en del av strategien. Relevante målsettinger er:

- Styrke tilrettelegging for gangtrafikk i tråd med prinsippene for Gåbyen.
- Hovedsykkelruten med gangvei eller fortau vil utgjøre en del av gangnettet.
- Et finmasket gangnett innebærer hyppige kryssingsmuligheter og gode koblinger i gangnettet.
- Løsningene skal gi effektive og attraktive sykkelturner med møteplasser underveis.

### **Gåbyen**

Kommuneplanens samfunnsdel fastsetter langsiktige mål og strategier for hele kommunesamfunnet. Visjonen er at Bergen skal være en tilgjengelig og bærekraftig by som kan utforskes til fots. Hovedmålet for strategien er å øke gangandelen til 30 prosent og at det skal være trygt og attraktivt å ferdes til fots. For å oppnå dette er et av hovedmålene å prioritere trafikantgrupper i Gåbyen som vist i figuren under.



*Figur 1-2: Transportpyramiden med prioriterte transportformer fra kommuneplanens samfunnsdel.*

### **Fløyfjelltunnelen**

Bystyret vedtok i 2018 (sak 19/18) at plan for Fløyfjelltunnelens forlengelse til Eidsvåg skal være en del av bybaneprojektet. Det innebærer at to felt av Åsaneveien, som i dag er en del av E39 mellom Munkebotstunnelen og NHH, frigjøres til bane og sykkel, mens gjennomgående biltrafikk flyttes inn i den forlengede Fløyfjelltunnelen.



### 1.3 Oppsummeringsrapporter

Løsningene for både dag- og tunnelalternativet er oppsummert i egne oppsummeringsrapporter som gir en bred presentasjon av valg av løsninger og bakgrunnen for disse valgene [6][8]. Sammenligningen av de to alternativene i denne rapporten baserer seg på oppsummeringsrapportene samt endringer som er gjort på dagalternativet i avslutningen av skissefasen.

#### ***Dagalternativet***

Traseene fra KU2013 og senere vedtak om traseer er utredet og planlagt på kommunedelplannivå. Som første del i reguleringsplanarbeidet har traseene, holdeplassene, vegsystem, konstruksjoner, grunnforhold og forholdet til omgivelsen med mer, vært gjennom en optimalisering i en skissefase for å avklare tiltaket som skal reguleres mer i detalj.

Skissefasen for dagalternativet med anbefaling av løsninger for hele strekningen fra Bergen Sentrum til Vågsbotn i Åsane, er presentert i en oppsummeringsrapport [6] som ble lagt fram for byrådet 17. desember 2020.

Det var en forutsetning for arbeidet med tunnelalternativet at arbeidet med dagalternativet gjennom sentrum ikke skulle stoppe opp, men fortsette parallelt med at tunnelalternativet ble utredet. Dette innebærer at løsningene for dagalternativet på noen punkter er noe endret siden oppsummeringsrapporten ble lagt fram. Enkelte av endringene er basert på anbefalingene fra innledende vurderinger av konsekvenser dagalternativet har for verdensarven [19]. Det er de oppdaterte løsningene for dagalternativet som sammenlignes med tunnelalternativet i denne rapporten. Endringene i dagalternativet som er gjort siden oppsummeringsrapporten, og har relevans for sammenligningen med tunnelalternativet, blir omtalt under aktuelle tema.

#### ***Tunnelalternativet***

Det er gjort en omfattende vurdering av mulige alternativer for tunnelalternativet for å finne fram til det beste tunnelalternativet som skal sammenlignes med dagalternativet. En lang rekke tidligere og nye tunnelloøsninger er vurdert opp mot mål for Bybanen, virkninger for bymiljø og opp mot teknisk gjennomførbarehet og kostnader. Det er lagt spesiell vekt på å finne et sted i sør der tunnelen gjennom sentrum kan starte, plassering av holdeplasser både i dagen og holdeplass under bakken med adkomsttunneler. Dette er gjort gjennom en skissefase på samme måte som for dagalternativet, og aktuelt alternativ er presentert i en egen oppsummeringsrapport for tunnelalternativet [8].

## 1.4 Kunnskapsgrunnlag

Det forelå et omfattende kunnskapsgrunnlag ved oppstart av planarbeidet. Det er i tillegg gjennomført en rekke registreringer og analyser som oppdaterer og utfyller eksisterende kunnskap. Dette ligger samlet til grunn for faglige vurderinger av løsninger.

Oppsummeringsrapportene fra skissefasen gjør rede for registreringer og analyser som er gjennomført. Dette omfatter temaene:

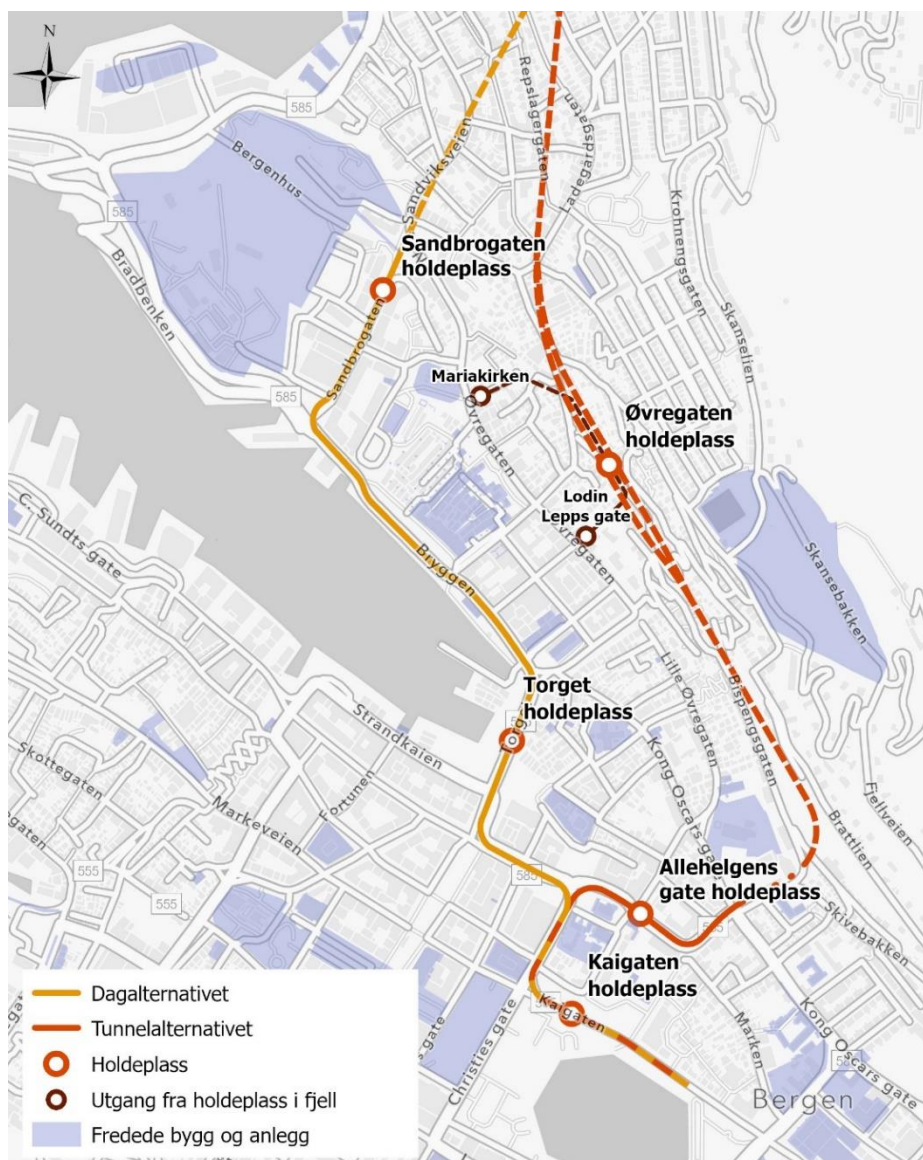
- Grunn- og miljøundersøkelser
- Trafikk og trafiksikkerhet
- Driftsopplegg for bane og buss
- RAMS-vurderinger (Pålitelighet, Tilgjengelighet, Vedlikeholdsvennlighet, Sikkerhet)
- Sykkel og gange
- Risiko og sårbarhet (ROS)
- Infrastruktur under bakken
- Flom og havstigning
- Miljøtema
- Budsjett for utslipp av klimagasser
- Byutvikling
- Anleggsgjennomføring
- Kostnader

## 2 Alternativene

### 2.1 Innledning

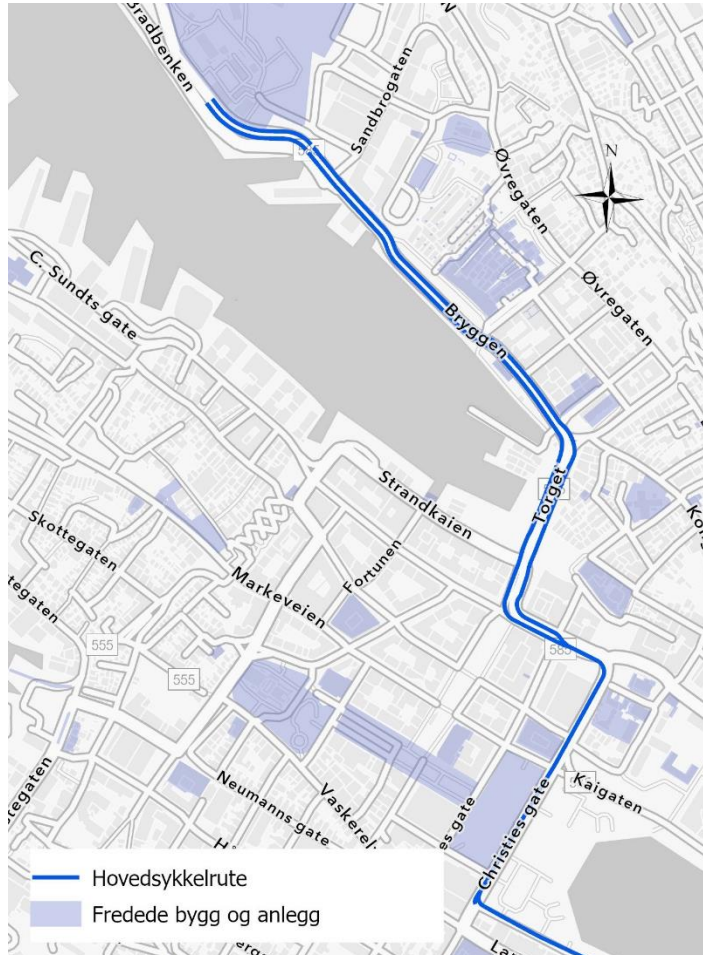
#### 2.1.1 Overordnet om alternativene

Strekningen som skal sammenlignes i denne rapporten går fra Kaigaten til et punkt i fjellet like sør for den underjordiske holdeplassen ved Sandvikskirken. Omtalen av alternativene i denne rapporten er kortfattet og overordnet. For en mer detaljert beskrivelse av alternativene vises det til oppsummeringsrapportene for skissefasen, for henholdsvis dag- og tunnelalternativet [6][8]. Tunnelalternativet som legges til grunn for sammenligningen, er resultatet av en silingsprosess som er oppsummert i en egen rapport om traséavklaring [7].



Figur 2-1: Skisse over dag- og tunnelalternativet i Bergen sentrum

Løsningen for hovedsykkelruten gjennom sentrum har sykkelveg med fortau i Christies gate og videre i Småstrandgaten frem til kryss med Olav Kyrres gate. Derifra og videre over Torget og langs Bryggen anbefales tosidige sykkelfelt. Det er ikke aktuelt med gjerder som stengsel hverken for sykkelløsninger eller for Bybanen.



Figur 2-2: Skisse over hovedsykkelruten. Samme prinsipp for begge alternativ, men for dagalternativet går sykkel i blandet trafikk over Torget mens tunnelalternativet har sykkelfelt.

### 2.1.2 Etterspørsel og kapasitet i kollektivtilbudet

Prognosene for bybanetrafikk viser at banen bør gå med et intervall på tre minutter for å dekke etterspørselen i de mest sentrale delene av Bergen<sup>1</sup>.

Erfaringer fra dagens situasjon viser at banens frekvens og tilgjengelighet i sentrumsstrøk er meget attraktiv. Passasjerer reiser ofte relativt korte avstander med Bybanen. Dette viser seg bl.a. ved at mange reiser med Bybanen mellom Nonneseter og Byparken - en strekning som tidligere var en ren gangstrekning.

<sup>1</sup> Det er lagt til grunn en praktisk kapasitet på 210 passasjer pr vogn, at det er like my trafikk i begge retninger i rusket, og at makstimen utgjør 11 prosent av døgnetrafikken. Det er også lagt til grunn en kapasitetsutnyttelse på 71 prosent i makstimen. Faktorene for trafikkfordeling og kapasitet er fra *Linjenett i nordkorridoren med Bybanen til Åsane*, Skysst januar 2019

For å oppnå nullvekst i biltrafikken, er det viktig at kollektivtilbudet er både attraktivt og har nok kapasitet. Dersom trafikketterspørselen for kollektivtrafikken skal dekkes, vil Bybanen gi et kapasitetssterkt tilbud på stamrutene som ikke i samme grad kan gis med buss alene. Med bare buss vil antall busser bli så stort at frekvensen knapt blir håndterlig og det vil ikke være plass nok til nødvendig antall busser i sentrum. Bybanen, sammen med busser, er dermed en forutsetning for å utvikle framtidig transportetterspørsel for kollektivtrafikk for å oppnå nullvekstmålet.

Totalt antall reiser Med Bybanen mellom sentrum og Åsane et gjennomsnittsdøgn i 2040 er anslått til ca. 57 500. Dette dekker både de som kommer fra linjen til og fra Flesland og linjen til og fra Fyllingsdalen, samt internt på strekningen mellom Bergen sentrum om Vågsbotn. Den aller største delen av reisene er sentrumsrettet, dvs. til og fra holdeplassene som betjener sentrum.

### 2.1.3 Trafikale forutsetninger

Begge alternativene legger til grunn nullvekstmålet for biltrafikk i Bergen i tråd med Byvekstavtalen og Miljøløftet, og samme trafikkregulering i sentrum.

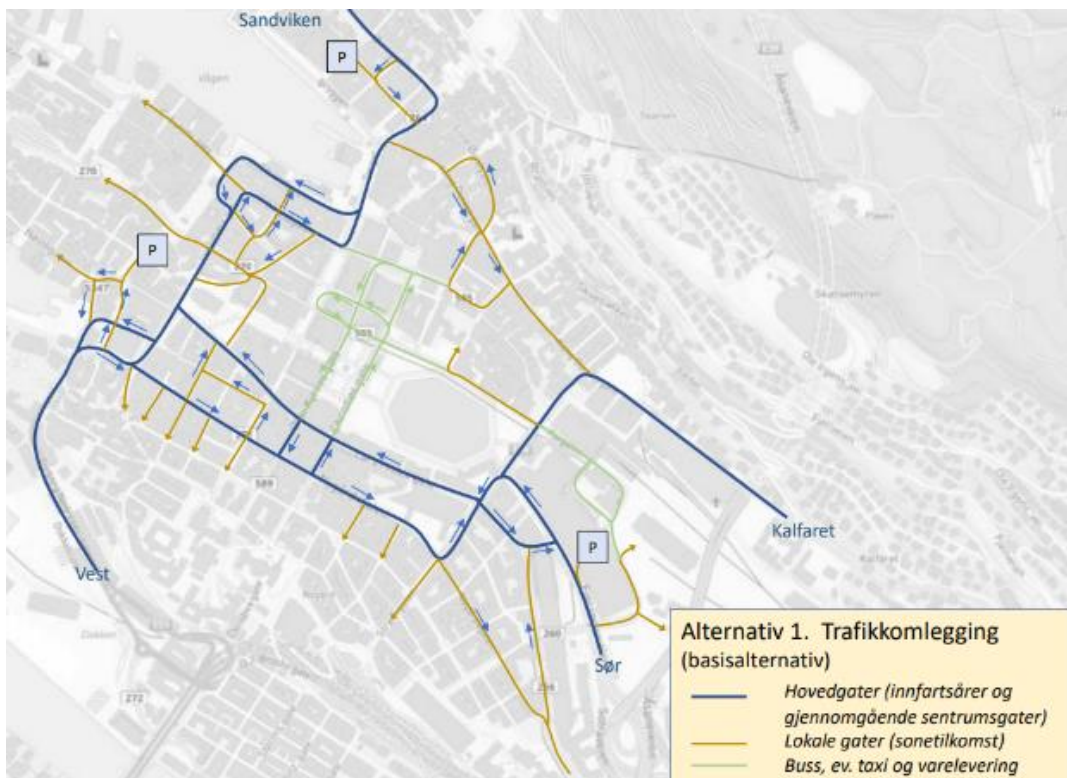
Trafikkreguleringen i sentrum baserer seg på et skissert opplegg for trafikkregulering som er utarbeidet i det pågående arbeidet med trafikkplan sentrum, se figur 2-3.

Trafikkplan sentrum har som målsetting å utvikle en helhetlig plan som skal bidra til reduksjon av personbiltrafikken og gi bedre forhold for gange, sykkel, kollektiv- og varetransport i det sentrale byområdet. Behovet for en ny trafikkplan i sentrum er også utløst av målsettingen om å styrke gange og sykkel gjennom å frigjøre kjøreareal. I tillegg er det behov for veg- og holdeplasskapasitet for buss som må fungere effektivt sammen med Bybanen.

Faser for trafikk i sentrum:

- Trafikkfase 1: Med gjennomgangstrafikk over Torget
- Trafikkfase 2a: Uten gjennomgangstrafikk over Torget og Bryggen, men med åpning for trafikk og planlagt stenging av Fløyfjelltunnelen
- Trafikkfase 2b: Uten gjennomgangstrafikk over Torget og Bryggen, også ved stenging av Fløyfjelltunnelen

Trafikkomleggingen innebærer at Bryggen blir stengt for privatbiltrafikk og at Christies gate og Småstrandgaten blir reservert for kollektivtrafikk. Trafikken over Torget foreslås regulert i to faser, der trafikken i fase 1 blir sterkt redusert, og Torget blir stengt for personbiltrafikk i fase 2. Busstrafikken mot nord, gjennom sentrum, blir redusert og noen ruter lagt om. Sentrumsterminalen med Olav Kyrres gate og Christies gate ved Byparken vil fortsatt være kollektivknutepunkt for buss.



Figur 2-3: Hovedprinsipp for gatenettets funksjon, illustrasjon hentet fra pågående arbeid med Trafikkplan sentrum. Fase 1 med trafikk over Torget.

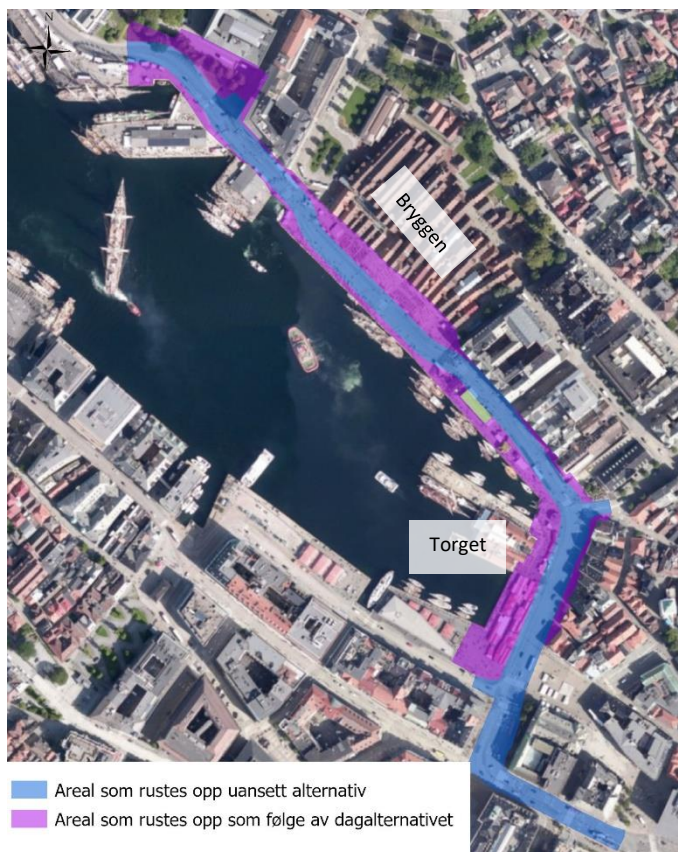
Turistbusser er tema i et eget prosjekt i regi av Bymiljøetaten i Bergen. Forskjeller mellom alternativer når det gjelder trafikale forhold er omtalt i avsnitt 4.4.

#### 2.1.4 Byromsopprustning og infrastruktur

Bybanen legges i gater og byrom i sentrum. Disse vil bli rustet opp til sentrumsgatestandard med god kvalitet. Opprustningen finansieres som del av bybaneprojektet. I gateløp med bybane i dagen legges det som hovedregel til grunn opprustning fra fasade til fasade. For dagalternativet innebærer etablering av bane langs Torget og Bryggen at omfattende infrastruktur under bakken må flyttes, noe som innebærer at opprusting av byrommet på Torget og Bryggen er en del av alternativet og at kostnadene med dette belastes bybaneprojektet. Etersom tunnelalternativet kun innebærer sykkelfelt og opprustet gateløp på Torget og Bryggen, er det ikke behov for like omfattende inngrep i eksisterende infrastruktur under bakken. Tunnelalternativet innebærer dermed bare opprusting av det arealet som er nødvendig for å bygge hovedsykkelruten. En eventuell opprusting av byrommene her ut over nødvendig areal, må derfor finansieres fra andre kilder. Derfor legges det ikke til grunn at Torget og Bryggen blir fullstendig oppgradert i tunnelalternativet. Se figur 2-4 som viser hvilke areal som rustes opp som en del av bybaneprojektet for de to alternativene.

Tunnelalternativet innebærer imidlertid oppgradering av Allehelgens gate, Nygaten og deler av Kong Oscars gate og Heggebakken ved Katedralskolen, ettersom banen legges i dagen her. Dette er gater som ikke blir berørt av dagalternativet.

Vurderingene i kapittel 4 legger til grunn at de to alternativene innebærer forskjellig grad av byromsopprustning, med mindre noe annet er nevnt.



*Figur 2-4: Oversikt over byromsareal som rustes opp ved Torget og Bryggen som del av bybaneprosjektet.*

## 2.2 Dagalternativet

Som nevnt i avsnitt 1.3 er det arbeidet videre med dagalternativet etter at oppsummeringsrapporten for skissefasen ble offentliggjort. Vesentlige endringer i dagalternativet etter skisserapporten presenteres i dette kapittelet, i tillegg til at de omtales under aktuelle tema der det er vurdert som relevant.

Alternativet starter i dagens bybanetrasé i Kaigaten og har en holdeplass foran Gulating og Rådhuset vis-a-vis Byparken og Festplassen. Traseen fortsetter nord-østover gjennom Christies gate hvor også hovedsykkelruten etableres med toveis sykkelveg langs Xhibition.

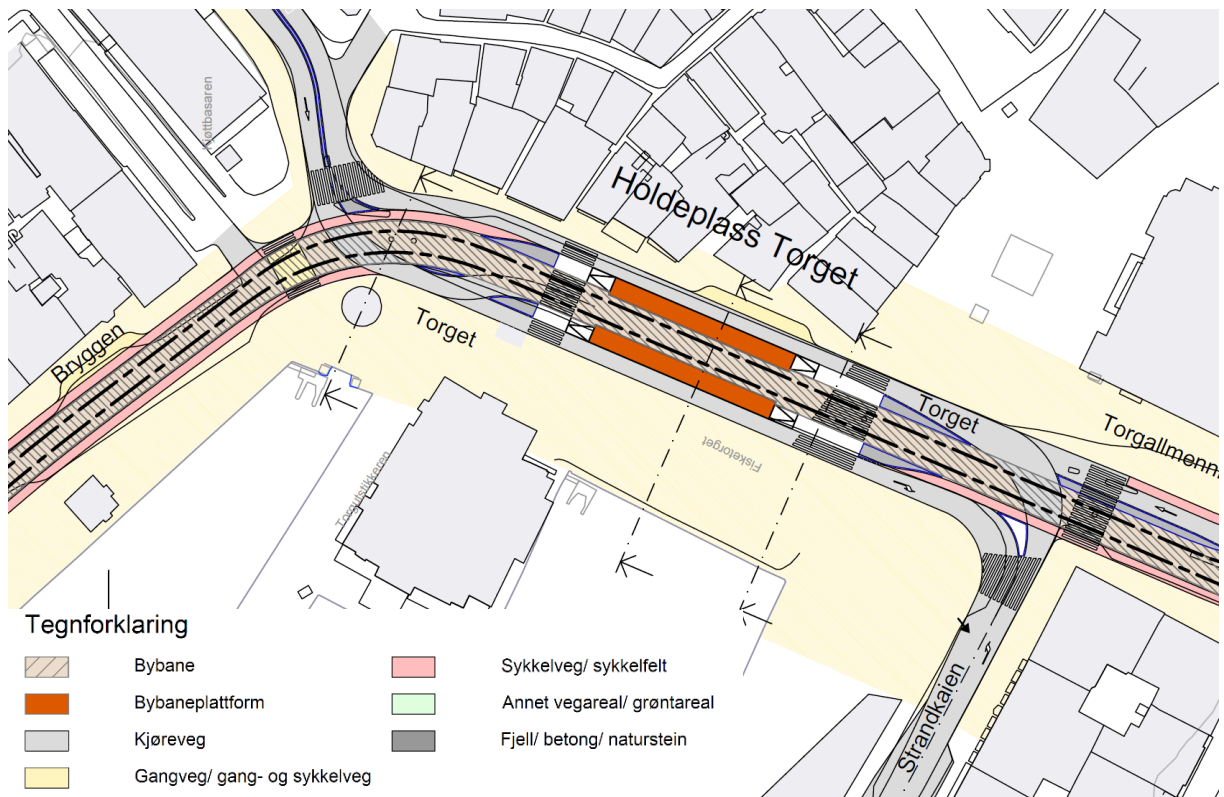


Figur 2-5: Skissert utforming av dagalternativet mellom Kaigaten og Småstrandgaten. Fra starten i Kaigaten til Småstrandgaten er alternativene like.

Banen fortsetter videre ned Småstrandgaten mot nedre del av Torgalmenningen og fortsetter over Torget. Ved krysset mellom Småstrandgaten og Olav Kyrres gate skifter hovedsykkelruten system fra sykkelveg til tosidige sykkelfelt på hver side av banetraseen. På Torget etableres en holdeplass for Bybanen med kjørefelt på begge sider for trafikken som skal gjennom sentrum mellom Strandkaien og Vetrilidsallmenningen. Når Torget og Bryggen stenges for biltrafikk, vil



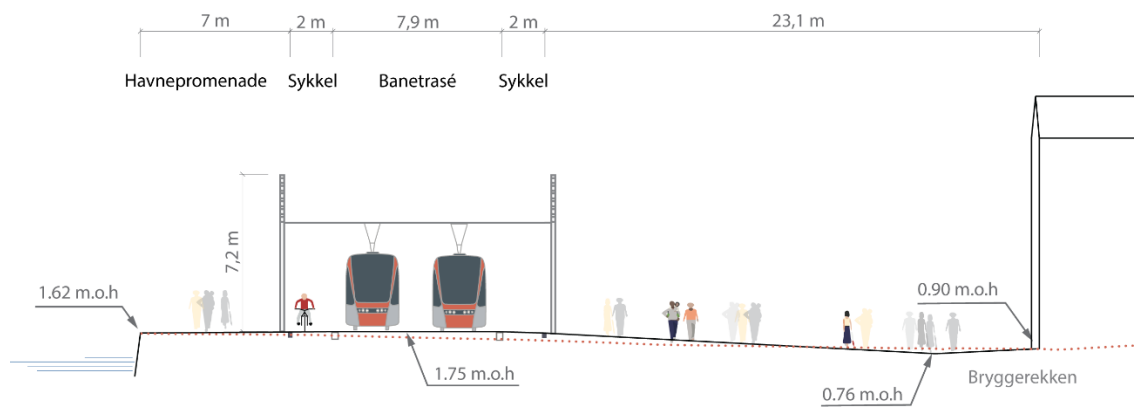
kjørearealet på Torget kun trafikkeres av sykkel, buss, varelevering og annen nødvendig kjøring til eiendommene.



Figur 2-6: Skissert løsning for dagalternativet over Torget. Figuren viser en midtstilt bybane med kjøreveg på begge sider og sykkelfelt som går inn i trafikkarealene forbi Torget. Det er skissert to brede fotgjengeroverganger sentralt på Torget.

Fra Torget fortsetter banen langs Bryggen på dagens kjøreareal. I dette området vil det også måtte gjennomføres vesentlige omlegginger og oppgraderinger av infrastruktur under bakken. Byrommene på Torget og langs Bryggen opprustes i tråd med føringene i vinnerutkastet fra arkitektkonkurransen «Mot Vågen». Kaikanten løftes ikke sammenlignet med dagens situasjon, og det vil ikke etableres gjerder langs banen. På Bryggen etableres det en fast spuntvegg i forbindelse med omleggingen av infrastruktur som blant annet sikrer grunnvannsnivået for kulturlagene innenfor.

Hovedsykkelruten langs Bryggen etableres som sykkelfelt på hver side av banetraseen. Løsningen forutsetter at bydelsbusser mellom Sentrum og Sandviken går i Øvregaten og ikke langs Bryggen. Selv om Øvregaten er en trang gate der det er utfordrende å trafikkeres med buss, er løsningen bedre enn om bussene skulle gått i blandet trafikk med bane langs Bryggen. Buss langs Bryggen sammen med bane øker barrierewirkningen for verdensarven og medfører ulemper og kostnader knyttet til drift og vedlikehold, slitasje og regularitet.



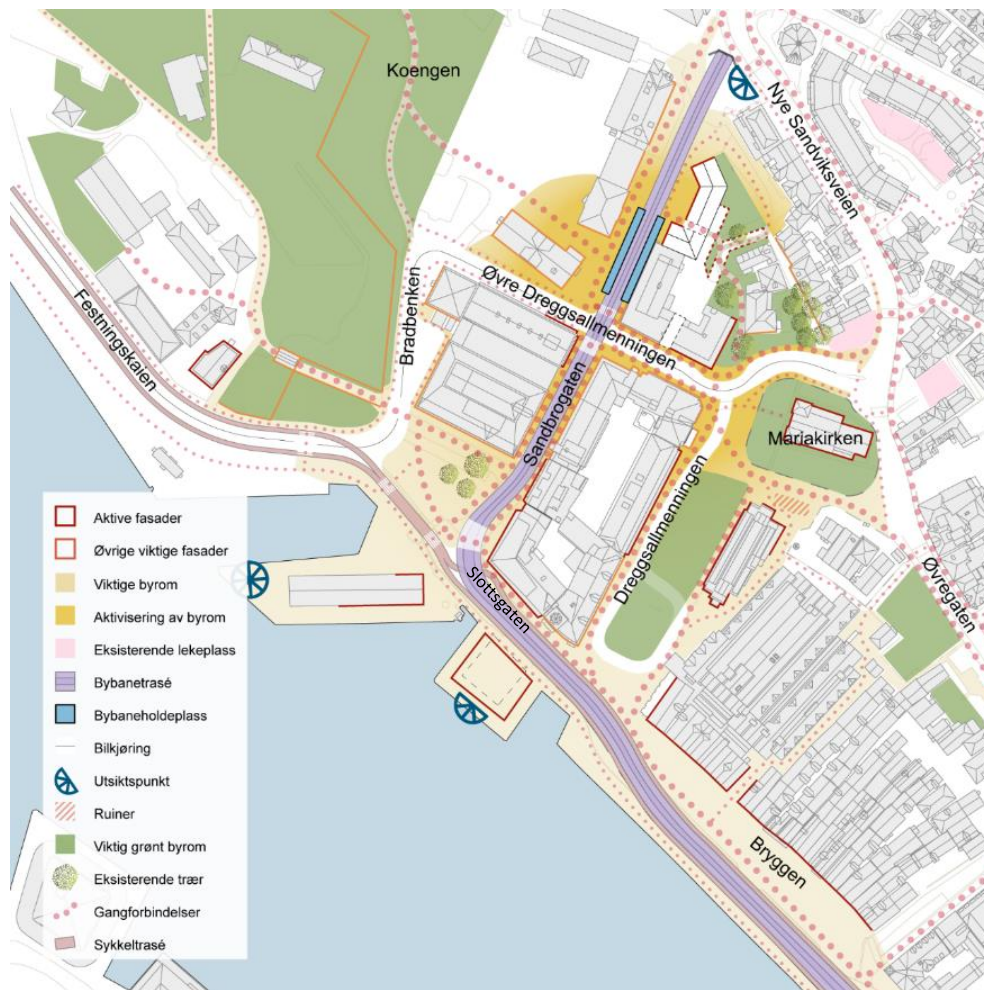
Figur 2-7: Tverrsnitt av byrommet foran Bryggen ved dagalternativet

Banen fortsetter over Slottsgaten og svinger inn i Sandbrogaten. Det etableres en holdeplass i Sandbrogaten like nord for Øvre Dreggsallmenningen før banen går inn i fjellet videre mot Sandvikskirken. Sandbrogaten og særlig området ved holdeplassen vil rustes opp med gode bymessige kvaliteter. Banen etableres med hensyn på å minimere inngrep i kulturlagene i Sandbrogaten. Det vil ikke etableres spunt eller peler i grunnen i Sandbrogaten.

Det legges til grunn at det kan etableres et rigg- og anleggsområde på Koengen.



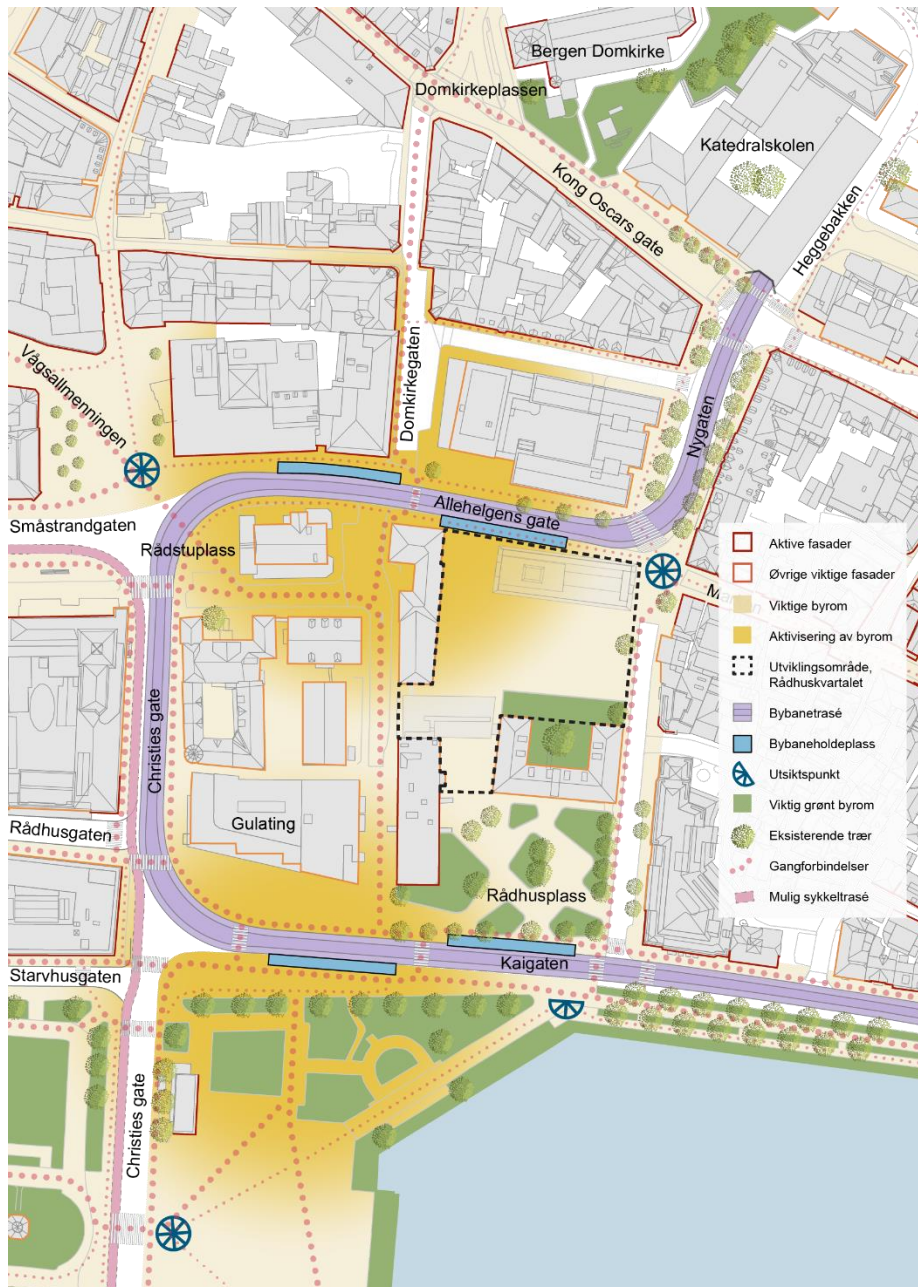
Figur 2-8: Visualisering av byrommet foran Bryggen ved dagalternativet



Figur 2-9: Skissert utforming av dagalternativet fra Bryggen til tunnelpåhugget innerst i Sandbrogaten.

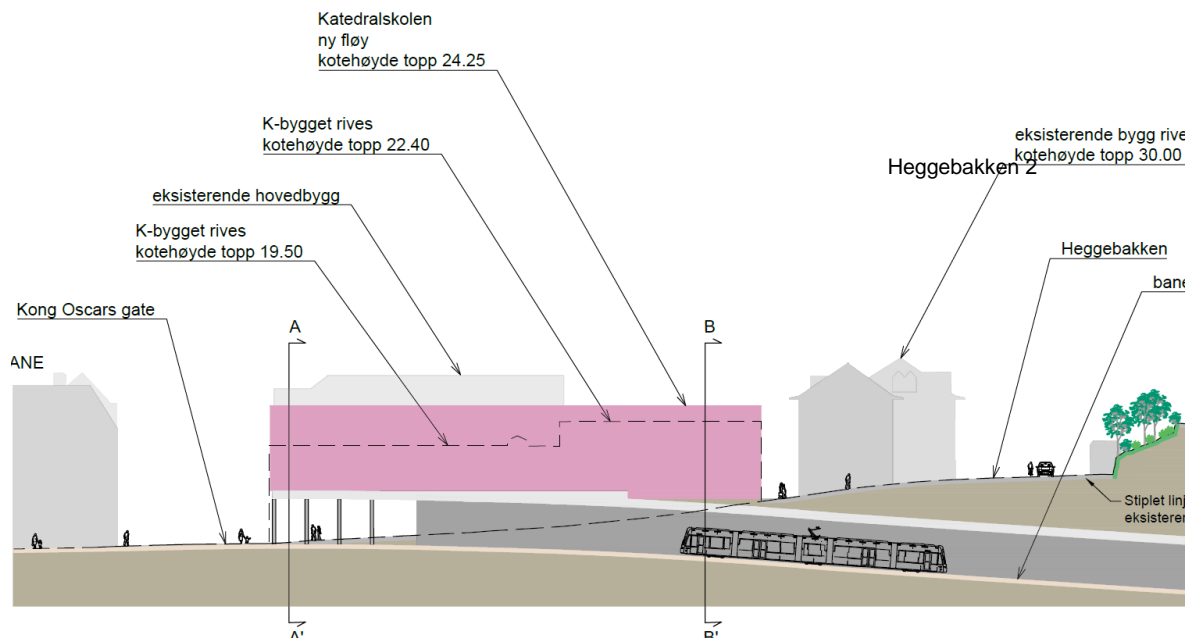
## 2.3 Tunnelalternativet

Tunnelalternativet er likt dagalternativet i Kaigaten og Christies gate. Mens dagalternativet fortsetter nedover Småstrandgaten, går tunnelalternativet oppover Allehelgens gate der det etableres en holdeplass i dagen. Hovedsykkelruten er i hovedtrekk foreslått etter samme konsept som for dagalternativet og fortsetter forbi Torget og Bryggen. Utformingen av Allehelgens gate holdeplass er skissert blant annet med hensyn til byrom, forhold for gående og kulturmiljø.



Figur 2-10: Skisse av tunnelalternativet fra Festplassen til tunnelpåhugget ved katedralskolen i Heggebakken. Utformingen på ny bygningsmasse til Katedralskolen er ikke fastsatt, men bare skissert i denne figuren.

Tunnelalternativet fortsetter inn i Nygaten på gatenivå, krysser Kong Oscars gate og går ned i en kulvert der Katedralskolens lyse 50-tallsbygg, Klasseromsbygget (K-bygget), står i dag. K-bygget, samt Heggebakken 2, må rives. Dette området foreslås omarbeidet som følge av banen, med sikte på å opprettholde gode byromskvaliteter samt fortsatt drift av Katedralskolen på samme område som i dag etter anleggsfasen.



Figur 2-11: Lengdesnitt som viser tunnelportalen ved Katedralskolen. Banen går i kulvert i ca 100 m før det etableres et tunnelpåhugg langt bak i Heggebakken. Skissert volum for Katedralskolen er ikke førende for endelig utforming

Det etableres et tunnelpåhugg bak Katedralskolen, innerst i Heggebakken. Banen går inn i en fjelltunnel forbi underjordisk holdeplass ved Sandvikskirken og ut i Amalie Skrams vei. Tunnelalternativet og dagalternativet har samme trasé et lite stykke før Sandvikskirken. Tunnelen er skissert slik at jernbanetunnelen mellom Jernbanestasjonen og Koengen (Koengtunnelen) ikke blir berørt.



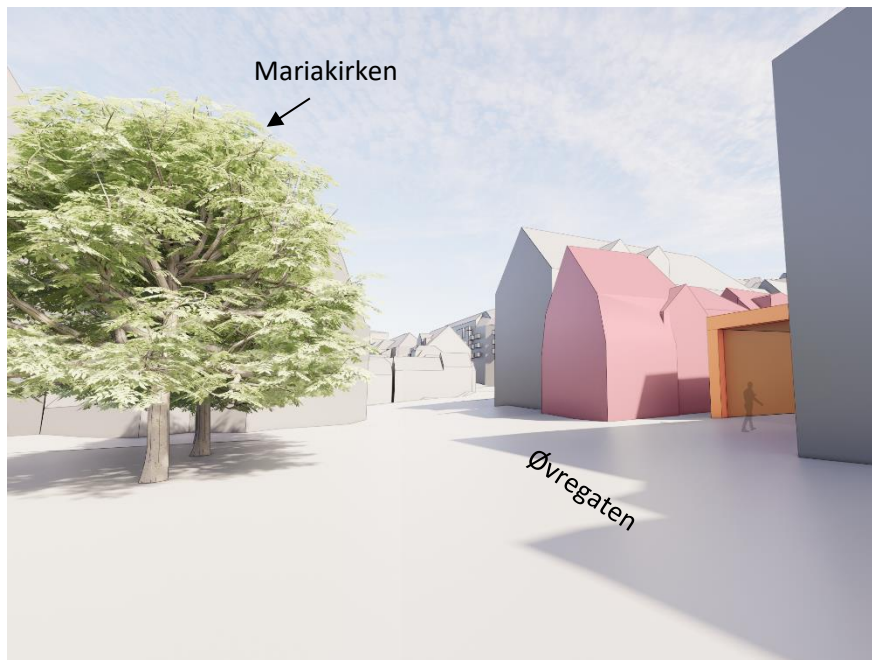
Figur 2-12: Dagens situasjon i krysset mellom Kong Oscars gate, Nygaten og Heggebakken.



