

August 2020

Metroselskabet Udredning

Metrobetjening af Lynetteholm



Transport- og Boligministeriet – Københavns Kommune – Frederiksberg Kommune

Tekst

Metroselskabet

Periode

Januar 2019 - august 2020

Forside

Ditte Valente

Fotokreditering

Dragør luftfoto

Tuala Hjørnø

Design og layout

e-Types

ISBN 978-87-92378-43-9

Indhold

1.	Indledning	9
1.1	Baggrund og formål	9
1.2	Organisering	11
1.3	Rapportens opbygning	11
1.4	Tekniske forudsætninger	12
1.4.1	Sammenhæng med Østlig Ringvej og opfyld af Lynetteholm	13
1.5	Resumé	13
2.	M4 Blå linje	14
2.1	Linjeføringer, stationer og trafikbetjening	16
2.1.1	M4 – Hovedforslag	16
2.1.2	Etapedeling	16
2.1.3	Varianter	17
2.1.4	Skifteafstande	18
2.2	Baneteknik	18
2.2.1	Normgrundlag	18
2.2.2	Sporanlæg	19
2.2.3	Skematisk sporplan for M4	19
2.2.4	3. skinneanlæg	19
2.2.5	Strømforsyning	20
2.2.6	ATC-anlæg, passagertællesystem og perrondøre	20
2.2.7	PSIS & IDS	20
2.2.8	SCADA	20
2.2.9	Transmissionssystem	21
2.2.10	Radiokommunikation	21
2.2.11	Billetautomat/Rejsekort	21
2.2.12	Bygherreleverancer	22
2.2.13	CMC Hovedforslag	22
2.2.14	Robusthed og systemkapacitet	23
2.2.15	Naboer i anlægsfasen	23
2.2.16	Hovedstruktur i trafikbetjeningen	23
2.3	Trafikale forudsætninger	23
2.3.1	Planforudsætninger	24
2.3.2	Befolkningstal	24
2.3.3	Arbejdspladser	24
2.3.4	Vejinfrastruktur	25
2.3.5	Stinet	25
2.3.6	Kollektiv trafik	25
2.3.7	Bilejerskab	26
2.3.8	Kørselsomkostninger med bil	27
2.3.9	Takstniveauet i den kollektive trafik	27
2.3.10	Illustration af beboere, arbejdspladser og studiepladser	27
2.4	Trafikale effekter	29
2.4.1	Påstigere i metroen	30
2.4.2	Øvrig kollektiv trafik	30
2.4.3	Alle transportmidler	31
2.4.4	Stationernes påstigertal og strækningsbelastninger	31

2.4.5	Kapacitet	33
2.4.6	Trafikale effekter af etapedelinger	37
2.5	Følsomhedsberegninger	38
2.5.1	Positivt scenarie (positiv påvirkning af metroens påstigertal)	38
2.5.2	Negativt scenarie (negativ påvirkning af metroens påstigertal)	38
2.6	Stationer og nærområder	40
2.6.1	Oversigt over stationstyper	40
2.6.2	Stationer	44
2.7	Tekniske forhold	56
2.7.1	Hovedgeometri	56
2.7.2	Geoteknik	56
2.7.3	Stormflod og ekstremregn	57
2.7.4	Transversaler	58
2.7.5	Nødsakte	59
2.7.6	Ramper	60
2.7.7	Højbane	61
2.7.8	Tunneller	63
2.7.9	Pumpesumpkaverner	64
2.7.10	Slutskakte	65
2.7.11	Anlægsfasen og etapedeling	65
2.7.12	Tekniske forhold ved mulige fremtidige udvidelsesmuligheder	66
2.7.13	Grænseflade med andre projekter	66
2.7.14	Arbejdsplads	69
2.7.15	Mekaniske og elektriske installationer	78
2.8	Øvrige forhold	79
2.8.1	Arkæologi	79
2.8.2	Arealer og rettigheder	80
2.8.3	Ledningsomlægninger	81
2.8.4	Forurening	81
2.9	Tekniske konsekvenser for M1/M2 og M3/M4	82
2.10	Økonomi	83
2.10.1	Forudsætninger	83
2.10.2	Anlægsoverslag	83
2.10.3	Driftsøkonomi og reinvesteringer	84
2.10.4	Restfinansieringsbehov	86
2.11	Samfundsøkonomi	88
2.11.1	Metode	88
2.11.2	Forudsætninger	89
2.11.3	Resultater	89
2.12	Risikovurdering	92
2.13	Tidsplan	93
3.	M5 Lilla linje	96
3.1	Linjeføringer, stationer og trafikbetjening	98
3.1.1	M5 – Hovedforslag	98
3.1.2	Etapedeling	99
3.1.3	Varianter	100
3.1.4	Skifteafstande	101
3.2	Baneteknik	103
3.2.1	Normgrundlag	103
3.2.2	Sporanlæg	103
3.2.3	Skematisk sporplan	103
3.2.4	3. skinneanlæg	103
3.2.5	Strømforsyning	104
3.2.6	ATC-anlæg, passagertællesystem og perrondøre	104
3.2.7	PSIS & IDS	105

3.2.8	SCADA	105
3.2.9	Transmissionssystem	105
3.2.10	Radiokommunikation	105
3.2.11	Billetautomat/Rejsekort	105
3.2.12	Bygherreleverancer	106
3.2.13	CMC	106
3.2.14	Muligheder for at optimere de banetekniske løsninger	108
3.2.15	Robusthed og systemkapacitet	109
3.2.16	Hovedstruktur i trafikbetjeningen	109
3.2.17	Naboer i anlægsfasen	110
3.3	Trafikale forudsætninger	110
3.3.1	Planforudsætninger	110
3.3.2	Befolkningstal	110
3.3.3	Arbejdspladser	111
3.3.4	Vejinfrastruktur	112
3.3.5	Stinet	112
3.3.6	Kollektiv trafik	112
3.3.7	Bilejerskab	113
3.3.8	Kørselsomkostninger med bil	113
3.3.9	Takstniveauet i den kollektive trafik	114
3.3.10	Illustration af beboere, arbejdspladser og studiepladser	114
3.4	Trafikale effekter	116
3.4.1	Påstigere i metroen	117
3.4.2	Øvrig kollektiv trafik	117
3.4.3	Alle transportmidler	117
3.4.4	Stationernes påstigertal og strækningsbelastninger	118
3.4.5	Kapacitet	120
3.4.6	Trafikale effekter af etapedelinger	123
3.5	Følsomhedsberegninger	123
3.5.1	Positivt scenarie (positiv påvirkning af metroens påstigertal)	124
3.5.2	Negativt scenarie (negativ påvirkning af metroens påstigertal)	124
3.6	Stationer og nærområder	126
3.6.1	Oversigt over stationer	126
3.6.2	Stationstyper	127
3.6.3	Stationer	130
3.7	Tekniske forhold	154
3.7.1	Hovedgeometri	154
3.7.2	Geoteknik	155
3.7.3	Stormflod og ekstremregn	155
3.7.4	Transversaler	156
3.7.5	Afgreningskamre	159
3.7.6	Nødskakte og slutskakte	160
3.7.7	Ramper	164
3.7.8	Højbane	164
3.7.9	Tunneller	164
3.7.10	Cut & cover-tunneller	166
3.7.11	Pumpesumpe	166
3.7.12	Anlægsfasen og etapedeling	167
3.7.13	CMC	167
3.7.14	Tekniske forhold ved mulige fremtidige udvidelsesmuligheder	168
3.7.15	Grænseflade med andre projekter	168
3.7.16	Arbejdspladser	169
3.7.17	Mekaniske og elektriske installationer	185
3.7.18	Baneteknik	185
3.7.19	Sporanlæg M5 Variant	185
3.7.20	Større tog	186

3.8	Øvrige forhold	188
3.8.1	Arkæologi	188
3.8.2	Arealer og rettigheder	188
3.8.3	Ledningsomlægninger	188
3.8.4	Forurening	189
3.8.5	Omstigningsstationer	189
3.8.6	Effekter på større skiftestationer i anlægsperioden	189
3.9	Økonomi	190
3.9.1	Forudsætninger	190
3.9.2	Anlægsoverslag	190
3.9.3	Driftsøkonomi og reinvesteringer	191
3.9.4	Restfinansieringsbehov	193
3.10	Samfundsøkonomi	194
3.10.1	Metode	195
3.10.2	Forudsætninger	195
3.10.3	Resultater	196
3.11	Risikovurdering	198
3.12	Tidsplan	199
4.	M5 Vest Orange linje	202
4.1	Linjeføringer, stationer og trafikbetjening	204
4.1.1	M5 Vest – Hovedforslag	204
4.1.2	Etapedeling	206
4.1.3	Varianter	206
4.1.4	Skifteafstande	206
4.2	Baneteknik	207
4.2.1	Sporanlæg	208
4.2.2	Skematisk sporplan	208
4.2.3	3. skinneanlæg	209
4.2.4	Strømforsyning	209
4.2.5	ATC-anlæg, passagertællesystem og perrondøre	209
4.2.6	PSIS & IDS	209
4.2.7	SCADA	210
4.2.8	Transmissionssystem	210
4.2.9	Radiokommunikation	210
4.2.10	Billetautomat/Rejsekort	210
4.2.11	Bygherreleverancer	210
4.2.12	Muligheder for at optimere de banetekniske løsninger	211
4.2.13	CMC	212
4.2.14	Robusthed og systemkapacitet	213
4.2.15	Hovedstruktur i trafikbetjeningen	214
4.2.16	Naboer i anlægsfasen	214
4.3	Trafikale forudsætninger	214
4.3.1	Planforudsætninger	215
4.3.2	Befolkningstal	215
4.3.3	Arbejdspladser	216
4.3.4	Vejinfrastruktur	216
4.3.5	Stinet	216
4.3.6	Kollektiv trafik	217
4.3.7	Bilejerskab	217
4.3.8	Kørselsomkostninger med bil	218
4.3.9	Takstniveauet i den kollektive trafik	218
4.3.10	Illustration af beboere, arbejdspladser og studiepladser	218
4.4	Trafikale effekter	221
4.4.1	Påstigere i metroen	222
4.4.2	Øvrig kollektiv trafik	222

4.4.3	Alle transportmidler	222
4.4.4	Stationernes påstigertal og strækningsbelastninger	223
4.4.5	Kapacitet	225
4.4.6	Trafikale effekter af etapedelinger	228
4.5	Følsomhedsberegninger	229
4.5.1	Positivt scenarie (positiv påvirkning af metroens påstigertal)	229
4.5.2	Negativt scenarie (negativ påvirkning af metroens påstigertal)	229
4.6	Stationer og nærområder	231
4.6.1	Oversigt over stationer	231
4.6.2	Stationstyper	231
4.6.3	Stationer	232
4.7	Tekniske forhold	237
4.7.1	Hovedgeometri	237
4.7.2	Geotekniske forhold	237
4.7.3	Stormflod og ekstremregn	238
4.7.4	Transversaler	239
4.7.5	Afgrening	240
4.7.7	Rampekonstruktioner	241
4.7.8	Højbane	242
4.7.9	Tunneller	242
4.7.10	Cut & cover-tunneller	243
4.7.11	Etapedeling	244
4.7.12	Tekniske forhold ved mulige fremtidige udvidelsesmuligheder	244
4.7.13	Grænseflader med andre projekter	245
4.7.14	Arbejdsplads	246
4.7.15	Mekaniske og elektriske installationer	254
4.8	Øvrige forhold	255
4.8.1	Arkæologi	255
4.8.2	Arealer og rettigheder	255
4.8.3	Ledningsomlægninger	255
4.8.4	Forurening	255
4.8.5	Omstigningsstationer med M1/M2 og M3/M4	255
4.8.6	Effekter på større skiftestationer i anlægsperioden	255
4.9	Økonomi	256
4.9.1	Forudsætninger	256
4.9.2	Anlægsoverslag	256
4.9.3	Driftsøkonomi og reinvesteringer	257
4.9.4	Restfinansieringsbehov	259
4.10	Samfundsøkonomi	261
4.10.1	Metode	261
4.10.2	Forudsætninger	262
4.10.3	Resultater	262
4.11	Risikovurdering	264
4.12	Tidsplan	266
5.	Klima- og miljøindsats i udredningen af metro til Lynetteholm	271
5.1	Projektmål, der bidrager til FN's Verdensmål	272
5.1.1	Verdensmålsperspektiv i screeningsfasen	272
5.1.2	Verdensmålsperspektiv i udredningsfasen	273
5.2	Videre klima- og miljøtilpasning af metro til Lynetteholm	274
5.2.1	Klimapåvirkning fra metroen	275
5.2.2	Udredningens anlægsløsninger i et klimaperspektiv	277
6.	Bilag	278
6.1	Tekniske bilag	278
6.2	Tekniske tegningsbilag	279

An aerial photograph of the Lynetteholm artificial island in Copenhagen, Denmark. The island is a large, rectangular landmass in the middle of a body of water, featuring several large industrial or commercial buildings. To the left, a busy port area is visible with numerous colorful shipping containers stacked in rows and several large blue gantry cranes. A large cargo ship is docked at the pier. In the background, a long line of wind turbines stretches across the horizon. To the right, a smaller, more developed island with residential buildings and a church is visible. The foreground shows a mix of urban development, including parking lots, roads, and some construction sites. A white diagonal hatched pattern is overlaid on the left side of the image, with the text 'Lynetteholm' written in white. The sky is clear and blue.

Lynetteholm

1. Indledning

1.1 Baggrund og formål

I oktober 2018 indgik Københavns Kommune og staten en principaftale om at anlægge en ny ø, Lynetteholm, mellem Nordhavn og Refshaleøen i Københavns Havn. Den nye bydel planlægges at kunne rumme 35.000 beboere og et tilsvarende antal arbejdspladser.

Principaftalen fik efterfølgende opbakning fra brede flertal i Folketinget og Københavns Kommunes Borgerrepræsentation. Desuden har Frederiksberg Kommune tilsluttet sig aftalen under forudsætning af, at mulighederne for at forlænge metroen fra Ny Ellebjerg ikke forringes.

Det er i principaftalen forudsat, at den trafikale betjening skal sikres dels gennem anlæg af Østlig Ringvej og en metrolinje.

Følgende indgår i principaftalen om igangsætning af en forundersøgelse af metrobetjening af Lynetteholm:

"Parterne er enige om at gennemføre en forundersøgelse af metrobetjening af området. Forundersøgelsen kortlægger bl.a. netto-omkostninger for en forlængelse af Nordhavnsmetroen under Kronløbet og videre som højbane med stationer på Lynetteholm. Metroen videreføres til Refshaleøen og eventuelt videre til Kløverparken, såfremt der findes finansiering hertil, herunder gennem finansieringsbidrag fra grundejerne. Der kan også undersøges andre linjeføringer. Forundersøgelsen finansieres af Metroselskabet."

Der er flere muligheder for at betjene Lynetteholm med metro fra henholdsvis nord og fra syd. Det er forundersøgelsens formål at identificere de forskellige løsninger og linjeføringer og på baggrund af dette afdække den samlede økonomi samt fordele og ulemper ved de forskellige linjeføringer og for det samlede metronet. Anlægsoverslagene i forundersøgelsen er udarbejdet på et detaljeringsniveau, så der efterfølgende kan tages politisk stilling til projektets gennemførelse.

Udgangspunktet for forundersøgelsen har været at afdække hvilke linjer, stationsplaceringer og driftskoncepter der bedst vil kunne understøtte byudviklingen i de sammenhængende områder Lynetteholm, Refshaleøen, Kløverparken samt Nordhavn.

Der er tidligere i forbindelse med Københavns Kommunes *Udbygning af kollektiv infrastruktur i København 2 (KIK2)* fra september 2018 foretaget analyser af, hvordan Kløverparken og Refshaleøen bedst betjenes. Selvom disse analyser blev gennemført før principaftalen og dermed ikke indeholder Lynetteholm, har de fungeret som udgangspunkt for belysning af mulige linjeføringer og betjeningskoncepter.

Forundersøgelsen har været delt op i følgende tre faser:

- Forberedende fase
- Teknisk udredning
- Økonomi, rapportering og granskning

I den forberedende fase er undersøgt en række linjeføringer og betjeningskoncepter på screeningsniveau. Det har været forudsat i forundersøgelsen, at antallet af linjeføringer blev begrænset forud for den tekniske

Figur 1.1

Tre hovedforslag til metrobetjening af Lynetteholm.



udredning. Således blev der i den forberedende fase undersøgt 8 linjeføringer med udgangspunkt i mulige linjer og betjeningskoncepter.

På baggrund af den forberedende fase blev 2 hovedforslag udvalgt:

- M4 forlængelse via Orientkaj – Lynetteholm – Kløverparken
- M5 via København H – Kløverparken – Lynetteholm – Østerport

I juni 2019 præsenterede By & Havn en ny perimeter for Lynetteholm, som betød at øen udvides og flyttes længere mod øst i havnen end i det oprindelige forslag fra oktober 2018. Den ændrede placering fik betydning for stationsplacering, linjeføring og anlægsoverslag i de allerede undersøgte alternativer. I denne sammenhæng blev et yderligere 3. forslag til linjeføring aktuelt:

- M5 Vest via Lynetteholm – Østerport – København H – Prags Boulevard Øst

1.2 Organisering

Forundersøgelsen er blevet organiseret gennem en styregruppe med deltagere på kontorchefniveau fra Københavns Kommune, Transport- og Boligministeriet, Frederiksberg Kommune, Vejdirektoratet, By & Havn samt Metroselskabet. Formandskabet er varetaget af Københavns Kommune. Det udførende arbejde i forundersøgelsen er blevet varetaget af en arbejdsgruppe med fokus på forskellige aspekter af forundersøgelsen.

Metroselskabets Review Board har ligeledes været inddraget og har bidraget med overordnede input og drøftelser bl.a. om linjeføringsforslag. Review Board består af forskere med speciale i transportforhold eller byudvikling.

Ud over udredningsrapporten er også udarbejdet to bilagsrapporter med hhv. tekniske tegninger og øvrige bilag og rapporter. En oversigt over bilag i de to bilagsrapporter kan findes bagerst i denne rapport. Desuden er udarbejdet en resumérapport jf. punkt 1.4

Der er gennemført en ekstern kvalitetssikring af forundersøgelsen af Deloitte. Rapporten kan findes i bilagssamlingen.

1.3 Rapportens opbygning

Forundersøgelsen indeholder en analyse af tre forskellige linjeføringer:

- **Blå linje** - M4 fra Orientkaj til Kløverparken
- **Lilla linje** - M5 fra København H til Østerport
- **Orange linje** - M5 Vest fra Lynetteholm til Prags Boulevard Øst

Linjerne fremgår af Figur 1.1.

I forundersøgelsen gennemgås de tre linjeføringsforslag hver for sig i hhv. kapitel 2, 3 og 4 fordi en direkte sammenligning af nøgletal for de undersøgte linjeføringer ikke er mulig.

Det skyldes linjeføringen af metrolinjen "Lille Spørgsmålstegn" i Nordhavn, der indgår som en del af kommunens og statens udbygningsplaner for arealerne i Nordhavn. "Lille Spørgsmålstegn" var inden principaftalen om Lynetteholm planlagt som en fremtidig forlængelse af den eksisterende M4 til Orientkaj. Hvorvidt denne forlængelse etableres, er imidlertid afhængig af valget af linjeføring for en ny metrolinje til Lynetteholm.

I grundlaget for beregningerne af M5 fra København H til Østerport samt M5 Vest fra Lynetteholm til Prags Boulevard Øst forudsættes det, at "Lille Spørgsmålstegn" er etableret. I grundlaget for linjeføringen M4 fra Orientkaj til Kløverparken forudsættes det derimod, at forlængelsen "Lille Spørgsmålstegn" erstattes af linjen til Lynetteholm.

Når forudsætningerne er forskellige, har det betydning for sammenligningen af resultaterne af modelberegningerne, der viser hvor mange passagerer, der vil benytte metroen.

Det er ikke muligt at isolere effekten af de to forskellige grundlag, hvilket betyder, at det ikke er muligt direkte at sammenligne passagertal og dermed beregninger af bl.a. restfinansiering og samfundsøkonomi. Det er dog muligt at sammenligne linjerne M5 og M5 Vest, da de er beregnet på det samme grundlag.

De tre forslag til linjeføring er bl.a. undersøgt og beskrevet i forhold til

- placering af stationer
- trafikbetjening
- trafikale effekter
- stationers design og deres nærområder
- tekniske forhold vedr. sporføring, udluftningsskakter, rampeanlæg og CMC
- arealer og rettigheder
- konsekvenser for M1/M2 og M3/M4
- samt anlægs- drifts- og samfundsøkonomi

1.4 Tekniske forudsætninger

Undersøgelserne er gennemført på et teknisk niveau, hvor der er anvendt en korrektionsreserven på 30 pct. For enkelte vanskelige dele af projektet er tilføjet en korrektionsreserve på 50 pct. Ud af den samlede anlægssum er det dog kun 2-4 pct., afhængigt af hovedforslag, der er tillagt 50 pct. i stedet for 30 pct.

Anlægselementerne tager for hovedpartens vedkommende afsæt i kendte koncepter fra den nuværende metro. Der er til enkelte lokationer tegnet nye stationsudformninger, der på visse punkter adskiller sig fra de eksisterende stationer. Det gælder eksempelvis stationerne på Lynetteholm, der i tilfælde af at det vælges at anlægge under jorden, vil kunne anlægges som en ny stationstype placeret tæt på terræn, hvor anlægsmetoden tager afsæt i, at stationerne anlægges samtidig med, at øen opfyldes.

Transportsystemet tager afsæt i det kendte transportsystem fra (M3) Cityringen, hvor togene styres med CBTC. Der er gennemført analyser af linjeføringernes udformning, herunder hvilke og hvor mange jernbanetekniske anlæg, som bør anlægges med henblik på at kunne sikre fleksibel og højfrekvent drift. Dette uddybes i de enkelte afsnit om baneteknik. Ved beslutning om etapedeling af linjerne skal disse analyser genbesøges i de efterfølgende faser, så der kan anlægges et system, der i bedst muligt omfang sikrer gode driftsforhold både på kort og langt sigt.

Der er parallelt med udredningsarbejdet gennemført 3 workshops, der har taget sigte på at identificere muligheder for at sikre overensstemmelse mellem projektet og FN's bæredygtigheds mål. De identificerede muligheder, som blandt andet omfatter udvikling af stationsdesign med henblik på at opnå ressourcebesparelse i anlægget, er, hvor det umiddelbart har været muligt, medtaget i de løsninger, der er omfattet af udredningen. Imidlertid er en række muligheder ikke indarbejdet på nuværende projektstadium, da de kræver yderligere tekniske analyser. Disse vil kunne indgå i kommende projektfaser.

I hovedforslagene er undersøgt varianter med forskellige placeringer af stationer på København H, Islands Brygge og Amagerbro. Derudover er der undersøgt løsninger, hvor hele linjen er i tunnel frem for en kombination af højbane og tunnel.

For Kontrol- og Vedligeholdelsescenter (CMC) er også undersøgt varianter med bl.a. overdækning og forskellige placeringer.

Udgangspunkt for de valg, der indgår i de tre hovedforslag, er den billigste af de undersøgte løsninger.

Der er taget udgangspunkt i, at hovedforslagene er anlagt i ét stræk.

Det vil dog også være muligt at anlægge en kortere linje eksempelvis på Orange linje M5 Vest at stoppe linjen ved Amagerbro og undlade at fortsætte til Prags Boulevard Øst.

For bl.a. at give et billede af befolkningsudviklingens betydning for anlæggelsen hovedforslagene, er der også undersøgt forskellige teoretiske opdelinger af linjerne i etaper.

1.4.1 Sammenhæng med Østlig Ringvej og opfyld af Lynetteholm

Anlæg af både Lynetteholm, Østlig Ringvej og ny metrolinje er meget store og komplekse anlægsprojekter, som vil påvirke København i mange år fremover, hvis de realiseres. Derfor har der i forundersøgelsen været en tæt koordinering mellem især vej- og metroprojekterne. Det forudsættes i planlægningen, at Østlig Ringvej og metrolinjerne vil krydse hinanden flere steder.

Der har i forundersøgelserne været koordinering mellem begge projekter for indledningsvist at drøfte grænseflader m.m. For eksempel har det været undersøgt på et helt overordnet niveau, om der kunne være et potentiale for et fælles tunnelforløb for vej og metro under Kronløbet. Det blev konkluderet, at potentialet er marginalt og risici for store. Det er endnu ikke afklaret, hvad tidshorisonten er for eventuelt anlæg af Østlig Ringvej og af metrolinje. Under alle omstændigheder skal der i en eventuel VVM-fase for begge projekter ske en tæt koordinering både med henblik på sikring af grænseflader og i forhold til at høste frugterne af synergier. Dette gælder også med hensyn til den videre proces for anlæg af Lynetteholm.

Det er i nærværende rapport antaget, at Østlig Ringvej anlægges før metroprojektet. I anlægsoverslagene er der taget afsæt i, at metrolinjerne vil kunne tage højde for at Østlig Ringvej er anlagt som enten Variant Ø1 for M5 eller Variant Ø2 for M5 Vest. Såfremt andre scenarier af Østlig Ringvej anlægges, eller at anlæg af Østlig Ringvej ikke sker forud for anlæg af metroen, men i stedet samtidig eller efterfølgende, vil det være nødvendigt at ændre måden, hvorpå anlæggene tilpasses hinanden, og således også anlæggenes økonomi.

Det er ligeledes forudsat, at rensningsanlægget Lynetten er flyttet.

Det er en forudsætning i metroprojekterne, at metroen ved anlæg klimasikres til en 2000 års hændelse. Såfremt Lynetteholm af By & Havn ved anlæg sikres til et højere niveau, vil der på stationerne på Lynetteholm og ved placering af CMC på denne lokalitet, kunne undgås at gennemføre klimasikring på denne lokalitet. Det vil bl.a. give mulighed for mere smidig indpasning af underjordiske stationer i gaderum, såfremt det besluttes at anlægge metroen i tunnel.

Der er anvendt ens forudsætninger for trafikmodelberegningerne i Østlig Ringvej og metro forundersøgelserne, med enkelte mindre undtagelser og tilpasninger, der er uden betydning for de overordnede resultater. Beregningsforudsætninger fremgår i sin helhed i bilagssamlingen.

1.5 Resumé

Forundersøgelsens resultater er sammenfattet i en selvstændig rapport: "Forundersøgelse – metrobetjening af Lynetteholm, resumé august 2020"

2. M4

Blå linje

Linje M4 er en forlængelse af eksisterende M4 fra Orientkaj Station. Den forbinder Lynetteholm med knudepunkterne Østerport og København H via Nordhavn og forsætter via Refshaleøen til Kløverparken.

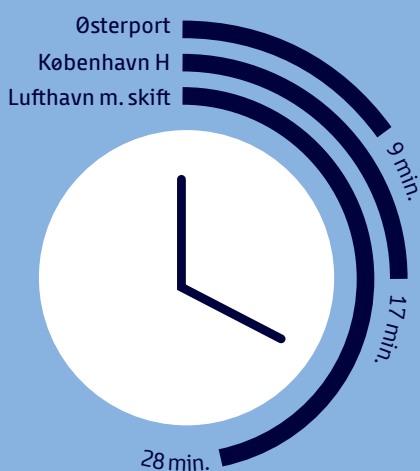
Linjen har seks stationer. Der er undersøgt løsninger, hvor M4 forløber både helt og delvist i tunnel fra Lynetteholm til Kløverparken samt anlæg i etaper. M4 er undersøgt ud fra samme kriterier, som er anvendt ved tidligere forundersøgelser – f.eks. M3 Cityringen og M4 Sydhavnen.

57.000

Daglige merpåstignere
i metrosystemet i 2050*



Rejsetid fra v/ Lynetteholm
Syd til:



Frekvens i myldretiden

185 sek.



er tidsrummet mellem hvert tog. Den maksimale frekvens på M4, det vil sige den tættest mulige afstand mellem hvert tog, er 185 sekunder. Til sammenligning er frekvensen i myldretiden på M1/M2 i dag mellem Vanløse og Christianshavn på 106 sekunder.

Mål betjenes i 2035*

27.000



nye mål betjenes i 2035 (M4 dækker nye mål i Nordhavn, som for M5 og M5 Vest allerede er dækket i deres basisscenarier.)

Restfinansiering*

5,3-7,2 mia.



(2020-priser inkl. 30 pct. korrektionsreserve)

Anlægsoverslag

6,6 mia.



(2020-priser inkl. 30 pct. korrektionsreserve)

*Nøgletal kan ikke sammenlignes direkte med Orange linje M5 og Lilla linje M5 Vest pga. forskellige basisforudsætninger

2.1 Linjeføringer, stationer og trafikbetjening

M4 forbinder Lynetteholm med både Østerport, Københavns Hovedbanegård via Nordhavn og forbinder M4 til Kløverparken via Refshaleøen. Hovedforslaget foreslås med højbane fra Kløverparken til Lynetteholm. Variantløsningen er tunnelført fra Lynetteholmen til Kløverparken. Løsningerne er skitseret på Figur 2.1.

2.1.1 M4 – Hovedforslag

Hovedforslaget til M4 har følgende seks stationer:

- v/Baltikakaj – højbanestation
- v/Krydstogtkaj – undergrundsstation
- v/Lynetteholm N (v/Lynetteholm Nord) – højbanestation
- v/Lynetteholm S (v/Lynetteholm Syd) – højbanestation
- v/Refshaleøen – højbanestation
- v/Kløverparken – højbanestation

Strækningen fra den eksisterende M4 station Orientkaj på Nordhavn til krydset Baltikavej/Ulvsundvej bliver anlagt på højbane.

Strækningen fra samme kryds til nordvest for UNICEF-bygningen på Oceanvej bliver anlagt i en rampe.

Strækningen fra nordvest fra UNICEF-bygningen til Kronløbet bliver anlagt i en cut & cover- tunnel.

Strækningen under Kronløbet til nord for v/Lynetteholm Nord station på Lynetteholm bliver anlagt i en boret tunnelstrækning.

Strækningen fra nord for v/Lynetteholm Nord station til Kløverparken bliver anlagt på højbane.

2.1.2 Etapedeling

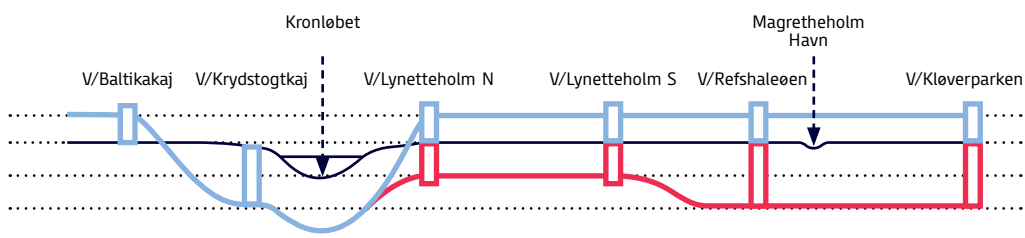
2.1.2.1 M4 etaper

Det er muligt at etablere M4 etapedelt. En mulig etapedeling er illustreret i Figur 2.3. Etapedelingen af M4 medfører ændringer under udførelsesfasen, som vil resultere i øgede anlægsomkostninger. Dette er beskrevet yderligere i afsnit 2.7.11.

Figur 2.1

Skematisk opbygning af M4 løsningsmulighederne.

— Hovedforslag
— Variant



Figur 2.2

Oversigtskort visende linjeføring og stationsplaceringer i M4 - Hovedforslag.

Stationstype

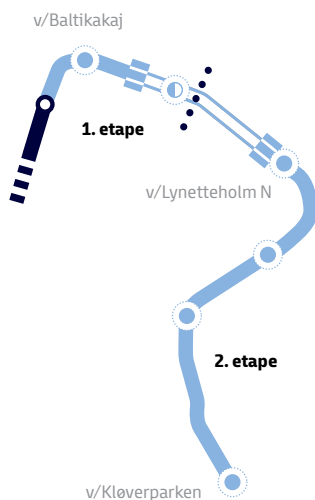
-  Højbanestation
-  Undergrundsstation
-  Stationsnærhed

Banetype

-  Højbane
-  Tunnel
-  Rampe

**Figur 2.3**

Etapedeling af M4

**2.1.3 Varianter****2.1.3.1 M4 Variant**

M4 Variant følger Hovedforslaget til M4, men med undergrunds- og overfladenære stationer mellem v/Krydstogtkaj og v/Kløverparken. Beliggenheden af stationen v/Lynetteholm Syd må muligvis flyttes mod nord for at sikre passage af Østlig Ringvej, hvilket er beskrevet i afsnit 2.7.13.2.

Der er ikke forskel på linjeføringen mellem Orientkaj station og Lynetteholm i hhv. Hovedforslag og Variant-løsningerne.

M4 Variant har følgende seks stationer:

- v/Baltikakaj – højbanestation
- v/Krydstogtkaj – undergrundsstation
- v/Lynetteholm Nord – overfladenær station
- v/Lynetteholm Syd – overfladenær station
- v/Refshaleøen – undergrundsstation
- v/Kløverparken – undergrundsstation

Strækningen fra den eksisterende station Orientkaj på Nordhavn til krydset Baltikavej/Ulvsundvej anlægges som højbane.

Strækningen fra samme kryds til nordvest for UNICEF-bygningen på Oceanvej bliver anlagt i en rampe.

Strækningen fra nordvest for UNICEF-bygningen til Kronløbet bliver anlagt i en cut & cover-tunnel.

Strækningen over Kronløbet til nordvest for v/Lynetteholm Nord station på Lynetteholm bliver anlagt i en boret tunnelstrækning.

Strækningen fra v/Lynetteholm Nord station til sydvest fra v/Lynetteholm Syd station bliver anlagt i en cut & cover-tunnel.

Strækningen fra sydvest fra v/Lynetteholm Syd station til Kløverparken bliver anlagt i en boret tunnelstrækning.

2.1.3.2 Stationsvarianter

De eneste stationsvarianter forekommer, hvor linjeføringen er lavet som en boret tunnelstrækning i stedet for højbane. Som nævnt ovenfor betyder det, at følgende højbanestationer ændres til:

- v/Lynetteholm Syd og v/Lynetteholm Nord stationerne ændres til overfladenære stationer;
- v/Refshaleøen og v/Kløverparken stationerne ændres til undergrundsstationer.

2.1.4 Skifteafstande

Den eneste mulighed for at skifte til andre former for offentlig transport ved de nye stationer på M4 er at skifte til bustransport. De foreslåede stationsplaceringer er alle i områder under byudvikling. Det forudsættes derfor, at busstoppestedernes placering bliver planlagt således, at ét er lagt ved hver af de nye stationer. Dette vil blive koordineret med relevante interessenter i projektets kommende faser.

2.2 Baneteknik

Nedenfor beskrives normgrundlaget for baneteknikken på M4 samt hovedelementerne i transportsystemet.

2.2.1 Normgrundlag

M4 er en afgrening på Cityringen og følger derfor samme normgrundlag som Cityringen.

Cityringen er baseret på bl.a. BOStrab og underliggende VDV-normer samt EN og andre standarder (f.eks. NFPA 130), som blandt andet kravsætter hastighed, linjeføring samt sikkerhedsafstande (f.eks. til nærmeste station/nødsødsakt).

På M4 vil man tillade op til 140 mm overhøjdeunderskud i normale situationer samt op til 6 % vertikale gradienter.

- Sporskifterne til transversaler indlægges på retlinjede strækninger både i horisontal og vertikal retning.
- Stationerne anlægges vandrette og sporet er ret 10 meter før og efter perronerne.
- Længste afstand mellem nødudgange forventes at være mellem 1000- 1300 m afhængigt af den konkrete redningstid.

2.2.2 Sporanlæg

Sporanlægget på udvidelsen af metrolinje M4 vil bestå af ca. 7,2 km dobbeltspor, der anlægges fra Orientkajen Station og ud til v/Kløverparken Station. Sporanlægget vil som udgangspunkt bestå af de samme typer eller tilsvarende komponenter, som er anvendt til Cityringen.

Der vil efter v/Kløverparken Station blive etableret en sikkerhedszone inkl. buffer-stop.

Sporene, som anlægges i tunnel, vil blive udført som slab track vibrationsdæmpende befæstelse.

Skinnerne vil blive fastgjort med fastgørelsessystem svarende til Vossloh og med svejsede skinner af typen 54E1 (tidligere benævnt UIC54).

Der sikres afvanding ved at udstøbe mellem svelleblokke med fald til afløb, der har forbindelse til det centrale afvandingssystem beliggende i den nedre del af konstruktionen.

Sporanlæggene på den åbne rampe og i åbent terræn udføres som slab track.

Alle sporskifter vil være standard sporskifter. Sporskifter som er placeret på ramper eller åbent terræn forsynes med sporskiftevarme.

Ved alle indkørsler til tunnelportaler og på højbane vil der skulle anvendes beskyttelsesskinner.

2.2.3 Skematisk sporplan for M4

Skematisk sporplan for forlængelse af M4 er vist i Figur 2.4.

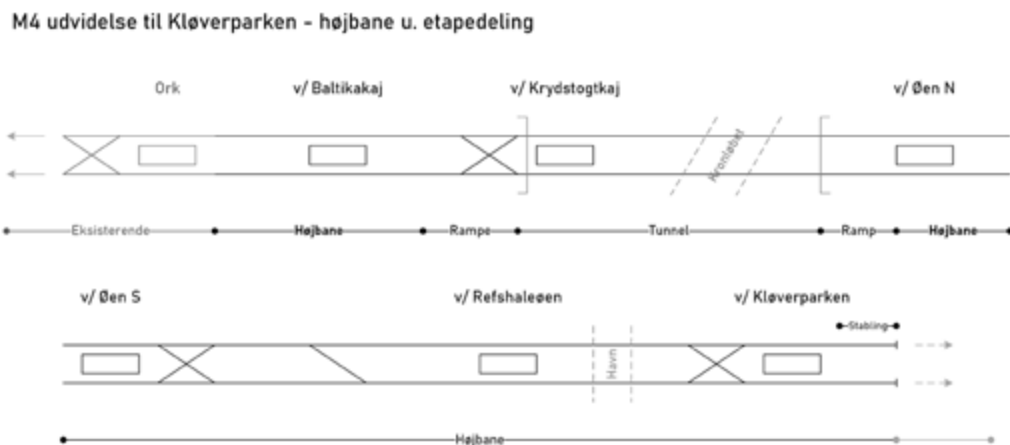
2.2.4 3. skinneanlæg

Kørestrømsanlægget for Cityringen er baseret på 750 VDC med kørestrømstransformer, koblingsanlæg og ensretter, som forsyner en strømskinne (3. skinne anlæg).

Strømskinnen sikrer, at hvert enkelt togsæt har forbindelse til strømforsyningen. Togsættene er forsynet med strømaftagere (strømsko), som sikrer overførelse af energi til toget. Koblingsanlæggene på strækningen sikrer, at forsyningen kan sektioneres med specielt fokus på vedligehold af banen. Der skal etableres udligningsforbindelser og overvågning for at mindske vagabonderende strømme, som kan skade jernarmeringen i de tilhørende konstruktioner.

Figur 2.4

Skematisk sporplan for
forlængelse af M4.



For metrolinje M4 antages det, at der skal etableres tre ensretterstationer placeret ved stationerne Baltikakaj St, v/Øen og v/Refshaleøen.

Sektioneringen af kørestrømsanlægget i udfletningen ved Nordhavn skal tilpasses Nordhavnsmetroens kørestrømsanlæg, for at sikre at udkobling af kørestrøm kan foretages korrekt.

2.2.5 Strømforsyning

Metrolinje M4 anlægges primært som en højbane, hvor der ikke er krav til nødventilationsanlæg. Dog etableres en 10 kV metroforsyning fra Radius, og fra dette indfødningspunkt etableres et internt 10 kV kabelanlæg til forsyning af stationer og skakte.

I teknikrum på hver station og i nødsakter placeres transformere og koblingsudstyr til forsyning af bygningsinstallationer og banetekniske anlæg inkl. batteriforsynet nødstrømsanlæg.

Overvågning og fjernstyring af strømforsyning, transformere og hjælpeudstyr skal integreres via SCADA-systemet med funktionerne i Cityringens kontrolcenter.

2.2.6 ATC-anlæg, passagertællersystem og perrondøre

Det vil være nødvendigt at udvide og modificere Cityringens ATC-anlæg til at kunne håndtere de ekstra tog og stationer. Komponenttyper og anlæg vil svare til dem, der er anvendt på Cityringen.

Alle stationer på metrolinje M4 vil blive forsynet med perrondøre. Ved de underjordiske stationer forsynes de med perrondøre af samme type som på Cityringen. Stationer placeret i det fri og i banegrav skal forsynes med perrondøre af samme type som Orientkaj Station eller Lufthavnens metrostation.

Det er nødvendigt at udvide Cityringens passagertællersystem, så det omfatter de nye stationer på strækningen. Ved placering af tællersystemet skal det følge princippet, som er anvendt på Cityringen, hvor der tages hensyn til adgangsforhold ved omstigningsstationer og øvrige adgangsforhold til metrosystemet. Passagertællersystemet er en bygherreleverance, hvad angår komponenter, mens installation er en del af transportsystemet.

2.2.7 PSIS & IDS

Det vil være nødvendigt at udvide og modificere Cityringens passagersikkerheds- og informationssystem (PSIS) til at omfatte de nye stationer og det udvidede sporlayout. Dette vil også inkludere informationer ved omstigningsstationer og øvrige adgangsforhold til metrosystemet.

Adgangskontrolsystemet for Cityringen skal udvides og modificeres til at omfatte de ekstra stationer og installationer, der etableres. Der skal anvendes samme type eller tilsvarende komponenter og installationer som på Cityringen.

2.2.8 SCADA

Det centrale SCADA-system skal opgraderes og udvides for at kunne medtage alle nye skakte, nye stationer, nye diamantkrydsninger og et ændret/udvidet sporlayout.

2.2.9 Transmissionssystem

Det er nødvendigt at udvide og modificere transmissionssystemet for Cityringen for at omfatte udvidelsen de nye stationer og skakte.

Udvidelsen af transmissionssystemet skal baseres på samme type af komponenter, som der er anvendt på Cityringen. Det antages, at princippet fra Cityringen ift. placering og installation anvendes. Det er nødvendigt at bibeholde Cityringens redundante transmissionssystem.

2.2.10 Radiokommunikation

Det er nødvendigt at udvide og modificere radiokommunikationssystemet for Cityringen.

Der skal etableres følgende fem typer radiokommunikationssystemer med forskellige formål:

- SINE-radiosystem til brug for beredskabet.
- Staff-radiosystem til brug for metroens personale (kombineret med SINE).
- Train-radiosystem til brug for styring og overvågning.
- Lokaliseringssystem til brug for lokalisering af metroens personale.
- Installation for de offentlige mobiltelefonnetværk efter nærmere aftale med mobiltelefonselskaberne.

Udstyret placeres efter samme principper som anvendt på Cityringen.

Det forventes at Cityringens eksisterende SINE- og staff-radiosystem udvides og modificeres til at omfatte den nye bane.

Det forventes ligeledes at Cityringens eksisterende WIFI-baserede train-system udvides og modificeres.

Der skal installeres access points med ca. 300 m intervaller i tunneller, på stationer og i togene. I tunnellerne benyttes radierende kabler som antenne på strækningen mellem de enkelte access points.

Det er nødvendigt at det eksisterende lokaliseringssystem for Cityringen skal udvides og modificeres til den nye bane.

2.2.11 Billetautomat/Rejsekort

Det eksisterende rejsekortsystem og billetautomatsystem for Cityringen skal udvides og modificeres til at omfatte M4 udvidelsen.

Rejsekortsystemet og billetautomatsystemet er etableret på hvert sit vlan på transmissionsnettet.

Rejsekortsystemet er regnet som en bygherreleverance, og dette gælder for indkøb, levering og montering af rejsekortelementer og billetautomater.

Transportsystemet er leverandør for føringsveje og kabler inklusive design, montering og test.

2.2.12 Bygherreleverancer

Herunder er beskrevet omfanget af bygherreleverancer. Priserne for bygherreleverancer er oplyst af Metroselskabet, baseret på Cityringen.

Bygherreleverancerne omfatter:

- Billetsystem, som omfatter to selvstændige systemer: Rejsekortet og det konventionelle billetssystem
- Stationsure
- Passagertællesystem
- Standere og infoskærme på forpladserne.

Rejsekortsystemet etableres på alle stationer. Dette inkluderer validatorer og Reload vending machines (RVM). Bygherreleverancen omfatter udstyr og installation. Der skal ikke installeres centralt udstyr, da dette allerede er installeret på Cityringen.

Desuden installeres billetmaskiner (Ticket Vending Machines – TVM) til salg af enkeltbilletter. Bygherreleverancen omfatter levering, opsætning og montering af billetautomaterne. Der skal ikke installeres centralt udstyr, da dette allerede er installeret på Cityringen.

På hver station skal der installeres tre ure. Bygherreleverancen omfatter leverance af udstyret mens installation foretages af transportsystementreprenøren.

Passenger counting system (PCS) / passagertællesystemet installeres på alle stationer. Der skal ikke installeres centralt udstyr, da dette allerede er installeret på Cityringen. Bygherreleverancen omfatter udstyret, mens installation foretages af transportsystementreprenøren.

2.2.13 CMC Hovedforslag

Den blå linje er en forlængelse af M4, der er en afgrening på M3 (Cityringen). Den tekniske løsning for den blå linje vil derfor være identisk med løsningen på M3 og M4. Samme tog, kørestrøm, signalsystem m.m. Af samme grund skal linjen også benytte samme Kontrol- og Vedligeholdscenter (CMC) i Vasbygade, som allerede benyttes af M3 og M4.

CMC'et i Vasbygade er oprindeligt dimensioneret til kun at servicere M3. Senere er afgreningerne til Syd- og Nordhavn kommet til. Disse linjer skal også serviceres af CMC'et på Vasbygade, der dermed har nået kapacitetsgrænsen på 39 tog. En forlængelse af M4 fra Nordhavn til v/ Kløverparken forudsætter derfor en udbygning af kapaciteten på CMC'et i Vasbygade til ekstra tog.

I forundersøgelsen er der medtaget omkostninger til ekstra opstillingsspor, der enten kan placeres langs strækningen eller på CMC. Omkostninger til udbygning af værksted, vaskefaciliteter m.m. forudsætter analyser af flow- og arbejdsprocesser på CMC Vasbygade, og er ikke medtaget i forundersøgelsen. En udbygning af faciliteterne skønnes at ville koste omkring 600 mio. kr (inkl. 50 pct.), men indgår ikke i anlægsoverslaget.

I dette skøn indgår, at faciliteterne udbygges til maksimalt 54 tog, selvom det ikke i første omgang vil være nødvendigt af hensyn til M4. Det forudsættes dog af hensyn til driften på M3/M4, at der kun kan ske ombygning af CMC én gang, hvorfor en fuld udbygning antages.

Udvidelsen kan bruges til forlængelse af M4 til Kløverparken. Derudover vil der, forudsat at CMC'et udvides til 54 tog, være mulighed for at CMC kan betjene forlængelser af M4 fra Ny Ellebjerg mod Hvidovre eller mod Bispebjerg via Frederiksberg. Såfremt togantallet samlet bliver højere end 54 vil supplerende faciliteter skulle etableres andetsteds.

Udvidelsen af M4 kan således ske uden at det udelukker en senere udvidelse fra Ny Ellebjerg, jf. Frederiksberg Kommunes forudsætning for tilslutning til principaftalen. Udvidelsen af CMC Vasbygade til i alt 54 tog kan medføre flaskehalsproblemer på forbindelsen mellem CMC og M3/M4. En præcisering af dette problem forudsætter mere detaljerede driftssimuleringer baseret på længere tids driftserfaringer fra M3/M4.

2.2.14 Robusthed og systemkapacitet

Forlængelsen af M4 er en afgrening på Cityringen. Der er ikke i forbindelse med udredningen gennemført Open Track analyser af M4 med forskellige typer bestykninger. Linjen er en afgrening på Cityringen og forventes at have samme høje driftsstabilitet samt mulighed for natdrift.

2.2.15 Naboer i anlægsfasen

Anlæggelse af metrolinjen medfører gener for naboerne til byggepladserne/de kommende stationer i anlægsfasen. M4 har seks stationer, hvoraf to er på Lynetteholm uden beboere på anlægstidspunktet og fire er i relativt nye byudviklingsområder. Erfaringsmæssigt er det primært støj fra byggepladserne, som har været den største gene for naboerne til byggepladserne. Sammenlignet med de to øvrige alternativer vil anlæggelse af M4 påvirke færre naboer.

2.2.16 Hovedstruktur i trafikbetjeningen

Linjen er en forlængelse af den eksisterende M4, der er en afgrening på M3. Det betyder, at den kører med 185 sekunder mellem hver afgang i myldretiden. I aftentimerne er der ca. 300 sekunder mellem hver afgang, og om natten ca. 12 minutter mellem hver afgang.

Linjen kører døgnet rundt alle ugens dage.

Der skal i alt bruges syv togsæt inkl. reserve til driften.

2.3 Trafikale forudsætninger

I dette kapitel gennemgås de forudsætninger, der er lagt til grund for beregningen af passagerprognoserne i denne udredning. En komplet og detaljeret gennemgang af forudsætningerne fremgår af tekniske bilag 1. Der er søgt at anvende ens forudsætningsgrundlag i analyse af metrobetjening og analyse af Østlig Ringvej.

Forudsætningsgrundlaget er fastlagt i samarbejde med Transport- og Boligministeriet, Københavns Kommune, Frederiksberg Kommune, Vejdirektoratet og By & Havn.

Trafikmodelberegningerne er gennemført med OTM-version 6.1 og OTM-version 7. Alle beregninger af hovedscenarier og etapedelinger er gennemført i begge versioner af OTM, mens følsomhedsberegninger og en række varianter af hovedscenarierne er gennemført i OTM 6.1, men ikke OTM 7. Årsagen til dette er, at OTM 7 har en længere beregningstid som følge af øget detaljeringsgrad. Kun de vigtigste beregninger og resultatudtræk er derfor gennemført i OTM-version 7. Der er gennemført sammenligninger af resultater fra de to forskellige OTM-versioner.

Begge versioner af OTM-modellen dækker hovedstadsområdet defineret som Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune og de tidligere Københavns, Frederiksborg og Roskilde amter. Modellen beregner trafikken og dens fordeling på transportmidler og ruter under givne forudsætninger vedrørende infrastrukturen og trafikbetjening samt de byplanmæssige/demografiske forhold i beregningsåret.

OTM 7 er kalibreret op imod tællinger for 2015. Resultatet af sammenligning med tællinger er beskrevet i tekniske bilag 2. Dette er tidligere gennemført for OTM 6.1 og gennemgås ikke i bilag.

2.3.1 Planforudsætninger

Der er taget afsæt i Danmarks Statistiks fremskrivning af befolkningstallet for hovedstadsområdet og Danmarks Tekniske Universitets arbejdspladsprognose. Der er foretaget nogle tilpasninger, som fremgår herunder.

2.3.2 Befolkningstal

Befolkning opdelt på zoner og beskæftigelse er fremskrevet fra 2015 til 2035 på basis af befolkningsstatistik fra Danmarks Statistik, Københavns og Frederiksberg Kommuner. Det er på nær Københavns Kommune samme fremskrivning som anvendt i opdatering af Metroselskabets passagerprognose (2017) og Københavns Kommunes KIK2¹ (2018) udført med OTM 6.1.

Københavns Kommune har leveret en ny befolkningsfremskrivning for 2035, som anvendes her. Den er leveret på roder og nedbrudt til zoner i OTM 7 af MOE|TetraPlan.

Københavns Kommune har tilsvarende leveret en befolkningsfremskrivning frem til 2050 inklusiv forventet byudvikling. For alle øvrige kommuner er befolkning fastholdt på samme niveau som i 2035. Prognoseåret er derfor benævnt 2035+, idet det kun er København, som er fremskrevet til 2050. I 2070 er det kun byudviklingsområderne Lynetteholm og Refshaleøen, hvor befolkningen vokser yderligere. For resten af Københavns Kommune holdes befolkningen fast på samme niveau som i 2050. Prognoseåret er derfor benævnt 2035++. For læsevenlighedens skyld angives konsekvent 2035+ som 2050 og 2035++ som 2070.

Befolkningstallet i Københavns Kommune forventes at stige til 739.000 i 2035 og 797.000 i 2050 (2035+). Befolkningstilvæksten er fordelt internt i kommunen dels på de enkelte byudviklingsområder i kommunen efter rummelighed og forventet udbygningstakt, dels jævnt fordelt på de eksisterende byområder som en fortsættelse af den fortætning, der allerede finder sted i dag.

For områderne Refshaleøen og Lynetteholm sker en yderligere befolkningstilvækst fra 2050 til 2070 (2035++). Herefter når befolkningstallet i Københavns Kommune op på 824.000. Ved Enghave Brygge og Valby Idrætspark er der foretaget en mindre justering af befolkningstallet baseret på Københavns Kommunes seneste planlægningsforudsætninger for disse områder.

2.3.3 Arbejdspladser

Fremskrivning af arbejdspladser, som er anvendt, er gennemført til LTM (Landstrafikmodellen), som er fastlagt af DTU.

I Københavns Kommune er der forudsat en vækst i antallet af arbejdspladser fra 360.000 i 2015 til 437.000 i 2035, 470.000 i 2050 og 501.000 i 2070 - fordelt på byudviklingsområderne i kommunen efter rummelighed.

Der er i forbindelse med udvikling af OTM 7 etableret arbejdspladsdata for basisåret 2015. Det er for Københavns og Frederiksberg Kommuner baseret på data fra OTM 6.1, som er nedbrudt til det finere zonesystem i OTM 7. Udenfor de to kommuner er arbejdspladser i 2015 baseret på data fra LTM.

Antallet af arbejdspladser pr. zone er fremskrevet til 2035 på basis af oplysninger fra LTM og Københavns Kommune. I Ringby-kommunerne er væksten i antal arbejdspladser geografisk fordelt som i Passagerprognosen og KIK2 svarende til forudsætninger anvendt i udredningen af letbanen i Ring 3.

¹ KIK2 (Udbygning af kollektiv infrastruktur i København 2) undersøgte det fremtidige behov for udvidelser af den højklassede kollektive trafik i København

En stor del af væksten i beboere og arbejdspladser sker i byudviklingsområderne Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken. Deres samlede størrelse svarer til de fulde udbygninger af Nordhavnen og Ørestad tilsammen.

2.3.4 Vejinfrastruktur

Der er forudsat en række tilpasninger af vejnettet. De er beskrevet i forudsætningsnotater, jf. bilag 1. I 2035, 2050 og 2070 forudsættes anlagt fuld Østlig Ringvej (linjeføring variant Ø2) i forlængelse af Nordhavns-tunnel med fuldt tilslutningsanlæg ved Kattegatvej. Desuden forudsættes tilslutningsanlæg på Refshaleøen ved Prags Boulevard (Prøvestenen) og Øresundsmotorvejen. Østlig Ringvej anlægges som en firesporet motortrafikvej med hastighedsbegrænsning på 80 km/t og brugerbetaling. Der forudsættes en stræknings-opdelt betaling på 14/3/6 kr. for person- og varebiler (2018-priser) med højeste pris for brug af den nordligste del af strækningen. Lastbiler betaler det dobbelte.

Der er forudsat trafiksaneringsplan D, som er beskrevet i forudsætningsnotater, jf. bilag 1.

2.3.5 Stinet

Der forudsættes en række ændringer af stinettet. Mest relevant for resultaterne er forudsætning om anlæggelse af cykelbro mellem Langelinie og Refshaleøen. Der er ikke forudsat gang- eller cykelforbindelse mellem Nordhavn og Lynetteholm.

2.3.6 Kollektiv trafik

Bus

Busnet er som forudsat i Trafikplan 2016 (Bynet 2019 scenarie 31) med yderligere tilpasninger til Sydhavns-metroen samt til letbanen i Ring 3.

1. I basisscenarierne er buslinje 2A forlænget til Lynetteholm. I 2050 og 2070 er busnettet udvidet yderligere, så frekvensen øges for buslinje 27, som betjener Nordhavnen, til 5 minutter i myldretiden og 10 minutter i den øvrige del af driftsdøgnet.
2. Frekvensen øges for buslinje 2A i myldretiden med to ekstra afgang i timen mellem Christianshavn og Lynetteholm.
3. I forbindelse med etapedelinger er der foretaget tilhørende tilpasninger af busnettet.

Letbane

Der er forudsat etableret en letbane langs Ring 3 mellem Lyngby og Ishøj St. med omstigningsmulighed til S-banen på Ishøj, Vallensbæk, Herlev, Buddinge og Lyngby stationer og omstigningsmulighed til både regionaltoget og S-bane på Glostrup station.

Figur 2.5

Forudsætninger for trafikmodel-beregninger i byudviklings-områder i 2070 (2035++).

Bydel	Beboere	Arbejdspladser
Lynetteholm	35.000	35.000
Refshaleøen inkl. Lynetten	23.000	13.500
Kløverparken	8.000	5.800
I alt Østhavnen (Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken)	66.000	54.300
Nordhavn	33.600	21.300
Ørestad	33.000	30.200

Metro

I basisscenariet er M4 udbygget med endestationer på hhv. Orientkaj og Ny Ellebjerg. Nordhavn betjenes ikke yderligere af metro.

For M1/M2 forudsættes en frekvens på 90 sek. på hovedstrækningen og 180 på grenene i myldretiden. For M3/M4 forudsættes ligeledes en frekvens på 90 sek. på strækningen København H-Østerport og 180 sek. på den øvrige del i myldretiden.

S-tog

Der forudsættes svarende til Passagerprognosen og KIK2 automatisk drift på hele S-banen. Det er et "hybrid-scenarie", der er klassisk mellem kl. 5-9 samt kl. 15-18, mens der kl. 18-05 samt kl. 9-15 køres Metro-style. Der forudsættes en klassisk køreplan, hvor alle hurtigtogslinjer dog stopper ved alle stationer uden for myldretiden.

Der er forudsat nye S-togsstationer ved Køge Nord (skiftemulighed til fjerntog, betjening af nyt supersygehus og byudviklingsområde), Hillerød Syd (betjening af nyt supersygehus og byudviklingsområde) og Vinge (betjening af nyt byudviklingsområde).

Fjern- og regionaltog

Der anvendes samme forudsætning for regional- og fjerntogsbetjening i hovedstadsområdet som i Passagerprognosen og KIK2. Det svarer til nettet for 2030, som er forudsat i Transportministeriets udredning om automatisk drift på S-banen.

2.3.7 Bilejerskab

Personbilejerskabet er i modellen fremskrevet til 2040 baseret på den forventede udvikling i BNP og en generel elasticitet som angiver en positiv sammenhæng mellem udvikling i BNP og bilejerskab. Der forudsættes på dette grundlag en vækst i bilejerskabet for perioden 2015-2035: 13,3 procent. Denne vækst i bilejerskab er forudsat for alle kommuner foruden Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune.

En beregnet vækst i bilejerskabet på 13,3 pct kombineret med en fortsat befolkningsvækst medfører en meget høj trafik på dele af vejnettet. Det er i tidligere arbejde med projektparterne vurderet, at denne meget høje trafik ikke er realistisk, da det vil overbelaste betydelige dele af vejnettet. Tilsvarende vil det medføre en belægning og dertilhørende p-søgetider omkring de tilgængelige p-pladser – særligt i brokvartererne – som ligger udover, hvad der vurderes som realistisk. På denne baggrund er der i gennemførelse af Metro-selskabets passagerprognose og Københavns Kommunes KIK2 forudsat en anden vækst i bilejerskab i Københavns og Frederiksberg Kommuner end i de øvrige kommuner i hovedstadsområdet. Der anvendes her samme principper for de to kommuner. Det betyder, at der forudsættes uændret bilejerskab i de to kommuner fra 2015 til 2025. Derefter forudsættes antallet af personbiler konstant fra 2025 til 2035. Da befolkningen vokser, medfører det samtidigt et fald i bilejerskabet.

Der forudsættes på den baggrund et fald i bilejerskabet på i Københavns Kommune på 8,2 % fra 2015 til 2035. I Frederiksberg Kommune beregnes et fald i bilejerskabet på 3,9 % fra 2015 til 2035.

I Københavns Kommune anvendes samme princip for 2050 (2035+) og 2070 (2035++), således at antallet af personbiler forudsættes konstant i forhold til 2025 og 2035. Det betyder, at bilejerskabet falder yderligere med 7,2 % fra 2035 til 2050 (2035+) og 10,6 % fra 2035 til 2070 (2035++). Der er ingen forskel for de øvrige kommuner mellem 2035, 2050 (2035+) og 2070 (2035++), da den forudsatte befolkning er ens i de tre prognoseår.

Såfremt der ikke blev foretaget denne korrektion, ville bilejerskabet forudsættes at udvikle sig i Københavns og Frederiksberg Kommuner, som i de øvrige kommuner. Dette ville medføre en vækst i bilejerskabet på 13,3 % fra 2015 til 2035. Dette ville medføre 10.600 flere biler i 2025 og 36.100 flere biler i 2035.

Der forudsættes efter korrektion 160.000 biler i 2025 og 2035 i København og Frederiksberg Kommuner. I 2015 var der 137.600 biler i de to kommuner.

2.3.8 Kørselsomkostninger med bil

Der anvendes i OTM en kørselsomkostning ved brug af bil. Der anvendes 0,80 kr. pr. km ved privatkørsel og 3,70 kr. pr. km ved erhvervskørsel for 2015. Det er baseret på Transportøkonomiske Enhedspriser (Transportministeriet, 2016), hvor der medtages udgifter til brændstof, motorolie og dæk.

Der forudsættes en reduktion i kørselsomkostningerne på 15,5 % fra 2015 til 2035, hvilket svarer til en årlig reduktion på 0,8 %. Det kan omregnes til kørselsomkostninger på 0,68 kr. pr. km ved privatkørsel og 3,13 kr. pr. km ved erhvervskørsel i 2035.

2.3.9 Takstniveauet i den kollektive trafik

Den kollektive trafiktakst fastlægges for fremtidige år på basis af det lovbestemte takststigningsloft. Takststigningsloftet betyder, at de kollektive takster kun kan stige afhængig af udvikling i løn, rente og brændstof (diesel). Der forudsættes samme stigning i taksterne fra 2015 til 2035, som anvendt i i forbindelse med bl.a. KIK2. De er beregnet på basis af Trafikøkonomiske Enhedspriser (Transportministeriet, 2016), hvor takstloftet udnyttes fuldt ud. Det medfører en stigning i de kollektive trafiktakster på 7,7 % fra 2015 til 2035 i realpriser. Der er i OTM-beregning ikke taget hensyn til kvalitetstillægget for brug af metro. OTM-resultater vises derfor uden korrektion for kvalitetstillæg. Effekten er begrænset og har kun lille betydning, når de trafikale effekter skal illustreres. I efterfølgende analyser af kapacitetsudfordringer og i økonomiske beregninger er der korrigeret for effekten af kvalitetstillæg.

2.3.10 Illustration af beboere, arbejdspladser og studiepladser

Inputdata i form af fordeling af beboere, arbejdspladser og studiepladser er illustreret på prikkort, hvorved lokalisering af beboere, arbejdspladser og studiepladser ift. banebetjening i basisscenariet og med udbygning af projektscenariet.

Banebetjening udgøres her af stationer med metrobetjening. I områderne uden for M3/M4 er der også banebetjening med S-tog, Fjern- og Regionaltog og letbane. Det er ikke vist på kortet herunder. Der er angivet cirkler omkring metrostationer, som angiver 600 meters radius, som her udgør et mål for, om et område er betjent af højklasset kollektiv trafik.

I Figur 2.6 er vist, hvor mange nye mål som betjenes ved udbygning med M4 i hvert prognoseår i forhold til basisscenariet.

Figur 2.6

Nye mål der betjenes af M4.

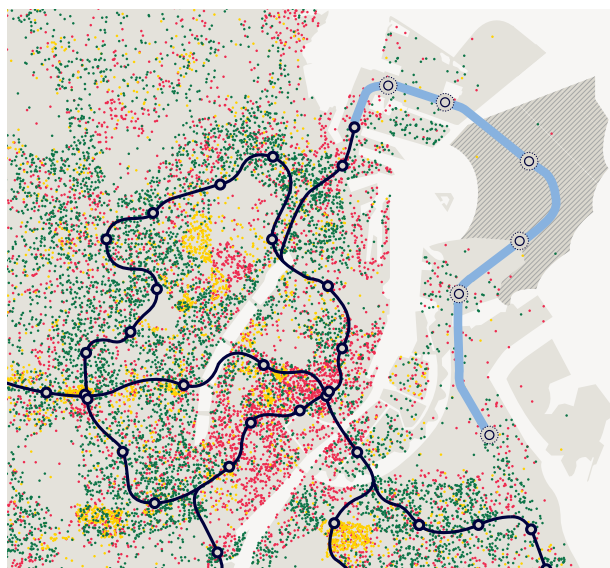
	2035	2050	2070
Beboere	16.000	55.300	71.500
Arbejdspladser	10.200	25.200	47.400
Studiepladser	1.000	1.100	500

Note: Nye mål udtrykker beboere, arbejdspladser og studiepladser som ikke tidligere har været stationsnære. Nye mål er opgjort som forskel i stationsnære mål mellem basis- og projektscenariet.

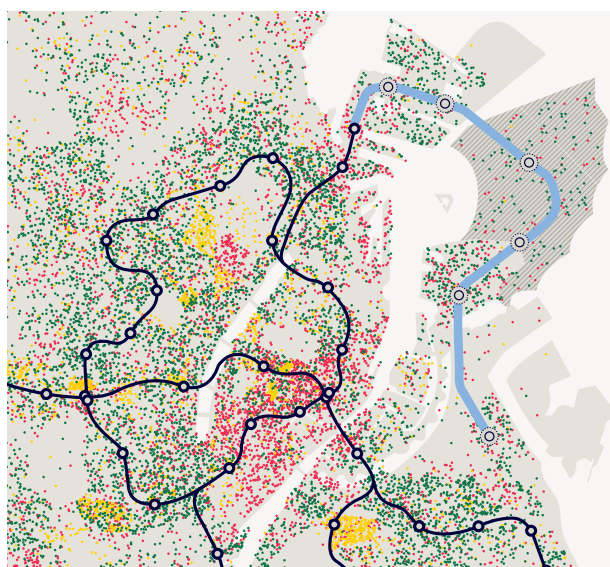
Figur 2.7 / 2.8 / 2.9

Prökkort M4 med 6 nye stationer i prognoseår 2035, 2050 og 2070.

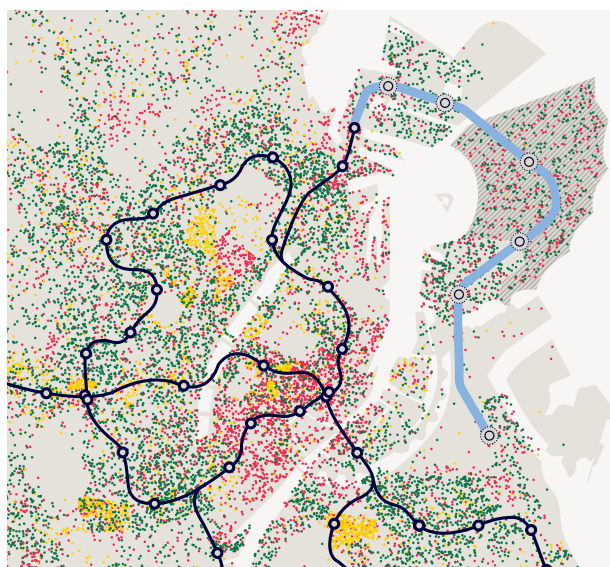
- 100 beboere
- 100 studiepladser
- 100 arbejdspladser



Prognoseår 2035



Prognoseår 2050



Prognoseår 2070

2.4 Trafikale effekter

Der er gennemført trafikmodelberegninger, der belyser de trafikale effekter af en udbygning af M4 i tre prognoseår: 2035, 2050 og 2070. Udbygningen af M4 er i hovedscenariet ens i alle tre prognoseår. I afsnit 2.4.6 er belyst de trafikale effekter af en etapedeling af M4.

Trafikmodelberegninger i OTM-modellen tager ikke højde for eventuelle kapacitetsbegrænsninger i metro-systemet. Trafikmodelberegningerne kan derfor vise et højere påstigertal i metrosystemet, end der vil være plads til.

Frekvensen for forlængelsen af M4 til Nordhavn, Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken er maksimalt 185 sek., hvilket svarer til 19 afgangene i timen i myldretiden.

Figur 2.10

Beregnete antal påstigere pr. hverdagsdøgn på metro-systemet i beregningsårene 2035, 2050 og 2070.

		2035			2050			2070		
		Basis	M4	Forskel	Basis	M4	Forskel	Basis	M4	Forskel
Samlet	M4 - forlængelse	0	12.800	12.800	0	53.400	53.400	0	84.800	84.800
Alle stationer på M4 - forlængelse	v/Baltikakaj	0	1.400	1.400	0	7.700	7.700	0	7.900	7.900
	v/Krydstogtkaj	0	5.200	5.200	0	12.600	12.600	0	12.900	12.900
	v/Lynetteholm Nord	0	0	0	0	6.100	6.100	0	21.100	21.100
	v/Lynetteholm Syd	0	100	100	0	10.800	10.800	0	24.300	24.300
	v/Refshaleøen	0	4.000	4.000	0	10.500	10.500	0	12.700	12.700
	v/Kløverparken	0	2.100	2.100	0	5.700	5.700	0	5.900	5.900
Samlet	M1/M2	301.000	298.700	-2.300	323.900	316.000	-8.000	333.900	322.800	-11.100
Udvalgte stationer på M1/M2	Amagerbro	14.500	14.400	0	15.300	15.100	-100	15.500	15.300	-200
	Islands Brygge	11.000	10.900	0	12.100	11.900	-200	12.600	12.300	-300
	Christianshavn	30.500	28.600	-1.800	38.500	30.100	-8.300	44.100	30.300	-13.800
	Kongens Nytorv	45.300	45.900	600	49.400	53.400	4.000	49.500	57.800	8.300
	Nørreport	45.900	45.200	-800	48.100	45.600	-2.500	49.200	45.400	-3.900
Samlet	M3/M4 (ekskl. forlængelse)	346.800	347.200	400	389.700	401.200	11.400	394.500	428.000	33.500
Udvalgte stationer på M3/M4	Nordhavn	6.600	8.400	1.800	9.700	16.400	6.700	9.800	21.200	11.300
	Orientkaj	10.300	5.200	-5.100	23.700	8.500	-15.200	23.900	8.800	-15.100
	København H	62.900	63.800	1.000	67.100	71.900	4.900	66.600	75.600	9.000
	Kongens Nytorv	45.700	46.800	1.200	49.400	55.900	6.500	49.200	61.000	11.900
	Østerport	24.200	26.300	2.000	28.800	38.300	9.400	29.100	45.800	16.700
I alt	Hele metroen	647.800	658.700	10.800	713.600	770.500	56.800	728.500	835.600	107.200

Note: Resultater fra OTM er her ikke korrigeret for kvalitetstillæg. Dette er gjort i efterfølgende analyser af kapacitetsudfordringer og i økonomiske beregninger. Der er ligeledes ikke korrigeret for kapacitetsbegrænsninger. Resultater for påstigertal for M1/M2 og M4 er derfor for højt, jf. afsnit om kapacitet i metroen

2.4.1 Påstigere i metroen

Antallet af påstigere pr. hverdagsdøgn i det samlede metrosystem er vist i Figur 2.11. Stationerne på forlængelsen af M4 forventes at få knap 13.000 påstigere i 2035, 53.000 påstigere i 2050 og 85.000 i 2070, hvilket svarer til et årligt påstigtal på i hhv. 4,0 mio., 16,5 mio. og 26,3 mio. for de tre prognoseår på stationerne på forlængelsen.

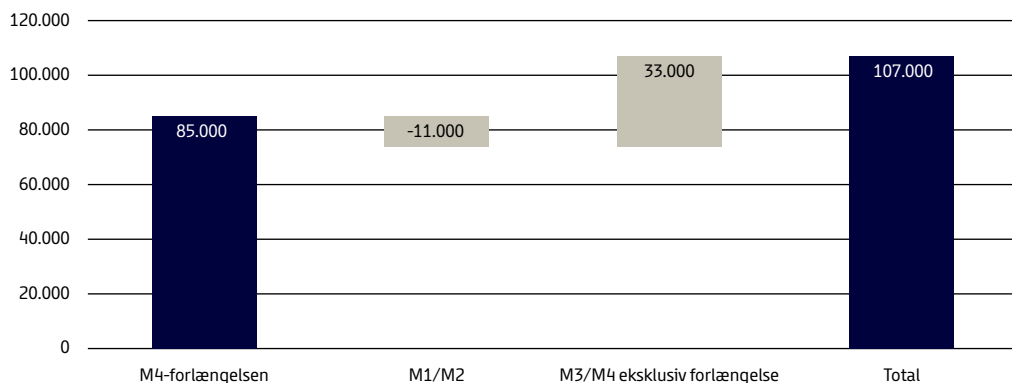
Forlængelsen af M4 medfører flere passagerer på den øvrige del af M3/M4. Det er særligt stationerne Østerport, Kongens Nytorv og København H. Dette skyldes bl.a. flere omstigninger mellem M4 og M3 eller andre kollektive transportmidler. I basisscenariet benytter de sig af busforbindelse til/fra Lynetteholm og Refshaleøen, som forbindes til Metronettet på Christianshavn på M1/M2. Dette er årsagen til, at M1/M2 får færre påstigere som følge af forlængelsen.

2.4.2 Øvrig kollektiv trafik

I basisscenariet betjenes Refshaleøen, Lynetteholm og de ydre dele af Nordhavn af bus. En del af væksten i metroens påstigtal modsvares derfor af et fald i påstigtal for busser. S-tog oplever en lille stigning som følge af udbygningen af M4 pga. flere omstigninger mellem metro og S-tog. I 2035 vokser det samlede påstigtal for den kollektive trafik med 1,0 mio. påstigere per år. Mens det i 2050 vokser med 7,1 mio. årligt og i 2070 med 16,0 mio. årligt. Effekten på bus og S-tog er proportionel i 2050 og 2070.

Figur 2.11

Påstigere per hverdagsdøgn fordelt på linjer i 2070.



Figur 2.12

Påstigere per hverdagsdøgn i den øvrige kollektive trafik (1.000 per hverdagsdøgn).

Kollektivt transportmiddel	2035		2050		2070	
	Basis	M4	Basis	M4	Basis	M4
Bus	593,7	585,3	647,3	605,9	688,2	619,1
Metro	647,8	658,7	713,6	770,5	728,5	835,6
Lettbane i Ring 3	42,7	42,7	42,5	42,8	42,5	42,8
S-tog	459,2	459,9	466,9	473,1	469,1	480,2
Re- og fjerntog	304,7	304,9	305,2	306,1	304,5	306,2
Lokalbaner	27,8	27,8	28,0	28,1	28,0	28,2
Total	2.076,0	2.079,3	2.203,6	2.226,4	2.260,7	2.312,2

Note: Der er ikke forudsat byudvikling uden for Københavns Kommune efter 2035. Derved er udvikling i påstigtal for transportmidler uden for Københavns Kommune ikke retvisende. Dette gælder bl.a. for Letbane i Ring 3.

Figur 2.13

Personture per hverdagsdøgn
med alle transport midler
(1.000 ture).

Hovedtransportmiddel	2035		2050		2070	
	Basis	M4	Basis	M4	Basis	M4
Gang	1.177.000	1.176.000	1.226.000	1.220.000	1.261.000	1.250.000
Cykel	1.463.000	1.462.000	1.495.000	1.489.000	1.506.000	1.493.000
Bil, chauffør	2.880.000	2.879.000	2.898.000	2.892.000	2.902.000	2.893.000
Bil, passager	976.000	976.000	1.001.000	998.000	1.006.000	1.001.000
Kollektiv trafik	1.186.000	1.189.000	1.252.000	1.271.000	1.284.000	1.321.000
I alt	7.682.000	7.682.000	7.872.000	7.870.000	7.960.000	7.958.000

2.4.3 Alle transportmidler

Antallet af kollektive trafikture stiger i M4-scenariet i forhold til Basis. Forskellen stiger i takt med byudviklingen på særligt Refshaleøen og Lynetteholm. I 2035 viser trafikmodelberegningerne 3.000 flere kollektive trafikture i M4-scenariet end i Basis, mens forskellen er 19.000 kollektive trafikture i 2050 og 37.000 kollektive trafikture i 2070.

Der er – antalsmæssigt – næsten lige mange gående, cyklister og personer i bil, som overflyttes til kollektiv trafik. Dog er det en mindre andel af bilture som overflyttes. I 2070 beregnes en overflytningen fra gang og cykel på 0,9 %, mens der er 0,5 % for bilpassagerer og 0,3 % for bilførere. Dette er dog beregnet ud fra trafikken i hele hovedstadsområdet. I Københavns Kommune og særligt omkring metrostationerne forventes et større relativt fald i antallet af bilture.

Der beregnes i alle tre prognoseår et meget lille negativt trafikspring samlet set, dvs. færre personture i M4-scenariet i forhold basis. Det negative trafikspring vurderes at forklares ved beregningsusikkerhed.

2.4.4 Stationernes påstigertal og strækningsbelastninger

M4-forlængelsens strækninger og stationers påstigertal i forhold til det øvrige metronet er herunder vist på kort.

Delstrækninger på hele metronettet i alle prognoseår er inddelt i ti intervaller med lige mange delstrækninger i hvert interval, hvor det interval med størst strækningsbelastning, dvs. flest passagerer mellem to stationer, er angivet med den tykkeste linje, og intervallet med lavest strækningsbelastning er angivet med den tyndeste linje. Strækningsbelastning er opgjort på døgnniveau.

Tilsvarende er stationernes påstigertal i alle prognoseår inddelt i ti intervaller med lige mange stationer i hvert interval, hvor stationer som tilhører største interval, dvs. flest påstigere, er angivet med den største cirkel og stationer med færrest er angivet med den mindste cirkel. Intervaller er derfor ens for alle prognoseår.

I 2035 er der forholdsvis få påstigere på stationer og strækninger på forlængelsen af M4, hvilket forårsages af, at byudviklingsområderne kun i begrænset omfang er udbygget på dette tidspunkt.

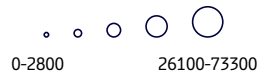
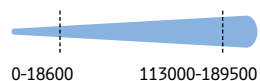
I 2050 er byudviklingsområderne godt udbyggede og stationernes påstigertal og strækningsbelastninger er derfor på niveau med de ydre dele af M1/M2. Det bemærkes, at der er flere stationer med større påstigertal på M4-afgreningen, end der er på M1 eller M2 på strækningerne efter Christianshavn mod hhv. Vestamager og Københavns Lufthavn.

I 2070 er byudviklingsområderne fuldt udbyggede og stationernes påstigertal og strækningsbelastninger er derfor større end de ydre dele af M1/M2. Også her bemærkes det, at der er flere stationer med større påstigertal på M4-afgreningen, end der er på M1 eller M2 på strækningerne efter Christianshavn mod hhv. Vestamager og Københavns Lufthavn.

Figur 2.14 / 2.15 / 2.16

Strækningsbelastning og stationernes påstigertal for hele metronettet inkl. forlængelse af M4.

Tykkere strækninger angiver flere passagerer på strækningen og større cirkler angiver flere påstigere på stationerne i løbet af et hverdagsdøgn.

M4 Stationsstørrelser

Strækningsbelastning – M4

Strækningsbelastning – eksisterende linjeføringer


2035
Strækningsbelastning
og påstigertal



2050
Strækningsbelastning
og påstigertal



2070
Strækningsbelastning
og påstigertal



2.4.5 Kapacitet

Det er helt centralt at vurdere kapaciteten i en kommende mulig metrolinje. Kan metrolinjen transportere de passagerer, som trafikmodellens resultater viser vil benytte metroen? Dette indgår ikke allerede i OTM-modellen, idet denne ikke har en indbygget kapacitetsbegrænsning for kollektiv trafik. OTM-modellens resultater tager derfor ikke højde for, om der i praksis vil være plads til passagererne i metroen.

2.4.5.1 Kapacitet i metrosystemet

Kapaciteten i metrosystemet er en kombination af kapaciteten i togsystemet og kapaciteten på stationerne. For begge er der en begrænsning i hvor mange passagerer, som kan opholde sig på et givet tidspunkt.

I togene udgøres begrænsningen, dels af togets fysiske størrelse og deres frekvens og derigennem hvor mange passagerer, som kan opholde sig i togene, og dels af den tid, som passagerer har til at gå ind og ud af toget. Passagererne kommer kun ind og ud via perrondørene på stationerne.

Her er fokus rettet på kapacitet i togsystemet på M1/M2 på tværs af havnen, hvor der tidligere er identificeret forventede udfordringer omkring år 2035. Metroens kapacitetsmodel er således anvendt til at beregne, hvor mange som ikke kan komme med toget og dermed efterlades på stationerne omkring M1/M2 på tværs af havnen. Stationerne er Kongens Nytorv, Christianshavn, Islands Brygge, Amagerbro og Lergravsparken.

Kapaciteten på selve metroens stationer, dvs. udfordringer der knytter sig til, hvor mange som opholder sig i områderne i stationsboksen, indgår ikke. Når der illustreres efterladte, så vedrører det derfor udelukkende kapacitetsudfordringer i togsystemet.

Kapacitet i M4

M4 skal betjene et samlet byudviklingsområde, der planlægges at kunne rumme mere end ca. 66.000 indbyggere og 54.000 arbejdspladser i 2070, som er det år Lynetteholm ventes færdigudbygget. Hvis byudviklingsområdet, som består af Nordhavn, Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken var en by, ville den være større end Roskilde og indgå på top 10-listen over Danmarks største byer. Transportbehovet for et så stort byområde kræver høj kapacitet.

For at kunne vurdere om kapaciteten er tilstrækkelig eller om der vil opstå udfordringer, så skal OTM-modellens resultater sættes i forhold til den kapacitet, som der vil være til rådighed på M4-forlængelsen.

Kapaciteten vurderes ud fra Metroselskabets kapacitetsmodel og ud fra strækningsbelastninger og påstigertal, som OTM-modellen beregner. Dette sker på tre forskellige måder

- Påstigertal på stationerne på M4-forlængelsen
- Kapacitet belyst gennem oversigtskort
- Resultater fra Metroselskabets kapacitetsmodel.

Figur 2.17

Påstigertal på sammenlignelige afgreninger på metronettet.

Linje	Strækning	2035	2050	2070
M1	Islands Brygge - Vestamager	51.800	54.000	54.900
M2	Amagerbro - Københavns Lufthavn	59.300	62.000	62.700
M4	Nordhavn - v/Kløverparken	26.300	78.200	114.800
M4	Fisketorvet - Ny Ellebjerg	39.700	43.300	44.600

2.4.5.2 Påstigertal på stationerne på M4-forlængelsen

Påstigertal på døgnniveau på M4-forlængelsen kan sammenlignes med tilsvarende strækninger på det øvrige metronet, hvor frekvensen er på samme niveau: M1 fra Islands Brygge til Vestamager, M2 fra Amagerbro til Københavns Lufthavn og M4 fra Fisketorvet til Ny Ellebjerg. M2 vurderes at nå kapacitetsgrænsen omkring år 2035.

I 2035 er påstigertal på M4-videreførslen mellem Nordhavn og Kløverparken et stykke under de øvrige afgreninger. I 2050 er påstigertallene på stationerne på M4-videreførslen allerede over de øvrige sammenlignelige strækninger. Dette sker i takt med at den forudsatte byudvikling sker i Nordhavn, Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken. Dette indikerer at kapaciteten i 2050 vil være udfordret for M4-videreførslen. I 2070 er dette billede endnu mere udtalt.

2.4.5.3 Kapacitetsudfordringer belyst gennem oversigtskort

For at illustrere kapaciteten på udvalgte strækninger på en oversigtlig måde, har Metroselskabet defineret en række kapacitetsintervaller. Intervallerne er delt op i fire kategorier; grøn, gul, rød og sort. Grøn indikerer at der ikke er kapacitetsudfordringer på strækningen, gul indikerer at der er begyndende kapacitetsudfordringer på strækningen. Rød indikerer at der er kapacitetsudfordringer på strækningen. Sort og dobbelt sort indikerer at der er store og betydelige kapacitetsudfordringer.

Intervallerne er beregnet med udgangspunkt i strækningsbelastninger beregnet i OTM 7. Strækningsbelastningerne er delt op i tidsbånd, og korrigeret så de svarer til den fordeling på tidsbånd baseret på observeret data fra metros tællesystem i 2019. På den baggrund kan identificeres den time med højest kapacitetsbelastning på strækningen. Sammenholdt med frekvensen togene kører med på strækningen, beregnes det gennemsnitlige antal passagerer i den travleste time i hvert tog. De steder hvor metrosystemerne forgrener sig, kører der halvt så mange tog som på de centrale dele af metrolinjerne.

Intervallerne er baseret på erfaringer fra M1/M2, hvor der har været gennemført en række af tællinger i tog og beregninger i Metroselskabets kapacitetsmodel. Metroselskabet har bl.a. gennemført tællinger af antallet af passagerer i toget i 2019, når der er efterladte på stationerne.

For M4-forlængelsen er der ikke kapacitetsproblemer i 2035. Dette passer godt med størrelsen af det samlede påstigertal på stationerne Nordhavn til Kløverparken. På tværs af havnen er der kapacitetsudfordringer i 2035 på strækningen Amagerbro – Christianshavn.

I 2050 er der store og betydelige kapacitetsudfordringer på M4-forlængelsen. Dette stemmer godt overens med det beregnede påstigertal på stationerne fra Nordhavn til Kløverparken. I den travleste time er der på strækningerne fra Østerport til Krydstogtkaj mange flere, som ønsker at tage metroen, end der vurderes at være plads til. Dette er en konsekvens af, at afgreningen kører med en frekvens på 185 sek. og alene betjener byudviklingsområderne Nordhavn, Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken. Lynetteholm er på dette tidspunkt forudsat at være et stykke fra fuldt udbygget. Også på M2 på strækningen Amagerbro – Christianshavn beregnes der i 2050 store kapacitetsudfordringer i den travleste time.

I 2070 er kapacitetsudfordringerne på M4-forlængelsen massive. Med fuldt udbygget Lynetteholm og tilsvarende for de øvrige byudviklingsområder i Nordhavn, Refshaleøen og Kløverparken forventes M4 ikke at være i nærheden af, at kunne håndtere den forventede efterspørgsel, som nu strækker sig forbi Østerport og helt til Kongens Nytorv. På M2 er udfordringerne på samme niveau som i 2050.

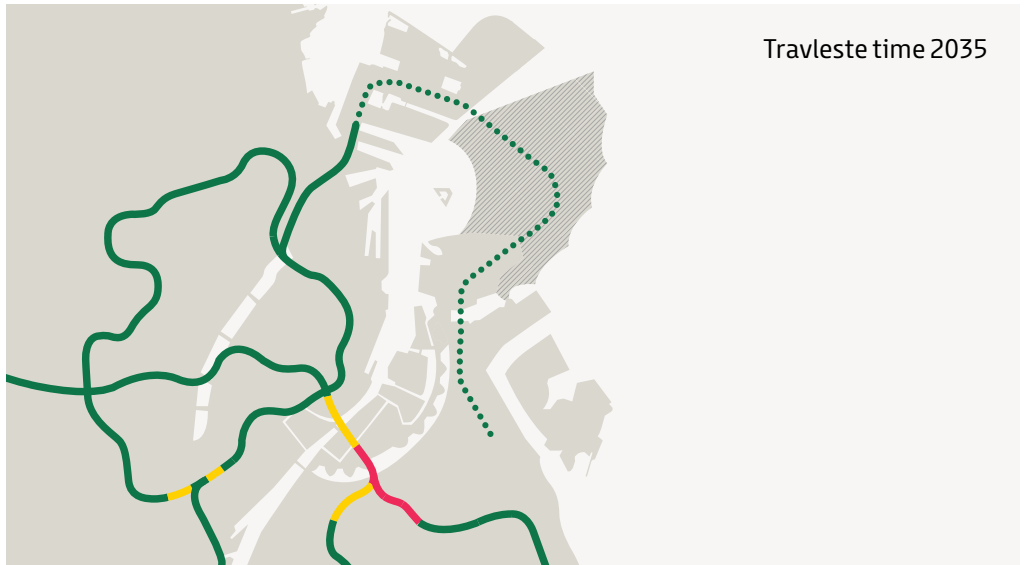
Figur 2.18 / 2.19 / 2.20

Kapacitet belyst gennem oversigtskort
– travleste time i 2035, 2050 og 2070
med 185 sekunders frekvens.

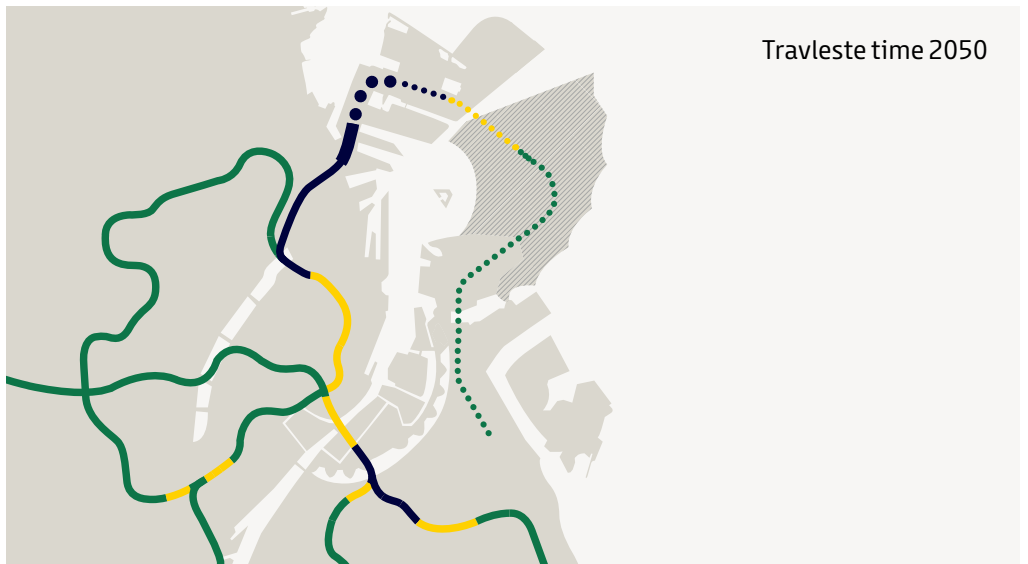
Kapacitetsvurdering

- Ingen kapacitetsproblemer
- Begyndende kapacitetsproblemer
- Kapacitetsproblemer
- Store og betydelige kapacitetsproblemer

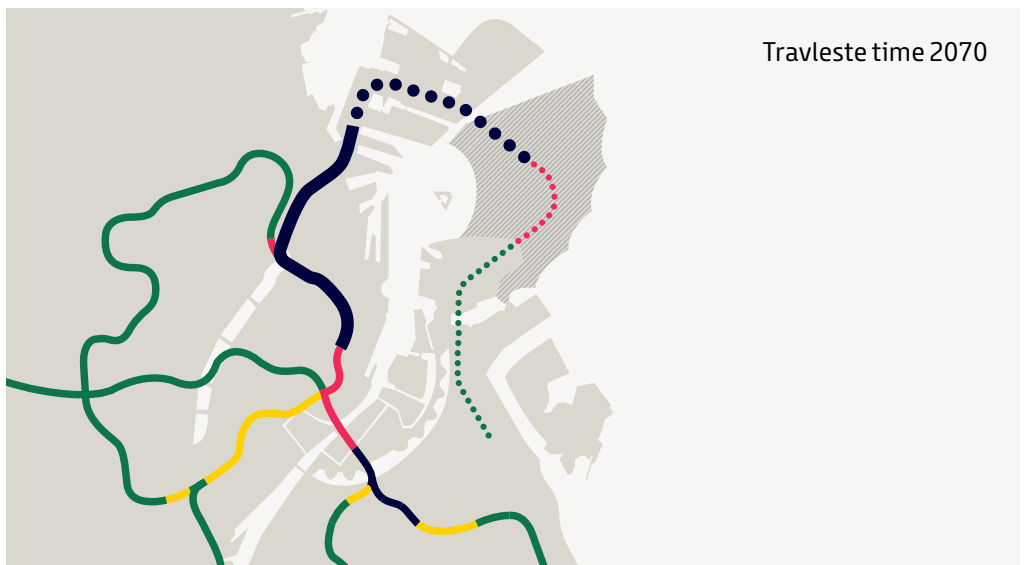
Travleste time 2035



Travleste time 2050



Travleste time 2070



2.4.5.4 Resultater fra Metroselskabets kapacitetsmodel

2.4.5.4.1 Kapacitet i metrosystemet

Metroselskabets kapacitetsmodel beregner antallet af efterladte på stationsniveau. Kapacitetsmodellen kan i udgangspunktet kun anvendes til at analysere kapacitetsudfordringer på eksisterende og besluttede stationer på M1/M2 og M3/M4. Der er derfor i dette afsnit fokuseret på stationerne, der ligger omkring havnen, hvor der tidligere er identificeret fremtidige kapacitetsudfordringer. Kapacitetsudfordringer på forlængelsen af M4, som betjener Lynetteholm, Refshaleøen m.m. er illustreret tilstrækkeligt i afsnit 2.4.5.1. Input udgøres af resultater fra OTM-modellen i form af påstiger- og afstigtetal på stationsniveau som opdeles på 1-minutsniveau. Dette tilpasses tidsmæssigt ud fra observerede passagertællinger i dagens system, med henblik på at sikre det mest retvisende grundlag for at vise passagerernes fordeling henover døgnet og særligt i myldretiden.

2.4.5.4.2 Kapacitetsudfordring på tværs af havnen

Resultater i kapacitetsmodellen på tværs af havnen viser overordnet det samme billede som kapacitetskortene ovenfor. I basisscenariet er M1/M2 udfordret i 2035 og udfordringen vokser betragteligt frem mod 2050 og efterfølgende. Basisscenerierne indeholder ingen udbygning af metronettet udover allerede besluttede projekter, mens byudviklingen i form af flere beboere og arbejdspladser i København herunder på Lynetteholm og Refshaleøen er indeholdt. Det betyder, at M1/M2 på tværs af havnen i basisscenariet ikke aflastes, og udfordringerne vokser derfor i takt med byudviklingen.

Udbygning med M4 har ikke en aflastende effekt på tværs af havnen. Der er derfor beregnet det samme antal efterladte i 2035 i basisscenariet og i scenariet med en udbygning med M4. I de efterfølgende prognoseår medfører udbygning med M4, at kapacitetsudfordringer på tværs af havnen øges i forhold til basisscenariet. Dette forårsages i særlig grad af flere efterladte på Kongens Nytorv, hvor mange passagerer skifter fra M3/M4 til M1/M2.

Figur 2.21

Efterladte passagerer per hverdag på M1/M2 henover stationerne på tværs af havnen (Kongens Nytorv, Christianshavn, Amagerbro, Lergravsparken og Islands Brygge).

Efterladte per hverdag	Basis	M4
2035	4.000	4.000
2050	9.300	10.700
2070	11.100	14.300

Hvad er en efterladt passager, og hvordan efterlades passagerer

Hvad er en efterladt passager?

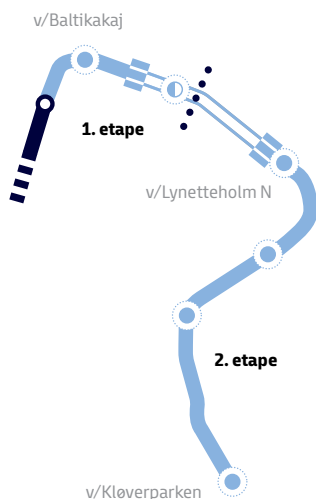
Passager, som må vente 1½ eller 3 minutter på næste afgang. I nogle tilfælde medfører ophobning på perronen, at ventetiden bliver længere.

Hvordan efterlades en passager?

Passagerer kan blive efterladt som følge af én af to årsager. Enten bliver toget helt fyldt, inden alle påstiger er kommet på toget. Eller også kan alle påstiger ikke nå at komme med toget, fordi holdetiden ikke tillader den nødvendige udveksling. Der er et potentiale for at nedbringe antallet af efterladte ved at justere holdetid på stationer, hvor den nødvendige udveksling ikke er mulig. Men en øget holdetid på én station påvirker resten af driften i systemet og øger dertil rejsetiden for resten af passagererne. Der er behov for grundige analyser, førend potentialet kan klarlægges.

Figur 2.22

Mulig etapedeling af M4.

**Figur 2.23**

Påstigere på M4-forlængelsen i 2035. Sammenligning af påstigertal for hhv. etape 1 eller hele M4 i 2035.

2.4.6 Trafikale effekter af etapedelinger

2.4.6.1 Grundlag for etapedeling

M4 er i udgangspunkt opdelt i 3 etaper. Dette er gjort på baggrund af anlægstekniske overvejelser. Sammenholdt med den forventede byudvikling er der efterfølgende sat årstal på, hvornår de tre etaper kan åbne for på den ene side at betjene områderne, når der er beboere og arbejdspladser og dermed et passagergrundlag og på den anden side ikke anlægge metroen for tidligt, så passagergrundlaget er for begrænset.

Baseret på ovenstående overvejelser er en åbning af 1. etape fastsat til 2035. 1. etape betjener Nordhavn efter Orientkaj med to stationer.

2. etape og 3. etape er fastsat til at åbne samtidigt i 2045. 2. etape betjener Lynetteholm og 3. etape betjener Refshaleøen og Kløverparken. Dette medfører, at der er forudsat et ganske stort antal beboere og arbejdspladser på Refshaleøen og Kløverparken inden områderne betjenes med metro.

2.4.6.2 Trafikale effekter

De trafikale effekter af etapedeling af M4 er illustreret i Figur 2.23. I figuren er kun vist trafikale effekter i 2035. Dette skyldes at der i den etapevise udbygning forudsættes en fuld udbygning af M4 i 2050. Resultater af en fuld udbygning i 2050 og 2070 kan ses i afsnit 2.4.1.

Påstigere på M4-forlængelsen i 2035	Etape 1	Hele M4
v/Baltikakaj	1.400	1.400
v/Krydstogtkaj	5.100	5.200
v/Lynetteholm Nord	0	0
v/Lynetteholm Syd	0	100
v/Refshaleøen	0	4.000
v/Kløverparken	0	2.100
Total	6.500	12.800
Merpåstigere i metrosystemet	2.500	10.800
Ekstra kollektivture	400	3.200

2.5 Følsomhedsberegninger

Følsomhedsberegninger har til formål at kvalificere resultaterne af trafikmodelberegningerne. Dette er gjort ved at gennemføre trafikmodelberegninger med justerede nøgleforudsætninger. Dels er der gennemført beregninger, hvor en række nøgleforudsætninger er ændret i hhv. positiv og negativ retning med henblik på at illustrere et sandsynligt udfaldsrum for resultaterne. Dels er udvalgt nøgleforudsætninger justeret individuelt for at belyse effekten af dem. Trafikmodelberegninger er gennemført i OTM version 6.1.

Illustration af udfaldsrummet

Beregning af linjeføringens fremtidige påstigertal baseres på en række forudsætninger. For at belyse den samlede usikkerhed, der knytter sig til resultaterne, og dermed vise et udfaldsrum, er der beregnet et positivt scenarie, hvor alle nøgleforudsætninger er ændret i positiv retning til fordel for metroens påstigertal og et negativt scenarie, hvor alle nøgleforudsætninger er ændret i negativ retning, der betyder et fald for metroens påstigertal.

2.5.1 Positivt scenarie (positiv påvirkning af metroens påstigertal)

- Befolkning: 10 % flere indbyggere i Københavns og Frederiksberg Kommuner ift. 2035+ (svarer til en stigning på 92.000 indbyggere)
- Arbejdspladser: 10 % flere arbejdspladser i Københavns og Frederiksberg Kommuner ift. 2035+ (svarer til en stigning på 52.000 arbejdspladser)
- Kørselsomkostninger: som for 2015 (18 % højere end i 2035+)
- Bilejerskab: uændret ift. 2035+ (fald for Københavns og Frederiksberg Kommuner ift. 2015)
- Parkeringssøgetid: ingen ændringer ift. 2035+
- Vejkapacitet: reduceres med 5 % på alle veje som følge af yderligere vejsanering og nedsættelse af hastighedsbegrænsninger
- Cykelhastighed: reduceres med 10 % ift. 2035+, som følge af flere cyklister og samme kapacitet på cykelstier.

2.5.2 Negativt scenarie (negativ påvirkning af metroens påstigertal)

- Befolkning: 10 % færre indbyggere i Københavns og Frederiksberg Kommuner (svarer til et fald på 92.000 indbyggere)
- Arbejdspladser: 10 % færre arbejdspladser i Københavns og Frederiksberg Kommuner (svarer til et fald på 52.000 arbejdspladser)
- Kørselsomkostninger: Et fald på 24 % for erhverv og 20 % for ikke-erhverv ift. 2035+
- Bilejerskab: stiger i centralkommunerne som i den øvrige del af regionen (vækst på 13,3 % ift. 2015) for at illustrere en øget bilrådighed og at biler gøres billigere og dermed ejes af flere eller lejes/leases nemt og billigt
- Parkeringssøgetid: reduceres med 20 % som følge af flere p-anlæg og delebilsordninger

- Vejkapacitet: øges med 5 % på alle veje som følge af forbedret trafikstyring
- Cykelhastighed: øges med 10 % ift. 2035+ for at illustrere en fortsat udbygning af cykelnettet i København og en øget udbredelse af el-cykler.

Justering af nøgleforudsætninger

Der er gennemført følsomhedsberegninger med justering af følgende udvalgte nøgleforudsætninger:

- **Forbedrede vilkår for gående og cyklister**
Forbedret cykelfremkommelighed i form af hastighedsforøgelse på cykelstinet: Hastigheden på cykelnettet sættes op med 10 %. Cykelforbindelse mellem Lynetteholm og Levantkaj er tilføjet.
- **Gratis kørsel på Østlig Ringvej**
Betaling for kørsel på Østlig Ringvej er sat til 0 kr.
- **Forhøjet bilejerskab**
Bilejerskab og dermed antallet af biler stiger i centralkommunerne som i den øvrige del af regionen (vækst på 13,3 % mellem 2015 og 2035) for at illustrere en øget bilrådighed og at biler gøres billigere og dermed ejes af flere eller lejes/leases nemt og billigt.

Resultater af følsomhedsberegninger

Positiv og negativ scenarier

Resultaterne viser, at der er en større negativ effekt på påstigertallet ved en negativ justering af en række forudsætninger end en modsatrettet positiv justering. Samlet viser de positive og negative scenarier at påstigertal vurderes at kunne variere 14-20 % i hhv. positiv og negativ retning.

Ændrede nøgleforudsætninger påvirker både hele metrosystemet og M4. Påvirkningen er procentvis sammenlignelig for hele metrosystemet og den enkelte linjeføring. Der er ikke foretaget en vurdering af, hvilket scenarie som er mest realistisk, men følsomhedsberegningen viser, at effekten af justerede nøgleforudsætninger er ganske betydelig.

Justering af nøgleforudsætninger

Forbedrede vilkår for gående og cyklister beregnes at få en negativ effekt på metrosystemet og M4 linjen på 8 % af påstigertallet. Tilsvarende ses for resultaterne af et øget bilejerskab. Begge resultater peger på, at det har betydelige konsekvenser for metroens påstigertal, hvorledes alternative transportformer prioriteres.

Prissætning på Østlig Ringvej er beregnet at have en meget begrænset effekt på metroens påstigertal. Omkring 1 % beregnes påstigertallet på M4 at falde.

Figur 2.24

Resultater af følsomhedsberegninger for M4 i 2070.

Påstigere per hverdagsdøgn	Hoved-scenarie	Positiv scenarie	Negativ scenarie	Bedre vilkår for cyklister	Gratis kørsel på Østlig Ringvej	Forhøjet bilejerskab
Metrosystem (M4)	868.400	14 %	-20 %	-8 %	0 %	-7 %
M4-linjen (Orientkaj-Kløverparken)	80.700	15 %	-23 %	-8 %	-1 %	-9 %

Note: Følsomhedsberegninger er gennemført i OTM version 6.1.

2.6 Stationer og nærområder

2.6.1 Oversigt over stationstyper

En oversigt over stationstyper, der indgår i linjeføringerne findes i Figur 2.25.

Undergrundsstationerne er generelt projekteret med 7 m brede perroner. De overfladenære stationer har som undtagelse 9 m brede perroner. Dette er nødvendigt for at sikre et effektivt flow for passagerer omkring elevatorskakterne, der er placeret midt på perronerne. Et layout er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA--Gen-ARC-DWG-000201 i det tekniske tegningsbilag.

Bredden af perroner på højbanestationerne vælges ligeledes, så der sikres et effektivt flow for passagerer omkring elevatorskakterne, der placeres så arkitekturen fra Orientkaj station bevares.

For at kunne belyse om stationerne har den nødvendige kapacitet er der udarbejdet en grov vurdering af passagerstrømmen på alle stationerne. Denne vurdering kan ses i tekniske bilag 3 og er kort nævnt under beskrivelsen af hver station i de følgende afsnit.

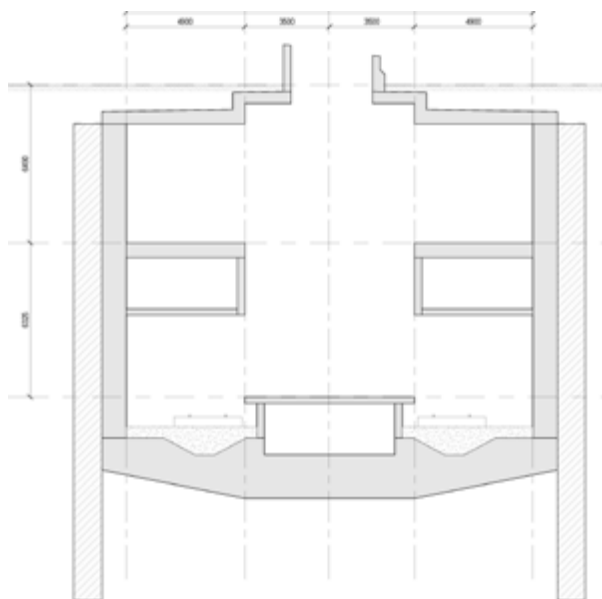
Figur 2.25

Stationer på M4.

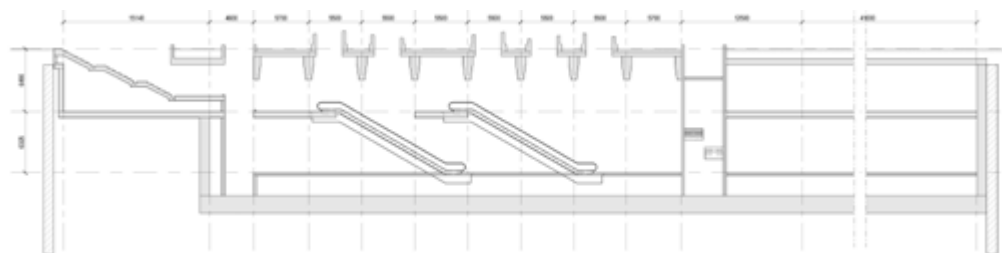
Station	Stationstype	Bemærkning	Indgår i
v/Baltikakaj	Højbanestation	Arkitekturen for denne station forventes udført i samme stil som Orientkaj station	Hovedforslag og Variant
v/Krydstogtkaj	Undergrundsstation	Denne station kan ikke være en højbanestation, da linjeføringen skal bringes sikkert under Kronløbet	Hovedforslag og Variant
v/Lynetteholm Nord	Højbanestation		Hovedforslag
v/Lynetteholm Nord	Overfladenær station		Variant
v/Lynetteholm Syd	Højbanestation		Hovedforslag
v/Lynetteholm Syd	Overfladenær station		Variant
v/Refshaleøen	Højbanestation		Hovedforslag
v/Refshaleøen	Undergrundsstation		Variant
v/Kløverparken	Højbanestation		Hovedforslag
v/Kløverparken	Undergrundsstation		Variant

Figur 2.26

Tværsnit af en
undergrundsstation.

