



OsloMet – storbyuniversitetet

Institutt for Bygg- og energiteknikk - Bygg
Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo
Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

Telefon: 67 23 50 00
www.oslomet.no

GRUPPE NR.27

TILGJENGELIGHET
Åpen

BACHELOROPPGAVE

BACHELOROPPGAVENS TITTEL T-banestasjon i Homansbyen	DATO 22.05.2018
	ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG 73/12
FORFATTERE Eline Guttormsen, Ida-Helene Johnsen og Anette Nøsted	VEILEDER Lasse Arnesen

UTFØRT I SAMMARBEID MED COWI AS	KONTAKTPERSON Muzammil Navid Sheikh
------------------------------------	--

SAMMENDRAG

Estimater for befolkningsvekst i Oslo Kommune, fra Statistisk sentralbyrå (SSB), tilsier at en forbedring av kollektivtilbudet er helt nødvendig for å dekke fremtidige behov. Denne oppgaven tar for seg mulige alternativer for en ny T-banestasjon i Homansbyen mellom de eksisterende stasjonene, Majorstuen og Nationaltheatret. Forutsetninger for å utarbeide en god stasjonsløsning til dagens trasé var at den skulle forbedre dekningsgraden, danne et godt kollektivt knutepunkt, ha høy verdiskaping og være fremtidsrettet. For å optimalisere alternativene har gruppen blitt inspirert av andre ledende byer innenfor kollektivtransport ved at de fremmer et miljøvennlig sentrum. Med tilgang på både heis, rampe og rulletrapp skulle også alle brukergrupper inkluderes slik at et mer miljøvennlig bysentrum passer for alle. Oppgaven har benyttet seg av en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode med litteraturstudie, samt prosjektering og vurdering av egne alternativer. Det er utarbeidet fem alternative løsninger på problemstillingen, hvor det konkluderes med en anbefalt løsning. Som et resultat av sporprosjekteringen vil alternativet oppnå den høyeste hastigheten med 60 km/t og i gjennomsnitt medføre 53 sekunder lengre reisetid mellom Majorstuen og Nationaltheatret.

3 STIKKORD

T-banestasjon

Homansbyen

Kollektivknutepunkt

Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet som en del av bachelorstudiet for ingeniørfag-bygg ved OsloMet - storbyuniversitetet, våren 2018. Grunnet stor interesse for miljøvennlige og kollektive transportmidler, har vi valgt å fordype oss innen jernbaneteknikk. Oppgaven er skrevet i samarbeid med COWI AS som er et av Norges ledende rådgivende ingeniørselskap. Deres spesialiseringer er blant annet innen rådgivning, og prosjektering av effektive transportløsninger og bærekraftig byutvikling.

Vi ønsker å rette en stor takk til våre veiledere for hjelp med oppgaven. Som ekstern veileder fra OsloMet vil vi takke Lasse Arnesen for jevnlig oppfølging av oppgaven og gode konstruktive tilbakemeldinger. Internt i COWI har vi opplevd stor interesse og engasjement rundt oppgaven, noe som har virket motiverende for gruppen. En spesiell takk til Muzammil Navid Sheikh for å ha introdusert oss for muligheten til å skrive oppgave for baneavdelingen i COWI, og for god faglig støtte. Videre ønsker vi å takke Vegard Berglund Åsland for hjelp med hastighetsestimater, Inga Larsen for korrekturlesing og Hans Øyvind Lied for veiledning ved prosjektering av spor. Takk til Knut Wisthus Johansen i Sporveien for nyttig informasjon angående utførelse av T-banestasjon og tidligere planer.

Til slutt vil vi takke lærere og medstudenter for tre kunnskapsrike år som har gitt oss gode minner.

Oslo, 22.mai 2018

Eline Guttormsen
Eline Guttormsen

Ida-Helene Johnsen
Ida-Helene Johnsen

Anette Nøsted
Anette Nøsted

Sammendrag

Estimater for befolkningsvekst i Oslo Kommune, fra Statistisk sentralbyrå (SSB), tilsier at en forbedring av kollektivtilbudet er helt nødvendig for å dekke fremtidige behov. På bakgrunn av dette har det vært ytret et ønske fra Sporveien om en stasjonsutvidelse på strekningen mellom Majorstuen og Nationaltheatret. Homansbyen utpekte seg i tidlig fase til å være et område godt egnet for en ny T-banestasjon med dens beliggenhet midt mellom Majorstuen og Nationaltheatret, samt nær tilknytning til Bislett. Oppgaven belyser derfor følgende problemstilling:

"Hvordan kan man best utarbeide en ny T-banestasjon i Homansbyen i forhold til eksisterende trasé og øvrig kollektivtrafikk?"

Forutsetninger for å utarbeide en god stasjonsløsning til dagens trasé var at den skulle forbedre dekningsgraden, danne et godt kollektivt knutepunkt, ha høy verdiskaping og være fremtidsrettet. Ved tilgang på både heis, rampe og rulletrapp skulle også alle brukergrupper inkluderes slik at et mer miljøvennlig bysentrum passer for alle. Oppgaven har benyttet seg av en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode, med litteraturstudie og tidligere planer, samt innhenting av statistikk og tekniske retningslinjer. Det er utarbeidet fem alternative løsninger på problemstillingen.

Gjennom bacheloroppgaven er det utført en silingsprosess av løsningene, hvor gruppen tok med seg tre alternativer for videre vurdering. De tre alternativene ble valgt ut med hensyn på vern, verdiskaping og funksjon som kollektivt knutepunkt. Det ble så utført en optimalisering av alternativene med bakgrunn fra andre ledende byer innenfor kollektivtransport, samt prosjektert etter Sporveiens tekniske regelverk. Sistnevnte har gitt føringer for maks dimensjonerende hastighet for T-banen. Ved hjelp av kalkuleringsprogram er beregnede hastigheter og kjøretid for alternativene simulert.

Som et resultat av videre vurdering, har gruppen kommet frem til en anbefalt løsning. Alternativet er godt tilpasset øvrig kollektivtrafikk ved at flere transportformer er samlet til ett felles punkt. Dette skaper korte byttetider og gir et optimalt knutepunkt. I tillegg fremmer alternativet et mer miljøvennlig bysentrum, da Bogstadveien stenges for gjennomkjørende biltrafikk. I forhold til eksisterende trasé vil anbefalt løsning ha den korteste utleggelsen og dermed lavest økning i reisetid. Som et resultat av sporprosjekteringen vil alternativet oppnå den høyeste hastigheten med 60 km/t og i gjennomsnitt medføre 53 sekunder lengre reisetid mellom Majorstuen og Nationaltheatret.

Abstract

Estimates of population growth in the municipality of Oslo, from Statistics Norway (SSB), indicate that an improvement in public services is essential to meet future needs. Due to this concern, Sporveien has expressed a desire for an expansion on the stretch between Majorstuen and the National Theater with a new station. Early in the process, it became clear that Homansbyen was a suitable area for a new metro station, with its location in between Majorstuen and National Theater station, and close association to Bislett. Thus, this bachelor thesis focuses on the possibilities for a new station on that stretch and discusses the following issue:

"How to develop a new metro station in Homansbyen that provides the best solution in relation to the existing track and other public transport?"

Prerequisites for developing a good solution to the current track were that it had to improve the coverage of the metro network, form a good collective hub, have high value creation and be farsighted. With access to both lifts, ramps and escalators, all user groups are included so that a more eco-friendly city center is suitable for everyone. The assignment has used a combination of qualitative and quantitative methodology, with literature studies and previous plans, as well as the collection of statistics and technical guidelines. As a result, the group has come up with several alternatives.

The bachelor thesis performed a screening process of the alternatives, where the group continued with three of the alternatives for further assessment. The three options were chosen with consideration of regulated areas, value creation and the possibilities to function as a collective hub. An optimization of the alternatives were done by studying other leading cities in public transportation, as well as being designed according to Sporveiens technical regulations. The design has provided guidance for maximum dimensional velocity for the metro. By the use of a calculation program, the velocity and runtime of the options were simulated.

As a result of further assessment, the group has come up with a recommended alternative. The solution is well adapted to other public transport by bringing more modes into a common point. This creates short switching times and provides an optimal hub. In addition, the option promotes a more eco-friendly city center, as Bogstadveien is closed for automobile traffic. Compared with existing tracks, the recommended solution will have the shortest outlay and thus the lowest increase in travel time. As a result of the designed track, the option will achieve the highest speed at 60 km/h, and on average lead to a 53 seconds longer travel time between Majorstuen and the National Theater station.

Ordforklaringer

Branncelle: Benyttes som et rom i en bygning omgitt av en brannsikker konstruksjon.

Brannklasse: Byggverk eller deler av et bygg kan plasseres i 4 ulike brannklasser på bakgrunn av hvor stor konsekvens en brann kan medføre. Brannklassene kategoriseres fra 1 til 4 hvor 1 betegnes som liten konsekvens og 4 som særlig stor konsekvens. [1]

Blåtrikk: Sporvogn med strømledning via taket og skinner på gateplan.

Flatedekning: Betegnes for hvor mange som dekkes av et kollektivtilbud i gåavstand fra en holdeplass [2].

KS2: Betegnes som kvalitetssikring, før fremleggelse for endelig investeringsbeslutning i Stortinget [3].

Luminanskontrast: Brukes som et lysteknikk faguttrykk om gråtoner. Også omtalt som gråtonekontraster [4].

MMMM: Statistisk sentralbyrå utarbeider flere alternative befolkningsframskrivninger hvor hvert alternativ beskrives etter de fire kategoriene: fruktbarhet, levealder, innenlandsk flytting og innvandring. Disse rangeres etter M = middels, L = lav og H = høy. MMMM er deres hovedalternativ [5].

Rykk: Ved for stor forskjell i varierende rampestigning reduseres kjørekomforten.

Sentrifugalakselerasjon: Sentrifugalakselerasjon er akselerasjonen eller forandring i hastighet som produseres av et legeme som beveger seg i en sirkulær bane [6].

Sentripetalkraft: Den kraften som virker innover mot krumningscenteret når et legeme er i bevegelse i en krum bane [7].

Takting: Innebærer at transportmidlene fordeles jevnt utover timen, slik at de kommer med jevne mellomrom og ikke i puljer. Dette gir en mindre ventetid ved holdeplass [8].

Innholdsfortegnelse

Forord.....	I
Sammendrag	II
Abstract	III
Ordforklaringer.....	IV
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.1.1 Oppgavebeskrivelse og problemstilling.....	1
1.1.2 Avgrensninger	1
1.2 Formål/hensikt	1
1.3 Metode.....	2
1.3.1 Kvantitativ og kvalitativ metode.....	2
1.3.2 Metodevalg	3
2 Litteraturstudie	4
2.1 T-banens historie og utvikling	4
2.2 T-banen i dagens samfunn	5
2.2.1 T-banens rolle og oppgaver	5
2.2.2 Sikkerhet.....	5
2.3 Teknisk regelverk for T-bane	6
2.3.1 Systemets oppbygging.....	6
2.3.2 Traséring.....	6
2.3.3 Horisontaltrasé.....	7
2.3.4 Hastigheter	7
2.3.5 Sporavstander	8
2.3.6 Krav til plattform	8
2.3.7 Krav til stigning ved omlegging.....	8
2.4 Universell utforming.....	8
2.4.1 Krav fra TEK 17	8
2.3 Kollektivtransport i Oslo	9
2.4 Kollektivtilbud i fremtiden.....	9
2.5 Kollektivt knutepunkt	10
2.6 Behov for utbedringer	11

2.6.1	Befolkningsvekst.....	11
2.6.2	Kapasitet.....	11
2.6.3	Oppgradering og vedlikehold	12
2.7	Homansbyen	13
2.7.1	Beliggenhet.....	13
2.7.2	Historie	13
2.7.3	Kollektivknutepunkt i Homansbyen	14
2.8	Tidligere forslag fra Sporveien fra 1996	15
2.8.1	Trafikkberegninger for ny T-banestasjon	17
2.8.2	Skrinlagt.....	17
2.9	Verneproblematikk.....	18
2.10	T-banestasjoner i andre europeiske byer	19
2.10.1	København.....	19
2.10.2	Brussel	21
3	Silingsprosess	22
3.1	Siling	22
3.2	Silingskriterier.....	22
3.3	Alternativsvurderinger	23
3.3.1	Alternativ 1	23
3.3.2	Alternativ 2	25
3.3.3	Alternativ 3	27
3.3.4	Alternativ 4	29
3.3.5	Alternativ 5	31
3.4	Sammendrag av alternativs vurderinger	33
3.4.1	Forkastede alternativ	33
3.4.2	Alternativ for videreføring.....	34
4	Videre utredelse av alternativ 1, 4 og 5	35
4.1	Grunnforhold i Homansbyen.....	35
4.1.1.	Geologiske forhold	35
4.1.2	Vann og avløp.....	36
4.2	Forutsetninger for videre vurdering.....	37
4.3	Alternativ 1	38
4.3.1	Kollektivt knutepunkt	39
4.3.2	Sporgeometri.....	40

4.3.3 Terrenginngrep.....	40
4.3.4 Hastighet	41
4.3.5 Byggeprosess.....	41
4.3.6 Kostnader og nytteverdi.....	41
4.4 Alternativ 4.....	43
4.4.1 Kollektivt knutepunkt.....	44
4.4.2 Sporgeometri.....	44
4.4.3 Terrenginngrep.....	45
4.4.4 Bilfritt område	45
4.4.5 Hastigheter.....	46
4.4.6 Byggeprosess.....	47
4.4.7 Kostnader og nytteverdi.....	47
4.5 Alternativ 5.....	48
4.5.1 Kollektivt knutepunkt.....	48
4.5.2 Sporgeometri.....	49
4.5.3 Terrenginngrep.....	50
4.5.4 Hastighet	50
4.5.5 Byggeprosess.....	51
4.5.6 Kostnader og nytteverdi.....	51
5 Diskusjon, konklusjon og videre arbeider	52
5.1 Diskusjon	52
5.2 Konklusjon	55
5.3 Videre arbeider	55
Referanser	56
Vedlegg.....	64

Figurliste:

Figur 1 Systemets oppbygging [20]	6
Figur 2 Oversikt over planlagte linjer [40]	12
Figur 3 Kart over Homansbyen [43]	14
Figur 4 Alternativer for plassering av plattform [47]. Vedlegg C1 for bedre oppløsning.	16
Figur 5 Plattformsløsning [47]. Vedlegg C2 for bedre oppløsning.....	17
Figur 6 Nørreport stasjon [63].....	20
Figur 7 Oversikt over plassering for Alternativ 1	23
Figur 8 Oversikt over plassering for alternativ 2	25
Figur 9 Oversikt over plassering for alternativ 3	27
Figur 10 Oversikt over plassering for alternativ 4	29
Figur 11 Oversikt over plassering for alternativ 5	31
Figur 12 Løsmasser i indre by av Oslo [71]	35
Figur 13 Terrengprofil mellom Nationaltheatret og Majorstuen [72].....	36
Figur 14 Oversikt over omtrentlig plassering av adkomst og plattform for alternativ 1.....	38
Figur 15 Utstrekning for hver adkomst med radius 50 m	39
Figur 16 Oversikt over omtrentlig plassering av adkomst og plattform for alternativ 4.....	43
Figur 17 Utstrekning for hver adkomst med en radius på 50 m.....	44
Figur 18 Bilfri strekning	46
Figur 19 Oversikt over omtrentlig adkomst og plattform for alternativ 5	48
Figur 20 Utstrekning for hver adkomst med en radius på 50 m.....	49

Tabelliste:

Tabell 1 Karakterskala	22
Tabell 2 Silingstabell for alternativ 3	24
Tabell 3 Silingstabell for alternativ 2	26
Tabell 4 Silingstabell for alternativ 3	28
Tabell 5 Silingstabell for alternativ 4	30
Tabell 6 Silingstabell for alternativ 5	32
Tabell 7 Sammendrag av vurderinger	33
Tabell 8 Kjøretider for eksisterende trasé.....	37
Tabell 10 Kjøretider for alternativ 1	41
Tabell 11 Kjøretider for alternativ 4	46
Tabell 12 Kjøretider for alternativ 5	50

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

1.1.1 Oppgavebeskrivelse og problemstilling

På strekningen mellom T-banestasjonene ved Majorstuen og Nationaltheatret er det per dags dato ingen stasjon. Oppgaven skal derfor ta for seg ulike stasjonsløsninger i Homansbyen med terminal i dagen, bakkenivå, og stasjon under. En sentral problemstilling til oppgaven er *“Hvordan kan man best utarbeide en ny T-banestasjon i Homansbyen i forhold til eksisterende trasé og øvrig kollektivtrafikk?”*. I denne sammenheng må flere alternativer for stasjonsløsninger vurderes, samt beliggenheten av disse.

1.1.2 Avgrensninger

Gjennom arbeid med oppgaven erfarte gruppen at det valgte emnet raskt ble omfattende. Uten bestemte avgrensninger ville oppgaven overskride hva som forventes gjennom en bacheloroppgave på 20 studiepoeng og dens estimerte tidsforbruk på 500 timer per person. For å avgrense oppgaven er vurderinger av alternativene hovedsakelig blitt gjort på grunnlag av reisetid, kollektivt knutepunkt og krav fra teknisk regelverk. I tillegg er det i tidlig fase valgt ut bestemte silingskriterier for å eliminere hvilke forslag som anbefales videreført. Gjennom arbeid med trasévalg er hvert alternativ prosjektert i AutoCAD og modellert i Novapoint, hvorav tekniske krav for sporgeometri er blitt fulgt via Sporveiens regelverk. For estimering av hastighet er kalkuleringsprogrammet OpenTrack brukt med bistand fra fagpersonell i COWI. På bakgrunn av manglende informasjon og kompetanse er det ikke valgt å gå i dybden på faktorer som grunnforhold og kostnader, men kostnader vil omtales kvalitativt. Dette er imidlertid sentrale punkter og områder som må ses på ved videre arbeider.

1.2 Formål/hensikt

Hensikten med oppgaven er å utarbeide og vurdere ulike stasjonsløsninger for Homansbyen T-banestasjon. Hovedmålet er å komme frem til en anbefalt løsning som vil øke dekningsgraden til eksisterende T-banenett, åpne for bedre fremkommelighet og skape et optimalt kollektivknutepunkt. Grunnlaget for anbefalt løsning kommer frem ved vurdering og diskusjon av de ulike alternativene som er utarbeidet. Det vil videre konkluderes med valgt løsning og bli gitt en anbefaling for videre nødvendig arbeid.

Delmålene kan oppsummeres som følgende:

- Beskrive T-banens rolle i samfunnet og fremtidige planer
- Foreslå ulike alternativer til stasjonsløsning i Homansbyen
- Vurdere de ulike alternativene på bakgrunn av valgte silingskriterier
- Diskutere de videreførte alternativene opp mot hverandre

1.3 Metode

1.3.1 Kvantitativ og kvalitativ metode

Innen forskning skilles kvantitativ og kvalitativ metode først og fremst på bakgrunn av de data som samles inn og analyseres [9]. Kvantitativ metode vektlegger mengde og viser til noe som er målbart, kvantifiserbart. Metoden brukes blant annet for å finne ut hvor utbredt noe er og dataene samles gjerne i tabeller og grafer. Fordelene ved bruk av denne metoden er at den er godt egnet til å sammenligne og analysere store mengder data. Ulempene med å tilegne seg kunnskap med kvantitativ metode er at man ikke får noe informasjon om bakgrunnen for svarene [10]. For å besvare slike spørsmål må en benytte seg av kvalitativ metode.

Kvalitativ metode viser til informasjon som ikke kan tallfestes og vektlegger betydning og innhold [10]. Ved denne metoden blir det forsket mer i dybden og det interessante er å finne svar på hvorfor noe er som det er. Informasjonen som det blir forsket på presenteres gjerne som tekst og viser både hva som er blitt funnet ut og hvordan det tolkes [10]. Fordelen ved bruk av denne metoden er at man får en mer helhetlig forståelse via innsikt i andres tanker og følelser. Ulempene ved kvalitativ metode er at det ikke gis et fasitsvar fordi ting kan oppleves annerledes fra person til person [10]. Det er derfor vanskelig å vurdere om svarene en får kan oppleves likt for andre enn akkurat de som er blitt snakket med eller de som er blitt observert.

Kvantitative og kvalitative metoder utfyller hverandre og det blir stadig mer vanlig å kombinere disse i et og samme prosjekt. Dette betegnes som «*Mixed methods design*» [11]. Informasjonen fra den kvalitative metoden vil kunne bidra til å forstå og se sammenhenger ved de kvantitative resultatene. Denne tilnærmingen kan begrunnes ved at resultatene fra den kvantitative metoden skaper et generelt bilde av forskningsproblemet, mens en nærmere analyse og vurdering av kvalitative data trengs for å gi en bredere forståelse eller forklare det generelle bildet [12].

1.3.2 Metodevalg

Generelt gjennom oppgaven har det blitt brukt en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode for gjennomføring av litteraturstudie, studie av tidligere planer, innhenting av statistikk og tekniske retningslinjer for jernbane. Litteraturstudie og bruk av sekundærlitteratur har bidratt til å komme dypere inn i teorien som skal analyseres og har dermed gitt oppgaven mer faglig tyngde. Det vil også i forbindelse med oppgaven bli brukt rapporter og annet materiale som ikke er offentlig tilgjengelig, samt grunnlagsdata utdelt av COWI. Dette har gitt gruppen inspirasjon til egne løsninger og har vært til stor hjelp under arbeidet med oppgaven. For en bedret situasjonsforståelse av området har gruppen vært på flere befaringer.

2 Litteraturstudie

2.1 T-banens historie og utvikling

Den eldste tunnelbanen i verden er London Underground og ble åpnet i 1863 [13]. 35 år senere, i 1898, kom første forstadsbane til Norge med avgang mellom Holmenkollen og Majorstuen. På denne tiden gikk all trafikk i dagen og vognene lignet mer på det som vi i dag kaller for trikk. Forstadsbanene hadde likevel større kapasitet og sporene fulgte andre og lengre strekninger [14]. Som en følge av økning i innbyggertall ved Oslos nabokommuner, ble det tidlig på 1900-tallet opprettet blant annet Lilleakerbanen (1919), Østernbanen (1926) og en forlengelse av Holmenkollbanen (1916) [15]. Disse ble også bygget mer eller mindre som "blåtrikker", selv om arbeidet mot undergrunnsbanebygging allerede startet i 1912 [14].

Forstadsbanene fortsatte å bygges i dagen helt frem til 1928 da Skandinavias første tunnelbane ble åpnet i Oslo [14]. Det var tunnelen mellom Majorstuen og Nationaltheatret som var klar for drift og som også er aktiv den dag i dag. I følge Knut Wisthus Johansen, Sporveien, var det i utgangspunktet planlagt en stasjon i Homansbyen, men grunnet ras under bygging ble stasjonen lagt til Valkyrien istedenfor. Som en følge av å legge sporene under bakken kunne man prosjektere bredere spor og vogner, samt mer oversiktlige og sikrere plattformer [15]. Hastigheten vognene kunne holde steg også betraktelig, og folk kom seg raskere inn til sentrum. Vognene lignet likevel fortsatt mye på trikken og hadde blant annet strømforsyning fra luftledning via taket.

