MULIGHETSSTUDIE OG EVALUERING AV DRIFTSKONSEPTER FOR BYBANEN



asistøbe

November 2021

Revidert februar 2022

Sammendrag

Bybanen i Bergen er i ferd med å utvikles fra en enkeltlinje til å bli et nettverk. Selv om banen fortsatt planlegges som enkeltlinjer fra sentrum til forstedene, er ikke det nødvendigvis den mest effektive måten drifte banen på.

Bybanen AS (heretter) ønsket derfor å få vurdert hvordan fremtidig transportmønster bør påvirke bybanens infrastruktur slik at det vil være mulig å kjøre mer kostnadseffektive linjer.

Utgangspunktet for en slik mulighetsstudie var å gi realistiske scenarier for etterspørsel etter kollektivtransport i 2040, et tidspunkt hvor det antas at bybanen vil være godt etablert til Fyllingsdalen og Åsane.

Asistobe AS har utviklet en Transportmodell som kan håndtere ulik datainput for å generere etterspørsel etter kollektivtransport. Den samlede inputen omtales som *passasjerdistribusjon* og er en representasjon av forventet passasjertransport mellom alle holdeplasser i modellen fordelt over dager/timer.

Oppdragsgiver ønsket å få vurdert 2 ulike passasjerdistribusjoner som ble modifisert til å være representative og sammenlignbare for 2040.

a) Eksterne Prognoser: Passasjerdistribusjon hentes fra analyser gjort av eksterne konsulentselskaper, i rapporter som brukes til planlegging av bybanen i Bergen kommune og Vestland Fylkeskommune
b) Korridoranalyse: Passasjerdistribusjon utarbeides for korridorene Nord-Sør (Flesland til Vågsbotn) og er basert på faktisk bruk av historisk kollektivtrafikk i korridoren.

Passasjerdistribusjonene ble deretter brukt til å segmentere infrastrukturen for å håndtere transportbehovet på mest mulig kostnadseffektiv måte per segment.

Den første observasjonen er hvor ulike disse passasjerdistribusjonene faktisk er, noe som selvsagt får stor innflytelse på driftskonseptene. En av forklaringene er sannsynligvis at de eksterne prognosene direkte legger til grunn bybanens passasjertrafikk og ikke sier noe om parallell busstrafikk. Til forskjell omfatter korridoranalysen kollektivtrafikk uavhengig av om transportmiddelet er buss eller bane.

I optimaliseringsdelen av transportmodellen har Asistobe foreløpig kun sett på den "ekstreme" versjonen av korridoranalyse hvor all transport i Nord- og Sørkorridoren skjer med bybane. Man kan derfor gå ut fra at denne passasjerdistribusjonen er for høy, ettersom en del av transportbehovet utvilsomt vil bli dekket av buss.

Begge disse passasjerdistribusjonene ble brukt i nullalternativet, samt at de ble optimalisert med ulike fremtidige driftskonsepter. Ved bruk av optimaliseringsalgoritmene ble det først sett på Oppdragsgivers ønske om å tilrettelegge for 75% fyllingsgrad i vognene. Etter gjennomkjøring av disse scenariene ønsket Oppdragsgiver også å få vurdert scenarier hvor det var akseptabelt med 100% fyllingsgrad i sentrum slik at ikke sentrum ble dimensjonerende for hele driftskonseptet.

Nullalternativet var i rimelig overensstemmelse med passasjerdistribusjonen fra de eksterne prognosene med kun noen få tidspunkter/strekninger hvor transportbehovet overskred 100%. Imidlertid var nullalternativet langt fra dekkende for korridoranalysen, hvor transportbehovet på enkelt tidspunkt/strekning var nesten 300% høyere enn tilbudt kapasitet.

Nullalternativet innebærer en årlig produksjon på 3,75 millioner km/år. Begge pasasjerdistribusjonene ble optimalisert, og det frem da et vesentlig rimeligere driftskonsepter:

- Eksterne Prognoser med 5 segmenter og opptil 100% fyllingsgrad i sentrum: 3,2 millioner km/år
- Korridoranalyse med 5 segmenter og opptil 100% fyllingsgrad i sentrum: 4,4 millioner km/år

Bybanens driftskost kan kvantifiseres i kostnad/km, slik årlig driftskostnad er direkte korrelert med produksjonsdistanse. Selv om produksjonsdistansen basert på korridoranalysen er vesentlig høyere enn nullalternativet, så er dette altså basert på at all kapasitet i Nord-Sør-korridoren dekkes av banen med vesentlig redusert busstrafikk og med vesentlig flere passasjerer.

Sammendrag 2

1.0 Bakgrunn 5

1.1 Mandat 6

1.2 Organisering 8

2.0 Metodikk, prinsipper og begrepsavklaring 8

2.1 Metodisk tilnærming 9

2.2 Prinsipper for optimalisering av driftskonsept 11

2.3 Brukerparametre og forutsetninger for beregning 12

3.0 Resultater og mulige driftskonsept 15

3.1 Forutsetninger 15

3.2 Optimalisering basert på ekstern prognose 16

3.3 Optimalisering basert på korridoranalyse 26

3.4 Passasjerdistribusjoner og sammenligning 38

4.0 Drøfting og anbefalinger for videre arbeid 42

4.1 Eksterne prognoser kontra korridoranalyse som metodikk 43

4.2 Planlegging og infrastruktur 44

4.3 Scenariet med buss 45

4.4 Passasjerpåvirkning som følge av fyllingsgrad 47

4.5 Estimert vekst og passasjerdistribusjon 47

4.6 Anbefaling videre arbeid og samarbeid 47

5.0 Appendix 48

5.1 Ordliste 48

5.2 Figurliste 49

5.3 Referanser 50

5.4 Vedlegg 1: Modellering 2040 Scenario - Prognose 51

5.5 Vedlegg 2: Modellering 2040 Scenario - Korridoranalyse 56

1.0 Bakgrunn

I februar 2021 inngikk Bybanen AS en avtale med Asistobe AS om å utarbeide en rapport med arbeidstittelen *Masterplan for Bybanens Driftskonsep*t. Rapporten har i ettertid fått den nåværende tittelen *Mulighetsstudie og evaluering av driftskonsepter for Bybanen.*

1.1 Mandat

Rapporten *Mulighetsstudie og evaluering av driftskonsepter for Bybanen* skal baseres på følgende delprosjekter.

Delprosjekt Byutvikling:

En beskrivelse av byutvikling langs den eksisterende bybanetraseen i Bergen, samt fortettingsmuligheter[1] i forbindelse med Byggetrinn 4 (heretter BT4[2]), mellom Bergen sentrum og Fyllingsdalen, og Byggetrinn 5 (heretter BT5[3]), mellom Bergen sentrum og Åsane. Beskrivelsene baseres på *Kommuneplanens arealdel for 2028* og Bergen Kommunes byutviklingsstrategi. I delprosjektet har det blitt gjort en særskilt vurdering av konsekvensene som vil følge den forventede byutviklingen i områdene Mindemyren, Spelhaugen, Dokken, Bergen Byarena, Nordkorridoren, Åsane Senter og Vågsbotn.

Delprosjekt Optimalisering av Bybanens driftskonsept:

En vurdering av hvordan linjestrukturen i bybanenettet, til og med BT5, kan optimaliseres ved å analysere kollektivtrafikkdata og byutviklingsmønstre. Prosjektet hensyntar Bybanens høye kapasitet og vurderer det totale driftkostnadsbildet for den samlede kollektivtrafikken i korridorene[4]. Prosjektet vil foreslå optimale vendepunkter for

[1]Ordliste - Fortettingsmuligheter
[2]Ordliste - BT4
[3]Ordliste - BT5
[4]Ordliste - Korridor

bybanen, samt synliggjøre eventuelle behov for lokal tilrettelegging for overgang mellom bybane og øvrige kollektivtilbud.

1.1.1 Avklaringer og endringer gjort i mandat underveis i prosjektet

Følgende endringer ble gjort i mandatet for *Delprosjekt Byutvikling*, blant annet som konsekvens av at det i delrapport april 2021 fremkom at deler av bestillingen var mer ressurskrevende enn tidlig antatt:

- Prosjektets styringsgruppe ønsket i større grad en kvantitativ tilnærming til prosjektet, fremfor en kvalitativ vurdering av de konkrete områdene som er omtalt i mandatet. *Bybanefaktoren,* som omtales under kapittel for metodikk og prinsipper, ble inkludert som en kvantitativ og generisk tilnærming til fortetting langs bybanetraseen. For å utarbeide bybanefaktoren ble det besluittet å fokusere på de mest relevante områdene rundt sentrale holdeplasser i BT1-3[5], BT4 og BT5. Dette har blant annet medført at det ble avklart med leder for styringsgruppen at en konkret analyse av Bergen Byarena i sentrum og Dokken ikke ble behandlet i delprosjektet.

Delprosjekt Optimalisering av Bybanens driftskonsept ble i prosjektets første halvdel påvirket av begrenset tilgang til datagrunnlag fra Oppdragsgiver. Datakvalitet i oversendt materiale medførte også uventet merarbeid og behov for å utarbeide alternative løsninger. Dette påvirket prosjektets fremdrift med konsekvenser for sluttrapporten. Følgende endringer ble gjort:

- Delprosjektets resultater inkluderer ikke driftskostnadsbildet for den samlede kollektivtrafikken i bybanens korridorer, inklusive eventuelle *matebusser*[6] for bybane.

[5]Ordliste - BT1-3
[6]Ordliste - Matebuss

Transportmodellen[7] til Asistobe AS vil kunne håndtere slike beregninger når datagrunnlaget blir tilgjengeliggjort.

1.2 Organisering

Johan C. Haveland fra Asistobe AS har vært prosjektleder for prosjektet. Inntil sommeren 2021 rapporterte han til Bybanen AS sin oppnevnte representant ved Lars Chr. Stendal som bidro i prosjektet med fullmakter for Bybanen AS.

Det ble også oppnevnt en styringsgruppe som hadde følgende sammensetning:

- Lars Chr. Stendal, styringsgruppens leder
- Håkon Rasmussen, Vestland fylkeskommune, direktør mobilitet og kollektivtransport.
- Mette Svanes, Bergen kommune, direktør plan- og bygningsetaten
- Gudrun Einbu, Skyss, leder avdeling transporttilbud
- Jørund Vandvik, Bybanen AS, styremedlem

*Etter sommeren 2021 har Adelheid Nes overtatt som leder for styringsgruppen, som deretter endret navn til referansegrupp*e.

Prosjektets to delprosjekter har begge vært ledet av Johan C. Haveland. Vill Plan AS har vært underleverandør for Byutviklingsprosjektet. Jostein Hauken og Jimmy Schmincke fra Bybanen AS deltok i prosjektarbeidet

[7]Ordliste - Transportmodellen

2.0 Metodikk, prinsipper og begrepsavklaring

Transportmodellen til Asistobe AS benyttes for å identifisere transportbehovet, og deretter beregne hvordan organiseringen av et kollektivnettverk kan optimalisere kostnadsbildet for å håndtere det gitte behovet.

2.1 Metodisk tilnærming

Transportmodellen bygger på en rekke prinsipper og metodiske tilnærminger til analyse. I denne rapporten er det valgt to ulike metoder for å beregne transportbehov og passasjerdistribusjon i 2040. Under følger en beskrivelse av det som er av spesifikk relevans for dette arbeidet.

2.1.1 Passasjerdistribusjon

Transportmodellens metode går overordnet ut på å etablere en passasjerdistribusjon[8], det vil si en sammenstilling av antall ombordpassasjerer som befinner seg mellom alle valgte holdeplasser til enhver tid.

Passasjerdistribusjon kan identifiseres på flere måter, men vil i denne rapporten beregnes ved følgende:

- Import av tilgjengelig data og prognoser
- Korridoranalyse av passasjerdata

2.1.2 Eksterne analyser og prognose

Tilgjengelig APC[9]- og AVL[10]-data, det vil si passasjertelling inn-ut og GPS-monitorering av kjøretøybevegelser, importeres og struktureres. Deretter defineres det retninger (i dette

[8]Ordliste- Passasjerdistribusjon
[9]Ordliste - APC
[10]Ordliste - AVL

tilfellet bybane fra Flesland - Byparken og Byparken - Flesland) for så å beregne døgnfordelingen av passasjerer langs linjen. Det benyttes så prognoser for passasjergrunnlag i nye byggetrinn, for å estimere optimale fremtidsscenarier langs hele nettverket.

2.1.3 Korridoranalyse

Korridoranalyse dreier seg om å identifisere en veistrekning, samt området rundt veistrekningen med en gitt rekkevidde i bredden (korridor). Deretter beregnes antall passasjerreiser innenfor korridoren. Beregningen gjøres ved å velge et representativt sett av historiske kollektivtransportdata (AVL og APC). For å estimere fremtidsscenarier vil man måtte sette en gitt faktor vekst/utvikling innenfor korridoren. Dette kan for eksempel baseres på historisk vekst og forventning til byutvikling i området.

2.1.4 Eksterne prognoser kontra korridoranalyse som metodikk

Begge metodene representerer ytterkantene av prinsipper for planlegging av hvilket transportbehov et kollektivsystem skal dekke. Prognosene søker å identifisere hvilken transportkapasitet en spesifikk kollektivtjeneste, i dette tilfellet bybanen, skal håndtere, men reflekterer ikke over hvordan det totale kollektivtransportbehov i korridoren skal dekkes. Korridoranalysen ser på den overordnede persontrafikken i korridoren og identifiserer dette totale transportbehovet. På denne måten kan data analyseres uavhengig av hvordan kollektivsystemet organiseres for å møte behovet.

2.1.5 Nullalternativ og ulike scenarier

Nullalternativet i analysene presenterer det fremtidige scenariet gitt at man fortsetter dagens driftskonsept. Det ble avklart med oppdragsgiver at null-alternativet skulle være baser på 2 linjer, begge med samme frekvens som dagens Bybane. Nullalternativets linje ene linje går således fra Flesland til Vågsbotn og den andre fra Sentrum til Fyllingsdalen (Oasen) I de øvrige scenariene optimaliseres driftskonsept med hensyn til ulike

fyllingsgrader og antall segmenter[11]. I resultatene vil visualisering av scenariene for prognose og korridoranalyse se noe annerledes ut, dette skyldes utvikling og ny versjon av Asistobe sitt software i tidsrommet da analysene ble gjennomført

2.2 Prinsipper for optimalisering av driftskonsept

Under følger en beskrivelse av hvilke prinsipper som legges til grunn for optimalisering av driftskonsept i denne rapporten.

2.2.1 Etterspørsel, segmenter og frekvens

Optimaliseringen av kollektivnettverk beregnes ved avansert matematikk og AI-algoritmer[12]. Ved hjelp av verktøyene i Transportmodellen tilpasses transporttilbudet til etterspørselen, hvor etterspørselen her tilsvarer passasjerdistribusjonen. Programvaren utviklet av Asistobe AS kan generere uendelig mange scenarier basert på ulike variabler, men har i samarbeid med leder for styringsgruppen valgt å illustrere et utvalg av disse som anses som gode grunnlag for å utarbeide kjørbare linjer. Transportmodellen utarbeider ikke linjer som sådan, men deler nettverket opp i segmenter med frekvenser som vil tilfredsstille etterspørselen. Et segment er i denne sammenheng definert som et utvalgt strekk med en definert frekvens. Med segmentering følger det at det kan kjøres ulike frekvenser mellom vendeplasser. Et optimalt segmentskille vil derfor kunne anses som en lokasjon hvor en linje må ha effektive vendemuligheter.

2.2.2 Produksjon og kostnader

Simuleringsresultater fra optimalisering vil gi gode anslag på hvilke produksjonsdistanser[13] som må utføres, og som er sammenlignbare med måten dagens produksjon gjennomføres på.

