



KVU OSLO- NAVET

T-baneløsninger

Ferdigstilt: 23. september 2015

Prosjekt: KVU Oslo-Navet

Forfattere: Sven Narum, Anders Grendahl, Knut Boge og Torbjørn
Johansen, Aas-Jakobsen/ViaNova/Geovita

Prosjektkontakt: Terje Grytbakk, KVU-stab

Vedlegg til: Vedlegg 8, teknisk-økonomisk plan

Sammendrag:

Dette notatet oppsummerer de løsningene som er vurdert for T-bane gjennom arbeidet for KVU Oslo-Navet. Detaljeringsgraden i vurderingene varierer fra område til område. Arbeidet har fokusert på de vanskelige områdene med løsmasser og mange tekniske anlegg i grunnen.

Innhold

1. Innledning	3
Bakgrunn.....	3
Grunnlag	3
Beskrivelse av teknisk løsning	3
2. Geometriske forutsetninger	4
3. Grunnforhold	6
Geologi	6
Løsmasser	7
Omgivelser	7
Bergmodell.....	7
4. Anleggsgjennomføring	10
Anleggsadkomster	10
Forutsetninger for anleggsgjennomføring og kostnadsberegningene.....	12
5. T-baneløsninger	14
6. C1 T-bane Majorstuen-Stortinget-Tøyen-Ensjø («saksemodellen»).....	17
Trasébeskrivelse	17
Teknisk beskrivelse.....	19
Alternativ løsning mellom Stortinget og Ensjø/Bryn.....	26
7. C2 T-bane Majorstuen-Nationaltheatret-Tøyen-Ensjø	28
Trasébeskrivelse	28
Teknisk beskrivelse.....	28
8. C3 T-bane Majorstuen-Bislett-Olaf Ryes plass-Tøyen-Ensjø	30
Trasébeskrivelse	30
Teknisk beskrivelse.....	30
9. Majorstuen stasjon.....	33
Løsning i pågående planarbeid.....	33
Varianter på Majorstuen	34
<i>Generelt</i>	34
<i>Variant 1 med kobling av baner</i>	34
<i>Variant 2 med retningsdrift</i>	40
10. Forlengelse av ny T-bane til Bryn.....	42
11. Utvidet betjening av Hovinbyen med T-bane.....	43
Utvidelse av Ringen – Økern og Tveita.....	43
Egen pendel Storo-Økern-Brynseng	43

Vedlegg	45
C1 Majorstuen-Ensjø	45
C2 Majorstuen-Ensjø.....	46
C3 Majorstuen-Ensjø.....	47
C1 Majorstuen-Bryn	48
C2 Majorstuen-Bryn	49
C3 Majorstuen-Bryn.....	50

1. Innledning

Bakgrunn

Dette notatet oppsummerer de løsningene som er vurdert for T-bane gjennom arbeidet for KVV Oslo-Navet. Detaljeringsgraden i vurderingene varierer fra område til område. Arbeidet har fokusert på de vanskelige områdene med løsmasser og mange tekniske anlegg i grunnen.

Vurderingene begrenses til tekniske løsninger for infrastruktur. Det gjøres oppmerksom på at det primært vises detaljerte løsninger for ulike traseer og anlegg for å sannsynliggjøre at et konseptalternativ er teknisk gjennomførbart og få et grunnlag for å anslå investeringskostnader. Det vil kunne finnes flere mulige traséløsninger innen hvert alternativ og delstrekning. Endelig valg av alternativ, linjeføring, stasjoner og tekniske løsninger vil måtte gjøres i en senere planfase.

Notatet er et innspill til teknisk-økonomisk plan.

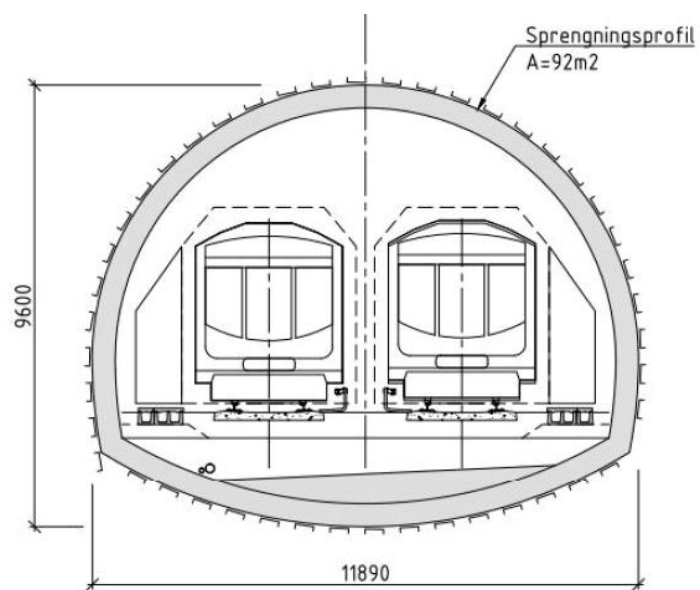
Grunnlag

Det er innhentet grunnlag for eksisterende anlegg og grunnforhold. Det viktigste grunnlaget er følgende:

- Eksisterende baner i Oslo-område (jernbane og T-bane)
- Prosjekter som er under bygging eller planlegging. Dette gjelder Follobanen, Fornebubanen og Lørenbanen
- Undergrunnskart fra Oslo kommune supplert med data fra andre prosjekter
- Kulverter/fjelltunneler for VEAS, Bislettbekken, Midgardsormen, Munkebekken m.fl.

Beskrivelse av teknisk løsning

Det er forskjellig nivå på beskrivelse av de tekniske løsningene for de ulike alternativene som er beskrevet i dette notatet. Det er vektlagt å beskrive de tekniske løsningene for de alternativene som er videreført i konseptanalysen. Videre er det lagt vekt på å beskrive både tekniske løsninger og anleggsgjennomføring på de vanskelige områdene, dvs. områder med byggegrep i sentrum.



T-bane: Ett løp med 2 spor

Figur 2: Typisk snitt fjelltunnel

3. Grunnforhold

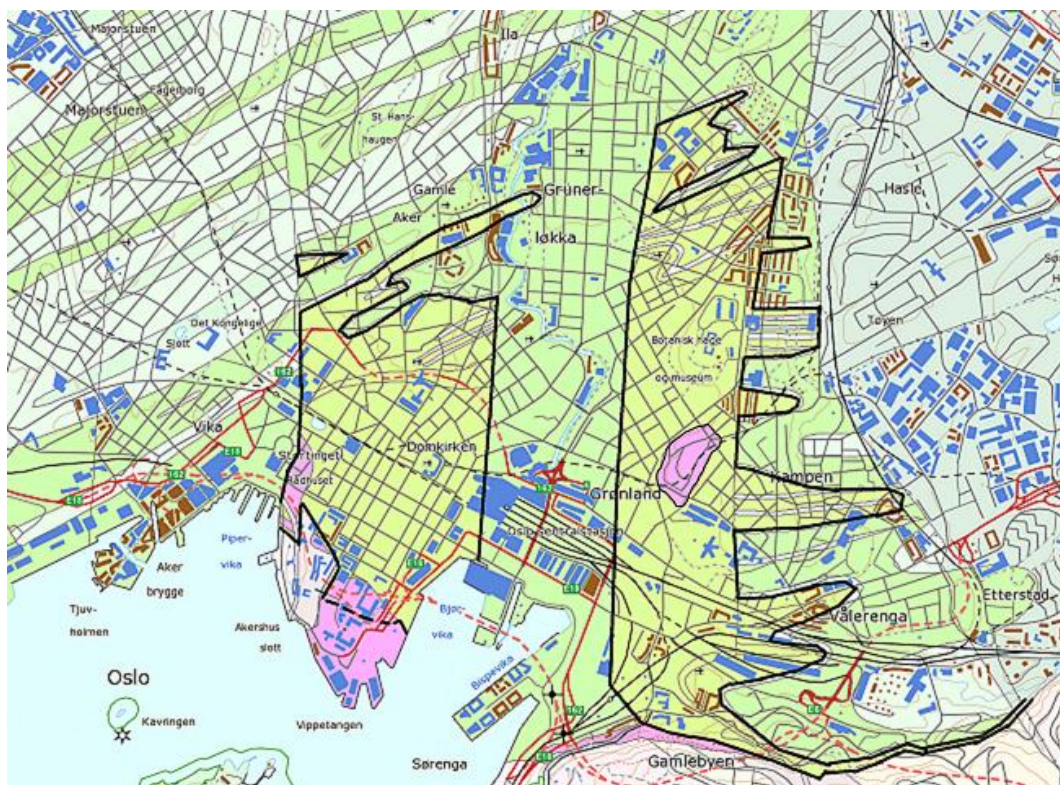
Geologi

Berggrunnen i området tilhører Oslo-feltets kambro-silurske sedimentære bergarter gjennomsett av permiske intrusivganger. I randsonene av området opptrer krystalline grunnfjellsbergarter.

De sedimentære bergartene består av leirskifer, kalkstein, knollekalk og alunskifer. De vanligste intrusivbergartene er mænaitt og rombeponfyrr.

Alunskifer er dannet ved sedimentering av leire under anaerobe forhold. Bergarten inneholder glimmer, kvarts, feltspat, kalkspat, kloritt, karbon, pyritt og pyrrhotitt og enkelte tungmetaller. Mineralsammensetningen vil variere som følge av avsetningsbetingelsene og metamorfosegrad. Områder med alunskifer er rammet inn med sort stek på figuren nedenfor.

Ulik andre bergarter i Oslo-feltet reagerer alunskifer ved tilgang på luft og vann. Dette kan medføre oksidasjon av skiferen og sammen med vann vil skiferen svulle og avgis sulfatholdig vann som er aggressivt overfor betong og jern. Samtidig vil skiferen gå i oppløsning.



Figur 3: Alunskiferutbredelse i Oslo sentrum. Etter NGU

Bygging i alunskifer byr på spesielle utfordringer på grunn av bergartens reaktive karakter.

Løsmasser

I Oslo-området er dybden til berg svært varierende med berg i dagen til dyprenner på mer enn 90 meter. Dyprenne er forårsaket av forkastninger og folding i forbindelse med store jordskorpebevegelser i devon-perm.

Løsmassene over berg består hovedsakelig av marin leire, stedvis med moreneavsetninger over berg. I tillegg er det oppfylling med varierende kvalitet og deponerte masser fra tidligere industrivirksomhet.

De marine leirene er setningsømfintlige, dvs. ved fyllinger på terreng og ved reduksjon av grunnvannsnivå/poretrykk vil leira komprimeres. Dette medfører setninger på bygninger og infrastruktur som er direktefundamentert på og i løsmassene. I tillegg er en stor del av de gamle, verneverdige bygningene i Oslo sentrum fundamentert på treflåter. Ved senkning av grunnvannsnivået vil disse flåtene få tilgang på oksygen og råtne. Dette vil også føre til setninger på denne bebyggelsen.

Ved etablering av eksisterende undergrunnsanlegg i Oslo sentrum (Oslo tunnelen, Operatunnelen, T-banetunneler mv.) har grunnvannsnivå/poretrykk blitt påvirket, både under bygging og permanent. Dette betyr at krav til tetting av nye anlegg blir strengere for hver gang, da hvert nytt anlegg bidrar til en ytterligere reduksjon av grunnvannstand/poretrykk.

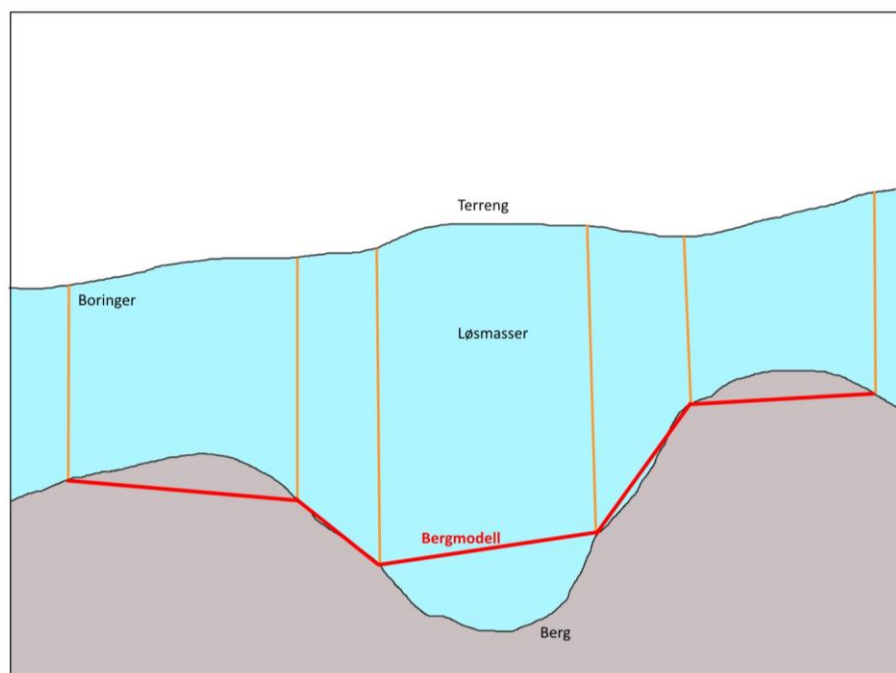
Omgivelser

De skisserte T-baneløsningene vil alle innebære betydelige byggegrop og tunnelanlegg. Disse inngrepene i byen vil gi påvirkninger på omgivelsene i form av deformasjoner og setninger på eksisterende bygg og infrastruktur.

Robuste tekniske løsninger og intensive tett tiltak vil kunne minimalisere skadepotensialet, men det er påregnelig med et visst skadeomfang med denne typen av byggeaktivitet i bysentrum i Oslo.

Bergmodell

Som grunnlag for arbeidet er det etablert en digital terrengmodell av bergoverflaten. Bergmodellen er basert på resultater fra grunnboringer fra terreng til berg. Grunnboringene er å betrakte som nålestikk ned i undergrunnen og det er kun tilfeldig om boringene treffer de høyeste og laveste nivåene på bergoverflaten. Når bergmodellen genereres, lages det rette linjer mellom boringer slik at det vil være partier der berget er dypere enn vist på modellen.



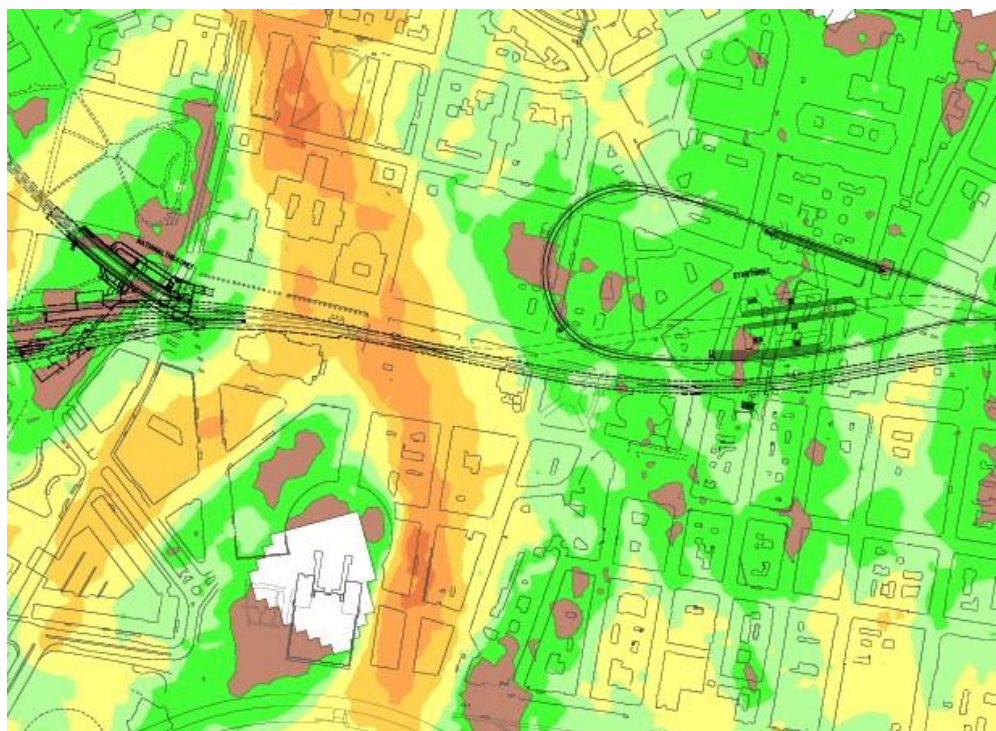
Figur 4: Utvikling av digital bergmodell

Dette må en ta hensyn til når en vurderer gjennomførbarhet og kostnader på tidlige planstadier av grunne tunnelanlegg i Oslo.

Tilsvarende kan boringer ha stoppet i faste grus og morenelag over berg og ha blitt feiltolket som bergoverflate.

Bergmodellen har også "hvite" områder der det enten ikke finnes grunnundersøkelser eller der det er berg i dagen.

Ved å ta inn modellen av terrengoverflaten kan en generere kart som viser løsmassemengder. Et utsnitt av et slikt kart er vist i det etterfølgende.



Figur 5: Dybde til fjell. Brun farge viser kort avstand til fjell og rød/oransje viser stor avstand til fjell.