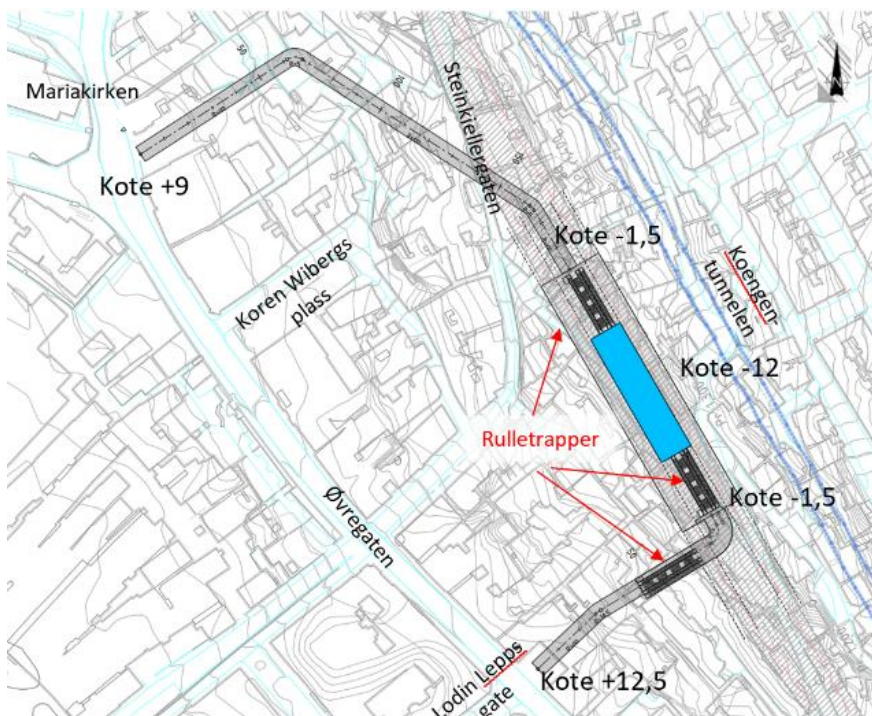
Figur 2-13: Skisse til mulig løsning for påhuggsområdet i krysset mellom Kong Oscars gate, Nygaten og Heggebakken.

I fjellet bak Øvregaten mellom Fløibanen og Mariakirken, anbefales det en underjordisk holdeplass med to utganger opp til gatenivå i Øvregaten. To utganger legges til grunn både for å sikre god nok kapasitet for en travel sentrumholdeplass, men også fordi det er krav om to rømningmuligheter fra plattformene. Begge utgangene er plassert på oppsiden av Øvregaten ved henholdsvis krysset mot Lodin Lepps gate og ved Mariakirken. Alternativ plassering av selve holdeplassen og en lang rekke alternativer for utganger har vært gjennom et alternativsøk og evaluert mot inngrep i byområdet, hensyn til kulturminner, teknisk gjennomførbarhet, geologi og grunnforhold og kostnader.

Holdeplassen ved Mariakirken kan optimaliseres noe og trolig trekkes noe lenger inn fra Øvregaten enn det som er skissert i figur 2-14. Dersom det viser seg uaktuelt å etablere en utgang ved Mariakirken av hensyn til kulturminneverdier eller andre årsaker, kan Øvregaten holdeplass etableres med kun én utgang ved Lodin Lepps gate. Rømning må i så fall sikres med egen tunnel til den samme utgangen i Lodin Lepps gate, eller et annet sted i området. Dette vil være en egen rømningstunnel som ikke kan brukes av publikum. Kun én inngang fra holdeplassen i Lodin Lepps gate vil redusere holdeplassens evne til å betjene mange passasjerer på en god måte. I denne rapporten er det derfor vurdert en holdeplass i Øvregaten med to utganger.



Figur 2-14: Skisse til inngang til Øvregaten holdeplass ved Mariakirken. Denne kan optimaliseres og eventuelt innlemmes i ny bebyggelse. Skissen viser ikke endelig utforming.



Figur 2-15: Skisse over underjordisk stasjonsanlegg for Øvregaten holdeplass. Antallet rulletrapper og annet utstyr er skissert som grunnlag for kostnadsestimat, men ikke fastsatt på dette utredningsnivået.

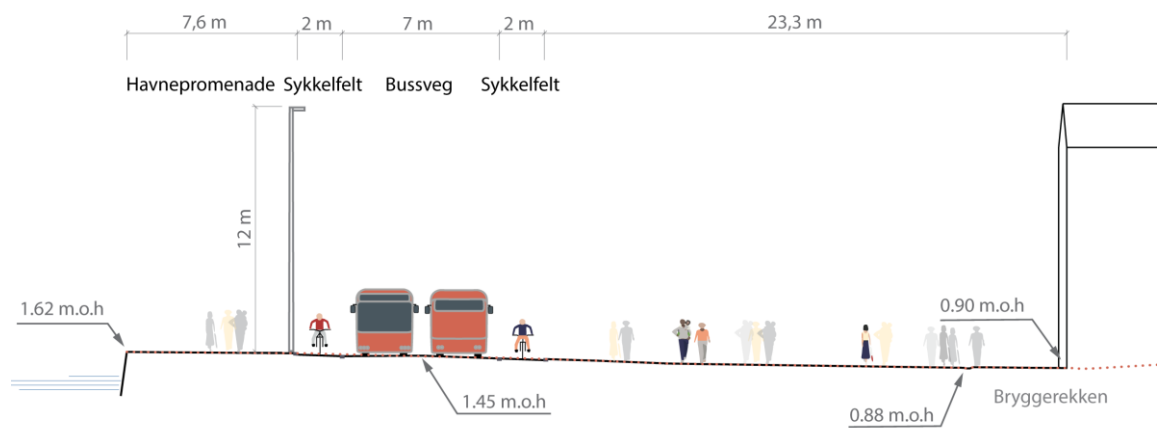


*Figur 2-16: Visualisering av byrommet foran Bryggen ved tunnelalternativet*

Selv om Bybanen ikke berører Torget og Bryggen direkte dersom tunnelalternativet legges til grunn, vil området likevel bli påvirket. Etablering av hovedsykkelruten innebærer at dagens gateareal omarbeides i tråd med planene for trafikkavvikling i sentrum. Det legges til grunn at bussgaten langs Bryggen med sykkelfelt og gangareal istandsettes med kvaliteter tilpasset ambisjonsnivået for utforming av sentrum. Figur 2-4 viser hvilket areal som skal opparbeides.

I løpet av skissefasen ble det gjort en vurdering av om de bussene som fortsatt må trafikere nordover gjennom sentrum, skal bruke Bryggen eller Øvregaten. I den prosessen ble det besluttet at bussene i tunnelalternativet skal gå langs Bryggen, med busstopp trukket vekk fra den viktige akse mellom Bryggen og kaifronten [8]. Hovedgrunnen for denne beslutningen er at busstrafikk i Øvregaten kan øke konflikten med alle fotgjengerne som skal benytte holdeplassutgangene. Det er også betydelige kulturminneverdier som kan bli negativt berørt av busstrafikk.





*Figur 2-17: Tverrsnitt av byrommet foran Bryggen ved tunnelalternativet. Merk at antallet bussbevegelser i dette snittet vil bli vesentlig lavere enn i dag.*

For tunnelalternativet legges det også til grunn at det kan etableres et rigg- og anleggsområde ved Koengen. Her etableres det en anleggstunnel (tverrslag) for å sikre rasjonell drift av tunnelarbeidene.

## 3 Metode og evalueringskriterier

### 3.1 Evalueringskriterier

Vurdering av de to alternativene er gjort gjennom et sett med evalueringskriterier. Disse er utledet av målene for bybaneprojektet samt mål for byutviklingen i Bergen sentrum, se avsnitt 1.2

Evalueringskriteriene er utviklet for å få fram sentrale og relevante egenskaper ved alternativene. Det vil være overlapp mellom noen kriterier. Oversikten som kommer ut av evalueringene kan derfor ikke mekanisk «summeres», men en konklusjon må se helhetsbildet på tvers av kriteriene der det tas hensyn til mulige overlapp.

Tabell 3-1: Evalueringskriterier for sammenligning mellom dag- og tunnelalternativet.

Byutvikling og bymiljø	
Byliv	Banealternativenes bidrag til økt aktivitet i Bergen sentrum i tråd med overordnede mål for byutvikling Støtte opp rundt fremtidig aktivitet, utvikling, utbygging og næringsvirksomhet
Byromskvalitet	Banealternativenes påvirkning på etablerte byrom, barrierer etc.
Utforming av sentrum på fotgjengernes premisser	Etablering av bane og hovedsykkelrute i sentrum skal skje på en måte som tar hensyn til flyt, tilgjengelighet og attraktivitet for gående
Synlighet og identitet	Banen og holdeplassenes synlighet i bybildet. Styrke Bybanens funksjon som et identitetsskapende element for Bergen.
Tilgjengelighet til holdeplasser og betjening av sentrum	Tilgjengelighet til/fra sentrum fra holdeplasser for fotgjengere. Universell tilgjengelighet Betjening av sentrum - flatedekning
Bybanen - trygg og effektiv reise	
Passasjergrunnlag	Passasjerpotensial – bosatte, ansatte og publikumsfunksjoner Passasjerprognose (RTM)
Kjøre- og reisetid	Kjøretid (gjennomreise) Reisetid (kjøretid pluss gangtid til reisemål)
Samlet kollektivsystem, buss og bane	Overgangsmuligheter mellom Bybanen, buss og eventuelt båt Busstilbud som utfyller Bybanen og sikrer et godt samlet kollektivtilbud
Forutsigbarhet og regularitet (RAMs)	Egen trasé Prioritet i kryss Driftssikkerhet og regularitet
Driftssikkerhet og driftsøkonomi (RAMs)	Driftssikkerhet Vedlikeholdsbehov
Sikkerhet bane (RAMS)	Oppfylle krav til trafiksikkerhet for Bybanen.
Sykkel	
Trygghet og attraktivitet	Følt trygghet Sosial trygghet Komfort Attraktivitet
Trafiksikkerhet sykkel	Statistisk sikkerhet
Sammenheng og fremkommelighet	Unngå brudd i sykkeltilbudet Effektiv trasé som gir kort reisetid gjennom sentrum
Veg og trafikk	
Effektiv trafikkavvikling	Sikre tilstrekkelig tilgjengelighet i henhold til etterspørsel til viktige målpunkter
Trafiksikkerhet	Trafiksikkerhet for alle trafikantgrupper

Virkninger for miljø og samfunn	
Kulturarv	Virkninger for kulturminner, kulturmiljøer og kulturhistoriske landskap og byrom
Barn og unge, skole og barnehage	Påvirkning på skoler, barnehage og nærområder med særlig interesse for barn og unge
Klimagassutslipp	Klimagassbudsjett for utbyggingsfasen, estimat av CO2-utslipp
Samfunnssikkerhet	Berører sårbare områder for forurensing, ulykker eller annen miljøfare, risiko for naturhendelser eller andre uplanlagte og uønskede hendelser
Massehåndtering	Forskjell i masseoverskudd
Kostnader	
Investeringskostnader	Kostnadsestimat etter ANSLAG-metoden. Byggekostnader inkludert innløsningsbehov
Drifts- vedlikehold og rehabiliteringskostnader	Vurdering av drift-, vedlikehold og rehabiliteringskostnader
Gjennomføring – anleggsfase	
Geologi og hydrogeologi	Geologiske og hydrogeologiske og hydrologiske forhold. Spesielle utfordringer og usikkerhet som ikke, eller bare delvis, fanges opp i kostnadene
Geoteknikk - løsmasser	Vurdering av om geotekniske forhold bidrar til usikkerhet og kompleksitet i anleggsfasen
Anleggsgjennomføring	Overordnet vurdering av kompleksitet for anleggsgjennomføringen
Byggetid	Vil anleggsperioden kunne forkortes eller må den forlenges i forhold til fremdriftsplanen for hele bybaneprojektet til Åsane (BT5)
Konsekvenser for eksisterende bebyggelse	Konflikt med eksisterende bebyggelse som medfører behov for innløsning
Konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen	Hvordan vil anleggsfasen påvirke publikum, næringsdrivende, trafikanter og andre brukere av sentrum?

### 3.2 Metode og bruk av fargeskala

For alle evalueringskriteriene uttrykkes forskjellen mellom alternativene ved bruk av en fargeskala fra grønt til rødt. Hva som ligger i de ulike fargene er imidlertid noe ulikt avhengig av om kriteriene vurderer måloppnåelse, konfliktnivå, usikkerhet eller kompleksitet.

#### Referansesituasjonen

Sammenligning av alternativene gjøres dels ved å sammenholde med en referansesituasjon og dels ved å sammenholde alternativene direkte mot hverandre. Referansesituasjonen er et tenkt fremtidsscenario for Bergen sentrum der Bybanen til Åsane med hovedsykkelrute og forlenget Fløyfjelltunnel ikke bygges, men andre gjeldende planer og tiltak gjennomføres, i tillegg til Trafikkplan sentrum, som er under arbeid. Med de mål som er satt for trafikkutvikling og utvikling av Bergen sentrum, er referansesituasjonen mer å se på som et scenario enn et reelt alternativ. Blant annet nullvekstmålet for personbiltrafikk og målet om et fotgjengervennlig og attraktivt sentrum er avhengig av et kapasitetssterkt og attraktivt bybanetilbud som ryggraden i kollektivsystemet. Situasjonen innebærer for eksempel at etterspørselen etter kollektivtrafikk mot nord løses med busser. Disse forholdene er beskrevet innledningsvis i denne rapporten i avsnitt 2.1.2 og 2.1.3.

Det er ikke definert et spesifikt årstall som grunnlag for sammenligningen mellom alternativene for Bybanen og referansesituasjonen, men metodisk legges det til grunn en viss tid etter at Bybanen til Åsane er satt i drift.

### Måloppnåelse

Evalueringkriteriene *byutvikling og bymiljø, Bybanen-trygg og effektiv reise, sykkel* samt *veg og trafikk*, vurderes etter i hvilken grad målene som er uttrykt for prosjektet knyttet til disse temaene oppnås. Målene er både spesifikke mål for bybaneprojektet, men også andre mål som er vedtatt for transport og byutvikling i Bergen. Se avsnitt 1.2 for videre omtale av mål. Om fargen blir grønn, gul eller rød forteller om målene oppnås i større, nøytral eller mindre grad sammenlignet med referansesituasjonen. Referansesituasjonen er beskrevet i et eget avsnitt i dette kapittelet.

Tabell 3-2: Betydningen av fargeskalaen for vurdering av måloppnåelse

Kriterier	Fargeskala med beskrivelse
<b>Grad av måloppnåelse</b> – Byutvikling og bymiljø – Bybanen-trygg og effektiv reise* – Sykkel – Veg og trafikk	God måloppnåelse
	Middels god måloppnåelse
	Liten effekt
	Middels- dårlig måloppnåelse
	Svært dårlig måloppnåelse

\*Når det gjelder måloppnåelse for *Bybanen (trygg og effektiv reise)* brukes fargeskalaen kun til å vurdere forskjellen mellom de to alternativene, ettersom referansesituasjonen ikke er relevant for det kriteriet

### Konfliktnivå

For temaene under evalueringkriteriet *virksomheter for miljø og samfunn*, er det konfliktnivået som beskrives og knyttes til fargeskalaen. En grønn fargetone her indikerer en forbedring av situasjonen sammenlignet med referansesituasjonen, mens en rød fargetone indikerer en forverring.

Tabell 3-3: Betydningen av fargeskalaen for vurdering av konfliktnivå

Kriterier	Fargeskala med beskrivelse
<b>Konfliktnivå</b> – Virkninger for miljø og samfunn	Stor positiv virkning
	Middels positiv virkning
	Ubetydelig/liten konflikt
	Middels konflikt
	Stor konflikt

### Usikkerhet

For temaene *geologi og hydrogeologi* under hovedkriteriet *gjennomføring – anleggsfase*, er graden av usikkerhet brukt som beskrivelse av trinnene i fargeskalaen. Usikkerhet i denne sammenheng beskriver forhold som kan påvirke prosjektet enten for kostnader, konsekvenser eller fremdrift. Det er viktig å understreke at skalaen opererer innenfor et usikkerhetsnivå som innebærer at tiltakene er fullt ut byggbare, slik at en rød vurdering på usikkerhet ikke skal tolkes slik at tiltakets byggbarhet er under tvil, med det kunnskapsgrunnlaget en har i skissefasen.

Tabell 3-4 Betydningen av fargeskalaen for vurdering av usikkerhet

Kriterier	Fargeskala med beskrivelse
<b>Usikkerhet</b> – Gjennomføring - anleggsfase – Geologi og hydrogeologi – Fremdrift	Svært lav grad av usikkerhet
	Lav grad av usikkerhet
	Ordinær usikkerhet
	Middels stor usikkerhet
	Stor usikkerhet

### **Kompleksitet**

For noen tema under hovedkriteriet *Gjennomføring – anleggsfase*, er det graden av kompleksitet heller enn usikkerhet som vurderes. Grønne fargetoner her innebærer at anleggsgjennomføringen kan skje uten spesielle tiltak eller hensyn, mens røde toner innebærer et omfattende arbeid for å sikre en rasjonell anleggsgjennomføring med hensyn til publikum og nærmiljø eller anleggstekniske forhold. Temaene *geoteknikk – løsmasser*, *anleggsgjennomføring* og *konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen* vurderes med hensyn til kompleksitet.

Tabell 3-5 Betydningen av fargeskalaen for vurdering av kompleksitet

Kriterier	Fargeskala med beskrivelse
<b>Usikkerhet</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Gjennomføring - anleggsfase</li><li>– Geoteknikk – løsmasser</li><li>– Anleggsgjennomføring</li><li>– Konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen</li></ul>	Ukomplisert
	Noe kompleksitet
	Ordinær kompleksitet
	Middels stor kompleksitet
	Stor kompleksitet

### **Kvantitative vurderinger**

Enkelte av vurderingstemaene i denne analysen kan presenteres som kvantitative størrelser. Det gjelder *kostnader* (både anleggskostnader og drifts- og vedlikeholdskostnader) som uttrykkes i kroner, *klimagassutslipp* som uttrykkes i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, og *konsekvenser for eksisterende bebyggelse* som uttrykkes i antall bygg som må rives. Her brukes fargeskalaen som et hjelpemiddel for å illustrere graden av forskjell mellom alternativene sammen med tallet som ligger til grunn.

## 4 Sammenligning

### 4.1 Måloppnåelse for byutvikling og bymiljø

#### 4.1.1 Innledning

Kommuneplanen for Bergen legger til grunn at Bergen skal være en aktiv og attraktiv by. Begrepet Gåbyen uttrykker hovedmålet for byutviklingen. Innbyggerne skal ha de fleste av hverdagens målpunkt innenfor gangavstand til boligen og i sentrum skal det være attraktive og trygge byrom. Gange og sykkel skal være de viktigste transportformene, sammen med et godt utviklet kollektivtilbud.

Bergen sentrum er byens og regionens midtpunkt og møtested. Her skal det være plass for de store regionale og bydekkende funksjonene innenfor handel, offentlige tjenester, undervisning, helse, kultur, rekreasjon og næring. I tillegg er bysentrum oppvekstmiljø for de mange beboerne i og i randsonen til sentrum. Bergen sentrum har betydelige verneverdier som legger føringer for framtidig utvikling. De gode bykvalitetene og byens historie skal ivaretas, samtidig som det utvikles en moderne og mangfoldig storby. Kommuneplanens arealdel åpner for funksjonsblanding og mulighet for ny utbygging. Dette må skje innenfor rammer gitt av kulturverdiensyn og behovet for å opprettholde den bergenske byskikken.

Vurderingen av måloppnåelse for byutvikling og bymiljø tar utgangspunkt i det overordnede målet om at bybaneprojektet skal styrke bymiljøet, se avsnitt 1.2. Vurderingene baserer seg på ulike aspekter innenfor bymiljøbegrepet. Hovedformålet med analysen er å avdekke hvordan de to alternative banetraseene vil bygge opp omkring målene for miljøvennlig mobilitet og kvalitet i byrom, gater og plasser og bidra til økt aktivitet i sentrum. Vurderingene knyttes tett opp til Bergen kommune sine mål for sentrumsutvikling og Gåbyen slik disse er beskrevet over. Analysen er i hovedsak kvalitativ, men kriteriet *betjening av sentrum* er støttet av GIS<sup>2</sup>-analyser.

Følgende kriterier er vurdert:

- Byliv
- Byromskvalitet
- Utforming av sentrum på fotgjengernes premisser
- Synlighet og identitet
- Betjening av sentrum

### Gåbyen

1. Bergen skal ha et effektivt og attraktivt gangnett.
2. I Bergen skal alle nye bygninger utformes slik at fotgjengere har hovedprioritet ved tilkomst.
3. Bergen skal prioritere utbygging og tjenestetilbud som gjør det lettere for folk å gå i hverdagen.
4. Bergen skal etablere gode sykkelanlegg.
5. Bergen skal styrke den blågrønne strukturen som del av rekreasjonstilbudet.
6. Bergen skal legge til rette for organisert og uorganisert fysisk aktivitet i alle nærområder.

Figur 4-1: Utsnitt fra kommuneplanens samfunnsdel. Mål for Gåbyen Bergen

<sup>2</sup> Geografiske Informasjonssystemer – samlebetegnelse for analyser med utgangspunkt i digitale geodata m.m.

#### 4.1.2 Byliv

##### *Innledning*

Bergen sentrum huser mange virksomheter med regional og til dels nasjonal betydning, noe som gjør sentrum til et viktig målpunkt for hele kommunen med omland. Sentrum skal være et godt sted for barn, unge og voksne å bo og å ha sitt daglige virke i. Bergen sentrum er i stor grad ferdig utbygget og byutvikling i sentrum vil i første rekke handle om å legge til rette for og styrke aktivitet innenfor eksisterende bystruktur ved opprusting av eksisterende bygg og byrom.

Selv om Bergen sentrum i stor grad er ferdig utbygget og hovedhensynet er å legge til rette for økt aktivitet og bruk av sentrum, er det flere utbyggings- og transformasjonsprosesser under planlegging og vurdering i sentrum. Bontelabo peker seg ut som et større sentrumsnært utbyggingsområde som kan påvirke aktivitetsmønsteret i enkelte deler av sentrum. I tillegg kan det forventes en viss utbygging i Rådhuskvartalet og i Vågsbunnen, i kvartalet med tidligere Tanks skole. Det er også langsiktige planer om bygging av Byarena på Nygårdstangen og transformasjon av Bygarasjen til bolig- og næringsområde.

Måloppnåelse for dette evalueringskriteriet blir vurdert opp mot alternativenes betydning for økt aktivitet og tilrettelegging for å bo og leve i Bergen sentrum. Etablering av holdeplasser har vist seg å være en motor for økt aktivitet og banetraseen i seg selv vil også være med å skape aktivitet i berørte byrom.

I både dag- og tunnelalternativet skal det etableres hovedsykkelrute gjennom sentrum og sykkeltraseen er i hovedsak lik for begge alternativene. Det er også lagt vekt på at fotgjengere skal kunne bevege seg trygt og effektivt på kryss og tvers av gater og byrom i begge alternativ. Forskjellen mellom alternativene er i hovedsak knyttet til traseen for Bybanen og plassering av holdeplasser, se figur 2-1. De to alternativene vil derfor aktivisere ulike deler av Bergen sentrum.

Begge alternativene har holdeplass i Kaigaten ved Gulating. Dette vil være holdeplassen med flest av- og påstigninger i tunnelalternativet, og tyngdepunktet for passasjerstrømmer vil flyttes fra Starvhusgaten, der holdeplassen ligger i dag, i begge alternativene. Byrommene rundt vil få mer aktivitet og aksene mellom Byparken og Torgallmenningen forsterkes. Mens dagalternativets banetrasé føres videre gjennom sentrumskjernen, over Torget og Bryggen og til Sandbrogaten, svinger tunneltraseen ut av sentrumskjernen via Allehelgens gate.



Figur 4-2: Gangstrømmer fra holdeplasser i sentrum. Figurene viser at dagalternativet bringer aktivitet til Torget i stor grad samtidig som Sandbrogaten bringer aktivitet til et byrom med lite byliv i dag. Holdeplassen i Øvregaten bringer relativt moderate gangstrømmer til Øvregaten, et område som er ganske travelt allerede, uavhengig av banen. Holdeplassen i Allehelgens gate bringer noe mer aktivitet til området mellom Rådhuset og Domkirken enn dagalternativet.

### Dagalternativet

Dagalternativets holdeplass på Torget gir svært god betjening av de mest sentrale delene av Bergen sentrum med større arbeidsplasser og enkel overgang til hurtigbåtterminalen, se avsnitt 4.1.6 og 4.2.4. Dette vil bidra til byliv og bruk av de sentrale byrommene. Sentrumskjernen blir del av hverdagen for de fleste kollektivreisende nordover fordi banetraseen passerer Torget og Bryggen, se avsnitt 4.1.5 om synlighet. Videre bidrar holdeplassen i Sandbrogaten til å aktivisere et byområde som i dag oppleves som lite sentralt og med lite aktivitet, selv om det har nærhet til sentrale attraksjoner som Mariakirken og festningsområdet med Håkonshallen og Rosenkranstårnet. I tillegg gir holdeplassen god kobling mot Bontelabo og boligområdene i Stølen og Fjellsiden. Både hovedsykkelruten og bybanestoppet i Sandbrogaten vil være med å integrere utbyggingsområdene på Bontelabo og indre Sandviken med sentrum.

### Tunnelalternativet

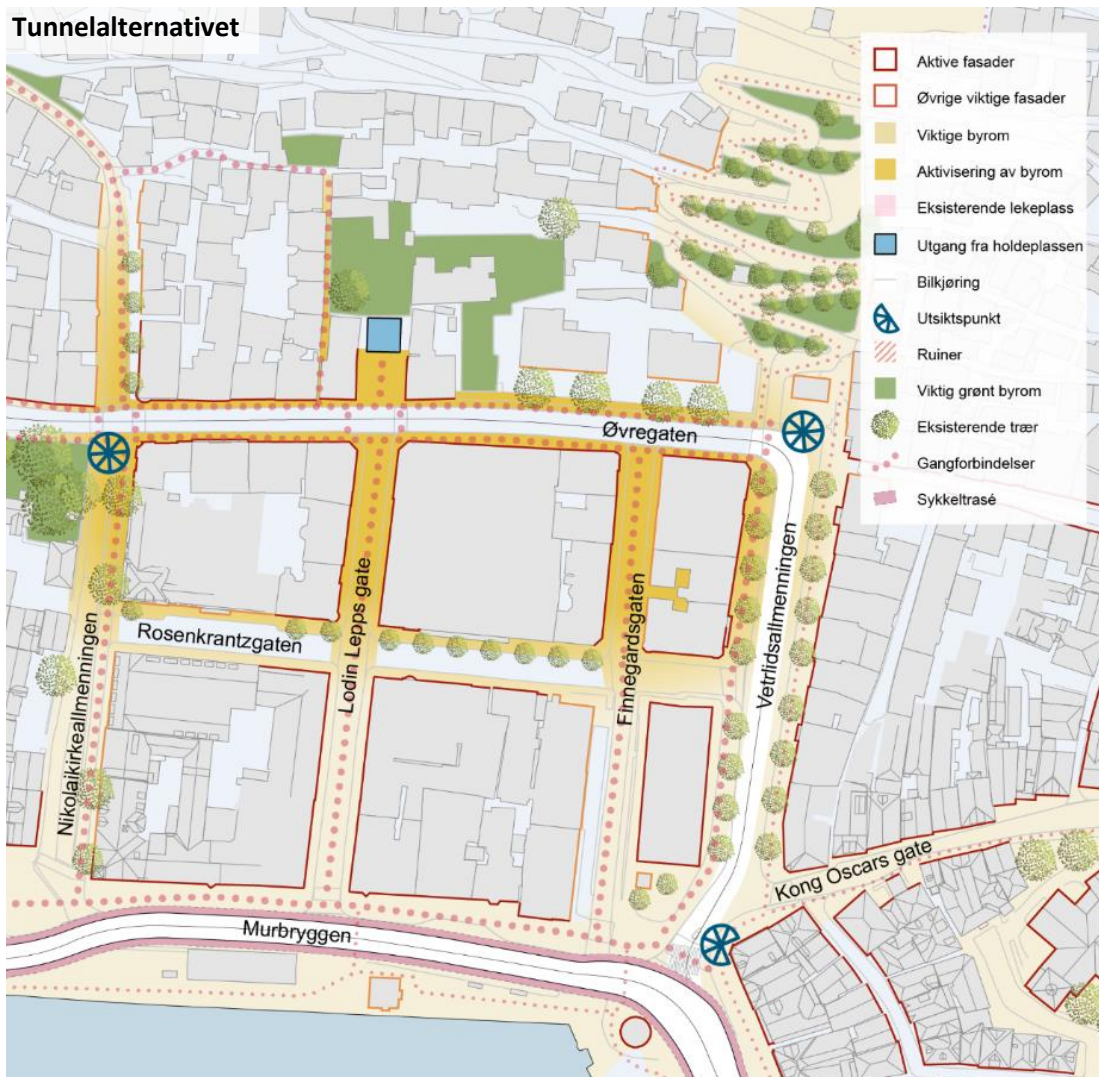
Tunnelalternativets holdeplass i Allehelgens gate styrker bylivet i Vågsbunnen. Holdeplassene vil ha liten betydning for aktiviteten på Bryggen, mot Vetrilidsallmenningen og Torget sammenlignet med dagalternativet. Kollektivpassasjerer på Torget og Bryggen blir i større grad



betjent av bydelsbusser til og fra Sandviken enn av tunnelalternativets underjordiske holdeplass i Øvregaten.

Øvregaten er en aktiv gate i dag, med fotgjengere og syklister som har sine hverdagsreiser mellom boligområdene oppover i Fjellsiden og målpunktene i sentrum. Underjordisk stasjon med utganger i Øvregaten vil bidra til noe økt aktivitet rundt utgangene og de nærmeste gatene, samt omkring Mariakirken og noe aktivitet videre mot Festningen.

Hovedsykkelruten vil også bidra til noe mer aktivitet fra Bergen sentrum, over Bryggen og utover mot Sandviken.



Figur 4-3: Byromsanalyse for nordre del av torget med tunnelalternativets utgang i Lodin Lepps gate. Illustrasjonen viser at tunnelalternativet aktiviserer av byrom Øvregaten i større grad enn Torget

**Oppsummering**

Tabell 4-1: Vurdering av måloppnåelse for byliv

Byliv	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mer sentrale holdeplasser, særlig på Torget, sikrer høy aktivitet i en svært viktig del av sentrum.</li> <li>• Bane og holdeplass i Sandbrogaten aktiviserer et område med nærhet til attraksjoner og binder det nærmere sammen med sentrumskjernen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holdeplass i Allehelgens gate bidrar til aktivisering av området mellom Domkirken og Allehelgens gt. Styrker planlagt opprusting av Rådhuskvartalet.</li> <li>• Underjordisk holdeplass med relativt lange tilførselstunneler er en dårligere løsning for aktivisering av Torget-Bryggen-Dreggen.</li> </ul>
God måloppnåelse	Middels god måloppnåelse

Dagalternativet har god måloppnåelse når det gjelder å aktivisere deler av sentrum som har liten aktivitet i dag, også for områder der det er planer om fortetting og utbygging av boliger som ved Bontelabo. Tunnelalternativet vurderes å ha mindre effekt målt etter dette kriteriet.

Samlet sett gir dagalternativet bedre måloppnåelse for økt sentrumsaktivitet enn tunnelalternativet på grunn av mer sentrale holdeplasser. Særlig dagalternativets holdeplass på Torget er vesentlig bedre for byliv og aktivisering av sentrum enn den underjordiske holdeplassen i Øvregaten. I tillegg blir holdeplassen i Sandbrogaten en viktig komponent i å aktivisere og øke attraktiviteten til dette området, som i dag spiller en mer perifer rolle i byen.

At tunnelalternativet i noe større grad enn dagalternativet skaper aktivitet i området mellom Rådhuskvartalet og Domkirkeplassen, utligner ikke forskjellen mellom alternativene.

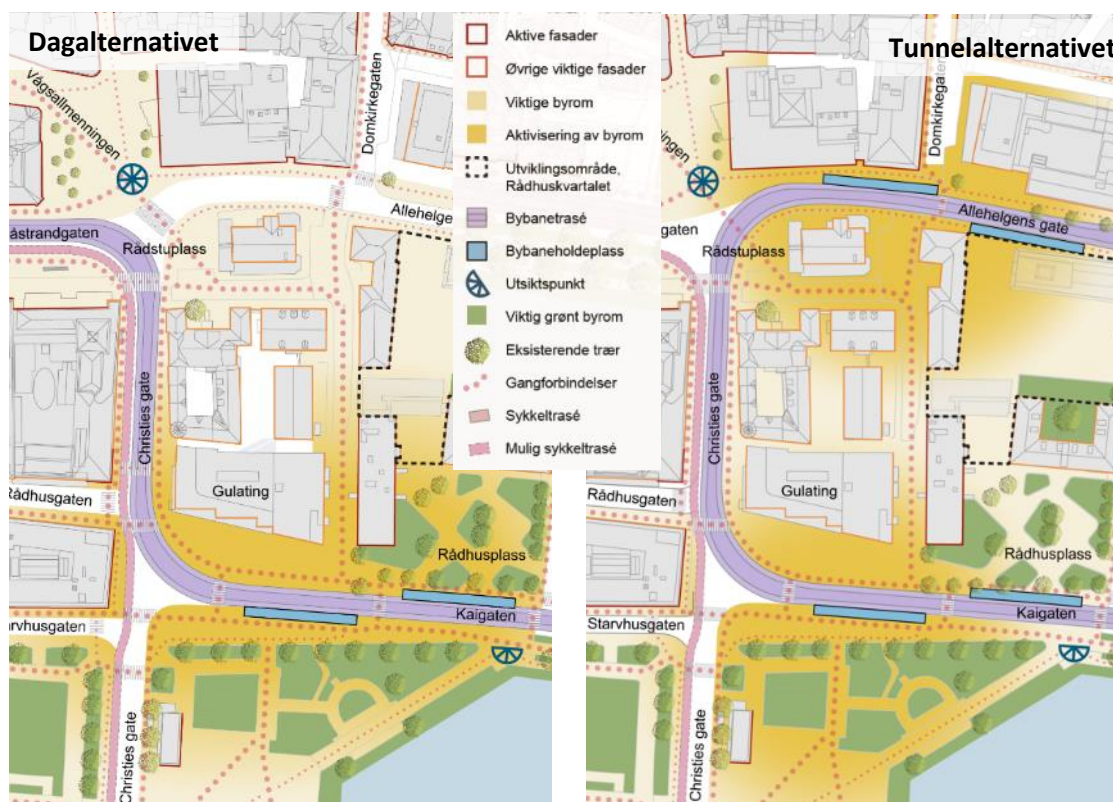
**4.1.3 Byromskvalitet**

Gatene som blir berørt av bybaneprojektet blir, med enkelte unntak, oppgradert fra fasade til fasade i hele gatens bredde. Dette gjøres både for å tilpasse anleggene til gatesnittet over bakken, men også omlegging av infrastruktur under bakken. Rundt holdeplassene vil det være særlig fokus på tilpassing til, og oppgradering av, omkringliggende byrom og viktige gangakser. Figur 2-4 viser at dagalternativet inkluderer oppgradering av et større område ved Torget og langs Bryggen enn det tunnelalternativet gjør.

Måloppnåelse for dette kriteriet blir vurdert ut ifra hvordan alternativene kan tilpasse seg og heve kvalitetene i de berørte byrommene. Dette gjelder både de fysiske endringene og opplevelsen av trafikkbildet i form av spesielt støy og barrierevirkning.

### Rådhuskvartalet og Småstrandgaten

I Christies gate og Kaigaten er alternativene like. Begge legger til rette for å opparbeide området rundt holdeplassen ved Gulating slik at det knyttes bedre til Rådhuskvartalet, med Rådhusgaten som en viktig akse, og til Byparken med Lille Lungegårdsvannet. Byrommet vil fremstå ryddigere med mindre kjøreareal og mer sammenhengende areal til gående og syklende. Også for Christies gate vil de to alternativene være likeverdige. Mellom Lars Hilles gate og Kaigaten/Starvhusgaten vil Christies gate snevres inn til to kjørefelt og kantstopp for buss. Det legges sykkelveg langs byparken og fortau/holdeplassareal blir bredere. I Allehelgens gate og Småstrandgaten vil gaten få en bedre utforming sammenlignet med i dag, med et rettlinjert gateløp med brede fortau.



Figur 4-4: Byromsanalyser for Rådhuskvartalet, Christies gate og deler av Byparken. Holdeplasskonseptet er likt for begge alternativ.

Mellom Rådstuplassen og Vågsallmenningen har løsningene til felles at de kan utløse en vesentlig kvalitetsheving av dette sentrale og historisk viktige byrommet. I Småstrandgaten kan kjørearealet innsnevres til en kollektivgate med buss i tunnelalternativet og bane og buss i dagalternativet. I begge situasjoner ligger det til rette for et mer fredeliggjort og samlet byrom med økt prioritering av gående og syklende sammenlignet med i dag, og en stor forplass foran kjøpesenteret Exhibition.

I Allehelgens gate og Nygaten vil tunnelalternativet medføre en opprusting av gate og fortau. Banen og holdeplassen blir tilpasset gatemiljøet, men det kan bli en trang situasjon ved nordgående plattform langs Rådstuplassen 5 (Magistratbygningen) og Allehelgens gate 5 vis a vis politihuset. I planene for utvikling av Rådhuskvartalet vurderes det om Allehelgens gate 5 skal rives, noe som vil åpne for en bedre tilpassing av bystrukturen til banen og holdeplassen.

### ***Nygaten - Heggebakken***



*Figur 4-5: Nygaten og Heggebakken, dagens situasjon.*

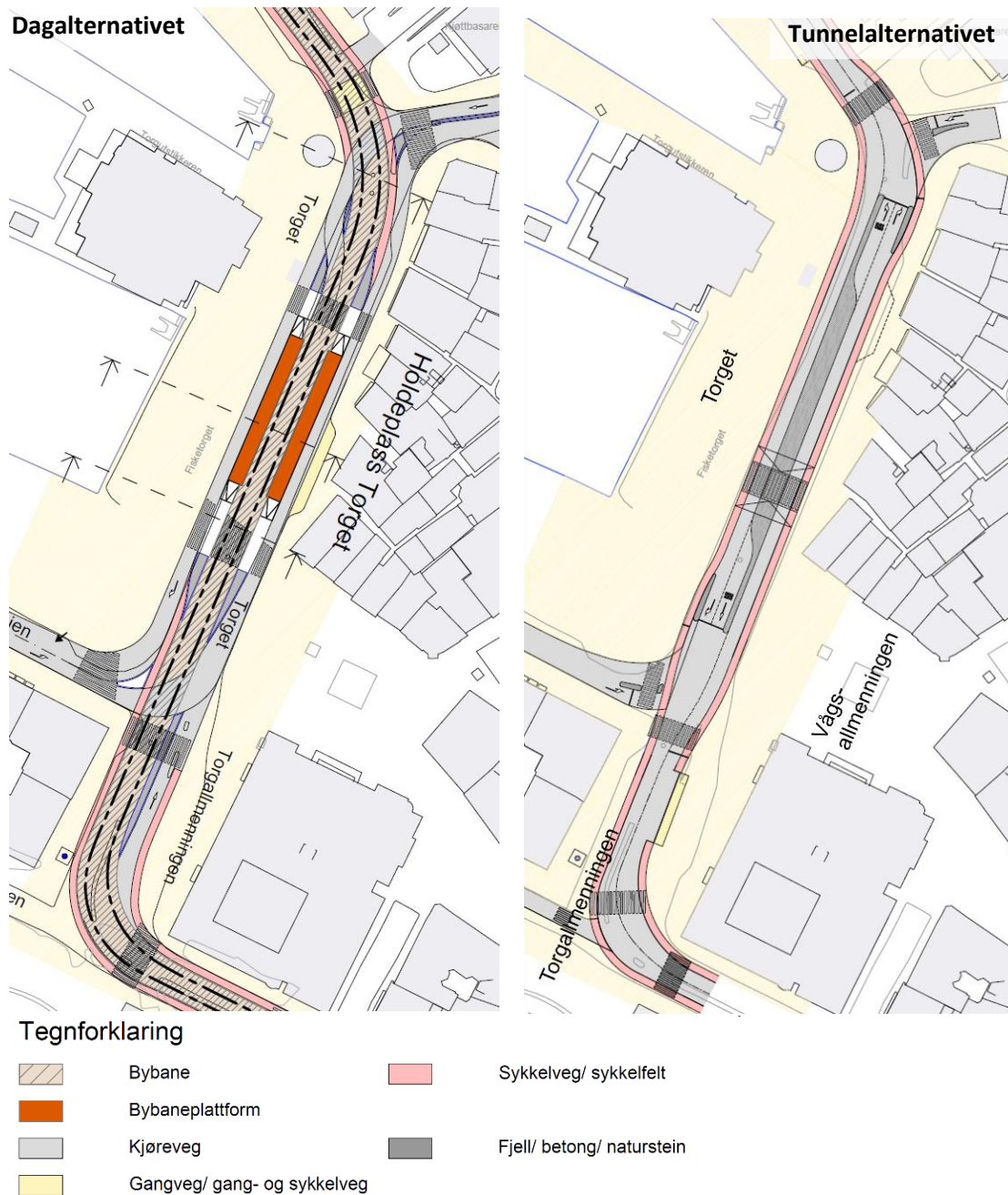
Kong Oscars gate markerer et skille i bystrukturen, fra tydelig kvartalsstruktur med bygårder i Nygaten, til en eldre og mer terrengtilpasset bygningsstruktur i Fjellsiden. Heggebakken har et smalere tverrsnitt enn Nygaten og går i en litt annen retning enn Nygaten, men det er likevel en tydelig sammenheng mellom gatene. Banetraseen utvider tverrsnittet i Heggebakken og ødelegger deler av plassen foran Bergen katedralskole, samtidig som den umiddelbart dukker inn i en kulvertløsning og dermed ikke bidrar til å tilføre kvaliteter til byrommet.