[11]Ordliste - Segment
[12]Ordliste - AI-algoritme
[13]Ordliste - Produksjonsdistanse

Selv om lineær skalering er lagt til grunn i denne rapporten viser erfaringer fra andre driftsorganisasjoner at det er grunn til å anta at kostnadsnivået for Bybanen ikke skalerer lineært, men heller reduseres fordi man oppnår stordriftsfordeler. Således vil kostnadsnivåene i rapporten være i overkant av det man kan forvente. Ettersom optimaliseringen beregner distansen som skal kjøres, vil det imidlertid være uproblematisk å justere dette dersom Oppdragsgiver tilgjengeliggjør er et mer omfattende grunnlag for å beregne det fremtidige kostnadsnivået. Årskostnadene er estimert på definisjonen av et år bestående av:

218 virkedager	52 helger	12 helligdager	30 dager lavsesong

Når passasjerdistribusjon i 2040 beregnes, for både prognose og korridoranalyse, vil det være illustrert hvordan dagens tidstabell for Bybanen ville slå ut distanse- og kostnadsmessig. Beregningen vil også illustrere en viss angivelse av hvor mye underkapasitet dette vil medføre.

2.3 Brukerparametre og forutsetninger for beregning

For beregning av driftskonsept er det nødvendig å sette noen brukeparametre; Hva er kjøretøyenes transportkapasitet, og hvilket komfortnivå skal legges til grunn. I denne sammenheng representeres komfortnivået ved fyllingsgrad.

2.3.1 Fyllingsgrad som mål for komfortnivå

Fyllingsgrad måles ved:

$$\frac{antall\ passasjerer\ ombord\ i\ vognen}{praktisk\ passasjerkapasitet\ i\ vognen}$$

100% fyllingsgrad er satt til den praktiske kapasiteten på 210 passasjer, og ikke 280 passasjerer som er den teoretiske passasjerkapasiteten til Bybanens vognsett.

Prosjektet valgte å operere med to ulike komfortnivå i transportmodellen

- 75% fyllingsgrad over hele nettverket
- 100% fyllingsgrad i sentrum og 75% utenfor sentrum

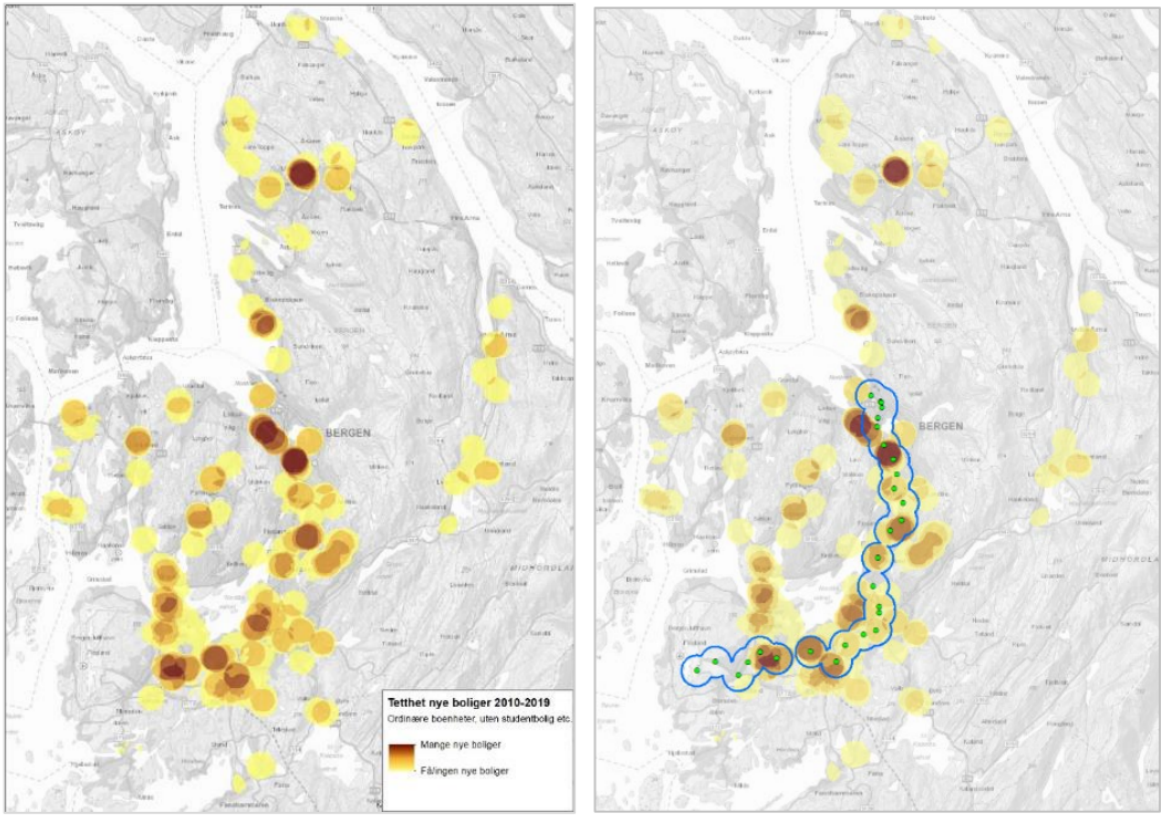
Hensikten ved å se på det siste alternativet er for å unngå at fulle vogner gjennom sentrum definerer frekvensen over lengre strekk, hvor en fyllingsgrad på 75% vil oppfylle transportbehovet.

Sentrum er i prosjektet definert som strekningen mellom Kronstad og Sandviken kirke.

2.3.2 Estimert vekst

I begge metodene for beregning av transportbehov/passasjerdistribusjon har det vært nødvendig å gjøre framskrivinger. I både prognose og korridoranalyser er den årlige veksten satt til 3,15%, ettersom Skyss har brukt denne koeffisienten i tilsvarende beregninger. Internasjonalt er 3,15% ansett som lav vekst for et banesystemet, noe som understøttes av passasjerutviklingen langs BT1-3 og blant annet *bybanefaktoren* som omtales i prosjektets delrapport *Byutvikling langs bybanen.*

2.3.2.1 Bybanefaktoren



Figur 1 Byutvikling og bybanen: Boenheter langs BT1-3 og øvrig byggesone i Bergen

I delrapport *Byutvikling og Bybanen (s. 56-58)* er det gjort analyser av forholdet mellom antall boenheter bygget langs BT1-3 og resten av byggesonen i Bergen for perioden 2010-2020, som vist i Figur 1 (*Delrapport Byutvikling og Bybanen, s. 56)*. Forholdet viser en bybanefaktor på 2:1. I forbindelse med planlegging av nye linjer kan bybanefaktoren derfor benyttes for å finne ut hvordan beboerne/boenhetene blir strukturert/fordelt for den gitte perioden mellom nye bybanekorridorer og resten av byggesonen i Bergen kommune. Det fordrer nødvendig input som forventet befolkningsutvikling i Bergen kommune som helhet og for den aktuelle perioden, samt linjens lengde.

2.3.3 Begrensninger i tilgjengelig data

De eksterne prognosene har ikke gitt et helhetsbilde av nettverket, og beregner heller ikke passasjerprognoser for 2040. Prosjektet har derfor vært nødt til å gjøre noen forutsetninger, samt fremskrive tallene til 2040. Hvordan disse prognosene er omgjort til den benyttede passasjerdistribusjonen er omtalt i *Vedlegg 1*.

Det ville vært hensiktsmessig å inkludere tilgjengelige depot langs BT5 i transportmodellen, men lokasjonene til disse er pt. ikke besluttet. Se anbefaling for videre arbeid.

3.0 Resultater og mulige driftskonsept

Resultatet av analysene fremstilles ved å presentere 12 optimaliserte driftskonsept, nullaternativer, samt et driftskonsept hvor korridoren betjenes av buss fremfor bane.

3.1 Forutsetninger

Analysene gjennomføres for å beregne Bybanens fremtidige transportoppdrag i 2040, et årstall gitt av Oppdragsgiver. Under følger en overordnet oversikt over hva som er lagt til grunn i beregningene, for øvrige detaljer se Vedlegg 1 og 2.

For å gjøre resultatene sammenlignbare med 2019 er det benyttet tilsvarende kjøremønster i modellene som i dag. Når det gjelder passasjerdistribusjon har det blitt valgt å dele inn dagen for alle scenarier i 6 tidsenheter tilsvarende dagens rutetabell:

Morgen	Morgen Rush	Dag	Ettermiddag Rush	Kveld	Natt

I ekstern prognose baseres beregningen på ulike reisedata tilgjengeliggjort av Oppdragsgiver fra datakilder delt av Oppdragsgiver, Skyss og Entur. Prognosene gjelder i

dette tilfellet bybanetrafikken i BT4 og BT5, som er utarbeidet forbindelse med planleggingen av disse byggetrinnene. Prognosedata er hentet fra en konsulentrapport gjort av Norconsult, samt et notat fra Fylkesdirektør Rune Haugsdal (Se vedlegg 1).

Korridoranalysen baseres på faktiske passasjertall og passasjerdistribusjon høsten 2019, for buss og bane fra kollektivtransportkorridoren mellom Flesland og Vågsbotn. Prosjektet har gjennomført egne korridoranalyser ved å benytte Skyss sine AVL- og APC-data fra oktober og november 2019 for all kollektivtransport i korridoren. Prosjektet har brukt tallmateriale fra 2019 fordi det ikke er ønskelig å benytte tallmateriale fra 2020 og 2021, hvor passasjertallene er påvirket av COVID 19. Dette scenariet er beskrevet i vedlegg 2.

3.1.1 Kapasitet

Oppdragsgiver ønsket i denne rapporten å sette

- Minimumskapasitet til 6 vogner per timer
    - Per i dag har Bybanen på visse tidspunkt 4 vogner per time
- Maksimumkapasitet til 30 vogner per time

3.1.2 Kostnader

For å beregne kostnader har prosjektet brukt tallmateriale innhentet fra Skyss, hvor kostnad per time for Bybanen er beregnet til 109 kr, noe som stemmer med kostnadsnivået i Bybanens årsrapport for 2019.

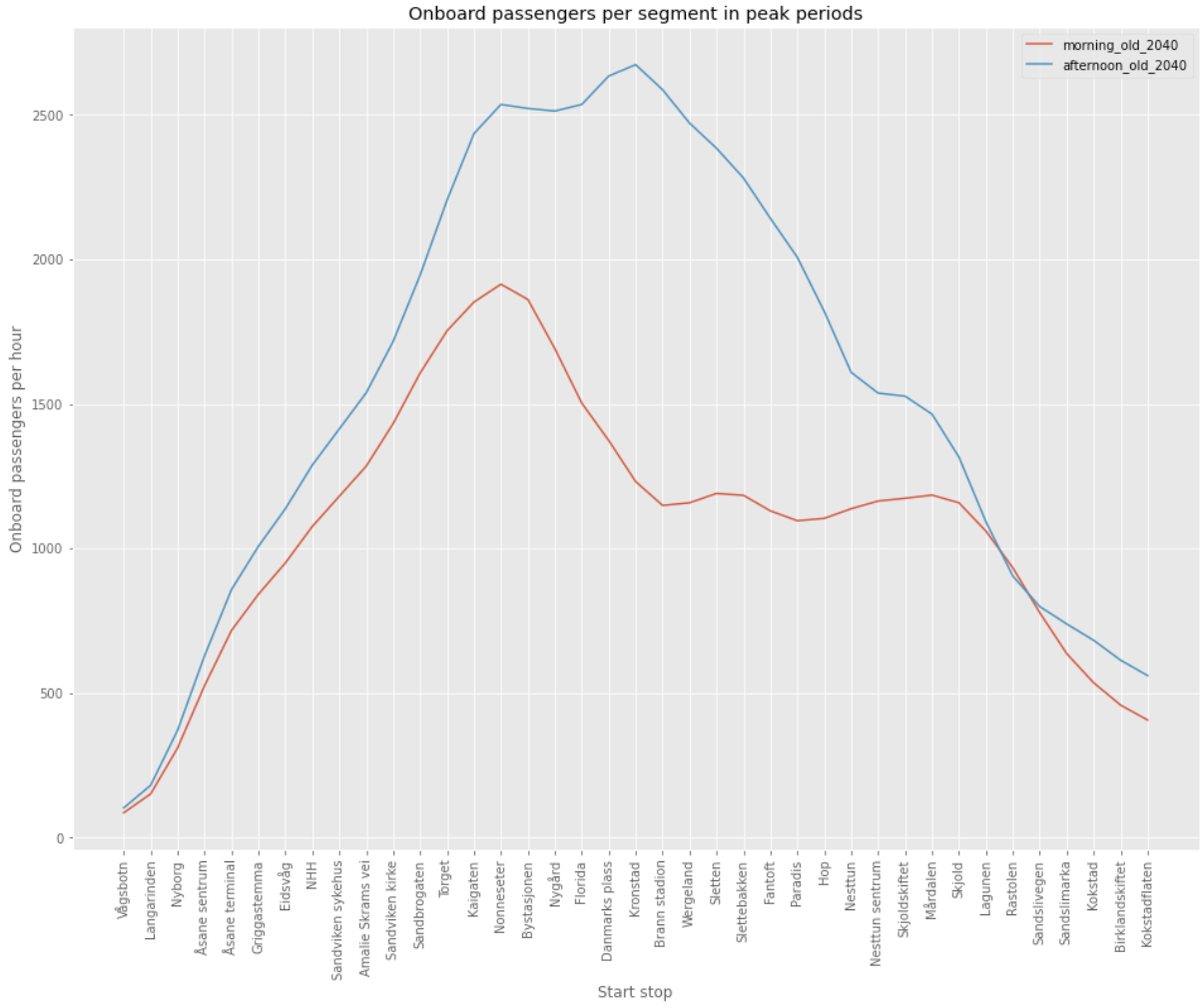
3.2 Optimalisering basert på ekstern prognose

Som nevnt har prosjektet benyttet tilgjengelige datakilder og prognoser til å simulere konsekvenser ved drift av bybanen, under ulike forutsetninger for passasjergrunnlag. Det har også blitt gjort nødvendige bearbeidinger for å benytte analyseverktøyet til Asistobe AS, nærmere beskrevet i Vedlegg 1.