**Figur 2.27**

Længdesnit af en
undergrundsstation.



Undergrundsstation

Undergrundstation er en type, der kendes fra M3/M4-perronen på Kongens Nytorv, dog ændret således, at perron er sænket ca. 1 meter, hvilket muliggør at tunnelventilation over spor kan placeres hensigtsmæssigt under concourse. Stationen er på denne måde gjort kortere end det anlæg, der er bygget på Kongen Nytorv.

Stationen har en fast hovedtrappe mellem terræn- og concoursniveau og en sekundær fast adgangs- og nødtrappe mellem terræn- og concoursniveau. Hovedtrappen, som er beliggende i den ene ende af stationsboksen og nødtrappen, som er beliggende i den modsatte ende, bliver anlagt uden for stationsboksen. Stationen har elevatorer mellem terræn-, concourse- og perronniveau samt rulletrapper mellem concourse- og perronniveau. Conoursniveau ligger typisk ca. 6 meter under terrænniveau. Perronniveau ligger ca. 12 meter under terrænniveau, og således tættere på terræn end de halvdybe undergrundstationer.

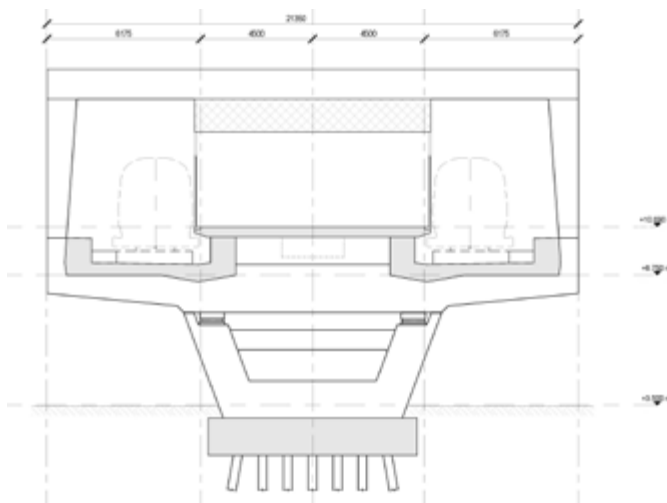
Da stationen har en reduceret dybde og derfor mindre plads til teknikrum vil stationsboksen typisk være længere for at huse teknikrum, eller teknikrum vil være placeret over en transversal i forlængelse af stationen.

Den dybe undergrundstation er udstyret med ovenlys, der ud over at sikre dagslys ned i stationen ligeledes fungerer som røgventilationsåbninger, idet ovenlysene i tilfælde af røgudvikling i stationen løftes op, hvorved røgen tvinges ud af stationen igennem den åbning, der herved opstår under det løftede ovenlys.

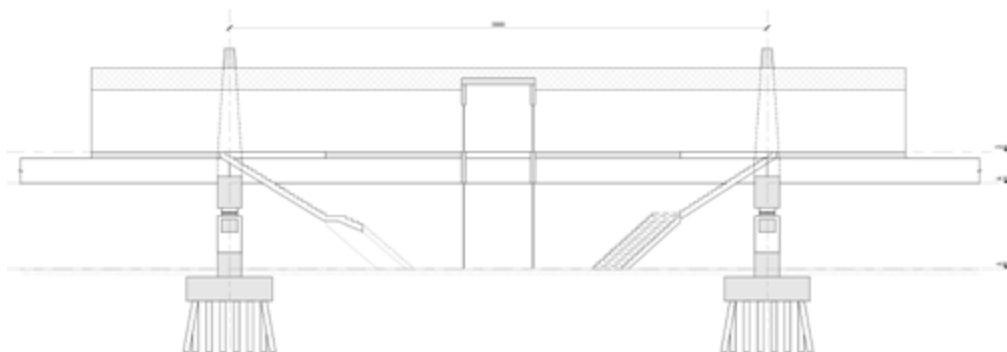
Tegning til undergrundsstation er i det tekniske tegningsbilag.

Figur 2.28

Tværsnit af en højbanestation i Nordhavn.


Figur 2.29

Længdesnit af en højbanestation i Nordhavn.



Højbanestation i Nordhavn

Højbanestation

Der foreslås to højbanestationstyper for M4 linjeføringen. I Nordhavn fortsættes arkitekturen fra Orientkaj station. Derimod er der udviklet et nyt udtryk for højbanestationerne på strækningen fra Lynetteholm til Kløverparken.

Stationen er en ny type højbanestation, der dog principielt minder om Orientkaj Station. Perronniveauet er typisk beliggende ca. 6 meter over terræn. Stationen har to faste trapper mellem terræn- og perronniveau, ligesom den er forsynet med to elevatorer. I forhold til Orientkaj station er den nye type højbanestation forenklet, så den har et mindre geometrisk aftryk i byrummet under stationen. Trapperne konfiguration, hvor de er placeret i et X, svarer principielt til rulleskridterne på Marmorkirken M3/M4 station.

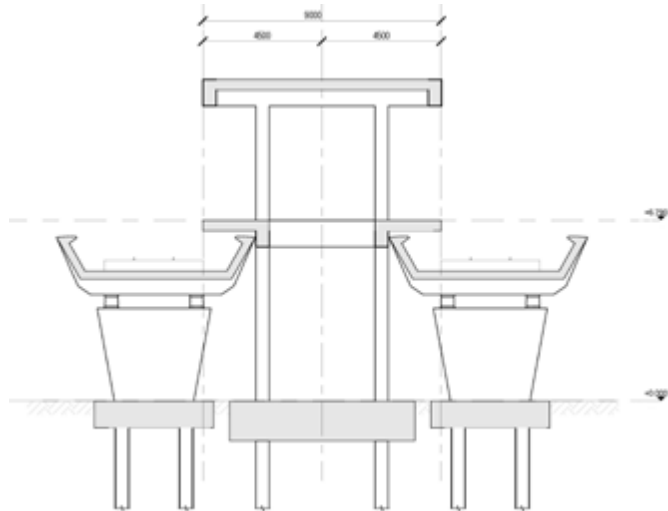
Metrostationens teknikrum placeres synligt under højbanen i en separat bygning på terræn, efter samme princip som ved Orientkaj station. Teknikbygningens endelige placering og udformning vil blive fastlagt i en senere projektfase, således at bygningen indgår i en bymæssig sammenhæng.

Da stationen er åben til det fri, vurderes det, at det ikke er nødvendigt med mekanisk røgventilation.

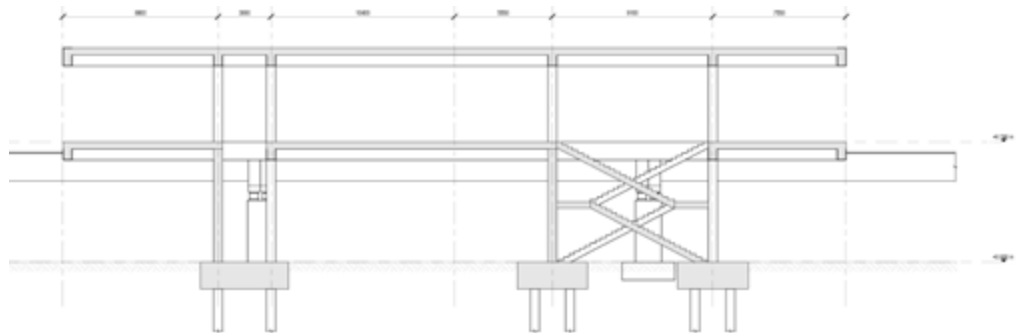
Tegning til højbanestation er i det tekniske tegningsbilag.

Figur 2.30

Tværsnit af den nye type højbanestation.

**Figur 2.31**

Længdesnit af den nye type højbanestation.

**Figur 2.32**

Koncept til station udført i træ.

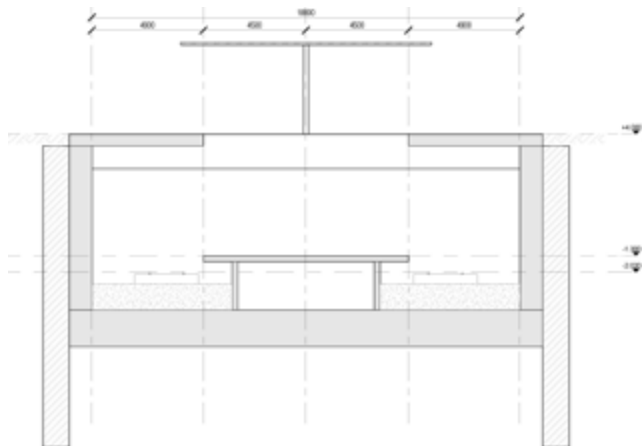
Højbanestationer på Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken

Der er desuden udviklet en skitse for en højbanestation, der primært udføres som trækonstruktion, som vist på Figur 2.32. Dette skal undersøges nærmere i fremtidige faser for at afgøre, om det er muligt eller ej.

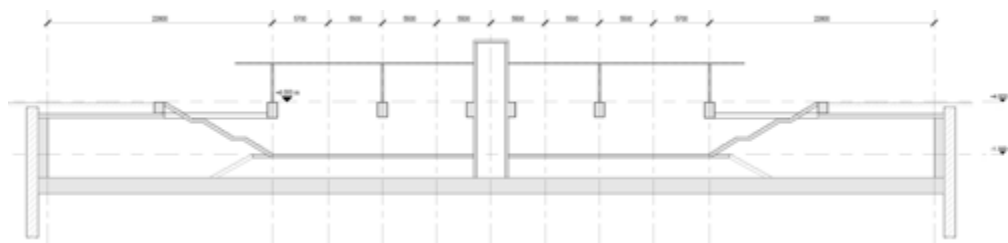


Figur 2.33

Tværsnit af en overfladenær station.


Figur 2.34

Længdesnit af en overfladenær station.



Overfladenær station

Stationen er en ny type overfladenær station med perronniveau typisk beliggende ca. 5 m under terræn. Stationen er åben til det fri, men overdækket med et let perrontag der skærmer passagerne mod vejrlig. Stationen minder om Øresund metrostation, men på den nye stationstype er sporene overdækket, så påvirkningen på byrummet over stationen minimeres. Stationen forsynes med faste trapper, der både fungerer som adgangs- og nødtrapper i hver ende af perronen. Trapperne anlægges inden for cut & cover-konstruktionen. Stationen forsynes med to elevatorer, der er placeret centralt på perronen.

Teknikrummene er placeret under jorden i forlængelse af perronen.

Da stationen er åben til det fri, vurderes det, at det ikke er nødvendigt med mekanisk røgventilation.

Tegning til overfladenær station er i det tekniske tegningsbilag.

2.6.2 Stationer

2.6.2.1 V/Baltikakaj – Højbanestation

Placering og udformning

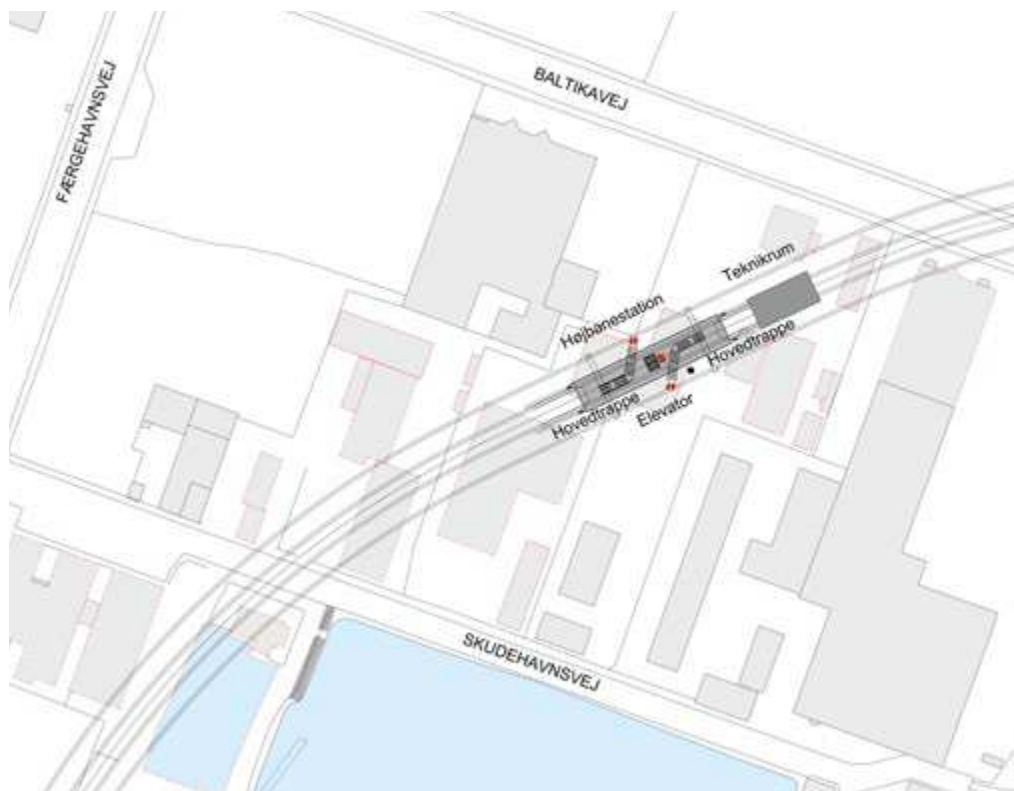
Metrostationen v/Baltikakaj er placeret i Nordhavn nord for Levantkaj, som skitseret på Figur 2.35.

Stationen er forudsat udført som en højbanestation af same type som Orientkaj station med en perronbredde på 9 m og med perronniveau beliggende ca. 6 m over terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet af hensyn til sikring imod skybud og stormflod.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Btk-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Figur 2.35

Forslag til stationsplacering
v/Baltikakaj.



Arkitektonisk indpasning

Metrostation er beliggende mellem de nuværende Baltikavej og Skudehavnsvej. En ny byplan for området vil blive udarbejdet, og retningerne på metrostationens trapper vil blive justeret i en senere projektfase, så de indgår i en mulig bymæssig sammenhæng.

Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil pladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Metrostationens teknikrum placeres synligt under højbanen i en separat bygning på terræn, efter samme princip som ved Orientkaj station. Teknikbygningens endelige placering og udformning vil blive fastlagt i en senere projektfase, så bygningen indgår i en bymæssig sammenhæng.

Hvis der er ønsker om at opføre øvrige bygninger under eller ovenpå højbanen, vil dette være muligt. I givet fald skal dette klarlægges, sådan at der kan tages højde for det i næste projektfase, hvor mulighederne kan vurderes nærmere.

Trafikal indpasning

En højbanestation ved Baltikakaj vil kræve, at forholdene for cyklister og fodgængere sikres. Dette er især vigtigt i forbindelse med sikring af, at bløde trafikanter ikke er i konflikt med tunge køretøjer. Kørekurver for dimensionsgivende køretøjer skal derfor også kontrolleres, og samtidigt skal en fremtidig placering af skoler indtænkes i trafikafviklingen for området.

Anlægstekniske forhold

Højbanen står på søjler, som de også kendes fra den eksisterende metrolinje M4. Højbanens fundamenter forventes at anvende nedrammede præfabrikerede betonpæle, der forankres i den underliggende kalk. Kalkoverfladen er beliggende ca. 10 meter under eksisterende terræn.

Figur 2.36

M4 Orientkaj Station.



Pælegruppen forbindes ved at støbe en 'pilecap' i armeret beton. Der skal således etableres en byggegrube, og det indebærer, at grundvandet skal sænkes til under udgravningsniveau. Grundvandet er beliggende ca. 2 m under eksisterende terræn, hvormed det forventes, at der må tages ekstra forholdsregler for håndtering af grundvand i anlægsfasen. Metoden og de nøjagtige grundvandsforhold skal verificeres i næste projektfase.

Højbanen og højbanestationen på Nordhavn vil udføres efter tilsvarende principper som for M4 ved Orientkaj station.

Brokonstruktionen udføres som to separate betonelementer der støbes på pladsen og efterspændes, hvormed en minimal profil opnås i længdesnittet. De to betonelementer, der udgør brokonstruktionen understøttes begge af en centralt placeret søjle. Det foreslås, at brodækket understøttes på bæreløjer der placeres på de underliggende søjler, hvilket forventes at gøre konstruktionsprocessen mere effektiv. På strækningen mellem stationerne forventes broelementerne at blive bragt tættere mod hinanden for at reducere størrelsen på de understøttende søjler.

I næste projektfase vil designet blive undersøgt nærmere, herunder vil det blive overvejet, om design kan optimeres for at opnå mindst muligt ressourceforbrug.

2.6.2.2 V/Krydstogtkaj – Undergrundsstation

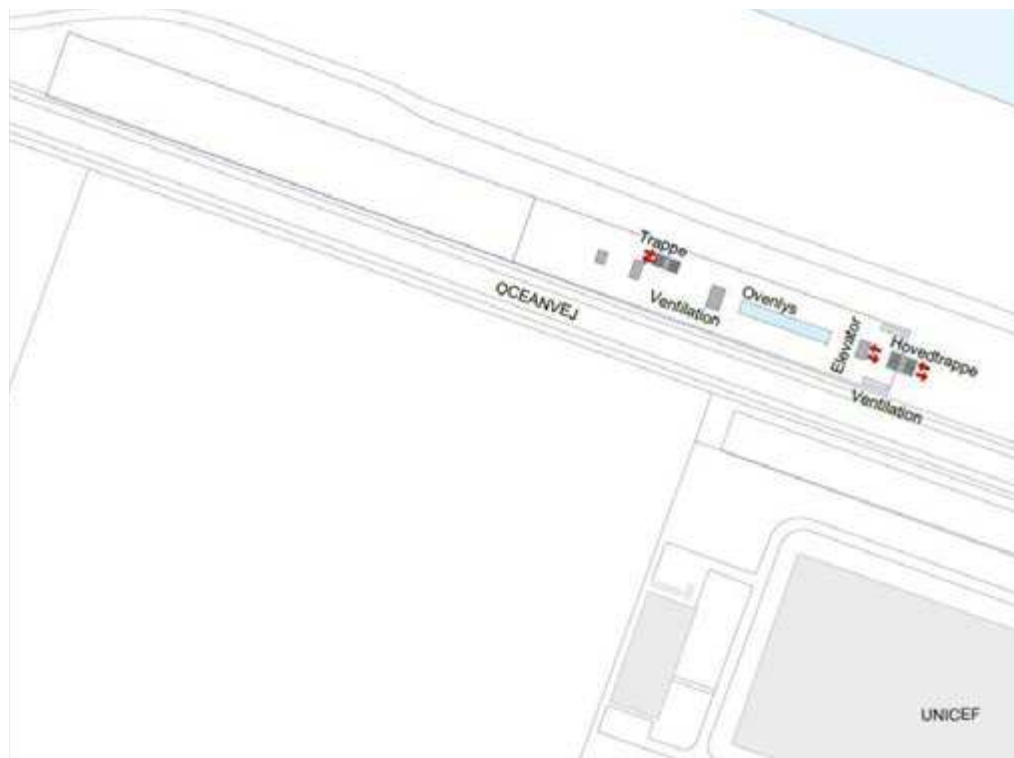
Placering og udformning

Metrostationen v/ Krydstogtkaj er placeret i Nordhavn vest for Krydstogtterminalen på Oceankaj og øst for Tunnelfabrikken som skitseret på Figur 2.37.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Krk-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Figur 2.37

Forslag til stationsplacering ved Krydstogtkaj.



Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 12 m under terræn, jf. figur 2.38. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet af hensyn til sikring imod skybud og stormflod.

Stationen er forudsat udført med ovenlys.

Arkitektonisk indpasning

Metrostation er beliggende parallelt med Oceanvej. En ny byplan for området vil blive udarbejdet, og den endelige placering af metrostationens trapper vil blive fastlagt i en senere projektfase, så de indgår i en mulig bymæssig sammenhæng.

Stationens hovedtrappe peger i østlig retning mod Krydstogtterminalen, mens nødtrappen, der også fungerer som sekundær adgangstrappe til stationen, peger mod vest og Tunnelfabrikken. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt et forpladsareal, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Hvis der er ønsker om at opføre en bygning ovenpå stationen, vil dette være muligt. Det vil kræve forstærkning af konstruktionen og forventligt medføre en meromkostning. I givet fald skal dette klarlægges, sådan at der kan tages højde for det i næste projektfase, hvor mulighederne kan vurderes nærmere.

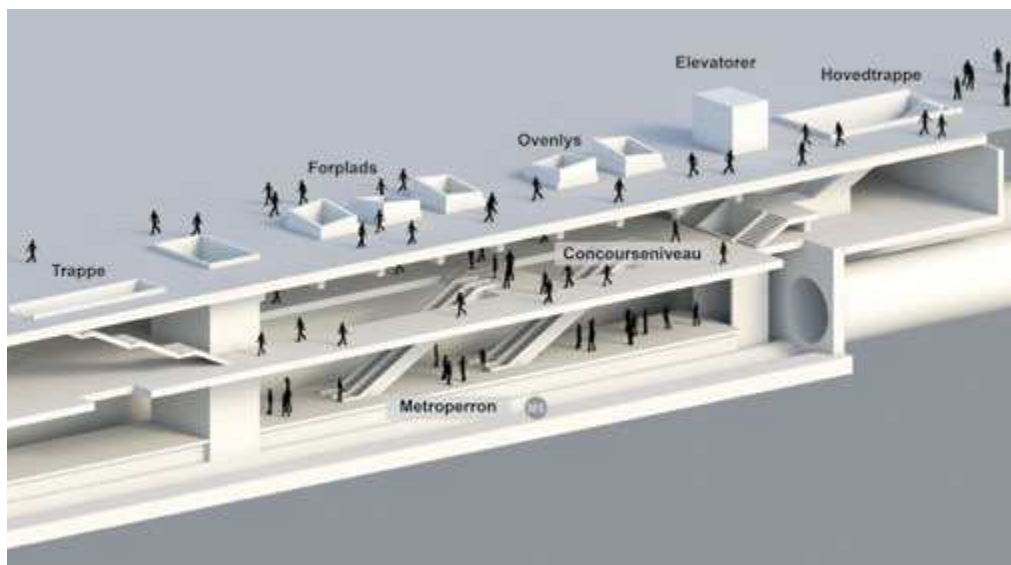
Stationslayout er en typisk undergrundsstation, og tegning af et typisk undergrundsstationslayout kan ses i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

De trafikale forhold ved Krydstogtkaj kræver detaljerede overvejelser og analyser vedrørende bevægelsesmønstre for fodgængere, cyklister og køretøjer især i forbindelse med ankomst/afgang for krydstogtskibe. Disse forhold forventes at skabe øget behov af kort varighed, som samtidigt skal afvikles sikkert og skal planlægges detaljeret i en senere fase.

Figur 2.38

Illustration af undergrundsstation v. Krydstogtkaj.



Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 16-17 m under terræn. Stationen er beliggende i nærheden af Svane-mølleforkastningen, som er meget vandførende. Det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode som anvendt ved udførelsen af både Cityringen og Sydhavn. Der vurderes dog på nuværende stadie i planlægningen ikke at være behov for evt. at udføre stationen i våd udgravning, men dette må analyseres i en senere projektfase, efter at Svanemølleforkastningens beliggenhed er fastlagt via supplerende forundersøgelser.

2.6.2.3 V/Lynetteholm Nord – Højbanestation (Hovedforslag)

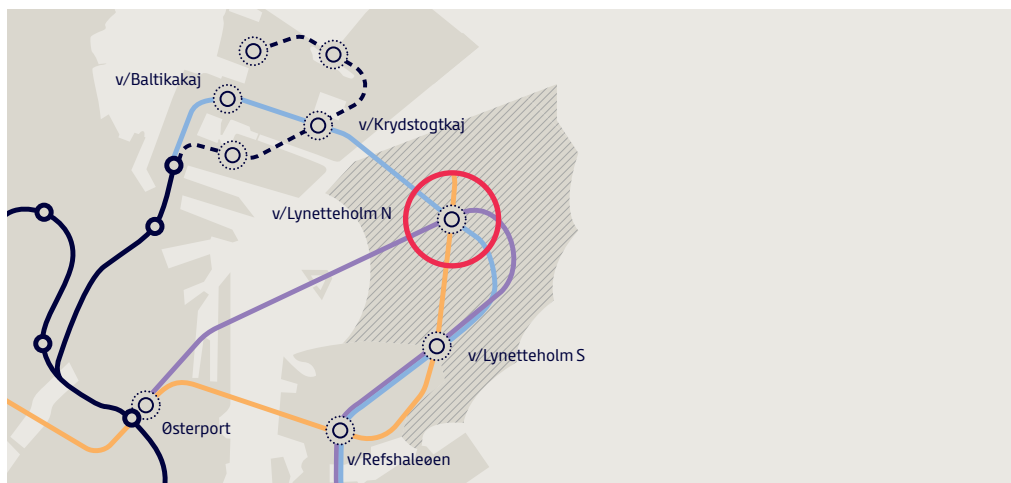
Placering og udformning

Metrostationen v/Lynetteholm Nord er placeret på den nordlige del af Lynetteholm som skitseret på Figur 2.39.

Stationen er forudsat udført som en ny type højbanestation, med en perronbredde på 9 m og med perronniveau beliggende ca. 6 m over terræn, som skitseret på Figur 2.40. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet af hensyn til sikring imod skybud og stormflod.

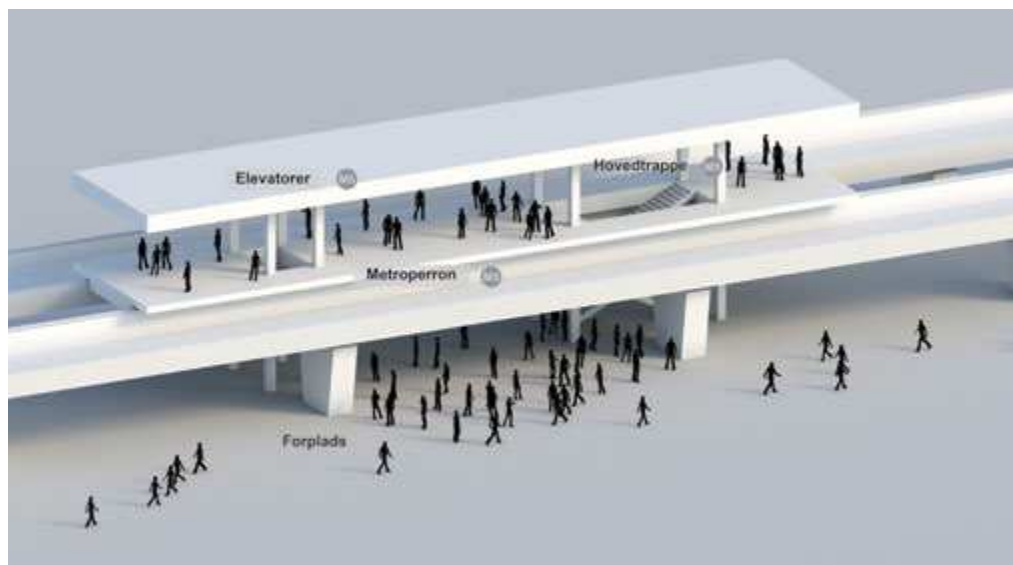
Figur 2.39

Forslag til stationsplacering af v/Lynetteholm Nord Station.



Figur 2.40

Højbanestation.



Arkitektonisk indpasning

Stationen er beliggende på Lynetteholm hvor bystrukturen endnu ikke er fastlagt. I forbindelse med byplanlægningen skal placering af hoved- og sekundære trapper fastlægges. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikker adgang til stationen. En byplan for området vil senere blive udarbejdet, og i en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar, blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Metrostationens teknikrum placeres synligt under højbanen i en separat bygning på terræn efter samme princip som ved Orientkaj station. Teknikbygningens endelige placering og udformning vil blive fastlagt i en senere projektfase, således at bygningen indgår i en bymæssig sammenhæng.

Stationslayout er en typisk højbanestation, og tegning af et typisk højbanestationlayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

I udarbejdelsen af byplanen vil stationsindpasningen kunne indgå sammen med øvrige elementer, f.eks. veje, bygninger og trafikstrømme, således der opnås en samlet, integreret løsning, der tilgodeser byens brugere; gående, cyklister m.fl.

Anlægstekniske forhold

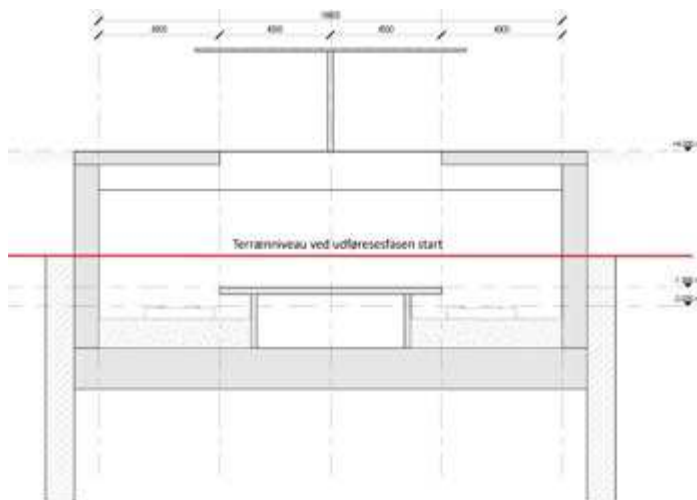
Højbanen står på søjler, som de også kendes fra de eksisterende metrolinjer M1 og M4. Højbanens fundamenter forventes at anvende nedrammede pre-cast bentonpæle der forankres i den underliggende kalk. Kalkoverfladen vil være beliggende ca. 15-16 m under terræn for den nye ø. Nedrammede pæle forventes at være en passende løsning på Lynetteholm da ca. 14 m af de øverste jordlag vil bestå af fyld.

Pælegruppen forbindes ved at støbe en 'pilecap' i armeret beton. Der skal således etableres en byggegrube, og det kræves at grundvandet er beliggende under udgravningsniveau. Grundvandet er beliggende ca. 2 m under terræn, hvormed det forventes, at der må tages ekstra forholdsregler for håndtering af grundvand i anlægsfasen. Metoden og de nøjagtige grundvandsforhold skal verificeres i næste projektfase.

Højbanekonstruktionen forventes udført som to separate præfabrikerede betonelementer, der understøttes på separate søjler via bæreløjer. Disse kan støbes på en elementfabrik, transporteres til byggepladsen og monteres ved hjælp af kran. Derved forventes øget kvalitet af betonelementerne og sikkerhed vedrørende arbejdsmiljø under udførelsesfasen.

Figur 2.41

Terrænniveau ved udførelsesfasens start.



2.6.2.4 V/Lynetteholm Nord – Overfladenær station (Variant)

Placering og udformning

Metrostationen v/Lynetteholm Nord er placeret som v/Lynetteholm Nord Hovedforslag station Figur 2.39.

Stationen er forudsat udført som en ny type overfladenær station med en perronbredde på 9 m og med perronniveau beliggende ca. 5 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet af hensyn til sikring imod skybud og stormflod. Stationen er åben til det fri, men overdækket med et let perrontag der skærmer passagerne mod vejrlig, ligesom stationen udføres med perrondøre.

Arkitektonisk indpasning

Samme problemstilling som beskrevet i afsnit 2.6.2.3.

Denne variant giver mulighed for at bygninger kan placeres tættere på stationerne, når der sammenlignes med hovedforslagsløsningen. Der kan også bygges over stationen og den tilstødende cut & cover tunnel. Den nuværende skitseprojektering tager ikke højde for at metrostationen kan fungere som fundament for de ovenliggende bygningsværker. Det forventes at resultere i en forøgelse af anlægsmkostningerne, hvilket kan undersøges nærmere i næste projektfase.

Stationslayout er en typisk overfladenær station, og tegning af et typisk overfladenær stationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

Den trafikale indpasning svarer til hovedforslagsløsningen beskrevet i afsnit 2.6.2.3.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 10-12 m under fremtidsterrænniveau, og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af kendte metoder. Det er forudsat, at stationen anlægges, når opfyld af Lynetteholm er nået til ca. 0 m DVR, hvilket mindsker omfanget af materialeressourcer, der skal indgå i konstruktionen. Anlægsmkostningerne vil forøges, hvis stationen først udføres efter, at opfyld af Lynetteholm er gennemført.

2.6.2.5 V/Lynetteholm Syd – Højbanestation (Hovedforslag)

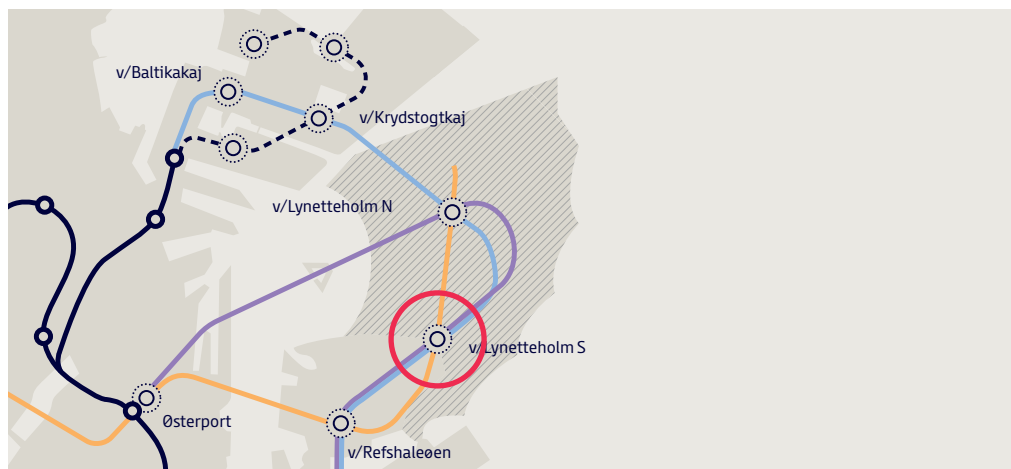
Placering og udformning

Metrostationen v/Lynetteholm Syd er placeret på den sydlige del af Lynetteholm som skitseret på Figur 2.42.

Stationen er forudsat udført som en ny type højbanestation med en perronbredde på 9 m og med perronniveau beliggende ca. 6 m over terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet af hensyn til sikring imod skybud og stormflod.

Figur 2.42

Forslag til stationsplacering af v/Lynetteholm Syd Station.



Arkitektonisk indpasning

Den arkitektoniske indpasning beskrevet for v/Lynetteholm Nord station i afsnit 2.6.2.3 er også gældende for v/Lynetteholm Syd.

Trafikal indpasning

De trafikale forhold beskrevet for v/Lynetteholm Nord i afsnit 2.6.2.3 er også gældende for v/Lynetteholm Syd.

Anlægstekniske forhold

De anlægstekniske forhold beskrevet for v/Lynetteholm Nord i afsnit 2.6.2.3 er også gældende for v/Lynetteholm Syd. Der eksisterer en dybde på ca. 7 m med fyld og kalkoverfladen er her beliggende ca. 15 m under fremtidsterrænniveau.

2.6.2.6 V/Lynetteholm Syd – Overfladenær station (Variant)

Placering og udformning

Metrostationen v/Lynetteholm Syd er placeret på den sydlige del af Lynetteholm ligesom hovedforslagsløsningen, men stationen er flyttet omkring 200 m mod nord på grund af linjeføringen, der krydser under den mulige Østlig Ringvej tunnel. Dette er skitseret på tegning LYN-ARUP-GEN=Gen-ALG-DWG-000061 i det tekniske tegningsbilag.

Stationens udformning er som beskrevet for v/Lynetteholm Nord Variant i afsnit 2.6.2.4.

Arkitektonisk indpasning

De arkitektoniske indpasning beskrevet for v/Lynetteholm Nord i afsnit 2.6.2.4 er også gældende for v/Lynetteholm Syd.

Trafikal indpasning

De trafikale forhold beskrevet for v/Lynetteholm Nord i afsnit 2.6.2.4 er også gældende for v/Lynetteholm Syd.

Anlægstekniske forhold

De anlægstekniske forhold beskrevet for v/Lynetteholm Nord i afsnit 2.6.2.4 er også gældende for v/Lynetteholm Syd. Kalkoverfladen er her beliggende ca. 10 m under fremtidsterrænniveau.

2.6.2.7 V/Refshaleøen – Højbanestation (Hovedforslag)

Placering og udformning

Metrostationen v/ Refshaleøen er placeret på Refshaleøen på det tidligere B&W-område som skitseret på Figur 2.43.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Ref-ARC-DWG-000011 i det tekniske tegningsbilag.

Figur 2.43

Forslag til stationsplacering
for v/Refshaleøen Station
Hovedforslag.



Stationen er forudsat udført som en ny type højbanestation med en perronbredde på 9 m og med perronniveau beliggende ca. 6 m over terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet af hensyn til sikring imod skybud og stormflod.

Arkitektonisk indpasning

Stationen er beliggende i et tidligere industriområde, og det må forventes at området på sigt vil blive omdannet med f.eks. boliger og erhverv, og i den forbindelse skal den endelige placering af hoved- og sekundære trapper fastlægges. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt et forpladsareal, der skaber plads og sikker adgang til stationen. En byplan for området vil senere blive udarbejdet og i en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar, blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Metrostationens teknikrum placeres synligt under højbanen i separat bygning på terræn efter samme princip som ved Orientkaj station. Teknikbygningens endelige placering og udformning vil blive fastlagt i en senere projektfase så bygningen indgår i en bymæssig sammenhæng.

Stationslayout er en typisk højbanestation og tegning til en typisk højbanestation layout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

Byplanlægningen for nærområdet er endnu ikke udarbejdet og den trafikale indpasning er derfor ikke evalueret. Det forventes dog at de trafikale forhold på Refshaleøen er mindre komplicerede, og den trafikale indpasning vil blive koordineret med byplanlægningen for lokalområdet.

Kommuneplanen, vejdesign etc. vil skulle udvikles i koordination med stationsdesignet for at sikre en integreret løsning, som er optimal for fodgængere og cyklister.

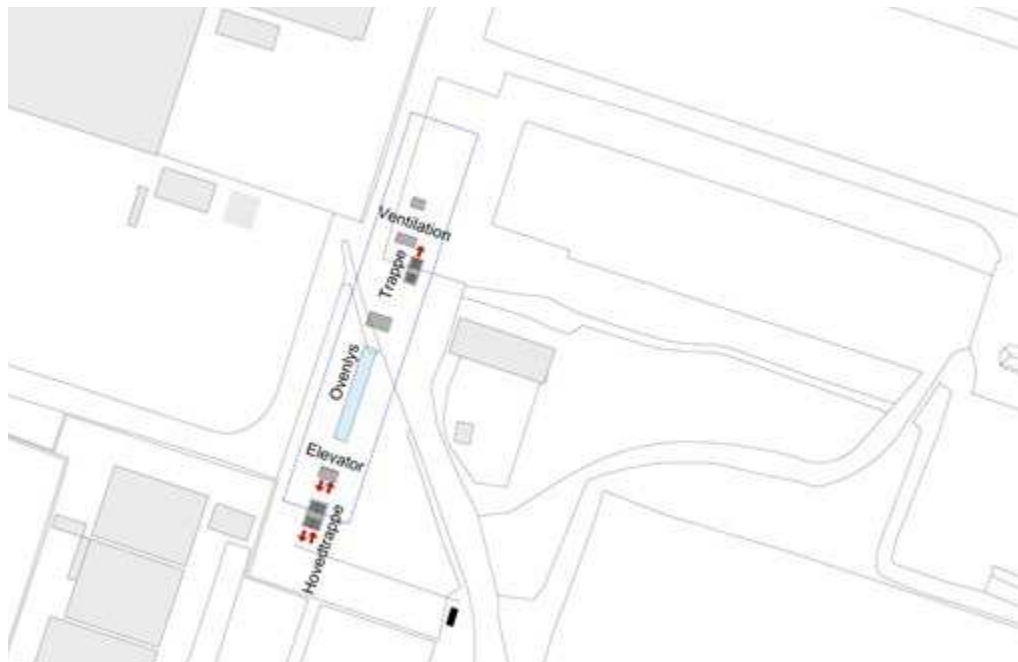
Anlægstekniske forhold

De anlægstekniske forhold beskrevet for v/Lynetteholm Nord i afsnit 2.6.2.3 er også gældende for v/Refshaleøen.

Kalkoverfladen vil være beliggende ca. 20 m under terræn. Nedrammede pæle forventes at være en passende løsning på Refshaleøen da ca. 10 m af de øverste jordlag består af fyld.

Figur 2.44

Forslag til stationsplacering for v/Refshaleøen Station Variant.



2.6.2.8 V/Refshaleøen – Undergrundsstation (Variant)

Placering og udformning

Metrostationen v/Refshaleøen Variant er placeret ligesom Hovedforslaget beskrevet i afsnit 2.6.2.7 og skitseret på Figur 2.44.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 12 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet af hensyn til sikring imod skybud og stormflod.

Stationen er forudsat udført med ovenlys.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Ref-ARC-DWG-000021 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

Den arkitektoniske indpasning beskrevet for v/Refshaleøen Hovedforslag i afsnit 2.6.2.7 er også gældende for v/Refshaleøen Variant.

Stationslayout er en typisk undergrundsstation, og tegning af et typisk undergrundsstationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

De trafikale forhold beskrevet for v/Refshaleøen Hovedforslag i afsnit 2.6.2.7 er også gældende for v/Refshaleøen Variant.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 20 m under terræn. Stationen er beliggende i nærheden af Svanemølleforkastningen, som er meget vandførende. Det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af kendte metoder, omend der må tages ekstra forholdsregler for håndtering af grundvand i anlægsfasen. Der vurderes dog på nuværende stadie i planlægningen ikke at være behov for evt. at udføre stationen i våd udgravning, men dette må analyseres i en senere projektfase, efter at Svanemølleforkastningen beliggenhed er fastlagt via supplerende forundersøgelser.

Figur 2.45

Forslag til stationsplacering
v/Kløverparken Station.



2.6.2.9 V/Kløverparken – Højbanestation (Hovedforslag)

Placering og udformning

Metrostationen v/Kløverparken er placeret øst for Kløvermarken på Amagers østside som skitseret på Figur 2.45.

Stationen er forudsat udført som en ny type højbanestation med en perronbredde på 9 m og med perronniveau beliggende ca. 6 m over terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet af hensyn til sikring imod skybrud.

Området bør undersøges nærmere med henblik på at minimere behovet for ledningsomlægninger, hvilket kan føre til, at en tilpasning af linjeføringen vil være attraktiv. Stationsplaceringen og linjeføringen vil blive udviklet yderligere i projektets næste fase og koordineres med byplanlægningen for lokalområdet.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=KlØ-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

Den arkitektoniske indpasning beskrevet for v/Refshaleøen i afsnit 2.6.2.7 er også gældende for v/Kløverparken.

Trafikal indpasning

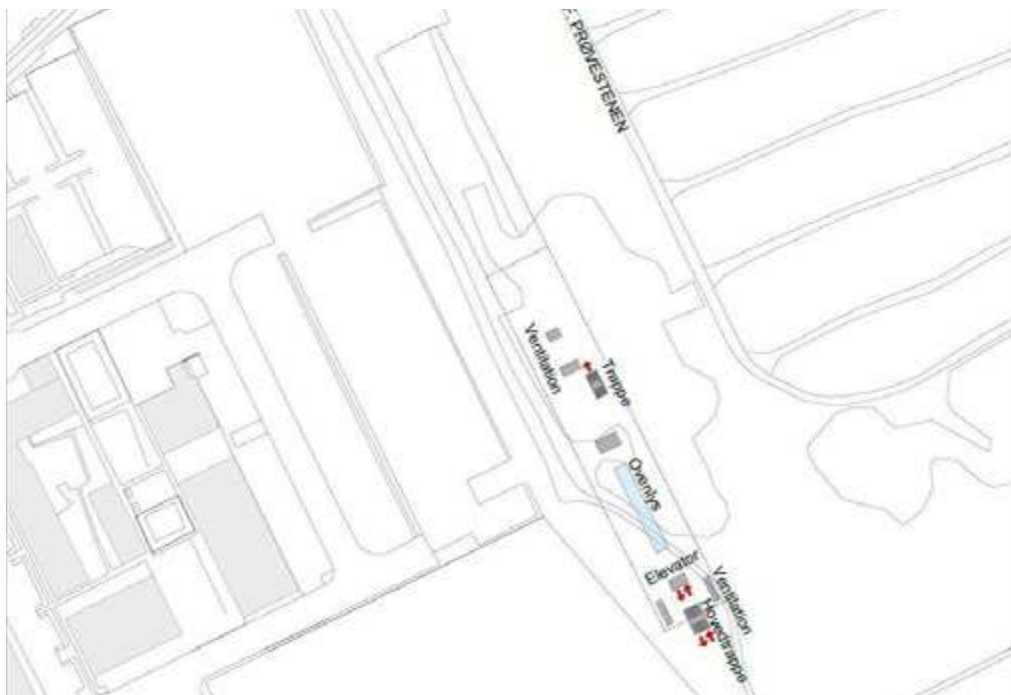
Den trafikale indpasning beskrevet for v/Refshaleøen i afsnit 2.6.2.7 er også gældende for v/Kløverparken.

Anlægstekniske forhold

De anlægstekniske forhold beskrevet for v/Refshaleøen i afsnit 2.6.2.7 er også gældende for v/Kløverparken. Kalkoverfladen er beliggende ca. 11 m under terræn.

Figur 2.46

Forslag til stationsplacering
v/Kløverparken Variant.



2.6.2.10 V/Kløverparken – Undergrundsstation (Variant)

Placering og udformning

Metrostationen v/Kløverparken er placeret øst for Kløvermarken på Amagers østside som skitseret på Figur 2.46.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Klø-ARC-DWG-000011 i det tekniske tegningsbilag.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 12 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet af hensyn til sikring imod skybrud.

Stationen er forudsat udført med ovenlys.

Ligesom Hovedforslaget beskrevet i afsnit 2.6.2.9 skal den endelige stationsplacering undersøges nærmere i projektets næste fase.

Arkitektonisk indpasning

Den arkitektoniske indpasning beskrevet for v/Refshaleøen i afsnit 2.6.2.7 er også gældende for v/Kløverparken Variant.

Trafikal indpasning

Den trafikale indpasning beskrevet for v/Refshaleøen i afsnit 2.6.2.7 er også gældende for v/Kløverparken Variant.

Anlægstekniske forhold

De anlægstekniske forhold beskrevet for v/Refshaleøen i afsnit 2.6.2.7 er også gældende for v/Kløverparken Variant.

Kalkoverfladen er beliggende ca. 11 m under terræn, og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode.

2.7 Tekniske forhold

2.7.1 Hovedgeometri

Som beskrevet i afsnit 2.1 undersøges der i udredningen to alternative løsninger. Det drejer sig om hovedforslag og variant.

Linjeføringer og længdeprofil for hovedforslag og varianter er dækket af beskrivelserne i de følgende afsnit. Tegninger til hovedforslag og variant løsninger er i det tekniske tegningsbilag.

Normgrundlag

Sporgeometrien er på disse linjeføringer fastlagt ud fra kravene i BOStrab-sporreglerne med de ændringer og tilføjelser, som blev fastlagt i forbindelse med anlægget af Cityringen. Kravene til sporgeometrien er således beskrevet i "Cityringen Common Basis, Geometrical Requirements".

Maksimalhastigheden er 90 km/t ligesom M3/M4, og man tillader op til 140 mm overhøjdeunderskud i normale situationer samt tillader stigninger på op til 6 %.

Sporskifter til transversaler er indlagt på retlinede strækninger horisontalt.

Stationerne anlægges altid vandrette.

Bindinger på linjeføring og længdeprofil

Linjeføring og længdeprofil har en række bindinger som listes herunder:

- Forbindelse til den eksisterende bane på viadukt nord for Orientkaj station
- Linjeføringen krydser over Nordhavnstunnellen, og dette bygværk vil muligvis også kunne fungere som fundament for stationen ved Baltikakaj
- Linjeføring under Kronløbet er forudsat at ske i tunnel med henblik på at kunne opretholde skibstrafik
- Lynetteholms områdeafgrænsning og byplan er bestemmende for placering af metroens stationer med henblik på at opnå den bedst mulige integration af det nye byområde og metroforbindelsen
- Det er forudsat at rensningsanlægget Lynetten er flyttet før anlæg af metroforbindelsen
- Linjeføringen krydser Margretheholm Havn på højbane, hvor højbanekonstruktionens underside er omkring +8.75 m.

Metrolinjeføringerne krydser flere af de mulige linjeføringer for Østlig Ringvej. Grænsefladerne mellem de to projekter skal optimeres efterfølgende. Det er forudsat, at metro på højbane uden tilpasning kan anlægges over Østlig Ringvej.

2.7.2 Geoteknik

I tekniske bilag 4 er de geologiske, geotekniske og hydrogeologiske forhold for Lynetteholms metro beskrevet, og de geotekniske tegninger er i tekniske tegningsbilag.

For strækningen på Lynetteholm er det forudsat, at landindvindingen vil blive udført, så det ikke resulterer i betydelig fortsat konsolidering efter opførelsen af metroen eller differenssætninger langs linjeføringen.

2.7.3 Stormflod og ekstremregn

2.7.3.1 Skybrud – ekstremregn

Der er foretaget modelberegninger med MIKE FLOOD for en 2.000 års hændelse i hhv. 2035 og 2135 med høj sikkerhedsmargin. Modelberegningerne er foretaget for Kløverparken med udgangspunkt i det eksisterende terræn og de eksisterende bebyggelser og infrastruktur.

Det er antaget, at kloaknettet på befæstede arealer er dimensioneret iht. Spildevandskomiteens Skrift 27 for fælleskloakerede arealer. For ubefæstede arealer anvendes erfaringsbaserede gennemsnitsværdier for initialtab og løbende nedsivning.

Nedbørssummen af en 8 timers CDS T2.000 regnhændelse i 2135 med sikkerhedsfaktor 2,43 er 314 mm. Nedbørssummen af en 8 timers CDS T2.000 regnhændelse i 2035 med sikkerhedsfaktor 1,29 er 171 mm.

Figur 2.47 opsummerer resultaterne af skybrudssimuleringerne ved Kløverparken. Tabellen oplister den eksisterende terrænkote for stationen (i "centerkoordinaten" for stationen), samt den maksimale vanddybde (meter) og maksimale vandstandskote (m DVR90) gennem nedbørshændelserne. Der er ikke resultater for de andre stationer på M4, da tærrenet vil ændre sig med byudviklingen.

2.7.3.2 Oversvømmelse fra hav

Der er foretaget estimater af stormflodshøjder med gentagelsesperioder på $T=2.000$ år og $T=10.000$ år, fremskrevet til hhv. år 2035 og år 2135, med et højt sikkerhedsinterval. Beregningerne er foretaget dels ved stormflodshændelser fra syd, og dels ved stormflodshændelser fra nord. Estimater af stormflodshøjder er baseret på inter- og ekstrapolation af allerede publicerede stormflodshøjder. Det understreges dermed, at estimaterne er forbundet med betydelig usikkerhed. Den påtænkte nye ø, Lynetteholm, er ikke taget med i betragtning, men formodes at have indflydelse på størrelsen af stormfloder fra nord, og på forplantningen af stormfloder fra syd gennem havnen. Det anbefales, at der udføres mere detaljerede simuleringer af stormflodshøjder på et senere projektstadiet, hvor den endelige udformning af Lynetteholm er kendt.

Figur 2.48 opsummerer stormflodshøjder fra nord, mens Figur 2.49 opsummerer stormflodshøjder fra syd.

2.7.3.3 Hydraulisk forbindelse til hav

I forbindelse med etablering af den nye metrolinje til Lynetteholm er den hydrauliske kontakt til havnen vurderet samt dennes indflydelse på stationernes anlægsomkostninger.

Alle antagelser er lavet på baggrund af DK-modellen² og borer indrapporteret i GEUS Jupiter database. Der er foretaget en vurdering af, hvorvidt den hydrostratigrafiske model og boringernes geologi passer sammen, for at estimere datasikkerheden. I modellen er de geologiske lagflader interpoleret imellem borer. Modellen er oprindeligt udarbejdet for at kunne vurdere vandressourcen i et område. Det er ikke altid, at interpolationen passer med de borer, der (efterfølgende) er udført i området. I mange områder er der ikke udført borer (nok), og man har kun modellen til at lave en vurdering ud fra.

Figur 2.47

Maksimal vandstandskote (m DVR90) og dybde (m) ved $T=2.000$ skybrudshændelser i hhv. år 2035 og 2135. Desuden er den nuværende kote for påtænkte stationer vist.

		T=2.000			
År		2035		2135	
Station	Nuværende terræn (m DVR90)	Maks Dybde (m)	Maks vandstand (m DVR90)	Maks Dybde (m)	Maks vandstand (m DVR90)
Kløverparken	2,23	0,02	2,25	0,02	2,25

² DK-modellen er en hydrostratigrafisk model udarbejdet af GEUS

Figur 2.48

Designlevels ved stormflod fra nord (84 %, inklusive bølgetillæg og tillæg ved for øget stormstyrke). Alle koter i m DVR90.

Station	T=2.000 (84 %)		T=10.000 (84 %)	
	2035	2135	2035	2135
Baltikakaj	2,42	3,64	2,69	3,84
Krydstogtkaj	2,42	3,64	2,69	3,84
Lynetteholm	2,42	3,64	2,69	3,84
Refshaleøen	2,42	3,64	2,69	3,84
Kløverparken	2,42	3,64	2,69	3,84

Figur 2.49

Designlevels (84 %) ved stormflod fra syd ved de påtænkte placeringer af metrostationer. Alle koter i m DVR90.

Station	T=2.000 (84 %)		T=10.000 (84 %)	
	2035	2135	2035	2135
Kløverparken	3,25-3,79	4,59-5,13	4,35-4,89	5,47-6,01
Refshaleøen	2,15-3,76	3,49-5,10	3,25-4,86	4,37-5,98
Lynetteholm	2,05-3,72	3,39-5,06	3,15-4,82	4,27-5,94
Krydstogtkaj	2,05-3,72	3,39-5,06	3,15-4,82	4,27-5,94
Baltikakaj	2,05-3,72	3,39-5,06	3,15-4,82	4,27-5,94

Hvis der i et område ikke er overensstemmelse mellem boringer og model, vil det være en fejl at basere sin vurdering udelukkende på modellen, ligesom det også er forbundet med risiko, hvis man bruger modellen i et område, hvor der slet ikke er udført boringer.

I et senere stadie af arbejdet med etablering af ny metro, kan man med fordel udarbejde en model for området, der bruger data fra nye og gamle boringer og diverse geologiske og hydrostratigrafiske modeller.

2.7.4 Transversaler

Størstedelen af sporkrydsningerne er placeret tilstødende stationens perron for at skabe den bedst mulige operationelle løsning. Her vil perronens bredde afgøre sporkrydsningens længde, hvilket for en 7 m bred perron vil være omkring 100 m.

Den forslåede placering af sporkrydsninger for M4 er skitseret i afsnit 2.2.3.

M4 Hovedforslag

Alle sporkrydsninger forekommer på strækninger af linjeføringen udført som højbane. Her vil brokonstruktionens to betonelementer forenes, hvilket skaber mulighed for udviklingsområde under højbanen.

Den eneste undtagelse vedrørende sporkrydsninger er ved Krydstogtkaj, hvor denne er placeret på en rampe ligesom for M4 i Nordhavn. Det bør her nævnes at sporkrydsningen ikke vil være dimensionsgivende for rampen.

M4 Variant

Alle sporkrydsninger er underjordiske og udføres i samme niveau som den tilstødende station. Den eneste undtagelse er ved Krydstogtkaj, hvor løsningen er som beskrevet for M4 Hovedforslaget ovenfor. For overfladenære stationer og undergrundsstationer vil stationens og sporkrydsningens teknikrum være beliggende over sporkrydsningen. Denne løsning er kendt fra stationen ved Enghave Brygge og stationerne på M4 Syd-havn. I tilfælde, hvor hele området over sporkrydsningen ikke anvendes til teknikrum, er der mulighed for anden anvendelse. Dette kunne være til cykelparkering eller lignende.

Tegning til transversal er i det tekniske tegningsbilag.

2.7.5 Nødsakke

Nødsakke er nødvendige hvor tunnelafstanden mellem stationernes ind- og udgangspunkter overstiger en defineret afstand. Skakterne har to funktioner; som flugtvej for passagerer i nødstilfælde og som indgang for beredsskabsstyrelsen. Afstanden er defineret i internationale standarder og i overensstemmelse med relevante myndigheder. Aftalerne fra Cityringen er fastholdt, hvormed en maksimal afstand på 1250 m er anvendt. Denne afstand skal dog aftales med relevante myndigheder igen under projektets næste fase. Afstanden mellem skakte afhænger eksempelvis af transporttid fra brandstationer og tunnelens gennemsnitlige afstand mellem udgange. Yderligere undersøgelser vil muligvis medføre ændring af det samlede antal nødvendige skakte og tilhørende anlægskostninger.

M4 Hovedforslag

Nødsakke er ikke nødvendige, fordi den eneste tunnelsektion er under Kronløbet. Baseret på den nuværende linjeføring og foreslåede stationsplacering er afstanden mellem nødudgange omkring 950 m.

M4 Variant

Nødsakke er nødvendige på tunnelstrækningen mellem stationerne v/Refshaleøen til v/Kløverparken.

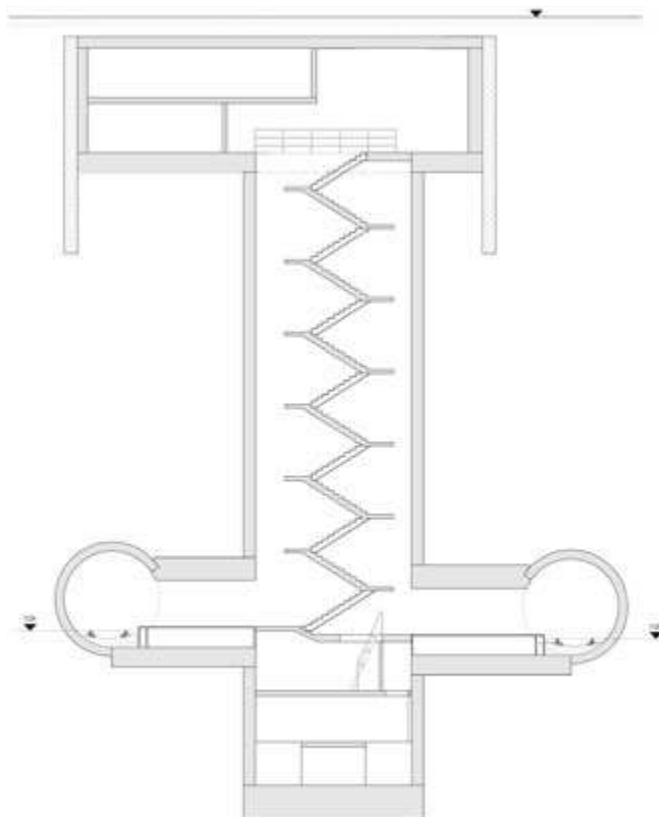
Den foreslåede nødsakkt er som ved udvidelsen af M4 Nordhavn ved Krauserparken. Dette er en cirkulær skakt udgravet fra terræn ned mellem de to borede tunneller, hvorfra der udgraves forbindelse til tunnelerne. Løsningen er skitseret på Figur 2.50, hvor det noteres at dybden vil variere afhængigt af tunneldybden.

Tegning til nødsakke er i det tekniske tegningsbilag.

Skakternes placering vælges med hensyn til eksisterende underjordisk ledningsføring og byplanlægning i lokalområdet. I terrænniveau vil en permanent nødtrappe være nødvendig.

Figur 2.50

Tværsnit af en nødsakkt
(dybden vil variere afhængigt
af tunneldybden).



2.7.6 Ramper

Ramper er nødvendige på delstrækninger af linjeføringen hvor der forekommer overgang fra tunnel til højbane og anlægges ved hjælp af en cut & cover-tunnel. Løsningen er kendt fra M4 Nordhavn ved overgangen mellem Nordhavn- og Orientkaj station og ydermere forbindelsen til Kontrol og Vedligeholdelses Centeret (CMC) på M3. Løsningen er skitseret på Figur 2.51.

Tegning til rampe er i det tekniske tegningsbilag.

M4 Hovedforslag

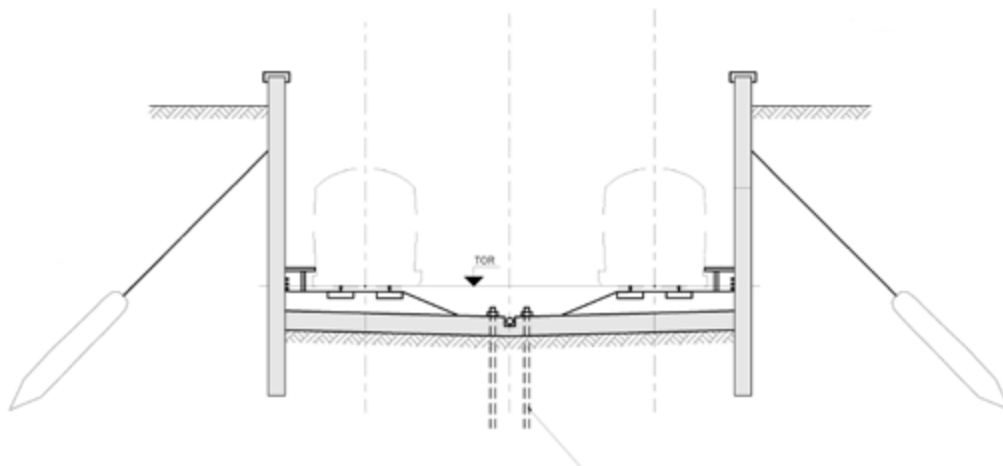
Ramper er nødvendige på begge sider af Kronløbet. I Nordhavn vil rampen være placeret vest for stationen ved Krydstogtkaj som skitseret på Figur 2.52. På Lynetteholm vil rampen blive placeret vest for stationen v/Lynetteholm Nord.

M4 Variant

Der kræves kun en rampe i Nordhavn med placering som foreslået for Hovedforslaget.

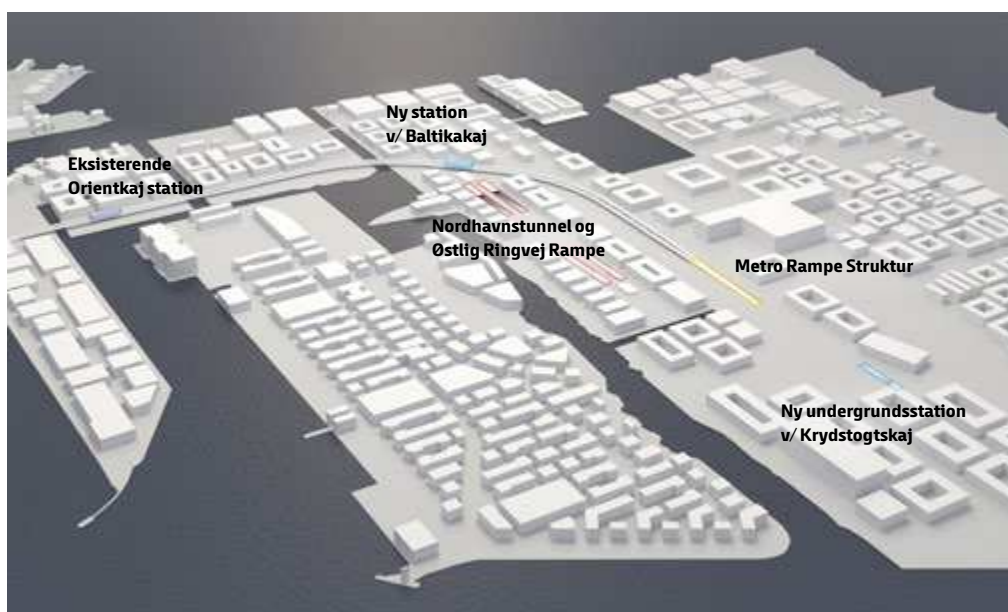
Figur 2.51

Tværsnit af rampe.



Figur 2.52

Skitse af højbane og rampe (med orange) i Nordhavn tilføjet den eksisterende masterplan. Masterplanen vil skulle tilpasses de nye stationsplaceringer og linjeføring, hvis Blå linje M4 skal anlægges. Den skitserede rampe for Østlig Ringvej er foreløbigt placeret.



2.7.7 Højbane

To typer højbane er forslået for M4. På Nordhavn fortsættes den strukturelle form og arkitektur fra M4 ved Orientkaj Station. For strækningen mellem Lynetteholm og Kløverparken er skitserne udviklet med fokus på at gøre konstruktionen mere økonomisk, mens arbejdsmiljøet gøres mere sikkert.

2.7.7.1 Nordhavn viadukt

Som nævnt vil højbanen fra Orientkaj Station til rampen ved v/Krydstogtkaj Station være i stil med det eksisterende design. Højbanen består af to separate brodæk understøttet af en centralt placeret søjle. Søjlerne er placeret med en afstand på 33 m. Et tværsnit af højbanen er skitseret på Figur 2.53.

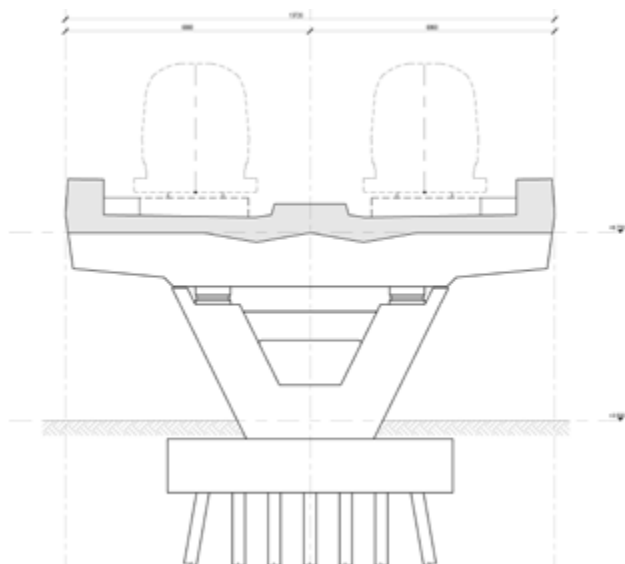
2.7.7.2 Højbanen fra Lynetteholm til Kløverparken

Det noteres at en højbane er gældende for M4 Hovedforslag og ikke M4 Variant.

Det vurderes at præfabrikerede betonelementer er den mest fordelagtige løsning, når højbanens længde betragtes, og det forventes, at hvert spor understøttes af 22 m lange brodæk. Løsningen er skitseret på Figur 2.54.

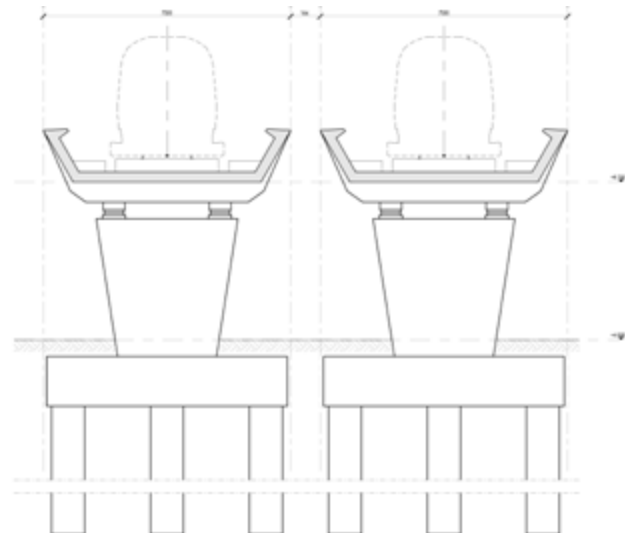
Figur 2.53

Tværsnit af højbanen i Nordhavn. Skitseringen viser, hvor brodækket er forenet enten ved en station eller ved sporskifte.



Figur 2.54

Tværsnit af højbane fra Lynetteholm til Kløverparken.



Fremstilling af præfabrikerede betonelementer sker på en elementfabrik, hvor arbejdsforholdene er mere kontrollerede end på byggepladsen. Dette resulterer i øget kvalitet af betonelementerne samt et mere sikkert arbejdsmiljø. Det er også en bedre økonomisk løsning, hvis antallet af forskellige typer af betonelementer kan reduceres.

Elementerne transporteres til byggepladsen efter behov, hvor de installeres ved brug af kran. Dette er en almindelig og kendt konstruktionsteknik både i Danmark og internationalt.

Mellem stationerne v/Refshaleøen og v/Kløverparken krydser linjeføringen Margretheholm Havn. Det foreslås at den strukturelle form bevares, hvormed enkelte søjler, pilecaps og pælegrupper udføres i marinaen. Det forventes, at brokonstruktionens underside vil være omkring +8,75 m DVL90 afhængigt af terrænniveau nær marinaen. Udførelsesfasen bør overvejes som faseopdelt for dermed at minimere, hvordan marinaen påvirkes. Der er i den nuværende skitseprojektering ikke taget højde for laster fra skibskollision eller islast. Disse forhold undersøges nærmere i projektets næste fase.

Der er eksisterende ledningsføring nær den foreslåede linjeføring, især på strækningen mellem stationerne v/Kløverparken og v/Refshaleøen. I tilfælde hvor eksisterende ledningsføring krydser linjeføringen nær vinkelret forventes det, at placering af søjler og pælegrupper kan optimeres, således at disse ikke kolliderer. Der er dog en del 132kv strømkabler, der løber parallelt med linjeføringen og en stor pumpestation, der begge kolliderer med de foreslåede konstruktionselementer. I projektets næste fase undersøges og evalueres det nærmere, om disse bør flyttes eller om linjeføringen bør ændres.

Højbanen krydser ligeledes den mulige Østlig Ringvej afhængigt af hvilken linjeføring for Østlig Ringvej, der vælges. Dette er behandlet yderligere i afsnit 2.7.13.2.

Tegning til højbane kan findes i tekniske tegningsbilag.

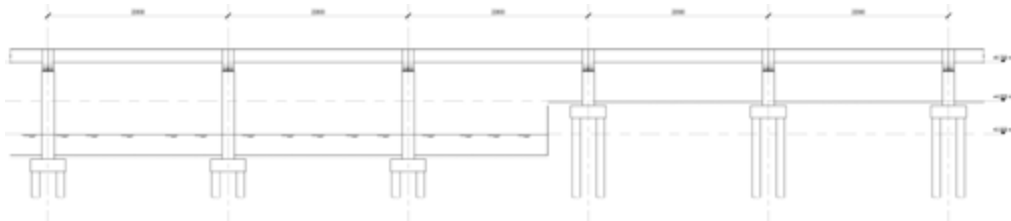
Figur 2.55

Eksempel på, hvordan betonelementer kan transporteres.



Figur 2.56

Længdesnit at højbanen hvor Margretheholm Havn krydses.



2.7.8 Tunneller

2.7.8.1 Borede tunneller

De borede tunneller vil skulle anlægges med tunnelboremaskiner (TBM'er) af typen "Earth Pressure Balance" (EPB), som kan opretholde et balancerende modtryk imod jord og vand foran TBM'en under boringen. Dette gør jordbunds- og grundvandsforholdene under udførelsen mere stabile.

M4 Hovedforslag

For tunnelstrækningen fra Lynetteholm til Nordhavn foreslås arbejdspladsen, der varetager tunnelrelateret arbejde, placeret på Lynetteholm. Her modtages udgravet materiale fra tunnelen, hvilket således kan anvendes direkte som landindvinding. Det vil ydermere reducere tung trafik igennem Indre By i forbindelse med landindvinding, hvilket er beskrevet yderligere i afsnit 2.7.14.2 om arbejdspladser.

Det foreslås at tunnellerne udføres ved brug af en enkelt TBM, der borer begge tunneller, ligesom det var tilfældet på M4 fra Nordhavn til Øster Søgade. Tunnellerne skal føres under krydstogtterminalens fundamenter, havnekajvæggen på Nordhavn og skal koordineres med afgrænsningen af Lynetteholm, der endnu ikke er fastlagt. Den nuværende tunnellinjføring krydser den nuværende afgrænsning af Lynetteholm i en dybde af -18 m DVR 90 (målt til den øverste del af tunnelen). Hvis udviklingen af Lynetteholm og afledte effekter, som eksempelvis dybde af spunsvæg, betyder at tunnellerne skal føres dybere ned, så vil tunnellængden og anlægsomkostningerne muligvis forøges, og placeringen af højbanestationen v/Lynetteholm Nord vil blive påvirket. Som alternativ kan Lynetteholms kajvæg projekteres med et 'soft eye', hvor tunnelboremaskinen kan bore igennem, dog forudsat at kajvæggenes stabilitet ikke afhænger af jordankre i zonen, hvor tunnelboremaskinen passerer. Det vil være nødvendigt at koordinere den endelige løsning, arbejdsmetoder og konstruktionssekvenser med relevante projektintressenter i projektets næste faser.

M4 Variant

Denne løsning har to sektioner med borede tunneller; mellem Nordhavn og Lynetteholm og fra v/Lynetteholm Syd til v/Kløverparken. Der er ydermere cut & cover-tunneller som beskrevet i afsnit 2.7.8.2.

Tunnelstrategien vil være meget afhængig af overordnede strategier for projektet som eksempelvis valg af enterpriseform, tidsplan, m.m., hvilket undersøges nærmere i projektets næste faser. Denne udredning er baseret på, at to TBM's først borer tunnellerne fra Lynetteholm til Nordhavn, hvorefter de transporteres til v/Lynetteholm Syd og borer tunnellerne til v/Kløverparken. Det kan undersøges nærmere i projektets næste faser, om der er fordele ved at lade én TBM bore tunnellerne fra Nordhavn til Lynetteholm og én fra v/Lynetteholm Syd til v/Kløverparken.

For strækningen fra v/Lynetteholm Syd til Kløverparken foreslås det, at arbejdspladsen, der varetager tunnelrelateret arbejde, placeres på den Sydlige del af Lynetteholm. Dette vil resultere i mindre tung trafik gennem eksisterende bycentrum, idet udgravet materiale kan anvendes til landindvindingen. M4 linjeføringen krydser den mulige Østlig Ringvej, hvilket er beskrevet yderligere i afsnit 2.7.13.2.

En vigtig fordel ved M4 Variant løsningen er, at det er muligt at placere stationer, skakte og tunneller så grænsefladen med eksisterende ledningsføring og pumpestationer mellem stationerne v/Kløverparken og v/Refshaleøen minimeres.

2.7.8.2 Cut & cover-tunneller

M4 Hovedforslag

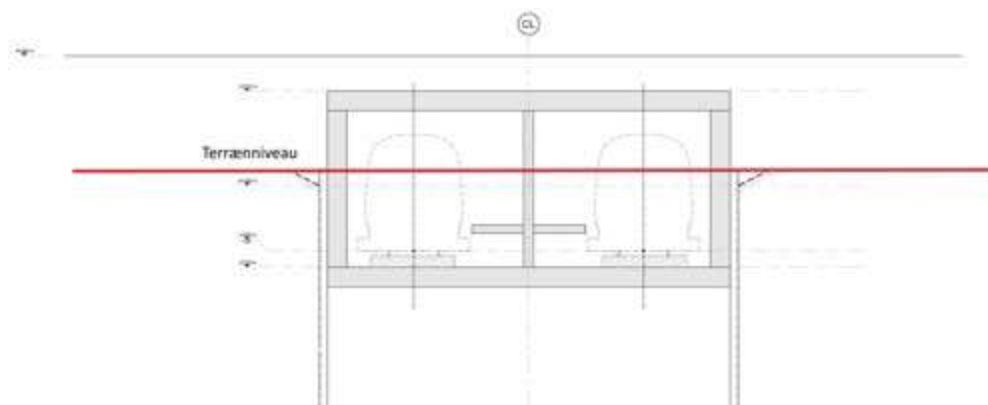
Det er nødvendigt med cut & cover-tunneller, hvor der forekommer overgang på linjeføringen fra højbane til tunnel, idet linjeføringen skal nå en bestemt dybde for, at TBM kan startes.

M4 Variant

Her foreslås en lang cut & cover-tunnel på Lynetteholm mellem v/Lynetteholm Syd og v/Lynetteholm Nord stationerne. Derudover foreslås cut & cover-tunneller på hver side af stationerne, hvor linjeføringen skal nå en bestemt dybde for, at TBM kan startes.

Figur 2.57

Tværsnit af cut & cover-tunnel på Lynetteholm.



Det er forudsat at cut & cover-tunnellerne og tilstødende stationer udføres, når Lynetteholm er delvist udført. Det vil sige, når landindvindingen er nået et punkt, hvor terrænniveau er over havoverfladen så arbejdspladsen er tør. Dette reducerer dybden af udgravningen for cut & cover-tunneller, stationer og anlægsomkostninger, som derved reducerer risici i arbejdsmiljøet. Anlægsmetoden er skitseret på Figur 2.57. Hvis anlægsmetoden ændres, således at disse processer først starter efter landindvindingen af Lynetteholm er gjort færdigt, så forventes de tilhørende anlægsomkostninger at forøges.

Det er en mulighed at koordinere byudviklingen for Lynetteholm således, at der bygges eller inkluderes tilladelse i detailprojekteringen for fremtidig udførelse af bygninger ovenpå tunnellerne. Dette er ikke inkluderet i skitseprojekteringen og undersøges nærmere i projektets næste faser. Omfanget af ændringer til skitseprojekteringen vil afhænge af en række faktorer som eksempelvis bygningernes udformning, anvendelse og hvordan lastoverførsel til tunnelen foreslås.

Tegning til cut & cover kan findes i tekniske tegningsbilag.

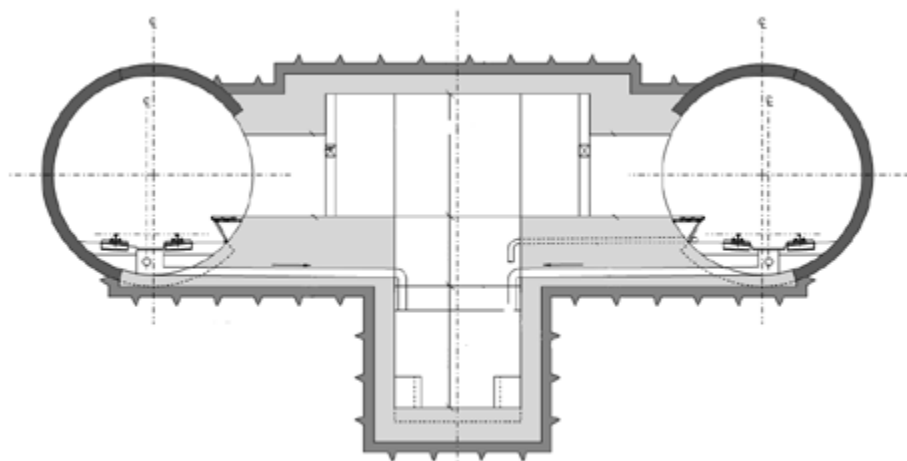
2.7.9 Pumpesumpekaverner

Afvanding af tunnellerne foregår via indstøbte rør i bunden af tunnellerne til pumpe-sumpe placeret i dybdepunkter langs linjeføringen. For at minimere antallet af pumpe-sumpe er dybdepunkter forsøgt placeret nær stationer og nødsakke. En mulig løsning for en pumpe-ump er skitseret på Figur 2.58.

I tilfælde hvor pumpe-sumpe ikke kan placeres nær stationer eller nødsakke, udgraves der underjordisk til en pumpe-ump. For både M4 Hovedforslag og M4 Variant er der behov for en udgravet pumpe-ump, hvor tunnellerne krydser under Kronløbet. Her ligger tunnellerne dybt i kalken, hvilket er passende for den påkrævende anlægsmetode.

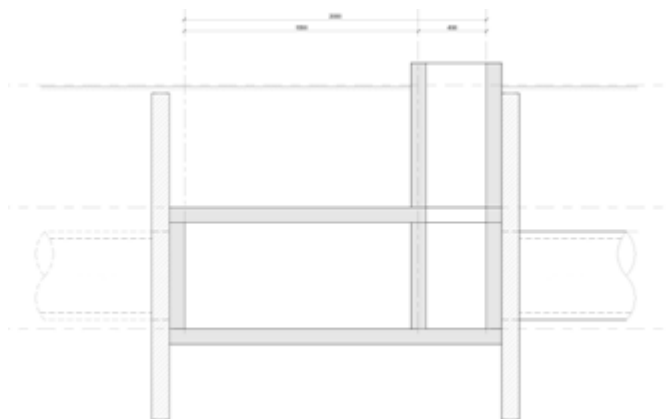
Figur 2.58

Tværsnit af en pumpe-ump.



Figur 2.59

Længdesnit af en slusksakt.



2.7.10 Slusksakte

For enden af linjeføringen v/Kløverparken er det nødvendigt med en strækning efter stationen, der fungerer som sikkerhed for standsende tog, kaldet stopspor. Banen fortsættes yderligere efter linjeføringens sidste station for at give plads til parkerede tog.

M4 Hovedforslag

Linjeføringen er på højbane på de nævnte placeringer, hvor slusksakte ville være nødvendige. I stedet fortsættes højbanen, så den samme funktionalitet opnås. Der er hermed ikke brug for slusksakte på M4 Hovedforslag.

M4 Variant

Hvor linjeføringen er under jorden foreslås, ligesom for M4 Variant, at udføre denne strækning i en boret tunnel i stedet for at forlænge cut & cover-tunnellen. Dette vurderes som en mere økonomisk konstruktionsmetode. Da tog ender i denne tunnelsektion, er det imidlertid vigtigt, at en tunnelventilations- og brandstrategi er blevet overvejet i designet. For at ventilere tunnellerne foreslås det at konstruere en lille skakt i slutningen af tunnellerne, der har en forbindelse til overfladen. Der kræves ingen ventilatorer i denne skakt, da formålet kun er at etablere mulighed for, at røgen kan stige op til overfladen i tilfælde af brand, se Figur 2.59.

Tegning til slusksakte er i det tekniske tegningsbilag.

Skakten vil også kunne anvendes til at udtage TBMs efter tunnellerne er udført, eller hvor TBMs skal modtages i tilfælde af fremtidig udvidelse.

2.7.11 Anlægsfasen og etapedeling

M4 Hovedforslag

Det er undersøgt, hvordan projektet kan udføres i faser, og åbningen etapedeles som skitseret i afsnit 2.1.2 og beskrevet herunder.

Åbning af metroen med etapedeling vil medføre en række ændringer, som anført herunder, for at sikre sikker drift i takt med at delstrækninger åbnes.

- Etape 1 - Orientkaj til v/Krydstogtkaj;
 - Yderligere cut & cover-tunnel med stopspor skal anlægges
- Etape 2 - v/Krydstogtkaj til v/Kløverparken;
 - Reduktion i længen af boret tunnel, hvor stopspor er anlagt.

De estimerede ekstra anlægsomkostninger for M4 med etapedeling er cirka 450m kr.

Vedrørende anlægsomkostningerne for det etapedelte M4 Hovedforslag vurderes en bymæssige udvikling af Lynetteholm at være tilsvarende Nordhavn under udførelsen af M4 fra Øster Søgade til Orientkaj. Der er således ikke taget højde for, at udførelsesfasen foregår i lokalområder, hvor byudviklingen er gennemført, hvilket ellers ville øge anlægsomkostningerne.

M4 Variant

Der er på nuværende tidspunkt ikke undersøgt etapedeling for denne løsningsmodel. Dette kan undersøges nærmere i projektets næste faser.

2.7.12 Tekniske forhold ved mulige fremtidige udvidelsesmuligheder

M4 Hovedforslag

Enden af linjeføringen er opført som højbane, hvor det er muligt at udvide linjeføringen. Linjeføringen for en fremtidig udvidelse er dog ikke fastlagt, og begrænsninger for fremtidig udvidelse er ikke undersøgt. Dette kan eksempelvis være, om forholdene tillader overgang fra højbane til tunnel, eksisterende eller planlagte bygningsværker, eksisterende ledningsføring, mulig Østlig Ringvej m.m.

M4 Variant

Som beskrevet i afsnit 2.7.10 foreslås en slusksakt efter stationen v/Kløverparken, så fremtidig udvidelse af linjeføringen kan udføres uden operationel påvirkning af den eksisterende metro.

2.7.13 Grænseflade med andre projekter

Projektet vil have grænseflader med andre store projekter både under udførelsesfasen og driftsfasen, som nævnt herunder:

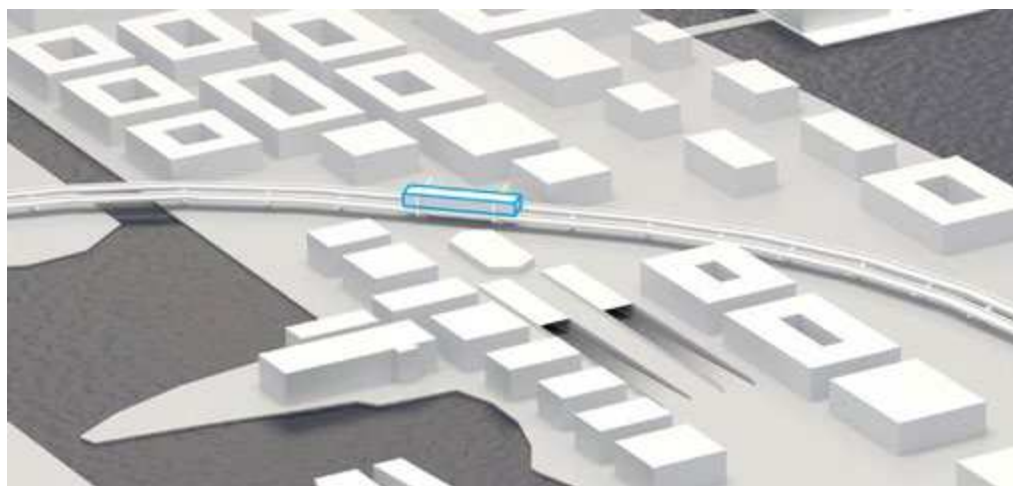
- Nordhavnstunnel
- Østlig Ringvej
- Opførelse af Lynetteholm.

2.7.13.1 Nordhavnstunnel

Nordhavnstunnellen er en vej-tunnel, der forbinder Nordhavn med Nordhavnsvej-tunnellen. Dette projekt er udviklet i højere grad end Lynetteholm Metroprojektet, og anlægsfasen vurderes at blive igangsat først. Grænseflader mellem de to projekter på Figur 2.60.

Figur 2.60

Grænseflader mellem Nordhavnstunnel og M4.



Linjeføringen for både M4 Hovedforslag og Variant krydser Nordhavnstunnelen ved Baltikakaj stationen. Her planlægges metroen udført som højbane, og det forudsættes, at metrostationen kan anvende den underliggende tunnel som fundament uden betydning for den strukturelle udformning. Det er muligt at indføre mindre justeringer af linjeføringen og placeringen af metrostationen, så forhold for Nordhavnstunnelen tilpasses, hvilket undersøges nærmere i projekternes næste faser. Hvis Nordhavnstunnelprojektet igangsættes først, er det nødvendigt at koordinere grænsefladen eksempelvis omkring laster og lastoverførsel, så M4-udvidelsen kan udføres i fremtiden.

2.7.13.2 Østlig Ringvej

På tidspunktet, hvor denne udredning fandt sted, blev to hovedscenarier, Øst og Vest, undersøgt som mulige linjeføringer for Østlig Ringvej. Disse er illustreret på Figur 2.61.

Udover de to primære linjeføringer er der et antal varianter til hver, hvilket resulterer i 9 forskellige varianter i alt. Disse er illustreret på Figur 2.62. Mulige grænseflader med Østlig Ringvej Variant Ø4 og Ø5 er ikke undersøgt på dette tidspunkt, men vil kunne blive undersøgt yderligere i projektets næste fase.

Figur 2.61

Mulige linjeføringer for Østlig Ringvej.



Figur 2.62

Østlig Ringvej Variant.



Varianterne ændres i både linjeføring og længdeprofil, konstruktionsmetode (cut & cover, sænketunnel, eller boret tunnel) og placering af kryds med eksisterende veje. Det er i forbindelse med dette udredningsarbejde forsøgt at udvikle løsninger, der minimerer grænsefladerne med Østlig Ringvej. Det er dog ikke muligt at udvikle en løsning, der tager hensyn til alle varianter af linjeføringen, men M4 Basis og Variant er kompatible med mindst én linjeføring for Østlig Ringvej. Når de mulige linjeføringer for både Østlig Ringvej og metroprojektet er blevet reduceret, vil yderligere koordinering mellem de to projekter kræves. Afhængigt af, hvilke linjeføringer der vælges, vil det muligvis medføre ændringer i metroprojektets design og anlægsomkostninger.

Påvirkningen af grænsefladen med Østlig Ringvej afhænger ikke kun af den valgte linjeføring og konstruktionsmetode, men også tidsplanerne for udførelsen af både Østlig Ringvej og metroprojektet. I forbindelse med udredningen er det forudsat, at Østlig Ringvej bygges først. Dette er især vigtigt, når højbanen og tilhørende stationer understøttes direkte på konstruktioner opført i forbindelse med Østlig Ringvej. Dette er også vigtigt, hvor metrotunnellen bores tæt på bunddækket i Østlig Ringvej-tunnellen. Hvis metro TBM'erne skal passere under Østlig Ringvej-tunnellen, forudsættes det, at støttemurene skal være designet til at kunne tillade dette, og at der ikke installeres jordankre i området, hvor TBM'erne skal passere.

Det bemærkes, at hvis Vest-løsningen for Østlig Ringvej vælges, vil der være en stor grænseflade mellem vejryds og stationen ved Kløverparken. For M4 Basis, hvor stationen er udført på højbane, vil begge løsninger muligvis kunne integreres, men det vurderes ikke hensigtsmæssigt. For M4 Variant skal stationen være markant dybere og placeringen flyttet længere mod syd.

Som en del af udredningen er muligheden for at have en kombineret tunnel med Østlig Ringvej langs hele eller en del af linjeføringen undersøgt. Denne undersøgelse blev udført i samarbejde med Vejdirektoratet. På baggrund af en lang række faktorer blev det konstateret, at det hverken var fordelagtigt for de individuelle projekter eller som helhed at udvikle en kombineret tunnel.

2.7.13.3 Lynetteholm

Både M4 Hovedforslag og Variant vil have en betragtelig anlægsfase på Lynetteholm, hvor det er forudsat at metrobyggeriet igangsættes i takt med at landindvindingen foregår. Yderligere undersøgelser foretages i projektets næste faser, hvor det forventes, at detaljerede tidsplaner og detailprojektering for udviklingen af Lynetteholm bliver udviklet.

Grænsefladen mellem de borede tunneller og Lynetteholms kajvæg beskrevet i afsnit 2.7.8 er vigtig og vil blive undersøgt nærmere.

Løsningerne i denne udredningsrapport foreslår at udførelse af metroen foregår som parallel aktivitet til udvikling af Lynetteholm. Det vil være fordelagtigt for både M4 og M5 Variantløsningerne at minimere udgravningsarbejdet og sikre sig adgang til terrænniveau under anlægsfasen.

Ideelt set vil opfyldning af Lynetteholm udføres hvor velgraderet sand anvendes, uden partikkelstørrelser større end grus og med en friktionsvinkel på 35 grader eller derover. Som minimum vil det kræves at opfyldningen ikke udsættes for yderligere konsolidering efter udførelse af metroprojektet, så der ikke opstår problemer som følge af sætninger og differenssætninger.

For M4 og M5 Hovedforslag forudsættes højbanens fundamenter at nå den underliggende kalk. Dermed er jordbundsforholdene mindre vigtige, men det noteres at konsolidering vil kunne påvirke størrelsen af pile og pælegrupper, hvilket skal undersøges nærmere i projektets næste faser.

For M4 og M5 Variant er linjeføringen anlagt i en cut & cover-tunnel på størstedelen af Lynetteholm. Her har jordbundsforholdene en større betydning for detailprojekteringen, især da det forudsættes, at bygværket udføres direkte på opfyldningen uden pælefundamenter. Disse forhold skal undersøges nærmere i projektets næste faser.

2.7.14 Arbejdsplads

Dette afsnit beskriver forhold relateret til anlægsarbejds nødvendige arbejdspladser.

2.7.14.1 Generelt om arbejdspladser

Der er på tegningerne vist mulige udformninger af arbejdspladser for de i udredningen forudsatte placeringer af stationer, transversalkamre, cut & cover-tunnel og åbne gravstrækninger. Disse skal ikke tages som et udtryk for, at udformningen af arbejdspladserne er endeligt fastsat og ikke kan ændres, udvides eller suppleres med satellitarbejdspladser i en senere projektfase, men mere som et udtryk for, hvordan en arbejdsplads i store træk vil kunne tænkes at se ud på de enkelte lokaliteter. Der udestår en detaljeret koordinering og vurdering i forhold til udførelsesperioden og afklaring af den endelige udformning med myndigheder, lodsejere og naboer. Dette vil foregå i en senere projektfase.

I forbindelse med udarbejdelse af forslag til arbejdspladser er det tilstræbt at tilvejebringe størst mulige arbejdspladser under hensyntagen til omkringliggende forhold, herunder naboer og adgangsforhold til bygninger samt opretholdelse af trafikken i videst muligt omfang. Specielt udestår diskussion med politi og brandvæsen af forhold for adgang og brandredning til naboer i anlægsfasen. Dette vil foregå i en senere projektfase.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Der er i forbindelse med udredningen gennemgået mulige placeringer for arbejdspladser, der kræves for at gennemføre anlægsarbejdet. Der har her været fokus på at udvikle løsninger, der minimerer trafik igennem Indre By. Dette er eksempelvis opnået ved at foreslå arbejdspladser, hvorfra tunnelboringen startes, udenfor byens centrum. Der vil dog stadig være behov for konstruktionstrafik til arbejdspladser for stationer og skakte foreslået i byen for at levere materialer, fjerne udgravet materiale, daglig transport for personale osv. Endelig løsning på dette afhænger af detaljer i etapedeling i næste fase.

For højbanestrækninger vil arbejdspladsen følge linjeføringen, mens der for tunnelstrækninger vil kræves lokale løsninger ved stationer, skakte og cut & cover-tunneller. Der er på nuværende tidspunkt ikke taget højde for arbejdspladsens udformning og krydsningspunkter for bilister, cyklister og fodgængere, hvilket undersøges nærmere i projektets næste fase.

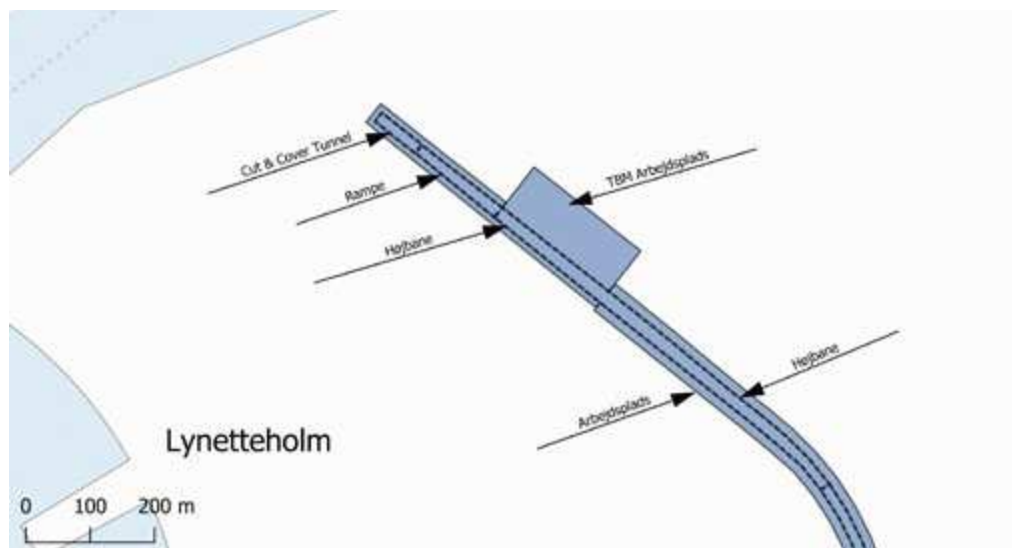
2.7.14.2 Arbejdsplads for tunnelboremaskine (TBM)

M4 Hovedforslag

For M4 Hovedforslag blev arbejdspladsen for TBM'erne overvejet enten på Nordhavn eller Lynetteholm. Da Lynetteholm vil være mindre udviklet end Nordhavn under anlægsfasen, og det vil være muligt at genanvende udgravet material fra tunnellerne på landindvindingen, vurderes det bedst at placere

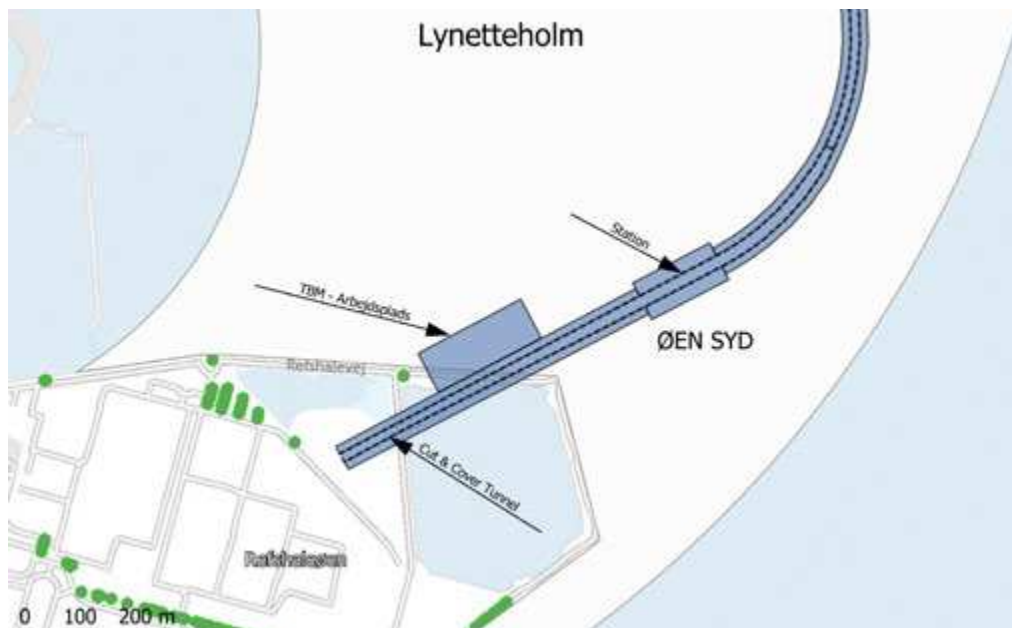
Figur 2.63

Arbejdsplads for tunnelboremaskine på M4 Hovedforslag.



Figur 2.64

Arbejdsplads for tunnelboremaskine på den sydlige del af Lynetteholm til M4 Variant.



TBM-arbejdspladsen på Lynetteholm. Dette muliggør også, at tung trafik igennem Indre By i forbindelse med transport af udgravet materiale undgås. Der vil dog være anden tung trafik i forbindelse med transport af andre ressourcer.

Arbejdspladsen forventes placeret ved rampekonstruktionen hvorfra TBM'erne igangsættes, hvilket er skitseret på Figur 2.63. Arbejdspladsens udformning er skitseret yderligere på tegning LYN-ARUP-STA=Øen-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke indvirke på trafikken i området.

M4 Variant

Udover TBM-arbejdspladsen beskrevet for M4 Hovedforslaget vil endnu en arbejdsplads være nødvendig på den sydlige del af Lynetteholm. Arbejdspladsen er placeret på Lynetteholm i stedet for Kløverparken af samme årsag som arbejdspladsen placeret på den nordlige del af Lynetteholm. Arbejdspladsens udformning er skitseret yderligere på Figur 2.64 og tegning LYN-ARUP-STA=Øes-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke have indvirkning på trafikken i området. Det forudsættes at veje og ledningsføring fra det eksisterende netværk tilkøbes arbejdspladsen, inden metrobyggeriet igangsættes.

2.7.14.3 Elementfabrik

Det er foreslået at højbanen mellem Lynetteholm og Kløverparken udføres ved anvendelse af præfabrikerede betonelementer produceret på en centralt beliggende elementfabrik. Størrelsen af elementfabrikken er estimeret, men skal undersøges nærmere i projektets næste faser. Elementfabrikken placeres foreslås på den sydlige ende af Lynetteholm på det samme sted som TBM-arbejdspladsen til M4 Variant beskrevet i afsnit 2.7.14.2. Det bør overvejes nærmere, om et midlertidigt betonanlæg bør anlægges, hvilket også kan anvendes for andre projekter som eksempelvis Østlig Ringvej. Derudover vil det reducere tung transport på det eksisterende vejnet yderligere.

Elementfabrikken vil kun være nødvendig for M4 hovedforslaget, da der ikke forekommer højbane på denne strækning i M4 variant løsningen.

Figur 2.65

Arbejdsplads ved v/Baltikakaj.

**2.7.14.4 Station v/Baltikakaj**

Området, der skønnes nødvendigt for at etablere arbejdsplads ved v/Baltikakaj, er illustreret på Figur 2.65 og anvendes til udførelse af stationen og tilstødende højbane. Da stationen muligvis er placeret ovenpå Nordhavnstunnellen, forudsættes det, at eksisterende bygværker fjernes, inden anlægsfasen for metroen igangsættes. Et udkast til arbejdspladsen er skitseret på tegning LYN-ARUP-STA=Btk-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke indvirke på trafikken i området, forudsat krydsninger koordineres som beskrevet i afsnit 2.7.14.1.

2.7.14.5 Højbane mellem Orientkaj og rampe

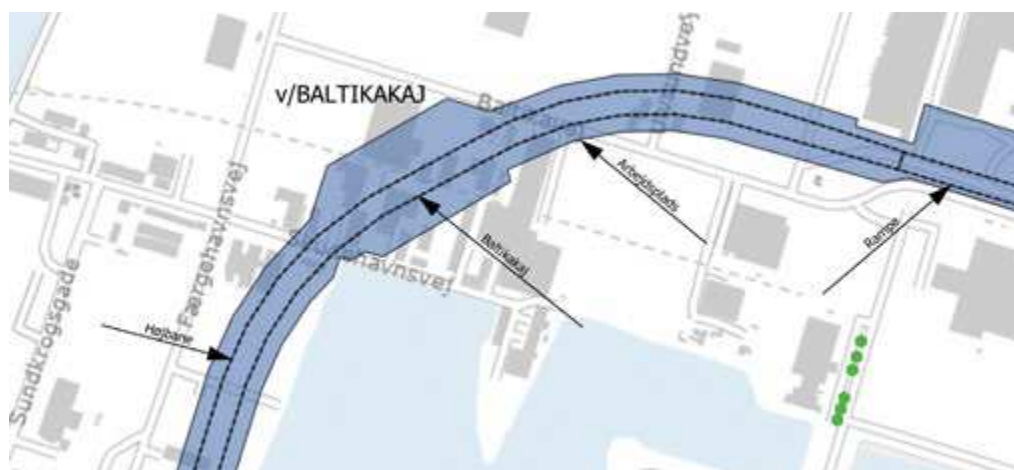
Arbejdspladsen, der kræves for at etablere højbanen mellem Orientkaj og v/Krydstogtkaj, er skitseret på Figur 2.66. Det forudsættes, at eksisterende bygværker indenfor det skønnede arbejdsområde fjernes, inden anlægsfasen for metroen igangsættes. Arbejdspladsen er detaljeret på tegning LYN-ARUP-GEN=Gen-PLA-DWG-000014 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke indvirke på trafikken i området, forudsat krydsninger koordineres som beskrevet i afsnit 2.7.14.1.

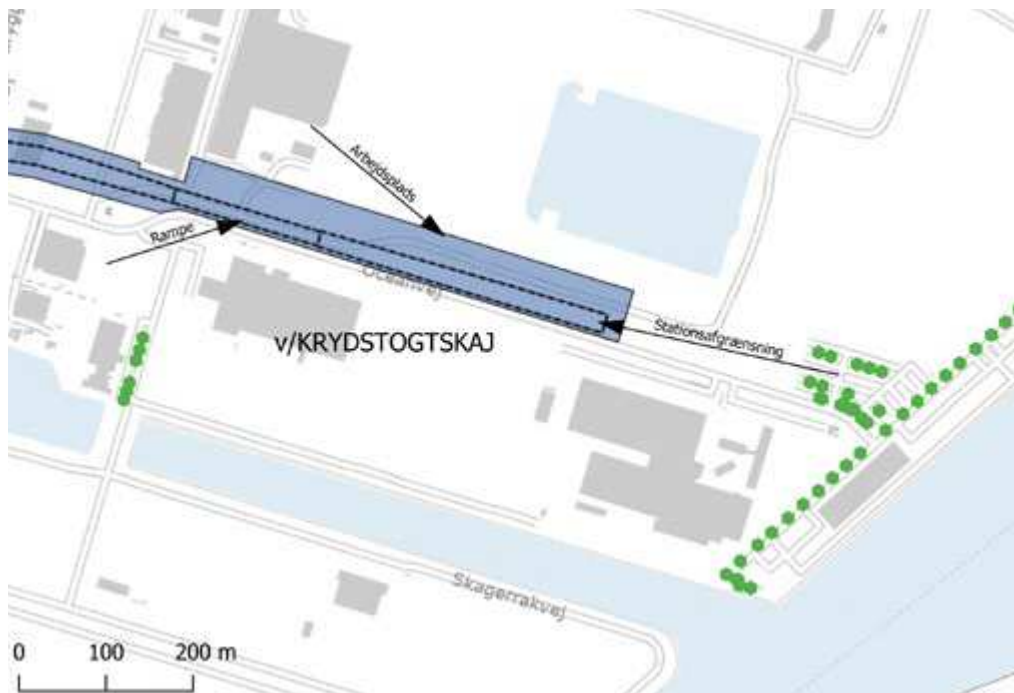
Figur 2.66

Arbejdsplads for højbane mellem Orientkaj og rampe.



Figur 2.67

Arbejdsplads ved v/Krydstogtkaj og tilhørende rampe.



2.7.14.6 Rampe og station ved v/Krydstogtkaj

Arbejdspladsen, der kræves for at anlægge rampe, cut & cover-tunnel, station og stationens hovedtrappe, er skitseret på Figur 2.67. Der er ingen eksisterende bygværker eller krydsende veje indenfor det anførte område.

Det forudsættes at banen mellem Orientkaj og v/Krydstogtkaj anlægges fra rampen på den skitserede placering, og at arbejdspladsens størrelse er tilpasset herefter.

Hvis M4 udføres med etapedeling som beskrevet i afsnit 2.7.11, skal arbejdspladsen forlænges omkring 100 m mod øst.

Arbejdspladsens indretning er også skitseret på tegning LYN-ARUP-GEN=Gen-PLA-DWG-000011 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Anlæg af stationen giver ikke anledning til bekymring for trafikafviklingen på Oceanvej. Under anlægsfasen vil det dog muligvis være nødvendigt at flytte fodgænger- og cykelsti fra den nordlige side af Oceanvej til den sydlige side.

2.7.14.7 Arbejdspladser for v/Lynetteholm Nord og v/Lynetteholm Syd stationer samt mellem-liggende afsnit

Arealet, der kræves for arbejdspladser til udførelse af stationerne v/Lynetteholm Nord og v/Lynetteholm Syd, er skitseret i afsnit 2.7.14.2. Det er kun arbejdsarealet, der er taget højde for, idet der ikke på nuværende tidspunkt foreligger planer for udviklingen af lokalområdet. Arbejdsarealet forventes sammenligneligt for M4 hovedforslag og variant, men undersøges nærmere i projektets næste faser.

