

TITTEL:

Mulighetsstudie for Bybane i Ålesund

KANDIDATNUMMER(E):

Alexander Wiik Helgesen – 10020  
Martin Højgaard Molden – 10018  
Karlis Kathins - 10049

DATO:	EMNEKODE:	EMNE:	DOKUMENT TILGANG:
22.05.2020	IB303312	Bacheloroppgave	Åpen
STUDIUM:		ANT SIDER/VEDLEGG:	BIBL. NR:
Bachelor i Ingeniørfag, Bygg Konstruksjon		114/15	

VEILEDER(E):

Terje Tvedt, Liv Møller-Christensen

SAMMENDRAG:

I denne bacheloroppgaven er det utarbeidet en mulighetsstudie for bybane i Ålesund.

Oppgaven lyder som følger:

«I denne oppgaven skal vi se på en Bybane trasé mellom Aspøya og Spjelkavik. På denne strekningen er problemstillingen vår trasevalg og stasjoner, sett i sammenheng. Vi har evaluert ulike alternativer ut ifra utvalgte kriterier basert på informasjon fra referanseprosjekter. Vi ser noe mer detaljert på trasé og stoppested på NTNU campus».

I denne rapporten er det tatt sikte på å:

- Samle referanseprosjekter om bybane
- Innhente tekniskregelverk for bybane
- Utarbeid ulike trasévalg
- Evaluere alternative trasévalg
- Visualisere helheten i en 2D tegning og vise trasé i 3D ved NTNU

*Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av studenter ved NTNU i Ålesund.*

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"> <li>ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.</li> <li>ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.</li> <li>ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.</li> <li>har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.</li> <li>ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. <a href="#">Universitets- og høgskoleloven</a> §§4-7 og 4-8 og <a href="#">Forskrift om eksamen</a> §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i <u>Ephorus</u> , se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det <u>forligger mistanke om fusk</u> etter <a href="#">høgskolens studieforskrift §31</a>	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av <a href="#">kilder og referanser på biblioteket sine nettsider</a>	<input checked="" type="checkbox"/>

## Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileder: Terje Tvedt, Liv Møller-Christensen

### Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja  nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja  nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja  nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja  nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fyl. §13](#))

Dato: 21.05.20

## FORORD

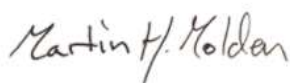
Denne bacheloroppgaven er skrevet vårsemester 2020 av Martin Højgaard Molden, Alexander Wiik Helgesen og Karlis Aigars Kathins, ved NTNU i Ålesund. Studieretningen er Bachelor i ingeniørfag – Bygg – Konstruksjon. Denne rapporten leveres som en besvarelse på studieretningens bacheloroppgave.

Multiconsult introduserte temaet «bybane over bakken gjennom Ålesund». Dette er en høyst relevant problemstilling som vekket vår interesse.

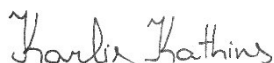
Vi vil gjerne takke våre veiledere fra NTNU, Terje Tvedt og Liv Møller-Christensen, for konstruktive, gode tilbakemeldinger underveis i prosessen. Vi vil også takke Tore Standal og Christian R. Havnegjerde fra Multiconsult, for en spennende oppgave og god oppfølging. Vi vil sende en takk til Jørg Westermann fra Norsk bane AS for god hjelp. Ikke minst vil vi takke Ivar Johan Gubberud fra Bybanen AS som både hjalp oss masse og gav oss verdifullt bakgrunnsstoff. Mange takk til Nordkart AS for fine 3D-modeller.

Situasjonen rundt covid-19 har gjorde at vi har sittet hver for oss og kontakten ble utført gjennom digitale plattformer. Dette har endret forutsetningene som opprinnelig var satt i forprosjektet. Slik at kontakten mellom oss, veiledere og skolen har blitt endret i forhold til forutsetningene.

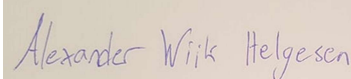
Martin H. Molden



Karlís Kathins



Alexander W. Helgesen





## Innhold

Innhold .....	1
SAMMENDRAG.....	4
Summary in English.....	5
TERMINOLOGI.....	5
BEGREPER.....	5
FORKORTELSER .....	5
1 INNLEDNING.....	6
1.1 BAKGRUNN.....	6
1.2 BESTILLING FRA OPPDRAGSGIVER .....	6
1.3 MÅLSETTING .....	6
1.4 PROBLEMSTILLING .....	6
1.5 AVGRENSNINGER .....	7
1.5.1 Generelt: .....	7
1.5.2 Dimensjonering av bæresystem .....	8
1.5.3 Geografisk område og fokusområde: .....	8
1.5.4 Skisse- og evalueringsdel .....	8
1.5.5 Den tekniske undersøkelsen .....	8
1.6 RAPPORTENS OPPBYGGING .....	9
2 TEORETISK GRUNNLAG .....	10
2.1 OVERORDNEDE STRATEGIER OG FØRINGER – TRANSPORT OG MILJØ .....	10
2.1.1 Internasjonale strategier og føringer:.....	10
2.1.2 Nasjonale strategier og føringer: .....	11
2.1.3 Regionale strategier og føringer: .....	13
2.1.4 Lokale strategier og føringer:.....	14
2.2 ÅLESUND - DAGENS OG FREMTIDENS SITUASJON.....	15
2.2.1 Topografi .....	15
2.2.2 En båndby med to senter.....	15
2.2.3 Knutepunkt og målpunkt .....	16
2.2.4 Jugendstil .....	16
2.2.5 Befolkning, bosetting og sysselsetning .....	16
2.2.6 Transport og infrastruktur .....	20
2.2.7 Eksisterende planer og prosjekter for Ålesund.....	26
2.3 GENERELT OM BYBANER.....	34
2.3.1 Hva er en bybane? .....	34

2.3.2	Bybanen i Bergen .....	37
2.3.3	De fire ulike banekonseptene .....	42
2.3.4	Kostnader for de ulike banekonseptene.....	44
2.4	TIDLIGERE ARBEID – NORSK BANE OG COWI.....	44
2.4.1	Forprosjektet til Norsk bane .....	45
2.4.2	Rapporten til COWI .....	46
2.4.3	Teori gangavstand/dekning .....	49
2.4.4	Teori holdeplassavstand .....	50
2.5	TEKNISK REGELVERK .....	53
2.5.1	Teknisk Regelverk – Bybanen I Bergen .....	53
2.5.2	Tunnel – Overdekning.....	60
2.6	GEOMETRI.....	61
2.6.1	Pytagoras læresetning .....	61
2.6.2	Korde.....	62
2.7	VURDERING AV TRASÉ .....	62
2.9	Programvarer .....	63
3	HELHETLIG FRAMGANGSMÅTE .....	64
3.1	LITTERATURSTUDIE .....	64
3.2	HOVEDOPPGAVENE .....	64
4	SKISSERING.....	65
4.1	METODE .....	65
4.1.1	Helhetlig om skisseringsarbeidet .....	65
4.1.2	Suksessfaktorer .....	66
4.1.3	Planmessige rammer og strategier .....	69
4.1.4	Tekniske rammer .....	69
4.1.5	Andre viktige faktorer for plasseringen .....	70
4.1.6	Prioritering av hensynene.....	73
4.1.7	Rekkefølge i arbeidet .....	74
4.1.8	Eksempel fra arbeidet .....	75
4.2	RESULTAT .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
4.2.1	Endelige traséalternativene fra Aspøya til Spjelkavik .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
4.2.2	Nøkkeltall for løsningene .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
4.2.3	Campus-området .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
4.3	DISKUSJON .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
4.2.4	Diskusjon av metoden.....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
4.2.5	Diskusjon av resultat.....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>

5	TEKNISK UNDERSØKELSE FOR PLASSERING .....	75
5.1	METODE .....	89
5.1.1	Vertikalundersøkelse .....	89
5.1.2	Horisontalundersøkelse .....	90
5.1.3	Horisontal og vertikal sammenheng .....	90
5.2	RESULTAT .....	91
5.2.1	Vertikalundersøkelse .....	91
5.2.2	Horisontalundersøkelse .....	92
5.3	DISKUSJON .....	92
5.3.1	Vertikalundersøkelse .....	92
5.3.2	Horisontalundersøkelse .....	93
5.3.3	Horisontal og vertikal sammenheng .....	93
6	EVALUERING OG VALG AV TRASEER .....	93
6.1	METODE .....	93
6.1.1	Prioriteringspunkt .....	93
6.1.2	Evalueringsliste .....	93
6.1.3	AutoCAD .....	94
6.1.4	Evaluerings tabell .....	95
6.2	RESULTAT .....	96
6.2.1	Prioriteringspunkt .....	96
6.2.2	Evalueringsliste .....	96
6.2.3	AutoCAD .....	96
6.2.4	Evaluerings tabell .....	96
6.2.5	Valg av trasé .....	97
6.3	DISKUSJON .....	97
6.3.1	Prioriteringspunkt .....	97
6.3.2	Evalueringsliste .....	98
6.3.3	AutoCAD .....	98
6.3.4	Evalueringstabell .....	98
6.2.5	Valg av trasé .....	98
7	VISUALISERING .....	99
7.1	METODE .....	99
7.1.1	3D MODELLERING .....	99
7.1.2	SNITTEGNINGER AV STOPP OG TRASEER .....	99
7.2	RESULTAT .....	99
7.2.1	3D Modellering .....	99

7.2.2 Snitt-tegninger av stopp og traseer .....	100
7.3 DISKUSJON .....	100
7.3.1 3D MODELLERING .....	100
7.3.2 2D snitt-tegninger av traseer og stopp .....	101
8 ERFARINGER MED OPPGAVEN – DISKUSJON .....	101
9 KONKLUSJON.....	102
10 REFERANSELISTE .....	103
Referanser .....	103
Figur liste.....	107
Tabell liste .....	109
11 VEDLEGG .....	110

## SAMMENDRAG

I denne bacheloroppgaven er det utarbeidet en mulighetsstudie for bybane i Ålesund.

Oppgaven lyder som følger:

I denne oppgaven skal vi se på en Bybane trasé mellom Aspøya og Spjelkavik. På denne strekningen er problemstillingen vår trasevalg og stasjoner, sett i sammenheng. Vi har evaluert ulike alternativer ut ifra utvalgte kriterier basert på informasjon fra referanseprosjekter. Vi ser noe mer detaljert på trasé og stoppested på NTNU campus.

I denne rapporten er det tatt sikte på å:

- Samle referanseprosjekter om bybane
- Innhente tekniskregelverk for bybane
- Utarbeid ulike trasévalg
- Evaluere alternative trasévalg
- Visualisere helheten i en 2D tegning og vise trasé i 3D ved NTNU

## Summary in English

In this bachelor thesis, a feasibility study for urban light railway in Ålesund had been prepared. The thesis reads as follows: "In this report we will look at a light railroad between Aspøya and Spjelkavik. On this stretch our problem is the choice of railways and stations, seen in context. We have evaluated various alternatives based on selected criteria and information from reference projects. We will see in some more detailed on the station around the NTNU campus.

This report aims to:

- Gather reference projects on urban light railways
- Obtain light railway technical regulations
- Prepare different route choices
- Evaluate alternative route choices
- Visualize the whole in a 2D drawing and show the route in 3D at NTNU campus.

## TERMINOLOGI

### BEGREPER

Stopp – Stasjon/holdeplass for bybanen for påstiging.

Nærhet – Nærhet er et begrep som kan brukes om enten et stopp eller et helt, eller deler av et banesystem. Det brukes i denne rapporten som et begrep for hvor nært en stasjon, eller et banesystem, ligger sine kunders reisemål. Høy grad av nærhet betyr at en plassering av banen/stoppet ligger i nærheten av hvor kunder skal eller kommer fra. Kunder har ikke så lang gangvei.

Dekning – Dekning er to begreper som er ganske like. Dekning handler om det samme som nærhet, men dekning omhandler i tillegg *hvor mange* som ligger i nærheten av et stopp, eller et banesystem (hvor mange banesystemet dekker). Begrepet beskriver hvor mange kunder stoppene/stoppet klarer å dekke.

Flatedekningssirkel – En flatedekningssirkel er en sirkel på et kart over et område, hvor senteret av sirkelen blir plassert på holdeplassen. Sirkelen kan si noe om dekning og nærhet til et stopp. Flatedekningssirkel, deknings sirkel og dekningsradius er det samme.

Reguleringsplan – er en politisk vedtatt plan over et avgrenset område.

Pantograf – er en type strømvaktaker på taket av bybane vogner som gi elektrisk kontakt med strømførende luftledning.

Topografi – er beskrivelse av terrengforhold.

Maglev – Jern bane som benytter seg av magnetisme for fremdrift.

Geolocation – er identifisering eller estimering av den virkelige geografiske plasseringen av et objekt.

### FORKORTELSER

ÅDT

Årsdøgnstrafikk

U4SSC

United for Smart and Sustainable Cities

## 1 INNLEDNING

### 1.1 BAKGRUNN

I flere deler av Ålesund er kapasitetsgrensen for vegnettet nådd eller i ferd med å bli det. Det er ikke mange steder det er tilrettelagt for syklister, og andelen som reiser med miljøvennlige metoder er lav. Norge sluttet seg til Parisavtalen 22. april 2016, og har som mål å bli klimanøytralt innen 2050. Ålesund Kommune har et mål om at kollektivtrafikken skal øke sin markedsandel fra 6 % (i 2018) til 15 % i 2030. På grunnlag av dette, og flere andre miljømål, ble det i 2015 startet et arbeid med å undersøke hvordan Ålesund skulle klare å nå målene. Gjennom en konseptvalg- utredning ble det undersøkt hvilket konsept som skulle velges for et nytt kollektivsystem i Ålesund, hvor bybane var ett av dem. Der ble det konkludert med at markedsgrunnlaget for bybane ikke var stort nok, og på grunnlag av disse resultatene valgte bystyret og fylkeskommunen å satse på konseptet «prioritert buss».

Det kan likevel tenkes at en bybane kan være gunstig for Ålesund i framtiden. Om ikke mange tiår vil befolkningstallet i Ålesund ha økt, og det er sannsynlig at der vil være markedsgrunnlag for en mer høykvalitets kollektivtransport.

Ålesunds langstrakte geografi, med mesteparten av bosetting og aktiviteter langs en ganske smal akse mellom Hessa, sentrum, Moa og Magerholm, er et i utgangspunktet ideelt geografisk grunnlag for bybane. Interessen for en bybane i Ålesund er voksende i takt med økt fokus på klima og miljø. Denne interessen deler vi med Multiconsult. Derfor skriver vi denne Bachelor oppgaven om Bybane for dem.

### 1.2 BESTILLING FRA OPPDRAGSGIVER

Multiconsult introduserte temaet bybane «over bakken» gjennom Ålesund. Vi ville bruke denne muligheten til å studere en sammenhengende trasé valg i byen. Om det blir noen interesse for videre undersøkelser, er usikkert. Vi ønsker å gi en innsikt i og en forståelse av, problemområder langs de ulike trasene, og hvordan de kan løses.

### 1.3 MÅLSETTING

Utrede et skisseforslag til en kontinuerlig trasé og tilhørende stopp for en bybane mellom Aspøya og Spjelkavik. Banesystemet skal være innenfor rekkevidden til flest mulig folk, samtidig som anleggskostnadene ikke skal være for store. Den skal ha en kjøretid som gjør det til et attraktivt transportmiddel.

Det blir sett nærmere på mulighetene for en bane gjennom NTNU område og over Nørvasundet med stopp ved NTNU Campus. Dette er et komplisert strekk og derfor studeres dette noe mer inngående enn den resterende strekningen.

### 1.4 PROBLEMSTILLING

Oppgaven er definert i forprosjekt som følger;

«I denne oppgaven skal vi se på en Bybane trasé mellom Aspøya og Fremmerholmen i Spjelkavik. På denne strekningen er problemstillingen vår trasévalg og stoppestasjoner, med fokus på NTNU campus. Her skal vi se på om det er teknisk mulig og plass til å legge et stopp ved NTNU. Traseen skal også kunne gå videre over Nørvasundet.»

Forprosjektet definerte en planlagt fremgangsmåte.

Der var forutsatt at gruppen skulle jobbe med prosjektering av trasé og stasjoner parallelt med dimensjonering av bæresystem til banen.

Vi har i denne oppgaven skissert 3-4 alternativer for linjeføringer på hele strekket og deres geometri vertikalt og horisontalt. Dette er en viktig del av forutsetningene for dimensjoneringen av bæresystemet. Vi hadde tenkt å gå inn et konkret sted å dimensjonere banelegemet som et eksempel – men forstod at kompleksiteten og arbeidsomfanget ville ta fokus vekk fra helheten og valgte derfor å nedprioritere det i denne oppgaven.

Vi har utvidet undersøkelsen av trasévalg rundt NTNU fordi dette er et komplisert, trangt og viktig sted på banen.

Vi har definert evalueringskriterier og brukt dem for å finne en optimalisert linjeføring. Denne prosessen går mye ut på prøving og feiling opp mot regelverk og krav til regelverk.

Vår problemstilling er videreutviklet til følgende konsentrat:

- Skisseringsdel;  
Skisseringsdelen vil bli en stor del av oppgaven. Her ønsker vi å komme frem til relevante alternativer for plassering av traseer og stopp, ut fra kriterier og prioriteringer vi setter. Vi vil også legge til grunn, hvor det er teknisk mulig å føre banen i forhold til horisontale og vertikale behov.
- Evalueringsdel;  
Her vil vi lage et verktøy med evalueringskriterier som hver trasé blir vurdert opp imot. Ut fra dette resultatet vil vi velge en trasé som vi ser nærmere på.
- Visualiseringsdel;  
Vi kommer til å visualisere helheten i en 2D tegning. Vi vil også visualisere en del av en strekning ved NTNU i 3D tegning.

## 1.5 AVGRENSNINGER

Der er mye forskjellig oppgavene kunne inneholdt. Vi har gjort en del avgrensninger for å begrense omfanget på oppgavene. Avgrensningene er viktige fordi de beskriver oppgavens rammer, og dermed mer konkret hva de inneholder. De fleste avgrensninger ble bestemt i forprosjektet, men på grunn av stor usikkerhet om hvor lang tid vi ville bruke på hver oppgave, var vi åpen for å eventuelt gjøre noen mindre endringer av avgrensningene underveis. I metodekapitlene gis det nærmere forklaring på hva oppgavene består av.

### 1.5.1 Generelt:

Utredningen er først og fremst en mulighetsstudie for hvor og hvordan en bane kan føres gjennom Ålesund. Det undersøkes om banen burde bli ført på bakkenivå, ført over bakken på søyler (over øvrig trafikk), ført under bakken i tunnel eller under bakken i kulvert. Disse fire ulike konseptene vil i oppgaven bli referert til som de fire ulike *banekonseptene*. Det undersøkes for geometrien vertikalt og horisontalt. Som nevnt i kapittel 1.4 har vi har revidert problemstillingen. Dette for å holde fokus på den helhetlige løsning av traseene.

Banen skal legges med dobbeltspor, og vi baserer oss på at den bygges ut ifra samme produkter og standarder som Bybanen i Bergen. Det undersøkes ikke om enkeltspor kunne vært et alternativ. Vi var så heldige å få tilsendt det tekniske regelverket for Bybanen i Bergen fra Bybanen AS. Vi ønsket opprinnelig å gjøre undersøkelser for en bybane med strømforsyning gjennom skinner i bakken, slik som Reims Tramway i Frankrike, men slike systemer klarte vi ikke å skaffe tekniske regelverk til. Vi valgte derfor å bruke bybanen i Bergen sine materiell/standarder som utgangspunkt.

Det undersøkes og prosjekteres for reisesituasjonen og kollektivbehovet i 2030, men at banen bygges før 2030. Det tas også utgangspunkt i at reguleringsplaner og kommuneplaner kan justeres til fordel for best mulig banekonsept, hvis det er nødvendig. Som hovedregel prøver vi å tilpasse banesystemet til reguleringsplanene så langt det er fornuftig.

#### 1.5.2 Dimensjonering av bæresystem

Som nevnt tidligere var opprinnelig planen å dimensjonere bæresystemet av trasé over bakken som kan sammenlignes med brokonstruksjon.

Dimensjonering av brokonstruksjon er en komplisert dimensjonering som har mange ledd som henger sammen. Det er derfor mange avgrensninger som må bli tatt for å kunne gjøre en full dimensjonering. Resultatene mister sin troverdighet dersom for mange avgrensninger blir gjort.

På den andre siden hvis en kun dimensjonerer for en del av brokonstruksjonen. Vil det være uten relevans for denne oppgaven, med tanke på samsillet av krefter mellom fundamentene, søylene og brodekket.

Det ble derfor bestemt (på møte 4.mai 2020 med veiledere til stede) å se vekk fra dimensjonering av bæresystem. Dette på bakgrunn av tiden og omfanget av helheten i oppgaven. Referat fra møte ligger som vedlegg 1. Vi hadde en person på dimensjonering i ca. 217 timer som timelogg vedlegg 2 viser.

#### 1.5.3 Geografisk område og fokusområde:

Strekket som undersøkes skal være fra Aspøya ved Aspevåga Marina til Fremmerholmen i Spjelkavik.

#### 1.5.4 Skisse- og evalueringsdel

Som nevnt i problemstillingen tar vi ikke stilling til om det er riktig eller gunstig å bygge ut bybane i Ålesund eller ikke. Vi prøver likevel å velge de løsningene for en bybane som gjør banesystemet i sin helhet mest mulig gunstig å bygge ut. Vi vil altså prøve å velge løsninger som gir størst mulig verdiskapning for byen og samfunnet i sin helhet, samtidig som vi prøver å velge løsninger som ikke gir de største bygge-kostnadene. Dette skal prioriteres ut ifra definerte kriterier og prioriteringer.

Vi har ikke foretatt detaljerte undersøkelser, men begrenser det til et overordnet detaljeringsnivå. Vi legger vekt på å oppnå et detaljeringsnivå som gjør at oppgaven kan brukes som beslutningsstøtte til hvor og hvordan bybanen i Ålesund kan føres.

Vi ble enig med veileder at det ikke skulle gjøres noen beregninger av kostnader i oppgaven. Det er derfor ikke gjort undersøkelser av kostnader, men en enkel antakelse av forskjell i pris per løpemeter mellom de ulike banekonseptene. Mer om dette i metodekapittel 4.1.5.1

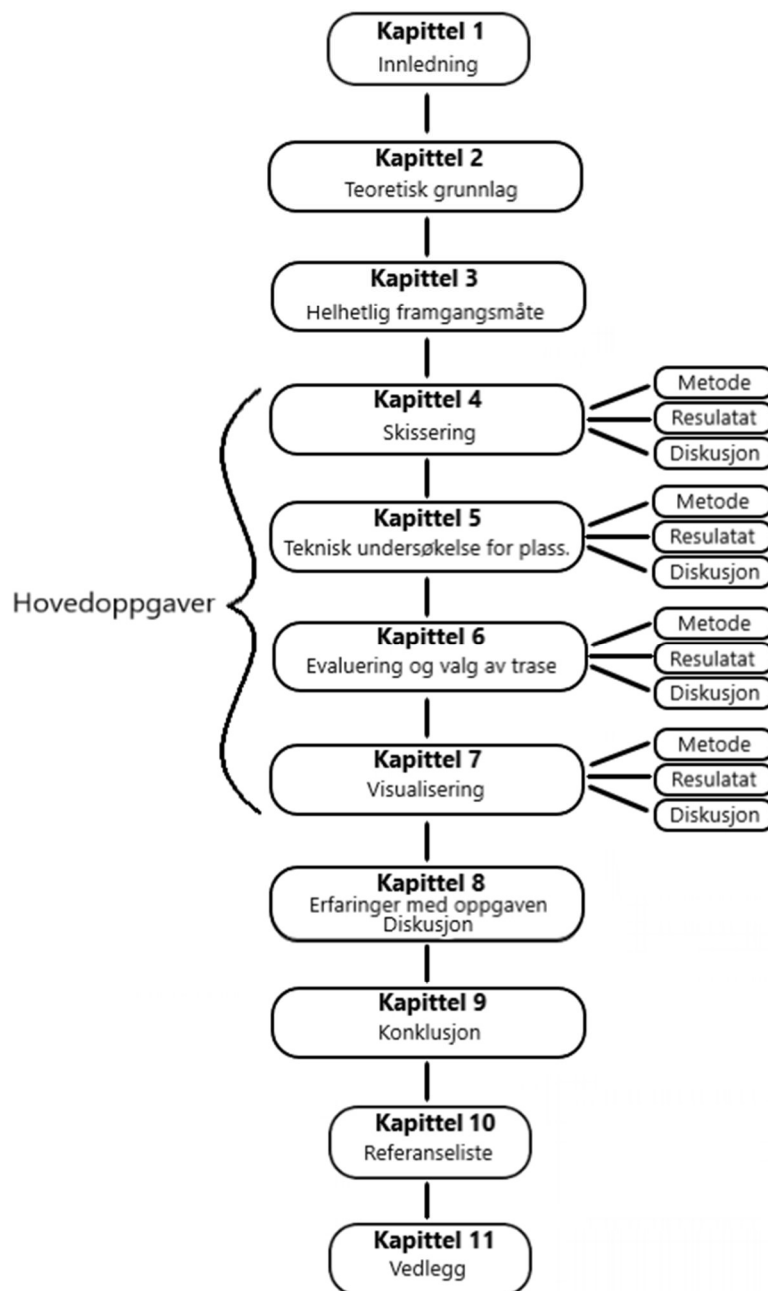
I utgangspunktet skulle det undersøkes for hvilke områder som måtte skjermes for lyd. Det ble tatt bort senere i arbeidet med oppgaven for å avgrense oppgavens omfang.

#### 1.5.5 Den tekniske undersøkelsen

Den tekniske undersøkelsen er en forenklet skisseprosjektering. Vi ser bort fra og prosjekterer ikke for problemstillinger som: Vendespor, sporveksler, overgangskurver (klotoider), grunnforhold, rystelser og lyd.



## 1.6 RAPPORTENS OPPBYGGING



FIGUR 1:RAPPORTENS OPPBYGGING

Kapittel 2 inneholder alt det teoretiske grunnlaget for alle oppgavene.

Kapittel 3 gir en overordnet kortfattet forklaring av rekkefølgen, sammenhengen og avhengigheten mellom de ulike arbeidsoppgavene og metodene som brukes i oppgaven.

Teknisk undersøkelse for plassering er som nevnt egentlig en del skisseringen. I rapporten får denne arbeidsoppgaven, i likhet med de andre arbeidsoppgavene, et eget kapittel. Dette er fordi den tekniske undersøkelsen skiller seg ut fra resten av skisseringen, og fordi det er en viktig del av oppgaven. Denne undersøkelsen vil sammen med de 3 andre hovedoppgavene (skissering, evaluering av trasé, og visualisering) bli referert til som «hovedoppgaver» i denne rapporten.

I rapporten er alle disse hovedoppgavene representert i hvert sitt kapittel. Disse fire kapitlene inneholder igjen tre underkapitler. Disse tre underkapitlene representerer denne hovedoppgavens metoder, resultater og diskusjon. Diskusjonskapitlet er en diskusjon og vurdering av det teoretiske grunnlaget, metodene og resultatene til denne oppgaven.

Det er verdt å merke seg at siden den tekniske undersøkelsen er en del av skisseringen vil resultatet i skisseringen være basert på resultatet i den tekniske undersøkelsen. I evalueringen velges den beste traseen. Siden denne traseen ble dannet i skisseringsarbeidet blir traseen som ble valgt grundigere presentert og begrunnet i resultatet til skisseringskapitlet.

## 2 TEORETISK GRUNNLAG

Dette kapitlet inneholder regelverk, litteratur og fagstoff som brukes til å løse oppgaven.

### 2.1 OVERORDNEDE STRATEGIER OG FØRINGER – TRANSPORT OG MILJØ

Dette kapitlet vil ta for seg strategier og planer på fra ulike forvaltningsnivå som setter rammer og føringer for hvordan vi kan løse oppgaven.

Trenden innenfor utvikling og næring har, fra et verdensperspektiv, lenge lagt stadig større vekt på bærekraft og miljø. De siste årene med Parisavtalen i 2015 og «det grønne skiftet», har dette fått særlig stort fokus i forhold til videre utvikling i byene.

Til grunn for arbeidet i oppgaven, ligger det føringer på ulike forvaltningsnivå. Fra alle forvaltningsnivåene kommer det føringer som har stort fokus på bærekraftig utvikling, og bruk av miljøvennlig transport der myke trafikanter får en høy prioritering. På øverste nivå er de internasjonale føringene fra EU. Parisavtalen, og et overordnet ønske om en mer miljøvennlig verden ligger til grunn disse føringene. (FN-SAMBANDET, 2020; europalov, 2020) Stortinget og regjeringen har begge signalisert at Norge skal forpliktet seg til EUs internasjonale føringer. (Samferdselsdepartementet, 2017)

#### 2.1.1 Internasjonale strategier og føringer:

**Parisavtalen** gjelder alle land utenom USA, og går ut på at: «Alle land skal lage en nasjonal plan for hvordan de skal kutte i klimagassutslipp. Planen skal inneholde et mål for hvor mye landet skal kutte. Dette målet skal fornyes hvert femte år fra og med 2020.» (FN-SAMBANDET, 2020, hovedpunkt 1)

EU forplikter seg til Parisavtalen ved en å legge føringer for EU-landene gjennom «**European Green Deal**», en melding for EUs grønne vekststrategi. (Europa lov, 2020) Innholdet er bygget rundt et mål om at EU skal bli klimanøytralt innen 2050. Avtalen har som tallfestet mål blant annet at nivåene for klimagassutslippene for 2030 skal reduseres til 50% av nivåene ved 1990. (EUROPEAN COMMISSION, 2019)

Det er også forventet at alle land skal jobbe mot nå **FNs 17 bærekraftsmål**. Målene er ikke juridisk bindende, men Norge har sluttet seg til dem. (Klima- og miljødepartementet, 2015) «Regjeringen har bestemt at FNs 17 bærekraftsmål, som Norge har sluttet seg til, skal være det politiske hovedsporet for å ta tak i vår tids største utfordringer, også i Norge. Det er derfor viktig at bærekraftmålene blir en del av grunnlaget for samfunns- og arealplanleggingen.» (Kommune- og moderniseringsdepartementet, 2019, siste avsnitt)

### 2.1.2 Nasjonale strategier og føringer:

De nasjonale føringene for denne oppgaven består i grunnen av Nasjonal Transportplan, NTP, Klimaforliket og Nasjonal sykkelstrategi. EUs «Green Deal» er hovedsakelig det som ligger til grunn for disse føringene, hvor bærekraft og miljø er viktig. Norge har påtatt seg en betinget forpliktelse, hvor minst 40% reduksjon i klimagassutslippene i 2030 sammenliknet med 1990 er målet. Norge skal også bli et lavutslippssamfunn i 2050. (Samferdselsdepartementet, 2017; Norconsult, 2018)

Norges klimapolitikk er forankret i Stortinget gjennom to **klimaforlik**. Et fra 2008 og et fra 2012. Disse inneholder mål for klimaet, samt virkemidler for å nå disse målene. (Klima- og miljødepartementet, ukjent) «(...) veksten i personaltransporten i tett befolkede byområder tas av kollektivtransport, gåing og sykling.» (Samferdselsdepartementet, 2017, s. 23) Dette gjelder hovedsakelig større byer i Norge, men var et av de sentrale målene i klimaforlikene, og er fortsatt et sentralt mål i dag.

**Gjeldende Nasjonal Transport Plan (2018–2029)** ble lagt frem 05.04.2017 gjennom stortingsmelding 33 (2016-2017). Den tar hovedsakelig utgangspunkt i «Klimaforliket» i 2008 og 2012 og tidligere NTP (Klimameldingen (Meld. St. 21 (2011 – 2012) Norsk klimapolitikk)). Den inneholder sektorvis planer for reduserte CO<sub>2</sub>-utslipp i Norge. De beskriver hvordan man i de neste tolv årene skal arbeide i retning av det overordnede og langsiktige målet i transportpolitikken, som er:

«Et transportsystem som er sikkert, fremmer verdiskaping og bidrar til omstilling til lavutslippssamfunnet.» (Samferdselsdepartementet, 2017, s. 10 )

Det er blitt lagt vekt på 3 hovedmål, gjennom en balansert måloppnåelse. Det skal fremover tas avgjørelser som bidrar i retning av:

– Bedre framkommelighet for personer og gods i hele landet

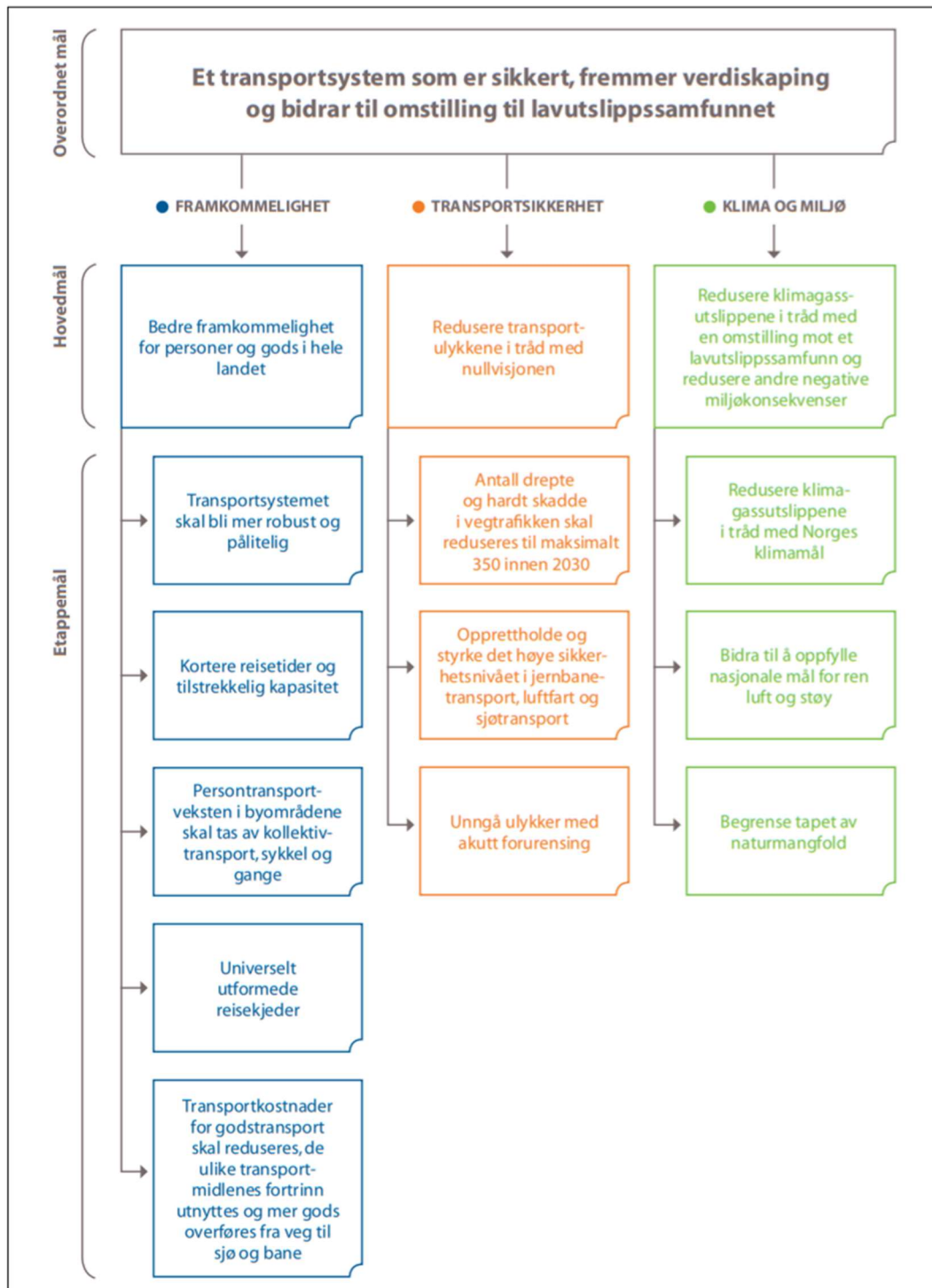
«Det overordnede målet Et transportsystem som er sikkert, fremmer verdiskaping og bidrar til omstilling til lavutslippssamfunnet peker ut den langsiktige retningen for utviklingen av transportsystemet (frem mot 2050)» - (Samferdselsdepartementet, 2017, s. 26 )

– Redusere transportulykkene i tråd med nullvisjonen

«Hovedmålet innebærer en visjon om at det ikke skal forekomme ulykker med drepte eller hardt skadde i transportsektoren.» (Samferdselsdepartementet, 2017, s. 14 )

– Redusere klimagassutslippene i tråd med en omstilling mot et lavutslippssamfunn og redusere andre negative miljøkonsekvenser

Figur 2 på neste side viser en struktur for målene i NTP med eksempler.



FIGUR 2: MÅLSTRUKTUREN FOR TRANSPORTSEKTOREN - MELD. ST. 33 - NASJONAL TRANSPORTPLAN 2018–2029 (SAMFERDSELSDEPARTEMENTET, 2017, S. 27)

Videre står det at det i byområdene vil være fokus på økt utnyttelse av kapasiteten i dagens transportsystem, fremfor store vegprosjekter. Dette, og målet om at veksten i persontransporten i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange, skal være styrende for transportpolitikken. (Samferdselsdepartementet, 2017)

**Nasjonal sykkelstrategi 2014–2023** er en beskrivelse av mål og virkemidler for å oppnå mer sykling i Norge. Den er videreført fra tidligere versjon, uten endringer, som en del av Nasjonal transportplan 2018-2029. Hovedmålet for nasjonal sykkelstrategi er at sykkeltrafikken skal utgjør 8% av alle reiser innen 2023.

Strategien angir følgende delmål som skal være nådd innen 2030:

- Fremme sykkel som transportform
- Sykkeltrafikken i byer og tettsteder er minst doblet
- Bedre framkommelighet og trafiksikkerhet for syklist
- 80 % av barn og unge går/sykler til skolen

(Norconsult, 2018)

### 2.1.3 Regionale strategier og føringer:

Gjennom **Regional transportplan for Midt-Norge** er det bestemt at Ålesund skal utvikles gjennom bymiljøavtaler, som betyr at vekst i persontransporten i de tetteste bygde områdene i Ålesund bør tas med kollektivtransport, sykkel og gange. Byer med slike avtaler får ekstra statlig midler, om veksten utvikles på denne måten. (Møre og Romsdal fylkeskommune med flere, 2016; Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018)

Gjennom **Kollektivstrategi for møre og Romsdal 2012-2021** er det blitt bestemt fire hovedmål for kollektivtrafikken. Følgende figur 3 er et utdrag fra dokumentet.

Hovedmålet inneholder utfordringer på fire gjennomgående områder, og som vil bli fulgt av resultatmål og strategier gjennom hele dokumentet.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Tilgjenge:</b> Her er det spesielt viktig å arbeide for eit kollektivtilbod til folk med svak mobilitet, og å oppfylle krava til universell utforming.</li><li>• <b>Ressursbruk:</b> Det er viktig å få mest mogleg igjen for kvar krone som blir nytta til kollektivtransport, samstundes som god kvalitet og tilgjenge blir teke omsyn til.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Trafikktrygging:</b> Trafikktrygging må ivaretaast i alt samferdselsarbeid. Nullvisjonen i NTP må ligge til grunn.</li><li>• <b>Miljø:</b> Av omsyn til utfordringar med aukande trafikk, miljølemper og press på areal og infrastruktur er det viktig å arbeide for eit betre kollektivtilbod.</li></ul>
--	--	--

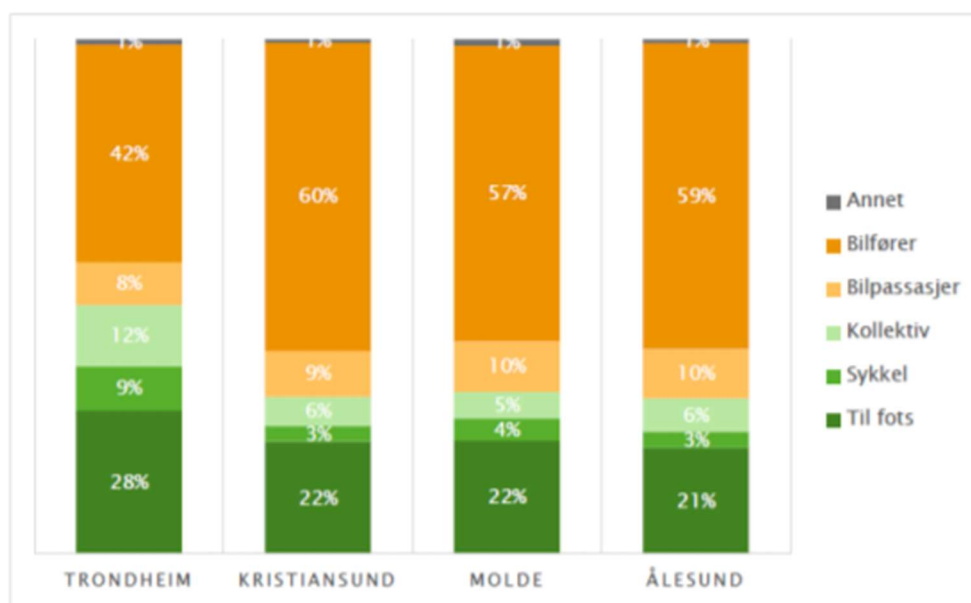
FIGUR 3: HOVEDMÅL (MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE, 2012)

I **Trafikktryggingstrategi 2013-2022** legges det opp til at man skal kunne ferdes trygt i trafikken. Dette er i tråd med 0-visjonen og etappemålene til Nasjonal transportplan. Det er et stort fokus på samordnet areal- og transportplanlegging og trygg skoleveg. (Møre og Romsdal fylkeskommune, 2013)

Der er utarbeidet en **Regional sykkelstrategi med tiltaksplan 2016-2018, Statens vegvesen region midt**. Den er utdatert, men siden det ikke synes å være publisert noen nyere dokument (bortsett fra Regional transportplan for Midt-Norge, som er nevnt over), brukes denne som utgangspunkt. Transportstrategien går ut på sikre de myke trafikantene sine forhold i fylket. En skal sikre tilgjengelighet, fremkommelighet og opplevd trygghet. Det framheves blant annet at det kan brukes trafikkreduserende tiltak slik som lavere fartsgrense, fartsdempere, stenging av gjennomgangstrafikk og lignende. Under følger en liste over utfordringer identifisert i dokumentet. De er omhandler hvordan en kan få flere til å velge sykkel som transportmiddel:

- Gjøre det attraktivt for flere å sykle langs helhetlige og sammenhengende ruter hele året
- Få flere til å sykle i byer og tettsteder, særlig de små og mellomstore
- Bygge attraktive sykkelanlegg etter framtidens behov
- Heve kompetanse om - og statusen til - sykling internt i hele Statens vegvesen Region midt
- Kommunisere (internt og eksternt) sykling som et naturlig valg
- Gi et attraktivt tilbud for syklistene der det i dag er lange omveger på grunn tunneler som er forbudt eller utrygge for syklistene
- Samarbeide mer og bedre med eksterne aktører om tilrettelegging for mer sykling

(Statens vegvesen Region midt, 2016)



FIGUR 4: REISEMIDDELFORDELING 4 STØRSTE BYER I REGION MIDT (STATENS VEGVESEN REGION MIDT, 2016, s. 4)

#### 2.1.4 Lokale strategier og føringer:

Som nevnt i [innledningen](#) har Ålesund kommune, i samarbeid med Statens Vegvesen (SVV) og Møre og Romsdal fylkeskommune (MRFK), vedtatt et mål om at gang-, sykkel-, kollektivandeler i Ålesund skal være vesentlig økt i 2030. Målet er vedtatt gjennom **Kommuneplanens samfunnsdel 2015 til 2027** og er at 30% av reisene skal skje som gange eller bilpassasjer, 15% med kollektivtransport og

8% med sykling. Målene ble videreført til konseptvalgutredning for Ålesund som er i utredningsfasen (Ålesund Kommune, 2015).

I Kommuneplanens arealdel av 3. februar 2016 legges det frem en såkalt «**knutepunktstrategi**» for Ålesund kommune. Her legges det opp til fortetting av knutepunktene i Ålesund. De største knutepunktene er sentrum, campus-området, sykehuset og Moa. Målet lyder som følger: «I første omgang er målet med strategien at veksten i transportsektoren tas gjennom alternativene til privatbil: Buss, sykkel og gange.» (Ålesund Kommune, 2016, s. 5). Dette skal føre til at flest mulig velger kollektiv transport. Det nevnes og at kollektivsystemet må støtte opp om dette gjennom å ha høy hastighet og mange avganger mellom knutepunktene.