Denne modellen medfører at prosjektet har benyttet følgende passasjergrunnlag for Bybanen i 2040:

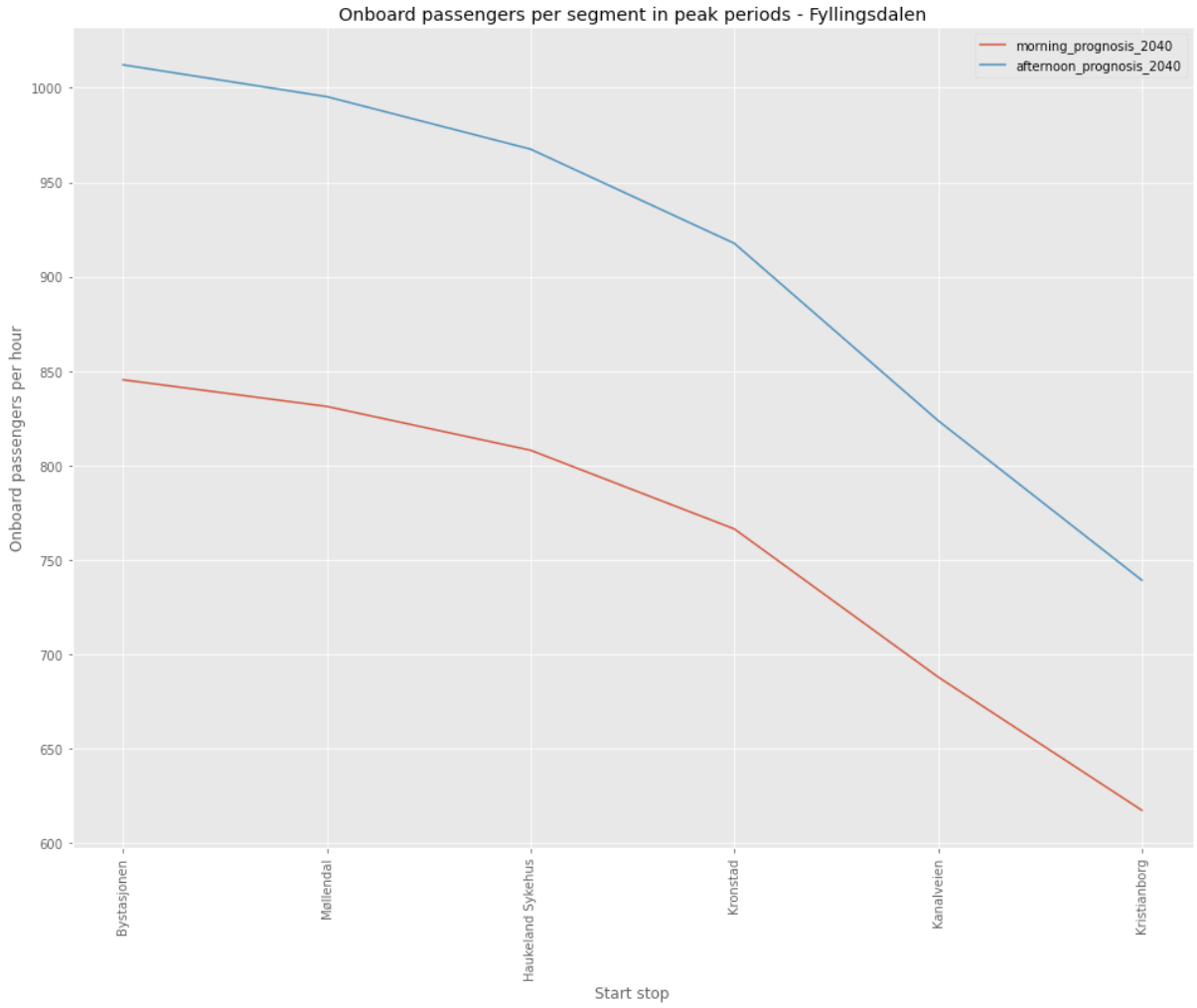
- Kaigaten til Flesland, begge retninger, 124 000 passasjerer per dag
- Kaigaten til Åsane, begge retninger, 57 500 passasjerer per dag
- Kaigaten til Fyllingsdalen, begge retninger, 40 000 passasjerer per dag

Prosjektet valgt å bruke følgende passasjerdistribusjon i analysene for Vågsbotn til Flesland:



Figur 2 Ombordpassasjerer per segment i rushtider retning Flesland

Prosjektet valgt å bruke følgende passasjerdistribusjon i analysene for Sentrum til Fyllingsdalen:



Figur 3 Ombordpassasjerer per segment i rushtider retning Fyllingsdalen

3.2.1 Mulige driftskonsept

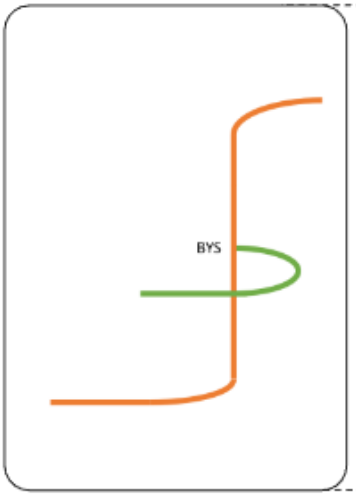
For å ha et sammenligningsgrunnlag for optimaliseringene, har prosjektet beregnet hvordan dagens rutetabell hadde fungert dersom strekningene

- Flesland – Vågsbotn, og
- Sentrum – Fyllingsdalen

hadde blitt kjørt som to separate linjer.

Merk: I alle de optimaliserte scenariene er det etter avtale med Oppdragsgiver simulert med minimum 6 vogner pr. time, selv om passasjerdistribusjonen på enkelte segmenter ville medført færre vogner per time for å oppnå 75% fyllingsgrad. Dette gjør også at Scenario 1-6 ikke er helt sammenlignbart med «0-alternativet» ettersom dette opererer med 4 vogner per time på visse tidspunkter i driftsdøgnet.

Scenario 0)



Rutetabell med fast antall vogner i drift, som foreslått av Skyss (innebærer opp til 115% fyllingsgrad)

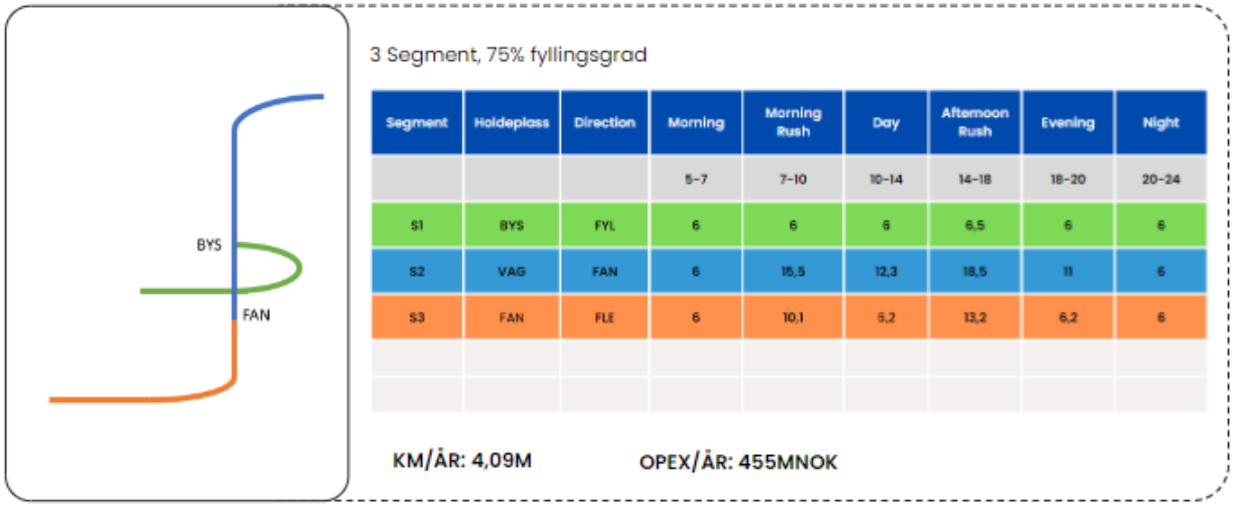
Segment	Holdeplass	Direction	Morning	Morning Rush	Day	Afternoon Rush	Evening	Night
			5-7	7-10	10-14	14-18	18-20	20-24
S1	BYS	FYL	4	12	8	12	8	6
S3	NHH	FLE	4	12	8	12	8	6

KM/ÅR: 3,75M OPEX/ÅR: 409MNOK

Figur 4 Prognose: Scenario 0

Som figur 10 viser ville dagens rutetabell tilfredsstilt etterspørselen, med unntak av at kapasiteten på noen tidspunkter ville vært overskredet med opp til 115% fyllingsgrad.

Scenario 1)

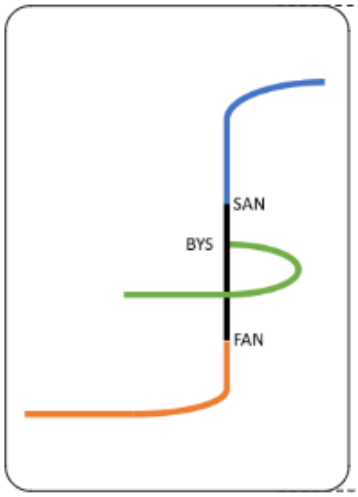


Segment	Holdeplass	Direction	Morning	Morning Rush	Day	Afternoon Rush	Evening	Night
			5-7	7-10	10-14	14-18	18-20	20-24
S1	BYS	FYL	6	6	6	6,5	6	6
S2	VAG	FAN	6	15,5	12,3	18,5	11	6
S3	FAN	FLE	6	10,1	6,2	13,2	6,2	6

Figur 5 Prognose: Scenario 1

I scenario 1 er nettverket optimalisert ved å bruke 3 segmenter og 75% fyllingsgrad. Som figur 11 viser, ville de ideelle segmentene strekke seg fra Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til Fantoft og Fantoft til Flesland. Både produksjonsdistansen og kostnaden er noe høyere enn «0-alternativet»

Scenario 2)



4 Segment, 75% fyllingsgrad

Segment	Holdeplass	Direction	Morning	Morning Rush	Day	Afternoon Rush	Evening	Night
			5-7	7-10	10-14	14-18	18-20	20-24
S1	BYS	FYL	6	6	6	6,5	6	6
S2	VAG	FAN	6	7,9	6	9,5	11	6
S3	SAN	FLE	6	15,5	12,3	18,5	11	6
S4	FAN	FLE	6	10,1	6	13,2	6,2	6

KM/ÅR: 3,52M

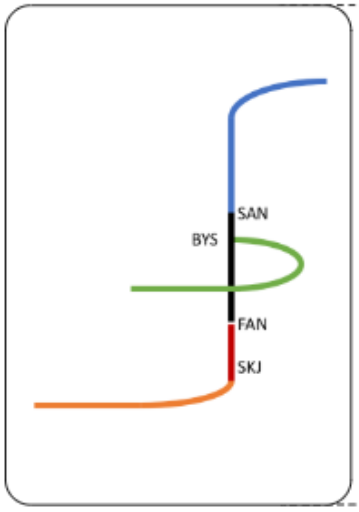
OPEX/ÅR: 384MNOK

Figur 6 Prognose: Scenario 2

I Scenario 2 økes antall segmenter til 4 og beholder optimalisering basert på 75% fyllingsgrad. De 4 segmentene er Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til Sandviken

Kirke, Sandviken Kirke til Fantoft og Fantoft til Flesland. Som ventet blir produksjonskostnad og -distanse vesentlig redusert fra Scenario 1.

Scenario 3)



5 Segment, 75% fyllingsgrad

Segment	Holdeplass	Direction	Morning	Morning Rush	Day	Afternoon Rush	Evening	Night
			5-7	7-10	10-14	14-18	18-20	20-24
S1	BYS	FYL	6	6	6	6,5	6	6
S2	VAG	FAN	6	7,9	6	9,5	11	6
S3	SAN	FLE	6	15,5	12,3	18,5	11	6
S4	FAN	FLE	6	10,1	6	13,2	8,2	6
S5	SKJ	FLE	6	8,1	6	9,9	6	6

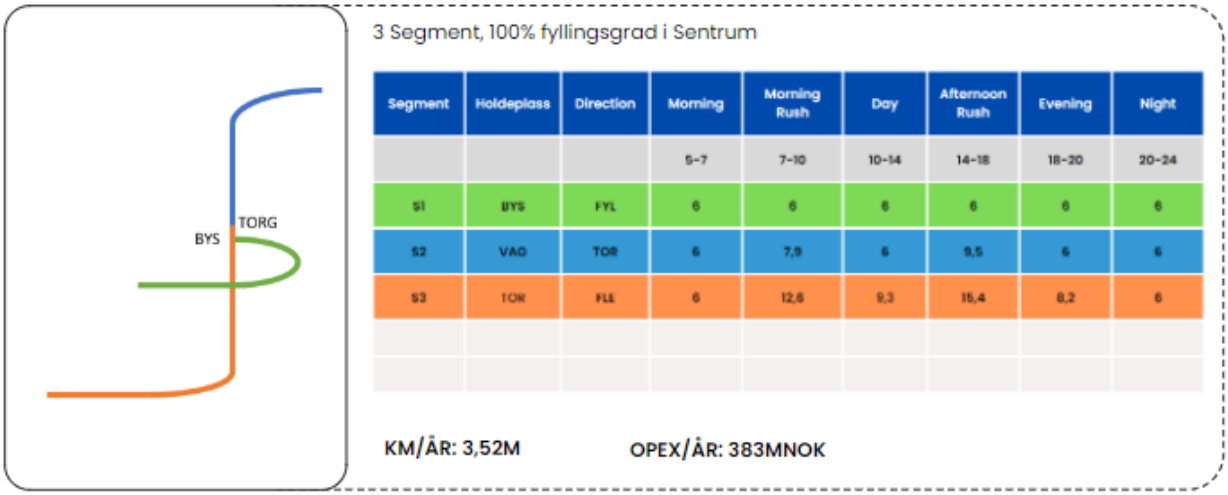
KM/ÅR: 3,42M OPEX/ÅR: 373MNOK

Figur 7 Prognose: Scenario 3

I det tredje scenariet benyttes 5 segmenter og optimalisering med 75% fyllingsgrad, Segmentene er Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til Sandviken Kirke, Sandviken Kirke til Skjoldskiftet og Skjoldskiftet til Flesland. Dette scenariet gir ikke en stor reduksjon i produksjonskostnad og -distanse i forhold til Scenario 2.

I de tre følgende scenarier har prosjektet undersøkt hvor dimensjonerende trafikken gjennom sentrum er. Optimal fyllingsgrad er justert til å være 100% i sentrum (her satt mellom Sandviken Kirke og Kronstad). Fyllingsgraden på 75% er beholdt på de ytre strekkene, dette er gjort fra et perspektiv hvor man tilbyr høyere komfort til de som reiser lengre distanser.

Scenario 4)

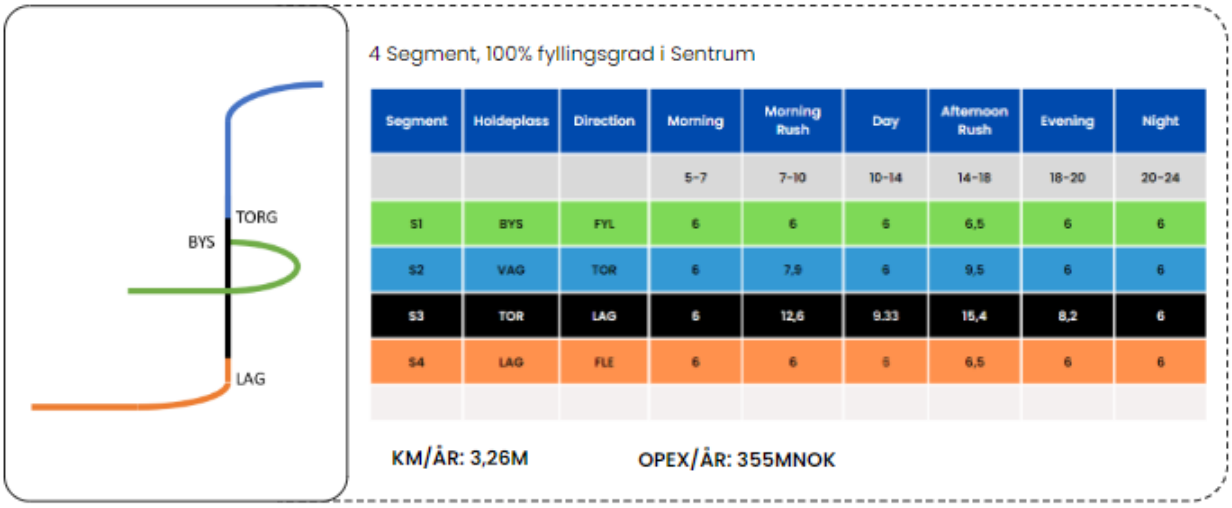


Segment	Holdeplass	Direction	Morning	Morning Rush	Day	Afternoon Rush	Evening	Night
			5-7	7-10	10-14	14-18	18-20	20-24
S1	BYS	FYL	6	6	6	6	6	6
S2	VAG	TOR	6	7,9	6	9,5	6	6
S3	TOR	FLE	6	12,6	9,3	15,4	8,2	6

Figur 8 Prognose: Scenario 4

Scenario 4 kan sammenlignes med Scenario 1, men segmentene blir noe annerledes: Vågsbotn til Torget, Bystasjonen til Fyllingsdalen og Torget til Flesland.
(Scenario 1 viste Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til Fantoft og Fantoft til Flesland.)