Etter 2. verdenskrig begynte engasjementet for T-baneutbygging å vokse og fokuset på videreutvikling av det tekniske systemet sto sentralt. Det hadde lenge vært snakket om et T-banenett med fire grenlinjer, og da det ble opprettet et eget plankontor for T-baneutbygging, vedtok bystyret i 1954 at dette skulle bygges [15]. På dette tidspunktet var det Sporveien som sto for mye av T-baneutbyggingen og selskapet overtok også driften av blant annet Ekeberg- og Holmenkollbanen i slutten av 1960-årene [14]. Det nye T-banenettet ble tatt i bruk i 1966 og ferdigstilt i 1970 med de fire østlige banene; Østern-, Lambertseter-, Grorud- og Furusetbanen [16]. De nye banene var revolusjonerende med bruk av ny teknologi, der det ble benyttet strømskinne fremfor luftledning. Videre var ønsket å slå sammen vest- og øst banene til en felles tunnel og endestasjon, men forskjellen i teknologibruk gjorde dette vanskelig. Sammenslåingen skjedde ikke før i 1987 da det ble gjort en utvidelse av sentrum stasjon med ny åpning, under navnet Stortinget [16]. Det var imidlertid ikke gjennomgående trafikk på stasjonen i øst og vestgående retning, før linjen Sognsvann-

Bergkrystallen ble åpnet i 1993 [16]. I løpet av 1990-tallet ble det også gjort en rekke ombygginger av de eldre linjene for å følge opp den moderniserte T-banestandarden.

Etter mange år med drift begynte T-banen å få en god struktur og linjene arbeidet mer på tvers av hverandre, noe som også økte banens kapasitet. Flere mennesker kunne dra nytte av de samme linjene og nettverket ga derfor en mye større dekningsgrad enn det tidligere hadde gjort. I 2003 begynte også arbeidet med dagens T-banering, Ringen, som ble ferdigstilt i 2006. Gjennom Ringen ble det knyttet flere stasjoner til hver linje og kapasiteten utvidet seg ytterligere [16].

2.2 T-banen i dagens samfunn

2.2.1 T-banens rolle og oppgaver

Helt siden Oslo i 1875 fikk sitt første svar på kollektivtilbud i form av hestesporvei, har kollektivtrafikken hatt en stor og voksende betydning for Oslos befolkning [14]. I dag fraktes det hele 106 millioner mennesker av T-banen hvert år [16]. Det er derfor viktig at dette skjer på en effektiv og trygg måte, men også at miljøet og naturen rundt blir tatt vare på. T-banens eksistens er i seg selv et stort tiltak mot en grønnere by og utfordringen ligger derfor i å få en større andel av befolkningen til å aktivt bruke tilbudet. For å nå ut til flest mulig er det viktig at alle brukergrupper blir inkludert og at det holdes et fokus på universelt utformede løsninger. T-banen skal fronte et sunnere alternativ for både by og mennesker. Faktorer som reisetid, pålitelighet, økonomi og ikke minst sikkerhet er derfor avgjørende for at brukerne vil benytte seg av kollektivtilbudet og dermed bidra til et grønnere Oslo [14].

2.2.2 Sikkerhet

T-banen er blant de sikreste transportsystemene i Norge, og Sporveien har et stort fokus på trygge og effektive reiser med god kvalitet til alle reisende. God sikkerhet avhenger av at transportsystemene utarbeides i tråd med lover og forskrifter. Det er Statens jernbanetilsyn (SJT) som skal påse at jernbanevirksomhetene, inkludert trikk og T-bane, etterlever relevant sikkerhets- og beredskaps regelverk [17]. SJT sine nettsider viser blant annet til Jernbaneloven, Sikringsforskriften, Jernbaneansvarsloven og Kravforskriften som alle er viktige lover og forskrifter innen T-bane og sporvei. Norge har også krav til å følge internasjonale regler, som for eksempel EØS-avtalen [18]. Sporveien fremmer i tillegg sikkerheten blant de reisende ved praktisering av en åpen sikkerhetskultur som fremmer rapportering av avvik, og tar initiativ til forbedringer [19].

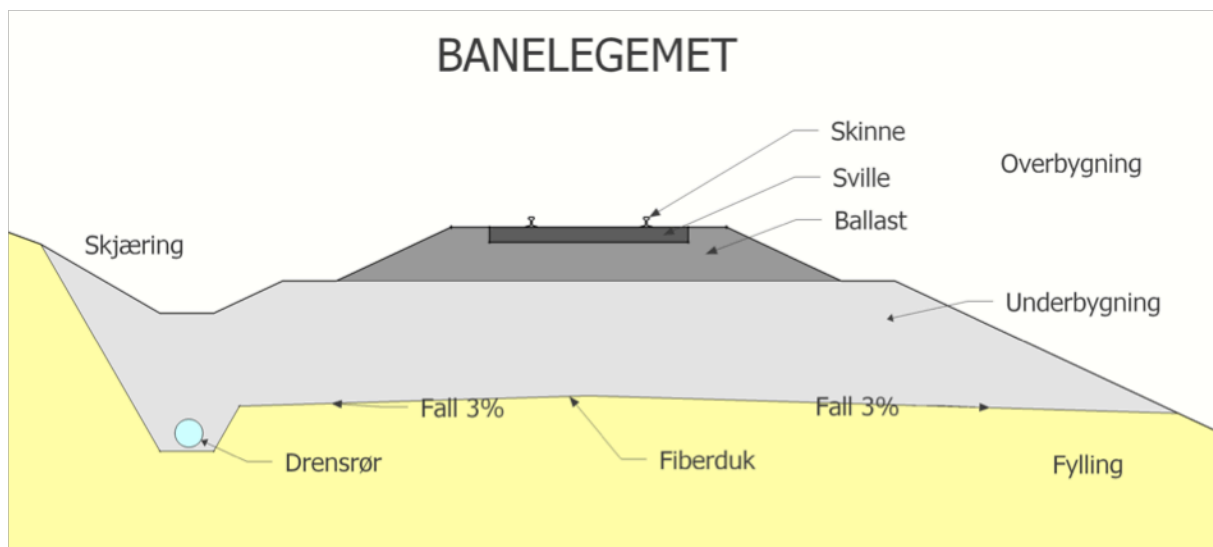
2.3 Teknisk regelverk for T-bane

Teknisk utforming av T-banetraséer og T-banestasjoner gjøres ut fra Sporveiens tekniske regelverk. Regelverket inneholder krav for prosjektering, bygging og vedlikehold og skal ifølge regelverket sikre at:

- *All prosjektering og utarbeiding av planer skal følge alle til enhver tid gjeldende lover og forskrifter*
- *All bygging skal skje i henhold til nasjonale og internasjonale standarder og i henhold til prosjektets spesifikasjoner.*
- *Alt vedlikehold som utføres for å sikre utstyrets levetid, blir utført i henhold til produsentenes anbefalinger og Sporveiens erfaring [20].*

2.3.1 Systemets oppbygging

Sporets overbygning har en oppbygging som vist under i figur 1. Det innebærer sporets trasé med skinner, sviller, sporveksler, skjøter, skinnebefestigelse og ballast, hvor alle komponentene er tilpasset togenes form og aksiallast [20]. Overbygningen sikrer en sikker drift med god kjørekomfort.



Figur 1 Systemets oppbygging [20]

2.3.2 Traséring

Ved prosjektering av ny trasé er det viktig å ta hensyn til topografien i området slik at sikkerhet, komfort og vedlikeholdsbehov tilfredsstiller tekniske krav. Traséen skal gi et lavt vedlikeholdsbehov

og høy komfort. Dersom prosjektering av ny trasé omfatter uforholdsmessig store investeringer kan bruk av lavere traséstandard tillates. Teknisk regelverk anvender begrepene "normale trasékrav" og "minste trasékrav". Ifølge regelverket skal all prosjektering tilstrebes å bruke normale krav.

2.3.3 Horisontaltrasé

Overhøyde i sirkelkurvene kan redusere sentrifugalakselerasjonen, som kommer av sentripetalkraften som virker på toget i sirkelkurver, og medfører fare for avsporing og velting [21].

Manglende overhøyde vil oppstå dersom overhøyden er lavere enn hva sporgeometrien krever. Dette kan oppstå dersom hastigheten blir høyere enn hva sporene er dimensjonert for. Manglende overhøyde kan føre til økt skinnslitasje på øvre skinne grunnet flenskontakt mellom hjul og togskinne [22]. Dersom manglende overhøyde overskrider 200 mm vil det være fare for deformasjon av sporet, ved over 300 mm fare for avsporing og ved over 400 mm fare for at vognene velter [22].

Overgangskurvene dimensjoneres med tanke på rampestigning, rampestigningshastighet og rykk. Dersom rampestigningen overskrider vil det kunne oppstå fare for avsporing. Rampestigningshastigheten og rykk vil hovedsakelig være dimensjonerende av hensyn til komfort [22]. (Vedlegg A1).

2.3.4 Hastigheter

2.3.4.1 Største hastighet på grunn av sporets geometri

Tillatt maksimal hastighet bestemmes ut fra sporgeometri og materialtekniske egenskaper. I forhold til sporgeometri varierer hastigheten med type kurve [20].

2.3.4.2 Hastighet i kurver

Maksimal kurvehastighet beregnes med følgende formel:

$$V = 0.291 x \sqrt{R x (h + I_{maks})}$$

der V er hastighet (km/t), R er radius (m), h er overhøyde (mm) og I_{maks} er maksimal manglende overhøyde (mm) [20].

Ved dimensjonering etter normale krav fra teknisk regelverk (Tabell 8) med radius på 300 m, maksimal overhøyde på 120 mm og etter minimumskravet for manglende overhøyde I_{maks} på 100 mm vil maksimal kurvehastighet være på 74,8 km/t.

2.3.5 Sporavstander

Ifølge Sporveiens Tekniske regelverk kapittel 2.5.1.1 *Sporavstand på linjen* er normalkravet til minste sporavstand på rettlinje 4,00 m fra spormidt til spormidt [20].

2.3.6 Krav til plattform

Ifølge Sporveiens tekniske regelverk kapittel 13.2 er det normalkrav om plattformlengde på 120 m, og et minimumskrav på 116 m [20]. Avstand til nærliggende spor skal være 1,67 m [20].

2.3.7 Krav til stigning ved omlegging

Ifølge regelverket, når prosjektet gjelder en linjeomlegging, skal stigning og fall ikke være større enn for den eksisterende bane [20]. (Vedlegg A2).

2.4 Universell utforming

Universell utforming handler om å tilrettelegge for flest mulig mennesker uavhengig av deres funksjonsevne [23]. Som det står i Likestillings- og diskrimineringsloven § 17: *“Med universell utforming menes utforming eller tilrettelegging av hovedløsningen i de fysiske forholdene, inkludert informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT), slik at virksomhetens alminnelige funksjoner kan benyttes av flest mulig, uavhengig av funksjonsnedsettelse”* [24].

2.4.1 Krav fra TEK 17

Ifølge TEK 17 § 12-3 er det krav om heis i offentlige byggverk med to eller flere etasjer. Det er krav til at minst en av heisene skal ha innvendig størrelse på minimum 1,1 m x 2,1m [25]. Ifølge § 12-16 skal en rampe ha en bredde som er tilpasset forventet transport med minimumsbredde på 0,9 m [26]. Når rampen fungerer som rømningsvei gjelder andre krav til bredde, rangert etter brannklasse. T-banestasjoner kommer inn under brannklasse 4 og må ha en fri bredde på minimum 1,2 m [27]. En rampe kan maksimum ha stigning 1:15 og må ha et jevnt og sklisikkert dekke [26]. I tillegg skal det være et hvileplan med lengde på minimum 1,5 m for hver 1,0 m høydeforskjell [26]. Rampens begynnelse må være markert med luminanskontrast i hele rampens bredde på minimum 0,8 m [26]. Rulletrapper og heiser kan ikke brukes som rømningsveier og skal stoppes på en sikker måte ved brannalarm. Rømningsveier skal utføres som egen branncelle og føre til terreng eller brannseksjon [28].

Homansbyen stasjon vil følge krav til universell utforming etter TEK 17. Både heiser og ramper vil bli dimensjonert større enn minimumskrav da de skal brukes av mange mennesker. God plass og et jevnt underlag vil være viktig, i tillegg til bruk av ledelinjer og lys. Som informasjonskilde skal stasjonen ta i bruk store skjermene i tillegg til audio for å nå ut til både hørselshemmede og svaksynte.

Før rulletrappen starter skal det ligge en lyslinje. Fargen på lyslinjen indikerer riktig eller feil retning, ved fargene rød og grønn. I dagen vil adkomstene ha heis, i tillegg til trapp eller rampe ned. Under bakken vil det være et hvileplan med rulletrapper og heis ned til plattform. I tilfelle brann vil de med nedsatt funksjonsevne kunne oppholde seg i et brannsikkert rom, slik det er gjort ved blant annet Løren stasjon (Vedlegg B).

2.3 Kollektivtransport i Oslo

Kollektivsystemet i Oslo betjenes av både buss, trikk, T-bane, jernbane og båt. I sammenligning med andre norske storbyer har Oslo landets beste kollektivtilbud [29]. Den nasjonale reisevaneundersøkelsen fra 2014 viser 37% kjørende, 26% kollektivreisende, 5% syklende og 32% gående [29].

En undersøkelse fra Oslo Kommune viser en stadig økning i antall kollektivreiser, hvor T-banen er det transportmiddelet som har hatt størst økning de siste årene. I 2016 hadde T-banen flest kollektivreiser med 106 millioner reiser i Oslo mot henholdsvis 93 og 53 millioner kollektivreiser med buss og trikk [30]. Til sammenligning hadde T-banen rundt 94 millioner reisende i Oslo i 2015, noe som ga en økning på 11,7 prosent året etter [31].

Dagens T-banesystem har 5 linjer fordelt på 101 stasjoner med varierende avganger fra hvert 6. til 15. minutt [32]. Noen linjer er tilpasset rushtrafikken og har hyppigere avganger i denne perioden. T-banen har relativt god flatedekning, men de fleste holdeplassene er utenfor ring 2. Områder som Grünerløkka, St Hanshaugen, Bislett og Homansbyen har ikke gjennomkjørende T-bane og betjenes kun av buss og trikk.

2.4 Kollektivtilbud i fremtiden

Som det fremkommer i rapporten M2016 fra Ruter, er hovedfokuset for kollektiv fremtid å utvikle en bærekraftig byregion [33]. At tiltak må iverksettes for å sikre en bærekraftig fremtid er et allment kjent tema og noe det arbeides jevnlig med både politisk og hos aktører innen kollektivtransport. Ruter legger hvert fjerde år frem en strategi for kollektivtrafikken [33]. Ved den seneste versjonen er det lagt stort fokus på hvordan det kollektive tilbudet skal utvikles fra kollektivtrafikk til mobilitetsløsninger [33]. Dette er også noe det legges stort fokus på i Oslopakke 3 som er utarbeidet i samarbeid med Statens Vegvesen, Jernbanedirektoratet, Oslo kommune og Akershus fylkeskommune. For 2019 er det satt et mål om en reduksjon i biltrafikk gjennom bomsnittene på 15 prosent sammenlignet med 2016 [34].

Oslo sentrum har en tett bebyggelse og reiselengdene blir derfor korte. Ved spesielt rush-tider oppleves det til stadighet kødannelser i sentrum, noe som fører til forsinkelser og ikke minst frustrasjon for de reisende. Bilen har lenge vært et folkekjært fremkomstmiddel, og det er derfor viktig å iverksette tiltak som gjør det lettere og mer attraktivt å velge kollektivt [34]. Ruter er opptatt av å se forskjellige transportmidler i tettere sammenheng, og arbeider for å utvikle et velfungerende og brukervennlig samspill mellom disse [33].

For å bevege seg vekk fra bilbruk og i retningen av mer kollektiv fremkommelighet, har Ruter satt opp ti veiledende punkter i sitt strategidokument. Ved å blant annet gi kundene mer valgmuligheter, utnytte teknologiutviklingen og fortette sentrale knutepunkter, er målet at kollektivtrafikken skal ta veksten fra persontrafikken. I tillegg vil det å skape et sterkere samspill mellom gange, sykling og kollektivtransport, samt korte ned planprosesser, være effektive tiltak [33]. Under ett av punktene i M2016 nevner også Ruter at det er et ønske om at Oslo skal bli en "Trikkeby". Trikkesystemet må da oppgraderes, i tillegg til at det må tilrettelegges for enklere overgang mellom sykkel, buss og trikk ved terminal og stoppesteder. For å gi trikken et større spillerom og dermed også en bedre funksjon, er man avhengig av at bilen gjøres mindre synlig. Med færre biler, og til dels bilfrie gater, åpner det opp for mer attraktive og miljøvennlige sentrumsgater [34]. En modernisering av bussen står også sentralt i strategien. Bussene skal gjøres mer miljøvennlige og betjene knutepunktene effektivt og med høy frekvens [33]. I Oslopakke 3 rettes også et fokus mot kollektivtrafikk hvor sikkerhet og universell utforming er sentrale elementer [34].

Som det siste, og avgjørende punktet for gjennomføring, har Ruter satt opp finansiering. Ruter tror en ny finansieringspakke vil være nødvendig for å nå gjennom med de målene som er satt for kollektivtrafikkens fremtid. I tillegg til regional og statlig finansiering vil bilister og kollektivtrafikanter også måtte bidra for å skape en sterkere gjennomføringskraft [33]. Oslopakke 3 som gjelder for perioden 2017-2036, har satt av over tre milliarder kroner og er en stor bidragsyter mot et styrket kollektivtilbud med høy frekvens, stor kapasitet og økt pålitelighet [34].

2.5 Kollektivt knutepunkt

Et kollektivknutepunkt defineres som *“En holdeplass for to eller flere kollektive transportmidler med høy frekvens i rush”* [35]. Med høy frekvens menes minimum 10 minutter for buss, 15 minutter for bane og 30 minutter for tog ifølge Veiviser i kommunal miljøforvaltning. I tillegg skal knutepunktets senter ha en utstrekning på maks 200 m [36]. For å oppfylle kravene for hva som betegnes som et

meget godt knutepunkt bør ikke avstanden fra et kollektivtilbud til et annet, være på mer enn 50 m [36]. Med korte avstander vil det bli enklere og mer effektivt å bytte transportmiddel.

Transportøkonomisk Institutt (TØI) analyser viser at trafikantene opplever bytte av transportmiddel som en ulempe [37]. Den ulempen dette medfører kan reduseres ved ett godt utformet kollektivknutepunkt. Rapporten "Fakta om kollektivtransport" utarbeidet av TØI viser at gangtid, ventetid og byttetid verdsettes dobbelt så høyt som den totale reisetiden [38].

Det ble også gjennomført en reisevaneundersøkelse i 2013/2014 som viser at de som benytter seg mest av kollektivtrafikk er de som har tilbudet i nærheten og med hyppige avganger [29]. Dette er derfor viktige elementer i planlegging av nytt kollektivknutepunkt.

2.6 Behov for utbedringer

2.6.1 Befolkningsvekst

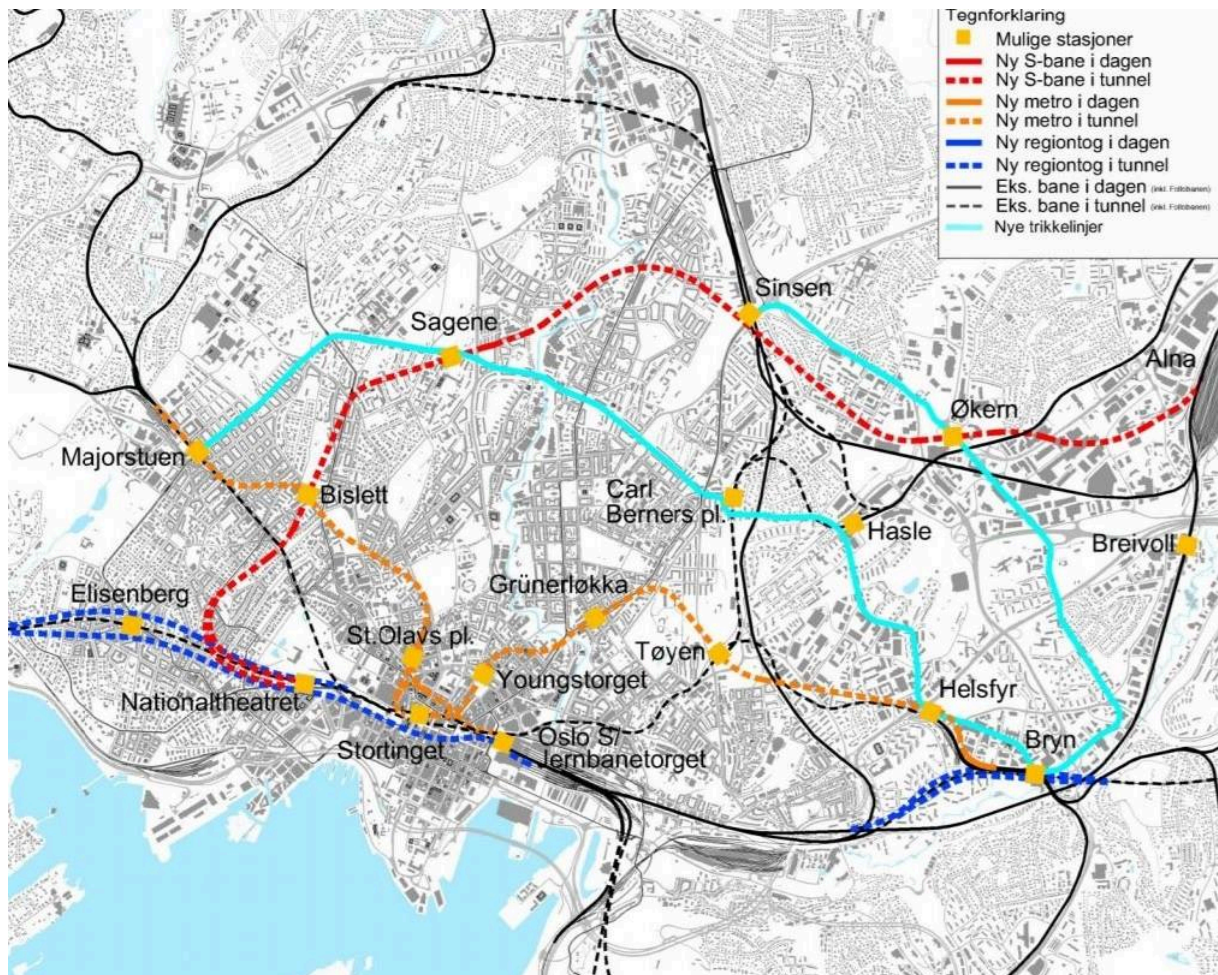
Statistisk sentralbyrås (SSB) befolkningsframskrivninger viser en kraftig økning i befolkningen i årene fremover. I siste kvartal av 2017 var folketallet i Norge nærmere 5,3 millioner, hvorav 673 469 var boende i Oslo [39]. Ifølge SSBs hovedalternativ "MMMM" vil Norge passere 6 millioner innbyggere etter år 2030 [5]. Dette vil være den raskeste befolkningsveksten i Norges historie.

Den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU) utarbeidet av TØI for 2013/2014 viser til økning av kollektivreiser de siste årene [29]. Undersøkelsen fra TØI viser også sammenligning mellom de fire største byene i landet der Oslo kommer ut med høyest kollektivandel, best kollektivtilbud og dårligst tilgang på bil [29]. Med forventet økning i andel befolkning, samt en sentralisering mot urbane strøk, vil det være behov for å utvide eksisterende kollektivtilbud.