4. Anleggsgjennomføring

Anleggsadkomster

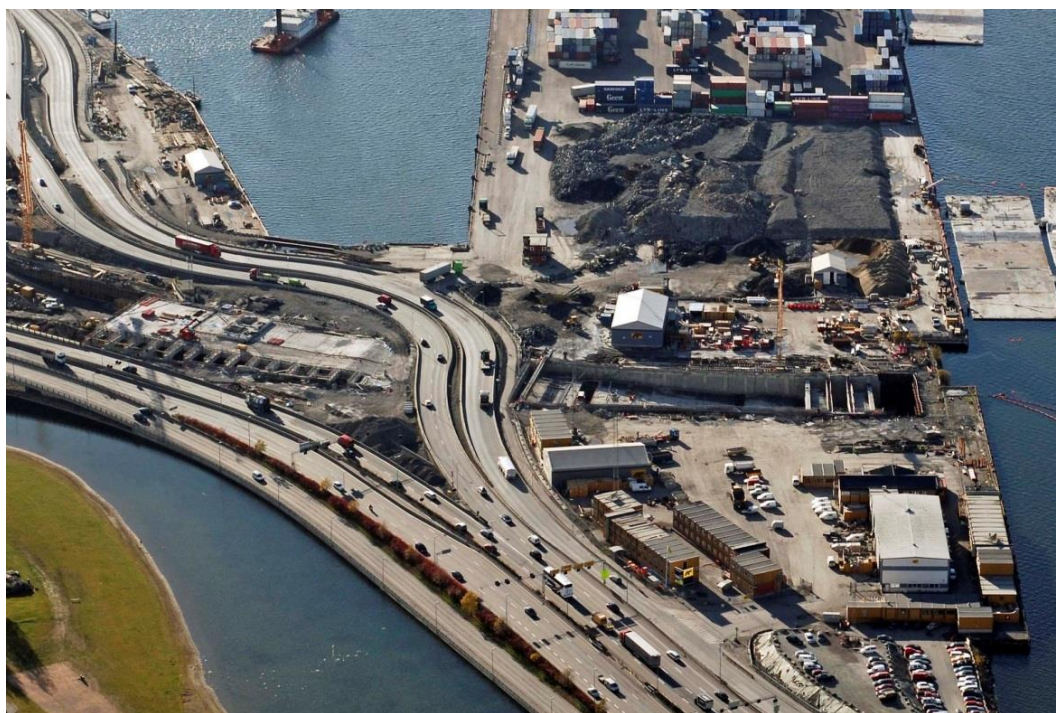
En av de store utfordringene ved tunnelbygging i bynære strøk er tilgjengelighet til anlegget og å få tilgang til areal for å utføre arbeidet. Det er i denne fasen ikke gjort egne vurderinger av konkrete anleggsadkomster og arealbeslag for de forskjellige alternativene.

For tunnelanlegg utenfor tettbygd strøk vil normalt hovedriggen bli lagt nær tunnelinnslaget, og et arealbeslag på 10 mål er normalt. Dette vil vanskelig la seg gjennomføre midt i Oslo, men et minimum av arealbeslag for riggområder samt anleggsareal ved tunnelinnslagene er uansett nødvendig. Riggområder kan legges til eksisterende åpne plasser, mindre parker, og i enkelte tilfeller kan det også være nødvendig å stenge gatestrekninger. Det er også mulig å tenke seg at anleggsareal kan fremskaffes som et ledd i byfornyelse ved at eksisterende bebyggelse saneres.

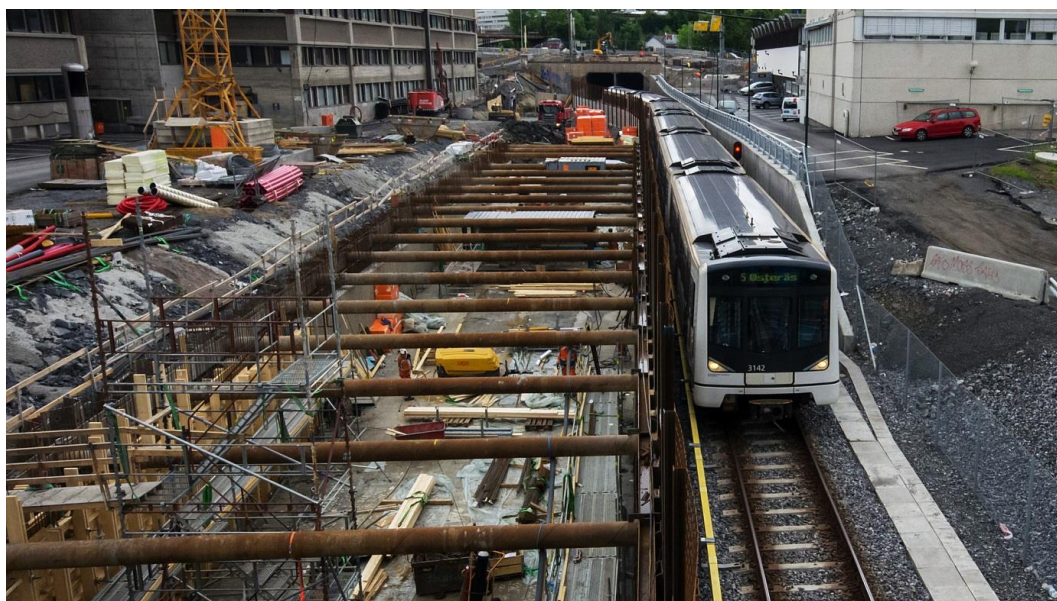
Ved overganger mellom tunnel i berg og tunnel i løsmasse må det etableres tilgjengelighet fra overflaten i de fleste tilfeller. Det vil her være nødvendig å beslaglegge arealene over tunneltraseen i hele eller deler av anleggsperioden.

Tunneldrivingen vil medføre omfattende transport av masser og materialer. Berg og løsmasser skal kjøres ut, og betong, steinmasser og andre byggematerialer skal kjøres inn. Det vil derfor være gunstig om angrepspunktene for tunneldrivingen er nært opptil hovedveier. Det kan også være aktuelt å tenke seg alternative metoder for massetransport som for eksempel på transportbånd. Eventuelt kan dette kombineres med lekertransport, men det vil da kreve tilgjengelighet til kaiareal.

Noen eksempler fra prosjekter i Oslo og andre byer er vist i illustrasjonene under.



Figur 6: Byggegrøp for løsmassetunnel med slissevegger ved Sørenga. (Foto: Statens vegvesen)



Figur 7: Byggegrøp med innvendig austivet spunt for løsmassetunnel på Lørenbanen. (Foto: Geovita)



Figur 8: Byggegrøp for CrossLink i London. (Foto: www.crossrail.co.uk)



Figur 9: Byggegrøp for Citytunnelen i Malmö. (Foto: Perry Nordeng/Citytunnelen)

Forutsetninger for anleggsgjennomføring og kostnadsberegningene

Det forutsettes at alle fasader bevares, men midlertidig må det lokalt gjøres utvidelse av eksisterende dører/vinduer i anleggsfasen for å komme inn med maskiner. Fasaden vil bli reetablert etter utbyggingen.

Alle bygg i direkte eller indirekte berøring med nye kulverter og tunneler forsøkes bevart. Bygninger refundanteres til berg, enten ved selvstendig fundamentering eller ved fundamentering indirekte via ny kulvertkonstruksjon. Bygninger som er direktefundamentert med fare for setninger som følge av midlertidig senkning av poretrykk eller deformasjon av støttekonstruksjoner, refundanteres til berg. Hele bygget eller selvstendige deler av bygningskroppen refundanteres til berg for å unngå differansesetninger.

For midlertidig utveksling over byggegrøp, må kjeller og eventuelt 1. etasje disponeres. I anleggsfasen beslaglegges kjeller og minimum 1. etasje for anleggsvirksomhet. Innvendig vegger og dekker i konflikt med anlegget må rives og reetableres. Det vurderes behov for minst 6-8 meter frihøyde for bl.a. slisseveggmaskin.

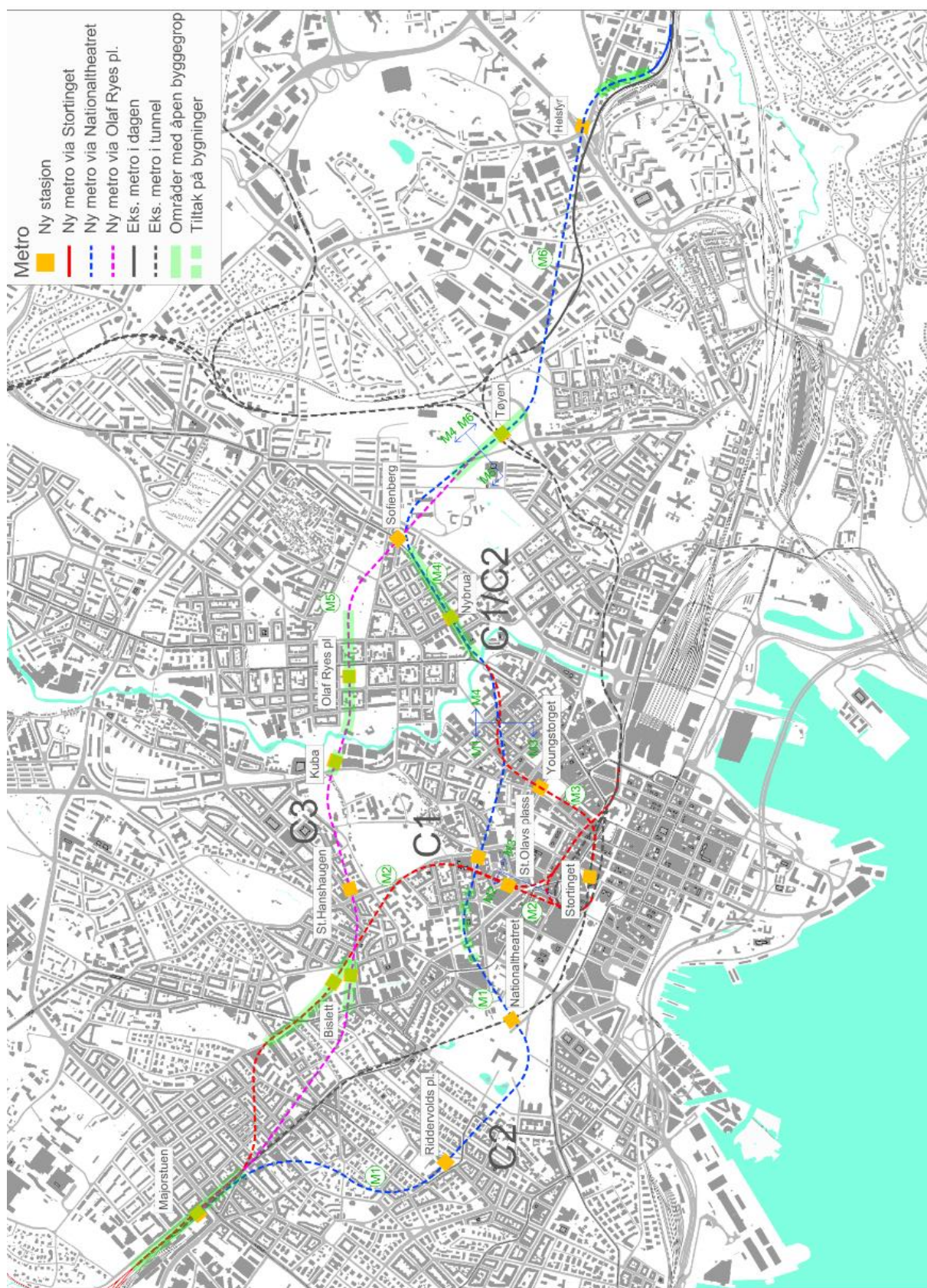
I anleggsfasen beslaglegges tilstøtende veiareal. Det medfører at adkomst til bygningsmassen avskjæres og det forutsettes at bygningene ikke er tilgjengelig for annen bruk enn anleggsvirksomhet. Enkelte trikketraseer vil bli berørt og må stenges i anleggsfasen.

T-banen vil bli berørt ved kryssing av eksisterende tunneltrasé samt ved bygging av ny tunnel med nærføring. Likeledes vil enkelte adkomster kunne bli berørt og midlertidig stengt for ombygging.

For strekninger med marginal bergoverdekning for tunnel må tiltak med forsterkning av berg utført fra dagen eller innvendig i bygg, samt eventuelt refundamentering av bygninger, påregnes.

5. T-baneløsninger

Figuren nedenfor viser tre ulike traseer for ny T-bane i Oslo. Det er en trasé via Stortinget T-banestasjon med kobling til eksisterende tunnel. De to andre traseene er uavhengig eksisterende tunnel med kobling til eksisterende bane ved Majorstuen og Ensjø. Den ene traseen går via Nationaltheatret og St. Olavs plass, mens den andre går lengre nord via Olaf Ryes plass.



Figur 10: Oversiktstegning T-baneløsninger

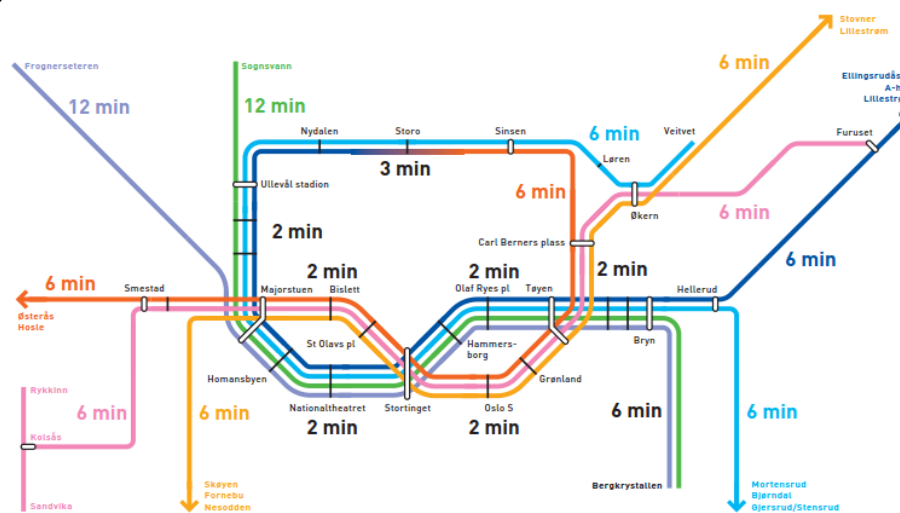
Tabellen nedenfor angir nøkkeltallene for de ulike traseene mellom Majorstuen og Ensjø.

Trasé	Total lengde	Lengde fjelltunnel	Lengde betongtunnel	Dagsone
Majorstuen-Stortinget-Tøyen-Ensjø	5870 m	4200 m	1500 m	170 m
Majorstuen-Nationaltheatret-Tøyen-Ensjø	5520 m	4400	950 m	170 m
Majorstuen-Bislett-Olaf Ryes plass-Tøyen-Ensjø	4500 m	2830 m	1490 m	170 m

6. C1 T-bane Majorstuen-Stortinget-Tøyen-Ensjø («saksemodellen»)

Trasébeskrivelse

Det er tatt utgangspunkt i Ruters forprosjekt for ny T-banetunnel i Oslo. Prinsippet er en ny tunnel mellom Majorstuen og Stortinget, og en ny tunnel mellom Stortinget og Ensjø. Ny tunnel Majorstuen-Stortinget kobles til eksisterende tunnel Stortinget-Ensjø og eksisterende tunnel Majorstuen-Stortinget kobles til ny tunnel Stortinget-Ensjø.

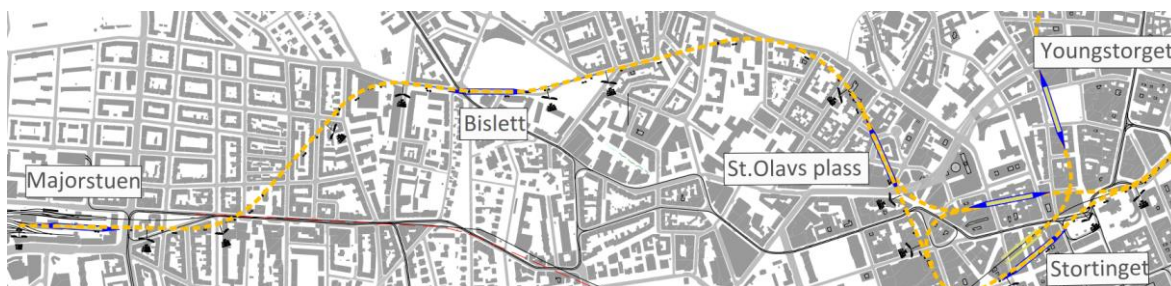


Trafikkeringsmodell for metro etter ny sentrumstunnel.

Figur 11: Mulig driftsmodell med ny sentrumstunnel. (kilde: Ruter, K2012)

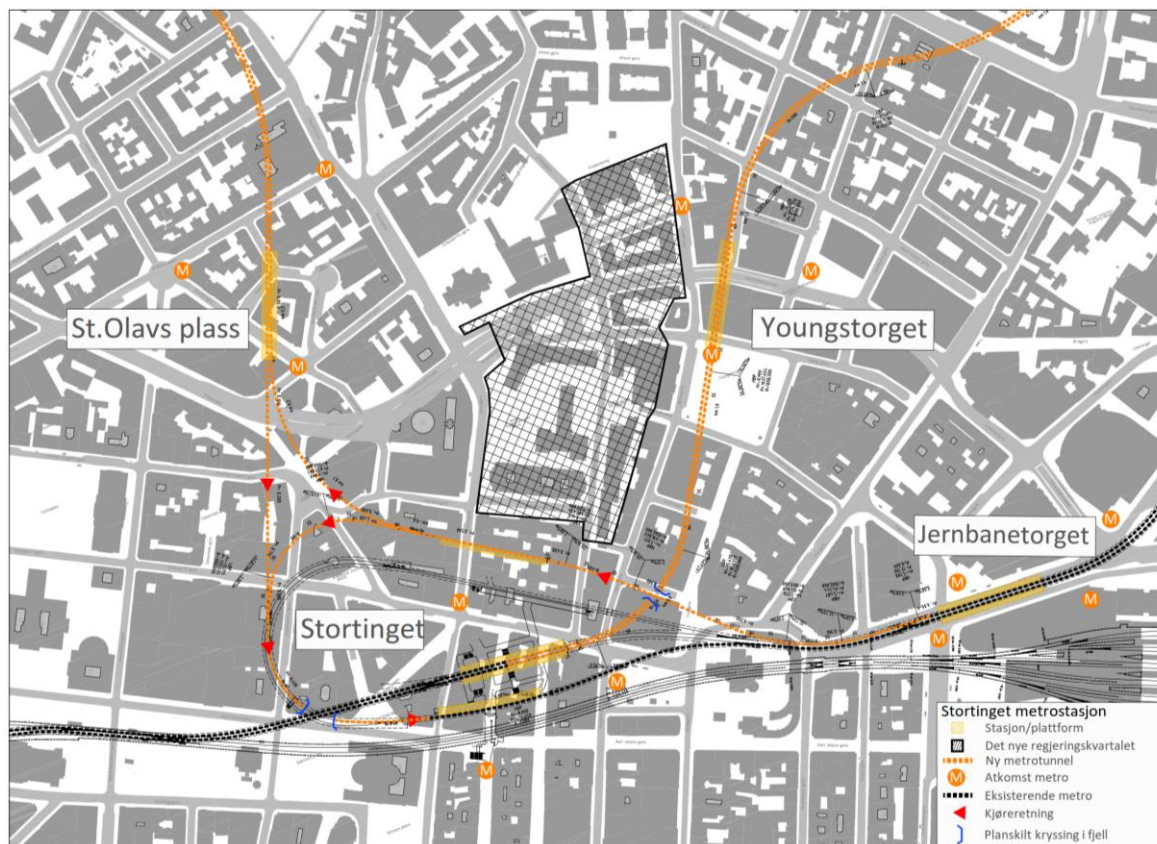
Ny tunnel starter på Majorstuen. Det må bygges ny stasjon for kobling til to sentrumstunnel, se eget kapittel senere i notatet.