Scenario 5)

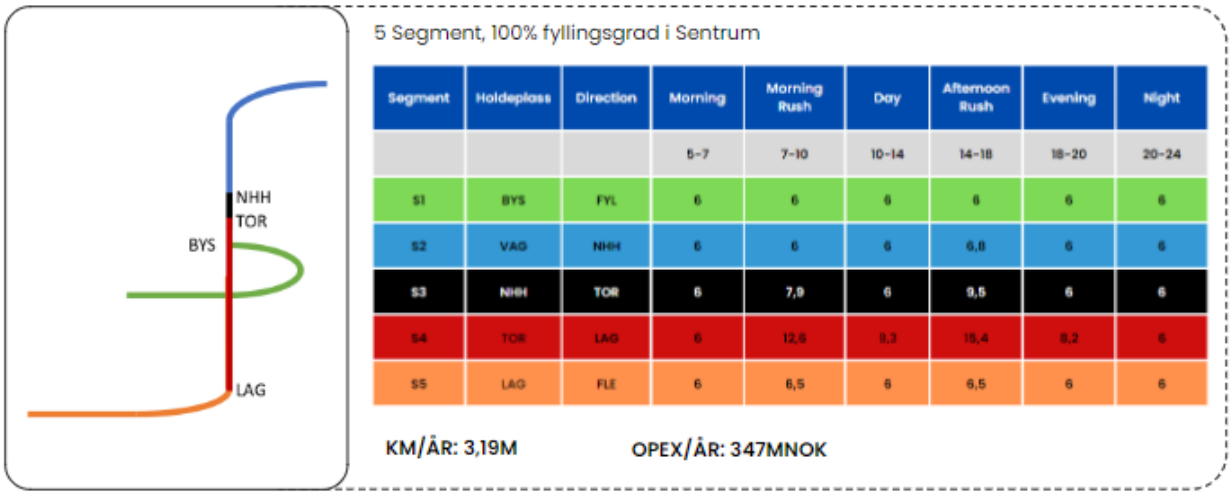


Segment	Holdeplass	Direction	Morning	Morning Rush	Day	Afternoon Rush	Evening	Night
			5-7	7-10	10-14	14-18	18-20	20-24
S1	BYS	FYL	6	6	6	6,5	6	6
S2	VAG	TOR	6	7,9	6	9,5	6	6
S3	TOR	LAG	6	12,6	9,33	15,4	8,2	6
S4	LAG	FLE	6	6	6	6,5	6	6

Figur 9 Prognose: Scenario 5

I Scenario 5 er det optimalisert for fire segmenter:
Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til Torget, Torget til Lagunen og Lagunen til Flesland.

Scenario 6)



Segment	Holdeplass	Direction	Morning	Morning Rush	Day	Afternoon Rush	Evening	Night
			6-7	7-10	10-14	14-18	18-20	20-24
S1	BYS	FYL	6	6	6	6	6	6
S2	VAG	NHH	6	6	6	6,8	6	6
S3	NHH	TOR	6	7,9	6	9,5	6	6
S4	TOR	LAG	6	12,6	8,3	15,4	8,2	6
S5	LAG	FLE	6	6,5	6	6,5	6	6

Figur 10 Prognose: Scenario 6

I Scenario 6 er det optimalisert med fem segmenter:
Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til NHH, NHH til Torget, Torget til Lagunen og Lagunen til Flesland.

Sammenlignet med nullalternativet (scenario 0) vil et slikt driftkonsept kreve 85% av vognkilometerne, tilby langt høyere komfort og i tillegg teoretisk aldri overstige 100%

kapasitet. Følgende vil det transportere flere passasjere, ettersom nullalternativet medfører strekninger og tidspunkt hvor 100% fyllingsgrad overstiges.

3.3 Optimalisering basert på korridoranalyse

I styringsgruppen ble det diskutert at passasjerprognosene og passasjerdistribusjonen for de eksterne analysene virket lave, og det skulle vise seg at tallene er signifikant lavere enn potensialet i korridoren.

Prosjektets utgangspunkt har derfor vært å se på det totale transportkapasitetsbehovet i hele nord- og sørkorridoren fra Vågsbotn til Flesland. I de videre scenariene er det like fullt regnet på løsninger hvor alle passasjerene i korridoren benytter bane, men det vil være fullmulig å benytte Transportmodellens grensesnitt til å regne på ulike modeller for kapasitetsdeling mellom bane og buss på et senere tidspunkt.

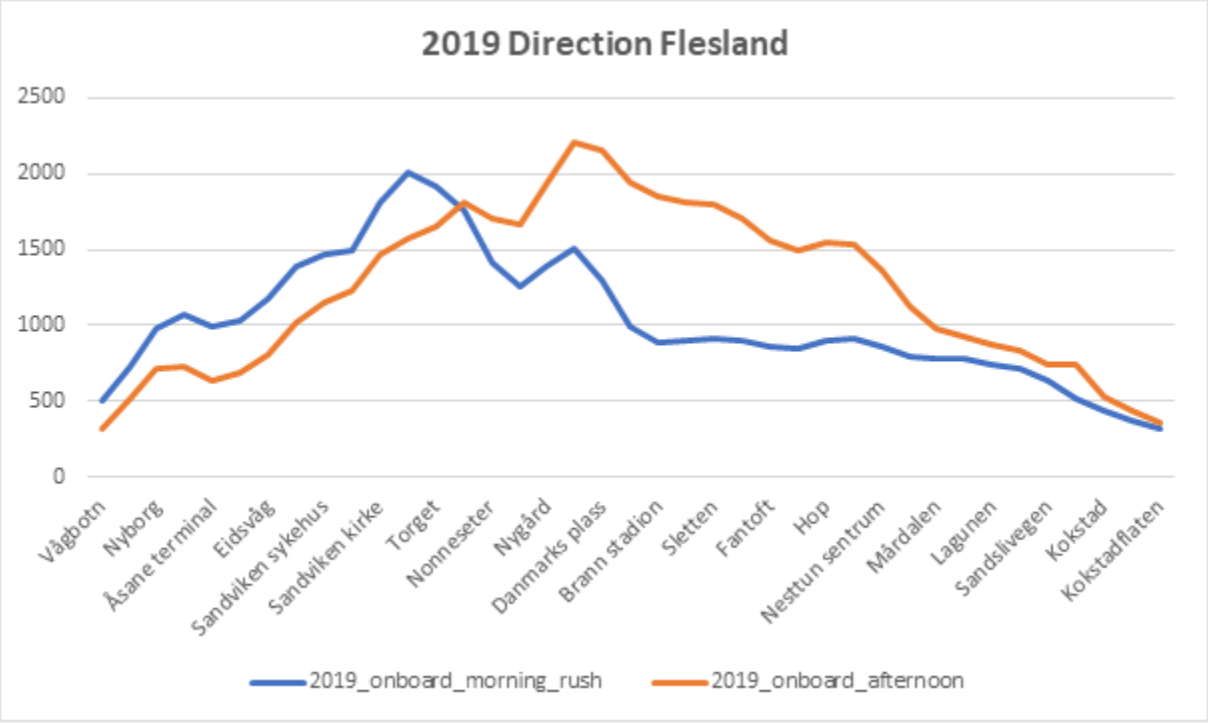
Skyss har i sin rapport *Linjenett i nordkorridoren med Bybane til Åsane* (Skyss, januar 2019) gjort tilsvarende analyser. I disse analysene har det ikke blitt laget helhetlige passasjerdistribusjoner, men det har blitt undersøkt maksimalt transportbehov i det antatte dimensjonerende snittet i nordkorridoren. Selv om den metodiske tilnærmingen er noe ulik, og Skyss kun har sett på korridoren nord for sentrum, er det verdt å merke seg at scenariene for 2040 ser ut til å være samkjørte der hvor de overlapper hverandre.

Det mest ekstreme eksempelet som presenteres i de neste scenariene, forutsetter at bybanen alene skal dekke transportbehovet i korridoren, og at busser kun vil mate passasjerer inn til bybanenettverket. I Skyss sin rapport fra 2019 har de sett på denne splitten ved å begrense Bybanen til en maksimumskapasitet på 12, 15 og 20 vogner per time, noe korridoranalysen beregner å være under halvparten av transportbehovet i korridoren. Simuleringene i dette prosjektet er, i samråd med Oppdragsgiver, gjort med et makstak på 30 vogner per time. Som det vil fremkomme er heller ikke denne kapasiteten

tilstrekkelig til å dekke det forventede transportbehovet på alle strekninger til alle tider av døgnet.

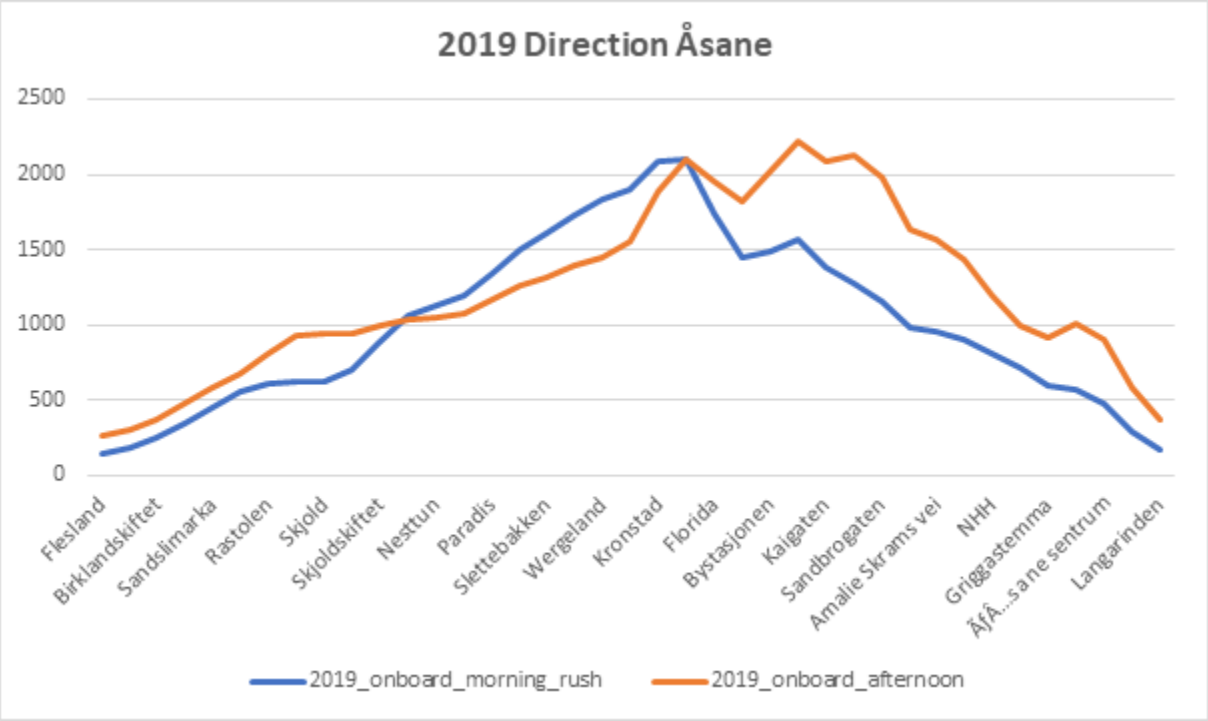
Når det gjelder bybanens infrastruktur til Fyllingsdalen, har prosjektet inntil videre beholdt passasjerdistribusjonen fra de allerede produserte prognosene. Dette er valgt fordi linjen til Fyllingsdalen utgjør en ny korridor, hvor man ikke nødvendigvis kan regne på eksisterende trafikk mellom Fyllingsdalen til Sentrum og Fyllingsdalen til Haukeland. Prosjektet ønsket å inkludere et perspektiv på infrakstruktur på denne strekningen, men grunnet tidsbegrensninger knyttet til tilstrekkelig dialog om dette med Skyss, er det dessverre ikke inkludert i denne rapporten.

De følgende figurene viser den beregnede passasjerdistribusjonen i ettermiddagsrushet og morgenrushet i retningen Vågsbotn til Flesland for 2019 på det vi kaller en «vanlig ukedag». For å lage 2040 passasjerdistribusjon, er det så beregnet en passasjervekst på 3,15% (koeffisient benyttet av Skyss i tilsvarende beregninger).



Figur 11 Passasjerdistribusjon morgen- og ettermiddagsrush retning Flesland

I figuren over viser den blå linjen ombordtall i morgenrush og ettermiddagsrush (oransje linje) i retning Flesland.



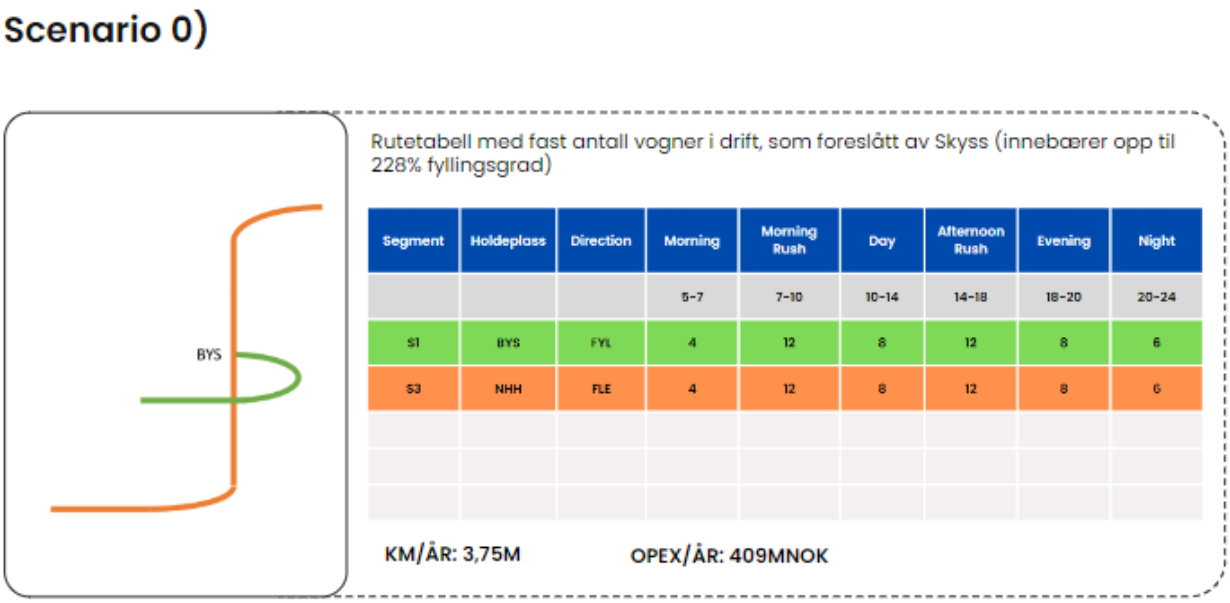
Figur 12 Passasjerdistribusjon morgen- og ettermiddagsrush retning Åsane

I figuren over viser den blå linjen ombordtall i morgenrush og ettermiddagsrush (oransje linje) i retning Åsane.

Av figurene kan man tolke at disse passasjerdistribusjonene har en vesentlig annerledes profil enn de som ble fremkom fra prognosene, likevel er det mest signifikante at passasjertallene er så mye høyere.