Angående dette sier kommuneplanen samfunnsdel at «Utbygging skal skje i stor grad ved fortetting og endring av allerede bebygde områder. Fortettingen bør skje i områder som er tilgjengelige uten bruk av privat bil.» (Ålesund Kommune, 2015, s. 15)

Som en del av knutepunktstrategien legges «**Fortettingsstrategi**» frem. Den forteller hvordan dette skal gjøres i praksis. (Ålesund Kommune, 2016) Mer om fortettingsstrategien under kapittel. 2.2.5.5.

#### 2.1.4.1 Reguleringsplan og kommuneplan

Reguleringsplan er en fremtidsplan som viser de forskjellige planene som er under arbeid, og løsninger i prosjekteringsstadiet.

Etter konseptvalgutredelsen for Ålesunds transportsystem besluttet bystyret og samferdselsutvalget i fylkeskommunen å satse på «prioritert buss» som konsept for det nye transportsystemet. (Ålesund Kommune, 2020) Flere av de nåværende planene i Ålesund by pakke og kommuneplanen har blitt utarbeidet med utgangspunkt i valget av dette konseptet. Ved en situasjon med bybane som kollektivsystem i Ålesund vil naturligvis flere av detaljene i disse planene være uaktuelle. Det tenkes derfor at det vil komme til å være behov for endring i kommuneplanene i et tilfelle hvor en bybane skal bygges ut. Dette gjelder også Reguleringsplanene. Innholdet i de er nevnt i kapittel 2.2.7.

Det er utarbeidet planer for Ålesunds by pakke. Disse er også nevnt i kapittel 2.2.7

## 2.2 ÅLESUND - DAGENS OG FREMTIDENS SITUASJON

### 2.2.1 Topografi

Ålesunds topografi er viktig, fordi vekst og utbygging av byen er begrenset av dette. Samtidig er det nettopp topografien som skaper et så godt utgangspunkt for et høykvalitets kollektivsystem.

Ålesund er en karakteristisk, tett båndby. Det har den blitt, og vil fortsette å være, som et resultat av den langstrakte topografien. Byen er bygget på en gruppe avlange smale øyer som ligger etter hverandre. Hessa øya, Aspøya, Nørve øya (COWI, 2018). Store deler av øyenes areal er fjell og åser med flere bratte partier, og det meste av Ålesunds areal ligger i noen form for helning.

### 2.2.2 En båndby med to senter

Ålesund er den største byen Møre og Romsdal, og byen huser i dag om lag 48700 innbyggere (Statistisk sentralbyrå, 2020). På grunn av den langstrakte topografien med de bratte partiene, ligger store deler av bosetting, aktiviteter og arbeidsplasser som et bånd langs en og samme akse. Dette gjelder særlig for strekningen sentrum – Moa (Norsk bane, 2015). Sentrum og Moa ligger i hver sin ende av aksene, og inneholder et bredt tilbud av servicefunksjoner og handel, i tillegg er der høy befolkningstetthet. I prinsippet gjør denne tette smale aksene at kollektivtransport er ideelt gjennom denne aksene. Det taler for at høykvalitet kollektivtransport gjennom denne aksene alene dekker en stor del av reisene i Ålesund (COWI, 2018).



Det er verdt å merke seg at det i videre i dette kapitlet kun brukes kart fra gamle Ålesund kommune. Nye Ålesund kommune inneholder i tillegg Sandøy, Haram, Ørskog og Skodje. Siden første byggetrinn for bybanen hoder seg godt innenfor gamle Ålesund kommune, er det bare dette området som presenteres.

### 2.2.3 Knutepunkt og målpunkt

Både sentrum og Moa har bussterminaler, og er to store knutepunkt i hver ende av aksene. Sentrum er et viktig knutepunkt for buss fra vest og nord, altså Hessa, Sula og de nordlige øyene tilknyttet Giske kommune. Tilsvarende er Moa et knutepunkt for den østlige delen av aksene og et samlingspunkt for reisestrømmene fra øst, nord og sør. Mellom sentrum og Moa er Campus og sykehuset viktige målpunkter.



FIGUR 5: BÅNDBYEN OG KNUTEPUNKTS BYEN ÅLESUND. (COWI, 2018)

### 2.2.4 Jugendstil

Ålesund er blitt internasjonalt kjent for sin særpregede arkitektur, jugendstilen. Flere bygg i Ålesund sentrum er vernet, og noen er fredet. Ingen av disse husene skal rives, eller endres. Det estetiske inntrykket av «Jugendbyen» bør også bevares. Nye installasjoner og bygg skal derfor helst stå i stil med den eksisterende arkitekturen. For eksempel kan fjerning av brostein forstyrre det estetiske uttrykket. (Aud Farstad, 2008; Jugendstilsenteret og KUBE, ukjent)

Jugendstil er viktig å bevare både for kulturverdier som historie, estetikk, og stolthet, men også for inntekt gjennom turisme.

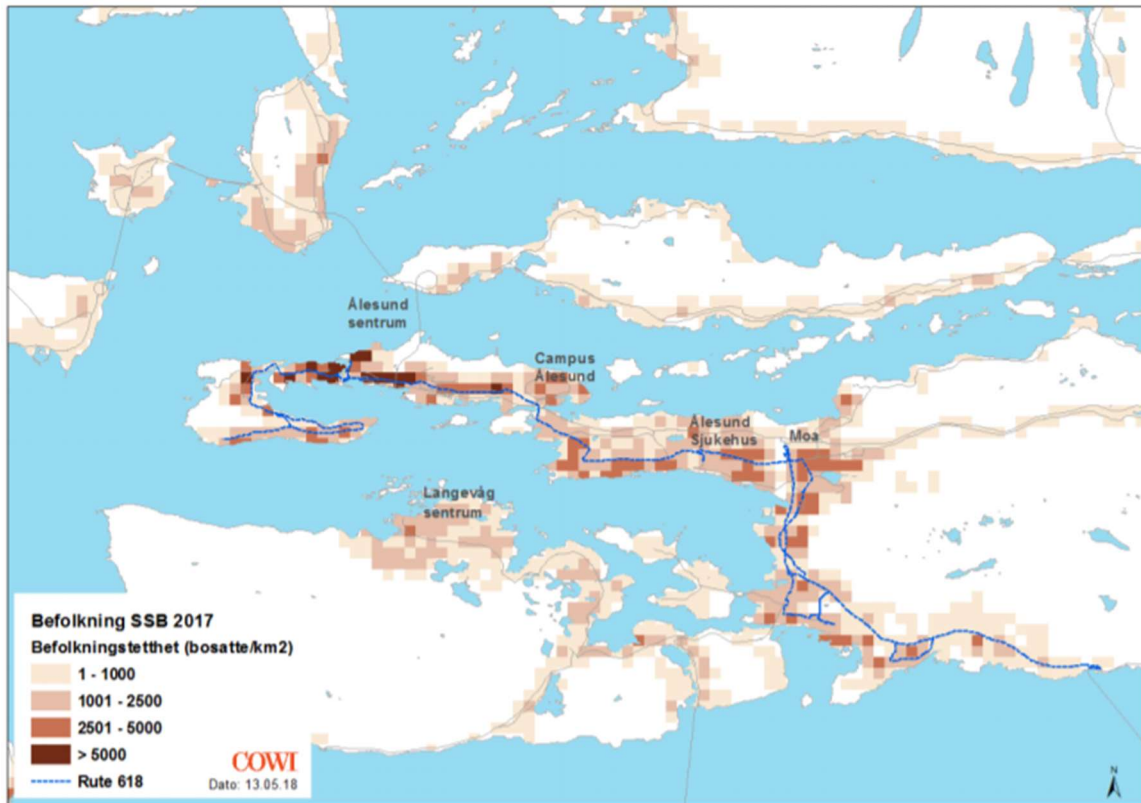
### 2.2.5 Befolkning, bosetting og sysselsetning

Hvilke områder som har flest bosatte, arbeidsplasser og skoler er viktig for plasseringen av bybanens stopp.

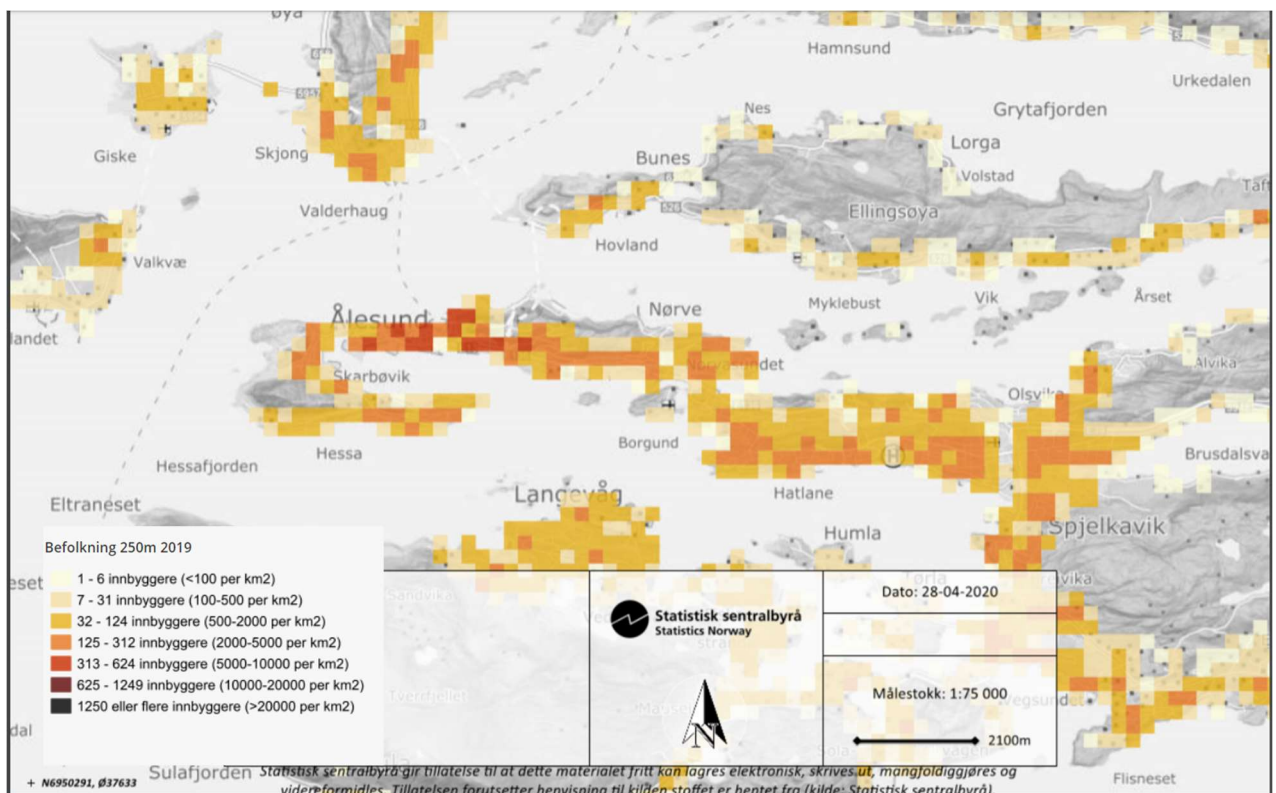
#### 2.2.5.1 Befolkningstetthet

Figurene 6 og 7, nedenfor, viser befolkningstettheten for hver 250x250 kvadratmeter i Ålesund og for de nærmeste nabokommunene. Figur 6 er fra rapporten til COWI, og viser tettheten for 2017 samt dagens busslinje 618. Figur 7 er et skjermbilde fra SSB sine nettsider og viser tettheten for 2019. Situasjonen er stort sett den samme. (COWI, 2018)





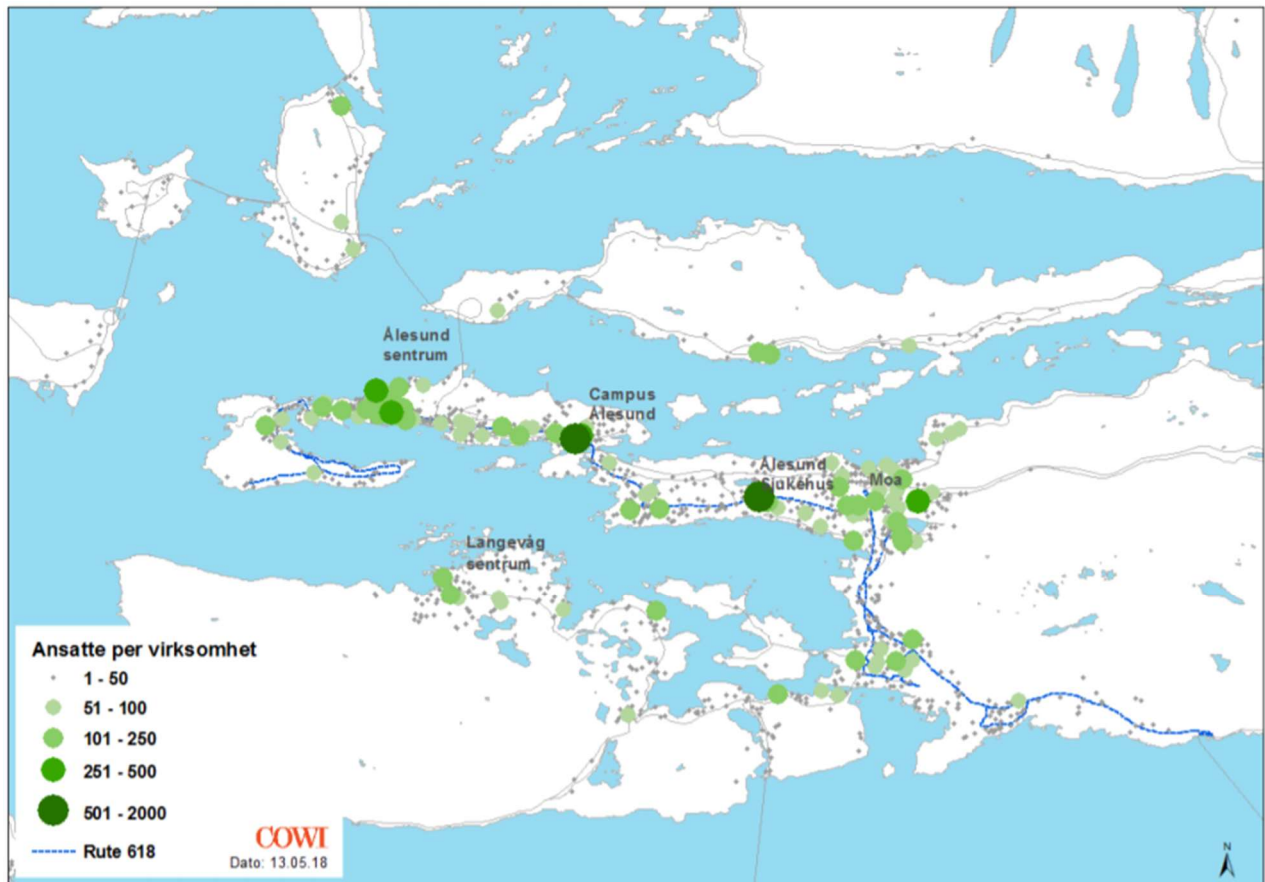
FIGUR 6: BEFOLKNINGSTETTHET I 2017 (INNBYGGERE/KM<sup>2</sup>) PER GRUNNKRETS I ÅLESUND OG OMEGN – TO MÅLESTOKK.



FIGUR 7: BEFOLKNINGSTETTHET I 2019 (INNBYGGERE/KM<sup>2</sup>) PER GRUNNKRETS I ÅLESUND OG OMEGN to målestokker. (Statistisk sentralbyrå, 2019)

### 2.2.5.2 Sysselsatte

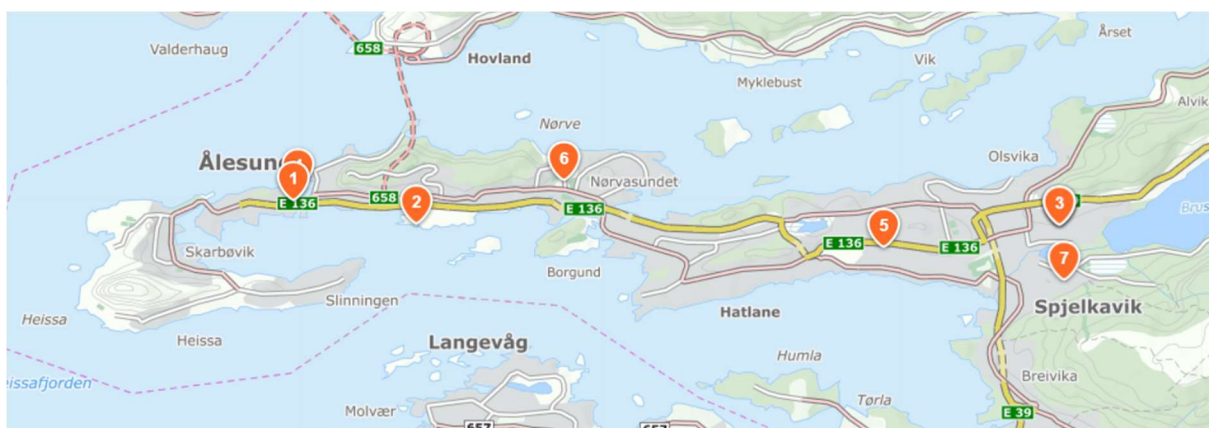
Figur 9 nedenfor viser sysselsatte per virksomhet i Ålesund og omegn. De største arbeidsplassene isolert er Campus og Ålesund sykehus. I områdene sentrum, Moa og mellom sentrum og Campus, er et stort antall mellomstore virksomheter. (COWI, 2018)



FIGUR 8: SYSSELTSATTE PER VIRKSOMHET I ÅLESUND OG OMEGN, TO MÅLESTOKK. (COWI, 2018)

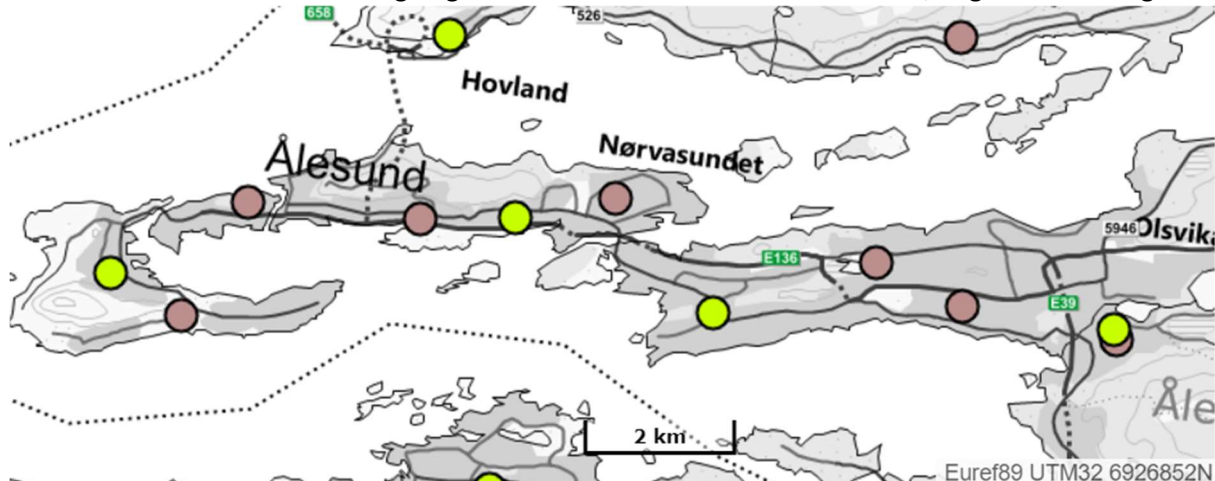
### 2.2.5.3 Skoler

Bildet nedenfor viser videregående skoler i Ålesund.



FIGUR 9: VIDEREGÅENDE SKOLER I ÅLESUND (OPPLYSNINGEN 1881, 2020)

Bildet nedenfor viser førskoler og ungdomsskoler i Ålesund. Førskoler i brunt, ungdomsskoler i grønt.



FIGUR 10: FØRSKOLER OG UNGDOMSSKOLER I ÅLESUND (ÅLESUND KOMMUNE, 2020)

#### 2.2.5.4 Vekstprognose

Kommunens prognoser i 2017 kalkulerte en vekst fra ca. 47.000 innbyggere i 2017 til 53.000 i 2030 – en vekst på 13-14%. Det er lagt til grunn at antall sysselsatte i kommunen vil vokse med samme % (COWI, 2018) .

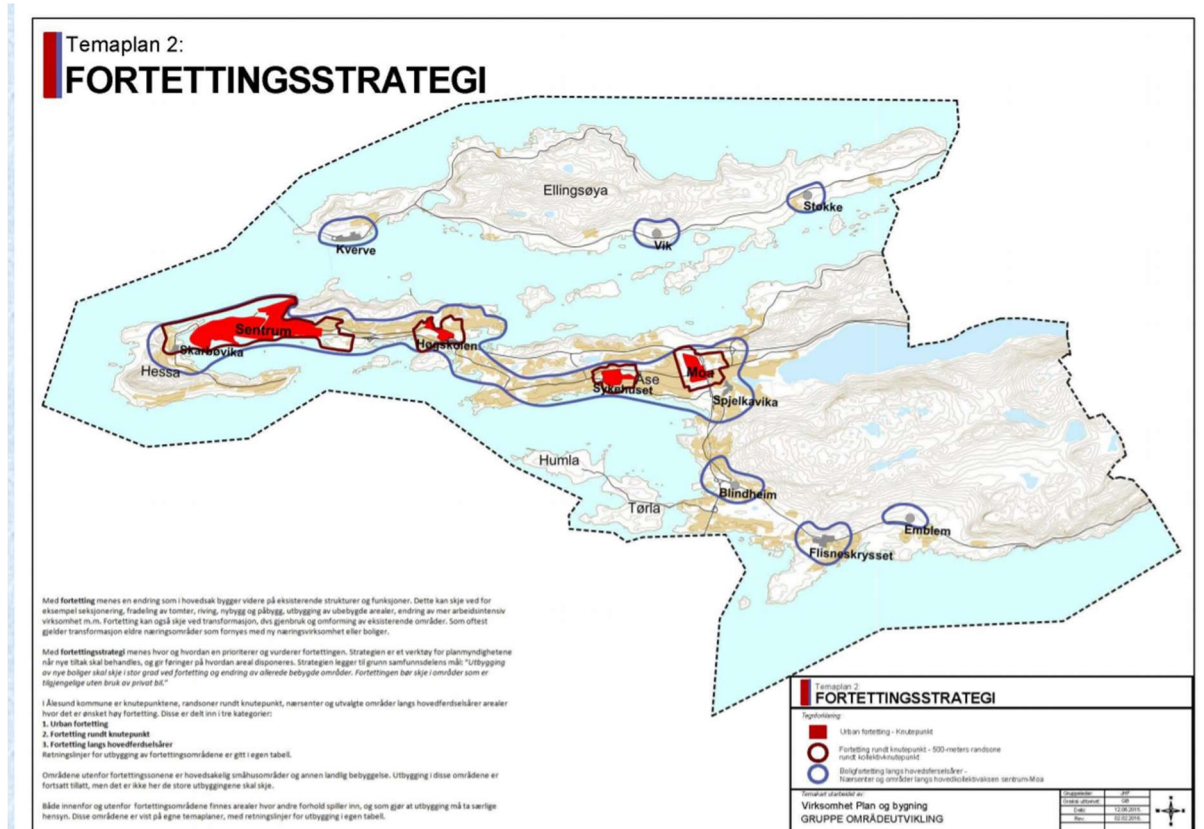
Nyeste prognose fra SSB anslår 51 146 innbyggere i 2030. Dette er en noe svakere økning enn prognosen i 2017. Derimot ble det fra 2018 til 2019 registrert 682 nye innbyggere i Ålesund (Statistisk sentralbyrå, 2020). Fortsetter det med en økning på 600 per år vil det i 2030 være 55 280 innbyggere.

#### 2.2.5.5 Fortettingsstrategi

Fortettingsstrategien er en del av knutepunktstrategien og er nevnt i [kapittel 2.4.4](#).

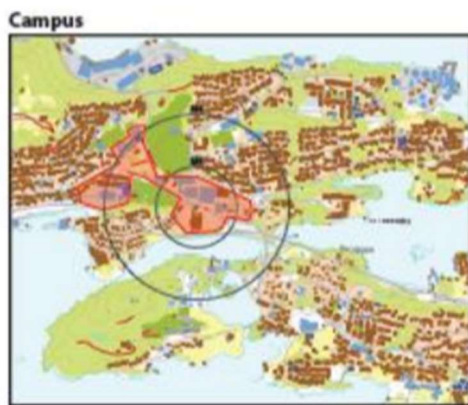
Her skal der fortettes rundt hoved korridorer. Områder nær de store knutepunktene, sentrum, Moa, Campus, og Ålesund Sykehus, prioriteres her høyest. Deretter kommer fortetting langs hele kollektivaksen sentrum-Moa. Bildet nedenfor viser en sammenfatning av fortettingsstrategien.





FIGUR 11: FORTETTINGSSTRATEGIEN, FRA KOMMUNEPLANENS AREALDEL, TEMAPLAN 3. (ÅLESUND KOMMUNE, 2017)

Den planlagte fortettingen vil føre til at opp mot 4-5 000 nye innbyggere vil komme til i markedsgrunnlaget for en høykvalitets transportkorridor i 2030. (COWI, 2018)

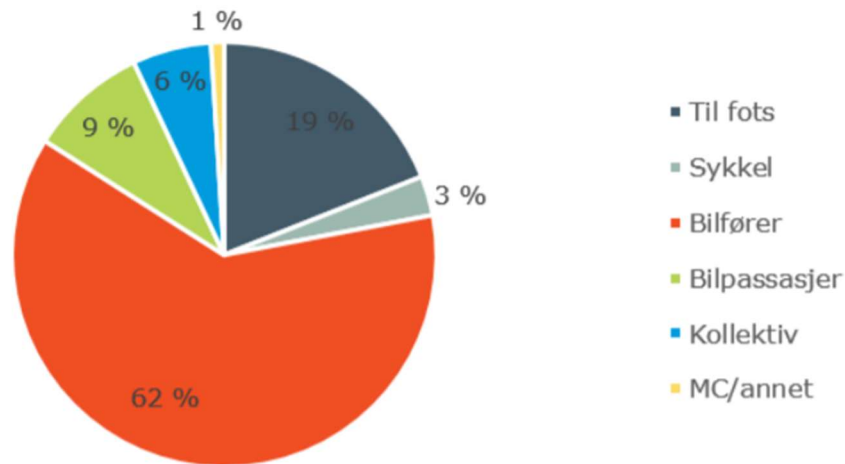


FIGUR 12: FOKUSOMRÅDE FOR FORTETTING AV CAMPUS. (ÅLESUND KOMMUNE, 2016)

## 2.2.6 Transport og infrastruktur

### 2.2.6.1 Reisevaner og miljøstatus

Den siste nasjonale reisevaneundersøkelsen fra TØI er RVU 2013/2014, og viser reisevanene i Ålesund på den tiden. Figur 13 er et diagram basert på tallene fra denne reiseundersøkelsen, og viser reisemiddelfordelingen i Ålesundregionen. Ålesundregionen omfatter her gamle Ålesund kommune, sammen med omegnskommunene Giske, Haram, Skodje og Sula.

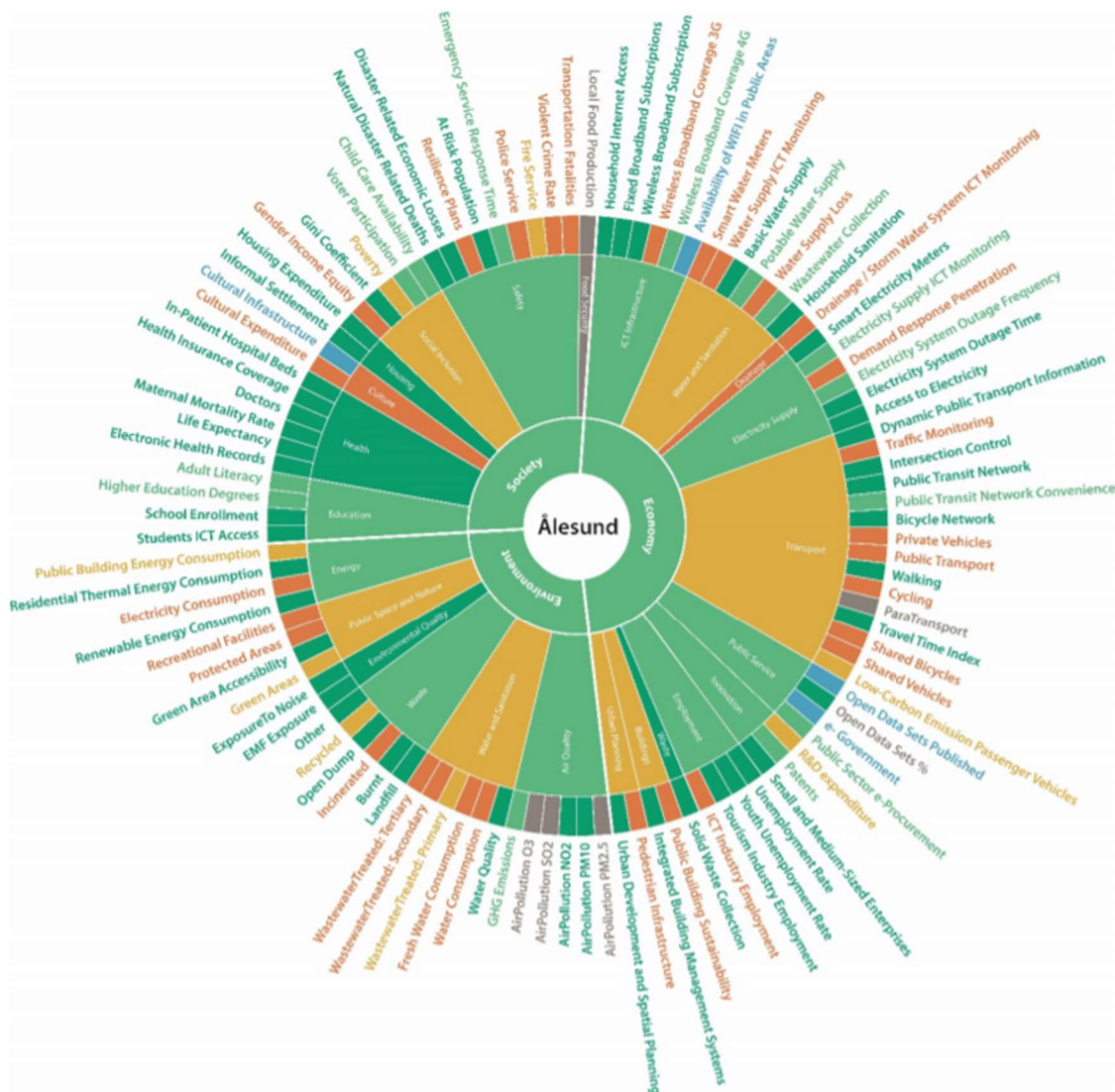


FIGUR 13: REISEMIDDELFORDELING FOR REISENDE I ÅLESUNDSREGIONEN (COWI, 2018)

Figuren viser at kun 6% av reisene ble foretatt med kollektivtransport. Hele 62% reiste som bilfører. Buss dekket 69 % av kollektivreisene, samtidig som båt dekker 11 %. De resterende 20% utgjøres av fly og drosje. (COWI, 2018)

Nye Ålesund sammen med Sula og Giske er den første byregionen i Norge som er tatt opp i FN-nettverket U4SSC - United for Smart and Sustainable Cities. Her ble det gjort utredninger av byregionens miljø- og bærekraftstatus. Følgende figur er et utdrag fra figur 14.

## 4. City Performance Benchmark

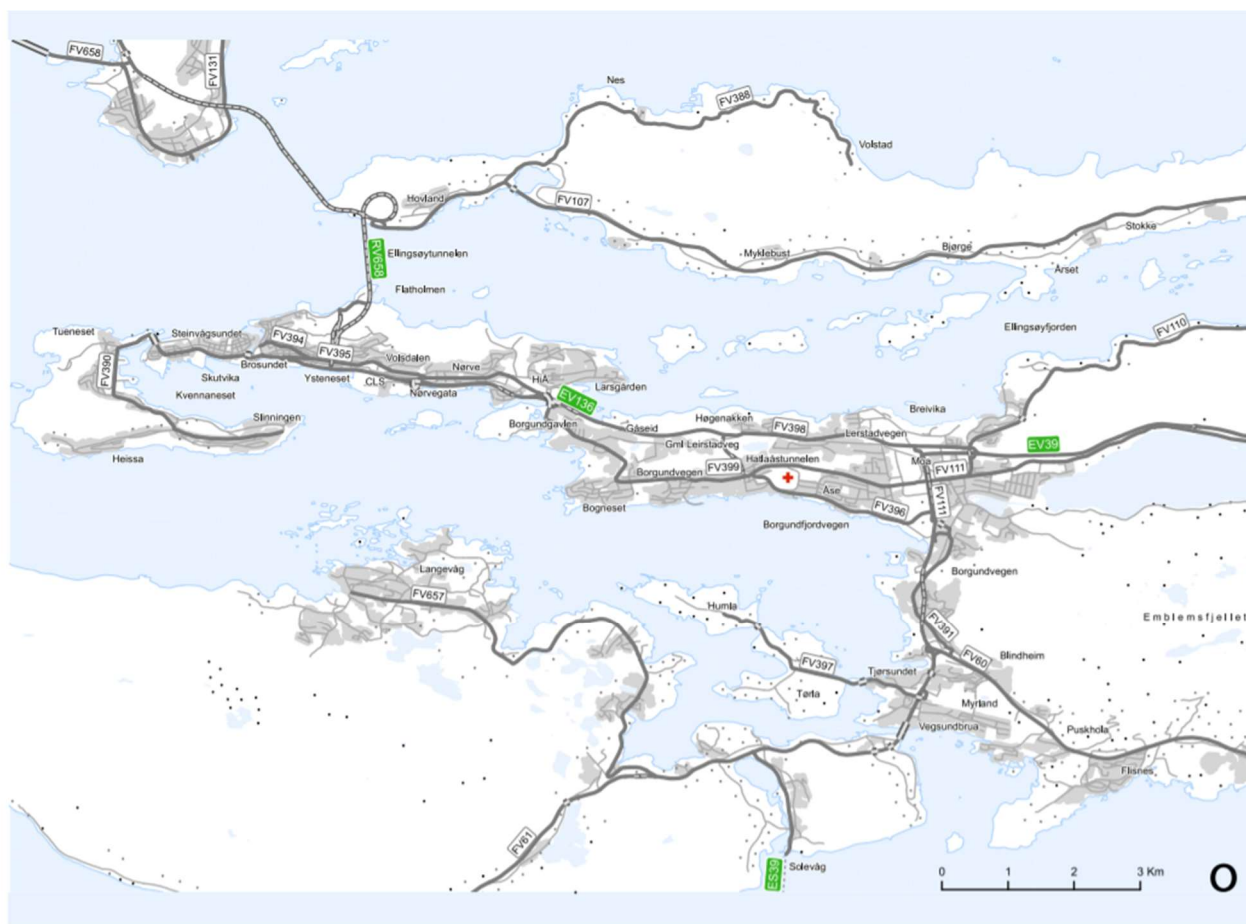


FIGUR 14: PERFORMANCE BENCHMARK - U4SSC

Ifølge utredningene har Ålesunds regionen en lite bærekraftig transportsituasjon. Feltene Ålesund gjør det verst på er Transport-overvåking, sykling, deling av transportmidler, og offentlig transport i forhold til privat transport.

### 2.2.6.2 Vegnettet

Kartet nedenfor viser hovedvegene i vegnettet til Ålesund. Ålesunds lange smale topografi har gjort det vanskelig for byen å vokse i bredde, likeså gjelder for vegnettet. Langs store deler av korridoren mellom knutepunktene, sentrum og Moa, er der 2 hoved-ferdselsårer som binder knutepunktene sammen. Innfartsvegen, Europavei 136, og Borgundveien. Mellom Lerstad-området og Spjelkavik er det 3 veier. E136 Har den høyeste ÅDT-en, og har 70 og 80 sone fra Colour line-Stadion til Lerstad. Borgundveien har en fartsgrense på 50km/t hele veien, mellom Moa og sentrum.



FIGUR 15: VEGNETT ÅLESUND (STATENS VEGVESEN, UKJENT)

### 2.2.6.3 Reisesstrømmer

I COWI sin rapport for fremtidige kollektivkonseptet la de fram en prognose for bil- og kollektivtrafikk i 2022. I et område bestående av Ålesund og 6 nabokommuner skjer om lag 55% av reisene (bil og kollektivtrafikk) innenfor Ålesund kommune. 17% skjer mellom Ålesund og nabokommunene og resten skjer innenfor nabokommunene og resten av fylket.

Tabell 1 viser hvordan reisene fordeler seg. Det viser ÅDT mellom de ulike områdene i Ålesund samt nabokommunene. Fra tabellen kan en se at de fleste reiser skjer innenfor område 1 og innenfor område 2, og mellom område 1 og 2. Det er flere reiser som skjer innenfor område 1 og 2 enn mellom dem (COWI, 2018). Dette viser blant annet at det ikke er en så stor andel som skal fra Moa til Ålesund. Det samme konkluderer Norsk bane med i sin rapport «Markedet direkte mellom Moa og sentrum er lite, og det er derfor viktig for en vellykket kollektivsatsing å kunne betjene underveis trafikken.» (Norsk bane, 2015, s.26)

Fordeling av bil- og kollektivreiser mellom og i områder

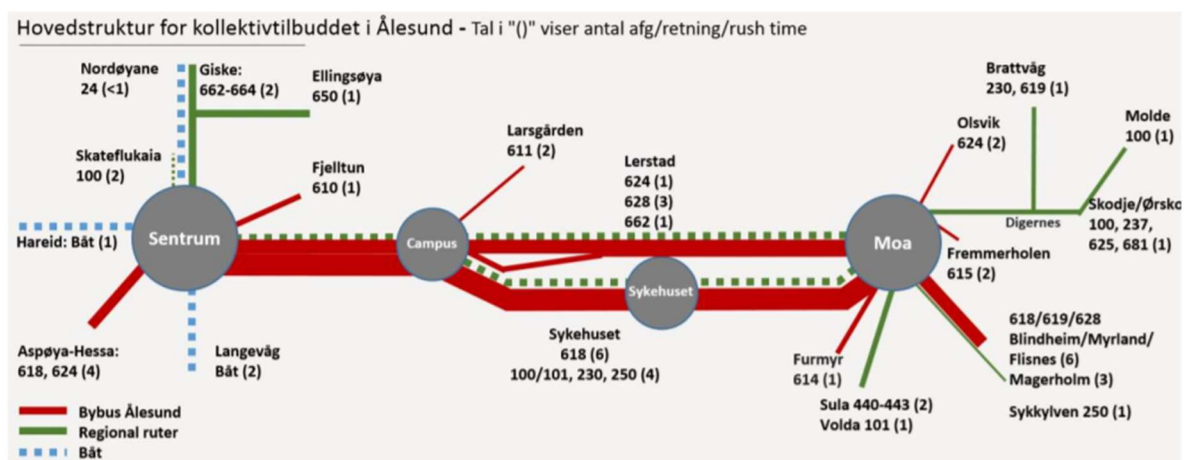


TABELL 1: FORDELING AV BIL- OG KOLLEKTIVREISER

	Ålesund område 1	Ålesund område 2	Ålesund område 3	Ålesund område 4	Ørskog	Sula	Giske	Haram	Sandøy	Skodje	Møre og Romsdal for øvrig
Ålesund område 1	34670	25183	3075	3801	249	3361	9033	749	4	981	2036
Ålesund område 2		37393	16772	1352	727	8768	3644	1828	5	3611	2708
Ålesund område 3			6108	162	155	3652	485	288	0	721	970
Ålesund område 4				1103	36	100	1310	311	0	296	191
Ørskog					2736	69	66	238	0	1673	1351
Sula						11609	367	176	0	299	818
Giske							11363	309	4	246	1313
Haram								15860	51	2466	1064
Sandøy									2479	1	204
Skodje										5877	717

#### 2.2.6.4 Dagens kollektivsystem

Som nevnt i kapittel 2.2.3 **Knutepunkt og målpunkt**, kan Ålesund deles inn i 4 knutepunkter. De fire knutepunktene i korridoren mellom sentrum og Moa er bundet sammen av solide kollektivakser. Videre er omliggende områder forbundet med sentrum i ene enden og Moa i andre. I figur 16 nedenfor vises knutepunktstrukturen i Ålesund, i 2018, med en oversikt over bussrutene og antall avganger per retning per rushtime. Figuren er noe utdatert i forhold til situasjonen i dag. Flere av busslinjene har fått nye navn, og noen linjer er endret, men fordelingen av avganger mellom Moa og Ålesund er i hovedsak lik. (COWI, 2018; FRAM, 2020)



FIGUR 16: STRUKTUR FOR KOLLEKTIVBETJENINGEN I ÅLESUND. (COWI, 2018)

Figuren viser at det på det meste er 15 avganger mellom sentrum og Moa. Rygggraden i kollektivsystemet består hovedsakelig av linje 618. Denne linjen går om sykehuset og betjener de tyngste reisemålene i korridoren. Den har 29 stopp. Linjen har 6 avganger per rushtime. Gjennom samme akse går det ofte 3 andre linjer som i tillegg går videre forbi Moa. I tillegg går det på det meste 4 ekspressbuss-avganger gjennom Lerstad. (COWI, 2018)

#### 2.2.6.4.1 Reisetider

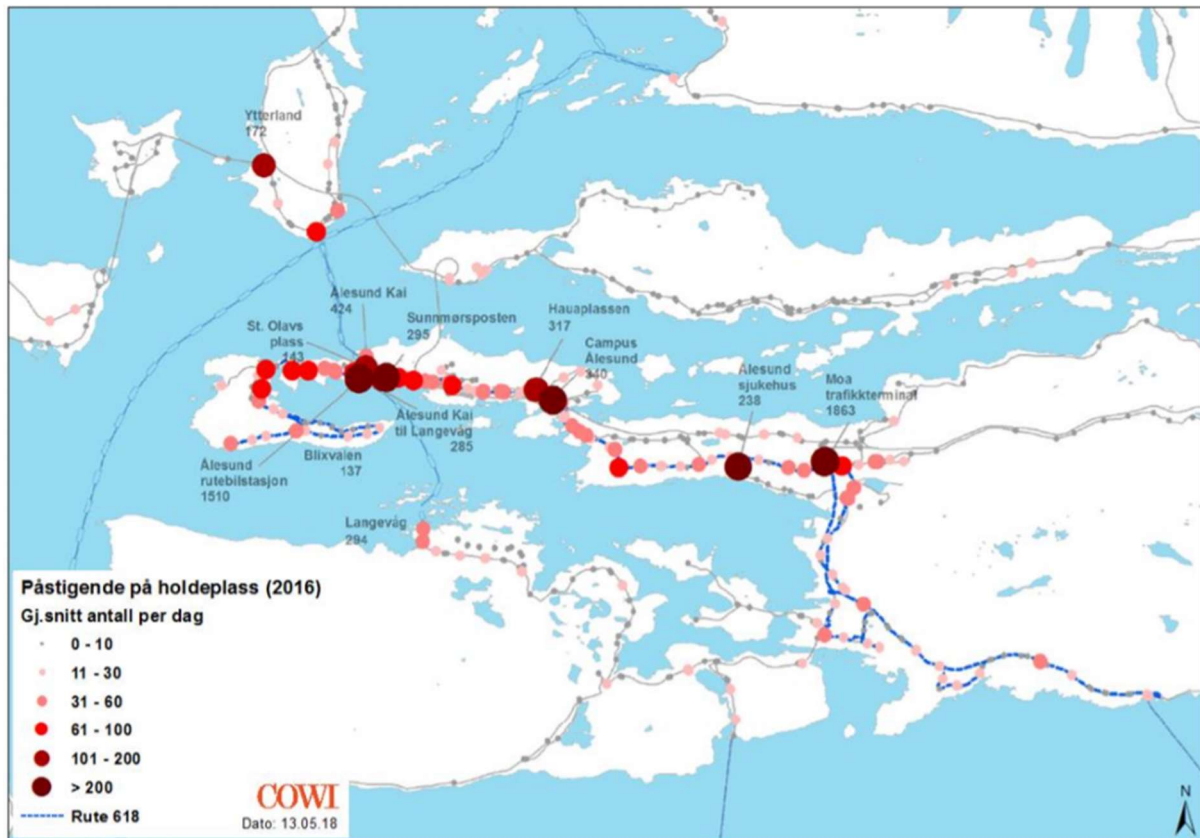
I følge FRAM er kjøretiden til linjer i samme rute som 618 30 minutter i vanlig trafikk. Ingen kjøretider i FRAM tar hensyn til forsinkelser på grunn av russtrafikk. Den faktiske kjøretiden er derfor usikker. Av erfaring er tiden mellom 35-45m, typisk rundt 40 minutter. Kjøretiden for ekspressbussen, linjene som går i samme rute som 628 (via innfartsvegen og Lerstad), har en kjøretid



på 20 minutter. (FRAM, 2020). Den faktiske kjøretiden er usikker, av erfaring er tiden mellom 25-35 minutter, typisk 30 minutter

#### 2.2.6.4.2 Passasjerer per stopp

Figur 17 nedenfor viser største antall påstigende per holdeplass for alle linjer samlet. Ut ifra figuren kan en se hvilke områder som har mange kollektivreisende, og derfor også hvilke områder det er naturlig for folk å bruke kollektivtransport fra og til. Datagrunnlaget er fra FRAM sitt passasjertallssystem og er basert på data innhentet fra hele 2017.