2.6.2 Kapasitet

KVU Oslo-Navet er en konseptutredning for økt transportkapasitet i Oslo. Ifølge utredningen vil eksisterende sentrumstunnel dekke kapasitetsbehovet frem til 2028 [40]. Dagens fellesstrekning har en kapasitet på 32 tog per time i østgående retning og 28 tog per time i vestgående retning. Ifølge utviklingssjef i Sporveien, Knut Wisthus Johansen, er årsaken til redusert kapasitet i vest, at kobling av baner inn på Majorstuen stasjon fra vestgående retning krever større tidsluker. Kapasiteten utnyttes i dag til det maksimale og det vil derfor være behov for utbedring av eksisterende sentrumstunnel for å møte økt etterspørsel de neste årene. Som en løsning for sprengt kapasitet er det planlagt en ny sentrumstunnel fra Majorstuen via Stortinget til Bryn. Figur 2 viser med oransje

farge hvor den nye sentrumstunnelen er planlagt med nye stasjoner på Bislett, St. Olavs plass, Youngstorget og Grünerløkka [41]. Som et resultat av dette vil T-banekapasiteten gjennom sentrum av Oslo doubles.



Figur 2 Oversikt over planlagte linjer [41]

KVU Oslo-Navet ønsker også at dagens lokaltog skal utvikles til å bli et S-banesystem [40]. S-banen vil være en såkalt "storbybane" med hyppigere avganger og større kapasitet. Togene kjøres på jernbanespor, men vil i likhet med T-banen ha mange dører for rask av- og påstigning. Som vist i figur 2 med rød farge, er mulige stasjoner lagt ved Alna, Økern, Sinsen, Sagene, Bislett og Nationaltheatret. Ved å koble S-banen til eksisterende T-banestasjoner avlastes også kapasiteten på T-banenettet.

2.6.3 Oppgradering og vedlikehold

Det er stort behov for å oppgradere og modernisere T-banenettet i Oslo [34]. I samarbeid med Sporveien utarbeider Ruter forslag til prioriteringer. Oppgradering og modernisering av T-banenettet er estimert til 13 milliarder kr i perioden 2018-2036 [34]. Aktuelle tiltak gjelder blant annet fellesstrekningen i eksisterende sentrumstunnel Majorstuen-Tøyen. Dersom planlagt vedlikehold og

oppgradering ikke gjennomføres vil dette kunne medføre redusert frekvens og i verste fall stengte T-banestrekninger [34].

Med forventet etterspørselsvekst er det nødvendig å utvide eksisterende T-banetilbud. I oppdrag fra Ruter har Sporveien arbeidet med å utvikle et nytt signal- og sikringsanlegg for hele T-banenettet [42]. Det nye systemet vil basere seg på CBTC-teknologi (Communication-Based Train Control) der systemet benytter seg av telekommunikasjon og radio for å informere om togenes nøyaktige posisjon. Dette vil bidra til mer effektiv trafikkavvikling, økt hastighet og sikrere togframføring [43].

Et nytt signal- og sikringsanlegg vil kunne opprettholde T-banens konkurransekraft frem til ny sentrumstunnel er på plass. Det nye anlegget vil ifølge Oslopakke 3 øke kapasiteten gjennom eksisterende sentrumstunnel med inntil åtte tog per time. Ved KS2 ble forventet kostnad beregnet til om lag 4 milliarder kroner [34]. Ifølge konseptvalgutredningen (KVU) er samfunnsnyttene av investeringen beregnet til å være nær 1,6 høyere enn den estimerte kostnaden [34].

2.7 Homansbyen

2.7.1 Beliggenhet

Homansbyen tilhører bydel Frogner og ligger nord for slottsparken, vest for Bislett og øst for Uranienborg som vist i figur 3 [44]. Området består av blant annet villaer med historie helt tilbake fra slutten av 1800-tallet [45]. Homansbyen har også flere nærings- og forretningsvirksomheter som hovedsakelig er lokalisert langs Hegdehaugsveien og videre oppover Bogstadveien. Dagens kollektivtilbud består av gjennomgående bussrute via Josefines gate og trikk i Hegdehaugsveien.

2.7.2 Historie

Homansbyen er oppkalt etter brødrene Jacob og Henrik Homan som var villabyens grunnleggere [45]. I 1885 brøt det ut en stor brann i Kristiania hvor over tusen mennesker ble husløse [46]. Kort tid etter utarbeidet brødrene sine byggeplaner for området i Homansbyen. Som arkitekt for villaene, som alle skulle være forskjellige, ble Georg Andreas Bull engasjert. Det var han som stod for det arkitektoniske frem til 1866 da Paul Due, Wilhelm von Hanno og Bernhard Steckmest tok over [45]. I løpet av 40 år ble det reist over 40 villaer i murstein [46]. Dette gjorde Oslo til den første byen i Skandinavia som fikk en villaby. Homansbyen er også historisk ved at Norges første hestesporvei gikk gjennom Kristiania sentrum og opp til Homansbyen. Flere av de omtalte gatene i oppgaven har også en historisk tilknytning slik som Oscars gate som er oppkalt etter den norsk-svenske Kong Oscar 1. og Josefines gate oppkalt etter den daværende dronningen [46].



Figur 3 Kart over Homansbyen [44]

2.7.3 Kollektivknutepunkt i Homansbyen

Homansbyen kan allerede anses som et kollektivknutepunkt da både 21-bussen og 11-trikken har holdeplass i området og høy arealutnyttelse med tett bebyggelse og variert næring. Bussen og trikken har høye frekvenser, men nåværende takting kan forbedres. Trikken har en hyppighet på hvert 10. minutt, mens bussen går ca. hvert 5. minutt [32]. Tidene varierer en del i forhold til når på døgnet de kjører.

En ny T-banestasjon vil føre til at Homansbyen blir et betraktelig større kollektivknutepunkt. Dette kan medføre et utvidet kollektivtilbud, i tillegg til butikker, arbeidsplasser og boliger. I området er de fleste bygninger og parker vernet etter Plan- og bygningsloven. Sannsynligheten for at det vil komme opp nye bygninger som følge av knutepunktet er derfor liten. En mer sannsynlig reaksjon på T-banestoppet er en utskiftning i bruken av bygningene. Dette vil være viktig å ta hensyn til under arealplanlegging for området.

Ifølge hovedalternativet "MMMM" fra SSBs befolkningsframskrivninger vil Frogner ha 68 900 innbyggere i 2040 i forhold til i 2016 hvor det bodde 57 010 mennesker i bydelen [47]. Med

befolkningsvekst kommer økt etterspørsel til kollektivtilbud, og en T-banestasjon i Homansbyen vil dermed kompensere for den økte etterspørselen.

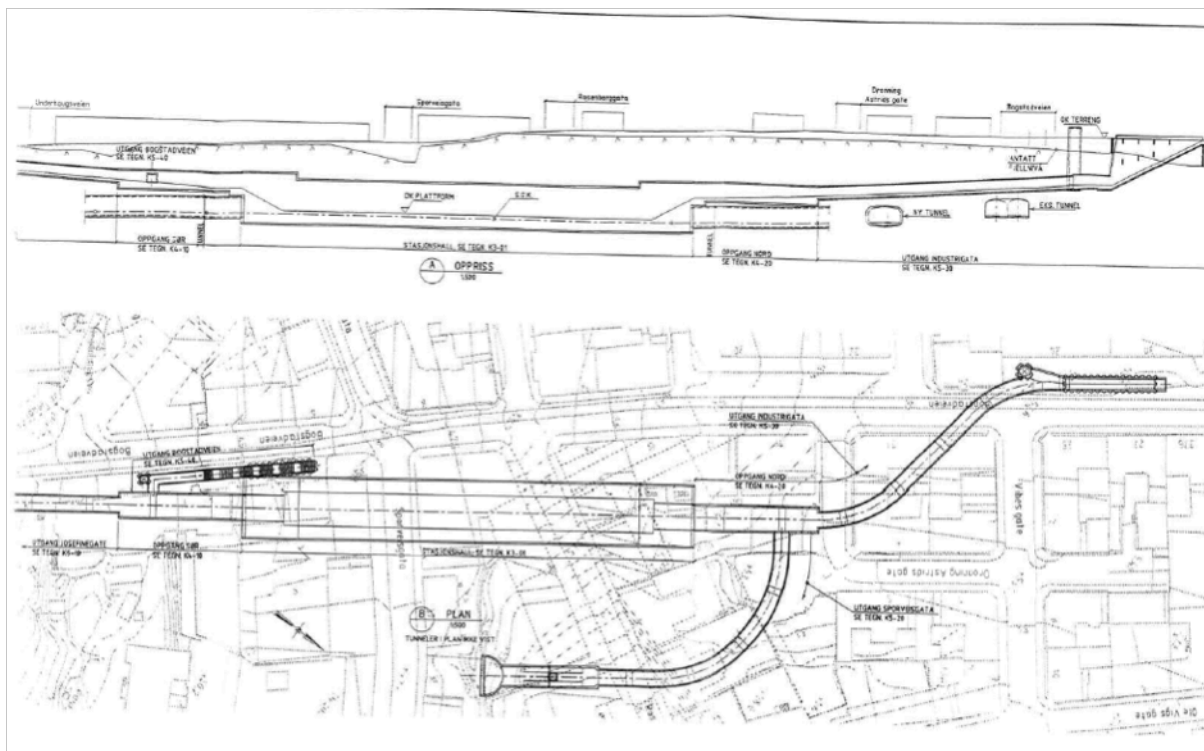
2.8 Tidligere forslag fra Sporveien fra 1996

For å studere sporveiens tidligere forslag har gruppen fått innsikt i flere rapporter utarbeidet av Sporveien. Rapport *“T-banestasjon i Homansbyen - kostnadsoverslag”* fra 1999 viser til planlagte alternativer og kostnadsestimeringer [48]. Planlegging av en ny stasjon i Homansbyen startet allerede i 1996 og ble videre utarbeidet av sporveien frem til 2006 [48]. Utbygging av en T-banestasjon i Homansbyen var en del av deres strategi for utvikling av T-banenettet. Flere alternativer ble lagt frem som vist i figur 4 og etter enstemmig vedtak hos Bystyret 25.juni 1997 var det alternativ B som ble valgt til videre utredning [48]. Løsningen i alternativ B hadde fire varianter, hvor alle tok utgangspunkt i hovedadkomst fra Josefines park. I tillegg til en hovedadkomst hadde hvert forslag to andre adkomster, hvorav alternativene var i Hjelms gate, Holmboes gate, Industrigata og Sporveisgata. For alternativ B 1.0, B 1.1 og B 1.2 var plattformen planlagt å ligge ved skillet mellom Bogstadveien og Hegdehaugsveien, med midtpunkt under lyskrysset ved Sporveisgaten og Bogstadveien. For alternativ B 2.0 skulle selve stasjonsområdet plasseres 23 m lengre nord [48].



Figur 4 Alternativer for plassering av plattform [48]. Vedlegg C1 for bedre oppløsning.

Planen var å bygge en helt ny tunnel med så kort omlegging av trasé som mulig for å opprettholde ordinær drift i eksisterende tunnel. Toghallen skulle inneholde en 110 m lang midtplattform med adkomst i hver ende som vist i figur 5 [49]. Utenom stasjonen ville den nye kjøreveien ha en lengde på 800 m [49]. Kostnadsoverslaget for Homansbyen stasjon var beregnet til ca. 500 millioner kroner i 1999 [48].



Figur 5 Plattformsløsning [48]. Vedlegg C2 for bedre oppløsning.

2.8.1 Trafikkberegninger for ny T-banestasjon

I forbindelse med prosjektet ble det gjennomført trafikkberegninger for hele kollektivsystemet. Dette ble gjort ved å anta at Homansbyen stasjon er knyttet til dagens sentrumstunnel med kalkulert trafikknivå for 2010 [49]. Ifølge rapport om Homansbyen stasjon fra 2004 kom det frem at den nye stasjonen ville medføre ca. 111 000 nye reiser per år på hele systemet [49]. De nye reisene er summen av overføring fra bil, gange, sykkel og nyskapt trafikk. Det ble antatt at T-banen ville fått rundt 7000 nye reisende daglig og at bytte-trafikken mellom kollektivsystemer ville blitt redusert [49]. Daglige brukere av Homansbyen stasjon ville vært på ca. 12 000 [49]. For å sette det i perspektiv kan det sammenlignes med Nationalteatret som i 1996 hadde ca. 30 000 daglige brukere [49]. Som et resultat av en ny stasjon i Homansbyen ville den totale reisetiden for alle trafikanter i kollektivsystemet gått ned, og den tallfestede reisetidgevinsten ville gitt en årlig tidsgevinst på 24,9 millioner kroner [49].

2.8.2 Skrinlagt

I 2006 ble prosjektet for Homansbyen skrinlagt [50]. Den gang var eksisterende sentrumstunnel den største sikkerhetsrisikoen på Oslos T-banenett og oppgradering av denne ble derfor prioritert. Ifølge plandirektør i Sporveien, Tore Kåss, ble prosjektet skrinlagt fordi investeringen ikke var samfunnsmessig lønnsom [51]. Han mente også at den planlagte stasjonen lå for nær sentrum og at stasjonen ville ligge så dypt i grunnen at passasjerer ville få liten nytte av et ekstra stopp. Ifølge Knut

Wisthus Johansen ble prosjektet lansert i en tid hvor det var svært lave budsjetter til store infrastrukturprosjekter, sammenlignet med i dag.

2.9 Verneproblematikk

I området det planlegges en ny T-banestasjon er det flere bygninger og grøntarealer som er vernet eller fredet. Dette kan by på utfordringer i forbindelse med planlagt T-baneadkomst og vil være en faktor for valg av plassering. Bygninger og bygningsmiljøer kan være fredet etter kulturminneloven eller vernet etter plan- og bygningsloven [52]. Bygninger og miljøer kan også være registrert som verneverdige av kommunen [52]. Den strengeste formen for vern er fredning og sikrer fremtiden til kulturminner [52]. Kulturminneloven har rang foran PBL, men begge lover kan gjøres gjeldende samtidig ettersom kulturminneloven ikke regulerer alle de forholdene som plan- og bygningsloven gjør [52]. Det er som regel kulturminner med nasjonal verdi som fredes, men kulturminner kan også være av regional eller lokal verdi. I slike tilfeller er det kommunen som forsikrer vern ved hjelp av PBL [53].

Flere av alternativene for adkomst til ny T-banestasjon ligger i Josefines park. Parken er opprinnelig en villahage som i dag eies av kommunen og er opparbeidet som en offentlig park [54]. Den har i senere tid blitt oppgradert og gjenåpnet i 2015 [55]. I dag er parken vernet etter PBL av Oslo Kommune [56]. Grøntanlegg skiller seg ut fra andre kulturminner fordi de har en naturlig vekst og utviklingen styres av naturlovene. Det er likevel gartneren som bestemmer sammensetningen og utformingen av vegetasjonen. Grøntarealer er derfor både kulturminner og naturminner [57]. Dersom en ønsker å gjøre endringer ved et fredet grøntareal, må det søkes om dispensasjon [57]. Dette betyr at det må søkes om dispensasjon for eventuell utbygging i Josefines park eller andre vernede områder. Ettersom parken ikke er fredet etter kulturminneloven og eies av kommunen kan det være lettere å få innvilget dispensasjon, da kommunen også er opptatt av byens utvikling med tanke på kollektivtrafikk.

2. 10 T-banestasjoner i andre europeiske byer

Til videre alternativsutredning har gruppen valgt å studere ulike stasjonsløsninger i to europeiske storbyer. På grunnlag av deres ledende håndtering og utvikling av kollektivtilbud er København og Brussel valgt til sammenligning. Både stasjonen Nørreport i København og King Baudouin i Brussel, er eksempler på gode stasjonsløsninger som kan videreføres og gi inspirasjon til utforming av Homansbyen T-banestasjon.

2.10.1 København

Hovedstaden i Danmark, København, har omtrent 1,5 millioner innbyggere med en befolkningstetthet på 6444 innbyggere/km² [29]. Nesten dobbelt så mange innbyggere som Oslo. København har satset mye på å utforme byen og området rundt slik at det skal være enkelt å velge andre reisemåter enn bilen. Deres areal- og transportplan har vært inspirert av et prinsipp om vekst fra byen til områdene rundt, det såkalte fingerplan-prinsippet. Veksten skal drives av et utviklet vei- og jernbanesystem [29]. 2014 ble det gjennomført en reiseundersøkelse hvor det fremkommer en transportmiddelfordeling med 33% kjørende, 20% kollektivreisende, 30% syklende og 17% gående [29]. I sammenligning med andre storbyer i Europa har København lav andel kjørende og høy andel syklende [29].

T-banen er en stor del av det kollektive tilbudet. I dag finnes det to linjer og det jobbes videre for utvidelse av T-banenettet. Det er T-banen som har stått for økning innen kollektivtransporten etter den ble etablert i 2002 [29]. Københavns metrosystem ble både i 2008 og 2010 kåret til verdens beste på bakgrunn av stabil drift, høy sikkerhet og fornøyde kunder [58] [59]. I området Ørestad går T-banen på dempende stolper over bakken slik at den ikke forstyrrer gående eller andre trafikanter. Den er også førerløs slik at dørene åpnes og lukkes automatisk ved av- og påstigning. For å opprettholde god sikkerhet er det en togvert til stede på hver T-bane og hver T-banestasjon [60]. For Homansbyen vil det ikke være aktuelt å legge banen over bakken, men en førerløs bane kan være en fremtidsrettet løsning ettersom førerløse T-baner sparer både penger og tid [61]. Dette ligger nok likevel et stykke fram i tid da det krever lengre plattformer, mer infrastruktur og et nytt signalsystem [61].

I København har det tidligere pågått et prosjekt om å oppdatere og utvikle en ny stasjon i Nørreport som ble innviet i 2015 [62]. Målet var at Nørreport skulle bli et trafikalt knutepunkt for bærekraftige transportformer og underbygge København kommunes klimainnsats i forhold til en bærekraftig byutvikling [63]. Ved dette knutepunktet stopper T-bane, buss, S-bane og tog og stasjonen er i dag Københavns travleste [62]. Dette prosjektet kan på flere måter dra paralleller mot gruppens alternativer, selv om prosjektet i Nørreport er av en større skala og inneholder flere transportformer. Stasjonen har en åpen løsning hvor bussen stopper rett ved adkomst til Metro som vist i figur 6. Dette vil medføre effektiv bytting av kollektivtransport og kan øke populariteten av kollektivtilbudet da reisetiden blir kortere. Nørreport er i tillegg til et godt knutepunkt også en veldig sentral stasjon, med kort avstand til flere av byens severdigheter. Dette kan sammenlignes med Homansbyen stasjon som blant annet vil ligge i nær tilknytning til en av Oslos mest populære shoppinggater, Bislett stadion og slottet med slottsparken. Ved Nørreport stasjon er det også satt av et stort areal til sykkelparkering noe som også vil være aktuelt ved Homansbyen stasjon.



Figur 6 Nørreport stasjon [64]

2.10.2 Brussel

Belgias hovedstad, Brussel, har ca. 1,2 millioner innbyggere og har en beregnet befolkningstetthet på 7172 innbyggere/km² [65]. Byen har hatt store kø-utfordringer som har resultert i ønske om å redusere andelen av biltrafikk og øke bruken av kollektivtransport [66]. En reisevaneundersøkelse fra 2010 viser en transportmiddelfordeling med 44% kjørende, 28% kollektivreisende, 3% syklende og 25% gående [65].

Brussel har et godt utviklet kollektivsystem med både buss, trikk og T-bane, samt intercity tog til omkringliggende byer [29]. Kollektivsystemet består av 4 T-banelinjer og over 2000 holdeplasser for buss og trikk, med hyppige avganger opptil åtte ganger i timen [67]. I 2014 ble det registret 365 millioner reiser med kollektivtransport, noe som er en økning på 52,4% siden 2004 [68].

T-banestasjonen King Baudouin er et godt eksempel på en god stasjonsløsning. Stasjonen er lokalisert i Laeken, et kvartal i Brussel, og ble ombygget i 2014 [69]. Stasjonen bærer tydelige arkitektoniske preg med tak og vegger i metallisk rødfarge og bruk av glass. I tillegg er stasjonen utformet med felles plattform som gir flere fordeler. Blant annet vil bruk av felles plattform bidra til bedre passasjerflyt. Reisende vil i motsetning til ved separate plattformer, ikke behøve å forlate plattformen ved bytte av T-bane i motsatt kjøreretning. En felles plattform vil også kunne gi bedre oversikt slik at man kan unngå mulig forvirring, samt gjøre det lettere for passasjerene å orientere seg. Denne løsningen tillater også at passasjerene kan bruke hvilken som helst adkomst og eliminerer behovet for utforming av over/undergang mellom plattformene.

Universell utforming har også blitt prioritert ved ombyggingen av stasjonen. En felles plattform vil gjøre det vesentlig lettere for rullestolbrukere og svaksynte å bytte T-bane til motgående kjøreretning. Plattformen er i tillegg godt belyst og har ledelinjer mot begge spor. T-banestasjonen har to adkomster som ligger i nær tilknytning til 6 busslinjer [70]. Stasjonen har også et høyt trafikkvolum da den er plassert like ved den populære fotballstadion Roi Baudouin [69]. Til sammenligning med flere av alternativene har King Baudouin stasjon stor kompetanseoverføringsverdi til Homansbyen stasjon.

3 Silingsprosess

3.1 Siling

I silingsprosessen har gruppen gått gjennom fem alternativer. Gruppen har lagt fokus på hva som vil medføre et godt kollektivknutepunkt, god funksjonalitet og hvordan en ny stasjon kan skape verdi for området. Alternativene er beskrevet på et overordnet nivå og fokuset er rettet mot å avdekke alternativenes relative styrker og svakheter. Gjennom prosessen er målet å avdekke hvilke alternativer som kan videreføres og hvilke som bør forkastes.

3.2 Silingskriterier

Prosjektet har etablert følgende silingskriterier basert på de fokusområdene oppgaven har:

- Kollektivknutepunkt
- Terrenginngrep
- Byggetid
- Gjennomførbarhet
- Kostnad
- Terrenginngrep
- Verneområde
- Verdiskapende

Gruppen anser kollektivknutepunkt og verdiskapende som de viktigste faktorene ved utarbeidelse av en ny stasjon. Disse vil derfor vektles dobbelt ved silingsresultatene i avsnitt 3.4.