3.3.1 Mulige driftskonsept

Optimaliseringen basert på korridoranalyse er gjennomført med samme metode som ble benyttet for prognosene. I analysene er det satt en nedre grense på 6 vogner per time, og en øvre grense på 30 vogner per time. Kapasitetsbehovet på enkelte delstrekninger ville resultert i et vognbehov per time som ligger både over 30 vogner og under 6 vogner ved ulike tider på døgnet, men grensene er satt av hensyn til infrastrukturens maksimalkapasitet, samt Oppdragsgivers ønske om et minimumstilbud til passasjerene.



Figur 13 Korridoranalyse: Scenario 0

På samme måte som for prognosene presenteres nullalternativet (Scenario 0), som viser hvor godt dagens rutetabell vil fungere uten at man gjør driftstilpasninger knyttet til ny infrastruktur. *Som man kan lese av teksten i figuren over vil dette resultere i meget høy fyllingsgrad, på flere delstrekninger kommer man over 200% fyllingsgrad med et maksimum på 288%.*

Scenario 7)



Lines	Place	Direction	Morning (5-7)	Morning rush (7-10)	Day (10-14)	Afternoon (14-18)	Evening (18-20)	Night (20-24)
1	Fyllingsdalen-Bystasjonen	2	6	6	6	6.48	6	6
1	Bystasjonen-Fyllingsdalen	1	6	6	6	6.48	6	6
2	Mårdalen-Vågsbotn	2	7.63	30	15.45	26.29	14.94	9.09
2	Vågsbotn-Mårdalen	1	7.63	30	15.45	26.29	14.94	9.09
3	Mårdalen-Flesland	1	6	12.36	6	11.5	6	6
3	Flesland-Mårdalen	2	6	12.36	6	11.5	6	6

Costs

Cost per year	Km per year
Kr 623,5M	**5,7M**

Figur 14 Korridoranalyse: Scenario 7

I scenario 7 nettverket optimalisert ved å bruke tre segmenter og 75% fyllingsgrad. Som dette scenariet viser, ville segmentene være fra Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til Mårdalen og Mårdalen til Flesland. Både produksjonsdistansen og kostnaden er noe høyere enn nullalternativet.

Scenario 8)



Lines	Place	Direction	Morning (5-7)	Morning rush (7-10)	Day (10-14)	Afternoon (14-18)	Evening (18-20)	Night (20-24)
1	NHH-Vågsbotn	2	6.93	18.43	7.31	14.02	6.32	6
1	Vågsbotn-NHH	1	6.93	18.43	7.31	14.02	6.32	6
2	Mårdalen-NHH	2	7.63	30	15.45	26.29	14.94	9.09
2	NHH-Mårdalen	1	7.63	30	15.45	26.29	14.94	9.09
3	Mårdalen-Flesland	1	6	12.36	6	11.5	6	6
3	Flesland-Mårdalen	2	6	12.36	6	11.5	6	6
4	Bystasjonen-Fyllingsdalen	1	6	6	6	6.48	6	6
4	Fyllingsdalen-Bystasjonen	2	6	6	6	6.48	6	6

Costs

Cost per year
Kr 550,4M

Km per year
5M

Figur 15 Korridoranalyse: Scenario 8

I Scenario 8 økes det til fire segmenter og beholder optimalisering basert på 75% fyllingsgrad. De fire segmentene er Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til NHH, NHH til Mårdalen og Mårdalen til Flesland. Som ventet blir produksjonskostnad og -distanse vesentlig redusert fra Scenario 7.

Scenario 9)



Lines	Place	Direction	Morning (5-7)	Morning rush (7-10)	Day (10-14)	Afternoon (14-18)	Evening (18-20)	Night (20-24)
1	NHH-Vågsbotn	2	6.93	18.43	7.31	14.02	6.32	6
1	Vågsbotn-NHH	1	6.93	18.43	7.31	14.02	6.32	6
2	Fantoft-NHH	2	7.63	30	15.45	26.29	14.94	9.09
2	NHH-Fantoft	1	7.63	30	15.45	26.29	14.94	9.09
3	Fantoft-Mårdalen	1	6.98	21.02	8.61	18.34	7.85	6
3	Mårdalen-Fantoft	2	6.98	21.02	8.61	18.34	7.85	6
4	Mårdalen-Flesland	1	6	12.36	6	11.5	6	6
4	Flesland-Mårdalen	2	6	12.36	6	11.5	6	6
5	Bystasjonen-Fyllingsdalen	1	6	6	6	6.48	6	6
5	Fyllingsdalen-Bystasjonen	2	6	6	6	6.48	6	6

Costs

Cost per year
Kr 623,5M

Km per year
5,7M

Figur 16 Korridoranalyse: Scenario 9

I Scenario 9 optimaliseres det med 75% fyllingsgrad, og det benyttes 5 segmenter. Segmentene er Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til NHH, NHH til Mårdalen og Mårdalen til Flesland. Dette gir ikke en stor reduksjon i produksjonskostnad og -distanse i forhold til Scenario 8.

I de tre følgende scenarier har prosjektet undersøkt hvor dimensjonerende trafikken gjennom sentrum er. Optimal fyllingsgrad er justert til å være 100% i sentrum (her satt mellom Sandviken Kirke og Kronstad). Fyllingsgraden på 75% er beholdt på de ytre strekkene, dette er gjort fra et perspektiv hvor man tilbyr høyere komfort til de som reiser lengre distanser.

Scenario 10)



Lines	Place	Direction	Morning (5-7)	Morning rush (7-10)	Day (10-14)	Afternoon (14-18)	Evening (18-20)	Night (20-24)
1	Mårdalen-Vågsbotn	2	7.12	27.24	11.59	21.3	11.2	6.82
1	Vågsbotn-Mårdalen	1	7.12	27.24	11.59	21.3	11.2	6.82
2	Mårdalen-Flesland	1	6	12.36	6	11.5	6	6
2	Flesland-Mårdalen	2	6	12.36	6	11.5	6	6
3	Bystasjonen-Fyllingsdalen	1	6	6	6	6.22	6	6
3	Fyllingsdalen-Bystasjonen	2	6	6	6	6.22	6	6

Costs

Cost per year
Kr 535M

Km per year
4,9M

Figur 17 Korridoranalyse: Scenario 10

Scenario 10 kan sammenlignes med Scenario 6 selv om segmentene blir litt annerledes; Vågsbotn til Mårdalen, Mårdalen til Flesland, Bystasjonen til Fyllingsdalen. Fyllingsgrad er satt til 100% i Sentrum og 75% utenfor.

Scenario 11)



Lines	Place	Direction	Morning (5-7)	Morning rush (7-10)	Day (10-14)	Afternoon (14-18)	Evening (18-20)	Night (20-24)
1	NHH-Vågsbotn	2	6.93	18.43	7.31	14.02	6.32	6
1	Vågsbotn-NHH	1	6.93	18.43	7.31	14.02	6.32	6
2	Mårdalen-NHH	2	7.12	27.24	11.59	21.3	11.2	6.82
2	NHH-Mårdalen	1	7.12	27.24	11.59	21.3	11.2	6.82
3	Mårdalen-Flesland	1	6	12.36	6	11.5	6	6
3	Flesland-Mårdalen	2	6	12.36	6	11.5	6	6
4	Bystasjonen-Fyllingsdalen	1	6	6	6	6.22	6	6
4	Fyllingsdalen-Bystasjonen	2	6	6	6	6.22	6	6

Costs

Cost per year
Kr 492,3M

Km per year
4,5M

Figur 18 Korridoranalyse: Scenario 11

I Scenario 11 er det optimalisert for for segmenter; Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til NHH, NHH til Mårdalen og Mårdalen til Flesland. Fyllingsgrad er satt til 100% i Sentrum og 75% utenfor.

Scenario 12)



Lines	Place	Direction	Morning (5-7)	Morning rush (7-10)	Day (10-14)	Afternoon (14-18)	Evening (18-20)	Night (20-24)
1	NHH-Vågsbotn	2	14.55	38.7	15.34	29.45	13.28	8.13
1	Vågsbotn-NHH	1	14.55	38.7	15.34	29.45	13.28	8.13
2	Fantoft-NHH	2	16.01	69.22	32.45	55.21	31.37	19.1
2	NHH-Fantoft	1	16.01	69.22	32.45	55.21	31.37	19.1
3	Fantoft-Mårdalen	1	14.66	44.14	18.08	38.51	16.48	8.9
3	Mårdalen-Fantoft	2	14.66	44.14	18.08	38.51	16.48	8.9
4	Mårdalen-Flesland	1	11.35	25.96	12.23	24.15	11.95	6.55
4	Flesland-Mårdalen	2	11.35	25.96	12.23	24.15	11.95	6.55
5	Bystasjonen-Fyllingsdalen	1	6	11.36	8.48	13.61	8.31	6
5	Fyllingsdalen-Bystasjonen	2	6	11.36	8.48	13.61	8.31	6

Costs

Cost per year	Km per year
Kr 480,7M	**4,4M**

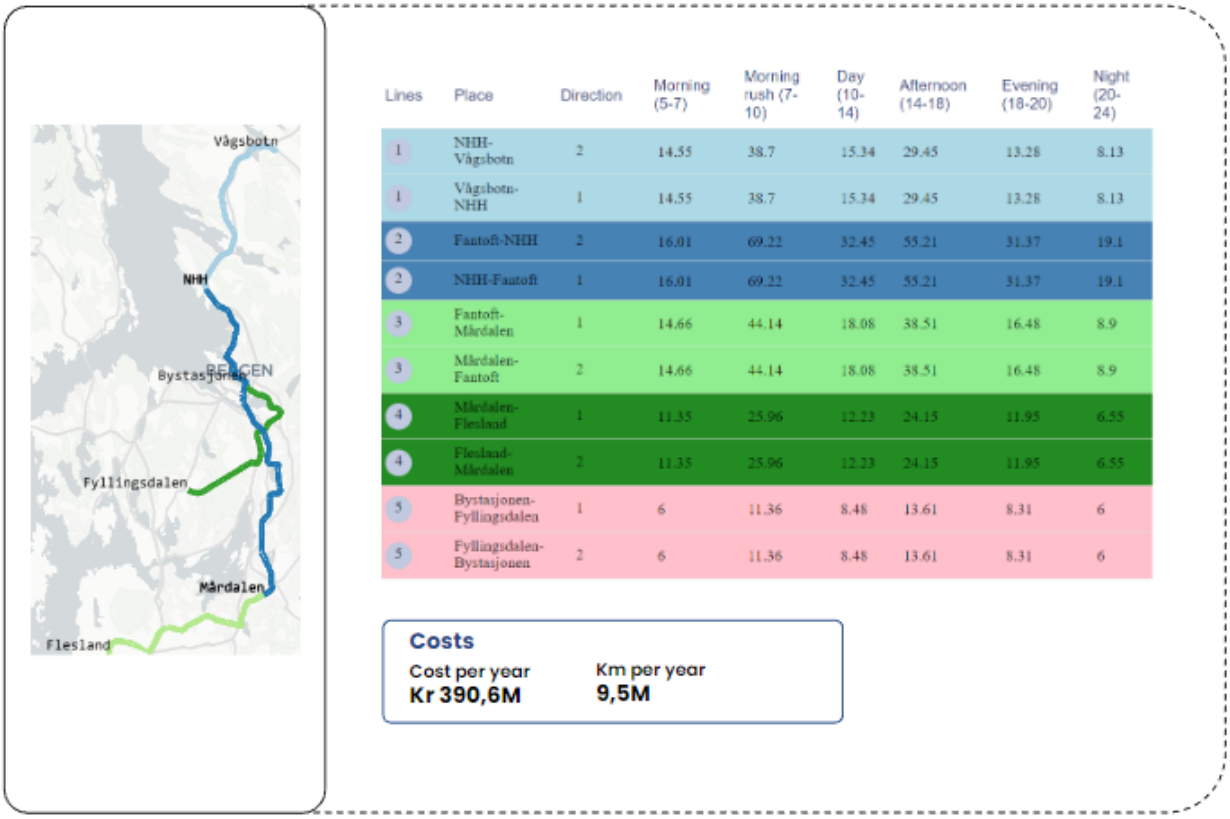
Figur 19 Korridoranalyse: Scenario 12

I Scenario 12 er det optimalisert for fem segmenter; Bystasjonen til Fyllingsdalen, Vågsbotn til NHH, NHH til Fantoft, Fantoft til Skjoldskiftet og Skjoldskiftet til Flesland. Fyllingsgrad er satt til 100% i Sentrum og 75% utenfor.

Sammenlignet med nullalternativet vil et slikt driftskonsept kreve 118% av vognkilometrene, 4,4M vognkilometer kontra 3,75M. Likevel, der hvor nullalternativet hadde vesentlig underkapasitet, vil scenario 12 tilby langt høyere komfort og i tillegg teoretisk aldri overstige 100% kapasitet. Følgende vil det være mulig å transportere langt flere passasjerer. Scenario 12 representerer således et totalt sett vesentlig mer kostnadsmessig driftskonsept for Bybanen. I tillegg til at det vil muliggjøre vesentlig reduksjon av parallelt busstilbud i korridoren.

Scenario med buss

Som et eksempel illustrates det også hvordan hele dette nettverket ville sett ut dersom det kun var betjent av busser, her beregnet med maks kapasitet på 100 passasjerer.



Lines	Place	Direction	Morning (5-7)	Morning rush (7-10)	Day (10-14)	Afternoon (14-18)	Evening (18-20)	Night (20-24)
1	NHH-Vågsbotn	2	14.55	38.7	15.34	29.45	13.28	8.13
1	Vågsbotn-NHH	1	14.55	38.7	15.34	29.45	13.28	8.13
2	Fantoft-NHH	2	16.01	69.22	32.45	55.21	31.37	19.1
2	NHH-Fantoft	1	16.01	69.22	32.45	55.21	31.37	19.1
3	Fantoft-Mårdalen	1	14.66	44.14	18.08	38.51	16.48	8.9
3	Mårdalen-Fantoft	2	14.66	44.14	18.08	38.51	16.48	8.9
4	Mårdalen-Flesland	1	11.35	25.96	12.23	24.15	11.95	6.55
4	Flesland-Mårdalen	2	11.35	25.96	12.23	24.15	11.95	6.55
5	Bystasjonen-Fyllingsdalen	1	6	11.36	8.48	13.61	8.31	6
5	Fyllingsdalen-Bystasjonen	2	6	11.36	8.48	13.61	8.31	6