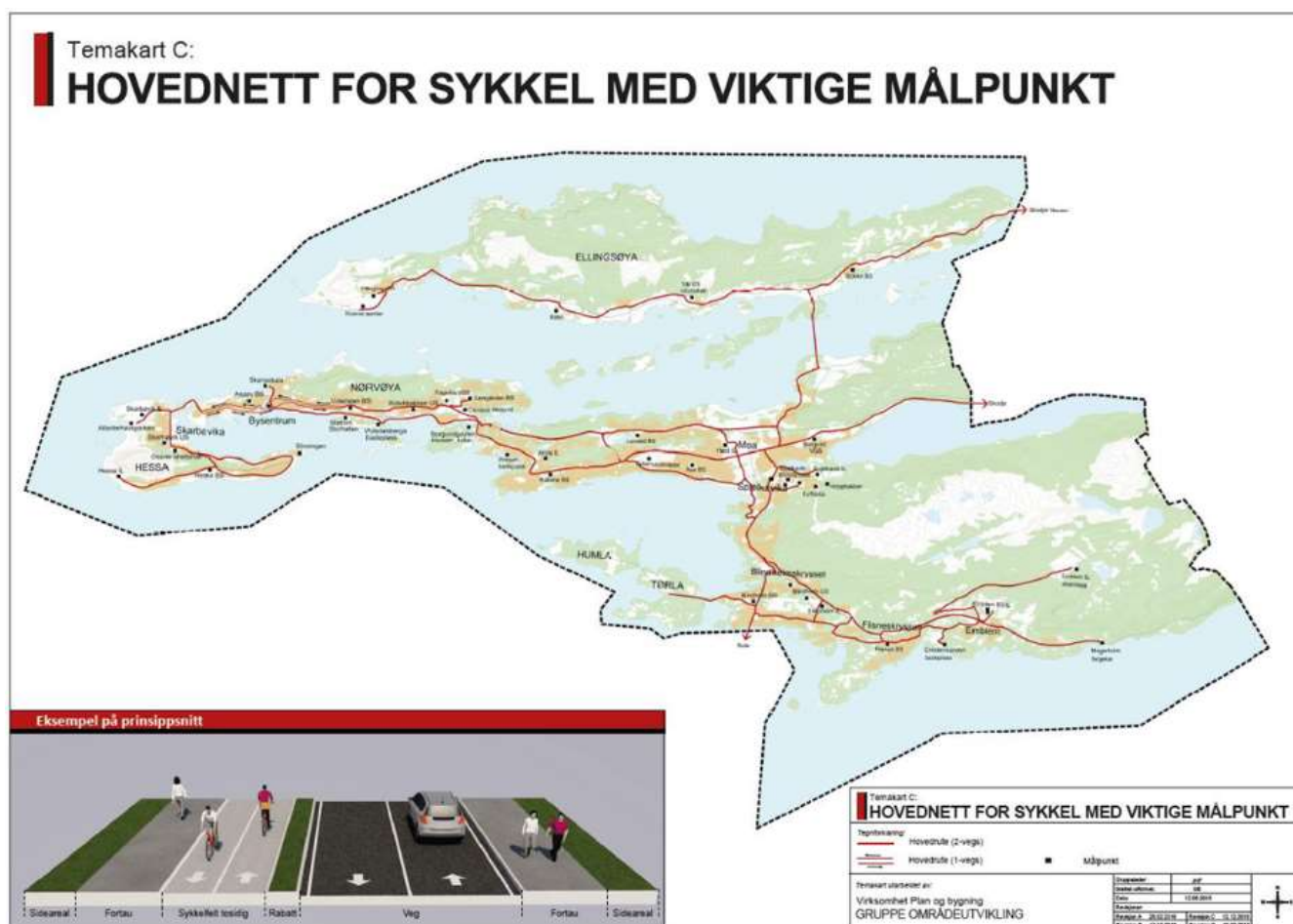


FIGUR 17: KART OVER PÅSTIGNINGER PÅ BUSS OG BÅT PR. GJENNOMSNIITTLIGE HVERDAG I 2017. (COWI, 2018)

TABELL 2: OVERSIKT OVER PASSASJERER PER LINJE. PÅSTIGENDE VISES BÅDE PER GJENNOMSNIITTS HVERDAG. (COWI, 2018)

### 2.2.6.4.3 Dagens sykkeltilbud:

Sykkeltilbudet i Ålesund har et stort forbedringspotensial. Muligheten for å sykle er stort sett best mellom Moa og Ålesund Campus. Sentrum har det dårligste tilbudet på grunn av trange gater og høye forthaugskanter. Mange bratte bakker gjør det også vanskeligere å sykle mange steder.



FIGUR 18: SITUASJONSKART FOR HOVEDNETT FOR SYKKEL I GAMLE ÅLESUND KOMMUNE. (ÅLESUND KOMMUNE, UKJENT)

### 2.2.7 Eksisterende planer og prosjekter for Ålesund

Kommuneplanen skal være Ålesund kommune overordnede styringsdokument. Kommuneplanene skal legge frem utviklingen av kommunen og skal brukes strategisk som en oversiktsplan. Kommunal planlegging skal ivareta kommunale, regionale og nasjonale mål. Kommuneplanen består av en samfunnsdel, en arealdel og en handlingsdel, hvor i Ålesund Kommunens webside står det:

- **Samfunnsdelen:** skal inneholde langsiktige mål og strategier, og skal peke ut retning for utviklingen av kommunen som organisasjon og kommunen som samfunn. Samfunnsdelen skal bygge på FN sine bærekraftmålsetninger, og vise hvordan målene blir fulgt opp lokalt.
- **Arealdelen:** består av et plankart med veiledning, og en planomtale med konsekvensutredninger. Den viser hvordan arealene i kommunen skal brukes og/eller vernes, og hvordan strategiene fra samfunnsdelen skal realiseres ved rett lokalisering av tjenester og funksjoner.

- **Handlingsdelen:** forteller hvordan kommuneplanen skal følges og skal revideres årlig.

(Ålesund kommunen, 2020)

Kommunestyret skal vurdere kommuneplanen, og om det er nødvendig å gjør endringer minst én gang i løpet av valgperioden.

FN sine bærekrafts mål har blitt arbeidet med over en lengre periode. De har hatt ansvar for sortere bærekraftsmål og gjennomføre dem i de nye kommunene. I Ålesund kommune webside står det:

- **Livskvalitet for innbyggerne** handler om å utvikle et sosialt og bærekraftig samfunn som er bygd på likestilling, rettferdighet, respekt og å inkluderes, i et samfunn som er trygt for alle, og hvor alle kan oppleve å høre til.
- **Bærekraftig miljø** handler om utvikling av et klimavennlig og kraftig samfunn gjennom lavutslipp, bærekraftig ressursbruk og forsvarlig beredskapstilpassing.
- **Vekstkraftig samfunn** handler om at regionen viser gjennomføringskraft og posisjonerer seg lokalt og nasjonalt, ut fra sine fortrinn.

(Ålesund kommunen, 2020)

En reguleringsplan er en plan over et avgrenset område som er politisk vedtatt. Hovedsakelig har en slik plan informasjon om hvordan området kan brukes og hva som kan bygges der.

Planstrategien er ikke en fastlåst plan. Den er mer en oversikt over kommunen sine planer, med prioritering og vurdering over planarbeidet en må bruke ressurser på i fireårsperioden. (Ålesund kommunen)

Fylkeskommunen har gjennomført en kartlegging av framkommeligheten på hovedrutene ved data fra kjøretidsregistreringer og en befaring (COWI 2018)

Bussene i dag kjører i samme felt som den øvrige trafikken. Derfor er data som kjøretidsregistreringer for biltrafikk relevante. Det er viktig å kartlegge framkommeligheten og grunnlaget for utviklingen av løsninger. Flere framkommelighetsproblemer er delvis beskrevet i Ålesund By pakke. Ålesund By pakke gir en oversikt for videre utbygging av veinettet for biltrafikk i figur 19. Hovedmålsetninger til videre arbeid og viktige forutsetninger i by pakken er:

- *Byen skal ha et pålitelig og effektivt transportsystem*
- *Transportsystemet skal møte befolkningsveksten*
- *By pakken skal bidra til å utvikle et framtidsrettet kollektivt tilbud*
- *By pakken skal bidra til attraktiv og bærekraftig utvikling*

(COWI 2018)

Sørsideplanen figur 20 har flere tiltak knyttet i sentrum, som krever utvikling grunnet økte transportbehov. Sørsideplanen viser trafikksystemet til ny kollektivterminal i Keiser Wilhelms gate og en ny bro over Brosundet.



FIGUR 19: KART OVER TILTAKENE I BY PAKKEN. VEDTATT 2.2.2017 (ÅLESUND KOMMUNE)

### Ny kollektivtrafikkterminal i Keiser Wilhelms gate

Det er planlagt å utvikle en ny kollektivtrafikkterminal figur 20 i Keiser Wilhelms gate som skal erstatte den eksisterende terminalen ved havnen i sør. Den nye terminalen skal utformes som gateterminal, med stoppseder langs vegen, som skal integrere bussene i byen med gjennomkjørende busser for bedre framkommelighet. Etablering av en gateterminal kan, og skal være en fordel for avvikling av busstrafikken.

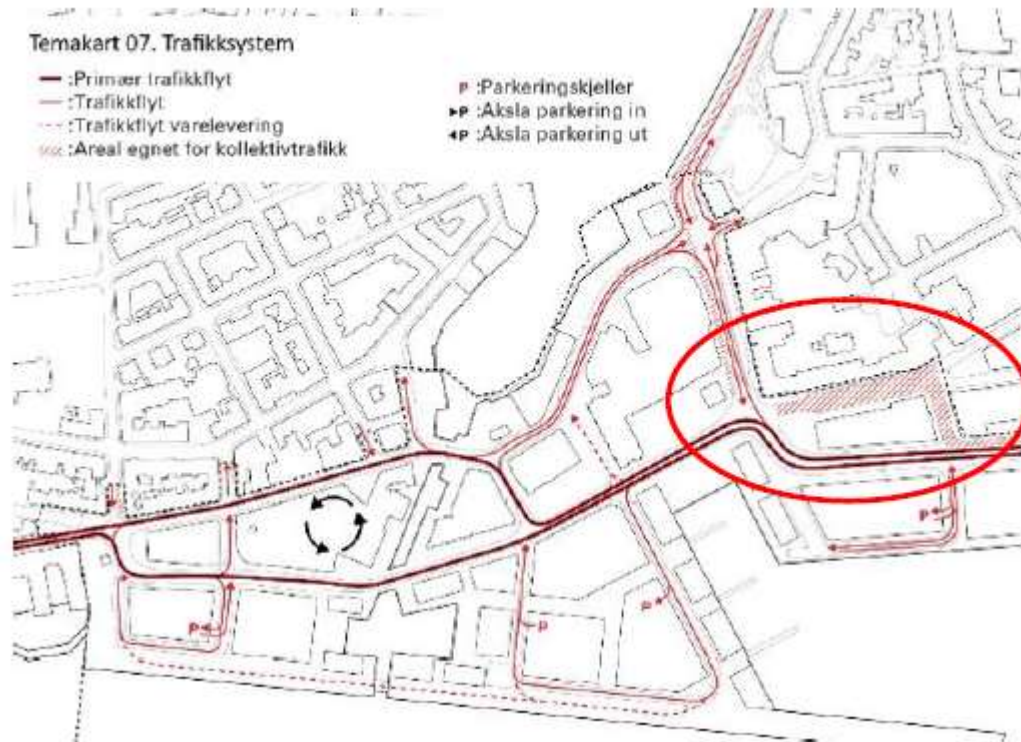
Denne kollektivtrafikkterminalen er et prosjekt på reguleringsplan under arbeid, derfor vil oppgaven ta hensyn til denne reguleringsplanen ved valg av plassering av bybane-traseen.

### Ny bro over Brosundet

En del av By pakken er en ekstra planlagt broforbindelse over Brosundet i figur 19 og figur 20. Denne broen vil øke kapasiteten over Brosundet. I dag er den eksisterende broen over Brosundet den eneste sammenkoblingen mellom Aspøya og Ålesund sentrum, som gjør det til et svakt punkt i trafikksystemet. Ny broforbindelse vil øke kapasiteten over Brosundet betraktelig. I dette tilfelle må planen ta hensyn til vekst av trafikkbelastning på begge broene.

### Fremkommelighetstiltak på Aspøya

For å sikre kollektivtrafikkens gode framkommelighet fra Aspøya, er det nødvendig å sikre god trafikkløsning i Kirkegata og Steinvågsvegen, spesielt når kapasiteten over Brosundet økes.

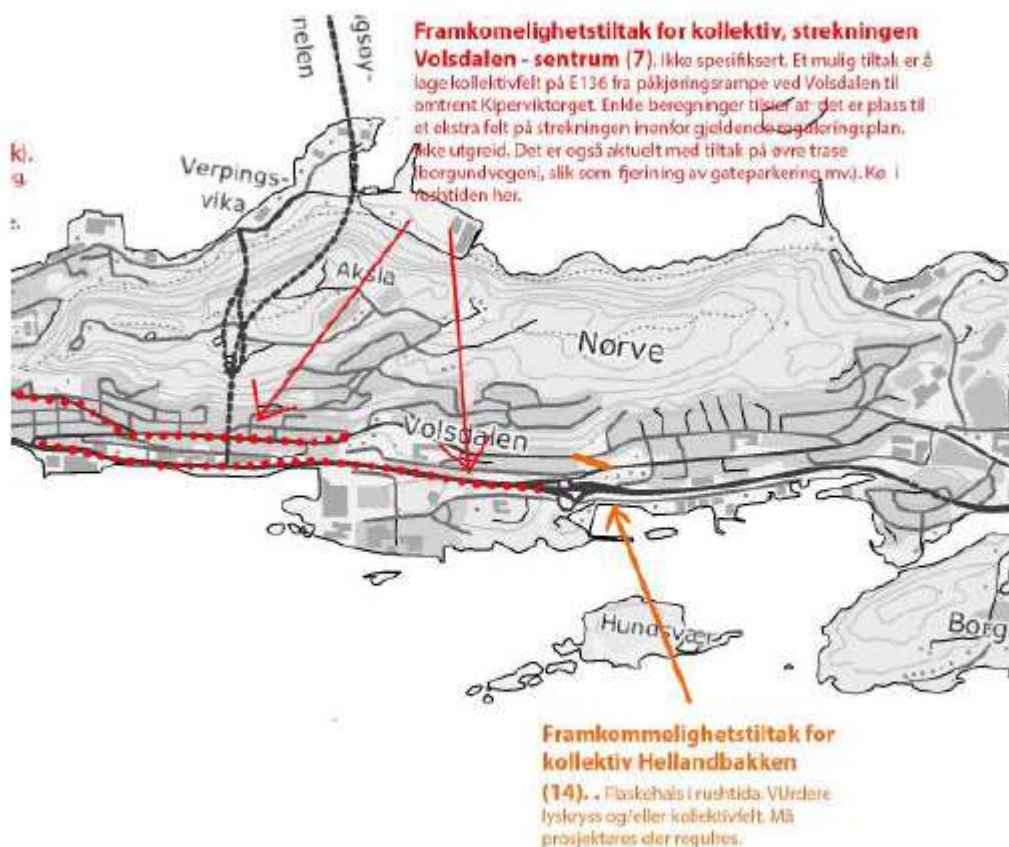


FIGUR 20: SKISSE FRA SØRSIDEPLAN TRAFIKKSYSTEM. SKISSE FRA SØRSIDEPLANENE – TRAFIKKSYSTEM. (COWI, 2018)

### Sentrum – Volsdalen

Strekningen fra sentrum til Volsdalen er hovedsakelig knyttet med sammen gjennom Borgundvegen og E136. Der er planlagt fremkommelighetstiltak på Borgundvegen mellom Fjellgata og Storgata, samt på Ålesundvegen mellom Røysegata og Nørvegata. Der er noen utfordringer som påvirke trafikkapasiteten, som kan løses ved ekstra kjørefelt for kollektivtrafikk eller all trafikk. By pakken er i prosessen med å utarbeide et forslag ved Hellandbakken om et signalregulert kryss mellom Borgundvegen og Nørvegata i Figur 21, med kollektivfelt. Dette forslaget vil minke forsinkelsen av kollektivtransport.





FIGUR 21: FRAMKOMMELIGHET SENTRUM – VOLSDALEN HELLANDBAKKEN. (COWI, 2018)

### Campus-Området

En vesentlig del av by pakken er de nye planene for Campusområdet. Her er det planlagt for både store endringer i vegnettet, for kollektivholdeplasser, for Campusformål og for å utvikle det til et mer urbant senter. Målet med planen er å videreutvikle og skape et fremtidsrettet, langsiktig og helhetlig Campus Ålesund. Campus skal styrkes som kompetanse- og nyskappingsområde. Gjennom fortetting og utbygging skal det samtidig utvikles til å bli et urbant, attraktivt og miljøvennlig knutepunkt. Dette skal gjennomføres ved å fortette og inkludere flere grupper mennesker som barn, eldre, samt å flytte flere arbeidsplasser inn i området.

Planen består av hovedsakelig å bygge ut:

- Miljøgate med flere kollektivholdeplasser  
Campus skal bli et større knutepunkt, og et større kollektivsenter.
- Strøkpark mellom NMK og NTNU som går gjennom miljøgate - grønn korridor og torg.  
For å binde sammen NMK og NTNU, og gjøre det mer hyggelig å bruke både sykkel og beina, skal gang- og sykkelvei prioriteres, gjennom at hastigheten på borgundveien senkes til 40km/t.
- Nye lekeareal og innpassing av barnehage.

- Utvide e 136 til to felt med utvidet Skuggentunnel.

Når fartsgrensen reduseres på Borgundveien vil det bli behov for et mer kapasitetssterkt vegnett i en annen gate. Deler av trafikken blir flyttet hit. Dette også for generelt å øke kapasiteten til vegnettet i Ålesund.

- Nye sykkelveger langs borgundvegen og Nørvasundet.

Dette for å bedre sykkeltilbudet i området og i byen generelt.

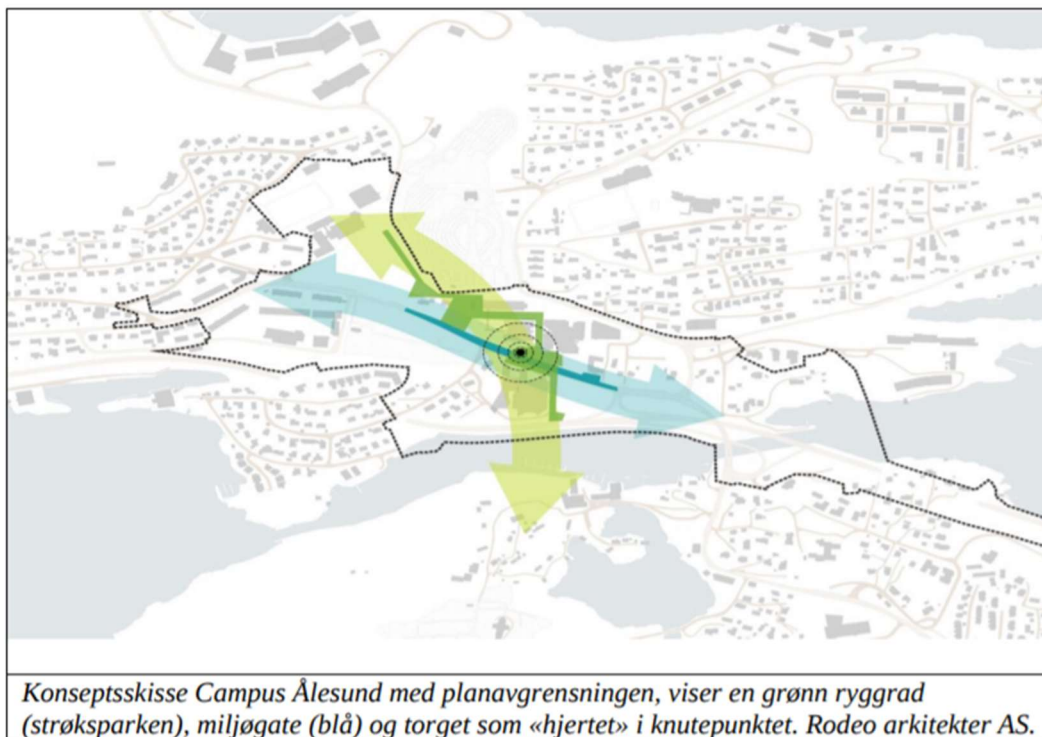
- Nye parkeringsgrep og endret reisemiddelfordeling.

Biltrafikken skal reduseres. Samtidig er det et mål om å fortette å skape nye aktiviteter i området. Arealet skal utnyttes til andre formål. Biltrafikk skal under bakkenivå, om ikke helt bort.

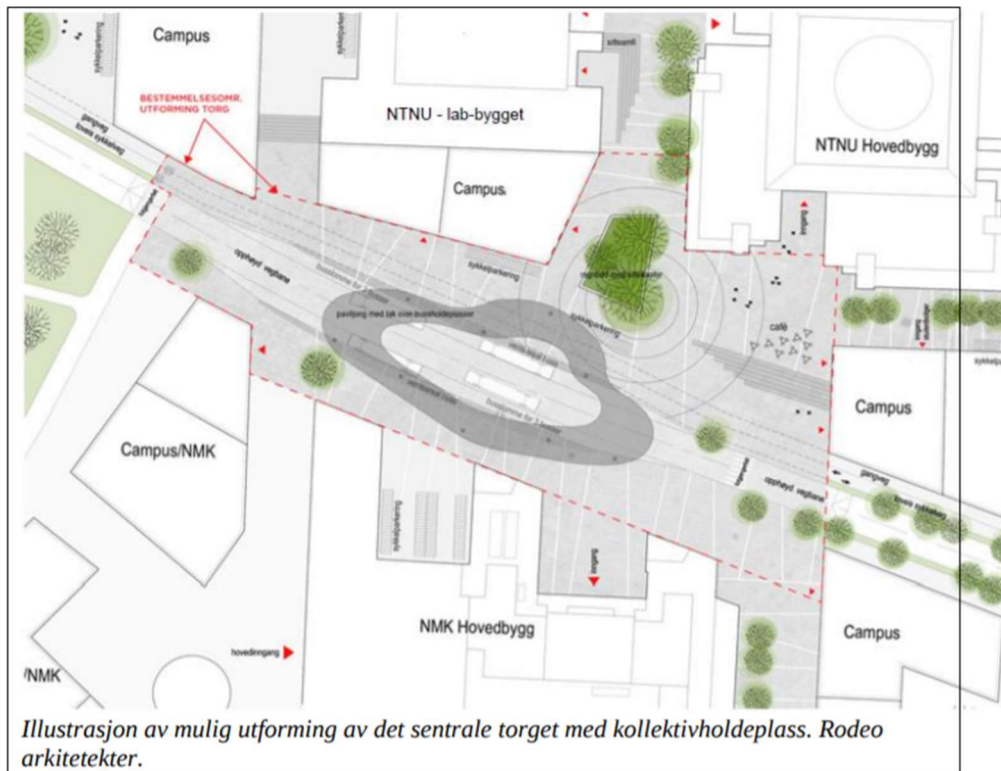
- Fem-armet rundkjøring erstatter tre T-kruss

Gjennom å skape en rundkjøring skal trafikkflyten økes. Det fjernes tre problemkruss i området.

Hovedgrep i planforslaget er en strøkspark som møter miljøgaten. Den går fra Fagerlia, gjennom NTNU og til NMK. Hastigheten i området skal senkes. I skjæringspunktet mellom strøksparken og miljøgata, etableres det et sentralt torg. I figur 22 og 23 nedenfor vises én skisse av kommunens plan for hvor miljøgaten møter den grønne strøksparken, og én for torget.



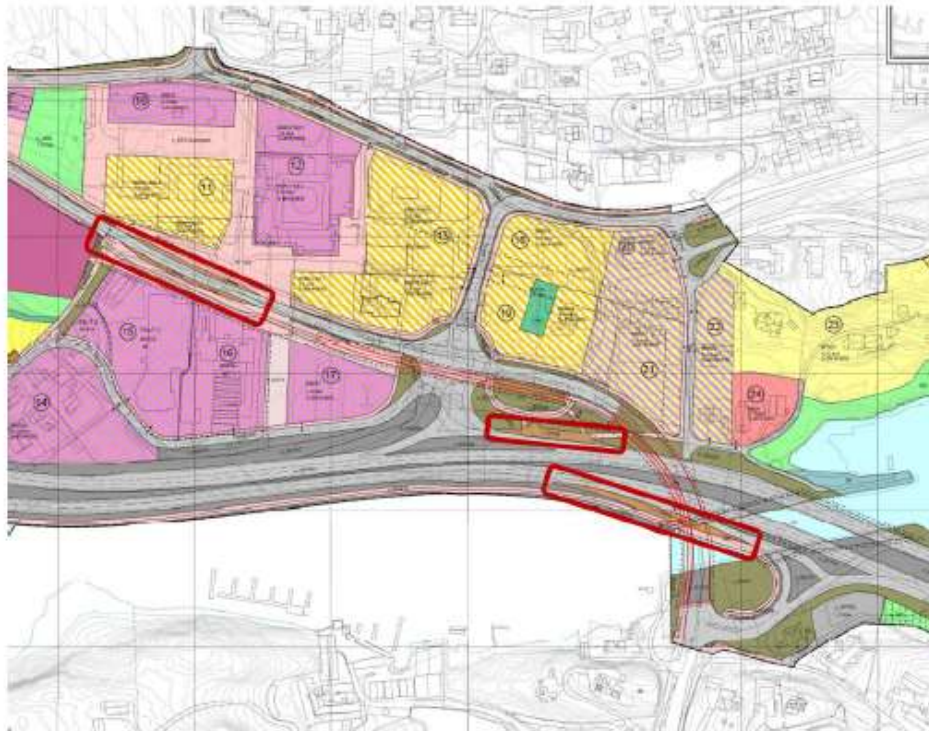
FIGUR 22: KONSEPTSSKISSE FRA CAMPUS ÅLESUND OMRÅDEREGULERING. (ÅLESUND KOMMUNE, 2017)



FIGUR 23: SKISSE FOR TORGET MELLOM NTNU OG NMK FRA CAMPUS ÅLESUND OMRÅDEREGULERING. (ÅLESUND KOMMUNE, 2017)

Campus-området er som nevnt et viktig knutepunkt i Ålesund, og det er derfor viktig å planlegge og etablere overordnede trafikkløsninger ved Campus. Der er et stort behov for nye holdeplasser ved NTNU-området. By pakkens ekspressbuss vil gå forbi Campus på E136. For å sikre god framkommelighet, er det planlagt å ha et stoppested ved E136 i Figur 24. Dette indikerer òg fleksibilitet for framtidig rutestruktur.





FIGUR 24: UTSNITT FRA REGULERINGSPLAN FOR CAMPUS (COWI, 2018)

By pakken foreslår det nye kollektivknutepunktet ved NTNU rett vest for nye rundkjøringen, hvor det blir plass til 3 busser i hver retning. Busslommer skal ha gode ventemuligheter både innen- og utendørs.

#### **Nørvesund – Lerstad – Breivika**

En 4-felts motorvei-utvidelse er planlagt i strekningen mellom Nørvasundet og Lerstad i Figur 19. En utvidelse skal øke trafikkapasitet, eller gi prioritert- og ekspressbuss et eget felt på motorveien. Veiforbindelse med 4 felt i tunnel mellom Breivika og Lerstad, skal planlegges i By pakken.

**BYPAKKE ÅLESUND SYKKEL-, KOLLEKTIV- OG TRAFIKKSIKKERHETSTILTAK**



FIGUR 25: KOLLEKTIVT TRAFIKKSIKKERHETSTILTAK. (COWI, 2018)

### Nytt knutepunkt ved Sykehuset

Kommuneplanen har et nytt kollektivknutepunkt ved sykehuset. Planen er å bygge om dagens ordning, slik at den også havner nærmere hovedinngangen til sykehuset figur 25. Det skal sikre kort gangtid fra stoppested til sykehuset.

### Ombygging av terminal ved Mjøa

I by pakken inngår et nytt stoppested på gatene omkring bussterminalen i Mjøa. Det stoppestedet ligger ikke på toppen av prioriterings liste (COWI 2018). Stoppestedet kan gi kortere kjøretid gjennom terminalen, slik at omveikjøringen gjennom terminalen kan unngås. MRFK og SVV er i oppstartsfasen med utvikling av ny terminal ved Mjøa. Den skal optimere trafikk og tilgang.

## 2.3 GENERELT OM BYBANER

### 2.3.1 Hva er en bybane?

Når byer i vekst oppnår trafikksystemets kapasitetsgrense, bør det bygges ut mer plasseffektive og nye transportsystemer. Når behovet og etterspørselen er stor nok kan skinnegående transport være en god løsning.

Både trikker, bybane, t-bane, metro og monorail er alle skinnegående transport drevet med elektrisitet. (Norsk bane, 2015) Skinnegående transport i byområder har vært brukt lenge. Sporvei

og undergrunnsbaner har vært bygd ut i byer siden siste del av 1800-tallet. Det er ingen entydige definisjoner på de ulike typene skinnegående transportsystemer. Begrepene flyter delvis inn i hverandre og avhenger av flere egenskaper som blant annet trasé og hastighet. Det er derfor ikke sikkert at begrepet bybane blir det riktige å bruke for banen i Ålesund. Man kan likevel grovt dele inn den skinnegående transporten i følgende grupper.

#### Lokaltog

Tradisjonelle tog er i forhold til de andre typene store og tunge, hurtiggående vogner. Stoppavstanden er stor, og de er viktig for å skape forbindelse mellom byer med store avstander fra hverandre.

#### Trikk

Trikken er en type kollektivtransport som hovedsakelig går i bygater i blandet trafikk. Dette betyr at de ofte deler kjørefelt med annen trafikk. På grunn av dette må den ta hensyn til øvrig trafikk, og gjennomsnittshastigheten er ofte derfor lav. Kapasiteten er omtrent lik bussens eller noe høyere. Flere av de eksisterende trikkesystemene er fra en tid hvor trikken var det første motoriserte tilbudet i byene, og har overlevd fra den tiden. (Rambøll Norge AS, 2010)

#### Metro / t-bane

T-bane er en forkortelse for Tunnelbane, ordet metro kan også brukes. Metro brukes internasjonalt. I Norge bruker man ofte T-bane, slik det ble hetende i Oslo. (Norsk bane, 2015) I sentrale byområder ligger banesystemet og stasjonene under bakken. Banen kan også ha lange strekk på overflaten i mer åpne bystrøk. De går i en egen trasé, helt separert fra øvrig trafikk. Strømforsyningen kommer som oftest fra en strømskinne (Store Norske Leksikon, 2019; Rambøll Norge AS, 2010). De har ofte svært høy kapasitet på grunn av brede og lange vogner. På grunn av separat trasé og muligheten til å gå ganske direkte, har den ofte ganske stor gjennomsnittshastighet (større enn bybane, trikk og monorail). (Rambøll Norge AS, 2010) Toppfarten er derimot generelt lik bybaner. T-bane har typisk vesentlig høyere anleggskostnader enn bybane på overflate, på grunn av store universelt utformede stasjoner under bakken og tunneler under bebyggelse. (COWI, 2018) En annen banetype som finnes er s-baner, som er en slags kombinasjon mellom t-bane og tog. (Norsk Bane, 2015)

#### Monorail

Monorail, som på norsk kan oversettes til «singelskinne» eller «en-skinnet» er et banesystem som er plassert på søyler over bakken. Søylene bærer en stiv bjelke. (Norsk Bane, 2015) Dette er den såkalte «skinnen» som vognsetter er festet til og kjører på. Strømtilførsel kommer også fra denne bjelken. Det kan deles inn i to typer. Det ene, hvor vognsettet henger ned fra bjelken. Den andre hvor bjelken ligger på loddrette søyler og vognene klamrer seg rundt bjelken. Banen går i en egen trasé over eksisterende trafikk.

Hensikten med denne kollektivtransporten er at banen skal bruke mindre, eller så lite som mulig areal på bakkeplan. Når det bygges ut nye skinnegående kollektivløsninger er det ofte fordi trafikksystemets kapasitetsgrense på bakkenivå er nådd. Selv om eksisterende transportsystem byttes ut med et mer plasseffektivt transportsystem, vil det nye systemet kreve sin plass og under utbygging av det nye systemet må veier stenges midlertidig. Der er derimot ofte plass over bakkenivå, oppe i luften. Siden monorailsystemet går over bakkenivå på søyler, vil det ikke kreve større areal fra bakkenivå enn søylene tar. Dimensjonen på søylen kan derimot bli ganske stor avhengig av materialbruk, og om søylen bærer en eller to linjer. (The Monorail Society, ukjent)

Før vi bestemte oss for problemstillingen for denne oppgaven undersøkte vi om oppgaven kunne omhandle et monorailsystem gjennom Ålesund. Vi fant flere artikler om temaet, men de fleste av de var nyhetsartikler. Det var ingen av artiklene som traff tema godt var særlig pålitelige kilder. Det store flertallet var negative til monorail og konkluderte med at det var en lite gunstig løsning for de fleste byer. I verden er det få av disse systemene i forhold til andre typer baner, og at mange av de kun ble brukt på svært korte strekninger som flyplasser og campuser. På grunnlag av dette valgte vi å gå bort fra monorail som en del av oppgaven. I en epost fra Ivar Johan Gubberud, Sikkerhet- og kvalitetssjef hos Bybanen AS, fikk vi videre bekreftet at monorail er lite utbredt og har liten suksess:

Monorail er i hovedsak ikke en suksess og stort sett ikke-eksisterende, til tross for mange ti-år som snakkes og på tegnebrettet. Det som er bygget i verden er enten Maglev som non-stop flyplasstoget i Shanghai (med maks hastighet på like under 500 km/t) eller uhyre saktegående monorail på hjul som finnes på noen flyplasser (f.eks. Birmingham) og shoppingentre (f.eks. Merry Hill, hvor den var i drift i fem år fra 1991, men ble lagt ned P.G.A. både tekniske og sikkerhetsmessige årsaker). I en beredskapssituasjon er det ekstremt utfordrende å redde ut passasjerer på linjen. Samlet sett har derfor ikke monorail-konseptet fått noen form for utbredelse i verden ut over fornøyelsespark-nivå. Like håpløst som vakuumbaner som er (nok en gang) trukket fram av Tusk. Problemet er alle former for avvikshåndtering.

(Ivar Johan Gubberud, Sikkerhet- og kvalitetssjef hos Bybanen AS, 10.01.2020, e-post)

Andre grunner til at monorail er lite utbredt er fordi disse banesystemene sjeldent har god akselerasjon. I tillegg til at sporvekslingssystemer er kompliserte og dyre. Siden de er ført over bakkenivå blir tilgjengeligheten for brukerne noe redusert i forhold til baner på bakkenivå. Vedlikehold og drift er dyrt. Spesielt på grunn av stoppene som må bygges over bakken, er også anleggskostnadene store, sammenliknet med baner på bakkenivå. (Institute of Urban transport (India), ukjent)

### Bybane / Light-rail

Begrepet bybane ble utviklet for banekonseptet i Bergen. Konseptet er en bane med det beste fra trikk og T-bane. De hadde som formål å skape en kollektivtransport som var medvirkende til et godt bymiljø, gav god dekning i trafikkunge områder og var synlig i gatene. Gjennom at store deler av banen gikk i egen trasé, skulle den kunne ha relativt høy hastighet. Alle disse målene lyktes de med stort sett, og banen ble en suksess. (COWI, 2018)

Bybanen har noe av de samme karakteristikkene som «light-rail»-banene. Bybaner eller light-rail går altså hovedsakelig på bakkenivå. De går i stor grad i egen separat trasé, særlig utenfor bysentrum. Kryssing og blanding med annen trafikk kan derimot aksepteres. I sentrumsområder er der gjerne ikke mulighet for at banen går i separat trasé, banen går her i blandet trafikk, men får ofte førsteprioritet. Gjennomsnittshastigheten og kapasiteten er generelt større enn trikk, men mindre enn T-bane. (Rambøll Norge AS, 2010) Bybanesystemer finnes over hele verden, og de har vært utviklet de siste 30 årene. Til sammen kjenner vi til over 150 light-rail-systemer og det bygges stadig ut flere. (Rambøll Norge AS, 2010)

Bybanen i Bergen bruker strømforsyning gjennom kjøreledning. Et alternativ til dette er såkalt «Ground-level power supply». Her får vognene strømtilførsel fra skinner i bakken i stedet.

Teknologien sørger for at biler og folk kan gå over strømskinnen uten fare. Dette gir muligheten for lavere høyde i tunneler og under broer.

Bybane konseptet i Bergen ble altså en kombinasjon, en balanse av trikk og T-bane. Denne balansen passet godt i Bergen, men er ikke sikkert at blir den samme i Ålesund. I forprosjektet Norsk Bane lagde i 2015 endte de på en løsning hvor banen nesten kun gikk i fjell. Da kunne man gjerne kaldt det en T-bane. Hvilket begrep som blir riktig å bruke for banen i Ålesund trenger derfor ikke å bli bestemt enda, og er heller ikke så viktig. Det viktige er å bruke et system som egner seg godt i Ålesund. Begrepet vil også utvikle seg litt videre etter hvert om flere «bybaner» med annen karakteristikk blir skapt og begrepet blir brukt om de.

#### 2.3.1.1 Tre viktige suksessfaktorer for en bybane

Tre viktige suksessfaktorer for en vellykket bybane er:

- Nærhet
- Synlighet
- Stor grad av uforstyrret, egen trasé

Dette er tre faktorer som det er viktig at en bybane oppfyller i størst mulig grad. Det er mange faktorer som er viktige, men disse ble særlig dratt frem i rapporten til COWI. Nærhet betyr at stasjonene ligger i sentralt, og så nært som mulig områder som mange (så mange som mulig) har som reisemål (så nært som mulig områder som har et stort kundegrunnlag).

Nærhet er viktig for at tilbudet skal være mest mulig attraktivt for de reisende. Når stasjonene ligger i nærheten, vil reisende ha kortere gangavstand og reisetiden for de enkelte vil bli lavere. Når befolkningen har kort avstand til banen blir det flere folk som vil bruke banen. Dette vil også medføre at driftsinntektene blir høyere.

Alternativet til en synlig bane er at den går under bakken. Når banen er synlig, kan den selge seg selv gjennom gjentakende eksponering. Det er også lett å se og finne frem til stasjonene. Det gir en oversikt over hvor banen befinner seg for øyeblikket. Den er også lett å lære seg da en ser hvilken vei banen går.

Jo større andel som ligger i egen trasé jo raskere går banen. Færre kryss gjør at systemet blir mer trafiksikkert, og øvrig trafikk blir mindre påvirket av banen.

(COWI, 2018; Norsk bane, 2015)

#### Kombibane

En såkalt kombibane er en variant av bybanen, hvor den delvis går på eksisterende jernbanespor og delvis i egen trasé. Banen er da avhengig av to strømsystemer.

#### 2.3.2 Bybanen i Bergen

Siden det er bybanen i Bergen sitt system det undersøkes for i oppgaven, er det nyttig å se på dette systemet, og hvordan de har valgt å bygge ut systemet i Bergen.

Bybanen i Bergen ble bygget i flere etapper, en delstrekning om gangen. Første delstrekning åpnet i 2010 fra sentrum til Nesttun. Den ble raskt en suksess og det ble videre bygget ut to etapper. Utbyggingen av den fjerde er i gang. I dag går banen mellom Bergen sentrum og Flesland.

Bybanen er den mest kapasitetssterke og effektive kollektivtransporten i Bergen. Bybanen er prioritert foran annen trafikk og skaper «ryggraden» for kollektivtrafikken i Bergen. Bybanen går

langs hoved-trafikkåren. Fra denne hovedaksen og til de utenforliggende områdene går det busser som virker supplerende for banen. Disse står for resten av kollektivtransporten.

Følgende bilde er et utdrag fra en rapport Skyss la frem i 2014 «kollektivstrategien for Hordaland». Her vises blant annet 6 viktige kjennetegn bybanen har og som de vil føre videre til neste byggetrinn.

### Bybanen i Bergen - vår fremste stamlinje

Bybanen opna for trafikk mellom Bergen sentrum og Nesttun sommaren 2010. Banen er eit nytt grep i kollektivtrafikken, og vil i stadig større grad vere hovudelementet for kollektivtilbodet i dei mest trafikkerte transportkorridorane i Bergen.

Etableringa av Bybanen har vore eit løft for kollektivtrafikken i Hordaland, og har bokstavleg tala «bana veg» for nye løysingar for kollektivtrafikken. Bybanen er i dag Skyss sitt viktigaste produkt, og det er stadig fleire reisande med Bybanen.

Bybanen har mange kjenneteikn som forklarar suksessen. Skyss vil ta desse gode eigenskapane med i utviklinga av dei andre stamlinjene, vi vil tenke bane - også der vi skal køyre buss.



Bybanen har

- **høg frekvens og stor kapasitet.** Med avgang kvart femte minutt store delar av dagen treng dei reisande ikkje å bry seg om rutetabellen, og banen har kapasitet som tilsvarer 70-90 bussar i timen.
- **god og forutsigbar framkomst.** Banen går som hovudregel i eigen trasé og har prioritet i gater med anna trafikk og gjennom kryss.
- **rask av- og påstigning.** Det er ikkje salg ombord, og gjennomgåande universell utforming av vogner og haldeplassar.
- **høg kvalitet på haldeplassar,** med leskur, møblering og informasjon i gjenkjenneleg utforming.
- **tydeleg plass i bybildet** som gjer kollektivtrafikken som reisealternativ godt kjent, lett å sjå og lett å lære seg.
- **strukturende effekt på byutviklinga.** Områda rundt haldeplassane blir attraktive for bustader, handel og arbeidsplassar, slik at Bybanen bygger opp under sitt eige marknadsgrunnlag.

FIGUR 26: UTDRAG FRA KOLLEKTIVSTRATEGI FOR HORDALAND 2014 (SKYSS, 2014)

Bybanen har høy frekvens (4-5 min drift) og dekker viktige reisemål langs en sentral akse. Den har relativt høy hastighet (27 km/time). Et annet viktig kjennetegn er at banen er synlig og lett tilgjengelig byrommet. I Bergen er det dessuten høy prioritet å utvikle byen tett i korridoren langs Bybanen. Det kan sammenliknes med fortettingsstrategien i Ålesund (COWI, 2018).

Det er interessant for byen, ved at det skaper mindre trafikk gjennom at flere har kortere reiser innenfor området. Dette er miljøvennlig og effektivt. Fortettingen skjer delvis av seg selv, fordi det er interessant for beboere og næringsliv å etablere seg i nærheten at stoppene.