Byromskvalitetene i Heggebakken og ved Asylplassen vil bli redusert. Det er skissert en gjenoppbygging av Katedralskolen over kulverten. Det er viktig å finne en løsning på portalen og kulverten som gir minst mulig barrierevirkning og inngrep i byrommet, og en bygningsmasse som kan være med å gi aktivitet til Heggebakken. I dag er dette et byrom nesten uten aktive fasader.

### ***Torgallmenningen og Torget***

Over nedre Torgallmenningen og Torget, er den viktigste forskjellen mellom alternativene bredden på trafikkarealet på Torget. I begge alternativene er trafikkarealet rettet opp og orientert litt diagonalt i byrommet for å binde sammen Torgallmenningen og Torget, og for å forsterke akse som går fra Johanneskirken til Vetrilidsallmenningen. Mot Torgallmenningen 2 og Børsbygningen blir det et bredt gangareal som vil flyte over i, og kan bli en del av, bygulvet i Vågsallmenningen. På Torget vil dagalternativet få et noe bredere trafikkareal enn i dag med banetrasé, plattformer og kjørebane. Dette vil redusere torgarealet noe, men hovedsykkelruten legges i gaten. Fortauet mot syd vil fremstå ryddigere uten busskur og med noe redusert areal til uteservering og gi et bedre tilbud til fotgjengere, sammenlignet med i dag.

I dagalternativet har trafikkarealene som helhet et urbant formuttrykk og en romlig utforming som spiller godt på lag med den historiske gatestrukturen og understreker siktlinjer og sammenheng mellom Torgallmenningen og Torget. Trafikkarealene som helhet fremstår som enkle og oversiktlige. Dette bidrar til at det vil være lett å orientere seg i og mellom byrommene, og trafikksituasjonen vil være intuitiv å lese. Den fysiske løsningen blir ikke endret i trafikkfase 2 (se avsnitt 2.1.3). Det skal fremdeles kjøre buss og være tidsavgrenset varelevering over Torget, men syklistene får bedre plass i gaten og det blir enklere å krysse for fotgjengere i fase 2 enn i fase 1.

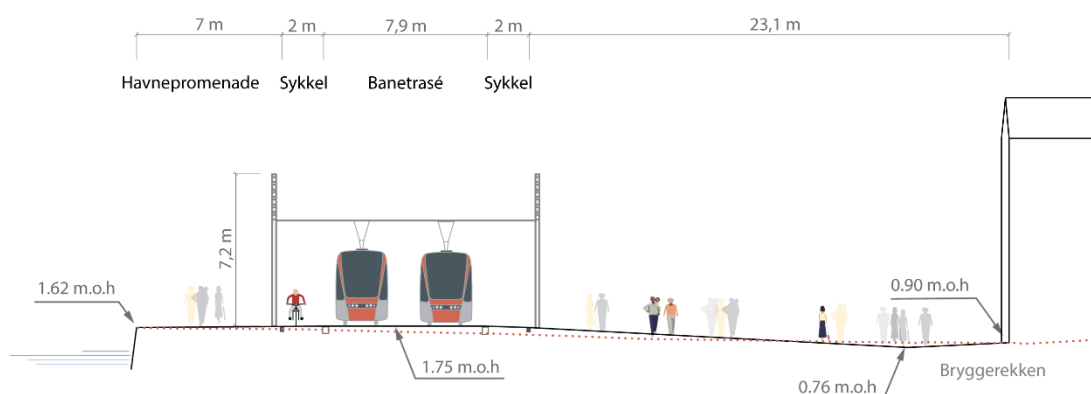


Figur 4-6: Planskisser over løsningen på Torget i fase 1. For dagalternativet er den fysiske utformingen lik i fase 2 som i fase 1.

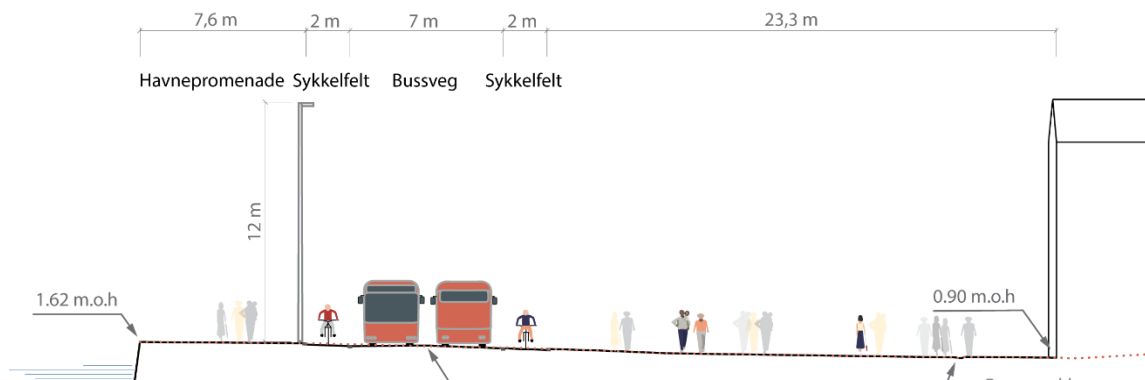
I tunnelalternativet vil trafikkarealet på Torget bli noe smalere enn dagens situasjon og i dagalternativet. Det blir noe mer areal til torgaktiviteter og fotgjengere. Tunnelalternativet har sammenhengende sykkelfelt fra Småstrandgaten, over Torget og langs Bryggen. I fase 2, når det ikke skal være personbiltrafikk over Torget, kan kjørearealet bygges om ved at svingefeltene fra Torget mot Strandkaaien og Bryggesporden-Vetrlidsallmenningen fjernes og antall kjørefelt kan reduseres. Da kan fotgjengerarealene utvides ytterligere.

## Bryggen

### Dagalternativet



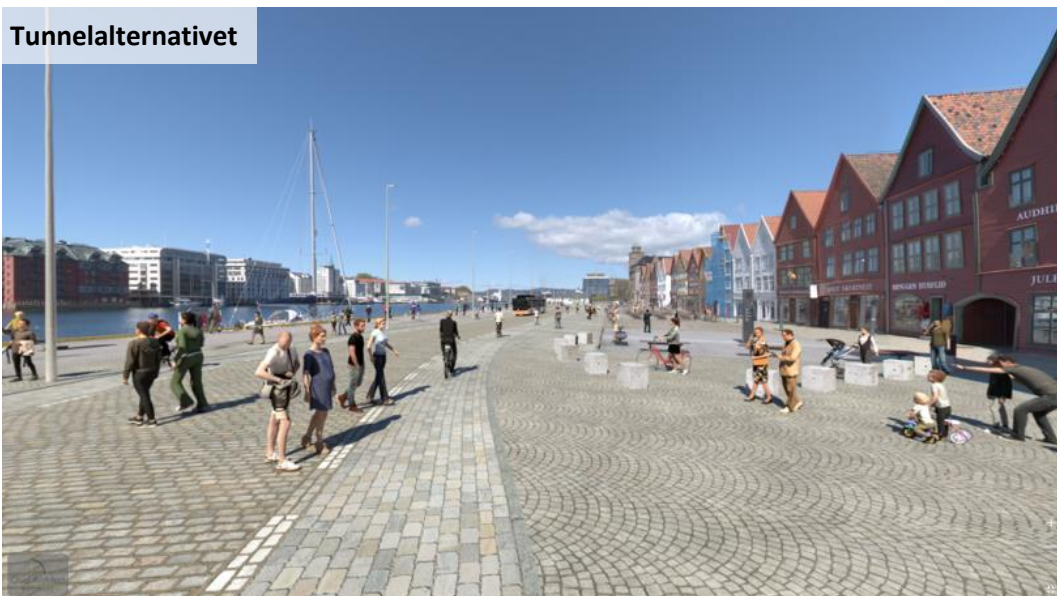
### Tunnelalternativet



Figur 4-7: Snitt over dag- og tunnelalternativet ved Bryggen. Stiplet linje viser dagens gatenivå.

Bryggen skal være uten biltrafikk både i trafikkfase 1 og trafikkfase 2. Både med banetraffikk i dagalternativet, og med begrenset busstrafikk i tunnelalternativet, vil Bryggen oppleves som et stort og fredelig byrom. I dagalternativet vil banetraseen ligge omtrent langs dagens veglinje med sykkelfelt på hver side. Tunnelalternativets kollektivgate følger samme linje og vil få tilnærmet samme bredde. Byrommet på Bryggen er stort, mellom 30 og 40 meter dypt, og vil oppleves som romslig i både dagalternativet med bane og sykkel, og i tunnelalternativet med buss og sykkel. Kollektivgaten i tunnelalternativet vil kreve et kjørevennlig dekke og kant mellom sykkelfelt og gangarealet, mens banetraseen kan ha plassdekke i samme høyde og type som tilstøtende byrom. Derfor vil dagalternativet i større grad kunne få utforming og

materialbruk som understreker Bryggen som ett sammenhengende byrom, mens et kjørevegareal til buss i større grad bryter sammenhengens på tvers av rommet.



Figur 4-8: Visualiseringer av dag- og tunnelalternativet ved Bryggen.

Mastene som anlegges på Bryggen er ulike for dag- og tunnelalternativet. For dagalternativet etableres det 7,2 m høye kjøreledningsmaster på begge sider av banetraseen i tråd med designet utviklet i arkitektkonkurransen, «Mot Vågen». I tunnelalternativet er det behov for høyere master og mer lys enn i dagalternativet, ettersom busser har høyere krav til belysning enn bane. Da legges det til grunn 12m høye gatelykter med utvendig lysarmatur på utsiden av bussgaten. Se snitt og visualiseringer i figur 4-7 og figur 4-8.

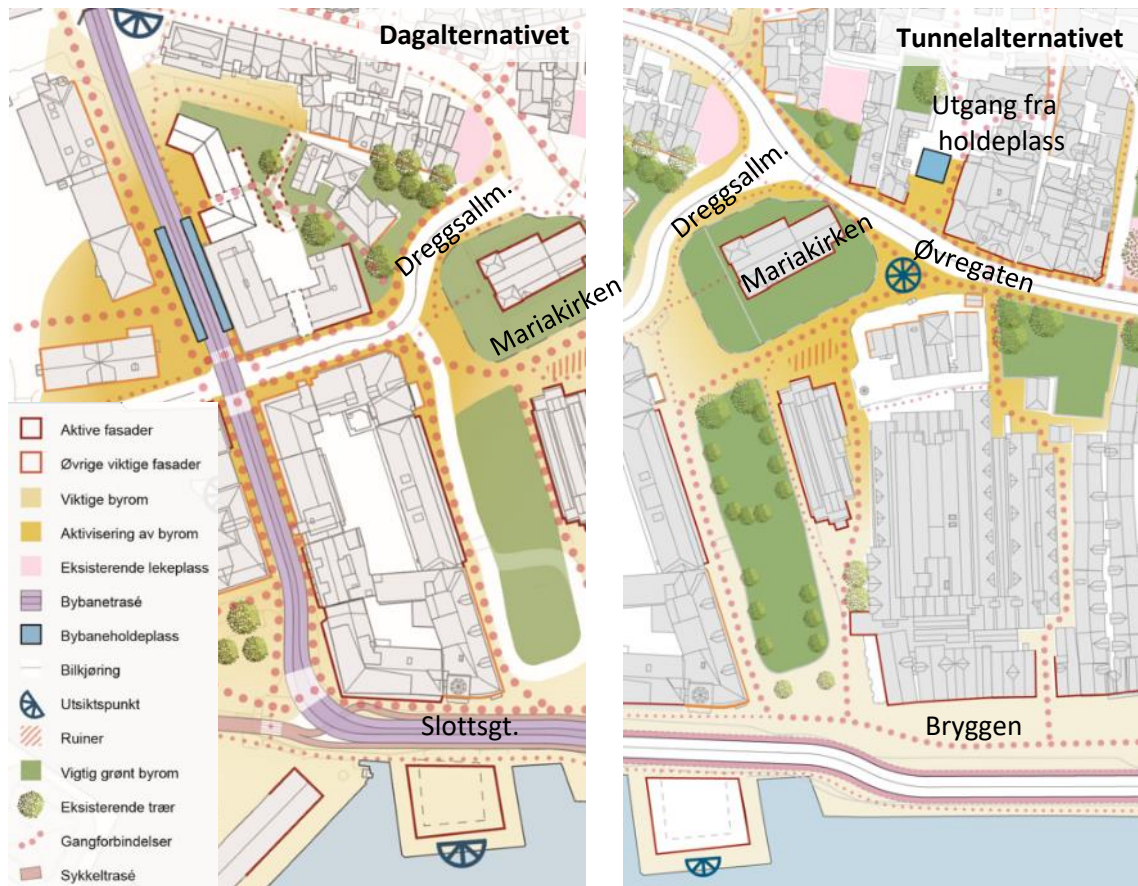


Figur 4-9: Visualiseringer av dag- og tunnelalternativet ved Bryggen. Sikt mot sør med ryggen mot Bryggegårdene.

### **Bradbenken og Sandbrogaten**

Dagalternativet baserer seg på et omlagt kjøremønster mellom Bradbenken og Øvre Dreggsallmenningen. I Sandbrogaten vil banetraseen ta hele tverrsnittet i gaten med holdeplass innerst ved Vikinghallen. Det vil være varelevering mellom Slottsgaten og Dreggsallmenningen. Det foreslås etablering av et nytt byrom tilknyttet holdeplassen. Det gir større åpenhet rundt holdeplassområdet og kan bidra til å integrere festningsområdet bedre i bybildet enn ved tunnelalternativet. Opprustning av gatenettet vil styrke gangforbindelsene mellom Festningen, Mariakirken, Bradbenken og Bryggen. Også gangforbindelsene mot Nye Sandviksveien styrkes og innerste del av Sandbrogaten opparbeides som et attraktivt byrom.





Figur 4-10: Byromsanalyser for området Øvregaten - Sandbrogaten - Dreggen og nordre del av Bryggen. Figurene viser at ulike byrom og gater blir aktivisert av de to alternativene.

### Øvregaten

Tunnelalternativet vil transformere to små byrom ved inngangene i Øvregaten. De er i dag benyttet til parkering. Byrommene rundt inngangene vil ha form av små lokale plasser. Den nordre inngangen ved Mariakirken kan knyttes sammen med plassen på andre siden av Øvregaten, mot baksiden av Bryggen og Mariakirken og sammen utgjøre et større sammenhengende byrom. Byrommene rundt utgangene kan være med å heve den samlede kvaliteten i Øvregaten under forutsetning av at inngangene integreres i bygningsmiljøet på en god måte. I dagalternativet legges busstrafikken til Øvregaten. Dette vil oppleves negativt for bymiljøet. I tunnelalternativet legges denne trafikken langs Bryggen.

**Oppsummert for byromskvaliteter**

Tabell 4-2: Vurdering av måloppnåelse for byromskvaliteter

Byromskvalitet	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torget blir et ryddigere og mer enhetlig byrom som skiller trafikantgruppene og gir bedre forhold for fotgjengere sammenlignet med dagens situasjon.</li> <li>• Bryggen får et enhetlig og sammenhengende bygulv fra kaikant til bryggerekken. Banen og hovedsykkelruten kan likevel oppleves som en barriere</li> <li>• Byrommene i Bradbenken og Sandbrogaten blir rustet opp</li> <li>• Busser i Øvregaten vil være negativt for bymiljøet i gaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torget blir et ryddigere og mer enhetlig byrom enn i dag</li> <li>• Større fotgjengerareal enn dagalternativet</li> <li>• Trafikkarealet på Bryggen vil ligne på referansesituasjonen, men ha færre busspasseringer.</li> <li>• Busstraseen med sykkelfelt langs Bryggen forhindrer etableringen av et sammenhengende bygulv.</li> <li>• Byrommene ved utgangene i Øvregaten vil rustes opp og tilføre området økt kvalitet.</li> <li>• Banetraseen er et stort inngrep i det trange byrommet i Kong Oscars gate og Heggebakken</li> </ul>
Middels god måloppnåelse	Liten effekt

Dagalternativet har middels god måloppnåelse, mens tunnelalternativets bare gir en marginal forbedring sammenlignet med referansesituasjonen. Dagalternativet bidrar til bedre måloppnåelse fordi det i større grad enn tunnelalternativet bidrar til å heve kvaliteten på de viktigste byrommene i sentrum, mens de positive virkningene av tunnelalternativet i hovedsak gjelder mindre viktige byrom.

Tunnelalternativet vil ikke medføre samme gjennomgående kvalitetsheving av aksene Torget, Bryggen, Bradbenken og Sandbrogaten som dagalternativet. Behovet for kollektivgate for busser gjør etableringen av et sammenhengende bygulv på Bryggen vanskeligere enn for dagalternativet og situasjonen vil ligne mer på referansesituasjonen.

Bymiljøet i Øvregaten er vurdert å bli bedre i tunnelalternativet enn dagalternativet ettersom det ikke skal gå busser her. Opprustingen av byrommene her er imidlertid begrenset til områdene omkring utgangene fra underjordisk holdeplass.

Dagalternativet vil med holdeplass i Sandbrogaten medføre vesentlig opprustning av et byrom som i dag har begrensede kvaliteter. Hovedsykkelruten over Bryggen og rundt Festningen vil i seg selv ikke gjøre store endringer sammenliknet med referansesituasjonen i tunnelalternativet.

Tunnelalternativets banetrasé fra Nygaten til Heggebakken vil være svært inngripende i et rolig byrom som i dag har gode kvaliteter.

#### 4.1.4 Utforming av sentrum på fotgjengernes premisser

Bergen skal være en tilgjengelig og bærekraftig by der det skal være trygt og attraktivt å utforske byen til fots. Transportpyramiden angir at fotgjengere som trafikantgruppe skal prioriteres, se figur 1-2.

Kriteriet *utforming av sentrum på fotgjengernes premisser*, vurderer hvordan alternativenes løsninger for bane, hovedsykkelrute og omlegging av trafikksystemet i sentrum legger til rette for fotgjengere. Viktige vurderingskriterier er tilgjengelighet, attraktivitet, kapasitet og behovet for bruk av signalanlegg.

##### **Rådhuskvartalet og Småstrandgaten**

I Kaigaten, Christies gate og Småstrandgaten vil begge alternativene ivareta fotgjengere på en god måte med tanke på fortausbredder og direkte linjer. Kryssinger blir signalregulerte, men fotgjengere skal prioriteres. Både dag- og tunnelalternativet oppnår en vesentlig forbedret forbindelse mellom Rådstuplassen og Vågsallmenningen og flere mulige ganglinjer i områdene langs Småstrandgaten, sammenlignet med i dag. I tunnelalternativet skal det kun gå buss og sykkel i Småstrandgaten, noe som gjør at kryssinger mellom Olav Kyrres gate og Christies gate kan gjøres uten signalregulering.

I Allehelgens gate og Nygaten oppstår et par trange situasjoner for gående i tunnelalternativet. Plattform for nordgående bane ligger tett på Rådstuplassen 5, og fortauet ved sørgående plattform ved Nygaten 5 er kun to meter på det smaleste. Også ved Allehelgens gate 5 er det trangt. Bygningen vurderes revet i pågående planarbeid for Rådhuskvartalet og byrommet kan tilpasses banetraseen.

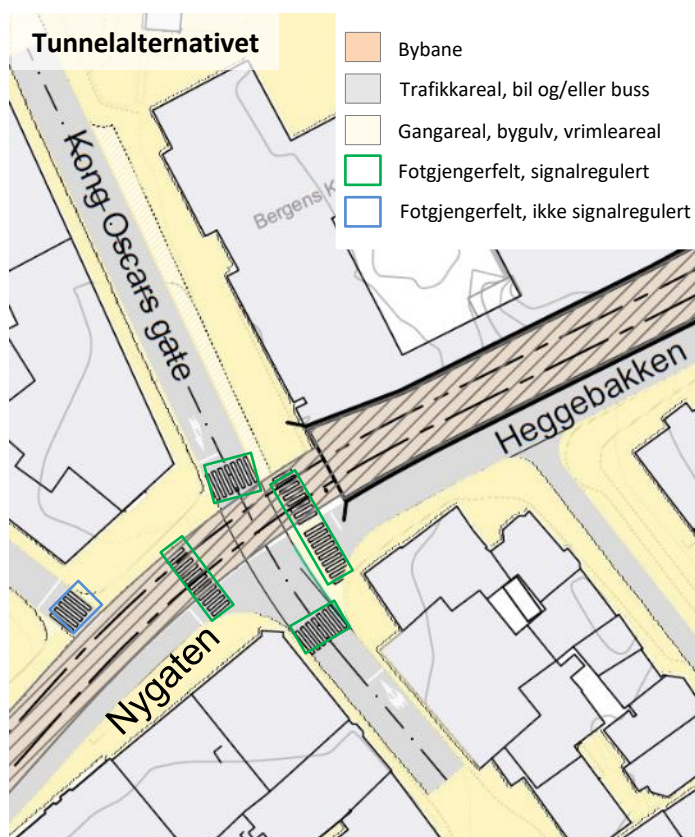
##### **Nygaten – Kong Oscars gate**

Der banen går inn mot tunnelen under Katedralskolen, vil sporet være en barriere for gangforbindelsen langs Kong Oscars gate og plassen foran hovedinngangen til Katedralskolen.

I Allehelgens gate vil tunnelalternativet innebære at fotgjengerkryssinger blir signalstyrte ettersom det skal gå bane, buss og et fåtall biler her og samtidig være en travel bybaneholdeplass.

##### **Torgallmenningen og Torget**

På nedre del av Torgallmenningen og Torget er alternativene relativt like med hensyn på tilrettelegging for fotgjengere. Tunnelalternativet innebærer en ekstra fotgjengerovergang på Torgallmenningen sammenlignet med i dag som følge av den trafikale



Figur 4-11: Skisse til trafikk og fotgjengerløsninger i Kong Oscars gate ved Heggebakken.

Løsningen ved Strandkaaien. Dagalternativet har flere kryssingsmuligheter med holdeplassen på Torget.

Kapasiteten på fortauet mellom Vågsallmenningen og Vetrilidsallmenningen blir ganske lik dagens situasjon i dagalternativet, og bedre i tunnelalternativet. I trafikkfase 1, med betydelig biltrafikk over Torget, vil en i dagalternativet kunne etablere en gangkryssing direkte mellom Vågsallmenningen og Fisketorget, noe det ikke ligger like godt til rette for i tunnelalternativet fordi trafikkløsningen krevet et svingefelt som skyver denne fotgjengerkryssingen mot nord. I fase 2, med bare busser og varelevering, vil syklistene i dagalternativet få et bedre tilbud enn i fase 1. Fotgjengere får ikke mer plass, men det blir enklere å krysse trafikkkarealet.



Figur 4-12: Illustrasjon av holdeplass på Torget for dagalternativet. Illustrasjonen viser at trafikkkarealet vil ha omtrent samme bredde som i dag. Et smalere tverrsnitt i fase 2 uten bane for tunnelalternativet gir bedre muligheter for signalfri kryssing av gaten. III: Mot Vågen.

### **Bryggen**

Langs Bryggen vil alternativene ha en like bred trasé til sykkelfelt og bane, eller sykkelfelt og buss. Frekvensen til bane- eller busstrafikk vil ikke være høyere enn at det for de fleste oppleves enkelt å krysse på hele strekningen, uten signalregulering. Heller ikke syklistene forventes å være vesentlig til hinder for gangbevegelser mellom kaifront og bygningsrekkene på Bryggen. Banen vil i større grad enn en bussgate kunne innpasses i et plassdekkende med en enhetlig utforming, og slik vil løsningen for dagalternativet tydeligere invitere til ferdsel også på tvers enn i tunnelalternativet.

### **Bradbenken og Sandbrogaten**

Dagalternativet i Sandbrogaten endrer kjøremønsteret for bil- og busstrafikk, mens dagens ganglinjer vil styrkes med etablering av nye, brede fortausarealer. Forbindelsen mellom Festningen og Mariakirken samt mellom Festningen og Bradbenken får nye gangforbindelser. Den omlagte kjørevegen mellom festningsområdet og Thon Hotel Orion får lite trafikk, overflateparkering fjernes, det etableres bredere fortau og porten til Koengen blir bredere. Det

blir en god sammenheng mellom Bradbenken 1 og kaifronten i det som kan utvikles til et markant byrom i forlengelsen av Bryggen.

Innerst i Sandbrogaten er det i dagalternativet planlagt at Forsvarets arealer på Bergenhus kan åpnes mot gaten og, sammen med nye trapper opp til Nye Sandviksvei og opprusting av forbindelsen til Kroken, gi flere attraktive forbindelser.

I tunnelalternativet blir det, ingen endringer i kjøremønster for motorisert trafikk i dette området med unntak av at Bryggen stenges for trafikk. Fremføring av hovedsykkelruten med fortau gir et mer oversiktlig og attraktivt tilbud spesielt for syklister utover mot Bontelabo enn i dagens situasjon.

### **Øvregaten**

De to alternativene vil påvirke forholdene for fotgjengere i Øvregaten på ulikt vis. Busstrafikken fra sentrum og nordover vil i dagalternativet følge denne gaten og det kan oppleves som en belastning for gående. I tunnelalternativet vil disse bussene gå langs Bryggen, og Øvregaten skal ta imot passasjerer fra to utganger fra en underjordisk holdeplass. I deler av gateløpet er det smale fortau, fra snau to til tre meter. Særlig mellom Vetrlidsallmenningen og Nikolaikirkeallmenningen er dette knapt ved ganske store fotgjengerstrømmer. Med utganger fra en travel bybanestasjon, kan kapasiteten til fortouene bli problematisk. Disse utfordringene vil bli vesentlig mindre i trafikkfase 2 når Øvregaten kun har helt marginal trafikkmengde.

### **Vurdering måloppnåelse**

Begge alternativene vurderes til å ha middels god måloppnåelse. Alternativene gir generelt ryddigere byrom med mer areal og tydeligere akser for fotgjengere enn i referansesituasjonen. Tunnelalternativet gir noe mer kapasitet på gangarealene ved Torgallmenningen og Torget. På grunn av Bybanens prioritet og fremføring av hovedsykkelruten, vil det i begge alternativ være behov for signalregulering av de fleste krysningspunkt, bortsett fra langs Bryggen. I trafikkfase 2 vil tunnelalternativet kunne åpne for at det etableres flere fotgjengerkryssinger mellom Christies gate og Bryggen, enn ved dagalternativet ettersom gatene får mindre trafikk.

Tabell 4-3: Vurdering av måloppnåelse for utforming av sentrum på fotgjengernes premisser

Utforming av sentrum på fotgjengernes premisser	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gjennomgående opprusting av gangareal med bedre krysningspunkt for store gangstrømmer</li> <li>Økt busstrafikk i Øvregaten gjør gaten mindre attraktiv for fotgjengere.</li> <li>Området Bryggen – Bradbenken - Sandbrogaten blir bedre tilrettelagt for fotgjengere.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>God flyt og fleksibilitet for fotgjengere på Torget og Vågsallmenningen, særlig i trafikkfase 2</li> <li>Lite kapasitet i byrommene rundt inngangene til underjordisk holdeplass, særlig i trafikkfase 1.</li> <li>Bybanen blir en barriere for fotgjengere som skal gå langs østsiden av Kong Oscars gate</li> </ul>
Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse

#### 4.1.5 Synlighet og identitet

Det er et mål for prosjektet at Bybanen skal være et synlig og integrert identitetsskapende element i bymiljøet. Dette målet vurderes opp mot om Bybanens holdeplasser blir en naturlig del av bystrukturen, samt om turen gjennom sentrum vil gi en god reiseopplevelse. For dette temaet er det ikke relevant å vurdere grad av måloppnåelse opp mot referansesituasjonen, men bare forskjellen mellom alternativene.



Figur 4-13: Kaigaten er et eksempel på en bygate der Bybanens synlighet påvirker gatens særpreg og identitet i dag, foto Norconsult.

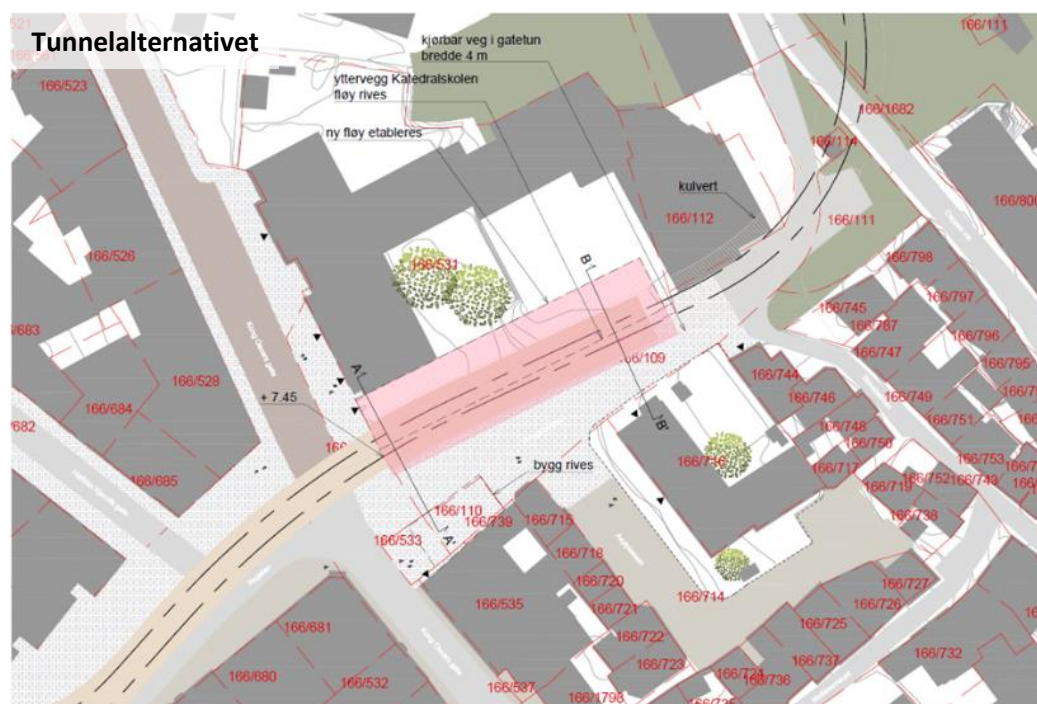
Alternativene skiller på hvilke deler av sentrum Bybanen beveger seg gjennom. Med dagalternativet får 50 000 reisende daglig oppleve Bryggen, Vågen og Torget. Tunnelalternativet bringer reisende gjennom deler av det historiske sentrum, men passasjerene vil få en mer begrenset opplevelse av Bergen sentrum og en lang strekning i tunnel med en underjordisk stasjon, som ikke vil hjelpe passasjerer til å orientere seg i byen.

Kaigaten holdeplass vil forsterke banens synlighet i et sentralt byrom og den skisserte løsningen innlemmer banetraseen og plattformene i det som vil fremstå som et mer helhetlig byrom enn i dagens situasjon. Byrom som i dag har varierende grad av opparbeidelse, langs Byparken, rundt Gulating, Rådhuset og Manufakturhuset får bedre sammenheng og langt flere passerende fotgjengere.

Dagalternativet passerer gjennom noen av de aller mest sentrale byrommene i sentrum; Småstrandgaten, Torget og Bryggen; og understreker banen som en ryggrad i kollektivtilbudet og forsterker dermed byidentiteten. Her er selve traseen vel så viktig for synlighet og underbygging av identitet som holdeplassene på Torget og i Sandbrogaten, fordi det er relativt lang avstand mellom holdeplassene. Holdeplassen på Torget vil ligge i et av byens mest sentrale byrom, mens Sandbrogaten er mindre eksponert i bybildet.

Tunnelalternativet gir Allehelgens gate og Nygaten en ny rolle som kollektivgater uten personbiler. Gateløpet mellom Marken og Vågsallmenningen vil oppleves som mer sentralt for gående i flere retninger, og banen blir svært synlig i den sørøstre delen av sentrum. Vågsbunnen og Rådhuskvartalet blir del av kollektivreisen for mange. Bybanen kan bidra til en områdeidentitet ved utvikling av Rådhuskvartalet og indre del av Vågsbunnen.

Tunnelinnslaget, som er planlagt integrert i en ny bebyggelse for Katedralskolen, er mer problematisk med tanke på synlighet, da traseen får en brå overgang til underjordisk trasé. Dersom et nytt skolebygg over banen må bygges høyere og bredere enn dagens bygningsfløy, vil det være uheldig for identiteten til småhusstrøket rundt Bergens barneasyl. Utformingen av denne bygningsmassen blir svært viktig for dette byrommet.



Figur 4-14: Planskisse over portalområdet ved Katedralskolen for Tunnelalternativet. Fotavtrykk for ny Katedralskolefløy er kun en volumskisse.

Helt nord i sentrum har dagalternativet en holdeplass innerst i Sandbrogaten hvor det legges til grunn ganske omfattende endringer, der holdeplassen blir integrert i festningsområdet og ny utbygging. Byens eldste område får gjennom denne holdeplassen en konkret sammenheng med resten av byen, og på denne måten kan både banens og byens identitet bli forsterket. Banen får dessuten positiv eksponering mot sentrale gater for store boligområder i Fjellsiden nord, og gjør at disse strøkene knyttes tettere til byen.

Inngangene til den underjordiske holdeplassen i Øvregaten vil få en diskret utforming og ligge trukket litt tilbake fra gaten, men like fullt markere at banen er til stede i den nordre delen av sentrum. I tunnelalternativet vil banen være lite synlig fra den sentrale aksen Torgallmenningen, Torget og Bryggen.

For dette kriteriet vurderes dagalternativet til å ha god måloppnåelse og tunnelalternativet til middels dårlig måloppnåelse. Oppsummert er dagalternativets linje over Torget og langs Bryggen et grep som gir banen maksimal synlighet i bybildet. Dette legger også betydelige kvaliteter til reiseopplevelsen.

I tillegg vil dagalternativet forsterke transformasjonen innerst i Sandbrogaten med mer byliv og eksponering mot store boligområder. Tunnelalternativet berører mer sekundære gater og byrom, og tunnelstrekningen med underjordisk holdeplass gir dårlig synlighet i sentrumskjernen.

Tabell 4-4: Vurdering av måloppnåelse for synlighet og identitet

Synlighet og identitet	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Traseen over Torget og langs Bryggen gir banen maksimal synlighet i bybildet, gjør det enkelt å finne den og gir en god reiseopplevelse for mange kollektivreisende</li> <li>Holdeplassene blir svært synlige i sentrum og er med å styrke byrommene de ligger i.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnelalternativet er lite synlig i sentrale byrom og gir en dårligere reiseopplevelse for mange kollektivreisende</li> <li>Holdeplassene er mindre synlige enn for dagalternativet og gir dermed mindre positiv effekt for berørte byrom.</li> </ul>
God måloppnåelse	Middels dårlig måloppnåelse

#### 4.1.6 Tilgjengelighet til holdeplasser og betjening av sentrum

##### Holdeplassenes tilgjengelighet for fotgjengere

Det er benyttet to ulike innfallsvinkler for å belyse forskjell i tilgjengelighet til holdeplassene for fotgjengere og syklister. Den ene er å se hvordan holdeplassene er plassert i forhold til dagens fotgjengerstrømmer, for å kunne vurdere om holdeplassene betjener dagens etterspørsel. Den andre tilnærmingen er å se hvordan fotgjengerstrømmene endres som følge av at Bybanen etableres. Det er også vurdert i hvilken grad strekningene som forventes å bli tilført mye ny gangtrafikk har kapasitet til dette, eller om det kan medføre kapasitetsutfordringer.

Figur 4-15 viser at holdeplassen på Torget i dagalternativet peker seg ut som svært sentralt plassert med tanke på hvor mange gående som bruker dette området. Tilsvarende er Allehelgens gate i tunnelalternativet og Kaigaten også plassert i et område med relativt mye gangtrafikk. Utgangene fra Øvregaten holdeplass i tunnelalternativet, er plassert i gateløp med middels til noe under middels trafikk, men disse er likevel plassert mer sentralt enn holdeplassen i Sandbrogaten i dagalternativet.

Alle holdeplassene som er planlagt i dagen er plassert i områder som i stor grad kan tilpasses den vesentlige veksten i gangtrafikk som følger av Bybanen. Situasjonen på Torget i trafikkfase 1, når det fortsatt skal gå ganske mye biltrafikk over Torget, er derimot en utfordring. I trafikkfase 2 er dette problemet ikke lenger til stede.

Det knytter seg større utfordringer til utformingen av inngangspartiene til den underjordiske holdeplassen i Øvregaten i tunnelalternativet. Her kan det til tider bli store mengder gående på et relativt trangt areal. Situasjonen kan by på kapasitetsutfordringer sammenlignet med dagholdeplassene. Særlig i trafikkfase 1 vil denne effekten være merkbar. Etableringen av to utganger som kan fordele gangtrafikken, vil hjelpe på denne problemstillingen.

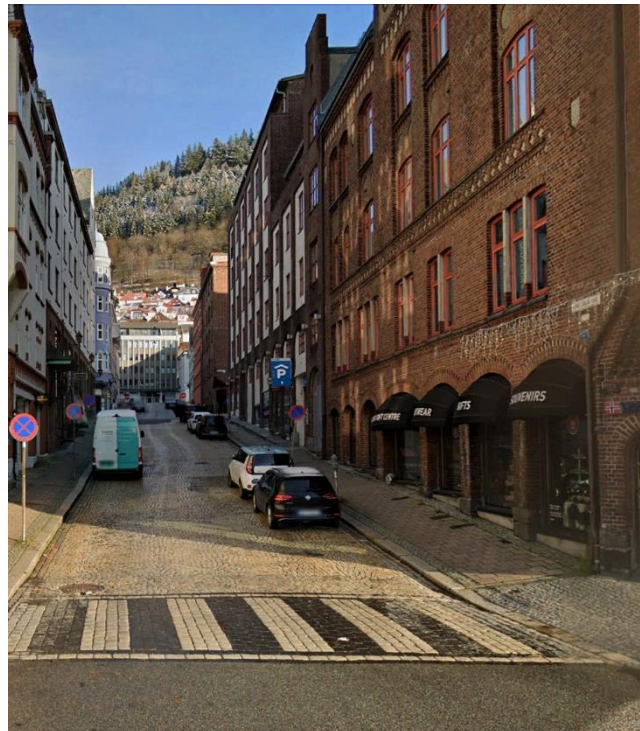




Figur 4-15: Sentralitetsanalyse for gående som skisserer teoretisk gangtrafikk i sentrum, dagens situasjon

### **Universell utforming**

Holdeplassene skal utformes med hensyn på universell utforming, enten de ligger i dagen eller under bakken. En underjordisk holdeplass vil likevel være mindre tilgjengelig for rullestolbrukere, bevegelseshemmede og folk med barnevogn, ettersom disse brukerne er avhengig av bruk av heis. I tillegg er plasseringen av den underjordiske holdeplassen i Øvregaten en vesentlig ulempe for disse brukergruppene, fordi utgangene er plassert i en mindre tilgjengelig del av byen enn holdeplassen på Torget og Sandbrogaten. For rullestolbrukere og bevegelseshemmede gjør bakkene opp til Øvregaten, fra gatenivået i Vågsbunnen og Bryggen, at holdeplassen blir mer utilgjengelig. Disse brukerne kan i større grad velge å bruke holdeplassene i Allehelgens gate og Kaigaten, som ligger lenger unna. For rullestolbrukere, bevegelseshemmede og andre med behov for universell tilgjengelighet er derfor dagalternativet bedre enn tunnelalternativet.



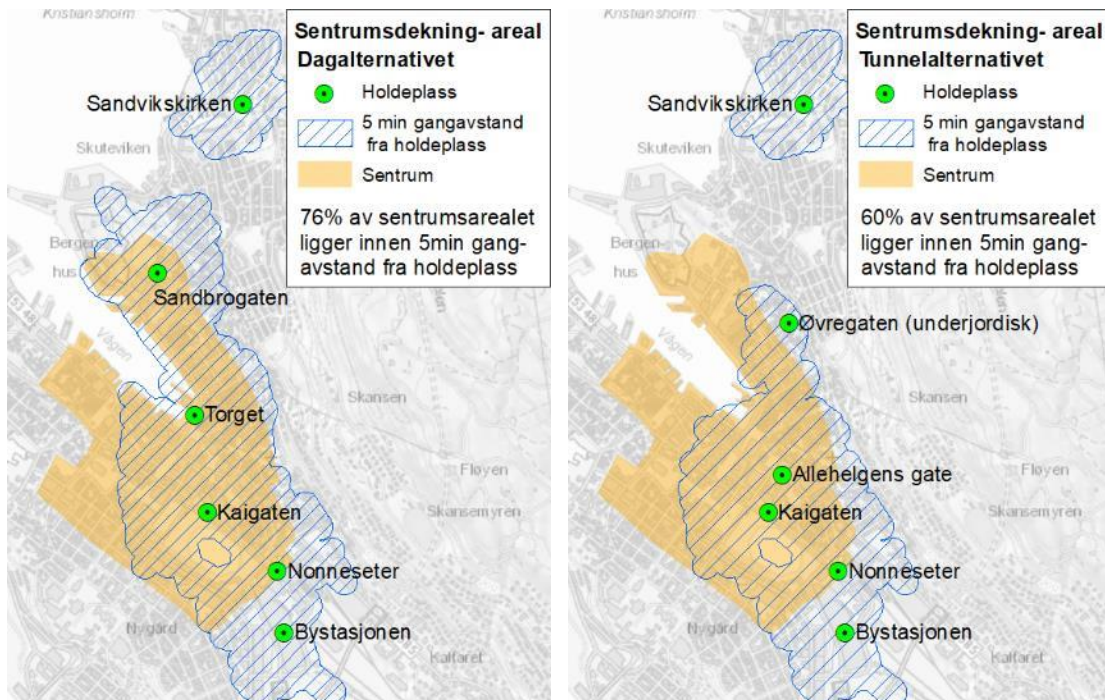
*Figur 4-16: Lodin Lepps gate - Bakkene opp til Øvregaten fra Bryggen og Torget gjør holdeplassen i Øvregaten mindre tilgjengelig for rullestolbrukere og andre bevegelseshemmede. Kilde: Google street-view.*

### **Holdeplassenes betjening av sentrum**

Det er gjennomført en GIS-analyse som viser hvor stor andel av et definert sentrumsareal som dekkes innenfor 5 minutters gangavstand fra perrong i hvert alternativ. Sentrumsarealet er definert delvis med utgangspunkt i sentrumsavgrænsingen i kommuneplanens arealdel, men supplert med en del areal omkring dette som inneholder mange viktige målpunkter i sentrum, og som samtidig setter fokus på områdene der det er forskjell mellom alternativene. Nord og sør for det definerte sentrumsarealet betjenes området av holdeplasser som er felles for begge alternativ.