Ny tunnel starter sør for Majorstuen stasjon. Avhengig av hvilke stasjonsløsning det blir på Majorstuen så ligger den nye tunnelen enten under eksisterende tunnel, eller vest for eksisterende tunnel som vist på figuren nedenfor.



Figur 12: Oversiktstegning Majorstuen-Stortinget

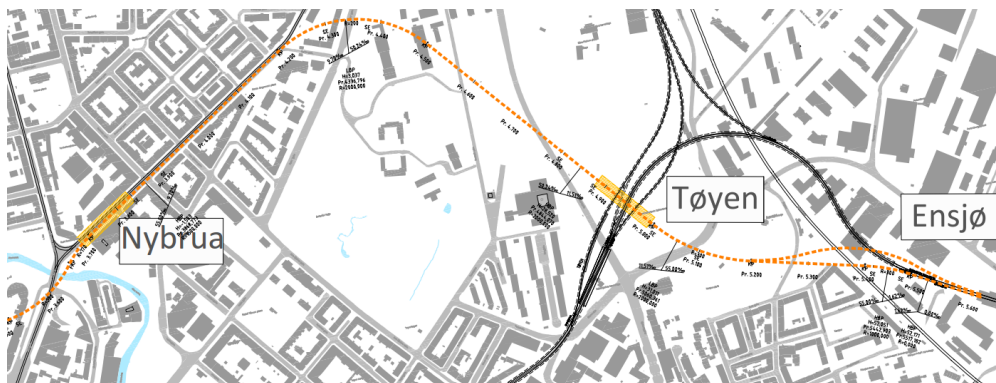
Traseen går videre i fjelltunnel i retning Bislett. På Bislett krysser traseen dyprennen i en ca. 525 m lang kulvert med ny stasjon på sørenden av Bislett stadion. Den går videre i fjelltunnel til Oslo sentrum med stasjon på St. Olavs plass og Stortinget.



Figur 13: Oversiktstegning Stortinget

Tog fra Majorstuen i ny tunnel kjører inn i snusløyfen og får stopp ved eksisterende plattform. Toget kjører videre mot Grønland i eksisterende tunnel. Tog motsatt vei kjører inn i den nye delen av snusløyfen med stopp før toget kjører videre til St. Olavs plass. For tog til/fra Nationaltheatret i eksisterende tunnel går videre til Youngstorget i ny tunnel.

Traseen går videre i fjelltunnel til Nybrua (kryssing av Akerselva) med ny stasjon på Youngstorget. Videre krysser traséen dyprennen i Trondheimsveien før den går videre til Tøyen. I starten av kulverten ved Nybrua er det ny stasjon.



Figur 14: Oversiktstegning Stortinget-Tøyen-Ensjø

Traseen gjennom Tøyenparken ligger i hovedsak i kulvert og ny stasjon på Tøyen ligger over eksisterende tunnelanlegg. Fra Tøyen går traseen i fjelltunnel fram til Ensjø, der den tilknyttes eksisterende spor på hver side.

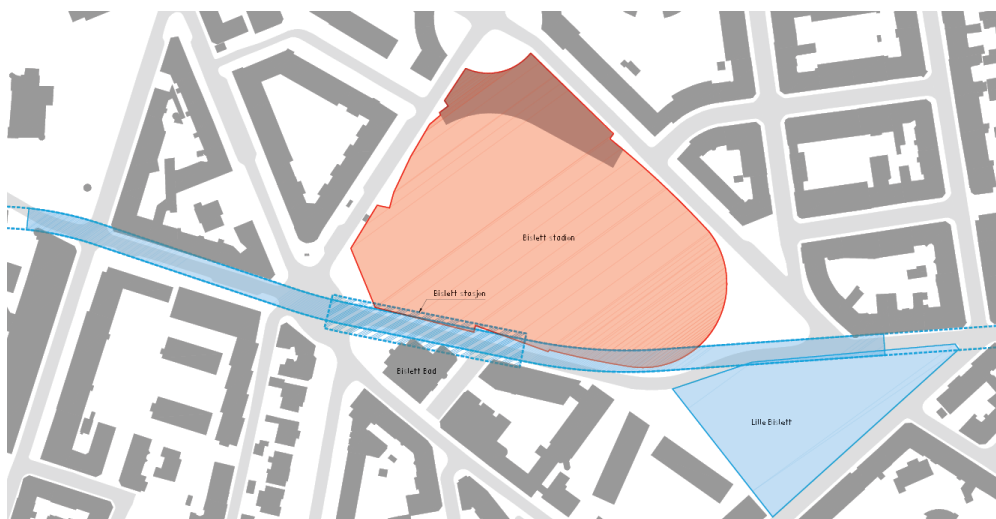
Teknisk beskrivelse

På Bislett krysser traseen en dyprenne, og tunnelen legges i betongkulvert fra ca. km 1,10 (ca. veikryss Pilestredet/Sporveisgata) til ca. km 1,63 (Dalsbergstien / Sofies plass). Hvis kryssende veitrafikk og trikkspor i rundkjøringen foran Bislett stadion skal opprettholdes i anleggsfasen, må det etableres en bru over anlegget.

Bislett stasjon er plassert under Bislettgata mellom Bislett bad og Bislett stadion. Bredder for stasjonen med spor og plattform blir minimum 18-19 meter utvendig avhengig av hvilken løsning man velger angående sideplasserte eller midtplassert plattform. Siden det ikke er så stor tilgjengelig plass mellom bygningene anses det som nødvendig å rive deler av eksisterende bygningsmasse. Alternativt kan man også se for seg at deler av bygningsmassen refundanteres på toppen av ny stasjonshall. Bislett Bad er fredet, men det er ikke kartlagt hvordan bygget er fundamentert og konsekvensene for badet er derfor usikker. Det anses som enklere å få aksept for å rive eller refundantere bygningsmassen tilhørende stadion på motsatt side av gata.

Også atkomsttunneler og stasjonsbygning vil kreve plass som kan gå utover eksisterende bebyggelse.

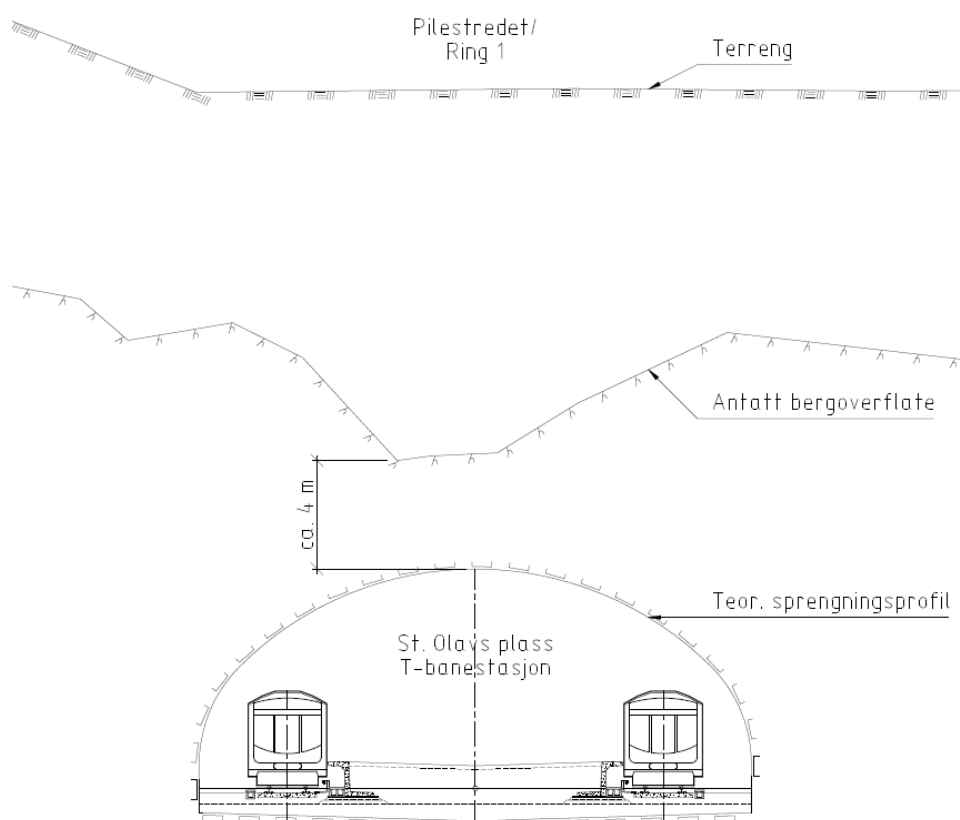
Ved sørenden av Bislett stadion går traseen under eksisterende stadionbygg, slik at deler av stadion uansett må rives eller refundanteres for bygging av kulverten.



Figur 15: Tunneltrasé forbi Bislett stadion. Dagsoneanlegg og Bislett stasjon (mørkeblå) og mulig riggområde (lyseblå). Deler av Bislett stadion (rød) må rives.

En alternativ trasé på Bislett er vist i kapittel 8. Denne vil bl.a. redusere kulvertlengden og inngrepene på Bislett stadion.

Rett etter St. Olavs plass stasjon passeres et område med lite bergoverdekning (ned til ca. 4 m teoretisk). Bygging av tunnel, stasjonshall og tilhørende adkomster må skje svært skånsomt. Fundamentering av overliggende bygningsmasse og omfang og dybder på eventuelle kjelleretasjer er ikke kjent. Det er sannsynlig at det blir behov for tiltak i eksisterende bygningsmasse i form av refundamentering, grunnforsterkning med jøpeler utført fra kjelleretasjer eller andre tiltak.



Figur 16: Snitt ved St. Olavs plass T-banestasjon

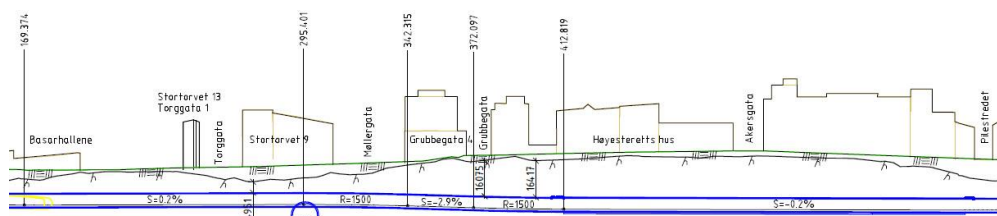
I sørenden av St. Olavs plass stasjon splittes tunnelen i to enkeltspørtunneler for trafikk til/fra Stortinget stasjon. Splitten blir liggende rett under Pilestredet/Ring 1 der veien går inn i lukket kulvert mot Vaterlandtunnelen. Østgående trafikk spleises inn på eksisterende vendesløyfe, mens tunnel for vestgående trafikk bøyer av inn under Oslo tinghus.

Det er usikkerhet knyttet til dybden på kjelleretasjer i Oslo tinghus, og her kan det være en mulig konflikt. Stortinget stasjon og vendesløyfa må bygges om. Østgående trafikk benytter søndre del av vendesløyfa og eksisterende tilliggende plattform. Denne delen av sløyfa krysser like under eksisterende tunnel, men det forutsettes at ombygging for spleising mot sløyfa avsluttes før kryssingen.

For vestgående trafikk retning Majorstuen må det bygges en ny tunnel like nord for eksisterende vendesløyfe. Årsaken er at østgående trafikk fra Nationaltheatret retning Nybrua skal benytte eksisterende Stortinget stasjon og deretter svinge av og krysse under vendesløyfa/vestgående tunnel mot Majorstuen. Ny tunnel for vendesløyfa må bygges først og siden det blir minimal høydeforskjell mellom sporene i kryssingen må det bygges bru i tunnelen.

Ny nordre del av vendesløyfa/vestgående tunnel mot Majorstuen greiner av fra eksisterende tunnel under Basarhallene ved Kirkeristen. Her går eksisterende tunnel med liten bergoverdekning og det er usikkert om utvidelsen kan utføres i tunnel. Det må derfor tas høyde for at laster fra Basarhallen midlertidig må veksles ut over byggegrova. Tunnelhvelvet for avgreiningen må støpes sammen med eksisterende tunnelhvelv med en vannrett skjot som sannsynligvis må sikres med forankringsstag i overliggende berg. Tilsvarende løsning ble benyttet ved kobling av ny og eksisterende tunnelhvelv ved utvidelsen av Nationaltheatret stasjon, men der var det større bergoverdekning. Det må påregnes driftsforstyrrelser og eventuelt stengning av minst ett spor i eksisterende tunnel for å utføre koblingen.

Tunnelen krysser deretter under trikken i Kirkeristen med svært liten bergoverdekning. Den nye vestgående stasjonshallen blir liggende rett under kvartalet ved Høyesterett. Det er grunt til berg i dette området så overdekningen er i utgangspunktet god. Det antas at bygningene er fundamentert til berg, men det er imidlertid usikkerhet i forhold til dybden på eventuelle kjelleretasjer.



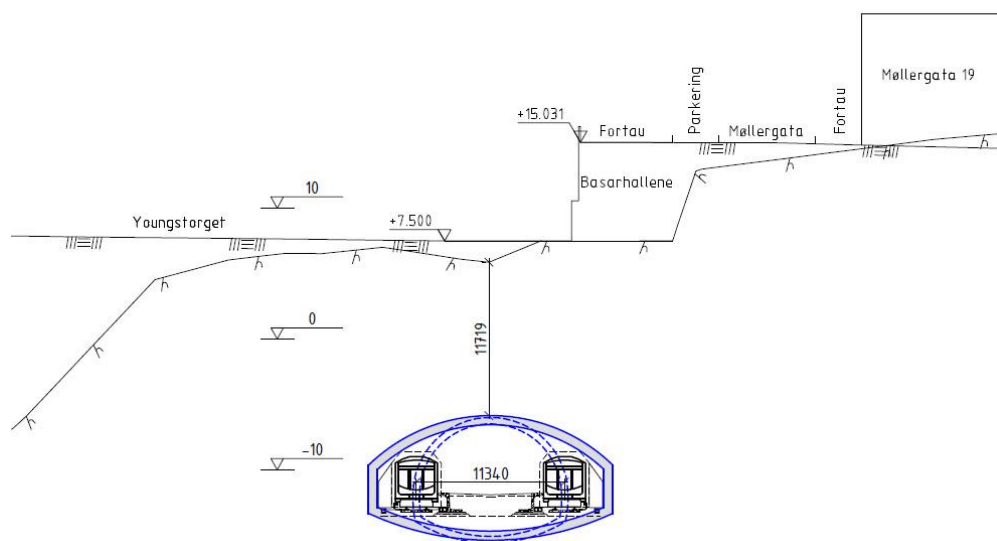
Figur 17: Lengdesnitt gjennom ombygd vendesløyfe

Dersom dette T-banealternativet skal kombineres med regiontogalternativet direkte til Lysaker, må også søndre del av vendesløyfa bygges om. Det henvises til egen beskrivelse i notat for jernbaneløsninger.

Tunneltraseen østover mot Youngstorget stasjon tar av fra eksisterende hovedløp like øst for Stortinget stasjon. Tilsvarende som for avgreiningen av ny vendesløyfe fra øst, vil dette bli en komplisert kobling mellom eksisterende og ny dobbeltsporet tunnel. Prinsippet blir omtrent det samme og også her må det påregnes driftsforstyrrelser og eventuelt stengning av minst ett spor i eksisterende tunnel for å utføre koblingen.

Etter avgreiningen passerer ny tunnel gjennom eksisterende vendesløyfe i den delen som skal legges ned, og deretter under nytt løp for vendesløyfa i brukryssing. Videre i retning mot Youngstorget har tunnelen god bergoverdekning, men det er i dette området store forekomster av alunskifer.

Youngstorget stasjon blir liggende like øst for basarhallene innunder Møllergata. Det blir 11-12 meter overdekning opp til terreng, men dybden fra terreng til berg er noe usikker. Det er videre usikkert om det er dype kjellere under basarene som evt. kan komme i konflikt med stasjonshallen, eller utgangene fra denne.