Karakterskala:

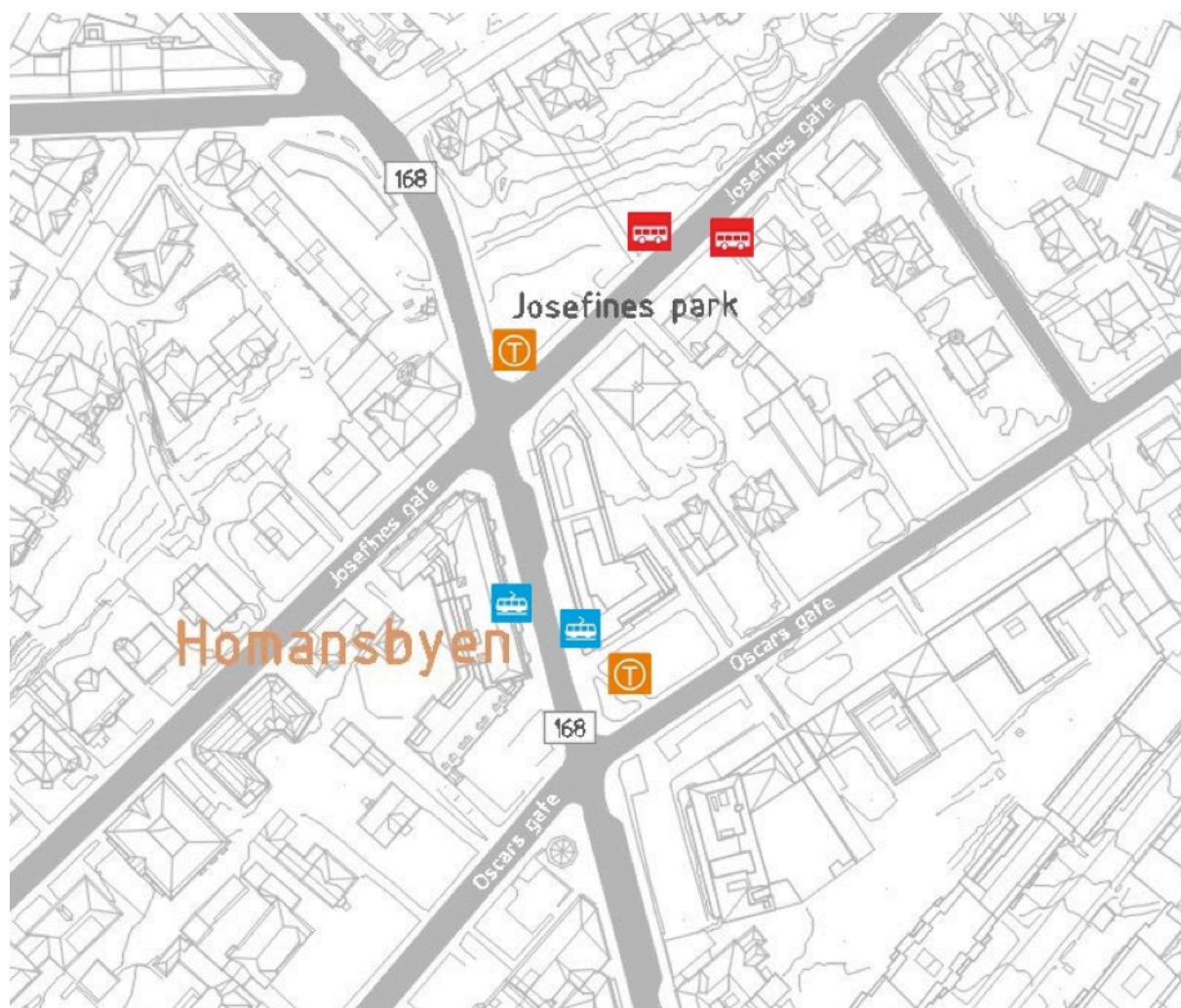
Tabell 1 Karakterskala

++	Særlig positivt
+	Positivt
0	Nøytralt
-	Negativt
--	Særlig negativt

3.3 Alternativsvurderinger

3.3.1 Alternativ 1

Alternativet omfatter en T-banestasjon med hovedadkomst i Josefines park, samt en adkomst i Oscars gate 19 som vist i figur 7. Den planlagte plattformen legges i ny tunnel på østsiden av eksisterende trasé. Ved Oscars gate er det i dag et trappetårn som fører ned til dagens T-banetrasé. Området har også en statue stående hvor den planlagte adkomsten skal være, som eventuelt må flyttes. Ved dette alternativet er det tenkt en felles plattform for begge retninger med rulletrapper og heissjakt i hver ende, slik at en kan ferdes opp og ned i begge retninger. I tillegg er eksisterende buss- og trikkestopp lokalisert med kort gangavstand og det vil ikke bli behov for endring av buss- og trikkerute.



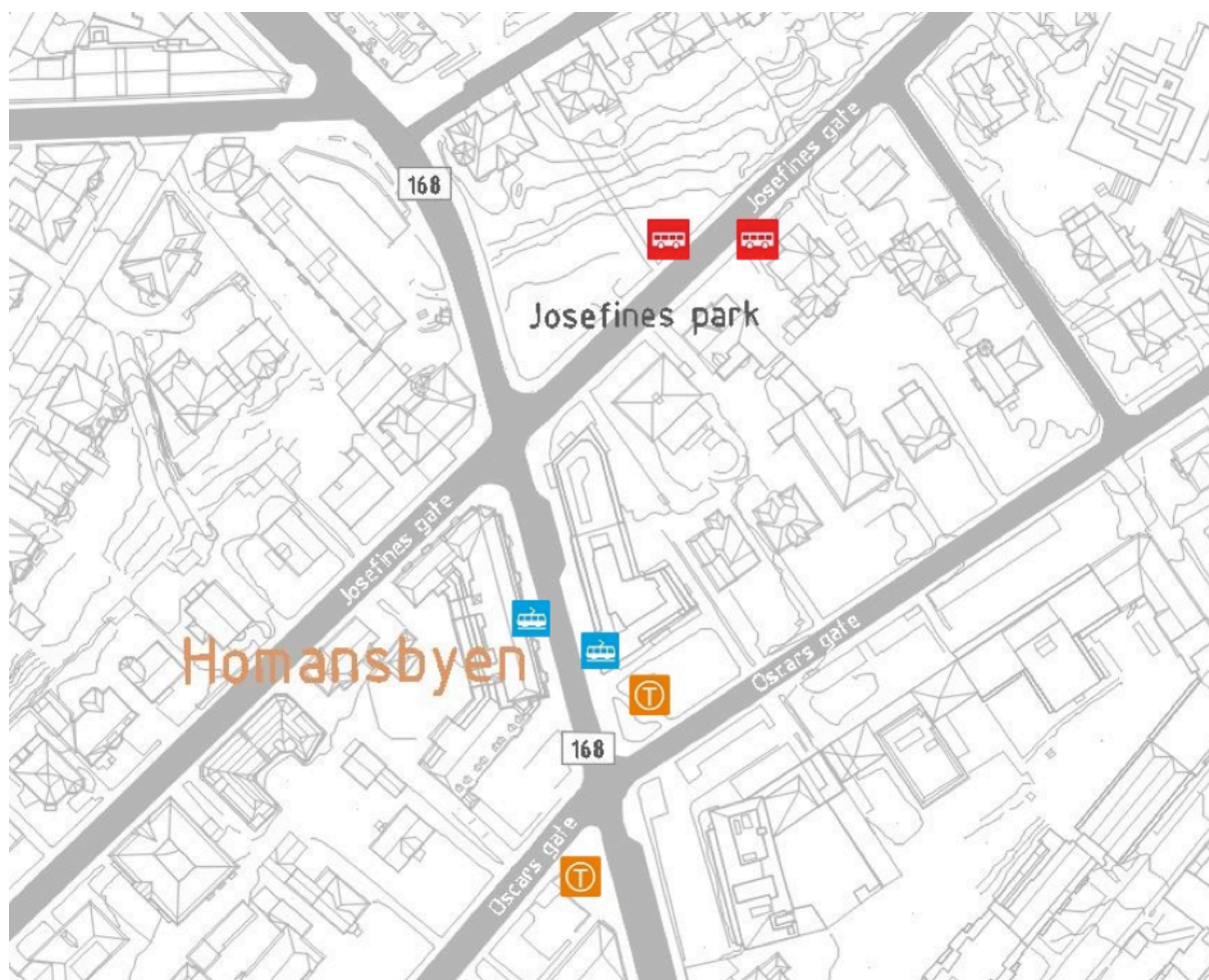
Figur 7 Oversikt over plassering for Alternativ 1

Tabell 2 Silingstabell for alternativ 3

Silingskriterier	Kommentar	Vurdering
Kollektivknutepunkt	Godt kollektivknutepunkt med både trikk og buss lokalisert med kort gangavstand innenfor 200 m.	+
Terrenginngrep	En del av Josefines park berøres, i tillegg til Oscars gate 19.	-
Byggetid	I utgangspunktet anses alternativet å ha en normal byggetid. Grunnet vernede områder ved adkomstene kan prosjekteringstiden forlenges ved lang søknadsprosess.	-
Gjennomførbarhet	Ettersom sporet må legges ut vil en kunne bruke eksisterende spor under byggetiden og dermed slippe å stenge trafikk i lang tid over og under bakken.	+
Kostnad	Alternativet får ingen ekstra kostnader på grunn av omlegging av øvrig trafikk og infrastruktur, da dette ikke er nødvendig.	+
Verneområde	Josefines park og området i Oscars gate er vernet.	--
Verdiskapende	Det anses som positivt med T-banestasjon ved valgt plassering på bakgrunn av nær tilknytning til annen kollektivtrafikk. Parkens verdi vil derimot bli redusert.	0

3.3.2 Alternativ 2

Alternativet vil ha to adkomster i henholdsvis Oscars gate 19 og Hegdehaugsveien 32 B som vist i figur 8. Adkomsten i Oscars gate har som nevnt under alternativ 1 et trappetårn som føres ned til eksisterende tunnel og en statue som må flyttes. Ved planlagt adkomst i Hegdehaugsveien er det i dag et gatekjøkken, HQ BRGR, som må eksproprieres ved bygging. Den planlagte plattformen vil legges på østlig side av eksisterende trasé med to adskilte plattformer. Denne løsningen gir kun mulighet for å ferdes opp og ned fra plattformen i en ende. Til sammenligning med alternativ 1, vil ikke denne løsningen gi et like godt kollektivknutepunkt. En løsning på dette kunne vært å flytte eksisterende bussrute fra Josefines Gate og ned til Oscars gate. Gaten er i dag enveiskjørt med smale kjørefelt grunnet langsgående gateparkering på begge sider av veien. Det kan derfor bli et problem å omlegge bussruten for begge retninger i Oscars gate. Eventuelt kunne en fjernet gateparkeringene og åpnet for toveistrafikk.



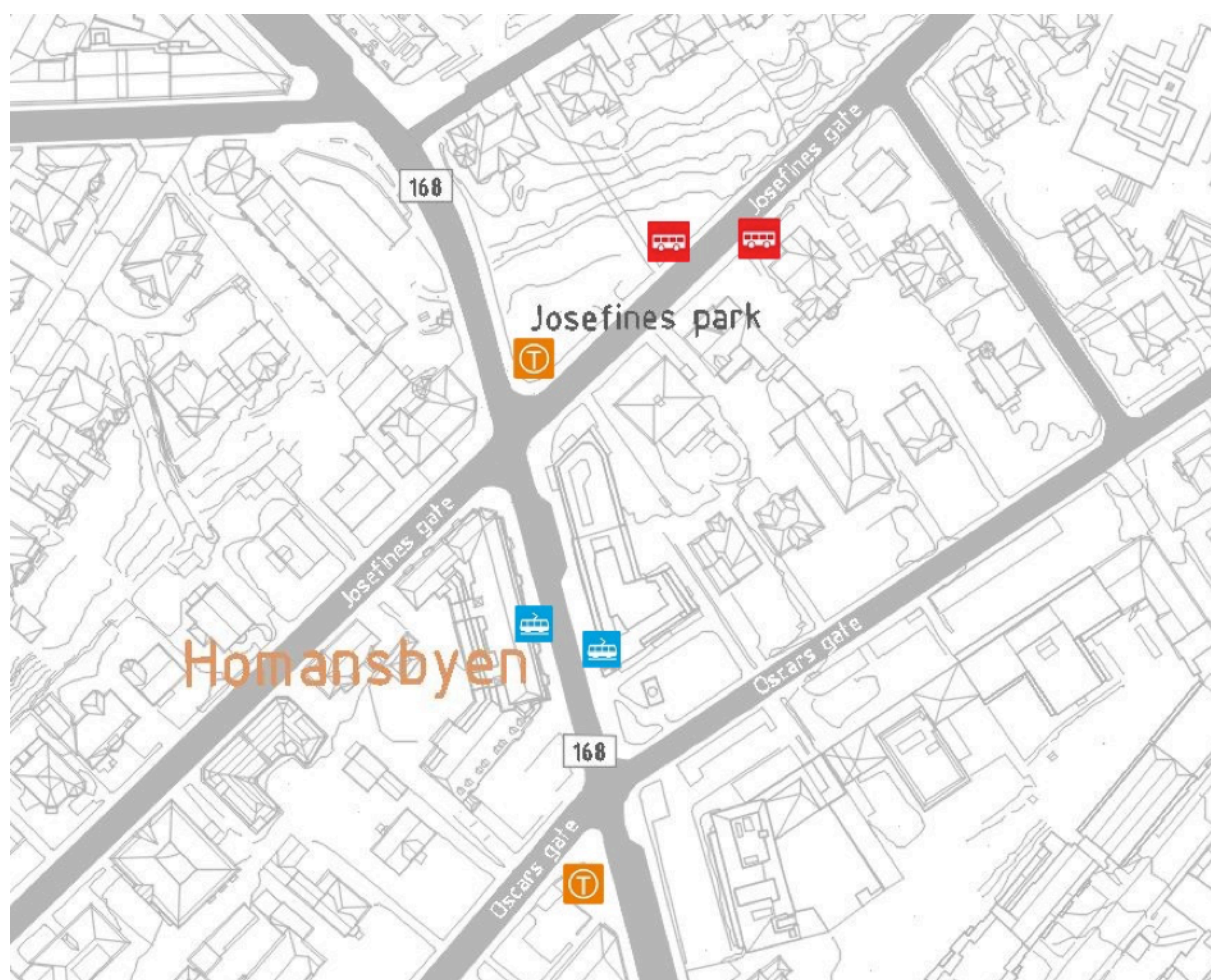
Figur 8 Oversikt over plassering for alternativ 2

Tabell 3 Silingstabell for alternativ 2

Silingskriterier	Kommentar	Vurdering
Kollektivknutepunkt	God tilknytning til trikk, men busstoppet ligger ett kvartal bortenfor. Alternativet gir derfor et dårligere kollektivknutepunkt.	0
Terrenginngrep	Rivning av Nåværende gatekjøkken, HQ BRGR, samt terrenginngrep ved Oscars gate.	-
Byggetid	Normal forventet byggetid.	0
Gjennomførbarhet	Ettersom sporet må legges ut vil en kunne bruke eksisterende spor under byggetiden og dermed slippe å stenge trafikk i lang tid over og under bakken.	+
Kostnad	Alternativet får ingen ekstra kostnader ved omlegging av øvrig trafikk, men HQ BRGR må rives.	+
Verneområde	Både HQ BRGR og området ved Oscars gate er vernet.	--
Verdiskapende	Alternativet vil ikke være verdiskapende på bakgrunn av plassering i forhold til nærliggende kollektivtilbud.	-

3.3.3 Alternativ 3

Ved dette alternativet vil det være to adkomster, i henholdsvis Josefines park og Oscars gate 19 som vist i figur 9. I Josefines park vil noe av parken omreguleres og adkomsten vil ligge i underkant av parken mot lyskryss i Josefines gate. Alternativet avhenger at av HQ BRGR i Oscars gate rives. Utenom HQ BRGR er det kun et fåtall parkeringsplasser som eventuelt må eksproprieres, da parkeringsplassene står på privat eiendom. Adkomsten følger samme prinsipp som i Josefines park med felles løp ned fra dagen og splittes senere for øst- og vestgående retning. I motsetning til alternativ 1 vil eksisterende bane bygges om til to tunneller på hver sin side av opprinnelig trasé. Trafikk kan fungere på nokså lik linje som i dag under byggefasen, med unntak av påkobling av ny tunnel. Eksisterende buss- og trikkestopper er lokalisert med kort gangavstand og det vil ikke bli behov for endring av buss- og trikkerute.



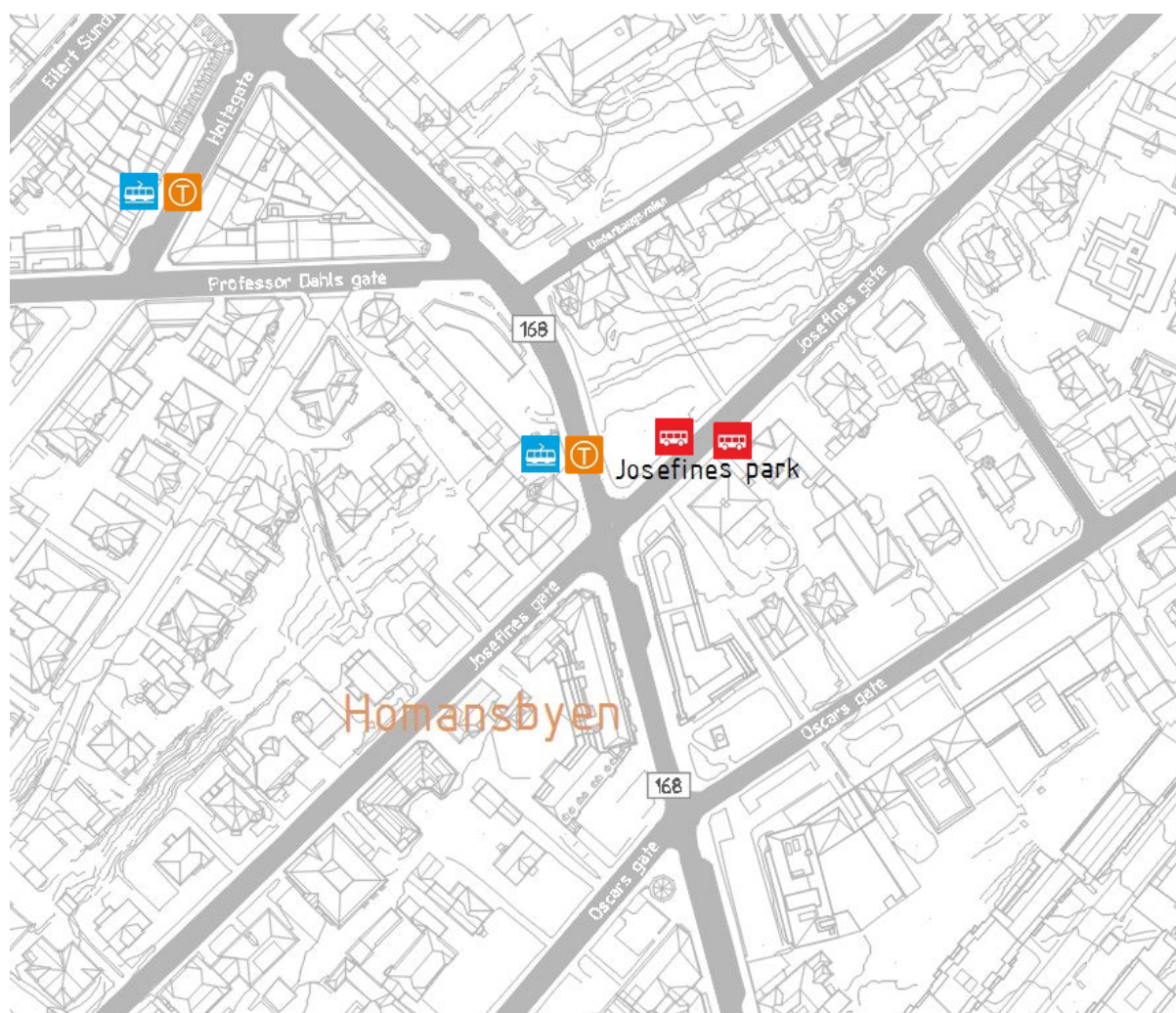
Figur 9 Oversikt over plassering for alternativ 3

Tabell 4 Silingstabell for alternativ 3

Silingskriterier	Kommentar	Vurdering
Kollektivknutepunkt	Godt kollektivknutepunkt med nær tilknytning til både trikk og buss.	+
Terrenginngrep	Eksisterende HQ BRGR må rives for bygging av adkomst og en del av Josefines park berøres.	-
Byggetid	Krever to separate tunneller, noe som vil medføre lengre byggetid.	--
Gjennomførbarhet	Ettersom sporet må legges ut vil en kunne bruke eksisterende spor under byggetiden og dermed slippe å stenge trafikk i lang tid over og under bakken.	+
Kostnad	Ettersom trasé må å flyttes og det bygges to separate tunneler vil kostnadene bli høyere.	--
Verneområde	Både Josefines park og HQ BRGR er vernet.	--
Verdiskapende	T-banestasjon ved valgt plassering vil skape verdi sammen med eksisterende kollektivtilbud i området. Parkens verdi vil derimot reduseres i tillegg til at HQ BRGR må rives.	0

3.3.4 Alternativ 4

Alternativet skaper et forbedret kollektivknutepunkt med T-baneadkomst og trikkestopp i en og samme løsning i Hegdehaugsveien, som vist i figur 10. Løsningen innebærer at Bogstadveien er bilfri fra og med Josefines gate og opp til Sorgenfrigata. Dagens trikkestopp i Homansbyen blir da flyttet lengre opp i Hegdehaugsveien slik at avstanden mellom trikk-, T-bane- og buss blir minimal. I tillegg vil bussestoppet i Josefines gate flyttes 10 m nærmere krysset. Ny trikketrasé vil medføre rivning av et mindre trehus som i dag fungerer som en reparasjons kiosk for mobiltelefoner. Den planlagte plattformen legges på østlig side av eksisterende trasé og vil fungere som en felles plattform for begge kjøreretninger. I tillegg vil det komme en adkomst ved trikkestoppet i Holtegata 30. Denne adkomsten blir utformet som en rampe, uten heis og trapp.