Kartene i figur 4-17 viser at begge alternativene gir god dekning av sentrum, men dagalternativet dekker mer av Bryggen, Bergenhus festning og Koengen, samt området Strandgaten/Strandkaiterminalen. Området mellom Christian Michelsens gate og Christies gate inkludert Torgallmenningen, som kan sies å være den mest sentrale delen av sentrum, nås innenfor fem minutters gange fra holdeplassene i både tunnel- og dagalternativet.

Et annet viktig poeng med denne analysen er at den underjordiske holdeplassen ved Øvregaten dekker et vesentlig mindre areal innenfor fem minutters gangtid enn en tilsvarende holdeplass i dagen, ettersom det tar et par minutter å komme seg fra den underjordiske perrongen og ut i gaten.



Figur 4-17: Betjening av sentrum for begge alternativ.

Det er derfor forskjellen i dekningsgrad er såpass stor nord i sentrum omkring Bryggen, selv om holdeplassene ligger ganske nær hverandre. Den samme effekten gjør at tunnelalternativet ikke betjener boligområdene i Fjellsiden ovenfor Øvregaten noe særlig bedre enn dagalternativet, selv om holdeplassen i Øvregaten ligger nærmere.

**Samlet vurdering av tilgjengelighet og betjening av sentrum**

Tabell 4-5: Vurdering av måloppnåelse for betjening av sentrum

Tilgjengelighet til holdeplasser og betjening av sentrum	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Svært god tilgjengelighet til holdeplasser, særlig holdeplassen på Torget.</li> <li>Dagalternativet gir signifikant bedre flatedekning av sentrum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Underjordisk holdeplass gir dårlig tilgjengelighet sammenlignet med holdeplass i dagen</li> <li>Holdeplassen i Øvregaten er utfordrende for bevegelsehemmede.</li> <li>Underjordisk holdeplass gir dårligere flatedekning, hovedsakelig som følge av tilførselstunneler fra stasjon.</li> </ul>
God måloppnåelse	Middels god måloppnåelse

De to tilnærmingene til å vurdere betjening av sentrum viser begge at sentrum får noe bedre betjening ved dagalternativet enn tunnelalternativet. Den viktigste årsaken til dette er holdeplassenes plassering og at holdeplassen i Øvregaten for tunnelalternativet ligger under bakken, og dermed er mer tidkrevende å komme seg ut av. Særlig holdeplassen på Torget er svært godt plassert. Begge bybanealternativene gir en bedre betjening av sentrum enn referansesituasjonen. Øvregaten holdeplass har imidlertid dårligere tilgjengelighet særlig for bevegelsehemmede, enn referansealternativet med busser på Torget og langs Bryggen. Derfor har tunnelalternativet bare liten måloppnåelse for dette temaet samlet sett.

#### 4.1.7 Oppsummering – måloppnåelse for byutvikling og bymiljø

Tabell 4-6: Oppsummering og samlet vurdering av måloppnåelse for byutvikling

Kategori	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Byliv	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mer sentrale holdeplasser, særlig på Torget, sikrer høy aktivitet i en svært viktig del av sentrum.</li> <li>Bane og holdeplass i Sandbrogaten aktiviserer et område med nærhet til attraksjoner og binder det nærmere sammen med sentrumskjernen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Holdeplass i Allehelgens gate bidrar til aktivisering av området mellom Domkirken og Allehelgens gt. Styrker planlagt opprusting av Rådhuskvartalet.</li> <li>Underjordisk holdeplass med relativt lange tilførselstunneler er en dårligere løsning for aktivisering av Torget-Bryggen-Dreggen.</li> </ul>
	<b>God måloppnåelse</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>
Byromskvalitet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Torget blir et ryddigere og mer enhetlig byrom som skiller trafikantgruppene og gir bedre forhold for fotgjengere sammenlignet med dagens situasjon.</li> <li>Bryggen får et enhetlig og sammenhengende bygulv fra kaikant til bryggerekken. Banen og hovedsykkelruten kan likevel oppleves som en barriere</li> <li>Byrommene i Bradbenken og Sandbrogaten blir rustet opp</li> <li>Busser i Øvregaten vil være negativt for bymiljøet i gaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Torget blir et ryddigere og mer enhetlig byrom enn i dag</li> <li>Større fotgjengerareal enn dagalternativet</li> <li>Trafikkarealet på Bryggen vil ligne på referansesituasjonen, men ha færre busspasseringer.</li> <li>Busstraseen med sykkelfelt langs Bryggen forhindrer etableringen av et sammenhengende bygulv.</li> <li>Byrommene ved utgangene i Øvregaten vil rustes opp og tilføre området økt kvalitet.</li> <li>Banetraseen er et stort inngrep i det trange byrommet i Kong Oscars gate og Heggebakken</li> </ul>
	<b>Middels god måloppnåelse</b>	<b>Liten effekt</b>
Utforming av sentrum på fotgjengernes premisser	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gjennomgående opprusting av gangareal med bedre krysningspunkt for store gangstrømmer</li> <li>Økt busstrafikk i Øvregaten gjør gaten mindre attraktiv for fotgjengere.</li> <li>Området Bryggen – Bradbenken - Sandbrogaten blir bedre tilrettelagt for fotgjengere.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>God flyt og fleksibilitet for fotgjengere på Torget og Vågsallmenningen, særlig i trafikkfase 2</li> <li>Lite kapasitet i byrommene rundt inngangene til underjordisk holdeplass, særlig i trafikkfase 1.</li> <li>Bybanen blir en barriere for fotgjengere som skal gå langs østsiden av Kong Oscars gate</li> </ul>
	<b>Middels god måloppnåelse</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>
Synlighet og identitet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traseen over Torget og langs Bryggen gir banen maksimal synlighet i bybildet, gjør det enkelt å finne den og gir en god reiseopplevelse for mange kollektivreisende</li> <li>Holdeplassene blir svært synlige i sentrum og er med å styrke byrommene de ligger i.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnelalternativet er lite synlig i sentrale byrom og gir en dårligere reiseopplevelse for mange kollektivreisende</li> <li>Holdeplassene er mindre synlige enn for dagalternativet og gir dermed mindre positiv effekt for berørte byrom.</li> </ul>
	<b>God måloppnåelse</b>	<b>Middels dårlig måloppnåelse</b>
Tilgjengelighet til holdeplasser og betjening av sentrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Svært god tilgjengelighet til holdeplasser, særlig holdeplassen på Torget.</li> <li>Dagalternativet gir signifikant bedre flatedekning av sentrum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Underjordisk holdeplass gir dårlig tilgjengelighet sammenlignet med holdeplass i dagen</li> <li>Holdeplassen i Øvregaten er utfordrende for bevegelseshemmede.</li> <li>Underjordisk holdeplass gir dårligere flatedekning, hovedsakelig som følge av tilførselstunneler fra stasjon.</li> </ul>
	<b>God måloppnåelse</b>	<b>Liten effekt</b>
<b>Samlet vurdering</b>	<b>God måloppnåelse</b>	<b>Liten effekt</b>

Bybanen vil bidra til økt aktivitet i sentrum gjennom opprustning av byrom, bedre tilgjengelighet og kapasitet sammenlignet med referansesituasjonen der det ikke bygges bane til Åsane. Tunnelalternativet åpner ikke for det samme gjennomgående løftet som dagalternativet vil gi byens viktigste byrom. En underjordisk holdeplass er også mindre tilgjengelig enn holdeplasser i dagen. Når den underjordiske holdeplassen også er mer perifert plassert enn dagalternativets holdeplass på Torget, utgjør denne forskjellen et helt vesentlig poeng når alternativene skal sammenlignes. Tunnelalternativet vil også i liten grad nå målet om en synlig og identitetsskapende bybane som gir passasjerene en god reiseopplevelse.

Dagalternativet gir signifikant bedre måloppnåelse for kriteriet byutvikling og bymiljø.

## 4.2 Måloppnåelse for Bybanen som del av transportsystemet

### 4.2.1 Innledning

Dette kapittelet vurderer hvordan alternativene kan bidra til å nå Bybanens mål om en trygg og effektiv reise. Dette omfatter hvor effektivt brukerne transporteres, hvor attraktivt tilbudet er og hvor sikkert reisen oppfattes. I tillegg innebærer det vurderinger av forskjeller mellom alternativene når det gjelder effektiv drift av Bybanen, og hvor godt integrert Bybanen er med andre kollektivtilbud og transportformer. Kapittelet vurderer løsningene fra perspektivet til de reisende og operatøren som skal drifte tilbudet. Vurderingene i dette kapittelet kommer i hovedsak fra en RAMS<sup>3</sup>-vurdering av alternativene, GIS-analyser for reisetid, og driftstekniske vurderinger av driftsopplegg og samspillet mellom bane og andre kollektivtilbud, i hovedsak buss.

---

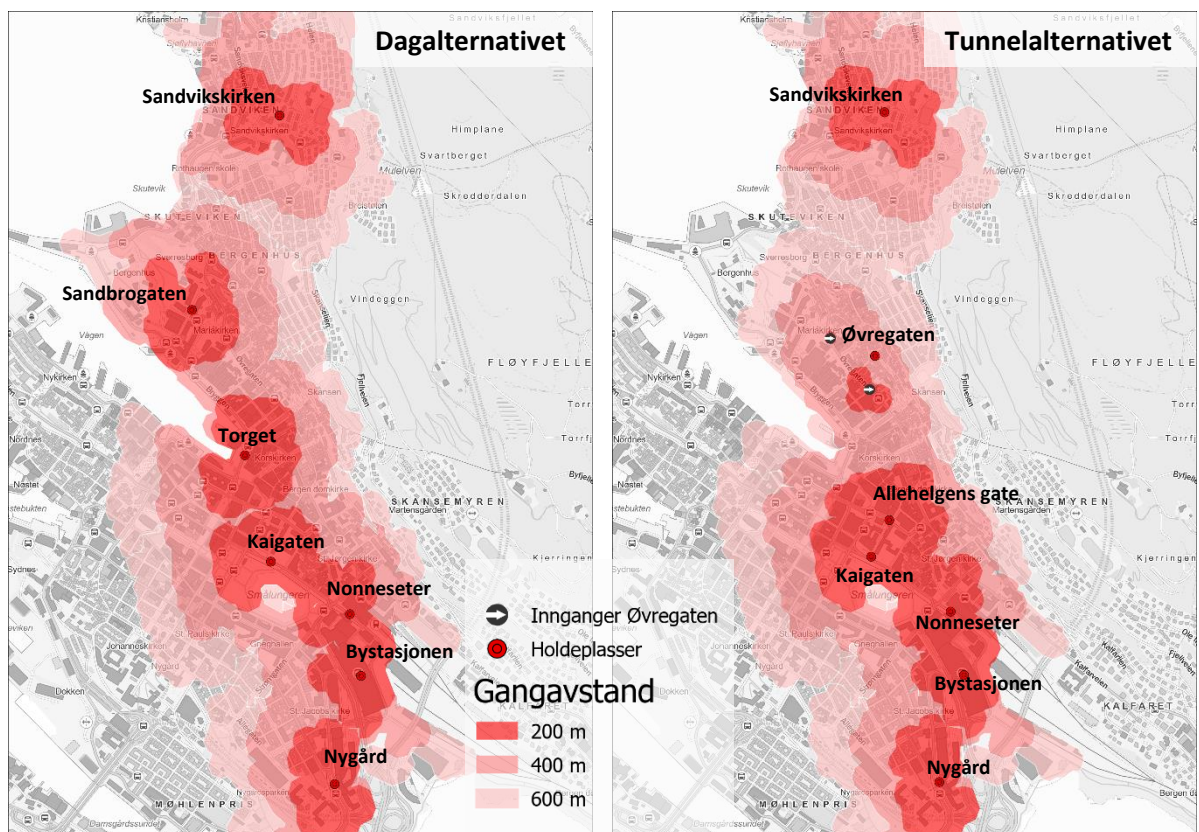
<sup>3</sup> RAMS: står for Pålitelighet, Tilgjengelighet, Vedlikeholdsvennlighet, Sikkerhet - (Reliability, Availability, Maintainability, Safety) og er et samlebegrep for et fagområde innen teknisk sikkerhet, benyttet for bane.

#### 4.2.2 Passasjergrunnlag

Det er tatt i bruk to ulike analyser for å vurdere hvor effektive de to alternativene for bybane gjennom sentrum er med tanke på hvor mange mennesker som får nytte av banen og hvordan alternativene bidrar til en god fordeling av mengden reisende i sentrum. Den første analysen er en vurdering av *passasjerpotensialet*, hvor det analyseres hvor mange boliger, arbeidsplasser og publikumsfunksjoner som nås innenfor en rimelig gangavstand fra holdeplassene. Den andre analysen er en *passasjerprognose*, som gir et bilde av hvor mange reisende som velger å bruke banen, og om holdeplassene gir en god fordeling av reisende. Disse to analysene er ikke direkte sammenlignbare.

##### *Passasjerpotensial*

Det er gjennomført en GIS-analyse for å estimere antall boliger, ansatte og mengden næringsareal som nås innenfor ulike gangtidsintervaller fra perrong i hvert alternativ. Mengden næringsareal gir en indikasjon på hvor mange publikumsfunksjoner som nås. Gangavstander på 200, 400 og 600 meter fra perrong benyttes og analysen inneholder en vektning av nærhet basert på en forutsetning av at boliger, arbeidsplasser og servicetilbud tett på holdeplass har større nytte av banen, enn boliger og arbeidsplasser lengre unna.

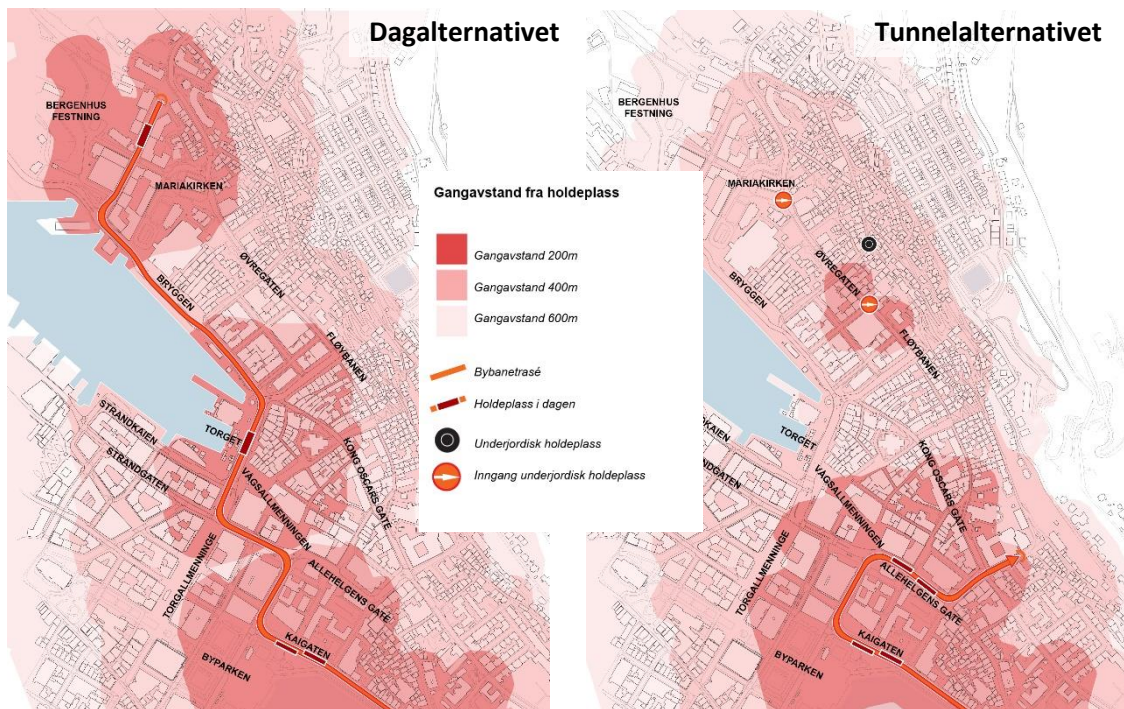


Figur 4-18: Rekkevidde for fotgjengere fra holdeplasser i sentrum. Underjordisk holdeplass i Øvregaten har vesentlig dårligere rekkevidde som følge av lange tilførselstunneler.

Antall boenheter, ansatte fra SSB sitt virksomhets- og foretaksregister, og mengde næringsareal basert på bebyggd bruksareal registrert til «annet enn bolig» i matrikkelen, viser:

- Dagalternativet når 22 prosent flere boenheter enn tunnelalternativet
- Dagalternativet når 7 prosent flere arbeidsplasser
- Dagalternativet når 10 prosent mer næringsareal

Både bolig og næring har bedre dekning i dagalternativet enn i tunnelalternativet. Vi antar at besøksfunksjoner og andre publikumsrettede funksjoner følger samme mønster som tallene for næringsliv.



Figur 4-19: Holdeplassenes dekning av sentrum innenfor 200, 400, og 600 meters gangavstand fra plattform. Figurene viser at dagalternativet dekker Torget samt Dreggen, Festningen og Bontelabo vesentlig bedre enn tunnelalternativet

**Passasjerprognoser RTM**

Prognosen for fremtidig bybanetrafikk er beregnet med transportmodellen RTM<sup>4</sup>. RTM-analysen kan modellere antall påstigende passasjerer per dag, og legger til grunn de samme forutsetningene for transportsystemet for begge bybanealternativ. Transportsystemet for begge alternativ er beskrevet i oppsummeringsrapportene [6][8].

Tabell 4-7: RTM analyse av passasjerpotensial. Antall påstigende passasjerer per dag og differansen mellom dag- og tunnelalternativet.

Antall påstigende per dag			
Holdeplass	Dagalternativet	Tunnelalternativet	Differanse dagalt. – tunnelalt.
Nonneseter	9 770	9 740	+30
Kaigaten	10 940	14 230	-3 290
Torget   Allehelgens gate	11 290	5 990	+5 300
Sandbrogaten   Øvregaten	5 410	6 100	-690
Sandvikskirken	3 230	3 870	-640
Sum	40 640	39 930	+710

Som tabell 4-7 viser, er det små forskjeller i passasjerprognosene mellom dag- og tunnelalternativet totalt sett. Det er en svak indikasjon på at noe færre passasjerer vil benytte Bybanen i tunnelalternativet, men dette tallet er trolig innenfor usikkerhetsmarginen til en slik analyse. Den lille forskjellen i antall påstigende er i samsvar med at det er små reisetidsforskjeller mellom alternativene.

Analysen får også frem hvor sentral en holdeplass på Torget er i dette systemet. Tabellen viser at de fleste av passasjerene som fanges opp av Torget i dagalternativet, velger Kaigaten som alternativ i tunnelalternativet. Dette er uttrykk for at en underjordisk holdeplass er mindre tilgjengelig og attraktiv enn en holdeplass i dagen. Holdeplassene i dagalternativet fordeler også passasjerene bedre mellom holdeplassene i sentrum.

Transportmodellen tar i hovedsak utgangspunkt i reisetid og reisekostnader. Kvalitative faktorer som komfort, lesbarhet, trygghet, åpenhet og opplevd tilgjengelighet m.m. fanges ikke opp i prognosene. Bruk av en holdeplass med samme tilbud og gangavstand kan derfor slå ulikt ut i realiteten, avhengig av forskjeller i slike forhold. Særlig holdeplassen i Øvregaten vil trolig oppleves mindre attraktiv enn holdeplass på Torget, fordi man må forsere stigningen i gatenettet opp til inngangen og gå gjennom lange tunneler før man kommer til holdeplassen. Forskjellen mellom antall påstigende på Torget og Øvregaten vil derfor trolig være større enn vist i tabellen over.

**Oppsummering passasjergrunnlag**

Tabell 4-8: Vurdering av måloppnåelse for passasjergrunnlag

### Passasjergrunnlag

<sup>4</sup> Regional Transportmodell (RTM) er en modell som benyttes i trafikkanalyser for biltrafikk og kollektivtrafikk.



Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Flere bosatte, ansatte og publikumsfunksjoner ligger innenfor gangavstand til holdeplass</li> <li>Attraktiv holdeplass på Torget</li> <li>God fordeling av trafikk mellom Kaigaten og Torget holdeplass</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Færre bosatte, ansatte og publikumsfunksjoner ligger innenfor gangavstand til holdeplass</li> <li>Underjordisk holdeplass i Øvregaten er mindre attraktiv</li> <li>Mye trafikk konsentreres om Kaigaten holdeplass</li> </ul>
God måloppnåelse	Liten effekt

Gjennom vurderinger av passasjerpotensial og passasjerprognoser, er dagalternativet vurdert å ha et bedre passasjergrunnlag enn tunnelalternativet. Dagalternativets holdeplasser når flere bosatte, arbeidsplasser og publikumsfunksjoner innenfor gangavstand, og underjordisk holdeplass i Øvregaten er mindre attraktiv enn holdeplassen på Torget. Dagalternativet gir også en bedre fordeling av passasjerene på holdeplassene i sentrum.

### 4.2.3 Kjøre- og reisetid

#### Kjøretid

Kjøretiden er den tiden Bybanens vogner bruker fra punkt a til punkt b, med dimensjonert hastighet for ulike strekninger, inkludert oppholdstid på holdeplasser. Kjøretiden representerer normal driftssituasjon uten forsinkelser eller hindringer.

Tabell 4-9: Kjøretider gjennom sentrum for de to alternativene

Kjøretid			
Dagalternativet		Tunnelalternativet	
Holdeplass	Tid (min:sek)	Holdeplass	Tid (min:sek)
Kaigaten	00:00	Kaigaten	00:00
Torget	02:00	Allehelgens gate	01:30
Sandbrogaten	05:00	Øvregaten	04:00
Sandvikskirken	06:30	Sandvikskirken	05:30

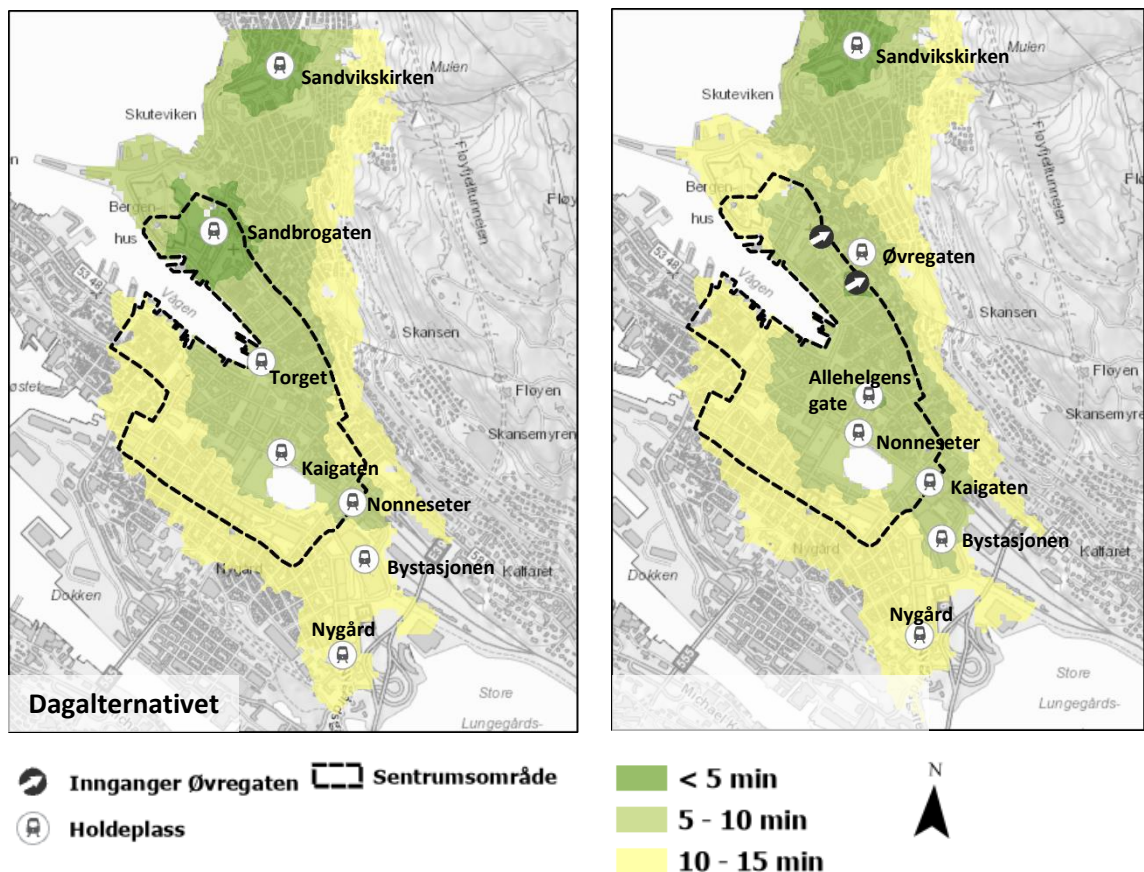
Tabell 4-9 viser at kjøretiden for tunnelalternativet er beregnet til å være ett minutt kortere enn for dagalternativet. I tillegg er det vurdert at dagalternativet er noe mer utsatt for forsinkelser som følge av at traseen passerer flere og lengre strekninger i dagen med et komplekst trafikkbilde. Dette er omtalt i avsnitt 4.2.5.

#### Reisetid

Reisetid er tiden passasjerer bruker på hele reisen fra start til reisemål, fra dør til dør. Det er gjennomført en GIS-analyse for å modellere forskjellen i reisetid mellom alternativene for ulike deler av sentrum. Modellen beregner tiden det tar å bevege seg fra et punkt utenfor sentrumsområdet med bane til de ulike holdeplassene, og videre som gående på gatenettet i sentrum. Analysen tar utgangspunkt i Bybanens kjøretid som er presentert i forrige avsnitt. Det er videre lagt til grunn en ganghastighet på 5 km/t. I tunnelene som leder ut fra underjordisk holdeplass i Øvregaten er det lagt til grunn 3 km/t ganghastighet for å ta hensyn til tid i rulletrapp og eventuell trenghet i travle perioder.

Analysen er gjennomført i begge retninger, med utgangspunkt i Sandvikskirken holdeplass for reiser til og fra områder nord for sentrum, og Nygård for reisetid til og fra områder sør for sentrum.

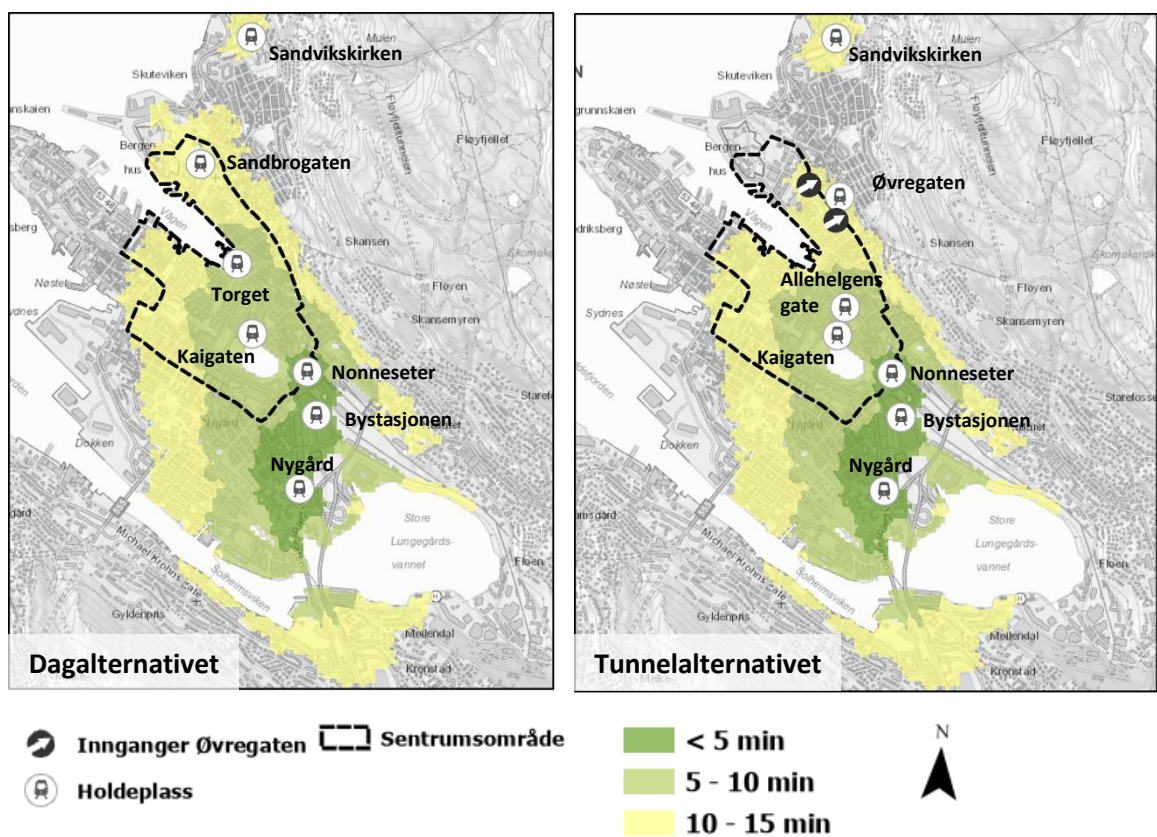
For reisende som kommer til sentrum nordfra, har dagalternativet 3-7 minutter kortere reisetid til festningsområdet, Dreggen, samt nordre del av Bryggen. Tunnelalternativet gir inntil fire minutter kortere reisetid enn dagalternativet til området omkring Fløibanestasjonen og Rådhuskvartalet – Domkirken, og opp til fem minutter raskere reisetid til området ved Allehelgens gate holdeplass.



Figur 4-20: Reisetid til eller fra Sandvikskirken holdeplass (nord). Kjøretid med bane pluss gangtid.

Når det gjelder reisende som kommer fra sør er reisetiden til utgangene i Øvregaten holdeplass med tunnelalternativet bare marginalt kortere enn til samme punkt med dagalternativet. Det skyldes at fordelene tunnelalternativet har med tanke på kjøretid spises opp av tiden det tar å komme seg ut av den underjordiske holdeplassen. Området omkring

Kong Oscars gate omtrent fra Domkirken og sørover, nåes på litt kortere tid med tunnelalternativet enn med dagalternativet som følge av holdeplassen i Allehelgens gate.



Figur 4-21: Reisetid til eller fra Nygård holdeplass (sør). Kjøretid med bane pluss gangtid

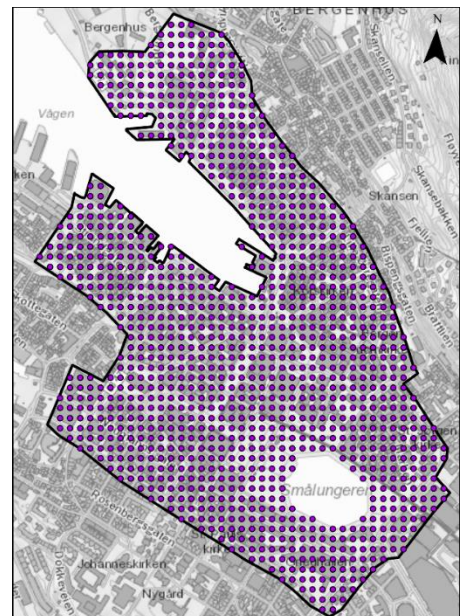
**Reisetid til og fra sentrum**

For å legge særskilt vekt på reisetid til de viktigste reisemålene i sentrum, er det også gjort en analyse av gjennomsnittlig reisetid til det samme sentrumsområdet som er brukt i analysen av tilgjengelighet i avsnitt 4.1.6. Analysen tar utgangspunkt i reisetiden til en mengde punkter spredt jevnt utover sentrumsflaten (Figur 4-21) og presenterer et gjennomsnitt av disse.

Tabell 4-10: Gjennomsnittlig reisetid til sentrumsområdet fra hhv. Sandvikskirken holdeplass og Nygård holdeplass

	Dagalternativet	Tunnelalternativet	Differanse
Gjennomsnitt reisetid nordgående (min)	8,9 min	9,1 min	0,2 min
Gjennomsnitt reisetid sørgående (min)	9,7 min	10,6 min	0,9 min

Selv om forskjellen i gjennomsnittlig reisetid til sentrumsområdet som helhet er liten mellom alternativene, er den geografiske fordelingen av reisetidsforskjeller interessant. Forskjellene mellom alternativene kan oppsummeres som følger:



Figur 4-22: Reisemål innenfor sentrumsområdet. Reisetid til og fra hvert av disse punktene for begge alternativ danner grunnlag for vurdering av gjennomsnitt reisetid til sentrum, se tabell 4-10.

- Dagalternativet gir opp til fem minutter kortere reisetid til Bontelabo, festningsområdet og fra to til fire minutter kortere reisetid til nordre del av Bryggen og Dreggen. Dette er uavhengig av reiseretning.
- Tunnelalternativet gir tre til fire minutter kortere reisetid til Rådhuskvarartalet og kvartalene mellom Allehelgens gate og Kong Oscars gate for trafikk fra nord.
  - For trafikk fra sør gir tunnelalternativet under ett minutt kortere reisetid til de samme områdene.
- Dagalternativet gir inntil 2-3 minutter kortere reisetid til Torget.
- Sandbrogaten gir en vesentlig mer effektiv reise til nordre del av Øvregaten, slik at dagalternativet gir omtrent samme reisetid til Mariakirken som i tunnelalternativet, selv med en utgang fra underjordisk holdeplass her.

### Oppsummering kjøre- og reisetid

Tunnelalternativet har ett minutt kortere kjøretid gjennom sentrum. Det betyr ett minutt innsparing for alle passasjerer som skal på gjennomreise. En så liten innsparing har størst betydning for korte reiser som for eksempel mellom Sandviken og Bystasjonen. For lengre reiser er ett minutt differanse vurdert som en marginal forskjell.

For publikum betyr imidlertid total reisetid betydelig mer enn kjøretid, og da spiller gangtid til stasjonen en vesentlig rolle.

Analysen av reisetid viser at begge alternativ gir omtrent lik reisetid til sentrumsområdet som helhet, men at den geografiske distribusjonen er ulik. Reisetiden til Festningsområdet, Bontelabo og Dreggen og Torget er kortere for dagalternativet, særlig for trafikk fra Sandvikskirken og andre områder nord for sentrum, også Åsane. Disse delene av sentrum er imidlertid områder med relativt begrenset aktivitet i dag. For tyngdepunktet av arbeidsplasser og publikumsfunksjoner i sentrum, fra Christies gate mot Torgallmenningen og nordover retning Nordnes, er forskjellen mellom alternativene små. Dagalternativet har en liten fordel nordover mot Nordnes og tunnelalternativet tilsvarende mellom Allehelgens gate og Kong Oscars gate, i alle fall for sørgående trafikk.

Samlet sett er dag- og tunnelalternativet vurdert likt for kriteriet kjøre- og reisetid.

Tabell 4-11: Vurdering av måloppnåelse for kjøre- og reisetid

Kjøre- og reisetid	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inntil fem minutter kortere reisetid enn tunnelalternativet til og fra Dreggen, Bontelabo og Bergenhus festning og Torget.</li> <li>• Ett minutt lengre kjøretid gjennom sentrum enn tunnelalternativet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inntil fire minutter kortere reisetid enn dagalternativet til og fra kvartalene mellom Allehelgens gate og Kong Oscars gate for reiser til og fra nord</li> <li>• Ett minutt kortere kjøretid gjennom sentrum enn dagalternativet</li> </ul>
Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse

#### 4.2.4 Samlet kollektivsystem, buss og bane

##### **Overgang til andre kollektivtransportmidler (buss, tog og båt)**

Vurderingen av sammenhengen i kollektivsystemet i sentrum tar utgangspunkt i at driftsopplegget for buss i 2032, slik det er definert av Vestland fylkeskommune, ligger til grunn. En grundigere beskrivelse av dette driftsopplegget kan leses i oppsummeringsrapportene for alternativene [6][8]. I korte trekk innebærer dette at busser fra sentrum og nordover benytter Fløyfjelltunnelen, slik at det kun er busser til Sandviken som trafikkerer nordkorridoren i sentrum.

Overgangsmuligheter til buss og tog ved henholdsvis Bystasjonen og Nonneseter er like for begge alternativer. På samme måte er overgangsmuligheter til buss ved sentrumsterminalen i Christies gate og Olav Kyrres gate lik for begge, ettersom dag- og tunnelalternativet har samme løsning for holdeplass i Kaigaten.

Hverken Sandbrogaten ved dagalternativet eller Øvregaten for tunnelalternativet har spesielt viktige grensesnitt mot andre kollektivtransportmidler. Grensesnittet er begrenset til buslinjer som betjener Sandviken, og her er begge alternativer omtrent like.

##### **Busstilbud som utfyller Bybanen**

I dagalternativet vil bussene trafikkere Øvregaten. Dersom tunnelalternativet legges til grunn, er det lagt opp til at disse bussene trafikkerer langs Bryggen.

Buss i Øvregaten har både fordeler og ulemper. Ved å legge busser i Øvregaten reduseres barrierevirkningene på Bryggen der det også kan etableres et bygulv med høyere kvalitet. Anbefalingen med å la bussene gå i Øvregaten i dagalternativet skyldes også ulempene med å ha buss i blandet trafikk med bane, og fare for at buss og bane skal hindre hverandres framkommelighet. Øvregaten er imidlertid en trang gate, der det ideelt sett ikke er ønskelig med busstrafikk. I trafikkfase 1, med Torget åpent for trafikk, vil gaten også måtte håndtere biltrafikken derfra. I trafikkfase 2 vil biltrafikken i Øvregaten være minimal. I dagalternativet etableres det kantstopp for buss i Øvregaten i tillegg til i Vetrilidsallmenningen.

Tunnelalternativet har ikke utfordringen med buss og bane i samme trasé langs Bryggen, og det legges derfor til grunn at busstrafikken opprettholdes langs Bryggen, men med lavere busstrafikk enn i dag. Det er lagt til grunn samme antall busser nordover fra Torget i begge alternativene, men i tunnelalternativet er det plass til større busstrafikk enn i dagalternativet. Busstoppene i tunnelalternativet er plassert ved Murbryggen og i Slottsgaten, mens de i dagalternativet er plassert i Allehelgens gate og på Bradbenken i tillegg til kantstopp i Øvregaten. At busstoppene er plassert litt ulikt for dag- og tunnelalternativet, er i det totale bildet ikke vurdert å utgjøre stor nok forskjell til at det har avgjørende betydning for å skille mellom dem. Busstoppene skal primært betjene busser som trafikkerer korte ruter til og fra Sandviken.

I tunnelalternativet må busser trafikkere sammen med Bybanen i Allehelgens gate. Busstoppene i Allehelgens gate og Nygaten kan da ikke lenger benyttes. Det blir derfor ingen busstopp mellom sentrumsterminalen (i Christies gate og i Olav Kyrres gate) og Kong Oscars gate, for rutene som går mellom sentrum og Kalfaret. Dette gir en liten fordel for dagalternativet når det gjelder busstilbudet på denne strekningen, men er ikke vurdert å være en så stor forskjell at det er beslutningsrelevant for temaet.

**Oppsummering**

Tabell 4-12: Vurdering av måloppnåelse for et samlet kollektivsystem, buss og bane

Dagalternativet	Tunnelalternativet
Samlet kollektivsystem, buss og bane	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• God betjening av sentrumsterminalen</li> <li>• Holdeplass på Torget gir bedre direkte overgang mellom Bybanen og rutebåter</li> <li>• Trangt med buss i Øvregaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• God betjening av sentrumsterminalen</li> <li>• To busstopp må tas bort i Allehelgens gate og Nygaten</li> </ul>
Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse

Det er små forskjeller mellom alternativene når det gjelder hensynet til et samlet kollektivsystem i sentrum. Den viktigste koblingen mellom sentrumsterminalen og Bybanen er lik for begge alternativ. Fordelene holdeplassen på Torget har for kobling til rutebåter i dagalternativet, utlignes ved at busser kan stoppe i begge retninger i Strandkaia i tunnelalternativet. Ulempene knyttet til busstrafikk i Øvregaten i dagalternativet, utlignes ved at busstilbudet blir dårligere i Allehelgens gate og Nygaten i tunnelalternativet.

At Bybanen ikke trafikkerer Småstrandgaten og Torget i tunnelalternativet, innebærer at det er en teoretisk kapasitet for å kjøre flere busser mellom sentrumsterminalen og nordre bydeler enn i dagalternativet. Ettersom det samme driftsopplegget for buss er lagt til grunn for begge alternativ i oppsummeringsrapportene, er ikke denne forskjellen tillagt vekt i sammenligningen av alternativene. For begge løsninger er det Bybanen som skal være ryggraden i det kollektive transportsystemet, mens bussene over Torget først og fremst er tiltenkt å supplere mot reisemål i Sandviken.

**4.2.5 Forutsigbarhet og regularitet (RAMs)**

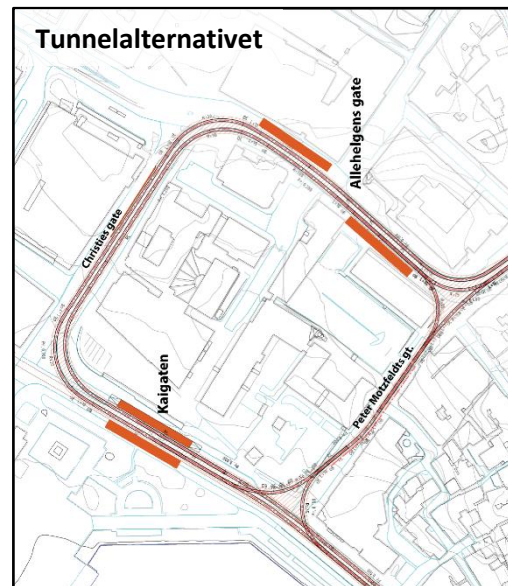
I vurderingen av hvilke forhold som er relevante for pålitelighet og tilgjengelighet, er felles trasé for buss og bane trukket frem som den viktigste faktoren som kan skille mellom alternativene. Dette er relevant fordi selv små avvik vil kunne medføre betydelige driftsforstyrrelser både for buss og bane, og dermed påvirke hele kollektivsystemet. Sporvekslene i bybanetraseen er sårbare punkt for regularitet og forutsigbarhet, særlig der banen går i blandet trafikk med buss.

Dagalternativet har omtrent dobbelt så lang strekning i blandet trafikk med buss som tunnelalternativet. I tillegg passerer dagalternativet flere byrom der det kan forventes til dels større fotgjengerkonsentrasjoner enn i tunnelalternativet. Dagalternativet har også en mye lenger strekning der det går parallelt med sykkelveg, noe som også kan bidra til utfordringer for banens regularitet. Disse forutsigbarhetsutfordringene for dagalternativet er likevel godt innenfor et akseptabelt nivå.

Driftsopplegget for dag- og tunnelalternativet, slik det er beskrevet i skisserapportene for begge alternativ [6][8], viser at begge alternativ vil ha samme forutsetninger for regularitet, frekvens og kapasitet. Unntaket er at dagalternativet kan måtte stenges noe hyppigere som følge av store arrangementer på Torget eller Bryggen, og i fremtiden noen få og korte perioder som følge av oversvømmelse. Ettersom banen har vendearrangement i nord og sør kan likevel bybanetilbudet opprettholdes på tilfredsstillende vis i slike situasjoner. Stenging av Bybanen gjennom sentrum vil være nøye planlagt i forkant. Nedstengning vil skje utenfor rushtid, og kunne varsles publikum god tid i forkant.