Arbejdsområdernes udformning og organisering bør koordineres med andre projekter og arbejder på Lynetteholm i projektets næste faser.

Det forudsættes at veje og ledningsføring til eksisterende netværk er gennemført, inden metrobyggeriet igangsættes.

M4 Hovedforslag

Linjeføringen er på højbane, og det forudsættes derfor, at landindvindingen for Lynetteholm er gennemført til det endelige terrænniveau, og at der ikke skal forkonsolideres, idet metrobyggeriet igangsættes.

M4 Variant

Både stationerne og mellemliggende sektioner er udført som cut & cover-tunneller, hvormed det forudsættes, at metrobyggeriet igangsættes, når opfyldningen har et niveau, hvor arbejdspladsen er tør. Det vil sige et niveau over havoverfladen, hvilket vil reducere udgravningsarbejdet som beskrevet i afsnit 2.7.8.2

2.7.14.8 Arbejdspladser for Lynetteholm til Refshaleøen

Dette afsnit er kun gældende for M4 hovedforslag, da M4 variant på denne strækning anlægges som en boret tunnel.

Arbejdsområdet, der kræves for at anlægge højbanen, er skitseret på Figur 2.68. Hvor linjeføringen krydser spildevandsanlægget Lynetten forudsættes det, at anlægget er nedlagt, og området er opfyldt, så der er skabt en platform, hvorfra metroarbejdet kan udføres.

På strækningen krydser linjeføringen også en mulig Østlig Ringvej, hvormed grænsefladen mellem projekterne og tilhørende arbejdspladser skal koordineres i projekternes næste faser.

Arbejdsområdet er skitseret på tegning LYN-ARUP-STA=Ref-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke indvirke på trafikken i området, forudsat krydsninger for trafik koordineres som beskrevet i afsnit 2.7.14.1.

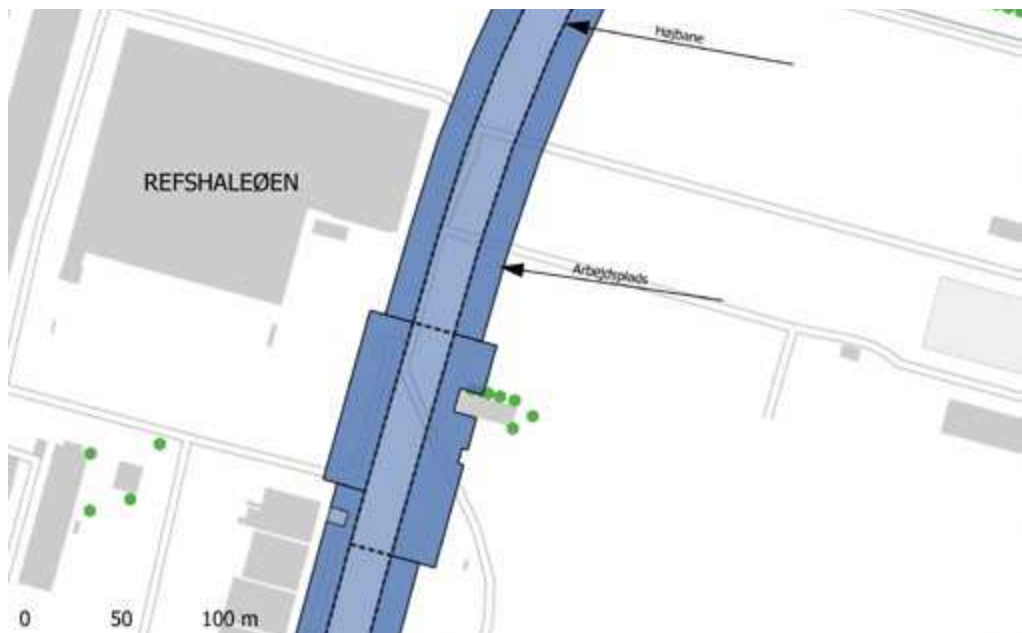
Figur 2.68

Skitsering af arbejdsplads i området fra Lynetteholm til Refshaleøen for M4 variant hvor linjeføringen udføres på højbane.

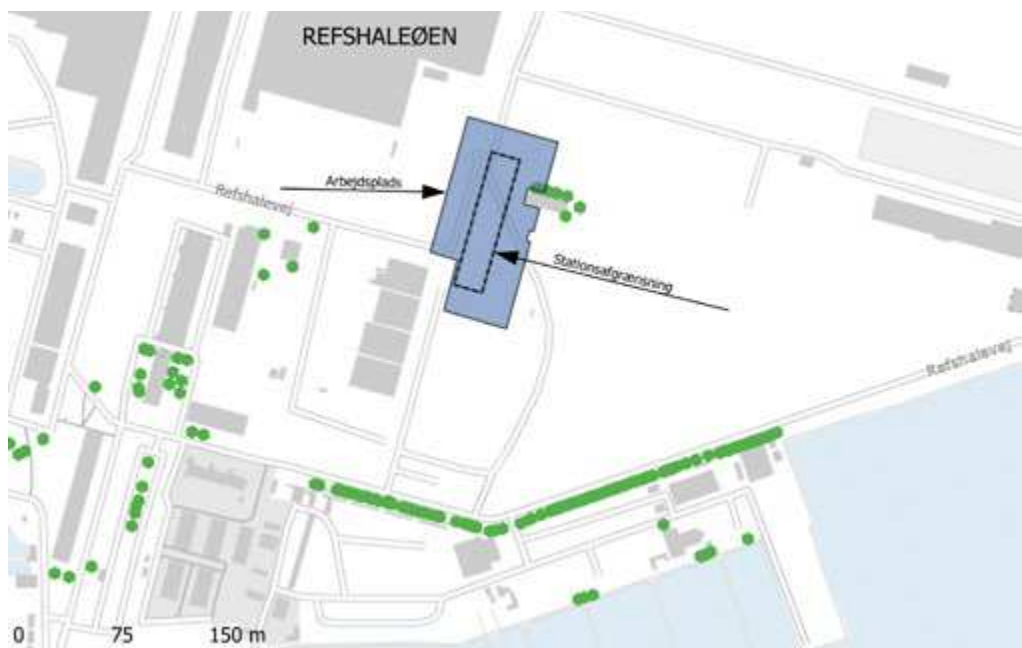


Figur 2.69

Arbejdsplads for højbane-station v/Refshaleøen.


Figur 2.70

Arbejdsplads for undergrundsstation v/Refshaleøen.



2.7.14.9 Arbejdsplads for stationen v/Refshaleøen

M4 Hovedforslag

Arbejdsområdet for v/Refshaleøen, der kræves for at udføre højbanen og højbanestationen, er skitseret på Figur 2.69. Arbejdspladsen er øst for de eksisterende B&W Hallerne.

Arbejdsområdet er skitseret på tegning LYN-ARUP-STA=Ref-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke indvirke på trafikken i området, forudsat krydsninger for trafik koordineres som beskrevet i afsnit 2.7.14.1.

M4 Variant

Arbejdsområdet for v/Refshaleøen, der kræves for at udføre en undergrundsstation, er skitseret på Figur 2.70. Arbejdspladsen er Sydøst for de eksisterende B&W Hallerne.

Arbejdsområdet er skitseret på tegning LYN-ARUP-STA=Ref-PLA-DWG-000002 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke indvirke på trafikken i området, forudsat krydsninger for trafik koordineres som beskrevet i afsnit 2.7.14.1.

2.7.14.10 Arbejdsplads fra Refshaleøen til Kløverparken**M4 Hovedforslag**

Arbejdspladsen opdeles i to afsnit; hvor linjeføringen krydser Margretheholm Havn og den resterende del af linjeføringen.

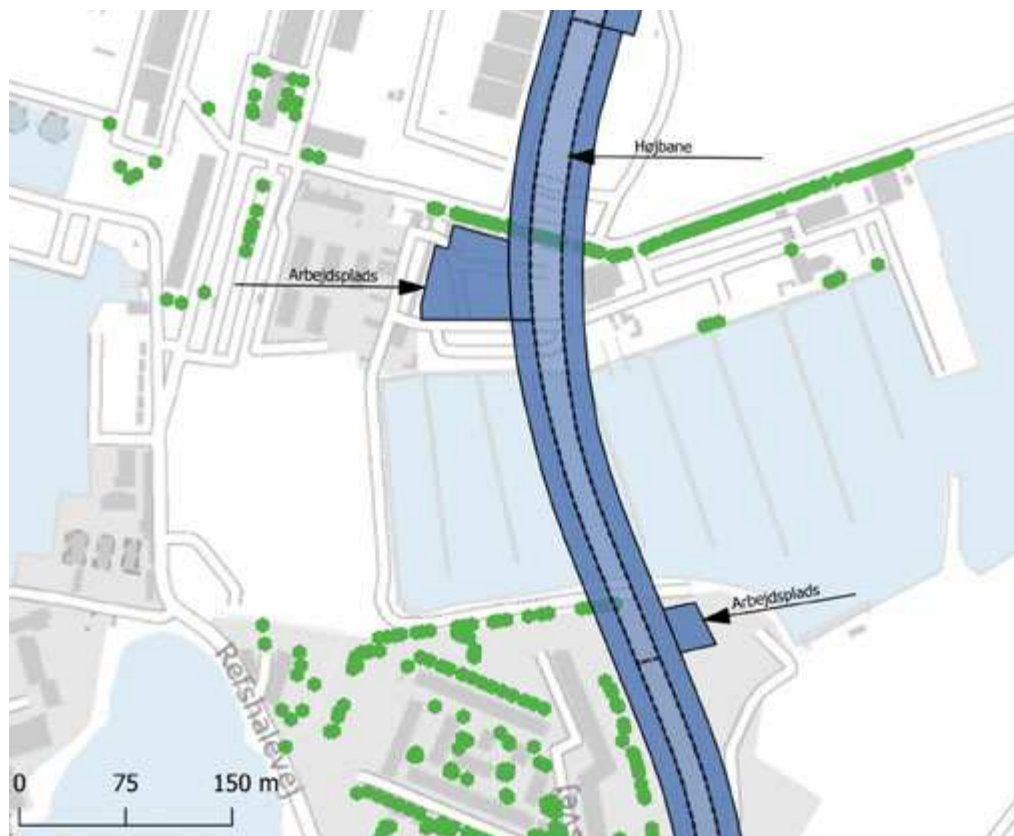
Ved Margretheholm Havn kræves en arbejdsplads på hver side af marinaen, samt under og udenfor højbanen langs linjeføringen, hvor marinaen krydses. Den foreslåede arbejdsplads er skitseret på Figur 2.71. Det undersøges nærmere i projektets næste faser, om højbanen kan udføres i etaper for at holde marinaen åben under udførelsesfasen.

Syd for Margretheholm Havn følger arbejdspladsen linjeføringen som skitseret på Figur 2.72. Ved lejlighederne på Margretheholmsvej følger linjeføringen den østlige ejendomsgrænse. Trafik og adgang til omkringliggende bygninger skal her sikres under udførelsesfasen for metrobyggeriet.

I den sydlige ende af denne delstrækning er linjeføringen parallel med Forlandet. Det undersøges i projektets næste faser, om det er muligt, at biltrafik fortsat afvikles under udførelsesfasen, og om det vil være nødvendigt at aflede cykelstien.

Figur 2.71

Arbejdsplads for højbane, hvor linjeføringen krydser Margretheholm Havn.



Metrobyggeriet løber på denne delstrækning parallelt med en mulig Østlig Ringvej, hvilket medfører en mulig grænseflade mellem de to projekter og tilhørende arbejdspladser. Dette undersøges nærmere igennem projektets næste faser.

Delstrækningens arbejdsplads er skitseret på tegning LYN-ARUP-GEN=Gen-PLA-DWG-000017 i det tekniske tegningsbilag.

M4 Variant

For tunnelløsningen kræves en nødsdakt, hvor placeringen er evalueret og foreslås øst for lejlighederne ved Margretheholmsvej som skitseret på Figur 2.73.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke indvirke på trafikken i området, forudsat krydsningspunkter for trafik koordineres som beskrevet i afsnit 2.7.14.1.

Figur 2.72

Arbejdsplads for højbane-løsningen syd for Lynetten Marina.



Figur 2.73

Arbejdsplads for at anlægge skakt ved Margretheholmsvej til M4 Variant.



2.7.14.11 Arbejdsplads for station v/Kløverparken

M4 Hovedforslag

Arbejdsområdet, der skal sikres for at udføre højbane og højbanestationen v/Kløverparken, er skitseret på Figur 2.74. Der er i området ingen eksisterende veje eller bygninger.

Arbejdspladsen er skitseret på tegning LYN-ARUP-STA=Klø-PLA-DWG-000002 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke indvirke på trafikken i området.

M4 Variant

Arbejdsområdet for undergrundsstation er skitseret på Figur 2.75, hvilket ligesom hovedforslaget er i et område uden eksisterende veje eller bygninger.

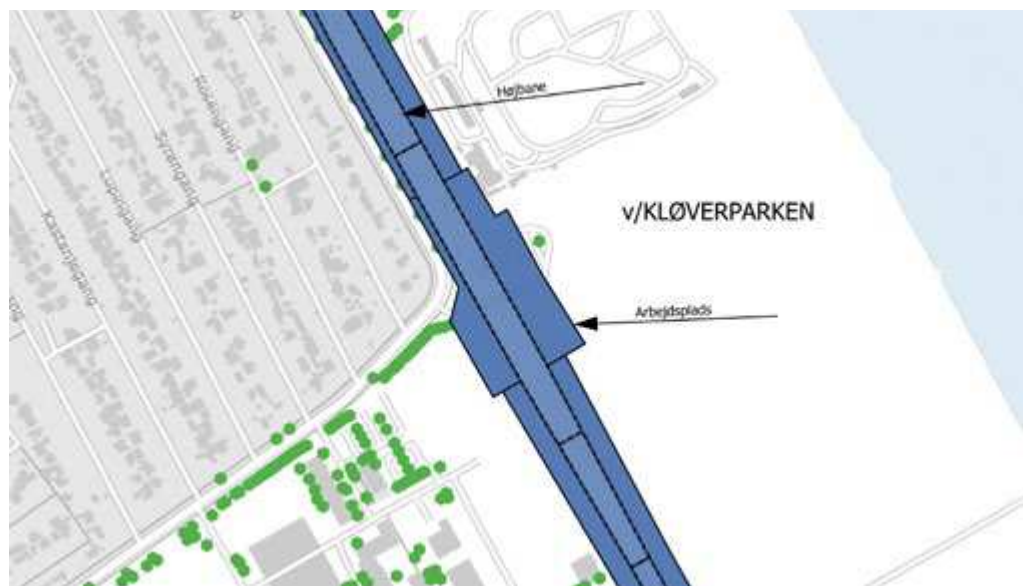
Arbejdspladsen er skitseret på tegning LYN-ARUP-STA=Klø-PLA-DWG-000003 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen vil i anlægsperioden ikke indvirke på trafikken i området.

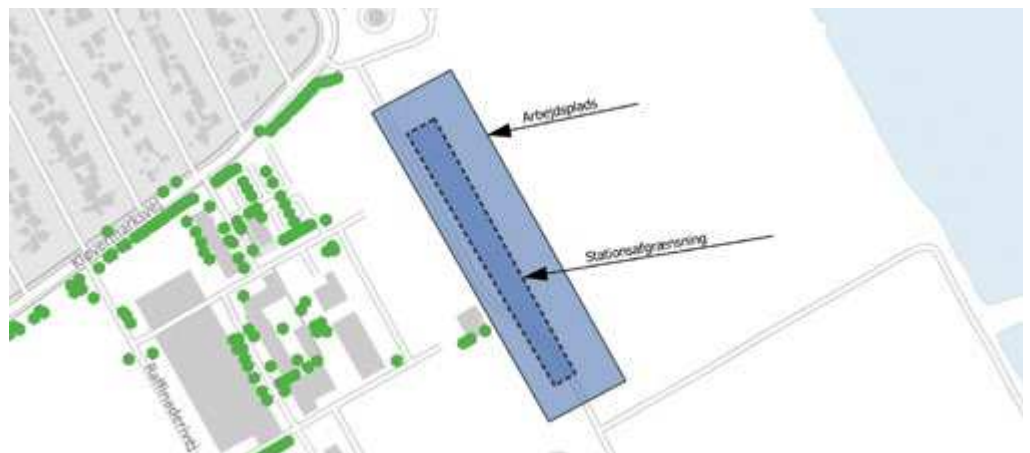
Figur 2.74

Arbejdsplads for højbane-stationen v/Kløverparken.



Figur 2.75

Arbejdsplads for undergrundsstation og slusksakt v/Kløverparken.



2.7.15 Mekaniske og elektriske installationer

Lynetteholm metrosystem omfatter mekaniske, elektriske og vvs-installationer. Tekniske rum er nødvendige for at levere en sikker og pålidelig service, hvorfor hver station er udstyret med de nødvendige installationsrum. Et eksempel på fordelingen af de tekniske rum for en lavtliggende station er vist i Figur 2.76.

De væsentligste tekniske installationer til Lynetteholmstationerne omfatter station- og tunnelventilationsanlæg, køleanlæg, elektriske systemer, brandslukningssystemer, tunnelafvanding og tekniske rum. Afhængigt af typen af stationer og deres nærhed til andre konstruktioner kan nogle af disse installationer samt tilhørende rum justeres.

Den nødvendige plads til de tekniske rum tager højde for systemfunktionaliteten. Hovedprincipperne er sammenlignelige med principperne i de eksisterende metrolinjer.

Systemforbindelser

Den mekaniske og elektriske udformning har en betydelig indflydelse på stationsarkitekturen. Generelt bruges ikke-offentligt plads til at rumme de tekniske rum og udstyr samt til at tilvejebringe den krævede forbindelse mellem de forskellige tekniske systemer. Denne forbindelse er vigtig for systemets funktionalitet.

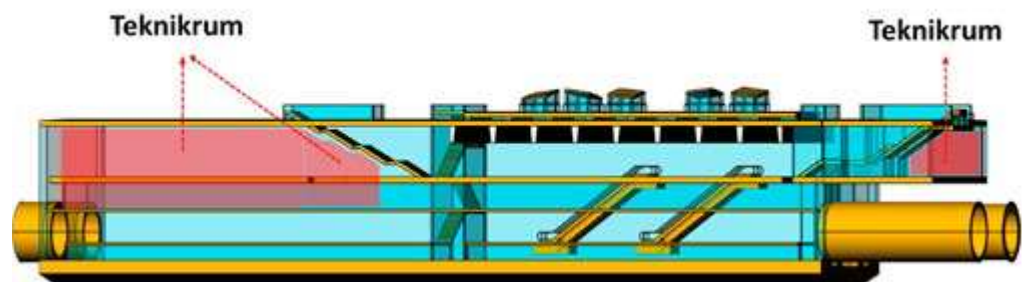
Tekniske Installationer

Ventilationssystemet for tunneller og stationer følger en lignende tilgang som i de nuværende metrolinjer. Tunnel- og stationsventilation i normal, overbelastet og nøddriftstilstand angives af tunnelventilationssystemet. Ventilatorerne i tunnelventilationen er typisk forbundet til udsugningsskakter placeret over sporet, og hvorigennem indblæsning / udsugning til / fra sporene foregår. Stempelaflastningsskakter giver en naturlig ventilation til metrosystemet under daglig drift. Skakterne bruges til fjernelse af overskydende varme fra togene under daglig drift. Derudover kræves et separat mekanisk ventilations- og kølesystem til luftcirkulation i stationernes tekniske rum.

Elektriske systemer i stationerne inkluderer HV-forsyning, LV-forsyning, stationsbelysning, SCADA og nødbackup-systemer. Dette er de væsentlige komponenter i stationerne for at sikre kontinuerlig drift. HV, LV og trækraftforsyningsrum leverer den elektriske strøm, der er nødvendig for at køre udstyret inden for stationen såvel som det rullende materiel. For at sikre driften af de tekniske rum er et brandslukningssystem også nødvendigt i stationen. Dette tjener specifikt til de tekniske rum. Stationerne inkluderer også en pumpeump til bortledning af vand fra stationsmiljøet ved brandtilfælde.

Figur 2.76

Tekniske rum i stationen.



2.8 Øvrige forhold

2.8.1 Arkæologi

Museumsloven stiller krav om, at der foretages en arkæologisk forundersøgelse, inden et anlægsprojekt kan gå i gang. Københavns Museum har derfor på anmodning forestået en arkivalsk undersøgelse af de arkæologiske interesser på de berørte arealer for M4. En nærmere beskrivelse af denne undersøgelses resultater findes i teknisk bilag 5.

For de arkæologiske undersøgelser i området ved Lynetteholm, inklusive Kronløbet, er der tale om undersøgelser på havområde. De foretages af marinearkæologer fra Vikingeskibsmuseet. Disse undersøgelser forestås samlet for hele området af By&Havn. Det forudsættes at de arkæologiske undersøgelser i området ved Lynetteholm foretages i forbindelse med, og forud for, at landindvindingen igangsættes.

De arkæologiske forundersøgelser vil typisk blive indledt med systematisk udlagte kerneboringer. På baggrund af resultaterne og arkivalsk viden tilrettelægges derefter boringer med større sneglebor i udvalgte fokusområder. Fremkommer der fund i disse boringer, der tyder på jordfaste fortidsminder, vil der blive fulgt op med søgegrøfter eller spunsede prøvehuller. I områder, hvor sandsynligheden for fund er ringe, kan forundersøgelsen begrænse sig til, at der etableres overvågning under anlægsarbejderne.

Hvis der identificeres væsentlige jordfaste fortidsminder, følges der op med egentlige arkæologiske udgravninger.

Ud fra beskrivelser og estimater er de arkæologisk mest interessante områder:

v/Krydstogtkaj og tilsluttende Cut&Cover-strækning:

Vrag og levn af stenalder

Strækningen v/Kløverparken-v/Refshaleøen:

Vrag og levn fra militære anlæg (bl.a. Strickers Batteri) og stenalder.

Af hensyn til eksisterende kulturminder peger Københavns Museum bl.a. på følgende mulige konflikter:

v/Refshaleøen:

Det gamle B&W-skibsværft og dets bevarede industribygninger er udpeget som et af 25 nationale industriminder. Der er en mulig konflikt med højbanen inkl. station.

Strækningen v/Kløverparken-v/Refshaleøen:

Højbanen ligger på en strækning inden for beskyttelseszonen for Christianshavns Vold. Zonen skal bl.a. sikre indsyn til fortidsmindet.

Københavns Museum har leveret vejledende estimater for egne udgifter til forundersøgelser og de egentlige udgravninger. For sidstnævnte er leveret et sandsynligste estimat og et højeste estimat. I estimaterne indgår dog ikke udgifter til hjælpefunktioner som maskiner, pumper, mandskabsfaciliteter etc. Metroselskabet har derfor som grundlag for anlægsoverslaget foretaget et skøn, der udover førnævnte estimater bygger på erfaringstal fra Cityringen for fastsættelse af det arkæologiske omkostningsniveau.

Københavns Museum bør ligeledes inddrages i den videre planlægning af projektet for kvalificering af de økonomiske og tidsmæssige rammer for arkæologiske forundersøgelser.

2.8.2 Arealer og rettigheder

For at kunne etablere metro er det nødvendigt at erhverve en række arealer og rettigheder såvel permanent som midlertidigt.

Arealerne skal anvendes til metrostationer, strækninger, hvor banen ligger i åben grav, eller på højbane, tilhørende tekniske anlæg samt ændringer af vejanlæg, som er en konsekvens af etableringen af metroen. Erhvervelsen af de nødvendige arealer og rettigheder forventes primært at ske ved ekspropriation med hjemmel i en anlægslov. Det forudsættes, at offentlige arealer samt eksisterende banearealer overdrages vederlagsfrit til projektet, både for så vidt angår permanent og midlertidig overdragelse samt overdragelse af øvrige rettigheder vedrørende disse arealer. Vilkår vedrørende overdragelsen af disse arealer forventes fastlagt i aftaler mellem de respektive ejere og Metroselskabet.

2.8.2.1 Konsekvenser af de ekspropriative indgreb

I projektets tidlige faser, hvor den endelige linjeføring og stationsplacering med videre fastlægges, foretages en overordnet vurdering af de ekspropriations- og driftsmæssige konsekvenser af stations-, højbane-, tunnel- og skaktplaceringer samt CMC og større arbejdspladser. Før selve ekspropriationen foretages en detaljeret vurdering af den hidtidige anvendelse af de ejendomme, der berøres af projektet, herunder hvilke udnyttelsesmuligheder der er af ejendommene i anlægsfasen og efter anlæggets etablering.

Den kortlægning, der foretages, vil primært fokusere på stationers, højbane og skaktes funktionelle indpasning i nærmiljøet, herunder hvordan anlæg og drift vil påvirke adgangsforhold og færdsel, varelevering og renovation, brand- og redningsforhold, parkering og nærområdet i øvrigt.

I den forbindelse foretages desuden en vurdering af, om der er ejendomme og/eller lejligheder, der skal totaleksproprieres.

Herudover analyseres særligt om eksisterende butiksejendomme og erhvervsvirksomheder kan fungere i anlægsperioden, og hvilke tiltag der eventuelt skal tages. Hvis butikker eller virksomheder må indskrænke eller helt ophøre med deres aktiviteter som følge af anlæggets etablering, forventes indgrebene gennemført ved ekspropriation, og en eventuel erstatning for tab af rettigheder og ulemper vil blive fastsat af ekspropriationskommissionen.

2.8.2.2 Servitutter

I lighed med de allerede etablerede strækninger, herunder M3 og M4, vil der ske tinglysning af servitutter til beskyttelse af metroanlægget på overliggende arealer og naboarealer med de deraf følgende rådighedsindskrænkninger i anvendelsen af de berørte ejendomme. Servitutterne vil blive pålagt ved ekspropriationskommissionens foranledning, ligesom det er ekspropriationskommissionen, der vil fastsætte en eventuel erstatning herfor.

2.8.2.3 Tekniske aftaler

Anlægget af metroen rejser en række tekniske og rettighedsmæssige spørgsmål blandt andet i forhold til den eksisterende brug og drift af de arealer og bygninger, som anlægget vil berøre eller vil ligge i umiddelbar nærhed af.

Når der er tale om offentligt ejede arealer, vil spørgsmålene blive afklaret ved indgåelse af tekniske aftaler om anlæg og drift. Metroselskabet forventer at indgå aftaler med bl.a. med Københavns (og Frederiksberg) Kommune(r) samt By & Havn.

Aftalerne skal blandt andet sikre metroen samt tekniske anlæg i relation til metroen, herunder ved placering i offentlige vejarealer samt umatrikulerede havnearealer og på Lynetteholm. Aftalerne indeholder bl.a. bestemmelser om drift og vedligehold af stationsforpladser, servitutter, negativzoner og redningsforhold, skiltning med videre. Aftalerne bygger på principperne fra metroens første etaper, M3 og M4.

Aftalerne indgås under forbehold for ekspropriationskommissionens godkendelse.

Det forventes endvidere, at der vil blive indgået tekniske aftaler med større private lodsejere.

Omkostninger i forbindelse med areal- og rettighedserhvervelsen er estimeret ud fra erfaring fra M3 og M4 og udviklet i 2019-priser.

2.8.3 Ledningsomlægninger

Ved alle stationer, transversaler, skakte, cut & cover-tuneller og højbanestrækninger vil en række eksisterende ledningsanlæg blive berørt.

Eksisterende ledningsanlæg af betydelig størrelse, som skal koordineres nøje, er pumpestationen ved Kløverparken, 132kN kabler og fjernvarmerør ved strækningen mellem Kløverparken og Refshaleøen. I teknisk bilag er vedlagt et notat, bilag 6, der beskriver disse eksisterende forhold yderligere.

I forbindelse med projektets planlægnings- og projekteringsfase må der forventes væsentlige ændringer af de foreslåede ledningsomlægninger.

Omlægningsforslag er overordnet beskrevet og er udarbejdet til brug for planlægning og overslag til udredningen.

Vejudstyr som belysning og afløb forudsættes at være en del af det midlertidige arbejde, der udføres i forbindelse med forberedelse for metrobyggeriet.

Ledningsomlægninger skal færdiggøres, inden anlægsfasen for metrobyggeriet igangsættes. Der vil dog være undtagelser, hvor udførelse af veje etapeledes og omlægges efter udførelse af metrobyggeriet. Her vil det være nødvendigt med parallelle arbejdsprocesser på ledningsomlægningen og metrobyggeriet.

Inaktive ledningsanlæg, der er nedlagt eller bliver nedlagt i forbindelse med omlægningen, fjernes ikke af ledningsejeren indenfor arbejdsområdet. Det forudsættes at dette arbejde gennemføres i forbindelse med anlæg af metrobyggeriet.

Hvad angår sikkerhedshensyn til metroen, vil metroens regler FLM-BK "Fremmede Ledninger på Metroens jernbaneareal mv. Betingelser og Krav" være gældende. Enkelte ledningsanlæg må dog forventes ikke at kunne leve op til kravene i henhold til FLM-BK. I disse tilfælde er det forudsat, at ledningsejer kan opnå dispensation for FLM-BK.

Anlægsomkostninger i forbindelse med ledningsomlægning er estimeret ud fra erfaring fra Cityringen og udviklet i 2019-priser.

2.8.4 Forurening

Linjeføringen for M4 og M5 går gennem områder, hvor en stor del af arealerne er kortlagt som forurenet (V2) eller muligt forurenet (V1) efter jordforureningsloven. På tegning LYN-ARUP-STA=Gen-ENV-DWG-000001 ses oversigtskort med de grunde, som er kortlagt efter jordforureningsloven. De arealer, som ikke er kortlagt, er områdeklassificeret. Det betyder, at fyldlaget som udgangspunkt bliver betragtet som lettere forurenet, og at der derfor bliver stillet krav til jordflytning fra arealerne i henhold til Jordflytningsbekendtgørelsen.

Forurening af jord og grundvand vil først og fremmest have en betydning ved terrænnære arbejder, dvs. hovedsageligt ved anlæggelse af stationsbokse mv. Forureningen vil betyde, at det er dyrere at bortskaffe jord fra områderne. Desuden kan der opstå forøgede udgifter til f.eks. grundvandssænkning på grund af forureningen af grundvandet. Endelig vil der skulle tages arbejdsmiljømæssige hensyn bl.a. i forhold til evt. afdampning fra forureningerne.

Generelt er flere af stationsområderne, herunder v/Baltikakaj, v/Krydstogtkaj, v/Refshaleøen, v/Kløverparken og Islands Brygge, præget af opfyldt materiale, som er forurenede i større eller mindre grad. Herudover er der kendskab til en lang række forskellige industrigrunde på og omkring flere af stationsområderne. Nær V/Kløverparken har der således ligget et pyrolyseværk, som har medført en kraftig forurening af jord og terrænnært grundvand i området.

Der er ikke fundet oplysninger om kraftige dybereliggende grundvandsforureninger i stationsområderne. Der er dog fundet oplysninger om flere terrænnære grundvandsforureninger. Således er der oplysninger om kraftig terrænnær grundvandsforurening på og nær stationsområderne v/Kløverparken og Islands Brygge. Flere af de mulige jordforureninger vil også kunne have medført forurening af det terrænnære grundvand og i nogle tilfælde eventuelt også dybereliggende grundvand.

Det vurderes, at de øverste jordlag indenfor stationsarealerne generelt kan være kraftigt forurenede, men at forureningsniveauet vil være faldende med dybden. Det vurderes endvidere, at der ved udgravning i intaktjord, f.eks. ved tunnelboring, samt ved dybere udgravninger indenfor stationsarealerne generelt ikke vil påtræffes forurening. Det kan dog ikke udelukkes, at der i enkelte områder, f.eks. v/Kløverparken kan være forurening, som har spredt sig til den dybereliggende intaktjord.

Der må ved bortgravning af jord i de øverste jordlag forventes omkostninger til forudgående forklassificeringsundersøgelser med henblik på at kunne bortsælge jorden i henhold til Jordflytningsbekendtgørelsen. Bemærk, at det er kommune, som fastsætter, hvilke forureningsparametre der skal analyseres for i de enkelte områder. Der skal derfor også afsættes den fornødne tid til dialog med myndigheder, udførelse af undersøgelser mv. Det anbefales endvidere, at der i forbindelse med forklassificeringsundersøgelserne foretages orienterende forureningsundersøgelser af grundvandet, for at opnå bedre viden om forureningsniveauet i grundvandet. Denne viden vil være værdifuld, når der skal udføres grundvandssænkninger i stationsområderne i forbindelse med gravearbejdet.

Der er foretaget overslagsberegninger for omkostninger til forklassificeringsundersøgelser og jordhåndtering for hver af de mulige stationsvarianter.

Der er ikke foretaget beregninger for bortsælfelse af jord fra tunnelboring, idet det generelt forventes at tunnelboring sker gennem intaktjord. Denne jord forventes hovedsageligt at kunne betragtes som ren jord. I enkelte områder, hhv. mellem v/Baltikakaj og v/Krydstogtkaj samt i området omkring v/Refshaleøen, kan der dog ske tunnelboring i fyldjord, og her skal der derfor forventes krav til prøvetagning af jorden forinden bortsælfelse. I anlægsoverslaget er inkluderet omkostninger til håndtering af forurening på et lignende niveau som på Cityringen, men der er ikke foretaget konkrete beregninger. Dette skal studeres nærmere i den næste fase.

Havnesedimentet i Nordhavnen må forventes at være generelt forurenede bl.a. med tungmetaller, herunder tributyltin (TBT). Såfremt der skal bortsælles havnesediment f.eks. i forbindelse med tunnelboring i havnen, skal der påregnes ekstra omkostninger hertil.

2.9 Tekniske konsekvenser for M1/M2 og M3/M4

For M4 Hovedforslag og M4 Variant er der ingen konsekvenser for M1/M2.

Der vil derimod være mindre konsekvenser for M4 og muligvis M3. Det forventes at anlægsarbejdet vil have mindre konsekvenser for M4, eksempelvis i forbindelse med systemintegration når den nye metrolinje åbnes. I fasen, hvor test af idriftsættelse gennemføres, forventes også mindre afbrydelse af den operationelle drift af M4, ligesom da M4 blev integreret med M3. Dette undersøges nærmere i projektets næste faser, især med henblik på at reducere tidsperioden for eventuel afbrydelse.

Som del af M4 skal CMC anlægget udvides for at have plads til flere tog, hvilket også skal koordineres med den nuværende drift.

2.10 Økonomi

2.10.1 Forudsætninger

Hovedforslag M4 forventes ibrugtaget i 2035, og nutidsværdien er regnet over en 50-årig periode fra ibrugtagning af anlægget. Der er i ovenstående beregninger antaget en realrente på 0 pct. til og med 2034³. Derefter er realrenten antaget at være 3 pct. Alle priser er i 2020-priser. Indtægter og omkostninger er tilbagediskonteret til 2025.

2.10.2 Anlægsoverslag

2.10.2.1 Anlægsoverslag – Hovedforslag M4

Det samlede anlægsoverslag for linjeføring fremgår af Figur 2.77. Her fremgår anlægsoverslag for hovedforslag M4, samt etapedeling af denne. Anlægsomkostninger for hhv. hovedforslag M4 og etapedelinger er opgjort på baggrund af de tekniske løsninger beskrevet i afsnit 2.2 og 2.6-2.8. Etapedelingen er overordnet beskrevet i afsnit 2.1.2. Anlægsoverslaget er baseret på realiserede enhedspriser fra M3, samt kontraktpriser fra M4 Nordhavn og M4 Sydhavn såvel som sammenlignelige projekter i Europa. Anlægsoverslaget er tillagt reserver på i alt 30 % af basisoverslaget⁴. Formålet med reserven er at dække uforudsete udgifter i projektet. Reserven på 30 % dækker over 10 % i Projektreserve og 20 % i Central anlægsreserve, jf. Ny Anlægsbudgettering.

Det fremgår, at ved at anlægge hovedforslag M4 i ét stræk er anlægsoverslaget på ca. 6,6 mia. kr. Ved etapeopdeling øges anlægsomkostningerne til 7,0 mia. kr. Baggrunden er, at når anlægget etableres i etaper, er der en meromkostning som følge af, at arbejdet startes og stoppes. Der gælder bl.a.

- Ekstraomkostninger til genopbygning af bygherreorganisationen samt behov for ny rådgiverlicitation og nyt udbud for entreprenører
- Ekstra udgifter for mistet synergi og tab af stordriftsfordele for projektering, projektledelse, byggeledelse m.m.
- Nødvendigt med yderligere infrastruktur, f.eks. stop-spør som der ikke vil være behov for såfremt linjen anlægges i ét stræk.

Figur 2.77

Anlægsoverslag for hovedforslag M4 inkl. etapedeling, mio. kr., ekskl. moms, 2020-priser.

Anlægsomkostninger	Anlagt i ét stræk	Etapeopdelt		
		1. etape	2. etape	Total
Bygge og anlægsarbejder	3.030	1.330	1.960	3.290
Transportsystem og anlæg	1.010	400	640	1.040
Andre omkostninger	1.010	430	640	1.070
Basisoverslag	5.050	2.160	3.230	5.400
Projektreserve - 10 %	510	220	320	540
Central anlægsreserve - 20 %	1.010	430	650	1.080
Samlet anlægsoverslag	6.570	2.810	4.210	7.010

³ Baggrunden er markedsrenten fratrukket den forventede inflation til med 2034, er på ca. 0 pct.

⁴ For en række elementer har det ikke været muligt at udrede til 30 pct. korrektionsreserve. Disse elementer er tillagt 50 pct. korrektionsreserve. Disse udgør under 5 pct. af den samlede anlægssum.

2.10.2.2 Anlægsoverslag – M4 variant

Der er også undersøgt en variant, hvor linjen fortsætter som tunnel efter Kronløbet. Tunnel er en dyrere løsning, men vil frigøre areal til byudvikling eller rekreative områder. Det vil medføre en merudgift i anlægsudgifterne på ca. 2 mia. kr. (inkl. 30 pct. korrektionsreserve).

2.10.3 Driftsøkonomi og reinvesteringer

2.10.3.1 Direkte driftsudgifter og reinvesteringer

Driften af hovedforslag M4 vil blive integreret med M3/M4. Opgørelsen af driftsudgifter omfatter de ekstra driftsudgifter, som følger af etablering af hovedforslag M4.

Driftsudgifterne til hovedforslag M4 omfatter bl.a. rengøring og vedligehold af den nye strækning og de nye stationer, rengøring og vedligehold af tog, ekstra stewards, strømforbrug til stationer, strømforbrug til teknisk udstyr på strækningen og strømforbrug til den øgede togkørsel, øget bemanning i kontrolrummet, øget bemanning i kundeservice, forsikringsudgifter og generel øget administration hos driftsentreprenøren.

Beregningen af driftsudgifterne for hovedforslag M4, samt etaperne, er udarbejdet på baggrund af løsning beskrevet i afsnit 2.2. Udgifterne er fastsat med udgangspunkt i kontraktpriser fra M4 Nordhavn og M4 Sydhavn.

Der er antaget en realudvikling i driftsudgifterne. For driftsudgifter er antaget at stige med 60 pct. af takststigningsloftet svarende til prisudvikling på ca. 0,3 pct. årligt.

Der forventes årlige driftsomkostninger på 85 mio. kr. i 2020-priser ekskl. moms i 2035. Driften af hovedforslag M4 vil sandsynligvis blive håndteret i en tillægsaftale til driften af M3/M4, indtil der skal indgås ny driftsaftale for M3/M4, hvor hovedforslag M4 må forventes at blive en del af denne. I perioden, hvor driften af hovedforslag M4 håndteres i en tillægsaftale, er der en risiko for øgede driftsomkostninger. Evt. øgede omkostninger de første år efter ibrugtagning af M4 forventes dog at have begrænset effekt på de totale driftsomkostninger over en 50-årig periode.

Såfremt hovedforslag M4 etapeopdeles, vil driftsomkostninger være lavere i perioden frem til hele hovedforslag M4 er etableret. Baggrunden er, at vedligehold af den nye strækning og de nye stationer er mindre jo kortere linjen er.

Udover det løbende vedligehold, som er en del af driftsudgifterne, vil der være behov for løbende reinvesteringer, når dele af anlægget er udtjent. Det kan bl.a. være udskiftning af togsæt, rulletrapper m.m.

2.10.3.2 Driftsindtægter

Driftsindtægterne består af to elementer: Merpåstiger⁵ og afregningskrone (indtægt pr. påstiger).

I beregning af merpåstigerne tages der udgangspunkt i OTM-resultaterne beskrevet i afsnit 2.4.

I beregningen af driftsindtægterne er der taget udgangspunkt i Metroselskabets forventninger til afregningskronen frem til 2035. Efter 2035 er der forudsat samme årlige udvikling i afregningskronen som frem til 2035. Afregningskronen stiger i gennemsnit med 0,5 pct. pr. år i perioden fra 2035 til 2085.

Driftsindtægterne til hovedforslag M4 er beregnet efter de principper, der i dag anvendes i indtægtsfordelingsmodellen for hovedstadsområdet. Der er således taget hensyn til bl.a. forholdet mellem solorejser og kombirejser, rejselængde i takstzoner og billetsammensætning. Det antages, at billetsammensætningen vil være den samme i beregningsårene som nu.

⁵ Merpåstiger angiver de ekstra påstiger i hele metrosystemet, som følger af etablering af en ny linje eller forlængelse af en eksisterende linje. Dvs. hvis etableringen af en ny linje medfører flere/færre påstiger andre steder i metrosystemet, er der taget højde for det.

Der er i beregningerne regnet med en indsvingsperiode på 5 år for nye brugere af metroen. Deres indsving er antaget at være 60 % af påstigerne i første år, 75 % i andet år, 85 % i tredje år, 95 % i fjerde år og 100 % fra femte år og frem.

Det er antaget kvalitetstillæg for merpåstiger som følge af etablering af hovedforslag M4⁶.

Der er regnet driftsindtægter både med og uden dobbeltfaktor. I hovedstadsområdet fordeles indtægterne fra den kollektive trafik mellem DSB, Movia og Metroselskabet. For hvert selskab beregnes en gennemsnitlig indtægt pr. rejse, baseret bl.a. på andel af solorejser, rejselængde m.m. For Metroselskabet gælder det, at der i beregningen af indtægten pr. rejse indgår en såkaldt dobbeltfaktor, som betyder at Metroselskabets indtægt bliver højere, end den ville have været uden en dobbeltfaktor. Dette følger Bekendtgørelse om deling af billetindtægter i hovedstadsområdet.

2.10.3.3 Nettodriftsoverskud

Nettodriftsoverskuddet angiver driftsindtægterne fratrukket driftsudgifterne. Udover passagerindtægter og de direkte driftsudgifter indgår følgende i beregningen af nettodriftsoverskuddet.

- Provision**
 Provisionen er de indtægter, trafikselskaberne i hovedstaden får som følge af salg af billetprodukter. Da Metroen sælger relativt få billetter i forhold til passagertallet, er provisionen negativ. Provisionen er sat til -0,67 kr. pr. daglige merpåstiger
- Administrationsomkostninger**
 Ekstra administrationsomkostninger er beregnet til 160 kr. pr. 1.000 daglige merpåstiger
- Moms**
 Metroselskabet er momspligtigt og skal derfor betale moms af nettodriftsoverskuddet.

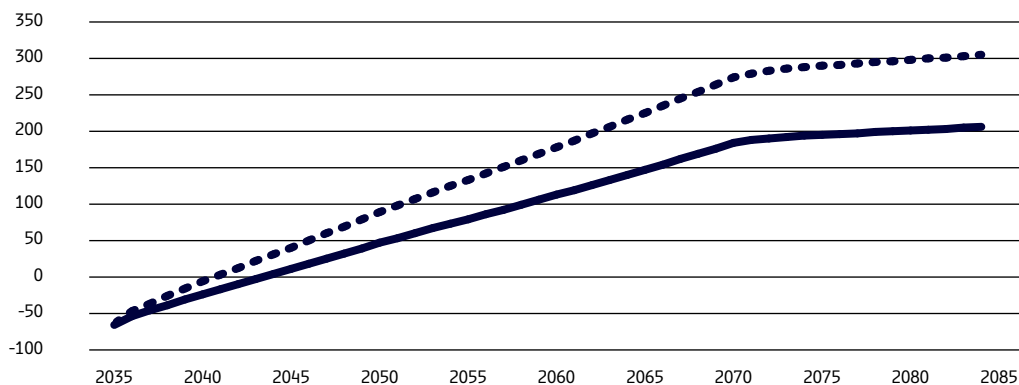
Kommercielle indtægter antages at tilfalde driftsoperatøren og er derfor indregnet i opgørelsen af drifts-omkostningerne.

Figur 2.78 angiver nettodriftsoverskuddet i perioden fra 2035 til 2085 ekskl. og inkl. dobbeltfaktor⁷. Det fremgår, at de første 5-10 år forventes et negativt nettodriftsoverskud. Baggrunden er, at de første år efter åbningen af metroen i 2035 forventes der relativt få beboere og arbejdspladser på Lynetteholm. Passagerindtægterne er således begrænsede de første år, hvorfor der forventes et nettodriftsunderskud de første år.

Figur 2.78

Nettodriftsoverskud, mio. kr., 2020-priser.

— Ekskl. dobbeltfaktor
 - - - Inkl. dobbeltfaktor



6 OTM kan ikke tage højde for forskellige priser for forskellige typer af kollektiv transport. I de økonomiske beregninger er merpåstigertallet nedskaleret som følge af kvalitetstillægget.

7 Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

2.10.4 Restfinansieringsbehov

2.10.4.1 Restfinansieringsbehov - hovedforslag M4 anlagt i ét stræk

Restfinansieringsbehovet for hovedforslag M4 er angivet i Figur 2.79. Restfinansieringsbehovet dækker over nutidsværdien af alle indtægter og omkostninger.

Nutidsværdien af nettodriftsoverskuddet vil være 1,6 mia. kr. ekskl. dobbeltfaktor og 2,9 mia. kr. inkl. dobbeltfaktor. Denne forskel i driftsoverskud ses ligeledes i restfinansieringsbehovet. Restfinansieringen ekskl. dobbeltfaktor er 5,3 mia. kr., mens restfinansieringsbehovet inkl. dobbeltfaktor er 4,0 mia. kr.⁸

Figur 2.79

Restfinansieringsbehov, mio. kr., 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025.

	Ekskl. dobbeltfaktor	Inkl. dobbeltfaktor
Nutidsværdi af nettodriftsoverskud	1.640	2.890
Nutidsværdi af anlægsinvesteringer (inkl. 30 % reserve) reinvesteringer, m.m.	-6.910	-6.910
Restfinansieringsbehov	-5.270⁹	-4.020¹⁰

Anlægget forventes ibrugtaget i 2035, og nutidsværdien er regnet over en 50-årig periode fra ibrugtagning af anlægget. Der er i ovenstående beregninger antaget en realrente på 0 pct. til og med 2034. Derefter er realrenten antaget at være 3 pct.

Det skal bemærkes, at med etablering af hovedforslag M4 vil der ikke blive etableret en alternativ M4-forlængelse til Ydre Nordhavn, Lille Spørgsmålstegn, jf. afsnit 1.3. I Nordhavn-screeningen er restfinansieringen af Lille Spørgsmålstegn (yderligere 4 stationer efter Orientkaj) vurderet til 1,9 mia. kr. i 2016-priser. Såfremt Lille Spørgsmålstegn ikke etableres, vil omkostningerne hertil ikke blive realiseret. Der må dog også forventes være et værditab for By & Havn for de grunde, som ikke vil blive metrobetjent. Værditabet er ikke belyst i denne rapport.

2.10.4.2 Restfinansieringsbehov - hovedforslag M4 anlagt i etaper

Figur 2.80 angiver restfinansieringsbehovet såfremt hovedforslag M4 anlægges i etaper som beskrevet i afsnit 2.1.2, sammenlignet med hovedforslag M4 anlagt i ét stræk. Det er antaget at etape 1 åbner i 2035 og etape 2 i 2045. Det skal bemærkes, at man kan forestille sig andre åbningsår, f.eks. at åbningen af etape 2 sker i 2055.

Restfinansieringsbehovet såfremt hovedforslag M4 anlægges i et stræk er 5,3 mia. kr. ekskl. dobbeltfaktor. Såfremt hovedforslag M4 anlægges i etaper er restfinansieringsbehovet 4,9 mia. kr. ekskl. dobbeltfaktor¹¹. Dvs. at restfinansieringen reduceres med 0,4 mia. kr. som følge af ovenstående etapedelingen. Grunden til at restfinansieringen reduceres ved etapedeling skyldes to faktorer:

- I årene efter åbning af etape 1 i 2035 forventes der begrænset byudvikling på Lynetteholm. Ved udskydelse af metrobetjening af Lynetteholm, undgås driftsomkostningerne som følger af at metrobetjene Lynetteholm i perioden med begrænset byudvikling og begrænsede passagerindtægter
- Ved etapedeling flyttes en del af anlægsomkostningerne længere ud i tiden. Som følge af antagelsen om realrente på 3 pct. fra 2035 medfører denne udskydelse af anlægsomkostningerne, at nutidsværdien af omkostningerne reduceres.

8 Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

9 Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

10 Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

11 Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

Figur 2.80

Restfinansieringsbehov, mio. kr.,
ekskl. dobbeltfaktor, 2020-priser,
tilbagediskonteret til 2025.

	Anlagt i ét stræk	Etapeopdelt		
		1. etape	2. etape	Total
Nutidsværdi af nettodriftsoverskud	1.640	-420	2.070	1.650
Nutidsværdi af anlægsinvesteringer (inkl. 30 % reserve) reinvesteringer, m.m.	-6.910	-2.940	-3.580	-6.520
Restfinansieringsbehov	-5.270¹²	-3.360¹³	-1.510¹⁴	-4.870¹⁵

Det fremgår at etape 1 har et negativt nettodriftsoverskud. Det skyldes, at der er relativt få merpåstigere på etape 1. Hvis etape 1 ikke etableres, forventes en stor andel af de passagerer, som ville have benyttet etape 1, blot at gå eller cykle til Orientkaj i stedet og tage metroen derfra. Etape 1 medfører derfor relativt få merpåstigere og dermed et nettodriftsunderskud.

Ved beregning af restfinansiering af hovedforslag M4 anlagt i etaper er der regnet over en 50-årig periode fra ibrugtagning af etape 1. Dvs. for etape 2 som ibrugtages i 2045 er der regnet restfinansiering over en 40-årig periode, frem til 2085.

Det må forventes, at en udskydelse af etape 2 vil forbedre restfinansieringen yderligere.

2.10.4.3 Restfinansieringsbehov - hovedforslag M4 ved kapacitetsbegrænsning

Som beskrevet i afsnit 2.4.5 forventes der kapacitetsproblemer i hovedforslag M4. I trafikmodelberegningerne er der antaget uendelig kapacitet i metroen. Det betyder, at i trafikmodelberegningerne kan alle passagerer komme med metroen, uafhængigt af om der er plads i metroen. Dermed bliver passagerindtægterne overvurderet.

Figur 2.81 angiver restfinansieringen i tre scenarier. Ét, hvor alle passagererne, som er angivet i trafikmodelberegningerne, kan være i metroen svarende til Figur 2.80, ét scenarie, hvor merpåstigertallet er halveret i 2070, samt ét, hvor merpåstigertallet er reduceret med 2/3 i 2070. Det reducerede merpåstigertal i 2070 angiver det maksimale merpåstigertal.

Med en reduktion i antallet af merpåstigere øges restfinansieringsbehovet fra 5,3 til hhv. 6,4 mia. kr. og 7,2 mia. kr. ekskl. dobbeltfaktor.

Figur 2.81

Restfinansieringsbehov med og uden reduktion i merpåstigere, ekskl. dobbeltfaktor, mio. kr., 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025.

	Ingen reduktion i merpåstigere	50 pct. reduktion i merpåstigere	2/3 pct. reduktion i merpåstigere
Restfinansieringsbehov	5.270	6.420	7.210

2.10.4.4 Indskuddets størrelse

Restfinansieringsbehovet for hovedforslag M4 kan blive dækket af et indskud. Som følge af antagelsen om en realrente på 0 pct. frem til 2035 vil indskuddets størrelse, såfremt Metroselskabet modtager indskuddet senest 2035, være uafhængigt af, hvornår Metroselskabet modtager indskuddet. Indskuddet vil være på 5,3 og 4,0 mia. kr. hhv. ekskl. og inkl. dobbeltfaktor, svarende til restfinansieringsbehovet.¹⁶

¹² Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

¹³ Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

¹⁴ Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

¹⁵ Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

¹⁶ Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

2.11 Samfundsøkonomi

Den samfundsøkonomiske analyse indeholder en vurdering af de samfundsmæssige fordele og ulemper ved etablering af hovedforslag M4. Analysen tager udelukkende udgangspunkt i etablering af metro til Lynetteholm, og ikke i samfundsøkonomien relateret til det samlede projekt indeholdende etablering af Lynetteholm, klimasikring, etablering af Østlig Ringvej samt metrobetjeningen af Lynetteholm. Det kan overvejes i en senere fase at se på den samlede samfundsøkonomi for hele projektet.

På vegne af Metroselskabet har COWI udarbejdet en samfundsøkonomisk analyse af metrobetjeningen af Lynetteholm. COWI har på den baggrund udarbejdet en rapport, jf. bilag 7. Det er denne rapport, som ligger til grund for dette afsnit.

2.11.1 Metode

Beregningsen følger Transport- og Boligministeriets retningslinjer¹⁷ og gennemføres ved anvendelse af ministeriets officielle beregningsmodel til samfundsøkonomiske analyser, benævnt TERESA (Transportministeriets Regnearksmodel for Samfundsøkonomisk Analyse for transportområdet) version 5.08.

Den samfundsøkonomiske analyse sammenligner fordele (gevinster) og ulemper (omkostninger) ved overordnet set to alternative fremtidsscenarier: Et scenarie uden etablering af hovedforslag M4, og ét scenarie med etablering af hovedforslag M4. Forskellene på resultaterne i de to scenarier, angiver den samfundsøkonomiske effekt.

Der indgår følgende elementer i den samfundsøkonomiske analyse

- **Anlægsomkostninger**
Anlægsomkostninger fratrukket restværdi
- **Drifts- og vedligeholdelseseffekter**
Udgifter til den daglige drift af den kollektive trafik og vejinfrastruktur. Derudover indgår de samlede billetindtægter i den kollektive transport, samt brugerbetaling fra vejtrafik
- **Brugereffekter**
Brugereffekterne omfatter bl.a. tidsgevinster på vej, kollektiv transport samt godstransport
- **Luftforurening, klima, uheld og støj**
- **Øvrige konsekvenser**
Afgiftskonsekvenser, arbejdsudbudsforvridning og arbejdsudbudsgevinster.

De samfundsøkonomiske gevinster ved projektet er først og fremmest forbedret mobilitet, dels for rejsende i den kollektive trafik, men - alt andet lige - også forbedret fremkommelighed for vejtrafikken når flere rejsende har muligheden for at vælge en alternativ højklaset transportform som metro.

De samfundsøkonomiske ulemper er først og fremmest omkostningerne ved af anlæg metroen.

Der er en række effekter som ikke er inkluderet i den traditionelle samfundsøkonomiske analyse. De traditionelle samfundsøkonomiske effekter vil således blive suppleret med følgende analyser

¹⁷ Som bl.a. fastlagt i "Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet", Transportministeriet, 2015, i kombination med Finansministeriets "Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger", 2017.

- Effekterne på vare- og servicemarkedet
- Agglomeration (koncentrationen af økonomisk aktivitet i et område)
- Sammenhæng mellem højklasset kollektiv transport som metro og byudviklingen.

Der er usikkerheder forbundet med ovenstående analyser, hvorfor de ikke indgår som en del af den traditionelle samfundsøkonomiske analyse.

2.11.2 Forudsætninger

Der anvendes nøgletal fra Transport-, Bygnings- og Boligministeriets Transportøkonomiske enhedspriser (version 1.91, 2019). Forudsætningerne fremgår af Figur 2.82. Anlægsomkostningerne er ligesom i de finansielle beregninger tillagt 30 pct. reserve.

Figur 2.82

Forudsætninger i den samfundsøkonomiske beregninger.

Emne	Forudsætning
Restværdi	Ved udgangen af beregningsperioden (2084) sættes anlæggets værdi lig anlægssummen
Prisniveau (år)	2019 ¹⁸
År for beregning af nettonutidsværdi	2019
Kalkulationsrente	4 % de første 35 år, derefter 3 %
Nettoafgiftsfaktor	1,28
Arbejdsudbudseffekt	10 %
Trafikvækst, -2070	Som fastlagt i OTM (Ørestadstrafikmodellen)
Trafikvækst, 2070-	Kollektiv trafik: 0 % pr. år Vejtrafik: 0 % pr. år

2.11.3 Resultater

2.11.3.1 Hovedresultater

Hovedresultaterne fra hovedforslag M4 er vist i Figur 2.83. Figuren viser nutidsværdien i to scenarier: ét, hvor der ikke tages højde for kapacitetsudfordringerne, og ét, hvor passagererne fravælger metroen som følge af manglende kapacitet. Som beskrevet i afsnit 2.4.5 forventes ikke alle passagerer at kunne være i metroen som følge af manglende kapacitet. Beregningen er lavet efter samme princip som i afsnit 2.10.4.3., hvor det antages, at halvdelen af passagerer fravælger metroen fra 2070.

Hovedforslag M4 ses at føre til et positivt samfundsøkonomisk resultat med en nettonutidsværdi på 0,8 mia. kroner og en intern rente på 4,0 pct¹⁸, når der ikke tages højde for kapacitetsudfordringerne. Det fremgår, at nutidsværdien reduceres fra 0,8 mia. kr. til -2,4 mia. kr., og den interne rente reduceres fra 4,0 pct. til 2,0 pct.,

18 De finansielle beregninger er opgjort i 2020-priser og tilbagediskonteret til 2025. Forskellen har ikke betydning for den interne rente.

19 Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

Figur 2.83

Samfundsøkonomisk resultat for hovedforslag M4, mio. kr., nettonutidsværdi i 2019, 2019-priser.

	Ingen reduktion i brugergevinster	Reduktion i brugergevinster
Anlægsomkostninger (inkl. restværdi)	-4.400	-4.400
Drifts- og vedligeholdelseeffekter	-500	-1.100
Brugereffekter	6.300	3.800
Luftforurening, klima, uheld og støj	100	100
Øvrige konsekvenser	-600	-700
I alt nettonutidsværdi (NNV)	800	-2.400
Intern rente	4,0 %²⁰	2,0 %

når halvdelen af passagererne i 2070 fravælger metroen som følge af kapacitetsproblemer. Den interne rente angiver, hvor stort det årlige samfundsøkonomiske afkast er. Jo højere en rente, jo bedre er projektet.

Det positive resultat, når der ikke tages højde for kapacitetsudfordringerne, kan først og fremmest tilskrives nogle relativt store tidsgevinster for særligt brugerne i den kollektive trafik. Også trafikanter på vej opnår gevinster i form af lavere rejsetid og lavere kørselsomkostninger – om end af en noget lavere størrelsesorden. De samlede brugergevinster udgør 6,3 mia. kroner opgjort i nettonutidsværdi²¹.

Hovedårsagen til den lavere nettonutidsværdi, når der tages højde for kapacitetsudfordringerne, er en reduktion i brugereffekterne på ca. 2½ mia. kr. Der er ligeledes en reduktion i drifts- og vedligeholdelseeffekter på ca. ½ mia. kr., hvilket skyldes en reduktion i billetindtægter.

2.11.3.2 Brede økonomiske effekter

Etableringen af metroen har økonomiske effekter, der ikke er inkluderet i den samfundsøkonomiske analyse. De brede økonomiske effekter er samfundsøkonomiske effekter, som ikke er medtaget i vejledningerne til, hvordan samfundsøkonomiske analyser skal laves, fordi der er usikkerhed forbundet med dem.

Der er i dette afsnit medtaget to effekter:

- **Effekt på vare- og servicemarkeder**

I den klassiske samfundsøkonomiske analyser antages det, at der fuldkommen konkurrence på alle markeder.

I praksis eksisterer der imidlertid ikke fuldkommen konkurrence på de fleste vare- og servicemarkeder. De er i stedet kendetegnet ved ufuldkommen konkurrence med den konsekvens, at prisen på varerne er højere, og at efterspørgslen og produktionen dermed er lavere, end det ville være tilfældet med fuldkommen konkurrence. Dette medfører et velfærdstab for forbrugerne og dermed for samfundet.

En forbedring af transportsystemet vil alt andet lige medføre lavere transportomkostninger for bl.a. erhvervsrejsende og derved gøre det muligt at sænke priserne og øge efterspørgslen. Forbrugernes velfærdstab reduceres dermed, hvilket kan betragtes som en gevinst for samfundet.

Et forbedret transportsystem, der fører til øget produktion af varer under ufuldkommen konkurrence, giver imidlertid anledning til en "ekstra" velfærdsgevinst, idet forbrugerne af varer eller serviceydelser

²⁰ Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

²¹ Der er ikke taget højde for passagereffekten af kapacitetsproblemerne beskrevet i afsnit 2.4.5.

vil værdsætte stigningen i produktionen højere end omkostningen ved at producere de ekstra varer eller serviceydelser.

Det er denne "ekstra" velfærdsgevinst, der kan opfattes som en af de bredere økonomiske effekter, der ikke som udgangspunkt medregnes i den klassiske samfundsøkonomiske analyse.

Der anvendes samme tilgang som er anvendt i tidligere ex-post samfundsøkonomiske analyser af hhv. Storebæltsforbindelsen og den eksisterende metro (M1/M2).

Ved denne tilgang anbefales det helt simpelt blot at anvende en opskaleringsfaktor på 10 % som multipliceres på de opgjorte gevinster for erhvervsrejser og godstransporter.

- **Effekter ved agglomeration (koncentrationen af økonomisk aktivitet i et område)**

Forskellige undersøgelser har påvist, at der opstår produktivitetstgevinster for virksomheder når virksomheder og arbejdskraft lokaliseres i nærheden af hinanden – også kaldet agglomeration.

Positive agglomerationseffekter opstår bl.a. som følge af, at virksomheder får adgang til et større arbejdsmarked med en større og mere specialiseret pulje af arbejdskraft, dvs. bedre adgang til den "helt rigtige" arbejdskraft samt uformel videndeling gennem medarbejdere, der f.eks. skifter job og mere formel videndeling gennem vidennetværk.

Beregningerne for agglomeration er baseret på en metode fra Transport DTU, der fortsat er under udvikling.

Samlet set forbedrer de bredere økonomiske effekter samfundsøkonomien med ca. 1,5 mia. kr. i en situation, hvor der ikke tages højde for kapacitetsudfordringerne. Dermed forbedres den interne rente fra 4,0 % til 4,7 %, når der ikke tages højde for kapacitetsudfordringerne. Gevinsten af de bredere økonomiske effekter vil blive reduceret, når der tages højde for kapacitetsudfordringerne.

2.11.3.3 Sammenhæng mellem byudvikling og metro

I den klassiske samfundsøkonomiske metode antages byudviklingen at ske uafhængigt af infrastrukturen til området. Det gælder også i ovenstående, hvor udviklingen i beboere og arbejdspladser på Lynetteholm sker uafhængigt af, om der etableres metro eller ej. Der vurderes at være en sammenhæng mellem byudvikling og etablering af metro, da attraktiviteten ved Lynetteholm stiger med etablering af metro.

Da der ikke findes en etableret metode til at opgøre effekten af sammenhængen mellem infrastruktur og byudvikling, er der i nedenstående lavet en følsomhedsanalyse af sammenhængen mellem byudvikling på Lynetteholm og metro.

Det antages, at hvis ikke der etableres metro, sker byudviklingen langsommere. I den klassiske samfundsøkonomiske analyse er det antaget, at alle forudsætninger er ens, når man sammenligner en situation med og uden metro. Det eneste, som ændrer sig, er, om der etableres metro eller ej. I denne analyse er der antaget reduceret byudviklingen i scenariet uden metro. I 2070 er det f.eks. antaget, at byudviklingen uden metro svarer til byudviklingen i 2050 i hovedscenariet. Etablering af metroen medfører således øget byudvikling.

Med en antagelse om at metroen medfører øget udvikling vil nutidsværdien af hovedforslag M4 vokse med ca. 0,8 mia. kr., når der ikke tages højde for kapacitetsudfordringerne.

Ovenstående metode er ikke præcis værdisætning af sammenhængen mellem metro og byudvikling. Bl.a. vil de personer, som ikke bosætter sig på Lynetteholm, bosætte sig et andet sted. De samfundsmæssige gevinster/tab, der er forbundet med en alternativ bosætning, er ikke værdisat.

2.12 Risikovurdering

For at understøtte robustheden af anlægsoverslaget og restfinansiering er der foretaget en risikovurdering med henblik på at kortlægge og analysere de risici, der kan være ved projektet. I risikoanalysen er der både taget hensyn til økonomiske og passagermæssige betragtninger (Øko / pass), såvel som anlægstekniske udfordringer indenfor civil works (CW) og transportsystem (TS).

Risikoanalysen viser umiddelbart, at der for M4-forlængelse er en samlet risikoværdi på 1.724 mio. kr., som fordeler sig med 601 mio. kr. (35 %) relateret til anlægstekniske udfordringer, mens økonomiske og passagermæssige betragtninger har en samlet risikoværdi på 1.123 mio. kr. (65 %).

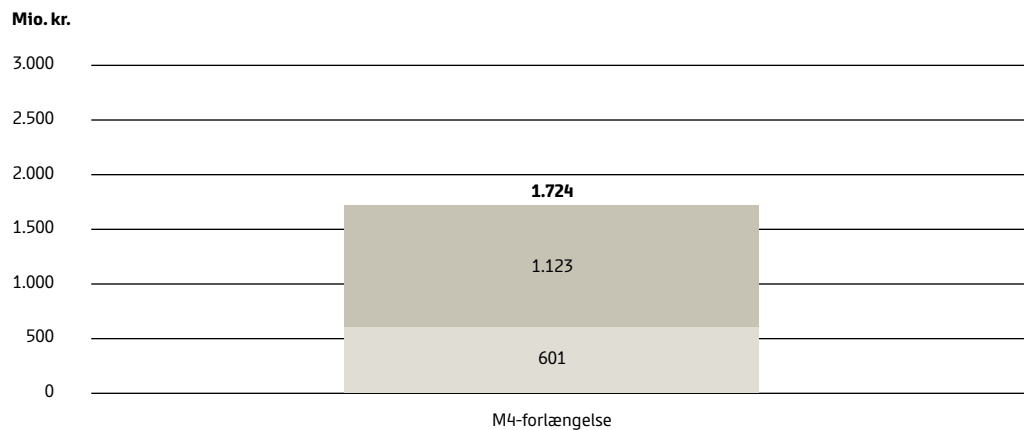
For linjeføringen M4 forlængelse udgør risiciene forbundet med de økonomiske og passagermæssige forhold 65 % af den totale risikoværdi. Den største risiko for M4-forlængelsen er forbundet med manglende kapacitet i metro i forhold til antallet af mulige passagerer, som er vurderet til en samlet risikoværdi på 965 mio. kr. Den anden- og tredjestørste risiko er forbundet med implementering af ny lovgivning, samt kontraktuelle ændringer i forhold til entreprenørerne pga. projektændringer.

Vurderinger og overvågning af usikkerheder, der kan påvirke projektet, skal fortsætte i de kommende faser af projektet. I de følgende faser vil de identificerede risici blive yderligere detaljeret og analyseret. Tiltag til håndtering af risici skal vurderes løbende i takt med udviklingen i projektet.

Figur 2.84

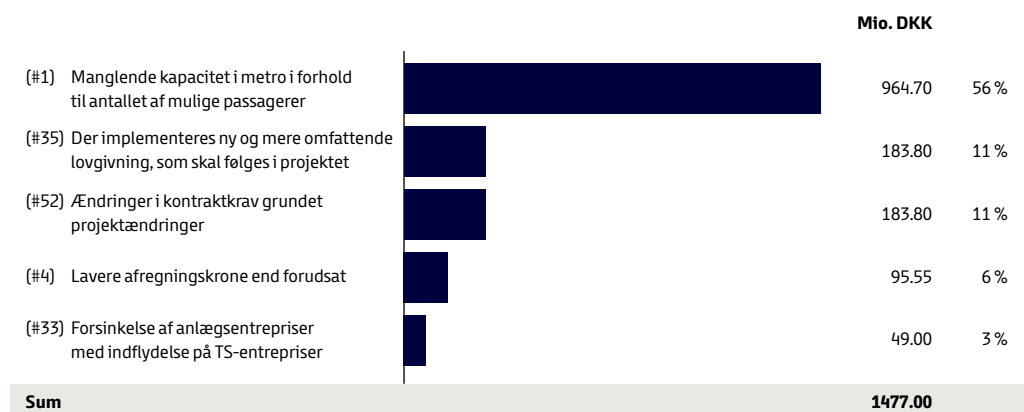
Risikoværdi for M4 forlængelse.

— CW+TS
— Øko/pass



Figur 2.85

5 største risici.



2.13 Tidsplan

Der er på nuværende tidspunkt ikke udarbejdet detaljerede tidsplaner for M4.

Nedenfor findes en principiel tidsplan, der viser den almindelige rækkefølge og tidsmæssige udstrækning af projektets fremtidige faser og indhold.

Generelt om opgavernes mål og rækkefølge

Ved starten af et metroprojekt vil der skulle gennemføres en række opgaver til forberedelse af projektets udførelse, og som samtidig skal danne grundlag for tilvejebringelse af en anlægslov og senere ejergodkendelse inden indgåelse af de store anlægskontrakter. Det gælder blandt andet

- at gennemføre VVM-redegørelse (miljøvurdering)
- at forberede det tekniske grundlag for projektet bedst muligt blandt andet som basis for udarbejdelse af tidsplan og anlægsbudget
- at udarbejde materiale til og gennemføre en hensigtsmæssig udbudsproces

De forberedende opgaver kan principielt gennemføres på forskellige måder, hvor tidsplanen vil afhænge af, i hvilken grad, der planlægges et sekventielt eller et parallelt forløb. Det væsentlige valg i den nuværende fase er således i hvilket omfang, de forberedende opgaver skal løses sekventielt eller kan foregå parallelt. Valget vil have indflydelse, dels på den samlede gennemførelsestid, dels på hvor tidligt i processen ejerne gennem anlægsloven henholdsvis ejergodkendelsen vil have mulighed for at træffe endelig beslutning om projektets gennemførelse.

Uanset i hvilken rækkefølge opgaverne gennemføres i, så vil det være de samme antal og omfang af opgaver, der skal gennemføres. Ved en delvist parallel gennemførelse af opgaverne kan der i sagens natur opnås en forkortelse af tidsplanen, men også opnås en grad af synergi mellem opgaverne. Eksempelvis vil VVM-redegørelsens indhold kunne styrkes af en parallel udarbejdelse af dispositionsforslag, uden at detaljeringsprocessen forsinkes projektet. Nedenfor er illustreret den tidsmæssige udstrækning af M4 såfremt de forberedende opgaver gennemføres sekventielt henholdsvis parallelt. Graden af parallelt gennemførte processer kan varieres. I tabellen nedenfor er vist en tidsplan, hvor de første faser af projektet gennemføres parallelt i samme omfang som det skete i de tidlige faser af Cityringen.

Tidsplanens betydning for anlægslov og ejerbeslutninger

Anlægslov vil kunne vedtages efter gennemført VVM-proces. I en sekventiel proces vil dette tidspunkt ligge 3 år efter igangsætning af projektet, mens det i en parallel proces, hvor dispositionsforslag og VVM redegørelse gennemføres parallelt, vil kunne forgå 2 år efter projektets starttidspunkt.

Figur 2.86

Principiel tidsplan for M4.

M4	Sekventiel proces	Parallel proces
Kontrakt om rådgivning	½ år	½ år
Dispositionsforslag	1 år	
VVM-redegørelse	1½ år	3 år
Ledningsomlægninger	2½ år	
Hele udbudsprocessen	3 år	
Anlægsfase	7 år	7 år
I alt	15½ år	10½ år

Den endelige ejergodkendelse af igangsætning af anlægsarbejde vil kunne ske efter gennemført udbud, hvilket i en sekventiel proces vil være 8½-9½ år efter projektets starttidspunkt, mens det i en parallel proces vil kunne ske 3½-4 år efter starttidspunktet.

Forudsætninger for tidsplanerne

Bemærk, at de tidsmæssige vurderinger er baseret på en overordnet vurdering og derfor ikke medtager de udfordringer, som et stort anlægsprojekt ofte vil støde ind i. Det må således forventes, at der kan optræde forlængelser af processen, f.eks. at udbudsprocessen tager længere tid, at entreprenørerne kræver længere anlægstid etc. Dette gælder, uanset på hvilken måde opgaverne planlægges.

Det vil i hele metroprojektets forløb være vigtigt at fortsætte koordineringen med By og Havn samt Vejdirektoratet om både anlæg af Østlig Ringvej og Lynetteholm. I koordineringen med By og Havn om Lynetteholm skal indgå både anlægstekniske og byplanmæssige forhold.

Elementerne i tidsplanen

Tidsplanen for projektet vil bestå af følgende elementer:

Udbud af rådgivning, varighed 6 måneder

Projektet vil skulle indledes med udbud af rådgiverydelser, så Metroselskabets egne kompetencer kan suppleres med ekspertviden og medarbejderkapacitet, der passer til gennemførelse af opgaverne. Såfremt udbud kan gennemføres indenfor selskabets efter EU-udbud indgåede rammeaftaler, vil tidsforbruget til udbudsprocessen kunne forkortes.

Dispositionsforslag, varighed 1 år

Udarbejdelse af en anlægslov nødvendiggør, at der udarbejdes et dispositionsforslag, der blandt andet indebærer, at der gennemføres en række af forberedende arbejder, herunder en yderligere detaljering af tekniske og udførelsesmæssige forundersøgelser f.eks. udførelsesmæssige og geotekniske undersøgelser og arkæologiske forstudier. Dette grundlag vil være hensigtsmæssigt at anvende som grundlag for VVM-redegørelsen. I forbindelse med udarbejdelse af dispositionsforslaget vil muligheder for at tilpasse projektet til FN's bæredygtighedsmål kunne afsøges.

VVM, varighed 1,5-2 år

Det anbefales, at VVM-redegørelsen baseres på det mere detaljerede projektgrundlag, der fremkommer i dispositionsforslaget.

Såfremt VVM-redegørelsen baseres på det materiale, som er indeholdt i udredningen alene, vil der være sandsynlighed for, at der efterfølgende vil skulle gennemføres supplerende VVM-processer i takt med, at de tekniske løsninger bliver mere detaljerede.

Ledningsomlægninger, ekspropriationer og rettighedserhvervelse, varighed 2,5 år

Processen frem mod ekspropriation af nødvendige arealer forberedes. Der vil være mulighed for med hjemmel i Jernbanelovens § 30, at selskabet med aktstykke vil kunne gives bemyndigelse til at gennemføre nødvendig ekspropriation af arealer, der for eksempel er nødvendige for, at ledningsejerne kan påbegynde ledningsomlægninger.

Udbudsprocessen for anlægsopgaver og transportsystem

Transportsystem og anlæg af stationer og linjeføring kontraheres eksternt efter udbud. Den måde, som anlægsarbejder udbydes og kontraheres på, kan influere tidsplanen.

Udbudsprocessen forløber over en længere periode, hvor der fastlægges udbudsstrategi, forberedes udbudsmateriale, samt gennemføres selve udbudsprocessen inklusive forhandling og kontrahering.

Størrelsen af kontrakterne vil generelt være over EU tærskelværdier for offentlige udbud, hvilket indebærer en relativt lang og omfattende udbudsproces. Optimering af kontraktstruktur og tidsplan fastlægges i udbudsstrategien. Normalt udbyder Metroselskabet som "Design-Build", hvilket i praksis betyder, at detalprojekt og planlægning af anlægsarbejderne udføres af entreprenøren.

Hjemmel og ejerbeslutninger

Det forudsættes, at der med fremlæggelse af aktstykke for Folketingets Finansudvalg tilvejebringes hjemmel til de forberedende arbejder, herunder gennemførelse af rådgiverudbud, udførelse af arbejde knyttet til VVM-redegørelse, igangsætning af arkæologiske og geotekniske forundersøgelser, udarbejdelse af dispositionsforslag og forberedelse af udbudsgrundlag, samt gennemførelse af nødvendige ekspropriationer til ledningsomlægninger på samme måde, som det er sket ved start af andre store anlægsprojekter.

En del af opgaverne vil kunne gennemføres indenfor Metroselskabets rammeaftaler, der er indgået efter offentligt udbud, mens andre opgaver vil kræve fornyede offentlige udbud.

Projektet skal omfattes af en anlægslov, som på grundlag af VVM-redegørelsen og i muligt omfang dispositionsforslag skal definere projektets indhold og rammer. Det er forudsat, at anlægsloven vil fastlægge, at indgåelse af de store anlægskontrakter først kan ske efter ejernes godkendelse af det økonomiske grundlag for indgåelse af disse kontrakter, samt hvorledes projektændringer og eventuelle budgetændringer skal håndteres.

Anlægsarbejdet, varighed 7-8 år

De angivne vurderinger hviler på en forudsætning om, at projekterne ikke faseopdeles, men gennemføres på en gang. Anlægsarbejdet vil da forventes at kunne gennemføres på ca. 7 år efter indgåelse af de store anlægs- og transportsystemkontrakter for M4, mens M5 og M5Vest må forudses tilsvarende at kunne gennemføres på 8 år.

Vurderingerne afhænger i sagens natur også af de vilkår, som selskabet tillades at arbejde under. Der er ved vurderingen taget udgangspunkt i de vilkår for f.eks. støj og transport under anlægsarbejdet, som gælder for anlæg af metro til Sydhavnen.

Hvor relevant er det forudsat, at rensningsanlægget Lynetten er flyttet forud for igangsættelse af selve anlægsarbejdet, at Østlig Ringvej er anlagt før tunnelboring, passerer en lokalitet, samt at Lynetteholm er anlagt 6 år før åbning af M4. Opførelsen af højbanen og stationen over Nordhavnstunnellen forventes at starte 5 år før metro åbning.

Såfremt der vedtages en faseopdeling af anlægsarbejderne, vil det have indflydelse både på projekternes forløb og direkte indhold.

Faseopdeling af anlægsarbejderne

Ved faseopdeling vil der skulle tages højde for, at en banestrækning vil have spormæssig forbindelse til et kontrol- og vedligeholdelsescenter. Besluttet det eksempelvis som en første fase af et projekt at anlægge en baneforbindelse fra Københavns Hovedbanegård til Amagerbro, med henblik på i første omgang at aflaste M1 og M2 og senere indgå i en linje, der betjener Lynetteholm, vil der skulle anlægges et kontrol- og vedligeholdelsescenter i nærheden af banens første etape. En banestrækning, der vil skulle fungere selvstændigt i en årrække, vil skulle bestykses med crossover-faciliteter i hver ende af linjen med henblik på at kunne tilbyde en tilfredsstillende frekvens og driftspålidelighed.

3. M5

Lilla linje

Linje M5 er en ny selvstændig metrolinje. Den forbinder Lynetteholm med knudepunkterne Østerport og København H, og skaber sammenhæng og robusthed i metronettet med nye omstigningsstationer på Amagerbro og Islands Brygge. Linjen aflaster på tværs af havnen, og løser dermed kapacitetsudfordringen på M1/M2.

Linjen har 9 stationer, og alternative placeringer er undersøgt ved København H, Islands Brygge og Amagerbro. Der er undersøgt løsninger, hvor M5 forløber både helt og delvist i tunnel samt anlæg i etaper. M5 er undersøgt ud fra samme kriterier som er anvendt ved tidligere forundersøgelser – for eksempel M3 Cityringen og M4 Sydhavnen.

83.000

Daglige merpåstignere
i metrosystemet i 2050



Rejsetid fra v/ Lynetteholm
Syd til:



Frekvens i myldretiden

180 sek.

er tidsrummet mellem hvert tog



Mål betjenes i 2035

26.500

nye mål betjenes i 2035



Restfinansiering

18,8 mia.

(2020-priser inkl. 30 pct. korrektionsreserve)



Anlægsoverslag

20,5 mia.

(2020-priser inkl. 30pct. korrektionsreserve)



3.1 Linjeføringer, stationer og trafikbetjening

M5 forbinder Lynetteholm med både Østerport, Københavns Hovedbanegård og forbinder M5 med eksisterende metrolinjer ved Amagerbro og Islands Brygge stationerne. Hovedforslaget foreslås med højbane fra Kløverparken til Lynetteholm. Variantløsningen er tunnelført langs hele linjeføringen og inkluderer en undervariant, hvor metrolinjen fortsættes til Forum. Løsningerne er skitseret på Figur 3.1.

3.1.1 M5 – Hovedforslag

Hovedforslaget til M5 har følgende 9 stationer:

- Københavns Hovedbanegård (mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via fælles concourse-niveau og S-tog, Regionaltog, Internationaltog og M5 via gangtunnel og bus via terræn)
- Islands Brygge – Dyb undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M1 og M5 via gangforbindelse og bus via terræn)
- Amagerbro – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via lang gangforbindelse og bus via terræn)
- v/Prags Boulevard – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- v/Kløverparken – højbanestation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- v/Refshaleøen – højbanestation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- v/Lynetteholm Syd – højbanestation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- v/Lynetteholm Nord – højbanestation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- Østerport – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via fælles concourse-niveau og med S-tog, Regionaltog, internationale tog og bus via terræn).

Strækningen fra rampe v/Kløverparken til Københavns Hovedbanegård bliver anlagt i en boret tunnelstrækning.

Strækningen fra vest for Prøvestenen til v/Prags Boulevard ved rundkørslen bliver anlagt i en åben rampe.

Strækningen fra vest fra v/Lynetteholm Nord til Kløverparken bliver anlagt på højbane.

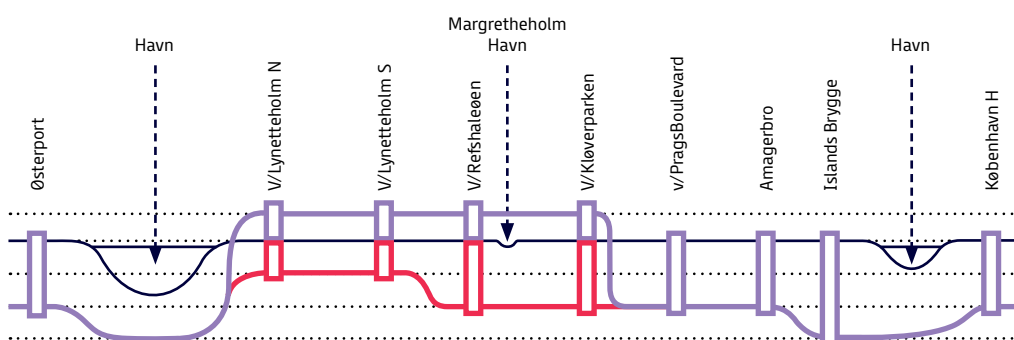
Strækningen fra Lynetteholm ved havnen til vest for v/Lynetteholm Nord bliver anlagt i en rampe.

Strækningen fra Østerport til Lynetteholm ved havnen bliver anlagt i en boret tunnelstrækning.

Figur 3.1

Skematisk opbygning af M5 løsningsmulighederne.

— Hovedforslag
— Variant



Figur 3.2

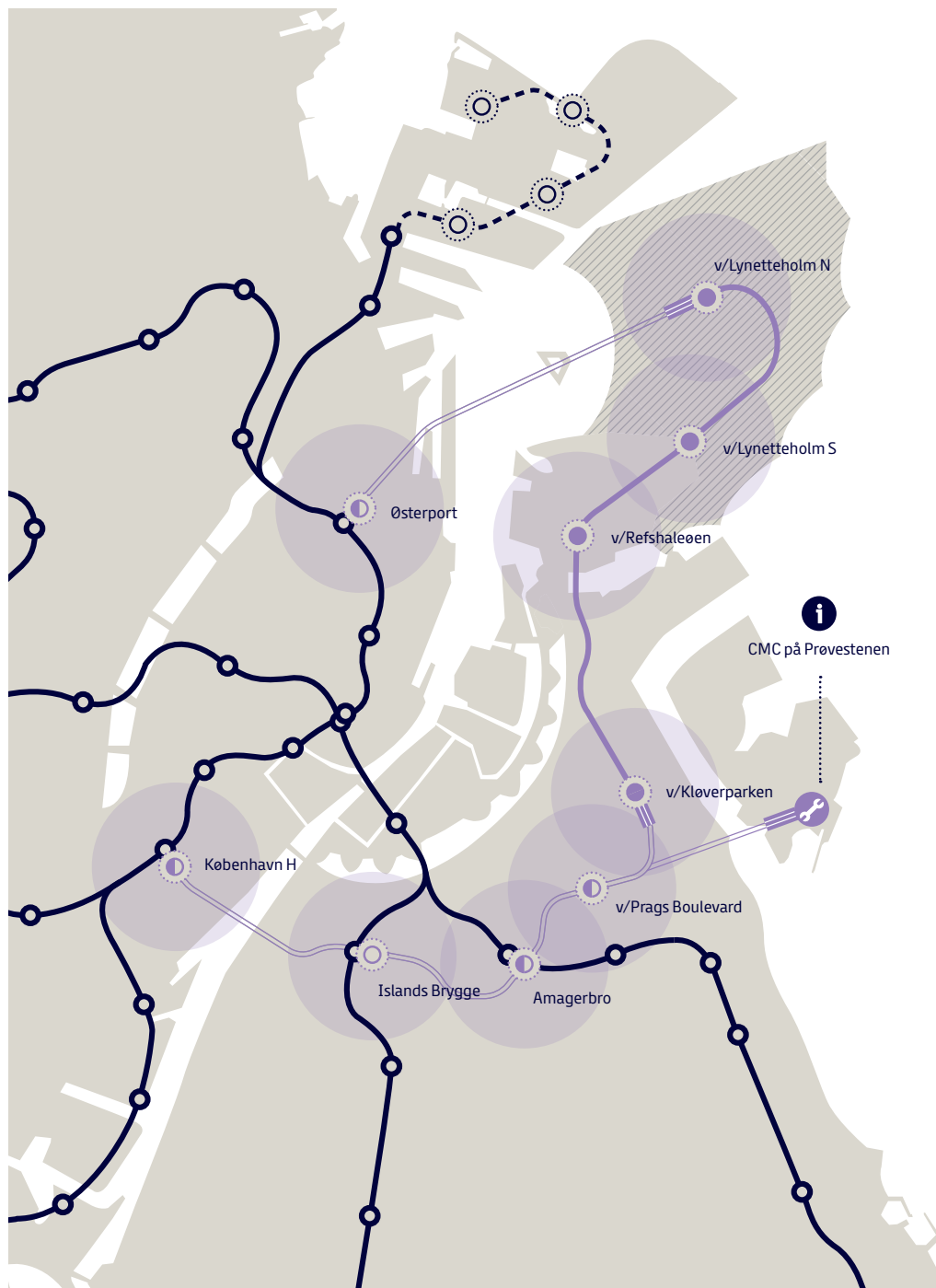
Oversigtskort visende linjeføring og stationsplaceringer i M5 - Hovedforslag.

Stationstype

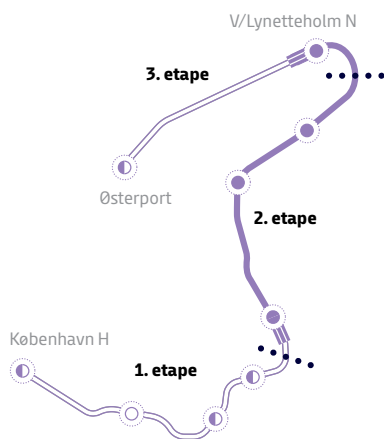
-  Højbanestation
-  Undergrundsstation
-  Dyb undergrundsstation
-  Stationsnærhed

Banetype

-  Højbane
-  Tunnel
-  Rampe

**Figur 3.3**

Skitsering af M5 etapedeling.

**3.1.2 Etapedeling**

Det er muligt at etablere M5 med etapedelt åbning af delstrækninger. En mulig etapedeling er illustreret på Figur 3.3. Etapedelingen af M5 medfører ikke betydelige ændringer under udførelsesfasen for det foreslåede arbejde. Etapedelingen skønnes dermed ikke at resultere i betydeligt øgede anlægsomkostninger. Dette er beskrevet yderligere i afsnit 3.7.12.

3.1.3 Varianter

3.1.3.1 M5 Variant

M5 Variant følger Hovedforslaget til M5, men med undergrundsstationer på hele linjen.

M5 Variant har følgende 9 stationer:

- Københavns Hovedbanegård – undergrundsstation
- Islands Brygge – dyb undergrundsstation
- Amagerbro – undergrundsstation
- v/Prags Boulevard – undergrundsstation
- v/Kløverparken – undergrundsstation
- v/Refshaleøen – undergrundsstation
- v/Lynetteholm Syd – overfladenær station
- v/Lynetteholm Nord – overfladenær station
- Østerport – undergrundsstation

Strækningen fra syd fra v/Lynetteholm Syd til Københavns Hovedbanegård bliver anlagt i en boret tunnelstrækning.

Strækningen fra v/Lynetteholm Nord til syd for v/Lynetteholm Syd bliver anlagt i en cut & cover-tunnel.

Strækningen fra Østerport under havn bliver anlagt i en boret tunnelstrækning.

3.1.3.2 Stationsvarianter

Udover de placeringer, der er beskrevet i Hovedforslagene, er stationsvarianter beskrevet i de følgende afsnit blevet analyseret. Løsningerne kan anvendes for både M5 Hovedforslag og Variant med undtagelse af variantløsningen for stationer ved Kløverparken, Refshaleøen og på Lynetteholm.

3.1.3.2.1 Københavns Hovedbanegård Variant

Station placeret mellem Københavns Hovedbanegård og Tivoli.

Variant af stationen ved Københavns Hovedbanegård ligger mellem Hovedbanegården og Tivoli langs Bernstorffsgade.

Stationen er en undergrundsstation og inkluderer en direkte forbindelse til gangtunnellen under Hovedbanegården fra concoursniveauet, samt en forbindelse til M3/M4 ved brug af samme tunnel og en ny tunnel.

3.1.3.2.2 Islands Brygge Variant 1

Variant 1 af stationen ved Islands Brygge ligger i diagonal orientering fra krydset Njalsgade-Ørestads Boulevard i retning af Københavns Universitet.

Stationen er en dyb undergrundsstation og inkluderer mulighed for omstigning mellem M1 og M5 via gangforbindelse.

3.1.3.2.3 Islands Brygge Variant 2

Variant 2 af stationen ved Islands Brygge ligger syd for krydset Ørestads Boulevard-Njalsgade.

Stationen er en dyb undergrundsstation og inkluderer mulighed for omstigning mellem M1 og M5 fra perron til perron via et mellemniveau. Dette er den eneste variant, som giver en underjordisk forbindelse, der er direkte fra perron til perron.

3.1.3.2.4 Amagerbro Variant 1

Variant 1 af Amagerbro stationen ligger under det nuværende Amager Centret.

Stationen er en undergrundsstation med mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via gangtunnel. Variant 1 har den korteste transfertid for togskift af varianter på Amagerbro.

3.1.3.2.5 Amagerbro Variant 2

Variant 2 af Amagerbro station ligger under bygningen på den nordlige side af Blekingegade.

Stationen er en kavernestation med mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via fælles concourse-niveau. Forbindelse mellem platforme er sammenlignelig med Variant 1 og er betydeligt kortere end Hovedforslaget.

3.1.3.2.6 v/Refshaleøen Variant

Variant af stationen ved Refshaleøen ligger ved enden af Refshalevej med samme placering som M5 Hovedforslaget, M4 Hovedforslaget og M4 Variant.

Stationen er en undergrundsstation.

3.1.4 Skifteafstande

M5 har 4 skiftestationer, der forbinder til den eksisterende metro og 2 skiftestationer, der forbinder med S-tog, regionale tog og internationale tog. Derudover vil det ved alle stationerne være muligt at skifte til bustransport. Afstanden for passagerer mellem de forskellige typer af offentlig transport varierer for hver foreslået stationsplacering og for hver af de forskellige varianter.

Den længste afstand er mellem Amagerbro M5 Hovedforslag og M1 stationer. Gangtunnellen mellem de to stationers rulletrapper vil være omkring 200 m, hvilket er ca. tre gange længere end afstanden mellem stationerne på Kongens Nytorv (der er cirka 70 m). Afstand mellem København H Variant og M3 station er også lang - cirka 190 m.

Figur 3.4 opsummerer de forskellige skiftemuligheder og gåafstande for passagerne ved skift.

Figur 3.4

Skiftemuligheder og gåafstande ved skift.

Station	Hovedforslag/ Variant	M1	M2	M3	M4	S-tog	Regional Tog	International Tog	Bus
Lynetteholm Nord	Hovedforslag	-	-	-	-	-	-	-	*
Lynetteholm Syd	Hovedforslag	-	-	-	-	-	-	-	*
v/Refshaleøen	Hovedforslag	-	-	-	-	-	-	-	*
v/Kløverparken	Basis	-	-	-	-	-	-	-	*
v/Prags Boulevard	Basis	-	-	-	-	-	-	-	175 m
Amagerbro	Hovedforslag	-	200 m	-	-	-	-	-	10 m
Amagerbro	Variant 1	-	70 m	-	-	-	-	-	50 m
Amagerbro	Variant 2	-	30 m	-	-	-	-	-	50 m
Islands Brygge	Hovedforslag	40 m	-	-	-	-	-	-	20 m
Islands Brygge	Variant 1	50 m	-	-	-	-	-	-	30 m
Islands Brygge	Variant 2	10 m	-	-	-	-	-	-	50 m
København H	Hovedforslag	-	-	35 m	35 m	45 m	100 m	120 m	180 m
København H	Variant	-	-	190 m	190 m	120 m	80 m	60 m	10 m
Forum	Variant	70 m	70 m	-	-	-	-	-	70 m
Østerport	Hovedforslag	-	-	60 m	60 m	80 m	100 m	100 m	70 m

Bemærkninger:

* De stationer, der er i områder, der vil blive ombygget (f.eks. Lynetteholm, Refshaleøen, Kløverparken) antages det, at busstoppestederne ligger tæt på stationerne.

Afstanden mellem metro- og busstoppesteder er til det nærmeste busstoppested fra toppen af hovedtrappe.

Afstand mellem metrolinjer er mellem toppen af rulletrapper.

Afstand til S-tog, regionaltog og internationale tog er et gennemsnit, hvis der er mere end en platform, for eksempel ved København H.

3.2 Baneteknik

3.2.1 Normgrundlag

M5 er baseret på samme normgrundlag som M3, der er baseret på BOSTrab og underliggende VDV-normer samt EN og andre standarder (f.eks. NFPA 130), som blandt andet kravsætter hastighed, linjeføring samt sikkerhedsafstande (f.eks. til nærmeste station/nødsakt). For M5 gælder:

- maksimalhastigheden er hævet til 100 km/t, og der er tilladt op til 140 mm overhøjdeunderskud i normale situationer samt op til 6 % vertikale gradienter
- Sporskifterne til transversaler indlægges på retlinede strækninger både i horisontal og vertikal retning
- Stationerne anlægges vandrette og sporet er ret 10 meter før og efter perronerne
- Længste afstand mellem nødudgange forventes at være mellem 1000-1300 m afhængigt af den konkrete redningstid.

3.2.2 Sporanlæg

Sporanlægget på metrolinje M5 vil bestå af ca. 16 km dobbeltspor, der anlægges fra Østerport Station til København H via Lynetteholm og Refshaleøen. Sporanlægget vil som udgangspunkt bestå af de samme typer eller tilsvarende komponenter, som er anvendt til Cityringen.

Der vil efter København H blive etableret en sikkerhedszone inkl. bufferstop.

Sporene som anlægges i tunnel, vil blive udført som slab track.

Der sikres afvanding ved at udstøbe mellem svelleblokke med fald til afløb, der har forbindelse til det centrale afvandingssystem beliggende i den nedre del af konstruktionen.

Sporanlægget på den åbne rampe udføres som slab track, og der skal udføres en overgangszone mellem rampe og åbne terræn. Da åbne terræn udføres som ballasteret spor, som af den samme type til metrolinje M1 og M2.

Alle sporskifter vil være standard sporskifter. Sporskifter som er placeret på ramper eller åbent terræn forsynes med sporskiftevarme.

3.2.3 Skematisk sporplan

Den principielle udformning af sporanlæggene på M5 fremgår af nedenstående skematiske sporplan i Figur 3.5.

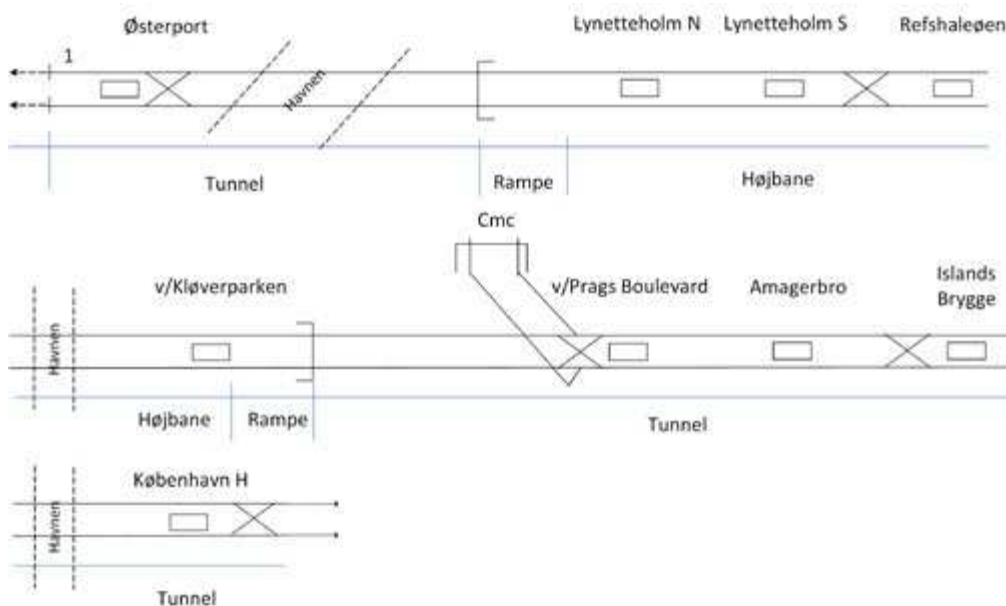
3.2.4 3. skinneanlæg

Kørestråmsanlægget for Cityringen er baseret på 750 VDC med kørestråmstransformer, koblingsanlæg og ensretter, som forsyner en strømskinne (3.skinneanlæg).

Strømskinnen sikrer, at hvert enkelt togsæt har forbindelse til strømforsyningen. Togsættene er forsynet med strømaftagere (strømsko), som sikrer overførelse af energi til toget. Koblingsanlæggene på strækningen sikrer, at forsyningen kan sektioneres med specielt fokus på vedligehold af banen. Der skal etableres

Figur 3.5

Skematisk sporplan for M5.



udligningsforbindelser og overvågning for at mindske vagabonderende strømme, som kan skade jernarmeringen i de tilhørende konstruktioner.

For metrolinje M5 antages det, at der skal etableres fem ensretterstationer placeret med ca. to km afstand.

3.2.5 Strømforsyning

Metrolinje M5 er en ny metrolinje. Det vil derfor være nødvendigt at etablere nye 10kV forsyninger. Der vil forventeligt være behov for tre forsyningsstationer, som skal fordeles jævnt over strækningen. I dette forsyningsprincip er der taget højde for, at en forsyningsstation kan blive fejlramt. Ved at omkoble forsyningen kan driften fortsætte uændret.

Metrolinjen M5 anlægges primært med underjordiske tunneller og stationer, og der vil være krav om nødventilationsanlæg og andet sikkerhedsrelateret udstyr. Derfor er det vigtigt, at forsyningen er redundant. Dette er sikret ved, at der etableres et internt 10 kV kabelanlæg til forsyning af stationer og skakte. Dette foretages efter samme principper, som er anvendt på Cityringen.

I teknikrum på hver station og i nødsakker placeres transformere og koblings-udstyr til forsyning af bygningsinstallationer og banetekniske anlæg inkl. batteriforsynet nødstrømsanlæg.

Overvågning og fjernstyring af strømforsyning, transformere og hjælpeudstyr skal integreres via SCADA-systemet med funktionerne i metrolinje M5's kontrolcenter.

3.2.6 ATC-anlæg, passagertællesystem og perrondøre

Ved anlægning af metrolinje M5 skal der etableres et nyt CBTC ATC-anlæg svarende til Cityringens samt et nyt kontrolrum på kontrol- og vedligeholdelsescenteret.

Alle stationer på metrolinje M5 vil blive forsynede med perrondøre. Ved de underjordiske stationer forsynes de med perrondøre af samme type som på Cityringen. Stationer placeret i det fri og i banegrav skal forsynes med perrondøre af samme type som v/Orientkaj station eller Lufthavnens metrostation.

Der etableres et nyt passagertællersystem, som skal omfatte alle stationer på strækningen. Ved placering af tællersystemet skal det følge princippet for Cityringen, hvor der tages hensyn til adgangsforhold ved omstigningsstationer og øvrige adgangsforhold til metrosystemet.

3.2.7 PSIS & IDS

For metrolinje M5 skal der etableres et nyt passagersikkerheds- og informationssystem (PSIS). Det antages, at der tages udgangspunkt i løsningen for Cityringen. Dette vil også inkludere informationer ved omstigningsstationer og øvrige adgangsforhold til metrosystemet.

Der skal etableres nyt adgangskontrolsystem for metrolinje M5. Dette system skal udføres efter konceptet der er anvendt på Cityringen. Dog skal grænsefladerne for konstruktion og transport specificeres mere præcist.

3.2.8 SCADA

For metrolinje M5 er det en fuld udrulning af et nyt SCADA-system.

3.2.9 Transmissionssystem

Ved metrolinje M5 skal der anlægges et helt nyt redundant transmissionssystem. I forhold til placering og installation anvendes princippet fra Cityringen.

3.2.10 Radiokommunikation

For metrolinje M5 skal der etableres et helt nyt radiosystem. Det forventes, at radiosystemet skal have samme funktionalitet som Cityringens:

- SINE-radiosystem til brug for beredskabet
- Staff-radiosystem til brug for metroens personale
- Train-radiosystem til brug for styring og overvågning
- Lokaliseringssystem til brug for lokalisering af metroens personale
- Installation for de offentlige mobiltelefonnetværk efter nærmere aftale med mobiltelefonselskaberne

Udstyr forventes placeret i lighed med principperne for Cityringen og som beskrevet for M4.

3.2.11 Billetautomat/Rejsekort

Rejsekortsystem og billetautomatsystem skal etableres som nye systemer efter principperne på Cityringen.

Rejsekortsystemet og billetautomatsystemet er etableret på hvert sit vlan på transmissionsnettet.

Rejsekortsystemet er en bygherreleverance og dette gælder for indkøb, levering og montering af rejsekortelementer og billetautomater.

Transportsystemet er leverandør for føringsveje og kabler inklusive design, montering og test.

3.2.12 Bygherreleverancer

Rejsekortsystemet etableres på alle stationer. Dette inkluderer validatorer og Reload vending machines (RVM). Bygherreleverancen omfatter udstyr og installation.

Der skal også installeres centralt udstyr til rejsekortsystemet, da det er en ny metrolinje.

Desuden installeres billetmaskiner (Ticket Vending Machines – TVM) til salg af enkeltbilletter. Bygherreleverancen omfatter levering, opsætning og montering af billetautomaterne. Der skal også installeres centralt udstyr, da det er en ny metrolinje.

På hver station skal der installeres tre ure. Bygherreleverancen omfatter leverance af udstyret, mens installation foretages af transportsystementreprenøren.

Passenger counting system (PCS) / passagertællesystemet er en bygherreleverance, som skal installeres af transportsystemets entreprenør. Desuden installeres standere og infoskærme på forpladserne.

3.2.13 CMC

3.2.13.1 Hovedforslag

CMC til M5 indeholder bl.a.:

- Værksted
- Køretøjer til vedligehold af banen
- Grafittirens
- Vaskehal
- Opstillingsspor
- Testspor
- Hjuldrejbænk
- Kontrolcenter
- Reservedelslager
- Personalefaciliteter.

Da M5 er en selvstændig linje, kan den ikke benytte Cityringens kontrol- og vedligeholdelsescenter ved Vasbygade. I stedet etableres en afgrening på M5 Vest for stationen ved Kløverparken. Her forbindes M5 med et nyt kontrol- og vedligeholdelsescenter i den sydlige ende af Prøvestenen. Det er i anlægsoverslaget forudsat, at der vederlagsfrit overdrages brugbart areal til CMC på enten Lynettholmen (M5 Vest) eller Prøvestenen (M5).

Store dele af Prøvestenen anvendes i dag til oliedepot. Det betyder, at der ikke må etableres boliger eller erhverv indenfor en vis radius af depotet. CMC er placeret i kanten af risikozonerne (se Figur 3.7 nedenfor). Der vil derfor være behov for i de følgende faser at analysere, hvordan CMC'et bedst placeres på Prøvestenen, og hvordan risici mitigeres.

CMC Varianter – Overdækket

Der er derudover regnet på, hvad det ville koste, hvis CMC skulle anlægges med en overdækning til eks. rekreative formål eller til bygninger, jf. Figur 3.8 nedenfor. Uden mulighed for bygninger oven på vil merprisen for CMC være ca. 1,4 mia. kr. Hvis anlægget skal forberedes til at kunne bære bygninger, vil merprisen være ca. 1,8 mia. kr. oven i prisen for CMC'et. Begge anlægsoverslag er inkl. 30 pct. korrektionsreserve.

I forbindelse med design af CMC og mulig overdækning bør udvidelsesmuligheder ifm. senere forlængelser af banen eller længere tog (4-vogns tog) overvejes.

Figur 3.6

CMC for M5 placeres på Prøvestenen.



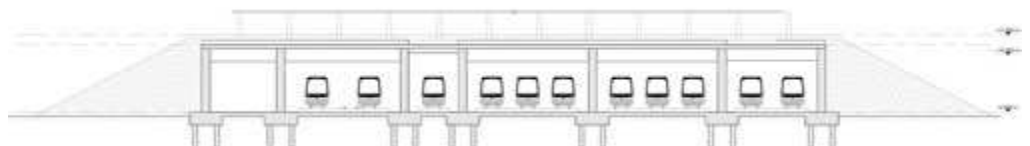
Figur 3.7

CMC ligger i kanten af oliedepotets risikozoner.



Figur 3.8

Eksempel på overdækket CMC med bygninger oven på.



3.2.14 Muligheder for at optimere de banetekniske løsninger

De tekniske løsninger, der er valgt i analyserne af både M4, M5 og M5 Vest, er i udredningen baseret på samme normer og baneteknik, som er anvendt på M3/M4. Dette er bl.a. valgt for at kunne sammenligne de økonomiske overslag på tværs af de enkelte linjeføringer. Det skal dog tilføjes, at løsningerne på et punkt afviger fra baneteknikken på M3/M4. Der er for M5 og M5 Vest valgt en højere tophastighed på togene (100 km/t fremfor 90 km/t).

Både M5 og M5 Vest er, i modsætning til M4, nye selvstændige metrolinjer, der ikke er afhængige af de tekniske løsninger, der er valgt på M3/M4. Derfor er der i forbindelse med udredningen gennemført en screening af mulighederne for at optimere de tekniske løsninger på M5 og M5 Vest ift. de banetekniske løsninger, der er anvendt på Cityringen.

