

Metroselskabet

Teknisk udredningsrapport om en forlængelse af M4 til Ydre Nordhavn



Tekst

Metroselskabet

Periode

Februar 2022 – Juni 2023

Forside

Nordhavn – Dragør Luftfoto

Design og layout

e-Types

ISBN 978-87-92378-44-6

Indhold

1.	Baggrund og formål	7
2.	Anlæg, innovation og bæredygtighed	8
2.1	Metro – en bæredygtig transportform	8
2.1.1	Klimaaftryk fra designoptioner	9
2.1.2	CO ₂ -aftryk for linjeføringer (anlæg, reinvesteringer og drift)	10
2.1.3	Metode til opgørelse af klimapåvirkning fra metro	11
2.2	Attraktivitet og robusthed	12
2.3	Byrums kvalitet og biodiversitet	12
3.	Anlægselementer	13
3.1	Højbanen	13
3.1.1	Træ- og beton-hybridviadukt	13
3.1.2	Broelementer	14
3.2	Dæmning	14
3.3	Højbanestation	15
3.3.1	Anlægstekniske forhold	17
3.4	Arbejdspladssikkerhed	17
4.	Linjeføringer og stationer	18
4.1	Blå linje – linjeføringer, stationer og trafikbetjening	18
4.1.1	Blå linje – hovedforslag	18
4.1.2	Blå linje – variant	18
4.2	Rød linje – linjeføringer, stationer og trafikbetjening	20
4.2.1	Rød linje – hovedforslag	20
4.2.2	Rød linje – variant	22
4.3	Grænseflader med andre projekter	23
4.3.1	Østlig Ringvej	23
4.3.2	Byudvikling af Levantkaj	24
4.3.3	Udvikling af Tunnelfabrikken	24
4.3.4	UNICEFs Verdenslager	24
4.3.5	Levantkaj Skole	24
5.	Forudsætninger for trafikmodelberegninger	25
5.1	Beregningsår	25
5.2	Forudsætninger for byudvikling i Nordhavn	25
5.2.1	Befolkningstal	25
5.2.2	Arbejdspladser	26
5.3	Trafikale forudsætninger	27
5.3.1	Cykelnet	27
5.3.2	Kollektiv trafik	27
5.3.3	Bilejerskab	28
5.3.4	Kørselsomkostninger med bil	28

5.3.5	Takstniveauet i den kollektive trafik	28
5.4	Følsomhedsberegninger	28
5.4.1	Befolkning og arbejdspladser	28
5.4.2	Bilejerskaber, parkering, m.m.	29
5.4.3	Ekstra krydstogtpassagerer	29
5.5	Etapedeling	29
6.	Baneteknik	30
6.1	Normgrundlag	30
6.2	Sporanlæg	30
6.2.1	Etapedeling af Rød linje	31
6.2.2	Støj fra sporet	31
6.3	Skematisk sporplan for M4	31
6.4	3. skinneanlæg og kørestrøm	32
6.5	Strømforsyning	32
6.6	ATC-anlæg, passagertællesystem og perrondøre	32
6.7	Passagersikkerheds- og informationssystem (PSIS) og adgangskontrolsystem (IDS)	33
6.8	SCADA	33
6.9	Transmissionssystem	33
6.10	Radiokommunikation	34
6.11	Billetautomat/Rejsekort	34
6.12	Bygherreleverancer til transportsystemet	34
6.13	Kontrol- og vedligeholdelsescenter (CMC)	34
6.14	Robusthed og systemkapacitet	35
6.15	Togsæt	35
6.16	Tekniske konsekvenser for M3/M4	35
6.17	Hovedstruktur i trafikbetjeningen [frekvens]	36
7.	Trafikale effekter	37
7.1	Overordnede resultater	37
7.1.1	Generelle trafikale effekter	37
7.1.2	Kollektiv transport	37
7.1.3	Påstigere i metroen	38
7.1.4	Kapacitet	40
7.2	Etapedeling	40
7.3	Følsomhedsberegninger	42
7.3.1	Befolkning og arbejdspladser	42
7.3.2	Bilejerskab, parkering, m.m.	43
7.3.3	Ekstra krydstogtpassagerer	44
8.	Stationer og nærområder	46
8.1	Stationer på Blå linje	46
8.1.1	V/Levantkaj – højbanestation	46
8.1.2	V/Nordhavn C – højbanestation	46
8.2	Stationer på Rød linje	48
8.2.1	V/Levantkaj – højbanestation	48
8.2.2	V/Krydstogtkaj – højbanestation	48
8.2.3	V/Fiskerikaj – højbanestation	48