I skisserapportene er det også beskrevet muligheter for å kunne etablere sporløsninger som legger til rette for driftsvending i sentrum. For både dag- og tunnelalternativet kan det etableres en løsning der banen kan vende i Christian Michelsens gate ved Tårnplass. I tunnelalternativet er det også mulig å etablere et koblingsspor i Peter Motzfeldts gate, som vil gjøre det mulig med driftsvending i området rundt Rådhuskvartalet. Tunnelalternativet er derfor noe mer fleksibelt med tanke på vending i sentrum enn dagalternativet.

Utredningen av Bybanen gjennom sentrum har også sett på hvordan alternativene kan koble seg på et fremtidig byggetrinn 6 mot Bergen vest. Både dag- og tunnelalternativet kan kobles på alle alternative løsninger som vurderes i arbeidet med Kommunedelplan for kollektivtrafikk i Bergen vest, enten byggetrinn 6 for Bybanen skal gå i Olav Kyrres gate/Christies gate/Sydnestunnelen, eller i Christian Michelsens gate via Nøstet. Det er derfor ingen forskjell mellom alternativene når det gjelder kobling mot byggetrinn 6.



*Figur 4-23: Mulig vendesløyfe rundt Rådhuskvartalet med enkeltsporflettespor i Peter Motzfeldts gate. (Kaigaten holdeplass er justert etter at denne skissen ble laget.)*



Tabell 4-13: Vurdering av måloppnåelse for forutsigbarhet og regularitet

Forutsigbarhet og regularitet (RAMs)	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Omtrent 700 m banestrekning i blandet trafikk med buss.</li> <li>Parallelt med sykkelfelt eller sykkelveg langs hele dagstrekningen.</li> <li>Svært store fotgjengestrømninger og hyppige kryssninger på Torget og Bryggen. Noe mindre, men trolig fortsatt betydelig i Småstrandgaten.</li> <li>Full signalprioritering i alle kryss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Omtrent 500 m banestrekning i blandet trafikk med buss.</li> <li>Kun parallelt med sykkel i Christies gate.</li> <li>Mye fotgjengeraktivitet i Allehelgens gate og Kong Oscars gate kan påregnes, men vesentlig mindre enn for dagstrekningen.</li> <li>Full signalprioritering i alle kryss</li> </ul>
Liten effekt	Middels god måloppnåelse

#### 4.2.6 Driftssikkerhet og driftsøkonomi (raMs)

Dette avsnittet vurderer alternativenes vedlikeholdsvennlighet, og om det er vesentlig forskjell mellom alternativene på hvor utfordrende og kostbart det er å ha sikker drift på banen. I hvor stor grad banen går i felles trasé med buss, og om det er sporveksler på fellesstrekninger med buss, har mye å si for vedlikeholdsbehov og driftskostnader. I tillegg krever underjordiske holdeplasser vesentlig mer ressurser til drift, vedlikehold og installasjoner for å sikre trygg og attraktiv drift.

Som oppsummert i avsnitt 4.2.5 går banen i blandet trafikk med buss over en lengre strekning i dagalternativet enn i tunnelalternativet. Det er ingen sporveksler i trasé med blandet trafikk innenfor planområdet for noen av alternativene. Sporveksel i Kaigaten utenfor området vurderes uansett likt for begge alternativ.

Banestrekning i dagen er mer utsatt for slitasje og krever mer vedlikehold enn tunnel isolert sett, men vedlikehold av tunnelstrekninger er mer komplekst og krever normalt mer omfattende stengning av banen. Elektriske installasjoner i tunnel er sårbar for fuktig klima. Underjordiske holdeplasser har et svært høyt vedlikeholdsbehov sammenlignet med holdeplasser i dagen, og krever flere objekter med behov for omfattende og hyppig vedlikehold som ventilasjonsanlegg, rulletrapper, heiser, sikkerhetsovervåkning med mer.

Samlet sett gjør derfor den underjordiske holdeplassen at tunnelalternativet vurderes som vesentlig dårligere enn dagalternativet når det gjelder driftssikkerhet.

Tabell 4-14: Vurdering av måloppnåelse for driftssikkerhet

Driftssikkerhet og driftsøkonomi (raMs)	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lengre strekning med bane i blandet trafikk med buss</li> <li>Ingen underjordiske holdeplasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kortere strekning med bane i blandet trafikk med buss</li> <li>Underjordisk holdeplass er svært vedlikeholdskrevende.</li> </ul>
Middels god måloppnåelse	Middels dårlig måloppnåelse

**4.2.7 Sikkerhet bane (ramS)**

Dette temaet er begrenset til å gjelde sikkerhetsutfordringer for Bybanen spesifikt og er vurdert etter RAMS-metodikken som benyttes for baneutredninger. Sikkerhetsutfordringene for begge alternativer er:

- Strekninger der banen krysser eller går i samme trasé som tyngre kjøretøy.
- Strekninger der banen krysser sykkelveg.
- Steder der det er forventet høy tetthet av gående.

Sikkerhetsanalyse av begge alternativene viser at de har akseptable sikkerhetsrisiko. Forskjellene mellom alternativene er altså ulike egenskaper innenfor et akseptabelt risikonivå.

Tabell 4-15: Vurdering av måloppnåelse for sikkerhet

Sikkerhet – ramS	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lengre strekning der banen må gå sammen med buss.</li> <li>• Flere områder med mange fotgjengere som også legger opp til mye kryssing av banetraseen.</li> <li>• En lengre del av banestrekningen ligger også nært sykkelveg.</li> <li>• Behov for sikkerhetstiltak ved vending i Sandbrogaten i avvikssituasjoner med større folkemengder i området.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kortere strekning i blandet trafikk med buss. Vestresvingefelt for buss i banetraseen fra Christies gate inn i Småstrandgaten krever godkjent fravik fra Bybanens regelverk.</li> <li>• Færre områder med tidvis svært mange fotgjengere der det legges opp til mye kryssing.</li> <li>• Vending ved arrangementer som 17.mai vil skje inne i tunnelen og ikke være en risikofaktor i gatebildet, men vending i tunnel er en sikkerhetsrisiko i seg selv.</li> </ul>
Liten effekt	Middels god måloppnåelse

#### 4.2.8 Oppsummering – måloppnåelse for Bybanen som del av transportsystemet

Dette avsnittet har vurdert alternativene for bybane gjennom sentrum med tanke på om de kan tilby en trygg og effektiv reise. Effektivitet, attraktivitet og sikkerhet er viktige egenskaper som har vært vurdert sammen med driftssikkerhet og vedlikeholdsbehov. Bybanen som et element i et samlet kollektiv- og transportsystem er også en viktig egenskap.

Tabell 4-16: Oppsummering av måloppnåelse for Bybanen som del av transportsystemet.

Kategori	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Passasjergrunnlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flere bosatte, ansatte og publikumsfunksjoner ligger innenfor gangavstand til holdeplass</li> <li>Attraktiv holdeplass på Torget</li> <li>God fordeling av trafikk mellom Kaigaten og Torget holdeplass</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Færre bosatte, ansatte og publikumsfunksjoner ligger innenfor gangavstand til holdeplass</li> <li>Underjordisk holdeplass i Øvregaten er mindre attraktiv</li> <li>Mye trafikk konsentreres om Kaigaten holdeplass</li> </ul>
	<b>God måloppnåelse</b>	<b>Liten effekt</b>
Kjøre- og reisetid	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inntil fem minutter kortere reisetid enn tunnelalternativet til og fra Dreggen, Bontelabo og Bergenhus festning og Torget.</li> <li>Ett minutt lengre kjøretid gjennom sentrum enn tunnelalternativet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inntil fire minutter kortere reisetid enn dagalternativet til og fra kvartalene mellom Allehelgens gate og Kong Oscars gate for reiser til og fra nord</li> <li>Ett minutt kortere kjøretid gjennom sentrum enn dagalternativet</li> </ul>
	<b>Middels god måloppnåelse</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>
Samlet kollektivsystem, buss og bane	<ul style="list-style-type: none"> <li>God betjening av sentrumsterminalen</li> <li>Holdeplass på Torget gir bedre direkte overgang mellom Bybanen og rutebåter</li> <li>Trangt med buss i Øvregaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>God betjening av sentrumsterminalen</li> <li>To busstopp må tas bort i Allehelgens gate og Nygaten</li> </ul>
	<b>Middels god måloppnåelse</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>
Forutsigbarhet og regularitet (RAMs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Omtrent 700 m banestrekning i blandet trafikk med buss.</li> <li>Parallelt med sykkelfelt eller sykkelveg langs hele dagstrekningen.</li> <li>Svært store fotgjengestrømninger og hyppige kryssinger på Torget og Bryggen. Noe mindre, men trolig fortsatt betydelig i Småstrandgaten.</li> <li>Full signalprioritering i alle kryss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Omtrent 500 m banestrekning i blandet trafikk med buss.</li> <li>Kun parallelt med sykkel i Christies gate.</li> <li>Mye fotgjengeraktivitet i Allehelgens gate og Kong Oscars gate kan påregnes, men vesentlig mindre enn for dagstrekningen.</li> <li>Full signalprioritering i alle kryss</li> </ul>
	<b>Liten effekt</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>
Driftssikkerhet og driftsøkonomi (raMs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lengre strekning med bane i blandet trafikk med buss</li> <li>Ingen underjordiske holdeplasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kortere strekning med bane i blandet trafikk med buss</li> <li>Underjordisk holdeplass er svært vedlikeholdskrevende.</li> </ul>
	<b>Middels god måloppnåelse</b>	<b>Middels- dårlig måloppnåelse</b>
Sikkerhet bane (raMS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lengre strekning der banen må gå sammen med buss.</li> <li>Flere områder med mange fotgjengere som også legger opp til mye kryssing av banetraseen.</li> <li>En lengre del av banestrekningen ligger også nært sykkelveg.</li> <li>Behov for sikkerhetstiltak ved vending i Sandbrogaten i avvikssituasjoner med større folkemengder i området.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kortere strekning i blandet trafikk med buss. Vestresvingefelt for buss i banetraseen fra Christies gate inn i Småstrandgaten krever godkjent fravik fra Bybanens regelverk.</li> <li>Færre områder med tidvis svært mange fotgjengere der det legges opp til mye kryssing.</li> <li>Vending ved arrangementer som 17.mai vil skje inne i tunnelen og ikke være en risikofaktor i gatebildet, men vending i tunnel er en sikkerhetsrisiko i seg selv.</li> </ul>
	<b>Liten effekt</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>
<b>Samlet vurdering</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>	<b>Liten effekt</b>

Denne analysen viser at dagalternativet i større grad enn tunnelalternativet når målene for Bybanen som del av transportsystemet i sentrum. Det er særlig passasjergrunnlaget knyttet til holdeplasser i dagen, og at dagalternativets holdeplasser er gunstigere plassert enn holdeplassene i tunnelalternativet, som gir utslag. Spesielt den underjordiske holdeplassen i Øvregaten er med på å gjøre tunnelalternativet dårligere enn dagalternativet, som har holdeplass på Torget. En underjordisk holdeplass når vesentlig færre passasjerer enn en holdeplass i dagen og er også vesentlig mer omfattende å drifte og vedlikeholde. Tunnelalternativet er vurdert som noe bedre enn dagalternativet når det gjelder forutsigbarhet og sikkerhet, men her er forskjellene små og begge alternativ ligger langt innenfor akseptabel situasjon for disse temaene.

Kjøre- og reisetid er samlet sett vurdert som like for alternativene. Dagalternativet gir kortere reisetid til større deler av sentrum enn tunnelalternativet, men tunnelalternativet har ett minutt kortere kjøretid gjennom sentrum.

## 4.3 Måloppnåelse for sykkel

### 4.3.1 Innledning

I dette avsnittet vurderes måloppnåelse for hovedsykkelruten og det sammenhengende nettverket av sykkeltilbud som er definert i sykkelstrategien [3]. Evalueringen er tredelt i tråd med målene i sykkelstrategien og evalueringskriteriene for denne analysen.

### 4.3.2 Trygghet og attraktivitet

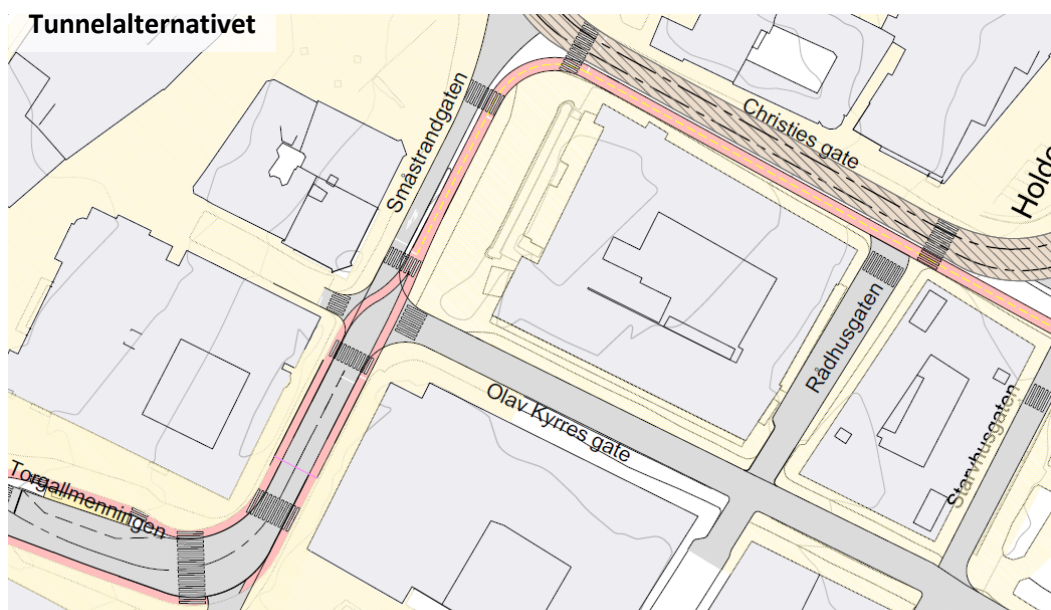
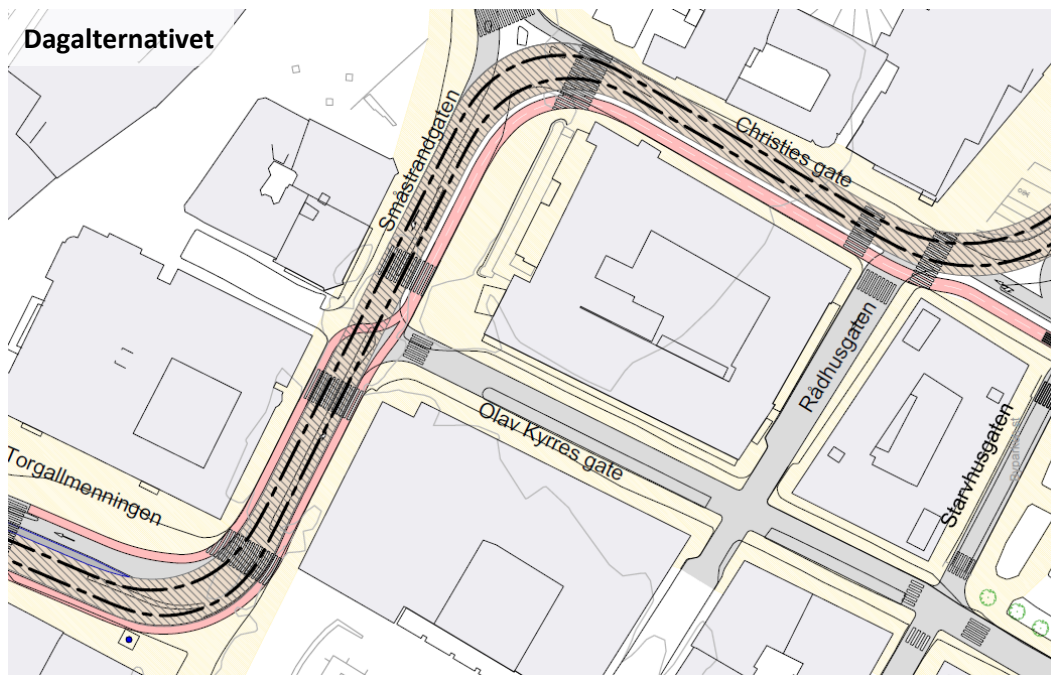
Dette avsnittet er en vurdering av tilbudet for syklende sett fra brukernes perspektiv. Dette er gjort for *opplevd trygghet, sosial trygghet, komfort og attraktivitet*. Ingen områder i sentrum med viktige sykkelforbindelser, er vurdert som sosialt utrygge. Derfor er sosial trygghet ikke vurdert som et beslutningsrelevant tema for å skille mellom alternativene.

Fra Rasmus Meyers allé og frem til krysset mellom Christies gate, Småstrandgaten og Allehelgens gate er løsningen for hovedsykkelruten identisk for dag- og tunnelalternativet. I krysset mellom Christies gate og Småstrandgaten følger derimot hovedsykkelruten bybanetraseen ned i Småstrandgaten i dagalternativet, mens sykkelvegen i tunnelalternativet forlater banetraseen som svinger opp i Allehelgens gate her. Å slippe å sykle langs Bybanen og heller bevege seg inn i det som vi bli et forholdsvis fredelig gateløp med busser, noe varelevering og i strøk med lite trafikk, kan oppleves positivt for en del syklistene.







Systemskiftet mellom sykkelveg og sykkelfelt er lagt til samme sted for begge banealternativene, men det oppleves som noe mer utrygt å krysse banespor med sykkel enn å krysse en vanlig kjøreveg. Derfor gir tunnelalternativet den syklende en noe bedre trygghetsfølelse og attraktivitet i Småstrandgaten enn dagalternativet.

I trafikkfase 1, med fortsatt privatbiltrafikk over Torget, er løsningen for dagalternativet et dårligere tilbud enn tunnelalternativet. Her må syklistene sykle i blandet trafikk uten et eget tilbud. Den trygghetssøkende syklisten samt barn og unge, vil ofte velge å sykle på torgflaten og annet gangareal. Dette er områder med svært mange fotgjengere. Sykling i en slik situasjon kan oppleves som utrygt og ukomfortabelt, særlig for den gruppen av syklistene som ikke velger å sykle i blandet trafikk av trygghetshensyn. Også for tunnelalternativet kan enkelte trygghetssøkende syklistene samt barn og unge velge å sykle på gangareal, men dette vil gjelde færre enn for dagalternativet.

I trafikkfase 2, der det ikke lenger går privatbiltrafikk over Torget, vil forskjellen mellom dag- og tunnelalternativet reduseres vesentlig. Med et fåtall busser og noe nødvendig kjøring, vil sykling i blandet trafikk i dagalternativet fremstå som trygt og attraktivt. Det er fortsatt vurdert å være en liten forskjell i tunnelalternativets favør også i trafikkfase 2, men forskjellen knyttes i større grad til at det oppleves noe tryggere å sykle over Torget uten å måtte forholde seg til Bybanen, enn utfordringene knyttet til sykling i blandet trafikk. I trafikkfase 2 er forskjellen mellom alternativene over Torget marginale.

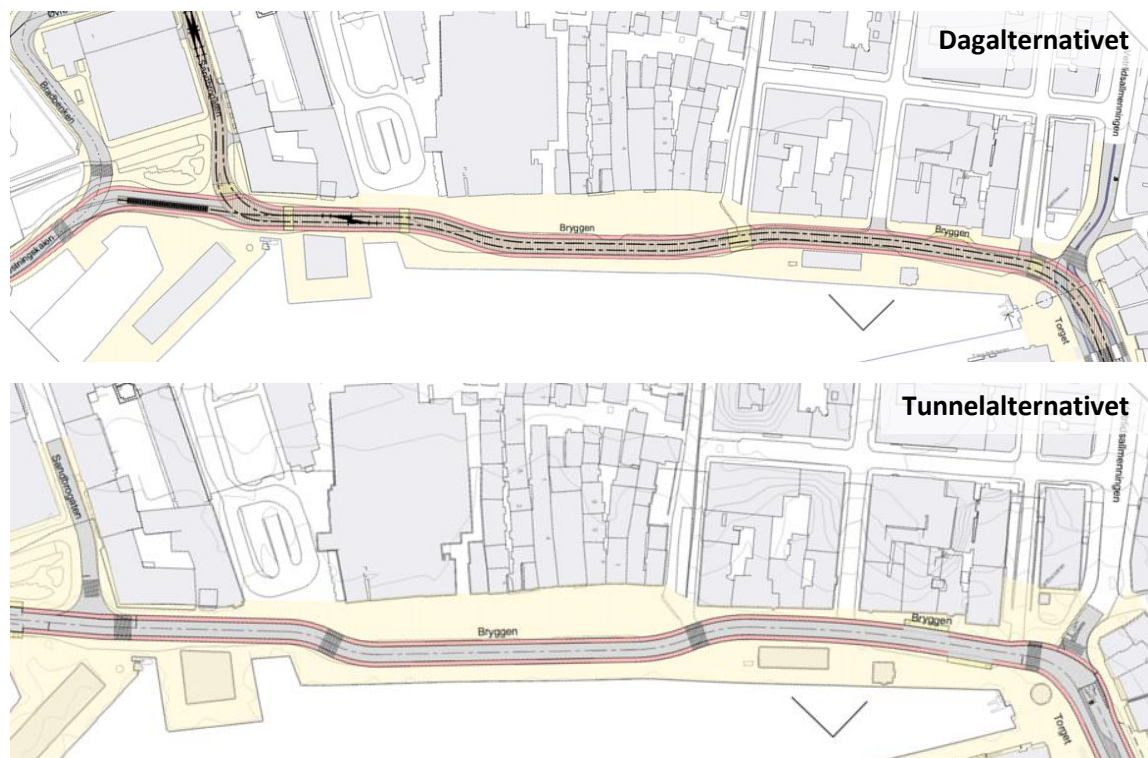


**Tegnforklaring**






	Bybane		Sykkelveg/ sykkelfelt
	Bybaneplattform		Fjell/ betong/ naturstein
	Kjøreveg		
	Gangveg/ gang- og sykkelveg		

Figur 4-24: Planskisse over hovedsykkelruten ved Christies gate og Småstrandgaten.

Langs Bryggen utgjør hovedsykkelruten et trygt og attraktivt tilbud for sykklistene både for dag- og tunnelalternativet. Trafikksituasjonen for tunnelalternativet, der gaten kun er trafikkert av et fåtall busser og nødvendig kjøring til eiendommer, vil åpne for at flere syklistene vil ta i bruk hele gatearealet og ikke holde seg til sykkelfeltene. Denne effekten er avhengig av fysisk utforming av løsningen og betyr ikke at situasjonen oppfattes som utrygg eller lite attraktiv. For dagalternativet er Bybanen et strukturerende element i trafikksituasjonen som gjør at sykkelfeltene føles klarere definert og gir et mer forutsigbart trafikkbilde. Samlet sett er det vurdert at det ikke er vesentlige forskjeller mellom dag- og tunnelalternativet for sykklistene langs Bryggen, men at løsningene kan ha ulike utfordringer for trygghetsfølelse og attraktivitet.

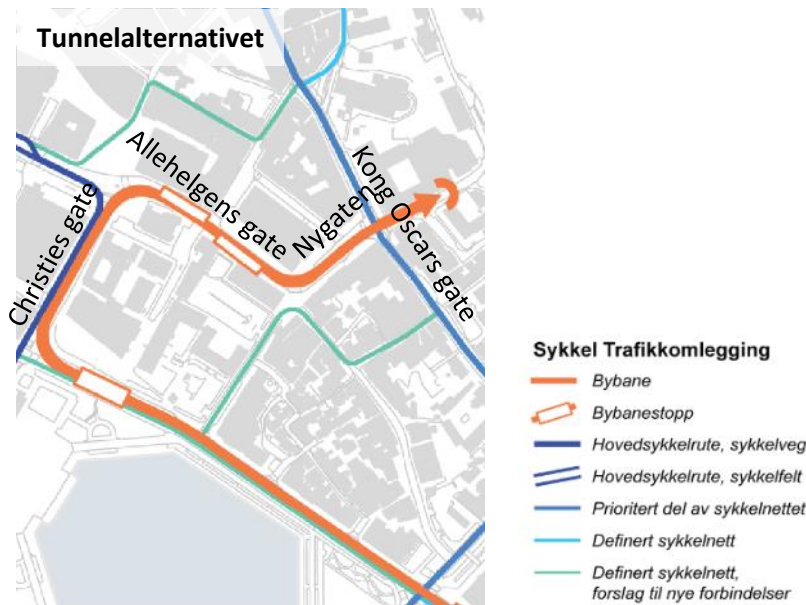


### Tegnforklaring

	Bybane		Sykkelveg/ sykkelfelt
	Bybanepattform		Annet vegareal/ grøntareal
	Kjøreveg		Fjell/ betong/ naturstein
	Gangveg/ gang- og sykkelveg		

Figur 4-25: Planskisse over hovedsykkelruten langs Bryggen

Nordgående sykkelfelt ved Sandbrogaten må krysse bybanetraseen i dagalternativet. Ved tunnelalternativet er Sandbrogaten uten banespor, med liten trafikk og enkelte busser. Opplevd trygghet og attraktivitet er dermed noe bedre her for tunnelalternativet enn for dagalternativet. Forskjellen er imidlertid så liten at det ikke ilegges vesentlig vekt i totalvurderingen.



Figur 4-26: Skissert løsning for sykkelforbindelser mellom Kong Oscars gate og Christies gate.

I Allehelgens gate og Nygaten innebærer tunnelalternativet at det ikke er plass til å etablere et eget tilbud for syklende slik som det er planlagt i sykkelstrategien [3]. Særlig Allehelgens gate vil oppleves som lite attraktiv for syklister i perioder med stor gangtrafikk når Bybanen er ved holdeplass. Syklister skal imidlertid få et skiltet tilbud via Marken og Tverrgaten samt via Domkirkegaten – Østre Skostredet og Øvre Vågsallmenningen dersom tunnelalternativet legges til grunn. Disse forbindelsene utgjør imidlertid ikke et fullgodt tilbud for syklister i egen trase.

Krysset mellom Nygaten og Kong Oscars gate vil oppleves mindre attraktivt og mer utrygt for tunnelalternativet, når banen går inn i Katedralskolens bygningsmasse, enn for dagalternativet som ikke påvirker dette området.



Tabell 4-17: Vurdering av måloppnåelse for trygghet og attraktivitet (sykkel)

Trygghet og attraktivitet (sykkel)	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tryggere og mer attraktivt tilbud enn i dag</li> <li>• Kan oppleves utrygt med blandet trafikk over Torget i fase 1.</li> <li>• Sykkel krysser banen på to steder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tryggere og mer attraktivt tilbud enn i dag</li> <li>• Færre elementer å forholde seg til langs Bryggen, men mer uoversiktlig fotgjengermønster</li> <li>• Brudd i sykkeltilbudet i Allehelgens gate og Nygaten.</li> <li>• Kryssområdet i Kong Oscars gate kan fremstå som uoversiktlig</li> </ul>
Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse

#### 4.3.3 Trafikksikkerhet for syklister

Forrige avsnitt vurderer de to alternativene med hensyn på *opplevd trygghet og attraktivitet* for syklister. I dette avsnittet tar vurderingene utgangspunkt i objektive trafikksikkerhetsfaglige vurderinger basert på statistiske erfaringsdata. Tunnel- og dagalternativet er også vurdert med hensyn på trafikksikkerhet for hele trafikksystemet, se avsnitt 4.4.3. I dette avsnittet er hovedforskjeller knyttet til trafikksikkerhet for *syklister* trukket frem.

I krysset mellom Christies gate og Småstrandgaten er dagalternativet noe bedre på trafikksikkerhet for syklende enn tunnelalternativet, fordi nordgående syklister langs hovedsykkelruten i tunnelalternativet må krysse banesporet. I krysset mellom Småstrandgaten og Olav Kyrres gate er situasjonen reversert, og sykkel har noe dårligere trafikksikkerhet i dagalternativet enn i tunnelalternativet. Dagalternativet innebærer noe større fare for sykling på rødt lys og risiko for uhell ved at sykkeldekk blir låst i skinnegangen der systemskiftet for sykkelruten innebærer kryssing av banespor for nordgående syklister. Totalt sett er begge alternativene vurdert likt mellom Christies gate og Torgallmenningen.

Over Torget er tunnelalternativet vurdert å gi en mer trafikksikker løsning enn dagalternativet i trafikkfase 1. Dette skyldes at sykkel i blandet trafikk har større sannsynlighet for ulykker enn sykkelfelt. At flere syklister trolig vil velge å sykle sammen med et travelt og uforutsigbart gangmønster på selve torgflaten i dagalternativet, teller også i favør av tunnelalternativet her. Forskjellen mellom alternativene reduseres imidlertid vesentlig når trafikksituasjonen går over i fase 2, der det ikke går biltrafikk over Torget. Da er trafikksikkerheten for alternativene vurdert som tilnærmet like god.

Selv om den opplevde tryggheten for syklister er vurdert å være noe bedre for tunnelalternativet enn for dagalternativet langs Bryggen, er det ingenting som tilsier vesentlig forskjell mellom alternativene i statistisk trafikksikkerhet.

Langs strekningen Allehelgens gate, Nygaten og Kong Oscars gate gir tunnelalternativet noe større sannsynlighet for ulykker enn dagalternativet. Særlig gjelder det hendelser mellom syklister og gående rundt holdeplassen i Allehelgens gate. Ved å tydeliggjøre alternative sykkelforbindelser i gatenettet omkring vil imidlertid syklister ha trafikksikre alternativ til å bruke gateløpene som trafikkeres av bane, se figur 4-26.

Krysset mellom Kong Oscars gate, Nygaten og Heggebakken blir også mer komplekst med bane her. Krysset utformes med stort fokus på trafiksikkerhet med signalstyring, forsterket skilting og klar markering av banelinjen inn mot portalen, men tunnelalternativet er likevel noe dårligere for trafiksikkerhet enn dagalternativet her.

Tabell 4-18: Vurdering av måloppnåelse for Trafiksikkerhet (sykkel)

Trafiksikkerhet (sykkel)	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedre trafiksikkerhet enn i dag</li> <li>• Større sannsynlighet for ulykker over Torget i fase 1.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedre trafiksikkerhet enn i dag</li> <li>• Større sannsynlighet for ulykker ved Kong Oscars gate</li> </ul>
Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse

#### 4.3.4 Sammenheng og fremkommelighet

Sammenlignet med dagens situasjon får syklister bedre fremkommelighet og et mer sammenhengende tilbud mellom Rasmus Meyers allé og Bradbenken ved begge alternativ for Bybanen. Det er likevel noen forskjeller mellom alternativene.

I Småstrandgaten innebærer systemskiftet mellom sykkelveg og sykkelfelt at nordgående syklister må krysse banen i dagalternativet, men ikke i tunnelalternativet. Det betyr at syklister får rødt signal noe oftere for dagalternativet.

At syklister må sykle i blandet trafikk over Torget bryter sammenhengen i hovedsykkelruten for dagalternativet. Særlig i trafikkfase 1, med biltrafikk over Torget, vil dette utgjøre en vesentlig forskjell mellom alternativene. I fase 2, når Torget er stengt for trafikk, vil dette bruddet i hovedsykkelruten ikke medføre utfordringer knyttet til fremkommelighet. At nordgående sykkelfelt må krysse Bybanen ved Bryggesporden, er imidlertid en liten ulempe sammenlignet med tunnelalternativet.

Langs Bryggen er det ingen vesentlig forskjell mellom alternativene når det gjelder fremkommelighet eller sammenheng, men at nordgående syklister må krysse banen ved Sandbrogaten i dagalternativet gjør at tunnelalternativet er noe bedre.

Tunnelalternativet bryter sykkelforbindelsen i Allehelgens gate og Nygaten som er skissert i sykkelstrategien. Ved å velge dagalternativet opprettholdes muligheten for å etablere sykkelforbindelse her. Velges tunnelalternativet, gir tunnelalternativet dårligere fremkommelighet for sykkel på denne strekningen.

Tabell 4-19: Vurdering av måloppnåelse for sammenheng og fremkommelighet (sykkel)

Sammenheng og fremkommelighet (sykkel)	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedre fremkommelighet enn i dag</li> <li>• Brudd i hovedsykkelruten på Torget.</li> <li>• Potensielle utfordringer for fremkommelighet i trafikkfase 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedre fremkommelighet enn i dag</li> <li>• Brudd i sykkelforbindelse i Allehelgens gate og Nygaten.</li> </ul>
Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse

#### 4.3.5 Oppsummering for sykkel

Tabell 4-20: Oppsummering og samlet vurdering for sykkel

Kategori	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Trygghet og attraktivitet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tryggere og mer attraktivt tilbud enn i dag</li> <li>• Kan oppleves utrygt med blandet trafikk over Torget i fase 1.</li> <li>• Sykkel krysser banen på to steder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tryggere og mer attraktivt tilbud enn i dag</li> <li>• Færre elementer å forholde seg til langs Bryggen, men mer uoversiktlig fotgjengermønster</li> <li>• Brudd i sykkeltilbudet i Allehelgens gate og Nygaten.</li> <li>• Kryssområdet i Kong Oscars gate kan fremstå som uoversiktlig</li> </ul>
	Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse
Trafikksikkerhet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedre trafikksikkerhet enn i dag</li> <li>• Større sannsynlighet for ulykker over Torget i fase 1.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedre trafikksikkerhet enn i dag</li> <li>• Større sannsynlighet for ulykker ved Kong Oscars gate</li> </ul>
	Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse
Sammenheng og fremkommelighet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedre fremkommelighet enn i dag</li> <li>• Brudd i hovedsykkelruten på Torget.</li> <li>• Potensielle utfordringer for fremkommelighet i trafikkfase 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedre fremkommelighet enn i dag</li> <li>• Brudd i sykkelforbindelse i Allehelgens gate og Nygaten.</li> </ul>
	Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse
<b>Samlet måloppnåelse</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>

Oppsummeringstabellen for sykkel viser at begge alternativene legger til rette for en vesentlig bedre situasjon for syklende gjennom berørte deler av sentrum enn i dag. Tunnelalternativet er noe bedre enn dagalternativet når det fortsatt skal gå trafikk over Torget. Det skyldes i hovedsak at dagalternativet innebærer at syklister må sykle sammen med biltrafikk her, mens de kan bruke egne sykkelfelt i tunnelalternativet. At det ikke kan etableres eget tilbud for syklister i Allehelgens gate og Nygaten i tunnelalternativet, teller tilsvarende negativt.

Når det gjelder hovedmål for sykkel er begge alternativene vurdert som like gode og det er ikke vesentlig forskjell for sykkel mellom dag- og tunnelalternativet gjennom sentrum.

## 4.4 Måloppnåelse for veg og trafikk

### 4.4.1 Innledning

Både dag- og tunnelalternativet har vært gjennom relativt omfattende utredninger og prosesser for å definere løsninger som ivaretar behovet for trafikkavvikling i sentrum.

Det er viktig at sammenligningen av trafikksystemene for de to alternativene gjøres med et felles utgangspunkt. Det er noen klare premisser og forutsetninger som legges til grunn for sammenligningen:

- Hovedgrepene i trafikkomleggingen slik den er skissert i arbeidet med Trafikkplan sentrum, legges til grunn for begge alternativene, se figur 2-3.
- Trafikkmengdene gjennom sentrum er like for begge alternativ. Redusert trafikk i sentrum er et mål uavhengig av Bybanen til Åsane.
- Driftsopplegg for buss 2031, slik det er beskrevet i oppsummeringsrapportene [6][8].
- Transportpyramiden legges til grunn for videre utvikling av trafikksystemet i sentrum uavhengig av Bybanen.



Figur 4-27: Transportpyramiden fra KPA Bergen 2030. Fotgjengerne, og dernest syklistene, skal ifølge planen være de høyest prioriterte målgruppene.

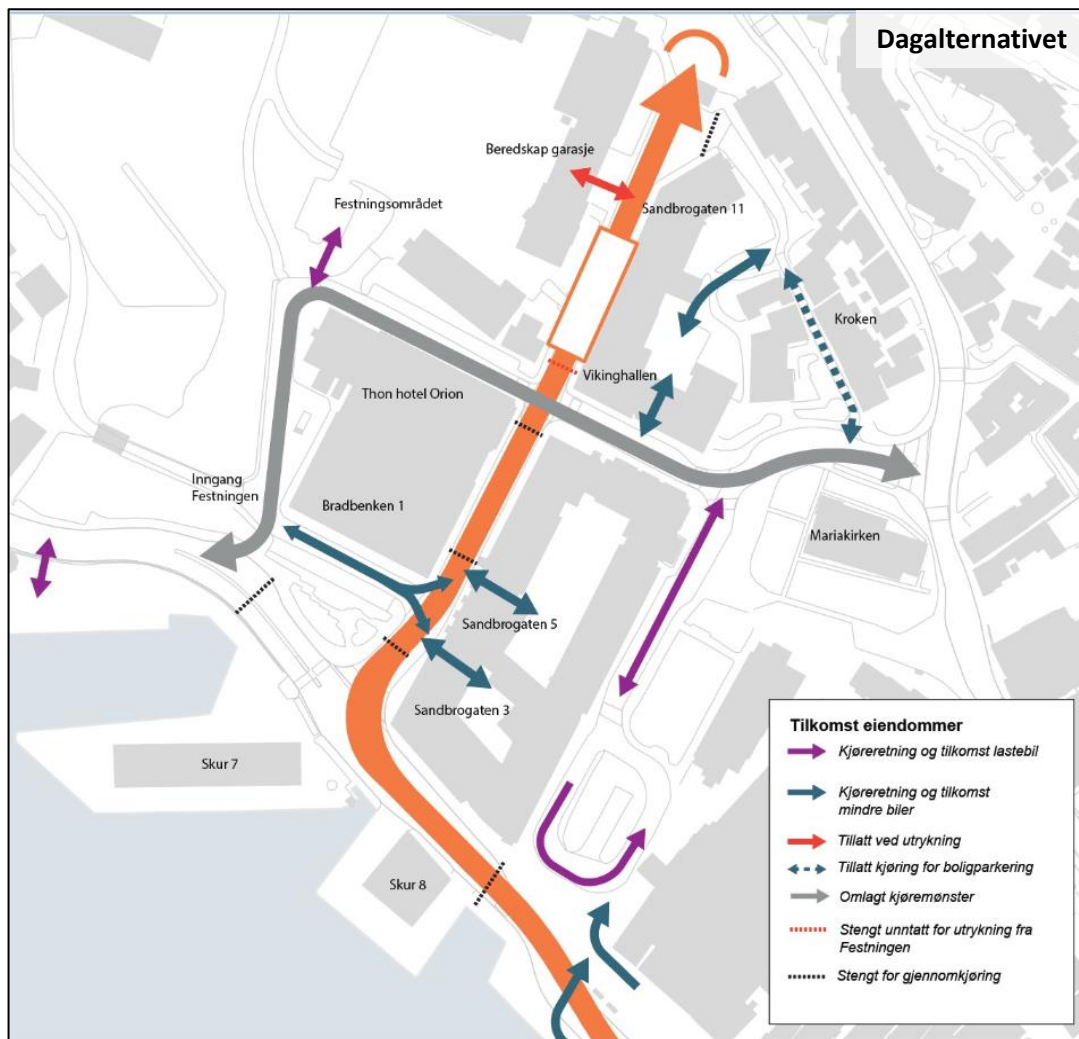
### 4.4.2 Effektiv trafikkavvikling

I trafikkfase 1, med trafikk over Torget, er det noen utfordringer særlig knyttet til dagalternativet, som kan løses på en enklere måte ved valg av tunnelalternativet. Arealet som banen krever over Torget for dagalternativet innebærer at det gjenstår mindre areal for biltrafikk. Derfor må bil og sykkel gå i blandet trafikk her. Løsningen for dagalternativet gir likevel en akseptabel trafikkavvikling, men tunnelalternativet åpner for en løsning på Torget som har kapasitet til å betjene mer trafikk. Bedre kapasitet for biltrafikk over Torget ved valg av tunnelalternativet er ikke tillagt vesentlig vekt i evalueringen, ettersom trafikkvekst i sentrum er i strid med overordnede målsetninger for byutviklingen.

Tunnelalternativet opptar vegkapasitet i Allehelgens gate og Nygaten. Disse gatene skal, uavhengig av Bybanen, kun brukes til varelevering, taxi og annen nødvendig kjøring i fremtiden i tråd med forslaget i Trafikkplan sentrum. Det er derfor ikke etablering av banen i seg selv som påvirker omleggingen av trafikken her. Tilsvarende er kryssing av Kong Oscars gate ved Heggebakken og Bergen katedralskole ikke vurdert som en vesentlig hindring for framkommelighet for biltrafikk, ettersom Kong Oscars gate i fremtiden kun skal være en lokal gate som skal betjene små trafikkmengder.

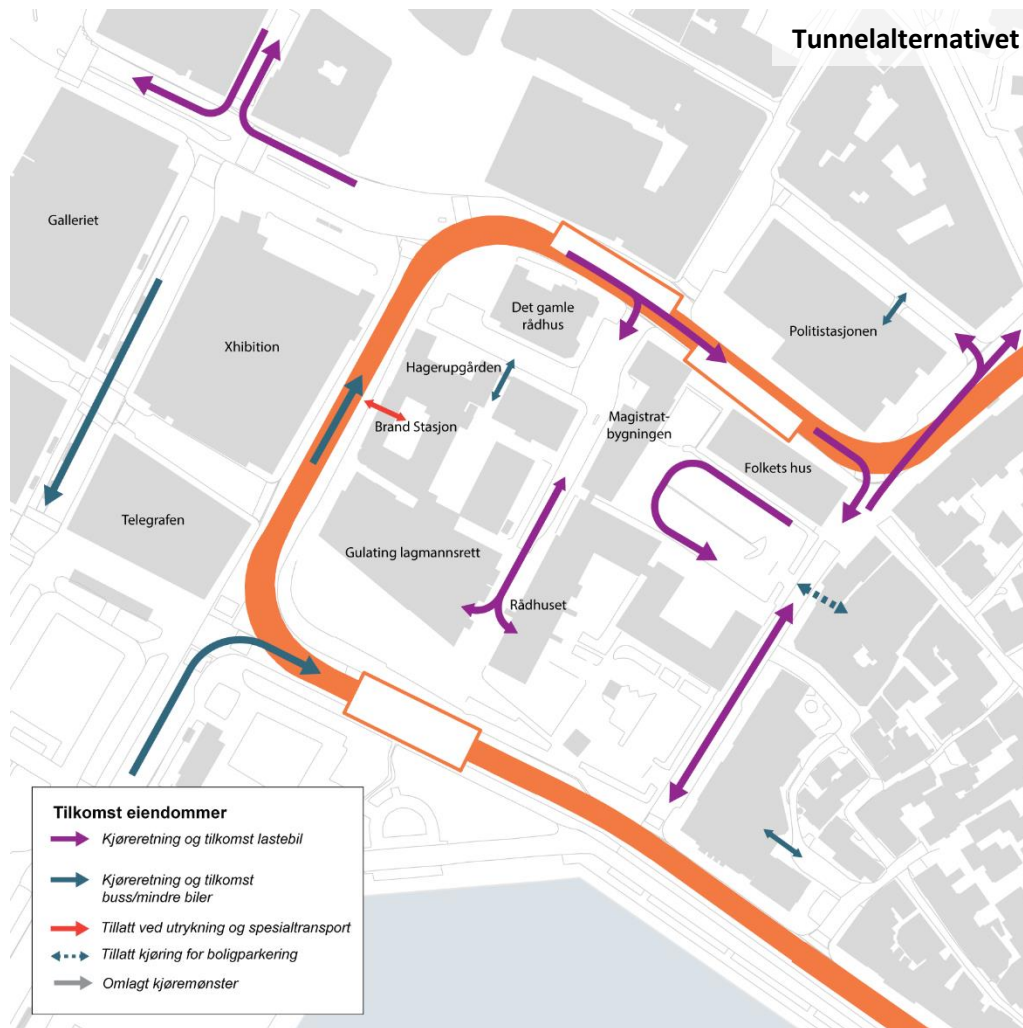
I Øvregaten legges det opp til at det skal gå et moderat antall busser i dagalternativet. Etablering av kantstopp i Øvregaten kan redusere framkommeligheten for biltrafikk her noe, en utfordring som ikke er til stede i tunnelalternativet, ettersom bussene da skal gå langs Bryggen. Forskjeller i busstilbudet mellom alternativene er beskrevet i avsnitt 4.2.4.