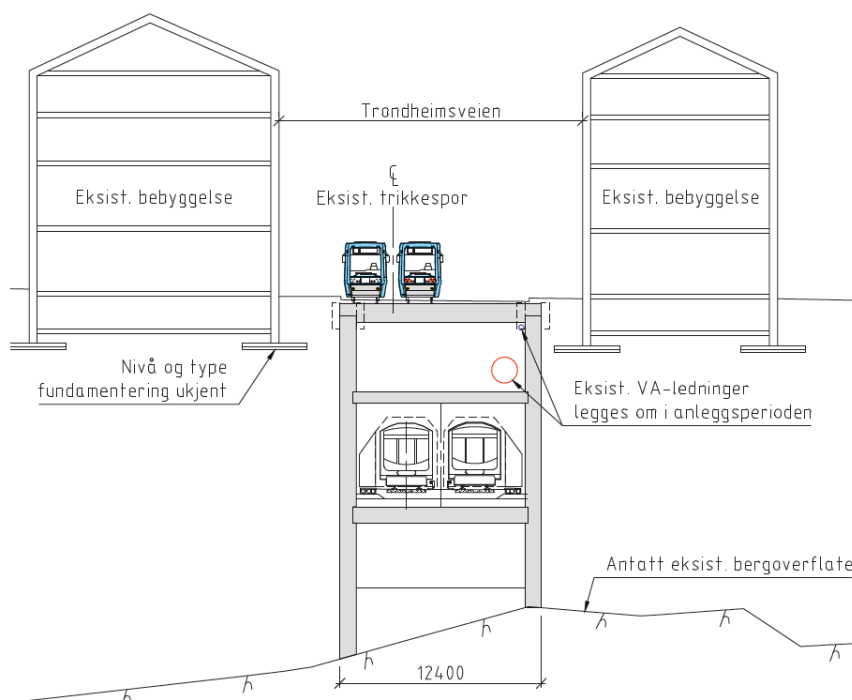


Figur 18: Snitt gjennom Youngstorget T-banestasjon

Ved passering av området Torggata/Osterhausgata er det et parti med lokalt lite bergoverdekning (< 3 m teoretisk). Her kan det bli behov for å gjøre tiltak fra terreng med for eksempel jetpeler for å forsterke berget.

Ved kryssing med Akerselva ligger traséen parallelt under Nybrua, som er vernet etter plan- og bygningsloven (PBL). Ut fra bergmodellen vil en kunne krysse under Akerselva og Nybrua i fjelltunnel.

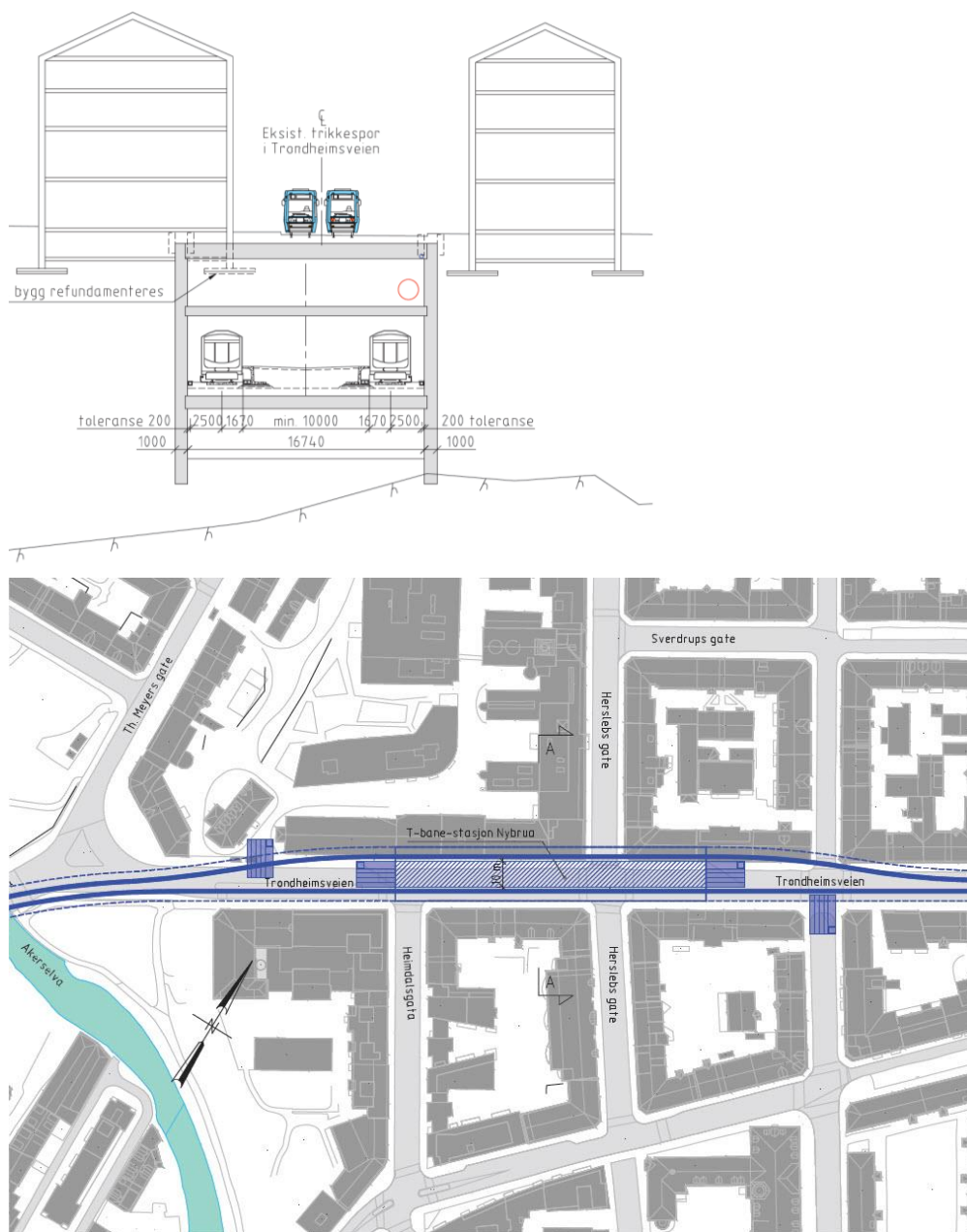
I Trondheimsveien ligger traséen i løsmasser. Veibanen må graves opp på ca. 550 m for å få bygget en betongkulvert. Konsekvenser er bl.a. stengning av trikketrafikken samt begrenset adkomst til byggene i anleggsperioden. Noe setningskader på eksisterende bygg må påregnes. Det antas mest sikkert i forhold til å begrense deformasjoner og setninger om kulverten bygges med permanente slissevegger. Omlegging av trikk i anleggsperioden bør vurderes i sammenheng med behov for ny trasé og økt kapasitet for trikk i korridoren Sinsen-sentrum.



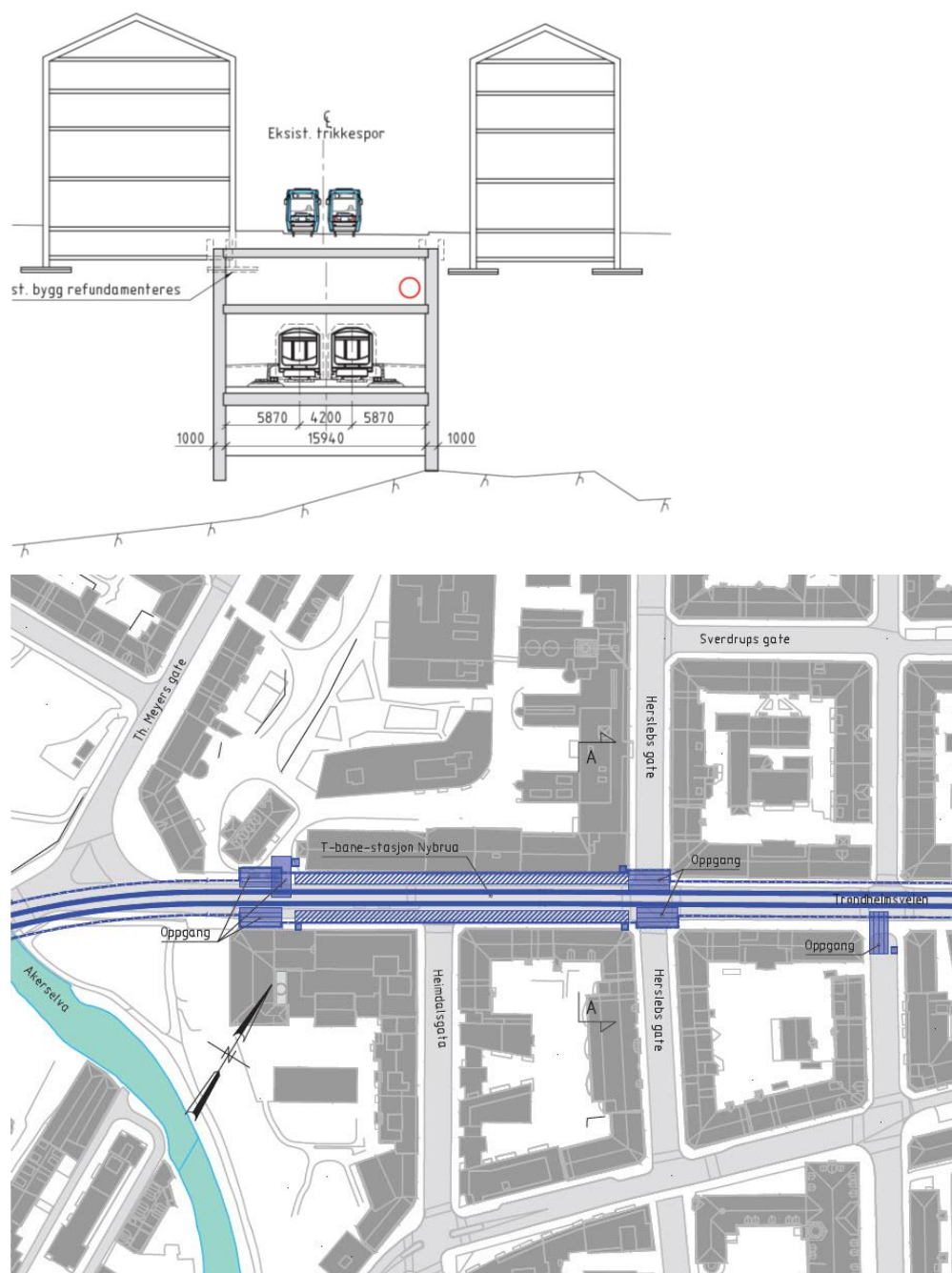
Figur 19: T-bane i Trondheimsveien, typisk snitt

Ved Nybrua stasjon sør i Trondheimsveien må kulverten breddeutvides. Siden det ikke er nok plass mellom eksisterende bebyggelse, se skisse under, må bygningsmassen (vernet etter PBL / listeført) på ene siden fjernes for å få bygget stasjonsanlegget. Lengde og bredde på utvidelsen er avhengig av valgt stasjonstype (side- eller midtplattform).

Banen går inn i fjelltunnel ca. idet linjen svinger mot øst ved Lakkegata skole. Det er usikkert om påhugg kan etableres før tunnelen går under bygget i Trondheimsveien 25/27.



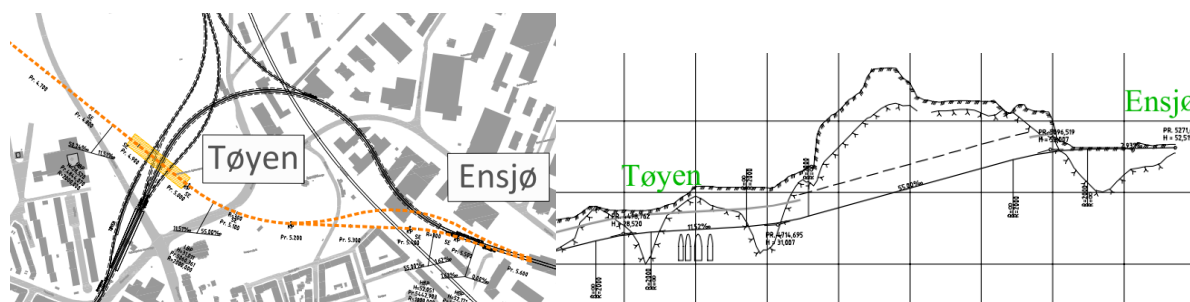
Figur 20: Nybrua T-banestasjon, midtplattform



Figur 21: Nybrua T-banestasjon, sideplattform

Like før tunnelen når Tøyen stasjon mister den igjen bergoverdekning. Det blir her en strekning på ca. 400 meter med kulvert bygget i åpen grop. Strekningen omfatter også Tøyen stasjon som blir liggende rett over eksisterende T-banetunneler ved Tøyen. Kulverten blir liggende like under terreng, og starter i vest under parkeringsplassen for muséene og krysser deretter under Finnmarksgata. Deretter krysses parkarealene mellom Finnmarksgata og Økernveien inklusive en fotballbane med kunstgress. Kulverten kan bygges i en innvendig avstivet byggegrop. Det er relativt grunt til berg og gropa må delvis sprenges ut.

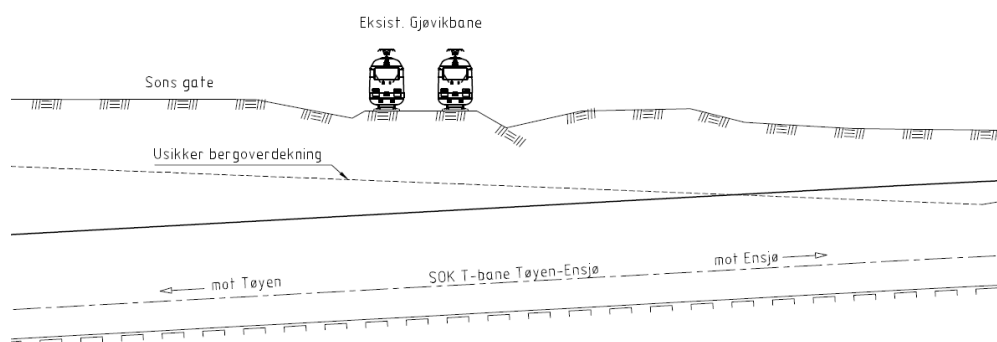
Ved kryssing over eksisterende tunneler er det marginal avstand mellom banene, og det må bygges bru for den nye tunnelen med stasjonshall. Det må påregnes lengre perioder med stenging av trafikken i tunnelene ved utførelse av kryssingen.



Figur 22: Oversiktstegning Tøyen-Ensjø

Kryssing under Økernveien kan utføres etappevis med omlegging av veien. Det er sidebratt terreng og omlegging vil kreve store fyllinger eller alternativt provisoriske bruer.

Tunnelen videre mot Ensjø har god bergoverdekning frem til den skal krysse under Gjøvikbanen. Her er dybden til berg og overdekning mellom tunnel og jernbane usikker. Det må eventuelt bygges bru for jernbanen over tunnelen dersom bergoverdekningen ikke er tilstrekkelig. Kortere stengning av Gjøvikbanen vil da være nødvendig.



Figur 23: Kryssing under Gjøvikbanen med usikker bergoverdekning.

Kobling mot eksisterende T-bane utføres i dagsonen mellom kulvertåpning for eksisterende bane og Ensjø stasjon. Gangbrua over eksisterende T-bane må sannsynligvis bygges om.

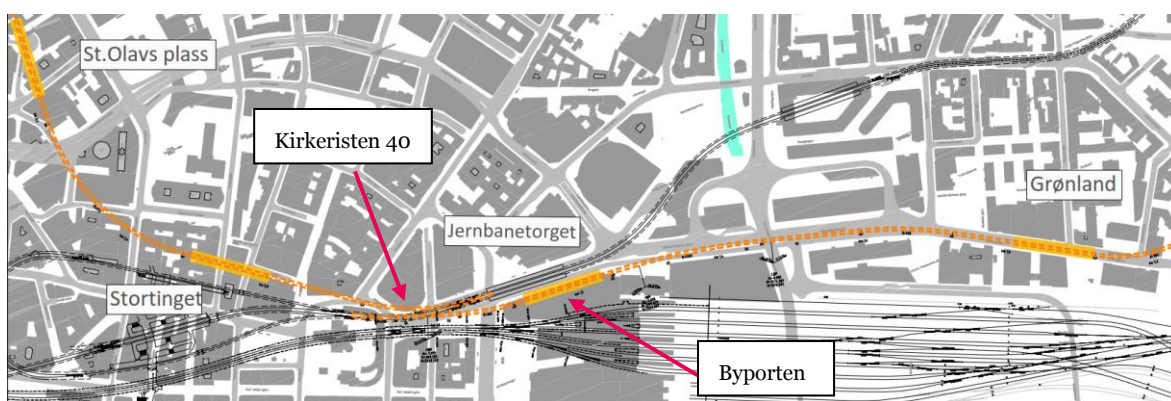
Alternativ løsning mellom Stortinget og Ensjø/Bryn

Eksisterende T-banetunnel mellom Nationaltheatret og Grønland ligger i hovedsak i kulvert. Unntaket er området under Kvadraturen der T-banen er bygd i fjelltunnel.

Hovedårsaken til at T-banen ligger i kulvert er de to dyprennene rundt Oslo S og området mellom Stortinget og Nationaltheatret.

En ny stasjon nært opp til Oslo S vil måtte bygges i en åpen byggegrop. Tegningen nedenfor viser en mulig løsning der prinsippet for saksemodellen er lagt til grunn, dvs. ny- og eksisterende tunnel kobles sammen mellom Stortinget og Jernbanetorget.

Nye Jernbanetorget stasjon er plassert under bygningen Byporten ved Oslo S. Konsekvensen er at det må gjøres omfattende tiltak i bygget, evt. rives. Videre må det bygges kulverter i en lengde på ca. 1,3-1,4 km i Schweigaards gate fram til krysset med Oslo gate. Banen kan videreføres til Ensjø eller Bryn.



Figur 24: Ny T-bane via Jernbanetorget

En kobling mellom ny tunnel fra Stortinget og eksisterende Jernbanetorget stasjon medfører større inngrep i bygningen Kirkeristen 40.

7. C2 T-bane Majorstuen-Nationaltheatret-Tøyen-Ensjø

Trasébeskrivelse

Stasjonsløsningen på Majorstuen er lik som alternativet ovenfor. Fra Majorstuen går traseen i en fjelltunnel frem til Nationaltheatret med stopp på Frogner (Riddervolds plass).