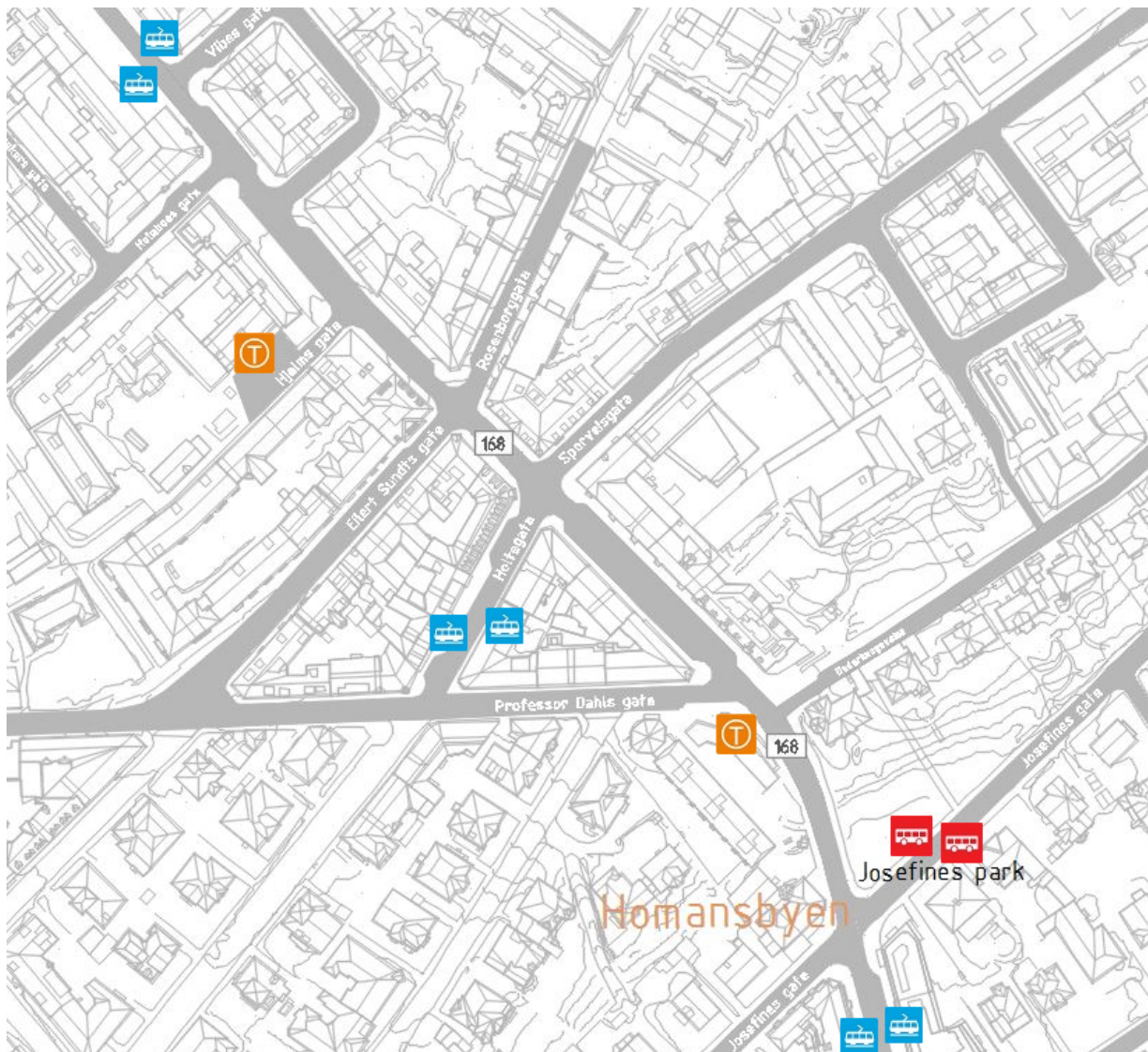
Figur 10 Oversikt over plassering for alternativ 4

Tabell 5 Silingstabell for alternativ 4

Silingskriterier	Kommentar	Vurdering
Kollektivknutepunkt	Meget godt kollektivknutepunkt ved at begge adkomstene har trikkestopp like ved. I tillegg har hovedadkomsten i Hegdehaugsveien buss i nærliggende sidegate.	++
Terrenginngrep	Terrenginngrepet gjelder eksisterende vei og fortau, i tillegg til trehuset med nærliggende trær.	-
Byggetid	I utgangspunktet har alternativet en normal forventet byggeperiode. Grunnet omlegging av trikkespor kan byggetiden forlenges.	-
Gjennomførbarhet	Løsningen er gjennomførbar, men vil stoppe eksisterende trikkedrift i en del av byggeperioden.	-
Kostnad	Alternativet får ekstra kostnader på grunn av omlegging av trikkespor.	-
Verneområde	Hovedadkomst vil berøre en liten del av et vernet område.	-
Verdiskapende	Det anses som meget positivt med T-banestasjon ved valgt plassering grunnet minimal avstand mellom trikk og T-bane.	++

3.3.5 Alternativ 5

Alternativet har hovedadkomst i Hegdehaugsveien 36 C, hvor det i dag står et lavt bygg som dermed må rives. Forslaget består av et nybygg med innendørs trappeadkomst og heis til felles plattform. Her vil det som i flere av de øvrige alternativene bygges ny tunnel på østlig side av eksisterende. Den nye plattformen blir liggende lengre opp i Bogstadveien og har samme lokasjon som alternativet til Sporveien. Det nye bygget kan i tillegg tenkes å inneholde kiosker, butikker eller restauranter. Den andre adkomsten vil ligge i Hjelms gate 3 vist i figur 11.



Figur 11 Oversikt over plassering for alternativ 5

Tabell 6 Silingstabell for alternativ 5

Silingskriterier	Kommentar	Vurdering
Kollektivknutepunkt	Gir ikke et like godt utviklet knutepunkt da valgt plassering gir lengre avstand til trikkestop, men terminalene dekker likevel over både 11 og 19-trikken.	+
Terrenginngrep	Fjerner et eksisterende bygg, i tillegg til et parkeringsområde.	--
Byggetid	I byggetiden må det beregnes ekstra tid til rivning av eksisterende bygg og bygging av nytt. I tillegg må det bygges en lengre adkomst til plattform.	--
Gjennomførbarhet	Ettersom sporet må legges ut vil en kunne bruke eksisterende spor under byggetiden og dermed slippe å stenge trafikk i lang tid over og under bakken. Områdene som berøres er ikke vernet og alternativet anses derfor som meget gjennomførbart.	++
Kostnad	Løsningen medfører ekstra kostnader da det i tillegg til stasjon under bakken, bygges et nytt bygg i dagen.	-
Verneområde	Alternativet vil ikke berøre noen vernede områder.	++
Verdiskapende	Oppføring av nybygg anses som meget positivt og vil gi området verdiøkning.	++

3.4 Sammendrag av alternativs vurderinger

Resultatet fra silingskriteriene for hvert alternativ er satt sammen i tabell 7 for å tydeliggjøre hvilken innvirkning en gjennomføring av løsningen vil ha på nærområdet og hvilke negative og positive aspekter hvert alternativ vil ha.

Tabell 7 Sammendrag av vurderinger

	Kollektivt knutepunkt	Terrenginngrep	Byggetid	Gjennomførbarhet	Kostnad	Vernet område	Verdiskapende	Total sum
Alt. 1	++	-	-	+	+	--	0	0
Alt. 2	0	-	0	+	+	--	--	-3
Alt. 3	++	-	--	+	--	--	0	-4
Alt. 4	++++	-	-	-	-	-	++++	3
Alt. 5	++	--	--	++	-	++	++++	5

3.4.1 Forkastede alternativ

Som et resultat av første silingsprosess er det alternativ 3 som får lavest karakter og løsningen anbefales derfor ikke videreført. Hovedgrunnen til alternativets lave poengsum er byggetiden to separate tunneler vil medføre. Dette vil dessuten også føre til økte kostnader. Sett fra forbrukerens perspektiv er heller ikke løsningen med to adskilte tunneler å foretrekke. Dette kan skape forvirring i forhold til hvor en skal ferdes og hindre effektiviteten i bytte mellom T-banelinjer i motgående kjøreretning. I tillegg er det bare adkomsten i Josefines park som kan bidra til et godt kollektivknutepunkt. Bruker en feil oppgang vil byttetid mellom transportmiddel fort overskride to minutter som er ett av kravene til et godt knutepunkt [36].

Alternativ 2 gir også lav uttelling og anbefales derfor ikke videreført. Løsningen gir stor avstand til 21-bussen og anses derfor ikke som et effektivt kollektivknutepunkt. Alternativet vil heller ikke være av samfunnsøkonomisk nytteverdi da kort byttetid mellom transportmidler er viktig for forbrukeren. En annen faktor er at det kan være vanskelig å forbedre knutepunktet på grunn av at Oscars gate er en smal enveiskjørt gate. 21-bussen vil derfor bare kunne legge om ruten i en retning. Målet om et effektivt og enkelt knutepunkt er dermed ikke tilfredsstillt. En løsning med adskilte plattformer er heller ikke ønskelig da det fører til økt byttetid.

3.4.2 Alternativ for videreføring

Alternativ 1 vil forsterke dagens knutepunkt med en adkomst rett ved busstoppet og den andre adkomsten rett ved trikkestoppet. Ut fra dagens plassering av holdeplasser vil dette være den mest effektive løsningen tidsmessig. Løsningen krever heller ikke store forandringer i dagens infrastruktur og sammenlignet med andre alternativer tar den opp lite areal og vil gi mindre kostnader.

Alternativet 4 er nytenkende og medfører en stor forandring i dagens infrastruktur, men vil til gjengjeld være et veldig effektivt knutepunkt med et fremtidsrettet uttrykk. Bogstadveien er i dag først og fremst en handlegate og vil med denne løsningen bli enda bedre for fotgjengere å ferdes i, samtidig som det motiverer til et videre bilfritt sentrum. Løsningen anses derfor å ha stor verdiskapende effekt for området. Den andre adkomsten i Holtegata vil knytte T-banen til 19-trikken som kjører gjennom Frogner og forsterker dermed knutepunktet ved å øke flatedekningen.

Alternativ 5 er med på å modernisere et utdatert bygg. Området for hovedadkomsten er større enn ved de andre alternativene, slik at det er enklere å lage en god løsning. Det nye stasjonsbygget vil være positivt for næringen i bygget da det vil komme flere tilfeldig forbipasserende til og fra T-banen. Adkomsten i Hjelms gate vil gi T-banestasjonen en større dekningsgrad.

Gruppen velger å studere alternativ 1, 4 og 5 for videre vurdering.

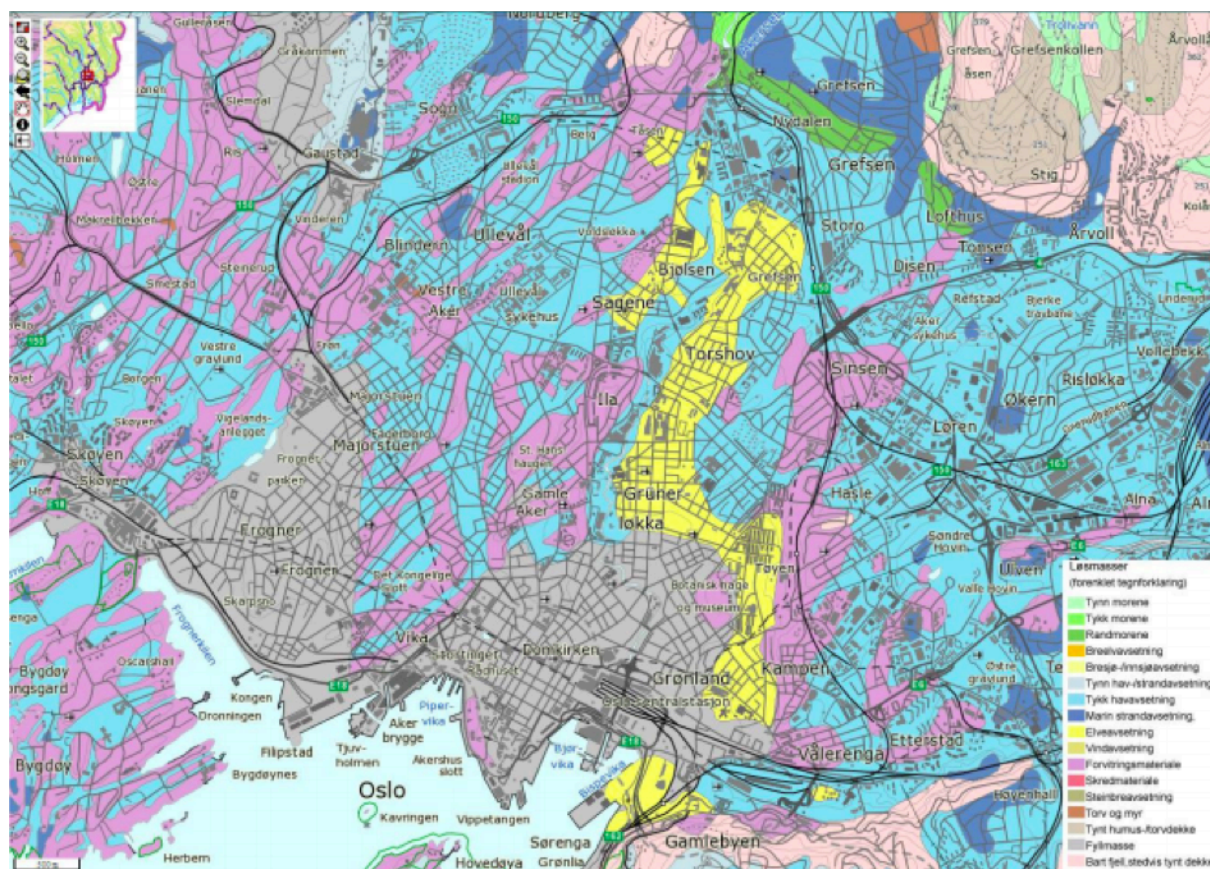
4 Videre utredelse av alternativ 1, 4 og 5

4.1 Grunnforhold i Homansbyen

4.1.1. Geologiske forhold

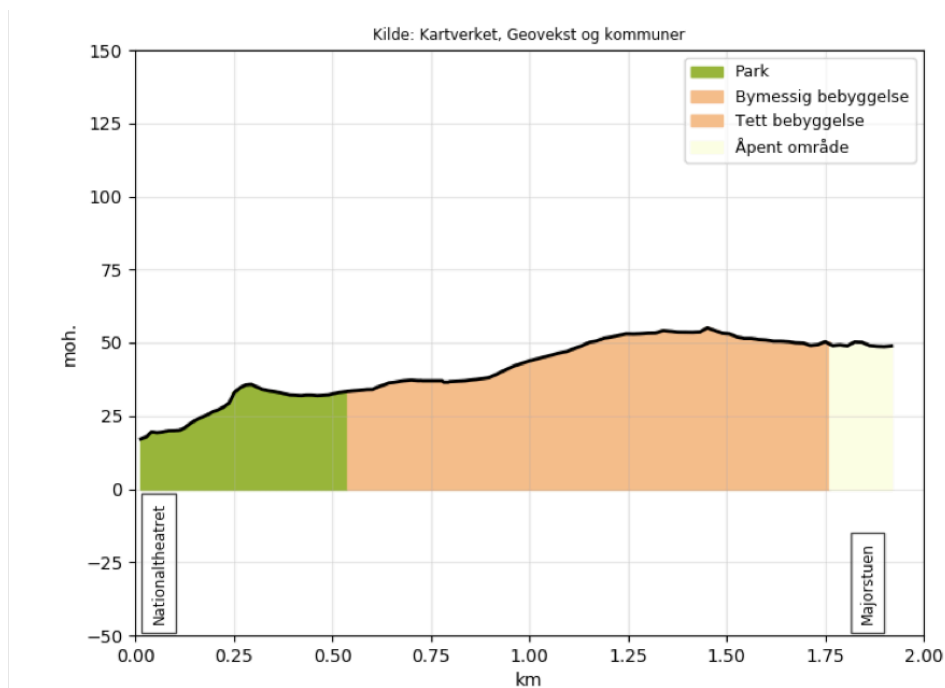
Som nevnt i oppgavebeskrivelsen er det på bakgrunn av manglende informasjon og kompetanse valgt å ikke gå i dybden når det gjelder grunnforhold og geotekniske utfordringer. Det planlagte områdets berggrunn og løsmasser vil derfor kun bli lettere omtalt. Informasjon om grunnforhold kan gi en indikasjon for mest gunstig stasjonsløsning, men på bakgrunn av mangelfullt grunnlag vil det være andre faktorer som vil spille en større rolle i argumentasjonen.

Oslo består av tre ulike berggrunnstyper med grunnfjell i sørøst, kambrosilurbergarter i sørvest og sentrale strøk og permiske magmabergarter i nord [71]. Figur 12 viser sammensetning av løsmasser i indre by av Oslo [72]. Områder markert med lilla er forvittringsmateriale, blå er tykk havavsetning, grått er fyllmasse og gult er elveavsetning.



Figur 12 Løsmasser i indre by av Oslo [72]. For bedre oppløsning se vedlegg D.

Homansbyen består hovedsakelig av kambrosilurbergarter med opphav fra geologiske perioder for rundt 500 millioner år tilbake [71]. Dette er bergarter som skifer, kalkstein og knollekalk. Berggrunnskart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) viser til at skifer i området er gråsvart med spredte kalksteinlinser og brunlig med lag av kalksteinknoller. Knollekalk for det planlagte området i Homansbyen er forholdsvis massiv [73].



Figur 13 Terrengprofil mellom Nationaltheatret og Majorstuen [73]

Oslos topografi er relativt varierende, noe som kan gi utfordringer med å tilfredsstille tekniske krav til stigning og helning. Ved hjelp av berggrunnskart fra NGU, er terrenget mellom Nationaltheatret og Majorstuen illustrert i figur 13 [73]. På denne distansen hvor eksisterende bane kjører i dag, er det en høydeforskjell på omtrent 30 m over en strekning på nærmere 1,85 km. Dette tilsvarer en helning på 16 promille. Til sammenligning er stigningen fra Nationaltheatret til Homansbyen på 20 promille. Ifølge teknisk regelverk skal ikke stigningen eller fall overstige 40 promille (Vedlegg A2).

4.1.2 Vann og avløp

Vann og avløp er i likhet med geologiske forhold kun lettere omtalt på grunn av manglende kompetanse og avgrensning. Omlegging av eksisterende rør og kabler er ofte komplisert og dyrt, og det vil derfor være hensiktsmessig å plassere adkomstene etter dette [74]. Brannkummer har en svært viktig funksjon ved brann og er derfor lokalisert slik at alle områder har brannvann tilgjengelig. Hver kum har en dekningsdiameter på 25-50 m brannslange [75]. Ifølge VA-norm, kapittel 5.15.0, er maks avstand mellom brannkummer 100 m eller plassert ved hvert gatekryss [76]. Det vil derfor være et ønske å unngå omlegging av brannkummer dersom det ikke er nødvendig. Vanlig levetid på

rør er mellom 40 og 100 år avhengig av hvilke materialer som er brukt [74]. Det kan derfor vurderes om rørene i området trenger utskiftning og at dette kan gjøres i forbindelse med graving til en ny T-banestasjon.

4.2 Forutsetninger for videre vurdering

For videre alternativsvurdering er det flere forutsetninger. Vedrørende kostnadene knyttet til alternativene forutsettes det at omlegging av eksisterende trasé og bygging av plattform vil bli relativt likt for alle alternativene. Stasjonsplasseringer og T-banetrasé som ligger dypt i grunnen kan medføre høye kostnader. Det vil også gi økte kostnader i form av heiser, trapper og rulletrapper, da disse må være av større dimensjon. Ifølge Sporveiens tekniske regelverk kapittel 2.3 skal linjeomleggingen prosjekteres med samme stigning og fall som eksisterende bane [20]. Dagens T-banetrasé under Homansbyen ligger 20 m under grunnen og den nye stasjonshallen må derfor ligge like dypt. De økte investeringskostnadene på bakgrunn av dette kan veies opp dersom eksisterende grunnforhold er bedre i dybden.

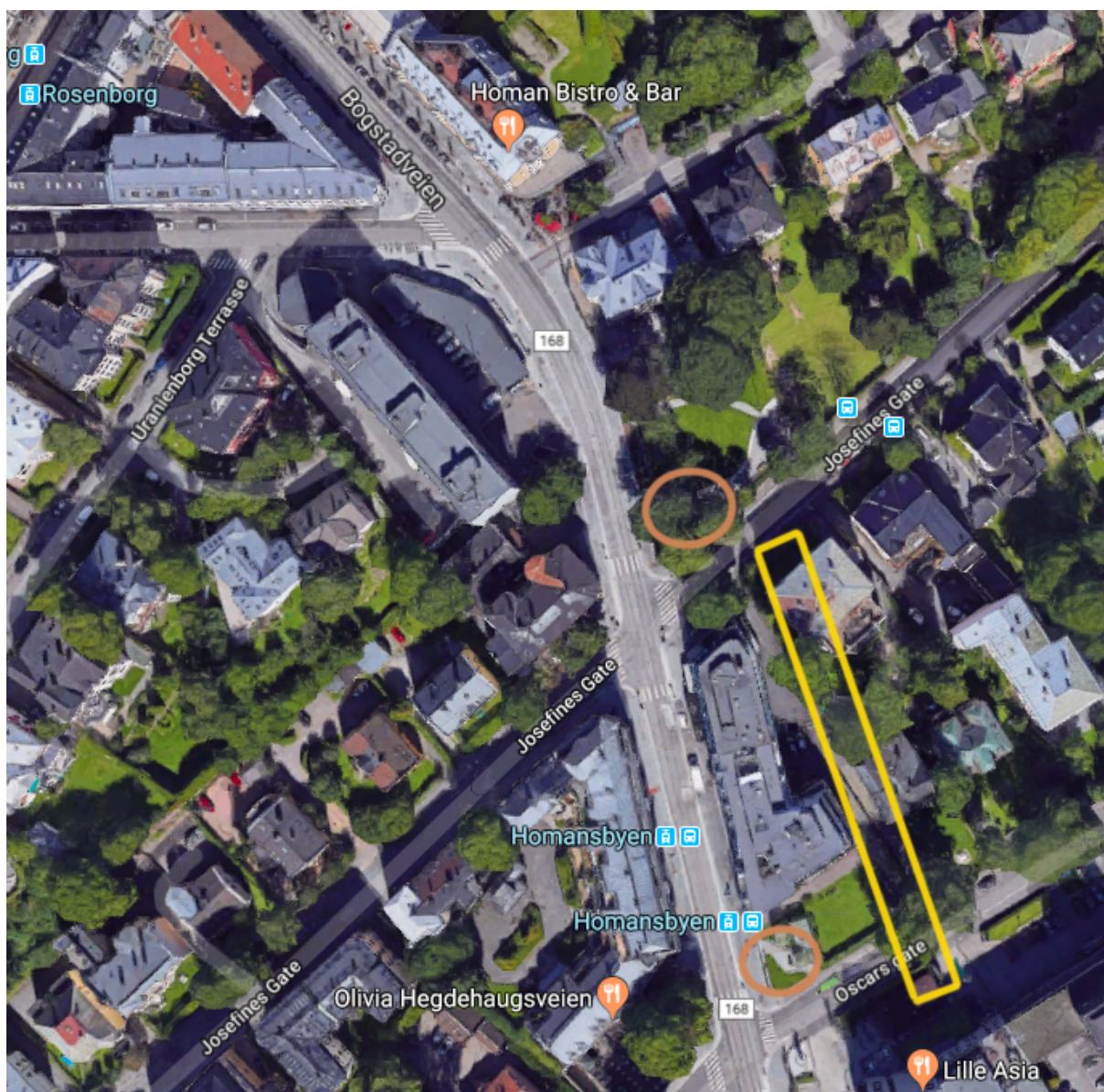
Beregnete hastigheter og kjøretid for alternativene er simulert gjennom kalkuleringsprogrammet Opentrack etter vedlegg E1 og formel under avsnitt 4.3.4.2. Simuleringen forutsetter togmateriell MX3000 og teoretiske hastigheter er beregnet ut fra sporveiens tekniske regelverk og prosjektert geometri. Beregnet kjøretid gjelder for begge retninger og er inkludert 30 sekunder stopp ved stasjonen. Det er flere usikkerheter knyttet til resultatene ved at det er tatt utgangspunkt i teoretisk mulig hastighet i henhold til sporgeometrien. I realiteten vil både ruteplan, signalsystem og tilstanden på eksisterende bane påvirke hastigheten som togene faktisk kjører i. Resultatene vil på bakgrunn av dette ikke nøyaktig indikere ekstra pålagt kjøretid ved ny stasjon. Kjøretid for eksisterende bane vises i tabell 8 (Vedlegg E3 s.2).