I screeningen er det konstateret, at de overordnede tekniske løsninger på både M3 og M4 i stort omfang er tidssvarende. Der er identificeret en række områder, der kan arbejdes med i forbindelse med anlæg af enten M5 eller M5 Vest. Nedenfor gennemgås en række af de identificerede optimeringsmuligheder.

3.2.14.1 Tilstandsbaseret vedligehold

Vedligehold af den eksisterende metro er i dag baseret på faste vedligeholdelsesintervaller. Det indeholder en risiko for, at dele af infrastrukturen udskiftes for tidligt. Samtidig er der risiko for, at kritiske dele ikke udskiftes i tide, inden de giver negative påvirkninger af driften.

I stedet for intervalbaseret vedligehold kan vedligehold af nye metrolinjer baseres på et tilstandsbaseret system, hvor banen løbende monitoreres ved hjælp af sensorer, der registrer behov for vedligehold eller udskiftning. Hvis der konstateres øget slid på en perrondør eller en sporskifter, kan den udskiftes eller repareres, før den går i stykker og påvirker driften. Tilstandsbaseret vedligehold kendes fra bl.a. fly- og bilsektoren og kan udover at sikre driftsstabiliteten også reducere driftsomkostningerne.

Konceptet kan implementeres på eksisterende baner, men da en del af udstyret skal monteres på banen og godkendes af myndighederne, er det lettere at implementere konceptet fra starten på en ny bane.

3.2.14.2 Signalsystem

CBTC-systemet på M3 har et underliggende sekundært system. For den næste generation kan signalanlægget være CBTC uden det sekundære sidesystem. Dette vil reducere antallet af komponenter i sporet og derved være en fordel for vedligeholdelse.

3.2.14.3 Perrondøre

Perrondørene på de nuværende metrolinjer tjener flere formål. De bidrager til en høj driftspålidelighed ved at holde uønskede elementer (aviser, flasker m.m.) væk fra sporene. Derudover optimerer de kapaciteten på perronerne. Passagererne kan uden risiko stå meget tæt på sporene. Endelig beskytter de passagererne på tunnelstationerne mod vindtryk fra toget som følge af pistoeffekten.

Det kan dog overvejes på kommende højbanestationer at anvende et sensorbaseret system. Løsningen har tidligere være anvendt på M1, men blev fravalgt da teknologien endnu ikke var god nok. Nyere eksempler viser, at teknologien er bedre og måske kan anvendes på en ny metrolinje. Den sensorbaserede løsning giver dog ikke samme komfort for passagererne som perrondørene.

3.2.14.4 Tog

I forbindelse med togindkøb til ny metrolinje kan følgende overvejes:

- Brede døre, der kan give hurtigere passagerudveksling og kortere holdetid
- Lille batteri ombord, der kan anvendes i forbindelse med tab af kørestrøm. Det vil dog også betyde øget vægt og energiforbrug i den daglige drift
- Aircondition vil forbedre passagerkomforten på varme dage, men medfører også et højere energiforbrug og formentlig større tunneldiameter.

Der er således flere muligheder for at ændre på metrotogene. De enkelte muligheder kan forbedre passagerernes oplevelse, men indeholder også ulemper. Der vil derfor være behov for yderligere undersøgelser, inden der træffes endelige valg om togteknologi.

Løsningerne skal vurderes teknisk, økonomisk og miljømæssigt, ligesom hensyn til passagerkomfort skal indgå i de videre overvejelser.

3.2.15 Robusthed og systemkapacitet

Der er i forbindelse med udredningen gennemført analyser af M5 med forskellige typer bestykninger. Analyserne er gennemført med simuleringsværktøjet Open Track og viser, at M5, med den valgte bestykning, har en robusthed og pålidelighed svarende til M1/M2.

Der er både simuleret scenarier med normal drift og scenarier med større hændelser, der påvirker driften. I forbindelse med sidstnævnte er der simuleret fall-back scenarier, hvor der etableres shuttle-drift forbi den ramte strækning.

Et simplificeret SA-tal (driftsstabilitet) er beregnet for de forskellige natdrift- og fall-back-driftssituationer. SA-talsberegningerne er lavet ud fra den opnåede frekvens med forskellige bestykninger.

Driftsstabiliteten regnes ud fra, hvor mange afgang der er i en 3 minutters periode i forhold til, hvor mange afgang der burde have været i den 3 minutters periode. Driftsstabiliteten vurderes for alle mellemliggende stationer i begge retninger, mens driftsstabiliteten for endestationerne kun regnes for den ene retning. Den samlede driftsstabilitet er et gennemsnit af stationernes driftsstabilitet pr. retning.

Nedenfor er vist:

- den maksimale frekvens, der kan nås i forbindelse med natvedligehold
- det gennemsnitlige SA-tal for M1/M2 og M5. Tallet er ikke udtryk for det realiserede SA-tal, men er beregnede SA-tal på baggrund af simuleringer af ens scenarier.

Som det fremgår af skemaet, leverer M5 en driftsstabilitet på niveau eller bedre end M1/M2.

3.2.16 Hovedstruktur i trafikbetjeningen

M5 kan køre med en frekvens på 100 sekunder, men er i udredningens beregninger sat til en frekvens på 180 sekunder, der dækker kapacitetsbehovet i myldretiden frem til et tidspunkt mellem 2050 og 2070.

Der er i anlægsoverslaget medtaget omkostninger til i alt 13 togsæt inkl. reserver, der dækker togforbruget ved 180 sekunders frekvens. Der skal købes flere togsæt, hvis frekvensen på et tidspunkt skal øges.

Det er muligt at nå en frekvens på 90 sekunder ved at forlænge M5 videre fra Østerport, eller ved at anlægge stationens vendespor under enten

- Østre Anlæg eller
- Sortedams Sø

Figur 3.9

Skema med max. natfrekvens, samt SA-tal.

Bestykningsalternativ	Maks. frekvens ved natvedligehold	SA-tal (beregnet gennemsnit)
Målet M1/M2	≤ 15,0 min	≥ 98,2 %
M5	10,8 min	98,5 %

I hovedforslaget er vendesporet placeret under Østbanegade, der er billigst mulige måde at nå 180 sekunders headway.

I aftentimerne er der ca. 300 sekunder mellem hver afgang, og om natten ca. 900 sekunder (15 minutter) mellem hver afgang.

Linjen kører døgnet rundt alle ugens dage.

3.2.17 Naboer i anlægsfasen

Anlæggelse af metrolinjen medfører gener for naboerne til byggepladserne/de kommende stationer i anlægsfasen. M5 har ni stationer, hvoraf to er på Lynetteholm uden beboere på anlægstidspunktet, og de øvrige stationer er placeret i dels nyere byudviklingsområder samt etableret by med mange naboer. Erfaringsmæssigt er det primært støj fra byggepladserne, som har været den største gene for naboerne til byggepladserne.

3.3 Trafikale forudsætninger

I dette kapitel gennemgås de forudsætninger, der er lagt til grund for beregningen af passagerprognoserne i denne udredning. En komplet og detaljeret gennemgang af forudsætningerne fremgår af tekniske bilag 1. Der er søgt at anvende ens forudsætningsgrundlag i analyse af metrobetjening og analyse af Østlig Ringvej.

Forudsætningsgrundlaget er fastlagt i samarbejde med Transport- og Boligministeriet, Københavns Kommune, Frederiksberg Kommune, Vejdirektoratet og By & Havn.

Trafikmodelberegningerne er gennemført med OTM-version 6.1 og OTM-version 7. Alle beregninger af hovedscenarier, og etapedelinger er gennemført i begge versioner af OTM, mens følsomhedsberegninger og en række varianter af hovedscenarierne er gennemført i OTM 6.1, men ikke OTM 7. Årsagen til dette er, at OTM 7 har en længere beregningstid som følge af øget detaljeringsgrad. Kun de vigtigste beregninger og resultatudtræk er derfor gennemført i OTM-version 7. Der er gennemført sammenligninger af resultater fra de to forskellige OTM-versioner.

Begge versioner af OTM-modellen dækker hovedstadsområdet defineret som Københavns Kommune, Frederiksberg Kommune og de tidligere Københavns, Frederiksborg og Roskilde amter. Modellen beregner trafikken og dens fordeling på transportmidler og ruter under givne forudsætninger vedrørende infrastrukturen og trafikbetjening samt de byplanmæssige/demografiske forhold i beregningsåret.

OTM 7 er kalibreret op imod tællinger for 2015. Resultatet af sammenligning med tællinger er beskrevet i tekniske bilag 8. Dette er tidligere gennemført for OTM 6.1 og gennemgås ikke i bilag.

3.3.1 Planforudsætninger

Der er taget afsæt i Danmarks Statistiks fremskrivning af befolkningstallet for hovedstadsområdet og Danmarks Tekniske Universitets arbejdspladsprognose. Der er foretaget nogle tilpasninger, som fremgår herunder.

3.3.2 Befolkningstal

Befolkning opdelt på zoner og beskæftigelse er fremskrevet fra 2015 til 2035 på basis af befolkningsstatistik fra Danmarks Statistik, Københavns og Frederiksberg kommuner. Det er på nær Københavns Kommune samme fremskrivning som anvendt i opdatering af Metroselskabets passagerprognose (2017) og Københavns Kommunes KIK2 (2018) udført med OTM 6.1.

Københavns Kommune har leveret en ny befolkningsfremskrivning for 2035, som anvendes her. Den er leveret på roder og nedbrudt til zoner i OTM 7 af MOE|TetraPlan.

Københavns Kommune har tilsvarende leveret en befolkningsfremskrivning frem til 2050 inklusiv forventet byudvikling. For alle øvrige kommuner er befolkning fastholdt på samme niveau som i 2035. Prognoseåret er derfor benævnt 2035+, idet det kun er København som er fremskrevet til 2050. I 2070 er det kun byudviklingsområderne Lynetteholm og Refshaleøen, hvor befolkningen vokser yderligere. For resten af Københavns Kommune holdes befolkningen fast på samme niveau som i 2050. Prognoseåret er derfor benævnt 2035++. For læsevenlighedens skyld angives efterfølgende 2035+ som 2050 og 2035++ som 2070.

Befolkningstallet i Københavns Kommune forventes at stige til 739.000 i 2035 og 797.000 i 2050 (2035+). Befolkningstilvæksten er fordelt internt i kommunen dels på de enkelte byudviklingsområder i kommunen efter rummelighed og forventet udbygningstakt, dels jævnt fordelt på de eksisterende byområder som en fortsættelse af den fortætning, der allerede finder sted i dag.

For områderne omkring Kløverparken, Refshaleøen og Lynetteholm sker en yderligere befolkningstilvækst fra 2050 til 2070 (2035++). Herefter når befolkningstallet i Københavns Kommune op på 824.000. Ved Enghave Brygge og Valby Idrætspark er der foretaget en mindre justering af befolkningstallet baseret på Københavns Kommunes seneste planlægningsforudsætninger for disse områder.

3.3.3 Arbejdspladser

Fremskrivning af arbejdspladser, som er anvendt, er gennemført til LTM (Landstrafikmodellen), som er fastlagt af DTU.

I Københavns Kommune er der forudsat en vækst i antallet af arbejdspladser fra 360.000 i 2015 til 437.000 i 2035, 470.000 i 2050 og 501.000 i 2070 - fordelt på byudviklingsområderne i kommunen efter rummelighed.

Der er i forbindelse med udvikling af OTM 7 etableret arbejdspladsdata for basisåret 2015. Det er for Københavns og Frederiksberg kommuner baseret på data fra OTM 6.1, som er nedbrudt til det finere zonesystem i OTM 7. Udenfor de to kommuner er arbejdspladser i 2015 baseret på data fra LTM.

Antallet af arbejdspladser pr. zone er fremskrevet til 2035 på basis af oplysninger fra LTM og Københavns Kommune. I Ringby-kommunerne er væksten i antal arbejdspladser geografisk fordelt som i Passagerprognosen og KIK2 svarende til forudsætninger anvendt i udredningen af letbanen i Ring 3.

En stor del af væksten i beboere og arbejdspladser sker i byudviklingsområderne Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken. Deres samlede størrelse svarer til de fulde udbygninger af Nordhavnen og Ørestad tilsammen.

Figur 3.10

Forudsætninger for trafikmodelberegninger i byudviklingsområder i 2070 (2035++).

Bydel	Beboere	Arbejdspladser
Lynetteholm	35.000	35.000
Refshaleøen inkl. Lynetten	23.000	13.500
Kløverparken	8.000	5.800
I alt Østhavnen (Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken)	66.000	54.300
Nordhavn	33.600	21.300
Ørestad	33.000	30.200

3.3.4 Vejinfrastruktur

Der er forudsat en række tilpasninger af vejnettet. De er beskrevet i forudsætningsnotater, jf. bilag 1. I 2035, 2050 og 2070 forudsættes anlagt fuld Østlig Ringvej (linjeføring Ø1) i forlængelse af Nordhavnstunnel med fuldt tilslutningsanlæg ved Kattegatvej. Desuden forudsættes tilslutningsanlæg på Refshaleøen ved Prags Boulevard (Prøvestenen), Øresundsmotorvejen og Amager Strandvej S. Østlig Ringvej anlægges som en firesporet motortrafikvej med hastighedsbegrænsning på 80 km/t og brugerbetaling. Der forudsættes en strækningsopdelt betaling på 14/3/6 kr. for person- og varebiler (2018-priser) med højeste pris for brug af den nordligste del af strækningen. Lastbiler betaler det dobbelte.

Der er forudsat trafiksaneringsplan D, som er beskrevet i forudsætningsnotater, jf. bilag 1.

3.3.5 Stinet

Der forudsættes en række ændringer af stinettet. Mest relevant for resultaterne er forudsætning om anlæggelse af cykelbro mellem Langelinie og Refshaleøen. Der er ikke forudsat gang eller cykelforbindelse mellem Nordhavn og Lynetteholm.

3.3.6 Kollektiv trafik

Bus

Busnet er som forudsat i Trafikplan 2016 (Bynet 2019 scenarie 31) med yderligere tilpasninger til Sydhavns-metroen samt til letbanen i Ring 3.

- I basisscenarierne er buslinje 2A forlænget til Lynetteholm
- Frekvensen øges for buslinje 2A i myldretiden med to ekstra afgang i timen mellem Christianshavn og Lynetteholm
- I forbindelse med etapedelinger er der foretaget tilhørende tilpasninger af busnettet.

Letbane

Der er forudsat etableret en letbane langs Ring 3 mellem Lyngby og Ishøj St. med omstigningsmulighed til S-banen på Ishøj, Vallensbæk, Herlev, Buddinge og Lyngby stationer og omstigningsmulighed til både regionaltoget og S-bane på Glostrup station.

Metro

I basisscenariet er M4 udbygget med Lille Spørgsmålstegn i Nordhavn, hvilket indebærer fire yderligere stationer efter Orientkaj. M4 er ligeledes udbygget til Ny Ellebjerg i Sydhavnen.

For M1/M2 forudsættes en frekvens på 90 sek. på hovedstrækningen og 180 på grenene i myldretiden. For M3/M4 forudsættes ligeledes en frekvens på 90 sek. på strækningen København H-Østerport og 180 sek. på den øvrige del i myldretiden.

S-tog

Der forudsættes svarende til Passagerprognosen og KIK2 automatisk drift på hele S-banen. Det er et "hybrid scenarie", der er klassisk mellem kl. 5-9 samt kl. 15-18, mens der kl. 18-05 samt kl. 9-15 køres Metro-style. Der forudsættes en klassisk køreplan, hvor alle hurtigtogslinjer dog stopper ved alle stationer uden for myldretiden.

Der er forudsat nye S-togsstationer ved Køge Nord, Hillerød Syd (betjening af nyt supersygehus og byudviklingsområde) og Vinge (betjening af nyt byudviklingsområde).

Fjern- og regionalto

Der anvendes samme forudsætning for regional- og fjerntogsbetjening i Hovedstadsområdet som i Passagerprognosen og KIK2. Det svarer til nettet for 2030, som er forudsat i Transportministeriets udredning om automatisk drift på S-banen.

3.3.7 Bilejerskab

Personbilejerskabet er i modellen fremskrevet til 2040 baseret på den forventede udvikling i BNP og en generel elasticitet som angiver en positiv sammenhæng mellem udvikling i BNP og bilejerskab. Der forudsættes på dette grundlag en vækst i bilejerskabet for perioden 2015-2035: 13,3 procent. Denne vækst i bilejerskab er forudsat for alle kommuner foruden Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune.

En beregnet vækst i bilejerskabet på 13,3 pct kombineret med en fortsat befolkningsvækst medfører en meget høj trafik på dele af vejnettet. Det er i tidligere arbejde med projektparterne vurderet at denne meget høje trafik ikke er realistisk, da det vil overbelaste betydelige dele af vejnettet. Tilsvarende vil det medføre en belægning og dertilhørende p-søgetider omkring de tilgængelige p-pladser – særligt i brokvartierne – som ligger udover, hvad der vurderes som realistisk. På denne baggrund er der i gennemførelse af Metroselskabets passagerprognosen og Københavns Kommunes KIK2 forudsat en anden vækst i bilejerskab i København og Frederiksberg kommuner end i de øvrige kommuner i Hovedstadsområdet. Der anvendes her samme principper for de to kommuner. Det betyder, at der forudsættes uændret bilejerskab i de to kommuner fra 2015 til 2025. Derefter forudsættes antallet af personbiler konstant fra 2025 til 2035. Da befolkningen vokser medfører det samtidigt et fald i bilejerskabet.

Der forudsættes på den baggrund et fald i bilejerskabet på i Københavns Kommune på 8,2 % fra 2015 til 2035. I Frederiksberg Kommune beregnes et fald i bilejerskabet på 3,9 % fra 2015 til 2035

I Københavns Kommune anvendes samme princip for 2050 (2035+) og 2070 (2035++), således at antallet af personbiler forudsættes konstant i forhold til 2025 og 2035. Det betyder, at bilejerskabet falder yderligere med 7,2 % fra 2035 til 2050 (2035+) og 10,6 % fra 2035 til 2070 (2035++). Der er ingen forskel for de øvrige kommuner mellem 2035, 2050 (2035+) og 2070 (2035++), da den forudsatte befolkning er ens i de tre prognoseår.

Såfremt der ikke blev foretaget denne korrektion, ville bilejerskabet forudsættes at udvikle sig i Københavns og Frederiksberg Kommuner, som de øvrige kommuner. Dette ville medføre en vækst i bilejerskabet på 13,3 % fra 2015 til 2035. Dette ville medføre 10.600 flere biler i 2025 og 36.100 flere biler i 2035.

Der forudsættes efter korrektion 160.000 biler i 2025 og 2035 i København og Frederiksberg kommuner. I 2015 var der 137.600 biler i de to kommuner.

3.3.8 Kørselsomkostninger med bil

Der anvendes i OTM en kørselsomkostning ved brug af bil. Der anvendes 0,80 kr. pr. km ved privatkørsel og 3,70 kr. pr. km ved erhvervskørsel for 2015. Det er baseret på Transportøkonomiske Enhedspriser (Transportministeriet, 2016), hvor der medtages udgifter til brændstof, motorolie og dæk.

Der forudsættes en reduktion i kørselsomkostningerne på 15,5 % fra 2015 til 2035, hvilket svarer til en årlig reduktion på 0,8 %. Det kan omregnes til kørselsomkostninger på 0,68 kr. pr. km ved privatkørsel og 3,13 kr. pr. km ved erhvervskørsel i 2035.

3.3.9 Takstniveauet i den kollektive trafik

Den kollektive trafiktakst fastlægges for fremtidige år på basis af det lovbestemte taksstigningsloft. Takststigningsloftet betyder, at de kollektive takster kun kan stige afhængig af udvikling i løn, rente og brændstof (diesel). Der forudsættes samme stigning i taksterne fra 2015 til 2035, som anvendt i forbindelse med bl.a. KIK2. De er beregnet på basis af Trafikøkonomiske Enhedspriser (Transportministeriet, 2016), hvor takstloftet udnyttes fuldt ud. Det medfører en stigning i de kollektive trafiktakster på 7,7 % fra 2015 til 2035 i realpriser. Der er i OTM-beregning ikke taget hensyn til kvalitetstillægget for brug af metro. OTM-resultater vises derfor uden korrektion for kvalitetstillæg. Effekten er begrænset og har kun lille betydning når de trafikale effekter skal illustreres. I efterfølgende analyser af kapacitetsudfordringer og i økonomiske beregninger er der korrigeret for effekten af kvalitetstillæg.

3.3.10 Illustration af beboere, arbejdspladser og studiepladser

Inputdata i form af fordeling af beboere, arbejdspladser og studiepladser er illustreret på prikkort, hvorved lokalisering af beboere, arbejdspladser og studiepladser ift. til banebetjening i basisscenariet og med udbygning af projektscenariet.

Banebetjening udgøres her af stationer med metrobetjening. I områderne uden for M3/M4 er der også banebetjening med S-tog, Fjern- og Regionaltog og letbane. Det er ikke vist på kortet herunder. Der er angivet cirkler omkring metrostationer, som angiver 600 meters radius, som her udgør et mål for, om et område er betjent af højklasset kollektiv trafik.

I Figur 3.11 er vist, hvor mange nye mål som betjenes ved udbygning med M5 i hvert prognoseår i forhold til basisscenariet.

I prikkort er også vist, hvor mange nye mål som betjenes i Nordhavn. Dette sker med linjeføringen Lille Spørgsmålstegn i Nordhavn. Dette indgår i basis og således ikke i den opgjorte forskel fra basis. Dette er udelukkende opgjort for at kunne foretage en sammenligning med M4, hvori betjening af Nordhavn ikke indgår i basisscenariet.

Figur 3.11

Nye mål, der betjenes af M5.

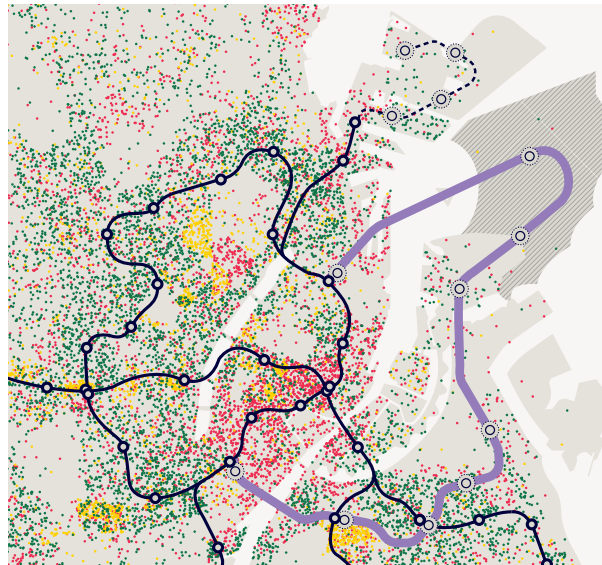
	2035	2035+	2035++
Beboere	14.600	40.900	57.900
Arbejdspladser	10.400	25.400	47.900
Studiepladser	1.500	1.100	1.600

Note: Nye mål udtrykker beboere, arbejdspladser og studiepladser som ikke tidligere har været stationsnære. Nye mål er opgjort som forskel i stationsnære mål mellem basis og projektscenariet.

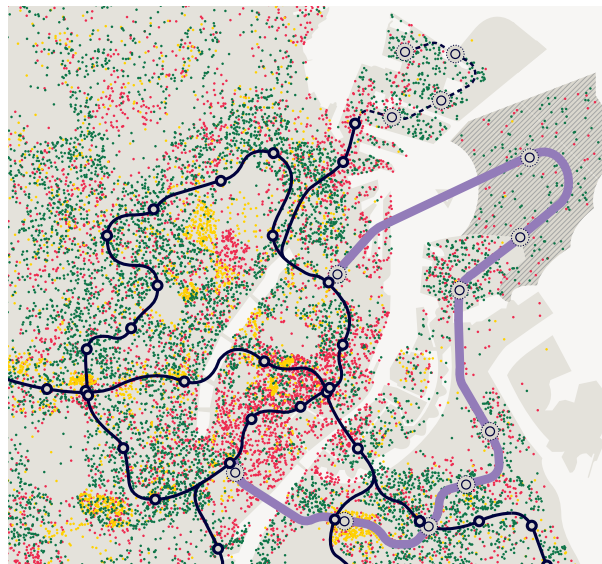
Figur 3.12 / 3.13 / 3.14

Prøkkort M5 med 9 nye stationer
i prognoseår 2035, 2050 og 2070.

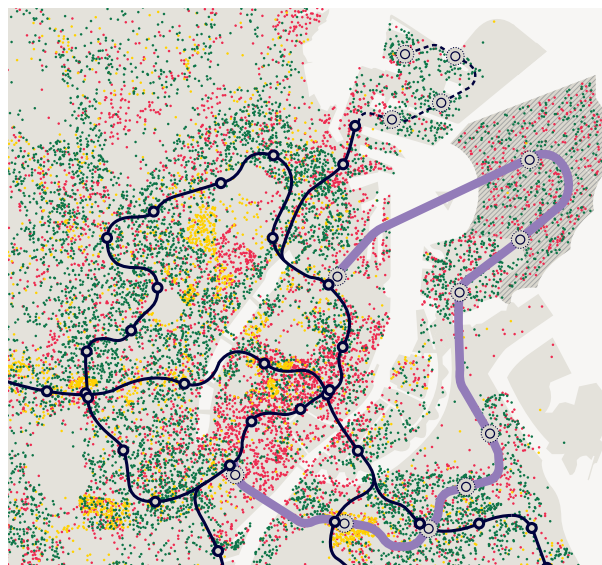
- 100 beboere
- 100 studiepladser
- 100 arbejdspladser



Prognoseår 2035



Prognoseår 2050



Prognoseår 2070

3.4 Trafikale effekter

Der er gennemført trafikmodelberegninger, der belyser de trafikale effekter af en udbygning af M5 i tre prognoseår: 2035, 2050 og 2070. Udbygningen af M5 er i hovedscenariet ens i alle tre prognoseår. I afsnit 3.6 er belyst de trafikale effekter af en etapedeling af M5.

Trafikmodelberegninger i OTM-modellen tager ikke højde for eventuelle kapacitetsbegrænsninger i metrosystemet. Trafikmodelberegningerne kan derfor vise et højere påstigertal i metrosystemet, end der vil være plads til.

Frekvensen for M5 er 180 sek., hvilket svarer til 20 afgang i timen i myldretiden. Der er mulighed for at øge frekvensen på M5 i udgangspunkt op til det dobbelte antal afgang i timen.

Figur 3.15

Beregnete antal påstigere pr. hverdagsdøgn på metrosystemet i beregningsårene 2035, 2050 og 2070.

		2035			2050			2070		
		Basis	M5	Forskel	Basis	M5	Forskel	Basis	M5	Forskel
Samlet	M5	0	48.100	48.100	0	109.100	109.100	0	172.800	172.800
Alle stationer på M5	Østerport	0	3.800	3.800	0	16.800	16.800	0	33.200	33.200
	v/Lynetteholm Nord	0	0	0	0	6.600	6.600	0	23.100	23.100
	v/Lynetteholm Syd	0	100	100	0	11.900	11.900	0	27.500	27.500
	v/Refshaleøen	0	5.500	5.500	0	13.700	13.700	0	16.200	16.200
	v/Kløverparken	0	3.100	3.100	0	7.800	7.800	0	7.900	7.900
	v/Prags Boulevard	0	3.800	3.800	0	4.400	4.400	0	4.700	4.700
	Amagerbro	0	7.800	7.800	0	12.300	12.300	0	16.400	16.400
	Islands Brygge	0	7.700	7.700	0	10.200	10.200	0	12.300	12.300
	København H	0	16.300	16.300	0	25.400	25.400	0	31.600	31.600
Samlet	M1/M2	301.300	281.200	-20.100	325.200	295.500	-29.800	336.400	298.900	-37.500
Udvalgte stationer på M1/M2	Amagerbro	14.500	12.500	-2.000	15.300	15.700	400	15.600	18.400	2.800
	Islands Brygge	11.000	8.600	-2.400	12.100	10.100	-2.100	12.600	10.900	-1.700
	Christianshavn	30.500	26.200	-4.200	38.800	26.900	-11.900	45.100	26.900	-18.200
	Kongens Nytorv	45.500	42.800	-2.700	50.000	46.100	-3.900	50.000	45.300	-4.700
	Nørreport	45.900	40.900	-5.000	48.100	41.000	-7.100	49.400	40.400	-9.000
Samlet	M3/M4	349.800	347.400	-2.400	398.500	402.300	3.800	403.600	414.900	11.300
Udvalgte stationer på M3/M4	Nordhavn	6.900	6.900	-100	10.500	10.300	-200	10.700	10.300	-400
	v/Orientkaj	5.400	5.400	0	10.200	10.300	0	10.300	10.400	100
	København H	63.000	64.600	1.700	67.500	70.900	3.500	66.900	71.300	4.400
	Kongens Nytorv	45.900	43.500	-2.500	50.100	48.000	-2.100	49.800	48.000	-1.800
	Østerport	24.600	25.400	800	29.800	36.800	7.000	30.000	44.300	14.200
I alt	Hele metroen	651.100	676.700	25.700	723.700	806.900	83.200	740.000	886.600	146.500

Note: Resultater fra OTM er her ikke korigeret for kvalitetstillæg. Dette er gjort i efterfølgende analyser af kapacitetsudfordringer og i økonomiske beregninger. Der er ligeledes ikke korigeret for kapacitetsbegrænsninger. Resultater for påstigertal for M1/M2 i basis er derfor for højt.

3.4.1 Påstigere i metroen

Antallet af påstigere pr. hverdagsdøgn i det samlede metrosystem er vist i Figur 3.15. Stationerne på M5 forventes at få godt 48.000 påstigere i 2035, 109.000 i 2050 og 172.000 i 2070, hvilket svarer til et årligt påstigertal på hhv. 14,9 mio. 33,8 mio. og 53,6 mio. for de tre prognoseår på stationerne på M5.

M5 har flere påstigere end vækst i antal påstigere for det samlede metronet. Dette skyldes at M5 har en aflastende effekt på M1/M2 på tværs af havnen. Udbygning med M5 medfører samtidig en vækst i påstigertallet for M3/M4, hvilket hovedsageligt skyldes omstigere på stationerne Østerport og København H. I Figur 3.16 er illustreret ændring i påstigertal i 2070 for M1/M2 og M3/M4 ved udbygning med M5, samt den samlede effekt på hele metrosystemet. Effekterne er ensartede for tidligere prognoseår om end på et lavere niveau. I 2035 har M5 således også en betydelig aflastende effekt på M1/M2 på tværs af havnen.

3.4.2 Øvrig kollektiv trafik

I basisscenariet betjenes Refshaleøen, Lynetteholm og de ydre dele af Nordhavn af bus. En del af væksten i metroens påstigertal modsvares derfor af et fald i påstigertal for busser. S-tog oplever en lille stigning som følge af udbygningen af M5 pga. flere omstigere mellem metro og S-tog. I 2035 vokser det samlede påstigertal for den kollektive trafik med 2,7 mio. påstigere per år. Mens det i 2050 vokser med 12,2 mio. årligt og i 2070 med 25,2 mio. årligt. Effekten på bus og S-tog er proportionel i 2050 og 2070.

3.4.3 Alle transportmidler

Antallet af kollektive trafikture stiger i M5-scenariet i forhold til Basis. Forskellen stiger i takt med byudviklingen på særligt Refshaleøen og Lynetteholm. I 2035 viser trafikmodelberegningerne 7.000 flere kollektive trafikture i M4-scenariet end i Basis, mens forskellen er 23.000 kollektive trafikture i 2050 og 43.000 kollektive trafikture i 2070.

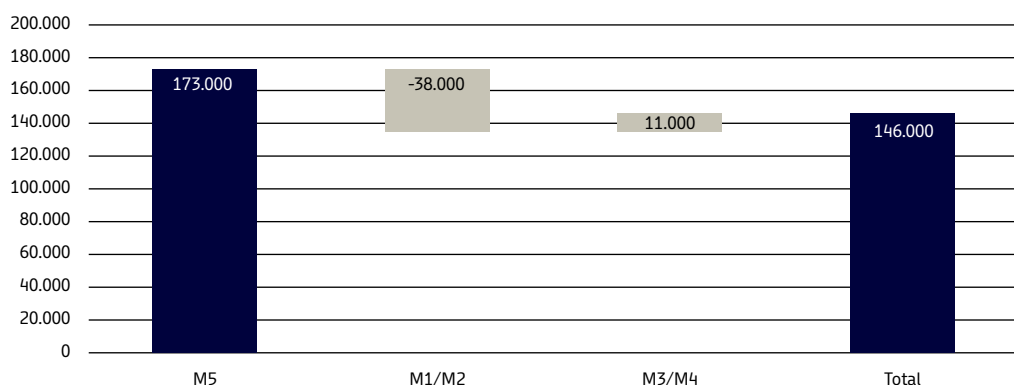
Der er – antalsmæssigt – næsten lige mange gående, cyklister og personer i bil, som overflyttes til kollektiv trafik. Dog er det en mindre andel af bilture som overflyttes. I 2070 beregnes en overflytningen fra gang og cykel på 1,1 %, mens der er 0,5 % for bilpassagerer og 0,4 % for bilførere.

Dette er dog beregnet ud fra trafikken i hele hovedstadsområdet. I Københavns Kommune og særligt omkring metrostationerne forventes et større relativt fald i antallet af bilture.

Der beregnes i alle tre prognoseår et meget lille negativt trafikspring samlet set, dvs. færre personture i M4-scenariet i forhold basis. Det negative trafikspring vurderes at forklares ved beregningsusikkerhed.

Figur 3.16

M5 - Antal påstigere pr. hverdag 2070.



Figur 3.17

Påstigere per hverdagsdøgn i den øvrige kollektive trafik (1.000 per hverdagsdøgn).

Kollektivt transportmiddel	2035		2050		2070	
	Basis	M5	Basis	M5	Basis	M5
Bus	593,5	572,5	647,5	589,9	691,2	603,1
Metro	651,1	676,7	723,7	806,9	740	886,6
Letbane i Ring 3	42,7	42,7	42,5	42,7	42,5	42,6
S-tog	458,7	462,0	467,3	478,7	469,7	489,2
Re- og fjerntog	304,8	305,4	305,3	307,2	304,6	307,8
Lokalbaner	27,8	27,9	28,0	28,2	28	28,3
Total	2.078,5	2087,2	2.214,3	2.253,5	2.276,1	2357,6

Note: Der er ikke forudsat byudvikling uden for Københavns Kommune efter 2035. Derved er udvikling i påstigertal for transportmidler uden for Københavns Kommune ikke retvisende. Dette gælder bl.a. for Letbane i Ring 3.

Figur 3.18

Personture per hverdagsdøgn med alle transportmidler (1.000 ture).

Hoved transportmiddel	2035		2050		2070	
	Basis	M5 Vest	Basis	M5 Vest	Basis	M5 Vest
Gang	1.176	1.175	1.225	1.217	1.259	1.246
Cykel	1.463	1.460	1.493	1.485	1.504	1.488
Bil, chauffør	2.880	2.878	2.896	2.890	2.900	2.890
Bil, passager	976	975	1.000	997	1.005	999
Kollektiv trafik	1.187	1.194	1.257	1.280	1.291	1.334
I alt	7.682	7.681	7.871	7.869	7.959	7.956

3.4.4 Stationernes påstigertal og strækingsbelastninger

M5's strækninger og stationers påstigertal i forhold til det øvrige metronet er herunder vist kort.

Delstrækninger på hele metronettet i alle prognoseår er inddelt i ti intervaller med lige mange delstrækninger i hvert interval, hvor det interval med størst strækingsbelastning, dvs. flest passagerer mellem to stationer, er angivet med den tykkeste linje, og intervallet med lavest strækingsbelastning er angivet med den tyndeste linje. Strækingsbelastning er opgjort på døgnniveau.

Tilsvarende er stationernes påstigertal i alle prognoseår inddelt i ti intervaller med lige mange stationer i hvert interval, hvor stationer som tilhører største interval, dvs. flest påstigere, er angivet med den største cirkel, og stationer med færrest er angivet med den mindste cirkel. Intervaller er derfor ens for alle prognoseår og er kun angivet i figur for 2070.

I 2035 er der forholdsvis få påstigere på stationer og strækninger på M5, hvilket forårsages af at byudviklingsområderne kun i begrænset omfang er udbygget på dette tidspunkt. På tværs af havnen på M5 er strækingsbelastning større end på de øvrige dele af M5, hvilket skyldes M5's aflastende funktion ift. M1/M2.

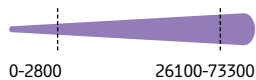
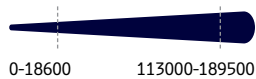
I 2050 er byudviklingsområderne godt udbyggede og stationernes påstigertal og strækingsbelastninger er derfor på niveau med de ydre dele af M1/M2.

I 2070 er byudviklingsområderne fuldt udbyggede, og stationernes påstigertal og strækingsbelastninger er derfor større end de ydre dele af M1/M2. De største stationer på M5 er sammenlignelige med stationerne på de centrale dele af M3/M4.

Figur 3.19 / 3.20 / 3.21

Strækningsbelastning og stationernes påstigertal for hele metronettet inkl. M5.

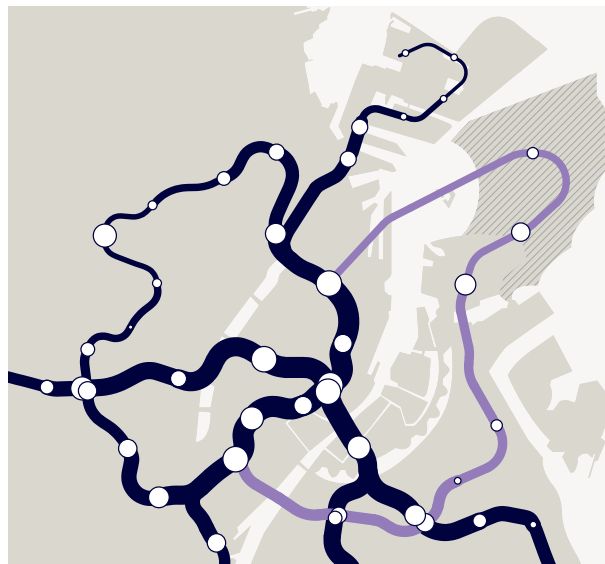
Tykkere strækninger angiver flere passagerer på strækningen og større cirkler angiver flere påstigere på stationerne i løbet af et hverdagsdøgn.

M5 Stationsstørrelser**Strækningsbelastning – M5****Strækningsbelastning – eksisterende linjeføringer**

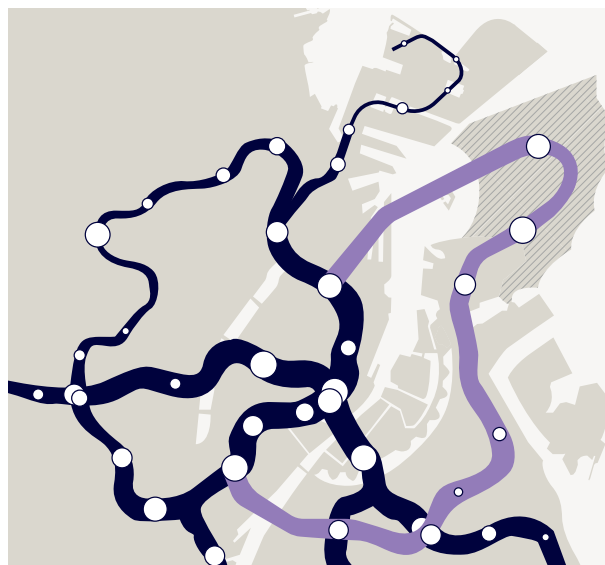
2035
Strækningsbelastning
og påstigertal



2050
Strækningsbelastning
og påstigertal



2070
Strækningsbelastning
og påstigertal



3.4.5 Kapacitet

Det er helt centralt at vurdere kapaciteten i en kommende mulig metrolinje. Kan metrolinjen transportere de passagerer, som trafikmodellens resultater viser, vil benytte metroen? Dette indgår ikke allerede i OTM-modellen, idet denne ikke har en indbygget kapacitetsbegrænsning for kollektiv trafik. OTM-modellens resultater tager derfor ikke højde for, om der i praksis vil være plads til passagererne i metroen.

3.4.5.1 Kapacitet i metrosystemet

Kapaciteten i metrosystemet er en kombination af kapaciteten i togsystemet og kapaciteten på stationerne. For begge er der en begrænsning i, hvor mange passagerer som kan opholde sig på et givet tidspunkt.

I togene udgøres begrænsningen dels af togets fysiske størrelse og deres frekvens, og derigennem hvor mange passagerer som kan opholde sig i togene, og dels af den tid, som passagerer har til at gå ind og ud af toget. Passagererne kommer kun ind og ud via perrondøre på stationerne.

Her er fokus rettet på kapacitet i togsystemet på M1/M2 på tværs af havnen, hvor der tidligere er identificeret forventede udfordringer omkring år 2035. Metroens kapacitetsmodel er således anvendt til at beregne, hvor mange som ikke kan komme med toget og dermed efterlades på stationerne på tværs af havnen. Stationerne er Kongens Nytorv, Christianshavn, Islands Brygge, Amagerbro og Lergravsparken.

Kapaciteten på selve metroens stationer, dvs. udfordringer der knytter sig til, hvor mange som opholder sig i områderne i stationsboksen, indgår ikke. Når der illustreres efterladte, så vedrører det derfor udelukkende kapacitetsudfordringer i togsystemet.

3.4.5.2 Kapacitet i M5

M5 skal betjene et samlet byudviklingsområde, som består af Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken. Transportbehovet for et så stort byområde kræver høj kapacitet.

For at kunne vurdere om kapaciteten er tilstrækkelig, eller om der vil opstå udfordringer, skal OTM-modellens resultater sættes i forhold til den kapacitet, som vil være til rådighed på M5 og på det øvrige metronet efter en udbygning med M5. Kapaciteten vurderes ud fra Metroselskabets kapacitetsmodel og ud fra strækningsbelastninger og påstigertal, som OTM-modellen beregner. Dette sker på to forskellige måder:

- Kapacitet belyst gennem oversigtskort
- Resultater fra Metroselskabets kapacitetsmodel.

3.4.5.3 Kapacitetsudfordringer belyst gennem oversigtskort

For at illustrere kapaciteten på udvalgte strækninger på en oversigtlig måde har Metroselskabet defineret en række kapacitetsintervaller. Intervallerne er delt op i 4 kategorier; grøn, gul, rød og sort. Der er dertil en sort af dobbelt tykkelse, som udtrykker at udfordringerne er endnu større. Grøn indikerer, at der ikke er kapacitetsudfordringer på strækningen, gul indikerer, at der er begyndende kapacitetsudfordringer på strækningen. Rød indikerer, at der er kapacitetsudfordringer på strækningen. Sort og dobbelt sort indikerer, at der er store og betydelige kapacitetsudfordringer.

Intervallerne er beregnet med udgangspunkt i strækningsbelastninger beregnet i OTM 7. Strækningsbelastningerne er delt op i tidsbånd og korrigeret, så de svarer til den fordeling på tidsbånd baseret på observeret data fra metroens tællesystem i 2019. På den baggrund kan identificeres den time med højest kapacitetsbelastning på strækningen. Sammenholdt med frekvensen togene kører med på strækningen beregnes det gennemsnitlige antal passagerer i den travleste time i hvert tog. De steder, hvor metrosystemerne forgrener sig, kører der halvt så mange tog som på de centrale dele af metrolinjerne.

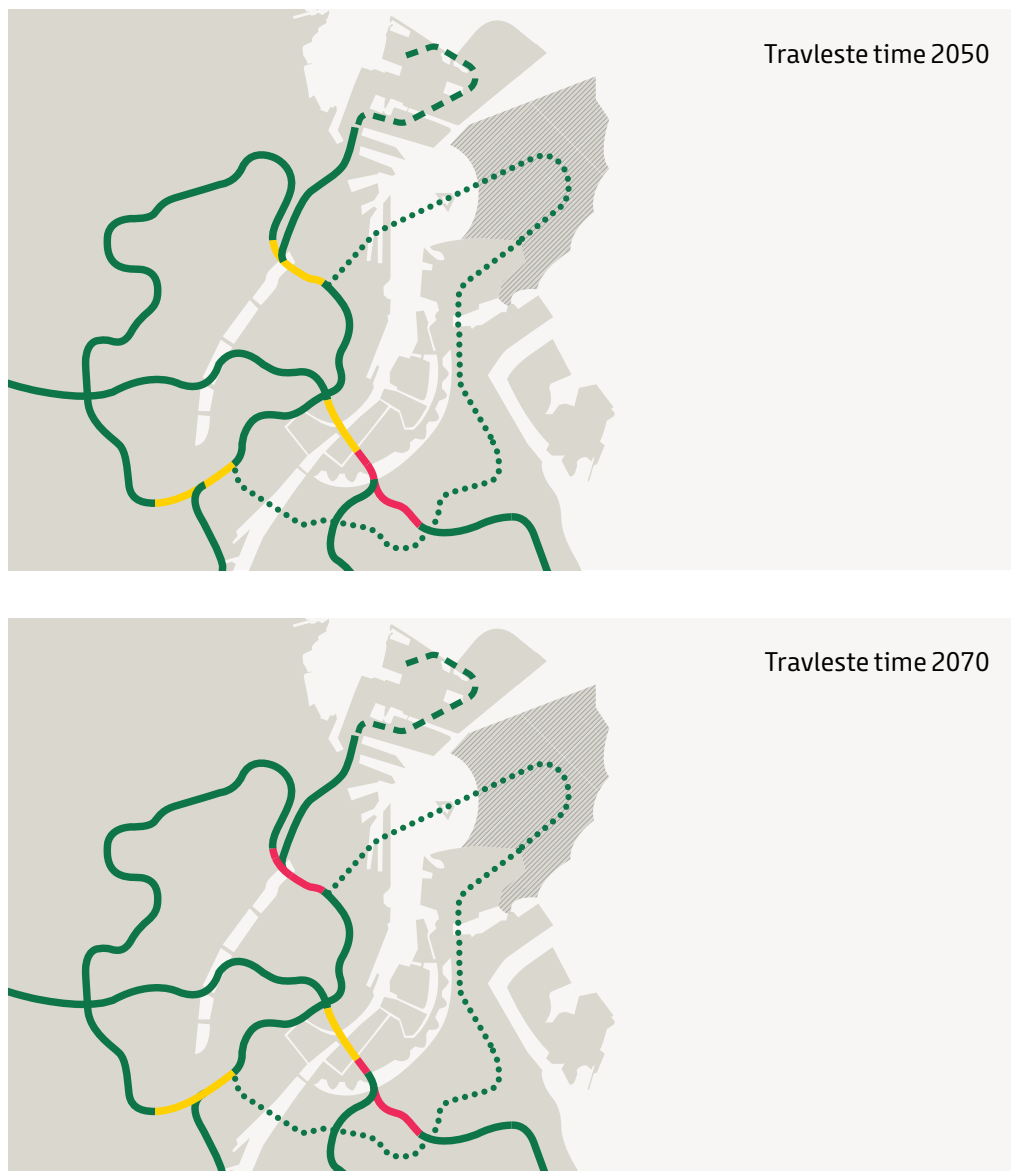
Intervallerne er baseret på erfaringer fra M1/M2, hvor der har været gennemført en række af tællinger i tog og beregninger i Metroselskabets kapacitetsmodel. Kapacitetskortene viser, at der i 2050 og 2070 er kapacitetsudfordringer mellem Amagerbro og Christianshavn. Dette skal imidlertid ses i lyset af, at OTM-modellen ikke fordeler passagerer på alternative rejseveje, når der optræder kapacitetsudfordringer. Ved

Figur 3.22 / 3.23

Kapacitet belyst gennem oversigtskort
– travleste time 2050 og 2070 med
180 sekunders frekvens.

Kapacitetsvurdering

- Ingen kapacitetsproblemer
- Begyndende kapacitetsproblemer
- Kapacitetsproblemer
- Store og betydelige kapacitetsproblemer



anlæg af M5 må det forventes, at flere passagerne på M1/M2 vil benytte M5. Samlet vurderes det, at der er tilstrækkelig højfrekvent kapacitet på tværs af havnen, når M5 anlægges. Omfanget vurderes således at være tilstrækkeligt til at kunne imødekomme kapacitetsudfordringer på M1/M2.

I 2070 er billedet for M5 det samme. Udfordringerne på tværs af havnen på M1/M2 er blevet større. Dette vurderes at skyldes, at M5 udbygningen både medfører, at nogle vælger M5 frem for M1/M2 på tværs af havnen (den aflastende effekt), men også at nogle fra Kløverparken, Refshaleøen eller Lynetteholm vælger at skifte fra M5 til M2 på Amagerbro. Den aflastende effekt er forholdsvis konstant i alle prognoseårene, mens antallet som skifter fra M5 til M2 på Amagerbro forventeligt stiger i takt med at Kløverparken, Lynetteholm og Refshaleøen udbygges. I 2070 hvor områderne er fuldt udbyggede er effekten af omstigere på Amagerbro således så stor, at der opstår kapacitetsudfordringer mellem Amagerbro og Christianshavn.

Trafikmodelberegninger viser, at kapacitetsudfordringen på tværs af havnen på M2 reduceres ved at øge frekvensen på M5. Dertil giver metrosystemet med en udbygning med M5 alternative højfrekvente rejseveje på tværs af havnen, som alternativer til den kapacitetsudfordrede strækning på M2.

Tilsvarende beregnes i 2070 kapacitetsudfordringer på M3 mellem Østerport og Trianglen. Det vurderes at forårsages af kombinationen af et stort antal omstigere fra Lynetteholm og Refshaleøen, og at M3 på denne strækning kører med halv frekvens ift. Østerport-København H.

Fælles for begge de beregnede kapacitetsudfordringer er, at de først beregnes i 2070, og at de ikke kan betegnes som store kapacitetsproblemer. Den usikkerhed, der knytter sig til beregninger frem mod 2070 medfører, at de ikke vurderes at udgøre en betydelig udfordring.

Kort for 2035 er ikke vist. Der er ikke beregnet kapacitetsudfordringer i 2035 med udbygning af M5.

3.4.5.4 Resultater fra Metroselskabets kapacitetsmodel

Metroselskabets kapacitetsmodel beregner antallet af efterladte på stationsniveau. Kapacitetsmodellen kan i udgangspunktet kun anvendes til at analysere kapacitetsudfordringer på eksisterende og besluttede stationer på M1/M2 og M3/M4. Der er derfor i dette afsnit fokuseret på stationerne, der ligger omkring havnen, hvor der tidligere er identificeret fremtidige kapacitetsudfordringer. Input udgøres af resultater fra OTM-modellen i form af påstiger- og afstigtetal på stationsniveau, som opdeles på 1-minutsniveau. Dette tilpasses tidsmæssigt ud fra observerede passagertællinger i dagens system med henblik på at sikre det mest retvisende grundlag for at vise passagerernes fordeling henover døgnet og særligt i myldretiden.

Metroselskabets kapacitetsmodel beregner antallet af efterladte på stationsniveau. Input udgøres af resultater fra OTM-modellen i form af påstiger- og afstigtetal på stationsniveau, som opdeles på 1-minutsniveau. Dette tilpasses tidsmæssigt ud fra observerede passagertællinger i dagens system med henblik på at sikre det mest retvisende grundlag for at vise passagerernes fordeling henover døgnet og særligt i myldretiden.

3.4.5.4.1 Kapacitetsudfordring på tværs af havnen

Resultater i kapacitetsmodellen på tværs af havnen viser overordnet det samme billede som kapacitetskortene ovenfor. I basisscenariet er M1/M2 udfordret i 2035, og udfordringen vokser betragteligt frem mod 2050 og efterfølgende. Basisscenariet indeholder ingen udbygning af metronettet udover allerede besluttede projekter, mens byudviklingen i form af flere beboere og arbejdspladser i København herunder på Lynetteholm og Refshaleøen er indeholdt. Det betyder, at stationerne på tværs af havnen i basisscenariet ikke aflastes, og udfordringerne vokser derfor i takt med byudviklingen.

Figur 3.24

Efterladte passagerer per hverdag på M1/M2 henover stationerne på tværs af havnen (Kongens Nytorv, Christianshavn, Amagerbro, Lergravsparken og Islands Brygge).

Efterladte per hverdag	Basis	M5
2035	4.000	500
2050	9.300	1.900
2070	11.100	3.600

Hvad er en efterladt passager, og hvordan efterlades passagerer

Hvad er en efterladt passager?

Passager, som må vente 1½ eller 3 minutter på næste afgang. I nogle tilfælde medfører ophobning på perronen, at ventetiden bliver længere.

Hvordan efterlades en passager?

Passagerer kan blive efterladt som følge af én af to årsager. Enten bliver toget helt fyldt, inden alle påstiger er kommet på toget. Eller også kan alle påstiger ikke nå at komme med toget, fordi holdetiden ikke tillader den nødvendige udveksling. Der er et potentiale for at nedbringe antallet af efterladte ved at justere holdetid på stationer, hvor den nødvendige udveksling ikke er mulig. Men en øget holdetid på én station påvirker resten af driften i systemet og øger dertil rejsetiden for resten af passagererne. Der er behov for grundige analyser, førend potentialet kan klarlægges.

Udbygning med M5 har en stor aflastende effekt på tværs af havnen. Der er derfor beregnet et lavere antal efterladte i 2035 med udbygning med M5 i forhold til basisscenarioet. I de efterfølgende prognoseår medfører udbygning med M5 en fortsat markant aflastning på tværs af havnen. Først i 2070 når antallet af efterladte på tværs af havnen efter udbygning med M5 et niveau som svarer til de forventede udfordringer i 2035 i basisscenarioet.

Antallet af efterladte med udbygning af M5 i 2070 er på et lidt lavere niveau end basisscenarioet i 2035. Samtidig er efterladte med M5 i 2070 koncentreret omkring Amagerbro station, hvorfor en medvirkende årsag vurderes at være skiftene fra M5 til M2 i retning mod centrum på Amagerbro station.

3.4.6 Trafikale effekter af etapedelinger

3.4.6.1 Grundlag for etapedeling

M5 er i udgangspunkt opdelt i 3 etaper. Dette er gjort på baggrund af anlægstekniske overvejelser. Sammenholdt med den forventede byudvikling er der efterfølgende sat årstal på, hvornår de tre etaper kan åbne for på den ene side at betjene områderne, når der er beboere og arbejdspladser og dermed et passagergrundlag og på den anden side ikke anlægge metroen for tidligt, så passagergrundlaget er for begrænset.

Baseret på ovenstående overvejelser er en åbning af 1. etape fastsat til 2035. 1. etape betjener strækningen København H til Prags Boulevard og medfører derfor, at M1/M2 på tværs af havnen aflastes i 2035. Der er i Metroselskabets kapacitetsmodel beregnet en kapacitetsudfordring i 2035 på tværs af havnen på M1/M2, jf. afsnit 3.4.5.4.1.

2. etape er fastsat til at åbne i 2045. Den betjener strækningen med stationerne Kløverparken, Refshaleøen og Lynetteholm Syd. Dette medfører, at der er forudsat et ganske stort antal beboere og arbejdspladser på Refshaleøen og Kløverparken, inden områderne betjenes med metro.

3. etape, som betjener Lynetteholm Nord og sikrer forbindelse til Østerport, er fastsat til at åbne i 2060.

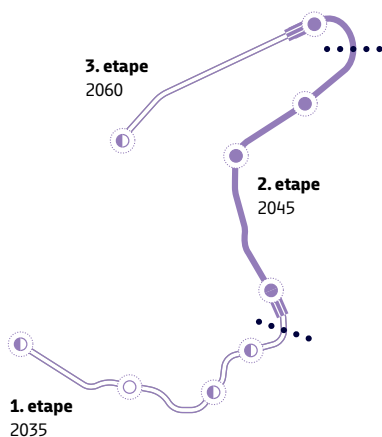
Etapedelingen sker sydfra. Der er foretaget en vurdering af en etapedeling nordfra, hvor 1. etape betjente strækningen Østerport til Kløverparken og 2. etape strækningen Prags Boulevard til København H. Denne er vurderet til ikke at være relevant af byudviklingsmæssige og anlægstekniske hensyn.

3.4.6.2 Trafikale effekter

De trafikale effekter af to beskrevne varianter af M5 er illustreret i Figur 3.26. I figuren er kun vist trafikale effekter af etape 1 i 2035 og af etape 1 + 2 i 2050. Dette skyldes, at der i den etapevis udbygning forudsættes en fuld udbygning af M5 i 2070. Dette vurderes at afspejle de trafikale effekter af en etapevis udbygning som beskrevet ovenfor. Resultater af en fuld udbygning i 2070 kan ses i afsnit 3.4.1.

Figur 3.25

Mulig etapedeling af M5.



3.5 Følsomhedsberegninger

Følsomhedsberegninger har til formål at kvalificere resultaterne af trafikmodelberegningerne. Dette er gjort ved at gennemføre trafikmodelberegninger med justerede nøgleforudsætninger. Dels er der gennemført beregninger, hvor en række nøgleforudsætninger er ændret i hhv. positiv og negativ retning med henblik på at illustrere et sandsynligt udfaldsrum for resultaterne. Dels er udvalgt nøgleforudsætninger justeret individuelt for at belyse effekten af dem. Trafikmodelberegninger er gennemført i OTM version 6.1.

Illustration af udfaldsrummet

Beregning af linjeføringens fremtidige påstigertal baseres på en række forudsætninger. For at belyse den samlede usikkerhed, der knytter sig til resultaterne, og dermed vise et udfaldsrum, er der beregnet et positivt scenarie, hvor alle nøgleforudsætninger er ændret i positiv retning til fordel for metroens påstigertal og et negativt scenarie, hvor alle nøgleforudsætninger er ændret i negativ retning, der betyder et fald for metroens påstigertal.

Figur 3.26

Oversigt over trafikale effekter af etapedeling af M5. Sammenligning af påstigertal for hhv. etape 1 eller hele M5 i 2035. Samt sammenligning af påstigertal for hhv. etape 1 og etape 2 eller hele M5 i 2050.

Påstigere på M5 i 2035	Etape 1	Hele M5	Påstigere på M5 i 2050	Etape 1 og Etape 2	Hele M5
Østerport	0	3.800	Østerport	0	16.800
v/Lynetteholm Nord	0	0	v/Lynetteholm Nord	0	6.600
v/Lynetteholm Syd	0	100	v/Lynetteholm Syd	14.300	11.900
v/Refshaleøen	0	5.500	v/Refshaleøen	12.600	13.700
v/Kløverparken	0	3.100	v/Kløverparken	7.500	7.800
v/Prags Boulevard	3.700	3.800	v/Prags Boulevard	4.200	4.400
Amagerbro	6.100	7.800	Amagerbro	12.900	12.300
Islands Brygge	6.900	7.700	Islands Brygge	10.100	10.200
København H	13.400	16.300	København H	35.900	25.400
Total	30.100	48.100	Total	97.600	109.100
Merpåstigere i metrosystemet	10.100	25.700	Merpåstigere i metrosystemet	69.600	83.200
Ekstra kollektivture	2.700	6.700	Ekstra kollektivture	16.500	23.400

3.5.1 Positivt scenarie (positiv påvirkning af metroens påstigertal)

- Befolkning: 10 % flere indbyggere i København og Frederiksberg Kommune ift. 2035+ (svarer til en stigning på 92.000 indbyggere)
- Arbejdspladser: 10 % flere arbejdspladser i København og Frederiksberg Kommune ift. 2035+ (svarer til en stigning på 52.000 arbejdspladser)
- Kørselsomkostninger: som for 2015 (18 % højere end i 2035+)
- Bilejerskab: uændret ift. 2035+ (fald for København og Frederiksberg Kommune ift. 2015)
- Parkeringssøgetid: ingen ændringer ift. 2035+
- Vejkapacitet: reduceres med 5 % på alle veje som følge af yderligere vejsanering og nedsættelse af hastighedsbegrænsninger
- Cykelhastighed: reduceres med 10 % ift. 2035+ som følge af flere cyklister og samme kapacitet på cykelstier.

3.5.2 Negativt scenarie (negativ påvirkning af metroens påstigertal)

- Befolkning: 10 % færre indbyggere i København og Frederiksberg Kommune (svarer til et fald på 92.000 indbyggere)
- Arbejdspladser: 10 % færre arbejdspladser i København og Frederiksberg Kommune (svarer til et fald på 52.000 arbejdspladser)
- Kørselsomkostninger: Et fald på 24 % for erhverv og 20 % for ikke-erhverv ift. 2035+
- Bilejerskab: stiger i centralkommunerne som i den øvrige del af regionen (vækst på 13,3 % ift. 2015) for at illustrere en øget bilrådighed og at biler gøres billigere og dermed ejes af flere eller lejes/leases nemt og billigt

- Parkeringssøgetid: reduceres med 20 % som følge af flere p-anlæg og debilsordninger
- Vejkapacitet: øges med 5 % på alle veje som følge af forbedret trafikstyring
- Cykelhastighed: øges med 10 % ift. 2035+ for at illustrere en fortsat udbygning af cykelnettet i København og en øget udbredelse af el-cykler.

Justering af nøgleforudsætninger

Der er gennemført følsomhedsberegninger med justering af følgende udvalgte nøgleforudsætninger:

- **Forbedrede vilkår for gående og cyklister**
Forbedret cykelfremkommelighed i form af hastighedsforøgelse på cykelstinet: Hastigheden på cykelnettet sættes op med 10 %. Cykelforbindelse mellem Lynetteholm og Levantkaj er tilføjet
- **Gratis kørsel på Østlig Ringvej**
Betaling for kørsel på Østlig Ringvej er sat til 0 kr.
- **Forhøjet bilejerskab**
Bilejerskab, og dermed antallet af biler, stiger i centralkommunerne som i den øvrige del af regionen (vækst på 13,3 % mellem 2015 og 2035) for at illustrere en øget bilrådighed og at biler gøres billigere og dermed ejes af flere eller lejes/leases nemt og billigt.

Resultater af følsomhedsberegninger

Positiv- og negativscenarier

Resultaterne viser, at der er en større negativ effekt på påstigertallet ved en negativ justering af en række forudsætninger end en modsatrettet positiv justering. Samlet viser de positive og negative scenarier, at påstigertal vurderes at kunne variere 15-20 % i hhv. positiv og negativ retning.

Ændrede nøgleforudsætninger påvirker både hele metrosystemet og M5. Påvirkningen er procentvis sammenlignelig for hele metrosystemet og den enkelte linjeføring. Der er ikke foretaget en vurdering af, hvilket scenarie som er mest realistisk, men følsomhedsberegningen viser, at effekten af justerede nøgleforudsætninger er ganske betydelig.

Justering af nøgleforudsætninger

Forbedrede vilkår for gående og cyklister beregnes at få en negativ effekt på metrosystemet og M5 linjen på 7-8 % af påstigertallet. Tilsvarende ses for resultaterne af et øget bilejerskab. Begge resultater peger på, at det har betydelige konsekvenser for metroens påstigertal, hvorledes alternative transportformer prioriteres.

Prissætning på Østlig Ringvej er beregnet at have en meget begrænset effekt på metroens påstigertal. Omkring 1 % beregnes påstigertallet på M5 at falde.

Figur 3.27

Resultater af følsomhedsberegninger for M5 i 2070.

Påstiger per hverdagsdøgn	Hovedscenarie	Positiv scenarie	Negativ scenarie	Bedre vilkår for cyklister	Gratis kørsel på Østlig Ringvej	Forhøjet bilejerskab
Metrosystem (M5)	895.900	14 %	-20 %	-8 %	0 %	-7 %
M5-linjen	160.100	14 %	-21 %	-7 %	-1 %	-7 %

Note: Følsomhedsberegninger er gennemført i OTM version 6.1.

3.6 Stationer og nærområder

3.6.1 Oversigt over stationer

En opsummering over stationsvarianter findes i Figur 3.28 nedenfor. Stationsvarianterne kan være aktuelle for flere linjeføringer som anført.

Figur 3.28

M5 oversigt over stationer.

Station	Stationstype	Bemærkning	Indgår i
Forum	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M1/M2 og M5 via fælles concourseniveau og bus via terræn.	Variant
Københavns Hovedbanegård (Reventlowsgade)	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via fælles concourseniveau og S-tog, Regionaltog, internationale tog og M5 via gangtunnel og bus via terræn.	Hovedforslag
Københavns Hovedbanegård (Bernstorffsgade)	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M3/M4, S-tog, Regionaltog, Internationaltog og M5 via gangtunnel og bus via terræn.	Variant
Islands Brygge (Njalsgade)	Dyb undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M1 og M5 via gangforbindelse og bus via terræn.	Hovedforslag
Islands Brygge (Københavns Universitet)	Dyb undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M1 og M5 via gangforbindelse og bus via terræn.	Variant 1
Islands Brygge (Ørestads Boulevard)	Dyb platform til platform undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M1 og M5 fra perron til perron via mellemniveau og bus via terræn.	Variant 2
Amagerbro	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via gangtunnel og bus via terræn.	Hovedforslag
Amagerbro (Amagercentret)	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via gangtunnel og bus via terræn.	Variant 1
Amagerbro (Blekingegade)	Kavernestation	Mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via fælles concourseniveau og bus via terræn.	Variant 2
v/ Prags Boulevard	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
v/Kløverparken	Højbanestation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
v/Kløverparken	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Variant
v/Refshaleøen	Højbanestation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
v/Refshaleøen	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Variant
v/Lynetteholm Syd	Højbanestation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
v/Lynetteholm Syd	Overfladenær station	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Variant
v/Lynetteholm Nord	Højbanestation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
v/Lynetteholm Nord	Overfladenær station	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Variant
v/Lynetteholm Syd	Højbanestation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
v/Lynetteholm Syd	Overfladenær station	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Variant
Østerport (Østbanegade)	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via fælles concourseniveau, og med, S-tog, Regionaltog, internationale tog og bus via terræn.	Hovedforslag

3.6.2 Stationstyper

Som beskrevet for M4 er undergrundsstationerne generelt projekteret med 7 m brede perroner bortset fra de overfladenære stationer, hvor 9 m brede perroner er nødvendige for sikkert at afvikle passagerstrømmen omkring elevatorskakte. Layoutet er skitseret på tegning LYN-ARUP-STA=Gen-ARC-DWG-000201 i det tekniske tegningsbilag.

På omstigningsstationer, hvor metrolinjer forenes, forventes volumen af passagerer at øges. På Østerport og Københavns Hovedbanegård foreslås 9 m brede perroner, mens der på Amagerbro, Islands Brygge og Forum foreslås 7 m brede perroner.

På højbanestationerne er bredden af perronerne bestemt af passagerstrømmen omkring den dobbelte elevatorskakt ligesom for Orientkaj station, hvor en perronbredde på 9 m foreslås.

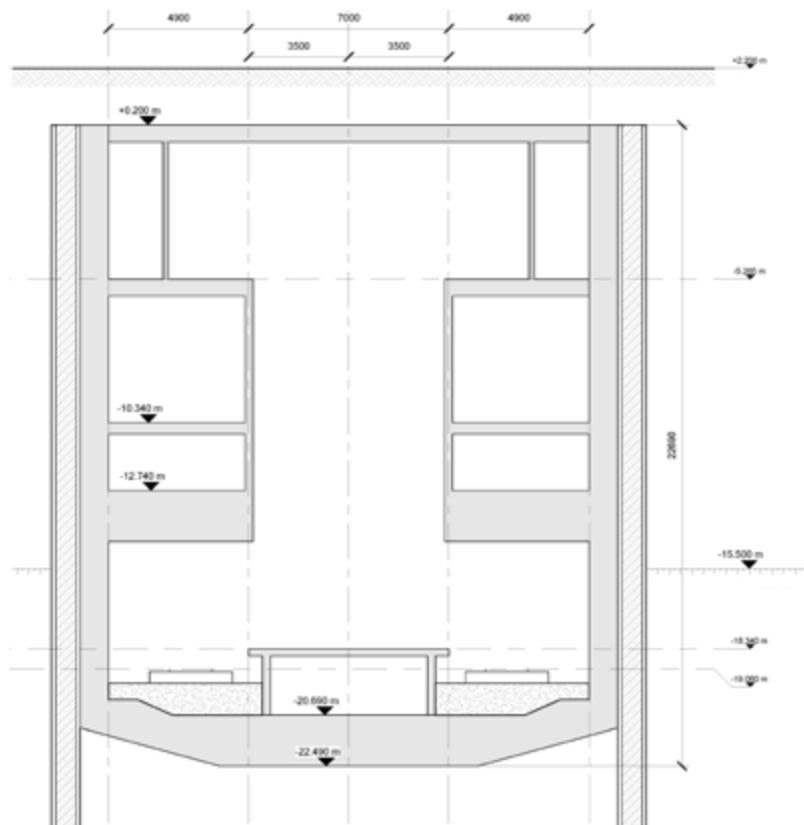
For at kunne belyse om stationerne har den fornødne kapacitet, er der udarbejdet en grov vurdering af passagerstrømmen på alle stationerne. Denne vurdering kan ses i tekniske bilag 3 og er kort nævnt under beskrivelsen af hver station i de følgende afsnit.

Dyb undergrundsstation

Den dybe undergrundstation er en type, der er velkendt fra de eksisterende metrolinjer. Den findes eksempelvis i form af Nørreport M1/M2 Station og Nuuks Plads M3 station. Stationen har en fast hovedtrappe mellem terræn- og concourseniveau og en sekundær fast adgangs- og nødtrappe mellem terræn- og concourseniveau. Selve hovedtrappen, som er beliggende i den ene ende af stationsboksen, og nødtrappen, som er beliggende i den modsatte ende, bliver anlagt uden for stationsboksen. Stationen har elevatorer mellem terræn-, concourse- og perronniveau og rulletrapper mellem concourse- og

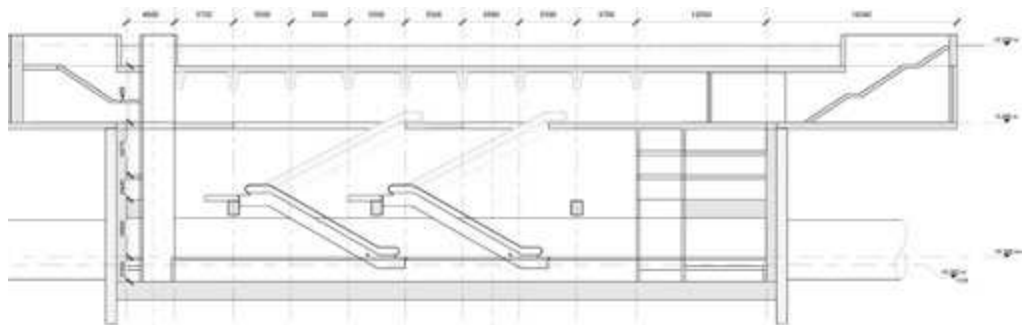
Figur 3.29

Tværsnit af en dyb undergrundsstation.



Figur 3.30

Længdesnit af en dyb undergrundsstation.



perronniveau. Concourseniveau ligger ca. 6 meter under terrænniveau. Perronniveau ligger typisk ca. 18 meter under terrænniveau. Stationen har et relativt kompakt fodaftryk, idet stationens dybde giver plads til mellemniveauer, der kan anvendes til teknikrum.

Den dybe undergrundstation er udstyret med ovenlys, der, ud over at sikre dagslys ned i stationen, ligeledes fungerer som røgventilationsåbninger, idet ovenlysene i tilfælde af røgudvikling i stationen løftes op, hvorved røgen tvinges ud af stationen igennem den åbning, der herved opstår under det løftede ovenlys. Det kan for nogle stationers vedkommende på grund af deres beliggenhed være umuligt at anvende ovenlys som røgventilationsåbninger. I sådanne tilfælde bliver stationen udstyret med mekanisk røgventilation.

Tegning til dyb undergrundsstation er i det tekniske tegningsbilag.

Undergrundsstation

En beskrivelse af denne type findes i afsnit 2.6.1.

Overfladenær station

En beskrivelse af denne type findes i afsnit 2.6.1.

Højbanestation

Højbanestationerne foreslået for M5 er det ny design beskrevet for M4 hovedforslaget fra Lynetteholm til Kløverparken. En beskrivelse af denne type findes i afsnit 2.6.1.

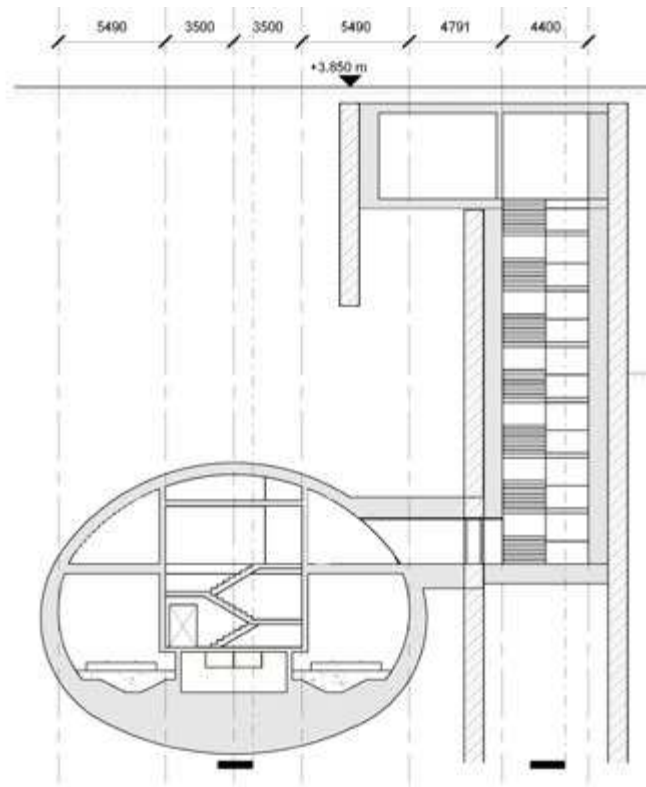
Kavernestation

Kavernestationen er en ny type dyb undergrundsstation. Stationen adskiller sig fra de øvrige stationstyper ved at perronen og stationsrummet er placeret i en underjordisk vandret mineskakt. Dette muliggør, at stationen kan konstrueres under eksisterende bygninger, uden at disse bygninger skal fjernes for at gøre plads til byggeriet. På grund af afstandskrav mellem de eksisterende bygninger og kavernen ligger perronniveauet dybere end en typisk dyb undergrundsstation.

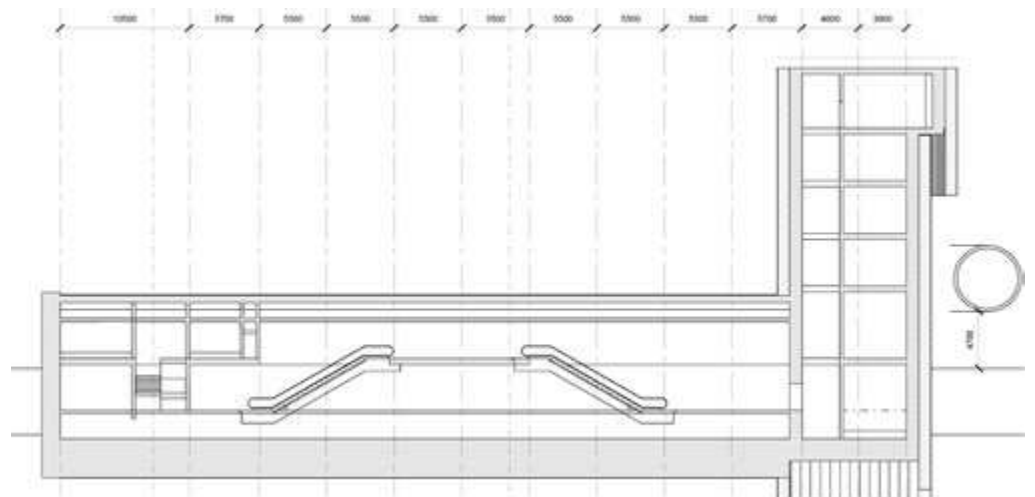
I forhold til adgangsforhold minder stationen om Gammel Strand M3/M4 station. Stationen har en fast hovedtrappe mellem terræn- og concourseniveau og en fast nødtrappe mellem terræn- og perronniveau. Både hovedtrappen og nødtrappen bliver anlagt uden for selve stationskavernen. Stationen har elevatorer mellem terræn- og perronniveau, og via et mellemreos er der rulletrapper mellem concourse- og

Figur 3.31

Tværsnit af en kavernestation.

**Figur 3.32**

Længdesnit af en kavernestation.



perronniveau ligeledes placeret uden for selve stationskavernen efter et princip svarende til Gammel Strand M3/M4 station. Concoursniveau ligger ca. 6 meter under terrænniveau. Perronniveau ligger ca. 29 meter under terrænniveau. Teknikrum er placeret i en skakt for enden af perronen.

Kavernestationen har ikke ovenlys, og stationen er derfor udstyret med mekanisk røgventilation. Tegning til kavernestation er i det tekniske tegningsbilag.

3.6.3 Stationer

Undergrundsstationer er, hvor muligt, forudsat udført med ovenlys. Dette bekræftes under projekts næste faser, hvor stationens udformning koordineres og integreres med landskabsarkitekturen for det omkringliggende terræn. Hvis ikke ovenlys inkluderes, vil mekanisk røgventilation være nødvendigt, hvilket der på nuværende tidspunkt ikke er taget højde for.

3.6.3.1 Forum – Undergrundsstation (Variant)

Stationen ved Forum er benævnt som en variant, da linjeføringen fra hovedforslaget ændres med en forlængelse fra Københavns Hovedbanegård til Forum. Der foreslås en enkelt stations Variant for Forum, der også er gældende for M5 Vest.

Placering og udformning

Stationen er placeret ved den eksisterende Forum Metrostation som skitseret på Figur 3.33

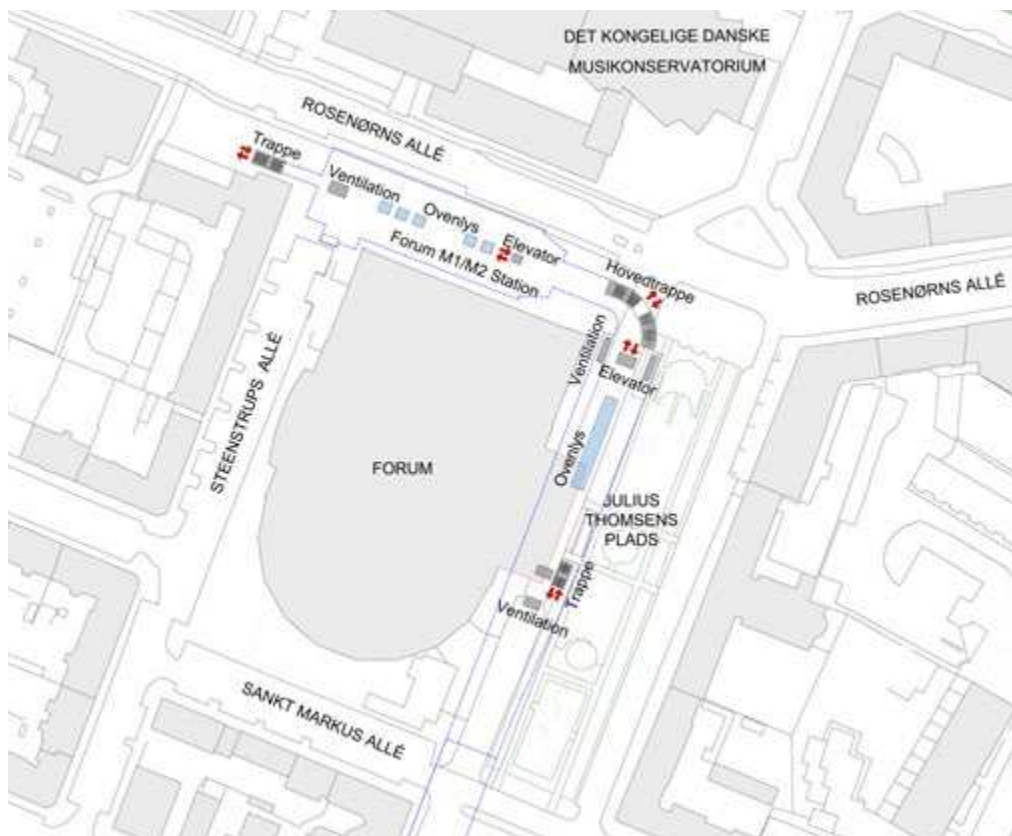
Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 12 m under terræn. Det færdige terrænniveau omkring stationen vil være cirka +5.50 m DVR90, men det kan blive nødvendigt lokalt at regulere terrænniveauet som sikring mod skybrud. En lokal terrænregulering vil muligvis kræve, at terrænforskellen bliver udlignet med trin eller ramper. Dette vil blive undersøgt i en senere fase. Der er mulighed for omstigning mellem M1/M2 og M5 via et fælles concoursniveau.

Det er forudsat at teknikrum placeres over en transversalkonstruktion, der er beliggende i forlængelse af stationen.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=For-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Figur 3.33

Forslag til stationsplacering ved Forum.



Arkitektonisk indpasning

Stationen er placeret på Julius Thomsens Plads langs med Forum. Hovedtrappen er placeret langs Rosenørns Allé og fungerer som hovedtrappe for både M1/M2 og M5. Den erstatter dermed den eksisterende M1/M2 trappe, der fjernes. Den sekundære trappe er placeret i den modsatte ende af stationen og peger i retning mod Sankt Markus Allé. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt et forareal, der skaber plads og sikker adgang til stationen.

En 3D repræsentation af stationen er skitseret på Figur 3.34.

Tegninger til station layout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

En undergrundsstation vil kræve at Julius Thomsens Plads mod Forum lukkes af for biltrafik mellem Sankt Markus Allé og Rosenørns Allé. Dette vil implementeres under opførelsesfasen og fastholdes fremover, dog med adgang for nødsituationskøretøjer.

Krydsene ved Julius Thomsens Plads og Rosenørns Allé / Sankt Markus Allé skal planlægges så der tages specielle hensyn til trafikafviklingen, trafiksikkerheden samt tilgængeligheden. Dette gælder især med hensyn til sikring af gode forhold for både fodgængere og cyklister. Dele af Julius Thomsens Plads, Sankt Markus Allé og Steenstrups Allé kan anvendes til afsætningspladser. I nærheden af afsætningspladser bør der implementeres en skillerabat mellem cykelstien og afsætningspladsen af sikkerhedsmæssige årsager.

Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibreder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Da denne undergrundsstation også vil fungere som transfer til den eksisterende M1 Forum Undergrundsstation foreslås en underjordisk transfertunnel. Dette vil sikre en sikker og smidig passagerstrøm, idet fodgængere og cyklister ikke behøver at krydse området mellem stationerne i terrænniveau.

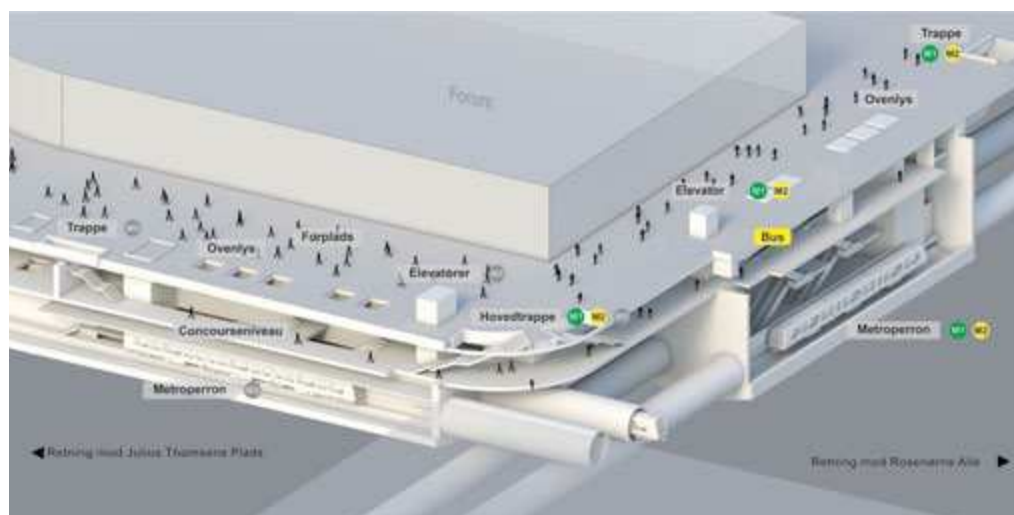
Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 12-13 m under terræn, og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode. Transfertunnellen, hovedtrappe og nødtrappe, som anlægges udenfor undergrundsstationen, anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes at disse anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge.

Under anlægsfasen etableres midlertidig adgang til den østlige del af den eksisterende M1/M2 Forum Undergrundsstation, mens transfertunnellen færdiggøres. Hovedtrappen kan genetableres i faser, således

Figur 3.34

3D-illustration af stationen ved Forum og forbindelsen til M1/M2.



at stationen forbliver tilgængelig under anlægsfasen, ligesom det var tilfældet med ombygningen af M1/M2 ved Kongens Nytorv station i forbindelse med Cityringen.

Udgravningen til M5 stationen forlænges, idet der skal inkluderes en korridor, som tillader sporskifte mod Syd. En eksisterende pumpe- og vekslerstation er begravet under Julius Thomsens Plads og skal bevares, inklusiv tilhørende rørledning. Især grænsefladen med eksisterende M1/M2 tunneller, Forumbygningen, underjordisk infrastruktur og Sankt Markus Kirke skal derfor nøje koordineres og sikres under konstruktionsfasen.

3.6.3.2 Københavns Hovedbanegård - Undergrundsstation (Hovedforslag)

Placering og udformning

Stationen er placeret ved den eksisterende København H M3/M4 Metrostation som skitseret på Figur 3.35.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 9 m og med perronniveau beliggende ca. 12 m under terræn. Det omkringliggende færdige terrænniveau er forudsat hævet til kote +3,83m DVR90 af hensyn til sikring imod skybrud.

Der er mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via et fælles concurseniveau. Der er også mulighed for omstigning til tog på Københavns Hovedbanegård niveau via den eksisterende gangtunnel under Københavns Hovedbanegård. Som supplement til den eksisterende gangtunnel under Hovedbanegårdens perroner foreslåes det at etablere en ny gangtunnel syd for den eksisterende gangtunnel.

Stationen er forudsat udført med ovenlys.

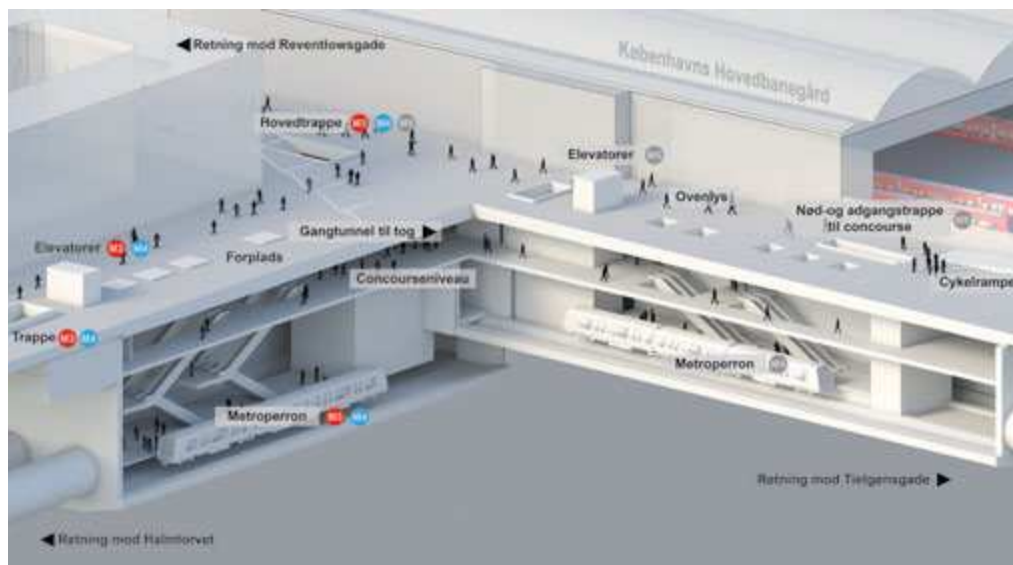
Figur 3.35

Mulig stationsplacering ved
Københavns Hovedbanegård.



Figur 3.36

3D-illustration af stationen ved Københavns Hovedbanegård.



Det er forudsat at teknikrum placeres over en transversal konstruktion, der er beliggende i forlængelse af stationen.

Denne stationsplacering sikrer den bedste forbindelse med M3/M4 perroner og S-togsperroner hvilket, udgør størstedelen for passagerer med behov for at skifte her. Det vil også være muligt at skifte til regionale og internationale tog på denne station. En foreløbig fodgænger-flowanalyse indikerer et behov for en yderligere forbindelsestunnel mellem København H og metrostationerne.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Kh-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

Hovedtrappen er placeret i Reventlowsgade, hvor den eksisterende trappe til M3/M4 er placeret. Den nye trappe vil fungere som adgang til både M3/M4, M5 og tog på Hovedbanegården, og det er derfor nødvendigt at etablere en bredere trappe med større passagerkapacitet. Den sekundære trappe er placeret, så der via en ny cykelrampe og trappe for enden af Reventlowsgade skabes forbindelse til Tietgensgade. Elevatoren til M5 er ligeledes placeret i Reventlowsgade.

Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

En 3D-præsentation af stationen er vist på Figur 3.36. Tegninger til stationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

En undergrundsstation vil kræve, at Reventlowsgade lukkes af for biltrafik mellem Reverdilsgade og Tietgensgade. Dette vil implementeres under opførelsesfasen og fastholdes fremover, dog med adgang for redningskøretøjer og leverancer, hvis dette er nødvendigt.

Krydsene ved Reventlowsgade og Reverdilsgade / Stampesgade / Tietgensgade kompliceres af de hensyn, der skal tages til trafikafviklingen, trafiksikkerheden samt tilgængeligheden. Dette gælder isolering fra det overordnede vejnet samt at der sikres gode forhold for både fodgængere og cyklister til stationen. Det eksisterende vejnet tillader ikke etablering af separate afsætningspladser, men det forventes at dele af Reventlowsgade nord for stationen kan anvendes. I så fald bør der implementeres en skillerabat mellem cykelstien og afsætningspladsen af sikkerhedsmæssige årsager.

Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibredder samt at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis. Eksempelvis skal disse grupper have adgang til Hovedbanegården fra terrænniveau, Halmtorvet og Ingerslevsgade.

Da denne undergrundsstation også vil fungere som transfer til den eksisterende M3/M4 København H metrostation foreslås en løsning, der kobles på den eksisterende underjordiske transfertunnel. Derudover bygges en ny transfertunnel til Hovedbanegården. Dette vil sikre en sikker og smidig passagerstrøm, idet fodgængere og cyklister ikke behøver at krydse området mellem stationerne i terrænniveau.

Anlægstekniske forhold

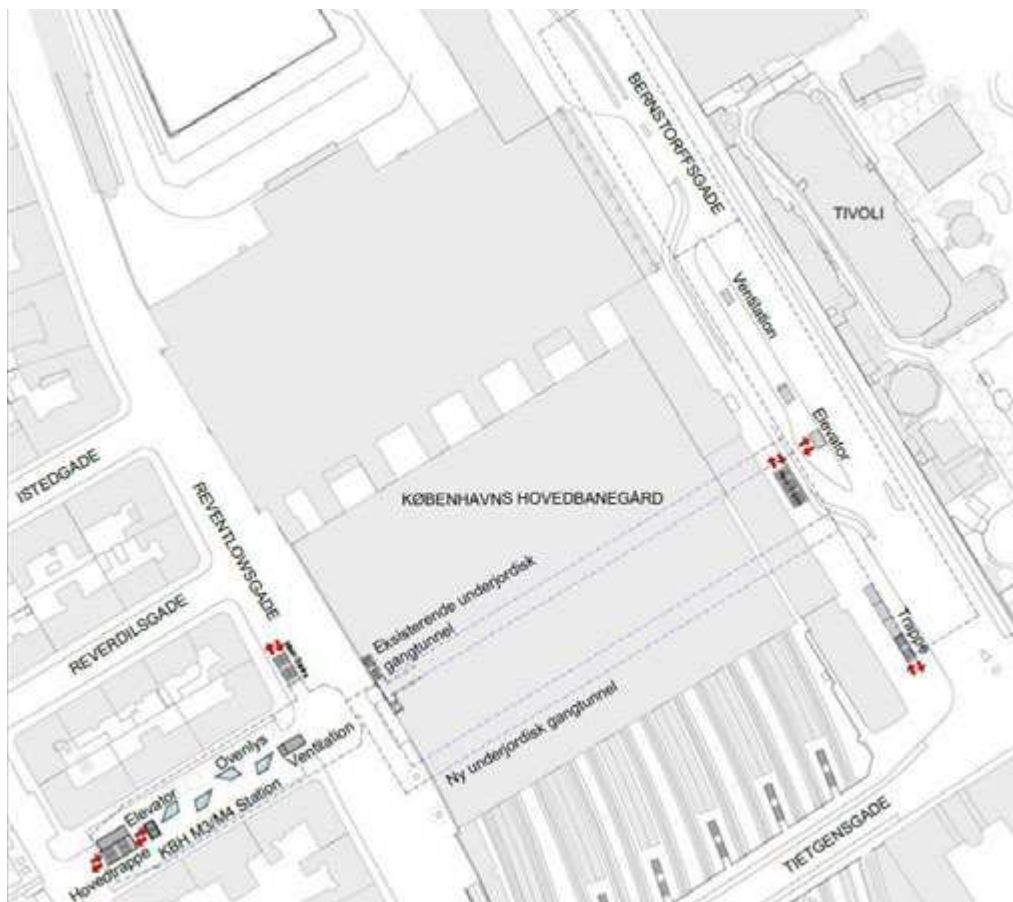
Kalkoverfladen er beliggende ca. 12 m under terræn, og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode.

Løsningen kompliceres, idet en korridor, der tillader sporskifte, skal inkluderes nord for den eksisterende Cityringen M3/M4 Metrostation. Korridoren langs Reventlowsgade er smal, og den geometriske koordinering skal derfor sikre, at de omkringlæggende bygninger ikke påvirkes af anlægsarbejdet. Dette gælder både med hensyn til sikring af eksisterende fundamenter samt grænsefladen mellem bygningsfacader og installation af spunsvæg eller sekantpælevæg.

Det er vigtigt, at forbindelsen mellem sporskiftekorridoren og undergrundsstationen kan anlægges uden at påvirke den daglige drift af Cityringen M3/M4, og at stabiliteten af M3/M4 tunnellerne bibeholdes under anlægsfasen. Den østlige forbindelse mellem sporskiftekorridoren og M5 undergrundsstationen skønnes at kunne anlægges ved kontrolleret tunnelboring igennem den eksisterende Cityringen M3/M4 Metrostation. Dette vil især sikre stabilitet af de underliggende M3/M4 tunneller. Den vestlige forbindelse penetrerer et eksisterende teknikrum og forventes at kunne anlægges ved at etablere lokale åbninger i de eksisterende vægge.

Figur 3.37

Mulig stationsplacering ved Københavns Hovedbanegård.



Under anlægsfasen afgrænses en del af den eksisterende transfertunnel midlertidigt, så forbindelsen til M5 stationen kan etableres, mens adgang til Hovedbanegården vedligeholdes. Det samme gælder indgangen fra terræn på Reventlowsgade, hvor en midlertidig løsning er nødvendig, mens M5 stationen færdiggøres.

Den ny transfertunnel til Hovedbanegården opføres efter samme metode som anvendt ved den nuværende Cityringen transfertunnel under Hovedbanegårdens bygninger. Under banen, hvor tunnellen vil være overfladenær, vurderes en cut & cover-tunnel løsning som den bedste løsning. Her skal anlægsarbejdet etapedeles og koordineres med afkobling og genetablering af den overliggende bane, mens tunellen etableres på tværs af stationen. Omkostninger til transfertunnel dækker kun anlægsomkostninger og inkluderer ikke omkostninger til togoperatører, eksempelvis DSB m.fl.

3.6.3.3 Københavns Hovedbanegård - Undergrundsstation (Variant)

Placering og udformning

Stationen er placeret ved den eksisterende København H M3/M4 Metrostation som skitseret på Figur 3.37.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 9 m og med perronniveau beliggende ca. 12 m under terræn. Det omkringliggende færdige terrænniveau er forudsat hævet til kote +3,38 m af hensyn til sikring imod skybrud.

Der er mulighed for omstigning mellem M5 og M3/M4 samt tog på Københavns Hovedbanegård via den eksisterende gangtunnel under Københavns Hovedbanegård.

Gangtunnellen under Københavns Hovedbanegård vil være i et lavere niveau end stationens concourse-niveau og vil derfor kræve trapper, rulleskinner og elevatorer. Niveauforskellen skyldes det højere terrænniveau på den østlige side af Hovedbanegården og M3/M4 tunnellerne. Som supplement til den eksisterende gangtunnel under Hovedbanegårdens perroner etableres der en ny gangtunnel syd for den eksisterende gangtunnel, hvilket er skitseret på Figur 3.37.

Det er forudsat at teknikrum placeres over en transversal konstruktion, der er beliggende i forlængelse af stationen.

Da Bernstorffsgade er beliggende direkte over stationen, udføres den ikke med ovenlys, og mekanisk røgventilation er derfor nødvendigt.

Flertallet af passagerer forventes at skifte fra M5 til enten M3, M4 eller S-tog, og det vil også være muligt med skift til regionale og internationale tog. Ved at placere M5-stationen på den modsatte side af Hovedbanegården vil transporttiden forøges i forbindelse med at foretage sådanne omstigninger. Der er derfor en

Figur 3.38

3D-illustration af stationen ved Københavns Hovedbanegård.



risiko for, at antallet af daglige brugere fra passagerprognoserne falder, hvilket der på nuværende tidspunkt ikke er taget højde for. Ligesom ved Hovedløsningen er der udført en foreløbig analyse af fodgængerflowet, som indikerer et behov for en yderligere forbindelsestunnel mellem København H og metrostationerne. Dette vil også kræve en forlængelse af den eksisterende forbindelsestunnel til M5-stationen.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Kh-ARC-DWG-000011 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

Stationen er placeret i Bernstorffsgade i vejsiden mod Hovedbanegården, hvor den eksisterende busterminal ligger. Hovedtrappen og elevatorerne er placeret i retning af Hovedbanegårdens og Tivolis hovedindgange. Den sekundære trappe er placeret i stationens modsatte ende i retning mod Tietgensgade. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

En 3D-illustration af stationen er vist på Figur 3.38. Tegninger til stationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

Lokaliteten tillader ikke midlertidig afspærring for bus- og biltrafik. Trafikafviklingen under anlægsfasen skal derfor sikres, således at der med minimal påvirkning af de lokale trafik- og sikkerhedsmæssige forhold etableres et midlertidigt trafikdæk over byggegruben langs Bernstorffsgade.

I det endelige layout forventes afsætningspladsen placeret langs Hovedbanegården ligesom nuværende for at sikre bedst mulige oversigtsforhold. Det er vigtigt, at der implementeres en skillerabat mellem cykelstien og afsætningspladsen af sikkerhedsmæssige årsager. Kørekurver for dimensionsgivende køretøjer skal kontrolleres, og passende bredder af fortov og cykelstier skal sikres. Det forventes, at antallet af kørebaner langs Bernstorffsgade bibeholdes, for at trafikafviklingen ikke forringes.

Busterminalen skal muligvis flyttes midlertidigt under anlægsfasen og genindsættes før projektet afsluttes. Det vil dog muligvis være med reduceret kapacitet, og projekteringen skal nøje koordineres med vejopbygningen, cykelstier, fortove og metroens infrastruktur som eksempelvis trapper, elevatorer, ventilationsåbninger m.m. Dette undersøges nærmere i projektets næste faser.

Adgang til undergrundsstationen skal placeres, så de ikke uhensigtsmæssigt påvirker prioritetsadgange til Hovedbanegården. En ny transfertunnel til Hovedbanegården anlægges for at sikre en sikker og smidig passagerstrøm mellem stationerne.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 15-16 m under terræn.

Anlæg af stationen nødvendiggør trafikstyring, der tillader etablering af midlertidig arbejdsplads og byggegrube under Bernstorffsgade.

For at kunne anlægge stationen under Bernstorffsgade skal der etableres en arbejdsplads og byggegrube under denne. En pæle-/kombivæg anlægges i byggefasen for at etablere byggegruben, hvorefter et midlertidigt trafikdæk installeres. Arbejdet etableres i faser, der koordineres med trafikstyringen, hvorefter Bernstorffsgade genetableres. Trafikdækket vil ligeledes fungere som arbejdsareal og som anløbsplads for materiel, der transporteres til byggepladsen og for transport af afgravet materiale. Denne løsning skal nøje overvejes med fokus på at reducere støj- og trafikmæssige gener.

Efter anlæg af det midlertidige trafikdæk anlægges stationen bottom-up. Alternativt kan stationen anlægges top-down, hvor tagpladen støbes i stedet for det midlertidige trafikdæk, og der udgraves under den anlagte tagplade.

Hovedtrappe og den sekundære trappe, som anlægges udenfor undergrundsstationen anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes at disse anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge.

Transfertunnelen udføres som beskrevet i afsnit 3.6.3.2, men forlænges under Hovedbanegårdens bygninger på hver side. Den eksisterende transfertunnel vil også skulle forlænges under Hovedbanegårdens bygninger mod Bernstorffsgade.

3.6.3.4 Islands Brygge – Dyb Undergrundsstation (Hovedforslag)

Placering og udformning

Stationen er placeret ved den eksisterende Islands Brygge Metrostation som skitseret på Figur 3.39.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 18 m under terræn. Der er mulighed for omstigning mellem M1 og M5 via en åben gangvej udgravet til cirka 2 m under terrænniveau. Der vil dog være mulighed for at etablere tagdække eksempelvis ved at integrere et bygværk i landskabsarkitekturen. Stationens udformning og forbindelse til M1 er ligesom skitseret på Figur 3.42. Da den eksisterende Islands Brygge M1 station er udført uden concourseniveau vil omstigning via elevatorer kræve, at passagerne benytter terrænniveauet til omstigning. Der vil også være mulighed for omstigning til busser i Njalsgade.

Stationen er forudsat udført med ovenlys i vejmidten, ligesom løsningen ved Nørreport M1/M2 Station.

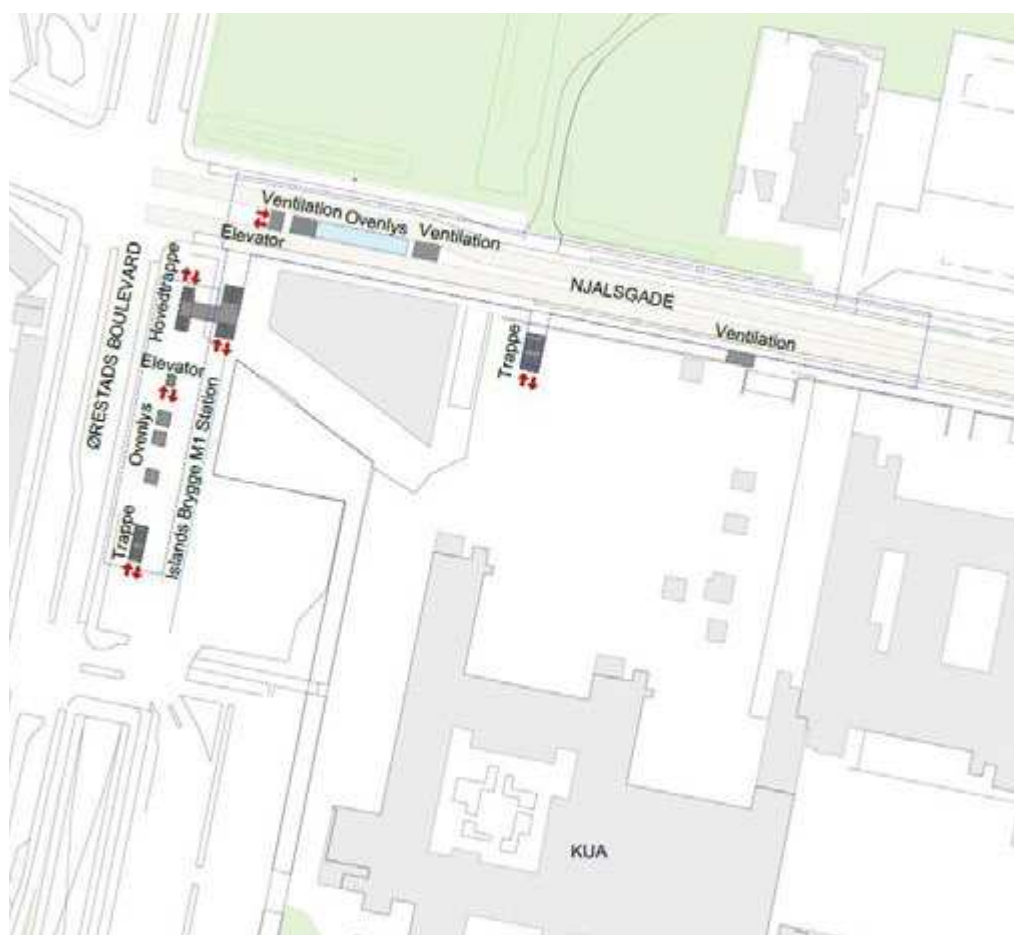
Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Isb-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

Stationen er placeret i Njalsgades sydlige side i nærhed af krydset til Amager Boulevard. Hovedtrappen og elevatorerne er placeret i retning mod den eksisterende Islands Brygge M1-station. Den sekundære trappe er placeret i stationens modsatte ende og giver adgang til passagerer fra KUA. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt et forareal, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil

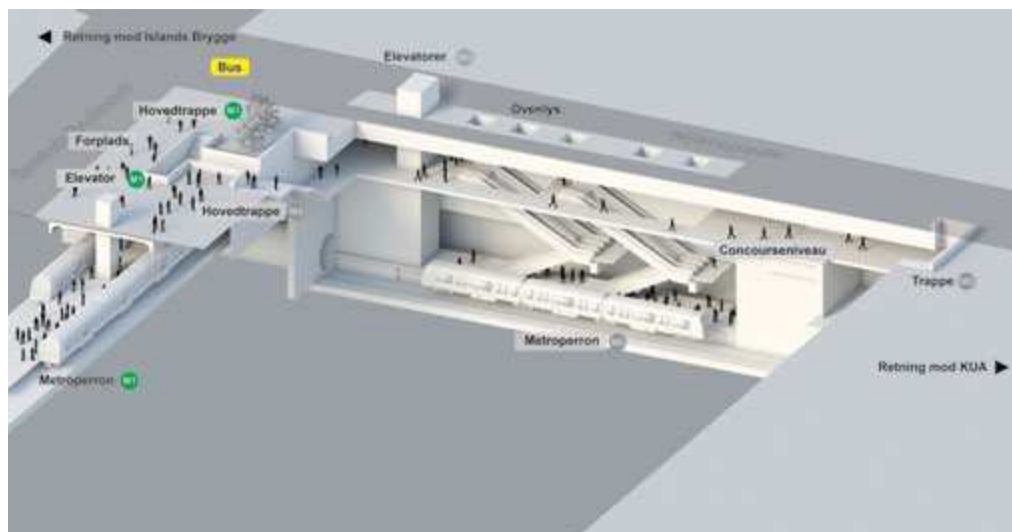
Figur 3.39

Mulig stationsplacering ved Islands Brygge.



Figur 3.40

3D-illustration af stationsopbygningen ved Islands Brygge.



forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

En 3D-illustration af stationen er vist på Figur 3.40. Tegninger til stationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

Njalsgade forventes at genindsættes med vejgeometri efter de eksisterende forhold, hvilket muligvis kræver at parkeringspladser og et busstoppested flyttes. Løsningen forventes at være i stil med løsningen udviklet for Nørreport M1/M2 station, men med flere vejbaner.