Bybanen har vunnet flere priser som for eksempel "WORLDWIDE PROJECT OF THE YEAR 2011", begrunnelsene var blant annet effektiv design og planlegging, og at den var blitt et landemerke for regionen. Den har også blitt tildelt priser som VEGDIREKTØRENS PRIS FOR VAKRE VEGER 2012, KOLLEKTIVPRISEN 2012, BYMILJØPRISEN 2013, INNOVASJONSPRISEN FOR UNIVERSELL UTFORMING 2015. (Norsk bane, 2015)

#### **Kort hoved-dimensjoneringskriteriene til Bybanen i Bergen:**

- Hovedsakelig separat trasé med færrest mulig konflikter med annen trafikk
- Dobbeltspor i hele systemet
- Vognmateriell med kapasitet på ca. 200 passasjerer i et togsett (ved behov kan dette dobles ved å sette sammen to vognsett)
- Vognlengde 32 meter, dører på begge sider og førerhus i begge ender, slik at vognene kan kjøres i begge retninger
- Dimensjonerende hastighet: 70 km/t i åpent terreng, 50 km i reservert gate og 30 km/t i blandet trafikk
- Maks stigning 6 %
- Strømføring gjennom Pantograf
- Anbefalt tunnelhøyde 5,5m

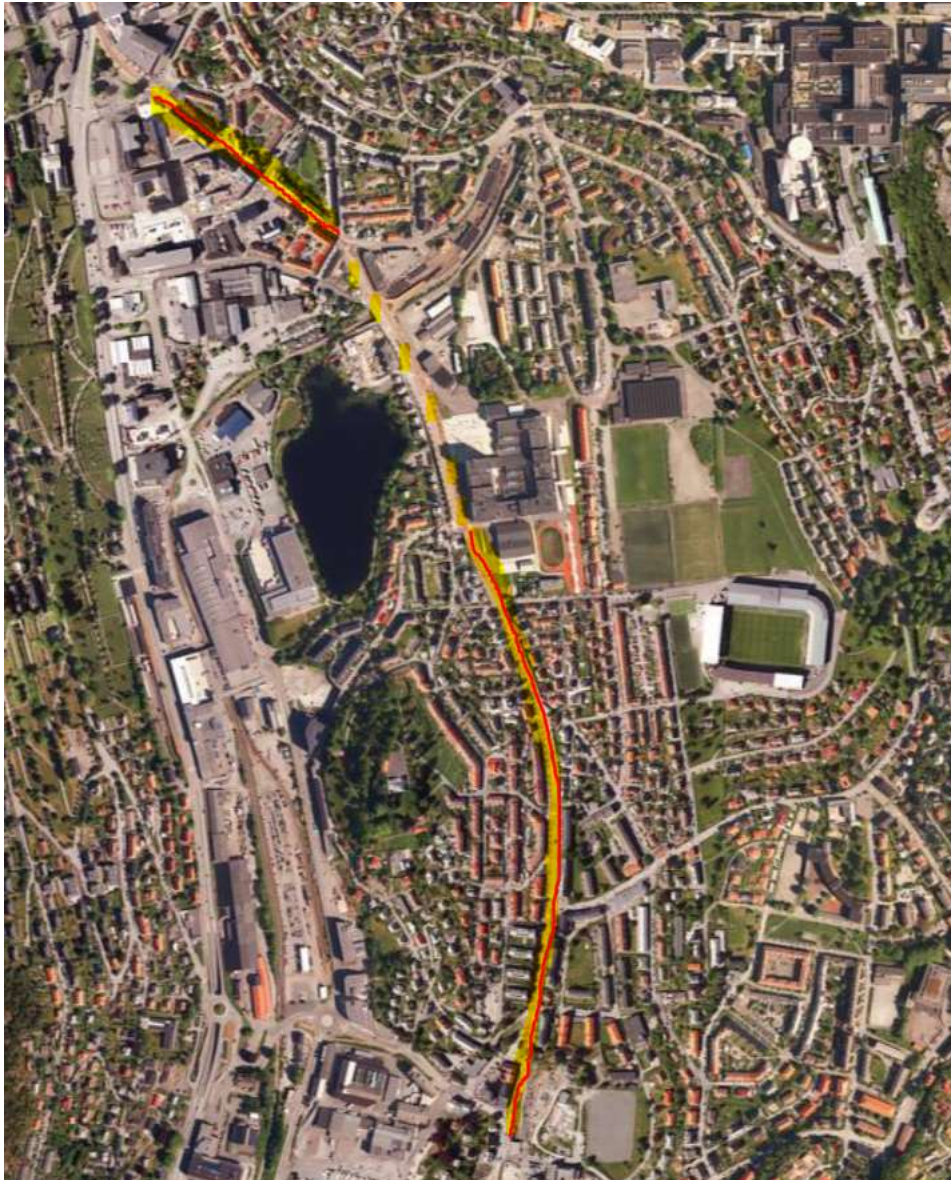
(Teknisk regelverk, 2019; Rambøll Norge AS, 2010)

#### **Eksempler på løsninger i Bergen**

Ålesund har en del trange smale gater og områder som er tett bebygd som gjør det fysisk utfordrende å bygge en bybane. Det er uaktuelt å fjerne gamle verneverdige hus for å gi plass til bybanen. På grunn av dette konstaterte Norsk bane i forprosjektet at store deler av banen bør legges under bakken. Bybanen i Bergen har noen eksempler på løsninger for banen gjennom områder med tett bebyggelse:

#### **Vei omgjort til bybanetrasé med enveiskjørt gate**

Følgende bilde er et kart over bybanelinjen mellom Kronstad og Minde i Bergen. Det viser to enveiskjørt gater (røde linjer) langs bybanelinjen. Disse veiene var tidligere vanlige toveiskjørt veier. Etter utbyggingen av bybanen ble de omgjort til korridorer med dobbeltsporet bybanelinje og enveiskjørt bilvei på siden med ett felt. Biltrafikken (gjennomkjørsel) ble lagt til andre gater ved at det ble opprettelse av en ringløsning.



FIGUR 27: KART OVER ENVEISKJØRTE GATER - BJØRNSONSGATE OG INNDALSVEIEN I BERGEN. (KART FRA GULE SIDER)

### **Blandet trafikk i sentrum.**

Strekningen Byparken til Nygård er definert som blandet trafikk. Denne strekningen er omtrent 1,3km. På denne strekningen er snitthastighet lavere enn på egen trasé. Likeledes er skadefrekvensen høyere. Blandet trafikk er derfor ikke optimalt for en moderne rask transport. Bildet gir et innblikk i et alternativ for hvordan trasé gjennom et tettbebygd område kan løses. Deler av veien, Kai gaten, (langs den røde linjen) var en toveiskjørt vei og ble helt erstattet med bybanelinje. Biltrafikk ble lagt et annet sted. Lenger sør krysser bybanen Fjøsangerveien (rød sirkel),



en vei med 3 felt i hver retning. I alle kryss brukes det trafikklysprioritering.



FIGUR 28: BILDE AV EN DEL AV STREKNINGEN BYPARKEN-NYGÅRD DEFINERT SOM BLANDET TRAFIKK. (KART FRA GULE SIDER)

### 2.3.3 De fire ulike banekonseptene

Vi skal i dette avsnittet forklar hva vi mener med de forskjellige konseptene for hvordan en bane kan føres gjennom terrenget.

#### 2.3.3.1 På bakken

Bane på bakken ligger på, eller ved siden av bilvei. Traseen går der det lar seg gjøre i eget forhøyet spor avskilt fra bilvei. Figur 29 under er tatt fra bybane Bergen (Samferdsel, 2020).



**FIGUR 29: BYBANE BERGEN (SAMFERDSEL, 2020)**

Dette alternativet krever en del plass på grunn av trasé går på bakken. Vi kommer nærmere inn på hvor mye plass til trasé, horisontalradius og stoppestasjoner i kapittel 2.5 teknisk regelverk.

#### 2.3.3.2 Kulvert

Kulvert trasé for bybane ligger rett under veier eller kryssende trafikk. Der taket i den kulvert tunnelen er bilveien over. Det viste seg utfordrerne å finne bilde av bybane med en kulvert trasé. Så Figur 30 under hentet fra (VAnytt, 2015) viser hvordan vann- og avløpskabler går i en kulvert tunnel under bakken i Bergen som vi bruker som et forklarende bilde for uttrykket.



**FIGUR 30: VANN OG AVLØPS KABLER GÅR I EN KULVERT TUNNEL UNDER BAKKEN I BERGEN (VANYTT, 2015)**

Dette alternativet krever at eksisterende nettverk av strøm og vann kabler blir flyttet. Disse kablene ligger ofte under eksisterende veier, der kulvertens vegg bør ligge.

### 2.3.3.3 Over bakken

Over bakken alternativet kan enn sammenligne med en veldig lang bro. Denne typen trasé har et mindre avtrykk ned mot bakken en «på bakken» alternativet. Søylene til denne broen kan plasseres på siden av veien eller rett over som figur 31 hentet fra (Wikiwand, 2015) viser.



**FIGUR 31: SØYLENE KAN PLASSERES PÅ SIDEN AV VEIEN ELLER RETT OVER. (WIKIWAND, 2015)**

### 2.3.3.4 Tunnel

Tunnel alternativet ligger i fast fjell som en tunnel for trasé. Dette alternativet krever plass på bakke nivå hvis trasé skal inn eller ut av denne tunnelen. Figur 32 under som er tatt fra (Bergens tidende, 2020) viser når bybanen kjører inn i en tunnel.



**FIGUR 32: BBYBANEN KJØRER INN I EN TUNNEL (BERGENS TIDENDE, 2020)**

#### 2.3.4 Kostnader for de ulike banekonseptene

Som nevnt i kapittel 1.5 avgrensninger ble det ikke gjort noen undersøkelser for kostnader i denne oppgaven. Det ble kun gjort antakelser gjennom diskusjon med veiledere og lesing av en samledokumentasjon for priser for veibygging. Denne samledokumentasjonen viste kostnader for ulike typer veiprojekter gjennomført av Statens vegvesen i løpet av perioden 2009 til 2017. Den gav informasjon om kostnad per løpemeter for ulike tunnelprosjekter, kulvertprosjekter, veiprojekter og broprosjekter. Kostnadene varierte veldig fra år til år, men det ble av oss tolket som at veiprojekter uten tunnel generelt sett er noe rimeligere enn kulvertarbeid. Kulvertarbeid generelt sett er noe rimeligere enn fjelltunnel. Broprosjektene er generelt dyrere enn tunnelprosjektene. Om tilfellene ville vært omtrent de samme for bybanekonsepter er usikkert. Samledokumentasjonen gjaldt for det meste for prosjekter utenfor tettbygde strøk, og veiprojekter kan variere en god del fra bybaneprojekter. (Statens vegvesen, 2017)

Angående kulvert tolket vi det som at Norsk bane i sitt forprosjekt var positiv til å bygge kulvert under rette veistrekninger i Ålesund, men at det likevel var vanskelig å si noe om konsekvensene for et slikt anleggsarbeid i forhold til fjelltunnel. «Mange steder vil det trolig bli nokså ukomplisert. Likevel kan en ikke se bort fra at arbeidet enkelte steder vil kunne føre til en senkning av grunnvannsnivået og setningsskader på nærliggende bebyggelse, eller kreve kompliserte overgangsløsninger i byggefasen.» (Norsk bane, 2015, s. 38)

Fra holdninger fra veileder har vi fått samme inntrykk. At det er umulig å si sikkert, uten nærmere undersøkelser av løsmasser, av ledningsnett under bakken og av mulighetene for trafikkavviklingen i anleggsfasen, men at kulvert kan være rimelige enn tunnel ved rette strekker.

Å føre bybanen på bakken er det nevnt flere steder at tunnelloøsninger kan føre til høye anleggskostnader. (COWI, 2018, s. 49; Norsk bane) «Bergen framhever synlighet og tilgjengelig som en av fordelene ved bybane i dagen. Dessuten bidrar bybane i dagen høyere grad til å definere og skape byrommet rundt seg. Samtidig er det ofte billigere med trasé i dagen framfor i tunnel.» (COWI, 2018, s. 61)

En bybane plassert på søyler over bakken er det vanskelig å si noe om. Det ble tatt utgangspunkt i at en søylekonstruksjon kan prefabrikeres og at anleggsperioden derfor kan bli noe raskere. Ellers ble antakelsene basert på holdninger til veiledere.

For alle konseptene er det svært mange faktorer som spiller inn. Det er mange flere enn det som er nevnt. Uten å gjøre dypere undersøkelser kan det derfor ikke gjøres annet enn veldig grove antakelser.

## 2.4 TIDLIGERE ARBEID – NORSK BANE OG COWI

Som nevnt i innledningen tar denne oppgaven hovedsakelig utgangspunkt i, og bygger i stor grad på tidligere arbeid som ble gjort i forbindelse med konseptvalgutredningen for nytt kollektivsystem i Ålesund. Dette kapitlet tar for seg disse. Her nevnes nyttige løsninger, vurderinger og metoder. Fra de tidligere rapportene som vi tar i bruk for å løse oppgaven vår.



### 2.4.1 Forprosjektet til Norsk bane

Tidlig i konseptvalgutredningen, i 2015, gjorde Norsk Bane et forprosjekt for en bybane i Ålesund. Den tok for seg blant annet spørsmålet om det var grunnlag for bybane i Ålesund. De undersøkte blant annet hvor traseer og stopp kunne blitt lagt. Det er også drøftet den samme problemstillingen som vi tar for oss i denne oppgaven. Løsninger og vurderinger herfra er derfor interessante.

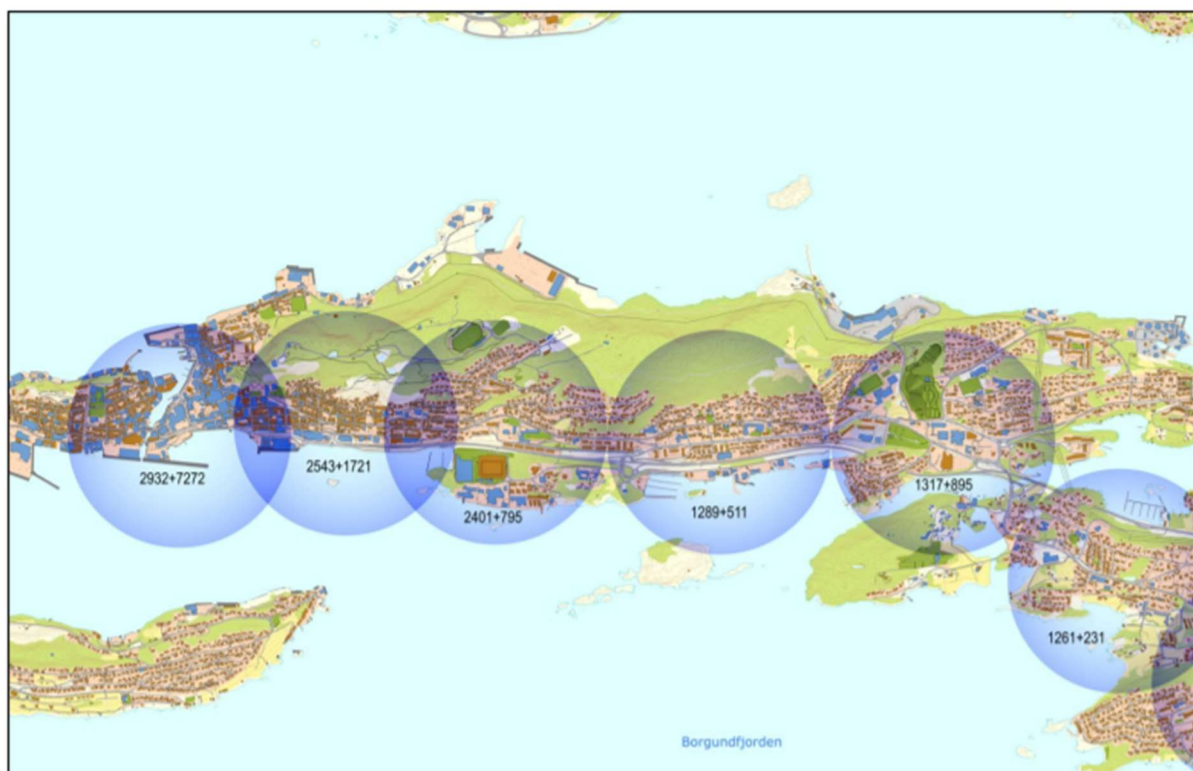
I dette forprosjektet undersøkte de hovedsakelig to ting. Om der er plass til en bybane, er det stort nok marked og nok finansieringer til en bybane i 2030. De konkluderte med at markedsgrunnlaget for en bybane i Ålesund var på klar høyde med markedsgrunnlaget i Bergen. Mulighetene for en bybane i stor grad var sannsynliggjort gjennom forprosjektet.

For traséundersøkelsen (plassundersøkelse) ble det gjennomført et omfattende søk etter mulige traseer, for strekningen Aspøya – Spjelkavik. De undersøkte for en bybane med dobbeltspor hele veien. Det ble poengtert at dette kunne være første byggetrinn av et større sammenhengende banesystem som kunne gå videre sørøstover og nordover fra Spjelkavik. De kom fram til at den videre utbyggingen burde bli planlagt og lagt til rette for allerede i dette første byggetrinn. Angående traséundersøkelsen ble det påpekt at det ikke enda var gitt fullstendig oversikt over alle mulige hensiktsmessige traséalternativ. Dette var på grunn av at det gjensto mange detaljerte undersøkelser.

#### 2.4.1.1 Løsningen

De konstaterte at store deler av banen burde legges under bakken, enten i fjelltunnel eller kulvert. Dette endte på en løsning med 14 stopp mellom Aspøya til Fremmerholen.

De lagde et kart for mulige stasjoner mellom sentrum og Spjelkavik. Kartet viste stoppenes dekning ved en sirkel med 600 m radius over stoppene. Figur 33 og figur 34 nedenfor viser kartene.



**FIGUR 33: KART OVER SIRKLER MED 600 METER RADIUS UT FRA MULIGE STASJONER MELLOM SENTRUM OG SPJELKAVIK. (NORSK BANE, 2015)**



FIGUR 34: KART OVER SIRKLER MED 600 METER RADIUS UT FRA MULIGE STASJONER MELLOM SENTRUM OG SPJELKAVIK. (NORSK BANE, 2015)

De delte opp strekningen i 9 delstrekninger, og viste at det fantes minst to til tre ulike teknisk gjennomførbare traseer for hver. Det ble forklart ulike fordeler og ulemper med de ulike alternativene. (Norsk bane, 2015)

Det konstaterte som nevnt at store deler av banen bør legges under bakken, enten i fjelltunnel eller kulvert. «Det skyldes at bybanen av hensyn til et størst mulig kundegrunnlag bør ha stasjoner i kortest mulig avstand fra boliger, arbeidsplasser og steder med høye besøkstall.» (Norsk bane, 2015, s. 38) Det fantes altså lite disponibelt areal på bakkenivå for bybanen i områdene med størst kundegrunnlag. De endte blant annet derfor på at Bybanen bør legges under bakken. En annen begrunnelse for dette er at bybanen på denne måten får veldig stor andel av linjen i egen trasé, uten konfliktområder med annen trafikk. Samtidig vil linjene være mer direkte, og dermed kortere. Dette fører til en særlig høy gjennomsnittshastighet og dermed en rask kjøretid. (Norsk bane, 2015)

Ifølge Norsk bane vil det å føre linjen på bakkenivå sammenliknet med under bakkenivå gi en lavere anleggskostnad, men sammenliknet med dagstrekninger i tettbygde strøk vil det ikke være så stor forskjell på kostnadene. Høye tomtepriser, omlegging av rør og kabler, behov for støyskjermer og inngjerding kan ofte føre til kostbare løsninger. (Norsk bane, 2015, s. 38)

#### 2.4.2 Rapporten til COWI

COWI AS fikk som oppgave av Ålesund Kommune å sammenligne konseptene prioritert buss, superbuss og bybane. For bybane tok COWI her utgangspunkt i Norsk bane sin rapport. I rapporten som ble publisert juni 2018 endte de på «prioritert buss» som det billigste og beste konseptet. Bystyret i Ålesund og fylkeskommunen valgte på grunnlag av dette å satse på konseptet prioritert buss.

For at COWI skulle kunne sammenlikne kollektivkonseptene trengte COWI en konkret løsning for bybanens trasé og stopp. De trengte en konkret lengde og et bestemt antall stopp. Det ble tatt

utgangspunkt i løsningene i Norsk Bane sin rapport, og valgt en konkret løsning. Løsningen ble begrunnet og drøftet. På denne måten er rapporten interessant for oss. I tillegg inneholder rapporten resultater fra analyser og andre undersøkelser som gir oss det meste av nødvendig informasjon om dagens situasjon i Ålesund kommune. Dette er informasjon som for eksempel reisetall, befolkningsprognoser, lokalisering av sysselsatte i Ålesund og liknende.

COWI sin løsning for bybanetrasé landet også på en rendyrkning av tunnelbanekonseptet med muligheten for å gå i dagen ved noen få stopp. (COWI, 2018, s.58) Det ble også kommentert alternativer hvor banen går i dagen, og hvilke utfordringer som kommer med det. Figuren 35 og 36 nedenfor viser linjeføring og stopp for løsningen.



FIGUR 35: LINJEFØRING OG STOPP FOR COWI SIN LØSNING. ENDESTASJON VED HATLEBØEN VAR VALGT FOR Å GI MULIGHET FOR DEPOT OG INNFARTSPARKERING. (COWI, 2018)



FIGUR 36: LINJEFØRING OG STOPP FOR COWI SIN LØSNING. ENDESTASJON VED HATLEBØEN VAR VALGT FOR Å GI MULIGHET FOR DEPOT OG INNFARTSPARKERING. (COWI, 2018)

Banen her starter i Aspøya i vest, og ender i Fremmerholen i øst. Banen kjører innom de viktige målpunktene Ålesund sentrum, Campus-området Ålesund sykehus og Moa.

Bildet nedenfor viser nøkkeltall for bybanen.

TABELL 3: NØKKELTALL FOR BYBANELØSNINGEN COWI. KVALITATIVE VURDERINGER ER GJORT AV FLERE PARAMETERE MED SKALA FRA +++ TIL --- MED UTGANGSPUNKT I DAGENS SITUASJON. (COWI, 2018)

	Bybane
<b>Nøkkeltall:</b>	
<b>Lengde</b> (km)	13,7
<b>Antall holdeplasser</b>	14
<b>Holdeplassavstand</b> (m)	1.050
<b>Kjøretidsestimat</b> Ålesund T – Moa T (min)	18
<b>Frekvens</b> (i rush pr. retning)	12
<b>Passasjerer og grunnlag:</b>	
<b>Bosatte i omlandet pr. linjekm</b> 400 m til holdeplass	1.300
<b>Påstigere pr. linjekm</b> Elastisitetsmodell	740
<b>Vekstrate for passasjerer</b> Elastisitetsmodell	+59 %
<b>Servicemessige konsekvenser:</b>	
<b>Tilgjengelighet til holdeplass</b>	--
<b>Frekvens/kapasitet</b>	+++
<b>Reisetid</b>	+++
<b>Regularitetspotensial</b>	+++
<b>Sammenheng og omstigningsbehov</b>	--
<b>Enkelthet</b>	+++
<b>Anlegg og drift:</b>	
<b>Anleggskostnad</b> (mrd. kr.)	5,8
<b>Risiko og kompleksitet</b>	---
<b>Driftskostnad</b> – brutto mill. kr./år	145
<b>Inntekter</b> – mill. kr./år	133
<b>Øvrige forhold:</b>	
<b>Miljøeffekter</b>	+++

#### 2.4.2.1 Stasjoner og lengder

Traseen er samlet sett 13,7 km lang og har 14 stopp. Mellom sentrum og Moa har banen 11 stopp og en lengde på 10,5. Dette gir en holdeplassavstand på 1,050 km mellom sentrum og Moa.

Gjennomsnittshastigheten på strekningen er estimert til å være 35 km/t, kjøretiden er dermed estimert til å være 18 minutter. (COWI, 2018, s. 102 ; s. 62)

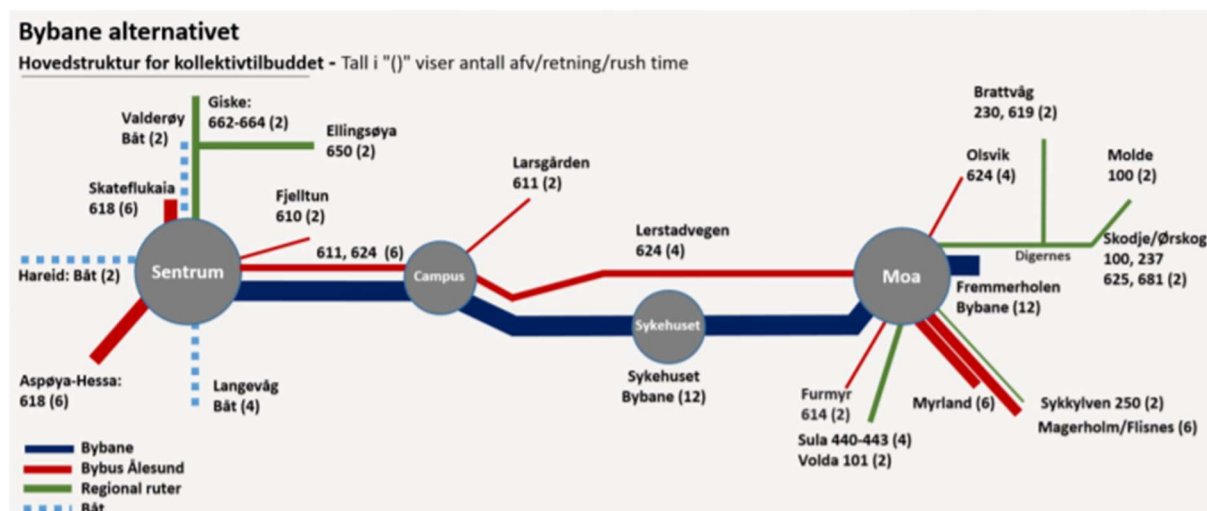
Adkomststedene over stasjonene er generelt tenkt minimalistisk utformet med trappesjakt og heis. Heis på stasjonene vil sikre tilgjengelighet. Stasjonene ligger typisk 15 til 20 meter under terreng. «heis på stasjonene kan bidra til å sikre tilgjengeligheten, men endrer ikke på tidsforbruket til stasjonskanten er større enn ved stopp i dagen» (COWI, 2018, s. 62)

#### 2.4.2.2 Løsninger frekvens

I løsningen i COWI rapporten ble det valgt å ta utgangspunkt i at det kan gå 12 avganger per rushtime per retning. Dette er en avgang hvert 5 minutt og en gjennomsnittlig ventetid på 2,5 minutter. (COWI, 2018, s.86)

Nedenfor vises en oversikt over driftsopplegget med bybane.





FIGUR 37: OVERSIKT OVER DRIFTSOPPLEGGET MED BYBANE. TALL I PARENTES VISER ANTALL AVGANGER PR. RETNING PR. RUSHTIME OG ANGIR DERMED TILBUDET I TIMENE MED TYNGST KAPASITETSBEHOV. (COWI, 2018, s.85)

#### 2.4.2.3 Løsninger kapasitet

I løsningen i COWI rapporten ble det tatt utgangspunkt i 32 meter lange vogner med plass til 160 personer (praktisk kapasitet). (COWI, 2018, s. 83) Det er også mulig å bruke 42 meter lange vogner. (Norsk bane, 2015, s.53) med en frekvens i rushtimen på 5, gir dette 2.000 passasjerer pr. retning i maksimalsnittet. (COWI, 2018, s.86)

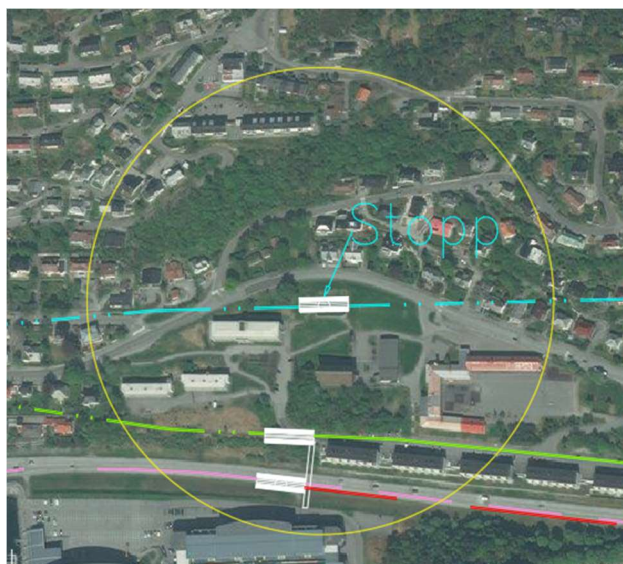
#### 2.4.2.4 Løsningenes svakheter

De viktigste årsakene til at bybanekonseptet ikke ble valgt var for det første at tallene for påstigende per linjekilometer ville komme til å være for lav i henhold til de internasjonale terskelverdiene. (COWI, 2018, s. 10) To andre avgjørende årsaker var at gangtiden var lengre, og lang byttetid. Bybanen hadde kun 11 stopp mellom sentrum og Moa, og de aller fleste stopp lå i tillegg 15-20m under bakken. Dette førte til mindre dekning (lengre gangtid) og lavere tilgjengelighet. (COWI, 2018, s. 131)

### 2.4.3 Teori gangavstand/dekning

#### 2.4.3.1 Flatedeknings sirkler

Det er vanlig å arbeide med flatedeknings sirkler for å visualisere avstand til en holdeplass i luftlinje. En flatedeknings sirkel er en sirkel på et kart over et område, hvor senteret av sirkelen blir plassert på holdeplassen. Sirkelens radius blir luftlinjeavstand fra holdeplassen til selve sirkelen. Med en gitt ganghastighet/sykkelhastighet kan sirklene visualisere omtrentlig gangtid fra sirkelen til holdeplass. Siden stier og veier sjeldent går i en rett linje til stoppet, og er ulike fra hverandre, er flatedeknings sirklene et omtrentlig verktøy for gangtid/sykkeltid. Nedenfor vises et eksempel på en flatedeknings sirkel.



FIGUR 38: FLATEDEKNINGSSIRKEL MED SENTER PÅ EN STOPP. (AUTOCAD)

#### 2.4.3.2 Gangavstand/dekning

Statens vegvesens har ikke noen håndbok som omhandler en bybane, men en håndbok som omhandler hvordan buss som kollektivsystem kan prosjekteres. Dette er Håndbok V123 «Kollektivhåndboka». Mange prinsipper for buss og bybane er stort sett de samme ved at begge er et kollektivsystem. I denne har Statens vegvesen utarbeidet en tabell 5 for hvor lang tid gående og syklende bruker på ulike avstander i gjennomsnitt.

TABELL 4: TIDSBRUK I MINUTTER TIL OG FRA HOLDEPLASS FOR GÅENDE OG SYKLENDE (STATENS VEGVESEN, 2014, s.11)

	Hastighet	Avstand til holdeplass			
		200 meter	500 meter	800 meter	1500 meter
Gange	45 m/min (barn/eldre)	4,5	11	18	33
	85 m/min (voksne)	2,5	6	9	18
Sykkel	10 km/t	1,2	3	5	9
	15 km/t	0,8	2	3	6
	20 km/t	0,6	1,5	2,5	4,5

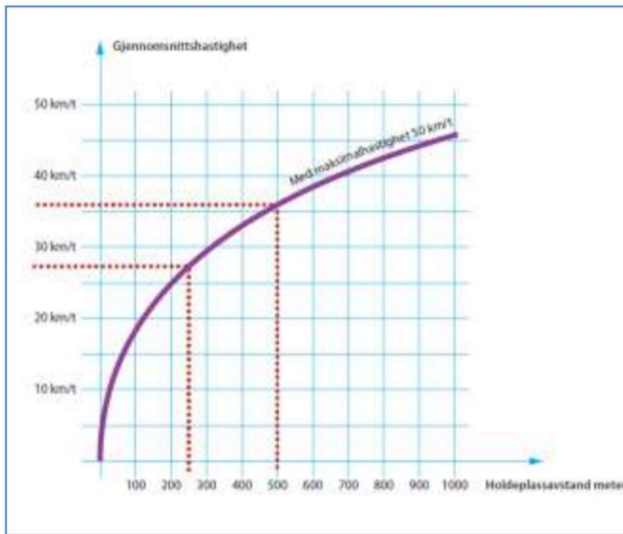
COWI poengterer i rapporten at det ikke er noe fasitsvar på hvor langt det er rimelig å gå da det vil variere fra person til person, men at det vanligvis arbeides med 400m luftlinjeavstand til et stopp. Som nevnt på grunn av at stier og veier sjeldent går i en rett linje, til stoppet svarer dette grovt til gjennomsnittlig 500m.

«Det skal også nevnes at passasjerene ofte aksepterer litt lengre avstand hvis tilbudet samtidig er av høy kvalitet. Det opereres ofte med 600 meter (radius) luftlinjeavstand til holdeplasser på superbuss og bybane.» (COWI, 2018, s. 43)

#### 2.4.4 Teori holdeplassavstand

I Rambølls mulighetsstudie for en bybane i Trondheim endte de med at 600 meter mellom holdeplassene oppnås en bra dekning. Kortere avstand gir overlapp i dekningsområdet, mens lengre avstand gir i overkant lange gangavstander. Her tas det utgangspunkt i at 5 minutters gange er en

grei avstand til stoppene. De brukte flatedekningssirkler med 400 meter radius. De tok også utgangspunkt i en figur 39 fra TØlrapport 887 -2007 [36], som viser sammenheng mellom kjørehastighet og holdeplassavstand. Figuren er vist nedenfor.



FIGUR 39: SAMMENHENG MELLOM KJØREHASTIGHET OG HOLDEPLASSAVSTAND. (RAMBØLL NORGE AS, 2010)

Figuren viser at desto lenger holdeplassavstand en har, desto høyere gjennomsnittshastighet. Samtidig viser den at desto lenger holdeplassavstand, desto mindre effekt er det av å videre øke holdeplassavstanden.

Videre nevnes det at i praksis vil være vanskelig å oppnå en gunstig avstand. Det er andre hensyn som må tas i betraktning som blant annet adkomst til gangvegssystemer og tunge målpunkt.

### Sammenheng mellom kjøretid og stoppavstand

Rute	Lengde (km)	Stopp	Stoppavstand	Kjøretid (min)	Hastighet (km/t)
<b>Bergen – Bybane</b>					
Sentrum-Flesland Airport	20,2	27	777	44	27,5
Sentrum-Nesttun	9,8	15	700	23	25,6
Nesttun-Lagunen	3,4	6	680	8	25,5
Lagunen-Flesland Airport	7,0	8	1.000	13	32,3
Sentrum-Haukeland-Fyllingsdalen*	9,8	10	1.089	20	29,4
<b>Odense – letbanen</b>					
Tarup-Hjallese*	14,3	26	572	42	20,4
Seden-So*	12,1	23	550	36	20,2
<b>Aalborg BRT</b>					
Aalborg vest – Universitet (BRT)*	12,3	24	535	35	21,1
<b>København – letbane</b>					
DTU-Ishøy*	28	29	1.000	56	28,9
<b>Oslo T-bane</b>					
T-bane Ringen	13,5	13	970	27	30,0
Linje 3 (Hellerud - Smestad)	10,1	12	918	22	27,5
<b>København – T-bane</b>					
Metro Linje M 2	14,2	16	934	26	32,8
S-tog Linje C (Hellerup - Vanløse)	15,1	14	1.115	28	32,4
<b>Stockholm – T-bane</b>					
Hässel Strand - T-centralen	17,2	21	860	34	30,4

TABELL 5: EKSEMPLER PÅ KJØRETID OG STOPPAVSTAND I HØYKVALITETSSYSTEMER. (COWI, 2018, s. 51)

› Holdeplassavstanden er sentral for gjennomsnittshastigheten. Med korte avstander som i Aalborg rekker materiellet sjelden å kjøre særlig langt med topphastighet, på grunn av at det tar tid å akselerere og bremse opp.

› Baner i helt lukkede traseer ender opp med litt høyere gjennomsnittshastighet (for eksempel København, Stockholm og Oslo samt 3 av byggetrinnene av Bergens bybane, som reelt sett kjører i lukket trasé). Om banen krysser øvrig trafikk, har den en risiko for å bli forsinket her. Selv med full prioritet, som også har stor betydning. (COWI, 2018)

#### 2.4.4.1 Plassering av holdeplasser for buss

I Statens vegvesens håndbok V123 anbefales det en standard holdeplassavstand for busser på 500-800m (Statens vegvesen, 2014)

I håndboken er det listet opp 9 forhold som er viktig å vurdere ved plassering av bussholdeplasser:

## 4.2 Plassering av holdeplasser

Flere forhold må vurderes ved plassering av holdeplass:

- kontakt mot viktige målpunkter
- tilknytning til gang- og sykkelveg
- kundenes behov ved plassering av fotgjengerkryssinger slik at fotgjenger naturlig bruker de anlagte kryssingspunktene enten disse er i plan eller planskilte
- omstigning
- vurdering av trafikkikkerhet
- holdeplasser plasseres etter signalanlegg av hensyn til bussprioritering
- plattform skal ligge på rett linje av hensynet til på- og avstigning både gjennom for- og bakdør
- holdeplasser i venstrekurve unngås da sjåføren har dårlig sikt og høyre bakhjul vanskelig kommer inntil plattform
- holdeplasser i høyrekurve unngås da sjåfør og øvrig trafikk har dårlig sikt

FIGUR 40: FORHOLD SOM MÅ VURDERES VED PLASSERING AV BUSSHOLDEPLASSER. (STATENS VEGVESEN, 2014)

Noen av punktene vil være like aktuelle for vurdering av plassering av bybanestopp.

## 2.5 TEKNISK REGELVERK

### 2.5.1 Teknisk Regelverk – Bybanen I Bergen

Det er bybanen i Bergen sitt system det undersøkes for i oppgaven. Bybanen AS har samlet og utviklet seg et teknisk regelverk for prosjektering og utbygging av dette banesystemet. Vi fikk tilgang til dette regelverket, men ble oppfordret til å ikke dele det videre. Flere av disse kravene og reglene er nyttige å bruke ved undersøkelsene, slik at vi vet at vi undersøker for en bane som faktisk kan bygges. Her er utklipp av de reglene og kravene som brukes i denne oppgaven listet opp.

Det bør merkes at de fleste krav i dette regelverket gitt i 3 nivåer. G (Grønn) – ønskelig nivå, Y (Gul) – akseptabelt nivå og R (Rød) – uakseptabelt nivå. En kan prosjektere grønt og gult nivå, og rødt viser grensen for hva som er akseptabelt. Om en kombinerer to gule verdier i samme område, eller langs samme strekning, skal det gjøres nøyere vurderinger gjennom en RAMS-analyse. Det skal behandles som avvik fra regelverket.

#### 2.5.1.2 Bybanen AS sine mål

Bybanen AS har noen mål som skal ligge til grunn når det prosjekteres og bygges ut av nye systemer. Siden målene er viktig for prosjekteringen av banen i Bergen, er det sannsynlig at de også bør ligge til grunn for prosjekteringen i Ålesund. Derfor er dette interessante for oss.

Målene er som følger:

Bybanen er et synlig element i bybildet og et viktig transporttilbud for byen. Bybanen er en del av byen og bystrukturen og skal bidra til god byutvikling. Bybanen skal være hovedstammen i kollektivsystemet. Den skal gi konkurransekraft og kvalitet til byens kollektivtransporttilbud.

#### 2.5.1.3 Linjeføring og hastigheter

Både ved skissering av trasé og stopp, og ved vertikale- og horisontal-undersøkelse bruker vi kravene til linjeføring. I regelverket er målet med linjeføringen å bestemme den gunstigste plasseringen.

##### 2.5.1.3.1 Hastighet

Teksten under er sitert fra Bybane AS sitt regelverk:

I gate er dimensjonerende hastighet 50 km/t (banelegemer i plan med gate/vei). Der banen går i egen trasé (særskilt banelegeme) er hastigheten 80 km/t.

Tabell 7 nedenfor viser hvilke krav som gjelder for linjeføringen ved ulike hastigheter. Hvilke av kravene som gjelder for linjeføring er avhengig av banens beliggenhet. Banen skal dimensjoneres etter kravene for gate i henhold til tabell 7 når:

- Banen går i egen og særskilte banelegeme der den egne traseen ligger i offentlig trafikkerte veier/gater, men likevel er skilt fra øvrig trafikk ved hjelp av rekkverk, kantsteiner, trerækker, hekker og andre faste hindre.
- Skinner er lagt i kjørefelt eller fortausflater; Banen ligger i plan med vei/gate.

Banen skal dimensjoneres etter kravene for egen trasé i henhold til tabell 2 når:

- Banen går og er uavhengig av annen, øvrig trafikk på grunn av byggemåte eller plassering; banen går og er uavhengig av øvrige gater/veier.

### 2.5.1.3.2 Horisontal- og vertikalgeometri

Krav til linjeføring er et utklipp fra Bybane Bergen teknisk regelverk side 41, som gitt i tabell 7 nedenfor.

TABELL 6: LINJEFØRING (BYBANEN, 2019, s. 41)

Dimensjonerende hastighet	$V_{dim}$	Holdeplass			Gate			Egen trasé		
		40 km/t			50 km/t			80 km/t		
		G	Y	R	G	Y	R	G	Y	R
Hor. Radius	$R_h$ [m]	$\geq 700$	300-700	$< 300$	$\geq 150$	25-150	$\geq 25$	$\geq 300$	50-300	$< 50$
Vert. Radius	$R_v$ [m]	$\geq 1000$	625-1000	$< 625$	$\geq 1000$	625-1000	$< 625$	$\geq 1250$	1000-1250	$< 1000$
Vert. radius i sporveksler	$R_v$ [m]						$< 5000$			$< 5000$
Stigning/fall	[‰]	$\leq 20$	20-40	$> 40$	$\leq 40$	40-60	$> 60$	$\leq 40$	40-60	$> 60$
Rettlinje mellom kurveelementer	[m]						$< 6$			$< 8$
Lengde av kurve	[m]						$< 6$			$< 8$
Overhøyde	u [mm]	0			1)		1)	$\leq 150$		$> 150$
Overhøyde i sporveksler	u [mm]									$> 70$
Manglende overhøyde	$I_{max}$ [mm]				$\leq 100$	100-150	$> 150$	$\leq 100$	100-150	$> 150$
Ukompensert sideakselerasjon i sirkelkurver	$a_q$ [m/s <sup>2</sup> ]				$> 0,3$ - $\leq 0,65$	0 - 0,3 og 0,65-0,98	$< 0$ - $\geq 0,98$	$< 0,3$ - $\leq 0,65$	0,65-0,98	$> 0,3$ - $\geq 0,98$
Rampestigning	1/m				$\leq 1/500$	1/500-1/300	$\geq 1/300$	$\leq 1/700$	1/700-1/300	$\geq 1/300$
Rykk	C [m/s <sup>3</sup> ]						$\geq 0,67$			$\geq 0,67$
Lengde av overgangskurve	[m]				2) $\geq \frac{v_e^3 \Delta a_q}{2.4}$		2) $\geq \frac{v_e^3 \Delta a_q}{2.4}$	2) $\geq \frac{v_e^3 \Delta a_q}{2.4}$		2) $\geq \frac{v_e^3 \Delta a_q}{2.4}$
Lengde av rampe	[m]				3) $\geq \frac{m \times u}{1000}$		3) $\geq \frac{m \times u}{1000}$	3) $\geq \frac{m \times u}{1000}$		3) $\geq \frac{m \times u}{1000}$



#### 2.5.1.4.1 Dynamisk profil

Det dynamiske profilet ligger på utsiden av vognkassens profil og eventuelt kurvetillegg.

Kurvetillegg også kaldt overheng i (V120 Statens vegvesen, 2014) går ut på at vognene trenger en breddeutvidelse i kurver for trasé. Dette på grunn av ytre kant av vogn har en større horisontalradius i svinger en skinnene.

I det dynamiske profilet er det tatt hensyn til bevegelser fra vognens fjæring, samt bevegelser og toleranser av spor og hjul. Dynamisk profil gjelder fra skinnetoppen (SOK). Bredden på profilet ligger +250 mm utenfor vognkassen, og høyden ligger +150 mm høyere.

Det dynamiske profilet vises på figur 9 og er det gråskraverte området rundt vognkassen omgitt av stiplede linjer.