Costs

Cost per year
Kr 390,6M

Km per year
9,5M

Figur 20 Korridoranalyse: Scenario med buss

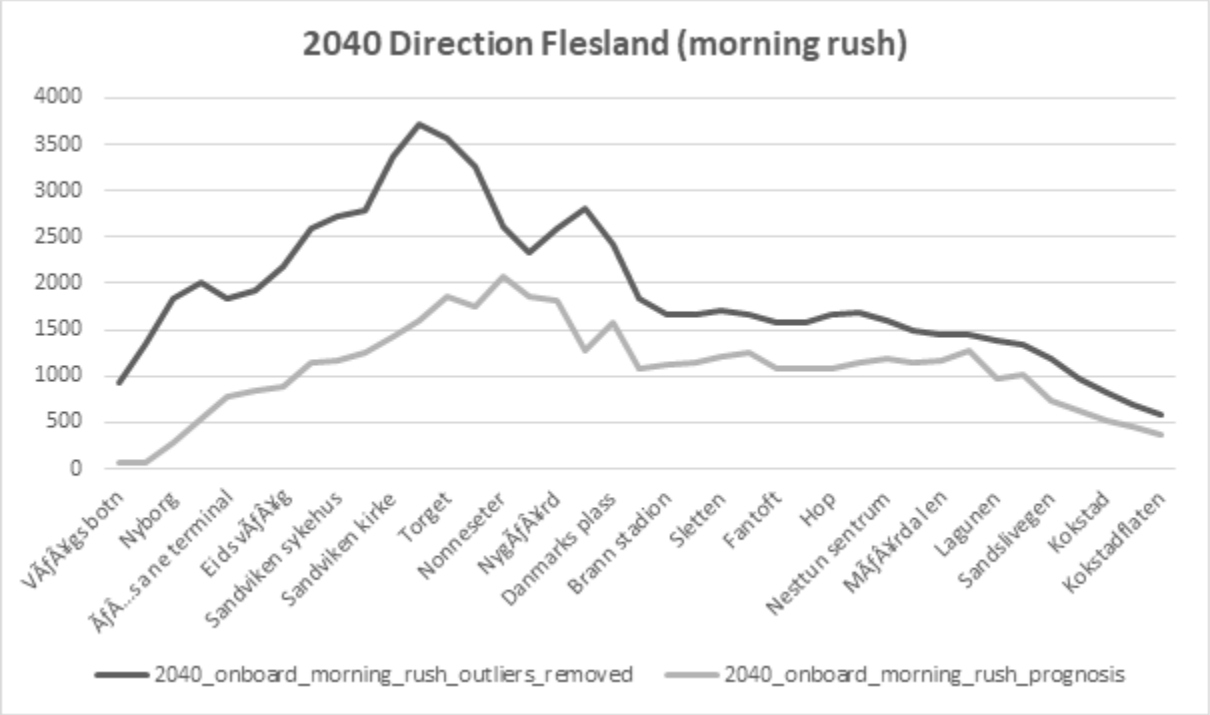
Merk: Ut ifra de kostnadstallene prosjektet har fått oppgitt fra Skyss, har buss en driftskostnad på 41 kroner/km mot bybanens 109 kroner/km. Dette gir det interessante økonomiske resultatet at et bussnettverk fremstår som rimeligere enn bybanenettverket, selv om forskjellen i kjørelengde er bybanens 4,8M km, hvor bussnettverket ville måtte kjøre litt over 9.5M kilometer. Det er imidlertid svært tvilsomt at nettet kunne vært betjent av busser på denne måten uten at de kjørte på egen trase man ville dermed fått synliggjort infrastrukturens vedlikeholdskostnad, og fått en kilometerkostnad som vil nærme seg bybanens. Som det fremkommer i figuren nedenfor, ville korridoren i noen segmenter

måtte betjenes av opptil 70 busser i timen, dette uten at busstrafikk i andre korridorer er iberegnet.

3.4 Passasjerdistribusjoner og sammenligning

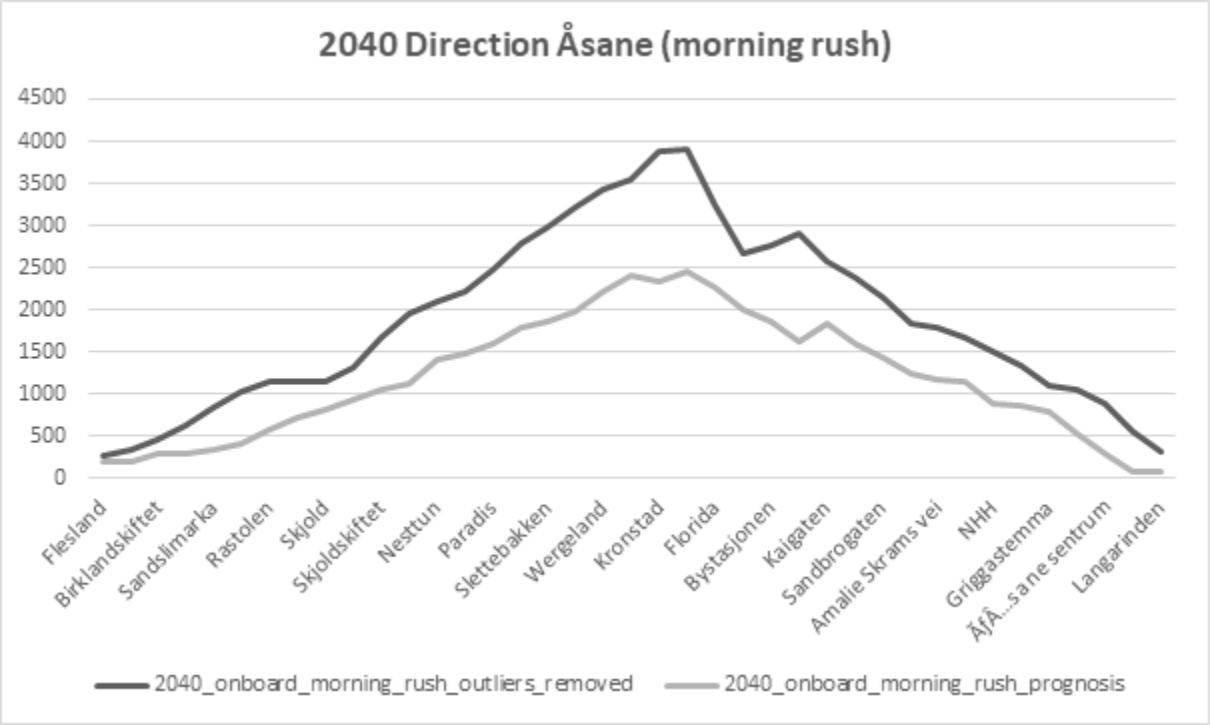
De to metodene viser variasjon i distribusjon og volum. Dette kan skyldes at de eksterne analysene kun beregner prognose for Bybanen, uten å hensynta hvor mye av passasjertrafikken som skal håndteres av buss.

3.4.1 Sammenligning passasjerdistribusjon - Morgenrush



Figur 21 Sammenligning passasjerdistribusjon morgen retning Flesland. Korridoranalyse (mørkegrå) og Prognose (lysegrå)

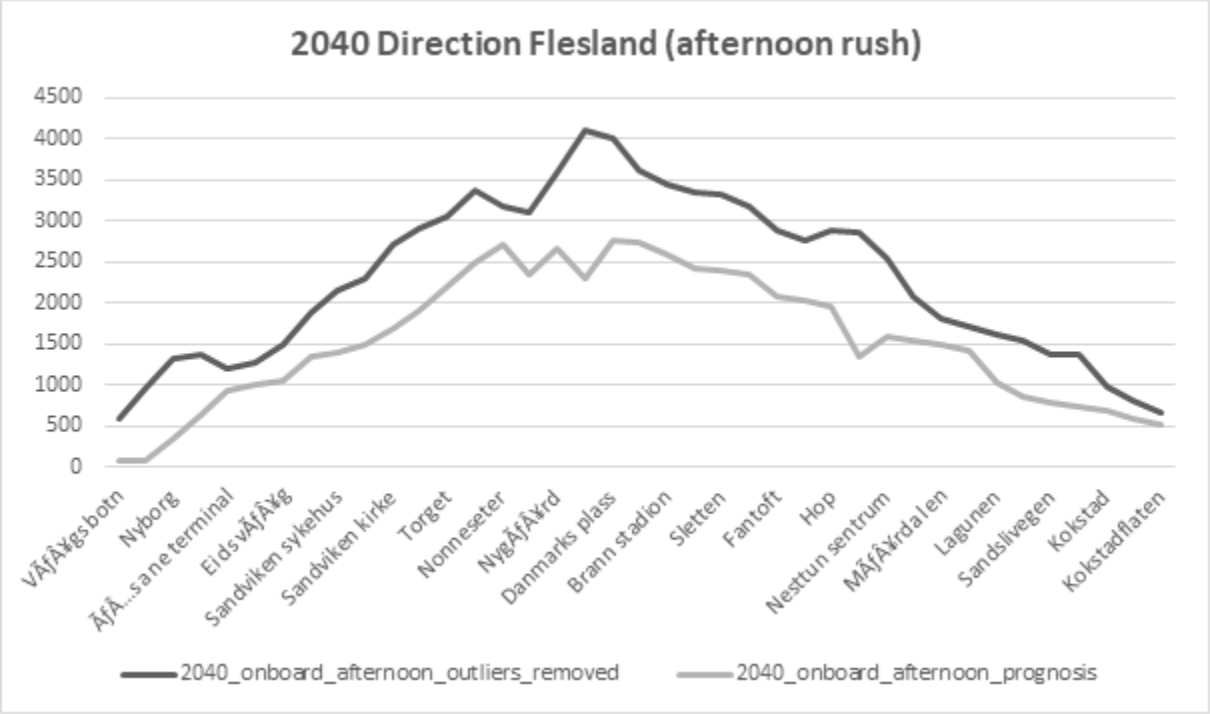
Som man kan lese av figur 3 er volumet i passasjerdistribusjonen estimert vesentlig høyere mellom Vågsbotn og Danmarksplass i korridoranalysen kontra prognosen. Dette kan som nevnt skyldes at prognosene ikke tar høyde for passasjertrafikken som i dag blir håndtert av buss.



Figur 22 Sammenligning passasjerdistribusjon morgen retning Åsane. Korridoranalyse (mørkegrå) og Prognose (lysegrå)

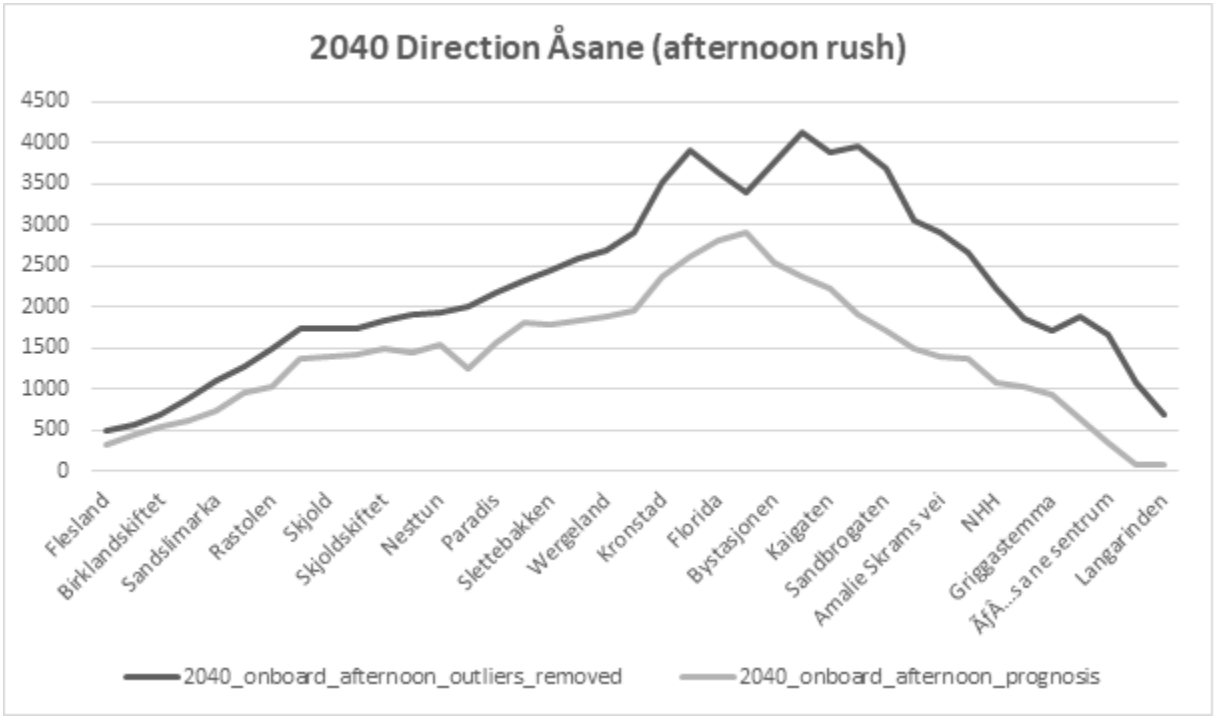
I retning Åsane er ikke variasjonen like fremtredende, samt at volumet spriker mest mellom Nesttun og sentrum.

3.4.2 Sammenligning passasjerdistribusjon - Ettermiddagsrush



Figur 23 Sammenligning passasjerdistribusjon ettermiddag retning Flesland. Korridoranalyse (mørkegrå) og Prognose (lysegrå)

Det mest fremtredende distribusjonsavviket mellom de to analysene for ettermiddagsrushet i retning Flesland, kan observeres i området rundt Danmarksplass, samt Nesttun sentrum.



Figur 24 Sammenligning passasjerdistribusjon ettermiddag retning Åsane. Korridoranalyse (mørkegrå) og Prognose (lysegrå)

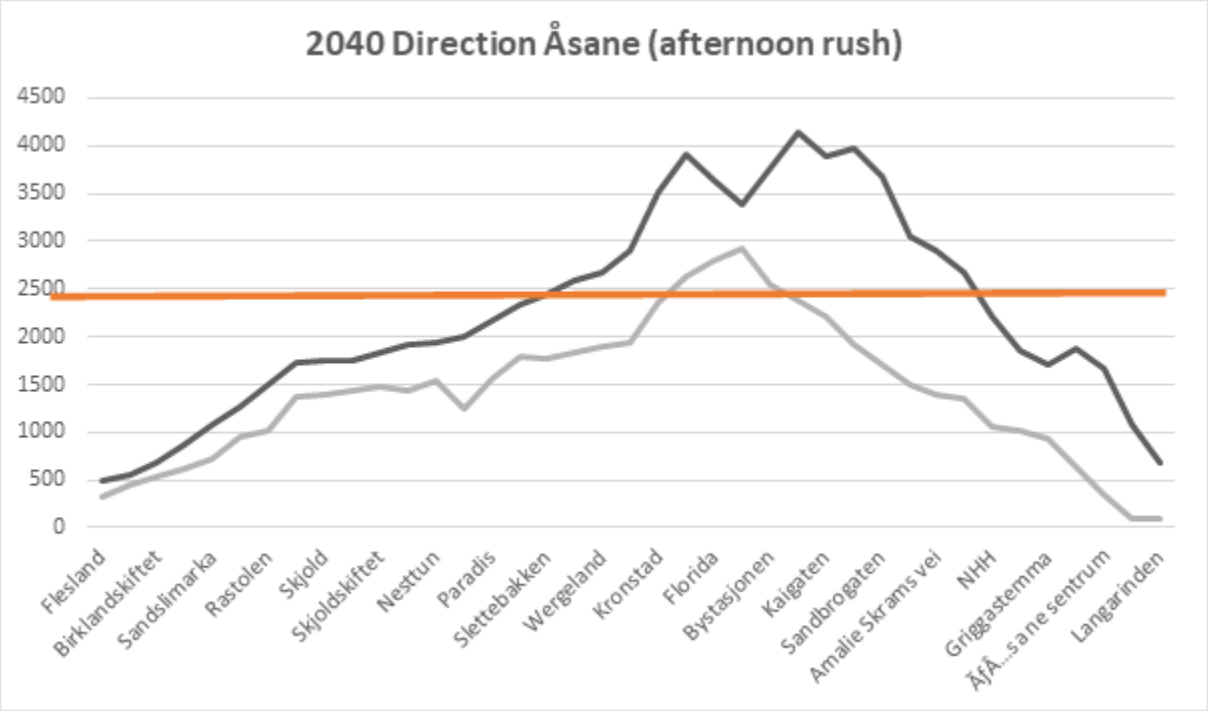
4.0 Drøfting og anbefalinger for videre arbeid

I forbindelse med reguleringsarbeidet for BT5 til Åsane har det vært hyppige diskusjoner rundt fordelingen av passasjerer mellom buss og bane. Et mulig driftskonsept som ofte har blitt trukket frem har vært at bybanen skal gå med fast frekvens fra Vågsbotn til Flesland, og fra sentrum til Fyllingsdalen. Det har også fremkommet at det ble vurdert et opplegg med to linjer:

- Vågsbotn til Fyllingsdalen, og
- Sentrum til Flesland (dagens BT1-3)

Prosjektet har ikke spesifikt vurdert de ovennevnte driftskonseptene, men det kan påpekes at slike løsninger enten vil ha lavere transportkapasitet eller bli svært kostnadskrevende, både i drift og investering, om systemet skal kjøre med mange vogner per time.