Figur 25: Oversiktstegning Majorstuen-St. Olavs plass

På Nationaltheatret ligger ny stasjon under eksisterende T-banetunnel litt nord for eksisterende stasjon. Videre mot St. Olavs plass krysser traseen dyprennen med en kort strekning uten fjelloverdekning.

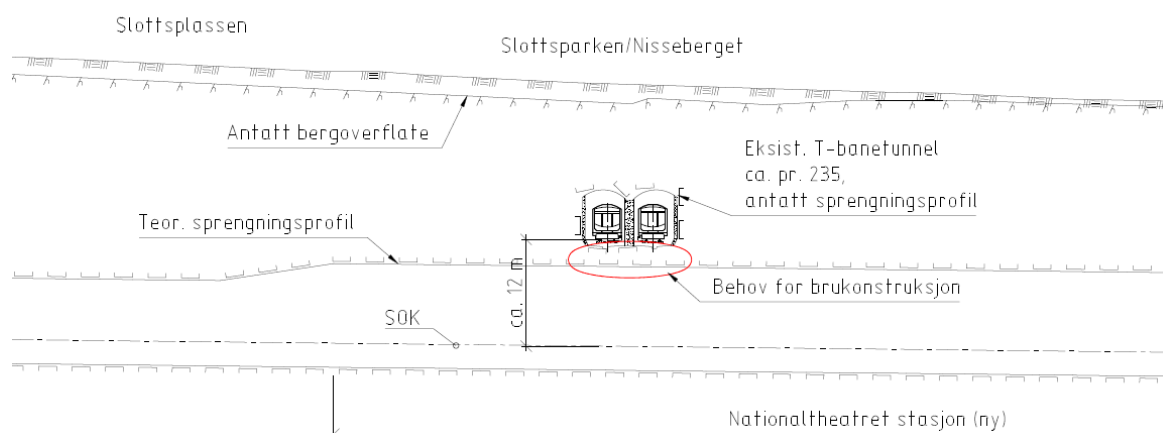
Stasjonen ved St. Olavs plass ligger ca. 20 m under terreng. Videre vestover er traseen lik traseen via Stortinget beskrevet ovenfor.

Teknisk beskrivelse

Banen går i bergtunnel retning Nationaltheatret. Under Slottsparken, ved ca. km 1,57, passerer den et område med lokalt lite bergoverdekning (< 3 m teoretisk). Her kan det bli en kort sone med åpen grop og bygging av kulvert.

Der traseen krysser under eksisterende T-banetunnel, bygges ny stasjonshall. Bergoverflaten er noe usikker her, men det antas at både tunnel og ny stasjon ligger i berg med relativt god overdekning. I selve kryssingen er det helt minimal høydeforskjell mellom eksisterende tunnel og ny stasjonshall. Her må det bygges bru i eksisterende tunnel for å kunne sprengte ut hallen under. Dette medfører driftsstans på T-banen for å bygge brua. Det foreslås her at traseen senkes ca. 5 meter for å få bergoverdekning mellom ny stasjon og eksisterende tunnel.

Kryssingen ligger også nær strekningen mot Nationaltheatret stasjon der eksisterende bane går i plasstøpt kulvert bygget i åpen grop.



Figur 26: Lengdesnitt ved kryssing med eksisterende T-banetunnel under Slottsparken.

Mellom Tullins gate og Pilestredet krysses en ny dypprenne hvor det må bygges kulvert i 50-60 meters lengde. Dette medfører rivning eller utveksling og refundamentering av deler av to kontor/lagerbygg.

Videre østover passerer traseen et område med lite bergoverdekning (< 2 m teoretisk) under Nordahl Bruns gate 20/22 (vernet etter PBL). Tiltak som refundamentering/grunnforsterkning eller rivning må påregnes.



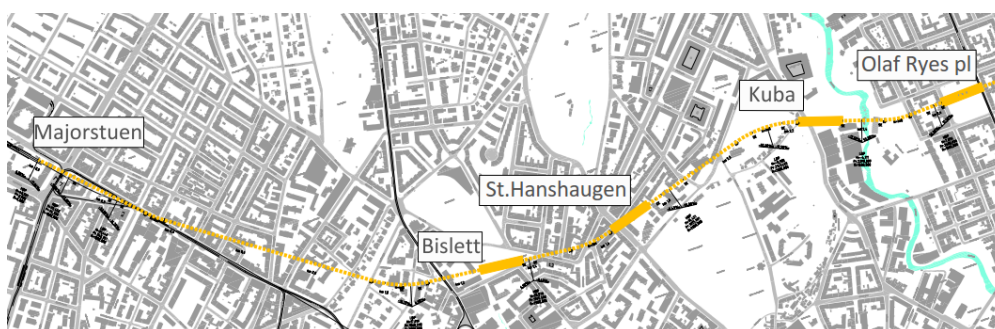
Figur 27: Kryssing av dypprenner nord for St. Olavs plass: berørte bygninger.

Etter St. Olavs plass fortsetter banen i fjelltunnel frem til Nybrua. Derfra er den samme som beskrevet for alternativet «Majorstuen-Stortinget-Tøyen-Ensjø («saksemodellen»)» over.

8. C3 T-bane Majorstuen-Bislett-Olaf Ryes plass-Tøyen-Ensjø

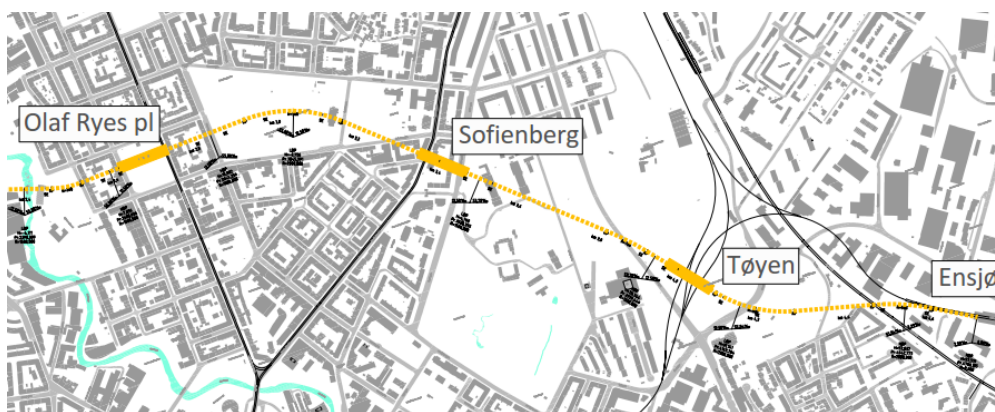
Trasébeskrivelse

På Majorstuen er løsning lik de to andre traseene. Videre i retning Bislett er det en annen linjeføring enn alternativet via Stortinget. Dyprennen krysses mer på tvers, slik at kulvertlengden blir kortere.



Figur 28: Oversiktstegning Majorstuen-Olaf Ryes plass

Videre østover er det ny stasjon i fjell ved St. Hanshaugen og i kulvert ved Kuba. Fra kryssingen av Akerselva til Sofienbergparken ligger traseen i kulvert for å krysse dyprennen med ny stasjon ved Olaf Ryes plass.



Figur 29: Oversiktstegning Olaf Ryes plass-Tøyen-Ensjø

Ved kryssing av Trondheimsveien er det ny stasjon i fjell (Sofienberg) og gjennom Tøyenparker ligger traseen i kulvert. Fra Tøyen er traseen lik som de to traseene overfor.

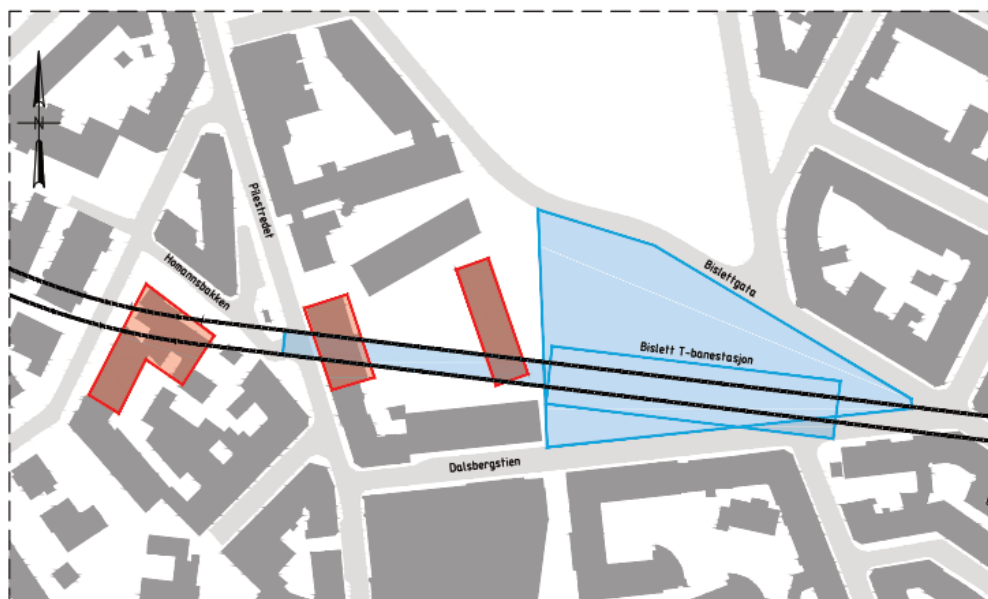
Teknisk beskrivelse

Frem til km 1,10 ligger traseen med tilstrekkelig bergoverdekning. Fra ca. km 1,10 (vest for Bislett stadion, omtrent ved kryssing under Oscars gate) er bergoverdekning marginal, og det kan bli behov for tiltak som refundamentering, utveksling eller rivning av overliggende eksisterende bygningsmasse.

Kryssing av Homansbakken og Pilestredet må gjøres med åpen byggegrøp. I Pilestredet må det bygges midlertidige bruer for vei og trikk dersom trafikken skal opprettholdes i byggeperioden. Mellom Dalsbergstien, Bislettgata og Pilestredet

krysses en forretningsgård og en boligblokk. Bygningene må enten rives eller eventuelt refundanteres og utveksles over byggegropa.

Rett sør for Bislett stadion, ved «Lille Bislett ballbinge» (fotball-/basketballbane og lekeplass), krysses dyprennen uten bergoverdekning og banen legges i betongkulvert. Plassen kan brukes som rigg-/anleggsområde for bygging av strekningen samt for bygging av Bislett stasjon som ligger på samme sted.



Figur 30: Kryssing av dyprenne sør for Bislett stadion: berørte hus (rød) og mulig riggområde (blå).

Nytt tunnelpåhugg kommer omtrent ved kryssing av Dalsbergstien, og videre østover er det god bergoverdekning under St. Hanshaugen og frem til like før Kuba stasjon. Stasjonen er lagt under Kubaparken, og denne må bygges i åpen grop på grunn av manglende bergoverdekning.

I tillegg til dagsoneanlegg i selve parken er også eksisterende bebyggelse Maridalsveien 22 og Telthusbakken 1+5b (begge vernet etter PBL) berørt, og det kan bli behov for tiltak som refundantering eller grunnforsterkning for disse.

Også ved kryssing under Akerselva ved ca. km 2,40 er det marginalt med bergoverdekning (< 4 m teoretisk), driving av tunnelen må utføres svært forsiktig her. Eventuelt må tunnelen bygges etappevis i åpen grop med tørrlegging av deler av elveløpet.

Der dyprennen krysses øst for Akerselva ligger traseen i løsmasser over en lengde på ca. 550 m og passerer på denne strekningen bygninger og parkarealer som er vernet etter PBL eller listeført. Riving eller omfattende refundanterings-/grunnforsterkningstiltak må påregnes. En tidligere variant av traseen der linja lå i Grüners gate, medførte behov for inngrep på langt flere hus og ble derfor forkastet.

Olaf Ryes plass stasjon etableres i løsmasser sentralt under Olaf Ryes plass. Plassen kan brukes som riggområde for dagsoneanlegget og driving av tunnelen derfra.



Figur 31: T-bane-stasjoner Kuba og Olaf Ryes plass: berørte bygg (rød) og mulig riggområde (blå).

Øst for Olaf Ryes plass fortsetter traseen i kulvert til Sofienbergparken der den går inn i fjelltunnel ved ca. km 3,0.



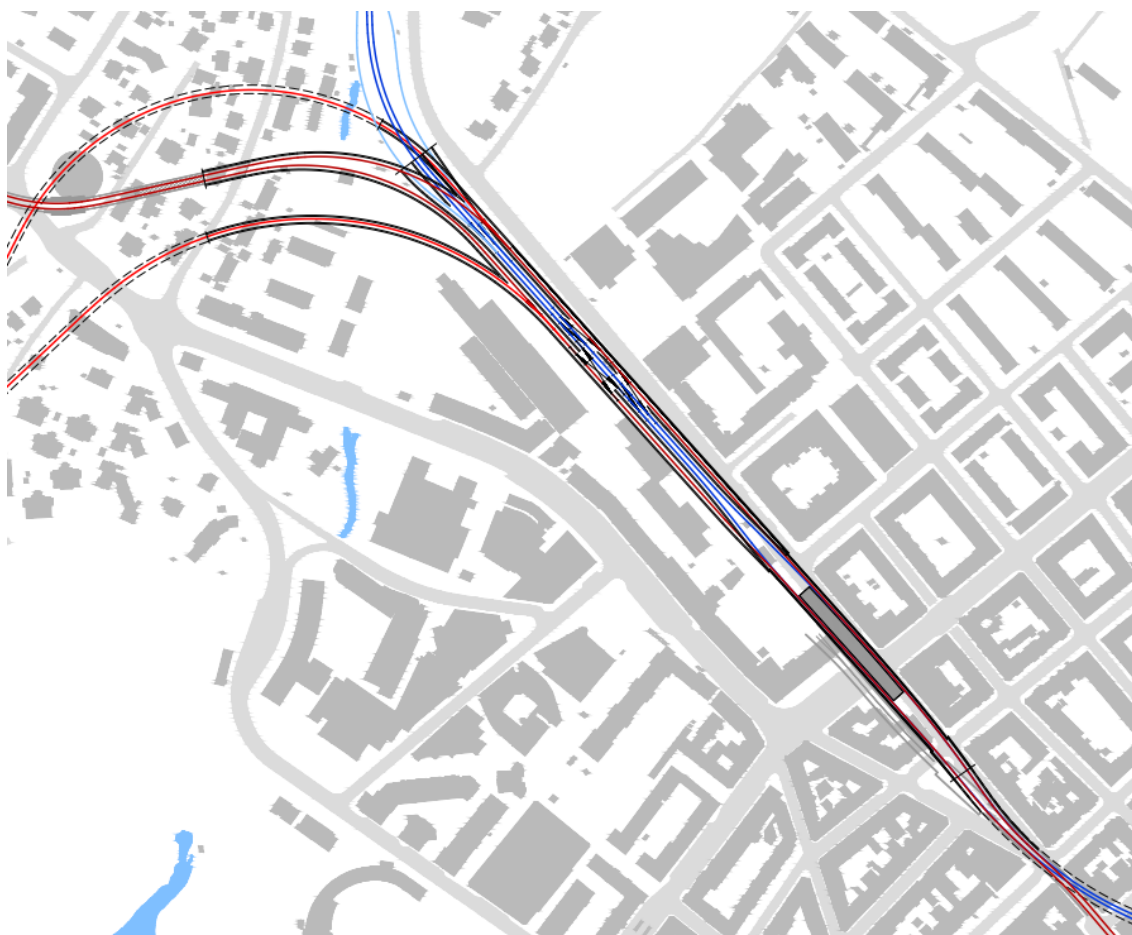
Figur 32: Løsmassekulvert Kuba – Olaf Ryes plass – Sofienbergparken.

Fra der tunnelen krysser under Monrads gate i nordre ende av Botanisk hage ligger den i løsmasser igjen og legges i en ca. 500 m lang betongkulvert bygget i åpen grop. For bygging av kulvert en inkl. Tøyen T-banestasjon gjelder det samme som beskrevet for alternativet «Majorstuen-Stortinget-Tøyen-Ensjø («saksemodellen»)».

9. Majorstuen stasjon

Løsning i pågående planarbeid

I forbindelse med pågående planarbeid for Fornebubanen er det under planlegging en ny stasjon i to etasjer på Majorstuen.



Figur 33: Oversiktstegning ny stasjon på Majorstuen

Ny stasjon ligger delvis i eksisterende T-banetrasé og delvis under Valkyriegata. Overkjøring mellom de to tunnelene er plassert vest for den nye stasjonen.

Det er i utbyggingen av ny stasjon lagt til grunn drift på eksisterende tunnel i deler av anleggsperioden. Ved kopling mot eksisterende spor på Valkyrie stasjon og i vest vil det bli restriksjoner på trafikk på Majorstuen stasjon. Oversendt materiale inneholder ikke faseplan og framdriftsplan for gjennomføringen. Dette er nødvendig for å vurdere konsekvensene i anleggsfasen. Varigheten for koblingsarbeidene ved Valkyrie stasjon anslås til ca. 2 år.

Varianter på Majorstuen

Generelt

Det er utarbeidet to varianter. Forskjellene mellom variantene er knyttet til hvilke plattform de forskjellige sporene er koblet til.