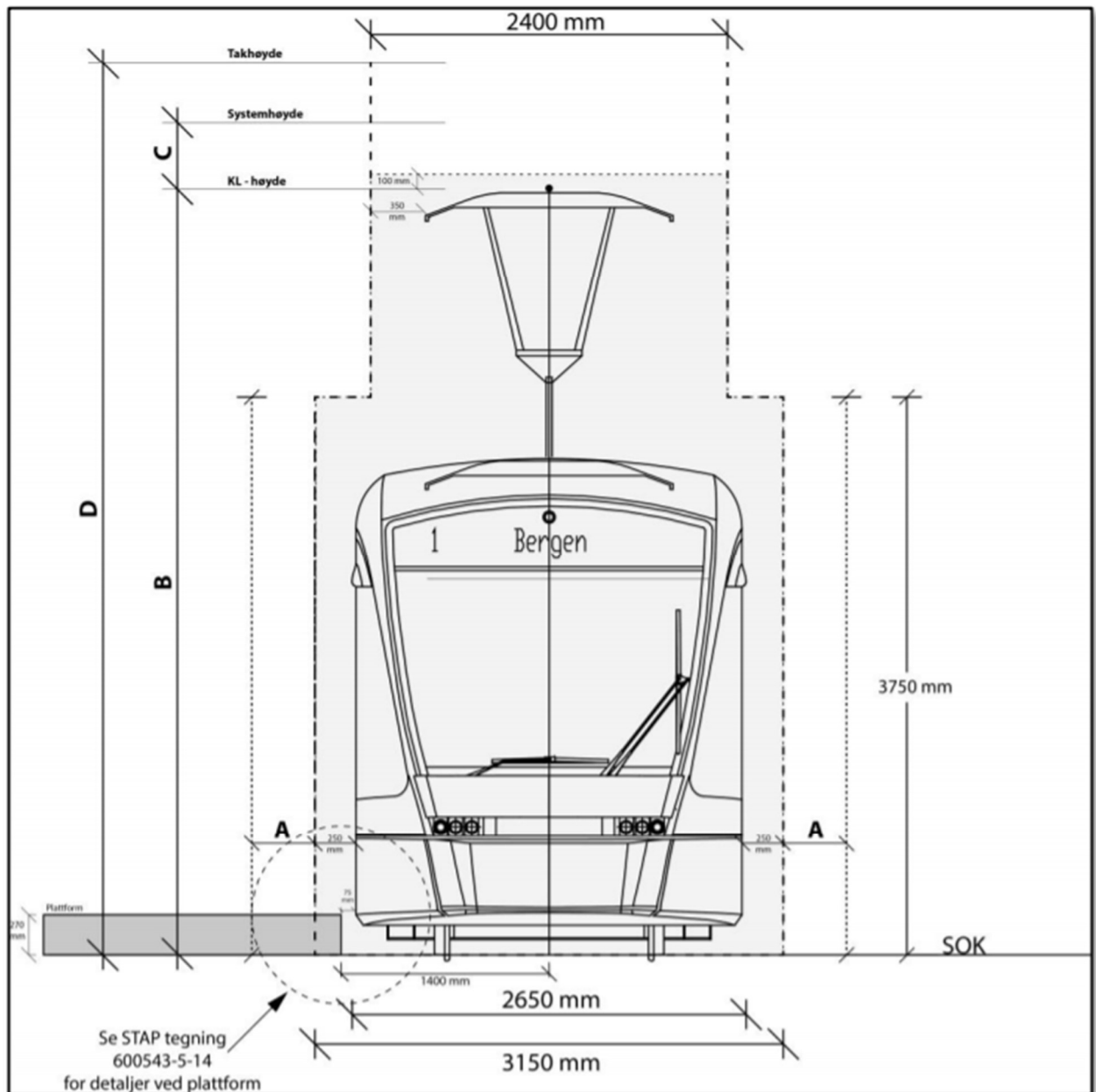
#### 2.5.1.4.2 Sikkerhetsavstand

Mellom gjenstander som trafikk langs sporet, og det dynamiske profilet skal det være en sikkerhetsavstand «A». Størrelsen på denne bestemmes i tabell 3.

#### 2.5.1.4.3 Generelt normalprofil

Normalprofil er et profil rundt bybanens vognkasser, som bestemmer grensen for nærmeste plassering av omgivelser rundt banen. Det bestemmes i henhold til tabell 3. Det dynamiske profilet sammen med sikkerhetsavstanden utgjør normalprofilet i bredde. Plasseringen av omgivelser og spor skal plasseres utenfor det generelle normalprofilet. Figur 9 gir en visualisering av det generelle normalprofilet.





FIGUR 41: GENERELT NORMALPROFIL (BYBANEN AS, 2019, s. 50)

A = Horisontal avstand - Sikkerhetsavstand

B = Høyde for kjøretråd (normal høyde = 5,3 meter)

C = Systemhøyde KL-anlegg

D = Total høyde

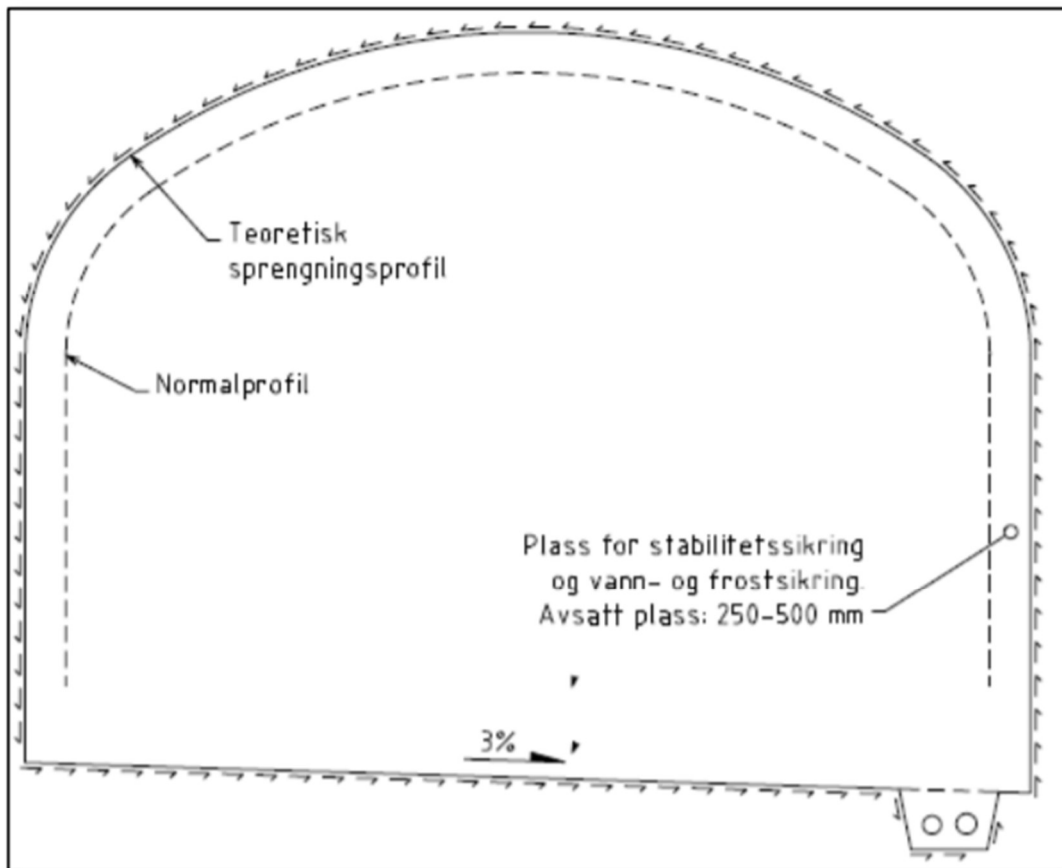
Figuren er illustrert med Bybanen i Bergens nåværende vognmodell, Variobhan.

TABELL 7: HOVEDMÅL FOR GENERELT NORMALPROFIL I FORHOLD TIL OMGIVELSER. ALLE MÅL I MM. (BYBANEN AS, 2019, s. 50)

Omgivelser	G	Y	R
Sporvei og arealer avsperrert for publikum	$A \geq 0$		
Sporvei og vegbanen i samme kjøreretning	$A \geq 400$	$400 > A \geq 0$	$A < 0$
Stolper, søyler, midtmontert i spor på banelegeme i plan med gate / vei	$A \geq 400$	$400 > A \geq 100$	$A \leq 100$
Stolper, søyler, midtmontert i spor på eget eller særskilt banelegeme	$A \geq 100$		$A \leq 100$
Stolper, søyler, sidemontert.	$A \geq 400$	$400 > A \geq 250$	$A \leq 250$
- Ved siden av veg som er uegnet til rømning - Faste konstruksjoner f.eks. gjerder (høyde > 500 mm over omgivelse), rekkverk, vegger med utstrekning > 1,0 meter, tunnelvegger (rømningsvei).	$A \geq 800$	$800 > A \geq 700$	$A < 700$
Gangvei / fortau / sykkelveier langs bane: - banehastighet $\leq 50$ km/t - banehastighet $> 50$ km/t	$A \geq 400$ $A \geq 900$	$400 > A \geq 250$ $900 > A \geq 700$	$A \leq 250$ $A \leq 700$
Bygater / kryssende veier $V_{dim} \leq 50$ km/t	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5300 $C \geq 0$	$6000 < B > 5750$ $5250 > B > 5000$	$B \leq 5000$
Byggverk Nytt	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5300 $C \geq 280$	$6000 < B > 5750$ $5250 > B > 5000$ $280 > C \geq 0$	$B \leq 5000$
Anbefalt takhøyde = 6000 mm	$D \geq 5500$	$5500 > D \geq 5250$	$D < 5250$
Eksisterende	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5300 $C \geq 280$ $D \geq 5500$	$6000 < B > 5750$ $5250 > B > 4200$ <sup>1</sup> $280 > C \geq 0$ $5500 > D \geq 4450$	$B < 4200$ <sup>1</sup> $D < 4450$
Fri strekning <sup>2</sup> $50 < V_{dim} \leq 80$ km/t	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5300 $C = 1000$	$6000 < B > 5750$ $5250 > B > 5000$ $1000 > C \geq 0$	$B < 5000$
Tunnel / tunnelportal <sup>3</sup> $V_{dim} \leq 80$ km/t	$5500 < B \leq 4750$ Normal = 5000 $C = 280$	$4750 > B \geq 4500$ $280 > C \geq 0$	$B < 4500$
Anbefalt takhøyde = 5500 mm	$D \geq 5160$	$5160 > D \geq 4630$	$D < 4630$
Driftsområder	$5750 < B \leq 5250$ Normal = 5500	$6000 < B > 5750$ $5250 > B \geq 4200$	$B < 4200$

#### 2.5.1.4.4 Tunnel - Sprengningsprofil

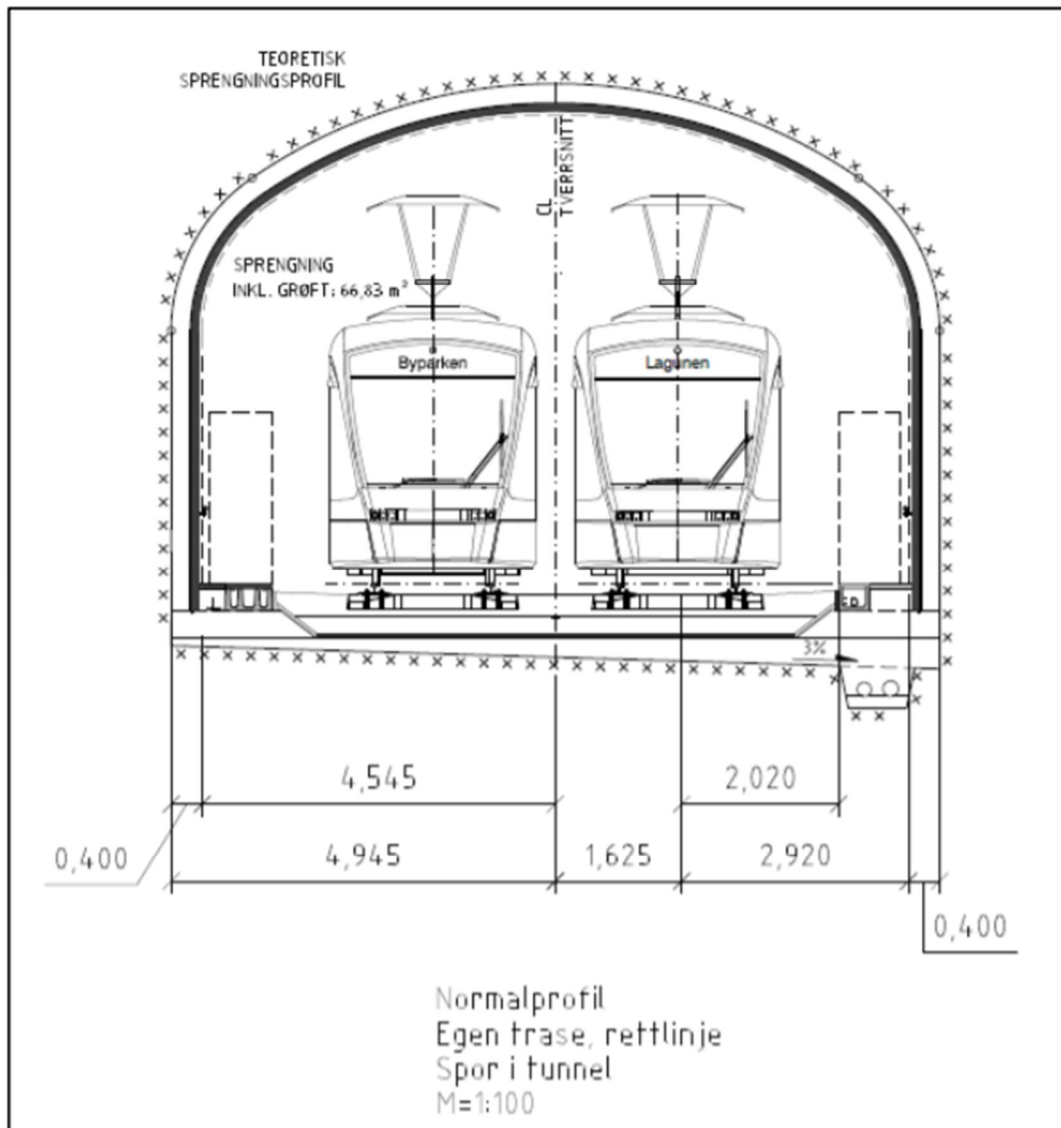
Teoretisk sprengningsprofil av tunnel er et profil som gir begrensningene for sprengning av tunnelen. Mellom grensen for normalprofilen og den teoretiske sprengningsprofilen skal det være avsatt plass for sikring. Denne avstanden er normalt i området 250-500 mm, men vurderes i hvert enkelt tilfelle.



FIGUR 42: KONSTRUKSJONSPRINSIPPET FOR SPRENGINGS PROFIL I TUNNEL (BYBANEN AS, 2019 s.97)

#### 2.5.1.4.5 Tunnel – Normalprofil

Normalprofil for tunnel er vist på bildet nedenfor.



FIGUR 43: NORMALPROFIL TUNNEL (BYBANE AS, 2019, s.101)

#### 2.5.1.4.7 Tunnel - Gangbane/rømningsvei

I en dobbeltspors tunnel skal det konstrueres gangbane/rømningsvei på begge sider av tunnelen. Sikkerhetsområdet skal være fritt for installasjoner. Følgende krav gjelder for gangbaner:

- Gangbanens bredde skal være minst 0,8 m.
- Gangbanen skal ha en vertikal klaring på minst 2,25 m.
- Håndløper skal føre til et sikkert område og skal installeres mellom 0,8 m og 1,1 m over gangbanen.
- Håndløperen skal ikke plasseres inne i gangbanens minstebredde. Håndløper skal ha et rom på 100 mm i bredde. Det betyr at gangbanen må ha en bredde på 0,9 m som vist i normalprofil for tunnel.

- Gangbane skal legges med en fast avstand på 2,02 meter fra spormidt. Det skal være plant og lett fremkommelige uten hindringer. Dette innebærer at gangbanen skal være på samme høydenivå som nærmeste skinnetopp.
- Det skal installeres rømningsporter ved tunnelportaler.

#### 2.5. 1.5 Plattform ved holdeplass

##### 2.5.1.5.1 Generelle krav

Gjennom holdeplasser bør det tilstrebes at sporet ligger i rettlinje (ved plattform + 5m forbi hver ende av plattform).

##### 2.5.1.5.2 Plattformlengde

Plattformen skal etter regelverket være minimum 42,0 meter lang. Om holdeplass er knyttet til strekning med høyere hastighet enn 50 km/t sammen med krevende vertikal geometri (som gjør det vanskelig å stanse vogn presist) bør lengere plattform vurderes.

##### 2.5.1.5.3 Plattformbredde

Plattformbredde skal være i henhold til kravene tabell 9 nedenfor:

TABELL 8: PLATTFORMBREDDER

<b>Plattformtype</b>	<b>G</b>	<b>Y</b>	<b>R</b>
Sideplattform	Bredde $\geq$ 3,0 m	3,0 > Bredde $\geq$ 2,0	Bredde < 2,0 m
Midtplattform	Bredde $\geq$ 4,0 m	4,0 > Bredde $\geq$ 3,0	Bredde < 3,0 m

For typiske holdeplasser skal sideplattform og plattformbredde 3,0 meter benyttes.

Mellom installasjoner og plattformfront på plattform skal være minimum 1,5 m for tilstrekkelig ferdse. (Gjelder ikke for tak)

##### 2.5.1.5.4 Plattformhøyde

Høyde på plattform skal være 270 mm over SOK (skinnetoppen/bunnen av dynamisk profil).

##### 2.5.1.5.5 Avstand fra senterlinje til plattform

Basert på en avstand på normalt 75 mm mellom vognside og plattform gjelder følgende:

- Avstand senterlinje - plattform = 1400 mm på rettlinje.

##### 2.5.1.5.6 Leskur

Høyde: Høyde underkant tak skal være ca. 2,55 m over plattform.

#### 2.5.2 Tunnel – Overdekning

I håndbok N500 (Vegdirektoratet, 2020) kapittel 2 står det om overdekning til tunneler. Tunneler som går under sjøen, skal planlegges for minstekrav bergoverdekning på 50 meter.

Ved sprengning av tunnel kreves det en tilstrekkelig overdekning. Dette gjelder særlig for tunnel under bebyggelse. Det er ikke oppgitt noe spesifikt krav for overdekning, men alle tunneler krever en geoteknisk undersøkelse av bergkvaliteten. Hvis bergkvaliteten er god kan bergoverdekning være betydelig mindre enn hvis den er dårlig. I forprosjektet til Norsk bane ble det tatt utgangspunkt i en løsning hvor banen typisk lå 15-20 meter under bakken nivå. (COWI, 2018, s.62) Dette gjaldt for hele strekket.

I Skuggentunnel-rapport (Statens vegvesen, 2018) ble det akseptert en minte overdekning på 6 meter.

Vi har derfor valgt å forsøke å ikke havne under en overdekning på 15 meter. Noe som gjør at vi tar utgangspunkt i om lag 10 meter er det laveste vi prosjekterer for.

## 2.6 GEOMETRI

For å finne ut hvor linjen kan føres i det vertikale planet brukes geometriske formler. Det er for eksempel nyttig å vite hvor langt strekke en trenger for å senke helningen på en linje fra 6% til 0%. Vertikalkurven som brukes for å endre denne helningen vil ha en høyde og en lengde.

For å beregne linjens plassering i det vertikale planet brukes følgende formler:

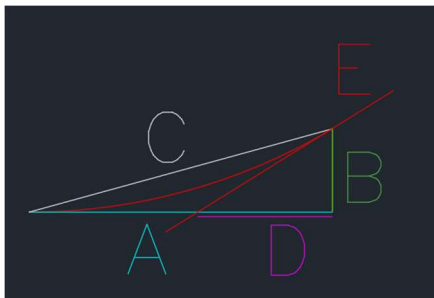
Stigning (helning) mellom to kjente punkt, A og B er gitt ved:

$\Delta H$  = høydeforskjell mellom A og B

$\Delta L$  = lengdeforskjell mellom A og B

$$\text{Stigning} = \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

Om det plasseres en vertikalkurve mellom en plan rettlinje og en med stigning, vil denne vertikalkurven ha en lengde og høyde.

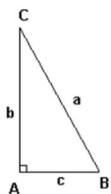


FIGUR 44: VERTIKALKURVE MELLOM TO RETTLINJER (A OG E) MED LENGDEN A, HØYDEN B, OG C SOM HYPOTENUS TIL TREKANT ABC.

Følgende formler brukes for å utlede en formel for høyden B, og lengden A av en slik vertikalkurve som en funksjon av radius og stigning. Vertikalkurven går mellom to rettlinj hvor den ene er parallell med lengderetningen og den andre har en helning.

### 2.6.1 Pytagoras læresetning

Trigonometriske funksjoner definerer forholdet mellom sidene i en rettvinklet trekant. Funksjonene som brukes er listet opp nedenfor:



$$\bullet \sin B = \frac{b}{a}$$

$$\bullet \cos B = \frac{c}{a}$$

$$\bullet \tan B = \frac{b}{c}$$



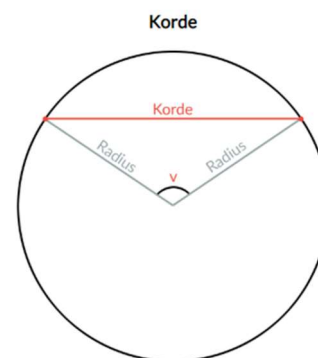
### 2.6.2 Korde

En korde er en linje mellom 2 punkter på periferien.

Kordens lengde kan uttrykkes ved to radier til punktene og vinkelen mellom dem:

$$K = 2 \cdot r \cdot \sin\left(\frac{v}{2}\right)$$

Hvor K er kordens lengde, v er vinkelen mellom de to radiene og r er radius.



FIGUR 45: KORDE ER EN LINJE, DEN GÅR MELLOM TO PUNKTER PÅ PERIFERIEN. INVALID SOURCE SPECIFIED.

## 2.7 VURDERING AV TRASÉ

Det finnes flere evalueringsmetoder (Rolstadås, 2020). Disse metodene kan grovt deles inn i:

1. direkte evalueringsmetoder
2. kriteriebaserte evalueringsmetoder

Den direkte metoden setter alternativene direkte opp mot hverandre. Vurderingen av beste løsning blir basert på erfaring og intuisjon.

Den kriteriebaserte metoden bruker et sett av kriterium. Der alle alternativene blir dømt ut ifra disse kriteriene. Det er vanlig å oppgi en evalueringsskala. Denne evalueringsskalaen er gjerne et poenggivende skala. Der de ulike kriteriene er forskjellig vektet ut fra betydning for totalvurderingen. Når man velger kriterier, er det hovedsakelig to typer: Objektive- og subjektive-kriterier.

Objektive kriterier bygger på kvantitative data eller beregninger og her skiller vi mellom teknisk- og økonomisk- kriterier. De tekniske kriteriene blir vektlagt utfra funksjon, kvalitet og pålitelighet. Videre vil de tekniske kriteriene være knyttet en økonomiske kriterier.

Subjektiv kriterier baserer seg på evalueringsmetoder som: sjekklister, parvis rangering og poengtavler.

Metoden for sjekklister går ut på å sette opp en liste med kriterier. Hvis kriteriene for hendelsene er oppfylt krysser en av på sjekklisten.

Parvis rangerings metode setter alternativene opp mot hverandre. Dette gir en lik mulighet for alle alternativene som blir vurdert. Tabell 10 under viser et eksempel på parvis rangering.

TABELL 9: PRAKTISK PROSJEKTLEDELSE TABELL 5.2 PARVIS RANGERING

Alternativ	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Sum poeng
A1		1		1	1	1	4
A2				1		1	2
A3	1	1		1			3
A4					1		1
A5		1	1				2
A6			1	1	1		3

Der alternativet i matrisens rad vurderes opp mot alternativene i tabellen. Hvis alternativet i raden er bedre enn alternativene i tabell, blir tallet 1 skrevet opp. Det settes som blankt dersom alternativet anses som dårligere. Til slutt summeres poengene opp og alternativet med flest poeng anses som det beste.

Poengtavle metoden består av både sjekklister og parvis rangering, som benytter seg av flere subjektive kriterier. I tabellen under vises metoden for AHP (Analytical Hierarchy Process) (Rolstadås, 2020). Denne metoden er basert på et hierarki av mål og krav som alle alternativene skal måles opp mot. Tabell 11 under viser vurderingskala for AHP.

TABELL 10: PRAKTISK PROSJEKTLLEDELSE TABELL 5.7 VURDERINGSSKALA FOR AHP

Verdi	Betydning
1	Like viktige
2	
3	Noe viktigere
4	
5	Mye viktigere
6	
7	Svært mye viktigere
8	
9	Absolutt dominans

## 2.9 Programvarer

Autodesk AutoCAD – er programvare for dataassistert design (CAD). AutoCAD brukes for å produsere 2D-tegninger og referere for dokumentasjon.

Autodesk Revit – er programvare for å produsere modellbasert design og referere for dokumentasjon.

Autodesk Infracore – er programvare for infrastrukturdesign støttet BIM-prosesser (bygninginformasjonsmodellering). Dette programvare brukes for å samle informasjon for realistiske forslag.

Lumion – er programvare for 3D-rendering spesielt for arkitekter og designere. Det programvare hjelpe med tvilling modell og visualisering av prosjektet.

Trimble Quantm – er programvare for planlegging av nye jernbane-, vei- eller motorveiprosjekter, og raskere levere bygge kostnader.

MS Office – er programvare for generell tekst skriving og dokument oppsamling.

MS Excel – er programvare for timelogg og gantdiagram opplagring.

### 3 HELHETLIG FRAMGANGSMÅTE

Som nevnt [kapittel 1.6 RAPPORTENS OPPYGGNING](#) gir dette kapittelet en overordnet kortfattet forklaring av rekkefølgen, sammenhengen og avhengigheten mellom de ulike arbeidsoppgavene som ble gjort i oppgaven. Mer om hvordan de ulike arbeidsoppgavene og deres metoder i metodekapitlet for hver arbeidsoppgave.

De fire hovedoppgavene ble i all hovedsak utført i rekkefølgen som følger. Skissering og teknisk undersøkelse, evaluering og valg av trasé.

#### 3.1 LITTERATURSTUDIE

Det første som ble gjort i oppgaven var en innhenting og studering av relevant litteratur. Det ble skaffet en oversikt over alt vi trengte for å definere, avgrense, forstå og løse oppgaven. Dette ble delvis gjort i forprosjektet til oppgaven for å finne ut hva oppgaven skulle inneholde.

I forprosjektet ble oppgaven på grunnlag av denne teorien nærmere definert og avgrenset. Hvilke metoder som skulle brukes for å løse oppgaven ble bestemt delvis før og delvis etter forprosjektet.

Etter forprosjektet ble det samlet litteratur og fagstoff som ble brukt til å løse oppgaven. Denne teorien er den som er presentert under teoretisk grunnlag. Noe av teorien ble innhentet underveis i oppgaven, etter hvert som vi så hva vi fikk behov for. Denne delen av litteraturstudien er derfor naturligvis gjort som en del av hovedoppgavene.

#### 3.2 HOVEDOPPGAVENE

Skisseringen var en stor del av arbeidet i oppgaven. Det er viktig for å finne gode alternativer til hvor bybanen kunne og burde føres. Arbeidet med skisseringen fram til den tekniske undersøkelsen gikk ut på å komme frem til aktuelle alternativer for hvor banen kunne ligge basert på kriteriene vi satt. Der etter ble de skissert inn på et kart over Ålesund.

Strekningen som ble undersøkt ble delt inn i delstrekninger. Den tekniske undersøkelsen ble begynt på etter det var kommet fram til, og skissert inn tre til fire alternativer på hver delstrekning. Her undersøktes det om alternativene var teknisk mulig å bygge i forhold til plass i vertikal og horisontalplanet. De alternativer som viste seg å ikke være plass til uten urimelige/uakseptable inngrep i infrastruktur/bebyggelse, ble ikke tatt med videre. Om det var nødvendig og aktuelt ble det i et slikt tilfelle gjort et nytt skisseringsarbeid. Om det var mulig ble det gjort store eller små endringer som førte til at dette alternativet ble aktuell igjen. Eventuelt ble det skissert et helt nytt alternativ. Det ble så gjort en ny undersøkelse av alternativet. Alternativet ble forkastet dersom de verken var teknisk mulig eller var hensiktsmessig å gjøre endringer på. Bare de alternativene som var teknisk mulig ble tatt med videre til evalueringen.

I evalueringen ble alle alternativene gitt poeng ut ifra ulike forhold og hensyn. Alternativer i samme delstrekning ble sammenliknet opp mot hverandre. En trasé ble valgt med utgangspunkt i dette.

Resultater som får den høyeste poengsummen ble visualisert ved en 3Dmodell. Ulike snitt-tegninger i 2D av enkelte deler av løsningen lages.

## 4 SKISSERING

Det anbefales at kapittelets innledning, spesielt avsnitt 4.2.4.4, Avgrensinger, er lest før en leser dette kapittelet, for å få en helhetlig forståelse av innholdet i dette og i de følgende kapitlene.

I resultatkapittelet under, er de endelige løsningene presentert kort, uten noe særlig begrunnelse. Begrunnelsen for resultatene er forklart og diskutert grundigere i diskusjonskapitlet.

### 4.1 METODE

#### 4.1.1 Helhetlig om skisseringsarbeidet

Skisseringsarbeidet var et arbeid med mål om å komme frem til- og visualisere(2D) relevante alternativer for plassering av stopp og traseer. Arbeidet her var todelt. Det startet først med å skaffe en oversikt over faktorer og rammer som ble brukt i skissering. Den andre delen var selve skisseringen av traseer og stopp.

Den første delen besto av å gjøre studier og analyser. Her så vi på flere perspektiver, blant annet erfaringer og løsninger fra tidligere studier, situasjonen og behovet i Ålesund, og hvor er vi på vei. Vi undersøkte og hvilke politiske og planmessige rammer som foreligger (føringer, strategier og planmessige rammer) samt regler og tekniske rammer for plassering. Denne teorien ble brukt til å bestemme hvordan skisseringsarbeidet skulle utføres, samt hvilke faktorer vi måtte ta hensyn til ved skisseringen av trasé og stopp. For eksempel ble det utarbeidet en teoretisk verdi for hvor lang avstand det burde være mellom stasjoner, for å oppnå god dekning, samtidig som en holder reisetiden relativt kort. Undersøkelsen tok og for seg hva som er viktig å ta hensyn til når en skal planlegge et kollektivsystem, og hva som er viktig for plasseringen av en bybane med tanke på trasé, og spesielt fokus på plassering av stopp. En del av disse arbeidene ble gjort parallelt med skisseringen, etter hvert som traseene ble plassert, da vi så hvilke områder som måtte undersøkes nærmere.

Den neste delen, selve skisseringen, var et arbeid som hovedsakelig besto av skissering, (tegning) og muntlig drøfting, diskusjon og vurdering. Den muntlige drøftingen ble for det meste gjort selvstendig, men også i samarbeid med oppdragsgiver.

Skisseringsarbeidet ble gjort på et overordnet enkelt nivå, og **var i stor grad basert på antakelser**. Det ble ikke satt noen mål som tydelig definerte når skissene var ferdig. Det ble bestemt at skisseringen var over når vi var fornøyde, eller ikke hadde mer tid. Det var derfor vanskelig å vite når alternativene var «gode nok» til å gå videre med.

Både arbeidet (tegningen) og produktet ble utført ved hjelp av tegneverktøyet AutoCAD. I programmet ble det lastet inn et satellittbilde over Ålesund gjennom funksjonen Geolocation. Satellittbildet hadde derfor samme målestokk som lengdene i AutoCAD. Dette blir referert til som et kart i resten av rapporten. Det digitale dokumentet gjorde det enkelt å flytte deknings sirkler og traseer, og å tegne og redigere i kartet. Vi brukte ulike linjetyper for om traseene gikk på bakken, over bakken eller under bakken.

For Campus-området ble det lastet inn et utklipp av et reguleringsplankart. Vi satte det i samme målestokk som satellittkartet, og brukte det mens vi skisserte og undersøkte området. I vedlegg 3, ligger reguleringsplankartet vi brukte.

Som nevnt i kapittel 1.5.3 avgrensning, var det geografiske området vi arbeidet med mellom Aspøya og Spjelkavik. Derfor brukte vi den delen av kartet som viser dette området. Tegningen startet med grove skisser, og ble mer og mer detaljert etter hvert som arbeidet pågikk.

Arbeidet begynte med en grov plassering av stopp, og gikk deretter over til å sette en mer nøyaktig plassering av trasé og stopp. Gjennom hele skisseringsprosessen, var vi åpen for å gjøre nødvendige og hensiktsmessige endringer fortløpende. Gangen i dette forklares nærmere i kapittel 4.1.7 Rekkefølge i arbeidet.

Det ble gjort noen grundigere undersøkelser av hensyn som må tas ved Campusområdet. Spesielt hensyn til reguleringsplaner, mulighet for og overgang til supplerende buss, sykkelvei og kostnader, ble vurdert. Her ble det tegnet ekstra mange alternativer, og gjort vertikalundersøkelse for alle av dem. De fleste andre områder hadde også grundige undersøkelser. Noen vanskelige, kritiske områder, ble undersøkt noe nærmere enn andre.

#### 4.1.1.1 Liste over hensyn som er tatt

Som nevnt ble det satt opp en hensynsliste. Dette ble gjort for å ha en oversikt over, og en enighet om hensynene som skulle tas ved plassering av stopp og traseer. Først ble det satt opp en lengre liste, uten en prioritert rekkefølge. Listen ble satt opp ut ifra viktige faktorer gjennom litteraturstudien vår. Listen ble redigert et par ganger. Nedenfor vises en noe trimmet versjon av den siste listen.

- Kostnader for de ulike konseptene (i tunnel, på bakken, over bakken, kulvert)
- Synlig bane og tilgjengelighet
- Påvirkning av trafikk (egen trasé)
- Mulighet for, og overgang til supplerende buss
- Mulighet for kombinert sykkelvei
- Deknings sirkler
- Plassering av stoppene i forhold til antall bosatte/arbeidsplasser/skoler innenfor deknings sirklene
- Knutepunkter og målpunkter
- Reguleringsplan/fremtidige planer
- Reisetid og hastighet
- Optimal stoppavstand
- Plass/tekniske rammer (ble sjekket hovedsakelig ved den tekniske undersøkelsen, men forenklet i skisseringen)
- Energibruk (lengde på banen, høydestigning og svinger)

Hver av disse faktorene tilhører en av tre grupper: planmessige rammer, tekniske rammer, og suksessfaktorer for et vellykket banesystem. Hver av disse gruppene har fått sitt eget kapittel her. I kapitlene presenteres faktorene nokså kort. Det forklares hvorfor de ble tatt i betraktning og litt om hvordan de ble brukt i arbeidet.

#### 4.1.2 Suksessfaktorer

I kapittel 2.3.1.1 Tre viktige suksessfaktorer for en bybane, står det om suksessfaktorene. Som nevnt der er det tre faktorer som er spesielt viktig at en bybane oppfyller i størst mulig grad. De er dekning, synlighet, og at en stor del av banen går i egen uforstyrret trasé. Alle faktorene ble tatt hensyn til, hvor dekning og egen trasé ble prioritert høyest. Dekning er et vesentlig større kapittel enn de to andre, fordi det brukes som en underoverskrift for alle faktorer som har med dekning og nærhet og gjøre.

#### 4.1.2.1 Synlig bane

Som nevnt i kapittel 2.3.1.1 Tre, viktige suksessfaktorer for en bybane, kan banen promotere seg selv gjennom gjentakende eksponering når banen er synlig. Det er også lett å se og finne frem til stasjoner. Det gis en oversikt over hvor banen befinner seg for øyeblikket, og den er også enkel å lære seg, når en ser hvilken vei banen går.

Konseptet «over bakken på søyler» gir god synlighet fra flere steder enn når banen går på bakken. Med tanke på dette prøver vi å få banen på bakkeplanet der det er mulig. Derfor vil vi og plassere stopp i sentrale områder. Med en synlig bane er det lurt å tenke på et gjennomført og publikumsvennlig design. Spesielt i Ålesund med særegen og kjent arkitektur, og stor andel av turister i sesongen.

#### 4.1.2.2 Påvirkning av trafikk (Egen trasé)

Som nevnt i kapittel 2.3.1.1 Tre viktige suksessfaktorer for en bybane, jo større andel som ligger i egen trasé, jo raskere kan banen gå. Færre kryss gjør at systemet blir mer trafiksikkert, og øvrig trafikk blir i mindre grad påvirket av banen. Vi forsøker derfor å føre linjen i egne upåvirkede traseer der det er mulig.

#### 4.1.2.3 Dekning (Dekning, nærhet og plassering av stasjoner)

Som og nevnt i kapittel 2.3.1.1 Tre viktige suksessfaktorer for en bybane, er dekning viktig for at tilbudet skal være mest mulig attraktivt for flest mulig reisende. Når stasjonene ligger i nærheten, vil reisende ha kortere gangavstand, driftsinntektene vil potensielt være høyere, og flere folk vil bli fornøyde. Nedenfor presenteres faktorene som angår nærhet og dekning.

### Tilgjengelighet/Universelt utformet

Tilgjengelighet kan sammenliknes med nærhet, men handler også om at systemet er lett tilgjengelig, og brukbart for alle. Det er derfor viktig at stasjoner, og veien til stasjoner er universelt utformet. Stopp under og over bakken må derfor ha heis eller rampe. Det ble tatt utgangspunkt i at alle slike stopp skulle prosjekteres med heis, og ikke rampe. Selv om en bruker heis, er tilgjengeligheten best om stoppene ligger på bakkenivå. Det ble derfor tatt utgangspunkt i at det å plassere banen på bakkenivå og i sentrale områder, ville være mest gunstig. Flere vil benytte banen når det er enklere å bruke den.

### Overgang fra/til supplerende buss og andre transportmidler

For hvilke supplerende busser som skal gå til og fra banen har vi og sett på, og tatt utgangspunkt i løsningene til COWI og Norsk bane. I kapittel 2.4.2.2 vises en oversikt over driftsopplegget til løsningen til COWI. Her kan en se at der går supplerende busser mellom tre av knutepunktene og de utenforliggende områdene (i forhold til korridoren). Dette gjelder knutepunktene sentrum, Moa og Campus- området. I skisseringen så vi derfor hovedsakelig på disse knutepunktene. Her så vi på om det var mulig å plassere stasjonene i nærheten av framtidige (og eventuelt eksisterende) bussterminaler. Dette for å få en rask overgang mellom bybane og buss.

Det er også særlig viktig å ha nok plass til parkeringsplasser for sykler og biler ved de fire knutepunktene, slik at de som kjører til banen og skal videre har tilgang til å sette fra seg fremkomstmiddelet sitt på en forsvarlig måte.



### Mulighet for kombinert sykkelvei

Ved skisseringen ble det undersøkt om banen kunne legges på en slik måte at den kunne kombineres med sykkelvei. Kunne de legges slik at de kunne kombineres ved utbyggingen? Kunne systemet bygges slik at sykkelveien kunne gå gjennom banens stasjoner?

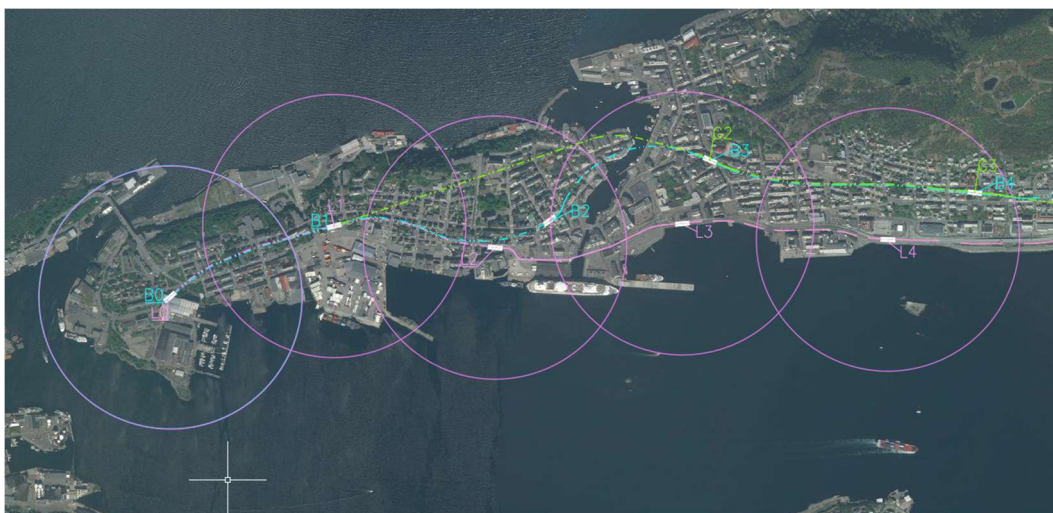
I alternativer hvor banen gikk over bakken, ble det sett på om en sykkelvei kunne legges under konstruksjonen. Det for å undersøke om det kunne spares plass og for å skape en god sykkelopplevelse under «tak».

Vi tok utgangspunkt i at sykkelveien ikke burde ligge langt unna stasjonene, og at den helst burde gå gjennom stasjonene. Det skulle kunne gå an å komme seg lett over fra sykkel og inn i bybanen.

Med tanke på plass til sykkelparkering og andre formål, ble det sett på om vi kunne legge stoppene i områder med så stort disponibelt areal som mulig.

### Dekningssirkler

Referer til kapittel 2.4.4 Teori gangavstand/dekning hvor det står om flatedekningssirkler. For å få en visuell oversikt over omtrentlig gangavstand til stoppene, tok vi i bruk deknings sirkler. Sirklene ble brukt for å finne omtrentlig gangtid, til å se hva som lå innenfor området, til å se om noen stopp sin dekning overlapper hverandre, omtrent hvor langt unna stoppene er hverandre, og senere i evalueringen, for å evaluere hva som er innenfor gangavstanden til et stopp. I kartet ble det tegnet inn deknings sirkler på 400m og 600m. Nedenfor vises et utdrag fra AutoCAD-filen vi jobbet i. Bildet viser deknings sirkler for en av traseene.



FIGUR 46: UTDRAG FRA AUTOCAD-FIL. BILDET VISER STOPPSIRKLER PÅ STOPPENE TIL LILLA TRASÉ.

### Plassering av stoppene i forhold til antall bosatte/jobber/skoler innenfor deknings sirklene

Plassering av stoppene er sentralt for å oppnå stor grad av dekning. Som nevnt i kapittel 2.3.1.1, er det viktig å prøve å få banen til å nå flest mulig folk. Det er sentralt for et godt og effektivt banesystem. Vi forsøkte å legge banen slik at den var i rekkevidde for flest mulig. For dette ble det skaffet en oversikt over situasjonen i Ålesund.

Stoppene ble plassert blant annet ut ifra hvor flest folk bor, hvor flest folk er sysselsatt og hvor skoler er plassert. For bosetting ble det tatt utgangspunkt i et kart fra SSB sine nettsider. Refererer til figur 7. For sysselsetting ble det tatt utgangspunkt i figur 8 fra COWI sin rapport. For plassering av skoler ble det skaffet en oversikt over de gjennom Ålesund kommune og Opplysningen 1880, figur 9 og figur 10. Der fant vi kart over skolene, som vi tok i bruk. Med dette skaffet vi oss oversikt, og merket oss områder av stor relevans for disse faktorene. Dette arbeidet gjorde vi én gang, men kartene ble hentet frem flere ganger mens vi jobbet med skisseringen.

Hovedsakelig ble det tatt hensyn til disse faktorene gjennom å prøve og plassere stoppene slik at flest mulig boliger, arbeidsplasser og skoler kom innenfor dekningsirklene på 400m.

Det ble også tatt som utgangspunkt at en lav stoppavstand (mange stopp) vil gi en bedre dekning. I kapittel 4.1.5.2.

### Knutepunkter og målpunkter

Det er som nevnt viktig å plassere stoppene sentralt. Knutepunkter og målpunkter er naturlige områder for plassering av stopp. I knutepunktene ferdes mange hver dag. Her er som regel flere arbeidsplasser, og folk bor som regel relativt tett. Gjennom fortettingsstrategien skal knutepunktene dessuten bli enda tettere befolket. Knutepunktene er også samlingspunkter for ulike transportmidler.

Vi bestemte blant annet på grunnlag av dette at knutepunktene sentrum, Moa, Ålesund, sykehus og Campus skulle ha et sentralt stopp. Hvor stoppene plasseres inne i knutepunktet er òg viktig. Å få plassert stoppene på plasser hvor det gir god trafikkflyt, samt nok plass til andre formål, er svært hensiktsmessig. Dette ble tilstrebet ved skisseringen.