Parkeringspladsen langs Tom Kristensens Vej forventes at kunne anvendes som afsætningsplads. Det er vigtigt, at der implementeres en skillerabat mellem cykelstien og afsætningspladsen af sikkerhedsmæssige årsager, hvis den eksisterende parkering langs Njalsgade også anvendes som afsætningsplads. Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibreder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Løsningen kompliceres af de hensyn, der skal tages til trafikafviklingen, trafiksikkerheden samt tilgængeligheden. Der vil være regulær biltrafik ved nedkørslen til Fakta parkeringskælderens fra Njalsgade, som krydses af fodgængere og cyklister. Krydset skal her udvikles med fokus på trafiksikkerhed.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 15 m under terræn.

Parken nord for Njalsgade har tidligere tjent som artilleridepot, og der er hermed risiko for forurening med miner og forsagere. Dette område anvendes hverken i den permanente løsning eller som midlertidig ruteændring af Njalsgade for at holde byggegruben åben.

Anlæg af en dyb undergrundsstation nødvendiggør derfor trafikstyring der tillader etablering af midlertidig arbejdsplads og byggegrube under Njalsgade.

For at kunne anlægge stationen under Njalsgade skal der etableres en arbejdsplads og byggegrube under denne. En pæle-/kombivæg anlægges i byggefasen for at etablere byggegruben, hvorefter et midlertidigt trafikdæk installeres. Arbejdet etableres i faser, der koordineres med trafikstyringen, hvorefter Njalsgade etableres med kørebaner svarende til nuværende tilstande på det midlertidige trafikdæk. Trafikdækket vil ligeledes fungere som arbejdsareal og som anløbsplads for materiel, der transporteres til byggepladsen

og for transport af afgravede materiale. Denne løsning skal nøje overvejes med fokus på at reducere støj- og trafikmæssige gener.

Efter anlæg af det midlertidige trafikdæk anlægges stationen bottom-up. Alternativt kan stationen anlægges top-down, hvor tagpladen støbes i stedet for det midlertidige trafikdæk, og der udgraves under den anlagte tagplade.

Stationen er beliggende i nærheden af Rådhusdalen, som er meget vandførende. Det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode, omend der må tages ekstra forholdsregler for håndtering af grundvand i anlægsfasen. Det vurderes dog på nuværende stadium i planlægningen ikke at være behov for evt. at udføre stationen i våd udgravning, men dette må analyseres i en senere projektfase, efter at Rådhusdalens beliggenhed er fastlagt via supplerende forundersøgelser.

Hovedtrappe og nødtrappe, som anlægges udenfor den dybe undergrundsstation, anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes at disse anlægges som cut & cover-tunnel indenfor afstivende vægge. Transfertunnellen krydser over det eksisterende metrobyggeri, men kræver ikke forbindelse eller forstærkning og forventes derfor ikke at påvirke drift af M1. Genindsættelse af hovedtrappen for M1 stationen skal undersøges nærmere, især med fokus på at reducere driftsændringer og så evakuering af stationen i nødstilfælde under anlægsperioden sikres.

3.6.3.5 Islands Brygge – Dyb Undergrundsstation (Variant 1)

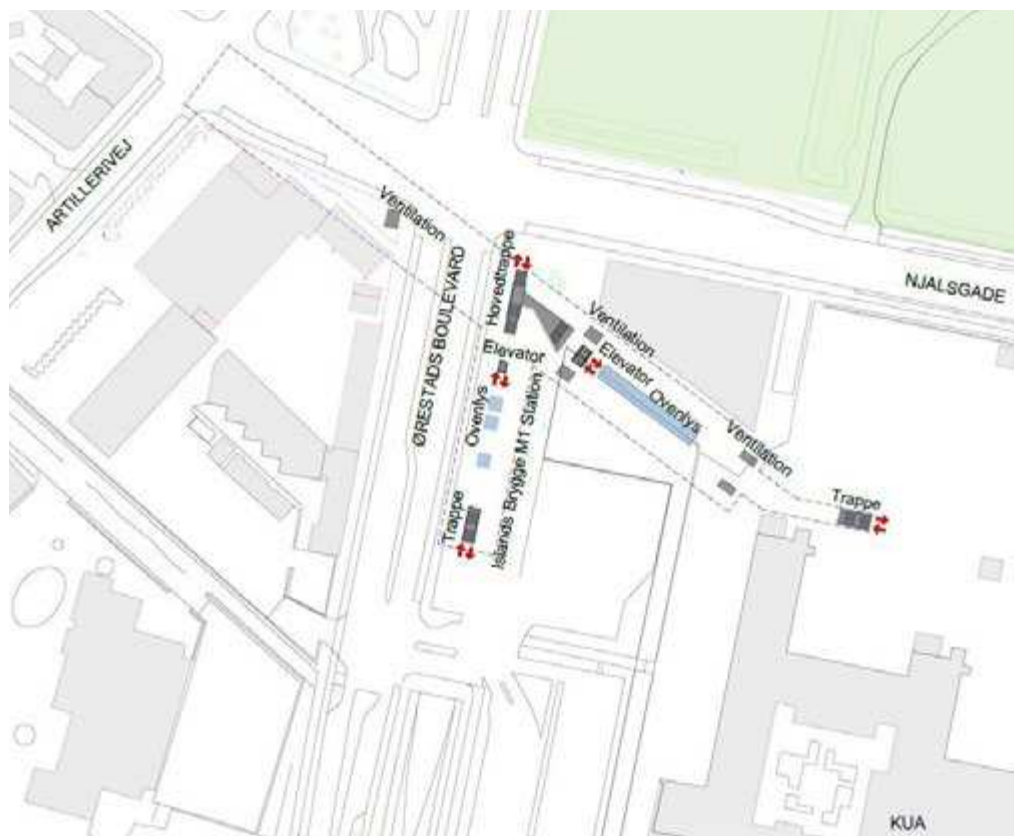
Placering og udformning

Stationen er placeret ved den eksisterende Islands Brygge Metrostation som skitseret på Figur 3.41.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 18 m under terræn. Der er mulighed for omstigning mellem M1 og M5 via en gangtunnel i åben grav med en fælles mellemrepos, se Figur 3.42. Da den eksisterende Islands Brygge M1-station er

Figur 3.41

Islands Brygge variant 1
stationsudformning.



udført uden concoursniveau vil omstigning via elevatorer kræve at passagerne benytter terrænniveauet til omstigning. Der vil også være mulighed for omstigning til busser i Njalsgade.

Stationens foreslåede placering er sammenfaldende med en parkeringskælder tilhørende en eksisterende bygning mod nord. Denne skal nedrives og fjernes for at muliggøre konstruktionen af stationen. Det kan undersøges nærmere om metrostationen kan placeres længere mod syd for således at kunne bevare den eksisterende bygning og kælder. Dette vil dog resultere i en markant længere, og dermed forringet, omstigning mellem de to stationer. Endnu et alternativ er at flytte parkeringsanlægget. De forskellige muligheder for håndtering af parkeringskælderens gennemgås mere detaljeret i den næste fase og vil muligvis have indflydelse på anlægsudgifterne for stationen.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Isb-ARC-DWG-000011 i det tekniske tegningsbilag.

Vest for stationen, på den modsatte side af M1-stationen, er der foreslået et transversalkammer. Dette vil kræve delvis nedrivning af politiskolens bygninger. En mere detaljeret beskrivelse af transversalen og det tilhørende anlægsarbejde findes i afsnit 3.7.4.5.

Arkitektonisk indpasning

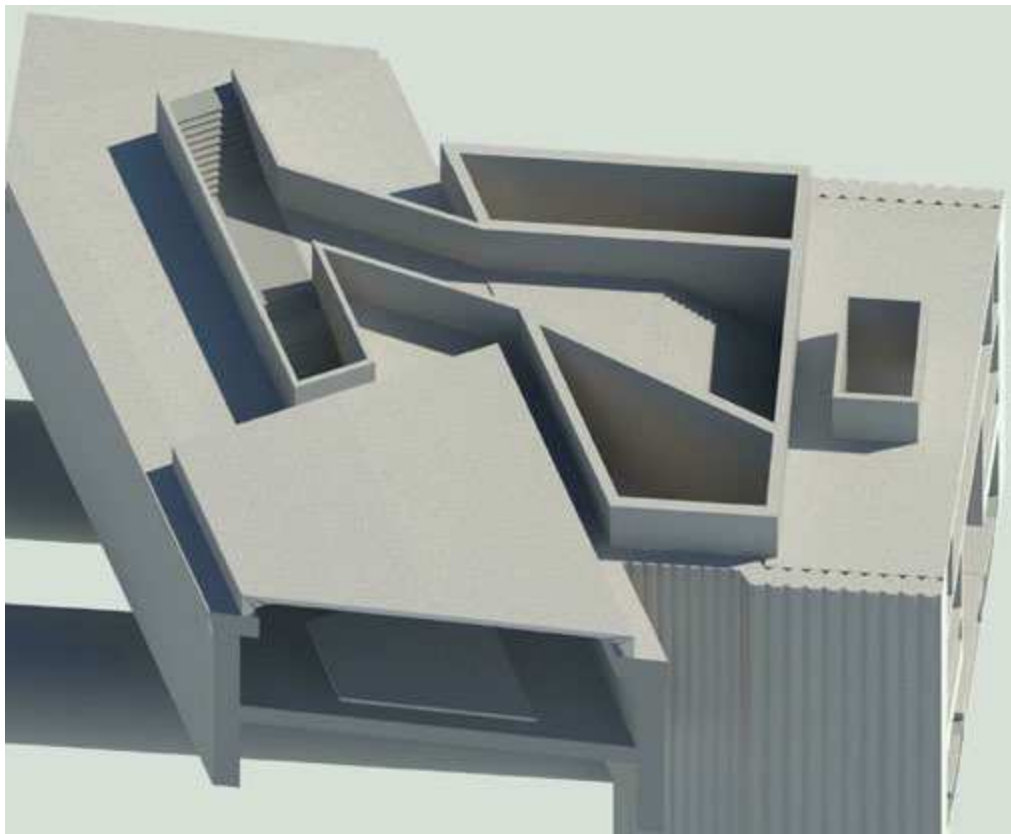
Stationen er beliggende i "ramblaen", der fra hjørnet af Njalsgade og Ørestads Boulevard er hovedadgangen til KUA. Hovedtrappen og elevatorerne er placeret i retning mod den eksisterende Islands Brygge M1-station. Den sekundære trappe er placeret i stationens modsatte ende og giver adgang til passagerer fra KUA.

Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt et forareal, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

En 3D-illustration af stationen er vist på Figur 3.43. Tegninger til station layout er i det tekniske tegningsbilag.

Figur 3.42

Forbindelse mellem M1 og M5 stationerne.



Figur 3.43

3D-illustration af stationen ved Islands Brygge Variant 1.



Trafikal indpasning

Da denne dybe undergrundsstation også vil fungere som transfer til den eksisterende M1 Islands Brygge Undergrundsstation foreslås en underjordisk transfertunnel. Dette vil sikre en sikker og smidig passagerstrøm, idet fodgængere og cyklister ikke behøver at krydse området mellem stationerne i terrænniveau.

Parkeringspladsen langs Tom Kristensens Vej forventes at kunne anvendes som afsætningsplads. Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibreder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Selvom stationsanlægget ikke krydser de eksisterende veje, vil transversalkonstruktionen påvirke Ørestads Boulevard, Njalsgade og Artillerivej. Dette er beskrevet i afsnit 3.7.4.5.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 15 m under terræn. Stationen er beliggende i nærheden af Rådhusdalen, som er meget vandførende. Det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode, omend der må tages ekstra forholdsregler for håndtering af grundvand i anlægsfasen. Der vurderes dog på nuværende stadie i planlægningen ikke at være behov for evt. at udføre stationen i våd udgravning, men dette må analyseres i en senere projektfase, efter at Rådhusdalens beliggenhed er fastlagt via supplerende forundersøgelser.

Det antages, at transfertunnellen anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge. Transfertunnellen krydser over det eksisterende metrobyggeri, men kræver ikke forbindelse eller forstærkning og forventes derfor ikke at påvirke drift af M1. Genindsættelse af hovedtrappen for M1-stationen skal undersøges nærmere, især med fokus på at reducere driftsændringer og så evakuering af stationen i nødstilfælde under anlægsperioden sikres.

Det vurderes at en boret tunnelforbindelse under den eksisterende Islands Brygge M1-undergrundsstation til M5 sporskiftekorridoren er mest fordelagtig, derfor forventes ikke at påvirke drift af M1.

3.6.3.6 Islands Brygge – Dyb Undergrundsstation (Variant 2)

Placering og udformning

Stationen er placeret ved og under den eksisterende Islands Brygge M1 Metrostation som skitseret på Figur 3.44.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 18 m under terræn. Stationen er en ny type dyb undergrundsstation, hvor den nye M5-perron er placeret direkte under den eksisterende M1-perron, således at der er mulighed for omstigning mellem M1 og M5 fra perron til perron via et underjordisk mellemniveau vertikalt beliggende mellem de to perroner.

Det må forventes, at stationen bliver anlagt med mekanisk stationsventilation, idet stationen er placeret delvist under Ørestads Boulevard, hvilket vil begrænse antal og udformning af ovenlys, der fungerer som røgventilation. Dette vil blive undersøgt i en senere projektfase.

En mulig transversal vest for stationen vil forudsætte nedrivning af politiskolebygningerne. En nærmere beskrivelse af transversalkonstruktionen og tilhørende arbejde kan findes i afsnit 3.7.4.6.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Isb-ARC-DWG-000021 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

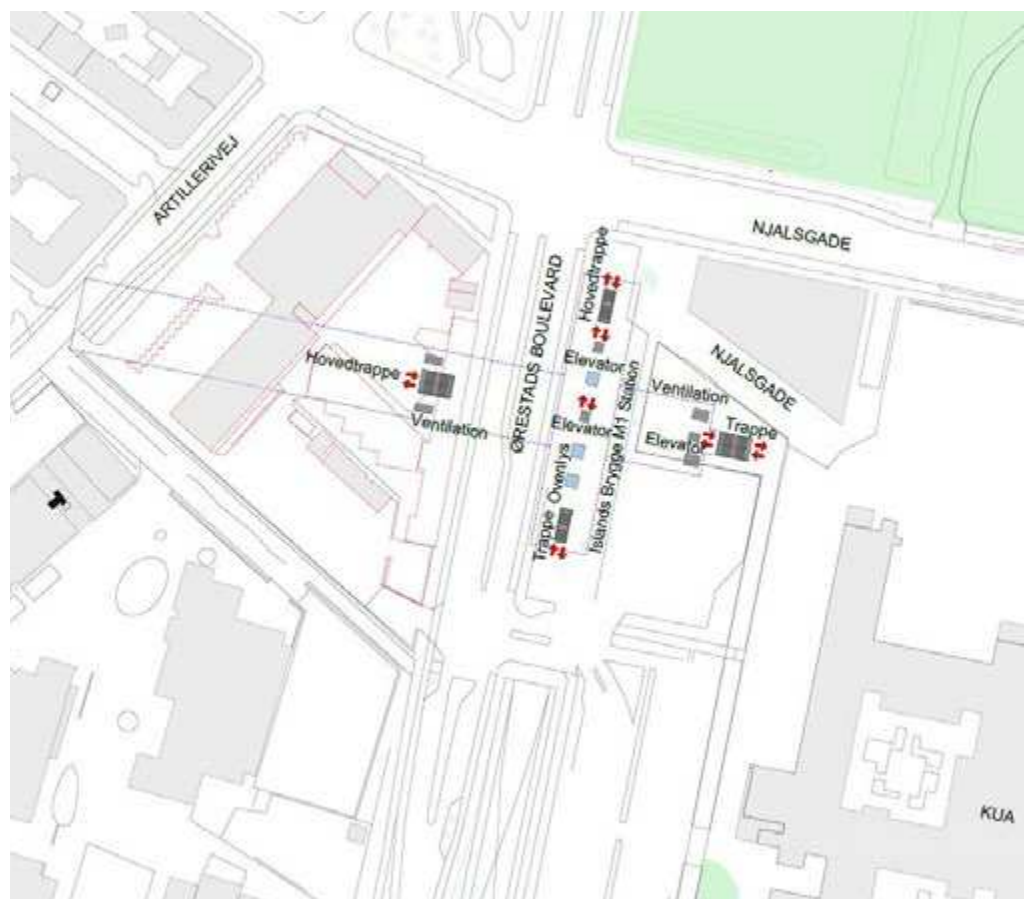
Stationen er placeret delvist under Ørestads Boulevard og har to hovedtrapper. Den ene trappe er placeret vest for vejen og giver adgang for passagerer fra Islands Brygge-kvarteret. Den anden trappe er placeret øst for den eksisterende Islands Brygge Metrostation og giver adgang fra KUA. Elevatorerne er placeret over begge stationer, således at de giver adgang til både M1 og M5. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Hvis der er ønske om at opføre en bygning på "Politiskolegrunden" med direkte underjordisk gangforbindelse til stationen, vil dette være muligt. I givet fald skal dette klarlægges, sådan at der kan tages højde for det i næste projektfase, hvor mulighederne kan vurderes nærmere.

En 3D-illustration af stationens opbygning er vist på Figur 3.45. Tegninger til stationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Figur 3.44

Mulig stationsplacering ved Islands Brygge.



Figur 3.45

3D-illustration af mulig stationsopbygning ved Islands Brygge.



Trafikal indpasning

Lokaliteten tillader ikke midlertidig afspærring for bus- og biltrafik, og det forudsættes at Ørestads Boulevard ikke kan omlægges midlertidigt. Trafikafviklingen under anlægsfasen skal derfor sikres, således at der med minimal påvirkning af de lokale trafik- og sikkerhedsmæssige forhold etableres et midlertidigt trafikdæk over byggegruben på tværs af Ørestads Boulevard.

Parkeringspladsen langs Tom Kristensens Vej forventes at kunne anvendes som afsætningsplads. Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibredder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 15 m under terræn.

De anlægningstekniske forhold er sammenlignelige med løsningen beskrevet i afsnit 3.6.3.4, da anlæg af stationen nødvendiggør etablering af midlertidig arbejdsplads og byggegrube under Ørestads Boulevard.

Stabiliteten af den eksisterende Islands Brygge M1 undergrundsstation sikres før udgravningsarbejdet igangsættes og under hele anlægsfasen. Det skønnes, at midlertidige understøtninger er nødvendige, som fjernes i takt med at anlægsarbejdet færdiggøres.

Det vil være nødvendigt at lukke M1-stationen midlertidigt under anlægsfasen, især under udførelsen af de ny trapper og rulletrapper, der placeres midt på M1-perronen. Det forventes, at tog kan fortsætte med at køre gennem stationen under midlertidige lukninger, og at arbejdet udføres i normale vedligeholdelsesperioder. Dette skal dog undersøges nærmere i projektets næste faser.

3.6.3.7 Amagerbro – Undergrundsstation (Hovedforslag)

Placering og udformning

Stationen er placeret ved den eksisterende Amagerbro M2 Metrostation som skitseret på Figur 3.46.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 12 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet til kote +2,50 m DVR90 af hensyn til sikring imod skybrud.

Der er mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via en underjordisk gangtunnel der løber under Reberbanegade på concourseniveau. Det vil være muligt at etablere direkte adgang fra stationen til Amagercenteret, og det vil ligeledes være muligt at etablere butikker langs den underjordiske gangtunnel eller

Figur 3.46

Mulig stationsplacering ved Amagerbro.



sammentænke gangtunnellen med Amagercenterets underetage. Gangtunnellen mellem de to stationers rulletrapper vil være omkring 200 m, hvilket er ca. tre gange længere end afstanden mellem stationerne på Kongens Nytorv.

Stationen er forudsat udført med ovenlys.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Amb-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

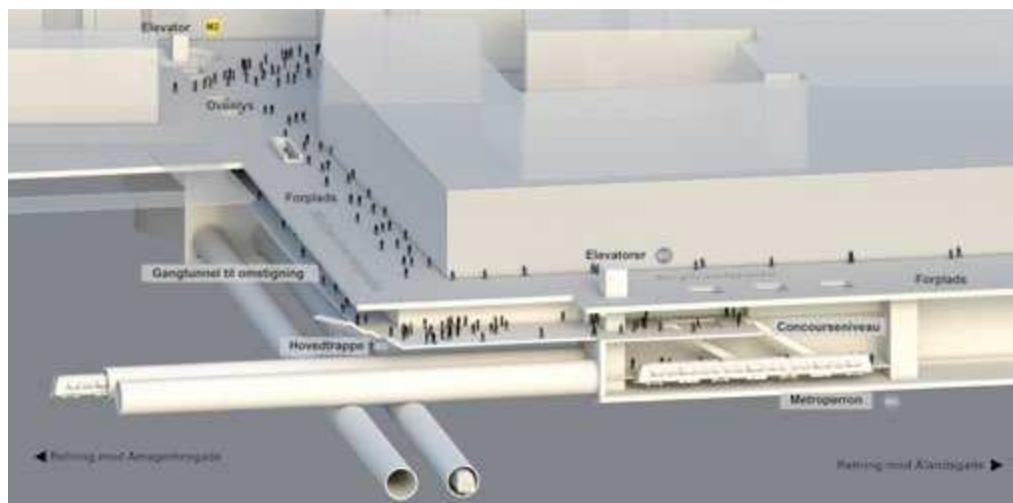
Arkitektonisk indpasning

Stationen er placeret i Brysselgade, og hovedtrappen er placeret på grunden, der er placeret på hjørnet af Brysselgade og Reberbanegade. Ved hovedtrappen vil være placeret en elevator, der forbinder terrænniveau med en underjordisk forbindelse på concourseniveau. Nødtrappen er placeret i Brysselgades østlige ende, mens elevatoren, der forbinder terræn-, concourse- og perronniveau, er placeret i Brysselgade ved stationens vestlige ende. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladsen, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Stationens opbygning er skitseret på Figur 3.47. Tegninger til stationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Figur 3.47

3D-illustration af stationsopbygning ved Amagerbro.



Trafikal indpasning

En undergrundsstation og tilhørende passagertunnel vil kræve, at Brysselgade og Reberbanegade lukkes midlertidigt af for biltrafik.

Især krydset ved Reberbanegade skal planlægges, så der tages hensyn til trafikafviklingen, trafiksikkerheden samt tilgængeligheden. Dette gælder især med hensyn til sikring af gode forhold for både fodgængere og cyklister. Der etableres afsætningsplads langs Brysselgade, hvor der implementeres en skillerabat mellem cykelstien og afsætningspladsen af sikkerhedsmæssige årsager.

Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibreder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Da denne undergrundsstation også vil fungere som transfer til den eksisterende M2 Amagerbro Undergrundsstation foreslås en underjordisk transfertunnel. Dette vil sikre en sikker og smidig passagerstrøm, idet fodgængere og cyklister ikke behøver at krydse området mellem stationerne i terrænniveau.

Indgang fra terræn tilbydes i øvrigt modsat Reberbanegade for at separere fodgængere og cyklister fra tung trafik.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 13 m under terræn, og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode.

Transfertunnellen, hovedtrappe og nødtrappe, som anlægges udenfor undergrundsstationen, anlægges i overfladenære udgravninger. Det antages, at disse anlægges som cut & cover tunnel indenfor afstivende vægge.

En midlertidig trappe vil blive etableret ved Amagerbro M2 Metrostationen, således at krav til nødudgange opretholdes fra perronen under anlægsperioden. Det er muligt at cykelkældrene skal lukkes midlertidigt, imens omkringliggende arbejde færdiggøres.

Da udgravningen vil være over de eksisterende M2-tunneller, skal stabiliteten af disse sikres under anlægsfasen.

3.6.3.8 Amagerbro – Undergrundsstation (Variant 1)

Placering og udformning

Stationen er placeret ved den eksisterende Amagerbro M2 Metrostation som skitseret på Figur 3.48.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perron-niveau beliggende ca. 12 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet til kote +2,50 m DVR90 af hensyn til sikring imod skybrud. Der er mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via en underjordisk gangtunnel på concourseniveau.

Denne variant resulterer i den korteste afstand for passagerer, der skal skifte mellem M2 og M5-perronerne. De er cirka 70 m mellem toppen af de to stationers rulletrapper, der er ligesom afstanden imellem Kongens Nytorv M1/2 og M3/4-stationer.

Stationen er forudsat udført med ovenlys. Hvis der er ønske om at opføre en bygning ovenpå stationen, skal det undersøges, om stationen derfor skal udføres med mekanisk røgventilation.

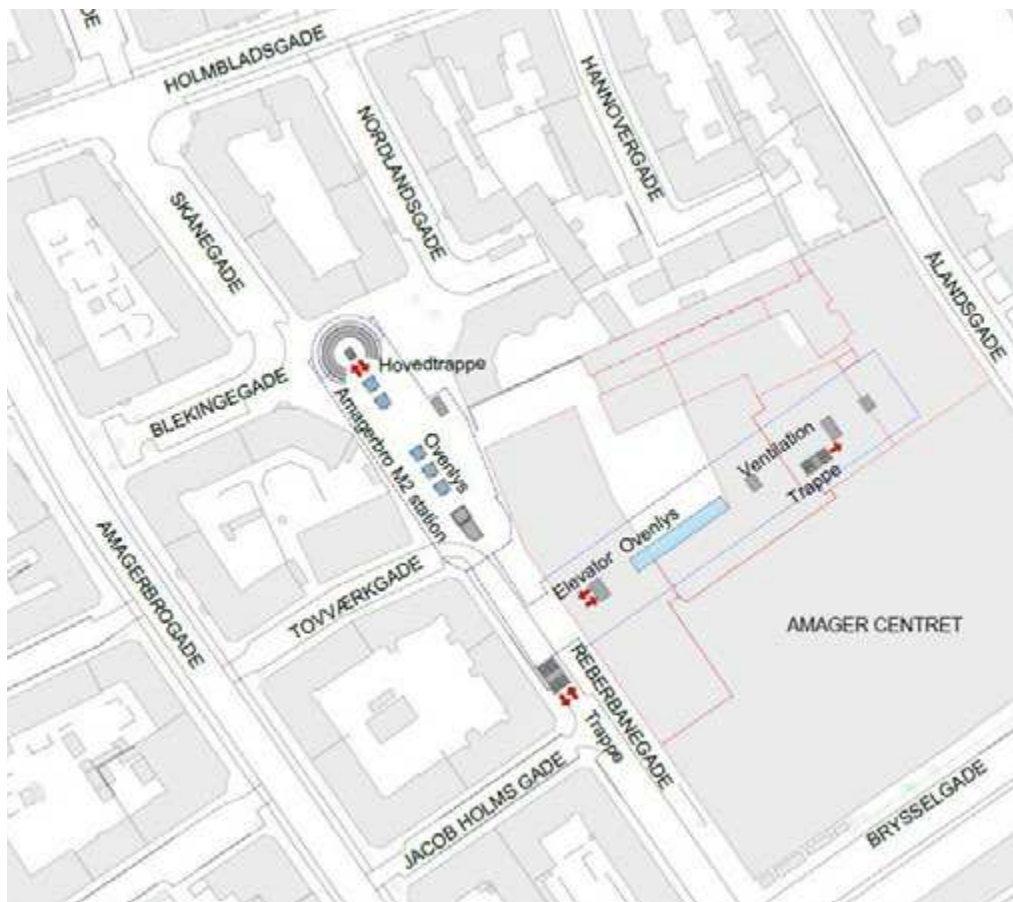
Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Amb-ARC-DWG-000011 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

Stationen er placeret på grunden, der på nuværende tidspunkt er bebygget med Amagercenteret, og en del af centeret vil skulle nedrives for at give plads til stationen. Hvis der er ønske om ovenpå stationen at opføre en udvidelse af Amagercenteret, efter samme princip som bygningen over M3 Frederiksberg Allé Metrostation, vil dette være muligt. I givet fald skal dette klarlægges, sådan at der kan tages højde for det i næste projektfase, hvor mulighederne kan vurderes nærmere.

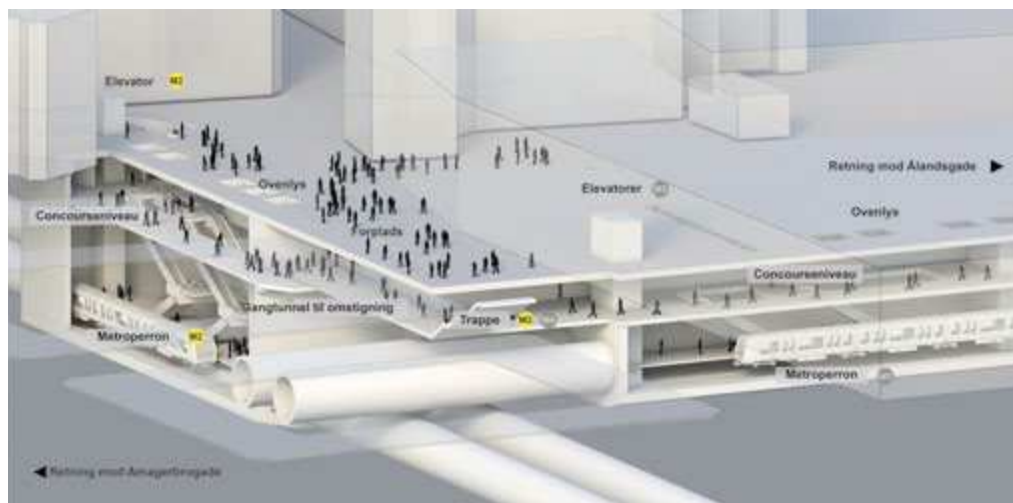
Figur 3.48

Mulig stationsplacering ved Amagerbro.



Figur 3.49

3D-illustration af mulig stationsopbygning ved Amagerbro.



Hovedtrappen er placeret på Reberbanegade, således at den både kan give adgang til den eksisterende M2- og den nye M5-perron. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Det vil være muligt at etablere en direkte underjordisk gangforbindelse til Amagercentret. Gangafstanden mellem stationerne svarer til afstanden mellem metrostationerne på Kongens Nytorv mellem M1/M2 og M3/M4.

En 3D-illustration af stationens opbygning er skitseret på Figur 3.49. Tegninger til stationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

En undergrundsstation og tilhørende passagertunnel vil kræve, at Reberbanegade midlertidigt lukkes af lokalt for biltrafik.

Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibredder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Da denne undergrundsstation også vil fungere som forbindelse til den eksisterende M2 Amagerbro Metrostation foreslås en underjordisk transfertunnel. Dette vil sikre en sikker og smidig passagerstrøm, idet fodgængere og cyklister ikke behøver at krydse området mellem stationerne i terrænniveau.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 13 m under terræn, og det vurderes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode.

Transfertunnellen, hovedtrappe og nødtrappe, som anlægges udenfor undergrundsstationen, anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes, at disse anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge.

En midlertidig trappe vil blive etableret ved Amagerbro M2 metrostation, således at krav til nødudgange opretholdes fra perronen under anlægsperioden. Det er muligt at cykelkældrene skal lukkes midlertidigt, imens omkringliggende arbejde færdiggøres.

Da udgravningen vil være over de eksisterende M2-tunneller, skal stabiliteten af disse sikres under anlægsfasen.

3.6.3.9 Amagerbro – Kavernestation (Variant 2)

Placering og udformning

Stationen er placeret ved den eksisterende Amagerbro M2 Metrostation som skitseret på Figur 3.50.

Stationen er en ny type station, der minder om Gammel Strand M3/M4 Metrostation, med adgang til perronen via en lang rulletrappe placeret i sit eget rum parallelt med selve stationsrummet. Mellem concourse- og perronniveau etableres et mellemniveau med rulletrapper til perronniveau efter samme princip som på Gammel Strand station. Der er mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via et fælles concoursniveau. På concoursniveauet mellem de to perroner er der mulighed for at etablere butikslokaler.

Denne variant sikrer en kort afstand for passagerer, der skifter mellem M2 og M5 til Amagerbrogade og primære busstoppesteder.

Stationen bliver anlagt med mekanisk stationsventilation, idet stationen er placeret delvist under bygningen på Blekingegades nordside, og det er derfor heller ikke muligt at udføre ovenlys over stationsrummet. Det er til gengæld muligt at etablere ovenlys over rulletrappen mellem concourse- og perronniveau og på den måde få dagslys ind i stationen.

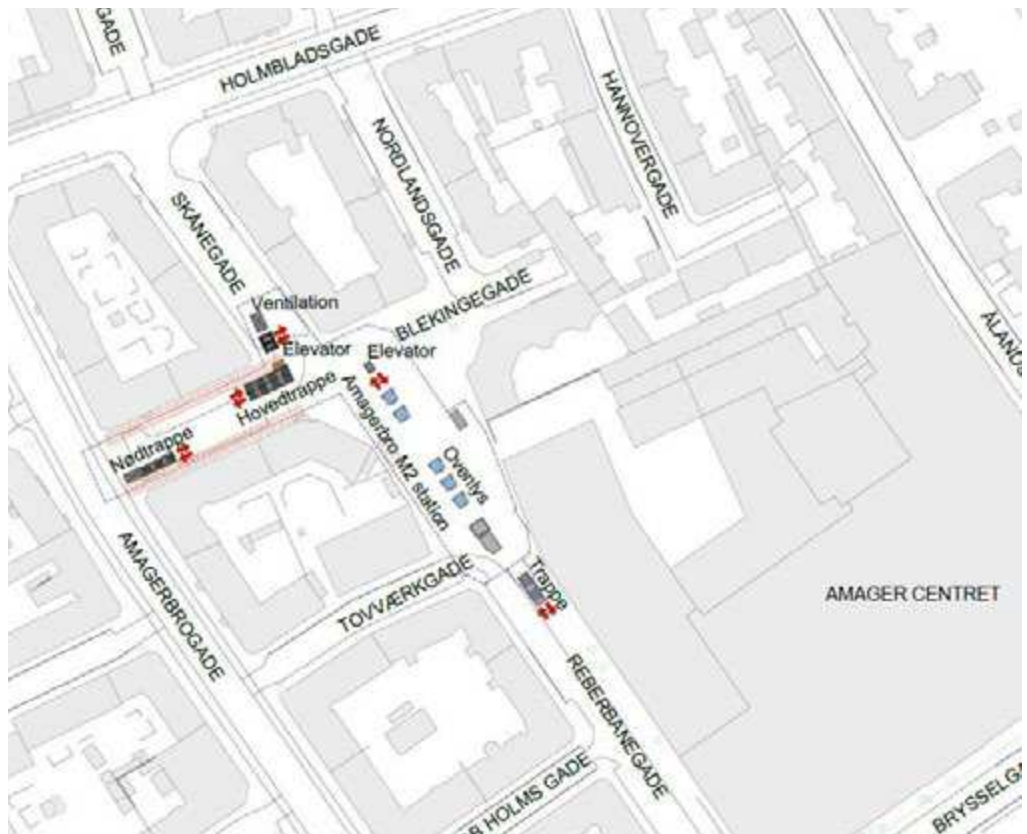
Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Amb-ARC-DWG-000021 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

Hovedtrappen, der også vil fungere som hovedtrappe til M2-perronen, er placeret i Blekingegade, hvor der er mulighed, at forpladsen til stationen kan gøres til et aktivt byrum, hvis Blekingegade lukkes for normal biltrafik. Nødtrappen er også placeret i Blekingegade, mens elevatoren, der forbinder terræn-, concourse- og perronniveau er placeret i Skånegade. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt et forareal, der skaber

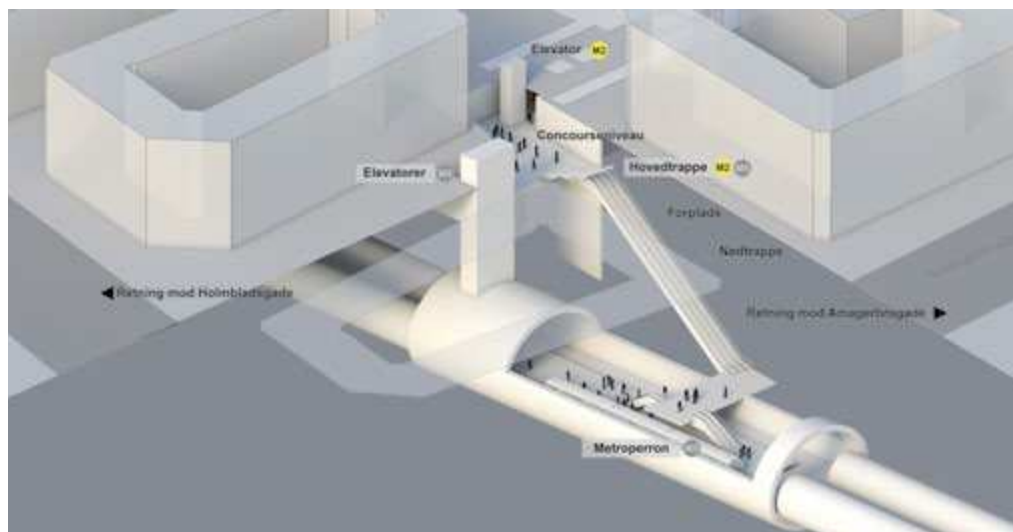
Figur 3.50

Mulig stationsplacering ved Amagerbro.



Figur 3.51

3D-illustration af mulig stationsopbygning ved Amagerbro.



plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

De to stationer vil dele et fælles concourse-område, og afstanden mellem rulletrapperne på overfladeniveau vil være kortere end afstanden på Kongens Nytorv. Imidlertid betyder de længere rulletrapper for M5-stationen sammenlignet med Kongens Nytorv, at rejsetiden vil være sammenlignelig med Kongens Nytorv.

En 3D-illustration af stationens opbygning er vist på Figur 3.51. Tegninger til stationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

En dyb kavernestation og tilhørende hovedtrappe og passagertunnel vil kræve, at Skånegade, Blekingegade, Sverrigsgade og en lokal del af Amagerbrogade lukkes af midlertidigt for biltrafik.

Især krydset ved Skånegade/Blekingegade skal planlægges, så der tages hensyn til trafikafviklingen, trafiksikkerheden samt tilgængeligheden. Dette gælder især med hensyn til sikring af gode forhold for både fodgængere og cyklister. Der etableres afsætningsplads langs Skånegade, hvor der implementeres en skillevat mellem cykelstien og afsætningspladsen af sikkerhedsmæssige årsager.

Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibreder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Da denne kavernestation også vil fungere som transfer til den eksisterende M2 Amagerbro Metrostation foreslås en underjordisk transfertunnel. Dette vil sikre en sikker og smidig passagerstrøm, idet fodgængere og cyklister ikke behøver at krydse området mellem stationerne i terrænniveau.

Indgang fra terræn tilbydes i øvrigt modsat Amagerbrogade for at separere fodgængere og cyklister fra tung trafik.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 14 m under terræn.

En vertikal skakt udgraves fra Skånegade, hvorefter den dybe kavernestation etableres som vandret mine-skakt under eksisterende bygninger. Sikring mod sætningsskader og overordnet stabilitet vil være i fokus under anlægsfasen.

Hovedtrappen anlægges langs Blekingegade, og det skønnes, at denne del af bygningsværket umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode. Til sidst etableres forbindelsen til mineskakten.

Transfertunnellen og indgangen ved Sverrigsgade anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes, at disse anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge. Midlertidig adgang til den eksisterende M2 Amagerbro Metrostation skal etableres, mens transfertunnellen, hovedtrappen og den nye trappe til M2 anlægges. Det forventes at kunne udføres med etapedeling efter samme princip som arbejdet med hovedtrappen for Kongens Nytorv M1/M2 Metrostation i forbindelse med M3 Cityringen, således at indgangen kan holdes åben under anlægsperioden.

En vertikal skakt udgraves fra Amagerbrogade. Hvis ikke bus- og biltrafikken kan omlægges under anlægsfasen, skal her etableres et midlertidigt trafikdæk i stedet.

3.6.3.10 Prags Boulevard – Undergrundsstation (Hovedforslag)

Placering og udformning

Stationen er placeret ved Prags Boulevard på det nordlige Amager som skitseret på Figur 3.52.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 12 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet til +2,23 m DVR90 af hensyn til sikring imod skybrud.

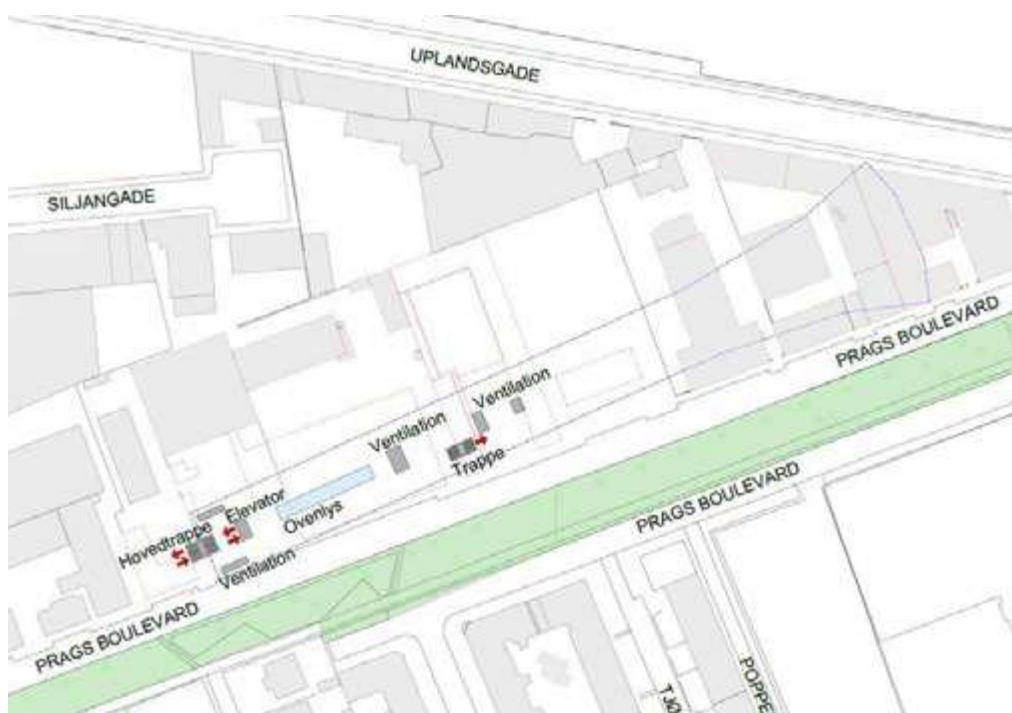
Stationen er foreslået nord for Prags Boulevard af hensyn til den betydelige mængde og størrelse eksisterende ledningsføring under Prags Boulevard. Ledningsomlægning vil her være en udfordring, der med fordel undgås. Som en del af udredningen er der udviklet et notat i fællesskab mellem Metroselskabet og HOFOR vedrørende grænsefladerne mellem metrostationerne og eksisterende ledningsføring.

Stationen er forudsat udført med ovenlys. Hvis der er ønsker om at opføre en bygning ovenpå stationen, skal det undersøges om stationen derfor skal udføres med mekanisk røgventilation.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Prb-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

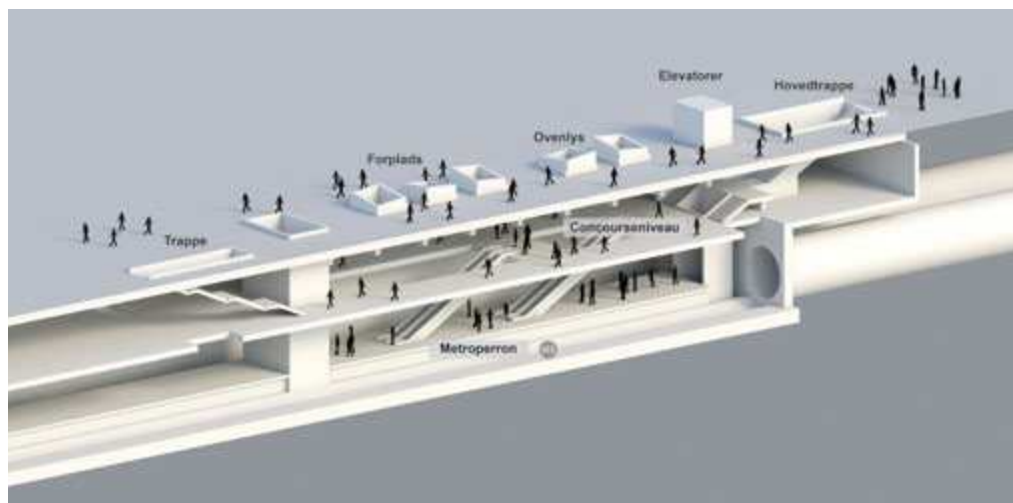
Figur 3.52

Mulig stationsplacering ved Prags Boulevard.



Figur 3.53

3D-illustration af mulig stationsopbygning ved Prags Boulevard.



Arkitektonisk indpasning

Stationen placeres parallelt med Prags Boulevard med hovedtrappen placeret, så den vender mod vest, og den sekundære trappe i den modsatte ende. Byområdet er karakteriseret ved tidligere og nuværende industrielle bygninger, og det må forventes, at området på sigt bliver udviklet til boliger og erhverv. I forbindelse med udarbejdelse af nye planer for byområdet skal de endelige placeringer af trapper fastlægges. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar ligeledes blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Hvis der er ønske om at opføre en bygning over stationen, vil dette være muligt.

I givet fald skal dette klarlægges, sådan at der kan tages højde for det i næste projektfase, hvor mulighederne kan vurderes nærmere.

En 3D-illustration af stationens opbygning er vist på Figur 3.53. Stationslayoutet er en typisk undergrundsstation og tegning af et typisk undergrundsstationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

De trafikale forhold ved Prags Boulevard anses som relativt ukomplicerede, og den trafikale indpasning vil blive koordineret med byplanlægningen for lokalområdet.

Det er vigtigt, at der implementeres en skillerabat mellem cykelstier og afsætningspladser af sikkerhedsmæssige årsager. Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibredder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 11 m under terræn, og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode.

Hovedtrappe og nødtrappe, som anlægges udenfor undergrundsstationen, anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes, at disse anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge.

3.6.3.11 V/Kløverparken – Højbanestation (Hovedforslag)

Stationen er ligesom højbaneløsningen for M4, der er beskrevet i afsnit 2.6.2.9.

3.6.3.12 V/Kløverparken – Undergrundsstation (Variant)

Stationen er ligesom undergrundsstationen for M4, der er beskrevet i afsnit 2.6.2.10.

3.6.3.13 V/Refshaleøen – Højbanestation (Hovedforslag)

Stationen er ligesom højbaneløsningen for M4, der er beskrevet i afsnit 2.6.2.7.

3.6.3.14 V/Refshaleøen – Undergrundsstation (Variant)

Stationen er ligesom undergrundsstationen for M4, der er beskrevet i afsnit 2.6.2.8.

3.6.3.15 V/Lynetteholm Syd – Højbanestation (Hovedforslag)

Stationen er ligesom højbaneløsningen for M4, der er beskrevet i afsnit 2.6.2.5.

3.6.3.16 V/Lynetteholm Syd – Overfladenær station (Variant)

Stationen er ligesom den overfladenære station for M4, der er beskrevet i afsnit 2.6.2.6.

3.6.3.17 V/Lynetteholm Nord – Højbanestation (Hovedforslag)

Stationen er ligesom højbaneløsningen for M4, der er beskrevet i afsnit 2.6.2.3.

3.6.3.18 V/Lynetteholm Nord – Overfladenær station (Variant)

Stationen er ligesom den overfladenære station for M4, der er beskrevet i afsnit 2.6.2.4.

3.6.3.19 Østerport Kk – Undergrundsstation (Hovedforslag)

Placering og udformning

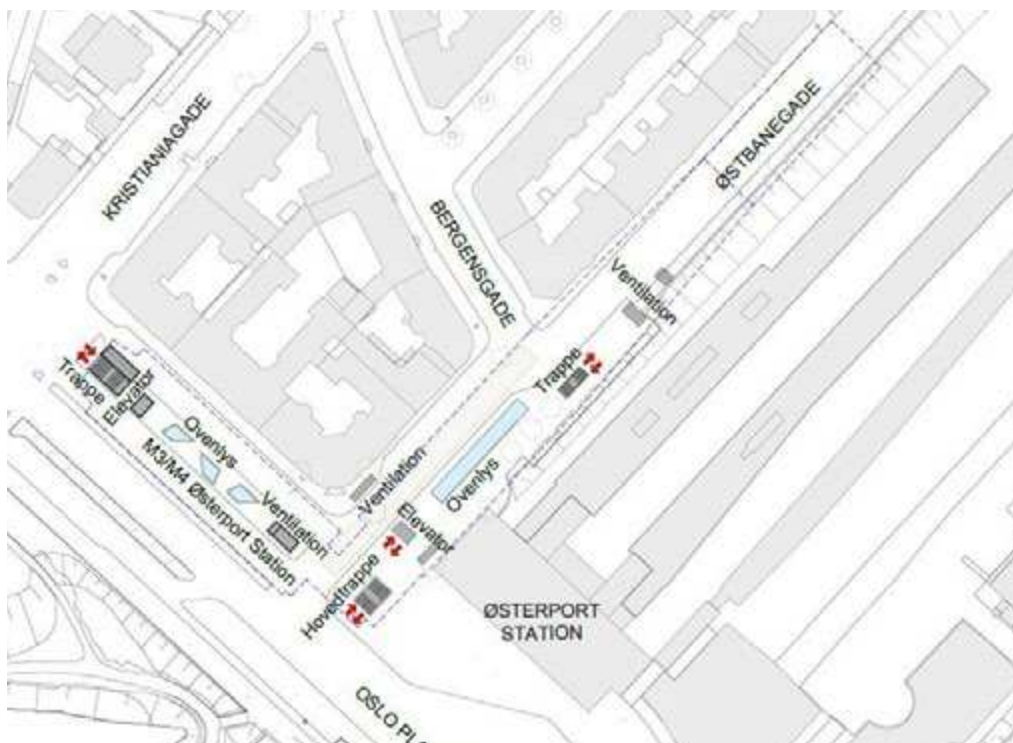
Stationen er placeret ved den eksisterende Østerport M3/M4 Metrostation som skitseret på Figur 3.54.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 9 m og med perron-niveau beliggende ca. 12 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet til kote +6,25 m DVR90 af hensyn til sikring imod skybrud.

Der er mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via et fælles concourseniveau. På concourseniveauet mellem de to perroner er der mulighed for at etablere butikslokaler. Det vil også være muligt at foretage skift til S-tog, regionale og internationale tog via forbindelse på overfladeniveau med en forbindelsestunnel til M3/M4-stationen.

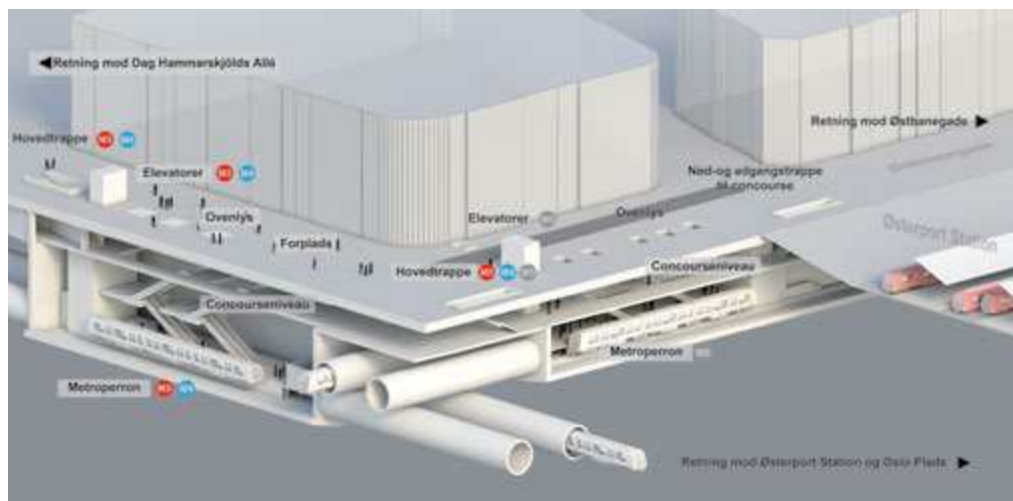
Figur 3.54

Mulig stationsplacering ved Østerport.



Figur 3.55

3D-illustration af mulig stationsopbygning ved Østerport.



Stationen er forudsat udført med overlys.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Kk-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

Stationen er beliggende langs Østbanegade med hovedtrappen placeret på hjørnet mellem Oslo Plads og Østbanegade. Hovedtrappen vil fungere som fælles adgangsvej til både M3/M4 og den nye M5-perron. Trappens placering tæt på den gamle Østerport Station sikrer kort afstand til omstigningsmuligheder til S-tog og regionaltoget. Den nye fælles trappe afløser omstigningstrappen for enden af den gamle stationsbygning. Nødtrappen, der ligeledes giver adgang til stationen, bliver placeret i den anden ende af stationen mod fodgængerbroen over togsporene. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt et forareal, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

En 3D-illustration af stationens opbygning er skitseret på Figur 3.55. Tegninger til stationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

En undergrundsstation og tilhørende passagertunnel vil kræve, at Østbanegade lukkes af midlertidigt for biltrafik.

Især krydset ved Bergensgade skal planlægges, så der tages hensyn til trafikafviklingen, trafiksikkerheden samt tilgængeligheden. Dette gælder især med hensyn til sikring af gode forhold for både fodgængere og cyklister. Der etableres afsætningsplads langs Østbanegade, hvor der implementeres en skillerabat mellem cykelstien og afsætningspladsen af sikkerhedsmæssige årsager.

Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibreder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Da denne undergrundsstation også vil fungere som transfer til den eksisterende M3/M4 Østerport Metrostation foreslås en underjordisk transfertunnel. Dette vil sikre en sikker og smidig passagerstrøm, idet fodgængere og cyklister ikke behøver at krydse området mellem stationerne i terrænniveau.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 10 m under terræn og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode.

Transfertunnellen, hovedtrappe og nødtrappe, som anlægges udenfor undergrundsstationen, anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes, at disse anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge. Da udgravningen vil være over de eksisterende M3-tunneller, skal stabiliteten af disse sikres under anlægsfasen.

Midlertidig adgang til den eksisterende M3/M4 Østerport Metrostation skal etableres mens transfertunnellen og hovedtrappen anlægges. Den nuværende transfertunnel fra M3/M4 til Østerport Station lukkes derefter af. Stabiliteten af de eksisterende fundamenter og facade af stationsbygningen ved Østerport skal især sikres i forbindelse med anlægsarbejdet.

Den foreslåede løsning strækker sig langs den eksisterende jernbane mod nordøst med byggegruben tæt på de eksisterende spor. Mod syd har broen over den eksisterende jernbane brofæste tæt ved området, hvor hovedindgangen til M3/M4/M5 er planlagt. Det er vigtigt, at arbejdet under anlægsfasen koordineres, så jernbanedriften sikres.

3.7 Tekniske forhold

3.7.1 Hovedgeometri

Som beskrevet i afsnit 3.1 undersøges der i udredningen to alternative løsninger. Det drejer sig om hovedforslag og variant.

Linjeføringer og længdeprofil for hovedforslag og varianter dækkes af beskrivelserne i de følgende afsnit. Tegninger til hovedforlags- og variantløsninger er i det tekniske tegningsbilag.

Normgrundlag

Normgrundlaget er ligesom for M4 beskrevet i afsnit 2.7.1. Dette er dog en ny linje, hvormed der er mulighed for at bruge ny og forbedret teknologi. Designhastigheden for M5 er derfor 100 km/t sammenlignet med 90 km/t på M4.

Bindinger på linjeføring og længdeprofil

Linjeføring og længdeprofil har en række bindinger som listes herunder:

- Linjeføringen krydser eksisterende metrotunneller flere steder. Ved Hovedbanegården (Hovedforslag og Variant 1), Forum, Amagerbro (Hovedforslag og Variant 1) og Østerport krydser M5 over toppen af de eksisterende tunneller med en fri afstand på ca. 1 m
- Linjeføringen krydser under eksisterende metrotunneller eller bygningskonstruktioner flere steder, herunder ved Amagerbro (Variant 2) og Islands Brygge (Hovedforslag, Variant 1, Variant 2)
- Linjeføringen skal føres under havnen ved to forbindelser: mellem Hovedbanegården og Islands Brygge, mellem Østerport og Lynetteholm
- Lynetteholms form bestemmer placeringen af stationerne for at opnå den bedste dækning af landindvindingen
- Det forudsættes, at BIOFOS renseanlægget Lynetten flyttes, inden anlægsarbejdet for metroen igangsættes
- Hovedforslagets linjeføring krydser Lynetten Marina på en viadukt, hvor højbanens underside er ca. + 8,75 m

- Linjeføringen krydser Østlig Ringvej forskellige steder afhængigt af, hvilken linjeføring der vælges for Østlig Ringvej. Det forudsættes, at højbanen kan understøttes på det konstruktionselement, der udvikles for Østlig Ringvej. Derfor er Østlig Ringvej ikke på nuværende tidspunkt betragtet som en begrænsning. På steder, hvor metroens linjeføring krydser under Østlig Ringvej, styrer den vertikale placering af Østlig Ringvej linjeføringen for metrobyggeriet. Endvidere er det vigtigt, om de to projekter udføres parallelt eller før/efter hinanden, hvilket er beskrevet yderligere i afsnit 3.7.15.1
- Der er betydelig eksisterende ledningsføring, især ved Prags Boulevard og på strækningen mellem Kløverparken og Refshaleøen. For den Variant, hvor linjeføringen er under jorden, går tunnellerne over eller under de store fjernvarmetunneller i området
- Ved Forum er der et stort fjernvarmekammer og en pumpestation, der er kritisk infrastruktur for byen og derfor ikke kan flyttes. Hovedrørene, der forsyner Indre By, kan heller ikke fjernes eller omlægges
- På Østbanegade ved Østerport er der en fjernvarmepumpe, der er kritisk infrastruktur for Indre By og derfor ikke kan flyttes
- Jernbanen ved Østerport og Hovedbanegården har stor indflydelse
- Hvor muligt er løsninger udviklet med fokus på at minimere driftspåvirkninger for al eksisterende infrastruktur samt at minimere antallet af bygninger, der skal nedrives.

3.7.2 Geoteknik

I tekniske bilag 4 er de geologiske, geotekniske og hydrogeologiske forhold for Lynetteholms Metroen beskrevet, og den geotekniske tegning er i tekniske tegningsbilag.

For strækningen på Lynetteholm er det forudsat, at landindvindingen vil blive udført, så det ikke resulterer i betydelig fortsat konsolidering efter opførelsen af metroen eller differenssætninger langs linjeføringen.

3.7.3 Stormflod og ekstremregn

3.7.3.1 Skybrud – ekstremregn

Der henvises til afsnit 2.7.3.1 for beskrivelse af skybrudsberegningen. Figur 3.56 opsummerer resultaterne af skybrudssimuleringerne ved de 7 stationer på M5.

Figur 3.56

Maksimal vandstandskote (m DVR90) og dybde (m) ved T=2.000 skybrudshændelser i hhv. år 2035 og 2135. Desuden er den nuværende kote for påtænkte stationer vist.

År		T=2.000			
		2035		2135	
Station	Nuværende terræn (m DVR90)	Maks Dybde (m)	Maks vandstand (m DVR90)	Maks Dybde (m)	Maks vandstand (m DVR90)
Forum	5,13	0,02	5,15	0,61	5,74
København H	3,25	0,03	3,28	0,13	3,38
Islands Brygge	1,92	0,07	1,99	0,34	2,26
Amagerbro	2,15	0,17	2,32	0,35	2,50
Prags Boulevard	1,93	0,11	2,04	0,30	2,23
Kløverparken	2,23	0,02	2,25	0,02	2,25
Østerport	6,15	0,06	6,21	0,10	6,25

Figur 3.57

Designlevels ved stormflod fra nord (84 %, inklusive bølgetillæg og tillæg for øget stormstyrke).
Alle koter i m DVR90.

Station	T=2.000 (84 %)		T=10.000 (84 %)	
	2035	2135	2035	2135
Forum	<2,42	<3,64	<2,69	<3,84
København H	<2,42	<3,64	<2,69	<3,84
Islands Brygge	<2,42	<3,64	<2,69	<3,84
Amagerbro	2,42	3,64	2,69	3,84
Prags Boulevard	2,42	3,64	2,69	3,84
Kløverparken	2,42	3,64	2,69	3,84
Refshaleøen	2,42	3,64	2,69	3,84
Lynetteholm	2,42	3,64	2,69	3,84
Østerport	2,42	3,64	2,69	3,84

Figur 3.58

Designlevels (84 %) ved stormflod fra syd ved de påtænkte placeringer af metrostationer.
Alle koter i m DVR90.

Station	T=2.000 (84 %)		T=10.000 (84 %)	
	2035	2135	2035	2135
Forum	4,29-4,36	5,63-5,70	5,39-5,46	6,51-6,58
København H	4,29-4,36	5,63-5,70	5,39-5,46	6,51-6,58
Islands Brygge	4,06-4,36	5,40-5,70	5,16-5,46	6,28-6,58
Amagerbro	3,71-4,28	5,05-5,62	4,81-5,38	5,93-6,50
Prags Boulevard	3,65-3,82	4,99-5,16	4,75-4,92	5,87-6,04
Kløverparken	3,25-3,79	4,59-5,13	4,35-4,89	5,47-6,01
Refshaleøen	2,15-3,76	3,49-5,10	3,25-4,86	4,37-5,98
Lynetteholm	2,05-3,72	3,39-5,06	3,15-4,82	4,27-5,94
Østerport	2,30-3,77	3,64-5,11	3,40-4,87	4,52-5,99

3.7.3.2 Oversvømmelse fra hav

Der henvises til afsnit 2.7.3.2 for beskrivelse af oversvømmelsesberegning.

Figur 3.57 opsummerer stormflodshøjder fra nord, mens Figur 3.58 opsummerer stormflodshøjder fra syd.

3.7.3.3 Hydraulisk forbindelse til hav

Der henvises til afsnit 2.7.3.3 for beskrivelse af hydraulisk forbindelse til hav.

3.7.4 Transversaler

Transversaler er placeret i forlængelse af stationerne som beskrevet i de følgende afsnit. Placeringen ved siden af stationerne reducerer størrelsen af arbejdspladsen, hvilket er hensigtsmæssigt især i Indre By. Det vil også være muligt at udvikle arealet over transversalkammeret til tekniske rum, hvilket reducerer størrelsen af udgravningen.

Størstedelen af sporkrydsningerne er placeret tilstødende stationens perron for at skabe den bedst mulige operationelle løsning. Her vil perronens bredde afgøre sporkrydsningens længde, hvilket for en 7 m bred perron vil være omkring 100 m og længere for en 9 m bred perron.

Flere steder er der eksisterende begrænsninger, eksempelvis bygninger, der betyder, at en standardløsning for transversaler ikke kan tilpasses i det eksisterende bymiljø. Derfor er specifikke transversaler designet, så de kan passe ind i de eksisterende miljø og dermed minimere antallet af bygninger, der skal nedrives.

For alle transversaler, der støder op til overfladenære undergrundsstationer, dvs. alle undtagen Islands Brygge, vil teknikrum være placeret over transversalen. Her forventes det, at et enkelt tunnelventilationssystem betjener både stationen og transversalen. Ved Københavns Hovedbanegård (Hovedforslag) og Islands Brygge (Variant 1) vil der imidlertid være behov for separate tunnelventilationssystemer for stationen og transversalen, da de er forbundet med et kort afsnit udført som boret tunnel. Her vil der ikke være tilstrækkelig plads til ventilationskanalerne.

Der vil være nogle tomme rum i strukturen over overgangen et niveau under jordoverfladen, der kunne bruges til andre ikke-tekniske formål. Dette kan gennemgås i fremtidige faser samt eventuelle tilknyttede omkostninger.

I tilfælde, hvor hele området over transversaler ikke anvendes til teknikrum, er der mulighed for anden anvendelse. Dette kunne være til cykelparkering eller lignende og undersøges nærmere i projektets næste faser.

3.7.4.1 Transversal ved Forum (Variant)

Den foreslåede transversalskakt ved Forum vil være påkrævet, da denne station i så fald også vil være en slutstation. Transversalen foreslås placeret direkte ved siden af den nye station under Julius Thomsens Plads, syd for stationen. Udformningen af den foreslåede skakt skal tilspidses for at undgå Sankt Markus Kirke mod syd. Dette reducerer både længden og bredden af transversalen, hvilket lægger begrænsninger for den operationelle funktionalitet af transversal.

Der henvises til tegning LYN-ARUP-SHA=For-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag for et detaljeret layout af transversalskakten.

3.7.4.2 Transversal ved Københavns Hovedbanegård – Reventlowsgade (Hovedforslag)

Transversalskakten placeres nord for den foreslåede station og kræver et skræddersyet layout. Geometrien udformes således, at eksisterende bygninger ikke påvirkes betydeligt, hvilket medfører reducerede sporradier igennem sporkrydsningen for samtidigt at passe ind i Reventlowsgade. Det skal dermed undersøges nærmere, om hastighedsnedsættelser for togene er nødvendig igennem transversalen.

Udførelsen af transversalskakten sker i kombination med udførelsen af metrostationen på hver side af den eksisterende M3/M4-station, der forbliver i drift under arbejdet. Adgang fra M3/M4-stationen til Hovedbanegården skal muligvis være i terrænniveau med en stiforbindelse, der opdeler arbejdspladsen.

Det kan ikke undgås, at kælderkonstruktionen for Hovedbanegårdens bagagebetjeningsfaciliteter fjernes, før udførelsesfasen for hovedarbejdet kan starte.

Der henvises til tegning LYN-ARUP-SHA=Kh-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag for et detaljeret layout af transversalskakten.

3.7.4.3 Transversal ved Københavns Hovedbanegård – Bernstorffsgade (Variant)

Standardløsningen for transversaler foreslås med placering umiddelbart nord for stationen på Bernstorffsgade.

Denne transversalskakt vil svare til løsningen ved H.C. Ørstedværket på Sydhavnsmetroprojektet, selvom konstruktionen vil være længere og bredere end Ørstedværkets. Dette skyldes, at perronbredden forventes at være 9 m sammenlignet med 7 m ved Enghave Brygge station. Dybden af transversalskakten vil være tilsvarende den tilstødende station.

Udførelsen af transversalskakten vil ske i kombination med udførelse af stationen. Dette skaber en byggegrube med en samlet længde på omkring 190 m. Ligesom for den tilstødende station vil byggegruben over

transversalskakten kræve et midlertidigt trafikdæk, således påvirkningen af bil- og bus trafik på Bernstorffsgade minimeres.

Transversalskakten er placeret over de eksisterende M3/M4-tunneller, hvor de krydser under Bernstorffsgade. Der er en friafstand på omkring 3 m imellem M3/4-tunnellerne og undersiden af transversalskaktens betondæk. Tunnellerne er her boret i den underliggende kalk. Byggegrubens støttevægge bliver lokalt nødt til at stoppe kort over tunnellerne. Det skønnes efter den indledende gennemgang, at konstruktionen kan opføres uden at påvirke driften af M3/M4-tunnellerne. En mere detaljeret undersøgelse skal dog udføres med fokus på grundvandsstyringen under anlægsperioden.

Der henvises til tegning LYN-ARUP-SHA=Kh-ARC-DWG-000011 i det tekniske tegningsbilag for et detaljeret layout af transversalskakten.

3.7.4.4 Transversal ved Islands Brygge – Njalsgade Øst (Hovedforslag)

Transversalskaktens placering foreslås umiddelbart øst for stationen på Njalsgade.

Denne skakt vil svare til løsningen ved H.C. Ørstedværket på Sydhavnsmetroprojektet. Dybden af skakten vil være tilsvarende den tilstødende station. Transversalskakten og stationen udføres samtidigt i én stor byggegrube.

Der henvises til tegning LYN-ARUP-SHA=Isb-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag for et detaljeret layout af transversalskakten.

3.7.4.5 Transversal ved Islands Brygge – Njalsgade Vest (Variant 1)

Transversalskakten foreslås placeret vest for stationen på den modsatte side af M1-stationen, og derfor vil transversalskakten være en separat bygningskonstruktion. De to bygværker forbindes med en kort boret tunnelstrækning under den eksisterende M1 cut & cover-tunnel.

Transversalskakten foreslås under Ørestads Boulevard og Njalsgade, på strækningen mellem Ørestads Boulevard og Artillerivej. Længden af transversalskakten er blevet forkortet ved at tilpasse geometrien omkring Artillerivej, hvor der findes betydelig eksisterende ledningsføring.

Skakten er delvist placeret i området besat af Politiskolen og vil kræve nedrivning af eksisterende bygninger.

Der henvises til tegning LYN-ARUP-SHA=Isb-ARC-DWG-000011 i det tekniske appendiks for et detaljeret layout af transversalskakten.

I projektets fremtidige faser kan det være fordelagtigt at undersøge muligheden for en kort underjordisk kaverne, for dermed at reducere konstruktionens længde. Det vil muligvis kunne medføre at konstruktionen ikke strækker sig ind over Artillerivej.

3.7.4.6 Transversal ved Islands Brygge – Politiskole (Variant 2)

Transversalskaktens placering foreslås umiddelbart vest for stationen. Dette betyder, at skakten ligger under et område, der i øjeblikket anvendes af Politiskolen, mellem Ørestads Boulevard og Artillerivej.

Udførelsen vil ske i forbindelse med stationens byggearbejder. Dette kræver, at de eksisterende bygninger ved Politiskolen skal nedrives, inden etablering af byggegrube og udgravningsarbejdet påbegyndes.

Det vil være muligt at opføre en bygning over transversalskakten, som samtidig udnytter arealet mellem arealskakten og terrænniveau. Dette vil kræve yderligere undersøgelse og koordinering, således at projekteringen tager højde for laster fra fremtidigt byggeri, hvilket ikke er tilfældet på nuværende tidspunkt.

Der henvises til tegning LYN-ARUP-SHA=Isb-ARC-DWG-000021 i det tekniske tegningsbilag for et detaljeret layout af transversalskakten.

3.7.4.7 Transversal ved v/Prags Boulevard (Hovedforslag)

Transversalskakten er foreslået med placering umiddelbart øst for stationen.

Denne skakt kombineres med forgreningen og ligner løsningen udført ved Øster Søgade, skønt den er lidt længere og bredere. Dette skyldes placeringen i forlængelse af stationen, da det er perronbredden, der styrer størrelsen. Dybden af skakten vil være tilsvarende den tilstødende station.

Der henvises til tegning LYN-ARUP-SHA=Gen-ARC-DWG-000301 i det tekniske tegningsbilag for et detaljeret layout af transversalskakten.

3.7.4.8 Transversal v/Lynetteholm Syd (Hovedforslag)

Transversalen er foreslået med placering umiddelbart syd for stationen.

Linjeføringen og stationen er anlagt som højbane, hvilket betyder, at brokonstruktionens to separate brodæk skal forenes lokalt. Det foreslås, at stationens og transversalens tekniske installationer anlægges under brodækket.

Det er en mulighed at udvikle det overdækkede område under brodækket til formål, der ikke er metrorelaterede. Dette er dog ikke taget i betragtning på nuværende tidspunkt, men kan undersøges nærmere igennem projektets næste faser.

3.7.4.9 Transversal v/Lynetteholm Syd (Variant)

En transversalskakt foreslås med samme placering som for hovedforslaget. For varianten er stationen og linjeføringen imidlertid udført i en lavtliggende cut & cover tunnel. Transversalskakten kan således også udføres i cut & cover tunnellen, der er beskrevet i afsnit 2.7.8.2.

3.7.4.10 Transversal ved Østerport (Hovedforslag)

Transversalskakten er foreslået med placering umiddelbart nordøst for stationen under Østbanegade. Skaktens geometri er udviklet med fokus på at minimere påvirkningen for eksisterende bygninger og fjernvarmekammer.

Udførelsen vil ske i kombination med stationen. Den eksisterende S-togslinje og Østerport Station er beliggende langs den syd-østlige side af byggegruben. Konstruktionsarbejdet finder sted i nærheden af jernbanen, og byggearbejdet bliver yderligere kompliceret ved, at den midlertidigt stabiliserende væg skal placeres på skråningen ned mod jernbanen.

Der henvises til tegning LYN-ARUP-SHA=Kk-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag for et detaljeret layout af transversalskakten.

3.7.5 Afgreningskamre

M5 linjeføringen kræver et afgreningskammer v/Prags Boulevard, der tillader forbindelse til kontrol- og vedligeholdelses-centeret (CMC) ved Prøvestenen.

Afgreningskammeret, der vil blive udført direkte ved siden af v/Prags Boulevard stationen, vil også rumme en transversalskakt som beskrevet i afsnit 3.7.4.7. Konstruktionen forventes at være omkring 120 m lang og mellem 20 m og 30 m bred.

3.7.6 Nødskakte og slusksakte

Der refereres til afsnit 2.7.5 for en beskrivelse af nødskakte og til afsnit 2.7.10 for en beskrivelse af slusksakte.

M5 Hovedforslag

Det er nødvendigt med 3 nødskakte hvis linjeføringen for Hovedforslaget følges og 4 nødskakte hvis linjeføringen udvides til Forum. Placeringen vil være som beskrevet i de følgende afsnit.

Nødskakt ved havnen

Placeringen er tæt på Halldansgade på Islands Brygge, som skitseret på Figur 3.59. Skakten og den tilhørende arbejdsplads, der kræves under anlægsfasen, er placeret i et åbent område og forstyrrer ikke den lokale infrastruktur. Den vil dog besætte en del af det rekreative område ved havnen.

Nødskakt ved Langelinie

Her placeres skakten på den eksisterende kaj, som skitseret på Figur 3.60. Den eksisterende kajkonstruktion er meget gammel, og den nøjagtige udformning og tilstand af konstruktionen er ukendt på nuværende tidspunkt. Løsningen skal derfor undersøges nærmere for at bestemme, om en skakt gennem den eksisterende konstruktion kan udføres.

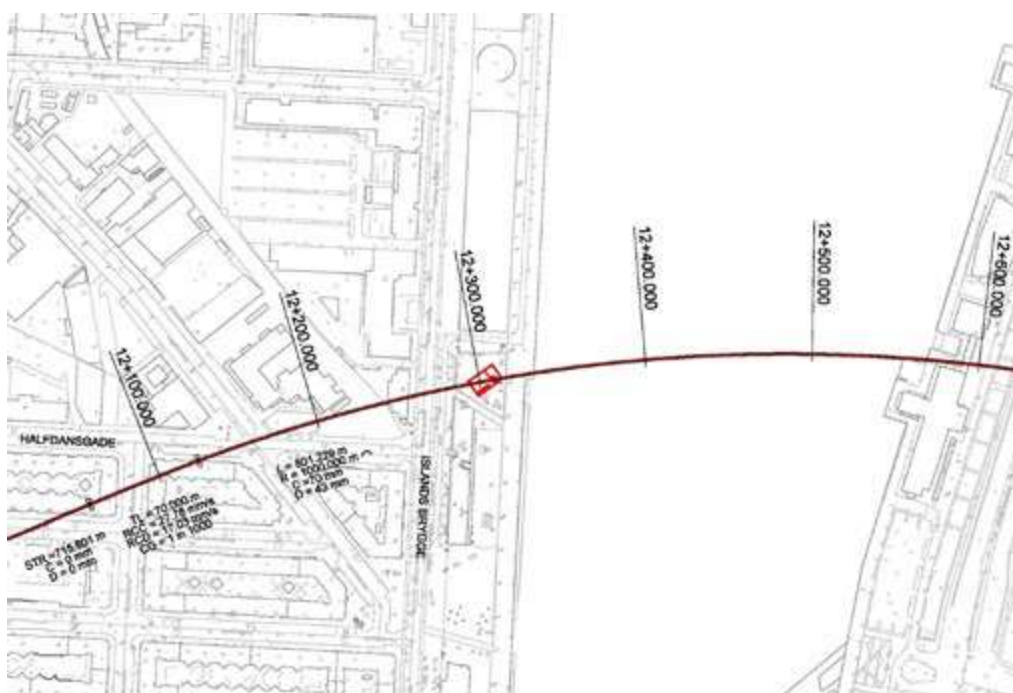
Hvis det viser sig, at kajkonstruktionen ikke egner sig til formålet, kan skakten placeres uden for kajkonstruktionen på den mest hensigtsmæssige side. Hvis kajen udvides, er det muligt at placere skakten i den nye udvidede kajkonstruktion.

Nødskakt ved Lynetteholm

Placeringen af skakten på Lynetteholm afhænger af, og skal koordineres med, skakten ved Langelinie. En mulig placering er skitseret på Figur 3.61. Det forudsættes, at landindvindingens udformning vil blive ændret, så skakten er placeret på land, for eksempel med en mole, der strækker sig ud fra kystlinjen. Molen skal være egnet til både den midlertidige konstruktionstrafik og skal give sikker adgang til nødtjenester i den operationelle fase.

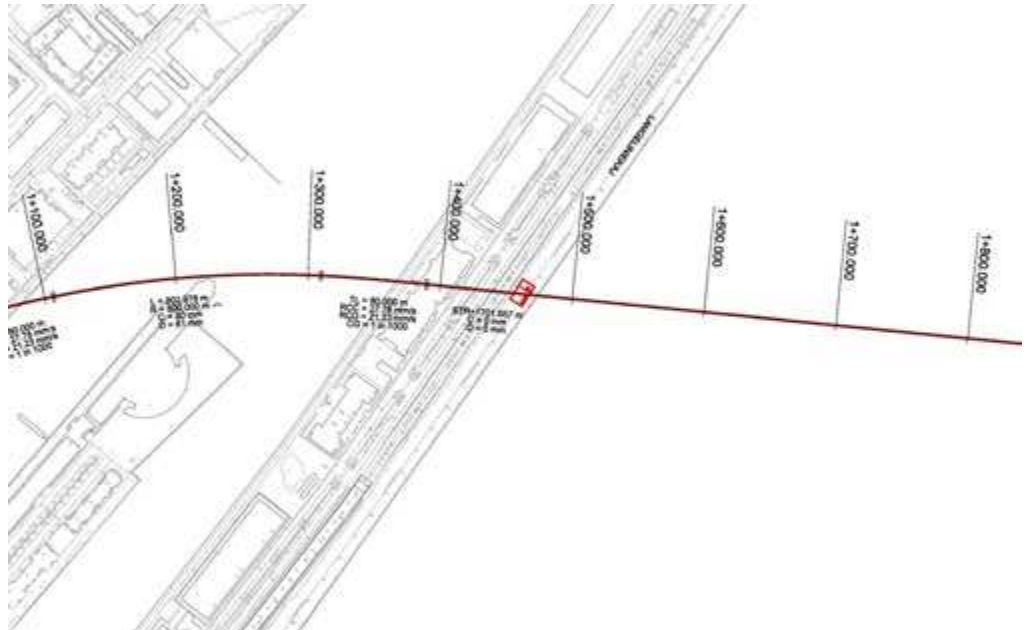
Figur 3.59

Mulig placering af nødskakt ved havnen på Islands Brygge.

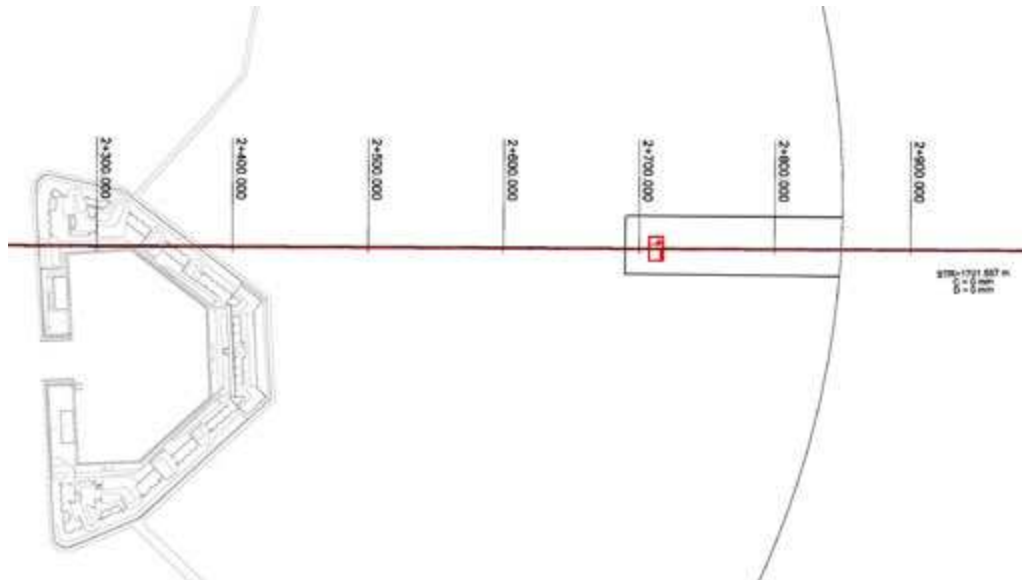


Figur 3.60

Mulig placering af nødskakt ved Langelinie.

**Figur 3.61**

Mulig placering af nødskakt ved Lynetteholm.



Skakt ved Vester Søgade

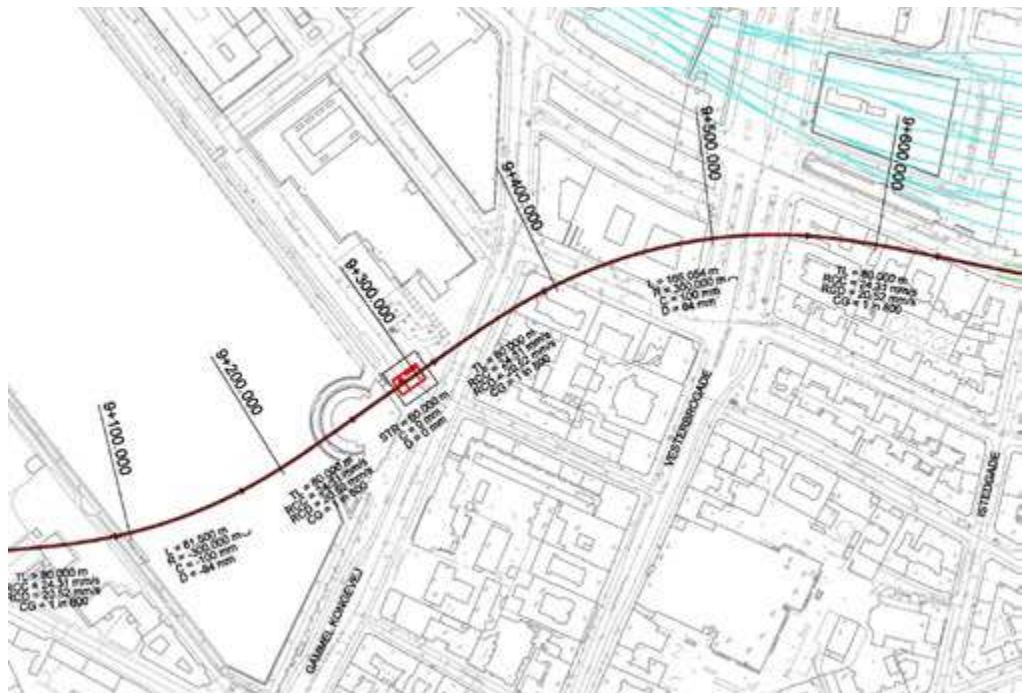
Linjeføringen for Hovedforslaget stopper ved Københavns Hovedbanegård og endestationen kræver dermed stopspor og transversal på nordsiden af stationen. Der er foreslået en slusksakt ved den sydlige ende af Vester Søgade. Formålet med denne skakt er at kunne fjerne TBM-maskinen når tunnelboringen er gennemført som fremtidssikring, hvis tunnelen skal forlænges og til tunnelventilation.

Hvis linjeføringen forlænges mod Forum, vil slusksakten blive anvendt som nødskakt i stedet.

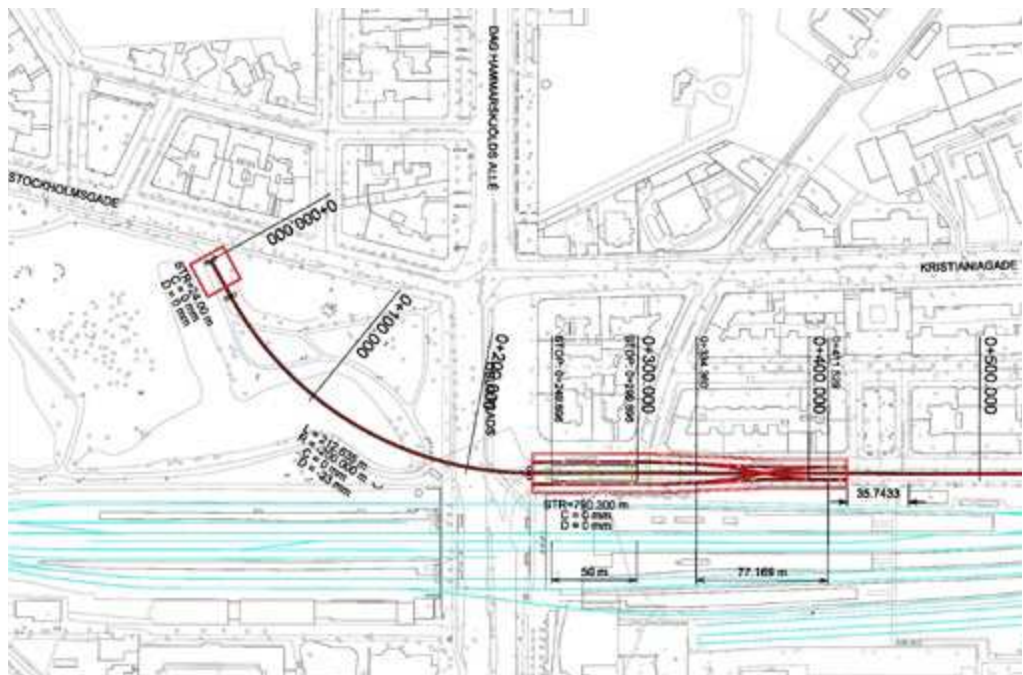
Både nødskakte, der er nødvendige for variantløsningen, og slusksakten, der er nødvendig for hovedforslaget, er foreslået med samme placering som skitseret på Figur 3.62. (Det noteres at Figur 3.62 viser variantløsningen med udvidelsen til Forum).

Figur 3.62

Mulig placering af skakt ved Vester Søgade.


Figur 3.63

Slutskakt ved Østre Anlæg.



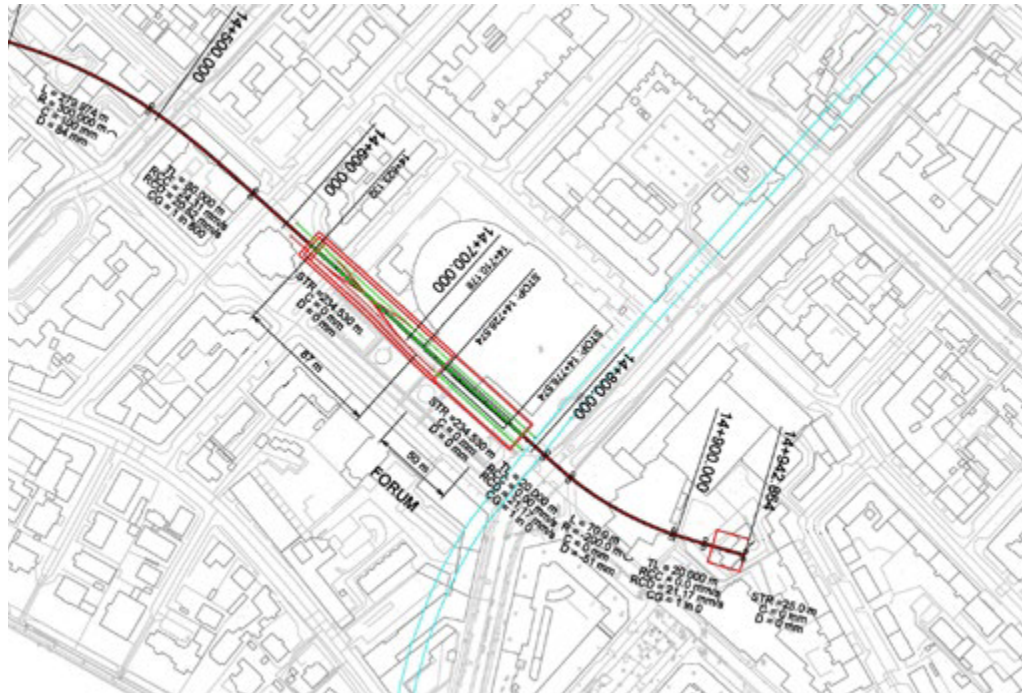
Slutskakt ved Østre Anlæg

Nødskakt ved Østre Anlæg er som skitseret på Figur 3.63.

Skakten og den tilhørende arbejdsplads der kræves under anlægsfasen, er placeret i et åbent område og forstyrrer ikke den lokale infrastruktur. Den vil dog optage en del af det grønne område. Der er måske mulighed til flyttes uden Østre Anlæg til Stockholmsgade og det kan blive unsøget nærmere i næste fase.

Figur 3.64

Mulig placering af skakt ved Forum.



M5 Variant

Nødsakke vil være ligesom beskrevet for hovedforslaget plus en yderligere slutsakt vest for boligejendommen ved Margretheholmsvej.

Slutsakt ved Forum (Variant)

Hvis linjeføringen fortsættes til Forum foreslås en slutsakt placeret ved enden af stopsporene. Mere specifikt foreslås placeringen under en parkeringsplads nord for koncerthallen, hvilket er skitseret på Figur 3.64. Der skal i forbindelse med skaktens placering overvejes eventuelle fremtidige planer om udvidelse af linjen, hvilket undersøges nærmere i projektets næste faser.

3.7.7 Ramper

Rampekonstruktionerne er de samme som beskrevet i afsnit 2.7.6.

M5 Hovedforslag

Ramperne er beliggende syd for stationen ved Kløverparken, vest for v/Lynetteholm Nord stationen og ved kontrol- og vedligeholdelsescenteret (CMC) på Prøvestenen. Rampen ved Kløverparken er længere end de andre, da linjeføringen her er på en kurve, der begrænser den maksimale stigning af banen.

M5 Variant

Der forekommer en enkelt rampekonstruktion på M5 Variant ved CMC på Prøvestenen.

3.7.8 Højbane

Konstruktionsudformningen for højbanen er som beskrevet i afsnit 2.7.7.2.

M5 Hovedforslag

Linjeføringen udføres som højbane mellem rampen vest for v/Lynetteholm Nord stationen og rampen syd for stationen v/Kløverparken.

M5 Variant

Der er ikke højbane i dette løsningsforslag.

3.7.9 Tunneller

Store dele af linjeføringen udføres som tunnel for både M5 Hovedforslag og M5 Variant.

For M5 Hovedforslag er alle tunneller borede tunneller med undtagelse af korte afsnit af cut & cover-tunnel i rampekonstruktionens dybe ende.

For M5 Variant er der også et langt afsnit cut & cover-tunnel på Lynetteholm mellem de to stationer.

3.7.9.1 Borede Tunneller

De borede tunneller vil skulle anlægges med tunnelboremaskiner (TBM'er), som forventes at være af typen "Earth Pressure Balance" (EPB). Denne type kan opretholde et balancerende modtryk imod jord og vand foran TBM'en under boringen for at sikre stabile jordbunds- og grundvandsforhold under udførelsen. Denne type TBM er blevet brugt til alle metrotunnelarbejderne i København. Tunnelføringen skal udføres i både kalken og andre isaflejringer. En detaljeret beskrivelse af tunnelboringen findes i afsnit 2.7.8.

Der er to sektioner af boret tunnel til M5 Hovedforslag:

- Lynetteholm til Østerport
- CMC til Københavns Hovedbanegård og rampen v/Kløverparken.

For sektionen mellem Lynetteholm og Østerport er det blevet foreslået, at tunnelarbejdspladsen ligger på Lynetteholm. Dette vil reducere antallet af lastbiler på vejene omkring Indre By markant, da udgravet materiale fra tunnellerne direkte kan deponeres på Lynetteholm.

For tunnellerne mellem det foreslåede CMC ved Prøvestenen og Københavns Hovedbanegård foreslås det, at tunnelarbejdspladsen ligger på Prøvestenen. Dette vil også reducere antallet af lastbiler på vejene omkring Indre By. TBM-portalen hvorfra tunnelboringen igangsættes vil også være en rampe, der forbinder tunnellerne til CMC i terræn. Det forventes, at to TBM'er konstruerer de to tunnelrør. TBM'erne vil typisk være forskudt, hvormed den ene udfører arbejdet et antal uger foran den anden. De samme to TBM'er

forventes at blive genbrugt til at konstruere de to tunnelrør mellem v/Prags Boulevard og rampen syd for v/Kløverparken.

TBM'erne fjernes typisk fra en slusksakt, der er beliggende efter stopsporet ved endestationerne. Geometrien vil være tilstrækkelig stor så TBM-skærehovedet og skjoldet kan løftes ud. Skakten fungerer ydermere også som en del af tunnelventilationssystemet. Disse skakte er designet med en geometri, der muliggør potentiel fremtidig udvidelse af metrosystemet.

Tunnellerne vil krydse eksisterende metrotunneller flere steder. Her forudsættes det for krydsningen, at de nye tunneller kan være placeret 1,25 m over den eksisterende tunnel. Dette er baseret på erfaring fra krydsning af M1 /M2-tunnellerne ved Kongens Nytorv.

3.7.9.2 Prøvstenen til Amagerbro

Tunnellerne begynder ved Prøvstenen og føres mod Amagerbro. Tunnellerne skal muligvis føres under Østlig Ringvej kort efter Prøvstenen, afhængigt af hvilken linjeføring der vælges for Østlig Ringvej. Efter krydsningen vil tunnellerne stige op mod stationen v/Prags Boulevard.

På strækningen efter v/Prags Boulevard vil tunnellerne skulle bores i Københavnerkalken, inden de stiger tilbage mod den foreslåede station ved Amagerbro.

3.7.9.3 Amagerbro til Islands Brygge

Fra Amagerbro vil tunnellerne krydse de eksisterende M2-metrolinjer. For Amagerbro Hovedforslag og Variant 1 vil tunnellerne krydse over de eksisterende metrotunneller. I Variant 2 vil tunnellerne krydse under de eksisterende metrotunneller. Herfra fortsætter tunnelen til stationen ved Islands Brygge.

For hovedforslaget og Variant 1 vil tunnellerne være overfladenære, når de krydser under de eksisterende bygningerne ved siden af stationen. Der kan derfor være behov for at projekteringen inkluderer forhold, der beskytter mod bygningsskader, som det blev gjort med succes flere steder under udførelse af Cityringen, eksempelvis for tunnelen under Magasin du Nord.

3.7.9.4 Islands Brygge til Københavns Hovedbanegård

Efter stationen ved Islands Brygge krydser tunnellerne under de eksisterende M1-metrolinjer og fortsætter under havnen mod Københavns Hovedbanegård for hovedforslaget og Variant 1. Tunnellerne udføres i kalk og bør derfor ikke påvirke M1-tunnellerne. For Variant 2 krydser tunnellerne ikke under M1/M2, da M5-stationen ved Islands Brygge er placeret direkte under M1-stationen.

Inden havnen krydses etableres en nødsakt, som beskrevet i afsnit 3.7.6, der skaber en forbindelse fra de borede tunneller til terrænniveau. Denne er påkrævet på grund af afstanden mellem Islands Brygge og Københavns Hovedbanegård.

Linjeføringen passerer sydvest for udviklingsområdet ved det tidligere posthus. Tunnellerne er udført i kalken på denne lokation.

Tunnellerne vil muligvis passere over en stor foreslået stormflodskloak tæt på udviklingen ved det tidligere posthus. Denne grænseflade er ikke undersøgt på dette tidspunkt og vil blive undersøgt yderligere i projektets næste fase.

Udviklingen af linjeføringen og tunnellerne tager hensyn til de mulige nye brofundamenter, hvis den eksisterende Tietsgenbro erstattes.

3.7.9.5 Københavns Hovedbanegård til slusksakt / Forum (Variant)

For stationen ved Københavns Hovedbanegård vil tunnellerne passere over Cityringens eksisterende tunneller direkte ved siden af den eksisterende Cityringen Metrostation. Et af de to spor vil passere gennem den eksisterende M3/M4-station. Her vil TBM'en ikke være i stand til at passere gennem M3/M4-stationen. Den skal her løftes ud og geninstalleres på den anden side af M3/M4-stationen i transversalskakten.

Den anden tunnel, der passerer øst for M3/M4-stationen, vil anlægges med TBM, der passerer over M3-tunnellerne til den tilstødende transversalskakt over en afstand på omkring 30 m. Denne korte tunnelstrækning anlægges med en horisontal radius på 300 m for at imødekomme den krævede sporradius på en lokation, der vil være udfordrende at udføre. Løsningen skal studeres og udvikles yderligere i projektets næste fase. Der er eksempler på lignende løsninger udført andre steder i verden.

Linjeføringen og stationen Københavns Hovedbanegård Variant resulterer ikke i specifikke begrænsninger.

I den sydlige ende af Vester Søgade placeres en slusksakt, hvor tunnellerne stopper. Denne skakt anvendes til at udtrække TBM'er og bliver en del af ventilationssystemet. Tunnellerne skal muligvis passere over en stor foreslået stormflodskloak tæt på skakten. Denne grænseflade er ikke undersøgt på dette tidspunkt og vil blive undersøgt yderligere i projektets næste fase.

Forum Variant

Slusksakten på Vester Søgade vil blive anvendt som en nødsakt, som beskrevet i afsnit 3.7.6, på grund af afstanden mellem Hovedbanegården og Forum.

Ved Forum ankommer tunnellerne i transversalkammeret, der er placeret ved siden af St. Markus kirke. Det skal i projektets næste fase undersøges nærmere, om projekteringen her skal inkludere forhold, der beskytter mod bygningsskader.

Tunnellerne skal muligvis krydse over en stor foreslået stormflodskloak tæt på transversalkammeret. Denne grænseflade er ikke undersøgt på dette tidspunkt og vil blive undersøgt yderligere i projektets næste fase. Det noteres dog, at kloakken på nuværende tidspunkt foreslås meget dybere end metrotunnellerne på denne lokation.

3.7.9.6 Forum (Variant) til slusksakt

Nord for Forum kræves en kort tunnelstrækning, der vil fungere som stop- og krydsspor. Disse tunneller passerer over de eksisterende M1/M2-tunneller til en slusksakt, hvilket er beskrevet i afsnit 3.7.6.

3.7.9.7 Lynetteholm til Østerport

Tunnellerne fra Lynetteholm til Østerport passerer under havnen i Københavnerkalken. På denne strækning kræves nødsakte ved Langelinie og omkring 150 m fra kystlinjen ved Lynetteholm, hvilket er beskrevet i afsnit 3.7.6.

Nord for transversalkammeret ved Østerport passerer tunnellerne meget tæt på en eksisterende fjernvarmepumpestation. I projektets næste fase skal det undersøges nærmere, om beskyttende arbejde er nødvendigt for at sikre dette kritiske stykke infrastruktur.

3.7.10 Cut & cover-tunneller

Cut & cover-tunneller er som beskrevet for M4 i afsnit 2.7.8.2

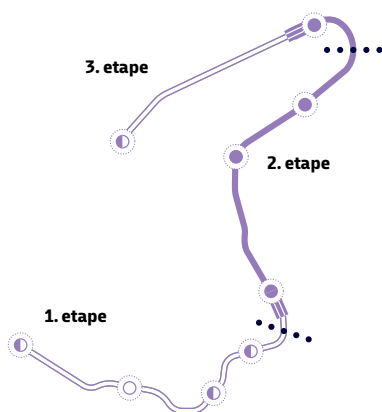
3.7.11 Pumpesumpe

Pumpesumpe er som beskrevet for M4 i afsnit 2.7.9.

Der vil være en pumpesump beliggende mellem stationen ved Prags Boulevard og Amagerbro. Der kan muligvis være behov for endnu en pumpesump mellem CMC og Prags Boulevard afhængigt af, hvilken linjeføring, der vælges for Østlig Ringvej.

Figur 3.65

M5 etapedeling.



3.7.12 Anlægsfasen og etapedeling

Det er undersøgt, hvordan projektet kan udføres i faser og åbningen etapedeles som skitseret på Figur 3.65 og beskrevet herunder. Etapedelingen er vurderet for M5 Hovedforslag.

Det vurderes, at åbning af metroen med etapedeling ikke vil medføre betydelige ændringer i form af ekstra infrastruktur.

I forhold til anlægsudgifterne estimeret for M5 hovedforslaget med etapedeling er udviklingsniveauet på Lynetteholm betragtet som det, der var på Nordhavn under opførelsen af M4 fra Øster Søgade til Orientkaj. Der er ikke taget højde for ekstra omkostninger, hvis en del af arbejdet skal udføres i et mere tæt opbygget område. Disse mulige ekstraomkostninger vil afhænge af omfanget af udviklingen, hvilket på nuværende tidspunkt er ukendt.

Desuden vil etapedeling resultere i yderligere omkostninger fra eksempelvis konsulentomkostninger, Metroselskabets tilsynsføring m.m., da stordriftsfordele går tabt. Disse omkostninger er inkluderet i anlægs-overslag for etapedeling.

M5 Variant

M5 Variant er ikke blevet overvejet med etapedeling i denne fase af undersøgelsen. Hvis det vælges at overveje M5 Variant med etapedeling, der betyder, at sektionen på Lynetteholm skal konstrueres efter, at landindvindingen er gennemført og færdigt terrænniveau er etableret, da vil det medføre betydelige ekstraomkostninger.

3.7.13 CMC

3.7.13.1 Hovedforslag

M5 variant er, ligesom M5, en selvstændig linje og kan derfor ikke benytte Cityringens kontrol- og vedligeholdelsescenter ved Vasbygade. I stedet etableres en afgrening på M5 variant vest for stationen ved Kløverparken. Her forbindes M5 variant med et nyt kontrol- og vedligeholdelsescenter i den sydlige ende af Prøvestenen. Kontrol- og vedligeholdelsescenterets udformning og placering har samme udformning som på M5.

3.7.13.2 Prøvesten – Overdækket (Variant)

Der er derudover regnet på, hvad det ville koste, hvis CMC skulle anlægges med en overdækning til f.eks. rekreative formål eller til bygninger, jf. Figur 3.66 nedenfor. Uden mulighed for bygninger oven på vil merprisen for CMC være ca. 1,4 mia. kr. Hvis anlægget skal forberedes til at kunne bære bygninger, vil merprisen være ca. 1,8 mia. kr. oven i prisen for CMC'et. Begge anlægsoverslag er inkl. 30 pct. korrektionsreserve.

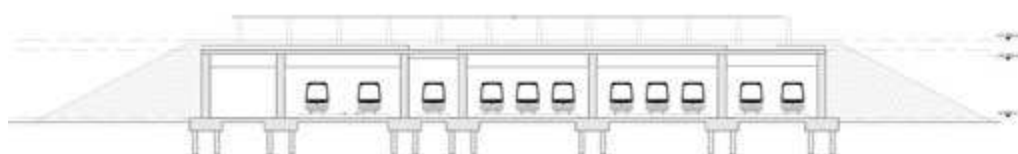
Det vil også være muligt at lave lignende overdækning til CMC på Orange Linje M5 Vest, hvor CMC er placeret på Lynetteholm.

3.7.13.3 Ved Kløvermarken – Underjordisk (Variant)

En Variant vedrørende placering af CMC under terrænniveau ved Kløverparken er undersøgt. Det skønnes, at udformningen af CMC-anlægget vil kræve markante ændringer for at tilpasse den geometri, der er til rådighed ved denne lokation. Løsningen er derfor ikke undersøgt nærmere, men kan genoptages under projektets næste fase.

Figur 3.66

Eksempel på overdækket CMC.



3.7.14 Tekniske forhold ved mulige fremtidige udvidelsesmuligheder

Ved endestationerne anlægges en slutsakkt efter stopsporet, der designes bl.a. for at muliggøre en fremtidig udvidelse af metronetværket. En fremtidig udvidelse vil på denne måde kunne forbindes til Lynetteholm metro. Slutsakke dimensioneres, så alle udvidelsesarbejder kan udføres uden væsentligt at påvirke eller afbryde drift af M5-linjen.

Slutsakke er beskrevet yderligere i afsnit 2.7.10 og 3.7.6.

3.7.15 Grænseflade med andre projekter

Opførelsen af Lynetteholm metroprojektet skal muligvis udføres i nogen grad parallelt med andre betydelige byggeprojekter, som eksempelvis Østlig Ringvej og etablering af Lynetteholm.

3.7.15.1 Østlig Ringvej

En generel beskrivelse af Østlig Ringvejprojektet og linjeføringen findes i afsnit 2.7.13.2.

Der er i forbindelse med dette udredningsarbejde forsøgt at udvikle løsninger, der minimerer grænsefladerne med Østlig Ringvej. Det er dog ikke muligt at udvikle en løsning, der tager hensyn til alle varianter af linjeføringen, men M5-linjeføringen er ikke i konflikt med Østlig Ringvej Variant 01. Når de mulige linjeføringer for både Østlig Ringvej og metroprojektet er blevet reduceret, vil yderligere koordinering mellem de to projekter kræves. Afhængigt af, hvilke linjeføringer der vælges, vil det muligvis medføre ændringer i metroprojektets design og anlægsomkostninger.

Nedenstående afsnit giver en kort opsummering af nogle af de mulige grænseflader mellem M5 og Østlig Ringvej-linjeføringerne. I projektets kommende faser vil en mere detaljeret koordinering mellem de to projekter være nødvendig.

M5 Basis- og stationsvarianter

De følgende grænseflader, som Vejdirektoratet er bekendt med, er identificeret.

Mellem stationerne ved Amagerbro og Island Brygge krydser Vest-linjeringerne for Østlig Ringvej under M5-linjeføringen. For Basis og alle varianter undtagen Amagerbro station Variant 2 passerer Østlig Ringvej linjeføringen i tilstrækkelig dybde under M5-tunnellerne. Amagerbro Variant 2-stationens placering er imidlertid meget dyb og sammenfaldende med Østlig Ringvej linjeføringen Østlig Ringvej Variant V2. Dette skal undersøges og koordineres nærmere i projektets næste fase, hvis denne kombination vælges.

Mellem Amagerbro Station og v/Prags Boulevard krydser Østlig Ringvej Variant V1 linjeføringen under metrolinjeføringen med tilstrækkelig dybde.

Stationen ved Kløverparken er placeret på det samme sted som krydset for adskillige Østlig Ringvej V4-linjeføringer, som beskrevet i afsnit 2.7.13.2. Når højbanen krydser forudsættes det, at den understøttes på konstruktionen udført i forbindelse med Østlig Ringvej. Højbanens søjler skal således placeres så vejnettet undgås. Det forudsættes, at dette kan gøres inden for standardspændvidden på 22 m. Hvis der skal udvikles unikke løsninger, kan dette medføre yderligere design- og anlægsomkostninger.

Mellem v/Prags Boulevard og CMC vil metrotunnellerne passere under Østlig Ringvej Variant 01 linjeføringens cut & cover tunneller. Det forudsættes, at Østlig Ringvej-projektet anlægges først. Det forudsættes, at metrotunnellerne passerer 2 m under bunddækket, og at støttevægge designes således, at TBM'erne sikkert kan passere dem på dette sted. Det forudsættes, at der ikke vil blive anvendt jordankre til Østlig Ringvej-tunnellerne i dette område. Basis- og omkostningsestimater er baseret på Østlig Ringvej 01-linjeføringen. Ved Variant 02 og 03 vil der kræves ændringer af M5-linjeføringen, hvilket sandsynligvis vil medføre yderligere design- og anlægsomkostninger for den tilhørende rampekonstruktion og CMC-layout. Dette vil blive undersøgt nærmere under projektets næste faser.