I fase 2, når det ikke lenger skal gå biltrafikk over Torget, er det ingen vesentlig forskjell mellom alternativene når det gjelder trafikkavvikling.



Figur 4-28: Anbefalt kjøremønster i Sandbrogaten for dagalternativet

Begge alternativene har i varierende grad utfordringer når det gjelder løsninger for varelevering og tilkomst for nødvendig kjøring, enten i form av taxi eller biler for bevegelseshemmede. For tunnelalternativet er det særlig tilgjengelighet til Rådhuskvartalet som er en utfordring, mens dagalternativet gjør det utfordrende med varelevering på Torget, Bryggen og Sandbrogaten. I oppsummeringsrapportene [6][8] er det beskrevet løsninger for disse utfordringene. For sammenligningens del er det ikke funnet beslutningsrelevante forskjeller som kan skille mellom alternativene.



Figur 4-29: Anbefalt kjøremønster for Rådhuskvartalet i tunnelalternativet

Tabell 4-21: Vurdering av måloppnåelse for effektiv trafikkavvikling

Effektiv trafikkavvikling	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Blandet trafikk med sykkel og kapasitetsbegrensninger på Torget</li> <li>Kantstopp i Øvregaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Større fleksibilitet på Torget</li> </ul>
FASE 1 - Liten effekt	FASE 1 - Middels god måloppnåelse
FASE 2 - Middels god måloppnåelse	FASE 2 - Middels god måloppnåelse

#### 4.4.3 Trafikksikkerhet

Det er gjort en trafikksikkerhetsfaglig gjennomgang av alternativene som vurderer om det er spesielle punkter eller strekninger der det er risiko for ulykker. Alle trafikantgrupper er vurdert.

I Christies gate mellom Rasmus Meyers Allé og krysset mellom Christies gate, Allehelgens gate og Småstrandgaten, er alternativene like og det er følgelig ingen forskjell i trafikksikkerhet mellom alternativene. Selve krysset mellom Christies gate, Allehelgens gate og Småstrandgaten kan utformes på litt ulike måter uavhengig av om banen fortsetter i Allehelgens gate i tunnelalternativet eller i Småstrandgaten i dagalternativet. Trafikksikkerhetsmessig er løsningen for dagalternativet der banen fortsetter ned Småstrandgaten, noe bedre enn for tunnelalternativet der banen fortsetter inn Allehelgens gate. Dette skyldes at det er noe større sannsynlighet for kollisjon mellom buss og bane i tunnelalternativet, ettersom bussen må vike for banen selv om den har grønt lys. Hastigheten er imidlertid så lav her at risikoen er liten, og det er kun busstrafikk dette gjelder, der førerne er profesjonelle. I Småstrandgaten er tunnelalternativet vurdert som den mest trafikksikre løsningen ettersom det er en mer oversiktlig situasjon uten bane- og biltrafikk og bare et fåtall busser.

På Torget er tunnelalternativet vurdert å gi den mest trafikksikre løsningen ettersom fraværet av bane gir en noe redusert ulykkesrisiko. Generelt går risikoen for trafikkulykker ned for begge alternativ i fase 2 uten trafikk over torget, selv om sykkel- og fotgjengertrafikken i denne fasen kan være mer uoversiktlig når ikke det er biltrafikk.

Sammenlignet med dagalternativet med bybane, buss og sykkelfelt, vil tunnelalternativet komme noe bedre ut med tanke på trafikksikkerhet. Dette er fordi banen vil ha høyere frekvens enn buss, og omgivelsene kan føre til at syklist plutselig krysser kjørebane utenfor krysningspunkt. Banen kan ikke foreta unnamanøver og i tillegg er det fare for at sykkeldekket blir låst i skinnegangen. Uansett valg av alternativ er det små nyanser i forskjell, men tunnelalternativet uten bybane langs Bryggen vil kunne komme noe bedre ut trafikksikkerhetsmessig.

I Allehelgens gate og Nygaten i tunnelalternativet er noen utfordringer knyttet til trafikksikkerhet med bane i denne traseen, som kryssing av banesporene mellom plattformene på Allehelgens gate holdeplass og særlig portalområdet i Heggebakken der banen kommer ut av tunnelen i Kong Oscars gate. I dagalternativet vil det være svært liten sannsynlighet for ulykker i dette området ettersom det vil være vesentlig mindre biltrafikk enn i dag og ellers en svært oversiktlig situasjon.

Begge løsningene er vurdert å gi akseptabel trafikksikkerhet totalt sett, og det er liten forskjell mellom alternativene. Oppsummert er tunnelalternativet noe bedre enn dagalternativet på trafikksikkerhet fra Småstrandgaten til og med Bryggen, mens dagalternativet gir en bedre løsning i Allehelgens gate, Nygaten og Kong Oscars gate ved Katedralskolen.

Tabell 4-22: Vurdering av måloppnåelse for trafikksikkerhet

Trafikksikkerhet	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bedre i Allehelgens gate, Nygaten og Heggebakken ved Katedralskolen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Noe bedre i Småstrandgaten på Torget og Bryggen</li></ul>
Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse

#### 4.4.4 Oppsummering for veg og trafikk

Dette hovedmålet handler om hvordan de to alternativene påvirker løsningene for biltrafikk og andre transportformer i sentrum. Det er i hovedsak biltrafikk som er vurdert, men i avsnittet om trafikksikkerhet er hele bildet tatt med i vurderingen. Ettersom det er et særlig fokus på gående og syklende i sentrum er disse trafikantgruppene vurdert mer spesifikt i andre avsnitt. Gående er vurdert under mål for byutvikling i avsnitt 4.1 og sykkel i avsnitt 4.3.

Tabell 4-23: Oppsummering og samlet vurdering for veg og trafikk

	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Effektiv trafikkavvikling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blandet trafikk med sykkel og kapasitetsbegrensninger på Torget (Fase 1)</li> <li>Kantstopp i Øvregaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Større fleksibilitet på Torget</li> </ul>
Biltrafikk på Torget (fase 1)	FASE 1 – liten effekt	FASE 1 - Middels god måloppnåelse
Ikke biltrafikk på torget (fase 2)	FASE 2 - Middels god måloppnåelse	FASE 2 - Middels god måloppnåelse
Trafikksikkerhet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedre i Allehelgens gate, Nygaten og Heggebakken ved Katedralskolen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noe bedre i Småstrandgaten på Torget og Bryggen</li> </ul>
	Middels god måloppnåelse	Middels god måloppnåelse
<b>Samlet måloppnåelse</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>	<b>Middels god måloppnåelse</b>

Grunnen til at alternativene er vurdert likt for dette temaet er i hovedsak at det er de samme premissene for trafikkavvikling i sentrum som ligger til grunn for vurderingen. Tunnelalternativet har større kapasitet i systemet mellom Christies gate over Torget og Bryggen til Bradbenken enn dagalternativet, men det er ikke et ønske å nyttiggjøre seg denne kapasiteten av hensyn til mål for mobilitet i sentrum og byutviklingen ellers. Tunnelalternativet har en liten fordel foran dagalternativet over Torget i fase 1 når det fortsatt skal gå biltrafikk der, men den fordelene er ikke vurdert som stor nok til at det påvirker samlet rangering.



## 4.5 Virkninger for miljø og samfunn

### 4.5.1 Innledning

Dette avsnittet oppsummerer forskjellen mellom alternativene for de miljø- og samfunnstemaene som i størst grad blir påvirket av Bybanen gjennom sentrum, og som ikke er behandlet i kriteriene for måloppnåelse i kapitlene 4.1 - 4.4. Det er lagt vekt på beslutningsrelevante tema og vesentlige forskjeller mellom alternativene.

Temaene som vurderes er

- Kulturarv
- Barn og unge, skoler og barnehager
- Klimagassutslipp
- Samfunnssikkerhet
- Massehåndtering

Konsekvenser for byutvikling, byrom og nærmiljø samt kollektiv- og trafikksystem, er vurdert under kriterier for måloppnåelse i de foregående avsnittene og vurderes ikke på nytt her.

Gjennom arbeidet med vurdering av alternativene i skissefasen er det ikke identifisert viktige verdier knyttet til naturmangfold og naturressurser som er relevante for sammenligning av alternativene, og disse temaene er derfor ikke vurdert i denne rapporten.

### 4.5.2 Kulturarv

#### *Innledning*

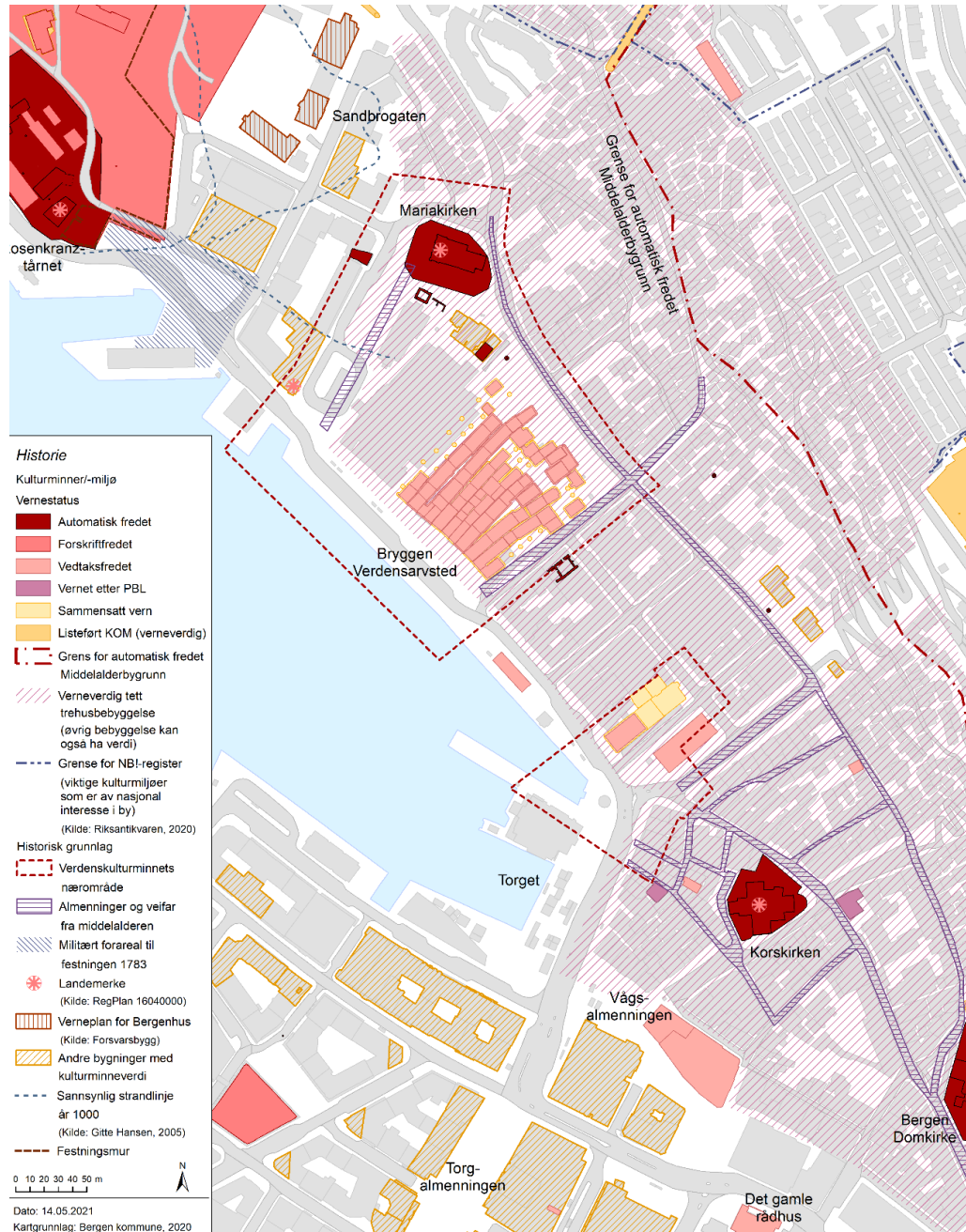
Kulturminneverdiene i Bergen sentrum er svært store både over og under bakken, men også svært varierte, og påvirkes på ulik måte av de to alternativene.

Bergen sentrum preges av et karakteristisk gatenett med middelalderens struktur og allmenningene som forholder seg til Vågen som byens sentrale landskapselement. Alternativene berører flere kulturmiljø som har stor sårbarhet og er omgitt av kulturminner med høy verneverdi både nasjonalt og internasjonalt. Hele utredningsområdet fra Skuteviken og sørover ligger innenfor kulturminnet Middelalderbyen Bergen, og er automatisk fredet bygrunn. Deler av strekningene berører sårbare kulturlag som inngår i en kompleks sammenheng med grunnvannet og kulturlag over et større område. Verdensarvminnet Bryggen hviler på slike kulturlag. Oppsluttende verdier til verdensarvstedet må også hensyntas. Dette er kulturminner som står i sammenheng med verdensarven både historisk og fysisk, for eksempel Øvregaten og den eldre trehusbebyggelsen omkring.

De følgende vurderingene baserer seg på eksisterende datagrunnlag. Det vises til oppsummeringsrapportene for dag- og tunnelalternativet [6][8] for detaljer og ytterligere beskrivelser. Oppsummeringsrapportene bygger på et omfattende grunnlag av utredninger og rapporter fra arbeidet med Bybanen fra Bergen sentrum til Åsane. Det er i tillegg utarbeidet en egen risikoanalyse for skade på kulturminner som følge av bybane gjennom sentrum [20].

På oppdrag fra Bergen kommune utføres det en KUVA (KonsekvensUtredning for VerdensArv) for Bybanen gjennom sentrum. Et ekspertteam vurderer alternativenes konsekvenser for verdensarvstedet og dets oppsluttende verdier etter en internasjonal standard for

verdensarvsteder. Det foreligger en foreløpig vurdering av dagalternativet, og den endelige KUVA-rapporten skal være klar når reguleringsplanen legges på høring i 2022. KUVA-rapporten utarbeides uavhengig, men gjennom skissefasen er det arbeidet med flere av momentene som er påpekt i den foreløpige vurderingen fra KUVA.



Figur 4-30: Kartutsnittet viser viktige kulturminneverdier langs Øvregaten som strekker seg fra Mariakirken og sørover til Bergen Domkirke, særligste del som Lille Øvregate

### Virkninger, hovedtrekk

Begge alternativene medfører tiltak som berører kulturminneverdier av nasjonal og internasjonal verdi. For begge alternativene er det tema det knytter seg usikkerhet til. En har

kommet lenger i arbeidet med å løse disse usikkerhetene for dagalternativet enn for tunnelalternativet.

For dagalternativet er det blant annet arbeidet videre i skissefasen med:

- Verdensarven Bryggen og oppsluttende verdier til verdensarven
- Berøring av kulturlag i Sandbrogaten, usikkerhet knyttet til omfang og konsekvens
- Bygninger, og kulturlag i grunnen dersom grunnvannsnivået endres
- Å unngå og begrense inngrep i kulturlag ved graving og omlegging av infrastruktur
- Rystelser som kan påvirke stående kulturminner og kulturlag i bakken
- Støy som reduserer opplevelsesverdi av kulturminner og kulturmiljø
- Kontaktledningsanlegg med master langs Bryggen, visuelle virkninger
- Endring av høyder på terreng som følge av etablering av banetrasé, med innvirkning på plassen foran Bryggen

Føringer for løsninger som er anbefalt i oppsummering av skissefasen, skal følges opp i reguleringsplan og teknisk forprosjekt.

Tunnelalternativet vil i hovedsak berøre disse forholdene:

- Nasjonale kulturminneverdier og oppsluttende verdier til verdensarven Bryggen
- Eventuelle endringer for grunnvann som følge av etablering av tunnel nært fredet bygrunn
- Skader på bygninger og kulturlag i grunnen dersom grunnvannsnivået endres
- Rystelser som kan påvirke stående kulturminner og kulturlag i bakken
- Støy som kan redusere opplevelsesverdi av kulturminner og kulturmiljø
- Tunnel og underjordisk holdeplass, vanngjennomtrengning og eventuell påvirkning kulturlag
- Hvordan omfang av anleggsgjennomføring vil gripe inn i omliggende kulturmiljø og bygninger

Kulturminneverdiene i Bergen sentrum er omfattende og komplekse, men mange kulturminnerelaterte problemstillinger kan knyttes til noen sentrale kategorier som vi kan sammenligne alternativene ut fra:

- Bygningsmiljø, stående kulturmiljø.
- Kulturlag
- Kulturlag og grunnvann
- Verdensarv

#### ***Bygningsmiljø, stående kulturmiljø.***

En bybane med tilhørende anlegg som kontaktledningsmaster (KL-master) etc. introduserer et nytt element i det historiske miljøet. Utover eventuell direkte konflikt med verneverdige bygninger og byrom, medfører et slikt anlegg en visuell virkning og en barriereeffekt som kan bryte med historiske verdier, siktlinjer og opplevelsesverdien. For dagalternativet ble dette først vurdert i KU 2013, hvor banen vises å gå gjennom, eller med nærføring til, ti definerte delområder. Alle delområder er vurdert til stor verdi med unntak av ett, Dreggen, som ble vurdert til middels verdi. Daglinje for tunnelalternativet berører de sørligste av disse delområdene. Strekingen Allehelgens gate-Heggebakken er ikke vurdert i KU 2013, men har også store verdier. Tunnelalternativet omfatter også to innganger til underjordisk stasjon.

Disse er i Øvregaten og grenser mot to av de definerte kulturmiljøene fra KU2013, Murbryggen og Bryggen.

Tabell 4-24 Definerde kulturmiljø som bybanealternativene går gjennom eller er i berøring med.

Kulturmiljø	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
• Smålungeren	• Smålungeren
• Rådhuskvartalet	• Rådhuskvartalet
• Vågsallmenningen	• Vågsallmenningen
• 1916-området	• 1916-området
• Torget	-
• Vågsbunnen	-
• Murbryggen	• Inngang Lodin Lepps gate
• Bryggen	• Inngang ved Mariakirken
• Vågen	-
• Dreggen	-
-	• Allehelgens gate-Heggebakken

Dagalternativet ble vurdert til middels negativ konsekvens i KU 2013.

Gjennom skissefasen er det gjort en rekke grep for å føre banen gjennom sentrum på en måte som vil redusere konflikt med kulturminneverdier, og gjennom tiltaket støtte opp om kulturmiljøet:

- Justering av trasé høyde og tilpassing av terrenget. Foran verdensarvstedet er den senket fra 191 til 175 cm for å sikre verdensarvstedets kontakt med Vågen og dempe barrierevirkning av banen.
- KL-master og belysning kombineres. Det er også vurdert at bruk av parallelle master vil være mindre visuelt dominerende enn master med tverrbom, og ivaretar historiske siktlinjer bedre.
- Utfasing av vogner som trenger kjøreledning med batteridrevet vogner skjer fram mot 2050. Etter denne perioden tas kjøreledningene bort.
- Opprettholde siktforhold knyttet til historiske siktlinjer, viktige tverrforbindelser, allmenninger og passasjer gjennom Bryggen, samt langsgående akser med sikt fra Bryggen mot festningsområdet, og ved Hanseatisk museum.
- Utforming av bygulv med helhetlig gatedekke og historisk materialbruk. Foran verdensarvstedet har man terrengfølgende dekke, det vil si at dekket følger det naturlige terrenget i området i stedet for eksempelvis trapper. Arbeidet pågår i tett samarbeid med Helhetsplan for Torget og Bryggen og vinnerutkastet av plan- og designkonkurransen, «Mot Vågen».

Tunnelalternativet har en daglinje som bare berører de sørligste av delområdene beskrevet i KU 2013, men går også gjennom område av tilsvarende verdi, som Allehelgens gate, Nygaten og Heggebakken. Tunnelalternativets strekning i dagen må antas å kunne tilpasses kulturmiljøet på et tilsvarende nivå som dagalternativet, som i det pågående arbeidet ved Gulating og Byparken. Tunnelalternativet går gjennom færre definerte verdifulle delområder, og representerer slik sett et lavere konfliktpotensial i et kulturminnefaglig perspektiv.

Tunnelalternativet omfatter også innganger i Øvregaten. Øvregaten er byens eldste gate og en oppsluttende verdi til verdensarvstedet Bryggen. Holdeplassinngangene er i direkte konflikt

med verneverdige bygninger og medfører rivning eller flytting av dem. Viktigere enn bygningene som enkeltelementer, er at de er integrerte deler av verdifulle kulturhistoriske bygningsmiljø i Øvregaten ved Mariakirken og ved Lodin Lepps gate. Selv om det er noe potensial for strøksreparasjon, medfører etablering av inngangene inngrep i oppsluttende verdier til verdensarvstedet. Etablering av tunnelportal i Heggebakken medfører rivning av Katedralskolens sørfløy, og demontering og flytting av Heggebakken 1, en bygning fra 1700-tallet. Disse verneverdige bygningene inngår i et miljø av nasjonal verdi, men ikke i tilknytning til verdensarven.

Tabell 4-25 Verneverdige bygninger som må rives ved de ulike alternativene. Bygningenes verdi som del av viktige kulturmiljø kommer i tillegg

Verneverdige bygninger som må rives som følge av tiltaket	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sandbrogaten Bunker, kommunalt listeført</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heggebakken: Søndre fløy av Katedralskolen rives Heggebakken 1 flyttes</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lodin Lepps gate: Øvregaten 11 rives</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Øvregaten ved Mariakirken Øvregaten 43 rives Øvregaten 43a rives</li> </ul>

**Vurdering:** Tunnelalternativets daglinje vurderes å medføre lav konflikt med kulturhistorisk bygningsmiljø, men etablering av innganger til holdeplass og tunnelportal vil gi direkte konflikt med verneverdige og fredete bygninger som inngår i verdifulle kulturmiljø. Dette er spesielt utfordrende for Øvregaten hvor flere bygg må rives og hvor miljøet er definert som oppsluttende del av verdensarven. Særlig miljøet rundt Mariakirken må trekkes frem i denne sammenheng. Sett fra et kulturminnefaglig ståsted vurderes derfor tunnelalternativet å medføre større konflikt for bygningsmiljø enn dagalternativet.

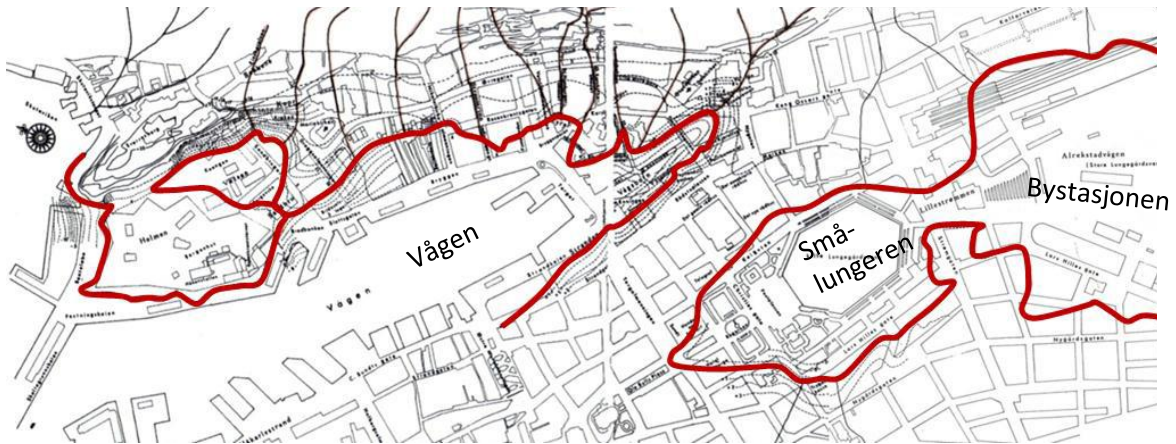
#### **Kulturlag – vurdering av konflikt uavhengig av grunnvann**

Vi kjenner ikke utbredelsen av middelalderske kulturlag i detalj, men tilstrekkelig til å vurdere forskjeller mellom alternativene. Gjennom skissefasen er det utført grunnvannsmålinger i Sandbrogaten, og gjennom dette arbeidet har vi fått økt kunnskap om kulturlagsdybder, -tykkelser og bevaringsforhold her, i stor grad bekrefter dette grunnlaget fra KU2013. Kulturlag i Sandbrogaten er blant byens eldste og svært verdifulle, men forstyrret av nyere nedgravinger, og de grunneste kulturlagene har nå dårlige bevaringsforhold.

Dagalternativet berører store verdier, men helst i form av nærføring til automatisk fredede kulturlag. Dette gjelder særlig i Sandbrogaten hvor banen vil fundamenteres over verdifulle og sårbare kulturlag. Banen vil gå på moderne masser utenfor Bryggen uten fysisk nærføring til de fredede lagene under verdensarvstedet på Bryggen. Banen vil være nærmere automatisk fredede kulturlag i området ved Finnegården, men heller ikke her være i direkte kontakt med dem.

Med et mulig unntak av Sandbrogaten, vil selve banetraseen ikke komme i berøring med middelalderske kulturlag. Dagalternativets utfordring med kulturlag gjelder først og fremst omlegging av infrastruktur som ikke kan bli liggende under banetraseen. Omlegging av infrastruktur vil medføre noe konflikt i Sandbrogaten, kan medføre konflikt ved Rundetårn mot

Kjøttbasaren og Bryggesporen, og trolig konflikt dypt i grunnen i nordre del av Torgallmenningen.



Figur 4-31: Antatt opprinnelig strandlinje i Bergen, markert med rødt. Store deler av sentrum hviler på utfylte masser (etter Helle 1982:20-21).

Tunnelalternativet vil i mindre grad gå i terreng med nærføring til automatisk fredede kulturlag, men alternativet medfører flere steder direkte konflikt med slike kulturlag. I Heggebakken vil nedrampingen mot tunnelportalen komme i konflikt med en mur som tidligere er observert i grunnen. Det er sterke indikasjoner på at denne har sammenheng med middelalderens fransiskanerkloster. Holdeplassen i Øvregaten med to utganger vil også medføre konflikt med automatisk fredede kulturlag på oversiden av gaten, etter alt å dømme relativt omfattende innenfor byggegropene. Kulturminneverdiene i grunnen på disse tre stedene er alle verdifulle og knyttet til ulike aspekt av svært stor vitenskapelig verdi for middelalderhistorien. Potensialet er trolig størst ved nordre inngang ved Mariakirken, hvor det forventes tykkeste kulturlag.

Det er en vesensforskjell i konflikt med automatisk fredede kulturlag for de to alternativene. Ved dagalternativet kan omliggende kulturlag bli berørt og fjernet ved graving for infrastruktur, hovedsakelig med utgangspunkt i eldre grøfter. Ved tunnelalternativet må større massemengder fjernes i sin helhet, deriblant også fredede kulturlag.

Tabell 4-26 De viktigste konfliktområdene med middelalderske kulturlag og strukturer i grunnen ved de to alternativene. Utstrekning og karakter av kulturlag er ulike, men tunnelalternativet medfører direkte konflikt, ved dagalternativet er det omlegging av infrastruktur som medfører konflikt

Automatisk fredede kulturlag	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sandbrogaten: Omlegging av infrastruktur vil berøre middelalderske kulturlag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heggebakken/Kong Oscars gate: Direkte konflikt med middelaldersk murstruktur</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bryggesporden: Omlegging av infrastruktur kan berøre middelalderske kulturlag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lodin Lepps gate: Direkte konflikt med middelalderske kulturlag</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nedre Torgallmenningen: Omlegging av infrastruktur vil trolig berøre middelalderske kulturlag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Øvregaten ved Mariakirken: Direkte konflikt med middelalderske kulturlag</li> </ul>

**Vurdering:** Dagalternativet berører kulturlag, men direkte konflikt med automatisk fredede kulturlag er begrenset. Tunnelalternativet medfører større konflikt med automatisk fredede kulturlag og vurderes derfor å ha størst konfliktgrad mot fredete kulturlag. Denne vurderingen er uavhengig av grunnvannsnivå.

### **Kulturlag og grunnvann**

Gode bevaringsforhold for organiske kulturlag er nært forbundet med et høyt og stabilt grunnvannsnivå, som sikrer kulturlagene mot tilførsel av luft som fører til forråtning og komprimering av kulturlagene. En grunnvannssenkning eller reduksjon i tilførsel kan påvirke kulturlag i et større område, og medføre risiko for setnings-skader på bebyggelsen over.

Tunnelalternativets daglinje innebærer ikke grunnvannsutfordringer. For dagalternativet er grunnvannsutfordringer med hensyn til bevaring av kulturlag påpekt for Sandbrogaten, Bryggen, og Finnegården.

Kartlegging av mulige grunnvannsendringer som følge av dagalternativet er særlig knyttet til endringer som følge av omlegging av dypereliggende infrastruktur. Det er arbeidet med dette for Sandbrogaten (med Koengen) og verdensarvstedet Bryggen og med Finnegården.

Blant annet på grunnlag av innspill fra kulturminneforvaltningens ved planoppstart, er det søkt etter løsninger for å bedre grunnvannssituasjonen for kulturminneverdier. Dette er også anbefalt i den første KUVA-rapporten. Følgende tiltak er foreslått:

- Ved å legge infrastruktur i grunnere rør med pumpeløsning, vil man unngå å skape nye, dype dreneringsveier for grunnvann i Sandbrogaten. Det er usikkert hvor mye dette vil avhjelpe dagens situasjon, men det kan føre til mindre fluktuering av grunnvann, altså en mer stabil grunnvannstand. Det er imidlertid andre faktorer, som dype kjellere og eksisterende tverrgående rør i Øvre Dreggsalmenning, som trolig har mer å si for grunnvannsnivået i Sandbrogaten. Anlegg av ny infrastruktur og bane i Sandbrogaten skal da ikke påvirke grunnvann negativt, men kan bedre situasjonen noe. Disse tiltakene vil ikke endre grunnvannssituasjonen for Koengen.
- Omlegging av infrastruktur langs Bryggen vil ikke påvirke grunnvannsnivået så langt inne som under verdensarvstedet. Det vil anlegges spunt mellom bane og ny grøft ute på kaien, for å beskytte grøften for infrastruktur og sikre tilgang senere. Ved å anlegge spunt som vannrett rørsputt kan denne danne en terskel for grunnvann på innsiden av spuntveggen. Dette vil gi en bedre grunnvannssituasjon for kulturlagene like i forkant av Bryggegardene. Bybanen vil her medføre et positivt grep for grunnvannet.
- Kulturlagene under Finnegården er beskyttet av egen terskel for grunnvann. Etablering av bybane og infrastruktur lenger ute mot kaifronten vil ikke påvirke dette.

Etablering av fjellanlegg kan påvirke grunnvann, i første rekke redusere tilførsel (mating) nedstrøms, ved at tunnel drenerer, eller ved å danne barrierer for vannstrømmer i fjell. Se avsnitt 4.7.1 om hydrogeologi.

Dagalternativet innebærer tunnel fra Sandbrogaten. Tunnelpåhugget i Sandbrogaten vil kunne redusere tilførsel av grunnvann til Sandbrogaten og Koengen. Risikoen er relativt lav siden dette er ett enkeltstående påhugg i en tverrgående tunnel.

Tunnelalternativet har portal i Heggebakken og to adkomster fra Øvregaten med tilførselstunneler til underjordisk stasjon. Tunnel fra Heggebakken og nordover danner et

langsgående bergrom i bakkant av bebyggelsen. I området for underjordisk stasjon er bergrommet utvidet.

På et generelt grunnlag vil et større, langsgående anlegg med flere innganger kunne påvirke grunnvann i et større område enn et enkelt tversgående innslag. Tunnelalternativet vil kunne redusere tilførsel av grunnvann rundt inngangene (i Øvregaten, men også Heggebakken), og langs anlegget i fjell. Det betyr risiko for grunnvannssenkning langs større deler av Bergen sentrum som Bryggen og Vågsbunnen.

Selv med svært strenge tettekrav kan en ikke eliminere en restrisiko for grunnvannsendringer som følge av tunnel. Avbøtende tiltak vil være kontinuerlig overvåking av grunnvannsnivå i utsatte områder, eventuelt infiltrasjon av grunnvann for kulturlag, men reparasjoner med etter-injisering og infiltrering har i seg selv et potensial for ytterligere skader på kulturlag før en stabilisering av grunnvannssituasjonen.

Hvilke endringer tunnelpåhugg i enden av Sandbrogaten kan medføre for grunnvann, vil måtte kartlegges videre [18]. Det samme gjelder hvilke endringer tunnelalternativer kan medføre.

*Tabell 4-27 De viktigste punktene for hvert alternativ hvor grunnvann vurderes å kunne påvirke kulturlag. For Dagalalternativet foreligger det i dag løsninger for infrastruktur i Sandbrogaten og langs Bryggen. For Bryggens del vil løsningen være en forbedring av situasjonen.*

Grunnvann - kulturlag	
Dagalalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnelmunning Sandbrogaten: Potensielle grunnvannsendringer, avbøtende tiltak må avklares videre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnelmunning Heggebakken: Potensielle grunnvannsendringer, avbøtende tiltak må avklares videre</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sandbrogaten: Drenering/senking av grunnvannsnivå ved infrastruktur. Løses ved hevet pumpeløsning for omlegging av infrastruktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inngang Lodin Lepps gate: Potensielle grunnvannsendringer, avbøtende tiltak må avklares videre</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bryggen: Spuntvegg som terskel vil stabilisere grunnvannsnivået på Bryggen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inngang ved Mariakirken: Potensielle grunnvannsendringer, avbøtende tiltak må avklares videre</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Langsgående anlegg med underjordisk stasjon: Potensielle grunnvannsendringer, avbøtende tiltak må avklares videre</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Samlet effekt av flere åpninger med langsgående anlegg</li> </ul>

**Vurdering:** På et generelt grunnlag vil det være enklere å kontrollere grunnvannsendring ved linje i dagen enn i en tunnel. For dagalternativet er det også utredet løsninger for Sandbrogaten, og en løsning som kan forbedre grunnvannssituasjonen på Bryggen.

Tunnelalternativet medfører mer omfattende og dypere tunnelinngrep, og kan påvirke grunnvannsnivået over et langt større område enn tunnel i dagalternativet. Hvis en grunnvannssenkning skulle oppstå, permanent eller midlertidig, er det også mindre krevende å avbøte for dette ved dagalternativet. Det vil være behov for omfattende supplerende undersøkelser ved videre arbeid med tunnelalternativet. Forholdet til grunnvannsnivået er en



usikkerhet som ikke kan avklares fullstendig før anlegget er under bygging. Tunnelalternativet vurderes å kunne skade kulturlag i et langt større omfang enn dagalternativet. Denne konklusjonen er i tråd med vurderingene som er gjort i risikoanalysen for skade på kulturmiljø. Risikoanalysen er utarbeidet med involvering fra et bredt sammensatt fagmiljø [20].

### **Verdensarv**

De to alternativene har helt ulik påvirkning på verdensarvstedet Bryggen. Dagalternativet går i forkant av Bryggen og har primært utfordringer knyttet barrierevirkning mellom verdensarvstedet og Vågen, men også med anleggets mange virkninger på verdensarvens oppsluttende verdier i sentrum.

Sammenlignet med dagens trafikale situasjon langs Bryggen, vil begge alternativ være en forbedring for verdensarvstedet. Den visuelle kontakten mellom Bryggerekken og Vågen er viktig å opprettholde, og traseen for enten buss eller bane pluss sykkel skal utformes slik at de i minst mulig grad svekker de tverrgående historiske kommunikasjonslinjene, og reduserer barrierevirkningen av trafikkarealet. I den grad det er mulig skal kjøreledningsmastene benyttes for å støtte utstyr for signalering, belysning, skilt med mer, slik at antall master kan reduseres.

Øvregaten er en viktig del av kulturmiljøet i sentrum og har et smalt tverrsnitt. Gaten er lite egnet for mye busstrafikk. Det er en klar ulempe med dagalternativet av busstrafikken økes i denne gaten. Øvregaten er en viktig del av verdensarvens omsluttende verdier med Mariakirken som særlig sårbar for nærføring.

Umiddelbart fremstår tunnelalternativet som det beste for verdensarvstedet, først og fremst fordi en får mindre endringer i miljøet fremfor Bryggen, ved omlegging til sykkelveg. Det vil fortsatt være busstrafikk, men med redusert omfang. Tunnelalternativet berører ikke Bryggen direkte, men har to adkomstbygg med tunnel til underjordisk stasjon fra Øvregaten, i den nære buffersonen til verdensarvstedet, og hvor den ene inngangen er like ved Mariakirken. Alternativet medfører rivning av verneverdige bygninger innenfor området for verdensarvens oppsluttende verdier.

De automatisk fredede kulturlagene som Bryggen hviler på, er del av verdensarven. Under verdensarvstedet er det bevart kulturlag i samme mengder og under tilsvarende forhold som gjorde Bergen til et internasjonalt viktig forskingsmiljø innen middelalderarkeologi etter Bryggeutgravningene i 1955-68. Dagalternativet vil ikke påvirke disse kulturlagene, men inkluderer en spuntløsning som bidrar til å bedre forholdene for dem. Som vist i forrige avsnitt kan en restrisiko for grunnvannssenkning ved tunnelalternativet ikke elimineres. En grunnvannssenkning nedstrøms for tunnelen kan påvirke grunnvann blant annet under verdensarvstedet. Dette vil trolig kunne avbøtes med infiltrering og andre grunnvannsstabiliserende tiltak for å hindre skade på kulturlag og setning av bygningsmasse. Slike tiltak representerer imidlertid en usikkerhet for fremtidig forvaltning av verdensarven.

Det er også vurdert om tiltak som berører verdensarv er reversible eller ikke. Tunneler kan vurderes som permanente konstruksjoner. En tunnel kan blokkes og sperres, men vil like fullt være et permanent inngrep i bergrom, og inngå i det nye grunnvannsregimet som dannes som følge av tunnelen. Dette er relevant for både daglinje og tunnelalternativ, ettersom begge alternativ innebærer tunnel i ulik grad. Linje i dagen kan derimot sees som et reversibelt tiltak i et langtidsperspektiv. Banen medfører fundamentering én meter ned i grunnen, men i et lengre tidsperspektiv vil bane med konstruksjoner som kontaktledningsmaster kunne fjernes,

og områdene i stor grad tilbakeføres til en mer opprinnelig situasjon. I et langtidsperspektiv og et kulturminneperspektiv vurderes dette som et positivt trekk ved daglinjen.

**Vurdering:** De to alternativene er vanskelige å sammenligne for verdensarv. Begge alternativene vurderes å medføre en forbedring sammenlignet med dagens situasjon fremfor Bryggen. Dagalalternativet medfører størst endringer med tanke på visuell barrierevirkning og innføring av nye elementer som kjøreledningssystem. Imidlertid medfører tunnelalternativet fysiske inngrep i Øvregaten som er en oppsluttende verdi til verdensarven. Dagalalternativet medfører ikke risiko for kulturlag og grunnvannsnivå ved verdensarvstedet, men kan derimot gi noe forbedring for stabilisering av grunnvann. Tunnelalternativet representerer en risiko for grunnvannssenkning. Dagalalternativet vurderes derfor som en tryggere løsning for verdensarvstedet.

### **Oppsummert for kulturarv**

Begge alternativene går gjennom et bysentrum med svært verdifulle kulturminner over og under bakken, og påvirker kulturmiljøer av nasjonal og internasjonal verdi. Dagalalternativet har størst visuell påvirkning, dette er særlig viktig i forbindelse med verdensarvstedet og dets oppsluttende verdier. Gjennom skissefasen er det gjort en rekke grep for å redusere banen og baneanleggets barrierevirkning for det stående kulturmiljøet. Tunnelalternativet medfører ikke samme visuelle påvirkning for verdensarvstedet som dagalternativet, men vil gripe inn i dets oppsluttende verdier ved etablering av holdeplassinnganger, som medfører rivning av flere eldre bygninger langs Øvregaten.

Dagalalternativet har også påvirkning og potensiell konflikt med automatisk fredede kulturlag, særlig i Sandbrogaten, men da som følge av omlegging av infrastruktur. Tunnelalternativet har større grad av direkte konflikt med automatisk fredede kulturminner i grunnen. Ved påhugg for tunnel og adkomst til stasjon vil det etter alt å dømme være direkte konflikt med spor etter et middelaldersk klosteranlegg, og kulturlag i middelaldersk bygrunn ved Øvregaten.

Risiko for redusert grunnvannsnivå som kan medføre svært omfattende skader for kulturlag, er størst for tunnelalternativet. Grunnvannsforhold er også enklere å kontrollere og avbøte ved dagalternativet, og det foreligger løsninger som ivaretar grunnvannsnivå i Sandbrogaten, og kan bedre grunnvannssituasjonen i forkant av verdensarvstedet. Tunnelalternativet medfører som nevnt større risiko for senkning av grunnvann, og dette kan også påvirke verdensarvstedet. Dagalalternativet er slik sett en tryggere løsning.

Begge alternativene har et stort konfliktpotensial med kulturminneverdier. Sammenlagt vurderes det med dagens kunnskap at kulturminnekonflikter ved dagalternativet vil være mindre og lettere å avbøte, enn ved tunnelalternativet, selv om dagalternativet går foran verdensarvstedet Bryggen. Dagalalternativet vil være lettere å bygge med mindre negativ virkning for kulturminner, mens tunnelalternativet vil være vanskeligere å bygge og medfører større risiko for større negativ virkning.