## 4.1.3 Planmessige rammer og strategier

### 4.1.3.1 Reguleringsplan / Framtidige planer

I oppgaven ble det tatt hensyn på reguleringsplanene under arbeid for å finne beste løsninger og plassering av trasé. Bybanen skulle derfor ikke direkte bryte med reguleringsplanene. Hovedfokuset var å få bybanen til å passe inn i planene og strategiene til kommuneplanene og by pakken. Ved en situasjon med bybane som kollektivsystem i Ålesund vil som nevnt naturligvis flere av detaljene i disse planene være uaktuelle. Det ble derfor akseptert noen endringer i reguleringsplanene dersom de tydelig brøt med interessene til et godt bybanesystem.

Det er viktig å vite at de offentlige planene er godt utarbeidet, og er bestemt ut ifra godt drøftede behov. De er skapt i samsvar med, og med det formål å følge planer og strategier fra de høyere forvaltningsnivåene. Det ble det tatt hensyn til.

### 4.1.4 Tekniske rammer

De tekniske rammene som ble brukt ved skissering består hovedsakelig av de tekniske kravene til bybane Bergen. Vi refererer til kapittel 5.1 for hvordan vi arbeidet med de tekniske kravene. Den tekniske undersøkelsen står også her. I tabell 14 vises stigningskrav, vertikalkurve og horisontal svingradius. Bredde på bane og stopp introduseres i tabell 9 og figur 41.

For å følge de tekniske kravene, må det gjøres grundige undersøkelser for hver trasé. For å kunne arbeide med raskere i skisseringsstadiet ble det, i skisseringsarbeidet som ble gjort før den tekniske undersøkelsen, derfor gjort mer omtrentlige vertikal- og horisontalundersøkelser. I disse vertikalundersøkelsene ble det sjekket for stigning uten vertikalkurver. For horisontalundersøkelsene ble det sjekket for omtrentlige verdier for bredden på veier, fortau, sykkelveier og sporbredde. Det ble tatt utgangspunkt i nøyaktige verdier for bredden på stoppene, men hvilken type stopp (oppdelt stopp, stopp med en plattform i midten, vanlig stopp med to plattformer), ble ikke sjekket grundig. Helt nøyaktige plasseringer ble ikke sjekket for i hverken vertikalplanet eller horisontalplanet. Disse omtrentlige tekniske undersøkelsene ble gjort kun for de traseene vi var mest usikre på.

Når det kom til skisseprosjektering for bærekonstruksjonen for trasé «over bakken», tok vi utgangspunkt i N500 broprosjektering for krav til høyder. For inspirasjon så vi på et titalls andre liknende konstruksjoner av bybane over bakken på søyler. Vi tok hensyn til estetiske uttrykk, og fleksibilitet i løsning. Ut ifra dette, tegnet vi en konseptskisse av hvordan vi tenkte banekonstruksjonen «over bakken» kunne/burde se ut. Fra denne tegningen fikk vi total høyde, bredde og høyde fra underkant av broen ned til bakkenivå, som videre ble tatt hensyn til i vertikalundersøkelsen. Konseptskissen er vist i vedlegg 14.3.

#### 4.1.5 Andre viktige faktorer for plasseringen

##### 4.1.5.1 Kostnader for de ulike konseptene (i tunnel, på bakken, over bakken, kulvert)

Sammen med veileder ble det bestemt at det ikke skulle gjøres kostnadsestimeringer eller noen form for kostnadsberegninger. Dette er fordi det er et komplekst og tidkrevende arbeid hvis man skal komme frem til resultater en kan være trygge på. Veileder ønsket likevel at denne faktoren skulle bli prioritert for å få en mer realistisk oppgave. I kapittel 2.3.4 Kostnader for de ulike banekonseptene, ble det forklart hvilke kilder som ble brukt for å kunne gjøre antakelser og holdninger om hvilken av banekonseptene som generelt har rimeligere anleggskostnad enn de andre. Som nevnt er det svært mange faktorer som spiller inn for alle konseptene, og det er flere enn det som er nevnt i kapitlet. Det ble derfor gjort veldig grove overslag for dette. Vi diskuterte i noen grad med våre veiledere hva en kan tenke på ovenfor kostnadsspørsmålet. På ett sted kan et alternativ være rimeligere enn alle de andre, men på et annet sted kan enkelte forhold føre til at dette alternativet er det dyreste.

Det kan være veldig vanskelig å mene noe om det, men generelt kom vi fram til noen grove overslag for anleggskostnadene til de ulike konseptene. Disse valgte vi å ta utgangspunkt i når vi skisserte. Antakelsene er som følger. Når det nevnes stopp, forklares det ut ifra anleggskostnadene for stoppet isolert sett, og ikke i sammenheng med traseen, med mindre annet er nevnt.

Når løsningen ikke krever endring av en plan, fjerning av anlegg eller bygg:

Å føre linjen på bakken er det generelt sett noe rimeligere enn de andre konseptene. Dette stemmer ofte på områder med spredt bebyggelse. I områder med tett bebyggelse kan ting som endring av vegnettet, tomtepriser og rørforhold påvirke konseptet, slik at det ikke er det rimeligste lengre. Dersom det er plass til stopp på bakken, og det ikke medfører andre problemer, er det nesten alltid særs mye rimeligere å plassere stoppet her enn stopp for alle de andre konseptene. Det tilstrebes derfor å legge stopp og traseene på bakken der det er mulig.

Å føre linjen i kulvert kan føre til at en ikke trenger å endre vegnettet, og kan i enkelte tilfeller gi de rimeligste løsningene på rette strekker. Hvilke områder dette gjelder er vanskelig å si uten å vite noe om grunnforhold og ledningsnett. Siden kulvert er nært bakkenivå kan det kreve mindre å komme

seg opp igjen til bakkenivå der det er nødvendig. Dersom det er plass til stopp i kulvert, er som regel rimeligere enn stopp i fjelltunnel. Stopp i kulvert ble sett på som dyrere enn stopp til bakkesystemer over bakken.

Å føre linjen over bakken er vanskelig å si noe om. Det ble antatt at det generelt er dyrere enn kulvert ved rette strekker, men rimeligere enn å føre linjen i fjelltunnel. Da er det tatt med i betraktningen at den kan prefabrikeres, og at anleggene for montering ikke krever hele arealet av underliggende vei/gate. Lydskjerminger er ikke tatt i betraktning, da vi ikke har undersøkt hvilke lydskjermer det ville vært behov for med en slik løsning. Stopp over bakken vil i likhet med stopp i tunnel og kulvert kreve universale løsninger. Sammen med det, kunne vært hensiktsmessig med et dyrere, publikumsvennlig design, muligens vindskjerming, inngjerding og tak for passasjerer oppe i høyden. Dette fører til dyre løsninger for stoppene. Muligens også dyrere enn stopp i kulvert.

Det gjenstår da å nevne at tunnelloesninger ikke nødvendigvis trenger å bli så mye dyrere løsning enn de andre. I norsk banes forprosjekt nevnes det at det er gode fjellforhold for tunnelbygging, og at dette kan føre til at tunnelloesninger ikke blir så dyre.

De nevnte antakelsene ble brukt sammen med de andre faktorene til å prøve å bestemme hvordan en kan legge banen gjennom Ålesund.

Når det gjelder inngrep i infrastruktur, ble det forsøkt å unngå dette så mye som mulig. Når det gjelder verneverdig bebyggelse ble det bestemt at ingenting skulle fjernes. Det ble verken undersøkt kostnad ved fjerning av bebyggelse eller anlegg. Det ble likevel akseptert i alternativer så langt det ikke var mange hus og større bygg. Dette fordi det i mange tilfeller var uunngåelig. Tomtepriser ble heller ikke sjekket.

#### 4.1.5.2 Reisetid og stoppavstand

Som nevnt i kapittel 2.1 overordnede strategier og føringer, er det både på nasjonale, regionale, og lokaleforvaltningsnivå et mål om at flere skal velge å reise med miljøvennlige transportmidler. I Ålesund er det per i dag en stor andel som kjører med bil. I kommuneplanens samfunnsdel 2015 – 2027 ble det vedtatt at kollektivandelen skulle økes fra 6% til hele 15%. Det er derfor viktig å kunne tilby et kollektivtilbud som er attraktivt nok til folk til å velge kollektive transportmidler framfor bilen. I en spørreundersøkelse gjort av COWI, refererer til kapittel 2.2.6 Transport og infrastruktur, svarte en stor del av deltakerne at grunnen til at de valgte bil framfor kollektivt, var fordi de tapte tid med å reise kollektivt. En kan derfor tenke seg at folk velger de alternativene hvor de sparer mest tid og mest penger.

Som kapittelet 2.4.4 Teori holdeplassavstand viser, er baners reisetid hovedsakelig påvirket av to faktorer. Grad av egen trasé, og antall stopp. Med få stopp kan banen kjøre i topphastighet lengre, og banen vil derfor ha høyere gjennomsnittsfart. Folks totale reisetid handler derimot ikke bare om banens reisetid, men også hvor lang tid folk bruker til og fra banen, og hvor lenge de må vente banen mens de står på stoppene. Det er derfor viktig at folk ikke må gå langt for å komme til stoppene, og at graden av dekning og nærhet er høy.

#### 4.1.5.3 Mål om å slå bussens kjøretid

I forprosjektet satte vi oss et mål om at banesystemet vårt sin kjøretid skulle kunne slå dagens buss sin kjøretid (Rute 618). Dette for å både ha et bedre tilbud enn dagens kollektivtilbud på både punktlighet, kapasitet, reiseopplevelse og reisetid. COWI konkluderte med at deres løsning for bybanekonseptet slo de andre konseptene både på punktlighet, kapasitet og reiseopplevelse. Ved at vi tok utgangspunkt i de samme løsningene for kapasitet og frekvens, tenkte vi at vår bane også vil levere omtrent like bra på disse punktene. En grunn til at dette eventuelt kan være feil er hvis banen

legges mer oppe i dagslys, og dermed får mindre grad av egen traséløsning. I dette tilfellet vil punktligheten muligens reduseres noe, men reiseopplevelsen kan forbedres med bedre utsikt.

Vi fant ut at målet som var satt i forprosjektet var et realistisk mål. I løsningen til COWI var reisetiden estimert til 18 minutter fra sentrum til Moa. Som nevnt i kapittel 2.2.6.4 Dagens kollektivsystem er reisetiden for buss-linje 618 30 minutter fra sentrum til Moa (i vanlig trafikk). Linje 618 kjører både i og utenfor rushtiden. Siden Norsk bane og COWI sin løsning hadde estimert reisetid på 18 minutter, viste det at det fullt mulig å slå dagens buss, og samtidig legge banen mer i dagslys, og eventuelt ha flere stopp for å oppnå bedre dekning.

#### 4.1.5.4 Undersøkelser for kjøretid

Tidlig i skisseringsarbeidet, før vi startet med tegning på kartet, gjorde vi en enkel sammenlikningsundersøkelse for å finne ut den omtrentlige grensen for hvor mange stopp vi maksimalt kunne ha på bybanen, uten at bussen slo bybanens kjøretid. Strekket som ble undersøkt for var sentrum til Moa. Undersøkelsen vises i Vedlegg 4. Nederst i vedlegget ligger også en annen undersøkelse for banens kjøretid. Denne undersøkelsen ble gjort på slutten av skisseringsarbeidet, etter vi hadde plassert stoppene på kartet, og undersøkte reisetiden for den løsningen vi hadde kommet frem til.

#### 4.1.5.5 Teoretisk optimal stoppavstand

Som nevnt i forrige kapittel 4.1.5.4 er det viktig for den reisende med en rask reisetid. Dette taler for at stoppavstanden skal være stor. På en annen side vil en stor avstand føre til liten dekning og lav grad av nærhet for de reisende. Å ha stoppene for langt fra hverandre er derfor ikke hensiktsmessig. Samtidig kommer banen aldri opp i fart hvis anstanden er for kort. På denne måten kommer de to faktorene i konflikt med hverandre. Å finne ut hvilken stoppavstand som er den mest optimale er derfor viktig. Derfor gjennomførte vi en undersøkelse, for å finne en teoretisk optimal stoppavstand, som vi tok utgangspunkt i når vi plasserte stoppene.

Det ble undersøkt tidligere løsninger og teori om stoppavstand og gangavstand. Det som ble tatt i betraktning står i kapittel 2.4.3 Teori gangavstand og kapittel 2.4.4 Teori holdeplassavstand. I tabell 5 er der en oversikt over banesystemer i andre byer med ulik stoppavstand. Vi regnet ut gjennomsnittet for å se hvilken stoppavstand som gikk igjen i de andre byene. De bygger ut systemer med alt fra 500 til 1200. Her lå gjennomsnittet av stoppavstander på 836. Disse byene er derimot større, som er en relevant faktor. Dette vil ikke ha stort å si for reisetid, med mindre der er flere kryss, eller om en større andel av banen går i egen trasé, for eksempel de som går i tunnel.

Stoppavstanden i løsningen til Norsk bane og COWI lå på 1050 meter. I tillegg lå stoppene under bakken. Dette gjorde at ikke mange var innenfor en «akseptabel» gangavstand i forhold til reisetid. I mulighetsstudien til Rambøll (Rambøll Norge AS, 2010), ble det gjort en noe grundigere undersøkelse for optimal stoppavstand. De endte på 600 meter. Dette er en vesentlig forskjell fra stoppavstanden til konseptet i COWI. I Statens vegvesens Håndbok V123 anbefales det en standard holdeplass-avstand på 500-800 meter. Som nevnt i kapittel 2.2.6 er ikke andelen reisende mellom sentrum og Moa så veldig stor. En større andel reiser fra et av knutepunktene til et sted mellom de to knutepunktene. Dette taler for at reisetiden ikke er like viktig å prioritere som dekningen, siden det ikke er så mange som reiser over 20 minutter daglig uansett.

Ut ifra dette bestemte vi oss for å ta utgangspunkt i en stoppavstand på 700-800m mellom stoppene. Vi tok herunder utgangspunkt i at det ved de tetteste befolkede områdene, kunne være akseptabelt med kortere avstander, og motsatt ved spredt bebyggelse.

Riktig stoppavstand for Ålesund er også avhengig av naturlige og nødvendige plasseringer for stoppene, i forhold til knutepunkt, naturlige målpunkt og andre plass- og planrelaterte årsaker.

Etter lengden for den optimale stoppavstanden ble valgt som utgangspunkt, ble den brukt ved skisseringen. Den ble først brukt ved grovplasseringen av stoppene. Etter arbeidet med traseene (skissering) var startet ble den brukt til å sjekke om løsningene hadde riktig stoppavstanden.

#### 4.1.5.6 Energibruk - Lengde på banen, høydestigning og svinger

Med formål å skape et energieffektivt system ble det tatt hensyn på å legge banen så rett som mulig. I tunneler kan en bane legges særlig rett, spesielt når stoppene også ligger under bakken. Når banen er ført over bakken vil en også være lettere å føre linjen mer direkte i rette linjer. Her må det likevel fortsatt tas hensyn til å ikke føre linje rett over hus, og det må være plass til stoppene.

#### 4.1.6 Prioritering av hensynene

I starten av skissearbeidet ble det, som nevnt, satt opp en prioriteringsliste. Ut ifra listen med faktorer, som er presentert ovenfor, valgte vi ut de 5 faktorene som vi mente var mer relevante enn andre. Denne listen ble brukt når traseene og stoppene ble skisseres på kartet over Ålesund, og viser hva som skulle prioriteres, og i hvilken rekkefølge. Nedenfor vises denne listen. Punktene er ordnet i en synkende rekkefølge, hvor det første punktet høyest prioritert, og det siste punktet er det som får lavest prioritet.

1. Kostnad (på bakken, over bakken, Tunnel)
2. Folkemengde/ folks avstand til stopp
  - a. Boliger
  - b. Skoler
  - c. Arbeidsplasser
3. Reguleringsplan og fremtidige planer
4. Mulighet for kombinert sykkelvei
5. Uforstyrret trasé (egen trasé)

I kapittel 2.4.2.4 Løsningens svakheter, er det nevnt 3 problemer med COWI sin løsning, som de mente at gjorde bybanekonseptet mindre attraktivt. Ett av de var at tallene for påstigende per linjekilometer ville komme til å være for lav, i henhold til de internasjonale terskelverdiene. Det neste var at gangtiden og tilgjengeligheten var dårligere enn det konseptet som ble valgt. Med bedre nærhet og dekning kunne situasjonen for begge disse ulempene blitt bedre. I oppgaven ble dette derfor høyt prioritert og punkt 2 handler derfor om dette. Dekning er også, som nevnt, generelt viktig for et effektivt banesystem og er en av de tre suksessfaktorene.

Kostnad er plassert øverst og skal dermed prioriteres høyest. I utgangspunktet hadde vi folkemengde øverst på listen. I råd fra veileder ba de oss bytte om på punkt 1 og 2 (kostnad og dekning). At kundegrunnlaget i Ålesund ikke var stort nok per linjekilometer i COWI sin løsning, var delvis et økonomisk problem. I tillegg har bybaner generelt en høy anleggskostnad. Ålesund er en



relativt liten by, og det er også derfor sentralt å finne løsninger som ikke krever så store kostnader. Å ta utgangspunkt i rimelige konseptprinsipper er derfor viktig.

Hensikten med hensynslisten og prioriteringslisten var å gi en visuell oversikt over hva som skulle tas hensyn til og hva som skulle prioriteres. Hensynslisten var nyttig for å ha kontroll over alt som burde vurderes. Prioriteringslisten gav òg muligheten til å bli enige om hva som skulle prioriteres først og sist ved plassering, både for oss selv og veilederne. Den gav en felles forståelse, slik at det ble tatt like hensyn når traseen plasseres av ulike personer. Ellers hjalp den med å rydde opp litt, når det i utgangspunktet er veldig mange ulike faktorer en kan ta i betraktning.

#### 4.1.7 Rekkefølge i arbeidet

Etter det var bestemt hvilke hensyn som skulle tas, og de var satt opp i en prioriteringsliste, startet vi med å tegne i kartet. Først ble det gjort en grovskissering av plassering av stopp. Denne delen var en liten og kortvarig del av skisseringsarbeidet. Ved all plassering av stopp, ble flatedekningsssirkelene brukt for å ha en visuell oversikt over dekning.

Først tegnet vi inn (omtrentlig plassering) dekningsssirkler rundt de fire knutepunktene og Colour Line-stadion. Så startet vi med å skissere plasseringen av resten av stoppene. I første omgang gjorde vi dette kun med hensyn på faktorene som angår dekning. Her ble det tatt i bruk kart over skoler, sysselsetting og befolkningstetthet. Det ble så sjekket opp imot optimal stoppavstand og redigert.

Videre ble dette sjekket opp imot resten av faktorene. Det ble nødvendig å starte med skisseringen av traseene her, for å kunne vurdere alle hensynene for hvor stoppene skulle ligge. Vi startet på et overordnet nivå, og så først etter de områdene hvor det var mulig å plassere traseene og stoppene på bakkenivå. Det ble tegnet inn og vurdert mange ulike traseer og stopp som ble vurdert opp imot hensynene. Noen kunne forkastes tidlig, mens det for andre måtte gjøres flere undersøkelser og vurderinger av. Både over bakken, på bakken, og under bakken i kulvert og i tunnel, ble vurdert. Fra dette tidspunktet, og til vi startet med den tekniske undersøkelsen, var det ikke noe spesifikk rekkefølge i hvordan vi arbeidet med de ulike hensynene. Det ble derimot fortsatt i hovedsak arbeidet fra et lavt til et høyere detaljeringsnivå.

Prioriteringslisten ble brukt som nevnt i kapittel 4.1.6 prioritering av hensynene. Alle hensynene her ble tatt med i beregningen ved alle områder. Det ble startet med å jobbe systematisk med listen, med gjennomgang av alle områdene. Dette ble gått bort fra etter hvert som vi så at det ikke alltid var behov for det. Det ble også, som nevnt i kapittel 4.1.4 Teoretiske rammer, undersøkt om det var store avvik i forhold til tekniske krav.

Skisseringsarbeidet hadde mange små, og ofte veldig ulike undersøkelser, hvor det ble tatt flere hensyn. Disse hensynene gikk igjen, og om hverandre. Noen av undersøkelsene ble gjort flere ganger, men i ulik detaljeringsgrad. Undersøkelsene i seg selv avklarte mer og mer informasjon om hvor de neste undersøkelsene skulle bli gjort, og hvilke hensyn og undersøkelser som burde bli tatt der.

I møter med oppdragsgiver ble løsningene vi hadde kommet frem til så langt gått gjennom. Løsningene ble kommentert og diskutert. Vi fikk råd om hva som kunne gjøres annerledes, og hva vi burde se på videre. I alt var det fire møter hvor traséløsningene ble tatt opp på denne måten.

For hver gang vi kom fram til at en løsning for et strekke ikke var aktuelt, ble dette strekket slettet eller endret. Når vi hadde tre til fire alternativer som vi var fornøyde med, ble som nevnt den tekniske undersøkelsen startet. Underveis i, og etter dette arbeidet kom vi frem til traseer som ikke

var mulig eller hensiktsmessig. Tegningen ble da endret på. Tegningen vi hadde kommet frem til før den tekniske undersøkelsen, var da naturligvis ikke lik det endelige resultatet av skisseringsarbeidet. Det ble fortløpende gjort endringer etter denne var gjort, og da traseene som ikke var teknisk mulig ble fjernet, så vi oss ferdig med skisseringen.

#### 4.1.8 Eksempel fra arbeidet

Vi har nevnt at vi i skisseringsarbeidet jobbet med vertikalundersøkelsen parallelt med skisseringen. Vi gjorde vurderinger og betraktninger i henhold til funnene i denne undersøkelsen. I vedlegg 5 ligger et utdrag fra filen vi arbeidet i når vi gjorde vertikalundersøkelsen. Den viser arbeidet som ble gjort med 3 av traseene, og er en del av vedlegg 8.1, som viser hele arbeidet for grønn vertikalundersøkelse. Den viser noen av betraktningene som ble gjort i dette skisseringsarbeidet på grunnlag av denne vertikalundersøkelsen.

## 4.2 RESULTAT

I dette kapitlet presenteres og begrunnes det endelige resultatet av skissearbeidet. Dette er resultatet av hvilke traseer vi endte opp med etter hele skisseringsarbeidet (også den tekniske undersøkelsen). Resultatet for det skisseringsarbeidet som ble gjort før den tekniske undersøkelsen, er presentert i vedlegg 6. I vedlegget er traséalternativene presentert uten begrunnelsen for plassering. Stort sett er plasseringene like for traseene før og etter den tekniske undersøkelsen. På grunn av dette blir begrunnelsene for plassering kun forklart for det endelige resultatet. Hvilke av de enkelte traseene som ble fjernet eller var kritisk blir tatt for seg i kapittel 5.2.1.

Traseen som fikk den høyeste poengsummen i evalueringsarbeidet vises litt nærmere enn de andre alternativene. Løsningen er ikke nødvendigvis den beste, men det tas utgangspunkt i at det er en god løsning. Løsningen ved campusområdet blir nærmere forklart enn ved resten av områdene.

### 4.2.1 Endelige traséalternativene fra Aspøya til Spjelkavik

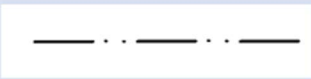


Som et resultat vi har en traseskisser med relevante alternativer for plassering av stopp og traseer. Oppgaven tar my hensyn til både tekniske og planmessige løsninger fra Ålesund kommune. Skisseringsprosessen begynte tidlig planleggingsstadiet, og ble oppdatert etter hvert som vi nærmer oss mål. Selve skisseringen er utført i AutoCAD, med Geolocations bakgrunns-kart, som representerer Ålesund.

Skisseringen bruke forskjellige type visuelle elementer som representerer traseens egenskaper. Hovedsakelig er disse fargen av trasélinjene, linjetype, figur av typisk stopp og overdekningsradius.

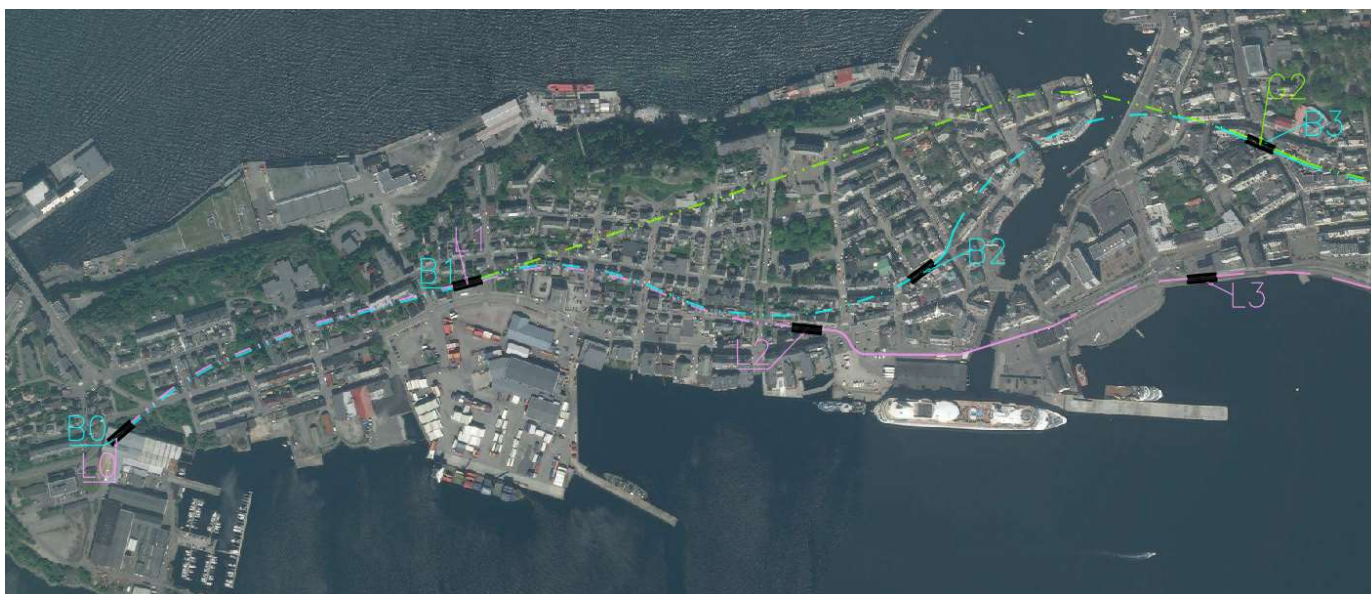
Farge på traseen skal visualisere forskjellen mellom potensielle delstrekninger.

Overdekningsradiusen visualiserer et 400 meters overdekningsareal. Skissen viser stopp-plasseringer i Geolocation-kartet av Ålesund, som skal hjelpe med videre bestemmelse av stopp-plassering og trasé-utvalg. I tabell 12 vises linjebeskrivelsen.

TABELL 11: LINJEBESKRIVELSE

Linje type	Linje betegnelse	Linje beskrivelse
<i>Dobbelt stiplet linje</i>		Dette linje skal representere alle trasse strekninger som går under bakken (tunell).
<i>Kontinuerlig linje</i>		Dette linje skal representere alle trasse strekninger som går på bakkennivå.
<i>Stiplet linje</i>		Dette linje skal representere alle trasse strekninger som går på overbakken nivå.

#### Delstrekning 1: Aspøya – Øst-Brusundet



FIGUR 47: DELSTREKNING 1, ASPØYA – ØST-BRUSUNDET

Denne delstrekningen strekker seg fra Aspevåga Marina og øst over, hvor vi finner Brusundet i Ålesund sentrum. Hensyn for denne bybane-strekningen er at det er tettbygde gater og trang gateutforming. Derfor er det ideelt at bybaneplasseringen er i en tunell. Blå og grønn trasé krysser brusundet i området hvor der er kortest avstand ned til havbunnen.

For denne delstrekningen er den valgte løsningen lilla trasé. Den kommer opp til bakkennivå ved stopp L2 ved Nedre Strandgate. Den går på bakkennivå over brusundet på bro. De starter å stige opp til over bakkennivå. Grunnen til dette er både økonomiske hensyn, og hensynet på egen trase. Både lilla trasé sitt stopp L2 og L3 er lagt med hensyn på reguleringsplan under arbeid. L3 er tilknyttet den



planlagt nye kollektivtransportterminalen. Det vil opprettholde god tilgjengelighet mellom alle typer kollektiv transport.

### Delstrekning 2: Brosundet – Colour Line-Stadion

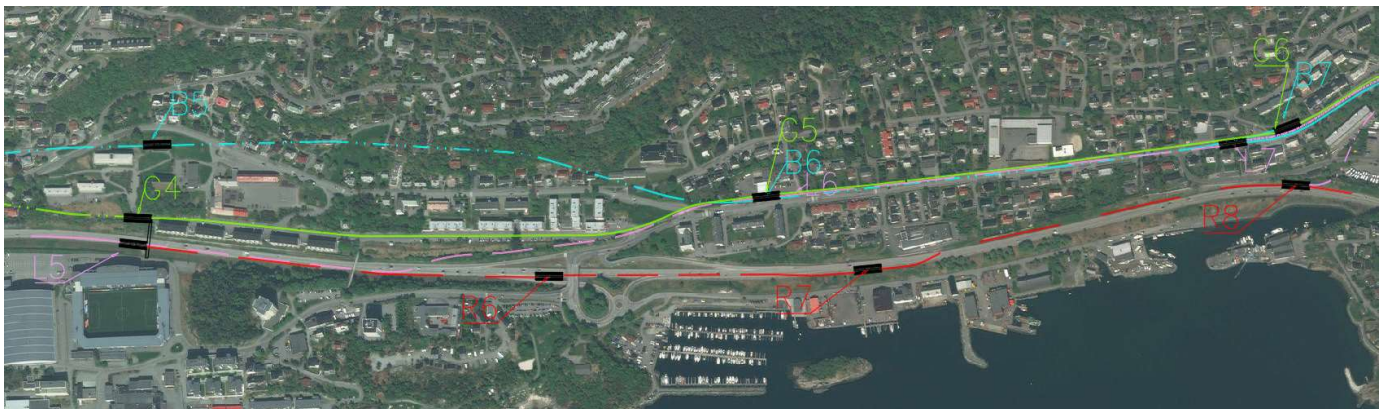


FIGUR 48: DELSTREKNING 2, BROSUNDET – COLOUR LINE-STADION

I delstrekning 2 forsetter traseene østover fra sentrum til Colour Line-Stadion. Der er to mulige bybanestrekninger, én i fjell og én (lilla) lenger sør ved kaien. Traseen på oppsiden går i fjell fordi borgundveien er for smal til å gå på bakkenivå her. Denne traseen har noe bedre dekning og nærhet enn lilla, men betraktes mer kostbar. Lilla trasé fortsetter over bakken, og vil ikke hindre trafikk i sentrum-område. Lilla og grønn traséplasseringen har mulighet for god nærhet til Colour Line-Stadion med bro over til oversiden av Borgundvegen. Blå dekker Fjelltun noe bedre.

Her var det lilla trasé som ble valgt.

### Delstrekning 3: Colour Line-Stadion – Nørvegata



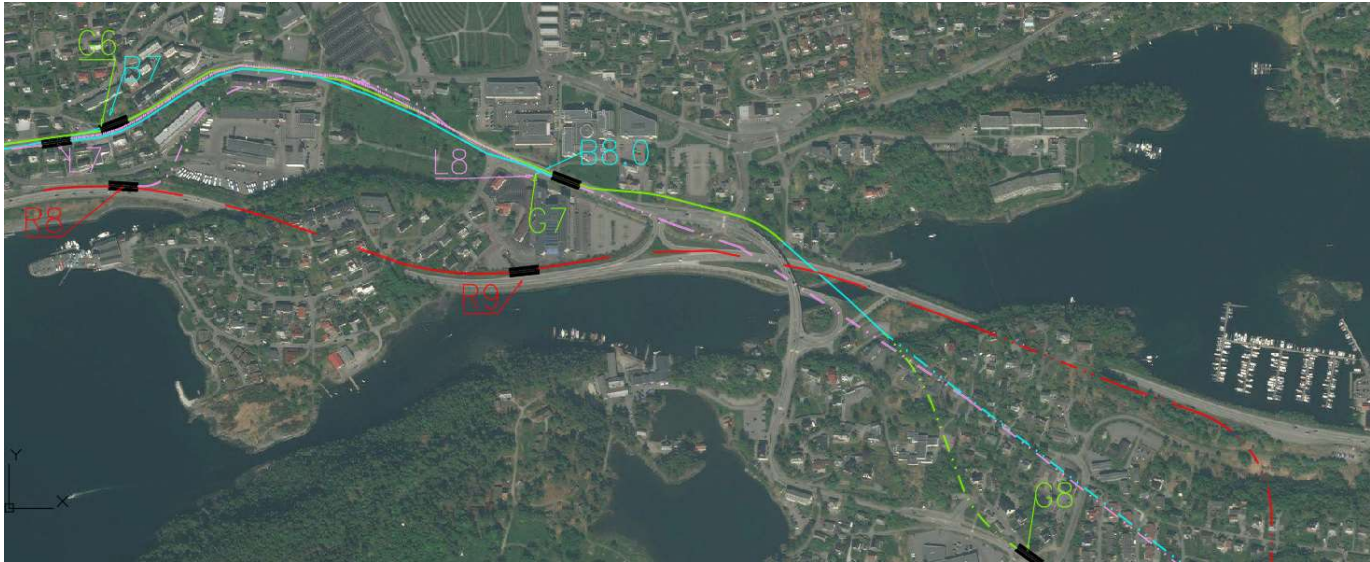
FIGUR 49: DELSTREKNING 3, COLOUR LINE-STADION – NØRVEGATA

Denne delstrekningen fortsetter fra Colour Line-Stadion og Borgundvegen videre til Nørvegata. Blå trasé fortsetter under bakkenivå gjennom hele strekket. Dette på grunn av tett gateutforming og smale veier. Dette er et godt alternativ. Da befolkningen er i nærheten av traseen er større enn ved traseen som går ved innfartsvegen. Rød trasé som følger innfartsvegen ved Colour Line-Stadion er

plassert med hensyn på reguleringsplanen, som skal utvikle innfartsvegen til en fire-felts-veg. Den skal her gå over bakkenivå for å gi plass til veien. Eventuelle overgangstuneller og broer skal koble den røde traseen sammen med Borgundvegen og skolen.

Her fikk grønn og rød trasé like mange poeng. Det er derfor to alternativer for valgt løsning.

#### Delstrekning 4: Nørvegata – NTNU – Klokkersundet



FIGUR 50: DELSTREKNING 4, NØRVEGATA – NTNU – KLOKKERSUNDET

Denne delstrekningen fortsetter fra Nørvegata til NTNU, og videre til Klokkersundet. traseer i Nørvegata skal følge vegen gjennom NTNU/NMK-området, hvor de forskjellige egenskaper for traseene skal ta hensyn til reguleringsplanen for Campus Ålesund. Sammenkobling av NMK og NTNU vil påvirke trafikk gjennom Campusområdet, hvor det hovedsakelig blir utbygging av stopp og tilganger for kollektivtransport. Utover fra Campus skal traseene videre til Klokkersundet, over bro og gjennom tunnel. Rød trasé, som ligger på nedsiden ved innfartsvegen følger vegen gjennom Skuggen-tunnelen og videre til Gåseid. Den røde traseen er plassert med hensyn til reguleringsplanen for utvikling av fire-felts-veg og tunneller.

For dette området er den valgte traseen er nærmere forklart i kapittel 4.2.3



### Delstrekning 5: Klokkersund – Hatlane – Åse Sykehus

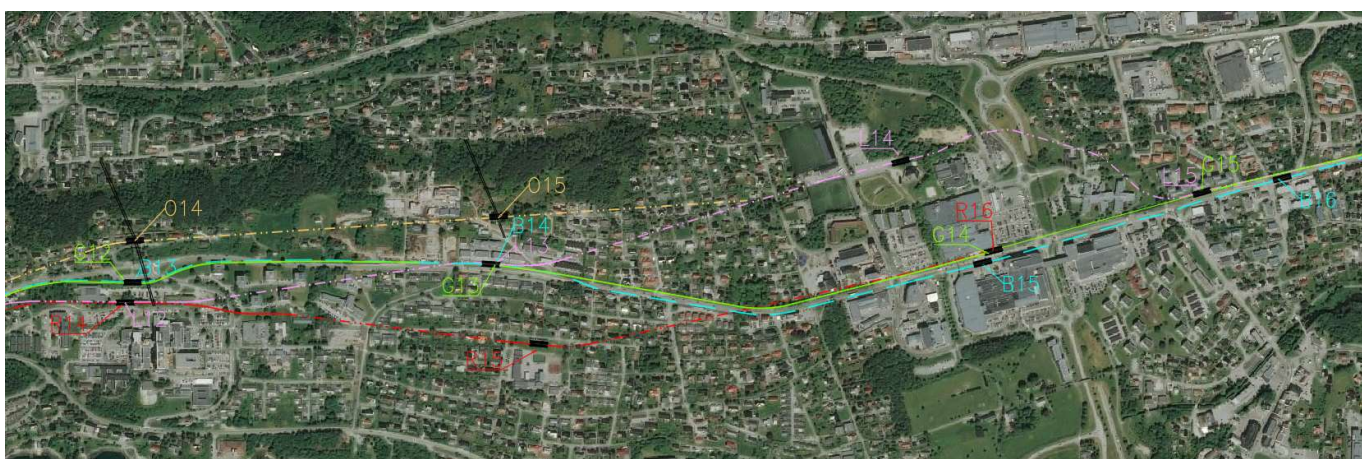


FIGUR 51: DELSTREKNING 5, KLOKKERSUND – HATLANE – ÅSE SYKEHUS

Denne delstrekningen fortsetter fra Gåseid til Hatlane skole og videre til Åse Sykehus. 3 av alternativene går i samme retning, men i forskjellige høydenivåer. Den røde traseen ligger under bakken, i kulvert mellom Indre Gåseide/Lerstad og Hatlane, og går i fjelltunnel fra R11 til Ålesund Sykehus. Denne traseen har stopp midt på fjellet supplert med mate-tuneller på begge sider av fjell. Denne traseen gjør tilgjengeligheten større for flere folk, og kobler sammen Indre Gåseide og Lerstad ved Hatlane. De andre traseene som går gjennom Hatlane ligger på bakkenivå og over bakkenivå. Disse traseene gir bedre stopp-plassering ved skolen, og bedre dekning på Hatlane hvor det bor flest folk. Alle traseene går gjennom Åse Sykehus, hvor traseene kommer inn til et nytt knutepunkt ved sykehuset.

Den valgte traseen her er blå trasé på søyler over bakken. Det kan også tenkes at her er det fjelltunnel og kulvert ved de rette strekkene som er det beste. Det bør gjøres videre grunnundersøkelser for å kunne si noe mer om det.

### Delstrekning 6: Åse Sykehus – Moa



FIGUR 52: DELSTREKNING 6: ÅSE SYKEHUS – MOA

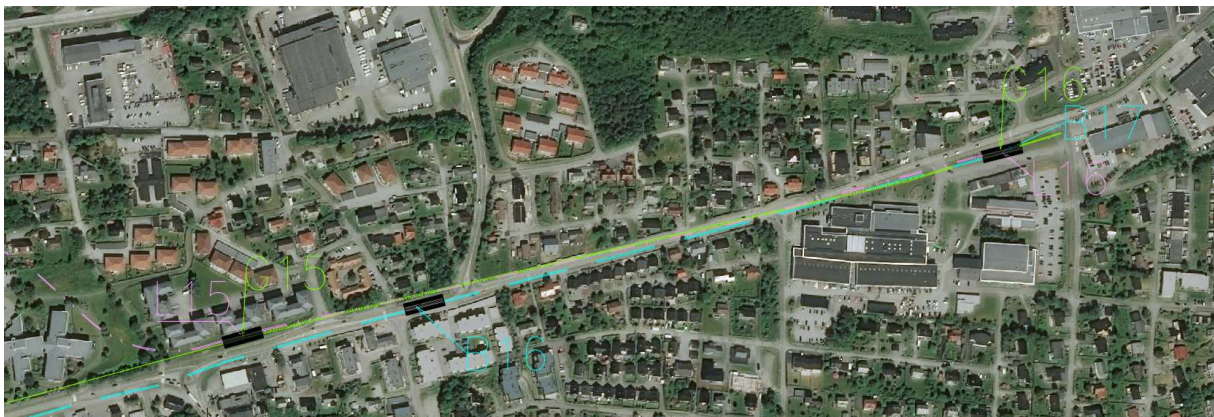
Denne delstrekningen fortsetter fra Åse Sykehus til Moa, hvor de fleste traseene går gjennom Moa kollektivtransportterminal. I bypakken inngår ombygging av terminalen ved Moa, og bybanestopp og traseer er lagt med hensyn til dette. Her går 3 av traseene på samme strekning (borgundveien), men



i forskjellige høydenivåer. Disse er sentrale, og har god dekning og overgang til sentrale matebusser. Det er også hensiktsmessig å ha stoppet her for gode muligheter for overgang til videre, senere byggetrinn for bybanen. Gateutformingen gjør vegen bred nok til å plassere traseer langs vegen. Den røde traseen går langs Åse skole og videre til Moa på tunellnivå, hvor traseen tar hensyn til tilgjengeligheten. traseen som går på oppsiden av Åse og Moa gir bedre tilgjengelighet for Lerstad og Breivika, og går i tunell.

Den valgte løsningen er her blå trase.

#### Delstrekning 7: Moa – Borgund Videregående skole



FIGUR 53: DELSTREKNING 7, MOA – BORGUND VIDEREGÅENDE SKOLE

Denne delstrekningen fortsetter fra Moa østover til Borgund Videregående Skole. Traseer kan gå både på bakkenivå eller over bakkenivå, hvor de i begge tilfeller har en god plassering med tanke på veg- og gateutforming. Traseen under bakkenivå kan gå i en kulvert system, der vegen blir bygget over en tunell i samme retning. Dette kan være en god løsning for gateutformingen, men innebærer en komplisert byggeprosess. Stoppene i den delstrekningen er plassert med hensyn på tilgjengelighet for skoler og sentral for Moa-området.

Den valgte løsningen er her blå trase, men det kan hvert fall her tenkes at kulvert muligens er det beste.

#### 4.2.2 Nøkkeltall for løsningene

Den totale banestrekningen er lenger enn fra sentrum til moa, men det er denne strekningen som ble undersøkt for kjøretid, antall stopp og lengde. Hvor banen går på lilla trasé ved Aspøya helt til Color Line, deretter til grønn oppe ved Nørvegata, og over til blå løsning etter Campusområdet og til Moa.

#### Antall stopp

Antall stopp for strekningen fra og med sentrum til og med Moa.

- Valgt løsning: 14 stopp.
- Gjennomsnittet på alle de aktuelle løsningene: 13.0 (Dette kommer derimot an på hvilke kombinasjoner en setter mellom delstrekningene.)

- Antall stopp banesystemet maksimalt kan ha for å ikke risikere å få en tregere kjøretid enn bussen på 30 minutter er sannsynligvis om lag 18 stopp. (Basert på sammenlikninger av kjøretiden til andre baner, antall stopp og banelengde.)
- Om banen har flere enn 13 stopp ser det ut til at ekspressbussen sannsynligvis vil være et raskere alternativ enn bybanen. (Det er ikke et mål)

### Lengde

- Valgt løsning: 10,60 kilometer.
- Gjennomsnittet på alle de aktuelle løsningene: Gjennomsnittslengden er ikke beregnet nøyaktig, men er om lag 10,80 kilometer.

### Stoppavstand

Stoppavstanden mellom stoppene varierer fra stopp til stopp. Den gjennomsnittlige stoppavstanden er:

- Valgt løsning: 823 meter.
- Gjennomsnittet på alle de aktuelle løsningene: omtrent 892 meter. (Usikkert fordi den gjennomsnittlige lengden av alle løsningene ikke er undersøkt nøyaktig)
- Teoretisk optimal stoppavstand for Ålesund, basert på sammenlikninger og antakelser vi har gjort, er satt til 700-800 meter.