M5 højbanen vil krydse Østlig Ringvej-linjeføringen nord for Refshaleøen mellem v/Refshaleøen og v/Lynetteholm Syd. Det forudsættes, at hvor højbanen krydser Østlig Ringvej-linjeføringen, vil den understøttes på konstruktionen udført i forbindelse med Østlig Ringvej. Placering af højbanens søjler skal koordineres med Østlig Ringvej. Det forudsættes, at dette ikke kræver spændvidder længere end standarden på 22 m.

Mellem v/Lynetteholm Nord og Østerport vil M5-tunnellerne passere ca. 8 m under Østlig Ringvej for de løsninger, hvor Østlig Ringvej-linjeføringen planlægges at være udført som cut & cover-tunnel. For den del af Østlig Ringvej-linjeføringen, der foreslås som boret tunnel, er linjeføringerne imidlertid sammenfaldende med M5. Det vurderes muligt at justere begge linjeføringer for at undgå dette. Udredningen er baseret på den linjeføring for Østlig Ringvej, der blev udviklet i forhold til den tidligere udformning af Lynetteholm. Hvis linjeføringen for Østlig Ringvej ændres til at være placeret på Lynetteholm, er det muligvis nødvendigt at ændre M5-linjeføringen. Det kan eventuelt resultere i, at v/Lynetteholm Nord stationen flyttes, så der er tilstrækkelig afstand til, at M5-linjeføringen bringes under Østlig Ringvej. Alternativt kan v/Lynetteholm Nord ændres til en undergrundsstation, hvilket vil medføre ekstra anlægsomkostninger. Dette skal studeres yderligere i den næste fase og koordineres med udviklingen for Østlig Ringvej.

M5 Variant

Grænsefladerne mellem M5 Variant og Østlig Ringvej er de samme som for M5 Basis med følgende undtagelser:

Mellem stationen ved Refshaleøen og v/Lynetteholm Syd passerer M5-tunnellerne under Østlig Ringvej-tunnellerne. For at opnå dette er v/Lynetteholm Syd flyttet mod nord, så der er tilstrækkelig afstand til at M5-linjeføringen bringes under Østlig Ringvej. Alternativt kan stationen ændres til en dyb undergrundsstation, hvilket dog vil medføre ekstra anlægsomkostninger.

3.7.15.2 Lynetteholm

Grænsefladen med projektet vedrørende etablering af Lynetteholm og forudsætningerne, der ligger til grund for skitseprojekteringen, er de samme som beskrevet for M4 i afsnit 2.7.13.3. Derudover forudsættes det, at udformningen af Lynetteholm tilpasses således, at skakten beskrevet i afsnit 3.7.6 kan anlægges.

3.7.16 Arbejdspladser

3.7.16.1 Generelt om arbejdspladser

Der henvises til afsnit 2.7.14.1 for en generel beskrivelse af arbejdsområder og trafikstyring.

Der er i forbindelse med udredningen gennemgået mulige placeringer for arbejdspladser, der kræves for at gennemføre anlægsarbejdet. Der har her været fokus på at udvikle løsninger, som minimerer trafik igennem Indre By. Dette er eksempelvis opnået ved at foreslå arbejdspladser, hvorfra tunnelboringen startes, udenfor byens centrum. Der vil dog stadig være behov for konstruktionstrafik til arbejdspladser for stationer og skakte foreslået i byen for at levere materialer, fjerne udgravet materiale, daglig transport for personale osv.

3.7.16.2 TBM-arbejdspladser

Der henvises til afsnit 2.7.14.2 for en generel beskrivelse af arbejdsområder og trafikstyring.

M5 Hovedforslag

Der er to tunnelsektioner for M5 hovedforslaget fra CMC til Københavns Hovedbanegård og fra Lynetteholm til Østerport som beskrevet i afsnit 3.7.9.

To mulige TBM-arbejdspladser er blevet evalueret for anlæg af tunnellerne fra CMC til Københavns Hovedbanegård, herunder:

- Ved havnen mellem Islands Brygge og Hovedbanegården
- Ved Prøvestenen.

Evalueringen tog højde for faktorer som eksempelvis operationel strategi for TBM'erne, overordnet projektstrategi, anlægsomkostninger og vigtigst af alt påvirkningen for byen fra både trafik til og fra arbejdsstedet samt det område, arbejdspladsen optager under anlægsperioden.

Placeringen på Islands Brygge giver mulighed for at fjerne jord ved brug af pram, men der vil stadig være betydeligt ekstra trafik i lokalområdet fra anlægsarbejdet. TBM-arbejdspladsen vil optage et stort område af havnefronten, som vil medføre en negativ indvirkning områdets regelmæssige brugere. Her skal også anlægges en skakt, der i dette tilfælde skal være væsentligt større for at fungere som portal når TBM-boringen igangsættes, og TBM'erne serviceres. Anlægsudgifterne og CO₂-udledning fra byggeprocesserne vil øges som resultat af dette.

Området ved Prøvestenen er i øjeblikket et industriområde. TBM'erne vil kunne igangsættes og serviceres fra rampen, der forbinder tunnellerne til CMC. Denne løsning er kendt fra udførelsen af M3. Materiale udgravet fra tunnelboringen kan fjernes ved brug af pram, hvis nødvendigt. Placering af TBM-arbejdspladsen her vil reducere trafikken omkring Indre By.

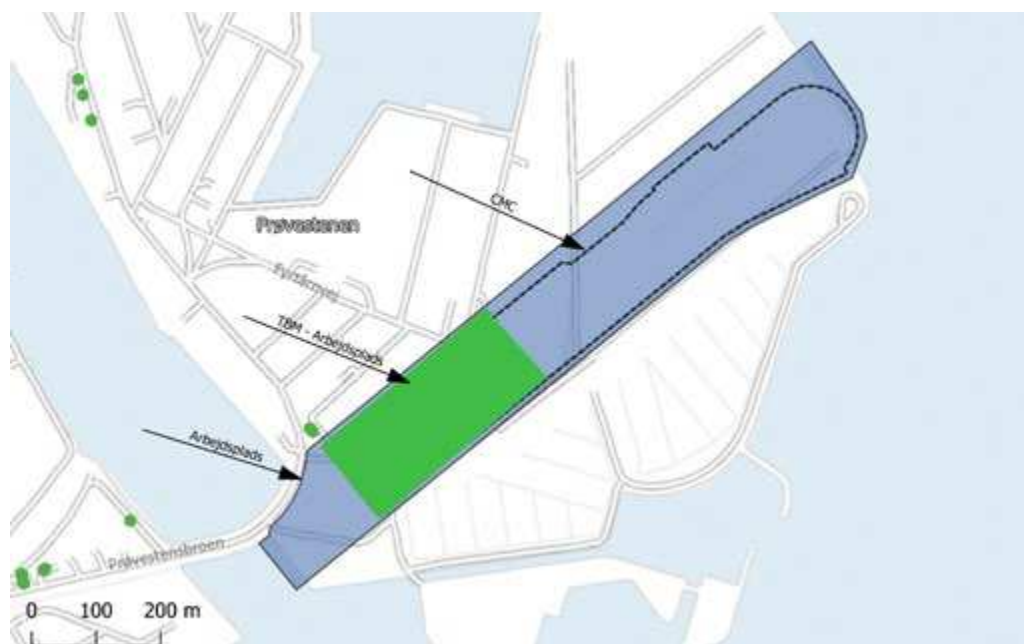
Under hensyntagen til ovenstående skønnes TBM-arbejdspladsen ved Prøvestenen at være mest hensigtsmæssig. Arbejdspladsen vil optage en del af CMC-området, der kan anlægges endeligt efter færdiggørelse af tunnellerne. Denne løsning er kendt fra M3 og er skitseret på Figur 3.67. Dette vil dog kun være muligt, hvis en detaljeret gennemgang af konstruktionsplanen bekræfter, at dette er muligt. Hvis det beslutes, at overdække CMC ved Prøvestenen, er det mindre sandsynligt, at der vil være tilstrækkelig tid til at konstruere CMC, når tunnellerne er færdige. Det bør derfor overvejes at placere TBM-arbejdspladsen udenfor området, der planlægges til CMC. Dette skal undersøges nærmere i projektets næste fase.

For tunnelsektionen fra Lynetteholm til Østerport er TBM-arbejdspladsen placeret på Lynetteholm, da der ikke er tilstrækkeligt med plads ved Østerport. Det reducerer også trafikken i Indre By og gør det muligt at anvende udgravet materiale på Lynetteholm. Arbejdspladsen placeres ved rampekonstruktionen, svarende til TBM-arbejdspladsen ved Nordhavn Station for den første del af M4. En mulig opbygning af arbejdspladsen er vist på Figur 3.68. Arbejdspladsen skal koordineres med udviklingen og udformningen af Lynetteholm igennem projektets næste fase.

Arbejdspladsens udformning til TBM-arbejdspladsen på Lynetteholm er skitseret yderligere på tegning LYN-ARUP-STA=Øen-PLA-DWG-000002 i det tekniske tegningsbilag.

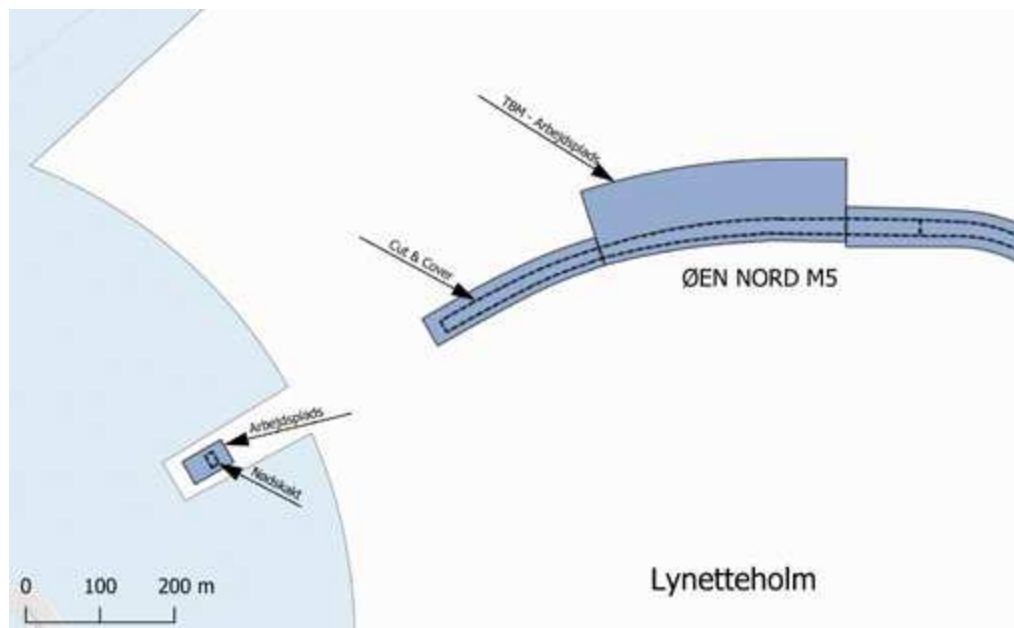
Figur 3.67

TBM-arbejdsplads ved Prøvesten.



Figur 3.68

TBM-arbejdsplads ved Lynetteholm.



M5 Variant

TBM-arbejdspladser foreslås ligesom M5 Hovedforslag til anlæg af tunnelsektioner, der også matcher M5 Hovedforslag. M5 Variant har en yderligere boret tunnelsektion syd for v/Lynetteholm Syd til afgreningen ved Prags Boulevard. TBM-arbejdspladsen for denne del af tunnelen er blevet evalueret med følgende placering:

- Syd for Lynetteholm
- Refshaleøen
- Øst for Magretheholm.

Kriterierne anvendt i evalueringen er som beskrevet for M5 hovedforslaget. Sammenlignet med de andre muligheder vil en TBM-arbejdsplads på Lynetteholm medføre mindst trafikale indflydelse omkring Indre By, da udgravet materiale kan afsættes direkte på Lynetteholm.

En TBM-arbejdsplads på Refshaleøen eller øst for Margretheholmen vil sandsynligvis kræve større konstruktioner end dem, der er nødvendige for at sikre drift af metroen. Dette vil altså øge anlægsudgifterne og CO₂-udledning fra byggeprocesserne.

Det vurderes derfor mest hensigtsmæssigt at placere TBM-arbejdspladsen på Lynetteholm sydvest for stationen v/Lynetteholm Syd. En mulig opbygning af arbejdspladsen er vist på Figur 3.69.

Arbejdspladsens placering og udformning skal koordineres nærmere med udviklingen af Lynetteholm i projektets næste faser.

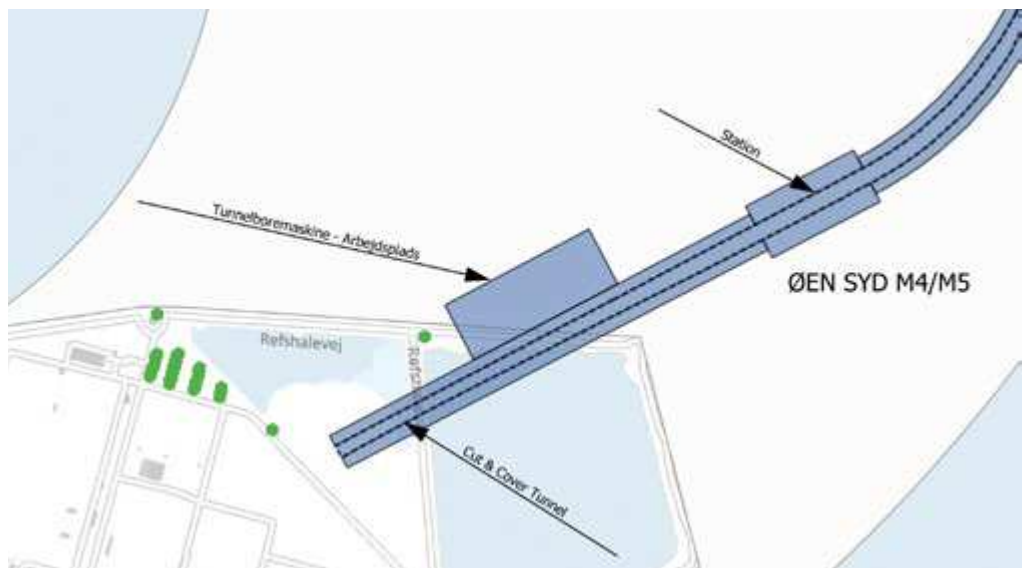
Arbejdspladsens udformning til TBM-arbejdspladsen på Lynetteholm er skitseret yderligere på tegning LYN-ARUP-STA=Øes-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

3.7.16.3 Elementfabrik

Der henvises til afsnit 2.7.14.3 for en generel beskrivelse af mulig arbejdsplads og trafikstyring under anlægsfasen. Placeringen er skitseret på Figur 3.69 og på tegning LYN-ARUP-STA=Øes-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Figur 3.69

Mulig placering af TBM-arbejdsplads for M5 variant.


Figur 3.70

Mulig placering af arbejdsplads så skakten ved Vester Søgade kan anlægges.



3.7.16.4 Skakt ved Vester Søgade

En mulig arbejdsplads er skitseret på Figur 3.70, hvor arbejdspladsens udformning og afgrænsning kan ses. Det forventes at arbejdspladsen har samme udformning både for linjeføringens hovedforslag og variant hvor linjeføringen fortsættes til Forum.

Arbejdspladsens udformning kan også findes på tegning LYN-ARUP-GEN=Gen-PLA-DWG-000008 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Anlæg af skakten giver ikke anledning til bekymring for trafikafviklingen i lokal området, men Vester Søgade skal dog lukkes midlertidigt for biltrafik. Under anlægsperioden vil fortovet og cykelstien vest for udgravningen muligvis kunne holdes åbent. Den skitserede arbejdsplads optager også en del af parkeringspladsen for det nærliggende hotel.

Figur 3.71

Mulig arbejdsplads ved
Københavns Hovedbanegård
(Hovedforslag).



3.7.16.5 Københavns Hovedbanegård (Hovedforslag)

En mulig arbejdsplads vedrørende anlæg af station og transversalkammer er skitseret på Figur 3.71, der viser arbejdspladsen opbygningen og afgrænsningen. Det vil være muligt at etablere en separat arbejdsplads i den østlige ende af Halmtorvet.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-STA=Kh-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsen strækker sig ind i over en del af Hovedbanegårdens eksisterende bygniger og kræver, at en mindre del af bygningen nedrives og rekonstrueres.

Arbejdspladsen skal etapedeles for at give adgang til fodgængere mellem M3/M4-metrostationen og Hovedbanegården i terrænniveau fra en ny midlertidig trappe ved M3/M4-stationen.

Arbejdspladsen er meget tæt på eksisterende bygningsfacader. Adgang til disse bygninger og brandsikkerhed skal gennemgås mere detaljeret i projektets næste fase.

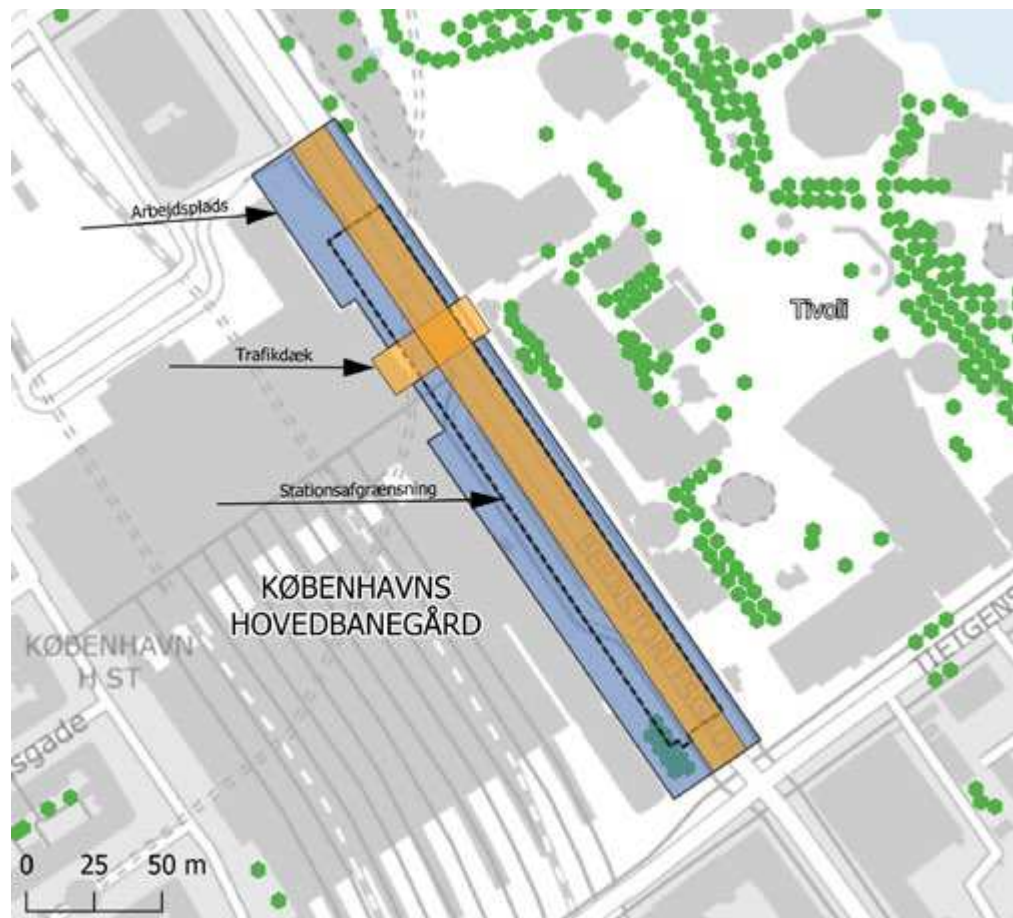
Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads kræver at Reventlowsgade og et lille afsnit af den tilstødende Istedgade lukkes af midlertidigt under anlægsfasen. Dette vil have indflydelse på den lokale trafik, der skal gennemgås mere detaljeret i projektets næste fase.

Rampen tilegnet fodgængere og cyklister fra Tietgensbro vil være lukket i anlægsperioden.

Figur 3.72

Mulig arbejdsplads ved Københavns Hovedbanegård (Variant).



3.7.16.6 Københavns Hovedbanegård (Variant)

En mulig arbejdsplads til anlæg af stationen og transversalskakten er skitseret på Figur 3.72, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-STA=Kh-PLA-DWG-000002 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsen er meget tæt på bygningsfacaden for Hovedbanegården og Tivoli. Adgang og udgang (inklusive nødudgang) til og fra disse bygninger og brandsikkerhed skal gennemgås mere detaljeret i projektets næste fase.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads optager det meste af Bernstorffsgade. Det foreslås, at der installeres et midlertidigt trafikdæk over udgravningen, så trafikken kan opretholdes i begge retninger under anlægsperioden. Midlertidig lukning af vejen kan være påkrævet under anlægsfasen, hvilket bør undersøges med etapedeling for at minimere trafikpåvirkningen. Yderligere detaljeret analyse skal gennemføres i projektets næste fase for nærmere at bestemme påvirkning af trafikken og andre løsningsmuligheder.

Adgang for fodgængere over Bernstorffsgade mellem Hovedbanegården og Tivoli kan også opretholdes med et midlertidigt trafikdæk over udgravningen.

Busterminalen og taxaholdepladsen kan muligvis flyttes midlertidigt for en del af eller hele anlægsperioden.

Figur 3.73

Mulig arbejdsplads til anlæg af skakt ved havnen.



3.7.16.7 Skakt ved havnen

En mulig arbejdsplads for at anlægge skakten ved havnen er skitseret på Figur 3.73, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Gen-PLA-DWG-000007 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads påvirker ikke veje eller cykelstier.

3.7.16.8 Islands Brygge (Hovedforslag)

En mulig arbejdsplads for at anlægge stationen er skitseret på Figur 3.74, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Isb-PLA-DWG-000002 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsen er meget tæt på en eksisterende bygningsfacade. Adgang til denne bygning og brandsikkerhed skal gennemgås mere detaljeret i projektets næste fase.

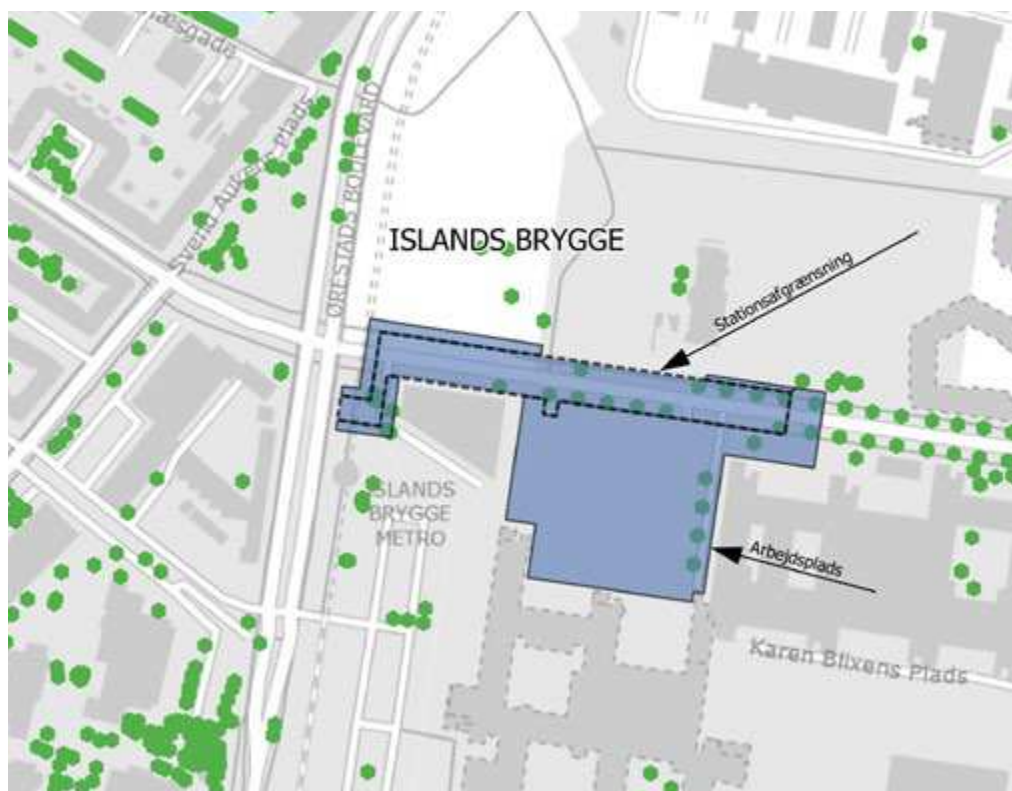
Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads optager det meste af Njalsgade. Det forudsættes i øjeblikket, at Njalsgade er lukket midlertidigt under anlægsperioden. Om nødvendigt vil det være muligt at etablere et midlertidigt trafikdæk for at opretholde trafikken som foreslået i løsningen for Københavns Hovedbanegård variant. Dette vil dog medføre ekstra anlægsomkostninger.

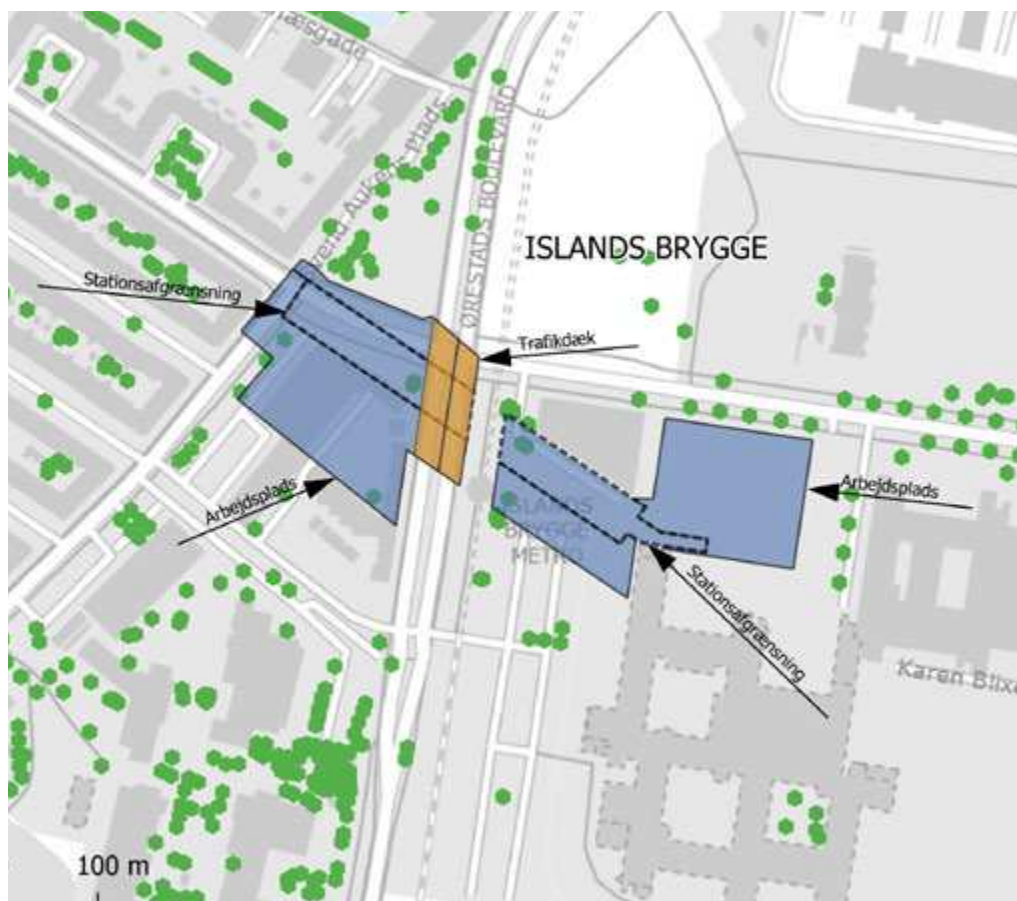
Adgang til parkeringsplads i kælder ved Njalsgade forudsættes at være lukket midlertidigt under anlægsperioden. Dette kan undersøges nærmere i projektets næste fase.

Figur 3.74

Mulig arbejdsplads ved Islands Brygge.

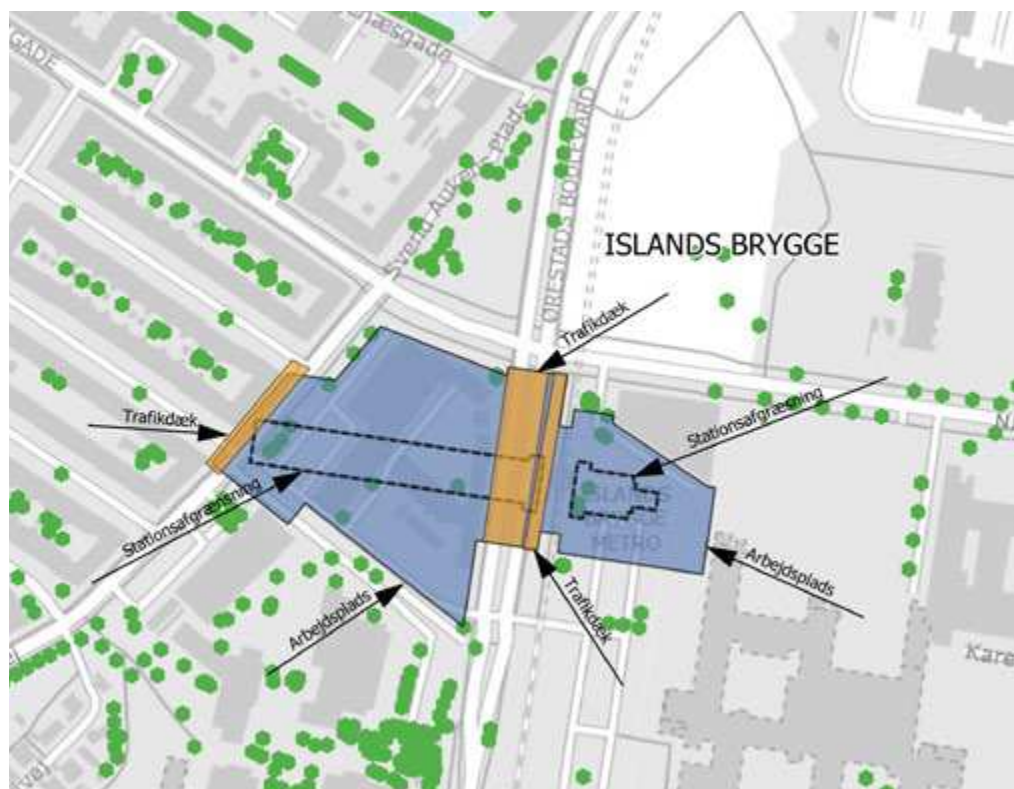

Figur 3.75

Mulig Arbejdsplads ved Islands Brygge.



Figur 3.76

Mulig arbejdsplads ved Islands Brygge (Det noteres at arbejdspladsens udformning ændres så cykelstien bevares).



3.7.16.9 Islands Brygge (Variant 1)

En mulig arbejdsplads for at anlægge stationen og transversalskakten er skitseret på Figur 3.75, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Isb-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsen er meget tæt på en eksisterende bygningsfacade. Adgang til denne bygning og brandsikkerhed skal gennemgås mere detaljeret i projektets næste fase.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads krydser Ørestads Boulevard og optager en del af Njalsgade og Artillerivej. Det forudsættes, at byggearbejderne etapeledes, og trafikstyring implementeres således at bil- og cykeltrafik på Ørestads Boulevard bevares. Ydermere forudsættes det at en midlertidig vejforbindelse til Njalsgade etableres under anlægsperioden.

Der er mulighed for en midlertidig vejforbindelse mellem Artillerivej og Ørestads Boulevard kan etableres Syd for arbejdspladsen.

3.7.16.10 Islands Brygge (Variant 2)

En mulig arbejdsplads for at anlægge stationen og transversalskakten er skitseret på Figur 3.76 der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Isb-PLA-DWG-000003 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsen er meget tæt på en eksisterende bygningsfacade. Adgang til denne bygning og brandsikkerhed skal gennemgås mere detaljeret i projektets næste fase.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads krydser Ørestads Boulevard og Artillerivej. Det forudsættes, at byggearbejderne etapedeles, og trafikstyring implementeres, således at bil- og cykeltrafik på Ørestads Boulevard bevares. Dette vil muligvis kræve, at en midlertidig vejforbindelse mellem Artillerivej og Ørestads Boulevard etableres under anlægsperioden.

Det skal bekræftes i projektets næste fase, om det er muligt at bevare cykelstien ved HF Faste Batteri, hvilket skønnes at være muligt.

3.7.16.11 Amagerbro (Hovedforslag)

En mulig arbejdsplads for at anlægge stationen er skitseret på Figur 3.77, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Amb-PLA-DWG-000002 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsen er meget tæt på en eksisterende bygningsfacade. Adgang til denne bygning og brandsikkerhed skal gennemgås mere detaljeret i projektets næste fase.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen kræver, at Brysselgade og en del af Frankrigshusene og Reberbanegade lukkes af midlertidigt under anlægsperioden. Arbejdspladsen, der kræves ved anlæg af transfertunnellen, gør det nødvendigt, at Reberbanegade mellem Tovværkgade og Brysselgade lukkes midlertidigt. Denne lukning vil dog være i en kortere periode, sammenlignet med hvad der kræves for anlæg af stationen.

Det antages, at adgang til parkeringsfaciliteterne ved Amager Centret påvirkes, hvilket undersøges nærmere i projektets næste fase.

Figur 3.77

Mulig arbejdsplads ved Amagerbro.



Figur 3.78

Mulig arbejdsplads
ved Amagerbro.



3.7.16.12 Amagerbro (Variant 1)

En mulig arbejdsplads for at anlægge stationen er skitseret på Figur 3.78, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Amb-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsen optager en del af området, hvor Amager Centret på nuværende tidspunkt er beliggende. Det forudsættes, at eksisterende bygningsværker nedrives, inden metrobyggeriet igangsættes.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen for stationen påvirker ingen veje. Arbejdspladsen for transfertunnellen kræver midlertidig lukning af en lille del af Reberbanegade.

3.7.16.13 Amagerbro (Variant 2)

En mulig arbejdsplads for at anlægge stationen er skitseret på Figur 3.79, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Amb-PLA-DWG-000003 i det tekniske tegningsbilag.

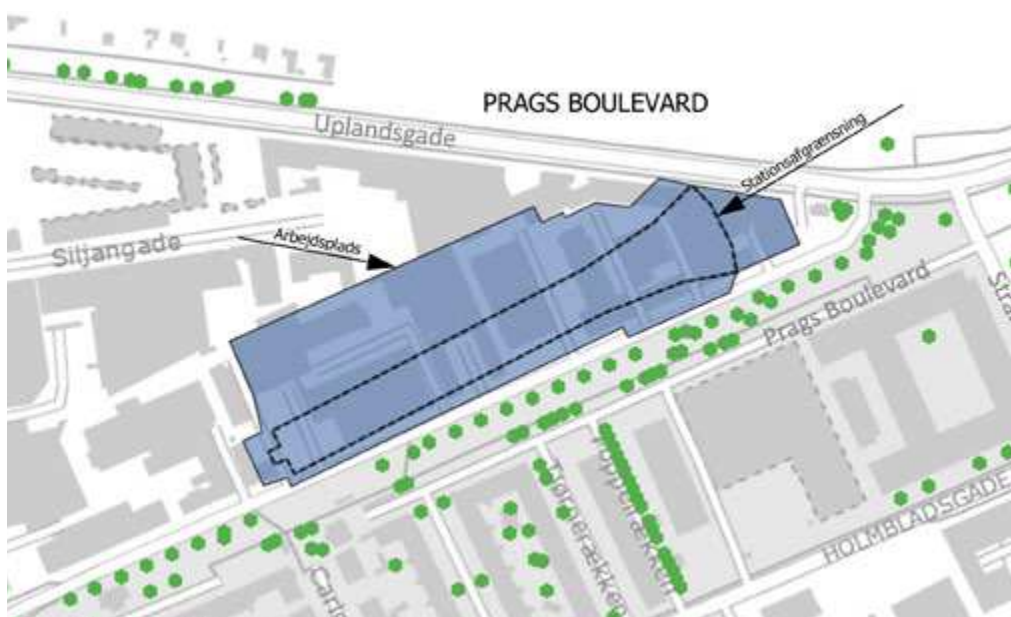
Arbejdspladsen er hovedsageligt beliggende i Blekingegade og Skånegade. Der kan også etableres separate arbejdspladser i Nordlandsgade og i Skånegade på den anden side af Holmbladsgade. De separate arbejdspladser kunne eventuelt anvendes til kontorer og opbevaring.

Figur 3.79

Mulig arbejdsplads ved Amagerbro.


Figur 3.80

Mulig arbejdsplads v/Prags Boulevard.



Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen strækker sig over et område Amagerbrogade, hvilket kræver trafikstyring under anlægsperioden. Begge vognbaner vil dog kunne forblive åbne i størstedelen af anlægsperioden.

Lukning af Blekingegade, Nordlandsgade og Skånegade vil sandsynligvis ikke påvirke trafikken, men vil reducere bilparkeringsafstanden og mulighederne lokalt. Fodgængerforbindelserne fra metrostationen og Amager Centret fra Holmbladsgade og Amagerbrogade skal undersøges nærmere i projektets næste fase.

3.7.16.14 V/Prags Boulevard

En mulig arbejdsplads for at anlægge stationen, transversalkammer og afgreningskammer er skitseret på Figur 3.80, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Figur 3.81

Mulig arbejdsplads Østerport.



Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Prg-PLA-DWG-000001 i det tekniske appendiks.

Arbejdspladsen er placeret nord for Prags Boulevard, hvor det forudsættes, at eksisterende bygninger nedrives, inden metrobyggeriet igangsættes.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads vil ikke direkte påvirke de omkringlæggende veje og cykelstier.

3.7.16.15 Østerport

En mulig arbejdsplads for at anlægge stationen er skitseret på Figur 3.81, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=kk-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

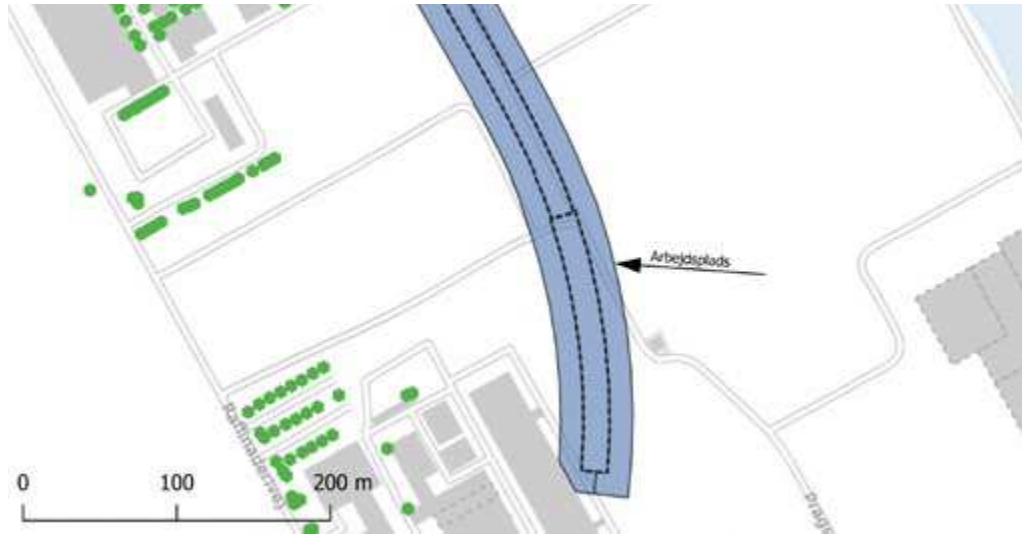
Arbejdspladsen er meget tæt på en eksisterende bygningsfacade. Adgang til denne bygning og brandsikkerhed skal gennemgås mere detaljeret i projektets næste fase.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads optager alle af Østbanegade. Østbanegade skal lukket midlertidigt under anlægsperioden.

Figur 3.82

Mulig arbejdsplads til anlæg af rampekonstruktion ved Kløverparken.



3.7.16.16 Rampe ved Kløverparken

En mulig arbejdsplads for at anlægge rampen er skitseret på Figur 3.82, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-SHA=Gen-PLA-DWG-000012 i det tekniske appendiks.

Arbejdspladsen er placeret i et ubebygget område.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads vil ikke direkte påvirke de omkringliggende veje og cykelstier.

3.7.16.17 V/Kløverparken til Lynetteholm

Arbejdspladsen fra stationen v/Kløverparken til v/Lynetteholm Nord er som beskrevet for M4 i afsnit 2.9.14.

3.7.16.18 CMC Arbejdsplads på Prøvestenen (Hovedforslag)

En mulig skitsering af arbejdsplads, som er nødvendigt for anlæg af CMC er vist i Figur 3.83.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Gen-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den potentielle arbejdsplads vil kræve mindre omlægninger af visse veje på Prøvestenen. Dette vil kræve yderligere analyse i den næste fase, når det endelige design af et CMC er blevet fastlagt.

3.7.16.19 CMC Arbejdsplads på Prøvestenen (Variant)

Et muligt layout for arbejdspladsen, der kræves for at anlægge overdækket CMC, er vist på Figur 3.84. Figuren giver en indikation af anlægsarbejdet og arbejdspladsens afgrænsning.

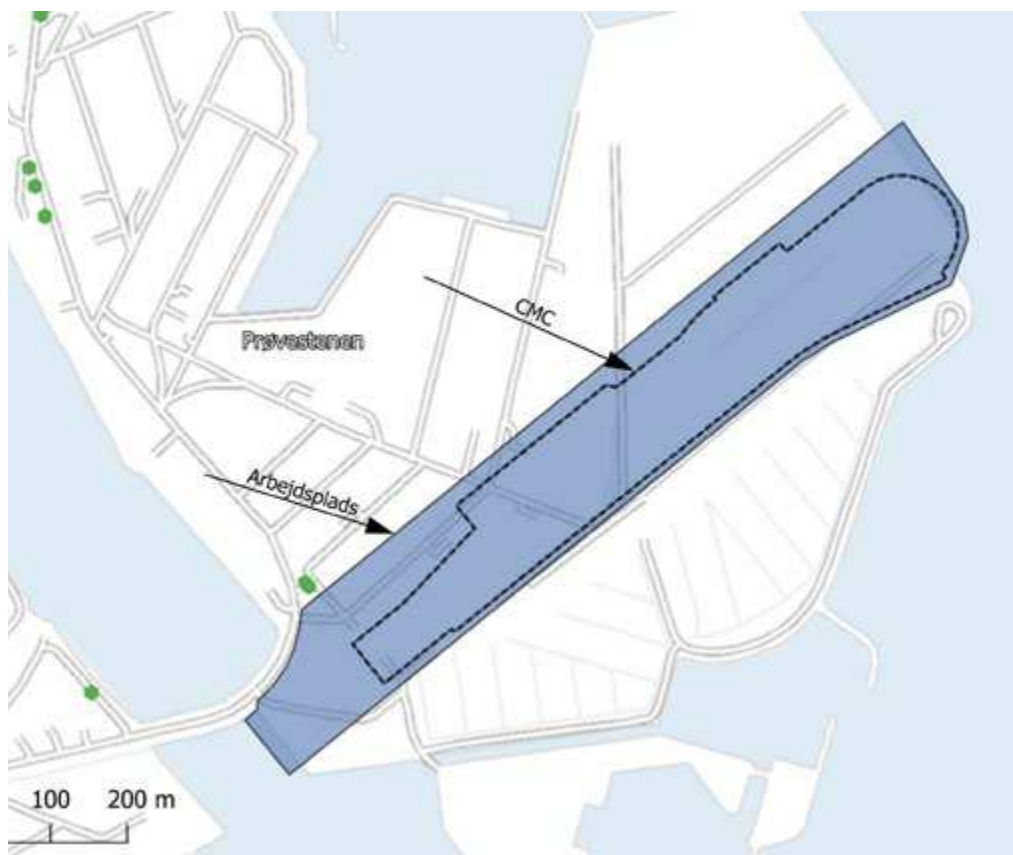
Arbejdspladsens layout kan også findes på tegningsref: LYN-ARUP-GEN = Gen-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads vil kræve planlægning af alternative ruter for det eksisterende vejnetværk på Prøvestenen. Dette skal undersøges yderligere i projektets næste fase, når det endelige layout for CMC-anlægget er fastlagt.

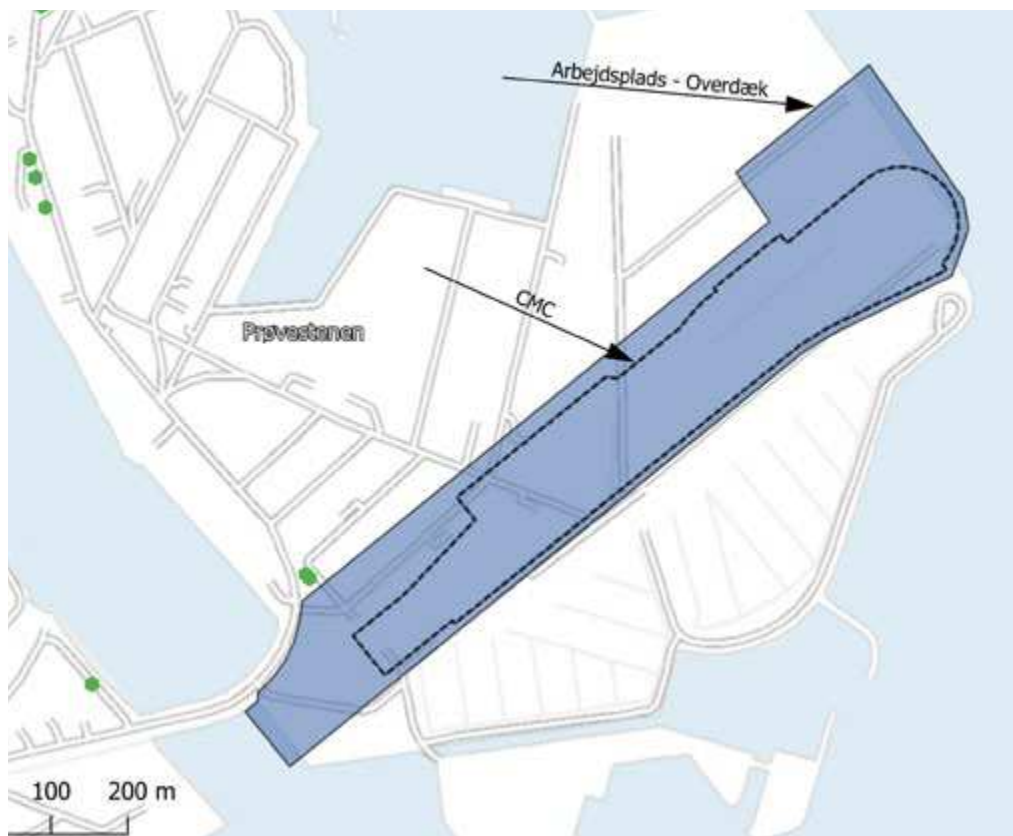
Figur 3.83

CMC (Hovedforslag) på
Prøvestenen.



Figur 3.84

CMC (Variant) på
Prøvestenen.



3.7.16.20 Skakt ved Østre Anlæg

En mulig arbejdsplads for at anlægge skakten ved Østre Anlæg er skitseret på Figur 3.85, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-SHA=Gen-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

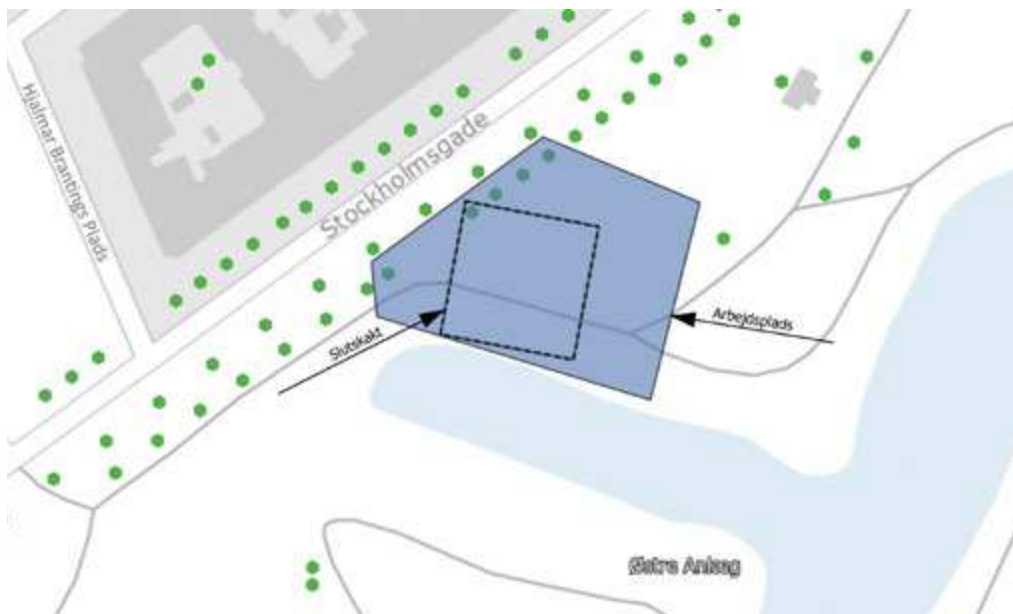
Den foreslåede arbejdsplads påvirker ikke veje eller cykelstier.

3.7.16.21 Skakt på Langelinie

En mulig arbejdsplads for at anlægge skakten på Langelinie er skitseret på Figur 3.86, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Figur 3.85

Mulig arbejdsplads til anlæg af slutskakt ved Østre Anlæg.



Figur 3.86

Mulig arbejdsplads til anlæg af slutskakt på Langelinie.



Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-SHA=Gen-PLA-DWG-000003 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads påvirker ikke veje eller cykelstier.

3.7.17 Mekaniske og elektriske installationer

De mekaniske og elektriske installationer forudsættes at være som beskrevet for M4 i afsnit 2.7.15.

3.7.18 Baneteknik

3.7.18.1 Normgrundlag M5 Vest

M5 variant benytter samme normgrundlag som Cityringen, der er baseret på bl.a. BOStrab og underliggende VDV-normer samt EN og andre standarder (f.eks. NFPA 130), som blandt andet krævsætter hastighed, linjeføring samt sikkerhedsafstande (f.eks. til nærmeste station/nødsakt). For M5 Vest linjer gælder desuden:

- Maksimalhastigheden er 100 km/t, og der tillades op til 140 mm overhøjdeunderskud i normale situationer samt op til 6 % vertikale gradienter
- Sporskifterne til transversaler indlægges på retlinede strækninger både i horisontal og vertikal retning
- Stationerne anlægges vandrette og sporet er ret 10 meter før og efter perronerne
- Længste afstand mellem nødudgange forventes at være mellem 1000-1300 m afhængigt af den konkrete redningstid.

3.7.19 Sporanlæg M5 Variant

Sporanlægget på metrolinje M5 Variant vil bestå af ca. 16 km dobbeltspor, der anlægges fra Østerport Station til København H. Sporanlægget vil som udgangspunkt bestå af de samme typer eller tilsvarende komponenter, som er anvendt til Cityringen.

Der vil efter København H blive etableret en sikkerhedszone inkl. bufferstop.

Sporene som anlægges i tunnel, vil blive udført som slab track.

Skinnerne vil blive fastgjort med fastgørelsessystem svarende til Vossloh og med svejsede skinner af typen 54E1 (tidligere benævnt UIC54).

Der sikres afvanding ved at udstøbe mellem svelleblokke med fald til afløb, der har forbindelse til det centrale afvandingssystem beliggende i den nedre del af konstruktionen.

Sporanlægget på den åbne rampe og i åbent terræn udføres efter Metroselskabets anvisninger som slab track.

Alle sporskifter vil være standard sporskifter. Sporskifter som er placeret på ramper eller åbent terræn forsynes med sporskiftevarme.

Imellem Kløverparken station og Prags Boulevard Station vil der være afgreningssporskifter, som leder metrolinjen ud til CMC området på Prøvesten. Disse spor udføres som ballasteret spor.

Ved alle indkørsel til tunnelportaler vil der skulle anvendes beskyttelsesskinner.

3.7.20 Større tog

Teknologien og omkostningerne ved tunnelboring har udviklet sig siden de første metrolinjer blev anlagt i København.

Metroselskabet har derfor, i forbindelse med forundersøgelsen af M5, analyseret anlægsomkostningerne ved at anvende større tog end dem, der anvendes på M1/M2/M3 og M4. Større tog vil forøge kapaciteten og skabe mulighed for bedre komfort, men vil også medføre en større tunneldiameter og dermed større omkostninger.

3.7.20.1 Standard tog - påvirkning af arbejdet

Et bredere, højere og længere tog end de tog, der servicerer M1/M2/M3/M4 vil, hvis det skal implementeres, derfor kræve en ændring i størrelsen på stationerne, sluskskaktene og tunnellerne. Det bemærkes, at de specifikke ændringer, der kræves, skal gennemgås på et mere detaljeret niveau, når den ønskede togstørrelse er defineret. Generelle ændringer for anlægsarbejdet vurderes at omfatte:

- Perronlængde forlænget med 6,5 m til 50,9 m
- Højde fra 'intermediate niveau' til bunddækket øges med 250 mm, idet bundpladen sænkes med 250 mm
- Den indre diameter for borede tunneller øges med 620 mm til 5520 mm.

På de følgende placeringer betyder lokalområdets begrænsninger, at en enkel forlængelse af stationen ikke er mulig:

- Forum
- Hovedforslag Station ved Københavns Hovedbanegård
- Østerport.

3.7.20.1.1 Alternativ løsningsmulighed ved Forum

Ved Forum er de yderligere 6,5 m længde på perronen opnået på følgende vis:

- Elevatorskakt flyttes 1,65 m mod den nordlige ende af stationen. Dette opretholder en afstand på 4,6 m fra elevatorskaktens forside til modullinie A, hvilket er standard
- Nødtrappen flyttes 4,85 m mod den sydlige ende af stationen. Dette resulterer i, at det tilstødende transversalkammer også flyttes 4,85 m. Dette resulterer imidlertid i, at transversalen er endnu tættere på den eksisterende kirke, hvilket skal gennemgås i projektets næste fase
- Stationens bunddæk sænkes med 250 mm.

3.7.20.1.2 Alternativ løsningsmulighed ved Københavns Hovedbanegård hovedforslag

Den foreslåede 6,5 m udvidelse af perronen kan opnås indenfor det eksisterende layout af stationen. Det vil resultere i et kompakt tunnel-ventilationsrum i den sydlige ende på concourse-niveauet og en reduceret adskillelse mellem perron- og concourse-niveau på 6,085 m. Dette vil påvirke tunnelventilationen, hvilket skal gennemgås mere detaljeret i projektets næste fase.

Udvidelsen af perronen mod transversalen kan medføre yderligere operationelle begrænsninger med hensyn til hastighed gennem transversalen.

Banens og perronernes niveauer skal hæves med 250 mm.

3.7.20.2 Alternativ løsningsmulighed ved Østerport hovedforslag

For at imødekomme større tog og udvidelsen af perronen på 6,5 m skal stationens samlede længde være 6,5 m længere. Der er tilstrækkelig plads i lokalområdet til at rumme denne forlængelse.

Stationens bunddæk sænkes med 250 mm.

3.7.20.3 Omkostningsoverslag

På grund af forøgelsen af stationernes og tunnellers størrelse vurderes anlægsomkostningerne, inklusiv korrektionresevre, at skulle øges i størrelsesordenen 600.000.000 kr. sammenlignet med hovedforslag.

3.8 Øvrige forhold

3.8.1 Arkæologi

Der henvises til afsnit 2.8.1 for en generel beskrivelse af arkæologien og de processer, der er udført i forbindelse med udredningen. En nærmere beskrivelse af forundersøgelsens resultater findes i tekniske bilag 5.

En beskrivelse af de forhold, der specifikt relaterer til M5 er sammenfattet i de følgende afsnit. Ud fra beskrivelser og estimater er de arkæologisk mest interessante områder:

København H:

Levn fra befæstning, bebyggelse og stenalderboplads. Specielt nævnes mulige levn fra de svenske angreb på København i 1658.

Islands Brygge:

Vrag og levn af vandtekniske anlæg, bolværker, inddæmningsanlæg, militære anlæg og stenalderbopladser.

Strækningen v/Kløverparken-v/Refshaleøen:

Vrag og levn fra militære anlæg (bl.a. Strickers Batteri) og stenalder.

Østerport:

Levn fra bastion i befæstning og stenalder.

Af hensyn til eksisterende kulturminde peger Københavns Museum bl.a. på følgende mulige konflikter:

Strækningen v/Kløverparken-v/Refshaleøen:

Højbanen ligger på en strækning inden for beskyttelseszonen for Christianshavns Vold. Zonen skal bl.a. sikre indsyn til fortidsmindet.

v/Refshaleøen:

Det gamle B&W-skibsværft og dets bevarede industribygninger er udpeget som et af 25 nationale industriminder. Der er en mulig konflikt med højbanen inkl. station.

3.8.2 Arealer og rettigheder

Beskrivelsen for M4 i afsnit 2.8.2 gælder også for M5. Specifikt for M5 skal det bemærkes, at et antal ejendomme med erhverv skal overtages for at kunne sikre anlægsarbejdet ved v/Prags Boulevard station.

3.8.3 Ledningsomlægninger

Eksisterende ledningsanlæg vil blive påvirket ved alle stationer, transversalkamre, skakte, cut & cover-tunneller og højbaner. En mere detaljeret beskrivelse af dette findes i afsnit 2.8.3.

De betydelige eksisterende ledningsføringer identificeret og beskrevet i afsnit 2.8.3. for M4 gælder også for M5. Ud over dem skal der for M5 også tages højde for en stor spildevandsledning i Reventlowsgade og et stort fjernvarmekammer og fjernvarmerør ved Forum.

Tegningsmateriale vedrørende eksisterende ledningsføring, der på nuværende tidspunkt er til rådighed, er inkluderet i tekniske tegningsbilag. Arbejdet, som skal udføres i forbindelse med eksisterende ledningsføring, er beskrevet i et notat, der er inkluderet i tekniske bilag 6.

Det forudsættes, at stationen ved Prags Boulevard placeres nord for vejen. Hvis stationen flyttes ind på vejen, vil den have en betydelig indvirkning på flere typer eksisterende ledningsføring, herunder store kloakerings- og fjernvarmerør.

3.8.4 Forurening

Der henvises til afsnit 2.8.4 for en beskrivelse af forurening vedrørende M5.

3.8.5 Omstigningsstationer

Forum, Østerport og København H hovedforslag ombygges til omstigningsstationer efter samme princip. Der etableres et fælles omstigningsområde på concoursniveau, således at de stationerne efter ombygning vil opleves som en station med to perroner – svarende til den integrerede Kongens Nytorv M1/M2 + M3/M4-station. Efter samme princip etableres der en fælles hovedtrappe for begge metrolinjer.

Amagerbro Variant 2 er en kavernestation med en lang rulletrappe til concoursniveau, og derfor ift. passagerflow anderledes end de øvrige stationer, men ift. omstigning minder den om stationerne nævnt ovenfor. Omstigning sker via et fælles omstigningsområde på concoursniveau, og efter samme princip etableres der en fælles hovedtrappe til M2 og M5.

På København H Variant 1, Amagerbro hovedforslag, og Amagerbro Variant 1 vil omstigningen til M3/M4 ske via en underjordisk gangtunnel, og for passagererne vil stationerne føles mere som to stationer, der er forbundet af en gangtunnel.

På Islands Brygge hovedforslag og Islands Brygge Variant 1 sker omstigning via en underjordisk gangtunnel, men da den eksisterende Islands Brygge M1 Metrostation er udført uden concoursniveau, kræver omstigning mellem M1 og M5, at passagererne går til et mellemniveau beliggende tæt på overfladen.

Islands Brygge Variant 2 er en ny type dyb undergrundsstation, hvor den nye M5-perron er placeret direkte under den eksisterende M1-perron, således at der er mulighed for omstigning mellem M1 og M5 fra perron til perron via et underjordisk mellemniveau vertikalt beliggende mellem de to perroner. Princippet for omstigning minder om omstigning mellem Metro og S-tog på den eksisterende Nørreport Station.

3.8.6 Effekter på større skiftestationer i anlægsperioden

Effekter på omstigningsstationerne er beskrevet i afsnit 3.8 under punktet anlægstekniske forhold for hver station og variant.

3.9 Økonomi

3.9.1 Forudsætninger

Hovedforslag M5 forventes ibrugtaget i 2035, og nutidsværdien er regnet over en 50-årig periode fra ibrugtagning af anlægget. Der er i ovenstående beregninger antaget en realrente på 0 pct. til og med 2034²². Derefter er realrenten antaget at være 3 pct. Alle priser er i 2020-priser. Indtægter og omkostninger er tilbagediskonteret til 2025.

3.9.2 Anlægsoverslag

3.9.2.1 Anlægsoverslag – Hovedforslag M5

Det samlede anlægsoverslag for linjeføring fremgår af Figur 3.87. Her fremgår anlægsoverslag for hovedforslag M5, samt etapedeling af denne. Anlægsomkostninger for hhv. hovedforslag M5 og etapedelinger er opgjort på baggrund af de tekniske løsninger beskrevet i afsnit 3.2 og afsnit 3.6-3.8. Etapedelingen er overordnet beskrevet i afsnit 3.1.2. Anlægsoverslaget er baseret på realiserede enhedspriser fra M3, samt kontraktpriser fra M4 Nordhavn og M4 Sydhavn såvel som sammenlignelige projekter i Europa. Anlægsoverslaget er tillagt reserver på i alt 30 % af basisoverslaget²³. Formålet med reserven er at dække uforudsete udgifter i projektet. Reserven på 30 % dækker over 10 % i Projektreserve og 20 % i Central anlægsreserve, jf. Ny Anlægsbudgettering.

Det fremgår, at ved at anlægge hovedforslag M5 i ét stræk er anlægsoverslaget på ca. 20,5 mia. kr. Ved at etapeopdeling øges anlægsomkostningerne til 20,9 mia. kr. Baggrunden er, at når anlægget etableres i etaper, er der en meromkostning som følge af at arbejdet startes og stoppes. Der gælder bl.a.:

- Ekstraomkostninger til genopbygning af bygherreorganisationen, samt behov for ny rådgiverlicitation og nyt udbud for entreprenører
- Ekstra udgifter for mistet synergi og tab af stordriftsfordele for projektering, projektledelse, byggeledelse m.m.
- Nødvendigt med yderligere infrastruktur, f.eks. stopspor, der ikke vil være behov for såfremt linjen anlægges i ét stræk.

Figur 3.87

Anlægsoverslag for linjeføring M5 inkl. etapedeling, mio. kr. ekskl. moms, 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025.

Anlægsomkostninger	Anlagt i ét stræk	Etapeopdelt			
		1. etape	2. etape	3. etape	Total
Bygge- og anlægsarbejder	9.570	5.370	1.430	2.730	9.530
Transportsystem og anlæg	3.440	2.320	610	710	3.630
Andre omkostninger	2.740	1.630	440	830	2.900
Basisoverslag	15.750	9.310	2.480	4.280	16.070
Korrektionsreserve - 30 %	4.720	2.790	740	1.280	4.820
Samlet anlægsoverslag	20.470	12.110	3.220	5.560	20.890

²² Baggrunden er markedsrenten fratrukket den forventede inflation til med 2034, er på ca. 0 pct.

²³ For en række elementer har det ikke været muligt at udrede til 30 pct. korrektionsreserve. Disse elementer er tillagt 50 pct. korrektionsreserve. Disse udgør under 5 pct. af den samlede anlægssum.

3.9.2.2 Anlægsoverslag – M5 varianter

Der er også undersøgt en løsning, hvor hele linjeføringen er i tunnel. Tunnel er en dyrere løsning, men vil frigøre areal til byudvikling eller rekreative områder. Det vil medføre en merudgift i anlægsudgifterne på 2,5 mia. kr. (inkl. 30 pct. korrektionsreserve).

Der er undersøgt mulige varianter af stationens design og placeringer, som beskrevet i afsnit 3.6. Figur 3.88 opsummerer differencen i anlægsoverslag sammenlignet med anlægsopslag for M5 hovedforslag. Anlægsoverslag inkluderer ikke ændringer i tunnellængde, sporlængde osv. Omkostninger inkluderer ikke ekspropriationsomkostninger relateret til Amager Center for variant 1. Ændringer i forsyningsudgifter er inkluderet.

Merprisen for denne forlængelse er beregnet til at ville koste ca. 2 mia. kr. inkl. 50 pct. korrektionsreserve, hvis den anlægges samtidig med etappen København H - Prags Boulevard.

Figur 3.88

Anlægsoverslag for M5 station varianter, inkl. 30 % korrektionsreserve, mio. kr., ekskl. moms, 2020-priser.

Station	Variant	Ændring i anlægsoverslag ift. hovedforslag M5
København H	Variant	180
Islands Brygge	Variant 1	20
Islands Brygge	Variant 2	150
Amagerbro	Variant 1	-80 ²⁴
Amagerbro	Variant 2	20

3.9.3 Driftsøkonomi og reinvesteringer

3.9.3.1 Direkte driftsudgifter og reinvesteringer

M5 vil blive etableret som en selvstændig linje, og driftsomkostningerne er således opgjort udelukkende for M5.

Driftsudgifterne til hovedforslag M5 omfatter bl.a. rengøring og vedligehold af den nye strækning og de nye stationer, rengøring og vedligehold af tog, ekstra stewards, strømforbrug til stationer, strømforbrug til teknisk udstyr på strækningen og strømforbrug til den øgede togkørsel, øget bemanning i kontrolrummet, øget bemanning i kundeservice, forsikringsudgifter og general øget administration hos driftsentreprenøren.

Beregningen af driftsudgifterne for hovedforslag M5, samt etaperne, er udarbejdet på baggrund af løsning beskrevet i afsnit 3.2. Udgifterne er fastsat med udgangspunkt i kontraktpriser fra M4 Nordhavn og M4 Sydhavn.

Der er antaget en realudvikling i driftsudgifterne. For driftsudgifter er antaget at stige med 60 pct. af takststigningsloftet, svarende til prisudvikling på ca. 0,3 pct. årligt.

Der forventes årlige driftsomkostninger på 190 mio. kr. i 2020-priser, ekskl. moms i 2035. Erfaringerne fra M1/M2 indikerer, at driftsomkostningerne sandsynligvis vil blive reduceret efter første udbud af driften. Det kan bl.a. forklares med den usikkerhed, der knytter sig til åbningen af en ny bane, hvor der endnu ikke foreligger erfaring med driften af systemet, og driftsomkostninger derfor vil være højere i den første driftskontrakt. Efter de første 8 år, hvor der forventes nyt udbud på driften, reduceres driftsomkostningerne derfor med ca. 10 pct.

Såfremt hovedforslag M5 etapeopdeles, vil driftsomkostninger være lavere i perioden frem til hele hovedforslag M5 er etableret. Baggrunden er at vedligehold af den nye strækning og de nye stationer er mindre, jo kortere linjen er.

Udover det løbende vedligehold, som er en del af driftsudgifterne, vil der være behov for løbende reinvesteringer, når dele af anlægget er udtjent. Det kan bl.a. være udskiftning af togsæt, rulletrapper m.m.

²⁴ Inkluderer ikke ekspropriationsomkostninger relateret til Amager Center.

3.9.3.2 Driftsindtægter

Driftsindtægterne består af to elementer: Merpåstiger²⁵ og afregningskrone (indtægt pr. rejse). I beregning af merpåstigerne tages der udgangspunkt i OTM-resultaterne beskrevet i afsnit 3.4.

I beregningen af driftsindtægterne er der taget udgangspunkt i Metroselskabets forventninger til afregningskrone frem til 2035. Efter 2035 er der forudsat samme årlige udvikling i afregningskronen som frem til 2035. Afregningskronen stiger i gennemsnit med 0,5 pct. pr. år i perioden fra 2035 til 2085.

Driftsindtægterne til Lynetteholmsmetroen er beregnet efter de principper, der i dag anvendes i indtægtsfordelingsmodellen for hovedstadsområdet. Der er således taget hensyn til bl.a. forholdet mellem solorejser og kombirejser, rejselængde i takstzoner og billetsammensætning. Det antages, at billetsammensætningen vil være den samme i beregningsårene som nu.

Der er i beregningerne regnet med en indsvingsperiode på 5 år for nye brugere af metroen. Deres indsving er antaget at være 60 % af påstigerne i første år, 75 % i andet år, 85 % i tredje år, 95 % i fjerde år og 100 % fra femte år og frem.

Der er antaget kvalitetstillæg for merpåstiger som følge af etablering af hovedforslag M5²⁶.

Der er regnet driftsindtægter både med og uden dobbeltfaktor. I hovedstadsområdet fordeles indtægterne fra den kollektive trafik mellem DSB, Movia og Metroselskabet. For hvert selskab beregnes en gennemsnitlig indtægt pr. rejse, baseret bl.a. på andel af solorejser, rejselængde m.m. For Metroselskabet gælder det, at der i beregningen af indtægten pr. rejse indgår en såkaldt dobbeltfaktor, som betyder at Metroselskabets indtægt bliver højere, end den ville have været uden en dobbeltfaktor. Dette følger Bekendtgørelse om deling af billetindtægter i hovedstadsområdet.

3.9.3.3 Nettodriftsoverskud

Nettodriftsoverskuddet angiver driftsindtægterne fratrukket driftsudgifterne. Udover passagerindtægter og de direkte driftsudgifter indgår følgende i beregningen af nettodriftsoverskuddet:

- **Provision**

Provisionen er de indtægter, trafikelskaberne i hovedstaden får som følge af salg af billetprodukter. Da Metroen sælger relativt få billetter i forhold til passagertallet, er provisionen negativ. Provisionen er sat til -0,67 kr. pr. daglige merpåstiger.

- **Administrationsomkostninger**

Ekstra administrationsomkostninger er beregnet til 160 kr. pr. 1.000 daglige merpåstiger

- **Moms**

Metroselskabet er momspligtigt og skal derfor betale moms af nettodriftsoverskuddet.

Kommercielle indtægter antages at tilfalde driftsoperatøren, og er derfor indregnet i opgørelsen af driftsomkostningerne.

Figur 3.89 nettodriftsoverskuddet i perioden fra 2035 til 2085 ekskl. og inkl. dobbeltfaktor. Det fremgår, at de første 5-10 år forventes et negativt nettodriftsoverskud. Baggrunden er, at de første år efter åbningen af metroen i 2035 forventes der relativt få beboere og arbejdspladser på Lynetteholm. Passagerindtægterne er således begrænsede de første år, hvorfor der forventes et nettodriftsunderskud. Derudover fremgår det, at i 2043 foretager nettodriftsoverskuddet et spring. Dette hænger sammen med reduktion i driftsomkostninger efter 8 år jf. afsnit 3.9.3.1.

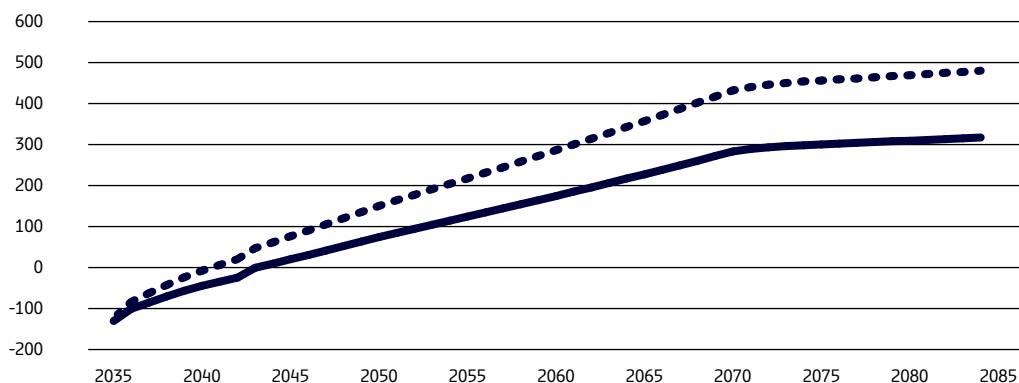
²⁵ Merpåstiger angiver de ekstra påstiger i hele metrosystemet, som følger af etablering af en ny linje, eller forlængelse af en eksisterende linje. Dvs., hvis etableringen af en ny linje medfører flere/færre påstiger andre steder i metrosystemet, er der taget højde for det.

²⁶ OTM kan ikke tage højde for forskellige priser for forskellige typer af kollektiv transport. I de økonomiske beregningerne er merpåstigertallet nedskaleret som følge af kvalitetstillægget.

Figur 3.89

Nettodriftsoverskud for M5, mio. kr., 2020-priser.

— Ekskl. dobbeltfaktor
- - - Inkl. dobbeltfaktor



3.9.4 Restfinansieringsbehov

3.9.4.1 Restfinansieringsbehov – hovedforslag M5 anlagt i ét stræk

Restfinansieringsbehovet for hovedforslag M5 er angivet i Figur 3.90. Restfinansieringsbehovet dækker over nutidsværdien af alle indtægter og omkostninger.

Nutidsværdien af nettodriftsoverskuddet vil være 2,5 mia. kr. ekskl. dobbeltfaktor og 4,6 mia. kr. inkl. dobbeltfaktor. Denne forskel i driftsoverskud ses ligeledes i restfinansieringsbehovet. Restfinansieringen ekskl. dobbeltfaktor er 18,8 mia. kr., mens restfinansieringsbehovet inkl. dobbeltfaktor er 16,6 mia. kr.

Anlægget forventes ibrugtaget i 2035, og nutidsværdien er regnet over en 50-årig periode fra ibrugtagning af anlægget. Der er i ovenstående beregninger antaget en realrente på 0 pct. til og med 2034. Derefter er realrenten antaget at være 3 pct.

Figur 3.90

Restfinansieringsbehov for M5, mia. kr., 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025

	Ekskl. dobbeltfaktor	Inkl. dobbeltfaktor
Nutidsværdi af nettodriftsoverskud	2.460	4.630
Nutidsværdi af anlægsinvesteringer (inkl. 30 % reserve) reinvesteringer, m.m.	-21.240	-21.240
Restfinansieringsbehov	-18.780	-16.610

3.9.4.2 Restfinansieringsbehov – hovedforslag M5 anlagt i etaper

Figur 3.91 angiver restfinansieringsbehovet såfremt hovedforslag M5 anlægges i etaper som beskrevet i afsnit 3.1.2, sammenlignet med hovedforslag M5 anlagt i ét stræk. Det er antaget at etape 1 åbner i 2035, etape 2 2045 og etape 3 i 2060. Det skal bemærkes, at man kan forestille sig andre åbningsår, f.eks. at åbningen af etape 2 sker i 2055 med en evt. tilsvarende udskydelse af etape 3.

Figur 3.91

Restfinansieringsbehov, mio. kr., ekskl. dobbeltfaktor, 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025.

	Anlagt i ét stræk	Etapeopdelt			
		1. etape	2. etape	3. etape	Total
Nutidsværdi af nettodriftsoverskud	2.460	-1.370	3.150	540	2.320
Nutidsværdi af anlægsinvesteringer (inkl. 30 % reserve) reinvesteringer m.m.	-21.240	-12.530	-2.710	-2.910	-18.140
Restfinansieringsbehov	-18.780	-13.900	440	-2.360	-15.820

Restfinansieringsbehovet såfremt hovedforslag M5 anlægges i et stræk er 18,8 mia. kr. ekskl. dobbeltfaktor. Såfremt hovedforslag M5 anlægges i etaper er restfinansieringsbehovet 15,8 mia. kr. ekskl. dobbeltfaktor. Dvs. at restfinansieringen reduceres med 3,0 mia. kr. som følge af ovenstående etapedelingen. Grunden til at restfinansieringen reduceres ved etapedeling skyldes to faktorer:

- I årene efter åbning af etape 1 i 2035 forventes der begrænset byudvikling på bl.a. Lynetteholm. Ved udskydelse af metrobetjening af Lynetteholm undgås driftsomkostningerne, som følger af at metrobetjene Lynetteholm i perioden med begrænset byudvikling og begrænsede passagerindtægter
- Ved etapedeling flyttes en del af anlægsomkostningerne længere ud i tiden. Som følge af antagelsen om realrente på 3 pct. fra 2035, medfører denne udskydelse af anlægsomkostningerne, at nutidsværdien af omkostningerne reduceres.

Det fremgår at 1. etape har et nettodriftsunderskud. Baggrunden er, at etape 1 i høj grad aflaster M1/M2 på tværs af havnen jf. afsnit 3.4.5. En betydelig del af påstigerne på etape 1 er således passagerer, som ellers ville have benyttet M1/M2, og der er således ikke tale om nye metropassagerer, som bidrager positivt til økonomien for etape 1.

Ligeledes ses det, at etape 2 restfinansieringsmæssigt har overskud. Dette hænger sammen med at omkostninger forbundet med etableringen af etape 2 er relativt lave, bl.a. da der er tale om en højbane. Samtidig har den et højt nettodriftsoverskud, da den betjener Refshaleøen og Lynetteholm og dermed medfører mange ekstra merpåstiger.

Ved beregning af restfinansiering af hovedforslag M5 anlagt i etaper er der regnet over en 50-årig periode fra ibrugtagning af etape 1. Dvs. for etape 2, som ibrugtages i 2045, er der regnet restfinansiering over en 40-årig periode frem til 2085.

Det må forventes, at en udskydelse af etaperne vil forbedre restfinansieringen yderligere.

3.9.4.3 Indskuddets størrelse

Restfinansieringsbehovet for hovedforslag M5 kan blive dækket af et indskud. Som følge af antagelsen om en realrente på 0 pct. frem til 2035 vil indskuddet størrelse, såfremt Metroselskabet modtager indskuddet senest 2035, være uafhængigt af, hvornår Metroselskabet modtager indskuddet. Indskuddet vil være på 18,8 og 16,6 mia. kr. hhv. ekskl. og inkl. dobbeltfaktor, svarende til restfinansieringsbehovet.

3.10 Samfundsøkonomi

Den samfundsøkonomiske analyse indeholder en vurdering af de samfundsmæssige fordele og ulemper ved etablering af hovedforslag M5. Analysen tager udelukkende udgangspunkt i etablering af metro til Lynetteholm, og ikke i samfundsøkonomien relateret til det samlede projekt indeholdende etablering af Lynetteholm, klimasikring, etablering af Østlig Ringvej samt metrobetjeningen af Lynetteholm. Det kan overvejes i en senere fase at se på den samlede samfundsøkonomi for hele projektet.

På vegne af Metroselskabet har COWI udarbejdet en samfundsøkonomisk analyse af metrobetjeningen af Lynetteholm. COWI har på den baggrund uddarbejdet en rapport, jf. bilag 7. Det er denne rapport som ligger til grund for dette afsnit.

3.10.1 Metode

Beregningen følger Transport-, Bygnings- og Boligministeriets retningslinjer²⁷ og gennemføres ved anvendelse af ministeriets officielle beregningsmodel til samfundsøkonomiske analyser, benævnt TERESA (Transportministeriets Regnearksmodel for Samfundsøkonomisk Analyse for transportområdet) version 5.08.

Den samfundsøkonomiske analyse sammenligner fordele (gevinster) og ulemper (omkostninger) ved overordnet set to alternative fremtidsscenarier: Ét scenarie uden etablering af hovedforslag M5, og ét scenarie med etablering af hovedforslag M5. Forskellene på resultaterne i de to scenarier angiver den samfundsøkonomiske effekt.

Der indgår følgende elementer i den samfundsøkonomiske analyse:

- **Anlægsomkostninger**
Anlægsomkostninger fratrukket restværdi
- **Drifts- og vedligeholdelseeffekter**
Udgifter til den daglige drift af den kollektive trafik og vejinfrastruktur. Derudover indgår de samlede billetindtægter i den kollektive transport, samt brugerbetaling fra vejtrafik
- **Brugereffekter**
Brugereffekterne omfatter bl.a. tidsgevinster på vej, kollektiv transport, samt godstransport
- **Luftforurening, klima, uheld og støj**
- **Øvrige konsekvenser**
Afgiftskonsekvenser, arbejdsudbudsforvridning og arbejdsudbudsgevinst.

De samfundsøkonomiske gevinster ved projektet er først og fremmest forbedret mobilitet, dels for rejsende i den kollektive trafik, men - alt andet lige - også forbedret fremkommelighed for vejtrafikken, når flere rejsende har muligheden for at vælge en alternativ højklasset transportform som metro.

De samfundsøkonomiske ulemper er først og fremmest omkostningerne ved at anlæg metroen.

Der er en række effekter som ikke er inkluderet i den traditionelle samfundsøkonomiske analyse. De traditionelle samfundsøkonomiske effekter vil således blive suppleret med følgende analyser

- Effekterne på vare- og servicemarkedet
- Agglomeration (koncentrationen af økonomisk aktivitet i et område)
- Sammenhæng mellem højklasset kollektiv transport som metro og byudviklingen.

Der er usikkerheder forbundet med ovenstående analyser, hvorfor de ikke indgår som en del af den traditionelle samfundsøkonomiske analyse.

3.10.2 Forudsætninger

Der anvendes nøgletal fra Transport-, Bygnings- og Boligministeriets Transportøkonomiske enhedspriser (version 1.91, 2019). Forudsætningerne fremgår af Figur 3.92.

Anlægsomkostningerne er ligesom i de finansielle beregninger tillagt 30 pct. reserve.

²⁷ Som bl.a. fastlagt i "Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet", Transportministeriet, 2015, i kombination med Finansministeriets "Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger", 2017.

Figur 3.92

Forudsætninger i den samfundsøkonomiske beregninger.

Emne	Forudsætning
Restværdi	Ved udgangen af beregningsperioden (2084) sættes anlæggets værdi lig anlægssummen
Prisniveau (år)	2019 ²⁸
År for beregning af nettonutidsværdi	2019
Kalkulationsrente	4 % de første 35 år, derefter 3 %
Nettoafgiftsfaktor	1,28
Arbejdsudbudseffekt	10 %
Trafikvækst, -2070	Som fastlagt i OTM (Ørestadstrafikmodellen)
Trafikvækst, 2070-	Kollektiv trafik: 0 % pr. år Vejtrafik: 0 % pr. år

3.10.3 Resultater

3.10.3.1 Hovedresultater

Hovedresultaterne fra hovedforslag M5 er vist Figur 3.93. Scenariet ses at føre til et negativt samfundsøkonomisk resultat med en nettonutidsværdi på -10.3 mia. kroner og en intern rente på ca. 1,5 %. Den interne rente angiver, hvor stort det årlige samfundsøkonomiske afkast er. Jo højere en rente, jo bedre er projektet.

Det negative resultat skyldes først og fremmest, at de ellers store brugergevinster ikke kan opveje anlægsomkostningerne, samt omkostninger til drift og vedligehold.

3.10.3.2 Brede økonomiske effekter

Etableringen af metroen har økonomiske effekter, der ikke er inkluderet i den samfundsøkonomiske analyse. De brede økonomiske effekter er samfundsøkonomiske effekter, som ikke er medtaget i vejledningerne til, hvordan samfundsøkonomiske analyser skal laves, fordi der er usikkerhed forbundet med dem.

Figur 3.93

Samfundsøkonomisk resultat for hovedforslag M5, mio. kr., nettonutidsværdi i 2019, 2019-priser.

	Nutidsværdi
Anlægsomkostninger (inkl. restværdi)	-13.800
Drifts- og vedligeholdelseeffekter	-2.000
Brugereffekter	7.400
Luftforurening, klima, uheld og støj	0
Øvrige konsekvenser	-1.900
I alt nettonutidsværdi (NNV)	-10.300
Intern rente	1,5 %

²⁸ De finansielle beregninger er opgjort i 2020-priser og tilbagediskonteret til 2025. Forskellen har ikke betydning for den interne rente.

Der er i dette afsnit medtaget to effekter:

- **Effekt på vare- og servicemarkeder**

I den klassiske samfundsøkonomiske analyse antages det, at der er fuldkommen konkurrence på alle markeder.

I praksis eksisterer der imidlertid ikke fuldkommen konkurrence på de fleste vare- og servicemarkeder. Der er i stedet kendetegnet ved ufuldkommen konkurrence med den konsekvens, at prisen på varerne er højere, og at efterspørgslen og produktionen dermed er lavere end det ville være tilfældet med fuldkommen konkurrence. Dette medfører et velfærdstab for forbrugerne og dermed for samfundet.

En forbedring af transportsystemet vil alt andet lige medføre lavere transportomkostninger for bl.a. erhvervsrejsende, og derved gøre det muligt at sænke priserne og øge efterspørgslen. Forbrugernes velfærdstab reduceres dermed, hvilket kan betragtes som en gevinst for samfundet.

Et forbedret transportsystem, der fører til øget produktion af varer under ufuldkommen konkurrence, giver imidlertid anledning til en "ekstra" velfærdsgevinst, idet forbrugerne af varer eller serviceydelser vil værdsætte stigningen i produktionen højere end omkostningen ved at producere de ekstra varer eller serviceydelser.

Det er denne "ekstra" velfærdsgevinst, der kan opfattes som en af de bredere økonomiske effekter, der ikke som udgangspunkt medregnes i den klassiske samfundsøkonomiske analyse.

Der anvendes samme tilgang som er anvendt i tidligere ex-post samfundsøkonomiske analyser af hhv. Storebælts-forbindelsen og den eksisterende metro (M1/M2).

Ved denne tilgang anbefales det helt simpelt blot at anvende en opskaleringsfaktor på 10 % som multipliceres på de opgjorte gevinster for erhvervsrejser og godstransporter.

- **Effekter ved agglomeration (koncentrationen af økonomisk aktivitet i et område)**

Forskellige undersøgelser har påvist, at der opstår produktivetsgevinster for virksomheder når virksomheder og arbejdskraft lokaliseres i nærheden af hinanden – også kaldet agglomeration.

Positive agglomerationseffekter opstår bl.a. som følge af, at virksomheder får adgang til et større arbejdsmarked med en større og mere specialiseret pulje af arbejdskraft, dvs. bedre adgang til den "helt rigtige" arbejdskraft, samt uformel videndeling gennem medarbejdere, der f.eks. skifter job og mere formel videndeling gennem viden-netværk.

Beregningerne for agglomeration er baseret på en metode fra Transport DTU, der fortsat er under udvikling.

Samlet set forbedrer de bredere økonomiske effekter samfundsøkonomien med ca. 1,7 mia. kr. Dermed forbedres den interne rente fra 1,5 % til 1,9 %.

3.10.3.3 Sammenhæng mellem byudvikling og metro

I den klassiske samfundsøkonomiske metode antages byudviklingen at ske uafhængigt af infrastrukturen til området. Det gælder også i ovenstående, hvor udviklingen i beboere og arbejdspladser på Lynetteholm sker uafhængigt af, om der etableres metro eller ej. Der vurderes at være en sammenhæng mellem byudvikling og etablering af metro, da attraktiviteten ved Lynetteholm stiger med etablering af metro.

Da der ikke findes en etableret metode til at opgøre effekten af sammenhængen mellem infrastruktur og byudvikling, er der i nedenstående lavet en følsomhedsanalyse af sammenhængen mellem byudvikling på Lynetteholm og metro.

Det antages, at hvis ikke der etableres metro sker byudviklingen langsommere. I den klassiske samfundsøkonomiske analyse er det antaget, at alle forudsætninger er ens, når man sammenligner en situation med og uden metro. Det eneste, som ændrer sig, er, om der etableres metro eller ej. I denne analyse er der antaget reduceret byudviklingen i scenariet uden metro. I 2070 er det f.eks. antaget at byudviklingen uden metro, svarer til byudviklingen i 2050 i hovedscenariet. Etablering af metroen medfører således øget byudvikling.

Med en antagelse om at metroen medfører øget udvikling vil nutidsværdien af hovedforslag M5 med ca. 1 mia. kr.

Ovenstående metode er ikke præcis værdisætning af sammenhængen mellem metro og byudvikling. Bl.a. vil de personer, som ikke bosætter sig på Lynetteholm, bosætte sig et andet sted. De samfundsmæssige gevinster/tab, der er forbundet med en alternativ bosætning, er ikke værdisat.

3.11 Risikovurdering

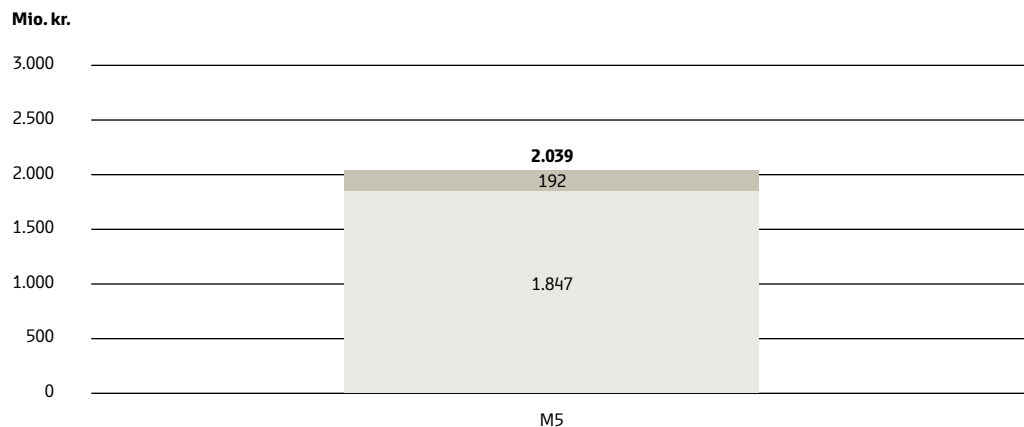
For at understøtte robustheden af anlægsoverslaget og restfinansieringen er der foretaget en risikovurdering med henblik på at kortlægge og analysere de risici, der kan være ved projektet. I risikoanalysen er der både taget hensyn til økonomiske og passagermæssige betragtninger (Øko / pass), såvel som anlægstekniske udfordringer indenfor anlægsarbejder (CW) og transportsystem (TS).

Risikoanalysen viser umiddelbart, at der for M5 er en samlet risikoværdi på 2.039 mio. kr., som fordeler sig med 1.847 mio. kr. (91 %) relateret til anlægstekniske udfordringer, mens økonomiske og passagermæssige betragtninger har en samlet risikoværdi på 192 mio. kr. (9 %).

Figur 3.94

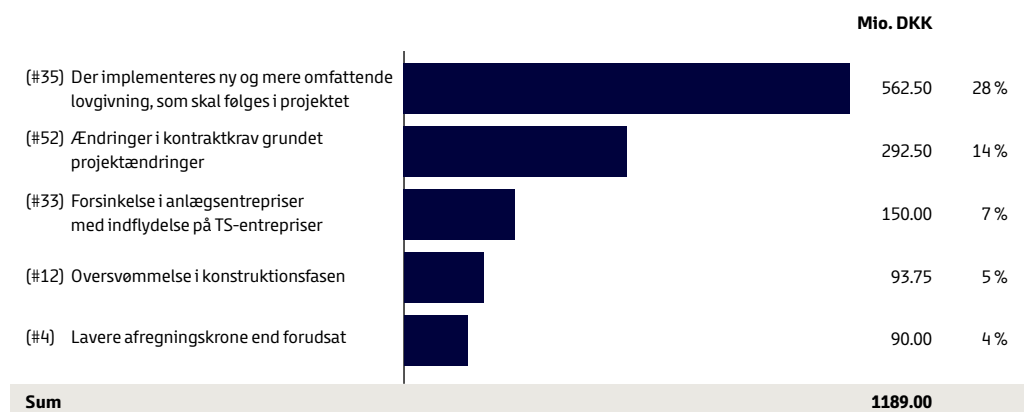
M5 risikovurdering.

— CW+TS
— Øko/pass



Figur 3.95

5 største risici.



For linjeføringen M5 er den største risiko forbundet med implementering af ny lovgivning, mens den anden- og tredjestørste risiko er forbundet med kontraktuelle ændringer i forhold til entreprenørerne pga. projektændringer, samt risikoen for forsinkelse af anlægsenterprisen, som får indflydelse på entreprisen for transportsystemet.

Vurderinger og overvågning af usikkerheder, der kan påvirke projektet, skal fortsætte i de kommende faser af projektet. I de følgende faser vil de identificerede risici blive yderligere detaljeret og analyseret. Tiltag til håndtering af risici skal vurderes løbende i takt med udviklingen i projektet.

3.12 Tidsplan

Der er på nuværende tidspunkt ikke udarbejdet detaljerede tidsplaner for M5.

Nedenfor findes en principiel tidsplan, der viser den almindelige rækkefølge og tidsmæssige udstrækning af projektets fremtidige faser og indhold.

Generelt om opgavernes mål og rækkefølge

Ved starten af et metroprojekt vil der skulle gennemføres en række opgaver til forberedelse af projektets udførelse, og som samtidig skal danne grundlag for tilvejebringelse af en anlægslov og senere ejergodkendelse inden indgåelse af de store anlægskontrakter. Det gælder blandt andet

- at gennemføre VVM-redegørelse (miljøvurdering)
- at forberede det tekniske grundlag for projektet bedst muligt blandt andet som basis for udarbejdelse af tidsplan og anlægsbudget
- at udarbejde materiale til og gennemføre en hensigtsmæssig udbudsproces

De forberedende opgaver kan principielt gennemføres på forskellige måder, hvor tidsplanen vil afhænge af, i hvilken grad, der planlægges et sekventielt eller et parallelt forløb. Det væsentlige valg i den nuværende fase er således i hvilket omfang, de forberedende opgaver skal løses sekventielt eller kan foregå parallelt. Valget vil have indflydelse, dels på den samlede gennemførelsestid, dels på hvor tidligt i processen ejerne gennem anlægsloven henholdsvis ejergodkendelsen vil have mulighed for at træffe endelig beslutning om projektets gennemførelse.

Uanset i hvilken rækkefølge opgaverne gennemføres i, så vil det være de samme antal og omfang af opgaver, der skal gennemføres. Ved en delvist parallel gennemførelse af opgaverne kan der i sagens natur opnås en forkortelse af tidsplanen, men også opnås en grad af synergi mellem opgaverne. Eksempelvis vil VVM-redegørelsens indhold kunne styrkes af en parallel udarbejdelse af dispositionsforslag, uden at

Figur 3.96

Principiel tidsplan for M5.

M5	Sekventiel proces	Parallel proces
Kontrakt om rådgivning	½ år	½ år
Dispositionsforslag	1 år	
VVM-redegørelse	2 år	3½ år
Ledningsomlægninger	2½ år	
Hele udbudsprocessen	3½ år	
Anlægsfase	8 år	8 år
I alt	17½ år	12 år

detaljeringsprocessen forsinket projektet. Nedenfor er illustreret den tidsmæssige udstrækning af M5 såfremt de forberedende opgaver gennemføres sekventielt henholdsvis parallelt. Graden af parallelt gennemførte processer kan varieres. I tabellen nedenfor er vist en tidsplan, hvor de første faser af projektet gennemføres parallelt i samme omfang som det skete i de tidlige faser af Cityringen.

Tidsplanens betydning for anlægslov og ejerbeslutninger

Anlægslov vil kunne vedtages efter gennemført VVM-proces. I en sekventiel proces vil dette tidspunkt ligge 3 år efter igangsætning af projektet, mens det i en parallel proces, hvor dispositionsforslag og VVM redegørelse gennemføres parallelt, vil kunne forgå 2 år efter projektets starttidspunkt.

Den endelige ejergodkendelse af igangsætning af anlægsarbejde vil kunne ske efter gennemført udbud, hvilket i en sekventiel proces vil være 8½-9½ år efter projektets starttidspunkt, mens det i en parallel proces vil kunne ske 3½-4 år efter starttidspunktet.

Forudsætninger for tidsplanerne

Bemærk, at de tidsmæssige vurderinger er baseret på en overordnet vurdering og derfor ikke medtager de udfordringer, som et stort anlægsprojekt ofte vil støde ind i. Det må således forventes, at der kan optræde forlængelser af processen, f.eks. at udbudsprocessen tager længere tid, at entreprenørerne kræver længere anlægstid etc. Dette gælder, uanset på hvilken måde opgaverne planlægges.

Det vil i hele metroprojektets forløb være vigtigt at fortsætte koordineringen med By og Havn samt Vejdirektoratet om både anlæg af Østlig Ringvej og Lynetteholm. I koordineringen med By og Havn om Lynetteholm skal indgå både anlægstekniske og byplanmæssige forhold.

Elementerne i tidsplanen

Tidsplanen for projektet vil bestå af følgende elementer:

Udbud af rådgivning, varighed 6 måneder

Projektet vil skulle indledes med udbud af rådgiverydelser, så Metroselskabets egne kompetencer kan suppleres med ekspertviden og medarbejderkapacitet, der passer til gennemførelse af opgaverne. Såfremt udbud kan gennemføres indenfor selskabets efter EU-udbud indgåede rammeaftaler, vil tidsforbruget til udbudsprocessen kunne forkortes.

Dispositionsforslag, varighed 1 år

Udarbejdelse af en anlægslov nødvendiggør, at der udarbejdes et dispositionsforslag, der blandt andet indebærer, at der gennemføres en række de forberedende arbejder, herunder en yderligere detaljering af tekniske og udførelsesmæssige forundersøgelser f.eks. udførelsesmæssige og geotekniske undersøgelser og arkæologiske forstudier. Dette grundlag vil være hensigtsmæssigt at anvende som grundlag for VVM-redegørelsen. I forbindelse med udarbejdelse af dispositionsforslaget vil muligheder for at tilpasse projektet til FN's bæredygtighedsmål kunne afsøges.

VVM, varighed 1,5-2 år

Det anbefales, at VVM-redegørelsen baseres på det mere detaljerede projektgrundlag, der fremkommer i dispositionsforslaget.

Såfremt VVM-redegørelsen baseres på det materiale, som er indeholdt i udredningen alene, vil der være sandsynlighed for, at der efterfølgende vil skulle gennemføres supplerende VVM-processer i takt med, at de tekniske løsninger bliver mere detaljerede.

Ledningsomlægninger, ekspropriationer og rettighedserhvervelse, varighed 2,5 år

Processen frem mod ekspropriation af nødvendige arealer forberedes. Der vil være mulighed for med hjemmel i Jernbanelovens § 30, at selskabet med aktstykke vil kunne gives bemyndigelse til at gennemføre nødvendig ekspropriation af arealer, der for eksempel er nødvendige for, at ledningsejerne kan påbegynde ledningsomlægninger.

Udbudsprocessen for anlægsopgaver og transportsystem

Transportsystem og anlæg af stationer og linjeføring kontraheres eksternt efter udbud. Den måde, som anlægsarbejder udbydes og kontraheres på, kan influere tidsplanen.

Udbudsprocessen forløber over en længere periode, hvor der fastlægges udbudsstrategi, forberedes udbudsmateriale, samt gennemføres selve udbudsprocessen inklusive forhandling og kontrahering.

Størrelsen af kontrakterne vil generelt være over EU tærskelværdier for offentlige udbud, hvilket indebærer en relativt lang og omfattende udbudsproces. Optimering af kontraktstruktur og tidsplan fastlægges i udbudsstrategien. Normalt udbyder Metroselskabet som "Design-Build", hvilket i praksis betyder, at detailprojekt og planlægning af anlægsarbejderne udføres af entreprenøren.

Hjemmel og ejerbeslutninger

Det forudsættes, at der med fremlæggelse af aktstykke for Folketingets Finansudvalg tilvejebringes hjemmel til de forberedende arbejder, herunder gennemførelse af rådgiverudbud, udførelse af arbejde knyttet til VVM-redegørelse, igangsætning af arkæologiske og geotekniske forundersøgelser, udarbejdelse af dispositionsforslag og forberedelse af udbudsgrundlag, samt gennemførelse af nødvendige ekspropriationer til ledningsomlægninger på samme måde, som det er sket ved start af andre store anlægsprojekter.

En del af opgaverne vil kunne gennemføres indenfor Metroselskabets rammeaftaler, der er indgået efter offentligt udbud, mens andre opgaver vil kræve fornyede offentlige udbud.

Projektet skal omfattes af en anlægslov, som på grundlag af VVM-redegørelsen og i muligt omfang dispositionsforslag skal definere projektets indhold og rammer. Det er forudsat, at anlægsloven vil fastlægge, at indgåelse af de store anlægskontrakter først kan ske efter ejernes godkendelse af det økonomiske grundlag for indgåelse af disse kontrakter, samt hvorledes projektændringer og eventuelle budgetændringer skal håndteres.

Anlægsarbejdet, varighed 7-8 år

De angivne vurderinger hviler på en forudsætning om, at projekterne ikke faseopdeles, men gennemføres på en gang. Anlægsarbejdet vil da forventes at kunne gennemføres på ca. 8 år efter indgåelse af de store anlægs- og transportsystemkontrakter for M5.

Vurderingerne afhænger i sagens natur også af de vilkår, som selskabet tillades at arbejde under. Der er ved vurderingen taget udgangspunkt i de vilkår for f.eks. støj og transport under anlægsarbejdet, som gælder for anlæg af metro til Sydhavnen.

Hvor relevant er det forudsat, at rensningsanlægget Lynetten er flyttet forud for igangsættelse af selve anlægsarbejdet, at Østlig Ringvej er anlagt før tunnelboring, passerer en lokalitet, samt at Lynetteholm er anlagt 8 år før åbning af M5.

Såfremt der vedtages en faseopdeling af anlægsarbejderne, vil det have indflydelse både på projekternes forløb og direkte indhold.

Faseopdeling af anlægsarbejderne

Ved faseopdeling vil der skulle tages højde for, at en banestrækning vil have spormæssig forbindelse til et kontrol- og vedligeholdelsescenter. Besluttet det eksempelvis som en første fase af et projekt at anlægge en baneforbindelse fra Københavns Hovedbanegård til Amagerbro, med henblik på i første omgang at afslutte M1 og M2 og senere indgå i en linje, der betjener Lynetteholm, vil der skulle anlægges et kontrol- og vedligeholdelsescenter i nærheden af banens første etape. En banestrækning, der vil skulle fungere selvstændigt i en årrække, vil skulle bestykses med crossover-faciliteter i hver ende af linjen med henblik på at kunne tilbyde en tilfredsstillende frekvens og driftspålidelighed.

4. M5 Vest Orange linje

Orange linje M5 Vest er som M5 planlagt som en ny selvstændig metrolinje. Den forbinder også Lynetteholm med knudepunkterne Østerport og København H og fortsætter til Amager. Linjen aflaster dermed på tværs af havnen, og løser kapacitetsudfordringen på M1/M2.

Sammenlignet med Lilla linje M5 betjener Orange linje M5 Vest etablerede byområder fra starten, herunder Rigshospitalet. Med en station på Forum bidrager den også yderligere til mulighederne for omstigning og robusthed i metrosystemet.

Linjen har 11 stationer. Som på M5 er alternative placeringer undersøgt ved København H, Islands Brygge og Amagerbro. Der er undersøgt løsninger, hvor M5 Vest forløber både helt og delvist i tunnel samt anlæg i etaper. M5 Vest er undersøgt ud fra samme kriterier som er anvendt ved tidligere forundersøgelser – for eksempel M3 Cityringen og M4 Sydhavnen.

96.000

Daglige merpåstigere
i metrosystemet i 2050



Rejsetid fra v/ Lynetteholm
Syd til:



Frekvens i myldretiden

180 sek.

er tidsrummet mellem hvert tog



Mål betjenes i 2035

78.000

nye mål betjenes i 2035



Restfinansiering

20,4 mia.

(2020-priser inkl. 30 pct. korrektionsreserve)



Anlægsoverslag

22,8 mia.

(2020-priser inkl. 30 pct. korrektionsreserve)



4.1 Linjeføringer, stationer og trafikbetjening

M5 Vest skaber forbindelse mellem Prags Boulevard-området med Lynetteholm og forbindes yderligere med metro- og togstationer ved Amagerbro, Islands Brygge, Københavns Hovedbanegård, Forum og Østerport. Linjen passerer gennem et område i København, som ikke i øjeblikket serviceres af hverken metro- eller S-tog. Her er tale om området mellem Nørrebrogade og Østerport, hvor der også forbindes med Rigshospitalet. Hovedforslaget er skitseret på Figur 4.1

4.1.1 M5 Vest – Hovedforslag

Hovedforslaget til M5 Vest har følgende 11 stationer:

- v/Lynetteholm Nord – højbanestation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- v/Lynetteholm Syd – højbanestation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- v/Refshaleøen – højbanestation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- Østerport – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via fælles concoursniveau og med S-tog, Regionaltoget, internationale tog og bus via terræn)
- v/Rigshospital – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- v/Stengade – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)
- Forum – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M1/2 og M5 via fælles concourse og bus via terræn)
- Københavns Hovedbanegård – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via fælles concoursniveau og S-tog, Regionaltoget, internationale tog og M5 via gangtunnel og bus via terræn)
- Islands Brygge – dyb undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M1 og M5 via gangforbindelse og bus via terræn)
- Amagerbro – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via lange gangforbindelse og bus via terræn)
- v/Prags Boulevard Øst – undergrundsstation (mulighed for omstigning mellem M5 og bus via terræn)

Strækningen fra v/Prags Boulevard Øst til Refshaleøen bliver anlagt i en boret tunnelstrækning.

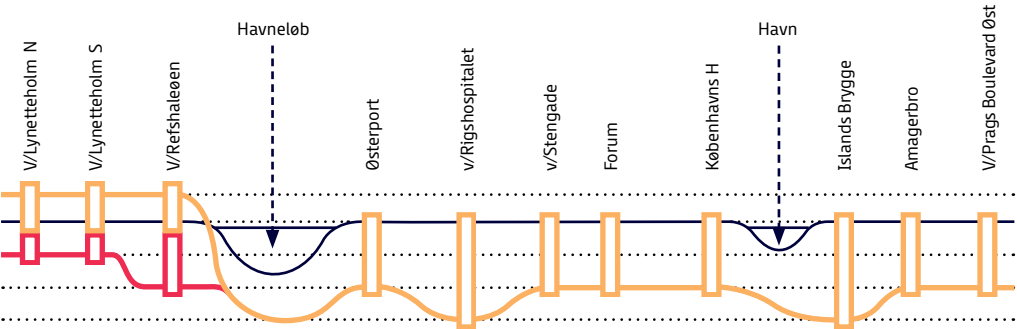
Strækningen på Refshaleøen bliver anlagt i en åben rampe og på højbane.

Strækningen fra Refshaleøen til Lynetteholm bliver anlagt på højbane.

Figur 4.1

Skematisk for M5 Vest Hovedforslag.

- Hovedforslag
- Variant



Figur 4.2

Oversigtskort visende linjeføring og stationsplaceringer i M5 Vest - Hovedforslag.

Stationstype

- Højbanestation
- Undergrundsstation
- Dyb Undergrundsstation
- Stationsnærhed

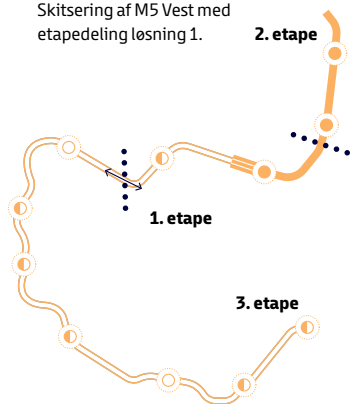
Banetype

- Højbane
- Tunnel
- Rampe

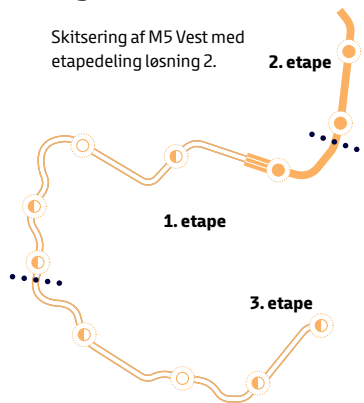


Figur 4.3

Skitsering af M5 Vest med etapedeling løsning 1.