Et av driftskonseptene legger til grunn maks 15 vogner per time med en 4 minutters frekvens. Dette tilsvarer en transportkapasitet på 2400 passasjerer per time ved 75% fyllingsgrad (160 passasjerer), hvilket vil medføre at alle passasjerer over denne makskapasiteten må transporteres med buss.



Figur 25 Ettermiddagsrush retning Åsane med makskapasitet 2400 passasjerer per time.

Den oransje linjen i figuren over viser transportkapasiteten ved 15 vogner. Som man kan se av figuren overstiger begge passasjerdistribusjonene Bybanens operative transportkapasitet, og dette overskytende behovet må følgelig håndteres av buss. Dersom man sammenholder et maksimalt transportbehov på ca. 4200 passasjerer per time fra korridoranalysen med Bybanens praktiske kapasitetstak på 2400 passasjerer per time, ser man at det i rushet vil bety at busstrafikk håndterer opp mot 1800 passasjer per time. Dersom man beregner en buss sin praktiske makskapasitet til 100 passasjerer, medfører dette 18 busser per time, i tillegg til 15 Bybanevogner per time.

4.1 Eksterne prognoser kontra korridoranalyse som metodikk

De to metodene for å beregne korridorens transportbehov gir svært ulike fremskrevne passasjertall, og til dels ulik passasjerdistribusjon. Det må likevel understrekes at

prognosene ikke sier noe om hvordan transportbehov som ikke dekkes av Bybanen skal håndteres.

En analytisk prognosemodell for utregning av Bybanens transportoppdrag forutsetter at det øvrige kapasitetsbehovet skal dekkes av buss i felles korridorer. Dersom man imidlertid lager scenarier hvor Bybanen skal stå for det aller meste av transportoppdraget i korridorene, vil bussnettverket i Bergen måtte omdannes til hovedsakelig å håndtere mating til Bybanen, fremfor å være et alternativt og delvis parallelt kollektivsystem.

4.2 Planlegging og infrastruktur

I forbindelse med utbyggingen av en bys banenettverk, vil det være naturlig at en bybane tok på seg et større transportoppdrag enn buss. Bussnettverket kan understøtte transportbehovet blant annet med tanke på at en del busslinjer fortrinnsvis kan stå for ekspress pendlerlinjer og lokale direktelinjer. Asistobes planleggingsverktøy kan benyttes til å optimalisere denne buss- og banesammensetningen, og ta hensyn til kvantitativ/kvalitativ/empirisk kunnskap om hvilke helhetlige løsninger som vil tiltrekke seg flest passasjerer innenfor de totale budsjettrammene for kollektivtransport. I tråd med føringer fra prosjektet presenterer denne rapporten kun et utvalg av alle disse mulighetene.

Hvis man legger korridoranalysen til grunn for dimensjonering av bybanedriften, fremkommer det at selv med 30 vogner i timen vil det være tider på døgnet der det ikke vil være nok kapasitet til å håndtere transportbehovet på enkelte delstrekninger. Siden traseen til Åsane er gjenstand for arealplanlegging nå, vil det på et tidlig tidspunkt bli lagt premisser for hvilket transportoppdrag Bybanen kan dekke.

Dersom denne infrastrukturen ikke tilrettelegger for 30 vogner per time, samt gode vendemuligheter, vil Bergen i 2040 få et utpreget bussbasert kollektivsystem, hvis man legger til grunn et totalt transportbehov i tråd med korridoranalysene.

Det bør også vurderes om Bybanen skal kjøres med lengre vogner, og om det vil være behov for «parallelle» traseer gjennom sentrum både ut fra kapasitetsmessige og samfunnskritikale vurderinger.

Et annet viktig moment er plassering av depot langs traseen i BT5. Transportmodellen til Asistobe AS kan, som presentert i denne rapporten, bidra med anbefaling for hvor depot bør plasseres i henhold til optimaliserte segmenter og vendemuligheter for Bybanen.

Prosjektet ba om støtte fra Oppdragsgiver til å utvikle kjørbare linjer i RailSys, men det var på det tidspunktet ikke ønsket å bruke ressurser på dette før scenariene i rapporten var mer forankret. Prosjektet oppfordrer Bybanen AS til å videreutvikle forslagene før man tar beslutninger om investeringer i infrastruktur eller innfører endringer i kjøremønster.

4.3 Scenariet med buss

Lesere av rapporten bes merke seg at dette eksempelet med buss er noe utenfor prosjektets opprinnelige mandat, men det er inkludert for å illustrere verdien av Bybanens høye kapasitet. Imidlertid er transportmodellen til Asistobe AS spesielt egnet til nettopp å beregne optimal miks av buss og bane.

Som det fremgår av beregninger for passasjerdistribusjon har det blitt benyttet ulike metoder for å beregne hvor stor andel av korridorens transportbehov som skal dekkes av Bybanen:

Den ene metoden er, som Skyss benytter i sin rapport fra 2019 om Linjenettet i nordkorridoren, å bestemme Bybanens kapasitet og deretter dekke det overskytende

transportbehovet med buss. Prosjektet er tilbøyelig til å anta at det er noen slike betraktninger som ligger bak de benyttede prognosene, uten at det fremkommer hvor stort det «overskytende» transportbehovet er.

Den andre metoden er, som Asistobe AS vil argumentere for, er å utrede korridorens transportbehov og optimalisere tilbudssiden ut fra kostnads- og miljøparametre. Når Bergen investerer store summer i utbygging av Bybane er det nærliggende å først og fremst se på de løsningene hvor Bybanen dekker så stor andel som mulig av korridorens kapasitet.

Med dette i mente vil en overgang til at bybanen dekker 100% av transportbehovet i korridoren innebære et komplekst bussystem, hvor bussene mater passasjerer til bybanen, og dermed vil hver bybaneholdeplass ha behov for effektiv omstigning mellom buss og bane. Slike systemer med omfattende bytte av kollektivmidler, krever et relativt høyfrekvent matesystem for å kunne fungere, og omlegging til et slikt system kan ikke forventes å omgående bli populær hos publikum.

Asistobe AS sin programvareløsning utvikles med tanke på å løse slike utfordringer, og når Skyss sine data er tilgjengelig i riktig format, vil man kunne bruke Asistobe AS sitt planleggingsverktøy til å regne på de totale driftskostnadene i slike systemer. Dermed kan man også regne på de totale effektene av å dekke noe av transportsystemet med buss. Imidlertid er det nærliggende å begynne å analysere om kollektivnettet i 2040 har behov for en bane med større vognkapasitet enn dagens 42 metere. Det er sannsynligvis rimeligere å forlenge holdeplassene med 10-20 meter for å håndtere lengre vogner enn å måtte kjøre med så hyppige avganger som det fremkommer i de belyste scenariene i denne rapporten

4.4 Passasjerpåvirkning som følge av fyllingsgrad

Det bør analytisk sees nærmere på konsekvensen av å optimalisere for 100% fyllingsgrad gjennom sentrum, og om hvordan svært fulle vogner i sentrum påvirker reisevanene til passasjerer som skal bevege seg over lengre strekninger.

4.5 Estimert vekst og passasjerdistribusjon

Korridoranalysen estimerte et vesentlig høyere transportbehov enn det som var forutsatt i prognosegrunnlaget (3,15% vekst). Etter diskusjon med Oppdragsgiver ble det like fullt besluttet at scenariene i denne rapporten ikke legger til grunn den identifiserte årlige passasjerveksten for korridoren som i henhold til *bybanefaktoren* er på 5-7%.

4.6 Anbefaling videre arbeid og samarbeid

Asistobe AS sin Transportmodell kan benyttes til å videreutvikle en rekke nye scenarier. Prosjektet anbefaler sterkt at Oppdragsgiver søker å legge ned mer arbeid i dette sammen med andre aktører som Bergen Kommune, Vestland fylkeskommune og Skyss, spesielt for å etablere *realistiske* passasjerdistribusjoner for 2040.

Transportmodellen viser at hovednøkkelsen for å optimalisere et bybanenett er å enes om fremtidsbilder av transportbehovet (passasjerdistribusjonen) i ulike korridorer, og deretter kan man benytte Asistobe AS sine verktøy til å beregne hvordan kollektivsystemet best kan organiseres for å håndtere dette transportbehovet ved hjelp av egendefinert faktorer som kostnader, miljøparametre, passasjerkomfort, kjøretøytyper med mer.

Ved å gå frem på denne måten, bør de ulike aktørene først etablere felles forståelse for transportbehovet og deretter gjennomføre flere analyser for å identifisere optimale driftskonsepter for bane og buss.

Det understrekes at Asistobe AS i denne rapporten egentlig kun viser frem et lite antall muligheter, og at målet med å lage en Transportmodell er å utvikle et verktøy for beslutningstakere til å ta informerte valg. Det er tatt mange forbeholdi rapporten som påvirker hvilke konklusjoner som kan trekkes. Disse resultatene må dermed forstås mer som potensielle muligheter enn å leses som de absolutte beste alternativene.

Denne rapporten sier heller ingenting om linjer og utformingen av dem, men omtaler segmenter med ulikt antall vogner per time (frekvens) på forskjellige tidspunkt. Rapporten inneholder heller ikke optimalisering av vognbehov eller plassering av depoter. Transportmodellen slik den beskrives i denne rapporten omtaler kun passasjertransporten og ikke posisjonskjøring, men verktøyet kan selvsagt benyttes til å optimalisere vognpark, depotstruktur og krav til vendeanlegg. Prosjektet ønsket også at Oppdragsgiver skulle legge inn de utregnede segmentene i Railsys for å konvertere frekvensene til kjørbare linjer. Oppdragsgiver ønsket ikke å utføre dette før prosjektet ble avsluttes. Prosjektet anbefaler like fullt sterkt at Oppdragsgiver vurderer videre arbeid ved å legge inn driftsmessige føringer, for eksempel segmenter i Railsys for å konvertere frekvensene til kjørbare linjer, i Transportmodellen for å kunne beregne mer nøyaktige prognoser for kostnader (OpEx og CapEx) i de ulike scenariene.

5.0 Appendix

5.1 Ordliste

Fotnote	Begrep	Beskrivelse
12	*AI-algoritme*	AI (engelsk "artificial intelligence) er kunstig intellingens som handler om å utvikle datasystemer som kan lære av egne erfaringer og løse komplekse problemer i ulike situasjoner og miljøer. En algoritme er i matematikk og informatikk en presis beskrivelse av en endelig serie operasjoner som skal utføres for å løse problemer.
9	*APC-data*	"Automated Passenger Counting" - passasjertelling inn-ut av kjøretøy
10	*AVL-data*	"Automated Vehicle Locator" - GPS-monitorering av kjøretøybevegelser
5	*BT1-3*	Byggetrinn mellom Bergen sentrum og Bergen Lufthavn. Åpnet drift 2010/13/16
2	*BT4*	Byggetrinn mellom Bergen sentrum og Fyllingsdalen. Åpning av drift 2022/23
3	*BT5*	Byggetrinn mellom Bergen sentrum og Åsane. Forventet åpning av drift 2031
1	*Fortettingsmuligheter*	Mulighet for økning i arealutnyttelsen i eksisterende bebyggelse, vanligvis i byer og andre tettbygde områder. Fortetting skjer ved at det bygges nye hus på ledige arealer, ved oppdeling av tomter og ved påbygg eller tilbygg.
4	*Korridor*	En veistrekning, samt området rundt veistrekningen med en gitt rekkevidde i bredden,
6	*Matebuss*	Et begrep brukt innen kollektivtransport om busser som brukes til å frakte passasjerer til og fra større kollektivknutepunkter eller holdeplasser hvor de korresponderer med hovedruten
8	*Passasjerdistribusjon*	En sammenstilling av antall ombordpassasjerer som befinner seg mellom alle valgte holdeplasser til enhver tid.
11	*Segment*	Et utvalgt strekk på en linje hvor en vogn kan vende ved strekkets start og slutt.
7	*Transportmodellen*	Asistobe AS sitt software verktøy for å identifisere transportbehov, samt beregne hvordan organisering av kollektivnettverk kan optimalisere kostnadsbildet for det gitte transportbehovet.

5.2 Figurliste

Figur 1 Byutvikling og bybanen: Boenheter langs BT1-3 og øvrig byggesone i Bergen 14
Figur 2 Ombordpassasjerer per segment i rushtider retning Flesland 17
Figur 3 Ombordpassasjerer per segment i rushtider retning Fyllingsdalen 18
Figur 4 Prognose: Scenario 0 20
Figur 5 Prognose: Scenario 1 21
Figur 6 Prognose: Scenario 2 22
Figur 7 Prognose: Scenario 3 23
Figur 8 Prognose: Scenario 4 24
Figur 9 Prognose: Scenario 5 25
Figur 10 Prognose: Scenario 6 26
Figur 11 Passasjerdistribusjon morgen- og ettermiddagsrush retning Flesland 28
Figur 12 Passasjerdistribusjon morgen- og ettermiddagsrush retning Åsane 29
Figur 13 Korridoranalyse: Scenario 0 30
Figur 14 Korridoranalyse: Scenario 7 31
Figur 15 Korridoranalyse: Scenario 8 32
Figur 16 Korridoranalyse: Scenario 9 33
Figur 17 Korridoranalyse: Scenario 10 34
Figur 18 Korridoranalyse: Scenario 11 35
Figur 19 Korridoranalyse: Scenario 12 36
Figur 20 Korridoranalyse: Scenario med buss 37
Figur 21 Sammenligning passasjerdistribusjon morgen retning Flesland. Korridoranalyse (mørkegrå) og Prognose (lysegrå) 38
Figur 22 Sammenligning passasjerdistribusjon morgen retning Åsane. Korridoranalyse (mørkegrå) og Prognose (lysegrå) 39
Figur 23 Sammenligning passasjerdistribusjon ettermiddag retning Flesland. Korridoranalyse (mørkegrå) og Prognose (lysegrå) 40
Figur 24 Sammenligning passasjerdistribusjon ettermiddag retning Åsane. Korridoranalyse (mørkegrå) og Prognose (lysegrå) 41
Figur 25 Ettermiddagsrush retning Åsane med makskapasitet 2400 passasjerer per time. 43

5.3 Referanser

Bybanen til Åsane – BT5. Reguleringsplan med teknisk forprosjekt RA-DS0-007. https://miljoloftet.no/globalassets/bybanen-til-asane/dokumenter/dokumenter-skissefasen/ra-ds0-007-oppsummering-skissefasen.pdf

Linjenett i nordkorridoren med Bybane til Åsane (Skyss, Januar 2019) https://miljoloftet.no/globalassets/bybanen-til-asane/dokumenter/oppsummering-av-skissefasen-for-tunnelalternativet.pdf

Møtepapir SG 0518 Miljøløftet Vedlegg 4 «Avkorting av Bybanen til Fyllingsdalen ved Fyllingsdalen terminal https://miljoloftet.no/globalassets/sentrale-dokumenter/styringsgruppen/2018/saksliste-sg-2018/2018/motepapir-sg-0518-miljoloftet-06.04.2018.pdf

5.4 Vedlegg 1: Modellering 2040 Scenario - Prognose

Datakilder benyttet:

- AVL data Skyss/Bybanen
- Entur API (geometri)
- HASTUS ruteeksport /Skyss API

Andre kilder:

- Konsulentrapporter for dimensjonering av Bybanen 2040.
    - Bybanen til Åsane – BT5. Reguleringsplan med teknisk forprosjekt RA-DS0-007.
    - Møtepapir SG 0518 Miljøløftet Vedlegg 4 «Avkorting av Bybanen til Fyllingsdalen ved Fyllingsdalen terminal

Danne baseline 2019

Vi har benyttet AVL data for perioden 1.10.19-30.11.19 hentet fra Skyss sine databaser. Tidsperioden for dataen ble valgt da den inneholder lite forstyrrelser av ferier, helligdager og eventer. Da det er rushtidene som er dimensjonerende for Bybanens infrastruktur har vi valgt å se vekk fra helger, og fokusert analysene på kjøring i hverdager. For å kunne bruke dataen måtte det gjøres en større jobbe med å vaske ut åpenbart ugyldige data og knytte data på tvers av de tilgjengelige kildene. Svakheter i dataen er tydeligst i passasjertellinger med åpenbart høyere antall passasjerer enn Bybanens vognsett tillater. Enkelte tidsperioder i datautvalget har større svakheter enn andre. Dersom datagrunnlaget for simulasjonene er svakt for tidsperioden vil verktøyet varsle om dette og anbefale tilpasninger av spørringene.