Tabell 8 Kjøretider for eksisterende trasé

Retning	Kjøretid (min)
Majorstuen - Nationaltheatret	0:02:01
Nationaltheatret – Majorstuen	0:02:22
Gjennomsnittlig kjøretid (begge retninger)	0:02:12

4.3 Alternativ 1

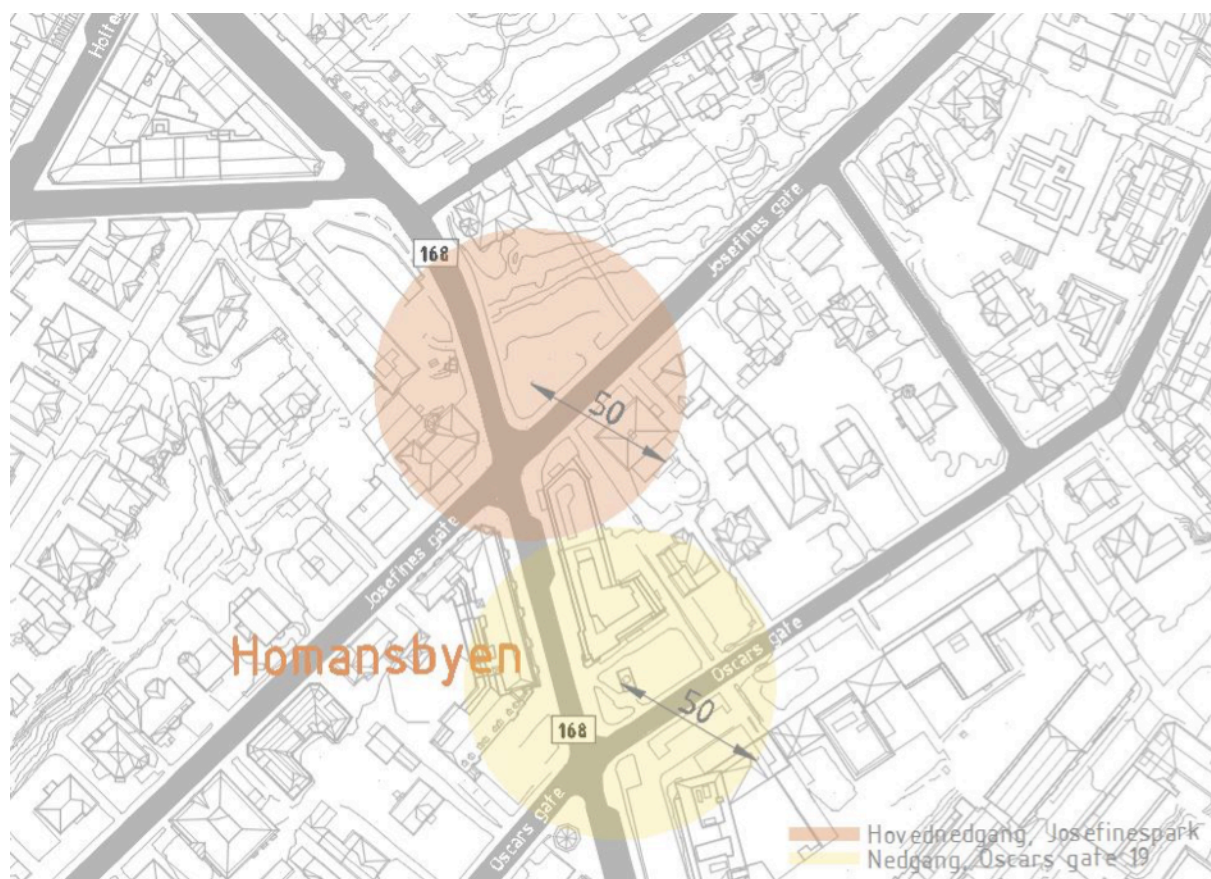
Alternativet har flere likheter med Sporveiens forslag fra 1996. For å skape en større avstand til Majorstuen stasjon, er det ved denne løsningen planlagt at T-banestoppet skal ligge lengre ned i Hegdehaugsveien. I likhet med forslaget fra 1996 vil stasjonen ha en adkomst i Josefine park, mens den andre adkomsten vil endres til Oscars gate 19 som vist i figur 14. Løsningen danner et godt knutepunkt med 21-bussen i Josefine gate og 11-trikken.



Figur 14 Oversikt over omtrentlig plassering av adkomst og plattform for alternativ 1

4.3.1 Kollektivt knutepunkt

Alternativets hovedadkomst i Josefines park har direkte tilkobling til 21-bussen i Josefines gate og kort gangavstand til 11-trikken i Hegdehaugsveien. Alternativets andre adkomst i Oscars gate 19 vil skape en kortere avstand til 11-trikken. Passasjerer vil enkelt kunne bytte transportmiddel og alternativet fremkommer som et godt kollektivt knutepunkt etter krav fremstilt i avsnitt 2.5. Som illustrert i figur 15, er det kun 21-bussen som er innenfor en radius på 50 m. Motsatt vil ikke adkomsten i Oscars gate ha en utstrekning som dekker 21-bussen. Fra Josefines park og bort til 11-trikken blir avstanden på om lag 90 m. Fra Oscars gate 19 blir avstand til 21-bussen på nærmere 128 m. Selv om den reisende må å gå et lite stykke for å kunne rekke både buss og trikk, er avstandene likevel godt innenfor hva som aksepteres for å oppnå betegnelsen kollektivt knutepunkt [77]. Knutepunktet vil derimot ikke oppnå karakteren meget godt da det kun er ett av de supplerende kollektivtilbudene som havner innenfor radiusen på 50 m.



Figur 15 Utstrekning for hver adkomst med radius 50 m

4.3.2 Sporgeometri

I østgående retning fra Majorstuen stasjon starter utleggelsen av ny T-banetrasé etter 700 m. Utlagt trasé får en total lengde på 476 m og kobles på eksisterende trasé 607 m fra Nationaltheatret stasjon. For utleggelse av spor er det benyttet sporveksler med radius på 500 og et gap på 1:12. Denne type sporveksel legger til rette for maksimal baneføring på 60 km/t. Sporlinjens kurver vil derfor rent teoretisk tåle en høyere hastighet, men på bakgrunn av krav for variasjon av manglende overhøyde og rampestigningshastighet, blir hastigheten begrenset til 50 km/t.

Etter krav fra Teknisk regelverk og universell utforming er plattformen prosjektert med en lengde og bredde på henholdsvis 120 x 12 m og med avstand til nærliggende spor på 1,67 m [20]. Som tidligere nevnt i kapittel 2.3.5 er det krav til minste sporavstand på 4 m [20]. Eksisterende trasé har en sporavstand på 9,7 m og avstanden for den nye traséen blir derfor godt over tekniske krav. Sporgeometrien for traséen følger i stor grad normalkravene, men det er likevel unntak hvor minimumskrav har vært nødvendig. Sirkelbuene i traséen har en radius på 200 m. Dette er et minimumskrav som vil påvirke de andre parameterne til å følge minimumskrav. Overhøyden, H_{maks} , er satt til 120 mm etter vedlegg A1. Dette resulterer i en manglende overhøyde, l_{maks} , på henholdsvis 28 og 59 mm som er godt innenfor kravet på 100 mm.

For å oppnå en jevn kurvatur er det lagt inn overgangskurver med lengder på 40 m. Dette gir en godkjent rampestigning, p_{maks} , på 3 ‰. Lengdene på overgangskurver påvirker også variasjonen av manglende overhøyde, dl/dt , og rampestigningshastigheten, dh/dt . Som omtalt i avsnitt 2.3.3 vil en for stor variasjon i manglende overhøyde føre til skinneslitasje og rykk [22]. For alternativet ligger denne verdien på 10 mm/s som er godt under kravet på 80 mm/s. Rampestigningshastigheten for den nye traséen kommer under minimumskravet på 55 mm/s med en verdi på 42 mm/s (Vedlegg F1).

4.3.3 Terrenginngrep

Terrenginngrepet for dette alternativet omfatter et mindre område over bakken sammenlignet med de andre alternativene. Det skal utføres to enkle adkomster hvor hver av dem har et areal på ca. 50 m². Dette innebærer trapp og en heis etter krav om universell utforming. Hovedadkomsten vil være i Josefines park som har et areal på 1080 m² [78]. Parken er vernet etter PBL og det må derfor søkes om dispensasjon fra bestemmelser fastsatt av plan- og bygningsloven. Ifølge plan og bygningsloven §19-4 kan kommunestyret etter loven til å gi dispensasjon [79]. Med dette alternativet er det et ønske om å bygge en adkomst som passer omgivelsene, i tillegg til å ta færrest mulig trær på parkens område.

Den andre adkomsten ligger ved Oscars gate 19 som også ble vernet etter plan- og bygningsloven 8. april 1992 [80]. I likhet med den andre adkomsten må det også søkes om dispensasjon. Det er i dag et bredt fortau der adkomsten er tenkt. På fortauet står det i dag en statue av Bokken Lasson laget i 1962, i tillegg til et mindre grøntareal [81]. Som følge av løsningen vil statuen måtte flyttes minst et par meter.

4.3.4 Hastighet

Resultatene fra kalkuleringsprogrammet Opentrack for alternativ 1 vises i tabell 9 (Vedlegg E3). Alternativet vil gi en gjennomsnittlig kjøretid på 03:12 minutter. Dette tilsvarer 1 minutt lenger kjøretid sammenlignet med eksisterende bane.

Tabell 9 Kjøretider for alternativ 1

Retning	Kjøretid (min)
Majorstuen - Nationaltheatret	0:03:00
Nationaltheatret – Majorstuen	0:03:21
Gjennomsnittlig kjøretid (begge retninger)	0:03:12

4.3.5 Byggeprosess

For å unngå stanset T-banetraffikk i byggeperioden vil det sprenges en ny T-banetunnel på østsiden av eksisterende trasé. Ved vedlikeholdsarbeid på dagens T-banenett kan den nye traséen påkobles eksisterende trasé mellom Nationaltheatret og Majorstuen. På grunn av vernet parkområde, vil det ikke være hensiktsmessig å prosjektere stasjonen ved å åpne hele grunnen. Det anbefales derfor å benytte seg av et anleggsområde i nærheten med anleggsvei ned til stasjonen.

4.3.6 Kostnader og nytteverdi

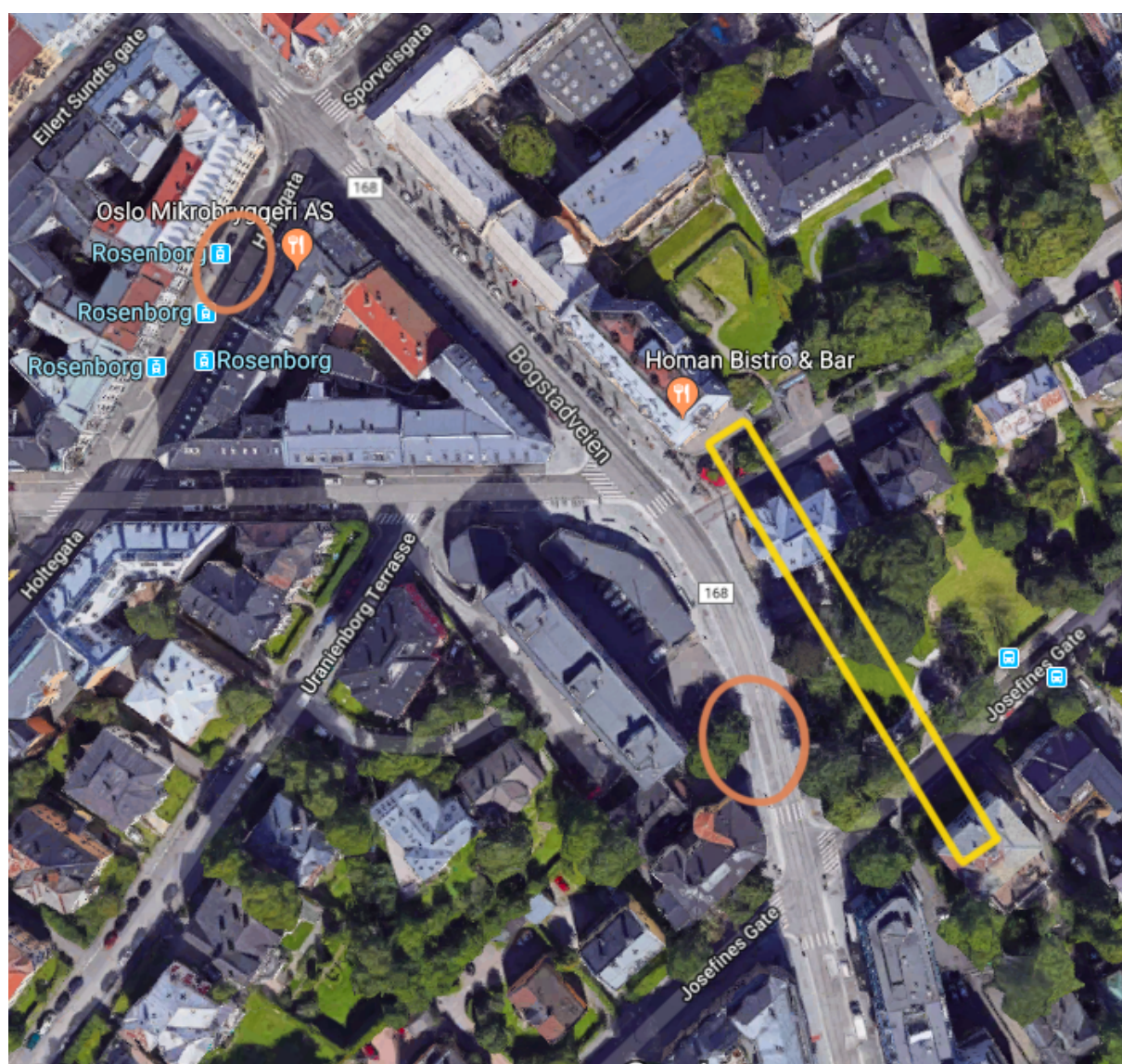
Ved alternativ 1 vil det ikke være nødvendig med omlegging av eksisterende buss- og trikkestopp. Ifølge Ruter er 400 m akseptabel gåavstand til stoppesteder i byområder [82]. Med en gangfart på rundt 5 km/t, vil en person gå 400 m på 5 minutter. Ved bruk av eksisterende buss og trikkestopp vil gangavstanden fra planlagt T-baneadkomst i Josefines park være innenfor en radius på 80 m. Dette tilsvarer rundt ett minuts gange. Alternativet vil derfor gi kort byttetid mellom transportsystemene noe som fører til redusert reisetid og økt nytteverdi. Omlegging av buss- og trikkestopp vil også gi økte kostnader da leskur med ruteinformasjon må settes opp, samt tilretteleggelse for en sklisikker

og jevn overflate. Det er også blant annet krav til holdeplasskantstein på 0,18 m og lederlinjer for svaksynte [77]. Dette er kostnader som unngås ved alternativ 1.

Alternativ 1 omfatter også terrenginngrep i Josefines park som er vernet. Utfordringen med å få innvilget dette avhenger av å få vedtatt en reguleringsplan. Dette krever dialog med Riksantikvaren for å finne en løsning som de kan godta ut i fra hensyn til vern. Ifølge utviklingssjef i COWI, Kathrine Strøm, er dette erfaringsmessig en prosess som i beste fall tar 5-10 år dersom parken allerede er definert som verneverdig. Dette kan påvirke byggetiden til prosjektet i stor grad. Dersom byggetiden blir forlenget eller pågående arbeider i parken blir stanset, vil dette kunne øke kostnadene betraktelig.

4.4 Alternativ 4

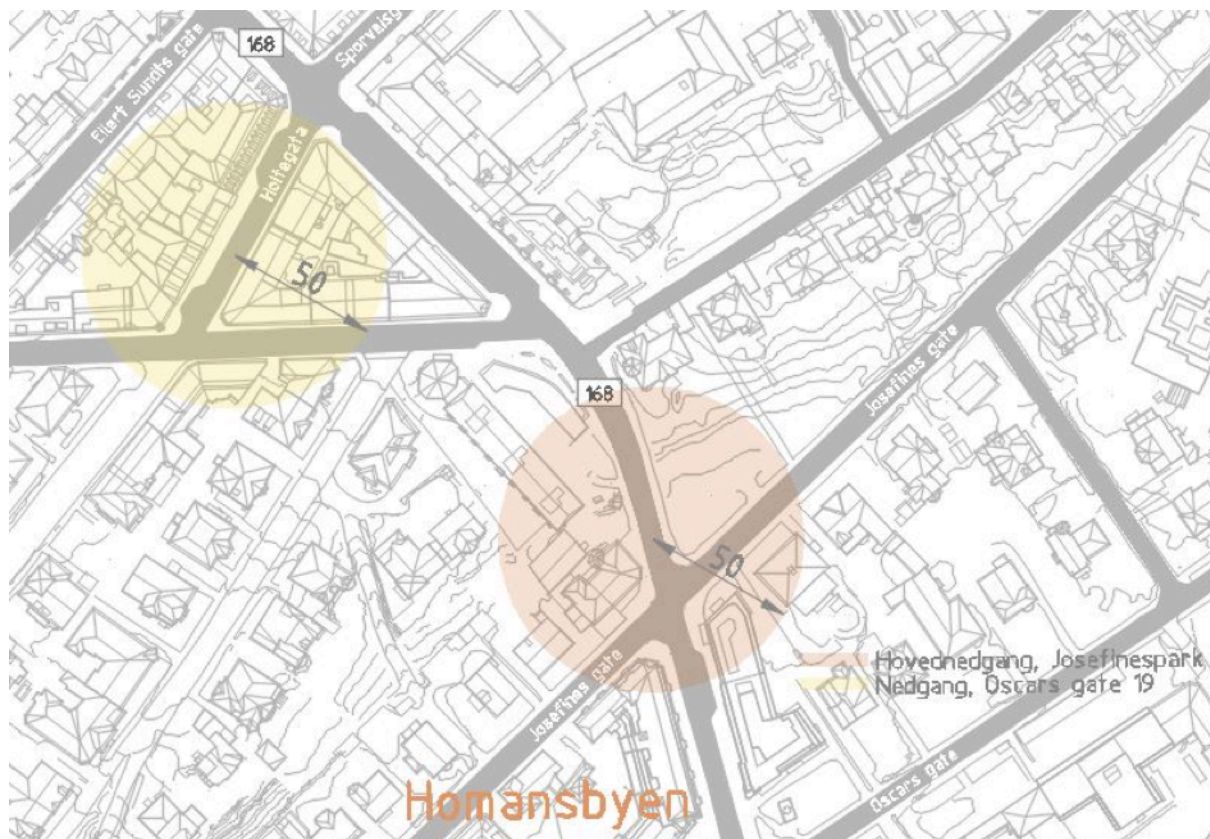
Alternativet er, sett i sammenheng med Sporveiens prosjekt fra 1996, mer fremtidsrettet med tanke på det bilfrie aspektet. Løsningen med et samlet kollektivknutepunkt vil gjøre det lett og effektivt å reise kollektivt. For å oppnå et samspill mellom myke og harde trafikanter vil det bli utformet fortau på hver side med trikkestopp, og T-baneadkomst i midten. Overgangene skal være tydelige og en skal enkelt kunne forflytte seg fra fortau og bort til T-baneadkomsten. Dette samsvarer med rapport M2016 utarbeidet av ruter [33]. Det vil også være mulighet for sykkelparkering og bysykkel-stasjon like ved stasjonens hovedadkomst. Plassering av adkomst og plattform er vist i figur 16.



Figur 16 Oversikt over omtrentlig plassering av adkomst og plattform for alternativ 4

4.4.1 Kollektivt knutepunkt

Ved å legge T-baneadkomst og trikkestopp på samme område danner alternativets hovedadkomst et meget godt kollektivt knutepunkt etter krav fremstilt i avsnitt 2.5. På bakgrunn av at 21-bussen flyttes 10 m nærmere lyskryss, vil både buss, trikk og T-bane være innenfor en avstand på 50 m. Alternativets andre adkomst ligger like ved 19-trikken, noe som øker T-banens dekningsgrad og befolkningen på Frogner får en direkte kobling til T-banestasjonen. Alternativets utstrekning er vist i figur 17.



Figur 17 Utstrekning for hver adkomst med en radius på 50 m

4.4.2 Sporgeometri

Alternativets plattform er plassert relativt likt som ved alternativ 1, med en liten forskyvning i retning Majorstuen. Utleggelse fra eksisterende spor starter 628 m fra Majorstuen og kobler seg tilbake på eksisterende trasé 606 m fra Nationalteatret. Den nye traséens totale lengde kommer på 501 m. I likhet med alternativ 1 er det prosjektert med sporveksler av radius 500 m og gap på 1:12.

Plattformen er dimensjonert etter tekniske krav og universell utforming med lengde og bredde på 120 x 12 m, og avstand til spormidte på 1,67 m [20]. Alternativet har en jevn sporavstand på 9 m og unngår dermed store variasjoner i nødvendig tunnel bredde. Vedrørende sporgeometrisk utforming følger alternativet normalkrav med unntak av sirkelbuer på 200 m og rampestigningshastighet,

dh/dt, på 50 mm/s (Vedlegg A1). Grunnet plattformens plassering og sporgeometrisk utforming tillater alternativet en hastighet på 60 km/t (Vedlegg F2).

4.4.3 Terrenginngrep

Alternativet medfører en større forandring i dagens infrastruktur da et område av Hegdehaugsveien må graves opp. Dette medfører omlegging av dagens trikkespor og veiens bredde vil som følge av dette utvides. Fortauet på vestlig side vil på bakgrunn av dette forflyttes. Område med økt veibredde starter ca. 10 m etter krysset mellom Josefines gate og Hegdehaugsveien og har en lengde på ca. 50 m i retning Majorstuen. På grunn av utvidelsen må det rives et mindre trehus på venstre side av veien i tillegg til tre trær i nærheten. Området hvor trærne og huset er plassert er vernet etter PBL. Omlegging av trikketrasé vil også medføre fjerning av en parkeringsrampe. Denne har derimot mulighet for påkobling via eksisterende nedkjørsel fra Professor Dahls gate til parkeringshallen som ligger vegg i vegg. Løsningen vil ikke ta terreng fra Josefines Park, men fortauet langs parken som i dag har en bredde på 3,7 m får en ny bredde på ca. 2 m. Adkomsten i Holtegata 30 berører ikke et vernet område. Rampeadkomsten i dagen vil ha en bredde 3 m og en lengde på 38,5 m, i tillegg til en stigning på 1:15 etter krav fra TEK 17. Eksisterende fortau har i dag en bredde på 5 m, som vil reduseres til 2 m grunnet rampens plassering.

4.4.4 Bilfritt område

Løsningen gjør hele Bogstadveien bilfri, som i dag er Norges største og lengste handlegate med over 300 butikker [83]. Som tidligere nevnt i avsnitt 3.3.4 vil den bilfrie sonen strekke seg fra Josefines park og videre opp til Sorgenfrigata. Her vil kun trikken kjøre, mens det vil være mulighet for kryssningstrafikk for biler i Industrigata som vist i figur 19. Dette krysset vil være utstyrt med lyssignal og fotgjengerfelt slik at sikkerheten for gående og syklende opprettholdes. Utformingen av Bogstadveien som bilfri handlegate kan sammenlignes med Karl Johan. Gaten er bilfri og har kryssende trafikk flere steder kontrollert av trafikkllys. Bogstadveien er i dag trafikkert og endring til bilfritt vil medføre økt trafikk i andre gater. Mulighet for gjennomkjøring ved Industrigaten vil fungere som avvikling av den økte trafikken andre gater vil få. Det er fremdeles enkelt å kjøre fra Majorstuen og ned til Bislett eller Frogner, i tillegg til gode muligheter for å kjøre fra Bislett til Frogner eller motsatt ved Industrigata eller Josefines gate. Resterende bilveier som i dag vender inn mot Bogstadveien vil ikke kunne benyttes og blir dermed blindveier. Her vil det være muligheter for parkeringsplass i endene. Dette kan bli populære parkeringsplasser med nærhet til handleområde og som erstatning for noen av parkeringsplassene som i dag eksisterer i Bogstadveien.