Gjennom skissefasen er det arbeidet med løsninger for å bedre tilpasse dagalternativet utfra hensyn til kulturminnevern og da særlig verdensarven og automatisk fredet bygrunn. Blant dette er justering av traséhøyde og tilpassing av terrenget langs Bryggen, og at bygulv skal utformes med helhetlig gatedekke med bruk av historiske materialer. Bruk av master er tilpasset historiske siktelinjer og forbindelser, og frem mot 2050 vil vogner som trenger kontaktledningsnett fases ut, slik at kjøreledninger da kan fjernes.

Ved omlegging av infrastruktur kan en spuntløsning brukt som terskel foran Bryggen, stabilisere grunnvannet like i forkant av Bryggefasadene og forbedre forholdene i grunnen her. Omlegging av infrastruktur vil medføre konflikt med kulturlag i Sandbrogaten, men konflikten er begrenset til grunnere lag, i stor grad lag som er forstyrret og har dårlige bevaringsforhold. Kulturlagene i Sandbrogaten er verdifulle, og vil stor grad forbli urørte av tiltaket.

For å oppsummere: Sett fra et kulturminnefaglig ståsted vurderes tunnelalternativet å medføre større konflikt for bygningsmiljø enn dagalternativet. Tunnelalternativet medfører større konflikt med automatisk fredede kulturlag. Tunnelalternativet vurderes å ha risiko for å kunne skade kulturlag i et langt større omfang enn dagalternativet ved eventuell endring av grunnvannsnivå.

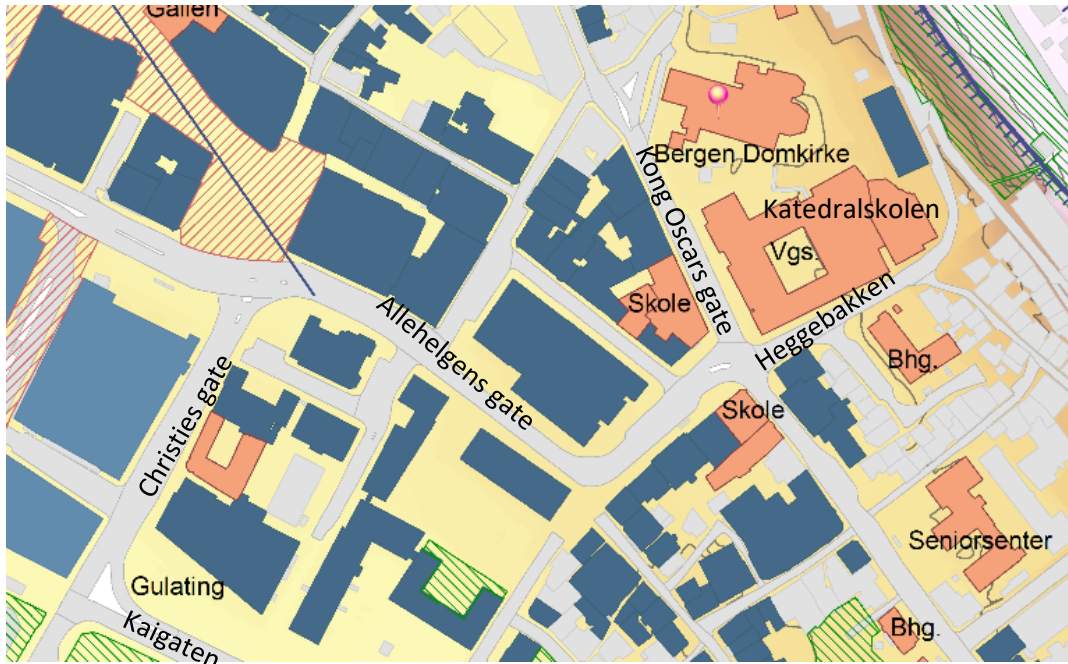
Begge alternativene medfører konflikt med kulturminneverdier, men det er likevel så stor forskjell på konfliktgrad at de kan skilles. Ut fra en samlet vurdering settes derfor konfliktnivå for dagalternativet til middels, og tunnelalternativet vurderes til stor konflikt for kulturarv.

Tabell 4-28: Vurdering av konfliktnivå for kulturarv

Kulturarv	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativet påvirker svært høye kulturminneverdier, særlig knyttet til barrierevirkning for verdensarvstedet Bryggen og inngrep i automatisk fredet bygrunn i Sandbrogaten. Alternativet har løsninger som hensyntar disse problemstillingene og begrenser konflikt, både for kulturmiljø og kulturlag. Eventuelle grunnvannsendringer med følge for kulturlag vurderes som lettere å håndtere.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativet har større direkte konflikt med automatisk fredede kulturlag. Risiko og usikkerhet knyttet til grunnvannssenkning og ødeleggelse av arkeologiske kulturlag samt setningsskader er større for dette alternativet. Alternativet har direkte konflikt med verneverdige bygninger i verdifulle kulturmiljø, deriblant Øvregaten med dens oppsluttende verdi for verdensarvstedet Bryggen.</li> </ul>
Middels konflikt	Stor konflikt

#### 4.5.3 Barn og unge, skole og barnehage

I dette avsnittet vurderes det i hvilken grad alternativene påvirker barn og unges bruk av de berørte byområdene, spesifikt knyttet til påvirkning på berørte skoler og barnehager, deres nær- og uteområder samt tilgjengelighet og tilkomst til disse. Dette er forhold som normalt vurderes som en del av *nærmiljø*-temaet, men nærmiljøaspektene generelt er håndtert i avsnitt 4.1 som omhandler bymiljø. Ettersom alternativene i varierende grad berører viktige barne- og ungdomsinstitusjoner direkte, bør disse virkningene få en særskilt vurdering. Når det i tillegg er et politisk mål for Bergen kommune at sentrum skal være attraktivt for flere barnefamilier i fremtiden, har temaet ytterligere relevans.



Figur 4-32: Viktige institusjoner i området mellom Kaigaten og Heggebakken

I nærheten av ny bybane til Åsane er det særlig områdene omkring krysset mellom Nygaten og Kong Oscars gate med Domkirkeplassen, Heggebakken og Asylplass som i dag benyttes av barn og unge som oppholdssted, tilkomstveg og utendørsareal. Her ligger Katedralskolen og Danielsens videregående skole som har store elevtall og bidrar til at ungdom beveger seg i og oppholder seg i byrommene. Bergen Barneasyl er en barnehage med lange tradisjoner som er avhengig av dette nærområdet både med tanke på henting og levering, men også som del av barnehagens utvidede uteområde.

Christi krybbe barneskole ligger i Øvregaten like i nærheten av utgangen fra Øvregaten holdeplass ved Lodin Lepps gate. Det er altså tunnelalternativet som i størst grad påvirker barn og unges bruk av områdene i tilknytning til skole og barnehage.

Denne vurderingen handler om Bybanens driftsfase, ikke anleggsfasen. I anleggsfasen vil både Katedralskolen og Bergen Barnefasyl måtte drive sin virksomhet i midlertidige lokale. Disse institusjonene kan flytte tilbake til sine opprinnelige adresser når banen er i drift.

Situasjonen omkring institusjonene ved Heggebakken kan oppleves mer utrygg for dem som oppholder seg der og det vil være mer støy og forstyrrelser fra banen. Omfanget av disse virkningene er imidlertid avhengig av hvordan Katedralskolens bygningsmasse blir reetablert sammen med kvaliteten på opprustningen av byrommene i Kong Oscars gate og Asylplassen.

Særlig Asylplassen kan få en bedre utforming og funksjon enn i dag forutsatt at banen ikke blir et forstyrrende element her. Ved Domkirkeplassen får tunnelalternativet bare marginal effekt. I Øvregaten vil Christi Krybbe skole oppleve mer fotgjengeraktivitet og trolig mer byliv generelt i området rundt skolen. Utgangen vil ikke legge permanent beslag på skolens allerede svært pressede uteområde, men kan begrense mulighetene for utvidelse mot nord, litt avhengig av detaljene rundt utforming av utgangen.

Generelt vil Bybanens bidrag til redusert biltrafikk, økt tilgjengelighet og attraktivitet for gående og syklende, samt et økende fokus på byromskvaliteter også for barn og unge, bidra til tryggere og mer attraktiv skoleveg, sikrere hente- og leverings situasjon ved barnehage og tryggere oppholdsareal i byrommene omkring skolene. Tunnelalternativet vil redusere kvaliteten på nærområdet til barne- og ungdomsinstitusjonene omkring portalområdet, et område som vil fremstå som fredelig og trygt dersom dagalternativet legges til grunn.

Tabell 4-29: Vurdering av konfliktnivå for barn og unge, skoler og barnehager

Barn og unge, skoler og barnehage	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"><li>Påvirker skoler og barnehager med nærområder i liten grad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Forringer nærområdene til skoler og barnehage ved portalområdet i Heggebakken vesentlig.</li><li>Utforming og istandsetting av dette området er avgjørende for graden av forringelse.</li></ul>
Liten konflikt	Middels konflikt

#### 4.5.4 Klimagassutslipp

Det er utarbeidet klimagassbudsjett for begge alternativene. Budsjettet er basert på grove hovedmengder, med fokus på de mengdene som skiller på alternativene og er ikke representativt for det totale klimagassutslippet for delstrekningen. Hensikten er å identifisere relative forskjeller mellom alternativene. Beregningene er grove da de hovedsakelig er basert på generell data for elementene som inngår; bruer, tunneler, portaler, kulverter og jernbanespor. Drift og vedlikehold er ikke inkludert i klimabudsjettet, bare utslipp knyttet til anleggsfasen.

Følgende elementer er inkludert i klimabudsjettene:

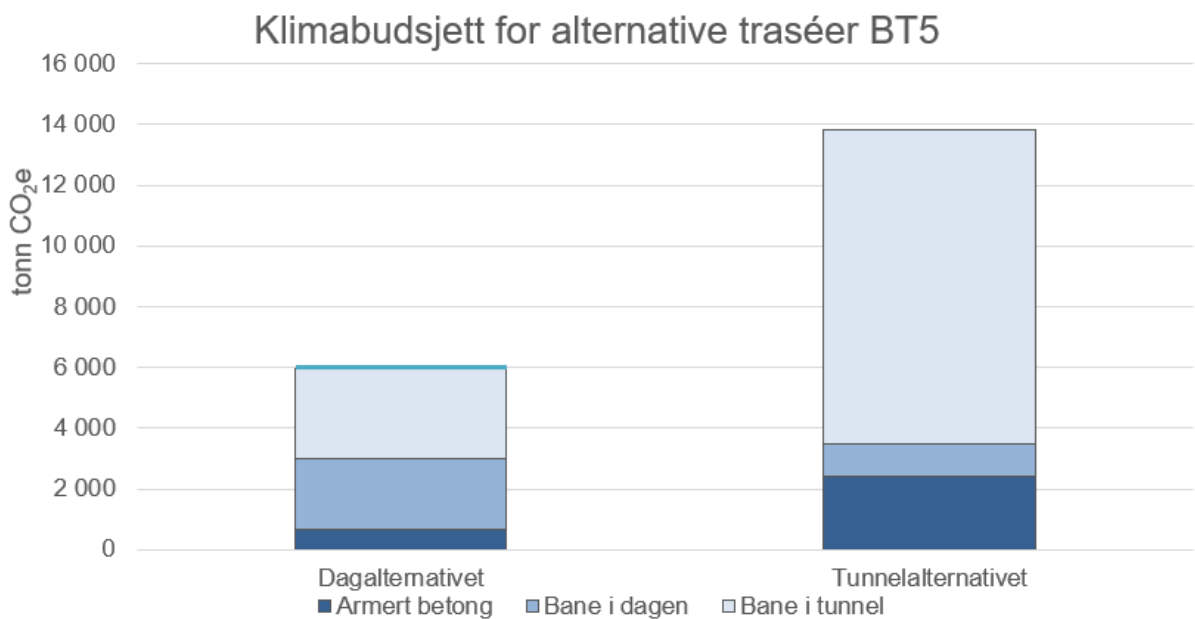
- Grunnarbeider
- Underbygging
- Spor
- El-utstyr
- Tunnel

Tabell 4-30: Forutsetninger uavhengig av alternativ

Forutsetninger	Mengde	Enhet
Transportavstand, overskudd tunnelmasser.	18	km
Transportavstand, masseunderskudd	3	km
Transportavstand betong og armering	40	km
Egenvekt armert betong	2,5	tonn/m3
Egenvekt tunnelstein (lm3)	1,7	tonn/pfm3

Tabell 4-31: Klimagassbudsjett, sammenligning

Kategori	Dagalternativet utslipp i (tonn CO <sub>2</sub> )	Tunnelalternativet utslipp i (tonn CO <sub>2</sub> )
Armert betong	650	2 420
Bane i dagen	2 330	1 070
Bane i tunnel	2 970	10 340
Sykkelveg	0	0
TOTALT [tonn CO <sub>2</sub> e]	5 950	13 830
Dagalternativet = 100%	0 %	132 %



Figur 4-33: Diagram som illustrerer forskjell i klimagassutslipp.

Beregningen viser at dagalternativet innebærer et utslipp på ca 6 000 tonn CO<sub>2</sub>e i anleggsfasen mens tunnelalternativets får et utslipp på ca 14 000 tonn CO<sub>2</sub>e. Forskjellen mellom alternativene på 8000 tonn CO<sub>2</sub>e tilsvarer et årlig CO<sub>2</sub> utslipp fra ca 4 500 biler med en gjennomsnittlig kjørelengde på 15 000 km. Det er i hovedsak tunnel med underjordisk holdeplass som driver utslippsnivåene opp for tunnelalternativet som følge av frostsikring og betong til tetting.

Tabell 4-32: Estimert klimagassbudsjett

Klimagassutslipp	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
6 000 tonn CO <sub>2</sub> e	14 000 tonn CO <sub>2</sub> e

#### 4.5.5 Samfunnssikkerhet

Plan- og bygningsloven stiller krav om gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) ved all arealplanlegging, jf. § 4.3. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging.

I forbindelse med oppsummering av er det utarbeidet en overordnet farekartlegging og sårbarhetsvurdering av relevante farer. Fareidentifikasjonen i skisseprosjektet tar utgangspunkt i DSB<sup>5</sup>s veiledning Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging [14], FylkesROS Hordaland [15] og Bergen kommunes egen ROS-analyse Bergen ROS 2020 [16], samt ROS-analysen til kommuneplanens arealdel 2018. Temaene som legges til grunn i vurderingen er temaer som er vurdert som relevante i fareidentifiseringen i oppsummeringsrapportene for skissefasen.

Fareidentifikasjonen legges til grunn for sammenstillingen mellom tunnel- og dagalternativet. Det er kun vurdert farer og sårbarheter som medfører forskjell basert på et samfunnssikkerhetsperspektiv som legges til grunn.

Tabell 4-33: Vurderinger av samfunnssikkerhet

Faremoment	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Skred	Det er ikke identifisert skredsoner eller aktsomhetsområder for skred (DSB kartinnsynsløsning) i planområdet for delstrekning.	Det er aktsomhetsområder for jord- og flomskred, steinsprang og snøskred i området for tunnellop (DSB kartinnsynsløsning). Tema er relevant, men vurderes i egen ingeniørgeologisk vurdering og vurderes ikke videre her.

<sup>5</sup> Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

Faremoment	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Ustabil grunn	Delstrekningen er under marin grense (DSB kartinnsynsløsning). Deler av strekningen er på utfylte masser på tidligere sjøbunn. For sykkeltrasé er det ikke avdekket større utfordringer med hensyn til grunnforhold. For vurdering av grunnforhold og hydrogeologi se avsnitt 4.7.1	Delstrekning og påhugget i Heggebakken er under marin grense. Tunnelløp vil også kunne være under marin grense (DSB kartinnsynsløsning). For vurdering av grunnforhold og hydrogeologi se avsnitt 4.7.1
Havnivåstigning	Delstrekning ved Bryggen er noe sårbar for havnivåstigning, og vil kunne medføre konsekvens for drift. Vil ha liten konsekvens for liv og helse og stabilitet.	Ikke sårbar for havnivåstigning.
VA-anlegg/-ledningsnett	Det er identifisert noe kompliserte konfliktpunkter ved delstrekning som må ivaretas.	Det antas å være infrastruktur knyttet til VA-anlegg og ledningsnett som må hensyntas i prosjektering og anleggsperioden.
Eksisterende kraftforsyning og kommunikasjon	Ikke sårbart for alternativ i dagsone.	Tunnelalternativet har nærføring til teknisk infrastruktur som må ivaretas i prosjektering og anleggsfasen. Vurderes å være sårbart.
Fremkommelighet for utrykningskjøretøy	Alternativet er ikke sårbart for fremkommelighet for utrykningskjøretøy.	Tunnelalternativet er mer sårbart for fremkommelighet for utrykningskjøretøy. Det er generelt mer komplisert med fremkommelighet og redning i tunnel sammenlignet med dagsone.
Slokkevann tunneler og stasjon i fjell	Ikke sårbart for alternativ i dagsone.	Løsning for slokkevann er ikke avklart, men tilgang på slokkevann i tunnel og ved stasjon i fjell er mer komplisert enn i dagsone. Vurderes derfor å være mer sårbart enn dagalternativet.
Sårbare bygg	Det er ikke identifisert sårbare bygg i nærhet til trasé.	Påhugget til tunnelen i Heggebakken er tett tilknyttet en barnehage som er definert som et sårbart bygg.



Tabell 4-34: Vurdering av konfliktnivå for samfunnssikkerhet

Samfunnssikkerhet	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mer sårbart for havnivåstigning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnelanlegget medfører økt sårbarhet for andre uønskede hendelser, ref. tabell 4-33.</li> </ul>
Liten konflikt	Middels konflikt

For å unngå at tema blir vurdert dobbelt henvises det i vurderingen til ingeniørgeologisk, hydrogeologisk og geoteknisk vurdering, se avsnitt 4.7.1, da dette er temaer som er viktig i et samfunnssikkerhetsperspektiv. Kulturminner er ikke relevant for temaet samfunnssikkerhet og er derfor ikke med i vurderingen knyttet til ustabil grunn og grunnvann.

Vurderingen viser at tunnelalternativet er noe mer sårbart enn alternativet i dagsonen. Dette er hovedsakelig knyttet til sårbarheten tiltaket vil medføre for omgivelsene, herunder barnehage og tilstøtende bergrom. Det er i tillegg mer utfordrende løsning knyttet til fremkommelighet for utrykningskjøretøy og tilgang på slokkevann, både i anleggsfasen og i drift. Dagalternativet er noe mer sårbart knyttet til havnivåstigning. Denne sårbarheten er kun knyttet til drift og ikke liv og helse eller stabilitet.

#### 4.5.6 Massehåndtering

Dagalternativet omfatter ca. 55 000 m<sup>3</sup> faste masser med fjell fra tunnelpåhugget i Sandbrogaten og frem til fjellhallen ved holdeplassen ved Sandvikskirken. Tunnelalternativet omfatter ca. 170 000 m<sup>3</sup> frem til samme punkt. Dette inkluderer også adkomsttunneler til underjordisk holdeplass og anleggstunnel fra Koengen. Dette utgjør en differanse på 115 000 faste m<sup>3</sup>. Dette vil i praksis utgjøre rundt 23.000 ekstra lastebillass med tunnelstein som vil måtte fraktes ut via Koengen.

Tunnelalternativet vil også måtte håndtere en større mengde bunnrenskmasser, anslagsvis rundt 6 000 faste m<sup>3</sup> ekstra. Dette er et bunnlag av sprengstein/finstoff i tunnelene som har begrenset bruksverdi og også må antas å være forurenset masse. Disse massene må håndteres spesielt.

Dagalternativet har totalt sett et lavere masseoverskudd enn tunnelalternativet. Det er derimot rundt 10.000 m<sup>3</sup> med grøftmasser fra gravearbeidene over Torget og Bryggen som må håndteres her. Deler av disse massene anses for å være lett til moderat forurenset, og de må derfor sorteres og så deponeres i spesialdeponi. I tillegg vil noe av massene antakeligvis være svært bløte, som vil vanskeliggjøre håndteringen av dem i byggeperioden.

Tabell 4-35: Vurdering av konsekvenser for massehåndtering

Dagalternativet	Tunnelalternativet
<b>Massehåndtering</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>55 000 m<sup>3</sup> faste masser</li> <li>Mer forurensete løsmasser fra grøftegraving</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>170 000 m<sup>3</sup> faste masser</li> <li>Mer forurensete bunnrenskmasser</li> </ul>
Liten konflikt	Middels konflikt

Tunnelalternativet bidrar med en vesentlig og merkbar økning i overskuddsmasser som må transporteres ut fra Koengen og videre ut Sjøgaten, samt en økning i mengder sprengstein totalt sett i prosjektet. Dette utgjør riktignok kun rundt 10 prosent av det totale masseoverskuddet, og sprengstein kan i seg selv være en ressurs dersom man finner en god løsning for permanent bruk. Det er imidlertid antatt at det generelt sett vil være store overskudd med sprengstein i Bergensområdet i de kommende årene, med mange store samferdselsprosjekt som alle må finne løsninger for bruk eller deponering av sine masser. De ekstra mengdene fra tunnelalternativet bidrar dermed negativt i vurderingen. Tunnelalternativet bidrar også til å øke mengdene med forurensede bunnrenskemasser i prosjektet.

Dagalternativet har mindre mengder sprengstein, men større mengder forurensede løsmasser fra grøftegraving. Totalt sett vurderes dagalternativet likevel å være bedre enn tunnelalternativet, hovedsakelig fordi tunnelalternativet medfører en betydelig ekstramengde som må håndteres.

#### 4.5.7 Oppsummering av virkninger for miljø og samfunnstema

Tabell 4-36: Oppsummering og samlet vurdering av konsekvenser for miljø- og samfunnstema

Tema	Dagalternativet	Tunnelalternativet
<b>Kulturarv</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativet påvirker svært høye kulturminneverdier, særlig</li> <li>knyttet til barrierevirkning for verdensarvstedet Bryggen og inngrep i automatisk fredet bygrunn i Sandbrogaten. Alternativet har løsninger som hensyntar disse problemstillingene og begrenser konflikt, både for kulturmiljø og kulturlag. Eventuelle grunnvannsendringer med følge for kulturlag vurderes som lettere å håndtere.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativet har større direkte konflikt med automatisk fredede kulturlag. Risiko og usikkerhet knyttet til grunnvannsenkning og ødeleggelse av arkeologiske kulturlag samt setningsskader er større for dette alternativet. Alternativet har direkte konflikt med verneverdige bygninger i verdifulle kulturmiljø, deriblant Øvregaten med dens oppluttende verdi for verdensarvstedet Bryggen.</li> </ul>
	Middels konflikt	Stor konflikt
<b>Barn og unge, skole og barnehage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Påvirker skoler og barnehager med nærområder i liten grad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forringer nærområdene til skoler og barnehage ved portalområdet i Heggebakken vesentlig.</li> <li>Utforming og istandsetting av dette området er avgjørende for graden av forringelse.</li> </ul>
	Liten konflikt	Middels konflikt
<b>Klimagassutslipp</b>	6 000 tonn CO <sub>2</sub> e	14 000 tonn CO <sub>2</sub> e
<b>Samfunnssikkerhet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mer sårbar for havnivåstigning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tunnelanlegget medfører økt sårbarhet for andre uønskede hendelser, ref. tabell 4-33.</li> </ul>
	Liten konflikt	Middels konflikt
<b>Massehåndtering</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>55 000 m<sup>3</sup> faste masser</li> <li>Mer forurensede løsmasser fra grøftegraving</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>170 000 m<sup>3</sup> faste masser</li> <li>Mer forurensede bunnrenskemasser</li> </ul>
	Liten konflikt	Middels konflikt
<b>Samlet vurdering</b>	<b>Liten til middels konflikt</b>	<b>Middels til stor konflikt</b>

Dette avsnittet viser at bybane gjennom sentrum vil ha stort konfliktpotensial for kulturminnene i Bergen. Det er likevel vurdert at dagalternativet er bedre enn tunnelalternativet, ettersom de negative virkningene er lettere å avbøte enn eventuelle

virkninger tunnelalternativet kan ha på de fredete kulturlagene i sentrum. For tunnelalternativet er det i hovedsak risiko for grunnvannssenkning og skader på fredete kulturlag, samt risiko for setningskader på fredet og verneverdig bygningsmasse, som er avgjørende for vurderingen.

For de andre temaene i dette avsnittet er det vurdert at tunnelalternativet representerer et høyere konfliktpotensial enn dagalternativet. For barn og unge er den reelle ulempen knyttet til banens inngrep i nærområdene til skoler og barnehage, avhengig av hvordan bygningsmassen til Katedralskolen og de tilliggende byrommene utformes. Vurderingene som er gjort her legger til grunn en utforming i tråd med Bergen kommunes mål for byutvikling og kvalitetskrav til sentrale byrom.

## 4.6 Kostnader

### 4.6.1 Investeringskostnader

Det er gjennomført et kostnadsestimat for dag- og tunnelalternativet etter ANSLAG<sup>6</sup> metoden. Metoden priser ulike kostnadselementer med sammenlignbare enhetspriser og summerer et totalestimat som får frem forskjellen mellom alternativene. I tabell 4-37 er det satt opp en oversikt over de viktigste kostnadselementene. Alle kostnadstall i kroner representerer 2019 verdi.

Tabell 4-37: Kostnadsestimat sammenligning. Tall i mill. kr (2019)

Kostnadselement	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Bane i dagen inkl. parallell veg, sykkel og fortau	596	209
Veg/gate med sykkel og fortau (ingen bane)	61	451
Konstruksjoner	29	91
Tunnel, inkl. bane og stasjon i tunnel	162	1648
Byggherrekostnader	203	502
Andre tiltak **)	104	125
Store VA-tiltak	42	-
Grunnerverv (inkl. nybygg for Katedralskolen)	-	567
<b>SUM</b>	<b>1 197</b>	<b>3 593</b>
Opprustning av byrom på Torget og Bryggen*)		- 154
<b>Investeringskostnad for sammenligning</b>	<b>1 197</b>	<b>3 439</b>

\*) Langs Bryggen er kostnadene for oppgradering av byrommene fra Bryggegårdene til kaifronten i tråd med arkitektkonkurransen «Mot Vågen», lagt til grunn for dagalternativet. For tunnelalternativet er det lagt inn kostnader for etablering av bussgate med sykkelfelt og tre meter gangareal på hver side, men ingen oppgradering av byrommet ut over det, se figur 2-4. Dersom disse arealene skal opparbeides også for tunnelalternativet, er dette beregnet å ha en kostnad på 154 mill. kr som ikke kan belastes bybaneprojektet. Dette beløpet er derfor trukket fra i beregning av den sammenlignbare totalkostnaden for tunnelalternativet.

\*\*) Andre tiltak bane i dagen: Kulturminner, masseavhending, trafikkavvikling og store VA-tiltak fra Torgallmenningen til Rundetårnet og over Bryggen. Andre tiltak tunnelalternativet: Kulturminner, masseavhending og trafikkavvikling.

Tabell 4-37 viser at dagalternativet og tunnelalternativet har tilnærmet samme kostnad for «Bane i dagen, veg i dagen og gang- sykkelveg». Dette forklares med at det i tunnelalternativet skal bygges sykkelfelt langs nesten alle de samme gatene som bybanetraseen gjennom sentrum i dagalternativet. Det er vurdert som sannsynlig at det for bygging av sykkelfeltene vil bli nødvendig å skifte ut masser og mindre infrastruktur noenlunde til samme dybde som for

<sup>6</sup> ANSLAG er en metode utviklet av Statens vegvesen som skal gi et kvalitetssikret kostnadsoverslag for samferdselsprosjekter.

dagalternativet. I tillegg bygges det i tunnelalternativet ut bybane gjennom Allehelgens gate og Nygaten. De store ekstra kostnadene i dagalternativet for flytting av gamle avløpsledninger fra 1920-tallet mellom Torgallmenningen Bryggen, er plassert under «Andre tiltak».

Det er kostnadene ved tunnel, og ikke minst underjordisk holdeplass med utganger, som utgjør den store forskjellen mellom alternativene. Stasjonen med utganger er alene beregnet til over 900 mill.kr. Her er det lagt inn en risiko i kostnaden for at vanntett utstøping av tunnelen langs den mest sårbare delen av sentrum og Bryggen blir nødvendig. Dette for å redusere faren for drenering av grunnvann via tunnelen med påfølgende senkning av grunnvannsnivået i Vågsbunnen og Bryggen, og dertil skade på bebyggelsen. Konsekvensene en slik grunnvannssenkning kan ha for kulturminner i grunnen og bygninger som er fundamentert på løsmasser i sentrum, er nærmere omtalt i avsnitt 4.5.2 og 4.7.1 om kulturarv og hydrogeologi. Kostnad ved vanntett utstøping med alle påslag er estimert til over 600 mill. kr.

En annen vesentlig forskjell mellom alternativene er at tunnelalternativet innebærer større kostnader knyttet til grunnerverv. Dette gjelder blant annet rivning av en større del av Bergen katedralskole, som må lokaliseres om i byggeperioden, og flere bygg langs Øvregaten ved inngangene. Dagalternativet river bare en garasje. Byggene er illustrert og listet opp i avsnitt 4.7.5.

Oppsummert er tunnelalternativet beregnet å være nesten tre ganger dyrere enn dagalternativet, med en kostnadsdifferanse på over 2,2 mrd. kr, selv om tunnelalternativet ikke inkluderer opprusting av Torget og Brygget til høystandard bygulv slik som i dagalternativet.

Tabell 4-38: Sammenligning av investeringskostnader fra ANSLAG

Dagalternativet	Tunnelalternativet
<b>Investeringskostnader</b>	
1,2 mrd. kr (2019)	3,4 mrd. kr (2019)

#### 4.6.2 Drifts- vedlikehold og rehabiliteringskostnader

Dagalternativet har 1400 meter bane i dagen og 650 meter i tunnel, til sammen ca 2 km. Det er tre holdeplasser mellom Kaigaten og Sandvikskirken, ved Gulating, Torget og Sandbrogaten, og alle er i dagen.

Tunnelalternativet har 600 meter bane i dagen og 1550 meter i tunnel. En total lengde på ca 2,2 kilometer. Den har tre holdeplasser mellom Kaigaten og Sandvikskirken, ved Gulating, Allehelgens gate og Øvregaten, hvor de to første er i dagen og den siste er en underjordisk holdeplass.

Tabell 4-39: Lengder som er lagt til grunn for estimat av drifts-, vedlikehold, og rehabiliteringskostnader

	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Dagstrekning	1 400 meter	600 meter
Tunnelstrekning	650 meter	1 550 meter
Holdeplasser i dagen	3	2
Underjordiske holdeplasser	0	1

**Trasekostnader**

Det er utarbeidet estimat på løpemeterkostnader for drift og vedlikehold av spor i dagen og tunnel sammen med Bybanen AS og Bybanen utbygging.

Trasé med dagspor er mer utsatt og krever dermed mer vedlikehold, spesielt for rengjøring av rillene. Tunnelstraseer er mindre utsatt og krever dermed mindre vedlikehold, men fornyelse av tekniske systemer i tunneler (f. eks signalanlegg eller vifteanlegg) vil kreve nye investeringer.

Driftskostnad for dagspor og tunnelspor er anslått til ca. 6000 kroner per meter.

**Drifts- og vedlikeholdskostnader for holdeplasser i dagen**

Det er hentet erfaringstall fra Bybanen AS for vedlikehold av holdeplasser i dagen, som viser at totale årlige driftskostnader er ca. 100.000 kroner per år per holdeplass. Her er det direkte kontraktkostnader med underleverandører for drift- og vedlikehold av holdeplasser inklusiv renhold og fjerning av tagging som er lagt til grunn.

Driftskostnader for holdeplass i dagen er ikke det samme for alle holdeplasser. Det er stor variasjon mellom holdeplasser der noen krever mer vedlikehold, spesielt renhold, enn andre. Noen holdeplasser er også mer utsatt for slitasje og hærverk enn andre. I samråd med Bybanen AS er det anslått at årlige drift- vedlikehold- og rehabiliteringskostnader for en holdeplass i dagen i Bergen sentrum ligger på rundt 600.000 kroner, fordi travle og sentrale holdeplasser i sentrum krever mer vedlikehold enn holdeplasser som er mindre travle. Videre krever også holdeplasser i dagen fornying av tekniske system, konstruksjoner og infrastruktur.

**Drift- vedlikehold og rehabiliteringskostnader for underjordiske holdeplasser**

Drift- vedlikehold og rehabiliteringskostnader for underjordiske holdeplasser kan deles i tre ulike kategorier:

1. Daglig drift
2. Regelmessige vedlikehold inklusive kontroll og reparasjon
3. Fornyelse og reinvesteringer – tekniske anlegg og systemer

**Daglig drift**

Daglig drift er løpende og kontinuerlige kostnader som sikrer at en underjordisk holdeplass er tilgjengelig, trygg og brukervennlig for passasjerene. Dette omfatter eksempelvis belysning, ventilasjonsanlegg, tekniske systemer<sup>7</sup>, rulletrapp, heis, oppvarming og renhold, men også utgifter til sikkerhetssystemer og bemanning hvis aktuelt.

**Regelmessig vedlikehold og kontroll**

Den andre kategorien er kostnader basert på aktiviteter gjennomført over ulike intervaller. Disse intervallene kan være planlagt eller spontane i forbindelse med teknisk svikt, skade eller hærverk. Dette omfatter reparasjoner, oppretting etter hærverk, rengjøring av ventilasjonsanlegg, kontroll av tekniske systemer som bl.a. heis og rulletrapper, og tidsvis testing av tekniske systemer inklusive øvelser samt skilting og informasjon.

---

<sup>7</sup> Tekniske systemer: SCADA, videoovervåking, brannsikkerhetssystemer, radio / telefondekning, sprinkleranlegg, brannvann, nødtelefon og skilting, eventuelt pumpeanlegg for holdeplassen

### *Fornyelse og reinvesteringer*

Den siste kategorien er kostnader basert på at deler av anlegget, og spesielt tekniske systemer, må fornyes. Disse kostnadene kan i større grad planlegges enn kategorien over, men kan være omfattende og kan i verste fall bety at holdeplass og trasé må stenges for en periode.

Kostnader ved stengning inkluderer kostnaden ved et erstatningstilbud. Aktuelle behov kan være knyttet til:

- Bytte av teknisk utstyr etter endt levetid
- Nye krav gir bytte av teknisk utstyr eller endring av infrastruktur eller bygningsmasse
- Rehabilitering eller fornyelse av bygningsmasse eller konstruksjoner etter endt levetid
- Nye spor
- Signalanlegg
- Holdeplassfasiliteter (publikumsareal)
- Belysning
- Tekniske systemer, spesielt brann og rømning
- Heis og rulletrapper
- Nødkommunikasjon
- Elementer ved skinnegangen

Kostnadene her kommer ikke årlig, men kan komme flere ganger over anleggets levetid. Tidsintervaller mellom fornyelse og revisjon varierer etter hvilke behov som oppstår. Kostnader for fornyelse og revisjon er dermed fordelt over flere år for å gi et estimat over årlige kostnader.

### ***Estimering av driftskostnader for underjordiske holdeplasser i Bergen***

#### *Erfaringstall*

Det foreligger ingen erfaringstall for langsiktige drifts- og vedlikehold og rehabiliteringskostnader for underjordisk holdeplass på Bybanen.

Det er videre utfordrende å hente inn samlet informasjon om andre kostnadselementer som kan være relevante, for eksempel driftskostnader for vakthold og rengjøring. En del av driftskostnader dekkes av flere etater. For eksempel, dekkes kostnader for bygningsmassene av Vestland fylkeskommune eigedom, mens banetekniske kostnader dekkes av Bybanen AS.

I dialog med driftsselskapet for bybanen i Porto, er det opplyst at årlige drifts- og vedlikeholdskostnader for underjordiske holdeplasser utgjør ca. 10 prosent av investeringskostnaden årlig.

I en britisk studie av driftskostnader for metrostasjoner [18], er det presentert en modell for driftskostnader for underjordiske holdeplasser. Her er det estimert driftskostnader for slike holdeplasser basert på mange ulike faktorer. Driftskostnader varierer fra 1,6 til 4 millioner amerikanske dollar (16 – 40 mill. kroner). Med hensyn på prisøkning siden 2007 (33 prosent) er kostnader dermed mellom 20 og 55 mill. kroner.

Riktignok er driftskostnader for metro-stasjoner typisk en del større enn planlagt for Bybanen. Hvis vi anslagsvis reduserer tallene med 50 prosent for å kompensere for at bybaneholdeplassene er mindre enn metrostasjoner, blir årlige driftskostnader mellom 10 og 30 millioner kroner.

Dette beløpet dekker imidlertid ikke alle tre kategorier av drifts- og vedlikehold- og rehabiliteringskostnader som tidligere nevnt. De er begrenset til daglig drift og regelmessig vedlikehold og kontroll, og tar ikke hensyn til fornyelse og revisjon av tekniske systemer.

Fornyelse av tekniske systemer er estimert koster fra 50 - 70 mill. per år. Basert på en investeringskostnad fra kostnadsanslaget for underjordisk holdeplass, innebærer estimatet årlige kostnader mellom 6 og 10 prosent av investeringskostnaden for en underjordisk holdeplass.

### Oppsummering

Basert på enhetsprisene presentert over, og lengde på trasé og antall holdeplasser i dagen og under bakken, vil dagalternativet kreve årlige drifts- og vedlikeholdskostnader på ca. 10 millioner kroner per år.

Tunnelalternativet vil koste mellom 70 og 110 million kroner per år.

Det er altså den underjordiske holdeplassen som gjør at drifts- og vedlikeholdskostnadene blir vesentlig høyere for tunnelalternativet sammenlignet med dagalternativet. Som det går fram av teksten over, er det store usikkerheter ved drifts- og vedlikeholdskostnadene. Dette gjelder særlig for tunnelalternativet der det utskifting og reinvesteringer som en gang vil komme, kan gi store ekstra kostnader. Men med de tallene vi har, vil den årlige kostnaden for tunnelalternativet være mellom syv og elleve ganger større enn for dagalternativet.

Tabell 4-40 Drifts- og vedlikeholdskostnader, sammenligning

	Enhetspriser Årlig vedlikehold	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Dagstrekning	6000 / m / år	8,4 mill./år	3,6 mill./år
Tunnelstrekning	6000 / m / år	3,9 mill./år	9,3 mill./år
Holdeplasser i dagen	0,6 mill. /år	1,8 mill./år	1,2 mill./år
Underjordiske holdeplasser	60-100 mill. / år	-	60 – 100 mill./ år
Totalt*		10 mill./år	70 – 110 mill. / år

\*Avrundet til nærmeste 10 mill.

Tabell 4-41: Sammenligning av drift-, vedlikehold og rehabiliteringskostnader

Drift-, vedlikehold- og rehabiliteringskostnader	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
Ca 10 mill. kr per år	Ca 70 - 110 mill. kr. per år

## 4.7 Gjennomføring - anleggsfase

### 4.7.1 Geologi og hydrogeologi

Den hydrogeologiske vurderingen gjelder konsekvensene av en bane anlagt i dagens terreng (dagalternativet) sammenlignet med en bane anlagt under grunnvannsnivået i bergrom (tunnelalternativet). Risikoen for at tunnelalternativet påvirker grunnvannsnivået i anleggsfasen negativt er mye større enn for dagalternativet, en vurdering som også støttes av en egen risikoanalyse [20].

Tunnelalternativet vil i bakkant av Øvregaten bestå av to tunnellopp, et bergrom for holdeplass og to adgangstunneler til holdeplassen, til sammen fem ulike bergrom som kan drenere grunnvann og senke grunnvannsnivået. Det er en stor sannsynlighet for at man ikke klarer å tette berggrunnen til det strengeste tettekrav og avbøtende tiltak vil også være vanskelig, blant annet med hensyn til annen infrastruktur i grunnen. Det er usikkert om små lekkasjer vil påvirke kulturlagene, særlig siden bergrommene ligger oppstrøms i grunnvannsgradienten i forhold til kulturlagene, slik at en beskjeden grunnvannslekkasje ikke nødvendigvis vil nå så langt nedstrøms som til kulturlagene.

Nærhet til eksisterende berganlegg og tunneler samt vernet bebyggelse og kulturminner vil gi krevende forhold med tanke på rystelser og strukturstøy fra boring og sprengning i tunnelalternativet. Det må forventes strenge restriksjoner for når og hvordan sprengningsarbeidet kan utføres.

Dagalternativet vil for det meste gå i terrenget, bortsett fra noe nedgravning ved portalen i Sandbrogaten og videre til tunnel i berg. Det er også her tiltenkt tekniske løsninger for å hindre/begrense mengde grunnvann som vil kunne drenere inn i anlegget. En grunnvannslekkasje vil kunne medføre lokalt grunnvannssenkning, men potensialet er mye mindre enn tunnelalternativet, og det vil være lettere å utføre mer effektive tiltak som tetting.

Dagalternativet omfatter oppgradering av VA-anlegg ved Bryggen, Torget og Sandbrogaten. Ved Bryggen skal det anlegges en rørsputtvegg mellom traseen og Vågen i forbindelse med VA-grøften. Dette vil trolig ha positiv effekt på grunnvannsnivået også i anleggsfasen, ettersom den kan benyttes som en vegg for å stue opp grunnvann på landsiden mot Bryggen. Veggene kan bidra til å hindre grunnvannssenkning, og begrense saltvannsinntrengning fra Vågen inn i løsmassene på landsiden av spuntveggen. Kulturlag blir også lettere nedbrutt i kontakt med sjøvann, som kan strømme inn i massene ved høyvann i Vågen. Ved Torget er det ikke bestemt om det skal anlegges spunt ennå. Graving av VA-grøft vil også her som ved Bryggen, skje på sjøsiden av planlagt Bybane. Ved Sandbrogaten er det planlagt å anlegge nye VA-grøfter. Det er planlagt å anlegge leirpropper i eksisterende VA-grøfter for å redusere grunnvannsgjennomstrømningen og om mulig få mindre dynamikk i grunnvannsspeilet, noe som vil være positivt for kulturlag.

Tabell 4-42: Vurdering av usikkerhet knyttet til geologi og hydrogeologi

Geologi og hydrogeologi	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Liten risiko for grunnvannssenkning</li> <li>Spuntvegg ved Bryggen kan demme opp grunnvann og hindre inntrengning av saltvann</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betydelig risiko for grunnvannssenkning</li> </ul>
Lav grad av usikkerhet	Stor usikkerhet



#### 4.7.2 Geoteknikk – løsmasser

##### **Dagalalternativet**

Der banen går i dagen er det foreslått en fundamentering av traseen som ikke skal påvirke kulturlag, som ligger en til to meter under dagens bærelag for vegene i sentrum. Bybanetraseen etableres med et bærelag på en meter. Med en kombinasjon av lette masser og fiberduk i topplag og en betongplate øverst, vil banen ikke gi ekstra belastning av kulturlaget og ikke endre komprimeringen av undergrunnen.