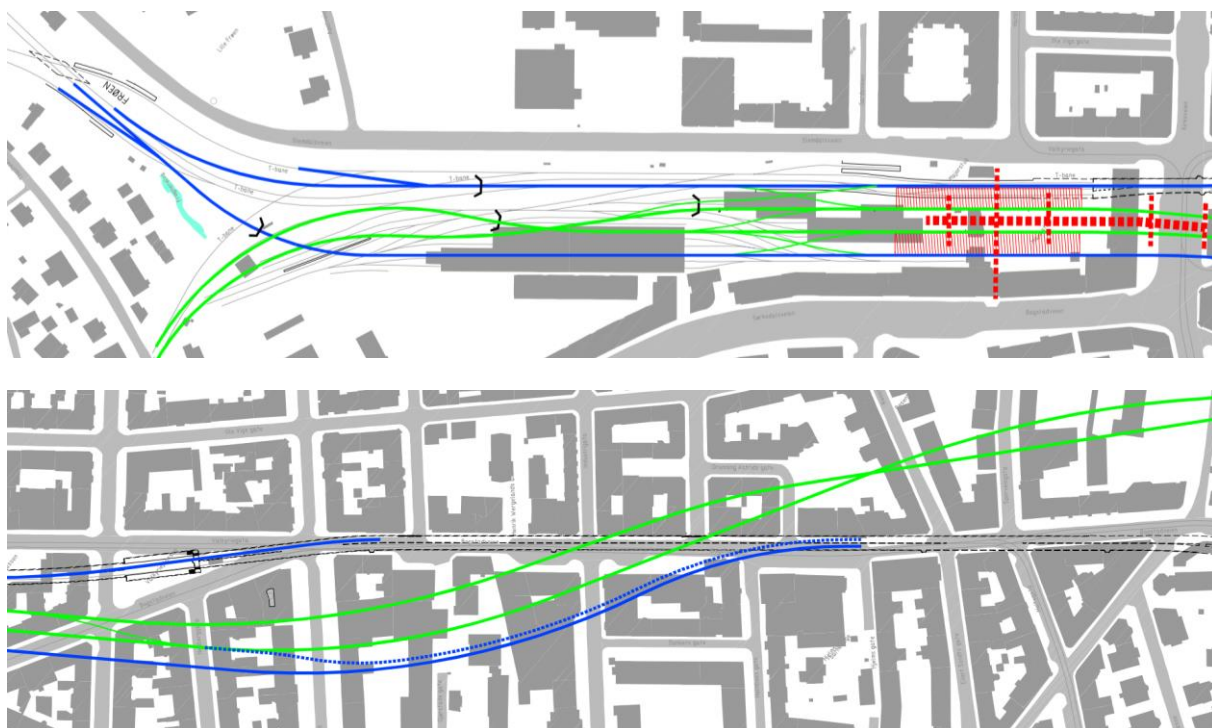
Begge variantene er utformet slik at trafikken kan gå på to spor til plattform i hele byggeperioden, unntatt når arbeidene i koblingssonen ved Volvat og i eksisterende tunnel skal utføres. Variantene er også utformet slik en kan bygge ut hele stasjonen og ta den i bruk uten at det er bygd ny sentrumstunnel.

Variant 1 med kobling av baner

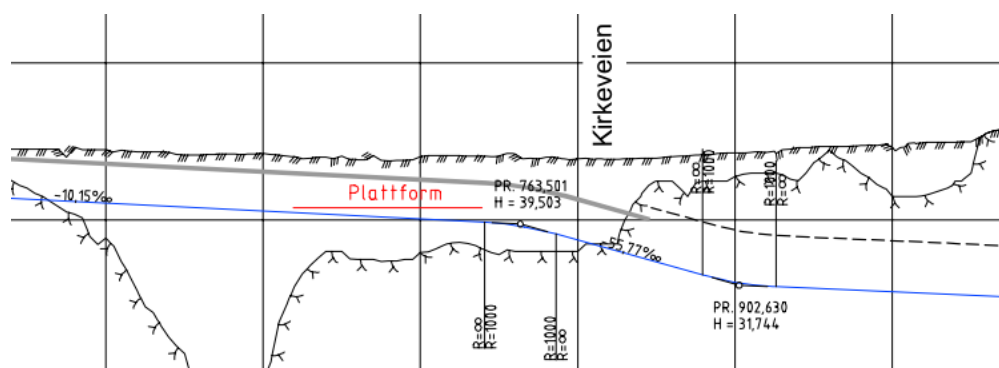
Trasébeskrivelse

Sporene mellom eksisterende tunnel og Ringen er plassert ytterst, dvs. nærmest Sørkedalsveien/Bogstadveien for inngående og Slemdalsveien for utgående. Spor mellom ny tunnel og Røabanen er plassert i midten, men bytter side før og etter plattform. Dette gjør at det er mulig å bytte mellom Røabanen og Ringen på samme plattform.

Fra Majorstuen og videre mot sentrum krysser sporene under Kirkeveien 64A og Kirkeveien og går inn i hver sin fjelltunnel under Kirkeveien 59/Bogstadveien 51.



Figur 34: Skisse for ny Majorstuen stasjon med ny tunnel mot Bislett. Grønn er spor til/fra ny tunnel og blå er spor til/fra eksisterende tunnel. Rød farge viser atkomster til stasjonen.

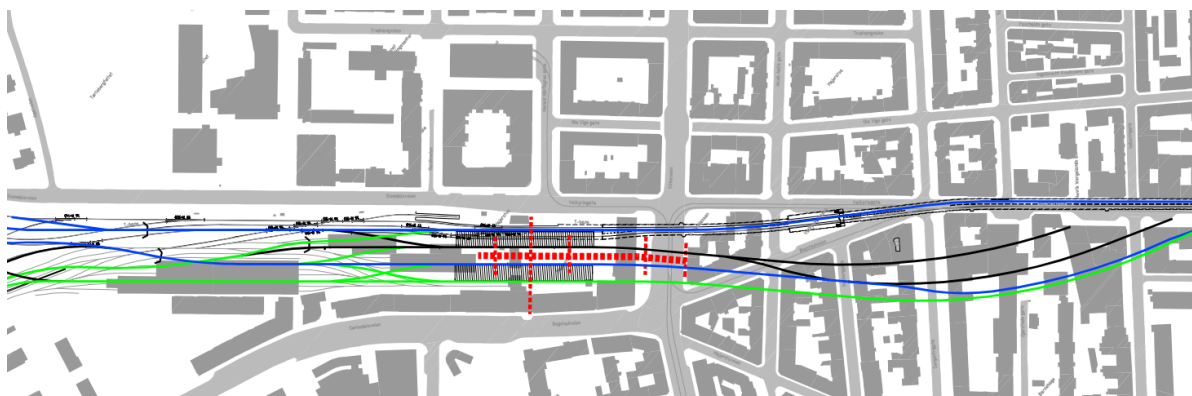


Figur 35: Lengdeprofil for ny stasjon og kryssing under Kirkeveien

I den delen som ligger i fjell bygges inngående spor til eksisterende tunnel som dobbeltspor, slik at trafikken kan flyttes over til en midlertidig under utbyggingen av stasjonen. Eksisterende kulvert senkes ved eksisterende stasjon og langs Valkyriegata bygges det en ny enkeltsporet kulvert inne i eksisterende kulvert. Med denne løsningen er det ikke nødvendig å berøre overflaten siden en brukes eksisterende kulvert som «forskaling».

En mulig utbyggingsrekkefølge er å bygge Majorstuen stasjon ferdig med mulighet for en framtidig ny T-banetunnel. Nedenfor er det vist en løsning med 2 spor til plattform for inngående trafikk og ett spor for utgående trafikk (retningsdrift). Videre er det mulig å vende f.eks. Holmenkollbanen på Majorstuen dersom det ikke er kapasitet i tunnelen videre mot sentrum.

Det mest av anlegget er bygget ferdig i vest, men det er midlertidige sportilknytninger for Røabanen og inngående spor på Ringen.



Figur 36: Sporplan med ferdig Majorstuen stasjon og 2 spor mot sentrum

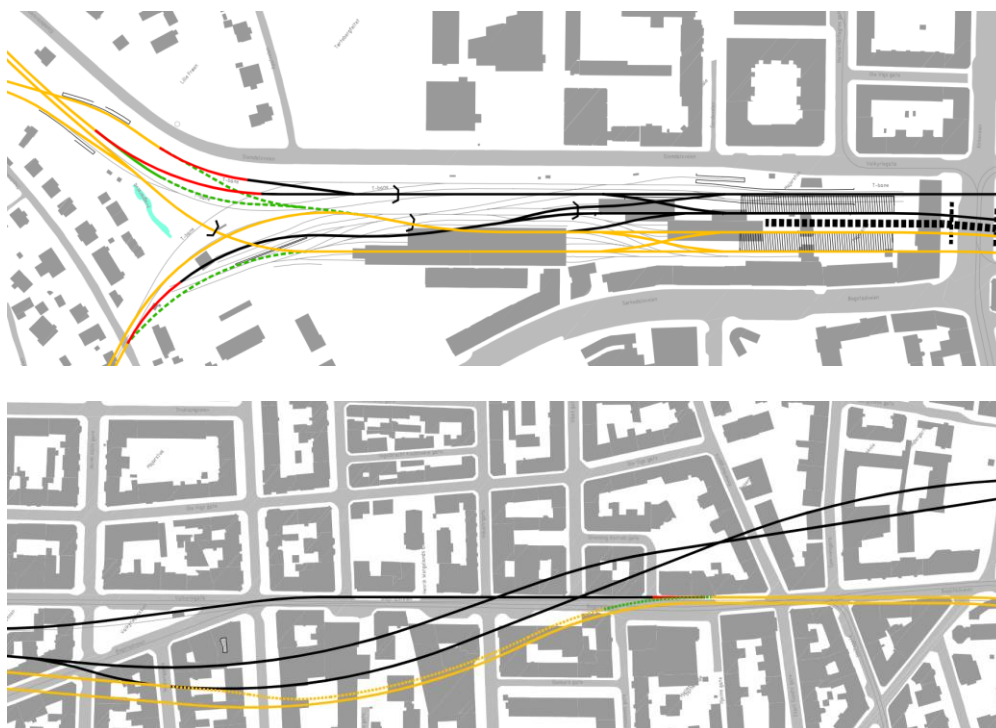
Faseplan

Det første som bygges er det som er vist med sort på tegningen 37. Dette er over halvparten av det nye anlegget. Videre kobles det nye anlegget inn som markert med rødt på tegningene.



Figur 37: Kobling etter første utbyggingsfase. Sort er ferdig anlegg, oransje er spor i drift, rød er kritisk kobling.

Etter koblingsfasen flyttes trafikken over på nytt anlegg. Resterende anlegg bygges og kobles inn som vist på tegningene nedenfor.



Figur 38: Kobling etter andre utbyggingsfase. Sort er ferdig anlegg, oransje er spor i drift, rød er kritisk kobling.

Etter denne fasen kan hele det nye anlegget tas i bruk.

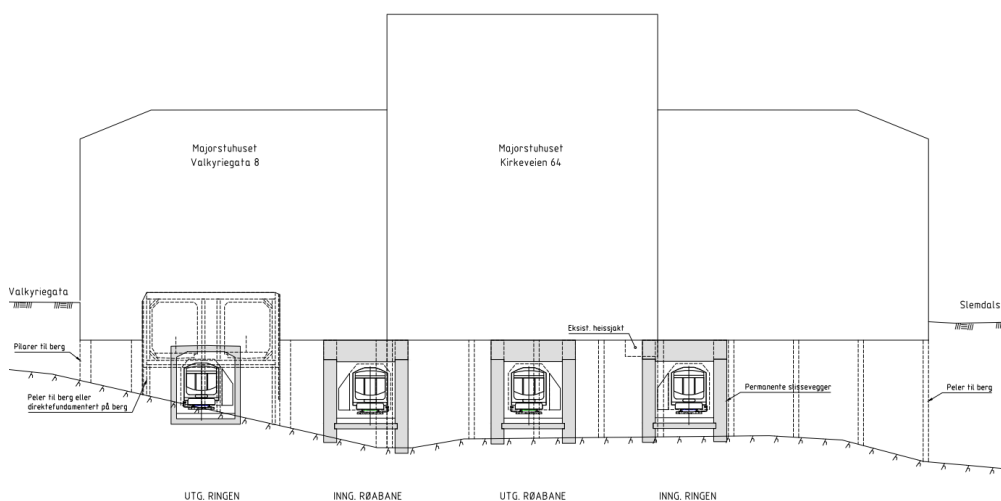
Geologi

Bergnivået er tatt ut fra bergmodell som baserer seg på alle registrerte boringer i området. De fleste boringene er enkle sonderinger uten innboring i berg.

Det er imidlertid et stort antall boringer som ligger til grunn for modellen og det er ikke registrert vesentlig avvik mellom de enkle sonderingene og totalsonderinger/bergkontrollboringer.

De enkle sonderingene viser også et entydig bergforløp uten brå vekslinger i bergoverflate.

Teknisk beskrivelse



Figur 39: Snitt ved Majorstuhuset

Med drift på dagens bane bygges først kulverter for inngående og utgående Røabane og inngående Ringen under Majorstuhuset. Majorstuhuset ble oppført samtidig med tunnelbanen i slutten av 1920-årene. Bygningene har en kjelleretasje og er fundamentert med peler til berg. Kulvertene blir liggende under kjelleretasjen, men vil komme i konflikt med peler for bygningene. Kulvertene kan bygges med bruk av permanente slissevegger etablert innvendig fra bygningene. I anleggsperioden må da kjeller og sannsynligvis også første etasje beslaglegges. Bygglaster kan deretter veksles ut over kulvertene og refundamenteres på slisseveggene. Utvekslingskonstruksjonene kan integreres i takplaten for kulverten og vil antagelig kunne legges under kjellergulvet. Eventuelt vil deler av kjelleretasjen bli permanent beslaglagt for disse konstruksjonene.

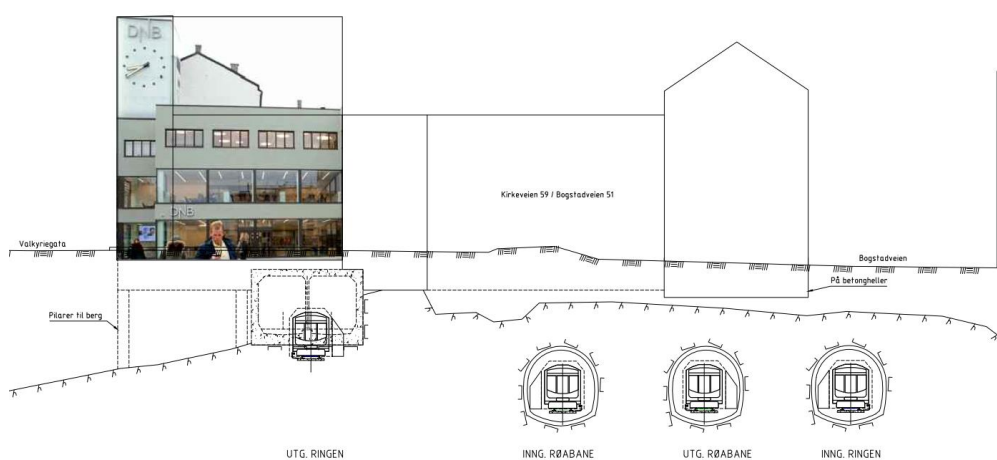


Figur 40: Snitt ved Kirkeveien

Med drift på dagens bane bygges først kulverter for inngående og utgående Røabane og inngående Ringen. Kulvertene blir liggende relativt dypt med bunnplate ca. 12 meter under Kirkeveien. Dette frigjør plass for et etasjenivå over T-banekulvertene som kan benyttes som adkomsttunneler med tverrforbindelse og vrimlehall. Veggene kan etableres som permanente slissevegger fra terreng, og takplate støpes i

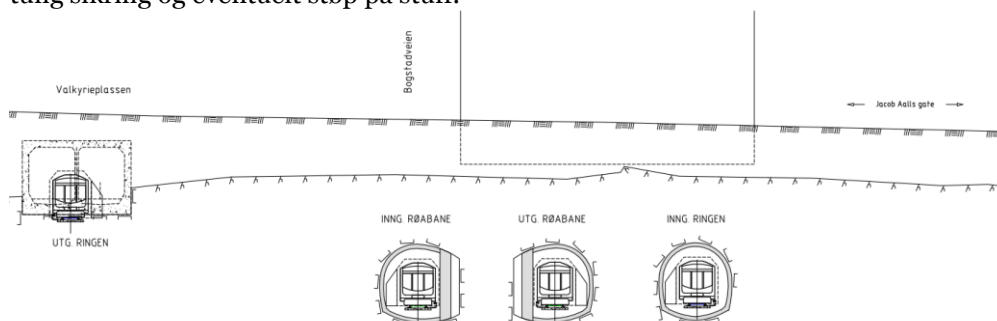
ønsket nivå under vegbanen slik at framføring av teknisk anlegg kan legges over. Kulvertene graves ut under takplata og neste stivernivå etableres som kombinert dekke i adkomsttunnelene og tak i T-banekulvertene. Bunnplata må delvis sprenges ned i berg.

Bygging av slisseveggene og støp av takplate tvers over Kirkeveien kan deles opp slik at ikke hele vegbredden stenges samtidig. Så snart hele takplata er etablert kan permanent vegareal reetableres.



Figur 41: Snitt ved Kirkeveien nr. 59/Bogstadveien nr. 51

Kulvertene for inngående og utgående Røabane og inngående Ringen må bygges inn under deler av bygningsmassen i Kirkeveien nr. 59 og Bogstadveien nr. 51. Bygningene har en kjelleretasje og er direktefundamentert. Behov for refundamentering av bygningene kan være aktuelt og må vurderes nærmere i en senere fase. Også her kan slissevegger etablert fra kjeller/1. etasje være en aktuell metode. Alternativt bruk av jetpeler. Påhugg for tunnelene vil bli etablert under bygningene så fort bergoverdekningen tillater det. Tunnelene må drives med korte og eventuelt delte salver inntil bergoverdekningen blir tilstrekkelig. Det må brukes tung sikring og eventuelt støp på stuff.



Figur 42: Snitt ved Jacob Aalls gate ved overkjøringsspor for Røabane

Tunnelene for inngående og utgående Røabane og inngående Ringen drives først forbi kryssingssonen. Der overkjøringsspoet kommer utvides tunnelprofilen for å gi plass til en betongvegg som stempling inntil avstanden mellom overkjøringsspor og

Røabanen er stor nok til at en bergstappe kan etableres. Det støpte tunnelhvelvet må ha en vanntett støpeskjøt mot stemplingsveggen. Overkjøringstunnelen drives så mellom Røabanetunnelene og deretter støpes hvelv i overkjøringstunnel med vanntett skjøt mot stemplingsvegg.