**Figur 4.4**

Skitsering af M5 Vest med etapedeling løsning 2.



4.1.2 Etapedeling

Det er muligt at anlægge M5 Vest, hvor stationer åbnes med etapedeling. To mulige løsninger er undersøgt i udredningen.

4.1.2.1 Etapedeling løsning 1

Etapedelingen for M5 Vest er skitseret på Figur 4.3. Denne anlægsmetode vil medføre en betydelig forøgelse af infrastruktur og anlægsudgifter i forhold til anlæg uden etapedeling. Eksempelvis vil en ekstra TBM-arbejdsplads skulle etableres ved Vester Søgade og tilhørende bygningskonstruktioner, der tillader TBM-boringen at igangsættes herfra. Indenfor løsning 1 undersøges to mulige etapedelinger; en kort og en lang første etape, hvilket er beskrevet i afsnit 4.7.11.1.

4.1.2.2 Etapedeling løsning 2

Etapedelingen for M5 Vest er skitseret på Figur 4.4. Denne anlægsmetode vil medføre en betydelig forøgelse af infrastruktur og anlægsudgifter i forhold til anlæg uden etapedeling. Anlægsudgifterne vil dog være betydeligt lavere end løsning 1. Løsning 2 vil kræve en ekstra slutsakt og er beskrevet i afsnit 4.7.11.2.

4.1.3 Varianter

4.1.3.1 Stationsvarianter

Der er ingen stationsvarianter, der kun gælder for M5 Vest. Følgende stationsvarianter for M5 gælder dog også for M5 Vest, og en beskrivelse af disse varianter kan findes i de følgende afsnit:

- Københavns Hovedbanegård Variant beskrives i afsnit 3.1.3.2.1
- Islands Brygge Variant 1 beskrives i afsnit 3.1.3.2.2
- Islands Brygge Variant 2 beskrives i afsnit 3.1.3.2.3
- Amagerbro Variant 1 beskrives i afsnit 3.1.3.2.4
- Amagerbro Variant 2 beskrives i afsnit 3.1.3.2.5

4.1.4 Skifteafstande

M5 Vest har 5 skiftestationer, der forbinder til den eksisterende metro og 2 skiftestationer, der forbinder med S-tog, regionale tog og internationale tog. Derudover vil det ved alle stationerne være muligt at skifte til bustransport. Afstanden for passagerer mellem de forskellige typer af offentlig transport varierer for hver foreslået stationsplacering og for hver af de forskellige varianter.

Den længste afstand er mellem Amagerbro M5 Hovedforslag og M1-stationer. Gangtunnellen mellem de to stationers rulletrapper vil være omkring 200 m, hvilket er cirka tre gange længere end afstanden mellem stationerne på Kongens Nytorv (det er cirka 70 m). Afstand mellem København H Variant og M3/4-station er også lang - cirka 190 m.

Figur 4.5 opsummerer de forskellige skiftemuligheder og gåafstande for passagerne ved skift.

4.2 Baneteknik

Cityringen er baseret på bl.a. BOStrab og underliggende VDV-normer samt EN og andre standarder (f.eks. NFPA 130), som blandt andet kravsætter hastighed, linjeføring samt sikkerhedsafstande (f.eks. til nærmeste station/nødsakt). For de nye linjer gælder bl.a.:

- På M5 Vest er maksimalhastigheden sat til 100 km/t, og man vil tillade op til 140 mm overhøjdeunderskud i normale situationer samt op til 6 % vertikale gradienter
- Sporskifterne til transversaler indlægges på retlinede strækninger både i horisontal og vertikal retning
- Stationerne anlægges vandrette og sporet er ret 10 meter før og efter perronerne
- Længste afstand mellem nødudgange forventes at være mellem 1000- 1300 m afhængigt af den konkrete evakueringstid.

Figur 4.5

Skiftemuligheder og gåafstande ved skift.

Station	Hovedforslag/ Variant	M1	M2	M3	M4	S-tog	Regional Tog	International Tog	Bus
Lyn Nord	Hovedforslag	-	-	-	-	-	-	-	*
Lyn Syd	Hovedforslag	-	-	-	-	-	-	-	*
v/Refshaleøen	Hovedforslag	-	-	-	-	-	-	-	*
v/Prags Boulevard Øst	Hovedforslag	-	-	-	-	-	-	-	60 m
Amagerbro	Hovedforslag	-	200 m	-	-	-	-	-	10 m
Amagerbro	Variant 1	-	70 m	-	-	-	-	-	50 m
Amagerbro	Variant 2	-	30 m	-	-	-	-	-	50 m
Islands Brygge	Hovedforslag	40 m	-	-	-	-	-	-	20 m
Islands Brygge	Variant 1	50 m	-	-	-	-	-	-	30 m
Islands Brygge	Variant 2	10 m	-	-	-	-	-	-	50 m
København H	Hovedforslag	-	-	35 m	35 m	45 m	100 m	120 m	180 m
København H	Variant	-	-	190 m	190 m	120 m	80 m	60 m	10 m
Forum	Hovedforslag	70 m	70 m	-	-	-	-	-	70 m
v/Stengade	Hovedforslag	-	-	-	-	-	-	-	120 m
v/Rigshospital	Hovedforslag	-	-	-	-	-	-	-	50 m
Østerport	Hovedforslag	-	-	60 m	60 m	80 m	100 m	100 m	70 m

Bemærkninger:

* De stationer, der er i områder, der vil blive ombygget (f.eks. Lynetteholm, Refshaleøen, Kløverparken) antages det, at busstoppestederne ligger tæt på stationerne.

Afstand mellem metro- og busstoppesteder er til det nærmeste busstoppested fra toppen af hovedtrappe.

Afstand mellem metrolinjer er mellem toppen af rulletrapper.

Afstand til S-tog, regionaltog og internationale tog er et gennemsnit, hvis der er mere end en platform, for eksempel ved København H.

4.2.1 Sporanlæg

Sporanlægget på metrolinje M5 Vest vil bestå af knapt 17 km dobbeltspor, der anlægges fra v/Prags Boulevard Øst Station til v/Lynetteholm Nord Station. Sporanlæggene vil som udgangspunkt bestå af de samme typer eller tilsvarende komponenter, som er anvendt til Cityringen.

Der vil efter endestationerne blive etableret en sikkerhedszone inkl. bufferstop.

Sporene, som anlægges i tunnel, vil blive udført som slab track.

Skinnerne vil blive fastgjort med fastgørelsessystem svarende til Vossloh og med svejsede skinner af typen 54E1 (tidligere benævnt UIC54).

Der sikres afvanding ved at udstøbe mellem svelleblokke med fald til afløb, der har forbindelse til det centrale afvandingssystem beliggende i den nedre del af konstruktionen.

Sporanlægget på den åbne rampe udføres som slab track, og der skal udføres en overgangszone mellem rampe og åbne terræn, da åbne terræn udføres som ballasteret spor, som af den samme type til metrolinje M1 og M2.

Alle sporskifter vil være standardsporskifter. Sporskifter, som er placeret på ramper eller åbent terræn, forsynes med sporskiftevarme.

Der etableres afgreningsspor til CMC mellem stationerne v/Lynetteholm Syd og v/ Refshaleøen. Afgrenings-sporene udføres som ballasteret spor.

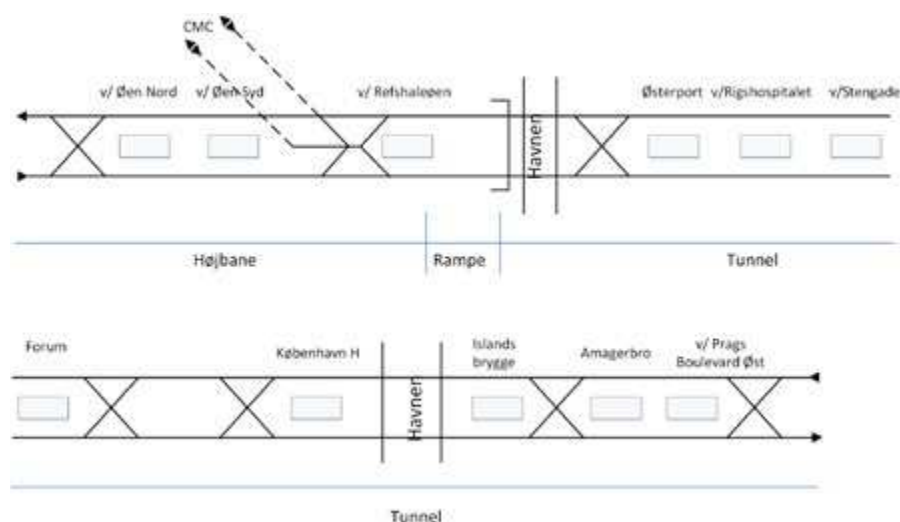
Ved alle indkørsler til tunnelportaler vil der skulle anvendes beskyttelsesskiner.

4.2.2 Skematisk sporplan

Den principielle udformning af sporanlæggene på M5 Vest fremgår af nedenstående skematiske sporplan.

Figur 4.6

Skematisk sporplan for M5 Vest.



4.2.3 3. skinneanlæg

Kørestrømsanlægget for Cityringen er baseret på 750 VDC med kørestrømstransformerer, koblingsanlæg og ensretter, som forsyner en strømskinne (3.skinne anlæg).

Strømskinnen sikrer, at hvert enkelt togsæt har forbindelse til strømforsyningen. Togsættene er forsynet med strømaftagere (strømsko), som sikrer overførelse af energi til toget. Koblingsanlæggene på strækningen sikrer, at forsyningen kan sektioneres med specielt fokus på vedligehold af banen. Der skal etableres udligningsforbindelser og overvågning for at mindske vagabonderende strømme, som kan skade jernarmeringen i de tilhørende konstruktioner.

For metrolinje M5 Vest antages det, at der skal etableres fem ensretterstationer placeret med ca. to km afstand.

4.2.4 Strømforsyning

Metrolinje M5 Vest er en ny metrolinje. Det vil derfor være nødvendigt at etablere nye 10kV forsyninger. Der vil forventeligt være behov for tre forsyningsstationer, som skal fordeles jævnt over strækningen. I dette forsyningsprincip er der taget højde for, at en forsyningsstation kan blive fejlført. Ved at omkoble forsyningen kan driften fortsætte uændret.

Metrolinjen anlægges primært med underjordiske tunneller og stationer, og der vil være krav om nødventilationsanlæg og andet sikkerhedsrelateret udstyr. Derfor er det vigtigt, at forsyningen er redundant. Dette er sikret ved, at der etableres et internt 10 kV kabelanlæg til forsyning af stationer og skakte. Dette foretages efter samme principper, som er anvendt på Cityringen.

I teknikrum på hver station og i nødsakker placeres transformere og koblingsudstyr til forsyning af bygningsinstallationer og banetekniske anlæg inkl. batteriforsynet nødstrømsanlæg.

Overvågning og fjernstyring af strømforsyning, transformere og hjælpeudstyr skal integreres via SCADA-systemet med funktionerne i metrolinje M5 Vest's kontrolcenter.

4.2.5 ATC-anlæg, passagertællesystem og perrondøre

Ved anlægning af metrolinje M5 Vest skal der etableres et nyt CBTC ATC-anlæg svarende til Cityringens samt et nyt kontrolrum på kontrol- og vedligeholdelsescenteret.

Alle stationer på metrolinjen vil blive forsynede med perrondøre. Ved de underjordiske stationer forsynes de med perrondøre af samme type som på Cityringen. Stationer placeret i det fri og i banegrav skal forsynes med perrondøre af samme type som v/Orientkaj station eller Lufthavnens metrostation.

Der etableres et nyt passagertællersystem, som skal omfatte alle stationer på strækningen. Ved placering af tællersystemet skal det følge princippet for Cityringen, hvor der tages hensyn til adgangsforhold ved omstigningsstationer og øvrige adgangsforhold til metrosystemet.

4.2.6 PSIS & IDS

For metrolinjen skal der etableres et nyt passagersikkerheds- og informationssystem (PSIS). Det antages, at der tages udgangspunkt i løsningen for Cityringen. Dette vil også inkludere informationer ved omstigningsstationer og øvrige adgangsforhold til metrosystemet.

Der skal etableres nyt adgangskontrolsystem for metrolinje M5 Vest. Dette system skal udføres efter konceptet, der er anvendt på Cityringen. Dog skal grænsefladerne for konstruktion og transport specificeres mere præcist.

4.2.7 SCADA

For metrolinje M5 Vest er det en fuld udrulning af et nyt SCADA-system.

4.2.8 Transmissionssystem

Ved metrolinjen skal der anlægges et helt nyt redundant transmissionssystem. I forhold til placering og installation anvendes princippet fra Cityringen.

4.2.9 Radiokommunikation

Der etableres et radiosystem. Radiosystemet skal have samme funktionalitet som Cityringens:

- SINE-radiosystem til brug for beredskabet
- Staff-radiosystem til brug for metroens personale
- Train-radiosystem til brug for styring og overvågning
- Lokaliseringssystem til brug for lokalisering af metroens personale
- Installation for de offentlige mobiltelefonnetværk efter nærmere aftale med mobiltelefonselskaberne.

Udstyr forventes placeret i lighed med principperne for Cityringen og som beskrevet for M4.

4.2.10 Billetautomat/Rejsekort

Rejsekortsystem og billetautomatsystem skal etableres som nye systemer efter principperne på Cityringen.

Rejsekortsystemet og billetautomatsystemet er etableret på hvert sit vian på transmissionsnettet.

Rejsekortsystemet er en bygherreleverance, og dette gælder for indkøb, levering og montering af rejsekort-elementer og billetautomater.

Transportsystemet er leverandør for føringsveje og kabler inklusive design, montering og test.

4.2.11 Bygherreleverancer

Rejsekortsystemet etableres på alle stationer. Dette inkluderer validatorer og Reload vending machines (RVM). Bygherreleverancen omfatter udstyr og installation.

Der skal også installeres centralt udstyr til rejsekortsystemet, da det er en ny metrolinje.

Desuden installeres billetmaskiner (Ticket Vending Machines – TVM) til salg af enkeltbilletter. Bygherreleverancen omfatter levering, opsætning og montering af billetautomaterne. Der skal også installeres centralt udstyr, da det er en ny metrolinje.

På hver station installeres tre ure. Bygherreleverancen omfatter leverance af udstyret, mens installation foretages af transportsystementreprenøren.

Passenger counting system (PCS) / passagertællesystemet er en bygherreleverance, som skal installeres af transportsystemets entreprenør. Desuden installeres standere og infoskærme på forpladserne.

4.2.12 Muligheder for at optimere de banetekniske løsninger

De tekniske løsninger, der er valgt i analyserne af både M4, M5 og M5 Vest er i udredningen baseret på samme normer og baneteknik, som er anvendt på M3/M4. Dette er bl.a. valgt for at kunne sammenligne de økonomiske overslag på tværs af de enkelte linjeføringer. Det skal dog tilføjes, at løsningerne på et punkt afviger fra baneteknikken på M3/M4. Der er for M5 og M5 Vest valgt en højere tophastighed på togene (100 km/t fremfor 90 km/t).

Både M5 og M5 Vest er, i modsætning til M4, nye selvstændige metrolinjer, der ikke er afhængige af de tekniske løsninger, der er valgt på M3/M4. Derfor er der i forbindelse med udredningen gennemført en screening af mulighederne for at optimere de tekniske løsninger på M5 og M5 Vest ift. de banetekniske løsninger, der er anvendt på Cityringen.

I screeningen er det konstateret, at de overordnede tekniske løsninger på både M3 og M4 i stort omfang er tidssvarende. Der er identificeret en række områder, der kan arbejdes med i forbindelse med anlæg af ny metrolinje. Nedenfor gennemgås en række af de identificerede optimeringsmuligheder.

Tilstandsbaseret vedligehold

Vedligehold af den eksisterende metro er i dag baseret på faste vedligeholdelsesintervaller. Det indeholder en risiko for, at dele af infrastrukturen udskiftes for tidligt. Samtidig er der risiko for, at kritiske dele ikke udskiftes i tide, inden de giver negative påvirkninger af driften.

I stedet for intervalbaseret vedligehold kan vedligehold af nye metrolinjer baseres på et tilstandsbaseret system, hvor banen løbende monitoreres ved hjælp af sensorer, der registrer behov for vedligehold eller udskiftning. Hvis der konstateres øget slid på en perrondør eller en sporskifter, kan den udskiftes eller repareres, før den går i stykker og påvirker driften. Tilstandsbaseret vedligehold kendes fra bl.a. fly- og bilsektoren, og kan udover at sikre driftsstabiliteten også reducere driftsomkostningerne.

Konceptet kan implementeres på eksisterende baner, men da en del af udstyret skal monteres på banen og godkendes af myndighederne, er det lettere at implementere konceptet fra starten på en ny bane.

Signalsystem

CBTC-systemet på M3 har et underliggende sekundært system. For den næste generation kan signalanlægget være CBTC uden det sekundære sidesystem. Dette vil reducere antallet af komponenter i sporet og derved være en fordel for vedligeholdelse.

Perrondøre

Perrondørene på de nuværende metrolinjer tjener flere formål. De bidrager til en høj driftspålidelighed ved at holde uønskede elementer (aviser, flasker m.m.) væk fra sporene. Derudover optimerer de kapaciteten på perronerne. Passagererne kan uden risiko stå meget tæt på sporene. Endelig beskytter de passagererne på tunnelstationerne mod vindtryk fra toget som følge af pistoneffekten.

Det kan dog overvejes på kommende højbanestationer at anvende et sensorbaseret system. Løsningen har tidligere været anvendt på M1, men blev fravalgt da teknologien endnu ikke var god nok. Nyere eksempler viser, at teknologien er bedre og måske kan anvendes på en ny metrolinje. Den sensorbaserede løsning giver dog ikke samme komfort for passagererne som perrondørene.

Tog

I forbindelse med togindkøb til ny metrolinje kan følgende overvejes:

- Bredere døre, der kan give hurtigere passagerudveksling og kortere holdetid
- Lille batteri ombord, der kan anvendes i forbindelse med tab af kørestrøm. Det vil dog også betyde øget vægt og energiforbrug i den daglige drift
- Aircondition vil forbedre passagerkomforten på varme dage, men medfører også et højere energiforbrug og formentlig større tunneldiameter.

Der er således flere muligheder for at ændre på metrotogene. De enkelte muligheder kan forbedre passagerens oplevelse, men indeholder også ulemper. Der vil derfor være behov for yderligere undersøgelser, inden der træffes endelige valg om togteknologi.

Løsningerne skal vurderes teknisk, økonomisk og miljømæssigt, ligesom hensyn til passagerkomfort skal indgå i de videre overvejelser

4.2.13 CMC

4.2.13.1 Hovedforslag

CMC til M5 Vest indeholder bl.a.:

- Værksted
- Køretøjer til vedligehold af banen
- Grafittirens
- Vaskehal
- Opstillingsspor
- Testspor
- Hjuldrejbænk
- Kontrolcenter
- Reservedelslager
- Personalefaciliteter.

Da M5 Vest er en selvstændig linje, kan den ikke benytte Cityringens kontrol- og vedligeholdelsescenter ved Vasbygade. I stedet etableres en afgang på M5 Vest på Lynetteholm, hvor M5 Vest forbindes med et nyt kontrol- og vedligeholdelsescenter (CMC). Placeringen på Lynetteholm kræver, at området er fyldt op, når det skal anlægges. Det vil dog også være muligt at etablere kontrol- og vedligeholdelsescentret på Prøvestenen, som i hovedforslaget på Lilla linje M5.

Ved en placering på Lynetteholm som illustreret på Figur 4.7 nedenfor, vil stationsnære arealer ikke kunne anvendes til byggeri. Den anførte placering vil ligeledes skulle koordineres med valget af linjeføring for Østlig Ringvej.

Det skal således understreges, at den nærmere placering af CMC'et vil kunne fastlægges i en senere fase. Det er i anlægsoverslaget forudsat, at der vederlagsfrit overdrages brugbart areal til CMC på enten Lynetteholm (M5 Vest) eller Prøvestenen (M5).

4.2.13.2 CMC Variant – under terræn

For begge forslag til CMC vil det være muligt at forberede at overdække CMC'et, så det kan anvendes rekreativt, eller der kan bygges oven på jf. beskrivelsen af CMC for Lilla linje M5. For placeringen af CMC på Lynetteholm er der yderligere undersøgt, at placere CMC'et under terræn. Merprisen for et underjordisk CMC er beregnet til 2,7 mia. kr. inkl. 30 pct. korrektionsreserve. Dette er illustreret i Figur 4.8 nedenfor.

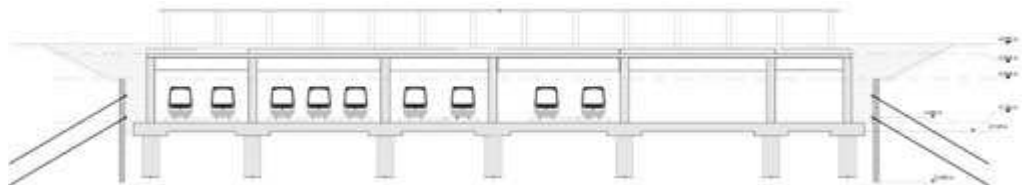
I forbindelse med design af CMC og mulig placering af CMC under terræn, bør udvidelsesmuligheder ifm. senere forlængelser af banen eller længere tog (4-vogns tog) overvejes.

Figur 4.7

CMC for M5 Vest kan placeres på Lynetteholm.

**Figur 4.8**

Underjordisk CMC.



4.2.14 Robusthed og systemkapacitet

Der er i forbindelse med udredningen gennemført analyser af M5 Vest med forskellige typer bestykninger. Analyserne er gennemført med simuleringsværktøjet Open Track og viser, at M5 Vest, med den valgte bestykning, har en robusthed og pålidelighed svarende til M1/M2.

Der er både simuleret scenarier med normal drift og scenarier med større hændelser, der påvirker driften. I forbindelse med sidstnævnte er der simuleret fall-back scenarier, hvor der etableres shuttle-drift forbi den ramte strækning.

Et simplificeret SA-tal (driftsstabilitet) er beregnet for de forskellige natdrift- og fall-back driftssituationer. SA-talsberegningerne er lavet ud fra den opnåede frekvens med forskellige bestykninger.

Driftsstabiliteten regnes ud fra, hvor mange afgang der er i en 3 minutters periode i forhold til, hvor mange afgang der burde have været i den 3 minutters periode. Driftsstabiliteten vurderes for alle mellemliggende stationer i begge retninger, mens driftsstabiliteten for endestationerne kun regnes for den ene retning. Den samlede driftsstabilitet er et gennemsnit af stationernes driftsstabilitet pr. retning.

Figur 4.9

Skema med max. natfrekvens
samt SA-tal.

Bestykningsalternativ	Maks. frekvens ved natvedligehold	SA-tal (beregnet gennemsnit)
Målet M1/M2	≤ 15,0 min	≥ 98,2 %
M5 Vest	11,52 min	98,4 %

Ovenfor er vist:

- den maksimale frekvens, der kan nås i forbindelse med natvedligehold
- det gennemsnitlige SA-tal for M1/M2 og M5 Vest. Tallet er ikke udtryk for det realiserede SA-tal, men er beregnede SA-tal på baggrund af simuleringer af ens scenarier.

Som det fremgår af Figur 4.9 leverer M5 Vest en driftsstabilitet på niveau eller bedre end M1/M2.

4.2.15 Hovedstruktur i trafikbetjeningen

M5 Vest kan køre med en frekvens på 90 sekunder, men er i udredningen sat til en frekvens på 180 sekunder, der dækker kapacitetsbehovet i myldretiden frem til et tidspunkt mellem 2050 og 2070 (se afsnit om kapacitetsudfordringer).

I aftentimerne er der ca. 300 sekunder mellem hver afgang, og om natten ca. 900 sekunder (15 minutter) mellem hver afgang.

Linjen kører hele døgnet alle ugens dage.

Der er i anlægsoverslaget medtaget omkostninger til 13 togsæt inkl. reserver, der dækker togforbruget ved en frekvens på 180 sekunder. Der skal derfor købes flere togsæt, hvis frekvensen på et tidspunkt skal øges.

4.2.16 Naboer i anlægsfasen

Naboer i anlægsfasen

Anlæggelse af metrolinjen medfører gener for naboerne til byggepladserne/de kommende stationer i anlægsfasen. M5 Vest har elleve stationer, hvoraf to er på Lynetteholm uden beboere på anlægstidspunktet, og de øvrige stationer er placeret i dels nyere byudviklingsområde samt etableret by med mange naboer. Erfaringsmæssigt er det primært støj fra byggepladserne, som har været den største gene for naboerne til byggepladserne.

4.3 Trafikale forudsætninger

I dette kapitel gennemgås de forudsætninger, der er lagt til grund for beregningen af passagerprognoserne i denne udredning. En komplet og detaljeret gennemgang af forudsætningerne fremgår af tekniske bilag 1. Der er søgt at anvende ens forudsætningsgrundlag i analyse af metrobetjening og analyse af Østlig Ringvej.

Forudsætningsgrundlaget er fastlagt i samarbejde med Transport- og Boligministeriet, Københavns Kommune, Frederiksberg Kommune, Vejdirektoratet og By & Havn.

Trafikmodelberegningerne er gennemført med OTM-version 6.1 og OTM-version 7. Alle beregninger af hovedscenarier og etapedelinger er gennemført i begge versioner af OTM, mens følsomhedsberegninger

og en række varianter af hovedscenarierne er gennemført i OTM 6.1, men ikke OTM 7. Årsagen til dette er, at OTM 7 har en længere beregningstid som følge af øget detaljeringsgrad. Kun de vigtigste beregninger og resultatudtræk er derfor gennemført i OTM-version 7. Der er gennemført sammenligninger af resultater fra de to forskellige OTM-versioner.

Begge versioner af OTM-modellen dækker hovedstadsområdet defineret som Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune og de tidligere Københavns, Frederiksborg og Roskilde amter. Modellen beregner trafikken og dens fordeling på transportmidler og ruter under givne forudsætninger vedrørende infrastrukturen og trafikbetjening samt de byplanmæssige/demografiske forhold i beregningsåret.

OTM 7 er kalibreret op imod tællinger for 2015. Resultatet af sammenligning med tællinger er beskrevet i tekniske bilag 8. Dette er tidligere gennemført for OTM 6.1 og gennemgås ikke i bilag.

4.3.1 Planforudsætninger

Der er taget afsæt i Danmarks Statistiks fremskrivning af befolkningstallet for hovedstadsområdet og Danmarks Tekniske Universitets arbejdspladsprognose. Der er foretaget nogle tilpasninger, som fremgår herunder.

4.3.2 Befolkningstal

Befolkning opdelt på zoner og beskæftigelse er fremskrevet fra 2015 til 2035 på basis af befolkningsstatistik fra Danmarks Statistik og Københavns og Frederiksberg kommuner. Det er på nær Københavns Kommune samme fremskrivning som anvendt i opdatering af Metroselskabets passagerprognose (2017) og Københavns Kommunes KIK2²⁹ (2018) udført med OTM 6.1.

Københavns Kommune har leveret en ny befolkningsfremskrivning for 2035, som anvendes her. Den er leveret på roder og nedbrudt til zoner i OTM 7 af MOE|TetraPlan.

Københavns Kommune har tilsvarende leveret en befolkningsfremskrivning frem til 2050 inklusiv forventet byudvikling. For alle øvrige kommuner er befolkning fastholdt på samme niveau som i 2035. Prognoseåret er derfor benævnt 2035+, idet det kun er København som er fremskrevet til 2050. I 2070 er det kun byudviklingsområderne Lynetteholm og Refshaleøen, hvor befolkningen vokser yderligere. For resten af Københavns kommune holdes befolkningen fast på samme niveau som i 2050. Prognoseåret er derfor benævnt 2035++. For læsevenligheds skyld angives efterfølgende 2035+ som 2050 og 2035++ som 2070.

Befolkningstallet i Københavns Kommune forventes at stige til 739.000 i 2035 og 797.000 i 2050 (2035+). Befolkningstilvæksten er fordelt internt i kommunen dels på de enkelte byudviklingsområder i kommunen efter rummelighed og forventet udbygningstakt, dels jævnt fordelt på de eksisterende byområder som en fortsættelse af den fortætning, der allerede finder sted i dag.

For områderne Refshaleøen og Lynetteholm sker en yderligere befolkningstilvækst fra 2050 til 2070 (2035++). Herefter når befolkningstallet i Københavns Kommune op på 824.000. Ved Enghave Brygge og Valby Idrætspark er der foretaget en mindre justering af befolkningstallet baseret på Københavns Kommunes seneste planlægningsforudsætninger for disse områder.

²⁹ KIK2 ("Udbygning af kollektiv infrastruktur i København 2") undersøgte det fremtidige behov for udvidelser af den højklasede kollektive trafik i København.

4.3.3 Arbejdspladser

Fremskrivning af arbejdspladser, som er anvendt, er gennemført til LTM (Landstrafikmodellen), som er fastlagt af DTU.

I Københavns Kommune er der forudsat en vækst i antallet af arbejdspladser fra 360.000 i 2015 til 437.000 i 2035, 470.000 i 2050 og 501.000 i 2070 - fordelt på byudviklingsområderne i kommunen efter rummelighed.

Der er i forbindelse med udvikling af OTM 7 etableret arbejdspladsdata for basisåret 2015. Det er for Københavns og Frederiksberg kommuner baseret på data fra OTM 6.1, som er nedbrudt til det finere zonesystem i OTM 7. Udenfor de to kommuner er arbejdspladser i 2015 baseret på data fra LTM.

Antallet af arbejdspladser pr. zone er fremskrevet til 2035 på basis af oplysninger fra LTM og Københavns Kommune. I Ringby-kommunerne er væksten i antal arbejdspladser geografisk fordelt som i Passagerprognosen og KIK2 svarende til forudsætninger anvendt i udredningen af letbanen i Ring 3.

En stor del af væksten i beboere og arbejdspladser sker i byudviklingsområderne Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken. Deres samlede størrelse svarer til de fulde udbygninger af Nordhavnen og Ørestad til tilsammen.

4.3.4 Vejinfrastruktur

Der er forudsat en række tilpasninger af vejnettet. De er beskrevet i forudsætningsnotater, jf. bilag 1. I 2035, 2050 og 2070 forudsættes anlagt fuld Østlig Ringvej (linjeføring Ø1) i forlængelse af Nordhavnstunnel med fuldt tilslutningsanlæg ved Kattegatvej. Desuden forudsættes tilslutningsanlæg på Refshaleøen ved Prags Boulevard (Prøvestenen), Øresundsmotorvejen og Amager Strandvej S. Østlig Ringvej anlægges som en firesporet motortrafikvej med hastighedsbegrænsning på 80 km/t og brugerbetaling. Der forudsættes en strækningsopdelt betaling på 14/3/6 kr. for person- og varebiler (2018-priser) med højeste pris for brug af den nordligste del af strækningen. Lastbiler betaler det dobbelte.

Der er forudsat trafiksaneringsplan D, som er beskrevet i forudsætningsnotater, jf. bilag 1.

4.3.5 Stinet

Der forudsættes en række ændringer af stinettet. Mest relevant for resultaterne er forudsætning om anlæggelse af cykelbro mellem Langelinie og Refshaleøen. Der er ikke forudsat gang- eller cykelforbindelse mellem Nordhavn og Lynetteholm.

Figur 4.10

Forudsætninger for trafikmodelberegninger i byudviklingsområder i 2070 (2035++)

Bydel	Beboere	Arbejdspladser
Lynetteholm	35.000	35.000
Refshaleøen inkl. Lynetten	23.000	13.500
Kløverparken	8.000	5.800
I alt Østhavnen (Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken)	66.000	54.300
Nordhavn	33.600	21.300
Ørestad	33.000	30.200

4.3.6 Kollektiv trafik

Bus

Busnet er som forudsat i Trafikplan 2016 (Bynet 2019 scenarie 31) med yderligere tilpasninger til Sydhavns-metroen samt til letbanen i Ring 3.

- I basisscenerierne er buslinje 2A forlænget til Lynetteholm
- Frekvensen øges for buslinje 2A i myldretiden med to ekstra afgang i timen mellem Christianshavn og Lynetteholm
- I forbindelse med etapedelinger er der foretaget tilhørende tilpasninger af busnettet.

Letbane

Der er forudsat etableret en letbane langs Ring 3 mellem Lyngby og Ishøj St. med omstigningsmulighed til S-banen på Ishøj, Vallensbæk, Herlev, Buddinge og Lyngby stationer og omstigningsmulighed til både regionaltog og S-bane på Glostrup station.

Metro

I basissceneriet er M4 udbygget med Lille Spørgsmålstegn i Nordhavn, hvilket indebærer fire yderligere stationer efter Orientkaj. M4 er ligeledes udbygget til Ny Ellebjerg i Sydhavnen.

For M1/M2 forudsættes en frekvens på 90 sek. på hovedstrækningen og 180 på grenene i myldretiden. For M3/M4 forudsættes ligeledes en frekvens på 90 sek. på strækningen København H-Østerport og 180 sek. på den øvrige del i myldretiden.

S-tog

Der forudsættes svarende til Passagerprognosen og KIK2 automatisk drift på hele S-banen. Det er et "hybrid scenarie", der er klassisk mellem kl. 5-9 samt kl. 15-18, mens der kl. 18-05 samt kl. 9-15 køres Metro-style. Der forudsættes en klassisk køreplan, hvor alle hurtigtogslinjer dog stopper ved alle stationer uden for myldretiden.

Der er forudsat nye S-togsstationer ved Køge Nord, Hillerød Syd (betjening af nyt supersygehus og byudviklingsområde) og Vinge (betjening af nyt byudviklingsområde).

Fjern- og regionaltog

Der anvendes samme forudsætning for regional- og fjerntogsbetjening i Hovedstadsområdet som i Passagerprognosen og KIK2. Det svarer til nettet for 2030, som er forudsat i Transportministeriets udredning om automatisk drift på S-banen.

4.3.7 Bilejerskab

Personbilejerskabet er i modellen fremskrevet til 2040 baseret på den forventede udvikling i BNP og en generel elasticitet som angiver en positiv sammenhæng mellem udvikling i BNP og bilejerskab. Der forudsættes på dette grundlag en vækst i bilejerskabet for perioden 2015-2035: 13,3 procent. Denne vækst i bilejerskab er forudsat for alle kommuner foruden Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune.

En beregnet vækst i bilejerskabet på 13,3 pct kombineret med en fortsat befolkningsvækst medfører en meget høj trafik på dele af vejnettet. Det er i tidligere arbejde med projektparterne vurderet at denne meget høje trafik ikke er realistisk, da det vil overbelaste betydelige dele af vejnettet. Tilsvarende vil det medføre en belægning og dertilhørende p-søgetider omkring de tilgængelige p-pladser – særligt i brokvartierne – som ligger udover, hvad der vurderes som realistisk. På denne baggrund er der i gennemførelse af Metroselskabets passagerprognose og Københavns Kommunes KIK2 forudsat en anden vækst i bilejerskab i Københavns og Frederiksberg Kommuner end i de øvrige kommuner i Hovedstadsområdet. Der anvendes her samme principper for de to kommuner. Det betyder, at der forudsættes uændret bilejerskab i de to kommuner fra 2015 til 2025. Derefter forudsættes antallet af personbiler konstant fra 2025 til 2035. Da befolkningen vokser, medfører det samtidigt et fald i bilejerskabet.

Der forudsættes på den baggrund et fald i bilejerskabet på i Københavns Kommune på 8,2 % fra 2015 til 2035. I Frederiksberg Kommune beregnes et fald i bilejerskabet på 3,9 % fra 2015 til 2035

I Københavns Kommune anvendes samme princip for 2050 (2035+) og 2070 (2035++), således at antallet af personbiler forudsættes konstant i forhold til 2025 og 2035. Det betyder, at bilejerskabet falder yderligere med 7,2 % fra 2035 til 2050 (2035+) og 10,6 % fra 2035 til 2070 (2035++). Der er ingen forskel for de øvrige kommuner mellem 2035, 2050 (2035+) og 2070 (2035++), da den forudsatte befolkning er ens i de tre prognoseår.

Såfremt der ikke blev foretaget denne korrektion, så ville bilejerskabet forudsættes at udvikle sig i Københavns og Frederiksberg Kommuner, som de øvrige kommuner. Dette ville medføre en vækst i bilejerskabet på 13,3 % fra 2015 til 2035. Dette ville medføre 10.600 flere biler i 2025 og 36.100 flere biler i 2035.

Der forudsættes efter korrektion 160.000 biler i 2025 og 2035 i Københavns og Frederiksberg kommuner. I 2015 var der 137.600 biler i de to kommuner.

4.3.8 Kørselsomkostninger med bil

Der anvendes i OTM en kørselsomkostning ved brug af bil. Der anvendes 0,80 kr. pr. km ved privatkørsel og 3,70 kr. pr. km ved erhvervskørsel for 2015. Det er baseret på Transportøkonomiske Enhedspriser (Transportministeriet, 2016), hvor der medtages udgifter til brændstof, motorolie og dæk.

Der forudsættes en reduktion i kørselsomkostningerne på 15,5 % fra 2015 til 2035, hvilket svarer til en årlig reduktion på 0,8 %. Det kan omregnes til kørselsomkostninger på 0,68 kr. pr. km ved privatkørsel og 3,13 kr. pr. km ved erhvervskørsel i 2035.

4.3.9 Takstniveauet i den kollektive trafik

Den kollektive trafiktakst fastlægges for fremtidige år på basis af det lovbestemte takststigningsloft. Takststigningsloftet betyder, at de kollektive takster kun kan stige afhængig af udvikling i løn, rente og brændstof (diesel). Der forudsættes samme stigning i taksterne fra 2015 til 2035 som anvendt i forbindelse med bl.a. KIK2. De er beregnet på basis af Trafikøkonomiske Enhedspriser (Transportministeriet, 2016), hvor takstloftet udnyttes fuldt ud. Det medfører en stigning i de kollektive trafiktakster på 7,7 % fra 2015 til 2035 i realpriser. Der er i OTM-beregning ikke taget hensyn til kvalitetstillægget for brug af metro. OTM-resultater vises derfor uden korrektion for kvalitetstillæg. Effekten er begrænset og har kun lille betydning, når de trafikale effekter skal illustreres. I efterfølgende analyser af kapacitetsudfordringer og i økonomiske beregninger er der korrigeret for effekten af kvalitetstillæg.

4.3.10 Illustration af beboere, arbejdspladser og studiepladser

Inputdata i form af fordeling af beboere, arbejdspladser og studiepladser er illustreret på prikkort, hvorved lokalisering af beboere, arbejdspladser og studiepladser ift. til banebetjening i basisscenariet og med udbygning af projektscenariet.

Figur 4.11

Nye mål, der betjenes af M5 Vest.

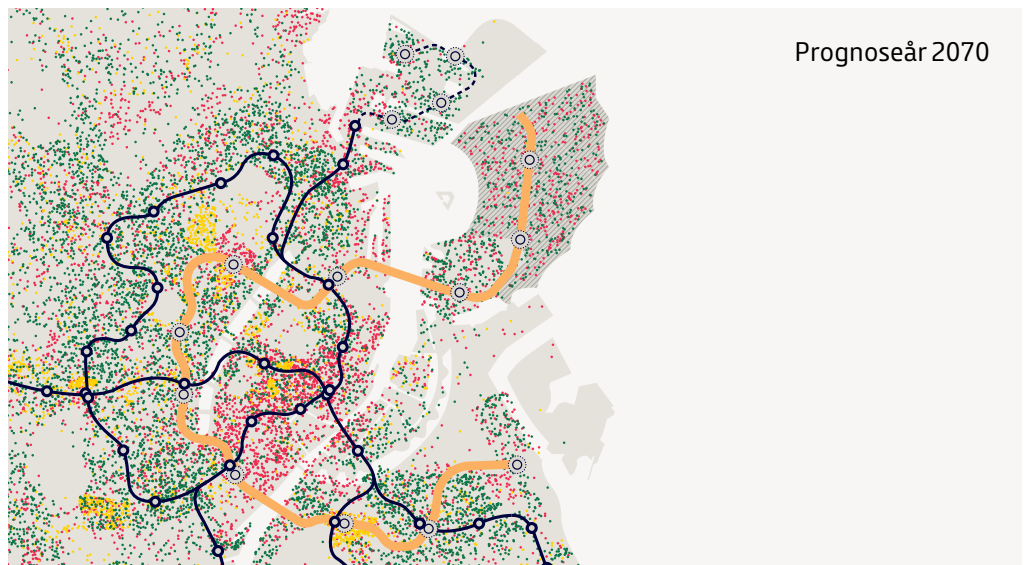
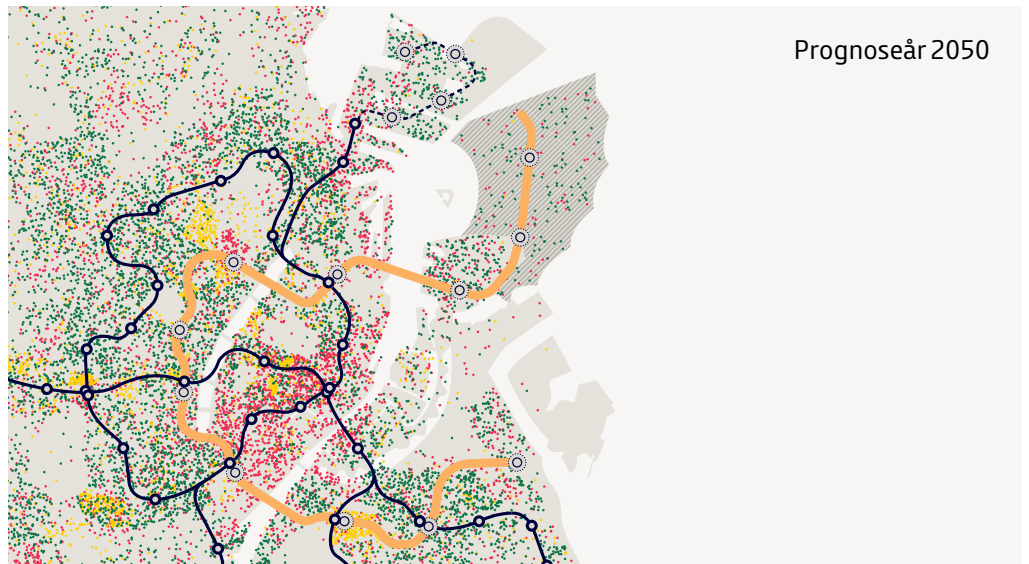
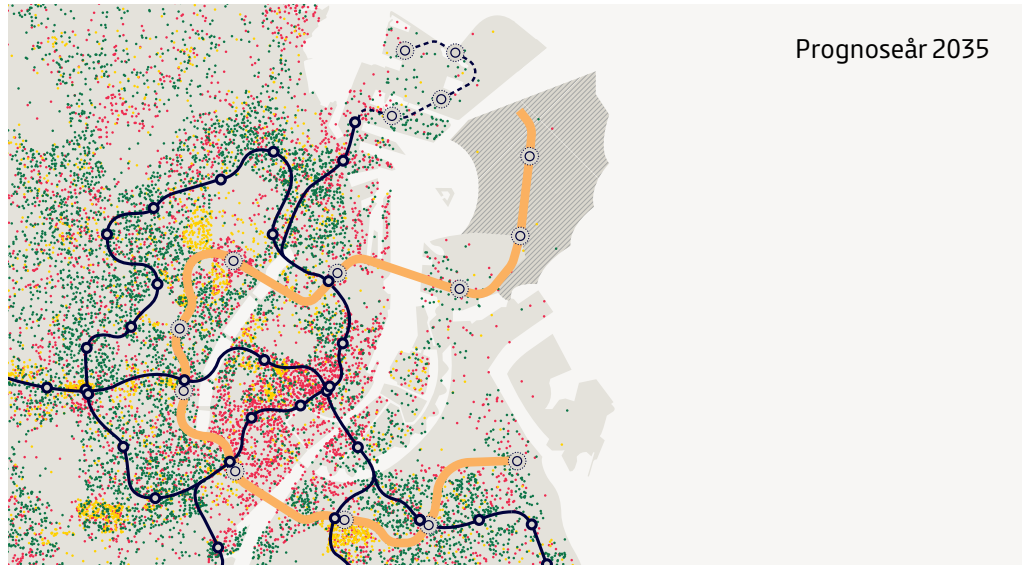
	2035	2050	2070
Beboere	33.400	67.800	75.100
Arbejdspladser	28.700	57.200	65.500
Studiepladser	16.300	15.500	15.700

Note: Nye mål udtrykker beboere, arbejdspladser og studiepladser, som ikke tidligere har været stationsnære. Nye mål er opgjort som forskel i stationsnære mål mellem basis og projektscenariet.

Figur 4.12 / 4.13 / 4.14

Prøkkort M5 Vest med 11 nye stationer i prognoseår 2035, 2050 og 2070.

- 100 beboere
- 100 studiepladser
- 100 arbejdspladser



Banebetjening udgøres her af stationer med metrobetjening. I områderne uden for M3/M4 er der også banebetjening med S-tog, Fjern- og Regionaltoget og letbane. Det er ikke vist på kortet herunder. Der er angivet cirkler omkring stationer, som angiver 600 meters radius, som her udgør et mål for, om et område er betjent af højklasset kollektiv trafik.

M5 Vest betjener allerede i 2035 et meget højt antal nye mål, som hidtil ikke har været stationsnære. Det skyldes, at linjeføringen går gennem de centrale dele af København og blandt andet betjener Rigshospitalet og områder på det indre Østerbro og Nørrebro med boliger i etageejendomme, der hidtil ikke ville have været stationsnære. Også Refshaleøen og det nordøstlige Amager i området Prags Boulevard/Kløverparken har en del nye mål som betjenes i 2035.

I Figur 4.11 er vist, hvor mange nye mål som betjenes ved udbygning med M5 Vest i hvert prognoseår i forhold til basisscenariet.

I prikkort er også vist, hvor mange nye mål som betjenes i Nordhavn. Dette sker med linjeføringen Lille Spørgsmålstegn i Nordhavn. Dette indgår i basis og således ikke i den opgjorte forskel fra basis. Dette er udelukkende opgjort for at kunne foretage en sammenligning med M4, hvori betjening af Nordhavn ikke indgår i basisscenariet.

4.4 Trafikale effekter

Der er gennemført trafikmodelberegninger, der belyser de trafikale effekter af en udbygning med M5 Vest i tre prognoseår: 2035, 2050 og 2070. Udbygningen med M5 Vest er i hovedscenariet ens i alle tre prognoseår. I afsnit 4.4.6 er belyst de trafikale effekter af en etapedeling af M5 Vest.

Trafikmodelberegninger i OTM-modellen tager ikke højde for eventuelle kapacitetsbegrænsninger i metrosystemet. Trafikmodelberegningerne kan derfor vise et højere påstigertal i metrosystemet end der vil være plads til.

Frekvensen for M5 Vest er 180 sek., hvilket svarer til 20 afgangene i timen i hver retning i myldretiden. Der er mulighed for at øge frekvensen på M5 Vest i udgangspunkt op til det dobbelte antal afgangene i timen.

Figur 4.15

Beregnete antal påstignere pr. hverdagsdøgn på metrosystemet i beregningsårene 2035, 2050 og 2070.

		2035			2050			2070		
		Basis	M5 Vest	Forskel	Basis	M5 Vest	Forskel	Basis	M5 Vest	Forskel
Samlet	M5 Vest	0	78.600	78.600	0	138.900	138.900	0	196.300	196.300
Alle stationer på M5 Vest	v/Lynetteholm Nord	0	0	0	0	6.000	6.000	0	20.600	20.600
	v/Lynetteholm Syd	0	100	100	0	11.500	11.500	0	26.000	26.000
	v/Refshaleøen	0	5.900	5.900	0	14.300	14.300	0	16.900	16.900
	Østerport	0	7.400	7.400	0	18.000	18.000	0	27.800	27.800
	v/Rigshospitalet	0	9.200	9.200	0	11.000	11.000	0	12.400	12.400
	v/Stengade	0	4.200	4.200	0	4.900	4.900	0	5.400	5.400
	Forum	0	5.600	5.600	0	9.100	9.100	0	12.300	12.300
	København H	0	23.100	23.100	0	32.100	32.100	0	39.500	39.500
	Islands Brygge	0	9.100	9.100	0	11.300	11.300	0	12.900	12.900
	Amagerbro	0	8.900	8.900	0	11.200	11.200	0	13.200	13.200
	v/Kløverparken	0	5.000	5.000	0	9.300	9.300	0	9.500	9.500
Samlet	M1/M2	301.300	277.300	-24.000	325.200	291.400	-33.900	336.400	295.900	-40.500
Udvalgte stationer på M1/M2	Amagerbro	14.500	12.200	-2.200	15.300	13.600	-1.700	15.600	14.500	-1.000
	Islands Brygge	11.000	8.500	-2.400	12.100	9.800	-2.400	12.600	10.400	-2.200
	Christianshavn	30.500	26.200	-4.300	38.800	26.700	-12.000	45.100	26.800	-18.300
	Kongens Nytorv	45.500	41.600	-3.900	50.000	44.700	-5.300	50.000	44.000	-6.000
	Nørreport	45.900	38.700	-7.100	48.100	39.000	-9.100	49.400	38.700	-10.800
Samlet	M3/M4 (ekskl. forlængelse)	349.800	339.100	-10.700	398.500	389.500	-8.900	403.600	397.000	-6.600
Udvalgte stationer på M3/M4	Nordhavn	6.900	6.800	-100	10.500	10.200	-300	10.700	10.200	-500
	v/Orientkaj	5.400	5.500	0	10.200	10.300	100	10.300	10.400	100
	København H	63.000	63.100	100	67.500	68.900	1.500	66.900	70.000	3.000
	Kongens Nytorv	45.900	42.500	-3.400	50.100	47.000	-3.100	49.800	47.000	-2.800
	Østerport	24.600	25.100	500	29.800	34.800	5.100	30.000	38.800	8.800
I alt	Hele metroen	651.100	695.000	44.000	723.700	819.800	96.100	740.000	889.300	149.200

Note: Resultater fra OTM er her ikke korrigeret for kvalitetstillæg. Dette er gjort i efterfølgende analyser af kapacitetsudfordringer og i økonomiske beregninger. Der er ligeledes ikke korrigeret for kapacitetsbegrænsninger. Resultater for påstigertal for M1/M2 i basis er derfor for højt.

4.4.1 Påstigere i metroen

Antallet af påstigere pr. hverdagsdøgn i det samlede metrosystem er vist i Figur 4.16. Stationerne på forlængelsen af M5 Vest forventes at få knap 79.000 påstigere i 2035, 139.000 påstigere i 2050 og 196.000 i 2070, hvilket svarer til et årligt påstigertal på i hhv. 24,4 mio., 43,1 mio. og 60,9 mio. for de tre prognoseår på stationerne på forlængelsen.

M5 Vest har en aflastende effekt på særligt M1/M2. Det medfører særligt et fald i antal påstigere ved Nørreport, Kongens Nytorv, Christianshavns og Amagerbro, idet M5 Vest aflaster M1/M2 på tværs af havnen. Eksempelvis vil nogle passagerer fra det nordøstlige Amager i scenariet med M5 Vest foretrække M5 fremfor M2 til/fra den indre by. En del af påstigerne på M5 Vest er derfor ikke nye påstigere i metrosystemet, men passagerer, som tidligere benyttede M1/M2, som nu får en kortere rejsetid ved at benytte M5 Vest.

M5 Vest har gennem den centrale del af København et vist overlap i opland med M3/M4, som derfor beregnes at opleve et mindre fald i påstigertal.

Den samlede vækst i påstigere i metrosystemet er derfor mindre end påstigertal for M5 Vest, og dette skyldes hovedsageligt M5 Vests aflastende effekt på tværs af havnen på M1/M2. I 2035 vil M5 Vest medføre 13,6 mio. flere påstigere årligt i hele metrosystemet og hhv. 29,8 og 46,3 mio i 2050 og 2070.

4.4.2 Øvrig kollektiv trafik

I basisscenariet betjenes Refshaleøen og Lynetteholm af bus. En del af væksten i metroens påstigertal modsvares derfor af et fald i påstigertal for busser. S-tog oplever en lille stigning som følge af udbygningen af M5 Vest pga. flere omstigninger mellem metro og S-tog. I 2035 vokser det samlede påstigertal for den kollektive trafik med 4,5 mio. påstigere per år. Mens det i 2050 vokser med 11,3 mio. årligt og i 2070 med 20,4 mio. årligt. Effekten på bus og S-tog er stigende i 2050 og 2070.

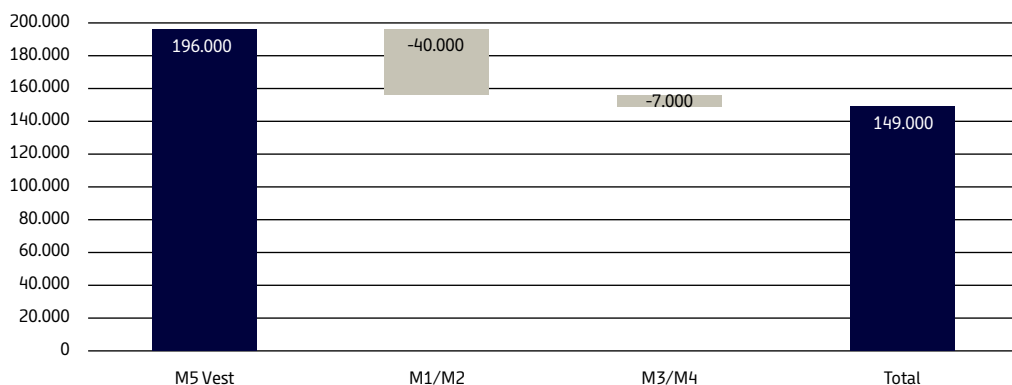
4.4.3 Alle transportmidler

Antallet af kollektive trafikture stiger i M5 Vest-scenariet i forhold til Basis. Forskellen stiger i takt med byudviklingen på særligt Refshaleøen og Lynetteholm. I 2035 viser trafikmodelberegningerne 11.000 flere kollektive trafikture i M4-scenariet end i Basis, mens forskellen er 26.000 kollektive trafikture i 2050 og 42.000 kollektive trafikture i 2070.

Der er en ensartet overflytning fra gående, cyklister og personer i bil til kollektiv trafik. Dog er det en mindre andel af bilture som overflyttes. I 2070 beregnes en overflytningen fra gang og cykel på 0,9 %, mens der er 0,5 % for bilpassagerer og 0,3 % for bilførere. Dette er dog beregnet ud fra trafikken i hele hovedstadsområdet. I Københavns Kommune og særligt omkring metrostationerne forventes et større relativt fald i antallet af bilture.

Figur 4.16

Påstigere per hverdagsdøgn fordelt på linjer i 2070.



Figur 4.17

Påstigere per hverdagsdøgn i den øvrige kollektive trafik (1.000 per hverdagsdøgn).

Kollektivt transportmiddel	2035		2050		2070	
	Basis	M5 Vest	Basis	M5 Vest	Basis	M5 Vest
Bus	593,5	561,3	647,5	577,5	691,2	590,8
Metro	651,1	695,0	723,7	819,8	740,0	889,3
Letbane i Ring 3	42,7	42,6	42,5	42,4	42,5	42,4
S-tog	458,7	460,2	467,3	474,9	469,7	482,9
Re- og fjerntog	304,8	306,0	305,3	307,7	304,6	308,4
Lokalbaner	27,8	27,9	28,0	28,2	28,0	28,2
Total	2.078,5	2.093,0	2.214,3	2.250,6	2.276,1	2.342,0

Note: Der er ikke forudsat byudvikling uden for Københavns Kommune efter 2035. Derved er udvikling i påstigertal for transportmidler uden for Københavns Kommune ikke retvisende. Dette gælder bl.a. for Letbane i Ring 3.

Figur 4.18

Personture per hverdagsdøgn med alle transportmidler (1.000 ture).

Hovedtransportmiddel	2035		2050		2070	
	Basis	M5Vest	Basis	M5Vest	Basis	M5Vest
Gang	1.176	1.173	1.225	1.216	1.259	1.245
Cykel	1.463	1.457	1.493	1.482	1.504	1.486
Bil, chauffør	2.880	2.877	2.896	2.889	2.900	2.889
Bil, passager	976	974	1.000	996	1.005	999
Kollektiv trafik	1.187	1.198	1.257	1.283	1.291	1.333
I alt	7.682	7.679	7.871	7.866	7.959	7.953

Der beregnes i alle tre prognoseår et meget lille negativt trafikspring samlet set, dvs. færre personture i M4-scenariet i forhold basis. Det negative trafikspring vurderes at forklares ved beregningsusikkerhed, som modelteknisk stammer fra pivoteringen i OTM-modellen.

4.4.4 Stationernes påstigertal og strækningsbelastninger

M5 Vests strækninger og stationers påstigertal i forhold til det øvrige metronet er herunder vist på kort.

Delstrækninger på hele metronettet i alle prognoseår er inddelt i ti intervaller med lige mange delstrækninger i hvert interval, hvor det interval med størst strækningsbelastning, dvs. flest passagerer mellem to stationer, er angivet med den tykkeste linje, og intervallet med lavest strækningsbelastning er angivet med den tyndeste linje. Strækningsbelastning er opgjort på døgnniveau.

Tilsvarende er stationernes påstigertal i alle prognoseår inddelt i ti intervaller med lige mange stationer i hvert interval, hvor stationer som tilhører største interval, dvs. flest påstigere, er angivet med den største cirkel, og stationer med færrest er angivet med den mindste cirkel. Intervaller er derfor ens for alle prognoseår og er kun angivet i figur for 2070.

Allerede i 2035 er der dele af M5 Vest som har en del passagerer på strækninger og påstigere på stationer. Det drejer sig om den del af M5 Vest, som betjener centrale bydele og det nordlige Amager. Dette stemmer godt overens med at oplandet er betydeligt i de centrale bydele allerede i 2035, og at M5 Vest dertil har en aflastende effekt på tværs af havnen, som ses på det nordlige Amager. På Lynetteholm og Refshaleøen er strækningsbelastninger og påstigertal begrænsede i 2035.

Figur 4.19 / 4.20 / 4.21

Strækningsbelastning og stationernes påstigertal for hele metronettet inkl. M5 Vest.

Tykkere strækninger angiver flere passagerer på strækningen og større cirkler angiver flere påstigere på stationerne i løbet af et hverdagsdøgn.

M5 Vest Stationsstørrelser

Strækningsbelastning – M5 Vest

**Strækningsbelastning
– eksisterende linjeføringer**


2035
Strækningsbelastning
og påstigertal



2050
Strækningsbelastning
og påstigertal



2070
Strækningsbelastning
og påstigertal



4.4.5 Kapacitet

Det er helt centralt at vurdere kapaciteten i en kommende mulig metrolinje. Kan metrolinjen transportere de passagerer, som trafikmodellens resultater viser vil benytte metroen? Dette indgår ikke allerede i OTM-modellen, idet denne ikke har en indbygget kapacitetsbegrænsning for kollektiv trafik. OTM-modellens resultater tager derfor ikke højde for, om der i praksis vil være plads til passagererne i metroen.

4.4.5.1 Kapacitet i metrosystemet

Kapaciteten i metrosystemet er en kombination af kapaciteten i togsystemet og kapaciteten på stationerne. For begge er der en begrænsning i hvor mange passagerer, som kan opholde sig på et givet tidspunkt.

I togene udgøres begrænsningen, dels af togets fysiske størrelse og deres frekvens og derigennem hvor mange passagerer, som kan opholde sig i togene, og dels af den tid, som passagerer har til at gå ind og ud af toget. Passagererne kommer kun ind og ud via perrondørene på stationerne.

Her er fokus rettet på kapacitet i togsystemet på M1/M2 på tværs af havnen, hvor der tidligere er identificeret forventede udfordringer omkring år 2035. Metroens kapacitetsmodel er således anvendt til at beregne, hvor mange som ikke kan komme med toget og dermed efterlades på stationerne på tværs af havnen. Stationerne er Kongens Nytorv, Christianshavn, Islands Brygge, Amagerbro og Lergravsparken.

Kapaciteten på selve metroens stationer, dvs. udfordringer der knytter sig til, hvor mange som opholder sig i områderne i stationsboksen, indgår ikke. Når der illustreres efterladte, så vedrører det derfor udelukkende kapacitetsudfordringer i togsystemet.

4.4.5.2 Kapacitet i M5 Vest

M5 Vest skal betjene et samlet byudviklingsområde, som består af Lynetteholm, Refshaleøen og Kløverparken. Transportbehovet for et så stort byområde kræver høj kapacitet.

For at kunne vurdere om kapaciteten er tilstrækkelig, eller om der vil opstå udfordringer, skal OTM-modellens resultater sættes i forhold til den kapacitet, som vil være til rådighed på M5 Vest og på det øvrige metronet efter en udbygning med M5 Vest.

Kapaciteten vurderes ud fra Metroselskabets kapacitetsmodel og ud fra strækningsbelastninger og påstigningstal som OTM-modellen beregner. Dette sker på to forskellige måder:

- Kapacitet belyst gennem oversigtskort
- Resultater fra Metroselskabets kapacitetsmodel.

4.4.5.3 Kapacitetsudfordringer belyst gennem oversigtskort

For at illustrere kapaciteten på udvalgte strækninger på en oversigtlig måde har Metroselskabet defineret en række kapacitetsintervaller. Intervallerne er delt op i 4 kategorier; grøn, gul, rød og sort. Der er dertil en sort af dobbelt tykkelse, som udtrykker at udfordringerne er endnu større. Grøn indikerer, at der ikke er kapacitetsudfordringer på strækningen, gul indikerer, at der er begyndende kapacitetsudfordringer på strækningen. Rød indikerer, at der er kapacitetsudfordringer på strækningen. Sort og dobbelt sort indikerer, at der er store og betydelige kapacitetsudfordringer.

Intervallerne er beregnet med udgangspunkt i strækningsbelastninger beregnet i OTM 7. Strækningsbelastningerne er delt op i tidsbånd og korrigeret, så de svarer til den fordeling på tidsbånd baseret på observeret data fra metroens tællesystem i 2019. På den baggrund kan identificeres den time med højest kapacitetsbelastning på strækningen. Sammenholdt med frekvensen togene kører med på strækningen beregnes det gennemsnitlige antal passagerer i den travleste time i hvert tog. De steder hvor metrosystemerne forgrener sig, kører der halvt så mange tog som på de centrale dele af metrolinjerne.

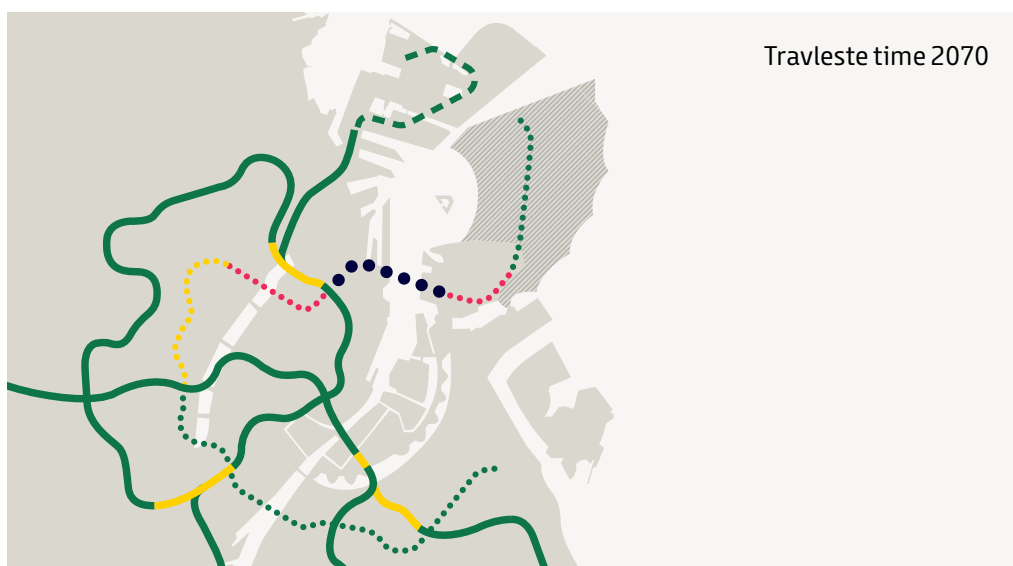
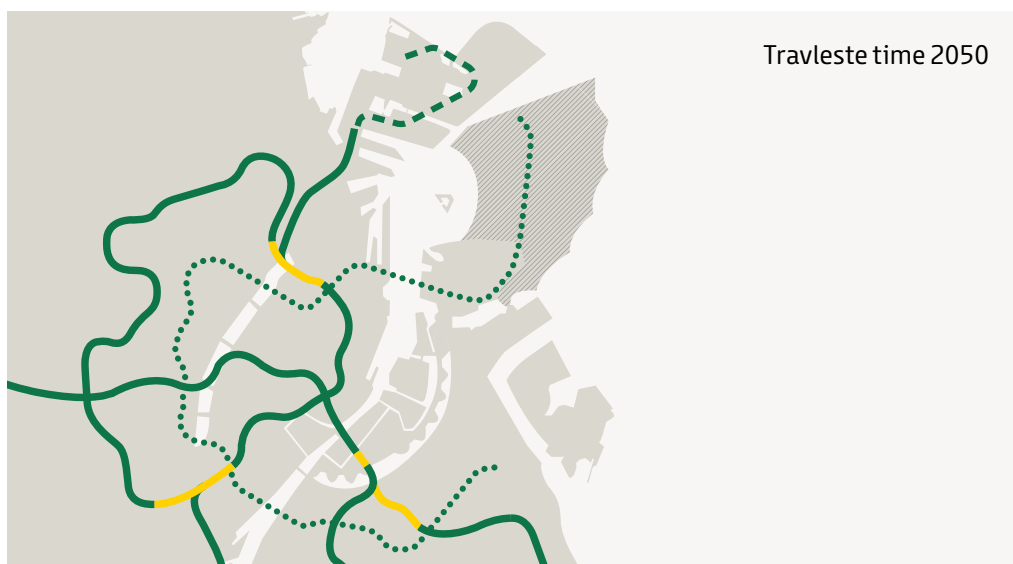
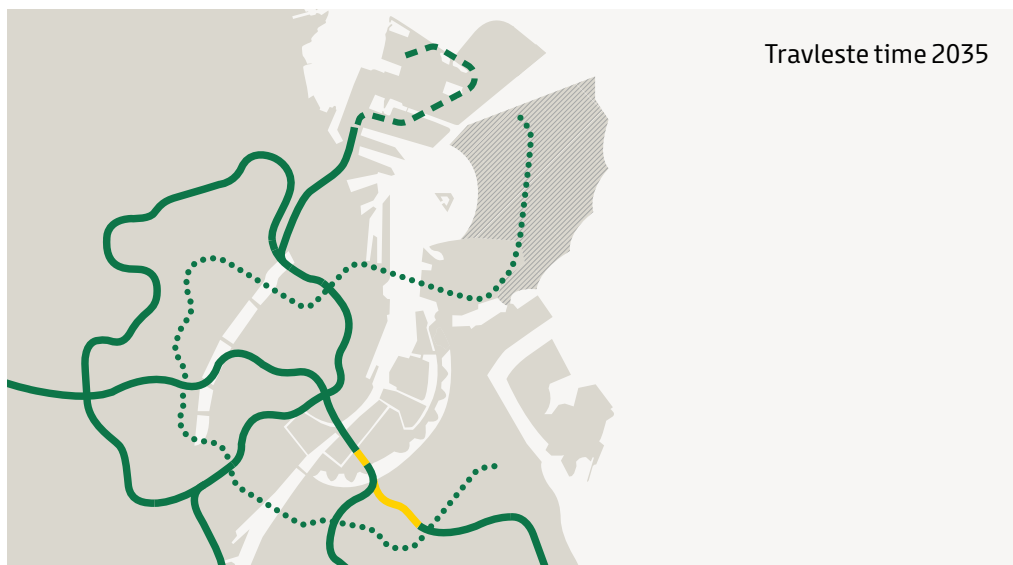
Intervallerne er baseret på erfaringer fra M1/M2, hvor der har været gennemført en række af tællinger i tog og beregninger i Metroselskabets kapacitetsmodel. Metroselskabet har bl.a. gennemført tællinger af antallet af passagerer i toget i 2019, når der er efterladte på stationerne.

Figur 4.22 / 4.23 / 4.24

Kapacitet belyst gennem oversigtskort
– travleste time 2035, 2050 og 2070
med 180 sekunders frekvens.

Kapacitetsvurdering

- Ingen kapacitetsproblemer
- Begyndende kapacitetsproblemer
- Kapacitetsproblemer
- Store og betydelige kapacitetsproblemer



Kapacitetskort for 2035 og 2050 viser, at der ikke er udfordringer på M5 Vest. Samtidig er udfordringer på M1/M2 på tværs af havnen begrænsede, hvilket skyldes M5 Vest's aflastende effekt.

I 2070 er byudviklingsområderne fuldt udbyggede. Her beregnes der kapacitetsudfordringer på M5 Vest på strækningen mellem Lynetteholmen Syd og Rigshospitalet. Dette vurderes at kunne imødekommes ved at øge frekvensen på M5 Vest. Frekvensen som ligger til grund for trafikmodelberegninger og kapacitetskort er 180 sek. Det er muligt at øge frekvensen på M5 Vest i udgangspunkt op til 90 sekunder, når det vurderes hensigtsmæssigt som følge af passagertal og kapacitetsudfordringer. Dette vil forudsætte en investering i yderligere togsæt.

4.4.5.4 Resultater fra Metroselskabets kapacitetsmodel

Metroselskabets kapacitetsmodel beregner antallet af efterladte på stationsniveau. Kapacitetsmodellen kan i udgangspunktet kun anvendes til at analysere kapacitetsudfordringer på eksisterende og besluttede stationer på M1/M2 og M3/M4. Der er derfor i dette afsnit fokuseret på stationerne, der ligger omkring havnen, hvor der tidligere er identificeret fremtidige kapacitetsudfordringer. Input udgøres af resultater fra OTM-modellen i form af påstiger- og afstigertal på stationsniveau, som opdeles på 1-minutsniveau. Dette tilpasses tidsmæssigt ud fra observerede passagertællinger i dagens system med henblik på at sikre det mest retvisende grundlag for at vise passagerernes fordeling henover døgnet og særligt i myldretiden.

4.4.5.4.1 Kapacitetsudfordring på tværs af havnen

Resultater i kapacitetsmodellen på tværs af havnen viser overordnet det samme billede som kapacitetskortene ovenfor. I basisscenariet er M1/M2 udfordret i 2035, og udfordringen vokser betragteligt frem mod 2050 og efterfølgende. Basisscenariet indeholder ingen udbygning af metronettet udover allerede besluttede projekter, mens byudviklingen i form af flere beboere og arbejdspladser i København herunder på Lynetteholm og Refshaleøen er indeholdt. Det betyder at M1/M2 på tværs af havnen i basisscenariet ikke aflastes, og udfordringerne vokser derfor i takt med byudviklingen.

Udbygning med M5 Vest har en stor aflastende effekt på tværs af havnen. Der er derfor beregnet et lavere antal efterladte i 2035 med udbygning med M5 Vest i forhold til basisscenariet. I de efterfølgende prognoserår medfører udbygning med M5 Vest en fortsat markant aflastning på tværs af havnen på M1/M2. Først i 2070 når antallet af efterladte på M1/M2 på tværs af havnen efter udbygning med M5 Vest et niveau, som svarer til halvdelen af de forventede udfordringer i 2035 i basisscenariet.

Figur 4.25

Efterladte passagerer per hverdag på M1/M2 henover stationerne på tværs af havnen (Kongens Nytorv, Christianshavn, Amagerbro, Lergravsparken og Islands Brygge).

Efterladte per hverdag	Basis	M5 Vest
2035	4.000	400
2050	9.300	1.400
2070	11.100	2.000

Hvad er en efterladt passager, og hvordan efterlades passagerer

Hvad er en efterladt passager?

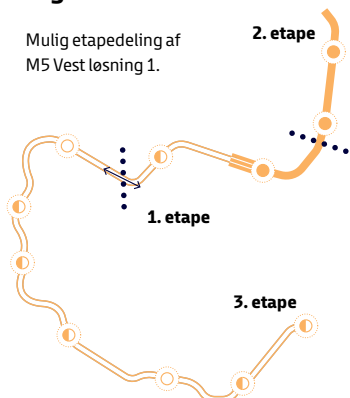
Passager, som må vente 1½ eller 3 minutter på næste afgang. I nogle tilfælde medfører ophobning på perronen, at ventetiden bliver længere.

Hvordan efterlades en passager?

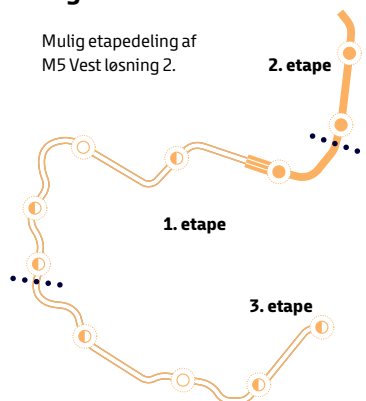
Passagerer kan blive efterladt som følge af én af to årsager. Enten bliver toget helt fyldt, inden alle påstigere er kommet på toget. Eller også kan alle påstigere ikke nå at komme med toget, fordi holdetiden ikke tillader den nødvendige udveksling. Der er et potentiale for at nedbringe antallet af efterladte ved at justere holdetid på stationer, hvor den nødvendige udveksling ikke er mulig. Men en øget holdetid på én station påvirker resten af driften i systemet og øger dertil rejsetiden for resten af passagererne. Der er behov for grundige analyser, førend potentialet kan klarlægges.

Figur 4.26

Mulig etapedeling af M5 Vest løsning 1.


Figur 4.27

Mulig etapedeling af M5 Vest løsning 2.


Figur 4.28

Oversigt over trafikale effekter af etapedeling af M5 Vest. Sammenligning af påstigertal for etape 1 løsning 1 og løsning 2 eller hele M5 Vest i 2035.

4.4.6 Trafikale effekter af etapedelinger

4.4.6.1 Grundlag for etapedeling

M5 Vest er i udgangspunkt opdelt i 3 etaper. Dette er gjort på baggrund af anlægstekniske overvejelser. Sammenholdt med den forventede byudvikling er der efterfølgende sat årstal på, hvornår de tre etaper kan åbne for på den ene side at betjene områderne, når der er beboere og arbejdspladser og dermed et passagergrundlag, og på den anden side ikke anlægge metroen for tidligt, så passagergrundlaget er for begrænset.

Der er imidlertid foretaget to forskellige opdelinger af M5 Vest i 3 etaper. Dette er gjort for at illustrere konsekvensen af to forskellige varianter af 1. etape.

I løsning 1 er 1. etape en minimumsløsning som udelukkende betjener v/Refshaleøen og Østerport i 2035.

I løsning 2 er 1. etape en løsning som betjener v/Refshaleøen, Østerport, Rigshospitalet, Indre Nørrebro og Forum i 2035.

2. etape er identisk i løsning 1 og løsning 2 og betjener Lynetteholm Syd og Lynetteholm Nord i 2045.

3. etape udgøres af den resterende del af M5 Vest. I løsning 1 betjener 3. etape strækningen fra Rigshospitalet til Prags Boulevard Øst i 2045. I løsning 2 betjener 3. etape strækningen fra København H til Prags Boulevard i 2045.

Etape 1 er fastsat til åbning i 2035, hvilket sikrer betjening af Refshaleøen i begge løsninger og de indre dele af København, som endnu ikke er stationsnære, i løsning 2. I begge løsninger af etapedeling af M5 Vest aflastes M1/M2 på tværs af havnen i 2045.

4.4.6.2 Trafikale effekter

De trafikale effekter af to beskrevne varianter af M5 Vest er illustreret i Figur 4.28. I Figuren er kun vist trafikale effekter i 2035. Dette skyldes, at der i den etapevise udbygning forudsættes en fuld udbygning af M5 Vest i 2050 i både løsning 1 og løsning 2. Resultater af en fuld udbygning i 2050 og 2070 kan ses i afsnit 4.4.

Forventeligt er der færrest påstigere på etape 1 i løsning 1. Tilsvarende gælder for merpåstigere i metro-systemet og antallet af ekstra kollektiv ture.

Påstigere på M5 Vest i 2035	Etape 1 – løsning 1	Etape 1 – løsning 2	Hele M5 Vest
v/Lynetteholm Nord	0	0	0
v/Lynetteholm Syd	0	0	100
v/Refshaleøen	4.800	5.300	5.900
Østerport	4.800	9.900	7.400
v/Rigshospitalet	0	6.300	9.200
v/Stengade	0	2.700	4.200
Forum	0	4.600	5.600
København H	0	0	23.100
Islands Brygge	0	0	9.100
Amagerbro	0	0	8.900
v/Prags Boulevard	0	0	5.000
Total	9.500	28.700	78.600
Merpåstigere i metrosystemet	8.600	23.500	44.000
Ekstra kollektiv ture	2.000	4.600	10.700

4.5 Følsomhedsberegninger

Følsomhedsberegninger har til formål at kvalificere resultaterne af trafikmodelberegningerne. Dette er gjort ved at gennemføre trafikmodelberegninger med justerede nøgleforudsætninger. Dels er der gennemført beregninger, hvor en række nøgleforudsætninger er ændret i hhv. positiv og negativ retning med henblik på at illustrere et sandsynligt udfaldsrum for resultaterne. Dels er udvalgt nøgleforudsætninger justeret individuelt for at belyse effekten af dem. Trafikmodelberegninger er gennemført i OTM version 6.1.

Illustration af udfaldsrummet

Beregning af linjeføringens fremtidige påstigertal baseres på en række forudsætninger. For at belyse den samlede usikkerhed, der knytter sig til resultaterne, og dermed vise et udfaldsrum, så er der beregnet et positivt scenarie, hvor alle nøgleforudsætninger er ændret i positiv retning til fordel for metroens påstigertal og et negativt scenarie, hvor alle nøgleforudsætninger er ændret i negativ retning, der betyder et fald for metroens påstigertal.

4.5.1 Positivt scenarie (positiv påvirkning af metroens påstigertal)

- Befolkning: 10 % flere indbyggere i Københavns og Frederiksberg Kommune ift. 2035+ (svarer til en stigning på 92.000 indbyggere)
- Arbejdspladser: 10 % flere arbejdspladser i Københavns og Frederiksberg Kommune ift. 2035+ (svarer til en stigning på 52.000 arbejdspladser)
- Kørselsomkostninger: som for 2015 (18 % højere end i 2035+)
- Bilejerskab: uændret ift. 2035+ (fald for Københavns og Frederiksberg Kommune ift. 2015)
- Parkeringssøgetid: ingen ændringer ift. 2035+
- Vejkapacitet: reduceres med 5 % på alle veje som følge af yderligere vejsanering og nedsættelse af hastighedsbegrænsninger
- Cykelhastighed: reduceres med 10 % ift. 2035+, som følge af flere cyklister og samme kapacitet på cykelstier.

4.5.2 Negativt scenarie (negativ påvirkning af metroens påstigertal)

- Befolkning: 10 % færre indbyggere i Københavns og Frederiksberg Kommune (svarer til et fald på 92.000 indbyggere)
- Arbejdspladser: 10 % færre arbejdspladser i Københavns og Frederiksberg Kommune (svarer til et fald på 52.000 arbejdspladser)
- Kørselsomkostninger: Et fald på 24 % for erhverv og 20 % for ikke-erhverv ift. 2035+
- Bilejerskab: stiger i centralkommunerne som i den øvrige del af regionen (vækst på 13,3 % ift. 2015) for at illustrere en øget bilrådighed og at biler gøres billigere og dermed ejes af flere eller lejes/leases nemt og billigt
- Parkeringssøgetid: reduceres med 20 % som følge af flere p-anlæg og debilsordninger

- Vejkapacitet: øges med 5 % på alle veje som følge af forbedret trafikstyring
- Cykelhastighed: øges med 10 % ift. 2035+ for at illustrere en fortsat udbygning af cykelnettet i København og en øget udbredelse af el-cykler.

Justering af nøgleforudsætninger

Der er gennemført følsomhedsberegninger med justering af følgende udvalgte nøgleforudsætninger:

- **Forbedrede vilkår for gående og cyklister**
Forbedret cykelfremkommelighed i form af hastighedsforøgelse på cykelstinet: Hastigheden på cykelnettet sættes op med 10 %. Cykelforbindelse mellem Lynetteholm og Levantkaj er tilføjet
- **Gratis kørsel på Østlig Ringvej**
Betalning for kørsel på Østlig Ringvej er sat til 0 kr.
- **Forhøjet bilejerskab**
Bilejerskab og dermed antallet af biler stiger i centralkommunerne som i den øvrige del af regionen (vækst på 13,3 % mellem 2015 og 2035) for at illustrere en øget bilrådighed og at biler gøres billigere og dermed ejes af flere eller lejes/leases nemt og billigt.

Resultater af følsomhedsberegninger

Der er ikke gennemført følsomhedsberegninger for M5 Vest. De er gennemført for hovedscenarierne M5 og M4, hvor effekten er ensartet. Effekten af ændrede forudsætninger vurderes på den baggrund at være i samme størrelsesorden for M5 Vest. Der henvises derfor til resultater i afsnit om følsomhedsberegninger for M5.

4.6 Stationer og nærområder

4.6.1 Oversigt over stationer

En opsummering over stationstyper, der indgår ved M5 Vest, er givet i Figur 4.29.

4.6.2 Stationstyper

Alle stationstyper foreslået på M5 Vest er beskrevet i afsnit 2.6.1 og 3.6.2.

Figur 4.29

Oversigt over stationer for M5 Vest.

Station	Stationstype	Bemærkning	Indgår i
v/Lynetteholm Nord	Højbanestation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
v/Lynetteholm Syd	Højbanestation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
v/Refshaleøen	Højbanestation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
Østerport (Østbanegade)	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via fælles concoursniveau og med S-tog, Regionaltog, internationale tog og bus via terræn.	Hovedforslag
v/ Rigshospital	Dyb Undergrundsstation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
v/ Stengade	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag
Forum	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M1/M2 og M5 via fælles concoursniveau og med bus via terræn.	Hovedforslag
Københavns Hovedbanegård (Reventlowsgade)	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M3/M4 og M5 via fælles concoursniveau og med S-tog, Regionaltog, internationale tog via en gangtunnel og med bus via terræn.	Hovedforslag
Københavns Hovedbanegård (Bernstorffsgade)	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M5 og M3/4, S-tog, Regionaltog og internationale tog via gangtunnel og med bus via terræn.	Variant 1
Islands Brygge (Njalsgade)	Dyb undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M1 og M5 via gangforbindelse og med bus via terræn.	Hovedforslag
Islands Brygge (Københavns Universitet)	Dyb undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M1 og M5 via gangforbindelse og med bus via terræn.	Variant 1
Islands Brygge (Ørestads Boulevard)	Dyb platform til platform undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M1 og M5 fra perron til perron via mellemniveau og med bus via terræn.	Variant 2
Amagerbro	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via lange gangtunneller og med bus via terræn.	Hovedforslag
Amagerbro (Amagercentret)	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via kort gangtunnel og med bus via terræn.	Variant 1
Amagerbro (Blekingegade)	Kavernestation	Mulighed for omstigning mellem M2 og M5 via fælles concoursniveau og med bus via terræn.	Variant 2
v/ Prags Boulevard Øst	Undergrundsstation	Mulighed for omstigning med bus via terræn.	Hovedforslag

4.6.3 Stationer

4.6.3.1 V/Lynetteholm Nord – Højbanestation (Hovedforslag)

Løsningen er ligesom for M4, der beskrives i afsnit 2.6.2.3.

4.6.3.2 V/Lynetteholm Syd – Højbanestation (Hovedforslag)

Løsningen er ligesom for M4, der beskrives i afsnit 2.6.2.5.

4.6.3.3 V/Refshaleøen – Højbanestation (Hovedforslag)

Løsningen er ligesom for M4, der beskrives i afsnit 2.6.2.7, men roteres 90 grader og flyttes mod øst som vist på Figur 4.30.

4.6.3.4 Østerport (Kk) – Undergrundsstation (Hovedforslag)

Station er ligesom for M5, som beskrives i afsnit 3.6.3.19.

4.6.3.5 V/Rigshospital – Hovedforslag

Placering og udformning

Stationen er placeret i Amorparken ved siden af Rigshospitalet som vist på Figur 4.31. Stationens placering styres af de tilstødende tunneller, der skal anlægges syd for hospitalbygningen på grund af bygningens meget dybe fundamenter. Stationen er placeret, så tunnellerne ikke krydser under hospitalets bygninger med følsomt udstyr.

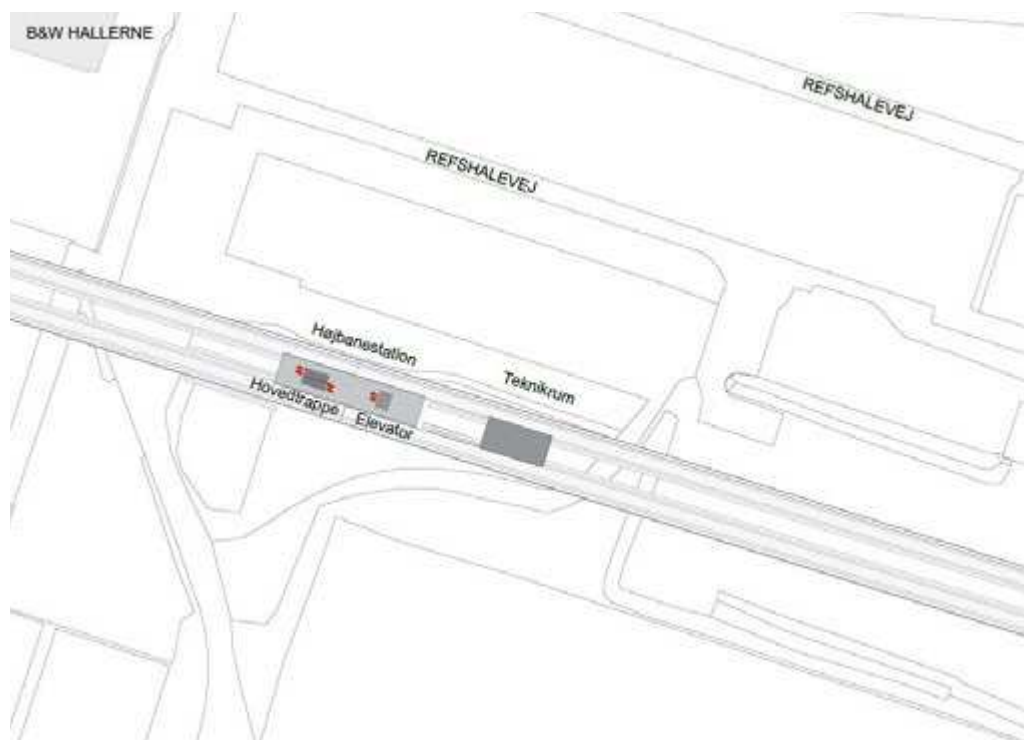
Stationen er forudsat udført som en dyb undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perronniveau beliggende ca. 18 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet til kote +8,50 m DVR90 af hensyn til sikring imod skybrud.

Stationen er forudsat udført med ovenlys.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Rig-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

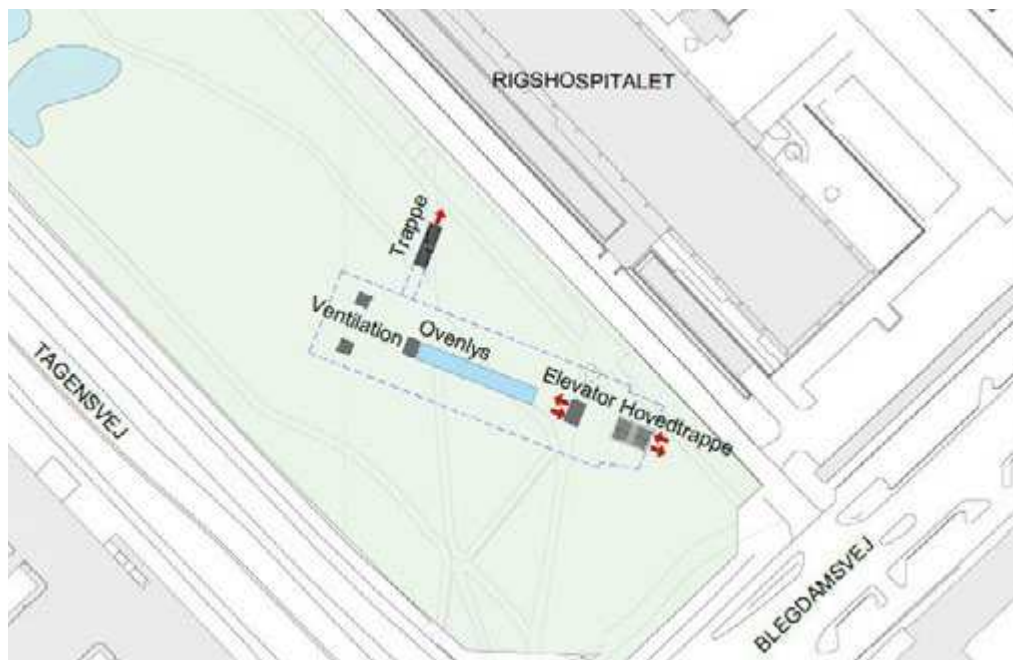
Figur 4.30

Mulig stationsplacering for v/Refshaleøen.



Figur 4.31

Mulig stationsplacering for v/Rigshospitalet.



Arkitektonisk indpasning

Stationen placeres i Amorparken med hovedtrappen placeret, så den vender mod sydøst til Blegdamsvej. Stationens anden indgang er orienteret mod indgangen til korridoren, der forbinder hospitalets hovedindgang med parken. Designet af denne anden indgang kan gennemgås i projektets næste fase for at undersøge, hvordan man sikrer den bedst mulige forbindelse mellem hospitalet og stationen.

Det kan være muligt at oprette forbindelse til den eksisterende fodgængertunnel, der krydser parken. Dette er ikke undersøgt på nuværende tidspunkt, men kan studeres i den næste fase.

Stationens infrastruktur i terræn skal integreres med parkens udtryk, ligesom andre metrostationer i København, hvor stationerne er placeret i grønne områder.

Stationslayout er en typisk dyb undergrundsstation, og tegning af et typisk dyb undergrundsstationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

De trafikale forhold ved Blegdamsvej og Juliane Maries Vej anses som relativt ukomplicerede, og den trafikale indpasning vil blive koordineret med byplanlægningen for lokalområdet.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 11 m under terræn, og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode.

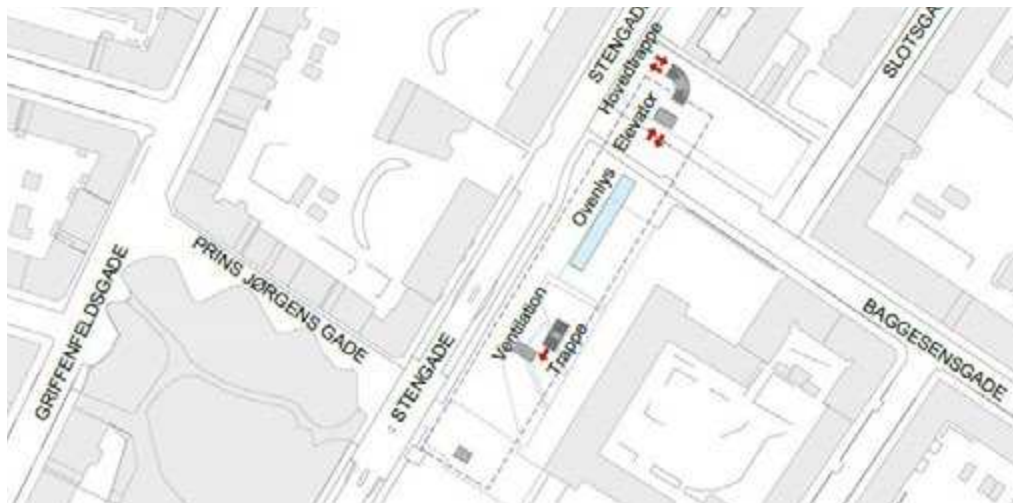
Hovedtrappe og nødtrappe, som anlægges udenfor undergrundsstationen, anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes, at disse anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge.

Stationens dybde er defineret af tunnellerne, der passerer under den eksisterende fodgængertunnel i parken. Med yderligere undersøgelse kan det være muligt at hæve stationen til en overfladenær station.

Et antal træer skal fjernes i parken for at anlægge stationen og den tilhørende arbejdsplads. I projektets næste faser vil der blive foretaget en undersøgelse af, hvordan arbejdspladsen skal udformes for at minimere antallet af træer, der skal fjernes, som det blev gjort for Nørrebro Parken ved udførelsen af M3.

Figur 4.32

Mulig stationsplacering for v/Stengade.



4.6.3.6 V/Stengade – Undergrundsstation - Hovedforslag

Placering og udformning

Stationen er placeret ved siden af Stengade som skitseret på Figur 4.32.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perron-niveau beliggende ca. 12 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet til kote +8,26 m DVR90 af hensyn til sikring imod skybrud.

Stationen er forudsat udført med ovenlys.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Sga-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

Stationen placeres parallelt med Stengade med hovedtrappen placeret, så den vender mod Nørrebrogade, og den sekundære trappe i den modsatte ende.

Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt et forareal, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar ligeledes blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Stationslayout er en typisk undergrundsstation, og tegning af et typisk undergrundsstationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

De trafikale forhold ved Stengade anses som relativt ukomplicerede, og den trafikale indpasning vil blive koordineret med byplanlægningen for lokalområdet.

Det er vigtigt, at der implementeres en skillerabat mellem cykelstier og afsætningspladser af sikkerhedsmæssige årsager. Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibredder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 11 m under terræn, og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode.

Hovedtrappe og nødtrappe, som anlægges udenfor undergrundsstationen, anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes, at disse anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge.

4.6.3.7 Forum – Undergrundsstation - Hovedforslag

Stationen er ligesom for M5, der beskrives i afsnit 3.6.3.1.

4.6.3.8 Københavns Hovedbanegård – Hovedforslag

Stationen er ligesom for M5, der beskrives i afsnit 3.6.3.2

4.6.3.9 Københavns Hovedbanegård – Variant

Stationen er ligesom for M5, der beskrives i afsnit 3.6.3.3

4.6.3.10 Islands Brygge - Hovedforslag

Stationen er ligesom for M5, der beskrives i afsnit 3.6.3.4

4.6.3.11 Islands Brygge - Variant 1

Stationen er ligesom for M5, der beskrives i afsnit 3.6.3.5

4.6.3.12 Islands Brygge - Variant 2

Stationen er ligesom for M5, der beskrives i afsnit 3.6.3.6.

4.6.3.13 Amagerbro - Hovedforslag

Stationen er ligesom for M5, der beskrives i afsnit 3.6.3.7

4.6.3.14 Amagerbro – Variant 1

Stationen er ligesom for M5, der beskrives i afsnit 3.6.3.8.

4.6.3.15 Amagerbro – Variant 2

Stationen er ligesom for M5, der beskrives i afsnit 3.6.3.9

4.6.3.16 Prags Boulevard Øst – Hovedforslag**Placering og udformning**

Denne station er placeret ved den Østlige ende af Prags Boulevard omkring 100 m nord for vejen som vist på Figur 4.33.

Stationen er forudsat udført som en undergrundsstation med en perronbredde på 7 m og med perron-niveau beliggende ca. 12 m under terræn. Omkringliggende færdigt terræn er forudsat hævet til kote +2,25 m DVR90 af hensyn til sikring imod skybrud.

Stationen er forudsat udført med ovenlys.

Stationsplacering er illustreret på tegning LYN-ARUP-STA=Pbø-ARC-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arkitektonisk indpasning

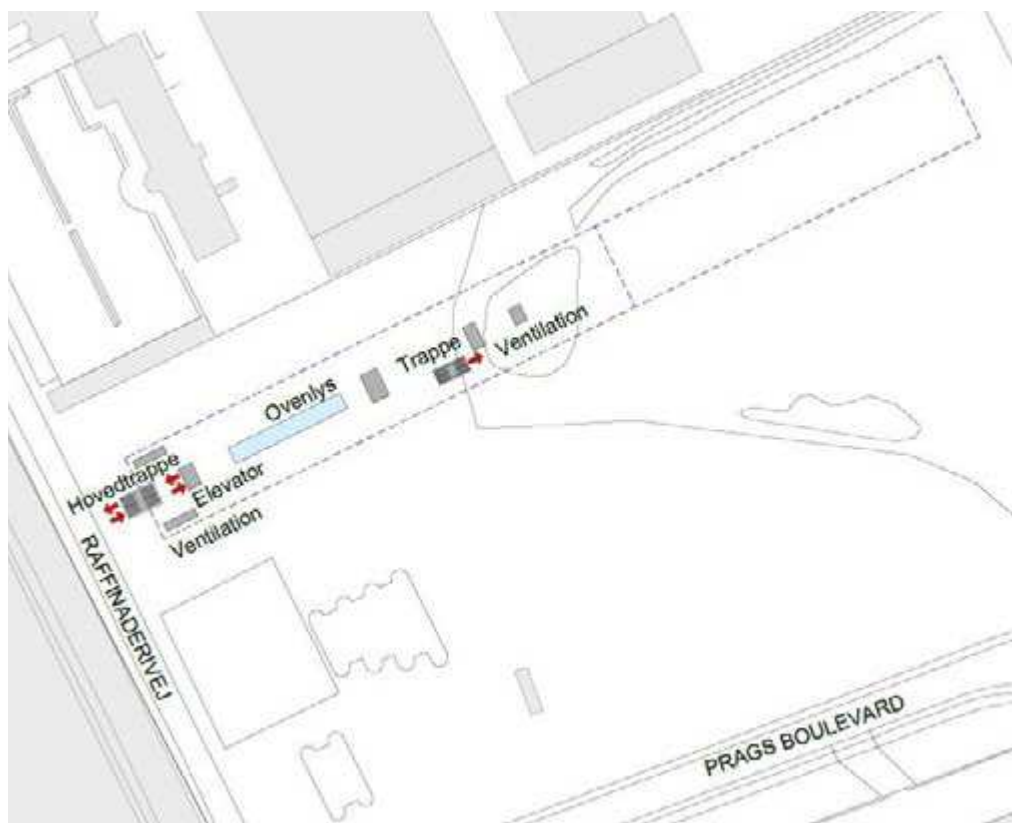
Stationen placeres parallelt med Prags Boulevard med hovedtrappen placeret, så den vender mod øst til Raffinaderivej, og den sekundære trappe i den modsatte ende. Byområdet er karakteriseret ved tidligere og nuværende industrielle bygninger, og det må forventes at området på sigt bliver udviklet til boliger og erhverv. I forbindelse med udarbejdelse af nye planer for byområdet skal de endelige placeringer af trapper fastlægges. Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikker adgang til stationen. I en senere projektfase vil forpladserne, herunder trafikafvikling, beplantning samt cykelparkering og andet byinventar ligeledes blive endeligt udformet, så byrummet fremstår som en arkitektonisk helhed.

Hvis der er ønsker om at opføre en bygning over stationen, vil dette være muligt.

I givet fald skal dette klarlægges, sådan at der kan tages højde for det i næste projektfase, hvor mulighederne kan vurderes nærmere.

Figur 4.33

Mulig stationsplacering for v/Prags Boulevard Øst.



Stationslayout er en typisk undergrundsstation, og tegning af et typisk undergrundsstationslayout er i det tekniske tegningsbilag.

Trafikal indpasning

De trafikale forhold ved Prags Boulevard anses som relativt ukomplicerede, og den trafikale indpasning vil blive koordineret med byplanlægningen for lokalområdet.

Det er vigtigt, at der implementeres en skillerabat mellem cykelstier og afsætningspladser af sikkerhedsmæssige årsager. Det skal sikres, at der tilvejebringes passende fortovs- og cykelstibreder samt, at disse er koblet op på det eksisterende netværk på passende vis.

Anlægstekniske forhold

Kalkoverfladen er beliggende ca. 12 m under terræn, og det skønnes, at stationen umiddelbart kan anlægges ved hjælp af den kendte metode.

Hovedtrappe og nødtrappe, som anlægges udenfor undergrundsstationen, anlægges i overfladenære udgravninger. Det skønnes, at disse anlægges som cut & cover indenfor afstivende vægge.

Station er beliggende tæt ved linjeføringen for den mulige Østlig Ringvej, og metroens linjeføring tager dermed højde for Østlig Ringvejs linjeføring Variant V2. Hvis en anden linjeføring vælges for Østlig Ringvej, vil det muligvis medføre øgede anlægsomkostninger.

4.7 Tekniske forhold

4.7.1 Hovedgeometri

Linjeføringer og længdeprofil for hovedforslag og varianter er dækket af beskrivelserne i de følgende afsnit. Tegninger til hovedforlag og variantløsninger er i det tekniske tegningsbilag.

Bindinger på linjeføring og længdeprofil

Linjeføring og længdeprofil har en række bindinger som er oplistet herunder:

- Linjeføringen krydser eksisterende metrotunneller flere steder. Ved Hovedbanegården (Hovedforslag og Variant 1), Forum, Amagerbro (Hovedforslag og Variant 1) og Østerport krydser M5 over toppen af de eksisterende tunneller med en fri afstand på ca. 1 m
- Linjeføringen krydser under eksisterende metrotunneller eller bygningskonstruktioner flere steder, herunder ved Amagerbro (Variant 2) og Islands Brygge (Hovedforslag, Variant 1, Variant 2)
- Linjeføringen skal føres under havnen ved to forbindelser: mellem Hovedbanegården og Islands Brygge, mellem Østerport og Lynetteholm
- Lynetteholms form bestemmer placeringen af stationerne for at opnå den bedste dækning af landindvindingen
- Det forudsættes, at BIOFOS renseanlægget Lynetten flyttes, inden anlægsarbejdet for metroen igangsættes
- Linjeføringen krydser Østlig Ringvej forskellige steder afhængigt af, hvilken linjeføring der vælges for Østlig Ringvej. Det forudsættes, at højbanen kan understøttes på det konstruktionselement der udvikles for Østlig Ringvej. Derfor er Østlig Ringvej ikke på nuværende tidspunkt betragtet som en begrænsning. På steder, hvor metroens linjeføring krydser under Østlig Ringvej, styrer den vertikale placering af Østlig Ringvej linjeføringen for metrobyggeriet. Endvidere er det vigtigt, om de to projekter udføres parallelt eller før/efter hinanden, hvilket er beskrevet yderligere i afsnit 3.7.15.1.
- Ved Forum er der et stort fjernvarmekammer og en pumpestation, der er kritisk infrastruktur for byen og derfor ikke kan flyttes. Hovedrørene, der forsyner Indre By, kan heller ikke fjernes eller omlægges
- På Østbanegade ved Østerport er der en fjernvarmepumpe, der er kritisk infrastruktur for Indre By og derfor ikke kan flyttes
- Jernbanen ved Østerport og Hovedbanegården har stor indflydelse
- Hvor det er muligt er løsninger udviklet med fokus på at minimere driftspåvirkninger for al eksisterende infrastruktur samt at minimere antallet af bygninger, der skal nedrives.

4.7.2 Geotekniske forhold

I tekniske bilag 4 er de geologiske, geotekniske og hydrogeologiske forhold for Lynetteholms Metroen beskrevet, og geotekniske tegninger er i tekniske tegningsbilag.

For strækningen på Lynetteholm er det forudsat, at landindvindingen vil blive udført, så det ikke resulterer i betydelig fortsat konsolidering efter opførelsen af metroen eller differenssætninger langs linjeføringen.

4.7.3 Stormflod og ekstremregn

4.7.3.1 Skybrud – ekstremregn

Der henvises til afsnit 2.7.3.1 for beskrivelse af skybrudsberegninger. Figur 4.34 opsummerer resultaterne af skybrudssimuleringerne ved de stationer på M5 Vest.

4.7.3.2 Oversvømmelse fra hav

Der henvises til afsnit 2.7.3.2 for beskrivelse af oversvømmelsesberegninger.

Figur 4.35 opsummerer stormflodshøjder fra nord, mens Figur 4.36 opsummerer stormflodshøjder fra syd.

4.7.3.3 Hydraulisk forbindelse til hav

Der henvises til afsnit 2.7.3.3 for beskrivelse af hydraulisk forbindelse til hav.

Figur 4.34

Maksimal vandstandskote (m DVR90) og dybde (m) ved T=2.000 skybrudshændelser i hhv. år 2035 og 2135. Desuden er den nuværende kote for påtænkte stationer vist.

		T=2.000			
År		2035		2135	
Station	Nuværende terræn (m DVR90)	Maks Dybde (m)	Maks vandstand (m DVR90)	Maks Dybde (m)	Maks vandstand (m DVR90)
Østerport	6,15	0,06	6,21	0,10	6,25
v/Rigshospital	8,30	0,20	8,50	0,30	8,60
v/Stengade	8,05	0,02	8,07	0,21	8,26
Forum	5,13	0,02	5,15	0,61	5,74
København H	3,25	0,03	3,28	0,13	3,38
Islands Brygge	1,92	0,07	1,99	0,34	2,26
Amagerbro	2,15	0,17	2,32	0,35	2,50
v/Prags Boulevard Øst	2,23	0,02	2,25	0,02	2,25

Figur 4.35

Stormflodshøjder ved stormflod fra Nord (84 %, inklusive bølgetillæg og tillæg for øget stormstyrke). Alle koter i m DVR90.

Station	T=2.000 (84 %)		T=10.000 (84 %)	
	2035	2135	2035	2135
Lynetteholm	2,42	3,64	2,69	3,84
Refshaleøen	2,42	3,64	2,69	3,84
Østerport	2,42	3,64	2,69	3,84
v/Rigshospital	<2,42	<3,64	<2,69	<3,84
v/Stengade	<2,42	<3,64	<2,69	<3,84
Forum	<2,42	<3,64	<2,69	<3,84
København H	<2,42	<3,64	<2,69	<3,84
Islands Brygge	<2,42	<3,64	<2,69	<3,84
Amagerbro	2,42	3,64	2,69	3,84
v/Prags Boulevard Øst	2,42	3,64	2,69	3,84

Figur 4.36

Stormflodshøjder (84 %) ved stormflod fra syd ved de påtænkte placeringer af Metrostationer. Alle koter i m DVR90.

Station	T=2.000 (84 %)		T=10.000 (84 %)	
	2035	2135	2035	2135
Lynetteholm	2,05-3,72	3,39-5,06	3,15-4,82	4,27-5,94
Refshaleøen	2,15-3,76	3,49-5,10	3,25-4,86	4,37-5,98
Østerport	2,30-3,77	3,64-5,11	3,40-4,87	4,52-5,99
v/Rigshospital	2,96-3,79	4,30-5,13	4,06-4,89	5,18-6,01
v/Stengade	3,91-4,01	5,25-5,35	5,01-5,11	6,13-6,23
Forum	4,29-4,36	5,63-5,70	5,39-5,46	6,51-6,58
København H	4,29-4,36	5,63-5,70	5,39-5,46	6,51-6,58
Islands Brygge	4,06-4,36	5,40-5,70	5,16-5,46	6,28-6,58
Amagerbro	3,71-4,28	5,05-5,62	4,81-5,38	5,93-6,50
v/Prags Boulevard Øst	3,65-3,82	4,99-5,16	4,75-4,92	5,87-6,04

4.7.4 Transversaler

Transversaler er placeret ved siden af stationerne som beskrevet i de følgende afsnit. Placeringen ved siden af stationerne reducerer størrelsen af arbejdspladsen, hvilket er hensigtsmæssigt især i Indre By. Det vil også være muligt at udvikle arealet over transversalkammeret til tekniske rum, hvilket reducerer størrelsen af udgravningen.