### Kjøretid sentrum – Moa

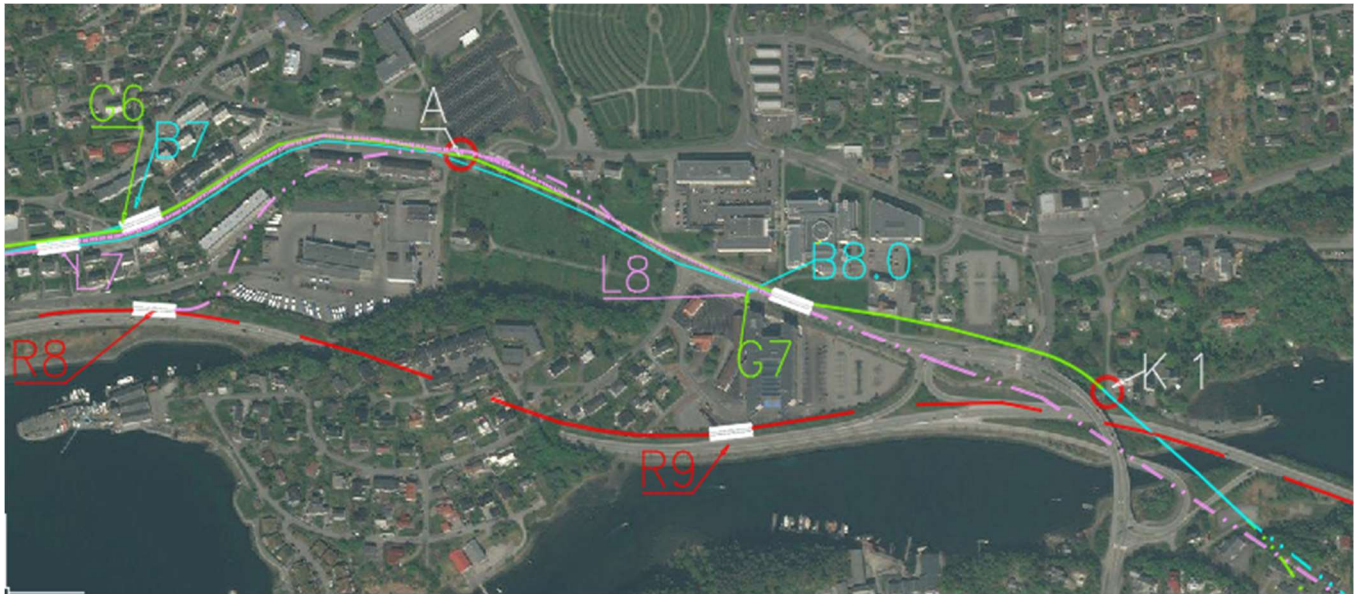
Basert på sammenlikninger av kjøretiden til andre baner, antall stopp og banelengde:

- Gjennomsnittstider på alle de aktuelle løsningene: Siden det gjennomsnittlige antallet av stopp er 13, vil den sannsynligvis ligge på om lag 21 minutter +-1 minutt. Uansett vil det være fullt mulig å slå dagens buss med ganske mye (linje 618, ikke ekspressbussen). (omtrentlig minimum 8 min utenfor rushtiden, og typisk 18 minutter i rushtiden som er vesentlig bedre).
- Den valgte løsningen vil med sine 14 stopp ligge noe høyere, om lag 22 minutter..

## 4.2.3 Campus-området

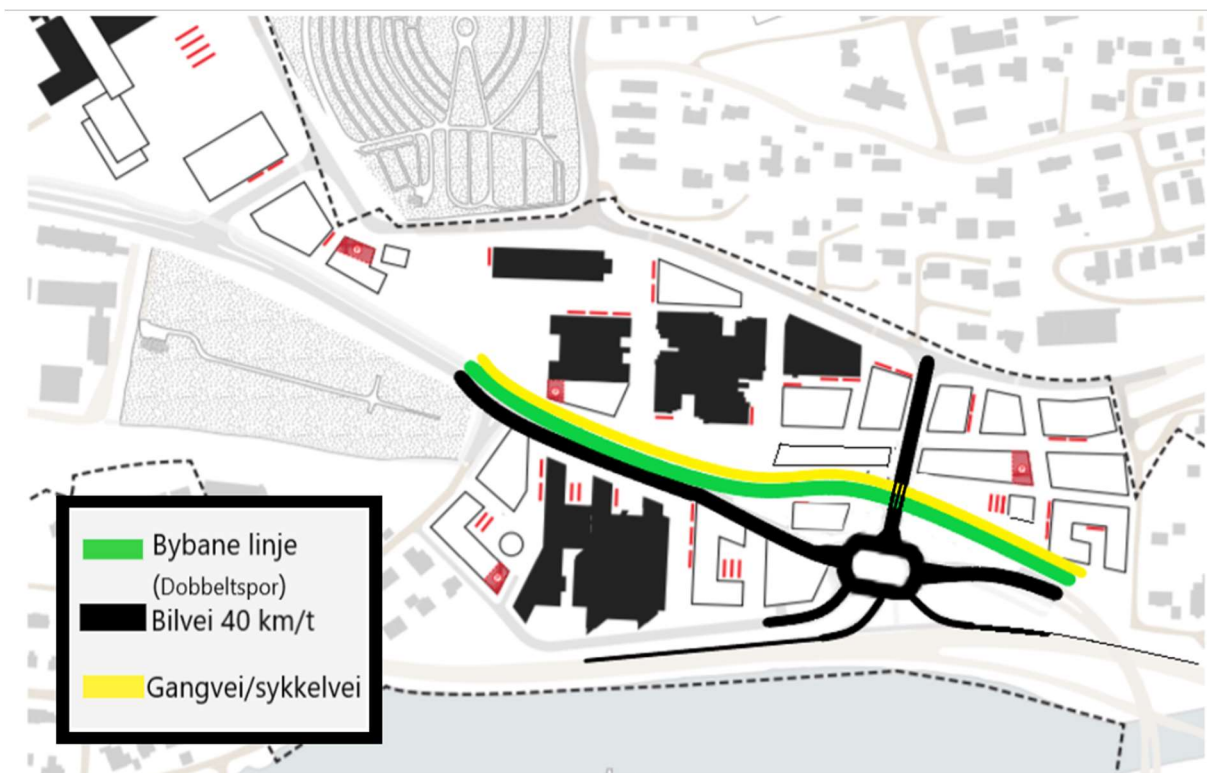
### 4.2.3.1 Valgt løsning

For campusområdet ble det skissert flere alternativer. Figuren 54 nedenfor viser et kart over Campus-området, og alternativene vi kom frem til som relevante alternativer i området. Løsningen som ble valgt som den beste for dette delstrekket var den grønne traseen. På bakgrunn av de betraktningene vi gjorde, mener vi at de andre alternativene fortsatt er aktuelle. Løsningen kommer fra vest og inn på G6. Den kommer fra bakkenivå og går videre på bakkenivå. Den går på nordsiden av borgundveien som reduseres fra 50 km/t til 40 km/t, og gjennom et smalt parti ved A. Linjen går videre til, og stopper i den planlagte miljøgaten og torget mellom NTNU og NMK. I dette området blir Borgundveien flyttet litt sørover for å få plass til banen. Videre følger linjen borgundveien helt til K.1, hvor den starter å løfte seg over bakken. Den går i en bro over Nørvasundet i samme høyde som den eksisterende bilbroen. Videre går den inn i fjelltunnel i Skuggenhaugen.



FIGUR 54: CAMPUS OMRÅDET. VURDERTE ALTERNATIVER. DEN VALGTE LØSNINGEN ER REPRESENTERT I GRØNT. STOPP ER REPRESENTERT MED HVITE FIRKANTER, OG ER I MÅLESTOKK, OG FØLGER DE TEKNISKE KRAVENE I FORHOLD TIL BREDDER. KRITISKE PUNKT ER REPRESENTERT MED RØDE SIRKLER

Løsningen som ble valgt tar godt vare på hovedmålene i kommune- og reguleringsplanene. Dette blir kommet tilbake til i diskusjonskapitlet. I figuren 55 som er skissert nedenfor er det tatt utgangspunkt i kommunens Campus-område Mulighetsstudie del 2 sine planskisser. Bildet viser et kart over er forslag til hvordan vår bybaneløsning kan kombineres med planene.

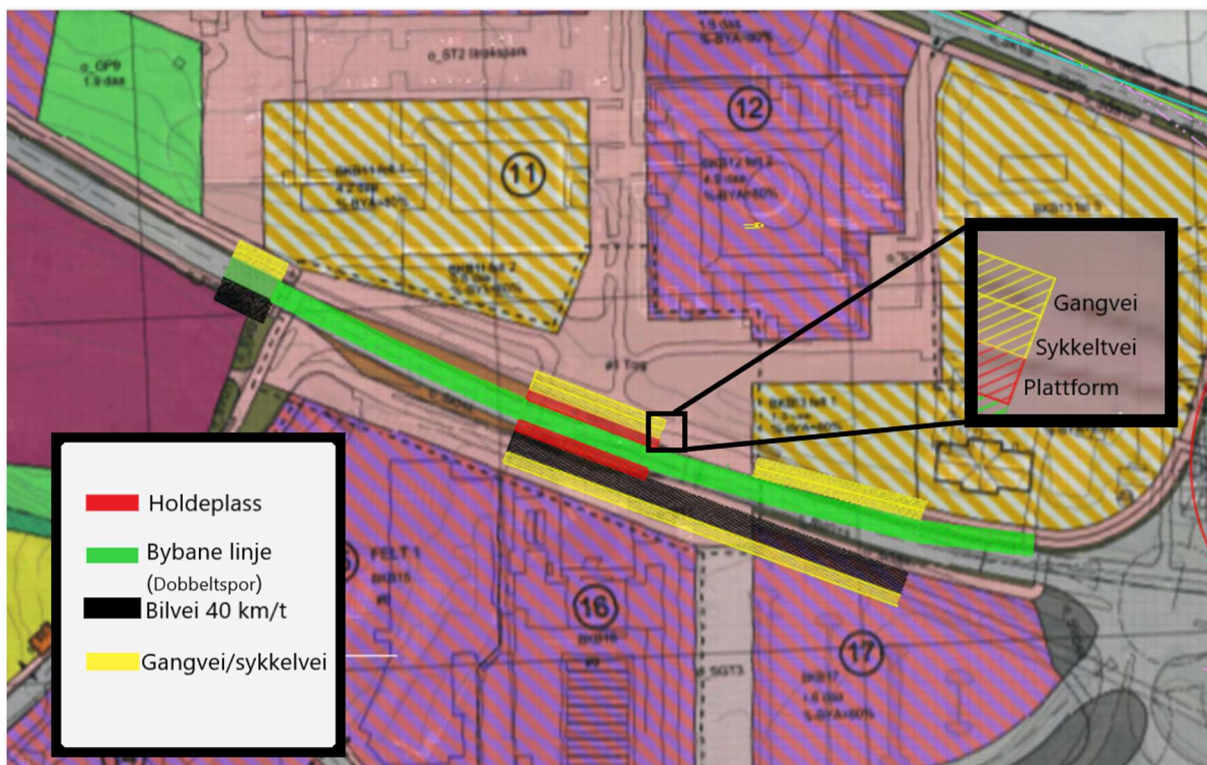


FIGUR 55: LØSNINGSSKISSE FOR CAMPUSOMRÅDET. RUNDKJØRINGEN LAGT LENER NED MOT E136. IVARETAKELSE AV SYKKEL OG GANGVEI, OG BILVEI.



Bilveien er skissert i svart. Her beholdes hovedprinsippet med en rundkjøring som bytter ut de eksisterende 3 kryssene. Rundkjøringen tenkes flyttet lenger sør, for at bybanen skal kunne krysse veien på bakkenivå, uten å skape trafikkonflikter ved krysset, samtidig som ikke for store deler av det disponible utbyggingsarealet nord for veien flyttes. Bybanen tenkes om lag 12-20 meter nord for rundkjøringen. En bred sykkelvei og gangvei inkluderes nord for bybanelinjen.

I stigning er denne løsningen ingen problem. Bredden på løsningen viser seg for akkurat dette området til å stort sett ikke være et problem. Ingen av de eksisterende byggene, eller de som er i byggefasen, kommer i veien for traseen i dette området. Noen planlagte bygg måtte endres på, men siden planen er i en tidlig fase, ses ikke dette på som et problem. Et bybanestopp kan ligge på samme område som bussholdeplassene var planlagt. Figuren 56 nedenfor viser et nærmere bilde av traseen ved miljøgaten. Bildet viser eksakte bredder for bybane, holdeplass, bilvei (40km/t), gangvei og sykkelvei, som er innenfor kravene.

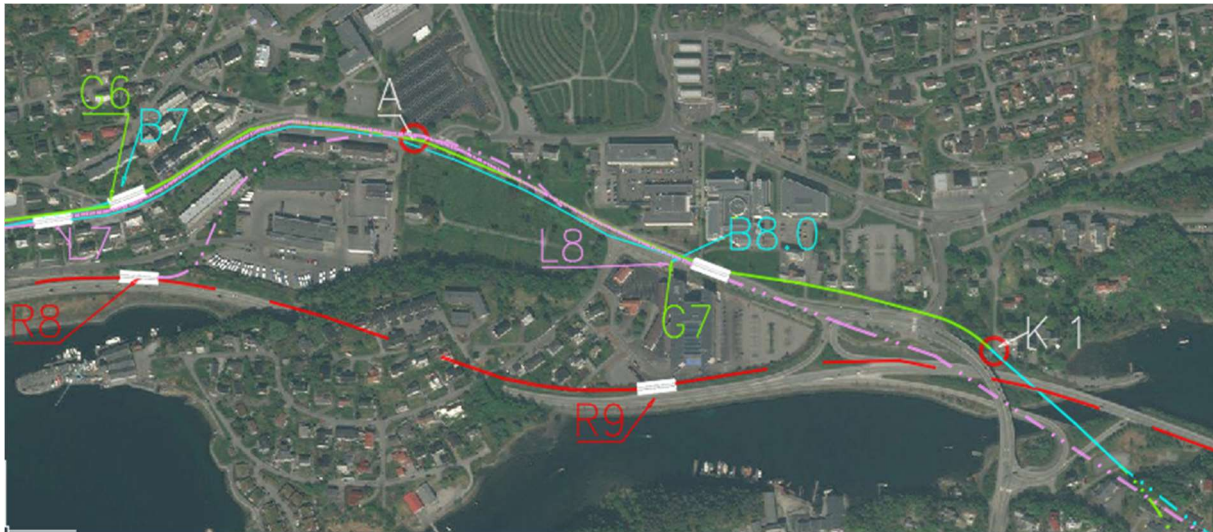


FIGUR 56: LØSNING FOR MILJØGATE OG TORGET. TEGNINGEN VISER ALTERNATIV FOR PLASSERING AV BYBANEN GJENNOM BORGUNDVEIEN MELLOM NTNU OG NNMK. BREDDER ER I HENHOLD TIL DE TEKNISKE KRAVENE

Bildet viser at det er mulig å ivareta både gangvei, sykkelvei, to-felts bilvei og bybane uten å fjerne noen eksisterende bygg. Et unntak er ved den nordøstlige kanten av gravplassen. Her må muligens hjørnet av gravplassen fjernes om det skal være plass til en like bred gangvei og sykkelvei langs hele strekningen. På bildet er gangveien 2,65 meter bred. Sykkelveien er like bred. Det er brukt de samme breddene som i reguleringsplanen. Disse to traseene er bredere enn hva de trenger å være.

Kravet er 1,8m for sykkelvei. Det skal derfor være mulig å komme seg mellom bygg 11 og gravplassen uten å trenge å fjerne noe av den. Bildet viser videre at løsningen trenger mer plass i bredde enn løsningen i dagens bypakke.

### Alternative løsninger



FIGUR 57: CAMPUS NTNU ALTERNATIVE LØSNINGER

Spesielt 2 andre alternativer ble betraktet som aktuelle for Campusområdet. Dette er den røde traseen, og den lilla-, gående fra R8, vist på bildet ovenfor. Fra Aspøya og til Color Line-Stadion, og litt forbi, var det den røde traseen som fikk det beste resultatet i evalueringen. Mye på grunn av at den røde traseen fikk det beste resultatet, ser vi også på disse to traseene som interessante løsninger. Det er fordi, om linjen kommer fra rød trasé, kan det bli utfordrende å komme seg over til bakkenivå ved G7. Den Røde traseen fra Aspøya til Color Line-Stadion vant hovedsakelig på grunn av kostnadmessige forhold. De andre løsningene mellom fra Aspøya til Color Line gikk i tunnel.

For å kunne bruke den grønne traseen ved NTNU er det spesielt 2 alternativer vi har sett på:

#### Mulighet 1:

Traseen kan fra Color Line-Stadion (over bakkenivå), gå opp til Nørvegata, gjennom Nørvegata på bakkenivå og helt til G7. Vi har sett på om Nørvegata er bred nok til dette. Vi har kommet fram til at om Nørvegata skal fortsette å ha toveiskjørt bilvei blir det behov for å kjøpe opp 0,5 til 1,5m av tomtene langs nesten hele Nørvegata for å få nok bredde. Da vil det være bredt nok til både sykkelvei og gangvei på ende siden, smal gangvei på andre siden bybanen, og toveiskjørt langs hele Nørvegata. Bildet nedenfor viser situasjonen. Eventuelt kan det være som bildet nedenfor viser; to like brede gangveier. Da blir det lite plass til sykkelvei. Eventuelt kunne gaten bli lagt enveiskjørt og biltrafikken flyttet til ringløsninger slik som i Bergen.



FIGUR 58: BREDDER VED NØRVASUNDET.

#### Mulighet 2:

Den andre løsningen er, som vist på forrige figur 58, å komme fra R8 (eller før), og svinge seg nordover inn i fjellet, i tunnel under miljøstasjonen, starte å komme ut i dagen igjen ved krysset etter A, og være oppe på bakkenivå om lag 140m etter A. For å klare det, er skissen som er tegnet for lilla trasé noe feil-plassert, men om man svinger inn i fjellet fra rød trasé noe før R8 er det mulig.

Om man bare følger rød trasé hele veien får man, istedenfor et stopp ved G7, et stopp sør for NMK. Dette er mindre sentralt, og passer ikke like godt med planene for miljøgate og torg, men vil ligge godt plassert med tanke på å kombinere plasseringen med den planlagte holdeplassen for ekspressbussen som vil gå på E139 og stopp ei samme område som R9. For rød trasé er det igjen to alternativer for hvor traseen skal være plassert i det vertikale planet.

Det ene alternativet er å legge traseen på samme høydenivå som E139, og da legge traseen mellom de to kjørebanelene. Bildet nedenfor viser plasseringen av banen i dette tilfellet. Da må den planlagte kjørebanelen flyttes noen 4-5 meter lenger sør, og Nørvasundet vil da bli enda smalere enn det som er planlagt. I dette tilfellet vil banen gå under Nørvasundbroen på samme nivå som E136 (lav bro over Nørvasundet). Dette vil by på utfordringer i forhold til kommunens planer for de to tunnelene, siden det da må bygges enda to tunnellop (til bybanen). I tillegg er det da behov for å sjekke om det er plass i bredden til å føre en bybanelinje under eksisterende bro.



FIGUR 59: NØRVASUNDBRUA



Det må undersøkes om ikke avstanden på søylene til broen er noe for smal. Etter hva vi så, fant vi at det skulle være mulig, men det må gjøres nøyere undersøkelser. Det andre alternativet er å legge traseen under bakkenivå, og føre den under Nørvasundet i enten fjelltunnel, eller senketunnel. Senketunnel kan være en dyr løsning, men da kommer en høyere opp mot bakkenivå. En kan se forskjellene i vedlegg 8.3 (Vertikalundersøkelse NTNU).

## 4.3 DISKUSJON

### 4.3.4 Diskusjon av metoden

Skisseringen er hovedsakelig basert på analyser fra 2018. De er 2 år gamle i forhold til i dag. Dette er noe utdatert, men mye av teorien er estimeringer for 2030 og de er stort sett de samme i dag.

Støyskjerming – Som tidligere nevnt i kapittel 1.5.5 den tekniske undersøkelser, hvor er en forenklet skisseprosjektering vi velge og ser bort fra rystelser og lyd. Støyskjerming er plassert etter en individuell undersøkelse og behov. Støyundersøkelsen er oftest undersøkt i tett bygget gater, hvor det er et krav.

Vibrasjon – Vibrasjon – når det gjelder avgrensning for tekniske undersøkelser i oppgaven, vi ser bort fra vibrasjons undersøkelsen. Det er type undersøkelse, hvor hensyn er på mekaniske rørsler. Den type teknisk undersøkelsen blir gjort etter et individuelt behov, hvor bygninger eller gater blir utsett for mye rørsler.

Høydekrav under bygg – er avhengig av fundamentundersøkelse og grunnundersøkelse som direkte påvirke overdekning og høydekrav under bygg, hvor det kan variere mellom bygninger. Dette er spesielt til områder ved gamle bygninger og konstruksjoner.

### 4.3.5 Diskusjon av resultat

#### 4.2.5.1 Endelige traséalternativer fra Aspøya til Spjelkavik

Resultatet av skissekartene, både de for det endelige resultatet, og de skissene som ble brukt i den tekniske undersøkelsen betrakter vi som gode resultater. De inneholdt det vi hadde planlagt, og det vi trengte for få en oversikt over det vi det vi ønsket.

Selv om vi som nevnt begrenset oss for å betrakte flere faktorer enn vi gjorde føler vi at vi gjorde en vellykket vurdering og plassering av trase og stopp. Plasseringen ble gjort veldig grundig, om med flere samtaler om traseer med oppdragsgiver skjønnste vi at vi stort sett var inne på noen gode løsninger for traseplasseringene. Hensynene som ble tatt ble nøye undersøkt om stemte.

Løsningen som evalueringstabellen gav høyest poengsum gikk som sagt hovedsakelig på søyler over bakkenivå, med unntak av Aspøya, Nørvegata og campus-området. Selv om denne løsningen fikk best poengsum i evalueringstabellen, kan ikke dette alternative betraktes som det beste alternativet uten videre. Som nevnt i kapittel 6.3 er har tabellsystemet flere usikkerheter. Det er ikke ment at den i seg selv skal kunne gi et endelig resultat for hvilken trase som er best, men heller være et sammenlikningsverktøy, som skal hjelpe til med å gi et vurderingsgrunnlag.

Konstruksjonen for en bybane over bakken vil muligens være billigere enkelte, om ikke flere steder, men det bør også kanskje tas hensyn til andre faktorer enn de som ble prioritert i tabellen. Støy, estetisk inntrykk og skyggeforhold bør også tas i betraktning. Disse faktorene er ikke tatt i betraktning i evalueringstabellen. Dette kan veie opp i mot og kanskje gi et annet alternativ. Med de påbudte sikkerhetsgangfeltene oppe på platformen vil den totale bredden på platformen være om

lag 7,8 meter bred. Dette vil føre til masse skygge-forhold, og muligens et inntrengende inntrykk på området.

En mulighet er banen på gjennom området på søyler, men en slik konstruksjon antas å ikke være særlig punlikumsvennlig. Det antas at store momenter ville ført til store dimensjoner på søylene.

Den tekniske undersøkelsen gikk nokså vellykket for seg. Det ble ikke undersøkt skriftlig for den blå traseen, og vi mener derfor at dette er noe av det som burde gjøres ved en videreføring av dette prosjektet. Det ble også kun gjort horisontalundersøkelser for enkelte kritiske steder. Dette fikk vi ikke lagt ved i rapporten. Vi mener derfor at det trengs nærmere undersøkelser av plass i det horisontale planet langs de fleste av traseene i den endelige traseskissen.

#### 4.2.5.2 Campus-området

Løsningen som ble valgt for campus-området tar som nevnt godt vare på hovedmålene i kommune- og reguleringsplanene. Figur 55 viste løsningen for hvordan bybanen kan føres gjennom området uten veldig store endringer i reguleringsplanene. Bilveien legges som planlagt i 40km/t og løsningen er dermed med på å bevare strategien med å redusere biltrafikken. Løsningen bevarer også god trafikkavvikling gjennom å beholde den planlagte rundkjøringen. Et bybane stopp kan ligge på samme område som bussholdeplassene var planlagt. Den planlagte møteplassen mellom den grønne strøksparken, og miljøgaten vil derfor også kunne innfries. I motsetning til planen vil en større del av arealet gå til veiformål, uten at det blir trangt. Det betraktes derimot som bedere enn å legge stoppet under bakken, som var et alternativ. Dette fordi det ikke ville kunnet tilbudt like god tilgjengelighet, skapt mindre dekning, trolig kostet mer og suksessfaktoren «synlighet» ville ikke vært oppnådd. Med løsningen forsvinner også noe areal planlagt å brukes til boliger kontor, og campusformål. Vi så at det ikke var veldig stor del av område som gikk bort til det, men det som gikk bort vil senke mulighetene for fortettingsmuligheter i liten grad. På denne måten ivaretas nesten alle de politiske målene og strategiene i arbeidet med reguleringsplanen.

I forhold til de andre løsningene tilbyr også denne løsningen i stor grad enkelhet, og et publikumsvennlig design. En kan si at sistnevnte også vil gjelde for tunnel og kulvertløsninger, men at det ofte ikke oppfattes som like hyggelig for reisende med stasjoner under bakken. I forhold til kostnad er det vanskelig å si noe sikkert.

Det å krysse nørvasundet med bro er betraktet som den rimligeste løsningen. De andre løsningene innebærer tunnelloøsninger dypt nede, eventuelt senketunnel. Dette er betraktet som dyrere løsninger. Tunnelloøsningene vil også ha som konsikvens at stoppet ved Campusområdet vil ha dårligere tilgjengelighet, og nærhet.

Det kan derimot diskuteres at en bro-løsning er med på å forstyrre det estetiske uttrykket til sundet negativt. Store betongkonstruksjoner går ikke i ett med Borgundgavlens gamle middelalder-bygg. Om en ser bro-løsningen opp i mot løsningen for rød trasé på bakkeplanet, er det kanskje ikke så gale i forhold. Løsningen for rød trasé krever stort areal fra det allerede smale sundet. Men om traseen går på lilla trasé under bakken.

Den tekniske undersøkelsen for campus-området gikk veldig bra, her ble der undersøkt for mange gode traseer, og det ble funnet ut plasseringer i det vertikale planet for alle løsningene. Det bør gjøres undersøkelser for om det å flytte rundkjøringen sørover vil skape gå i forhold til høyde på veiene. Dette med tanke på at rundkjøringen vil ligge nært innfarten, og avkjørlene vil trenge å klare stigningene opp til rundkjøringens nivå. Horisontalundersøkelsen gikk også bra, selv om det

burde gjøres flere, mer detaljerte undersøkelser. I forhold til de tekniske kravene passet løsningen rundt miljøgaten godt inn i reguleringsplanene. Bredden på løsningen viste seg å stort sett ikke være et problem. Noen planlagte bygg måtte endes på, men siden planen er i tidligfasen ses ikke dette på som et problem.

#### 4.2.5.3 Nøkkeltall

Stoppavstanden til løsningene vi kom fram til passet ganske bra med den teoretiske optimale stoppavstanden.

Som nevnt er ikke verdiene for reisetid eksakte, men de er omtrentlige. De er basert på sammenlikninger av andre eksisterende baner, og antas derfor å være ganske sikre, men nokså omtrentlige. Grunnen til at de er omtrentlige er først og fremst fordi traseene det er sammenliknet opp imot ikke vil ha den samme utformingen. Forholdet mellom graden av egen trase for banen i Ålesund og de andre løsningene er usikker. Det er omtrent like mange veikryss, men trafikkmengden spiller også en rolle. Antall stopp og lengden for den valgte løsningen er eksakte. Optimal stoppavstand er sannsynligvis ganske riktig.

## 5 TEKNISK UNDERSØKELSE FOR PLASSERING

Det anbefales å ha lest kapittel 1.6 Rapportens oppbygning for å få en oversikt over denne undersøkelsens rolle i oppgaven.

### 5.1 METODE

#### 5.1.1 Vertikalundersøkelse

I skisseringskapittelet diskuterte vi hvilke hensyn som ble tatt i betraktning da vi arbeidet med å komme frem til traséalternativene. Vi undersøkte derfor om de skisserte traseene var teknisk mulig å plassere. Vi laget derfor en vertikalundersøkelse for hver enkelt trasé. Denne undersøkelsen legger større vekt på topografien og de tekniske kravene rundt stigning og fall til bybanen.

I vertikalundersøkelsen bruker vi de tekniske kravene for stigning og vertikalradius. Disse to kravene er tett knyttet sammen. Når traseene maksimalt kan stige eller falle med 6%, og maksimal stigning på holdeplass er 4%, må det være en vertikalkurve imellom dem. Denne vertikalkurven bestemmes av hastigheten til banen. Det tekniske regelverket har tre forskjellige vertikalradier som tar hensyn til farten. De forskjellige vertikalradiene er 1250 meter, 1000 meter og 625 meter som tabell 7 viser.

Mellom to stoppestasjoner, kan det være opp til flere steder i traseen, der banen stiger eller faller. Dette gjelder spesielt for trasé-konseptene «På bakken», «Over bakken» og «Kulvert». Disse konseptene følger i stor grad eksisterende eller kommende bilveier. Det vil si at traseene følger den vertikale kurvaturen til veien. Der det er mulig vil derimot traseen gå i et eget spor, og kan tilrettelegges for en jevn stigning for banen.

Vi så hovedsakelig på høydeforskjellen mellom stoppene som hjalp oss å finne den totale stigningen banen måtte ha mellom de forskjellige stoppene. Vi sjekket høydeforskjellen med verktøyet høydedata fra kartverket (Kartverket, 2020) og Ålesund Kommune GeoInnsyn av terrengprofil (Ålesund Kommune, 2020). Dette ble gjort ved å tegne inn traseene, én etter en. Ut ifra traseenes topografi som vi fikk ut av kartverket, kunne vi finne høydeforskjellen og deretter stigningen mellom stoppene.

Vi lagde en enkel tabell 13, som resultatet viser, for rettlinjert stigning, som vi brukte for å sjekke om høydeforskjellen var godt innenfor kravet og helst under 2% stigning. Hvis dette var tilfelle betraktet vi vertikalradiusen i sammenheng med stigningen som tilfredsstillende. Hvis stigningen for trasé som ble sjekket var over 2%, måtte vi gjennomføre den fulle vertikalundersøkelsen.

I denne undersøkelsen ble vertikalradius i sammenheng med stigning undersøkt, som tabell 14 viser i resultat-delen. Tabellen ble brukt som et hjelpemiddel for å finne den vertikale- og horisontale-lengden til vertikalkurver på traseen i meter. Den hjalp oss å finne linjens plassering i det vertikale planet. Mer konkret, benyttet vi tabellen til å finne linjens kotehøyde ved en gitt lengdekoordinat, og omvendt for å finne en lengdekoordinat ved en gitt kotehøyde.

Når traseen for tunnelen kommer opp eller går ned, må vi ta stilling til tverrprofilet for å finne høyden. Tverrprofilet til tunneler i regelverket til bybanen i Bergen er ca. 6,6 meter. Den ble beregnet ut ifra målestokken fra Figur 41. Overdekning over tunnel ble definert i kapittel [2.5.2 Tunnel – Overdekning](#). Vi gjorde vertikalundersøkelsen med bergoverdekning på 10 meter.

Som nevnt ved kapittel 4.14 ble det for trasé «over bakken», ble tatt skaffet og tatt hensyn til konstruksjonens høyder og bredder i vertikalundersøkelsen.

I kapittel [5.1.3 Horisontal og vertikal sammenheng](#) ser vi på eksempler der disse henger sammen.

### 5.1.2 Horisontalundersøkelse

Horisontalundersøkelsen er delt inn i to oppgaver.

Oppgave 1 var å tegne alle traseene med godkjent horisontalradius. Fra tabell 7 (Horisontalradius) ser vi på horisontalradius, som er minimum akseptert svingradius:

- Holdeplass (40 km/t) – 300 meter til 700 meter
- Gate (50 km/t) – 25 meter til 150 meter
- Egen trasé (80 km/t) – 50 meter til 300 meter

Når vi tegnet banekonseptene, passet vi på at alle hadde minimum akseptert svingradius. For å kunne holde en høy gjennomsnittsfart, prøvde vi å tegne svingradiusen så stor som mulig.

Oppgave 2 var å legge til rette for bredden av traseen og stoppene.

Fra tabell 7 hentet vi ut krav til bredde av traseene, med hensyn på fart og andre nærliggende faktorer. Vi hentet også ut kravene for bredde på stoppestasjoner til «på bakken». Ut fra denne informasjonen laget vi et forslag til bredde på trasé og stoppestasjoner, som vedlegg 14 viser. Denne bredden ble brukt til å kontrollere for der traseene skulle gå.

I kapittel [5.1.3 Horisontal og vertikal sammenheng](#) ser vi på eksempler der disse henger sammen.

### 5.1.3 Horisontal og vertikal sammenheng

De to undersøkelsene er helt avhengige av hverandre. De er også avhengige av andre hensyn som påvirker én eller begge undersøkelsene. Det er mange steder der dette var tilfelle. Vi har derfor valgt å trekke ut noen eksempler for å vise hvordan det ble gjort for alle traseene.

Figur 60 viser akkurat denne sammenhengen mellom stopp G9 og G10. Høydeforskjellen viste seg å være større enn 6%. Det var derfor nødvendig å lage strekningen lengre mellom stoppene. Dette løste vi med å legge inn en ekstra bue i horisontalretningen.



FIGUR 60: DELSTREKNING 5 UTKLIPP AV G9 - G10

Figur 61 som også viser denne problemstillingen for blå trasé, helt øverst til høyre. Dette traséalternativet ble fjernet, da stigningen ikke kom under 6% for deler av traseen.



FIGUR 61: DELSTREKNING 4 UTKLIPP AV SKUGGETUNNELEN

Vedlegg 8.1 grønn trasé og vedlegg 8.2 lilla trasé, viser metoden for den skriftlige vertikalundersøkelsen og horisontalundersøkelsen. Det er mange gjentakelser for denne undersøkelsen. Vi anbefaler derfor å lese et begrenset utdrag av vedleggene.

## 5.2 RESULTAT

### 5.2.1 Vertikalundersøkelse

Tabell 13 under, viser den enkle oversiktstabellen med 6% stigning, som ble gjort da vi startet vertikalundersøkelsen for trasene.

TABELL 12: ENKLE OVERSIKTSTABELL, 6 %

Horisontal (m)	Vertikal (m)
50	3
100	6
150	9
200	12
300	18



Tabell 14 viser sammenhengen mellom vertikalradius og stigningsprosent. Den gir avstanden for horisontal og vertikal lengde. Denne avstanden er beregnet fra et stopp som er horisontalt. Formelen er utarbeidet ut fra kapittel [2.6.2 Korde](#).

TABELL 13: KRITISK STREKNINGER FOR STIGNINGSKRAVET OG VERTIKALKURVEN

Vertikalradius	1250		1000		625	
	Horisontal	Vertikal	Horisontal	Vertikal	Horisontal	Vertikal
Stigning	Horisontal	Vertikal	Horisontal	Vertikal	Horisontal	Vertikal
%	m	m	m	m	m	m
1,0	12,499	0,062	9,999	0,050	6,249	0,031
1,5	18,746	0,141	14,997	0,112	9,373	0,070
2,0	24,991	0,250	19,993	0,200	12,496	0,125
2,5	31,233	0,390	24,986	0,312	15,616	0,195
3,0	37,470	0,562	29,976	0,450	18,735	0,281
3,5	43,703	0,765	34,963	0,612	21,852	0,382
4,0	49,930	0,999	39,944	0,799	24,965	0,499
4,5	56,151	1,264	44,920	1,011	28,075	0,632
5,0	62,364	1,560	49,891	1,248	31,182	0,780
5,5	68,569	1,886	54,855	1,509	34,284	0,943
6,0	74,765	2,244	59,812	1,795	37,382	1,122

Det endelige resultatet av hvor traseene ligger, hvor kravene tilfredstilles, kan en se i vedlegg 7 (AutoCAD). Vi så det var en rekke trasé strekninger som var kritiske for stigning og vertikalradius, som vedlegg 9 viser. Den tekniske undersøkelsen ligger som vedlegg 8.2 for Lilla trasé, vedlegg 8.1 for grønn trasé og vedlegg 8.3 for campus-området. Det er viktig å merke seg at AutoCAD tegningene som er brukt, og vist for campus-området har en annerledes logikk for hvilke linjetyper og farger som representerer hva. Logikken er forklart øverst i vedlegget.

### 5.2.2 Horisontalundersøkelse

Vedlegg 14 viser hvilke krav for de forskjellige konseptene «på bakken» og «over bakken» som vi undersøkte for.

AutoCAD-tegningen som er vedlegg 7, viser hvordan traseene er tegnet med horisontalradius.

## 5.3 DISKUSJON

Vi var heldige som fikk tilgang til et så godt og oversiktlig regelverk fra Bybane AS. Dette regelverket er bygget opp av bybane-regelverk fra Europa. Dette viser kildelisten fra Bybane AS sitt regelverk. Alle reglene er konvertert til norske standarder og regelverk for veg, gate, bro med mer. Det er det gjeldene regelverket som bybanen i Bergen har brukt, og er derfor en kilde med sterk kredibilitet. Vi fikk tilsendt regelverket, men ble oppfordret til å ikke dele det videre. Det er derfor blitt tatt noen utklipp av regelverket Bybane AS, som er brukt videre i rapporten.

### 5.3.1 Vertikalundersøkelse

Vi begynte med å bruke terrengprofil fra Ålesund kommune (2020) som verktøy for å se høydeforskjellen og topografien til traseene. Vi ble senere tipset om verktøyet til Kartverket (2020), som gjør akkurat det samme, men der resultatet kunne leses av med større grad av nøyaktighet. Selv om dette verktøyet var godt å bruke for å finne høydeforskjellen, var det avhengig at vi tegnet opp traseene nøyaktig slik vi hadde plassert dem i AutoCAD-tegningen vedlegg 7. Dette bidro til noe usikkerhet med tanke på høyden vi hadde regnet stigning for, men vi valgte likevel å bruke disse høydene.

Vertikalundersøkelsen var krevende av forskjellige grunner, ut ifra hvilket trasé-konsept vi undersøkte. De trasé-konseptene som ikke var tunneler var ekstra utfordrende. For disse konseptene måtte vi ta hensyn til veg-kurvatur, veg-kryss og bygninger. Ved hjelp av vertikalundersøkelsen fikk vi sjekket alle traseene, som gjorde at det ble skrevet en skriftlig undersøkelse for deler av grønn- og lilla trasé.

### 5.3.2 Horisontalundersøkelse

Det er flott at alle traseer ble tegnet inn med riktig horisontalradius. Denne radiusen påvirker passasjeropplevelsen og hastigheten til banen.

### 5.3.3 Horisontal og vertikal sammenheng

Hvordan disse undersøkelsen gjøres for et prosjekt som faktisk skal bygges, er vi fortsatt litt usikre på. Det ligger selvsagt til grunn et grundigere forarbeid for innsamling av detaljert informasjon, som kart med høydekoter, veger osv. Dette er sentralt for en nøyaktig plassering av banen i både vertikal og horisontal retning.

## 6 EVALUERING OG VALG AV TRASEER

### 6.1 METODE

I dette kapittelet forklarer vi hvordan vi kom frem den traseen som fikk høyest skår, ut fra de evalueringskriteriene vi valgte. Underoverskriftene under, viser rekkefølgen vi satt opp denne evalueringen på.

#### 6.1.1 Prioriteringspunkt

Som nevnt i kapittel [4 SKISSERING](#), satt vi opp noen prioriteringspunkter som traseene skulle evalueres etter. De hovedpunktene var; kostnad for traseen, kostnad for stopp, befolkningstetthet, i tillegg til diverse andre faktorer.

Ut ifra de fire prioriteringspunktene, laget vi en liste. I denne listen ble hvert hovedpunkt utfyllt med ulike underpunkter. Underpunktene måtte være relevant for traseene og andre hensyn. Denne listen fikk navnet Evalueringsliste.

#### 6.1.2 Evalueringsliste

Vi nevnte Rolstadås (2020) i teoretisk grunnlag [2.7 VURDERING AV TRASÉ](#). Det finnes og flere andre bøker som tar for seg evalueringsmetoder for forskjellige typer prosjekter. Men siden vi hadde tilgang til denne boken, og evaluerte den som tilstrekkelig, valgte vi å bruke den. Boken inneholder det vi ser på som relevante metoder for å bestemme de beste delstrekningene.

Ved å bruke poengtavle-metoden, som består av sjekklister- og parvisrangering- metoden. Kunne vi dra stor nytte av evalueringslisten. Vi diskuterte sammen i gruppen om hvordan vi skulle fordele denne listen inn i grupper med underpunkt. Vi valgte å holde evalueringslisten nokså kort, som vedlegg 10 viser.

Evalueringslisten inneholder derfor evalueringspunkt, og en poenginnndeling for de forskjellige punktene som skal brukes i kapittel [6.1.4 Evaluerings tabell](#). Rangeringen av poeng ble, som vist i tabell 15, der det dårligste alternativet i gruppen fikk 1 poeng. Videre stiger poengene opp til det beste alternativet. Prioriteringspunkter fungerer som et «Ja» eller «Nei»-spørsmål. Om vi ser på gruppe 1, prioriteringspunkt 1 i tabell 15, er det en faktor at ikke alle delstrekninger går «på

bakken». Hvis det er tilfelle for en trasé, får denne traseen ingen poeng for akkurat dette prioriteringspunktet. Den endelige listen endte opp med fire grupper.

#### Gruppe 1: Kostnad for trasé

Som nevnt tidligere i kapittel 1.5 baseres alle betraktninger av kostnader på enkle antakelser. Vi har gjort en betraktning av de forskjellige alternativene bybanen kan gå på. Ut fra disse betraktningene ser vi på følgende punkter:

- Punkt 1: Det billigste er når traseen går på bakken.
- Punkt 3: Det er noe dyrere når traseen benytter seg av kulvert løsning.
- Punkt 2: Når traseen går over bakken (bro), er det dyrere enn punkt 1 og 2.
- Punkt 4: Det dyreste alternativet er når traseen går i tunnel gjennom fjell.

#### Gruppe 2: Kostnad på stoppestasjoner

Denne gruppen kommer som en etterfølger av hvordan traseene går. Vi rangerte derfor inn hvilke typer stopp som de forskjellige traseene kunne bruke:

- Punkt 5 kaller vi begge stoppene på bakken. Det vil si det stoppet banen kommer fra, uavhengig av trasé, til det neste stoppet for banen, der begge stoppene vil ligge på bakken i dagslys.
- Punkt 6 kaller vi «Begge stopp over bakken». Det vil si at begge stoppene ligger oppi luften, som en bro.
- Punkt 7 kaller vi «et stopp på bakken». Her er det kun det ene av de to stoppene som ligger på bakken.
- Punkt 8 kaller vi «et stopp i luften». Her er det samme som punkt 7. Der bare det ene stoppet ligger over bakken.

Stopp-stasjoner i tunnel under bakken fikk ingen poeng.

#### Gruppe 3: Folkemengde innenfor en radius på 400 m til stoppene.

- Punkt 9 kaller vi «boliger». Dette alternativet ser på hvor det er mest sentrerte klynger av folk som bor, og derfor flest boliger inne for radiusen.
- Punkt 10 kaller vi «Skoler». I dette alternativet så vi om det var skoler innenfor radiusen.
- Punkt 11 kalte vi «Jobber». Her så vi om det var mange arbeidsplasser innenfor radiusen.

#### Gruppe 4: Diverse andre hensyn.

- Punkt 12 kalte vi «ikke fjerning av bygninger». Som navnet legger opp til krever dette punktet at det ikke fjernes bygninger.
- Punkt 13 legger til rette for fremtidige planer. Dette er da med hensyn på lokale planer og reguleringsplaner.
- Punkt 14 legger til rette for kombinert sykkelvei langs banen.
- Punkt 15 gjelder hvis bybanen ikke påvirker trafikk. Dette er med hensyn på kryssninger av vei.

#### 6.1.3 AutoCAD

Som nevnt tidligere delte vi inn AutoCAD-tegninger inn i flere delstrekninger fra vest til øst. Vi bruker derfor disse delstrekningene når vi skal rangere traseene opp mot hverandre.

### 6.1.4 Evaluerings tabell

Vi utarbeidet en evalueringstabell over alle delstrekningene i Excel, der et utklipp er vist på tabell 16 under. For fullstendig evalueringstabell, se vedlegg 12.

TABELL 14: EVALUERINGSTABELL OVER DELSTREKNINGENE

		Evalueringstabell															
Evalueringsspunkt nummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Poenggivning		4	3	2	1	4	3	2	1	3	2	1	3	4	2	1	
		Trase															SUM
Del Strekning 1	B0-B1				1					3		1	3	4		1	13
	L0-L1				1					3		1	3	4		1	13
	B1-B2				1					3	2	1	3	4		1	15
	L1-L2				1			2		3	2	1		4			13
	L1-G2				1			2		3		1	3	4			14
	B2-B3				1					3	2	1	3	4		1	15
	L2-L3		3					2	1	3	2	1	3	4	2		21

I øverste rad på tabell 16, vises evalueringsspunktene nummer. Under disse punktene er poengene som ble bestemt i evalueringsslisten. Hele tabellen er delt inn i farger for gruppene. Grønn markerer gruppe 1, gul for gruppe 2, oransje for gruppe 3, og hvit for gruppe 4. Helt til høyre har vi summert poeng for de forskjellige traseene.