På strekningen Torgalmenningen, Torget og forbi Bryggen, er det behov for å legge om og fornye rør og kabler i grunnen. Med de grove massene som ligger i den historisk sett nyere utfyllingen for vegen langs Bryggen (1899-1924), er det behov for betydelige tiltak med byggeprogsavstiving.

Samme fundamenteringsmetode for å beskytte kulturlag benyttes i Sandbrogaten som ellers, men her kan det kreve ekstra tiltak når en jevn horisontaltrasé for banen kan gjøre det nødvendig å senke dagens nivå i deler av gaten. De geotekniske løsningene her sikrer ønsket jevnhet for banens spor i lengderetning, men gir en risiko for å øke trykket mot underlaget stedvis. Der dagalternativet går inn i tunnel øverst i Sandbrogaten er det mindre geotekniske utfordringer.

##### **Tunnelalternativet**

For dagstrekningene i tunnelalternativet fram til Heggebakken, vil fundamenteringen være av samme type som for dagalternativet. Utfordringene med beskyttelse av kulturlag vil være betydelig mindre eller enklere enn i dagalternativet, fordi kulturlagene i Allehelgens gate og Nygaten er tynne og har mindre verdi enn i for eksempel i Sandbrogaten.

De største geotekniske utfordringer i tunnelalternativet gjelder påhugget i Heggebakken, som må etableres med en byggegrøp i en trang situasjon mot omkringliggende bygninger. Her vil en løsning med forankret spuntvegg (tette horisontalt sammenkoblede stålrør) nedboret i fjell, sikre stabile forhold for tilgrensende areal i byggefasen og for kulturlag og grunnvannsstand.

Noe av de samme geotekniske utfordringene med grunnvannsstand og kulturlag forventes også for adkomsttunneler fra Øvregaten til holdeplass under bakken bak Øvregaten. Inngangene til adkomsttunnelen foreslås også her bygget med rørsjunt som gir byggeprogsavstiving, mindre miljøforstyrrelser under installasjon og tilnærmet tørr byggegrøp. De geotekniske utfordringene påvirkes noe av hvor mektig kulturlaget er. Mektigheten antas å være avtagende på innsiden av Øvregaten.

##### **Oppsummering**

Hovedforskjellen mellom alternativene ligger i at dagalternativet har en lengere dagstrekning gjennom sentrum der banen skal fundamenteres på et underlag av ulike løsmasser i dagens veggrunn og med stort behov for å legge om infrastruktur under bakken. I tunnelalternativet er dagstrekningen vesentlig kortere, og ligger i et område hvor behovet for omlegging av rør og kabler i grunnen er mindre komplisert enn over Torget og Bryggen.

Samlet sett er de geotekniske utfordringene noe større i dagalternativet enn i tunnelalternativet. Dette skyldes i første rekke behov for omfattende omlegging av rør og kabler og ønske om å bruke spuntavstivede rørgrøfter for å redusere grøftebredden og oppnå akseptable forhold for gjennomføring. Samtidig vil den tette spuntveggen sikre at anleggsarbeidene ikke påvirker grunnvannet, og permanent grunnvannskontroll på Bryggen

ettersom spuntveggen skal bli stående. I tunnelalternativet er utfordringene i størst grad knyttet til tunnelpåhogget i Heggebakken. Ved å rive deler av bygningsmassen til Katedralskolen blir det bedre plass med enklere og tryggere forhold for anleggsgjennomføringen. Tilgangen til de underjordiske holdeplassene langs Øvregaten vil gi noen utfordringer pga. trange forhold mellom byggene.

Arbeidet i grunnen vil bruke kjente og velprøvde metoder. Kompleksiteten og usikkerheten med grunnforhold og geotekniske arbeider er ordinære for begge alternativer. Omfanget er større i dagalternativet, men den forskjellen fanges opp av investeringskostnadene. Samlet sett vurderes derfor begge alternativene å være like for geoteknikk og grunnforhold.

Tabell 4-43: Vurdering av kompleksitet knyttet til geoteknikk - løsmasser

Geoteknikk - løsmasser	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utfordringer langs Bryggen og i Sandbrogaten knyttet til omlegging av infrastruktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utfordringer ved tunnelportal i Heggebakken og rundt utgangene i Øvregaten</li> </ul>
Noe kompleksitet	Noe kompleksitet

#### 4.7.3 Anleggsgjennomføring

Begge alternativene legger til grunn at det gamle jernbaneområdet på Koengen brukes som rigg- og anleggsområde og at bortkjøring av masser kan skje via utkjørselen mot Bontelabo. Dette kan få konsekvenser for bruken av området som park og konsertarena i anleggsperioden selv om det ikke berører selve parkområdet fysisk. Mulige konsekvenser for kulturminner og bymiljøet i anleggsfasen blir nærmere redegjort for i konsekvensutredningen for Koengen [18].

Det vurderes flere angrepspunkt for etablering av anleggstunnel for å komme til selve tunneltraseen. For dagalternativet er det mest aktuelle alternativet via eksisterende jernbanetunnel. For tunnelalternativet vurderes to angrepspunkt fra Koengen og inn i bergskjæringen under Sverresborg.

##### **Dagalternativet**

Dagalternativet passerer områder med mye eksisterende teknisk infrastruktur, verdifulle kulturminner over og under bakken, utfordrende grunnforhold samt viktige trafikkårer over bakken. I tråd med gjeldende krav skal det ikke være langsgående rør- og ledningsanlegg under bybanetraseen, og i minst mulig grad tverrgående infrastruktur. Dette utløser behov for omlegginger gjennom hele dagalternativets lengde. Fra nedre Torgallmenningen og nordover forbi Torget og langs Bryggen, er det flere store vann- og avløpsledninger med varierende alder, samt strøm og telekabler. I tillegg ligger det bosnett og fjernvarmeledninger i noen av gatene. Veldig mye av dette må legges om, og disse arbeidene anses som både tidkrevende og svært kompliserte. Spesielt området ved Rundetårn og krysset mot Vetrilidsallmenningen peker seg ut som spesielt utfordrende. Det vil stedvis bli behov for nye fellesgrøfter der de fleste ledningene samles. Noen steder vurderes tekniske kulverter.

Grøftarbeidene vil medføre oppgraving av store deler av gatenes bredder. Disse arbeidene er i seg selv kompliserte. Flere av grøftene vil være dype og komme tett på både kaikant og på eksisterende bygninger, og vil dermed kreve grøftkasser eller spuntvegger. For å unngå rystelser ved spunting og innlekkasjer, forutsettes det bruk av nedboret rørsput i utsatte områder (f.eks. på Bryggen). Dette er en vesentlig mer kostbar, men sikrere løsning. Ved å la

spuntveggen stå etter gjennomført anlegg, oppnås permanent bedre kontroll på grunnvannet på innsiden, og en hindrer regelmessig sjøvannsinntrengning i kulturlagene ved høyvann.

Samtidig som dette bygges skal eksisterende infrastruktur holdes i mer eller mindre kontinuerlig drift, og tilkomst forbi anleggsområdet for bil, buss, sykkel, varelevering og utrykningskjøretøy må sikres. De store gangstrømmene i områdene, spesielt på sommerstid, må det også tas hensyn til i anleggsfasen. Arbeidene er tidkrevende og vil pågå i flere år, og trafikken i området må legges om flere ganger. På Torget må man regne med at store deler av selve torgarealet benyttes til midlertidig trafikkareal i perioder.

Først etter at infrastrukturen er lagt om, kan selve bybanetraseen bygges. Traseen vil bli etablert på et fast skinneunderlag i form av en stiv betongplate fundamentert på eksisterende masser ca. en meter under dagens asfaltnivå.

Fra tunnelstart ved Sandbrogaten og noen hundre meter nordover vil tunnelen ha lav fjelloverdekking, noe som gjør at det må forventes forsiktig sprengning og omfattende sikring. Påhugget vil komme et stykke inn på Nye Sandviksveien, kanskje helt inn mot Helgesens gate, og medfører behov for midlertidig stengning av Nye Sandviksvei. Trang byggegropp, trafikkomlegging og eksisterende infrastruktur gjør dette området utfordrende.

### ***Tunnelalternativet***

Tunnelalternativet har også store anleggstekniske utfordringer, men av en litt annen sort enn dagalternativet, i større grad knyttet til ingeniør- og hydrogeologiske utfordringer. Arbeidene i dagen i gatene Christies gate, Allehelgens gate og Nygaten medfører noen kompliserte omlegginger av vann-, avløp, fjernvarme og bossnett, men anses som relativt overkommelig sammenlignet med dagalternativets utfordringer ved Torget og Bryggen. Traseen kommer ellers i konflikt med en del kabelgrupper, deriblant Telenor sin hovedtrasé fra koblingsstasjonen i Heggebakken. Graving i disse gatene og kryssing av Kong Oscars gate krever også trafikkomlegginger i området som blant annet må ivareta midlertidig omlegging av bussruter.

Etablering av tunnelpauhugg og tunnelportal i Heggebakken er også teknisk utfordrende i et kompakt område med begrenset riggareal. Det er relativt dypt til fjell i de nedre deler av Heggebakken. At det her er behov for rivning av to bygg knyttet til Bergen Katedralskole, men fortsatt nærføring til andre bygninger på begge sider, samtidig som tilkomst og infrastruktur må sikres, gjør dette området anleggsteknisk svært utfordrende.

Byggingen av selve tunnelen vil også være anleggsteknisk utfordrende. Tunnelen vil ha svært strenge krav til rystelser og innlekkasje. Som nevnt i avsnitt 4.6.1 legges det til grunn omfattende vanntett utstøpning av tunnel og underjordisk holdeplass for å sikre tilstrekkelig tetting. I tillegg til å være kostbart er slik utstøping også anleggsteknisk komplisert, spesielt ved fjellhallen til Øvregaten holdeplass. Tunnelen vil ellers også komme tett på andre fjellrom, deriblant jernbanetunnelen til Koengen som den følger parallelt i stort sett hele lengden langs Fjellsiden. Etablering av den underjordiske holdeplassen og tilkomsttunnelene til denne vil medføre komplisert logistikk og vanskelige geologiske forhold som krever omfattende sikring.

Utgangspartiene til holdeplassen langs Øvregaten krever tunnelpauhugg og trange, åpne byggegropper tett på eksisterende bebyggelse. Det er lite tilgjengelig areal både for arbeidsrom og rigg. Inngrepene i bebyggelsen ønskes minimert, så liten overdekning i starten vil også gi utfordring.

Langs Torget og Bryggen skal det etableres sykkelveg, og eksisterende veg skal omarbeides. Det er vurdert som sannsynlig at dette vil kreve nesten like store gravearbeider som etablering av selve bybanetraseen på den samme strekningen i dagalternativet, men da uten de store omleggingene på infrastruktur. Berørte arealer av veg og fortau vil måtte rustes opp til høy standard tilsvarende som i dagalternativet, men siden det ikke er det samme behovet for flytting av infrastruktur som for dagalternativet, vil eventuell opprusting av de øvrige sidearealer mellom fasader og kaifront måtte finansieres utenfor prosjektet.

Også i tunnelalternativet bli behov for store trafikale omlegginger i byggeperioden for alle trafikantgrupper som følge av bygging av bane i dagen og hovedsykkelrute i de samme gatene som dagalternativet.

### **Oppsummering anleggsgjennomføring**

Både dagalternativet og tunnelalternativet har svært store utfordringer knyttet til anleggsgjennomføring, men av forskjellig sort. I korte trekk har dagalternativet hovedutfordringene sine knyttet til omlegging av teknisk infrastruktur gjennom sentrumsgatene, mens tunnelalternativet har store utfordringer knyttet til kompliserte tunnelarbeider, ingeniørgeologi og hydrogeologi.

Vurderingene er gjort utelukkende med tanke på de direkte anleggstekniske utfordringene alternativene medfører. Det vurderes derfor at dagalternativets utfordringer, til tross for at de er svært kompliserte og tidkrevende, er *noe* mindre komplekse enn tunnelalternativets utfordringer. Andre hensyn som f.eks. fremdrift og konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsperioden er omtalt senere.

Tabell 4-44: Vurdering av anleggsgjennomføringens kompleksitet

Anleggsgjennomføring	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omfattende omlegging av teknisk infrastruktur</li> <li>• Krevende trafikkomlegging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utfordrende anleggsområde ved tunnelportal i Heggebakken og utganger fra underjordisk holdeplass</li> <li>• Utfordrende tunnelarbeid med høye krav til sikring og tetting</li> </ul>
Middels stor kompleksitet	Stor kompleksitet

#### **4.7.4 Byggetid**

Dagalterantivets arbeider gjennom sentrum er anslått å ha en varighet på fire og et halvt år, med oppstart tidlig 2025 og fullføring i midten av 2029. Bybanen til Åsane skal etter planen ferdigstilles ved utgangen av 2031. Ideelt sett burde anleggsoppstart i sentrum blitt utsatt til Fløyfjelltunnelens forlengelse var fullført, da denne forlengelsen vil medføre en del planlagt stengning av eksisterende Fløyfjelltunnel, som igjen medfører at trafikken må ledes gjennom sentrum. Dette vil først skje i midten av 2027, og dette gir ikke nok tid til å fullføre arbeidene som skal gjøres i sentrum. Arbeidene må derfor startes opp før Fløyfjelltunnelen er forlenget, og da er det trolig mest hensiktsmessig med umiddelbar oppstart, slik at man unnytter bufferen som den totale byggetiden tillater i tilfelle noe uforutsett skulle føre til forsinkelser.

Det er derimot en viss usikkerhet knyttet til dette, ettersom det i prosjektet er en forutsetning at sentrum skal fungere som en ventil ved planlagt stenging av Fløyfjelltunnelen. Denne har hyppige, uplanlagte stengninger grunnet trafikkuhell, og vil også ha en økt hyppighet av planlagte stenginger på grunn av arbeidene med forlengelsen som skal skje fra 2025 til 2028.

Når det samtidig skal pågå tunge anleggsarbeid på den eneste tilgjengelige omkjøringsvegen, innebærer det noen år med svært sårbar og tidvis kaotisk trafikksituasjon på nordre innfartsåre. Det arbeides med å legge opp til en fremdriftsplan for arbeidene i sentrum som er tilpasset dette, der de tyngste gravearbeidene settes på vent i den mest kritiske perioden.

Skissert fremdrift for både dagalternativet og tunnelalternativet forutsetter at Bane NOR sitt areal på Koengen kan brukes som riggområde og utgangspunkt for tunnelarbeider. For dagalternativet vil området fungere som hovedangrepspunkt fra sørlig ende for planlagt bybanetunnel videre nordover gjennom Sandviken til Amalie Skrams vei. For tunnelalternativet vil Koengen være eneste angrepspunkt for å sprengne tunnelen i både nordlig og sørlig retning. Det er ikke ansett som realistisk å sprengne ut tunnelen fra sørlig påhugg i Heggebakken eller kun fra Amalie Skrams vei, på grunn av manglende tilgjengelig areal for denne typen arbeid i disse områdene. Tunneldriving fra Koengen vil dermed være avgjørende for fremdriften til begge alternativ, men kritisk for tunnelalternativet.

På grunn av strenge krav til tetting og rystelser for tunnelen langs Fjellsiden, samt de omfattende arbeidene som må utføres for å få bygget holdeplassen og tilkomstene til den, anslås det at det trolig vil ta minimum tre år bare å sprengne ut tunnelen i tunnelalternativet, selv med anleggstunnel fra Koengen. Dette forutsetter da at eventuell full utstøpning av tunnelvegger kan gjennomføres først etter at selve tunneldrivingen er fullført, noe som er usikkert av hensyn til lekkasjekrav. I tillegg vil innredningen av tunnelen ta ca to til tre år, noe som gir en total byggetid på ca seks år.

Dersom det ikke er mulig å benytte Koengen som utgangspunkt for tunneldriving, er ikke tunnelalternativet praktisk mulig å gjennomføre.

Dersom full utstøpning av tunnelen må utføres suksessivt med tunneldrivingen for å garantere mot innlekkasje i stedet for at utstøpning kan skje etter at hele bergrommet er sprengt ut, vil dette forsinke fremdriften for tunnelalternativet i stor grad og medføre ytterligere utsettelse, selv om tunnelen kan bygges fra Koengen.

### **Oppsummering byggetid**

Tabell 4-45: Vurdering av usikkerhet knyttet til fremdrift

Byggetid	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"><li>Kan gjennomføres i henhold til planlagt fremdrift.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Fremdrift helt avhengig av riggområde på Koengen</li><li>Usikkerhet omkring omfanget av full utstøpning i tunnelen</li></ul>
Lav grad av usikkerhet	Stor usikkerhet

Basert på nåværende kunnskapsgrunnlag anses derfor tunnelalternativet for å ha større risiko for å kunne forskyve den totale fremdriften, og oppnår derfor dårligere måloppnåelse enn dagalternativet.

#### 4.7.5 Konsekvenser for eksisterende bebyggelse

Med unntak av en garasje i enden av Sandbrogaten innebærer ikke dagalternativet at noen bygg må rives, forutsatt at Koengen kan benyttes som rigg- og anleggsområde. En stor byggegrop ved enden av Sandbrogaten, og de første par hundre meterne av tunnelen under Skuteviken, vil kunne medføre en viss risiko for lokal senkning av grunnvann med påfølgende skade på bebyggelse i dette området. Det samme gjelder eventuelle skader som direkte følge av rystelser eller uhell ved anlegg tett på bygninger. For dagalternativet er imidlertid risikoen for setningskader så avgrenset at effektive og ukompliserte avbøtende tiltak enkelt kan iverksettes.



Figur 4-34: Eiendommer som må innløses ved bygging av tunnelalternativet

Tunnelalternativet har større umiddelbar konsekvens for eksisterende bebyggelse. Det vil kreve rivning av deler av Bergen katedralskole, midlertidig omlokalisering av denne, samt reetablering i etterkant. Det vil også kreve permanent fjerning av bygninger i Heggebakken og langs Øvregaten for å lage tilkomster til holdeplass i fjell. Bygg med særlig kulturhistorisk verdi bør reetableres, fortrinnsvis på samme sted. Andre bygg som rives kan trolig erstattes med nybygg, som tar hensyn til eksisterende bygningsmiljø og byromskvaliteter.

Tunnelalternativet har sammenlignet med dagalternativet mye større risiko for senere setningskader på grunn av endrede grunnvannsforhold. I tillegg kan rystelser i byggetid også skade bygninger. Rystelsene vil primært berøre eldre hus som trolig har meget variabel fundamentering. På grunn av tunnelens tetthetskrav kan det også være en liten fare for innlekkasje av injeksjonsmasse i grovkjellere nær tunnelen.

Tabell 4-46: Vurdering av konsekvenser for eksisterende bebyggelse

#### Konsekvenser for eksisterende bebyggelse

Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Liten risiko for setningsskader enkelte steder, effektive og ukompliserte avbøtende tiltak kan enkelt iverksettes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flere bygg må rives, enten permanent eller med sikte på reetablering</li> <li>Betydelig risiko for setningsskader som følge av grunnvannssenkning</li> </ul>
Ingen bygg må rives	Minst 8 bygg må rives

#### 4.7.6 Konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen

Dagalternativet har vesentlig større negative konsekvenser for veg, gang- og sykkelanlegg i anleggsfasen enn tunnelalternativet. Det vil føre til omlegginger av gang- og kjøremønstre samt veldig synlig og støyende anleggsarbeid i de mest trafikkerte og synlige delene av byen i en lang periode. Det vil også påvirke flere av dagens bussruter enn tunnelalternativet.

Anleggsfasen vil påvirke hverdagen negativt for mange, både fastboende, næringsdrivende og besøkende. På grunn av de store omleggingene vil det bli redusert og tidvis forhindret tilkomst til ganske mange bygninger langs traseen. Tilkomst må da forsøkes ivarettatt på alternative måter, men det vil uansett bli belastende for beboere og næringsdrivende i den berørte bebyggelsen. Videre kommer også ulempen med støy, støv og rystelser som vil pågå i svært lang tid. Dersom Koengen ikke kan brukes til rigg- og anleggsområde vil det ved selve tunnelpåhugget bli store konsekvenser for nærliggende boliger. Store grøftearbeider gjennom sentrumsgater kan også medføre større problemer med skadedyr enn det som er vanlig.

Tunnelalternativet vil medføre synlige arbeider i større deler av sentrum enn dagalternativet, ettersom det også omfatter bygging av sykkelveg langs Torget og Bryggen. Men de mest belastende arbeidene med komplisert omlegging av teknisk infrastruktur vil her skje i færre gater litt utenfor de mest trafikkerte og synlige delene av byen. Dette forutsetter imidlertid at byen utsetter nødvendig fornying av eksisterende VA-anlegg på strekningen Torget-Bryggen.

For parsellen der Bybanen går i dagen frem til Heggebakken, vil tunnelalternativet ha mange av de samme problemstillingene som dagalternativet. Langs denne traseen er det imidlertid mindre kompliserte gravearbeider og færre berørte virksomheter, så dette er vurdert som et mindre problem her enn for dagalternativet. Ved selve tunnelpåhugget vil konsekvensene bli store for nærliggende boliger. Det vil bli støy, støv og rystelser fra arbeidene som skal skje der. Bergen katedralskole og barnehagen ved Asylplassen vil måtte flytte sin virksomhet i deler av perioden. Boliger og næringsseiendommer ved adkomsttunnelene i Øvregaten vil også bli berørt i anleggsperioden.

Tunnelalternativet vil medføre rystelser fra sprengingen av tunnelsalver som vil berøre et stort antall boliger bak Øvregaten og tilstøtende gater, og være godt merkbart i store deler av Fjellsiden. Tunnelen kommer relativt nært på bebyggelsen, og salvene vil være merkbare i større eller mindre grad for de fleste boliger gjennom hele drivefasen på to til tre år.

#### **Oppsummering – konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen:**

Tabell 4-47: Vurdering av konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen

Konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen	
Dagalternativet	Tunnelalternativet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vesentlige omlegginger for alle trafikanter i et vesentlig større og travlere område av sentrum enn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vesentlig omlegginger mellom Kaigaten og Kong Oscars gate samt ved utgangene i Øvregaten</li> </ul>

for tunnelalternativet gjennom hele anleggsperioden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anleggsarbeid også langs sykkelruten mellom Christies gate og Bryggen, men mindre omfattende.</li><li>• Ulemper knyttet til rystelser ved sprengningsarbeider over et større område enn for dagalternativet.</li></ul>
Stor kompleksitet	Middels kompleksitet

Begge alternativer vil påvirke brukere av sentrum negativt, men på ulikt vis og i forskjellige deler av byen. Der dagalternativets største heftelse for brukerne av sentrum blir tilkomst og støy for næringsbyggene langs Torget, Bryggen og andre berørte gater, vil tunnelalternativets største heftelse være for boligene nært tunnelanlegget med tilførselstunneler som påvirkes av rystelser over en lang byggeperiode.

For veg-, gang- og sykkeltrafikk i sentrum vil konsekvensene være mer belastende for dagalternativet enn tunnelalternativet. Det bør nevnes at hovedtyngden av de belastende arbeidene for dagalternativet omfatter omlegging av teknisk infrastruktur der mesteparten *uansett* er modent for utskiftning. På sikt vil det derfor uansett måtte gjøres tiltak her.



#### 4.7.7 Oppsummering av gjennomføring, anleggsfasen

Den største usikkerheten knyttet til gjennomføringen av tunnelalternativet er risiko for grunnvannssenkning ved bygging av tunnel og underjordisk holdeplass med utganger. Derfor er det lagt stor vekt på usikkerhet knyttet til hydrogeologi i den samlede vurderingen. Tunnelalternativet er bedre enn dagalternativet for brukere av sentrum i anleggsfasen. Disse ulempene er midlertidige og knyttet til anleggsfasen spesifikt, til forskjell fra konsekvenser knyttet til endret grunnvannsnivå. Slike midlertidige ulemper kan likevel være til stor ulempe for næringslivet lokalt og brukere av sentrum.

Tabell 4-48: Oppsummering og samlet vurdering av gjennomføring - anleggsfase

Kategori	Dagalternativet	Tunnelalternativet
<b>Geologi og hydrogeologi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liten risiko for grunnvannssenkning</li> <li>Spuntvegg ved Bryggen kan demme opp grunnvann og hindre inntrengning av saltvann</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betydelig risiko for grunnvannssenkning</li> </ul>
	Lav grad av usikkerhet	Stor usikkerhet
<b>Geoteknikk - løsmasser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utfordringer langs Bryggen og i Sandbrogaten knyttet til omlegging av infrastruktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utfordringer ved tunnelportal i Heggebakken og rundt utgangene i Øvregaten</li> </ul>
	Noe kompleksitet	Noe kompleksitet
<b>Anleggsgjennomføring</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Omfattende omlegging av teknisk infrastruktur</li> <li>Krevende trafikkomlegging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utfordrende anleggsområde ved tunnelportal i Heggebakken og utganger fra underjordisk holdeplass</li> <li>Utfordrende tunnelarbeid med høye krav til sikring og tetting</li> </ul>
	Middels stor kompleksitet	Stor kompleksitet
<b>Fremdrift</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kan gjennomføres i henhold til planlagt fremdrift.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fremdrift helt avhengig av riggområde på Koengen</li> <li>Usikkerhet omkring omfanget av full utstøpning i tunnelen</li> <li>Planarbeidet for tunnelalternativet startet opp ett år senere enn for dagalternativet.</li> </ul>
	Lav grad av usikkerhet	Stor usikkerhet
<b>Konsekvenser for eksisterende bebyggelse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liten risiko for setningsskader enkelte steder, effektive og ukompliserte avbøtende tiltak kan enkelt iverksettes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flere bygg må rives, enten permanent eller med sikte på reetablering</li> <li>Betydelig risiko for setningsskader som følge av grunnvannssenkning</li> </ul>
	Ingen bygg må rives	Minst 8 bygg må rives
<b>Konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vesentlige omlegginger for alle trafikantgrupper i et vesentlig større og travlere område av sentrum enn for tunnelalternativet gjennom hele anleggsperioden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vesentlig omlegginger mellom Kaigaten og Kong Oscars gate samt ved utgangene i Øvregaten</li> <li>Anleggsarbeid også langs sykkelruten mellom Christies gate og Bryggen, men mindre omfattende.</li> <li>Ulemper knyttet til rystelser ved sprengningsarbeider over et større område enn for dagalternativet.</li> </ul>
	Stor kompleksitet	Middels stor usikkerhet
<b>Samlet vurdering</b>	<b>Middels kompleksitet, lav grad av usikkerhet</b>	<b>Middels kompleksitet, stor usikkerhet</b>

## 4.8 Sammenstilling av alle tema

I tabell 4-49 er evalueringen av de to alternativene for bybane gjennom sentrum oppsummert for alle kriterier basert på målene for bybaneprojektet samt mål for byutviklingen i Bergen sentrum. Som nevnt under metodekapittelet (kapittel 3), er det noe overlapp mellom tema og fargebruken betegner ulike egenskaper fra tema til tema. Derfor kan ikke tabellen mekanisk «summeres». I tillegg gir ikke oversikten i seg selv en vurdering av hvilke kriterier som er mest avgjørende for valg av alternativ. Dette gjøres i neste kapittel.

Tabell 4-49: Sammenligningstabell for alle kriterier

Tema	Dagalternativet		Tunnelalternativet	
<b>MÅLOPPNÅELSE</b>				
<b>Styrking av bymiljøet</b>				
Byliv				
Byromskvalitet				
Utforming av sentrum på fotgjengernes premisser				
Synlighet og identitet				
Tilgjengelighet til holdeplasser og betjening av sentrum				
<b>Bybanen som del av transportsystemet – trygg og effektiv reise</b>				
Passasjergrunnlag				
Kjøre- og reisetid				
Samlet kollektivsystem, buss og bane				
Forutsigbarhet og regularitet (RAMs)				
Driftssikkerhet og driftsøkonomi (raMs)				
Sikkerhet bane (ramS)				
<b>Sykkel</b>				
Trygghet og attraktivitet				
Trafikksikkerhet sykkel				
Sammenheng og fremkommelighet				
<b>Veg og trafikk</b>				
Effektiv trafikkavvikling	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2
Trafikksikkerhet				
<b>VIRKNINGER OG KOSTNADER</b>				
<b>Virkninger for miljø og samfunn</b>				
Kulturarv (tall markerer rangering)				
Barn og unge, skole og barnehage				
Klimagassutslipp (tall markerer klimagassutslipp)	6 000 tonn CO <sub>2</sub> e		14 000 tonn CO <sub>2</sub> e	
Samfunnssikkerhet				
Massehåndtering				
<b>Kostnader</b>				
Investeringskostnader	1,2 mrd. kr (2019)		3,4 mrd. kr (2019)	
Drift-, vedlikehold- og rehabiliteringskostnader	Ca. 9 mill. p/a		Ca. 70-110 mill. p/a	
<b>GJENNOMFØRING, ANLEGGSPHASE</b>				
Geologi og hydrogeologi				
Geoteknikk - løsmasser				
Anleggsgjennomføring				
Byggetid				
Konsekvenser for eksisterende bebyggelse				
Konsekvenser for brukere av sentrum i anleggsfasen				

## 5 Oppsummering og anbefaling

### 5.1 Oppsummering

#### 5.1.1 Måloppnåelse

Alternativene gir ulik grad av måloppnåelse for *Byutvikling og bymiljø* og for *Bybanen som del av transportsystemet*. Disse omtales derfor nærmere nedenfor.

Analysen i forrige kapittel viser at begge alternativene oppnår målene for *Byutvikling og bymiljø* og *Bybanen som del av transportsystemet, sykkel og veg og trafikk*. Det er likevel en tydelig forskjell på graden av måloppnåelse. Når det gjelder måloppnåelse for *sykkel og veg og trafikk*, er begge alternativene vurdert som like gode, og disse temaene har derfor liten betydning for valg av alternativ. Alternativene gir derimot ulik grad av måloppnåelse for *Byutvikling og bymiljø* og for *Bybanen som del av transportsystemet*. Disse omtales derfor nærmere nedenfor.

#### ***Byutvikling og bymiljø***

Dagalternativet er bedre enn tunnelalternativet for byutvikling fordi dagalternativet i større grad bidrar til opprustning av de viktigste byrommene i sentrum, og skaper aktivitet i form av sentralt plasserte holdeplasser med vesentlig bedre tilgjengelighet, som betjener sentrum bedre enn tunnelalternativet. Bybanen har i tillegg et mål om å være et synlig og identitetsskapende element i bybildet, noe dagalternativet oppnår i vesentlig større grad enn tunnelalternativet. Når det gjelder kvalitetene på Bryggen, er det vår vurdering at en gjennomført plassdannelse med banetrasé og sykkelfelt er en bedre løsning enn en tilsvarende bussgate med sykkelfelt.

Det enkeltelementet som i størst grad bidrar til at tunnelalternativet er vurdert som dårligere enn dagalternativet for byutvikling og bymiljø, er den underjordiske holdeplassen i Øvregaten, som gir en vesentlig dårligere løsning enn holdeplasser på Torget og i Sandbrogaten både når det gjelder flatedekning og tilgjengelighet, særlig for bevegelseshemmede.

#### ***Bybanen som del av transportsystemet***

I dagalternativet gir Bybanen passasjerene kortere og enklere tilgang til de viktigste reisemålene i sentrum enn tunnelalternativet, og betjener bedre sin rolle som rygggraden i kollektivsystemet. Det er det viktigste momentet for at dagalternativet er en bedre løsning for et samlet transportsystem enn tunnelalternativet. Det er ingen vesentlig forskjell i alternativenes mulighet for overgang mellom buss og bane.

Dagalternativet har en lengre strekning der banen må trafikkere i blandet trafikk med buss, og passerer flere travle byrom med til tider mange fotgjengere. Dagalternativet er derfor vurdert som noe dårligere enn tunnelalternativet når det gjelder driftssikkerhet og sikkerhet. Forskjellen er imidlertid liten, og risikonivået for begge alternativ er på et akseptabelt nivå. Dette temaet vektes derfor ikke så høyt at det rokker ved at dagalternativet er best for dette hovedmålet samlet sett.

På samme måte som for målet om byutvikling og bymiljø, er det ulempene knyttet til underjordisk holdeplass i Øvregaten som er den viktigste enkeltfaktoren for å forklare forskjellen mellom alternativene. Underjordisk holdeplass sin betydning for dårligere passasjergrunnlag, lengre reisetid og høyere vedlikeholdsbehov, og tilsvarende fordeler for

dagalternativet med holdeplasser på Torget og i Sandbrogaten er avgjørende for hvorfor dagalternativet vurderes som bedre enn tunnelalternativet.

### **5.1.2 Konsekvenser for miljø og samfunn**

Analysen i avsnitt 4.5 viser at tunnelalternativet har gjennomgående større konflikt for miljø- og samfunnstema enn dagalternativet. Av de temaene som er vurdert er det hensynet til kulturarv som er viktigst, ettersom Bybanen i sentrum berører verdier av særlig stor betydning. I tillegg er det stor forskjell i kostnader. Disse to temaene er derfor omtalt nærmere nedenfor.

#### **Kulturarv**

På grunn av de store kulturminneverdiene i områder der Bybanen går gjennom sentrum, vurderes konfliktbildet knyttet til dette faget som svært stort. Det er likevel beslutningsrelevante forskjeller mellom alternativene gjennom hvilke typer konflikter som oppstår og hvordan disse kan reduseres og avbøtes i videre detaljering og tilpasning.

Konfliktene som dagalternativet berører, er geografisk avgrenset og berører ikke kulturminnene direkte i så stor grad som tunnelalternativet. Dagalternativet har ingen fysiske inngrep i stående kulturminner. I tunnelalternativet vil flere bygg måtte rives, både i Heggebakken og i Øvregaten. Kulturmiljøet i Øvregaten inngår i de oppsluttende verdiene for verdensarvstedet Bryggen. Direkte inngrep i kulturlagene i Sandbrogaten er mindre enn inngrepene i kulturlag som er nødvendig for tunnelalternativet. Dette gjelder både i Heggebakken og for gangtunnelene til holdeplassen bak Øvregaten.

Bybanens virkninger for Bryggen gjelder visuelle forhold og barrierevirkninger. De visuelle forholdene gjelder i første rekke kontaktledningsanlegget for banen. Barrierevirkningene mellom Bryggen og Vågen vil reduseres gjennom å unngå hevet kaikant og en gjennomført opprustning av byrommet.

I dagalternativet er risikoen for grunnvannssenkning som følge av arbeidene langs Bryggen liten og håndterbar. Risikoen kan reduseres og situasjonen til dels bedres ved bruk av spunting ved omlegging av teknisk infrastruktur i grunnen. Egne tiltak foreslås for å hindre negative virkninger for kulturlagene i Sandbrogaten. Det er mye vanskeligere å gardere seg mot grunnvannssenkning fra et så stort bergrom som tunnelalternativet med underjordisk holdeplass krever.

Samlet sett er omfanget av konflikter med kulturminner noe mindre i dagalternativet enn i tunnelalternativet. Når usikkerheten for konsekvenser av grunnvannsendringer i tillegg er stort for tunnelalternativet, er dagalternativet mindre konflikt- og risikofyllt enn tunnelalternativet.

#### **Andre miljø- og samfunnstema**

Analysen viser at tunnelalternativet i større grad forringer nærområdene til viktige institusjoner for barn og unge enn dagalternativet. Dette gjelder primært inngrepene i Heggebakken. I tillegg er bane i tunnel vurdert som mer utfordrende fra et samfunnssikkerhetsperspektiv. Dagalternativet er mer utsatt for havnivåstigning og stormflo, men dette er forhold som ikke kommer overraskende eller uventet, og er håndterbart for driften. Havnivåstigning innebærer ikke fare for liv og helse eller for at infrastruktur kan bli ødelagt.

Et stort tunnelanlegg gjør også at klimagassutslippet i anleggsfasen blir svært mye større for tunnelalternativet enn for dagalternativet. Behovet for disponering av masser er også langt større i tunnelalternativet enn i dagalternativet.

#### **Investerings- og driftskostnader**

Lengre tunnelstrekning, en ekstra holdeplass under bakken og tiltak for å sikre mot vannlekkasje i tunnelen, gjør at kostnadene ved tunnelalternativet gjennom sentrum er 2,3 mrd. høyere enn i dagalternativet. Dagalternativet er beregnet til å koste 1,2 mrd. 2019 kroner, mens tunnelalternativet er beregnet til å koste 3,4 mrd. 2019 kroner,

Kostnader for drift-, vedlikehold og rehabilitering er også vesentlig høyere for en holdeplass under bakken enn i dagen. Omfanget av teknisk utstyr i en underjordisk holdeplass, inklusive utstyr for innebygget sikkerhetstiltak og behov for reinvestering over tid, gir drift- og vedlikeholdskostnader som er 60 til 100 mill. kroner dyrere per år enn i dagalternativet.

### **5.1.3 Gjennomføring og anleggsfase**

Hydrogeologi er et viktig fagfelt for dette prosjektet. Fremdrift, anleggsgjennomføring og konsekvenser for eksisterende bebyggelse og brukere av sentrum kan oppsummeres sammen. Disse to hovedtemaene er nærmere omtalt nedenfor.

#### **Hydrogeologi**

Risikoen for vanninntrengning i bergrommet under bygging av tunnelalternativet er en vesentlig faktor som gjør at tunnelalternativet er mer risikofylt å gjennomføre enn dagalternativet. Selv om videre planlegging og prosjektering vil gi et bedre kunnskapsgrunnlag kan denne usikkerheten ikke elimineres fullstendig før anlegget er under bygging. Normalt er en slik usikkerhet akseptabel, men når konsekvensene for eksisterende bygningsmasse og kulturminner av internasjonal verdi er så stor som i dette tilfellet, vil dette måtte veie tungt ved sammenligning av alternativene. De hydrogeologiske forholdene ved dagalternativet er mindre og håndterbare.

#### **Anleggsgjennomføring – andre tema**

Bygging av en banetunnel, med underjordisk holdeplass, utganger og portalområde sentralt i Bergen sentrum er vurdert som vesentlig mer komplekst enn bygging av dagalternativet. Det er svært trange forhold både ved utgangene fra holdeplassen og i portalområdet ved Heggebakken.

Dagalternativet gjør imidlertid at brukerne av sentrum vil bli negativt påvirket av anleggsarbeidet i større grad enn for tunnelalternativet. Det er særlig konsekvensene for næringsdrivende som er vurdert å være mest utfordrende. Sammenlignet med risiko for grunnvannssenkning og konsekvenser for eksisterende bebyggelse, er ulempene for brukerne av sentrum i anleggsfasen av midlertidig karakter. Vurderingen av måloppnåelse indikerer at situasjonen etter anleggsfasen vil være et bedre sentrum for brukerne enn før.

## 5.2 Anbefaling

Tabell 5-1: Oppsummering av hovedtema og anbefaling

Oppsummering		
Tema	Dagalternativet	Tunnelalternativet
Byutvikling og bymiljø		
Bybanen - trygg og effektiv reise		
Sykkel		
Veg og trafikk		
Kulturarv		
Andre miljø- og samfunnstema		
Kostnader		
Hydrogeologi		
Anleggsgjennomføring – andre kriterier		
<b>Anbefaling</b>	<b>Anbefalt</b>	<b>Ikke anbefalt</b>

Tabell 5-1 illustrerer forskjellen mellom dag- og tunnelalternativet basert på vurderingene i kapittel 4 og oppsummeringene i avsnitt 5.1, i tillegg til kostnader.

På bakgrunn av sammenligningen av dag- og tunnelalternativet anbefaler vi at dagalternativet bør legges til grunn for bygging av Bybanen gjennom sentrum.

Hovedargumentene for denne anbefalingen er:

- Tunnelalternativet er svært mye dyrere enn dagalternativet både å bygge samt å drifte og vedlikeholde, uten at det bidrar til bedre måloppnåelse eller lavere konflikter for miljø og samfunn.
- Underjordisk holdeplass i Øvregaten gir dårligere tilgjengelighet, er mer komplisert å bygge og betjener en mindre del av sentrum enn mer sentralt plasserte holdeplasser i dagen.
- Tunnelalternativet har vesentlig større risiko for grunnvannssenkning og påfølgende ødeleggelse av svært verdifulle kulturminner samt setningskader på bygg enn dagalternativet.
- Tunnelalternativet bidrar ikke til vesentlig bedre byromskvaliteter på Torget og Bryggen enn dagalternativet.

**Referanser**

- [1] Bergen kommune (2013). Konsekvensutredning Bybanen Bergen sentrum – Åsane. Bergensprogrammet februar 2013. <http://bergensprogrammet.no/Bybanen/utredning-og-dok>
- [2] Bergen kommune (2020). Forslag til Gåstrategi for Bergen 2019-2030. <https://www.bergen.kommune.no/hvaskjer/bymiljo/gastrategi-og-sykelstrategi-for-bergen-sendt-til-politisk-behandling>
- [3] Bergen kommune (2019) Sykelstrategi for Bergen 2019.2030. Høringsutkast juni 2019. <https://www.bergen.kommune.no/publisering/api/filer/T536939885>
- [4] Bergensprogrammet (2013). *Konsekvensutredning: Bybanen, Bergen sentrum – Åsane.*
- [5] Hvitboken – Bryggen fri for buss og bane, med tilleggsutredninger 1-3. Bryggens venner, Stiftelsen Bryggen og Fortidsminneforeningen, avdeling Hordaland (2018)
- [6] RA-DS0-007 Oppsummering av skissefasen, NOAV, oktober 2000
- [7] BN-DST-001 Traséavklaring for tunnelalternativet, NOAV 2021
- [8] RA-DST-001 Oppsummering av skissefasen for tunnelalternativet
- [9] Bybanen – Introduksjon til prinsipper for utforming og sikkerhet, Bergen kommune 2015
- [10] Kulturminnegrunnlag for Bybane, Bergen sentrum – Åsane (Byantikvaren 2012)
- [11] Arkitektur+, Arkitektur- og byformingsstrategi for Bergen. Bergen kommune 2019
- [12] Kommuneplan for Bergen, Bergen 2030. Samfunns- og arealdel. Bergen kommune 2015 (arealdelen 2019)
- [13] Håndbok V127, Kryssingssteder for gående, Statens Vegvesen 2017
- [14] Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging, DSB (2017)
- [15] FylkesROS Hordaland, Statsforvaltaren i Vestland (2019)
- [16] Bergen ROS, Bergen kommune (2020)
- [17] Quddus, Mohammed, et al. 2007. Metro Station Operating Costs: An Econometric Analysis. Journal of Public Transportation, 10
- [18] TN-DS0-003 Tilleggsutredning Koengen, NOAV 2021
- [19] Heritage Impact Assessment of the planned Bybanen Light-Rail Extension on the World Heritage Property Bryggen / Bergen. Preliminary report, 16 oktober 2020
- [20] RA-DS0-013 Risikoanalyse tunnelalternativ og dagalternativ, Risiko for skade på kulturmiljø, kulturminner, bygg eller infrastruktur, NOAV 2021