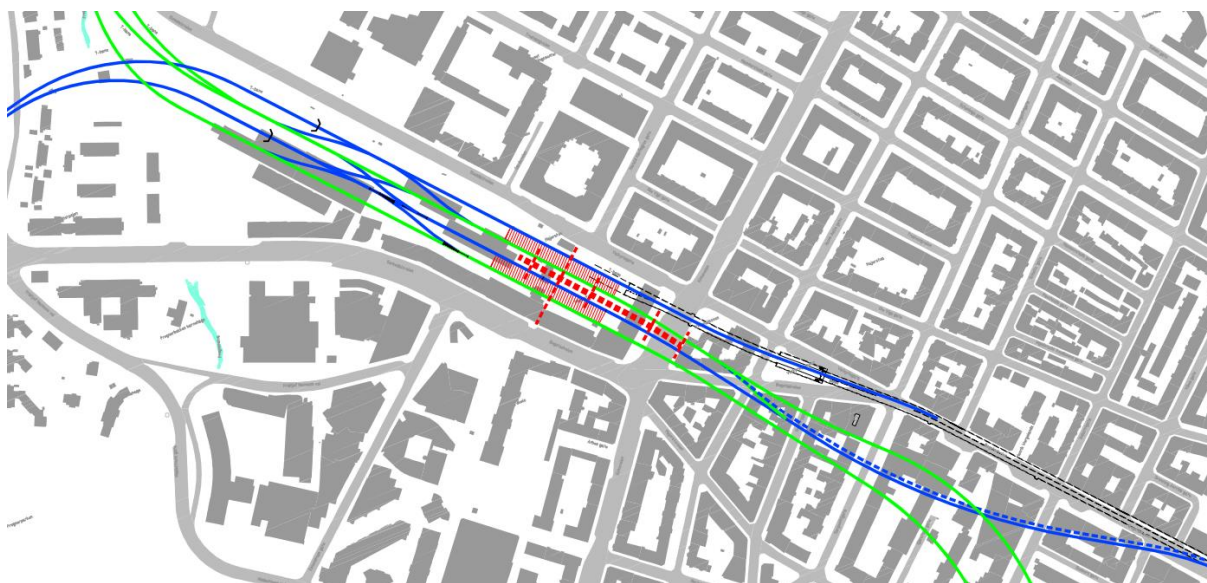
Kulvert for utgående Ringen

Kulvert for utgående Ringen bygges etter at de andre kulvertene og tunnelene er bygget og tatt i bruk. Arbeidet gjøres fra innsiden av eksisterende kulvert og forsterkning for overliggende bygg samt etablering av byggegrop under bunnplate kan utføres med jetpeler.

Variant 2 med retningsdrift

Trasébeskrivelse

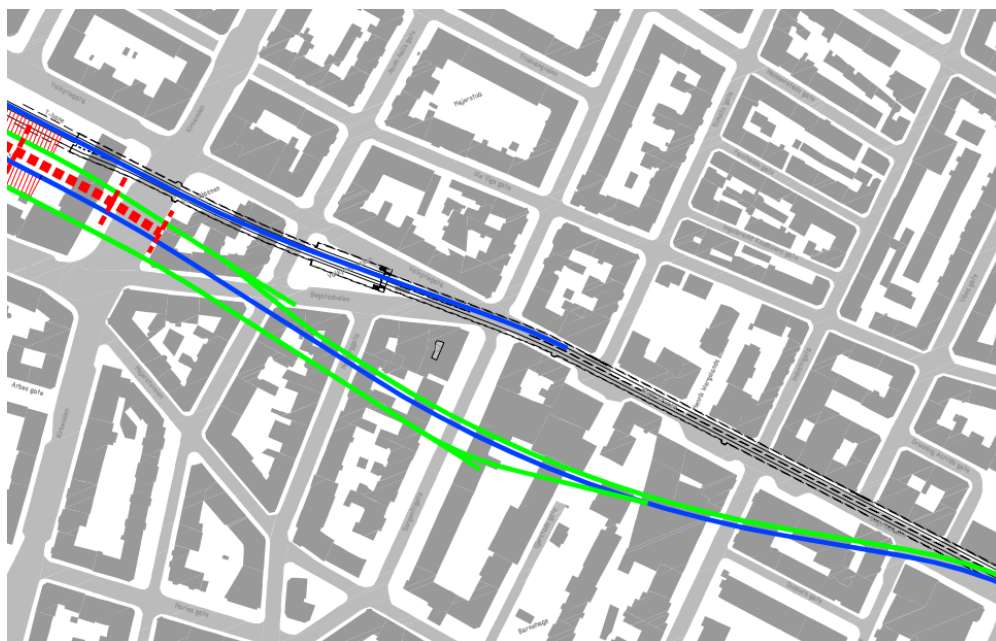
Løsningen nedenfor er i prinsippet lik som beskrevet ovenfor, men sporene til/fra ny tunnel har byttet plass. Dette vil si at det blir retningsdrift. Inngående spor går langs Sørkedalsveien/Bogstadveien og utgående spor langs Slemdalsveien.



Figur 43: Skisse med retningsdrift på Majorstuen med ny tunnel mot Nationaltheatret. Blå er spor til/fra eksisterende tunnel og grønn er spor til/fra ny tunnel. Rød farge viser atkomster til stasjonen.

Sporplanen med retningsdrift kan også utformes med en kobling Røabanen-ny tunnel og Ringen-eksisterende tunnel. En slik sporplan gir færre kryssinger mellom sporene i vest.

En mulig utbyggingsrekkefølge er å bygge Majorstuen stasjon ferdig med mulighet for en framtidig ny T-banetunnel. Skissen nedenfor viser hvordan sporene er koblet sammen før kobling til eksisterende tunnel i retning Nationaltheatret. Dette gir mulighet for 4 spor til plattform på Majorstuen.



Figur 44: Sporplan med ferdig Majorstuen stasjon og 2 spor mot sentrum

Faseplan

Faseplanen er tilnærmet lik alternativet med kobling av baner omtalt i forrige kapittel.

Geologi og teknisk beskrivelse

Den tekniske løsning er tilnærmet lik alternativet med kobling av baner omtalt i forrige kapittel.

10. Forlengelse av ny T-bane til Bryn

En avslutning av 4 spor til Ensjø kan medføre at det blir en kapasitetsutfordring mellom Tøyen og Bryn.

På skissen nedenfor er det vist en løsning der en går under eksisterende Tøyen stasjon og videre til Helsefyr med en ny stasjon noe lengre under bakken enn eksisterende stasjon før traseen kobler seg til sporene som går videre til Østsjøbanen/ Furusetbanen.

Går traseen over Tøyen stasjon kan også stasjonen på Helsefyr heves. Dersom en ønsker å ha en ny stasjon på Ensjø, bør traseen flyttes til sørsiden av eksisterende trasé pga. fjellforholdene.



Figur 45: Oversiktstegning for ny tunnel til Bryn

11. Utvidet betjening av Hovinbyen med T-bane

Hovinbyen som bl.a. omfatter Økern, Bryn, Helsefyrt og Ensjo vil bli kraftig utbygd de kommende arene. Dette gjør at dette området i fremtiden vil generere betydelig mer trafikk enn i dagens situasjon.

Utvidelse av Ringen – Økern og Tveita

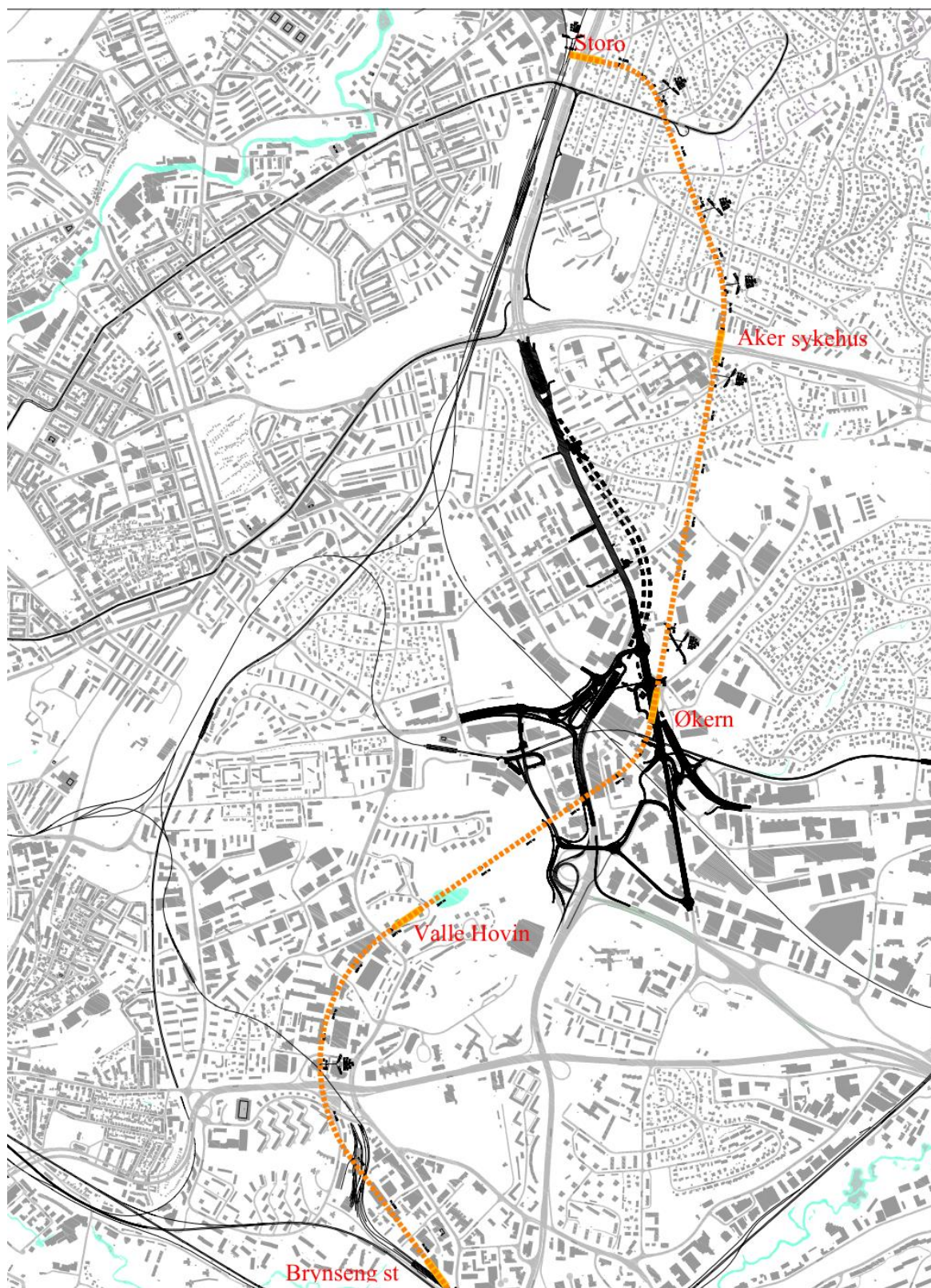
Det er skissert en utvidelsen av Ringen, slik at strekningen Sinsen-Carl Berners plass stenges og trafikken i Ringen går over den nye Lørenbanen til Økern. Videre bruker Ringen starten på Breivollbanen for kryssing av Groruddalen før den går sørover med en stasjon i fjell under dagens Tveita stasjon. Traseen tilknyttes eksisterende bane sør for Tveita og bruker eksisterende bane til Tøyen.



Figur 46: Oversiktstegning for utvidelsen av Ringen til Økern-Breivoll-Tveita

Egen pendel Storo-Økern-Brynseng

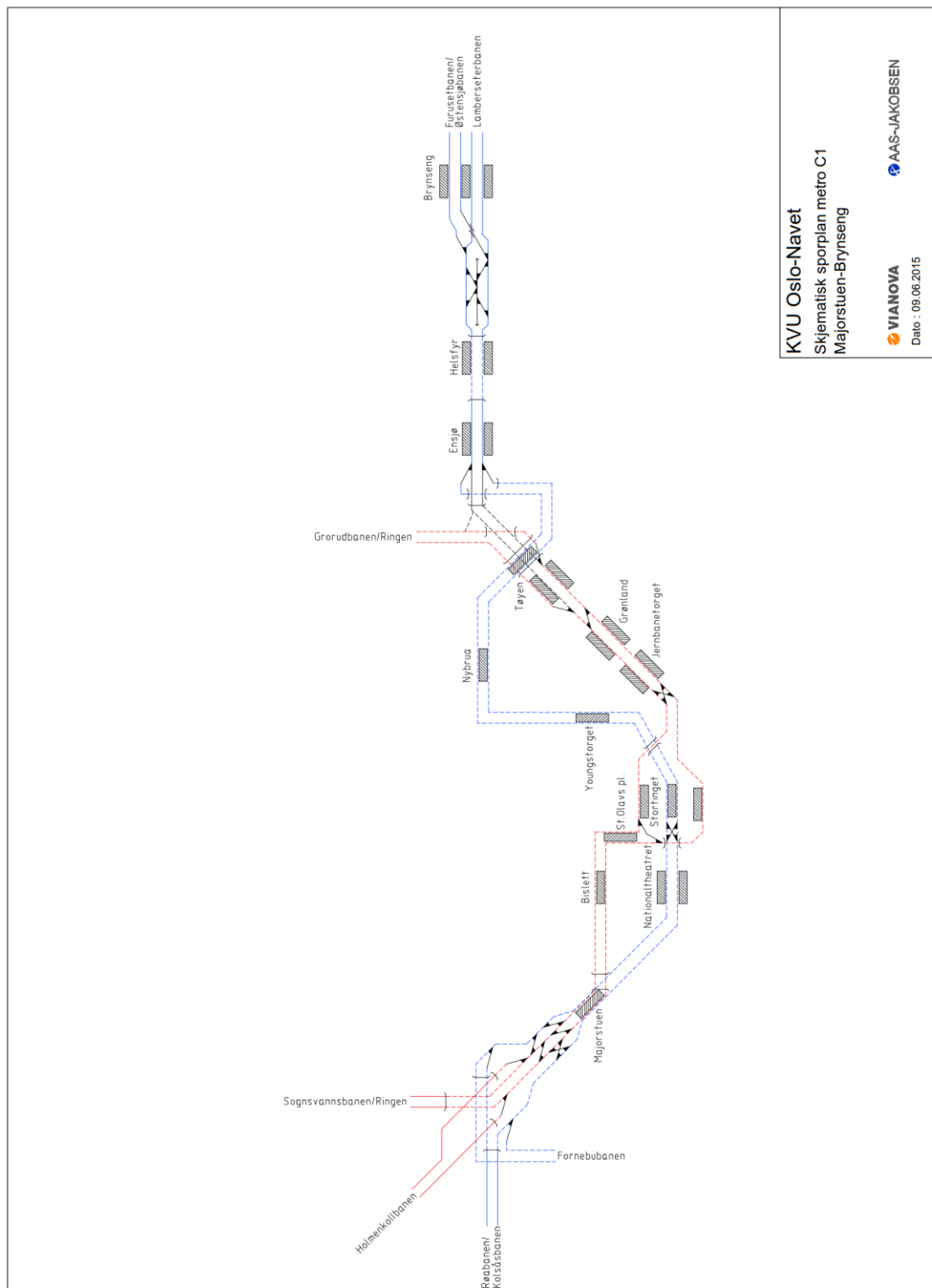
En annen måte å utvide betjeningen av Hovinbyen er å etablere en pendel mellom Storo og Brynseng via Aker sykehus, Økern og Valle Hovin.