Når vi hadde skrevet opp alle traséstrekingene og traséalternativene, kunne vi begynne å sette inn poeng for de forskjellige traseene. Poengskalaen forklarte vi i 6.1.2. Der satt vi inn poeng for traseene der prioriteringsspunktene er innfridd og, lar det stå blank der de ikke er innfridd.

I kapittel 2.7 VURDERING AV TRASÉ, ble parvis rangering presentert. Som tabell 10: sammenlignings tabell viser, består en delstreking av flere alternativer. I noen delstrekker, har noen alternativer flere stopp enn andre. På grunn av dette fant vi først en gjennomsnittlig poengsum av hvert alternativ, før vi sammenliknet poengsummene. Måten vi gjorde dette på forklares i neste avsnitt.

I figuren 62 vises et eksempel på en delstreking, delstreking 1. Her er det tre ulike traséalternativer, blå, grønn og lilla. I dette tilfellet har blå og lilla 3 stopp hver, mens grønn bare har 2. Dette betyr i praksis for utregningen at grønt alternativ har 1 trasé, mens blå og lilla har 2. Når det gis poeng, gis det som sagt til hver trasé.

Vi summerer derfor sammen poengene til alternativene med samme farge. Vi delte deretter slik at vi fikk gjennomsnittet, i tilfelle det var ulikt antall traseer mellom de forskjellige alternativene. På denne måten fant vi gjennomsnittet av poengsummene for hvert alternativ, og sammenliknet der etter traseene innenfor hver delstreking opp mot hverandre.

En tabell for resultatet for hver trasé ble laget for presentering av resultatet. Tabell 17 kapittel 6.2.4 Evalueringss tabell.

## 6.2 RESULTAT

### 6.2.1 Prioriteringspunkt

Vi bestemte oss for å sette opp en prioriteringsliste. Denne listen ligger i kapittel 4.1.6 Prioritering av hensynene

### 6.2.2 Evalueringsliste

Vi bestemte oss for at poengtavle-metoden, med en egen poenggivende skala, var det beste for dette prosjektet. Vedlegg 10 viser denne poenggivingen.

### 6.2.3 AutoCAD

Vi deler inn hele bybanestrekningen fra Aspøya til Borgund videregående skole inn i delstrekninger, mellom knutepunkter på strekningen. Slik mener vi at fordelingen mellom traseer og delstrekninger blir likest mulig. For hver delstrekning er det et utklipp fra AutoCAD-tegninger, se vedlegg 11.

- Delstrekning 1 (Figur 47) strekker seg fra vest på Aspøya til øst-siden av broundet i Ålesund sentrum.
- Delstrekning 2 (Figur 48) begynner der delstrekning 1 slutter, og strekker seg østover til Colour Line-stadion.
- Delstrekning 3 (Figur 49) begynner ved Colour Line-Stadion og strekker seg til der Nørvegata går over til å bli borgundvegen i Øst.
- Delstrekning 4 (Figur 50) begynner der delstrekning 3 slutter, og strekker seg til der Lerstad vegen svinger av fra Borgundvegen.
- Delstrekning 5 (Figur 51) begynner der delstrekning 4 slutter, og strekker seg til Åse sykehus.
- Delstrekning 6 (Figur 52) begynner der delstrekning 5 slutter, og strekker seg til Ramshaugen kommer ut i Brusdalsvegen øst for Moa.
- Delstrekning 7 (Figur 53) begynner der delstrekning 6 slutter, og fortsetter øst på Brusdalsvegen til endestoppet ved Borgund videregående skole.

### 6.2.4 Evaluerings tabell

Hvis vi ser nærmere på resultatet av evalueringstabellen, tabell 17, og sammenligner dette med AutoCAD-tegning vedlegg 7, blir konseptet for trasé over bakken det beste alternativet. Dette

samsvarer best med evalueringspunktene vi har vurdert traseene etter. Unntaket her er delstrekning 4, der traseen går på bakken.

TABELL 15: RESULTAT EVALUERINGS TABELL

Resultat Evaluerings tabell		
Delstrekning	Trase	Total sum
Delstrekning 1	Grønn	14
	Blå	14
	Lilla	16
Delstrekning 2	Blå	14
	Grønn	15
	Lilla	20
Delstrekning 3	Blå	15
	Grønn	20
	Lilla	18
	Rød	20
Delstrekning 4	Blå	14
	Grønn	24
	Lilla	17
	Rød	20
Delstrekning 5	Blå	18
	Grønn	16
	Rød-Orange	13
	Rød	14
	Lilla	14
Delstrekning 6	Blå	22
	Grønn	19
	Rød	18
	Lilla	18
	Orange- Lilla	13
Delstrekning 7	Blå	22
	Grønn	20
	Lilla	18

### 6.2.5 Valg av trasé

Det ble tatt utgangspunkt i at det alternativet i hver delstrekning med høyst poengsum sannsynligvis var gode alternativer, og at de hvert fall er relevante alternativer til videre undersøkelser. Derfor ble denne løsningen valgt som traseen vi ser nærmere på i denne rapporten. I kapittel 4.2 Det ble sett på om alternativene fra de ulike strekningene kunne kobles sammen. Traseen betraktes ikke uten videre som den beste. Grunnen til dette blir forklart i kapittel 6.3.5 under her.

## 6.3 DISKUSJON

### 6.3.1 Prioriteringspunkt

#### **Metode:**

Basert på prioriteringslisten vi satt opp, er det begrenset hvor mange alternativer vi kunne dele prioriteringspunktene inn i. Vi ser derfor på inndelingen vi valgte som tilstrekkelig passende med



forutsetningene for prosjektet. Arbeidet rundt prioriteringslisten og, ved forlengelse, selve prioriteringspunktene kunne vært utarbeidet noe grundigere. På grunn av punkter som miljøpåvirkning, HMS (Helse, miljø og sikkerhet) og støy, er blant de andre høyaktuelle punktene vi kunne undersøkt nærmere. Grunnen til at disse punktene ble sett vekk fra er, som nevnt i kapittel 1.5 avgrensninger, for å avgrense omfanget av oppgaven.

### **Resultat:**

Som nevnt, ut fra prioriteringslisten kapittel 4.1.6, lagde vi noen prioriteringspunkt i kapittel [6.2.2 Evalueringsliste](#). Disse punktene er bygget opp på bakgrunn av poengtavle-metoden. Denne metoden har sine fordeler og ulemper. Vi presenterer først noen av fordelene;

1. Metoden tar for seg sjekklistermetoden og parvis-rangeringsmetoden sammen.
2. Denne metoden gir frihet til å velge hvilke prioriteringspunkter som blir tatt med.
3. Hvor mange prioriteringspunkter en velger å sette opp er helt opp til prosjektet.
4. Alle de alternative løsningene har en sjanse for å komme ut som den beste.
5. En kan selv velge hvor mange poeng hvert alternativ skal få.

Ulemper med poengtavle-metoden er;

1. Siden metoden gir frihet til å velge hvilke prioriteringspunkter som blir tatt med, er også dette en mulig feilkilde. Det gjør det mulig å sette avgrensninger som utelukker relevante faktorer.
2. Hvordan en setter opp poengskala har store utslag på sluttresultatet. Vi skal gå nærmere inn på denne potensielle ulempen i kapittel [6.1.2 Poengskala](#).

### 6.3.2 Evalueringsliste

Hvordan en setter opp poengskala for prioriteringspunktene, er helt avgjørende for sluttresultatet. Vi kunne fulgt AHP sin poengskala. Men denne skalaen er neppe noe mer riktig enn den metoden vi valgte å gå for. Vi valgte å gå for enn poengskala der rangeringen i gruppene er helt avhengig av rekkefølgen. Dette vil sette større fokus på hvordan gruppene er inndelt fra billigst til dyrest løsning.

### 6.3.3 AutoCAD

Det var en utfordring å dele inn hele strekningen fra Aspøya til Borgund VGS i delstrekninger mellom knutepunkt. Dette på grunn av ikke alle knutepunktene var helt åpenbare. Vi prøvde derfor å dele inn delstrekninger så godt vi kunne. Hvis vi hadde delt opp delstrekninger tidligere kunne det vært lettere å arbeide videre med. På den andre siden kunne det da blitt vanskeligere å legge trasé-alternativer. Alternativene måtte da til alltid møtes ved de knutepunkter vi hadde delt inn i.

### 6.3.4 Evalueringstabell

På grunn av kompleksiteten rundt evalueringstabellen, ser vi i ettertid at det kunne vært nyttig å undersøke grundigere eksempler på hvordan slike tabeller løses i markedet. Samtidig ser vi at oppsettet av evalueringstabellen som vi satt opp, gir en oversiktlig fremstilling av hvilke traseer som gir høyest skår. Fra resultatet av evalueringstabellen, kommer det tydelig frem hvilke delstrekninger som kommer best ut. På grunn av rangeringen av prioriteringspunkt og poengskala, kunne dette resultatet sett helt annerledes ut. Dette er noen av de mest sentrale potensielle feilkildene ved undersøkelsen.

### 6.2.5 Valg av trasé

Som nevnt har tabellsystemet mange usikkerheter og mulige feilkilder. Tabellen hjelper oss med å sammenlikne de ulike traseene opp mot hverandre på en systematisk. Resultatet er som nevnt helt avhengig av hvilke prioriteringspunkt vi velger og ta med, og hvordan vi velger å prioritere de ulike.

Både valg av punktene og hvordan de prioriteres er mulig at er valgt feil i forhold til hvilken effekt en ønsker seg av en bybane. Derfor gir ikke tabellen i seg selv noe sikkerhet for at traseen som fikk det beste resultat faktisk er den beste. I tabellen tas det ikke hensyn til at de ulike alternativene fra de ulike delstrekene må kunne kobles sammen på en måte. På grunnlag av dette burde ikke tabellen brukes som endelig resultat, men heller som et sammenlikningsverktøy, en kan bruke før en videre drøfting.

Å velge å se nærmere på denne løsningen er derimot ikke noe negativt.

## 7 VISUALISERING

Vi skal i dette kapittelet komme nærmere inn på visualiseringen i denne oppgaven. Vi så fordelingen mellom en 3D-modell og flere 2D-snitt-tegninger som beste måten å fremstille deler av oppgaven. Der 3D tegningen er tegnet i Revit og fremstilt i Lumion, men AutoCAD ble brukt til å tegne 2D tegningene av stopp og trasé konsepter.

### 7.1 METODE

#### 7.1.1 3D MODELLERING

Som nevnt brukte vi Revit og Lumion for 3D-modellen. Vi begynte med å sjekke hvilke tidligere modeller av NTNU-campusområdet, som vi kunne få tilgang til. Her var det noen som kunne sende det de hadde, en av dem var Ålesund Kommune, men det viste seg at disse filene vi fikk var langt fra den standarden vi hadde sett for oss. Vi var derfor veldig fornøyd når NTNU Ålesund har avtaler med forskjellige kartdata-selskaper, som Norkart og vi fikk fra dem tilsendt enn god 3D-modell av NTNU-campus.

Mye av tiden i begynnelsen gikk til å sjekke filer vi fikk tilsendt og passe på at rådataene var i riktig format. Revit modellen fra Norkart ble basisen i 3D-modellen vår. Der vi supplerte med egen innhentet og tilsendte deler av ferdig modulerte objekter fra Bybane Bergen AS. Vi modulerte opp trasé med stopp mellom NTNU i Ålesund og NMK. Vi brukte deretter Lumion for å visualisere den endelige 3D-modellen, ved hjelp av rådataene vi fikk som basis.

#### 7.1.2 SNITTEGNINGER AV STOPP OG TRASEER

Hoved grunnen til at vi tegnet opp stopp og traseer var for å finne ut hvor mye plass de ville ta i vertikal- og horisontal-retning. Det var derfor trasé konseptene «på bakken» og «over bakken» som ble tegnet. Vi hadde på dette tidspunktet tilgang til det tekniske regelverket fra Bybane AS Bergen. Her innhentet vi de horisontale kravene og de vertikale kravene for vegbygging fra håndbok N100. Alle snitt-tegninger ble tegnet i AutoCAD i henhold til kravene fra regelverk.

### 7.2 RESULTAT

#### 7.2.1 3D Modellering

Som et resultat av 3D-modellering, har vi skapt en, oversiktlig modell av NTNU-området, som viser utplassering av bybane-traseen og stopp ved NTNU. Denne 3D-modellen presenterer løsningen og

plasseringen av bybanen ved NTNU-området. Den gir muligheten til å få et estetisk inntrykk av løsningen. Vedlegg 13 viser bilder av 3D modell.

### 7.2.2 Snitt-tegninger av stopp og traseer

Som et resultat av 2D-snittegninger, har vi funnet gateutforminger i forskjellige situasjoner. Disse konseptskissene følger teknisk regelverk som er basert på Bybane-regelverk fra Bergen, og tar òg hensyn til Statens vegvesen håndbok N100. Dette vil hjelpe ved videre bestemmelse av traséutplassering og traséplanlegging.

Vedlegg 14 er delt inn i fire konseptskisser for trasé og stopp:

Vedlegg 14.1 er en skisse av et stopp «på bakken».

Vedlegg 14.2 er et konsept for stopp «over bakken», der to-felts bilvei kan kjøre under.

Vedlegg 14.3 er trasé «over bakken».

Vedlegg 14.4 er et konsept for stopp «på bakken», der biler kjører på den ene siden.

## 7.3 DISKUSJON

### 7.3.1 3D MODELLERING

3D modell er satt opp ved flere elementer. Dette har påvirket sammenheng mellom elementer og presisjon. 3D modell er sentrert rundt Campus NTNU og NMK område. Modellen skal presentere en situasjon for en stopp og presentere en gateutforming ved Campus. Dette prosessen har sine fordeler og ulemper:

#### **Fordeler**

- Lumion er at programvare kan lesse forskjellige rådata og kan kombinere dem i et fil.
- Geolocation funksjon i Lumion gi en god forståelse om område, hvor Lumion kan simulere terreng og bygninger i valgt areal
- Fordel med bybane elementet er at vi kan presentere den ved en veldig detaljister modell.

#### **Ulemper**

- En ulempe med dette funksjon var kvalitet på data, hvor det var veldig synlig feil mellom terreng, bygninger og vann. Dette blei fikset ved element utklipp ved Norkart, hvor fleste bygninger og terreng elementer er representert ved høyere presisjon.
- Ulemper ved bybane element er at Lumion fikk ikke å oversette filformat med høy presisjon, hvor noe element egenskaper bli til en type material. Det vil si at selve karosseri og noen vinduer til bybanene bli samme material.

### 7.3.2 2D snitt-tegninger av traseer og stopp

Fordelen med AutoCAD er at det muligheten til å lage en detaljtegning av skissene av ulike typer stopp og banekonseppter. 2D-snitt-tegninger er en simpel visualiserings form som kan vise teknisk informasjon. Teknisk regelverk av Bybanen Bergen og Statens vegvesen håndbok N100 – veg- og gateutforming er grunnleggende tekniske regelverk snitt tegninger ta hensyn på.

## 8 ERFARINGER MED OPPGAVEN – DISKUSJON

Vi laget en fremdriftsplan i forprosjektet vedlegg 15. Hvis vi ser bort ifra timer og milepeler som vi hadde satt opp for hver deloppgave i prosjektet stemmer denne planen delvis.

Det er vanskelig å lage en fremdrifts plan for et prosjekt eller et lignende prosjekt som en aldri har vært borte i tidligere. Det er mye lettere å lage en fremdriftsplan, hvis en kan sammenligne med tidligere prosjekter av samme omfang, eller innhold. Med tidligere erfaringer blir det lettere å legge opp et løp for fremdriftsplan. Vi endte opp med å bruke en del flere timer (vedlegg 2) enn det som først var planlagt, men vi kunne nok ikke klart å bli ferdig med oppgaven hvis vi ikke hadde jobbet så mye som vi gjorde.

Milepelene vi satt for forprosjektet ble ikke opprettholdt og det er flere grunner til dette var tilfelle. Prosjektet endret seg underveis og derfor var ikke milepelene gjeldene lengre. Vi hadde fra starten vektet skissering noenlunde likt som dimensjonering. Dette ble ikke tilfelle etter hvert som vi fikk større innblikk i skisseringen av trasé og de hensyn og regelverk som dette bar med seg. Til tross for mange arbeidstimer med dimensjoneringen, ble vi her ble vi nøtt til å avgrense den helt.

Oppgaven skulle vært avgrenset i en mye større grad mye tidligere. Vi trodde vi var klar over omfanget av oppgaven, men siden ingen av oss har vært innom et slikt prosjekt tidligere var vi en smule for optimistisk med tidsforbruket. Det førte til at avgrensningene ble et viktig og lærerikt tema.

Dette har vært en omfattende og lærerik del av oppgaven. Desto lengre vi jobbet med tidligere rapporter og eget arbeid, desto mer kompleks ble oppgaven. Vi ser nå ved avslutningen av oppgaven at kompleksiteten og alle de parallelle linjene som må trekkes mellom de forskjellige oppgavene er på et veldig høyt nivå. For vår gruppe som aldri har arbeidet med et slikt prosjekt før er det en utfordring å delegere tid og ressurser til de riktige delene til riktig tid. Dette er noe som kun kommer med erfaring, som vi nå har fått en liten smakebit av og sannsynlig vis får mer av i fremtiden. Vi har bare sett på en liten del av det som lignende prosjekter må ta stilling til ute i arbeidslivet.

Vi begynte bachelor perioden med gode rutiner på skolen fra klokken 08:00 til 16:00 mandag til fredag. Her jobbet vi sammen i et grupperom på skolen. Lite visste vi at COVID-19 var like rundt hjørnet. Den situasjonen gjorde at vi måtte sitte hver for oss og samarbeide over digitale verktøy som Microsoft teams. Selv om dette verktøy er en god plattform, har den sine mangler. Det var spesielt en feil i programmet der automatisk lagring slo seg av uten varsel. Når en skriver en rapport som er så krevende og lang som denne, er det veldig ubehagelig å oppleve at programmet jobber mot et effektiv og godt samarbeid. Selv med felles møter, felles dokumenter og godt samarbeid på digitale verktøy. Er det dessverre ingen ting som slår arbeid og samarbeid i samme rom.

## 9 KONKLUSJON

I innledningen nevnte vi at Norge sluttet seg til Parisavtalen, som mål å bli klimanøytralt innen 2050. Ålesund Kommune har også et mål om å øke kollektivtrafikken fra 6 % (i 2018) til 15 % i 2030. Dette har en sammenheng med Ålesunds vegnett er nærme kapasitetsgrensen.

BaneNor gjorde i 2015 en undersøkelse om det var mulig å legge en trasé for en «Bybane» i Ålesund. Seinere gjennom en konseptvalg- utredning ble det undersøkt hvilket konsept som skulle velges for et nytt kollektivsystem i Ålesund, hvor bybane var ett av dem. Der ble det konkludert med at markedsgrunnlaget for bybane ikke var stort nok, og på grunnlag av disse resultatene rådet COWI AS bystyret og fylkeskommunen å satse på konseptet «prioritert buss» (COWI, 2018).

Det kan likevel tenkes at en bybane kan være gunstig for Ålesund i framtiden. Om ikke mange tiår vil befolkningstallet i Ålesund ha økt, og det er sannsynlig at der vil være markedsgrunnlag for en mer høykvalitets kollektivtransport. Vi satt derfor en målsetting for prosjektet å utrede et skisseforslag til en kontinuerlig trasé og tilhørende stopp for en bybane mellom Aspøya og Spjelkavik. Banesystemet skal være innenfor rekkevidden til flest mulig folk, og samtidig ha en kjøretid som gjør det attraktivt transportmiddel.

For skisseringsdelen kom vi frem til gode og relevante alternativer for plassering av traseer og stopp. Basert på de kriteriene og prioriteringene vi gjorde, sjekket vi om det var teknisk mulig å føre banen med hensyn på de horisontale og vertikale behovene. Vi laget en prioriteringsliste, evalueringstest og evalueringstabell som hver trasé ble vurdert opp imot.

**I dette mulighetsstudie har vi kommet frem til at en bybane som i hoved sak går «over bakken», vil være det beste ut ifra våre valgte kriterier. Unntakene for trasé «over bakken» er listet opp under.**

**De traséstrekingene som ligger best «på bakken» er:**

- Mellom stopp L2 og stopp L3
- Mellom stopp G6 og stopp G7 og videre frem til bro over Nørvasundet.

**De traséstrekingene som ligger best i «Tunnel» er:**

- Fra Aspøya stopp L0 til stopp L2.
- Fra syd-siden av Nørvasundet til stopp B9.
- Mellom stopp B10 og stopp B11.

AutoCAD tegningen i 2D viser godt hvordan traseene er plassert i kartet og 3D tegning av Bybane ved NTNU er illustrert.

De generelle holdningene fra oppdragsgiver Multiconsult AS var at en bane som går overbakken eller på bakken muligens var den mest gjennomførbare løsningen for den vestligste delen. For den østligste delen tydet det på at tunnelløsninger og kulvert kunne vært det gunstigste.

For videre arbeid med bybane basert på dette mulighetsstudie vil vi anbefale å se på:

Kostnadsberegninger/Nærmere vertikalundersøkelser for blå trasé/Nærmere horisontalundersøkelser av bredde/Skaffe oversikt over støysoner gjennom støymålinger

Nærmere stigningsundersøkelser for kritiske områder/Grunnundersøkelser for avklaring av hvor kulvert føres, og tunneler kan føres. (fjellkvalitet og grunnvann)

## 10 REFERANSELISTE

### Referanser

Bergens tidende, 2020. *Bt.no*. [Internett]

Available at: <https://www.bt.no/btmeneringer/debatt/i/jP5p6o/send-bybanen-i-tunnel-under-byen>  
[Funnet 15 mai 2020].

COWI, 2018. *Framtidige kollektivkonsepter i Ålesund*. [Internett]

Available at: <https://www.miljokommune.no/Documents/Klima/Klimasats-erfaringer%202016/2016%20%C3%85lesund%20rapport.PDF>  
[Funnet 6 1 2020].

europalov, 2020. *Europas grønne vekststrategi*. [Internett]

Available at: <https://www.europalov.no/politikkdokument/europas-gronne-vekststrategi-et-klimanoytralt-eu-i-2050/id-27771>  
[Funnet 02 04 2020].

EUROPEAN COMMISSION, 2019. *European-green-deal-communication*. [Internett]

Available at: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf)  
[Funnet 02 04 2020].

FN-SAMBANDET, 2020. *Parisavtalen*. [Internett]

Available at: <https://www.fn.no/Om-FN/Avtaler/Miljoe-og-klima/Parisavtalen>  
[Funnet 05 04 2020].

FRAM, 2020. *Fram Reiseplanleggar*. [Internett]

Available at: <https://www.frammr.no/>  
[Funnet 02 04 2020].

Institute of Urban transport (India), ukjent. *Issues and Risks for Monorail and Metro*. [Internett]

Available at:  
<https://smartnet.niua.org/sites/default/files/resources/Report%20on%20Metro%20Vs%20Monorail.pdf>  
[Funnet 14 04 2020].

Kartverket, 2020. *Høydedata*. [Internett]

Available at: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>  
[Funnet 12 Mai 2020].

Klima- og miljødepartemanget, ukjent. *Klimaforliket*. [Internett]

Available at: <https://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/kld/sak/klimaforliket/id2076072/>  
[Funnet 03 04 2020].

Klima- og miljødepartementet, 2015. *FNs bærekraftsmål*. [Internett]

Available at: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/barekraftmal/id2429029/>  
[Funnet 02 04 2020].

Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018. *Byvekstavtaler*. [Internett]

Available at: <https://www.regjeringen.no/no/tema/kommuner-og-regioner/by--og-stedsutvikling/Byvekstavtaler/id2454599/>  
[Funnet 02 04 2020].



Kommune- og moderniseringsdepartementet, 2019. *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019–2023*. [Internett]

Available at: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonale-forventninger-til-regional-og-kommunal-planlegging-20192023/id2645090/>

[Funnet 02 04 2020].

Kommune, Å., 2017. *Saksfremlegg*. [Internett]

Available at:

[http://innsyn.alesund.kommune.no/wfinnsyn.ashx?response=journalpost\\_detaljer&journalpostid=2017044031&](http://innsyn.alesund.kommune.no/wfinnsyn.ashx?response=journalpost_detaljer&journalpostid=2017044031&)

[Funnet 05 03 2020].

Møre og Romsdal fylkeskommune med flere, 2016. *Regional transportplan Midt-Norge*. [Internett]

Available at:

[https://www.regjeringen.no/contentassets/aba0af1374cb42e6accaa8b257ca49f0/fylkestingene-og-samarbeidsforum-for-samferdsel-i-midt-norge.pdf?uid=Fylkestingene\\_og\\_Samarbeidsforum\\_for\\_samferdsel\\_i\\_midt-Norge.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/aba0af1374cb42e6accaa8b257ca49f0/fylkestingene-og-samarbeidsforum-for-samferdsel-i-midt-norge.pdf?uid=Fylkestingene_og_Samarbeidsforum_for_samferdsel_i_midt-Norge.pdf)

[Funnet 03 04 2020].

Møre og Romsdal Fylkeskommune, 2012. *Kollektivstrategi-2012-2021*. [Internett]

Available at: <https://mrfylke.no/Media/filer/planar-og-strategiar/kollektivstrategi-2012-2021.pdf>

[Funnet 04 2020].

Møre og Romsdal fylkeskommune, 2013. *Trafikktryggingstrategi 2013-2022*. [Internett]

Available at: [https://mrfylke.no/Media/filer/planar-og-strategiar/traffikktryggingstrategi2013\\_2022.pdf](https://mrfylke.no/Media/filer/planar-og-strategiar/traffikktryggingstrategi2013_2022.pdf)

[Funnet 04 04 2020].

Norconsult, 2018. *Mulighetsstudie sykkeltrasé i Ålesund sentrum*. [Internett]

Available at: <https://naturvernforbundet.no/getfile.php/13131596-1520402339/Fylkeslag%20-%20M%C3%B8re%20og%20Romsdal/Filer/Samferdsel/Mulighetsstudie%20sykkeltrase%20Voldsdalen%20Steinv%C3%A5gen%202018.pdf>

[Funnet 03 04 2020].

Norsk bane, 2015. *Bybane i Ålesund: forprosjekt*. [Internett]

Available at:

[http://www.norskbane.no/download.aspx?object\\_id=AFBA247D3A7E44689D5C373284FB5EDC.pdf](http://www.norskbane.no/download.aspx?object_id=AFBA247D3A7E44689D5C373284FB5EDC.pdf)

[Funnet 6 1 2020].

Opplysningen 1881, 2020. *1881*. [Internett]

Available at: <https://kart.1881.no/?query=videreg%C3%A5ende%20skoler%20%C3%A5lesund>

[Funnet 28 04 2020].

Rambøll Norge AS, 2010. *Bybane i Trondheim mulighetsstudie*. [Internett]

Available at: <https://www.vegvesen.no/attachment/163406/binary/310430>

[Funnet 04 2020].

Rolstadås, J. O. L., 2020. *Praktisk Prosjektledelse*. 2. utgave red. Bergen: Fagbokforlaget.

Samferdsel, 2020. *Samferdsel.toi.no*. [Internett]

Available at: <https://samferdsel.toi.no/hjem/bybanen-kan-bli-forerlos-article34414-98.html>

[Funnet 15 mai 2020].

Samferdselsdepartementet, 2017. *Meld. St. 33 (2016–2017)*. [Internett]

Available at: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/?ch=1>  
[Funnet 27 03 2020].

Skyss, 2014. *KOLLEKTIVSTRATEGI FOR HORDALAND*. [Internett]

Available at: <https://www.skyss.no/globalassets/strategiar-og-fagstoff/strategiar-og-handlingsprogram/kollektivstrategi/kollektivstrategi-for-hordaland-2014.pdf>  
[Funnet 12 04 2020].

Statens vegvesen Region midt, 2016. *Regional sykkelstrategi*. [Internett]

Available at:  
<https://www.sykkelbynettverket.no/attachment/1657922/binary/1154202?download=true>  
[Funnet 24 03 2020].

Statens vegvesen , ukjent. *Konseptvalutgreiing*. [Internett]

Available at:  
[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.vegvesen.no%2F\\_attachment%2F498388%2Fbinary%2F809485%3Ffast\\_title%3DKonseptvalutgreiing%2Bfor%2Btransportssystemet%2Bi%2B%25C3%2585lesund.pdf&psig=AOvVaw2UPq13Lpre1B2LebPBf92A&ust=1588328182605000&source](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.vegvesen.no%2F_attachment%2F498388%2Fbinary%2F809485%3Ffast_title%3DKonseptvalutgreiing%2Bfor%2Btransportssystemet%2Bi%2B%25C3%2585lesund.pdf&psig=AOvVaw2UPq13Lpre1B2LebPBf92A&ust=1588328182605000&source)  
[Funnet 30 04 2020].

Statens vegvesen, 2014. *Håndbok V123*. [Internett]

Available at: <https://www.vegvesen.no/attachment/61485/binary/1010376>  
[Funnet 04 02 2020].

Statens vegvesen, 2017. *Samledokumentasjon*. [Internett]

Available at:  
[https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/\\_attachment/2725199?ts=16b50e01070&download=true&fast\\_title=Samledokumentasjon+2017+%3A+For+utbyggingsprosjekter+avsluttet+2017+sam+utvikling+I%3B8pemeterpriser+%28PDF](https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/_attachment/2725199?ts=16b50e01070&download=true&fast_title=Samledokumentasjon+2017+%3A+For+utbyggingsprosjekter+avsluttet+2017+sam+utvikling+I%3B8pemeterpriser+%28PDF)  
[Funnet 27 03 2020].

Statens vegvesen, 2018. *Geologi Skuggentunnel*. [Internett]

Available at:  
<http://innsyn.alesund.kommune.no/wfdocument.ashx?journalpostid=2019079566&dokid=1916987&versjon=1&variant=A&>  
[Funnet 17 05 2020].

Statistisk sentralbyrå, 2019. *SSB Befolkning*. [Internett]

Available at: <https://kart.ssb.no/befolkning>  
[Funnet 28 04 2020].

Statistisk sentralbyrå, 2020. *Kommune Ålesund Møre og Romsdal*. [Internett]

Available at: <https://www.ssb.no/kommunefakta/alesund>  
[Funnet 28 04 2020].

Store Norske Leksikon, 2019. *snl.no/T-bane*. [Internett]

Available at: <https://snl.no/T-bane>  
[Funnet 10 04 2020].

The Monorail Society, ukjent. *monorails.org*. [Internett]  
Available at: <http://www.monorails.org/tMspages/WhatIs.html>  
[Funnet 14 04 2020].

tu.no, 2015. *BYBANEN I BERGEN FÅR LENGRE VOGNER*. [Internett]  
Available at: <https://www.tu.no/artikler/slik-fraktet-de-bergens-42-meter-lange-bybanevogn/275829>  
[Funnet 27 04 2020].

Utenriksdepartementet, 2020. *2030-agendaen med bærekraftsmålene*. [Internett]  
Available at:  
[https://www.regjeringen.no/no/tema/utenriksaker/utviklingssamarbeid/bkm\\_agenda2030/id2510974/](https://www.regjeringen.no/no/tema/utenriksaker/utviklingssamarbeid/bkm_agenda2030/id2510974/)  
[Funnet 02 04 2020].

V120 Statens vegvesen, 2014. V120 Håndbok. I: *Premisser for geometrisk utforming av vegger*.  
Ålesund: Statens vegvesen, p. 21.

VAnytt, 2015. *vanytt.no*. [Internett]  
Available at: <https://www.vanytt.no/2015/02/08/framtiden-ligger-i-kulvert-men-samarbeid-kan-vaere-krevende/>  
[Funnet 15 mai 2020].

Vegdirektoratet, 2020. *vegvesen.no*. [Internett]  
Available at: [https://www.vegvesen.no/\\_attachment/61913](https://www.vegvesen.no/_attachment/61913)  
[Funnet 17 mai 2020].

Wikiwand, 2015. *Wikiwand.com*. [Internett]  
Available at: [https://www.wikiwand.com/no/Bybanen\\_i\\_Addis\\_Abeba](https://www.wikiwand.com/no/Bybanen_i_Addis_Abeba)  
[Funnet 15 mai 2020].

Ålesund Kommune, 2015. *Samfunnsdelen*. [Internett]  
Available at: [https://issuu.com/alesundkommune/docs/samfunnsdelen\\_endelig\\_vedtak](https://issuu.com/alesundkommune/docs/samfunnsdelen_endelig_vedtak)  
[Funnet 23 03 2020].

Ålesund Kommune, 2016. *Fortettingsstrategien*. [Internett]  
Available at: [https://intranett.mrfylke.no/Media/Files/Filer-plan-og-analyse/Kommunal-planlegging/Plannettverka/Ref-fraa-samlingar/Des-2015\\_-2016/Fortetting-i-kommuneplanens-arealdel-AAlesund](https://intranett.mrfylke.no/Media/Files/Filer-plan-og-analyse/Kommunal-planlegging/Plannettverka/Ref-fraa-samlingar/Des-2015_-2016/Fortetting-i-kommuneplanens-arealdel-AAlesund)  
[Funnet 21 03 2020].

Ålesund Kommune, 2017. *Saksfremlegg*. [Internett]  
Available at:  
<http://innsyn.alesund.kommune.no/wfdocument.ashx?journalpostid=2017044031&dokid=1419330&versjon=9&variant=A&>  
[Funnet 04 03 2020].

Ålesund Kommune, 2020. *Bypakke Ålesund*. [Internett]  
Available at: <https://alesund.kommune.no/samfunnsutvikling/gron-mobilitet/bypakke-alesund/>  
[Funnet 10 04 2020].

Ålesund Kommune, 2020. *Geoinnsyn Ålesund kommune*. [Internett]  
Available at:

<https://kartserver.esunmore.no/geoinnsyn/#?project=Aalesund&layers=1021,1017,1016,1015,8005&guid=e4424a6c-7d41&zoom=12&lat=6930612.89&lon=354996.48&params=10000100000>  
[Funnet 13 05 2020].

Ålesund Kommune, 2020. *Skolane i Ålesund*. [Internett]  
Available at: <https://alesund.kommune.no/barnehage-og-skole/skole/skolane-i-alesund/>  
[Funnet 28 04 2020].

Ålesund Kommune, u.d. *Sykkelplanar*. [Internett]  
Available at: <https://alesund.kommune.no/samfunnsutvikling/gron-mobilitet/sykkelplanar/>  
[Funnet 03 03 2020].

Ålesund kommunen, 2020. *Kommuneplan*. [Internett]  
Available at: <https://alesund.kommune.no/samfunnsutvikling/planar/kommuneplan/>  
[Funnet 07 05 2020].

## Figur liste

Figur 1: Rapportens oppbygging .....	9
Figur 2: Målstrukturen for transportsektoren - Meld. St. 33 - Nasjonal transportplan 2018–2029 (Samferdselsdepartementet, 2017, s. 27.....)	12
Figur 3: Hovedmål (Møre og Romsdal Fylkeskommune, 2012).....	13
Figur 4: Reisemiddelfordeling 4 største byer i Region midt (Statens vegvesen Region midt, 2016, s. 4) .....	14
Figur 5: Båndbyen og knutepunkts byen Ålesund. (COWI, 2018).....	16
Figur 6: Befolkningstetthet i 2017 (innbyggere/km <sup>2</sup> ) per grunnkrets i Ålesund og omegn – to målestokk.....	17
Figur 7: Befolkningstetthet i 2019 (innbyggere/km <sup>2</sup> ) per grunnkrets i Ålesund og omegn.....	17
Figur 8: Sysselsatte per virksomhet i Ålesund og omegn, to målestokk. (COWI, 2018).....	18
Figur 9: Videregående skoler i Ålesund (Opplysningen 1881, 2020).....	18
Figur 10: Førskoler og ungdomsskoler i Ålesund (Ålesund Kommune, 2020).....	19
Figur 11: Fortettingsstrategien, fra kommuneplanens arealdel, temaplan 3. (Ålesund kommune, 2017) .....	20
Figur 12: Fokusområde for fortetting av Campus. (Ålesund Kommune, 2016).....	20
Figur 13: Reisemiddelfordeling for reisende i Ålesundsregionen (COWI, 2018) .....	21
Figur 14: Performance Benchmark - U4SSC.....	22
Figur 15: Vegnett Ålesund (Statens VEGVESEN, ukjent).....	23
Figur 16: Struktur for kollektivbetjeningen i Ålesund. (COWI, 2018) .....	24
Figur 17: Kart over påstigninger på buss og båt pr. gjennomsnittlige hverdag i 2017. (COWI, 2018) .	25
Figur 18: Situasjonkart for hovednett for sykkel i gamle Ålesund Kommune. (Ålesund Kommune, ukjent) .....	26
Figur 19: Kart over tiltakene i By pakken. Vedtatt 2.2.2017 (Ålesund kommune) .....	28
Figur 20: Skisse fra sørsideplan trafikksystem. Skisse fra Sørsideplanene – Trafikksystem. (COWI, 2018) .....	29
Figur 21: Framkommelighet sentrum – Volsdalen Hellandbakken. (COWI, 2018).....	30
Figur 22: Konseptskisse fra Campus Ålesund Områderegulering. (Ålesund Kommune, 2017) .....	31

Figur 23: Skisse for torget mellom NTNU og NMK fra Campus Ålesund Områderegulering. (Ålesund Kommune, 2017).....	32
Figur 24: Utsnitt fra reguleringsplan for Campus (COWI, 2018).....	33
Figur 25: Kollektivt trafikksikkerhetstiltak. (COWI, 2018).....	34
Figur 26: Utdrag fra kollektivstrategi for Hordaland 2014 (Skyss, 2014).....	38
Figur 27: Kart over enveiskjørte gater - Bjørnsonsgate og Inndalsveien i Bergen. (Kart fra Gule sider) .....	40
Figur 28: Bilde av en del av Strekningen Byparken-Nygård definert som blandet trafikk. (Kart fra Gule sider) .....	41
Figur 29: Bybane Bergen (Samferdsel, 2020).....	42
Figur 30: Vann og avløps kabler går i en kulvert tunnel under bakken i Bergen (VAnytt, 2015).....	42
Figur 31: Søykene kan plasseres på siden av veien eller rett over. (Wikiwand, 2015).....	43
Figur 32: Bbybanen kjører inn i en tunnel (Bergens tidende, 2020).....	43
Figur 33: Kart over sirkler med 600 meter radius ut fra mulige stasjoner mellom sentrum og Spjelkavik. (Norsk bane, 2015).....	45
Figur 34: Kart over sirkler med 600 meter radius ut fra mulige stasjoner mellom sentrum og Spjelkavik. (Norsk bane, 2015).....	46
Figur 35: Linjeføring og stopp for COWI sin Løsning. Endestasjon ved Hatlebøen var valgt for å gi mulighet for depot og innfartsparkering. (COWI, 2018).....	47
Figur 36: Linjeføring og stopp for COWI sin Løsning. Endestasjon ved Hatlebøen var valgt for å gi mulighet for depot og innfartsparkering. (COWI, 2018).....	47
Figur 37: Oversikt over driftsopplegget med bybane. Tall i parentes viser antall avganger pr. retning pr. rushtime og angir dermed tilbudet i timene med tyngst kapasitetsbehov. (COWI, 2018, s.85) ....	49
Figur 38: Flatedeknings sirkel med senter på en stopp. (AutoCAD) .....	50
Figur 39: Sammenheng mellom kjørehastighet og holdeplassavstand. (Rambøll Norge AS, 2010).....	51
Figur 40: Forhold som må vurderes ved plassering av bussholdeplasser. (Statens vegvesen, 2014) ..	53
Figur 41: Generelt normalprofil (Bybanen AS, 2019, s. 50) .....	56
Figur 42: Konstruksjonsprinsippet for sprengings profil i tunnel (Bybanen AS, 2019 s.97).....	58
Figur 43: Normalprofil tunnel (Bybane AS, 2019, s.101) .....	59
Figur 44: Vertikalkurve mellom to rettlinj (A og E) med lengden A, høyden B, og C som hypotenus til trekant ABC. ....	61
Figur 45: Korde er en linje, den går mellom to punkter på periferien. Invalid source specified. ....	62
Figur 46: Utdrag fra AutoCAD-fil. Bildet viser stoppsirkler på stoppene til lilla trasé. ....	68
Figur 47: Delstrekning 1, Aspøya – Øst-Brusundet .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 48: Delstrekning 2, Brosundet – Colour Line-Stadion.....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 49: Delstrekning 3, Colour Line-Stadion – Nørvegata.....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 50: Delstrekning 4, Nørvegata – NTNU – Klokkersundet.....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 51: Delstrekning 5, Klokkersund – Hatlane – Åse Sykehus .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 52: Delstrekning 6: Åse Sykehus – Moa .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 53: Delstrekning 7, Moa – Borgund Videregående skole .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 54: Campus området. Vurderte alternativer. Den valgte løsningen er representert i grønt. Stopp er representert med hvite firkanter, og er i målestokk, og følger de tekniske kravene i forhold til bredde. Kritiske punkt er representert med røde sirkler .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 55: Løsningsskisse for Campusområdet. Rundkjøringen lagt lenger ned mot E136. Ivaretagelse av sykkel og gangvei, og bilvei. ....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 56: Løsning for miljøgate og torget. Tegningen viser alternativ for plassering av bybanen gjennom Borgundveien mellom NTNU og NMK. Bredder er i henhold til de tekniske kravene .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>



Figur 57: Campus NTNU alternative løsninger.....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 58: Bredder Ved Nørvasundet. ....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 59: Nørvasundbrua .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Figur 60: Delstrekning 5 utklipp av G9 - G10 .....	90
Figur 61: Delstrekning 4 utklipp av Skuggetunnelen .....	91

## Tabell liste

Tabell 1: Fordeling av bil- og kollektivreiser .....	24
Tabell 2: Oversikt over passasjerer per linje. Påstigende vises både per gjennomsnitts hverdag. (COWI, 2018).....	25
Tabell 3: Nøkkeltall for bybaneløsningen COWI. Kvalitative vurderinger er gjort av flere parametere med skala fra +++ til --- med utgangspunkt i dagens situasjon. (COWI, 2018).....	48
Tabell 4: Tidsbruk i minutter til og fra holdeplass for gående og syklende (Statens vegvesen, 2014, s.11).....	50
Tabell 5: Eksempler på kjøretid og stoppavstand i høykvalitetssystemer. (COWI, 2018, s. 51).....	52
Tabell 6: Linjeføring (Bybanen, 2019, s. 41).....	54
Tabell 7: Hovedmål for generelt normalprofil i forhold til omgivelser. Alle mål i mm. (Bybanen As, 2019, s. 50).....	57
Tabell 8: Plattformbredder .....	60
Tabell 9: Praktisk prosjektledelse tabell 5.2 parvis rangering .....	62
Tabell 10: Praktisk prosjektledelse tabell 5.7 Vurderingsskala for AHP .....	63
Tabell 11: Linjebeskrivelse .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Tabell 12: Enkle oversiktstabell, 6 % stigning. ....	91
Tabell 13: Kritisk strekninger for stigningskravet og vertikalkurven .....	92
Tabell 14: Evalueringstabell over delstrekningene .....	95
Tabell 15:Resultat evaluerings tabell .....	97

## 11 VEDLEGG

Vedlegg 1: Møtereferat

Vedlegg 2: Timelogg

Vedlegg 3: Reguleringsplan NTNU

Vedlegg 4: Kjøretidsundersøkelse

Vedlegg 5: Utdrag av stigningsundersøkelse

Vedlegg 6: Resultat av skisseringsarbeid før den tekniske undersøkelsen

Vedlegg 7: AutoCAD skisseringsarbeid

Vedlegg 8.1: Vertikalundersøkelse grønn trasé

Vedlegg 8.2: Vertikalundersøkelse lilla trasé

Vedlegg 8.3: Vertikalundersøkelse NTNU

Vedlegg 9: Kritisk stigning og vertikalradius

Vedlegg 10: Evalueringsliste

Vedlegg 11: Delstrekninger

Vedlegg 12: Evalueringstabell

Vedlegg 13: 3D tegninger

Vedlegg 14: Snitt 2D tegninger

Vedlegg 15: Fremdriftsplan fra forprosjekt