Figur 18 Bilfri strekning

4.4.5 Hastigheter

Resultatene fra kalkuleringsprogrammet Opentrack for alternativ 4 vises i tabell 10 (Vedlegg E3). Alternativet vil gi en gjennomsnittlig kjøretid på 03:05 minutter. Dette tilsvarer 53 sekunder lenger kjøretid sammenlignet med eksisterende bane.

Tabell 10 Kjøretider for alternativ 4

Retning	Kjøretid (min)
Majorstuen - Nationaltheatret	0:02:54
Nationaltheatret – Majorstuen	0:03:15
Gjennomsnittlig kjøretid (begge retninger)	0:03:05

4.4.6 Byggeprosess

I likhet med alternativ 1 vil stasjonen legges i ny tunnel på østlig side av eksisterende trasé slik at normal T-banedrift kan pågå i byggeperioden. Valgt plassering i midten av veien gjør det mulig å bygge stasjonen ved å åpne grunnen rett under planlagt adkomst. Ettersom alternativet vil fjerne eksisterende biltrafikk samt omlegging av trikkespor, anses det ikke som problematisk at veien stenges for trafikk under byggeperioden. Byggegrep over planlagt T-banestasjon åpner også for bruk av prefabrikkerte elementer. Prefabrikkering omhandler bygningsdeler som er fremstilt på fabrikk, slik at byggeperioden kan reduseres [84]. Ifølge senior prosjektleder i COWI Danmark, Torsten Mølgaard, ble tunnelen for Copenhagen Metro bygget med prefabrikkerte segmenter, mens selve stasjonen med plattform ble prosjektert på stedet. De nye trikkesporene vil bli lagt etter at arbeidet med stasjonen er ferdig.

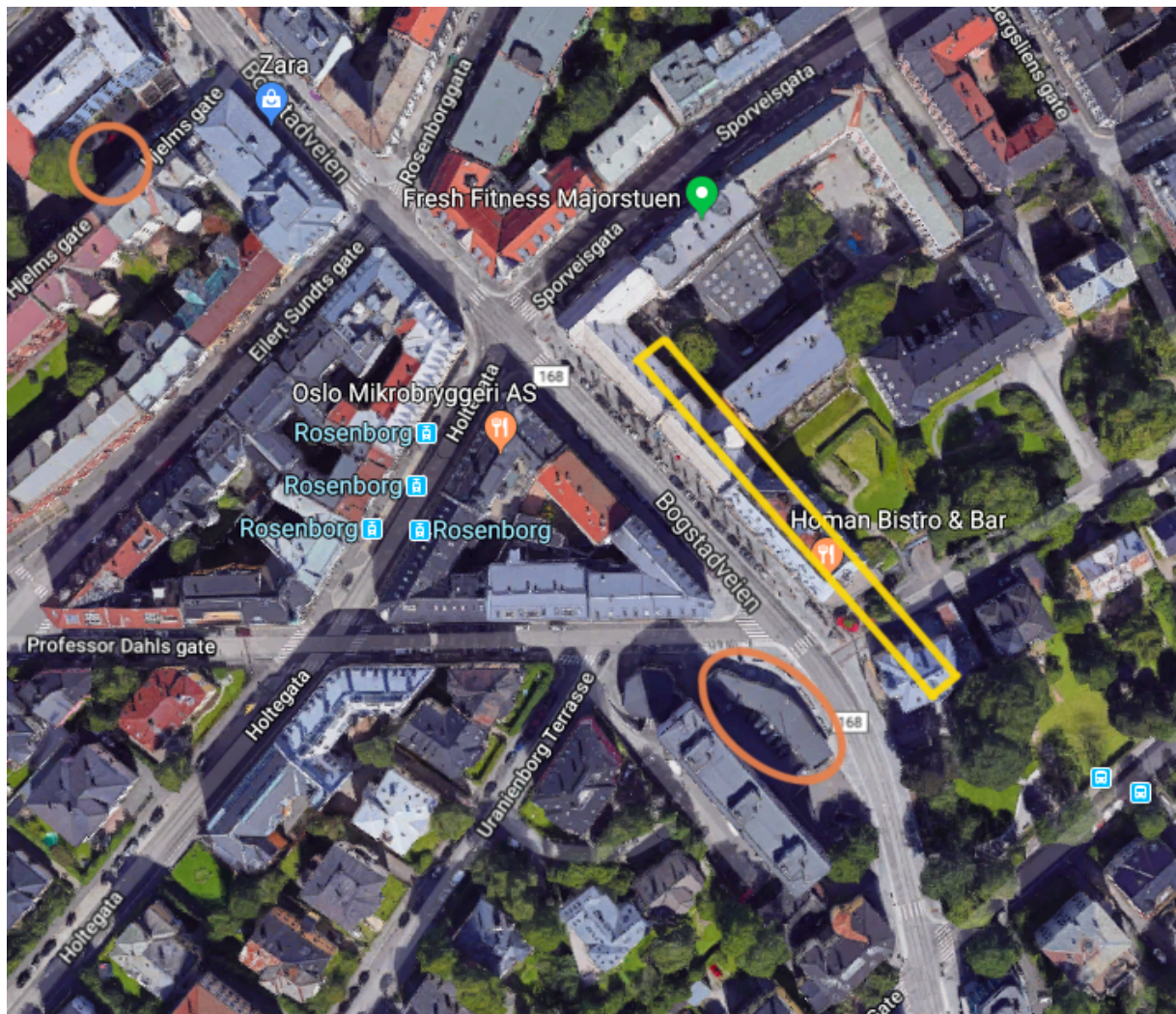
4.4.7 Kostnader og nytteverdi

Alternativ 4 omfatter omlegging av eksisterende trikkestopp og trikkestrasé. Dette vil gi økte kostnader både ved utforming av nytt stoppested og ny skinnetrasé, men vil også påvirke trikkens drift under byggeperioden. Etter valgt avgrensning i oppgaven er det ikke gått i dybden på teknisk utførelse av stasjon og adkomst. Det vil derfor være vanskelig å si noe om hvor lenge trikkens drift vil være ute av funksjon. Spørsmålet er om det skal legges til rette for alternative reisemåter for de reisende under byggeperioden. Buss for bane i forbindelse med ny tunnel ved Brynseng stasjon ble kostnadsestimert til 100 000 kr per dag per bane [85]. Prosjektleder i COWI, Bernt Schack Lystrup, anser en lavere estimert kostnad med buss for trikk på 50 000 kr per dag. Årsaken til et lavere estimat for buss for trikk er at trikken har lavere kapasitet enn T-banen som kan ta flere passasjerer per tog. Dersom omleggingen av trikken vil pågå i en forlenget periode, vil kostnadene for buss for trikk øke de totale kostnadene betraktelig.

Ved bruk av eksisterende busstopp og omlegging av trikkestoppet vil gangavstanden mellom transportsystemene være innenfor en radius på 50 m. Dette tilsvarer et halvt minutt gange. Til tross for høyere kostnader vil omleggingen føre til redusert byttetid og kortere reisetid, noe som igjen vil gi høyere nytteverdi for de reisende. Alternativet omfatter også en bilfri strekning fra og med Josefines park og videre opp i Bogstadveien. Løsningen vil derfor gjøre Bogstadveien til en mer attraktiv handlegate uten gjennomgående biltrafikk. I tillegg til at en bilfri løsning har høy nytteverdi for miljøet, vil også eksisterende butikker i Bogstadveien kunne få flere besøkende. Eksempelvis har leder for park- og ingeniøravdelingen i Freiburg by, Frank Uekermann, uttalt at butikker i det bilfrie området i sentrum er mer besøkt, sammenlignet med butikker som er tilgjengelige med bil [86].

4.5 Alternativ 5

Alternativet har flere likheter med Sporveiens planlagte løsning. Den nye stasjonen vil ha tilnærmet lik plassering av plattform og adkomst i Hjelms gate som vist i figur 19. Den andre adkomsten i Hegdehaugsveien omfatter rivning av eksisterende bygning. Tanken bak løsningen er å skape et bygg som vil passe bedre inn med det arkitektoniske i området, uten å gå på bekostning av utsikten til bakenforliggende boligblokk.

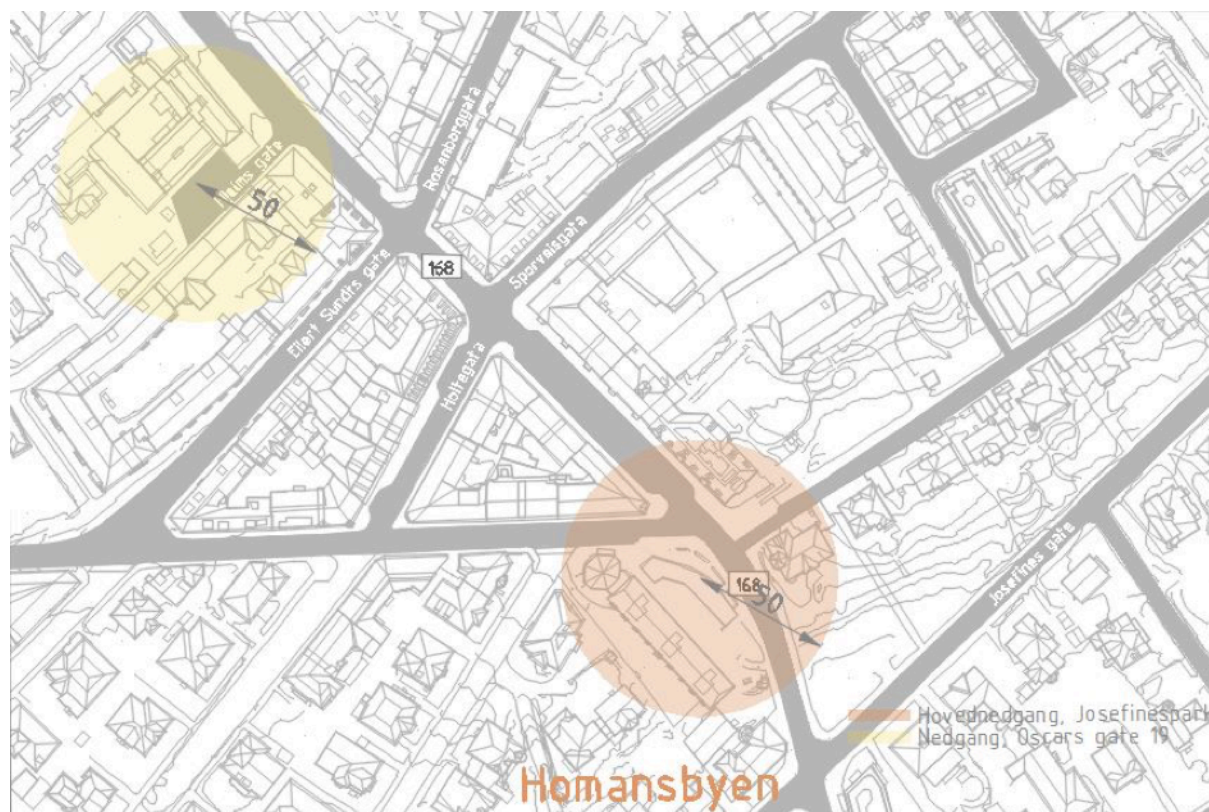


Figur 19 Oversikt over omtrentlig adkomst og plattform for alternativ 5

4.5.1 Kollektivt knutepunkt

Ved alternativ 5 vil avstand til eksisterende kollektivtilbud bli lengre enn ved de andre alternativene. Som vist i figur 20 vil ikke løsningen ha en utstrekning som dekker 21-bussen og 11-trikken innenfor 50 m. Fra hovedadkomsten til trikketoppet i Homansbyen blir avstanden på ca. 160 m. Til 21-bussen

blir avstanden på ca. 150 m. Alternativet er likevel godt innenfor hva som kreves for at stasjonen kan betegnes som et kollektivt knutepunkt. I tillegg vil reisende kunne benytte seg av trikkestoppet til 19-trikken i Holtegata 165 m lengre opp mot Majorstuen [44]. Adkomsten i Hjelms gate vil ha en avstand på under 200 m til 11-trikkens neste stopp i Bogstadveien.



Figur 20 Utstrekning for hver adkomst med en radius på 50 m

4.5.2 Sporgeometri

Ettersom plattformen til alternativ 5 ligger lengre nord enn de andre alternativene, legges den nye traséen ut etter 494 m fra Majorstuen stasjon. Grunnet plattformens plassering blir lengden på den utlagte traséen lengre enn ved de to andre alternativene. Traséen får en lengde på 777 m. Tilbakekobling til eksisterende trasé i østgående retning er 552 m fra Nationalteatret stasjon. I likhet med de andre alternativene er det prosjektert for sporveksler av radius 500 og gap på 1:12. For venstre spor i østgående retning var det ikke nødvendig med bruk av sporveksel da bruk av overgangskurve var tilstrekkelig for utleggelse av traséen. Dette er positivt i den sammenheng at sporveksler er kostnadsdrivende og med på å skape en mindre jevn og komfortabel kurve enn hva en ren overgangskurve gjør. Videre er traséen dimensjonert for en hastighet på 50 km/t. Forøvrig er traséen som legges ut dimensjonert med kurver som tåler en hastighet på 50 km/t.

Plattform er dimensjonert etter krav fra teknisk regelverk og universell utforming med lengde og bredde på 120 x 12 m [20]. Avstand til nærliggende spor er 1,67 m [20]. Grunnet sporavstand ved eksisterende trasé får alternativet på det meste en sporavstand på 21 m. Den store avstanden vil øke kostnadene for bygging da tunnelen må utvides, eller sporene må legges i to tunneler. Vedrørende sporgeometriske krav følger alternativet i stor grad normalkravene, med unntak av linjens sirkelbuer på 200 m og rampestigningshastigheten på 41 mm/s (Vedlegg F3).

4.5.3 Terrenginngrep

Hovedadkomsten skal plasseres i Hegdehaugsveien 36 hvor det i dag står et næringsbygg. Bygget inneholder i dag ulike butikkvirksomheter som Zanzibar, Vita og to restauranter. Dette bygget vil rives for å få plass til ny adkomst. Verken bygget eller nærmeste område er vernet. Det nye bygget vil ha tilnærmet lik næringsvirksomhet som eksisterende bygg, inkludert hovedadkomst til T-bane på bakkenivå. Den andre adkomsten plasseres i Hjelms gate 3, som var et av de foreslåtte alternativene til sporveien. Dette er i dag en parkeringsplass med 7 bilparkeringer med et areal på ca. 250 kvm [87]. I tilhørende bygg holder det til en skobutikk. Adkomsten vil ikke hindre fremkommeligheten inn til butikken. Området er ikke vernet og på nærliggende eiendom driftes en barnehage. Planlagt adkomsten vil ikke komme i konflikt og berøre barnehagens område.

4.5.4 Hastighet

Resultatene fra kalkuleringsprogrammet Opentrack for alternativ 5 vises i tabell 11 (Vedlegg E3). Alternativet vil gi en gjennomsnittlig kjøretid på 03:13 minutter. Dette tilsvarer 61 sekunder lenger kjøretid sammenlignet med eksisterende bane.

Tabell 11 Kjøretider for alternativ 5

Retning	Kjøretid (min)
Majorstuen - Nationalteatret	0:03:01
Nationalteatret – Majorstuen	0:03:24
Gjennomsnittlig kjøretid (begge retninger)	0:03:13

4.5.5 Byggeprosess

Ved alternativ 5 legges ny trasé i likhet med de andre alternativene på østsiden av eksisterende linje. Dagens T-banetrasé mellom Nationaltheatret og Majorstuen går rett under planlagt hovedadkomst. Det vil derfor ikke være mulig å åpne hele grunnen fra dagen og ned til ny stasjon. Det anbefales derfor samme løsning som ved alternativ 1 ved bruk av anleggsvei. Hvorvidt anleggsområdet kan plasseres under planlagt adkomst vil avhenge av områdets grunnforhold og krav til sikkerhet ned mot eksisterende tunnel.

4.5.6 Kostnader og nytteverdi

Alternativ 5 omfatter ekspropriasjon av eksisterende bygning i Hegdehaugsveien 36. Ettersom oppgaven ikke går i dybden på teknisk utførelse er det vanskelig å si noe om hvor lang tid rivningen vil ta og hva kostnadene blir. Forenklet sagt, vil nødvendig rivningsarbeid av eksisterende bygning føre til høyere kostnader og lengre byggetid sammenlignet med de andre alternativene som ikke omfatter rivning av eksisterende bygg. Bygningen har også kort avstand til nærliggende høyblokk og det kan være behov for tilrettelegging for beboere. Til tross for økte kostnader med rivning vil utformingen av det nye bygget ha høy samfunnsmessig nytteverdi.

Alternativet omfatter ikke omlegging av buss- og trikkestopp og vil derfor i likhet med alternativ 1 ikke få økte kostnader ved utforming av nye holdeplasser. På en annen side vil avstanden mellom transportsystemene økes. Ved dette alternativet vil gåavstanden fra planlagt T-baneadkomst under eksisterende bygning til buss og trikk være innenfor en radius på 200 m. Dette tilsvarer over to minutters gange. Avstanden er akseptabel ifølge ruter på 400 m, men vil sammenlignet med alternativ 1 og 4 føre til økt reisetid. Alternativet gir derfor lavere nytteverdi for de reisende enn ved de andre alternativene.

5 Diskusjon, konklusjon og videre arbeider

5.1 Diskusjon

Som det fremkommer av foregående teori vil befolkningen i Oslo ha en kraftig økning i årene fremover. Behovet for modernisering og utvidelse av dagens T-banetilbud er som følge av dette stort. T-banen har hatt stor vekst siden grunnleggelsen i 1898 og er det transportmiddelet som har hatt en mest markant økning de siste årene. Oslo har allerede et godt utviklet T-banenet som det er viktig å utnytte i størst mulig grad. T-banen har en god flatedekning, men som tidligere nevnt har sentrale områder som Frogner, St Hanshaugen, Bislett og Homansbyen i dag ingen nærliggende stasjoner. På bakgrunn av den lange strekningen mellom Majorstuen og Nationaltheatret har Homansbyen vært et interessant område for videreutvikling av T-banetilbudet. I tillegg til å ha nær tilknytning til sentrale områder som Frogner og Bislett, er det tydelig at det har vært interesse for en stasjon i Homansbyen både fra de tidligste planene for strekningens utbygging og igjen via sporveiens forslag fra 1996.

En ny T-banestasjon i Homansbyen vil forbedre det eksisterende kollektivknutepunktet. Alle alternativene oppfyller krav til kollektivknutepunkt ved at det er mindre enn 200 m til neste transportmiddel. Av gruppens alternativer er det kun alternativ 4 som anses som meget godt med en avstand på under 50 m til både buss og trikkestop, inkludert sykkelparkering. Dette kan sammenlignes med Nørreport stasjon i København, hvor busstopp og sykkelstativ er plassert rett ved T-baneadkomsten. Som tidligere nevnt under avsnitt 2.5 verdsettes byttetid dobbelt så høyt som den totale reisetiden. Alternativet vil derfor ha stor nytteverdi for passasjerer som skal bytte til andre transportsystemer. Dette avhenger også av et samkjørt transportsystem med god takting. Alternativ 1 og 5 er også gode knutepunkter, men har lengre avstander mellom transportmidlene og gjør dermed knutepunktet mindre effektivt.

Vedrørende vernede områder kan det oppstå utfordringer ved plassering av adkomst. Alternativ 1 berører to vernede områder som begge har en historisk tilknytning. En av de største utfordringene med denne løsningen er at planlagt hovedadkomst ligger i Josefines Park som tidligere nevnt er vernet etter PBL. Dette kan bli et problem i forhold til forlenget søknadsprosess for godkjenning av nødvendig terrenginngrep. I tillegg til å være et historisk bevart område er det i dag også et sosialt parkområde som fungerer som en grønn lunge. På grunn av fortetting i Oslo by, er det få parkområder lokalisert i sentrum. Det er derfor viktig å i størst mulig grad ivareta slike områder. Alternativ 4 vil berøre et mindre vernet området men vil likevel føre til mindre biltrafikk rundt

parken. I motsetning unngår alternativ 5 vernede områder og en lang søknadsprosess kan dermed unngås.

Av sporgeometrisk utforming er det relativt like resultater for hvert av alternativene. De forskjellige traséforslagene er alle dimensjonert med like sporveksler og følger samme krav til teknisk regelverk og universell utforming. Vedrørende sporveksler skiller alternativ 5 seg mest ut ettersom det kun er nødvendig for bruk av veksler på det ene sporet. Dette er som nevnt under avsnitt 4.5.2 økonomisk lønnsomt i tillegg til at transport på sporet vil foregå mer komfortabelt. Alle alternativene er prosjektert for midtplattform ved stasjonen. Grunnet dimensjonering etter tekniske krav er alle spor lagt med rett strekning ved plattform, slik at avstanden mellom vogn og plattform blir minimal. Dette vil gi økt sikkerhet og lettere av- og påstigning for rullestolbrukere. En felles plattform vil også bidra til bedre passasjerflyt og oversikt slik som ved stasjonen King Baudouin i Brussel.

Til sammenligning med forslaget fra Sporveien som ble igangsatt i 1996, har ønsket vært å lage en så kort utleggelse av eksisterende trasé som mulig. Dette har vært et fokus for å minimere det påkommende tidsbruk en ekstra stasjon vil medføre. Som tidligere nevnt endte forslaget fra 1996 på en utlagt trasé med lengde på om lag 800 m. Ved alternativ 1 og 4 vil denne lengden bli minimert til henholdsvis 476 og 501 m. Alternativ 5 krever en mer omfattende utleggelse på bakgrunn av plattformens plassering og ender med en lengde på 777 m. Som følge av lengre trasé vil alternativ 5 også medføre økt reisetid. Vedrørende hastigheter for de nye traséene er den for både alternativ 1 og 5 dimensjonert for 50 km/t. Som omtalt i avsnitt 4.4.2 og 4.5.2 skyldes dette begrensninger i forhold til tekniske krav. Ved alternativ 4 oppnås i motsetning en hastighet på 60 km/t med sporgeometri oppfylt etter tekniske krav.

Sporgeometrien for øvrig kan kategoriseres som god for alle alternativene ettersom tekniske krav er oppfylt og det ikke vil bli behov for avvik. Innad er det likevel forskjeller som gjør at noen alternativer utpeker seg mer positivt enn andre. For en løsning med lavest kostnad og effektiv byggemåte er det med stor fordel at sporavstanden er jevn og ikke for stor. Alternativ 5 skiller seg ut med en stor sporavstand på nærmere 21 m enkelte steder av strekningen. Alternativ 1 og 4 følger en mer jevn kurve med smalere sporavstander. Alternativ 1 har den minste sporavstanden ved enkelte punkter på traséen, men spriker til gjengjeld en del gjennom linjen. Alternativ 4 ligger for det meste på 9 m i avstand og holder på denne måten en god og jevn avstand gjennom hele strekningen.