Strukturering av data:

Definere retninger:

- Dataene er delt opp i to retninger, Flesland til Byparken, og Byparken til Flesland

Definere tidsperioder:

- Dataene er delt opp i 6 tidsperioder over døgnet.
  - Morgen kl 05-07
  - Morgen Rush kl 07-10
  - Dagtid kl 10-14
  - Ettermiddagsrush kl 14-18
  - Kveld kl 18-20
  - Natt kl 20-24

Når definisjonene for reiseretning og tidsperiodene ble etablert begynte man å regne ut døgnfordelingene av passasjerer langs linjen. Tilgjengelig AVL data inneholder ikke reiselengden til passasjerene. Dette ble løst i prosjektet ved å bruke totalsummen av passasjerer om bord i tidsperiodene fordelt over døgnfordeling. Dette ble simulert for hvert tidsintervall som er analysert.

Da passasjerbelastningen er ujevnt fordelt over linjen, og dataen ikke forteller oss hvor langt passasjerer reiser har det vært behov for også å dele linjen opp i mer uniforme delstrekninger for å kunne danne oss et bilde av hvor langt enkeltindivider reiser med bybanen.

Oppsummert har simuleringen tatt for seg:

- Fordelingen av «Antall passasjerer»/tidsperiode
- Fordelingen av («Antall passasjerer»/tidsperiode)/delstrekning

Distribusjonsanalysene identifiserte at gjennomsnittspassasjeren til Bybanen i dag reiser 8 stopp langs dagens trase. Dette er reiselengden vi har lagt til grunn som baseline for driftsmodellene.

Vi antar passasjerer på «Åsanelinjen» har et reisemønster tilsvarende dagens trase og benytter også her 8 stopp som gjennomsnittlig reiselengde. For «Fyllingsdalenlinjen» viser analysene at en reiselengde på 4 stopp gir en tilsvarende distribusjon som på dagens trase, og benytter derfor en gjennomsnittlig reiselengde på 4 stopp på «Fyllingsdallinjen»

Simulering av 2040 scenario

I konsulentrapportene har man tatt utgangspunkt i følgende passasjergrunnlag for Bybanen:

- Kaigaten til Åsane, begge retninger 57 500 passasjerer/dag
- Kaigaten til Fyllingsdalen forventer 40 000 passasjerer/dag

Da passasjerprognosene for eksisterende infrastruktur stammer fra før 2010 valgte prosjektet å benytte seg av faktiske passasjertall fra høsten 2019. I dette utvalget hadde Bybanen jevnlig 75 000 passasjerer i hverdagene. Deretter benyttet vi 3% årlig passasjervekst som et konservativt mål. Dette tilsier en organisk vekst på eksisterende trase opp mot 100 000 passasjerer i løpet av driftsåret 2040. Vi ser også et behov for å legge på passasjerer som reiser fra andre deler av bybanenettet. Vi har benyttet oss av tilsvarende tall som er gjort i prognosene for Byggetrinn 5 og passasjertilskuddet for «Fyllingsdalenlinjen». Vi legger derfor til et bidrag på 10 000 passasjerer fra BT4 i sørgående retning på eksisterende trase. Det er heller ikke lagt til bidrag av passasjerer sørover fra den nordlige delen av eksisterende trase på «Åsanelinjen» som den er definert i konsulentrapportene. Vi estimerer derfor et bidrag sørover der ca. 25% av alle reisende på «Åsanelinjen» benytter seg av holdeplasser sør for Kaigaten. Dette gir oss en økning fra dagens 75 000 døgnpassasjerer til 124 000 passasjerer i 2040.
Den største utfordringen med de tilgjengelige modellene er at de kun viser ombordtall, og ikke passasjerflyten av og på langs traseen. Dette er den samme problematikken som oppstod da vi ønsket å identifisere hvor langt gjennomsnittspassasjerene reiser med Bybanen i dag. Vi vet hvor mange som er om bord en vogn mellom enkeltstopp, og hvor

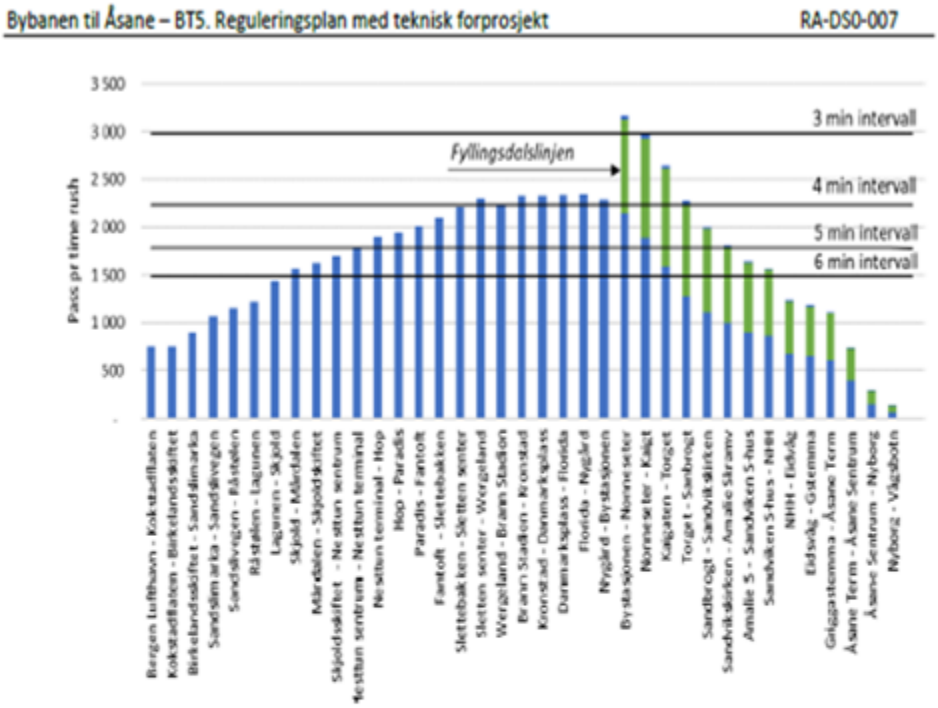
mange som går av og på, men distansen enkeltpersoner reiser er ikke mulig for oss å lese ut av tilgjengelige data eller prognoser.

Dette introduserer en ny utfordring ved at ombordtallene kun kan sees i sammenheng med hele traseen. Vi vet at passasjertrykket og reiselengdene er ulikt fordelt langs traseen, men vi vet ikke hvor passasjerene som bidrar til trykket starter eller avslutter reisen sin. Dette gjør at vi for prognosene må definere delstrekninger for Bybanen nettet. Dette er spesielt viktig for de delene av nettet vi ser overganger mellom BT1-3, BT4 og BT5. Men prosjektet forventer at det også vil bli introdusert endringer i eksisterende reisemønster, spesielt langs BT1 mellom Kronstad og Byparken.

Når passasjertallene for prognosene ble valgt begynte vi arbeidet med å fordele passasjerene langs eksisterende linje. For dagens linje 1 satte vi måltall

- 124 000 passasjerer/dag -2 retninger
- 124 000 passasjerer/dag -2 retninger

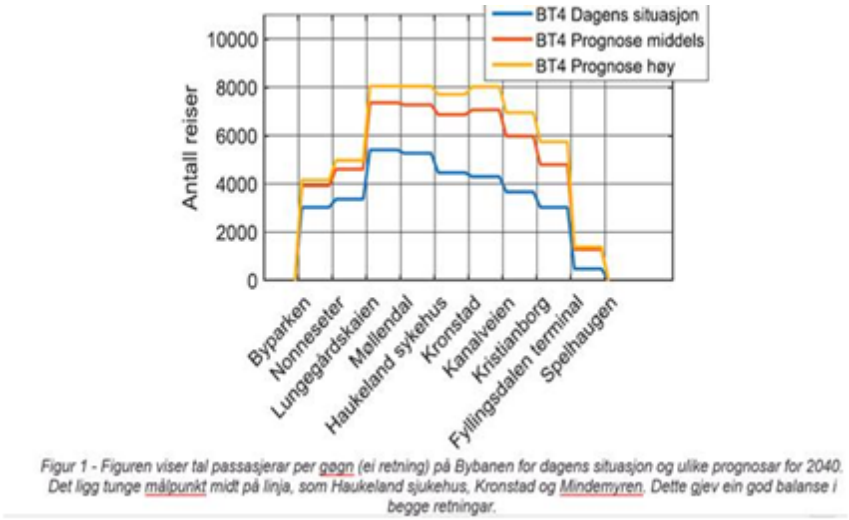
og fordelte disse over antall reiste stopp per passasjer i snitt. Som vi fant ut fra analysene av passasjertall for 2019, reiser den gjennomsnittlige passasjeren 8 stopp langs traseen. Ved å benytte døgnfordelingen som er visualisert i *Figur 32* og sammenstille denne fordelingen med passasjerfordelingen over traseen og etablerte en modell som med stor sannsynlighet kan forutsi hvordan passasjerer fordeler seg over døgnet.
Denne prosedyren ble gjentatt for «Fyllingsdalenlinjen», med forutsetninger om at reisende på her i gjennomsnitt reiser 4 stopp og med en forventet passasjerflyt på 40 000 passasjerer i døgnet. Reisende til Spelhaugen er tatt ut av analysene.
Når vi var fornøyde med resultatene i en retning, ble prosessen replisert for motgående retning



Figur 3-3: Trafikkprognose fra RTM for Bybanen i 2040, trafikk (passasjerer) mellom holdeplasser i en retning i makstimen i 2040. Linjer med Bybanens kapasitet med 3, 4 og 5 min. intervall er lagt inn. Begge banelinjene både fra Bergen Lufthavn og fra Fyllingsdalen går i disse beregningene helt ut til Vågsbotn i Åsane.

Totalt antall reiser på «Åsanelinjen» et gjennomsnittsdøgn i 2040 er anslått til ca. 57 500. Dette dekker både de som kommer fra Fleslandlinjen og fra Fyllingsdalen, og internt på strekninger Bergen sentrum til Vågsbotn. Den aller største delen av reisene er sentrumsrettet, dvs. til og fra holdeplassene på Åsanelinjen som betjener sentrum.

Figur 26 - 2040 Prognose For Byggetrinn 5 til Åsane (Bybanen til Åsane – BT5. Reguleringsplan med teknisk forprosjekt RA-DS0-007)



Figur 1 - Figuren viser tal passasjerar per gegn (ei retning) på Bybanen for dagens situasjon og ulike prognosar for 2040. Det ligg tunge målpunkt midt på linja, som Haukeland sjukehus, Kronstad og Mindemyren. Dette gjev ein god balanse i begge retningar.

Figur 27 - 2040 Prognose for Byggetrinn 4 til Fyllingsdalen (Bybanen til Åsane – BT5. Reguleringsplan med teknisk forprosjekt RA-DS0-007)

5.5 Vedlegg 2: Modellering 2040 Scenario - Korridoranalyse

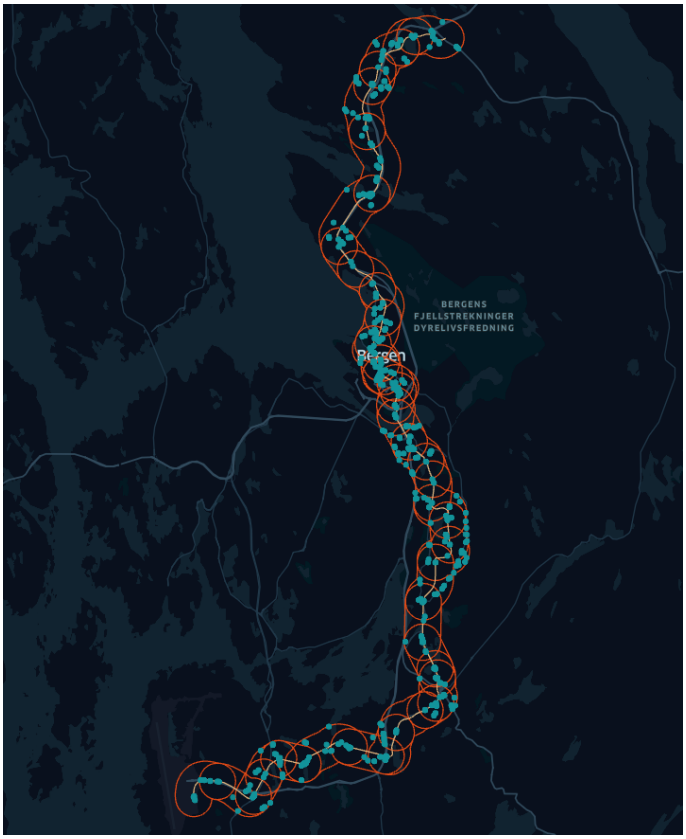
Asistobes metode for å gjennomføre korridoranalyse går i korthet ut på å velge et representativt sett med historiske kollektivtransportdata (AVL + APC), og å fremskrive dette dersom man skal analysere et fremtidsscenario.

I den korridoranalysen som er benyttet i dette prosjektet er korridoren definert som kollektivtransport mellom Flesland og Vågsbotn, der hvor et kollektivmiddel minst går innom 2 punkter i denne korridoren. Det historiske tallmaterialet som er valgt, har prosjektet hentet fra Skyss sitt API og omhandler kollektivdata for oktober og november 2019. Deretter har vi fremskrevet passasjerdistribusjonen med 3% per år frem til 2040, som er noe under Skyss sin metode med å fremskrive med 3,15% pr år. Konsekvensen av denne forskjellen er imidlertid å anse som mindre enn usikkerheten i estimatene.

Korridoren som er benyttet i analysene er bestemt av Bystyrets vedtatte trase for Bybanen mellom Flesland og Åsane, med en bredde på 500 meter. Måten korridoren er bygget opp

på medfører at man også fanger opp eksempelvis busser som kjører gjennom for eksempel Fløyfjellstunnelen fordi de kommer innenfor korridoren på hver side av tunnelen. Passasjerdistribusjonen gir derfor et godt bilde av det reelle transportbehovet i korridoren.

Nedenunder vises en forenklet visualisering av hvilke busstopp som skal transporteres passasjerer i korridoren:



Figur 28 - Busstopp i korridorene

Dagens busser som frekventerer korridoren er tillagt en retning (nord-sør, sør-nord). Basert på dette har prosjektet regnet ut hvor mange passasjerer som er om bord i et kjøretøy i korridoren, det samlede transportbehovet og den passasjerdistribusjonen som er benyttet i optimaliseringen for begge retningene. Disse passasjerdistribusjonene er gjengitt inne i selve rapporten.