Figur 47: Oversiktstegning for ny tunnel til Bryn

Vedlegg

C1 Majorstuen-Ensjø

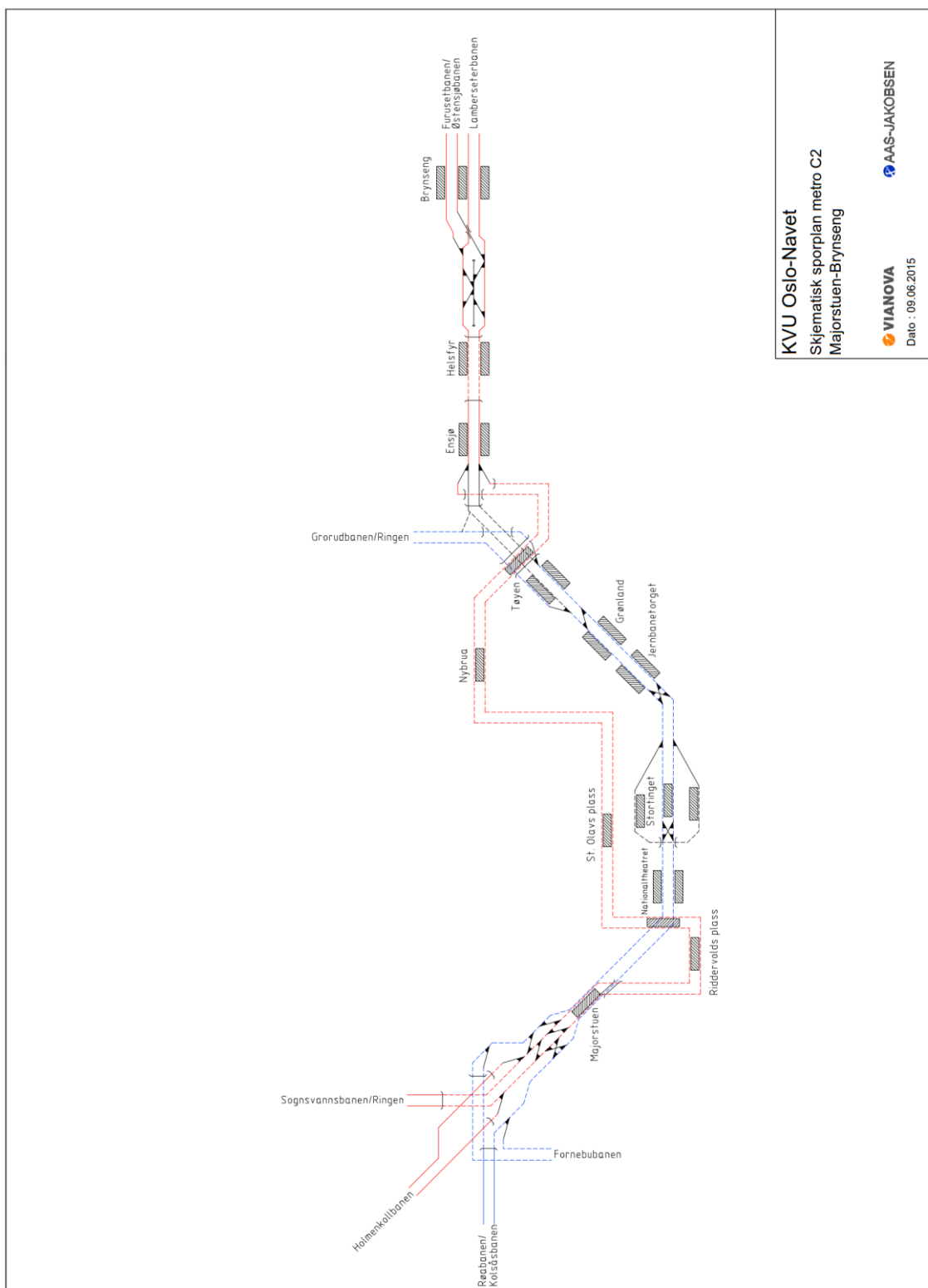


KVU Oslo-Navet
 Skjematisk sporplan metro C1
 Majorstuen-Brynseng

VIANOVA
 Date : 09.06.2015

AAS-JAKOBSEN

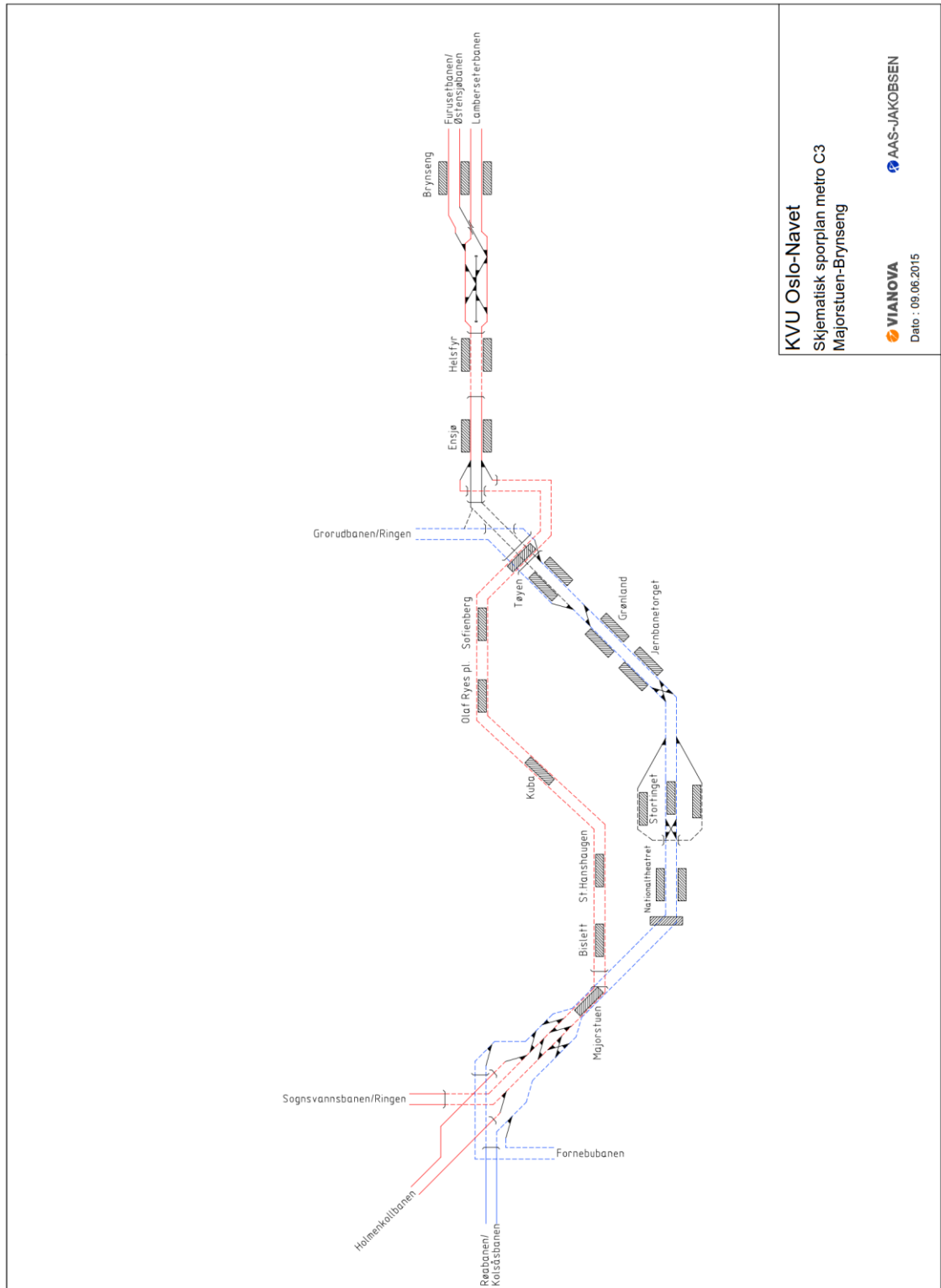
C2 Majorstuen-Ensjø



KVU Oslo-Navet
 Skjematisk sporplan metro C2
 Majorstuen-Brynseng

VIANOVA
 AAS-JAKOBSEN
 Date : 09.06.2015

C3 Majorstuen-Ensjø

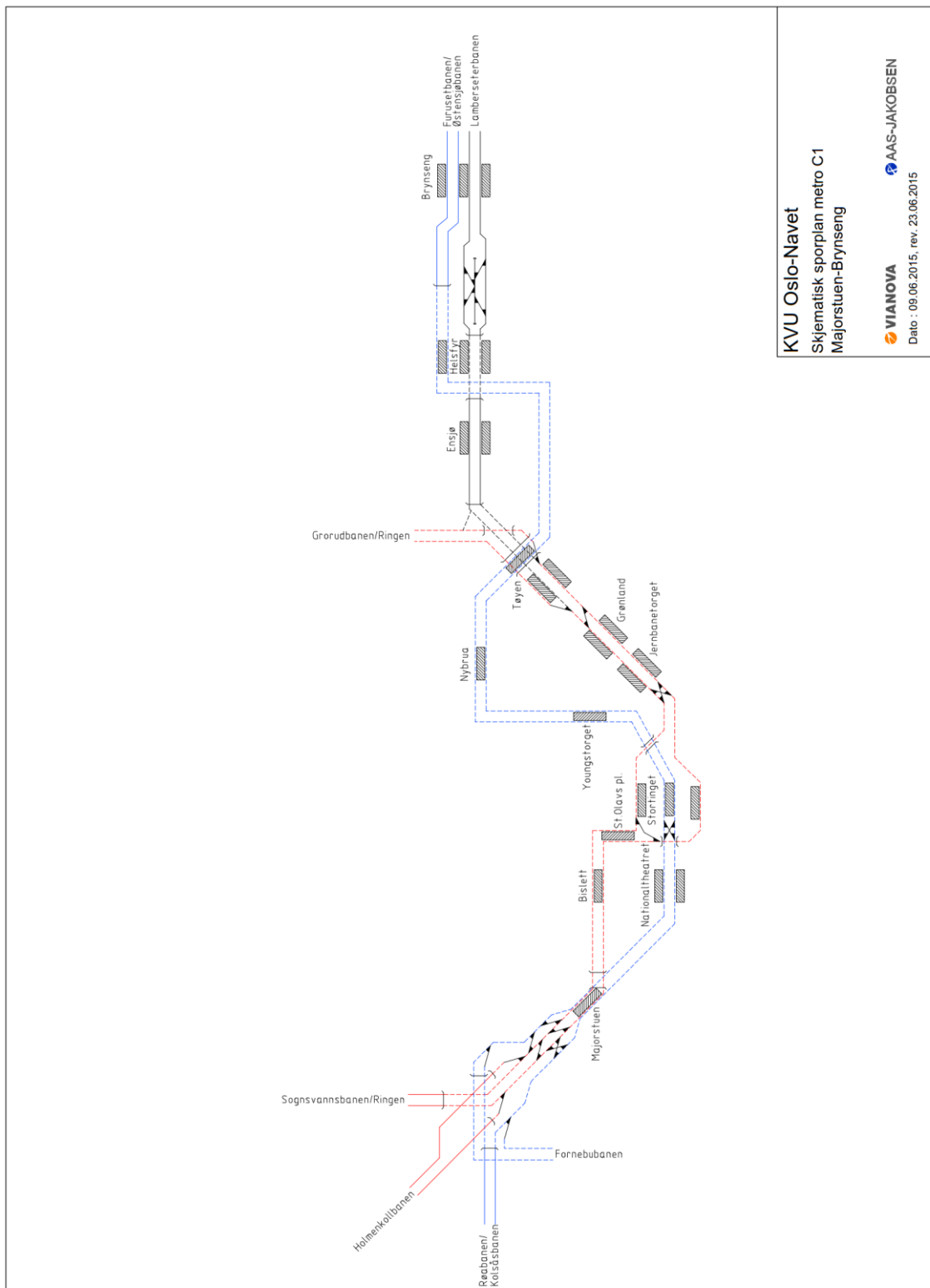


KVU Oslo-Navet
 Skjematisk sporplan metro C3
 Majorstuen-Brynseng

VIANOVA
 Date : 09.06.2015

AAS-JAKOBSEN

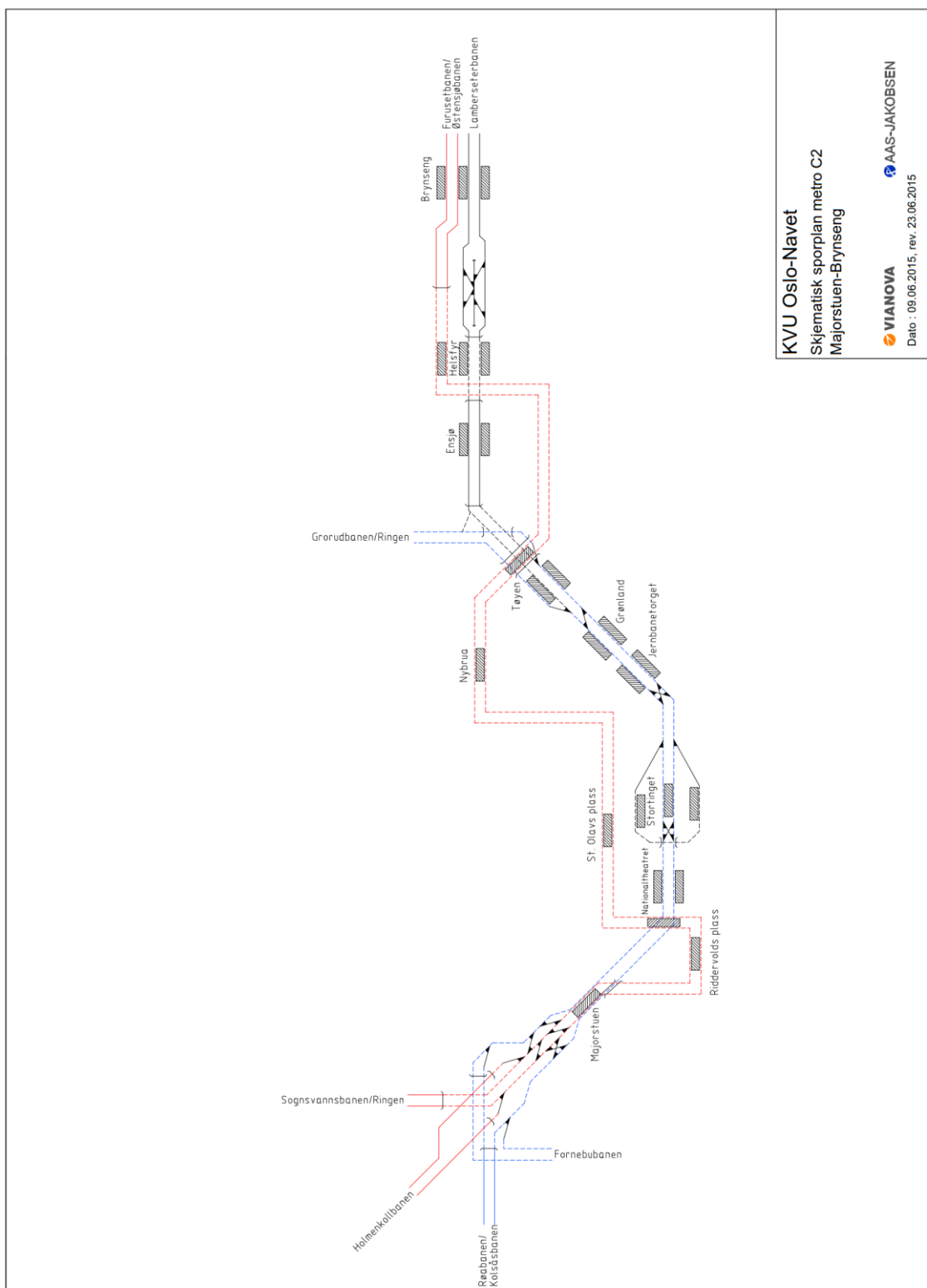
C1 Majorstuen-Brynseng



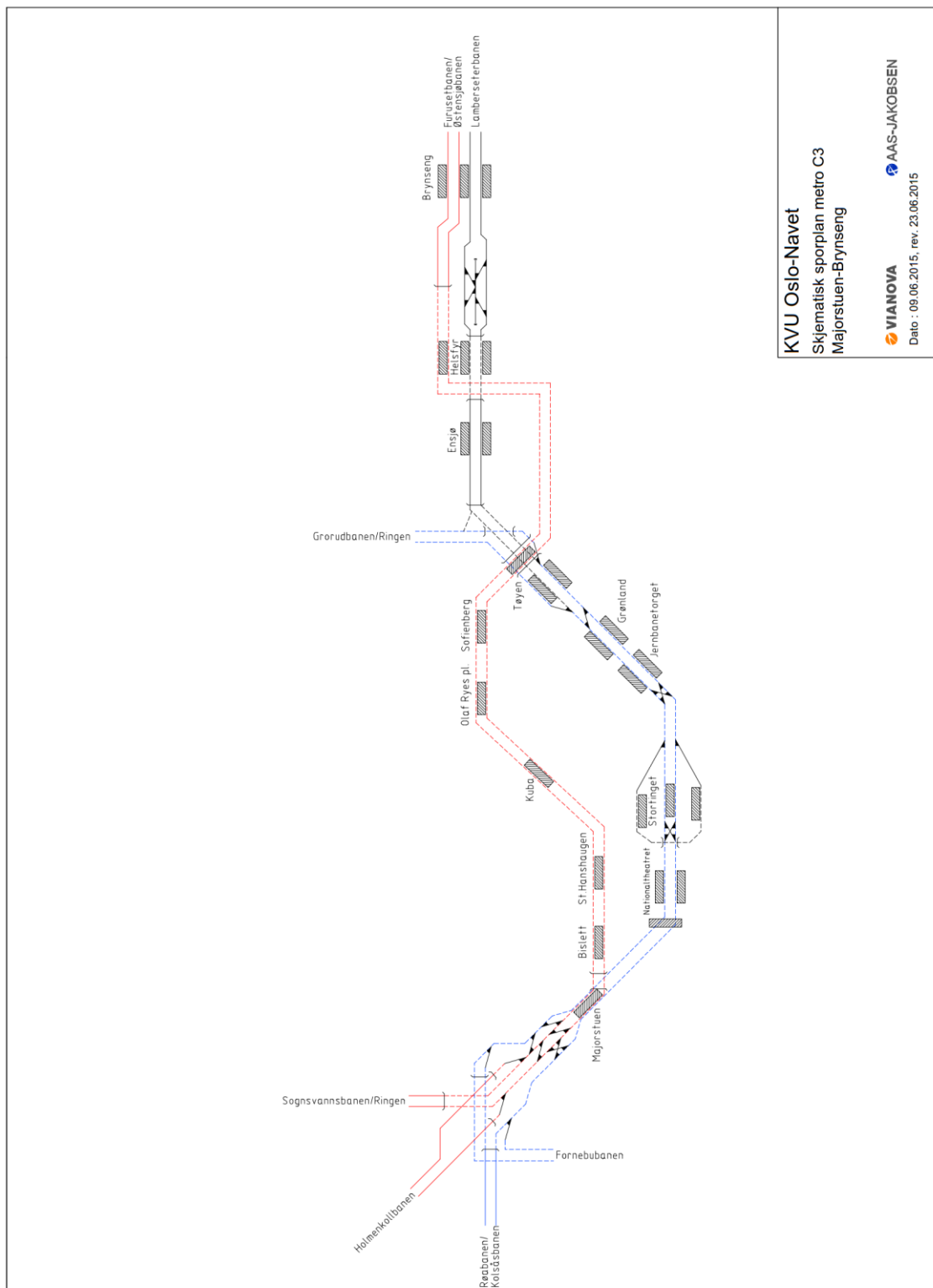
KVU Oslo-Navet
 Skjematisk sporplan metro C1
 Majorstuen-Brynseng

VIANOVA
 AAS-JAKOBSEN
 Dato : 09.06.2015, rev. 23.06.2015

C2 Majorstuen-Bryn



C3 Majorstuen-Brynseng



KVU Oslo-Navet
 Skjematisk sporplan metro C3
 Majorstuen-Brynseng

VIANOVA
 AAS-JAKOBSEN
 Dato : 09.06.2015, rev. 23.06.2015