Ifølge simuleringsprogrammet Opentrack vil alternativ 4 ha en gjennomsnittlig kjøretid på 03:05 minutter i begge retninger. Alternativ 1 og 5 som begge er prosjektert for en lavere hastighet vil få en

kjøretid på henholdsvis 03:12 og 03:13 minutter. Som tidligere nevnt er det flere usikkerheter knyttet til simuleringen da signalsystem, ruteplan og tilstanden til eksisterende bane ikke er tatt i betraktning. Den faktiske kjøretiden vil bli lengre da dette er avgjørende faktorer for vognenes maksimale hastighet. Ved modernisering av signalsystemet med CBTC teknologi, vil kjøretiden kunne nærme seg disse resultatene da dette vil bidra til en mer effektiv trafikkavvikling og økte hastigheter. Til sammenligning med eksisterende bane med gjennomsnittlig kjøretid på 02:13 minutter, er det alternativ 4 som kommer best ut med en økning på 53 sekunder.

Som omtalt i avsnitt 4.2 forutsettes det lik kostnad ved omlegging av eksisterende trasé og plattform for alle alternativene. Investeringskostnadene vil først og fremst styres av kostnadene ved utlagt strekning. Alternativ 1 og 5 slipper eventuell omlegging av eksisterende buss- og trikkestopp. Dette vil gi reduserte kostnader, men vil også føre til et dårligere kollektivknutepunkt. Alternativ 4 på en annen side krever omlegging av trikkestopp. Ettersom buss for trikk vil gi betydelig økte kostnader kan et rimeligere forslag vurderes. Et mulig forslag kan være å endre eksisterende trikkerute for 11-trikken. Nærliggende kvartal ved Frydenlund, trikkestoppet før Homansbyen, har trikkespor som gir mulighet for å endre kjøreretning. På den måten kunne 11-trikken beholdt dagens kjørerute frem til Frydenlund stasjon, for så å snu og kjøre tilbake mot Kjelsås. De reisende vil på den måten ikke kunne benytte seg av 11-trikken til Homansbyens stasjon og videre opp til Majorstuen under byggetiden. Selv om denne løsningen implementeres, vil alternativet ha økte kostnader på bakgrunn av omlegging av eksisterende trikkespor. Alternativet gir likevel en fordel ved at avstanden mellom transportsystemene blir minimal.

Ved plassering av adkomst i Josefines park for alternativ 1, kan kostnadene øke på vegne av forlenget byggetid. Skal alternativet være en lønnsom investering bør man derfor før bygging ha god oversikt over hvilke muligheter man har og hva som er tillatt på det vernede området. I motsetning kan valgt plassering for alternativ 4 redusere byggetiden da løsningen åpner for bruk av prefabrikkerte elementer. Alternativ 5 vil få ekstra kostnader ved oppbygging av eksisterende bygg. Som tidligere nevnt består området av villaer fra helt tilbake til slutten av 1800-tallet. Til tross for økte kostnader, vil man kunne bygge et bygg som passer bedre inn med det arkitektoniske og på den måten videreføre de historiske verdiene som området har.

Forbedring av kollektivtilbudet er også viktig for fremtiden da det er ønske om færre bilister for å åpne for mer attraktive og miljøvennlige sentrumsgater. For at personer skal velge kollektivtransport fremfor bilen må tilbudet være godt og effektivt. Buss og trikk vil i tillegg få et større spillerom og en bedre funksjon dersom bilen gjøres mindre synlig. Alternativ 4 vil med det bilfrie aspektet kunne gi

en større økning i antall kollektivreisende i sammenligning med de andre alternativene. Som en konsekvens av stasjonsløsningen for alternativ 4, må Bogstadveien gjøres bilfri. Det var derfor naturlig å ta dette med som en del av alternativet. Ved alternativ 1 og 5 vil ikke dette være nødvendig og en bilfri løsning er derfor ikke blitt studert. På en annen side vil alternativ 5 være fremtidsrettet da utforming av nybygg stiller strengere krav til miljøet. Oppføring av et nytt bygg vil også kunne bidra til en verdiøkning i området.

5.2 Konklusjon

På bakgrunn av diskusjonen anbefaler gruppen alternativ 4 til videre arbeider. Alternativet gir det mest effektive kollektivknutepunktet og vil resultere i kortest reisetid. I tillegg er løsningen svært fremtidsrettet med tanke på det bilfrie aspektet. Løsningen fremmer et grønnere byliv og vil gjøre området mer attraktivt uten gjennomgående biltrafikk. Alternativet gir også mulighet for bruk av prefabrikkerte elementer slik at byggetiden kan reduseres.

5.3 Videre arbeider

Som følge av valgte avgrensninger i oppgaven vil det være behov for videre arbeider. Et naturlig steg videre vil være å undersøke grunnforhold og teknisk gjennomførbarhet til valgt løsning. Det må også utarbeides nytte- og kostnadsberegninger for å vurdere økonomisk lønnsomhet knyttet til prosjektet. En ny stasjon i Homansbyen bør også ses i sammenheng med tilgjengelig kapasitet og fremtidige planer. På bakgrunn av sprengt kapasitet ved dagens sentrumstunnel anbefales det at Homansbyen stasjon driftes etter at ny sentrumstunnel er på plass, slik at kapasiteten ikke forverres mot hva den er i dag. Ved ny sentrumstunnel vil som sagt kapasiteten dobles. Det er et ønske å forbedre dagens kapasitet og det anbefales derfor at ny sentrumstunnel prioriteres før eventuelle nye stasjoner på strekningen. Som det fremkommer under avsnitt 2.6.2 er det også planer om en såkalt "Storbybane", S-bane. Ved videre arbeider kunne det vært aktuelt å vurdere mulighetene for å påkoble S-banen til Homansbyen stasjon. Dette ville avlastet kapasiteten på T-banenettet og bidratt til et enda bedre kollektivknutepunkt.

Referanser

- [1] Byggteknisk forskrift (TEK10) , «§ 11-3. Brannklasser,» 2010. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/tek/3/11/i/11-3/>. [Funnet 18 mai 2018].
- [2] Ruter, «Prinsipper for linjenettet,» 2012. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://ruter.no/globalassets/dokumenter/ruterrapporter/2011/17_2011_prinsipper_for_linjenettet.pdf. [Funnet 17. april 2018].
- [3] NTNU, «Finansdepartementets ordning for kvalitetssikring av store statlige investeringer,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.ntnu.no/concept/ks-ordningen>. [Funnet 23. april 2018].
- [4] Direktoratet for byggkvalitet, «Luminanskontrast,» 2007. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://uukurs.dibk.no/modul-6/presentasjon/begrepsavklaring/luminanskontrast/>. [Funnet 20. april 2018].
- [5] Statistisk sentralbyrå, «Befolkningsframskrivinger, 2016-2100,» 2016. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram/aar/2016-06-21>. [Funnet 6 april 2018].
- [6] TutorVista, «Centrifugal Acceleration,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://physics.tutorvista.com/motion/centrifugal-acceleration.html>. [Funnet 15 april 2018].
- [7] Ø. Grøn, «Sentripetalkraft,» 2017. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/sentripetalkraft>. [Funnet 7 mars 2018].
- [8] Agder Kollektivtrafikk AS (AKT) , «Veileder prinsipper for linjenett,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: http://www.akt.no/media/485086/AKT_Prinsipper_linjenett_2015LR-i-AKT-mal.pdf. [Funnet 15 mars 2018].
- [9] K. m. Bergander, «Vitenskap og metode,» 2006. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/160510/Vitenskap%20og%20metode.pdf?sequence=1>. [Funnet 9 mars 2018].
- [10] Cappelen Damm, «Kapittel 9: Samfunnsfaglig metode,» 2015. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://delta.cappelendamm.no/vgsamf/binfil/download2.php?tid=1885227&h=cbd1c2f5c8d856417e0a550a995e7b2b&kap=1685917>. [Funnet 9 mars 2018].
- [11] J. Creswell, «Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches,» 2008.

- [12] R. Andreassen, «Om å blande kvantitative og kvalitative metoder i studier av Internett-basert lesing,» Høgskolen i Østfold, 2010. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/147561>. [Funnet 22 februar 2018].
- [13] Store norske leksikon, «Metro,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/metro>. [Funnet 27 02 2018].
- [14] Sporveien , «Sporveiens historie,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://www.sporveien.com/inter/omktp/artikkel?p_document_id=2586103. [Funnet 22 februar 2018].
- [15] N. Aspenberg, «Trikker og forstadsbaner i Oslo: fra hestesporvei til T-bane,» vol. 1994, Baneforlaget.
- [16] Ruter, «Kollektivtrafikkhistorie i Oslo og Akershus,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://ruter.no/om-ruter/kultur-og-historie/sporveishistorie/>. [Funnet 22 mars 2018].
- [17] Regjeringen , «Samfunnssikkerhet i samferdselssektoren – ansvar og oppgaver,» 2015. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dep/sd/ansvarsomraader/ansvar-og-oppgaver---transport--og-kommu/id556709/>. [Funnet 22 februar 2018].
- [18] Statens jernbanetilsyn , «T-bane og sporvei,» 2017. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.sjt.no/jernbane/regelverk/lover-og-forskrifter/t-bane-og-sporvei/>. [Funnet 22 februar 2018].
- [19] Sporveien , «Sikkerhet,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: http://www.tbanen.no/inter/samfunnsansvar/artikkel?p_document_id=2483586. [Funnet 24 februar 2018].
- [20] Sporveien, «Teknisk regelverk: 500 bane overbygning, K2-IE-TB0000-500-AC-1001 Vedlikehold Overbygning,» Sporveien, Oslo, 2018.
- [21] C. Esveld, «Modern Railway Track,» 2nd red., vol. 2001, MRT-Productions.
- [22] K. Skoglund, «Sporgeometri. Undervisningsnotat i BA6012 Grunnleggende jernbaneteknikk,» Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, 2011.
- [23] Store norske leksikon, «Universell utforming,» 2015. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://snl.no/universell_utforming. [Funnet 9 april 2018].
- [24] Lovdata , «Lov om likestilling og forbud mot diskriminering,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-51#KAPITTEL_3. [Funnet 25 mars 2018].
- [25] Byggteknisk forskrift (TEK 17), «§ 12-3. Krav om heis i byggverk,» 2017. [Internett]. Tilgjengelig

- fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/12/i/12-3/>. [Funnet 23 februar 2018].
- [26] Byggteknisk forskrift (TEK 17), «§ 12-16 Rampe,» 2017. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/12/iii/12-16/>. [Funnet 23 februar 2018].
- [27] Byggteknisk forskrift (TEK17), «§11-3 Brannklasser,» 2017. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/11-3/>. [Funnet 20 mars 2018].
- [28] B. f. (. 17), «§ 11-14 Rømningsvei.,» 2017. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/iv/11-14/>. [Funnet 23 februar 2018].
- [29] Transportøkonomisk Institutt , «TØI-rapport - Europeiske byer med bilfrie sentrum,» 2016. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=42371>. [Funnet 24 februar 2018].
- [30] Oslo Kommune, «Bil og kollektivtrafikk,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/politikk-og-administrasjon/statistikk/miljostatus/bil-og-kollektivtrafikk/#gref>. [Funnet 24 februar 2018].
- [31] Sporveien, «Om Sporveien T-banen,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://www.sporveien.com/inter/omtbanen?p_document_id=2416976. [Funnet 22 februar 2018].
- [32] Ruter, «Rutetabell for trikk - 11 Majorstuen - Kjelsås,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://ruter.no/globalassets/rutetabeller/trikk/trikk-rutetabell-02042018.pdf>. [Funnet 13 februar 2018].
- [33] Ruter, «M2016 - Slik reiser du i fremtiden,» 2016. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://m2016.ruter.no/>. [Funnet 22 februar 2018].
- [34] S. Vegvesen, «Oslopakke 3,» 2017. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/_attachment/1388706/binary/1113569?fast_title=Revidert+avtale+Oslopakke+3+for+2017-2036.+Undertegnet+2016-06-05.pdf. [Funnet 29 mars 2018].
- [35] B.-. Definisjoner, «Kollektivknutepunkt,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.betydning-definisjoner.com/kollektivknutepunkt>. [Funnet 28 mars 2018].
- [36] P. Sørensen, «Hva er det viktig å vektlegge i utformingen av et knutepunkt i et kunde-/brukerperspektiv?,» 2002. [Internett]. Tilgjengelig fra: www.transportiby.net/getfile.php/40029.466/Seminarrapport+knutepunkt.doc. [Funnet

- 2018].
- [37] K. mfl., «Kollektivtrafikantenes preferanser,» Transportøkonomisk institutt, 1995. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=6294>. [Funnet 5 mars 2018].
- [38] S. mfl., «Fakta om kollektivtransport: erfaringer og løsninger for byområder,» 1995. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=15023>. [Funnet 5 mars 2018].
- [39] Statistisk sentralbyrå, «Befolkningsframskrivinger,» 2016. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram/aar/2016-06-21>. [Funnet 2 februar 2018].
- [40] NRK , «T-banekapasiteten i Oslo kan være sprengt i 2025,» 2016. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/ostlandssendingen/t-banekapasiteten-i-oslo-kan-vaere-sprengt-i-2025-1.12770004>. [Funnet 15 april 2018].
- [41] Ruter, «KVU Oslo-Navet, Fra NAV til nettverk,» 2015. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://ruter.no/globalassets/dokumenter/ruterrapporter/strategi-og-handlingsplaner/kvu-oslo-navet-kortversjon.pdf>. [Funnet 15 april 2018].
- [42] Ruter, «Årsrapport 2016,» 2016. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://ruter.no/globalassets/dokumenter/aarsrapporter/ruter-arsrapport-20161.pdf>. [Funnet 29 mars 2018].
- [43] Sporveien , «Signalanlegg for T-banen,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://www.sporveien.com/inter/prosjekter/prosjekt?p_document_id=2797922. [Funnet 22 mars 2018].
- [44] Google Maps, «Homansbyen,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.google.com/maps/place/Homansbyen,+0352+Oslo/@59.9227173,10.7176972,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x46416dd7d331f5eb:0x7c253e28d5914e2c!8m2!3d59.922718!4d10.726452>. [Funnet 15 mars 2018].
- [45] Store norske leksikon , «Homansbyen,» 2009. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Homansbyen>. [Funnet 19 mars 2018].
- [46] NRK , «Homansbyen i Oslo,» 1974. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://tv.nrk.no/program/fola01003773/homansbyen-i-oslo>. [Funnet 19 mars 2018].
- [47] Statistisk sentralbyrå , «Befolkningsframskrivninger, 2016-2100.,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram/aar/2016-06-21?fane=tabell&sort=nummer&tabell=270431>. [Funnet 14 mars 2018].

- [48] Sporveien AS, «Homansbyen T-banestasjon - Kostandsoverslag,» Sporveien, 1999.
- [49] Sporveien, «Homansbyen stasjon - status,» Sporveien, Oslo, 2004.
- [50] B. Halvorsen, «Vil ikke droppe Homansbyen stasjon,» 2006. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.aftenposten.no/osloby/i/V9JqV/Vil-ikke-droppe-Homansbyen-stasjon>. [Funnet 9 april 2018].
- [51] O. Juven, «Skrinlegger underjordisk stasjon,» 2006. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/ostlandssendingen/skrinlegger-underjordisk-stasjon-1.751518>. [Funnet 3 mars 2018].
- [52] Riksantikvaren, «Hva sier lovverket?,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.riksantikvaren.no/Tema/Energisparing/Hva-sier-lovverket>. [Funnet 23 mars 2018].
- [53] Riksantikvaren, «Fredet - vernet - verneverdig,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.riksantikvaren.no/Fredning/Fredet-vernet-verneverdig>. [Funnet 15 mars 2018].
- [54] Oslo kommune, «Bydelspark i krysset Hegdehaugsveien/Josefines gate,» 2015. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/1368699/Innhold/Politikk%20og%20administrasjon/Bydeler/Bydel%20Frogner/Politikk%20i%20Bydel%20Frogner/Politiske%20saker%20i%20Bydel%20Frogner/2015/2015-09-15%20Navnsetting%20av%20park%20i%20Josefines%20gate%20X%20Hegdehaugsveien/Sak%20159%20Navnsetting%20av%20park%20i%20Josefines%20gate%20X%20Hegdehaugsveien.pdf>. [Funnet 6 mars 2018].
- [55] Aftenposten, «Friområde på Majorstuen blir kunstpark,» 2015. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.aftenposten.no/osloby/i/q3qw/Friomrade-pa-Majorstuen-blir-kunstpark>. [Funnet 6 mars 2018].
- [56] Kulturminnesøk , «Grøntområder, andre - Josefines gate 21,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://kulturminnesok.no/minne/?queryString=https%3A%2F%2Fdata.kulturminne.no%2Faskeladden%2Flokaltet%2F169229>. [Funnet 21 mars 2018].
- [57] Riksantikvaren , «Grøntanlegg,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.riksantikvaren.no/Tema/Groentanlegg..> [Funnet 21 mars 2018].
- [58] D. næringsliv, «Københavns T-bane verdens beste.,» 2008. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.dn.no/nyheter/utenriks/2008/04/02/kobenhavns-tbane-verdens-beste>. [Funnet

14 mars 2018].

- [59] COWI , «Københavns Metro, Danmark.,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.cowi.no/loesninger/infrastruktur/koebenhavns-metro-danmark>. [Funnet 14 mars 2018].
- [60] Transportøkonomisk Institutt , «Samferdsel ISSN 2464-2398, Danskene strømmer til førerløs Metro,» 2002. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://samferdsel.toi.no/teknologi/danskene-strommer-til-forerlos-metro-article11742-801.html>. [Funnet 14 mars 2018].
- [61] K. Eriksen, «Førerløse T-baner blir mulig,» 2013. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.aftenposten.no/osloby/i/50GQ1/Forerlose-T-baner-blir-mulig>. [Funnet 14 mars 2018].
- [62] M, «Tæt på Nørreport,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://m.dk/#!/stations/stationer/noerreport/om+noerreport>. [Funnet 7 mars 2018].
- [63] H. G.K, «Space Group prekvalifisert i Danmark,» 2009. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektnytt.no/nyheter/space-group-prekvalifisert-i-danmark>. [Funnet 7 mars 2018].
- [64] Arch dayli, «Nørreport Station,» 2016. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.archdaily.com/794012/norreport-station-gottlieb-paludan-architects-plus-cobe-architects>. [Funnet 14 mars 2018].
- [65] European SUMP-network , «Brussels, Belgium,» 2010. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://epomm.eu/endurance/index.php?id=2809&city=31>. [Funnet 2 februar 2018].
- [66] IBM , «Brussels-Capital Region, Belgium. Smarter Cities Challenge report,» IBM Corporation, Armonk, New York, 2015.
- [67] STIB-MIVB , «Horaires et temps réel,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.stib-mivb.be/horaires-dienstregeling2.html?l=fr>. [Funnet 2 februar 2018].
- [68] B. S. City, «Shared mobility,» 2015. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://smartcity.brussels/news-26-shared-mobility>. [Funnet 24 februar 2018].
- [69] D. Architect, «Transformation of the Metro Station Roi Baudouin,» 2017. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.dearchitect.nl/projecten/transformation-of-the-metro-station-roi-baudouin>. [Funnet 24 februar 2018].
- [70] G. Maps, «King Baudouin,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.google.com/maps/search/King+Baudouin+/@50.8741968,4.3413513,13z/data=!>

- 3m1!4b1. [Funnet 14 februar 2018].
- [71] Store norske leksikon, «Oslo - geologi og landformer,» 2017. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://snl.no/Oslo_-_geologi_og_landformer. [Funnet 14 mars 2018].
- [72] Norges geologiske undersøkelse (NGU), «Løsmasser,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 14 03 2018].
- [73] Norges geologiske undersøkelse, «Berggrunn,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>. [Funnet 14 mars 2018].
- [74] Ø. H., «Vann- og avløpsteknikk,» vol. 2014, Norsk vann, p. 398.
- [75] K. m. Storesund, «Slokkevannsmengder,» 2013. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://dibk.no/globalassets/brann-og-konstruksjoner/rapport-nbla13126-slokkevann_1.pdf.
- [76] VA-norm, «5.15 Avstand mellom kummer,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.va-norm.no/dokument/5-transportssystem-vannforsyning/5-15-avstand-mellom-kummer/?source=207&override=1&real=15583>. [Funnet 14 mars 2018].
- [77] Statens vegvesen , «Kollektivhåndboka - Tilrettelegging for kollektivtrafikk på veg og gate,» 2014. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/_attachment/61485/binary/1010376. [Funnet 20 mars 2018].
- [78] Norges kart, «Josefines park,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.norgeskart.no/#!?project=seeiendom&layers=1002,1015&zoom=16&lat=6650593.25&lon=261191.34&sok=josefines>. [Funnet 14 mars 2018].
- [79] Lovdata , «Lov om planlegging og byggesaksbehandling,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL_3-5#%C2%A719-1. [Funnet 16 mars 2018].
- [80] Kulturminnesøk, «Oscars gate 19,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.kulturminnesok.no/minne?queryString=https://data.kulturminne.no/askeladden/lokaltet/168587>. [Funnet 17 mars 2018].
- [81] L. m. Bikset, 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://snl.no/Bokken_Lasson. [Funnet 7 mars 2018].
- [82] Ruter, «Prinsipper for linjenettet,» 2012. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://ruter.no/globalassets/dokumenter/ruterrapporter/2011/17_2011_prinsipper_for_linjenettet.pdf. [Funnet 17 03 2018].
- [83] Bogstadveien, «Om Bogstadveien,» 2013. [Internett]. Tilgjengelig fra:

- <http://bogstadveien.no/om-bogstadveien/>. [Funnet 20 mars 2018].
- [84] Store norske leksikon, «Prefabrikasjon,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/prefabrikasjon>. [Funnet 14 mars 2018].
- [85] COWI , «Kostnadsestimering for Brynseng stasjon,» COWI AS, Oslo, 2016.
- [86] F. Uekermann , «Her kan du oppleve bilfrie bysentrum.,» 2015. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.vg.no/reise/i/G1r1qJ/her-kan-du-oppleve-bilfrie-bysentrum>. [Funnet 26 mars 2018].
- [87] Norges kart, 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.norgeskart.no/#!?project=seeiendom&layers=1002,1015&zoom=17&lat=6650790.86&lon=260978.48&sok=hjelms%20gate>. [Funnet 17 april 2018].
- [88] J. Creswell, Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, 2008.
- [89] BBC , «A history of the London Underground,» 2018. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.bbc.co.uk/timelines/zxkrb82>. [Funnet 22 februar 2018].
- [90] K. kommune, «Faktaark fra Københavns statistik,» 2015. [Internett]. Tilgjengelig fra: https://www.kk.dk/sites/default/files/2015_Befolkningen%20efter%20bydele%20og%20areal.pdf. [Funnet 27 mars 2018].

Vedlegg

Vedlegg A1	-	Regelverk for horisontaltrasé
Vedlegg A2	-	Regelverk for vertikaltrasé
Vedlegg B	-	Møtereferat, Sporveien AS
Vedlegg C1	-	Alternativ fra Sporveien AS
Vedlegg C2	-	Lengdeprofil av plattform fra Sporveien AS
Vedlegg D	-	Løsmassekart, NGU
Vedlegg E1	-	Hastighetsberegninger av eksisterende trasé
Vedlegg E2	-	Modell fra OpenTrack
Vedlegg E3	-	Resultater fra OpenTrack
Vedlegg F1	-	Plan- og lengdeprofil, alternativ 1
Vedlegg F2	-	Plan- og lengdeprofil, alternativ 4
Vedlegg F3	-	Plan- og lengdeprofil, alternativ 5