For en generel beskrivelse af transversaler henvises til afsnit 3.7.4, og tegning er i tekniske tegningsbilag. Linjeføringen for M5 Vest har transversaler på de samme steder som M5. Det skal dog nævnes, at transversalkammeret ved Prags Boulevard for M5 er placeret ved Prags Boulevard øst for M5 Vest. Placeringen af transversaler er beskrevet i de følgende afsnit.

4.7.4.1 Transversalkammer v/Østerport

Der henvises til afsnit 3.7.4.10 for en beskrivelse af transversalkammeret ved Østerport.

4.7.4.2 Transversalkammer v/Forum

Henvises til afsnit 3.7.4.1 for en beskrivelse af transversalkammeret ved Forum.

4.7.4.3 Transversalkammer v/Københavns Hovedbanegård – variant

Henvises til afsnit 3.7.4.3 for beskrivelse af transversalkammer ved Københavns Hovedbanegård variant.

4.7.4.4 Transversalkammer v/Københavns Hovedbanegård - Hovedforslag

Der henvises til afsnit 3.7.4.2 for en beskrivelse af transversalkammeret ved Københavns Hovedbanegård Hovedforslag.

4.7.4.5 Transversalkammer v/Islands Brygge – variant 2

Der henvises til afsnit 3.7.4.6 for en beskrivelse af transversalkammeret ved Islands Brygge Variant 2.

4.7.4.6 Transversalkammer v/Islands Brygge – variant 1

Der henvises til afsnit 3.7.4.5 for en beskrivelse af transversalkammeret ved Islands Brygge Variant 1.

4.7.4.7 Transversalkammer v/Islands Brygge – Hovedforslag

Der henvises til afsnit 3.7.4.4 for en beskrivelse af transversalkammeret ved Islands Brygge Hovedforslag.

4.7.4.8 Transversalkammer v/Prags Boulevard Øst

Transversalkammeret er placeret øst for stationen og er principielt det samme layout som transversalkammeret ved Prags Boulevard for M5 uden afgrening. Kammeret anlægges i samme dybde som den tilstødende station, og nogle af stationens tekniske rum er placeret over transversalkammeret.

4.7.5 Afgrening

En afgrening kræves mellem stationerne v/Refshaleøen og v/Lynetteholm Syd for at skabe forbindelse til CMC. Afgreningen sker her fra højbane, hvormed den ene bane føres under højbanen mod CMC. Den foreslåede udformning for afgreningen er skitseret på tegning LYN-ARUP-CMC=Lyn-ALG-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

4.7.6 Nødsakke og slusakke

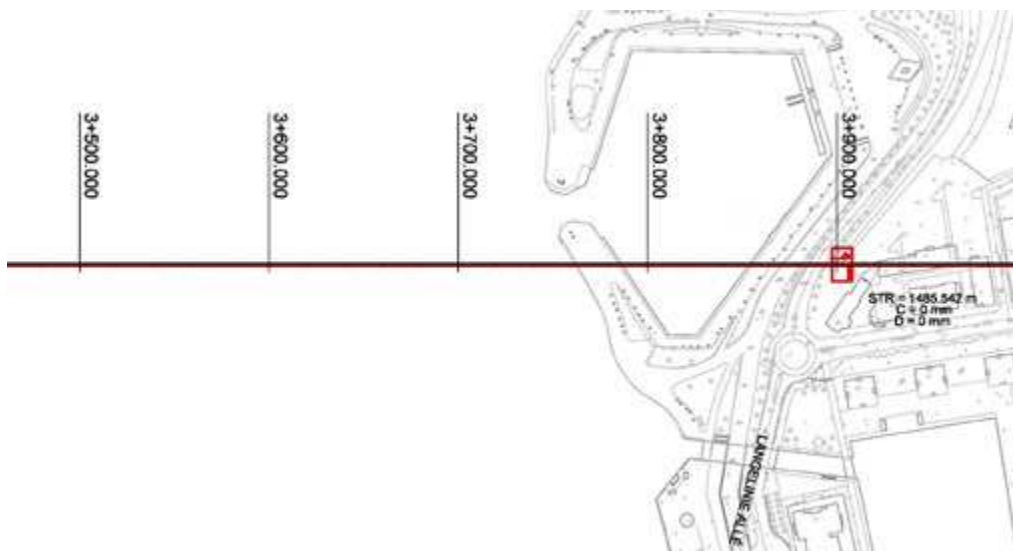
Nødsakke for M5 Vest er de samme som for M5 Hovedforslag med tilføjelse af dem beskrevet nedenfor. For en generel beskrivelse af nødsakke i M5 henvises til afsnit 3.7.6. Beskrivelse af nødsakke ved haven på islands brygge og ved Vester Søgade henvises til afsnit 3.7.6.

På strækningen mellem Refshaleøen og Østerport kræves endnu en skakt. Placeringen foreslås syd for Langelinie som skitseret på Figur 4.37.

Mellem v/Prags Boulevard Øst og Amagerbro kræves endnu en skakt. Placeringen foreslås tæt ved rundkørslen ved Prags Boulevard som vist på Figur 4.38.

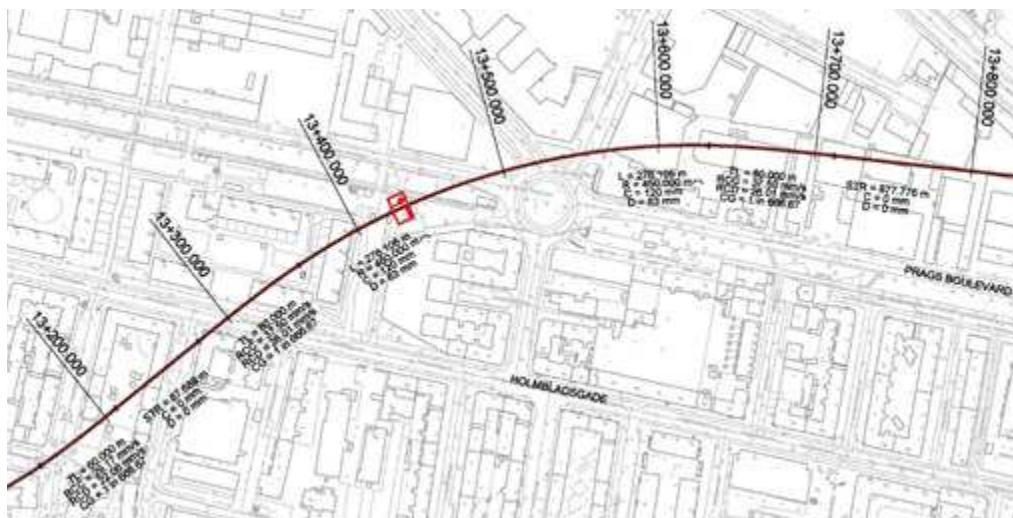
Figur 4.37

Mulig placering af skakt syd for Langelinie.



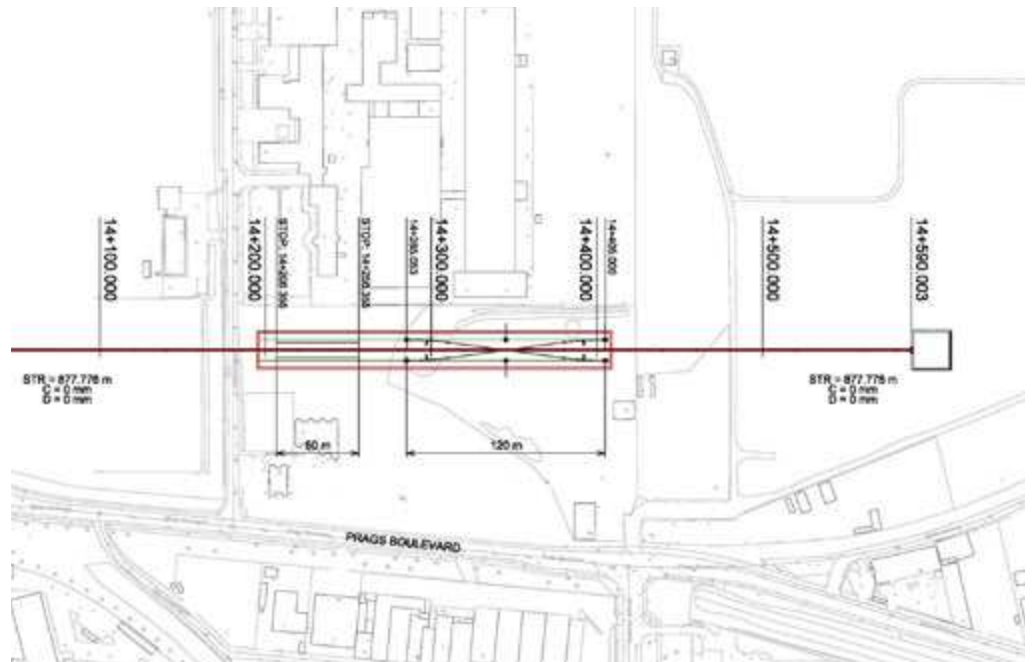
Figur 4.38

Mulig placering af skakt ved Prags Boulevard.

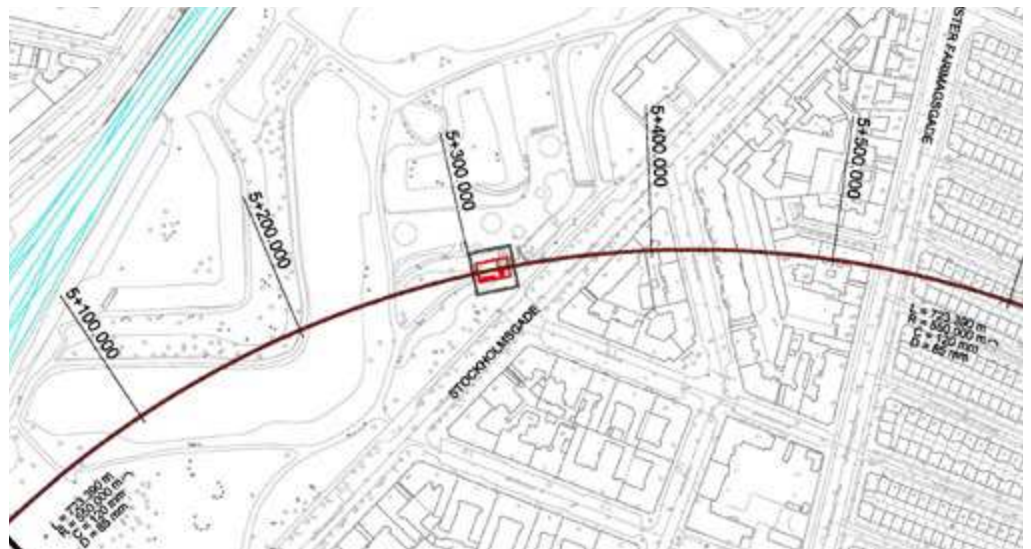


Figur 4.39

Slutskakt ved
Prags Boulevard Øst.

**Figur 4.40**

Mulig placering af skakt
ved Østre Anlæg.



Mellem Østerport og v/Rigshospital kræves endnu en skakt. Placeringen er ved Østre Anlæg, som vist på Figur 4.40, men måske kan det flyttes til Stockholmsgade.

Øst for terminalstationen ved Prags Boulevard Øst kræves en slutskakt til fjernelse af TBM og som vil indgå i ventilationssystemet. Slutskakten er skitseret på Figur 4.39.

4.7.7 Rampekonstruktioner

En rampekonstruktion kræves, hvor linjeføringen overgår fra tunnel til højbane på Refshaleøen. Denne konstruktion er beskrevet i afsnit 2.7.6.

4.7.8 Højbane

Linjeføringen er anlagt som højbane mellem rampen på Refshaleøen og nord for stationen v/Lynetteholm Nord. Højbanen foreslås ligesom løsningen beskrevet i afsnit 2.7.7.2.

Højbanen vest for stationen v/Refshaleøen kræver delvis nedbrydelse af to eksisterende bygninger. Det forudsættes, at dette arbejde er gennemført, inden anlægsarbejdet for metroprojektet igangsættes.

4.7.9 Tunneller

For M5 Vest er alle tunneller borede tunneller med undtagelse af korte strækninger anlagt som cut & cover-tunnel i den dybe ende af rampekonstruktionerne.

4.7.9.1 Anlæg af tunneller

De borede tunneller vil skulle anlægges med tunnelboremaskiner (TBM'er), som forventes at være af typen "Earth Pressure Balance" (EPB). Denne type kan opretholde et balancerende modtryk imod jord og vand foran TBM'en under boringen for at sikre stabile jordbunds- og grundvandsforhold under udførelsen. Denne type TBM er blevet brugt til alle metrotunnelarbejderne i København. Tunnelføringen skal udføres i både kalken og andre isaflejringer. En detaljeret beskrivelse af tunnelboringen findes i afsnit 2.7.8.

Der er to sektioner af boret tunnel til M5 Vest:

- Refshaleøen til Forum
- Prags Boulevard Øst til Forum.

For tunnellerne mellem Refshaleøen og Forum foreslås det, at tunnelarbejdspladsen ligger på Refshaleøen. TBM portalen hvorfra tunnelboringen igangsættes vil også fungere som rampekonstruktion, der kræves hvor linjeføringen overgår fra tunnel til højbane.

For sektionen mellem Prags Boulevard Øst og Forum er det foreslået, at tunnelarbejdspladsen ligger ved Kløverparken og TBM arbejdet igangsættes fra Prags Boulevard Øst og det tilstødende transversalkammer. Dette vil reducere antallet af lastbiler på vejene omkring Indre By markant, da udgravet materiale fra tunnellerne skal transporteres kortere for at kunne deponeres på Lynetteholm.

Det forventes, at to TBM'er konstruerer de to tunnelrør, og at et par igangsættes ved Prags Boulevard Øst, mens et andet par igangsættes ved Refshaleøen. TBM'erne vil typisk være forskudt, hvormed den ene udfører arbejdet et antal uger foran den anden.

TBM'erne fjernes typisk fra en sluslukt, der er beliggende efter stopsporet ved endestationerne. Geometrien vil være tilstrækkelig stor så TBM-skærehovedet og skjoldet kan løftes ud. Skakten fungerer ydermere også som en del af tunnelventilationssystemet. Disse skakte er designet med en geometri, der muliggør potentiel fremtidig udvidelse af metrosystemet.

Tunnellerne vil krydse eksisterende metrotunneller flere steder. Her forudsættes det for krydsningen, at de nye tunneller kan være placeret 1,25 m over den eksisterende tunnel. Dette er baseret på erfaring fra krydsning af M1/M2-tunnellerne ved Kongens Nytorv.

4.7.9.2 Østerport til rampekonstruktionen v/Refshaleøen

Tunnellerne fra Østerport til Refshaleøen passerer under havnen i Københavnerkalken. På grund af afstanden mellem rampen på Refshaleøen og Østerport kræves en nødsakt, der forbinder de borede tunneller til terræn syd for Langelinie. Det kan være muligt at hæve linjeføringen, når tunnellerne passerer under havnen, hvilket kan resultere i, at stationen og rampekonstruktionen v/Refshaleøen flyttes mod vest. Dette undersøges nærmere i projektets næste fase.

4.7.9.3 v/Rigshospital til Østerport

Stationen ved Rigshospitalet er et lavpunkt, og tunnellerne stiger herfra mod Østerport Station. Tunnellerne er hovedsageligt udført i kalken på denne strækning, hvor boring i kalken forventes at slutte tæt ved Østre Anlæg. Tunnellerne er foreslået placeret syd for hovedhospitalbygningerne for at undgå bygningens meget dybe fundament. Linjeføring er placeret for at tage hensyn til hospitalets bygninger, der indeholder følsomt medicinsk udstyr.

Der kræves nødsakt ved Øster Anlæg, der forbinder de borede tunneller til terræn. Denne skakt er ikke nødvendig for M5 Vest med etapedeling, løsning 1b, og den vil fungere som slusksakt for M5 Vest med etapedeling, løsning 1a, som beskrevet i afsnit 4.7.11.

I den østlige ende af Østre Anlæg passerer tunnellerne under en sø. Søens dybde er estimeret, og der er i øjeblikket tilstrækkelig dækning til tunnellerne. Sødybden bør dog undersøges yderligere i projektets næste fase. Hvis den findes dybere end forudsat på nuværende tidspunkt, skal løsningsmuligheder udvikles, så TBM'erne kan passere sikkert, f.eks. midlertidig tilbagefyldning af søen.

Inden tunnellerne ankommer ved Østerport Station, vil tunnellerne passere over M3/M4 tunnellerne med en fri vertikal afstand på omkring 1,25 m.

4.7.9.4 v/Stengade til v/Rigshospital

Fra stationen ved Stengade dykker tunnellen ned i kalken til den dybe undergrundsstation ved Rigshospitalet. Tunnellerne er hovedsageligt udført i kalken. Der er ingen kendte begrænsninger langs denne del af linjeføringen, skønt en mere detaljeret gennemgang af fundamentet for universitetsbygningerne skal udføres i projektets næste fase.

4.7.9.5 Forum til v/Stengade

Nord for Forum passerer tunnellerne over toppen af de eksisterende M1/M2 tunneller og derefter direkte under koncertsalen. Tunnellerne vil passere gennem grænsefladen mellem kalken og isaflejringer langs denne strækning. Der er ingen kendte begrænsninger langs denne del af linjeføringen.

4.7.9.6 Københavns Hovedbanegård til Forum

Denne strækning er ligesom for M5 Hovedforslag beskrevet i afsnit 3.7.9.5

4.7.9.7 Islands Brygge til København H

Denne strækning er ligesom for M5 Hovedforslag beskrevet i afsnit 3.7.9.4

4.7.9.8 Amagerbro til Islandsbrygge

Denne strækning er ligesom for M5 Hovedforslag beskrevet i afsnit 3.7.9.3

4.7.9.9 v/Prags Boulevard Øst til Amagerbro

Denne strækning er ligesom for M5 Hovedforslag beskrevet i afsnit 3.7.9.2.

4.7.9.10 Anlæg med etapedeling

Anlæg af tunneller og overordnet anlægsstrategi ændres markant ved M5 Vest med etapedeling, løsning 1. Her kræves endnu en tunnelarbejdsplads ved den sydlige ende af Øster Søgade som beskrevet i afsnit 4.7.14.13. Udover transport af tunnelsegmenter og udgravet materiale gennem Indre By, kræver denne løsning også, at TBM'erne fjernes, installeres og igangsættes igen.

4.7.10 Cut & cover-tunneller

Der anlægges en kort cut & cover-tunnel som del af M5 Vest i den dybe ende af rampekonstruktionen på Refshaleøen.

4.7.11 Etapedeling

Som del af udredningen undersøges to mulige etapedelinger for anlægsarbejdet vedrørende M5 Vest, hvilket er beskrevet i afsnit 4.1.2.

- Løsning 1
- Løsning 2

I forhold til overslaget vedrørende anlægsomkostninger for M5 Vest forudsættes udviklingsniveauet på Lynetteholm at være tilsvarende forholdene på Nordhavn under anlæg af M4 fra Øster Søgade til Orientkaj. Der er ikke taget højde for ekstra omkostninger i tilfældet, hvor anlægsarbejdet udføres i et mere tæt opbygget område. Dette kunne eksempelvis være tilfældet, hvis etapedeling implementeres. De mulige ekstraomkostninger vil afhænge af omfanget af udviklingen, hvilket på nuværende tidspunkt ikke er kendt.

Desuden vil etapedeling resultere i yderligere omkostninger fra eksempelvis konsulentomkostninger, Metroselskabets tilsynsføring m.m., da stordriftsfordele går tabt.

4.7.11.1 Løsning 1

Løsning 1 er yderligere delt op i Løsning 1a og Løsning 1b.

Løsning 1a har den kortest mulige tunnellængde efter Østerport i etape 1, dvs. fra Refshaleøen til Østerport. I Løsning 1b anlægges tunnellen fra Refshaleøen til skakten ved Øster Søgade, hvorfra TBM arbejdet igangsættes på senere tidspunkt. Skakten ved Øster Søgade er påkrævet for både Løsningsmulighed 1a og 1b. En fordel ved Løsning 1b er, at der ikke kræves en slutskakt etableret ved Østre Anlæg.

Åbning af metroen i etaper som foreslået ovenfor resulterer i følgende yderligere infrastruktur, hvilket vurderes ikke at være betydeligt i forhold til anlæg uden etapedeling.

- Tunnelarbejdsplads ved Øster Søgade, henfør afsnit 4.7.14.13
- TBM-skakt ved Øster Søgade
- Slutskakt ved Københavns Hovedbanegård.

Derudover kræver løsning 1 ekstra arbejde i forbindelse med at skulle fjerne og genetablere TBM. Tillægsomkostningerne ved at udføre arbejdet med etapedeling for løsning 1a er ca. 1 mia. kr. (inklusive 30 % korrektionsreserve).

4.7.11.2 Løsning 2

Løsning 2 kræver en ekstra endeskakt ved Københavns Hovedbanegård, men ellers minimal ekstra infrastruktur for at udføre arbejdet med etapedeling. Tillægsomkostningerne ved at udføre arbejdet med etapedeling for løsning 2 er ca. 550 mio. kr. (inklusive 30 % korrektionsreserve).

4.7.12 Tekniske forhold ved mulige fremtidige udvidelsesmuligheder

Linjeføringen for M5 Vest giver mulighed for at udvide metroen to steder, ved Lynetteholm Nord og ved Prags Boulevard Øst.

Slutskakten øst for stationen v/Prags Boulevard Øst kan bruges til fremtidig modtagelse af TBM, så fremtidige tunneller forbindes til de eksisterende tunneller med minimal driftspåvirkning. En eventuel fremtidig linjeføring skal gennemgås mere detaljeret og koordineres med grænsefladen med den mulige Østlig Ringvej i projektets næste fase. Dette kan resultere i en ændring af stationen ved Prags Boulevard Øst og øgede anlægsomkostninger.

Det er muligt at udvide linjen Nord for stationen v/Lynetteholm Nord. Hvis linjeføringen skal krydse havnen under Kronløbet, skal der foretages en yderligere undersøgelse for at sikre, at tunnellerne kan anlægges fra den nuværende placering af stationen v/Lynetteholm Nord. Det vil muligvis kræve, at stationen flyttes mod syd for at give tilstrækkelig afstand der tillader tunnellerne at nå under Kronløbet. Alternativt kan stations-typen anlægges som en undergrundsstation, hvilket dog vil medføre øgede anlægsmkostninger.

4.7.13 Grænseflader med andre projekter

Opførelsen af Lynetteholm metro skal muligvis anlægges parallelt med andre betydelige byggeprojekter, f.eks. Østlig Ringvej og opførelsen af Lynetteholm.

4.7.13.1 Østlig Ringvej

En generel beskrivelse af Østlig Ringvejprojektet og linjeføringen findes i afsnit 2.7.13.2.

For M5 Vest er linjeføringen udviklet for så vidt muligt at undgå enhver direkte grænseflade med Østlig Ringvej for så mange af de forskellige linjeføringer som muligt, men det har ikke været muligt at udvikle en linjeføring, der undgår alle Østlig Ringvej-linjeføringer eller fjerner alle grænseflader. M5 Vest-linjeføringen er ikke i konflikt med Østlig Ringvej Variant V2, der derfor er grundlaget for M5 Vest-estimatet vedrørende anlægsmkostninger. Når de mulige linjeføringer for både Østlig Ringvej og metroprojektet er blevet reduceret, vil yderligere koordinering mellem de to projekter kræves. Afhængigt af, hvilke linjeføringer der vælges, vil det muligvis medføre ændringer i metroprojektets design og anlægsmkostninger.

Nedenstående afsnit giver en kort opsummering af nogle af de mulige grænseflader mellem M5 Vest og Østlig Ringvej-linjeføringerne. I projektets kommende faser vil en mere detaljeret koordinering mellem de to projekter være nødvendig.

De følgende grænseflader, som Vejdirektoratet er bekendt med, er identificeret.

Ved siden af v/Prags Boulevard Øst passerer Østlig Ringvej Variant V2 og V3 øst for sluskskanten, og der er derfor ingen grænseflade med M5 Vest. Linjeføringen er derimod sammenfaldende, hvis en mulig fremtidig udvidelse af metroen overvejes. Vest for stationen er metroens linjeføring sammenfaldende med Østlig Ringvej Variant V1, hvilket vil kræve ændringer og kan medføre ekstra anlægsmkostninger for projektet.

Mellem Amagerbro og Island Brygge-stationer er grænsefladen den samme som M5 Basis, hvilket er beskrevet i afsnit 3.7.15.1.

M5 Vest højbanen vil krydse Østlig Ringvej-linjeføringen nord for Refshaleøen mellem v/Refshaleøen og v/Lynetteholm Syd. Det forudsættes, at hvor højbanen krydser Østlig Ringvej-linjeføringen, vil den understøttes på konstruktionen udført i forbindelse med Østlig Ringvej. Placering af højbanens søjler skal koordineres med Østlig Ringvej. Det forudsættes, at dette ikke kræver spændvidder længere end standarden på 22 m.

Østlig Ringvej Variant V4 er ikke blevet studeret som del af denne undersøgelse, selvom det bemærkes, at Østlig Ringvej V4 og rampekonstruktionerne krydser linjen M5 Vest og CMC på Lynetteholm. Denne grænseflade skal studeres nærmere i den næste fase og kan resultere i ændringer i anlægsmkostningerne.

4.7.13.2 Lynetteholm

Grænsefladen med projektet, der omhandler etablering af Lynetteholm og de tilhørende forudsætninger for skitseprojekteringen er ligesom M4 beskrevet i afsnit 2.7.13.3.

I tillæg er det foreslået at placere kontrol- og vedligeholdelsescentret i den sydlige ende af Lynetteholm som beskrevet i afsnit 4.2.13.

4.7.14 Arbejdsplads

4.7.14.1 Generelt om arbejdspladser

Der henvises til afsnit 2.7.14.1 for en generel beskrivelse af arbejdspladser og trafikstyring under anlægsperioden.

Der er i forbindelse med udredningen gennemgået mulige placeringer for arbejdspladser, der kræves for at gennemføre anlægsarbejdet. Der har her været fokus på at udvikle løsninger, der minimerer trafik igennem Indre By. Dette er eksempelvis opnået ved at foreslå arbejdspladser, hvorfra tunnelboringen startes, udenfor byens centrum. Der vil dog stadig være behov for konstruktionstrafik til arbejdspladser for stationer og skakte foreslået i byen for at levere materialer, fjerne udgravet materiale, daglig transport for personale osv.

4.7.14.2 TBM-arbejdspladser

Der henvises til afsnit 2.7.14.2 for en generel beskrivelse af TBM-arbejdspladser, der kræves under anlægsperioden.

Der er to tunnelsektioner for M5 Vest fra v/Prags Boulevard Øst til Forum og fra Refshaleøen til Forum som beskrevet i afsnit 4.7.9.1. Flere mulige placeringer for TBM-arbejdssteder er blevet gennemgået, herunder:

- Ved Kløverparken
- Ved Refshaleøen
- Ved Islands Brygge
- Ved Forum
- Ved Øster Søgade
- Ved Rigshospitalet.

Evalueringen tog højde for faktorer som eksempelvis operationel strategi for TBM'erne, overordnet projektstrategi, anlægsomkostninger og vigtigst af alt påvirkningen for byen fra både trafik til og fra arbejdsstedet, samt det område arbejdspladsen optager under anlægsperioden.

Under hensyntagen til ovenstående vurderes det, at TBM-arbejdspladserne mest hensigtsmæssigt placeres:

- Ved Kløverparken for anlæg af tunnellerne fra Prags Boulevard Øst til Forum
- Ved Refshaleøen for anlæg af tunnellerne fra Refshaleøen til Forum
- For M5 Vest med etapedeling, Løsning 1 kræves endnu en tunnelarbejdsplads ved Øster Søgade.

En mere detaljeret undersøgelse af TBM-arbejdspladsernes placeringer og specifikke arbejdsprocesser for TBM'erne vil blive gennemført i projektets næste fase. Dette medfører muligvis ændring af arbejdspladsernes foreslåede placeringer.

4.7.14.3 Arbejdsplads

Der henvises til afsnit 3.7.16 for en beskrivelse af arbejdspladser der er lige som M5.

- Østerport
- Nødsakt ved Østre Anlæg
- Forum
- Nødsakt ved Vester Søgade
- København H
- Nødsakt ved Haven
- Islands Brygge
- Amagerbro

Alle arbejdspladser tegning kan også findes i det tekniske tegningsbilag.

4.7.14.4 CMC Arbejdsplads på Lynetteholm (Hovedforslag)

Et muligt arbejdspladslayout, der kræves til konstruktion af CMC, er vist i Figur 4.41.

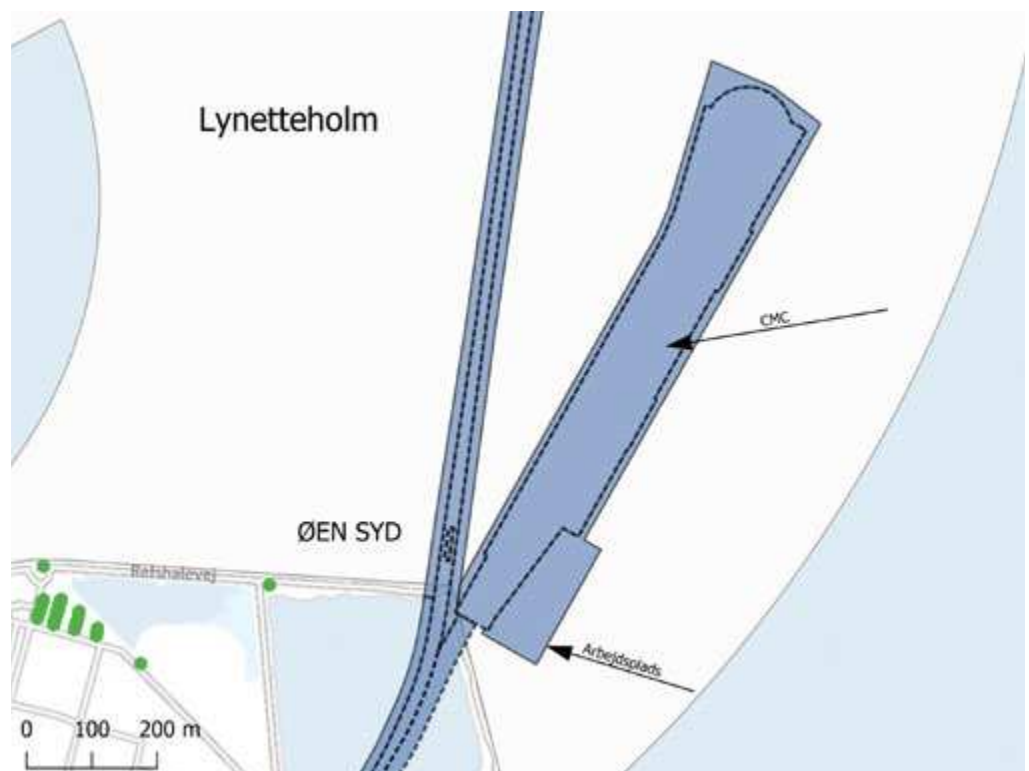
Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=CMC-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

CMC arbejdsplads skal koordineres med vejlayoutet i fremtidige faser med Lynetteholm-masterplanen.

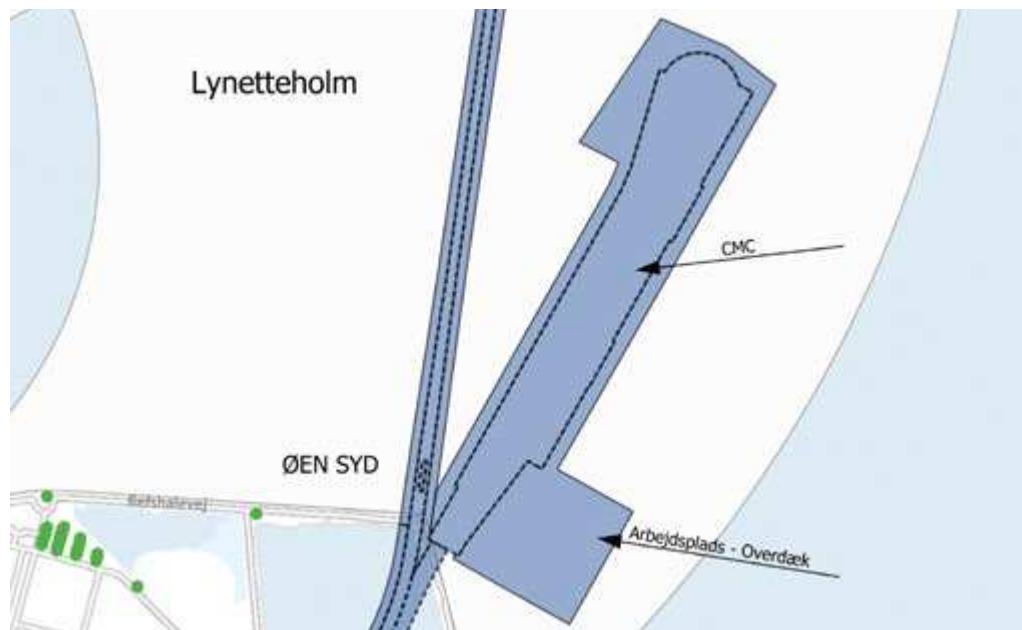
Figur 4.41

CMC arbejdsplads på
Lynetteholm (Hovedforslag).

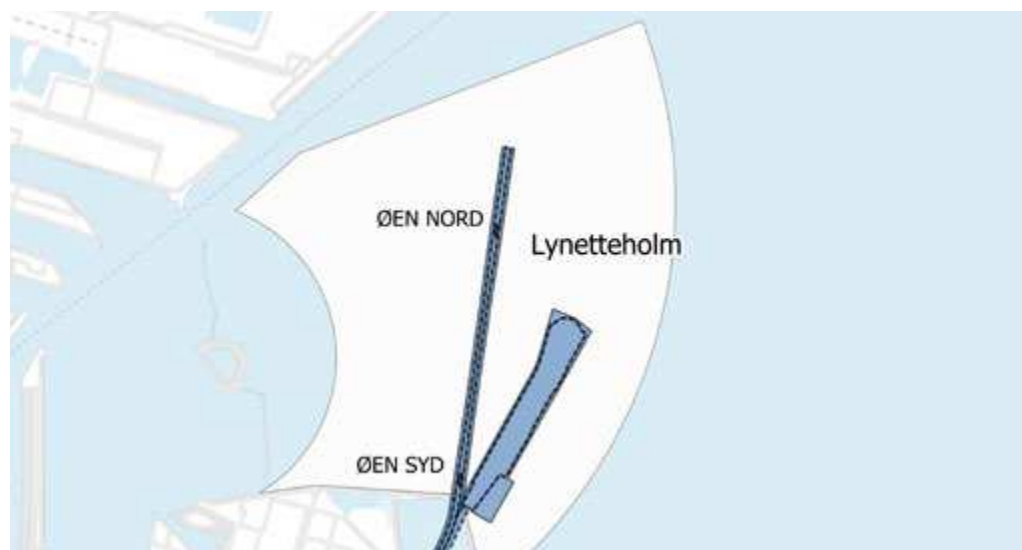


Figur 4.42

CMC arbejdsplads Lynetteholm (Variant).


Figur 4.43

Mulig arbejdsplads på Lynetteholm.



4.7.14.5 CMC Arbejdsplads på Lynetteholm (Variant)

Et muligt arbejdspladslayout, der kræves til konstruktion af CMC, er vist i Figur 4.42. Størrelsen på arbejdsstedet er steget sammenlignet med hovedforslag for at give tilstrækkelig plads til at konstruere den underjordiske CMC.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=CMC-PLA-DWG-000002 i det tekniske tegningsbilag.

Trafikafvikling i anlægsfasen

CMC arbejdsplads skal koordineres med vejlayoutet i fremtidige faser med Lynetteholm-masterplanen.

4.7.14.6 Arbejdsplads på Lynetteholm

Arbejdspladserne på Lynetteholm er ligesom for M4, der er beskrevet i afsnit 2.7.14.8 og er vist på Figur 4.43.

Figur 4.44

Mulig arbejdsplads ved Refshaleøen.

**Figur 4.45**

Mulig arbejdsplads fra Refshaleøen til Lynetteholm.



4.7.14.7 Arbejdsplads v/Refshaleøen

En mulig opbygning af arbejdspladsen, der kræves ved anlæg af stationen, rampekonstruktion, tilstødende højbane og tunnelarbejdsplads er vist på Figur 4.44 og Figur 4.45. Figuren viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Ref-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsens placering er i et udviklingsområde og skal derfor koordineres med den løbende udvikling af området. Det kan være muligt at justere arbejdspladsens opbygning til at rumme nuværende og fremtidige

bygninger. Derimod er det nødvendigt at eksisterende bygninger, placeret hvor metrostationen foreslås, skal nedrives, inden anlægsarbejdet for metroprojektet igangsættes.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den mulige arbejdsplads vil krydse et antal eksisterende veje. Etapedeling af arbejdspladsen kan overvejes og undersøges nærmere i projektets næste fase for at opretholde eksisterende forbindelser fra nord til syd.

4.7.14.8 Arbejdsplads til anlæg af skakt ved Langelinie Alle

En mulig opbygning af arbejdspladsen, der kræves ved anlæg af skakten, er vist på Figur 4.46. Figuren viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-SHA=Gen-PLA-DWG-000003 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsens placering er på en eksisterende parkeringsplads.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den mulige arbejdsplads krydser i øjeblikket ingen veje, og adgang til arbejdspladsen kan etableres fra Langelinievej.

4.7.14.9 Arbejdsplads v/Rigshospitalet

En mulig opbygning af arbejdspladsen, der kræves ved anlæg af stationen, er vist på Figur 4.47. Figuren viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning. Arbejdspladsen foreslås anlagt i den sydlige ende af Amorparken.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Rig-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Figur 4.46

Mulig arbejdsplads til anlæg af skakt ved Langelinie.



Figur 4.47

Mulig arbejdsplads ved Rigshospitalet.



Arbejdspladsen vil blive gennemgået i projektets næste faser med henblik på at minimere antallet af træer, der kan fældes. Arbejdspladsens udformning kan ændres for at undgå monumentet i det sydlige hjørne af parken.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads forstyrrer ikke direkte eksisterende veje. Enkelte fodgængeruter i parken skal dog lukkes af midlertidigt under anlægsperioden. Adgang til arbejdspladsen foreslås fra Blegdamsvej.

4.7.14.10 Arbejdsplads v/Stengade

En mulig opbygning af arbejdspladsen, der kræves ved anlæg af stationen, er vist på Figur 4.48. Figuren viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning. Det er muligt at anlægge en separat arbejdsplads i den tilstødende park.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Sga-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsen er tæt på flere eksisterende bygningsfacader. Adgang og brandsikkerhed for disse bygninger skal evalueres yderligere i projektets næste faser.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsens foreslåede placering kræver, at Baggesensgade lukkes af midlertidigt under anlægsperioden, hvor den krydser arbejdspladsen. Det skønnes på nuværende tidspunkt, at Stengade kan forblive åben for al trafik, hvilket dog skal bekræftes under projektets næste fase. Det er muligt, at Stengade må lukkes af midlertidigt under anlægsfasen.

Adgang til byggepladsen foreslås fra Stengade.

Figur 4.48

Mulig arbejdsplads ved Stengade.


Figur 4.49

Mulig placering og opbygning af arbejdsplads ved Prags Boulevard Øst.



4.7.14.11 Arbejdsplads v/Prags Boulevard Øst

En mulig opbygning af arbejdspladsen, der kræves ved anlæg af stationen, transversalkammer, tilstødende slutskakt og tunnelarbejdsplads er vist Figur 4.49. Figuren viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-GEN=Pbø-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsens placering er i et åbent område med eksisterende bygninger mod syd og industribygninger mod nord.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Den foreslåede arbejdsplads kryder ikke eksisterende veje eller cykelstier, og adgang kan sikres fra Prags Boulevard. Hvis Amager Strandvej udvides mod nord, vil dette dele arbejdspladsen i to. Dette udfald skal vurderes yderligere i projektets næste fase.

4.7.14.12 v/Øster Søgade

En TBM-arbejdsplads kræves for M5 Vest med etapedeling, Løsning 1, der er beskrevet i afsnit 4.7.11. Arbejdspladsen er skitseret på Figur 4.50, der viser arbejdspladsens opbygning og afgrænsning.

Arbejdspladsens opbygning kan også ses på tegning LYN-ARUP-SHA=Gen-PLA-DWG-000001 i det tekniske tegningsbilag.

Arbejdspladsen er placeret i søen og vil kræve etablering af en dæmning i søen lokalt, som det blev gjort for arbejdspladsen i den nordlige ende af Øster Søgade ved anlæg af M3.

Trafikafvikling i anlægsfasen

Arbejdspladsen påvirker ikke direkte eksisterende veje og cykelstier. Adgang til byggepladsen foreslås fra Øster Søgade.

4.7.14.13 Skakt ved Østre Anlæg

En mulig arbejdsplads for at anlægge skakten ved Østre Anlæg. Skakt arbejdsplads er ligesom den til M5 ved Østre Anlæg.

Figur 4.50

Mulig arbejdsplads ved Øster Søgade.



Figur 4.51

Mulig arbejdsplads ved Prags Boulevard.



4.7.14.14 Skakt ved Vester Søgade

En mulig arbejdsplads for at anlægge skakten ved Vester Søgade. Skakt arbejdsplads er ligesom den til M5 ved Vester Søgade.

4.7.14.15 Skakt ved Havnen

En mulig arbejdsplads for at anlægge skakten ved Havnen. Skakt arbejdsplads er ligesom den til M5 ved Havnen.

4.7.14.16 Skakt ved Prags Boulevard

En mulig arbejdsplads for at anlægge skakten ved Prags Boulevard er vist i Figur 4.51.

4.7.15 Mekaniske og elektriske installationer

De mekaniske og elektriske installationer forudsættes at være som beskrevet for M4 i afsnit 2.7.15.

4.8 Øvrige forhold

4.8.1 Arkæologi

En generel beskrivelse af arkæologien og processen for denne undersøgelse findes i afsnit 2.8.1. En nærmere beskrivelse af forundersøgelsens resultater findes i tekniske bilag 5.

Arkæologien for M5 Vest ligner meget den for M5 med mange af stationerne på lignende steder. For en beskrivelse af de placeringer, der også gælder for M5, henvises til afsnit 3.8.1.

Udover M5-stationerne er stationerne ved Stengade og Rigshospitalet specifikke for M5 Vest. En detaljeret undersøgelse af disse lokationer er endnu ikke foretaget. Omkostninger til en mulig arkæologiundersøgelse er inkluderet i de anslåede anlægsomkostninger, baseret på erfaring fra eksisterende stationer udført i Indre By. Der er også en rampekonstruktion på Refshaleøen, hvor omkostningerne til en mulig arkæologiundersøgelse er inkluderet. Her er omkostningerne baseret på tilsvarende konstruktioner for de andre linjeføringer undersøgt som del af udredningen.

4.8.2 Arealer og rettigheder

Beskrivelsen af arealer og rettigheder for M4 inkluderet i afsnit 2.8.2 og for M5 inkluderet i afsnit 3.8.2 er også gældende for M5 Vest.

4.8.3 Ledningsomlægninger

Eksisterende ledningsanlæg vil påvirkes ved alle stationer, transversalkamre, afgreningskamre, stopskakte, skakte, cut & cover-tunneller, og hvor linjeføringen udføres som højbane. En detaljeret udredning for, hvordan eksisterende ledningsføring påvirkes, kan findes i afsnit 2.8.3.

De forhold beskrevet i afsnit 3.8.3 for M5, er også gældende for M5 Vest.

Tegningsmateriale vedrørende eksisterende ledningsføring, der på nuværende tidspunkt er til rådighed, er inkluderet i tekniske bilag 6. Arbejdet, som skal udføres i forbindelse med eksisterende ledningsføring, er beskrevet i et notat, der er inkluderet i tekniske tegningsbilag.

4.8.4 Forurening

Der henvises til afsnit 2.8.4 for en beskrivelse af forurening vedrørende M5 Vest.

4.8.5 Omstigningsstationer med M1/M2 og M3/M4

Der henvises til afsnit 3.8.5 for en beskrivelse af, hvordan omstigningsstationerne påvirkes af M5 Vest.

4.8.6 Effekter på større skiftestationer i anlægsperioden

Effekter på omstigningsstationerne er beskrevet i afsnit 4.5 under punktet anlægstekniske forhold for hver station og variant.

4.9 Økonomi

4.9.1 Forudsætninger

Hovedforslag M5-vest forventes ibrugtaget i 2035, og nutidsværdien er regnet over en 50-årig periode fra ibrugtagning af anlægget. Der er i ovenstående beregninger antaget en realrente på 0 pct. til og med 2034³⁰. Derefter er realrenten antaget at være 3 pct. Alle priser er i 2020-priser. Indtægter og omkostninger er tilbagediskonteret til 2025.

4.9.2 Anlægsoverslag

4.9.2.1 Basisoverslag

Det samlede anlægsoverslag for hovedforslag M5-vest fremgår af Figur 4.52 og Figur 4.53. Her fremgår anlægsoverslag for hovedforslag M5-Vest, samt etapedeling af denne. Anlægsomkostninger for hhv. hovedforslag M5-Vest og etapedelinger er opgjort på baggrund af de tekniske løsninger beskrevet i afsnit 4.2 og afsnit 4.6-4.8. Etapedelingen er overordnet beskrevet i afsnit 4.1.2. Anlægsoverslaget er baseret på realiserede enhedspriser fra M3, samt kontraktpriser fra M4 Nordhavn og M4 Sydhavn, såvel som sammenlignelige projekter i Europa. Anlægsoverslaget er tillagt reserver på i alt 30 % af basisoverslaget³¹. Formålet med reserven er at dække uforudsete udgifter i projektet. Reserven på 30 % dækker over 10 % i Projektreserve og 20 % i Central anlægsreserve, jf. Ny Anlægsbudgettering.

Figur 4.52

Anlægsoverslag for linjeføring M5-vest inkl. etapedeling (scenario 1), mio. kr. ekskl. moms, 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025.

Anlægsomkostninger	Anlagt i ét stræk	Etapeopdelt (løsning 1)			
		1. etape	2. etape	3. etape	Total
Bygge og anlægsarbejder	10.940	2.190	520	8.680	11.400
Transportsystem og anlæg	3.540	1.650	300	1.760	3.710
Andre omkostninger	3.060	620	150	2.460	3.230
Basisoverslag	17.540	4.470	970	12.900	18.340
Korrektionsreserve - 30 %	5.260	1.340	290	3.870	5.500
Samlet anlægsoverslag	22.800	5.810	1.270	16.770	23.840

Figur 4.53

Anlægsoverslag for linjeføring M5-vest inkl. etapedeling (scenario 2), mio. kr. ekskl. moms, 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025.

Anlægsomkostninger	Anlagt i ét stræk	Etapeopdelt (løsning 2)			
		1. etape	2. etape	3. etape	Total
Bygge og anlægsarbejder	10.940	4.980	520	5.530	11.030
Transportsystem og anlæg	3.540	2.190	300	1.210	3.710
Andre omkostninger	3.060	1.470	150	1.620	3.230
Basisoverslag	17.540	8.630	970	8.360	17.970
Korrektionsreserve - 30 %	5.260	2.590	290	2.510	5.390
Samlet anlægsoverslag	22.800	11.220	1.270	10.870	23.360

³⁰ Baggrunden er markedsrenten fratrukket den forventede inflation til og med 2034, er på ca. 0 pct.

³¹ For en række elementer har det ikke været muligt at udrede til 30 pct. korrektionsreserve. Disse elementer er tillagt 50 pct. korrektionsreserve. Disse udgør under 5 pct. af den samlede anlægssum.

Det fremgår, at ved at anlægge hovedforslag M5-vest i ét stræk er anlægsoverslaget på 22,8 mia. kr. Ved etapeopdeling øges anlægssomkostningerne til 23,8 og 23,4 mia. kr. for hhv. løsning 1 og 2. Baggrunden er, at når anlægget etableres i etaper, er der en meromkostning som følge af, at arbejdet startes og stoppes. Der gælder bl.a.:

- Ekstraomkostninger til genopbygning af bygherreorganisationen, samt behov for ny rådgiverlicitation og nyt udbud for entreprenører
- Ekstra udgifter for mistet synergi og tab af stordriftsfordele for projektering, projektledelse, byggeledelse m.m.
- Nødvendigt med yderligere infrastruktur, f.eks. stopspor, der ikke vil være behov for, såfremt linjen anlægges i ét stræk.

4.9.2.2 Anlægsoverslag – M5 Vest varianter

Der er også undersøgt en løsning, hvor hele linjeføringen er i tunnel. Tunnel er en dyrere løsning, men vil frigøre areal til byudvikling eller rekreative områder. Det vil medføre en merudgift i anlægsudgifterne på ca. 1,7 mia. kr. (inkl. 30 pct. korrektionsreserve).

Der er undersøgt mulige varianter af stationens design og placeringer som beskrevet i afsnit 4.6. Figur 4.54 opsummerer differencen i anlægsoverslag sammenlignet med anlægsoverslag for M5 Vest hovedforslag. Anlægsoverslag inkluderer ikke ændringer i tunnellængde, sporlængde osv. Omkostninger inkluderer ikke ekspropriationsomkostninger relateret til Amager Center for variant 2. Ændringer i forsyningsudgifter er inkluderet.

Figur 4.54

Anlægsoverslag for M5-Vest station varianter, inkl. 30 % korrektionsreserve, mio. kr., ekskl. moms, 2020-priser.

Station	Variant	Ændring i anlægsoverslag ift. hovedforslag M5 Vest
København H	Variant	180
Islands Brygge	Variant 1	20
Islands Brygge	Variant 2	150
Amagerbro	Variant 1	-80 ³²
Amagerbro	Variant 2	20

4.9.3 Driftsøkonomi og reinvesteringer

4.9.3.1 Direkte driftsudgifter og reinvesteringer

M5-vest vil blive etableret som en selvstændig linje, og driftsomkostningerne er således opgjort udelukkende for M5-vest.

Driftsudgifterne til hovedforslag M5-vest omfatter bl.a. rengøring og vedligehold af den nye strækning og de nye stationer, rengøring og vedligehold af tog, ekstra stewards, strømforbrug til stationer, strømforbrug til teknisk udstyr på strækningen og strømforbrug til den øgede togkørsel, øget bemanning i kontrolrummet, øget bemanning i kundeservice, forsikringsudgifter og general øget administration hos driftsentreprenøren.

Beregningen af driftsudgifterne for hovedforslag M5-vest, samt etaperne, er udarbejdet på baggrund af løsning beskrevet i afsnit 4.2. Udgifterne er fastsat med udgangspunkt i kontraktpriser fra M4 Nordhavn, og M4 Sydhavn.

³² Inkluderer ikke ekspropriationsomkostninger relateret til Amager Center

Der er antaget en realudvikling i driftsudgifterne. For driftsudgifter er antaget at stige med 60 pct. af takststigningsloftet, svarende til prisudvikling på ca. 0,3 pct. årligt.

Der forventes årlige driftsomkostninger på 200 mio. kr. i 2020-priser ekskl. moms i 2035. Erfaringerne fra M1/M2 indikerer, at driftsomkostningerne sandsynligvis vil blive reduceret efter første udbud af driften. Det kan bl.a. forklares med den usikkerhed, der knytter sig til åbningen af en ny bane, hvor der endnu ikke foreligger erfaring med driften af systemet, og driftsomkostninger vil derfor være højere i den første driftskontrakt. Efter de første 8 år, hvor der forventes nyt udbud på driften, reduceres driftsomkostningerne derfor med ca. 10 pct.

Såfremt hovedforslag M5-vest etapeopdeles, vil driftsomkostninger være lavere i perioden frem til hele hovedforslag M5-vest er etableret. Baggrunden er, at vedligehold af den nye strækning og de nye stationer er mindre, jo kortere linjen er.

Udover det løbende vedligehold, som er en del af driftsudgifterne, vil der være behov for løbende reinvesteringer, når dele af anlægget er udtjent. Det kan bl.a. være udskiftning af togsæt, rulletrapper m.m.

4.9.3.2 Driftsindtægter

Driftsindtægterne består af to elementer: Merpåstiger³³ og afregningskrone (indtægt pr. påstiger). I beregning af merpåstigerne tages der udgangspunkt i OTM-resultaterne beskrevet i afsnit 4.4.

I beregningen af driftsindtægterne er der taget udgangspunkt i Metroselskabets forventninger til afregningskrone (indtægt pr. rejse) 2035. Efter 2035 er der forudsat samme årlige udvikling i afregningskronen som frem til 2035. Afregningskronen stiger i gennemsnit med 0,5 pct. pr. år i perioden fra 2035 til 2085.

Driftsindtægterne til Lynetteholmsmetroen er beregnet efter de principper, der i dag anvendes i indtægtsfordelingsmodellen for hovedstadsområdet. Der er således taget hensyn til bl.a. forholdet mellem solorejser og kombirejser, rejselængde i takstzoner og billettsammensætning. Det antages, at billettsammensætningen vil være den samme i beregningsårene som nu.

Der er i beregningerne regnet med en indsvingsperiode på 5 år for nye brugere af metroen. Deres indsving er antaget at være 60 % af påstigerne i første år, 75 % i andet år, 85 % i tredje år, 95 % i fjerde år og 100 % fra femte år og frem.

Der er antaget kvalitetstillæg for merpåstiger som følge af etablering af hovedforslag M5-vest, svarende til kvalitetstillægget for øvrige metropassagerer³⁴.

Der er regnet driftsindtægter både med og uden dobbeltfaktor. I hovedstadsområdet fordeles indtægterne fra den kollektive trafik mellem DSB, Movia og Metroselskabet. For hvert selskab beregnes en gennemsnitlig indtægt pr. rejse, baseret bl.a. på andel af solorejser, rejselængde, m.m. For Metroselskabet gælder det, at der i beregningen af indtægten pr. rejse indgår en såkaldt dobbeltfaktor, som betyder at Metroselskabets indtægt bliver højere, end den ville have været uden en dobbeltfaktor. Dette følger Bekendtgørelse om deling af billetindtægter i hovedstadsområdet.

³³ Merpåstiger angiver de ekstra påstiger i hele metrosystem som følger af etablering af en ny linje, eller forlængelse af en eksisterende linje. Dvs. hvis etableringen af en ny linje medfører flere/færre påstiger andre steder i metrosystemet er der taget højde for det.

³⁴ OTM kan ikke tage højde for forskellige priser for forskellige typer af kollektiv transport. I de økonomiske beregninger er merpåstiger tallet nedskaleret som følge af kvalitetstillægget.

4.9.3.3 Nettodriftsoverskud

Nettodriftsoverskuddet angiver driftsindtægterne fratrasket driftsudgifterne. Udover passagerindtægter og de direkte driftsudgifter indgår følgende i beregningen af nettodriftsoverskuddet:

- **Provision**

Provisionen er de indtægter, trafikselskaberne i hovedstaden får som følge af salg af billetprodukter. Da Metroen sælger relativt få billetter i forhold til passagertallet, er provisionen negativ. Provisionen er sat til -0,67 kr. pr. daglige merpåstiger

- **Administrationsomkostninger**

Ekstra administrationsomkostninger er beregnet til 160 kr. pr. 1.000 daglige merpåstiger

- **Moms**

Metroselskabet er momspligtigt og skal derfor betale moms af nettodriftsoverskuddet.

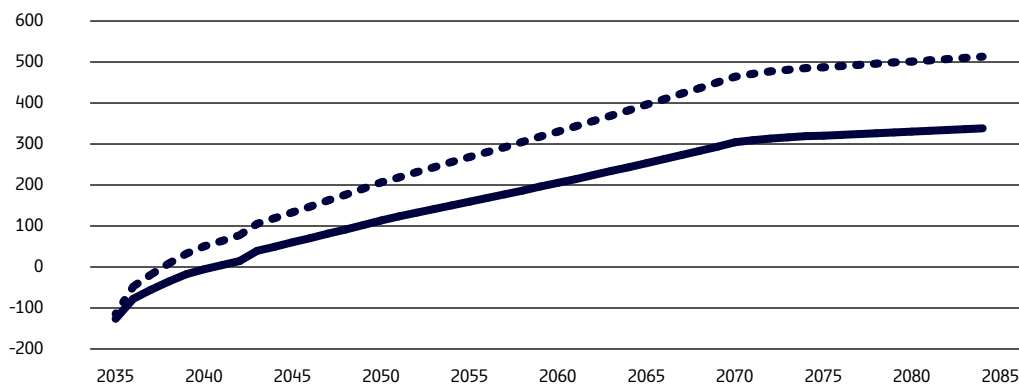
Kommercielle indtægter antages at tilfalde driftsoperatøren, og er derfor indregnet i opgørelsen af driftsomkostningerne.

Figur 4.55 angiver nettodriftsoverskuddet i perioden fra 2035 til 2085 ekskl. og inkl. dobbeltfaktor. I figuren er nettodriftsoverskuddet ikke tilbagediskonteret. Det fremgår, at de første 5-10 år forventes et negativt nettodriftsoverskud. Baggrunden er, at de første år efter åbningen af metroen i 2035 forventes der relativt få beboere og arbejdspladser på Lynetteholm. Passagerindtægterne er således begrænsede de første år, hvorfor der forventes et nettodriftsunderskud. Derudover fremgår det, at i 2043 foretager nettodriftsoverskuddet et spring. Dette hænger sammen med reduktion i driftsomkostninger efter 8 år jf. afsnit 4.9.3.1.

Figur 4.55

Nettodriftsoverskud for M5-vest, mio. kr., 2020-priser.

— Ekskl. dobbeltfaktor
- - - Inkl. dobbeltfaktor



4.9.4 Restfinansieringsbehov

4.9.4.1 Restfinansieringsbehov – hovedforslag M5-vest anlagt i ét stræk

Restfinansieringsbehovet for hovedforslag M5-vest er angivet i Figur 4.56. Restfinansieringsbehovet dækker over nutidsværdien af alle indtægter og omkostninger.

Figur 4.56

Restfinansieringsbehov for M5-vest, mia. kr., 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025.

	Ekskl. dobbeltfaktor	Inkl. dobbeltfaktor
Nutidsværdi af nettodriftsoverskud	3.260	5.800
Nutidsværdi af anlægsinvesteringer (inkl. 30 % reserve) reinvesteringer m.m.	-23.680	-23.680
Restfinansieringsbehov	-20.420	-17.880

Nutidsværdien af nettodriftsoverskuddet vil være 3,3 mia. kr. ekskl. dobbeltfaktor og 5,8 mio. kr. inkl. dobbeltfaktor. Denne forskel i driftsoverskud ses ligeledes i restfinansieringen. Restfinansieringen ekskl. dobbeltfaktor er 20,4 mio. kr., mens den inkl. dobbeltfaktor er 17,9 mia. kr.

Nutidsværdien er regnet over en 50-årig periode fra ibrugtagning af anlægget. Der er i ovenstående beregninger antaget en realrente på 0 pct. frem til 2035. Derefter er realrenten antaget at være 3 pct.

4.9.4.2 Restfinansieringsbehov – hovedforslag M5-vest anlagt i etaper

Figur 4.57 og Figur 4.58 angiver restfinansieringsbehovet såfremt hovedforslag M5-vest anlægges i etaper som beskrevet i afsnit 4.1.2, sammenlignet med hovedforslag M5-vest anlagt i ét stræk. Det er antaget, at etape 1 åbner og 2035 og etape 2 og 3 i 2045. Det skal bemærkes, at man kan forestille sig andre åbningsår, f.eks. at åbningen af etape 2 og 3 sker i 2055.

Figur 4.57

Restfinansieringsbehov, mio. kr., ekskl. dobbeltfaktor, 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025.

	Anlagt i ét stræk	Etapeopdelt (løsning 1)			
		1. etape	2. etape	3. etape	Total
Nutidsværdi af nettodriftsoverskud	3.260	450	920	1.760	3.130
Nutidsværdi af anlægsinvesteringer (inkl. 30 % reserve) reinvesteringer, m.m.	-23.680	-6.080	-1.080	-14.430	-21.590
Restfinansieringsbehov	-20.420	-5.630	-160	-12.670	-18.460

Figur 4.58

Restfinansieringsbehov, mio. kr., ekskl. dobbeltfaktor, 2020-priser, tilbagediskonteret til 2025.

	Anlagt i ét stræk	Etapeopdelt (løsning 2)			
		1. etape	2. etape	3. etape	Total
Nutidsværdi af nettodriftsoverskud	3.260	840	970	1.430	3.230
Nutidsværdi af anlægsinvesteringer (inkl. 30 % reserve) reinvesteringer, m.m.	-23.680	-11.680	-1.080	-9.270	-22.020
Restfinansieringsbehov	-20.420	-10.840	-110	-7.840	-18.790

Restfinansieringsbehovet såfremt hovedforslag M5-vest anlægges i et stræk er 20,4 mia. kr. Såfremt M5-vest anlægges i etaper er restfinansieringsbehovet 18,5 og 18,8 mia. kr. for hhv. etapedeling scenarie 1 og 2. Dvs. at restfinansieringen reduceres med 1½-2 mia. kr. med ovenstående etapedelinger. Grunden til at restfinansieringen reduceres ved etapedeling skyldes to faktorer:

- I årene efter åbning af etape 1 i 2035 forventes der begrænset byudvikling på bl.a. Lynetteholm. Ved udskydelse af metrobetjening af Lynetteholm, undgås driftsomkostningerne som følger af at metrobetjene Lynetteholm i perioden med begrænset byudvikling og begrænsede passagerindtægter.
- Ved etapedeling flyttes en del af anlægsomkostningerne længere ud i tiden. Som følge af antagelsen om realrente på 3 pct. fra 2035, medfører denne udskydelse af anlægsomkostningerne at nutidsværdien af omkostningerne reduceres.

Ved beregning af restfinansiering af hovedforslag M5-vest anlagt i etaper er der regnet over en 50-årig periode fra ibrugtagning af etape 1. Dvs. for etape 2 og 3 som ibrugtages i 2045, er der regnet restfinansiering over en 40-årig periode frem til 2085.

Det må forventes, at en udskydelse af etaperne vil forbedre restfinansieringen yderligere.

4.9.4.3 Indskuddets størrelse

Restfinansieringsbehovet for hovedforslag M5-vest kan blive dækket af et indskud. Som følge af antagelsen om en realrente på 0 pct. frem til 2035 vil indskuddet størrelse, såfremt Metroselskabet modtager indskuddet senest 2035, være uafhængigt af, hvornår Metroselskabet modtager indskuddet. Indskuddet vil være på 20,4 og 17,9 mia. kr. hhv. ekskl. og inkl. dobbeltfaktor, svarende til restfinansieringsbehovet.

4.10 Samfundsøkonomi

Den samfundsøkonomiske analyse indeholder en vurdering af de samfundsmæssige fordele og ulemper ved etablering af hovedforslag M5-vest. Analysen tager udelukkende udgangspunkt i etablering af metro til Lynetteholm, og ikke i samfundsøkonomien relateret til det samlede projekt indeholdende etablering af Lynetteholm, klimasikring, etablering af Østlig Ringvej samt metrobetjeningen af Lynetteholm. Det kan overvejes i en senere fase at se på den samlede samfundsøkonomi for hele projektet.

På vegne af Metroselskabet har COWI udarbejdet en samfundsøkonomisk analyse af metrobetjeningen af Lynetteholm. COWI har på den baggrund uddarbejdet en rapport, jf. bilag 7. Det er denne rapport, som ligger til grund for dette afsnit.

4.10.1 Metode

Beregningen følger Transport-, Bygnings- og Boligministeriets retningslinjer³⁵ og gennemføres ved anvendelse af ministeriets officielle beregningsmodel til samfundsøkonomiske analyser, benævnt TERESA (Transportministeriets Regnearksmodel for Samfundsøkonomisk Analyse for transportområdet) version 5.08.

Den samfundsøkonomiske analyse sammenligner fordele (gevinster) og ulemper (omkostninger) ved overordnet set to alternative fremtidsscenarier: Et scenarie uden etablering af hovedforslag M5-vest, og ét scenarie med etablering af hovedforslag M5-vest. Forskellene på resultaterne i de to scenarier, angiver den samfundsøkonomiske effekt.

Der indgår følgende elementer i den samfundsøkonomiske analyse:

- **Anlægsomkostninger**
Anlægsomkostninger fratrasket restværdi
- **Drifts- og vedligeholdelseseffekter**
Udgifter til den daglige drift af den kollektive trafik og vejinfrastruktur. Derudover indgår de samlede billetindtægter i den kollektive transport, samt brugerbetaling fra vejtrafik
- **Brugereffekter**
Brugereffekterne omfatter bl.a. tidsgevinster på vej, kollektiv transport, samt godstransport.
- **Luftforurening, klima, uheld og støj**
- **Øvrige konsekvenser**
Afgiftskonsekvenser, arbejdsudbudsforvridning og arbejdsudbudsgevinst.

De samfundsøkonomiske gevinster ved projektet er først og fremmest forbedret mobilitet generelt, dels for rejsende i den kollektive trafik, men - alt andet lige - også forbedret fremkommelighed for vejtrafikken, når flere rejsende har muligheden for at vælge en alternativ højklasset transportform som metro.

De samfundsøkonomiske ulemper er først og fremmest omkostningerne ved anlæg metroen.

En samfundsøkonomisk analyse af projektet kan ikke isoleret tjene som beslutningsgrundlag vedrørende gennemførelse af projektet. Det skyldes bl.a., at der er effekter som ikke indgår i den samfundsøkonomiske beregning. De traditionelle samfundsøkonomiske effekter vil således blive suppleret med følgende analyser:

³⁵ Som bl.a. fastlagt i "Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet", Transportministeriet, 2015, i kombination med Finansministeriets "Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger", 2017.

- Effekterne på vare- og servicemarkedet
- Agglomeration (koncentrationen af økonomisk aktivitet i et område)
- Sammenhæng mellem højklasset kollektiv transport som metro og byudviklingen.

Der er betydelige usikkerheder forbundet med ovenstående analyser, hvorfor de ikke indgår som en del af den traditionelle samfundsøkonomiske analyse.

4.10.2 Forudsætninger

Der anvendes nøgletal fra Transport-, Bygnings- og Boligministeriets Transportøkonomiske enhedspriser (version 1.91, 2019).

Forudsætningerne fremgår af Figur 4.59.

Anlægsomkostningerne er ligesom i de finansielle beregninger tillagt 30 pct. reserve.

Figur 4.59

Forudsætninger i den samfundsøkonomiske beregninger.

Emne	Forudsætning
Restværdi	Ved udgangen af beregningsperioden (2084) sættes anlæggets værdi lig anlægssummen
Prisniveau (år)	2019 ³⁶
År for beregning af nettonutidsværdi	2019
Kalkulationsrente	4 % de første 35 år, derefter 3 %
Nettoafgiftsfaktor	1,28
Arbejdsudbudseffekt	10 %
Trafikvækst, -2070	Som fastlagt i OTM (Ørestadstrafikmodellen)
Trafikvækst, 2070-	Kollektiv trafik: 0 % pr. år Vejtrafik: 0 % pr. år

4.10.3 Resultater

4.10.3.1 Hovedresultater

Hovedresultaterne fra hovedforslag M5-vest er vist Figur 4.60. Scenariet ses at føre til et negativt samfundsøkonomisk resultat med en nettonutidsværdi på -11,3 mia. kroner og en intern rente på 1,6 %. Den interne rente angiver, hvor stort det årlige samfundsøkonomiske afkast er. Jo højere en rente, jo bedre er projektet.

Det positive resultat kan først og fremmest tilskrives nogle relativt store tidsgevinster for særligt brugerne i den kollektive trafik. Også trafikanter på vej opnår gevinster i form af lavere rejsetid og lavere kørselsomkostninger – om end af en noget lavere størrelsesorden. De samlede brugergevinster udgør 6,3 mia. kroner opgjort i nettonutidsværdi.

³⁶ De finansielle beregninger er opgjort i 2020-priser og tilbagediskonteret til 2025. Forskellen har ikke betydning for den interne rente.

Figur 4.60

Samfundsøkonomisk resultat for hovedforslag M5-vest, mio. kr., nettonutidsværdi i 2019, 2019-priser.

	Nutidsværdi
Anlægsomkostninger (inkl. restværdi)	-15.700
Drifts- og vedligeholdelseeffekter	-2.100
Brugereffekter	8.700
Luftforurening, klima, uheld og støj	0
Øvrige konsekvenser	-2.200
I alt nettonutidsværdi (NNV)	-11.300
Intern rente	1,6 %

4.10.3.2 Brede økonomiske effekter

Etableringen af metroen har bredere økonomiske effekter, der ikke er inkluderet i den samfundsøkonomiske analyse. De bredere økonomiske effekter er samfundsøkonomiske effekter, som ikke er medtaget i vejledningerne til, hvordan samfundsøkonomiske analyser skal laves, fordi der er usikkerhed forbundet med dem.

Der er i dette afsnit medtaget to effekter:

- **Effekt på vare- og servicemarkeder**

I den klassiske samfundsøkonomiske analyser antages det, at der fuldkommen konkurrence på alle markeder.

I praksis eksisterer der imidlertid ikke fuldkommen konkurrence på de fleste vare- og servicemarkeder. De er i stedet kendetegnet ved ufuldkommen konkurrence, med den konsekvens at prisen på varerne er højere, og at efterspørgslen og produktionen dermed er lavere, end det ville være tilfældet med fuldkommen konkurrence. Dette medfører et velfærdstab for forbrugerne og dermed for samfundet.

En forbedring af transportsystemet vil alt andet lige medføre lavere transportomkostninger for bl.a. erhvervsrejsende og derved gøre det muligt at sænke priserne og øge efterspørgslen. Forbrugernes velfærdstab reduceres dermed, hvilket kan betragtes som en gevinst for samfundet.

Et forbedret transportsystem, der fører til øget produktion af varer under ufuldkommen konkurrence, giver imidlertid anledning til en "ekstra" velfærdsgevinst, idet forbrugerne af varer eller serviceydelser vil værdsætte stigningen i produktionen højere end omkostningen ved at producere de ekstra varer eller serviceydelser.

Det er denne "ekstra" velfærdsgevinst, der kan opfattes som en af de bredere økonomiske effekter, der ikke som udgangspunkt medregnes i den klassiske samfundsøkonomiske analyse.

Der anvendes samme tilgang, som er anvendt i tidligere ex-post samfundsøkonomiske analyser af hhv. Storebælts-forbindelsen og den eksisterende metro (M1/M2).

Ved denne tilgang anbefales det helt simpelt blot at anvende en opskaleringsfaktor på 10 % som multipliseres på de opgjorte gevinster for erhvervsrejser og godstransporter.

- **Effekter ved agglomeration (koncentrationen af økonomisk aktivitet i et område)**

Forskellige undersøgelser har påvist, at der opstår produktivetsgevinster for virksomheder når virksomheder og arbejdskraft lokaliseres i nærheden af hinanden – også kaldet agglomeration.

Positive agglomerationseffekter opstår bl.a. som følge af, at virksomheder får adgang til et større arbejdsmarked med en større og mere specialiseret pulje af arbejdskraft, dvs. bedre adgang til den "helt rigtige" arbejdskraft, samt uformel videndeling gennem medarbejdere, der f.eks. skifter job og mere formel videndeling gennem viden-netværk.

Beregningerne for agglomeration er baseret på en metode fra Transport DTU, der fortsat er under udvikling.

Effekten på vare- og servicemarkederne forbedrer samfundsøkonomien med ca. 2 mia. kr. Dermed forbedres den interne rente fra 1,6 % til 2,0 %.

4.10.3.3 Sammenhæng mellem byudvikling og metro

I den klassiske samfundsøkonomiske metode antages byudviklingen at ske uafhængigt af infrastrukturen til området. Det gælder også i ovenstående, hvor udviklingen i beboere og arbejdspladser på Lynetteholm sker uafhængigt af, om der etableres metro eller ej. Der vurderes at være en sammenhæng mellem byudvikling og etablering af metro, da attraktiviteten ved Lynetteholm stiger med etablering af metro.

Da der ikke findes en etableret metode til at opgøre effekten af sammenhængen mellem infrastruktur og byudvikling, er der i nedenstående lavet en følsomhedsanalyse af sammenhængen mellem byudvikling på Lynetteholm og metro.

Det antages, at hvis der ikke etableres metro, sker byudviklingen langsommere. I den klassiske samfundsøkonomiske analyse er det antaget, at alle forudsætninger er ens, når man sammenligner en situation med og uden metro. Det eneste, som ændrer sig, er, om der etableres metro eller ej. I denne analyse er der antaget reduceret byudvikling i scenariet uden metro. I 2070 er det f.eks. antaget, at byudviklingen uden metro svarer til byudviklingen i 2050 i hovedscenariet. Etablering af metroen medfører således øget byudvikling.

Med en antagelse om at metroen medfører øget udvikling vil nutidsværdien af hovedforslag M5-vest med ca. 1,1 mia. kr.

Ovenstående metode er ikke præcis værdisætning af sammenhængen mellem metro og byudvikling. Bl.a. vil de personer, som ikke bosætter sig på Lynetteholm, bosætte sig et andet sted. De samfundsmæssige gevinster/tab, der er forbundet med en alternativ bosætning er ikke værdisat.

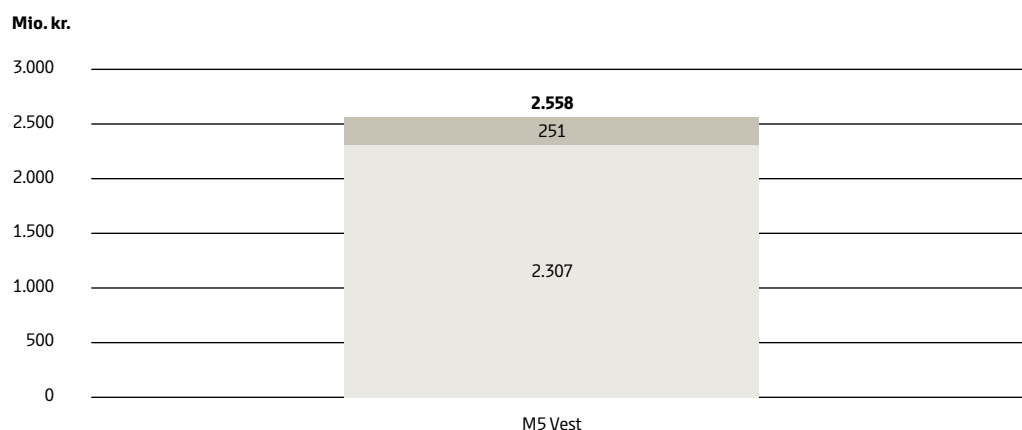
4.11 Risikovurdering

For at understøtte robustheden af anlægsoverslaget og restfinansieringen er der foretaget en risikovurdering med henblik på at kortlægge og analysere de risici, der kan være ved projektet. I risikoanalysen er der både taget hensyn til økonomiske og passagermæssige betragtninger (Øko / pass), såvel som anlægstekniske udfordringer indenfor civil works (CW) og transportsystem (TS).

Figur 4.61

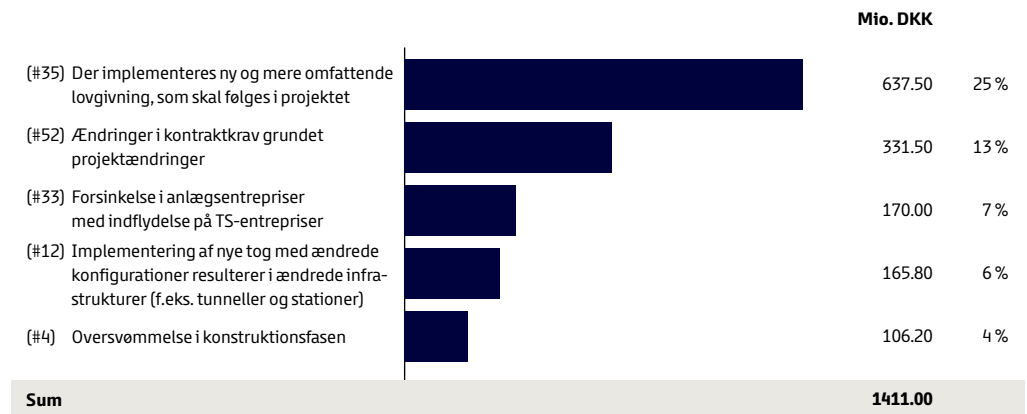
Risikoværdi for M5 Vest.

— CW+TS
— Øko/pass



Figur 4.62

5 største risici.



Risikoanalysen viser umiddelbart, at der for M5 Vest er en samlet risikoværdi på 2.558 mio. kr., som fordeler sig med 2.307 mio. kr. (90 %) relateret til anlægstekniske udfordringer, mens økonomiske og passagermæssige betragtninger har en samlet risikoværdi på 251 mio. kr. (10 %).

For linjeføringen M5 Vest er den største risiko forbundet med implementering af ny lovgivning, mens den anden- og tredjestørste risiko er forbundet med kontraktuelle ændringer i forhold til entreprenørerne pga. projektændringer, samt risikoen for forsinkelse af anlægsenterprisen, som får indflydelse på enterprisen for transportsystemet.

Vurderinger og overvågning af usikkerheder, der kan påvirke projektet, skal fortsætte i de kommende faser af projektet. I de følgende faser vil de identificerede risici blive yderligere detaljeret og analyseret. Tiltag til håndtering af risici skal vurderes løbende i takt med udviklingen i projektet.

4.12 Tidsplan

Der er på nuværende tidspunkt ikke udarbejdet detaljerede tidsplaner for M5 Vest.

Nedenfor findes en principiel tidsplan, der viser den almindelige rækkefølge og tidsmæssige udstrækning af projektets fremtidige faser og indhold.

Generelt om opgavernes mål og rækkefølge

Ved starten af et metroprojekt vil der skulle gennemføres en række opgaver til forberedelse af projektets udførelse, og som samtidig skal danne grundlag for tilvejebringelse af en anlægslov og senere ejergodkendelse inden indgåelse af de store anlægskontrakter. Det gælder blandt andet

- at gennemføre VVM-redegørelse (miljøvurdering)
- at forberede det tekniske grundlag for projektet bedst muligt blandt andet som basis for udarbejdelse af tidsplan og anlægsbudget
- at udarbejde materiale til og gennemføre en hensigtsmæssig udbudsproces

De forberedende opgaver kan principielt gennemføres på forskellige måder, hvor tidsplanen vil afhænge af, i hvilken grad, der planlægges et sekventielt eller et parallelt forløb. Det væsentlige valg i den nuværende fase er således i hvilket omfang, de forberedende opgaver skal løses sekventielt eller kan foregå parallelt. Valget vil have indflydelse, dels på den samlede gennemførelsestid, dels på hvor tidligt i processen ejerne gennem anlægsloven henholdsvis ejergodkendelsen vil have mulighed for at træffe endelig beslutning om projektets gennemførelse.

Uanset i hvilken rækkefølge opgaverne gennemføres i, så vil det være de samme antal og omfang af opgaver, der skal gennemføres. Ved en delvist parallel gennemførelse af opgaverne kan der i sagens natur opnås en forkortelse af tidsplanen, men også opnås en grad af synergi mellem opgaverne. Eksempelvis vil VVM-redegørelsens indhold kunne styrkes af en parallel udarbejdelse af dispositionsforslag, uden at detaljeringsprocessen forsinkes projektet. Nedenfor er illustreret den tidsmæssige udstrækning af M5 Vest såfremt de forberedende opgaver gennemføres sekventielt henholdsvis parallelt. Graden af parallelt gennemførte processer kan varieres. I tabellen nedenfor er vist en tidsplan, hvor de første faser af projektet gennemføres parallelt i samme omfang som det skete i de tidlige faser af Cityringen.

Tidsplanens betydning for anlægslov og ejerbeslutninger

Anlægslov vil kunne vedtages efter gennemført VVM-proces. I en sekventiel proces vil dette tidspunkt ligge 3 år efter igangsætning af projektet, mens det i en parallel proces, hvor dispositionsforslag og VVM redegørelse gennemføres parallelt, vil kunne forgå 2 år efter projektets starttidspunkt.

Figur 4.63

Principiel tidsplan for M5 Vest.

M5 Vest	Sekventiel proces	Parallel proces
Kontrakt om rådgivning	½ år	½ år
Dispositionsforslag	1 år	
VVM-redegørelse	2 år	3½ år
Ledningsomlægninger	2½ år	
Hele udbudsprocessen	3½ år	
Anlægsfase	8 år	8 år
I alt	17½ år	10½ år

Den endelige ejergodkendelse af igangsætning af anlægsarbejde vil kunne ske efter gennemført udbud, hvilket i en sekventiel proces vil være 8½-9½ år efter projektets starttidspunkt, mens det i en parallel proces vil kunne ske 3½-4 år efter starttidspunktet.

Forudsætninger for tidsplanerne

Bemærk, at de tidsmæssige vurderinger er baseret på en overordnet vurdering og derfor ikke medtager de udfordringer, som et stort anlægsprojekt ofte vil støde ind i. Det må således forventes, at der kan optræde forlængelser af processen, f.eks. at udbudsprocessen tager længere tid, at entreprenørerne kræver længere anlægstid etc. Dette gælder, uanset på hvilken måde opgaverne planlægges.

Det vil i hele metropjektets forløb være vigtigt at fortsætte koordineringen med By og Havn samt Vej-direktoratet om både anlæg af Østlig Ringvej og Lynetteholm. I koordineringen med By og Havn om Lynetteholm skal indgå både anlægstekniske og byplanmæssige forhold.

Elementerne i tidsplanen

Tidsplanen for projektet vil bestå af følgende elementer:

Udbud af rådgivning, varighed 6 måneder

Projektet vil skulle indledes med udbud af rådgiverydelser, så Metroselskabets egne kompetencer kan suppleres med ekspertviden og medarbejderkapacitet, der passer til gennemførelse af opgaverne. Såfremt udbud kan gennemføres indenfor selskabets efter EU-udbud indgåede rammeaftaler, vil tidsforbruget til udbudsprocessen kunne forkortes.

Dispositionsforslag, varighed 1 år

Udarbejdelse af en anlægslov nødvendiggør, at der udarbejdes et dispositionsforslag, der blandt andet indebærer, at der gennemføres en række de forberedende arbejder, herunder en yderligere detaljering af tekniske og udførelsmæssige forundersøgelser f.eks. udførelsmæssige og geotekniske undersøgelser og arkæologiske forstudier. Dette grundlag vil være hensigtsmæssigt at anvende som grundlag for VVM-redegørelsen. I forbindelse med udarbejdelse af dispositionsforslaget vil muligheder for at tilpasse projektet til FN's bæredygtighedsmål kunne afsøges.

VVM, varighed 1,5-2 år

Det anbefales, at VVM-redegørelsen baseres på det mere detaljerede projektgrundlag, der fremkommer i dispositionsforslaget.

Såfremt VVM-redegørelsen baseres på det materiale, som er indeholdt i udredningen alene, vil der være sandsynlighed for, at der efterfølgende vil skulle gennemføres supplerende VVM-processer i takt med, at de tekniske løsninger bliver mere detaljerede.

Ledningsomlægninger, ekspropriationer og rettighedserhvervelse, varighed 2,5 år

Processen frem mod ekspropriation af nødvendige arealer forberedes. Der vil være mulighed for med hjemmel i Jernbanelovens § 30, at selskabet med aktstykke vil kunne gives bemyndigelse til at gennemføre nødvendig ekspropriation af arealer, der for eksempel er nødvendige for, at ledningsejerne kan påbegynde ledningsomlægninger.

Udbudsprocessen for anlægsopgaver og transportsystem

Transportsystem og anlæg af stationer og linjeføring kontraheres eksternt efter udbud. Den måde, som anlægsarbejder udbydes og kontraheres på, kan influere tidsplanen.

Udbudsprocessen forløber over en længere periode, hvor der fastlægges udbudsstrategi, forberedes udbudsmateriale, samt gennemføres selve udbudsprocessen inklusive forhandling og kontrahering.

Størrelsen af kontrakterne vil generelt være over EU tærskelværdier for offentlige udbud, hvilket indebærer en relativt lang og omfattende udbudsproces. Optimering af kontraktstruktur og tidsplan fastlægges i udbudsstrategien. Normalt udbyder Metroselskabet som "Design-Build", hvilket i praksis betyder, at detailprojekt og planlægning af anlægsarbejderne udføres af entreprenøren.

Hjemmel og ejerbeslutninger

Det forudsættes, at der med fremlæggelse af aktstykke for Folketingets Finansudvalg tilvejebringes hjemmel til de forberedende arbejder, herunder gennemførelse af rådgiverudbud, udførelse af arbejde knyttet til VVM-redegørelse, igangsætning af arkæologiske og geotekniske forundersøgelser, udarbejdelse af dispositionsforslag og forberedelse af udbudsgrundlag, samt gennemførelse af nødvendige ekspropriationer til ledningsomlægninger på samme måde, som det er sket ved start af andre store anlægsprojekter.

En del af opgaverne vil kunne gennemføres indenfor Metroselskabets rammeaftaler, der er indgået efter offentligt udbud, mens andre opgaver vil kræve fornyede offentlige udbud.

Projektet skal omfattes af en anlægslov, som på grundlag af VVM-redegørelsen og i muligt omfang dispositionsforslag skal definere projektets indhold og rammer. Det er forudsat, at anlægsloven vil fastlægge, at indgåelse af de store anlægskontrakter først kan ske efter ejernes godkendelse af det økonomiske grundlag for indgåelse af disse kontrakter, samt hvorledes projektændringer og eventuelle budgetændringer skal håndteres.

Anlægsarbejdet, varighed 7-8 år

De angivne vurderinger hviler på en forudsætning om, at projekterne ikke faseopdeles, men gennemføres på en gang. Anlægsarbejdet vil da forventes at kunne gennemføres på ca. 8 år efter indgåelse af de store anlægs- og transportsystemkontrakter for M5 Vest.

Vurderingerne afhænger i sagens natur også af de vilkår, som selskabet tillades at arbejde under. Der er ved vurderingen taget udgangspunkt i de vilkår for f.eks. støj og transport under anlægsarbejdet, som gælder for anlæg af metro til Sydhavnen.

Hvor relevant er det forudsat, at rensningsanlægget Lynetten er flyttet forud for igangsættelse af selve anlægsarbejdet, at Østlig Ringvej er anlagt før tunnelboring, passerer en lokalitet, samt at Lynetteholm er anlagt 8 år før åbning af M5 Vest.

Såfremt der vedtages en faseopdeling af anlægsarbejderne, vil det have indflydelse både på projekternes forløb og direkte indhold.

Faseopdeling af anlægsarbejderne

Ved faseopdeling vil der skulle tages højde for, at en banestrækning vil have spormæssig forbindelse til et kontrol- og vedligeholdelsescenter. Beslattes det eksempelvis som en første fase af et projekt at anlægge en baneforbindelse fra Københavns Hovedbanegård til Amagerbro, med henblik på i første omgang at aflaste M1 og M2 og senere indgå i en linje, der betjener Lynetteholm, vil der skulle anlægges et kontrol- og vedligeholdelsescenter i nærheden af banens første etape. En banestrækning, der vil skulle fungere selvstændigt i en årrække, vil skulle bestykses med crossover-faciliteter i hver ende af linjen med henblik på at kunne tilbyde en tilfredsstillende frekvens og driftspålidelighed.





5. Klima- og miljøindsats

i udredningen af metro til Lynetteholm

I forbindelse med udredningen af metro til Lynetteholm er der i to spor arbejdet med klima- og miljøpåvirkningen fra anlæg og drift af metroen.

- Projektet er løbende i screenings- og udredningsarbejdet evalueret op imod et udvalg af FN's Verdensmål. Det har skabt udgangspunkt for, at man i et innovationsforløb i senere faser af projektet kan udvikle og indarbejde tekniske løsninger, som reducerer klimaafttrykket og ressourceforbruget i anlæg og drift
- Der er foretaget beregninger af CO₂-udledningen af linjeføringer. Resultatet viser, at anlægsdesign, og især materialeforbruget forbundet hermed, har stor betydning for projektets CO₂-udledning, mens driften af metroen har mindre betydning for det samlede CO₂-aftryk.

I dette afsnit beskrives resultaterne fra arbejdet i de to spor.

5.1 Projektmål, der bidrager til FN's Verdensmål

I forbindelse med udredningen af metro til Lynetteholm er projektets påvirkning i forhold til FN's Verdensmål introduceret som et perspektiv, der har motiveret beslutninger i projektet. Til det formål er der udvalgt relevante verdensmål, og på baggrund af dem er der opsat projektspecifikke mål. I screeningsfasen har det primære fokus for arbejdet med verdensmålene været på metrolinjernes betydning for bymiljøet og byens borgere. Mens der i udredningsfasen har været et større fokus på at reducere klima og miljøpåvirkninger fra anlæg og drift af linjen.

5.1.1 Verdensmålsperspektiv i screeningsfasen

I screeningsfasen af arbejdet med Metro til Lynetteholm blev der vurderet et stort antal mulige linjeføringer og stationslokationer for at bestemme, hvordan metroen bedst muligt kan bidrage til et positivt aftryk på København som by i fremtiden. I denne proces blev følgende Verdensmål valgt som de centrale for projektet:



- **Verdensmål 3:** Sikre et sundt liv for alle og fremme trivsel for alle aldersgrupper
- **Verdensmål 9:** Bygge robust infrastruktur, fremme inklusiv og bæredygtig industrialisering og understøtte innovation
- **Verdensmål 11:** Gøre byer, lokalsamfund og bosættelser inkluderende, sikre, robuste og bæredygtige.

Under disse verdensmål blev udvalgte delmål oversat til projektspecifikke mål for den påvirkning, som en fremtidig metrolinje bør have på byen:



- **Delmål 11.2** om at skabe adgang for alle til sikre, tilgængelige og bæredygtige transportsystemer til en overkommelig pris, samt at forbedre trafiksikkerheden bl.a. ved at udbygge den kollektive transport med særligt hensyn til sårbare befolkningsgrupper: kvinder, børn, personer med handicap og de ældre, er i projektet oversat til "Sikre at linjeføringerne til Lynetteholm bidrager med et bæredygtigt transportsystem til den nye bydel og forbinder denne bedst muligt med den eksisterende by."
- **Delmål 3.9 og 11.6** som handler om at fremme folkesundheden ved at begrænse luft, vand og jordforurening samt at reducere miljøbelastningen pr. indbygger er i projektet oversat til et mål om at "Udvikle en løsning, der er med til at fjerne trafikken fra vejene i København og dermed fremmer luftkvalitet i byen."



- **Delmål 9.1** som handler om at udvikle pålidelig, bæredygtig og robust infrastruktur af høj kvalitet, som støtter den økonomiske udvikling og menneskelige trivsel, med fokus på lige adgang for alle til en overkommelig pris. Er i projektet oversat til et mål om at "Sikre at løsningen hjælper med at forbedre Københavns eksisterende transportsystem ved at levere et mere integreret netværk."

5.1.2 Verdensmålsperspektiv i udredningsfasen

I udredningsfasen er en videreudvikling af løsningerne fra screeningsfasen påbegyndt. I denne fase har der været hovedfokus på, hvordan det indenfor beton- og anlægsarbejder (Civil Works), arkitektur og design af transportsystemet, er muligt at bidrage positivt til verdensmålene, men også på at mindske de negative effekter fra projektet. I denne fase er der arbejdet med følgende verdensmål:



- **Verdensmål 6:** Sikre at alle har adgang til vand og sanitet og at dette forvaltes bæredygtigt
- **Verdensmål 7:** Sikre at alle har adgang til pålidelig, bæredygtig og moderne energi til en overkommelig pris
- **Verdensmål 9:** Bygge robust infrastruktur, fremme inklusiv og bæredygtig industrialisering og understøtte innovation
- **Verdensmål 12:** Sikre bæredygtige forbrugs- og produktionsformer.

Der er gennemført en række af workshops med fokus på at opstille specifikke mål for projektet samt at udvikle ideer til initiativer, der kan fremme opnåelse af de enkelte mål.

I forløbet blev der opsat følgende delmål for anlæg og drift af metrolinjen til Lynetteholm:

- **Verdensmål 6** er omsat til et delmål om at begrænse vand- og energiforbruget i alle projektets faser
- **Verdensmål 7** er omsat til et delmål at designe til genbrug/reparation i stedet for at udskifte ødelagte elementer
- **Verdensmål 9** er omsat til to delmål: ét om at integrere udvikling i stationsrum, over stationer og under højbanestrækninger i projektet, f.eks. til brug for mindre lokale forretninger. Og ét om at skabe rum til teknisk innovation gennem hele projektets værdikæde, som kan bidrage til opnåelse af disse mål
- **Verdensmål 12** er omsat til et delmål om at reducere CO₂- og materialeforbrug i alle projektets faser samt at udnytte potentialet i rest- og affaldsmaterialer fra projektet, f.eks. i andet byggeri

I forløbet blev der udviklet mere end 100 idéer til initiativer, der kan indarbejdes i projektet og bidrage til målsætningerne. De spænder fra at være simple at implementere til idéer, der potentielt kan have stor indflydelse på flere forskellige områder af projektet og derfor kræver yderligere udvikling og detaljeret vurdering. Blandt idéerne blev foretaget en udvælgelse af, hvilke initiativer der på nuværende tidspunkt vurderes at kunne have den største effekt i forhold til at nå målsætningerne, og som derfor skal afsøges nærmere i de kommende faser. Det drejer sig blandt andet om:

- Muligheder for udnyttelse af termisk varme og overskudsvarme fra driften
- Muligheder for at bruge mere af den energi, der oprettes ved regenerativ bremsning
- Udbredelse af elektriske entreprenørmaskiner på byggepladserne
- Intelligent vedligehold af tog, så behov for reparation identificeres tidligst muligt
- Optimering af anlægsdesign med henblik på at reducere materialeforbrug
- Optimering af anlægsprocesser, f.eks. ved anvendelse af præfabrikerede elementer
- Muligheder for at anvende træ i konstruktioner i højbaneløsninger
- Muligheder for at benytte spunsvægge som støttevægge i stedet for sekantpæle ved undergrundsstationer.

Det er muligt at arbejde videre med at undersøge ideernes holdbarhed og gennemførlighed i næste fase af projektet.

5.2 Videre klima- og miljøtilpasning af metro til Lynetteholm

For at maksimere mulighederne for at reducere klimapåvirkningen og fremme de mulige positive effekter i forhold til verdensmålene i de mulige fremtidige projekter, vil det kræve en koordineret indsats på tværs af mange forskellige områder i samarbejde med centrale interessenter. Det anbefales, at arbejdet opdeles i tre nøgleområder:

- **Design:** Forbedring i design og konstruktion indenfor alle områder for at reducere ressourceforbruget, forbedre energieffektiviteten og gennemgå områder for at generere energi (strøm eller varme)
- **Materialer:** Research af de fremtidige muligheder på nøgleområder såsom reduktion af CO₂-aftrykket for beton
- **Processer:** Tidlig markedsdialog, der skal afdække, hvordan entreprenørerne kan forventes at arbejde i fremtiden i forhold til mulighederne for at etablere affalds- og emissionsfri byggepladser.

For at kunne lykkes med områderne nævnt ovenfor vil det kræve dialog med myndigheder, andre store bygherrer i Danmark, universiteter og forskningsinstitutioner og mulige leverandører. Det kan kræve ændringer af love eller regulativer, og derfor skal den mulige virkning af disse ændringer undersøges nøje, så der kan træffes beslutninger på et informeret og detaljeret grundlag om, hvorvidt ændringen er positiv, når den evalueres som en helhed og ikke kun i forhold til projektet. De mulige risici ved disse ændringer skal også afdækkes.

Nye designmetoder, konstruktionsmetoder, krav, regulativer m.m. skal evalueres med henblik på omkostninger eller besparelser, samt risiciene for projektet og andre interessenter.

5.2.1 Klimapåvirkning fra metroen

Parallelt med udredningen af metro til Lynetteholm er der udviklet en model til beregning af linjeførings klimapåvirkning. Modellen estimerer klimapåvirkningen fra både anlæg, drift og reinvesteringer for en metrolinje i en periode på 100 år, hvilket er anlæggets forventede levetid.

5.2.1.1 Opgørelse af klimapåvirkning fra metroen i drift

For metroen i drift stammer 98 % af klimapåvirkningen fra strømforbruget til fremdrift af tog og drift af stationer og øvrige dele af anlægget. De resterende 2 % relaterer sig til forbrug af fossile brændstoffer fra hjælpemøder, rengøringsmidler og lignende, som anvendes når tog rengøres og vedligeholdes.

Der er forskellige måder at opgøre klimapåvirkning fra driften af metro på, men en af dem, som er udbredte på tværs af de kollektive transportformer, er udledningen af CO₂ i gram pr. personkilometer, som transportformen producerer i drift. Anvendes dette mål, var klimapåvirkningen fra metroen i drift i 2019 8 g. CO₂e/personkm., hvis man ser på strømforbruget til fremdrift af togene isoleret. Opgjort for det totale strømforbrug til driften var den 15 g. CO₂e/personkilometer. Sammenholdt med andre transportformer er metroen relativt ressourceeffektiv, når der tages udgangspunkt i fremdriften. Af tabel 1 fremgår klimapåvirkningen pr. personkm. fra fremdrift af forskellige transportformer, som helt eller delvist kører i bymiljøer. Tallene i tabellen bør ikke sammenlignes 1:1, da transportformerne løser forskellige opgaver med forskellig belægningsgrad og forsyningsforpligtelse. Desuden er der variationer i opgørelsesmetoderne, hvilket tabellen også afspejler.

I Figur 5.1 er gengivet den opgørelsesmetode som trafiksselskaberne selv anvender.

Da Movia tilskrives CO₂-udledningen til selve el-produktionen, opgør de deres udledning fra fremdriften af elbusser til 0, mens de øvrige eldrevne transportmidler inkluderer udledningen forbundet med produktionen af elforbruget til fremdrift.

Da produktionen af el i Danmark frem mod 2030 overgår til at være baseret på vedvarende energi, vil CO₂-udledningen fra driften af eldrevne transportmidler gradvist falde alene på grund af udviklingen i produktionen af el. Samtidig forventes der at ske en omlægning af persontransporten, så den indenfor de

Figur 5.1

Udledning af gram CO₂ pr. personkm. fra fremdriften af forskellige transportformer i 2019 med angivelse af forskelle i opgørelsesmetoder



* Movia har valgt at tilskrive CO₂-udledningen til selve el-produktionen og ikke til fremdriften af elbusser og opgør derfor udledning fra fremdrift af elbusser til 0. De øvrige eldrevne transportmidler (S-tog, metro, letbane og elbil) opgør udledningen forbundet med produktionen af elforbruget som en del af fremdrift.

Kilder: For de kollektive transportformer baserer de angivne udledninger sig på transportformernes egen opgørelser fra 2019. For el- og fossildrevne biler er der brugt opgørelser fra trafikøkonomiske enhedspriser (DTU 2019), som er omregnet til CO₂-udledning pr. personkm. med en belægningsgrad på 1,34, som er den gennemsnitlige belægning for personbiler i hovedstadsområdet ifølge OTM.

kommende år hovedsageligt sker i eldrevne transportmidler. I det perspektiv bliver det også væsentligt at se på klimapåvirkningen fra selve produktionen af transportmidlet samt fra anlæg og vedligehold af den infrastruktur, som transportmidlet benytter.

For en metro vil det sige anlæg af stationer og banestrækninger (i tunnel, på højbane eller andre strækningstyper), produktionen af tog og togsystemer samt faciliteter til kontrol og vedligehold. Metroanlægget etableres, så betonkonstruktionerne har en forventet levetid på 100 år, mens der for de tekniske dele er en kortere levetid, f.eks. er levetiden på et metrotog 30 år, og for skinnerne er det 50 år. For en bus vil en tilsvarende analyse inkludere anlæg og vedligehold af vejbanen, stoppesteder og de støttefaciliteter det kræver at vedligeholde og drive buslinjen. Hertil kommer selve produktionen af køretøjet og udskiftning heraf ved endt levetid.

Generelt er denne form for helhedsbetragtninger for transportsystemer ikke udbredt. I det omfang de findes, er det vanskeligt at sammenligne på tværs af systemer, da analysens afgrænsning vil variere, og netop afgrænsning er centralt for resultatet.

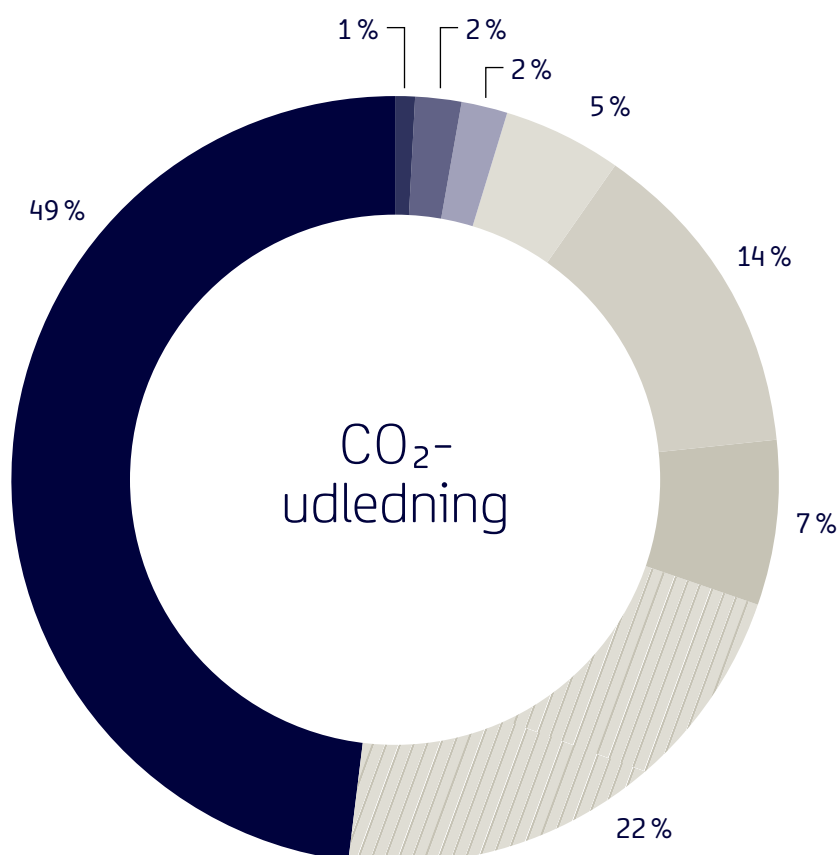
5.2.1.2 Klimapåvirkning fra metroen i et livscyklusperspektiv

For at opgøre klimapåvirkningen fra anlægsfasen er der udviklet en beregningsmodel, som benytter data fra den faktiske gennemførelse af udvalgte anlægselementer og -processer for Cityringen. For samtlige anlægselementer og -processer er materiale- og energiforbrug brudt ned, så der på de enkelte dele kan beregnes eller estimeres den associerede CO₂-udledning.

Figur 5.2

CO₂-udledning fra anlæg og reinvesteringer (over en 100-årig periode) fordelt på produkttyper, ved etablering af linjeføring M5 Basis. Diverseposten indeholder M&E installationer, CMC, midlertidige byggematerialer m.m. (Den samlede procentdel kan være mere end 100 på grund af afrunding.)

Beton	49 %
El-forbrug	1 %
Tog	2 %
Maskiner	2 %
AF	5 %
Stål	14 %
Diverse	7 %
Armering	22 %



Overordnet viser modellen, at langt størstedelen af klimapåvirkningen fra metroen, når både anlæg, drift og vedligehold tages i betragtning, stammer fra anlægsfasen. I anlægsfasen er det hovedsageligt udvinding af de råstoffer og den produktion, der ligger bag materialerne beton, stål og armering, som er kilden til udledning af CO₂. For vedligehold af anlæg og materiel i metroen er klimapåvirkningen også hovedsageligt relateret til materialerne, selvom det her er stål, der er den største kilde, og dernæst beton og armering.

Anvendelse af klimamodellen for metro danner udgangspunkt for, at klimapåvirkningen fra metrolinjen til Lynetteholm i de kommende faser af projektet kan bearbejdes, og at de løbende reduktioner kan måles i forhold til udgangspunktet.

5.2.2 Udredningens anlægsløsninger i et klimaperspektiv

Der er mange parametre, der er styrende for de overordnede designvalg i udredningen af metro til Lynetteholm: Muligheden for at indpasse anlægget i det eksisterende bymiljø, stationernes placering og udformning ift. passagerservice samt ressourceforbruget forbundet med drift og vedligehold i projektets samlede levetid, er alle væsentlige parametre.

De anlægsløsninger, som er anvendt i udredningen af metro til Lynetteholm, er i udgangspunktet de samme stations- og strækningstyper, som allerede kendes fra det eksisterende metrosystem. Der er kun få elementer som optræder i udredningen i væsentlig ændret form i forhold til de allerede kendte løsninger. Men i valget af disse har hensynet til materialeforbruget været et parameter, som er forsøgt balanceret i forhold til at opretholde en optimal funktionalitet på linjeføringerne.

I nuværende fase har det være muligt at indarbejde nogle få materialereducerende tiltag. Et tiltag har været at kombinere et afgreningskammer med et transversalkammer, hvilket kan reducere ressourceforbruget signifikant i forhold til at anlægge kamrene i to separate konstruktioner. Et andet tiltag er, at der i udredningsfasen er blevet udviklet en undergrundsstationstype med en kortere perron, hvilket også er med til at reducere ressourceforbruget. I efterfølgende faser af projektet kan materialeforbruget søges mindsket yderligere.

Linjeføringerne i udredningen tager således indtil videre som hovedregel afsæt i, at konstruktionsmetoderne og kontraktkravene er de samme som benyttet for M3/M4. Der kan være mulighed for yderligere at reducere CO₂-aftrykket ved at benytte alternative metoder eller ved at modificere kontraktkravene.

6. Bilag

6.1 Tekniske bilag

Bilag nr.	Titel
0	Bystrategisk kortlægning
1	Beregningsforudsætninger 2035, 2035+ og 2035++
2	Resultater fra kalibrering af OTM 7 i basisåret 2015
3	Pedestrian Planning Report
4	Geotechnical Design Study
5	Metro til Lynetteholm - Arkæologisk analyse
6	Memo - Utilities screening report
7	Samfundsøkonomisk analyse af metrobetjening af Lynetteholm
8	Resultater fra kalibrering af OTM 7 i basisåret 2015
9	M5 Vest - Resultater fra kalibrering af OTM 7 i basisåret 2015
10	Resultater fra prognoseberegninger med forlængelse af M4
11	Resultater fra prognoseberegninger med forlængelse af M5
12	Resultater fra prognoseberegninger med forlængelse af M5 Vest
13	Tunnel vs. Højbane - Værdipårvirkning
14	Økonomiske konsekvenser for Metroselskabets drifts- og anlægsaktiviteter effekter af COVID-19
15	Risikoworkshop Lynetteholmen – risikorapport
16	Ekstern kvalitetssikring - Forundersøgelse af metrolinje til Lynetteholm Løsning M4, M5 og M5 Vest
17	Screeningsanalyse af M5 Vest og kombineret M4/M5- oktober 2019
18	Notat om valg af linjeføring til teknisk udredning – april 2019
19	M5v - Variant – Udrednings Study
20	Betydningen af boliglokalisering for CO ₂ udledninger fra transport, Vejdirektoratet 2019

6.2 Tekniske tegningsbilag

Bilag nr.	Titel
1	Linjeføring og længeprofil
2	Stationsplacering
3	Stationer og skakter
4	CMC
5	Arbejdsplads
6	Kortlægning og geoteknisk længeprofil
7	Ledningsomlægninger