9.	Øvrige forhold knyttet til anlæg	50
9.1	Arkæologi	50
9.2	Arealer og rettigheder	50
9.3	Ledningsomlægninger	50
9.4	Forurening	51
9.5	Naboer i anlægs- og driftsfasen	51
9.6	Stormflod og ekstremregn	51
10.	Sammenhæng mellem byudvikling, stationer, adgangsveje og øvrige perspektiver	52
10.1	Adgangsveje, herunder cykelparkering ved metrostationer	52
10.2	Nyttiggørelse under højbane	53
10.3	Kunst på metrostationerne	55
10.4	Dæmninger – en mulig del af en bæredygtig by	55
11.	Anlægsøkonomi og restfinansiering	57
11.1	Forudsætninger	57
11.2	Anlægsoverslag	57
11.3	Driftsøkonomi og reinvesteringer	58
11.3.1	Driftsudgifter og reinvesteringer	58
11.3.2	Driftsindtægter	58
11.3.3	Nettodriftsoverskud	59
11.4	Restfinansieringsbehov	60
11.4.1	Restfinansieringsbehov – hovedforslag og variant	60
11.4.2	Restfinansieringsbehov – følsomheder	60
11.4.3	Restfinansieringsbehov – etapedeling	60
12.	Samfundsøkonomi	62
12.1	Metode	62
12.2	Forudsætninger	63
12.3	Resultater for Blå og Rød linje	63
13.	Risikovurdering	64
14.	Tidsplan for udførelse	66
15.	Bilagsfortegnelse	67



1. Baggrund og formål

For baggrund, formål og sammenstilling af resultater og nøgletal for udredningen henvises til resumérapporten "Udredning om en forlængelse af M4 til Ydre Nordhavn" fra juni 2023.

Baggrund og formål med den tekniske udredningsrapport er at sammenfatte resultater og forudsætninger fra de forskellige fagdiscipliner, der tilsammen udgør udredningen.

Hovedparten af den tekniske udredningsrapport er baseret på bidrag udarbejdet for Metroselskabet af eksterne konsulenter. De væsentligste bidragsydere i den sammenhæng er:

- Atkins vedr. anlæg
- Atkins vedr. baneteknik/trafiksystem
- MOE/Artelia vedr. trafikmodelberegninger
- COWI vedr. beregning af samfundsøkonomi

Desuden indgår bidrag fra konsulenter, som ikke kun er udarbejdet mhp. forlængelse af M4 i Nordhavn, men er mere generelle bidrag eksempelvis vedr. dæmningskonstruktioner og cykelparkering ved metrostationer.

Udover bidragene fra eksterne konsulenter indgår en række centrale økonomiske beregninger og beregninger af CO₂ i den tekniske udredningsrapport. Disse er udarbejdet af Metroselskabet. Eksempelvis er CO₂-beregningerne udarbejdet i Metroselskabets klimamodel.

Den tekniske udredningsrapport kan således betragtes som Metroselskabets sammenstilling af de væsentligste resultater og forudsætninger, som eksterne konsulenter har udarbejdet for selskabet, samt de interne beregninger foretaget i selskabets egne modeller. Den tekniske udredningsrapport udgør samtidig det samlede afsæt for en miljøkonsekvensvurdering, som er den næste fase i tilblivelsen af en forlængelse af M4 til Ydre Nordhavn. Faserne i tilblivelsen af metroen er yderligere beskrevet i afsnit 14.

Materialet bag udredningen er eksternt kvalitetssikret af rådgivnings- og revisionsvirksomheden BDO i samarbejde med rådgivende arkitekt- og ingeniørvirksomhed Sweco.

2. Anlæg, innovation og bæredygtighed

M4-forlængelsen til Ydre Nordhavn er baseret på en tankegang, hvor der aktivt er valgt at arbejde med "ikke mere af det samme", hvor dette er muligt. Det vil sige, at anlægget udvikles og designes med fokus på en række ambitioner for bæredygtighed. I udviklingen af nye linjeføringer ønsker Metroselskabet:

- at reducere CO₂-aftrykket i et livscyklusperspektiv: Metroselskabet har en ambition om at klimaaftrykket fra anlæg af nye metroprojekter skal halveres i forhold til den nuværende metro, og at øvrige klimapåvirkninger skal minimeres
- at metroen skal være attraktiv for passagererne og robust i drift, så den får en høj udnyttelse i hele sin levetid
- at metroen er sikker at anlægge og drive, og at der er mulighed for at sikre et godt arbejdsmiljø på anlægsprojekterne og for driftspersonalet
- at metroen bidrager til en bæredygtig byudvikling, herunder muligheder for biodiversitet og kvalitet i de byrum, som metroen er en del af.

I de følgende afsnit er det opsummeret, hvordan der er arbejdet med at fremme bæredygtighed i udredningsfasen.

2.1 Metro – en bæredygtig transportform

I sammenligning med andre transportformer er metroen en klimavenlig transportform. Det skyldes, at den er eldrevet, er bygget til at holde i minimum 100 år og transporterer mange mennesker, hvilket medfører en lav udledning af CO₂ pr. passagerkilometer.

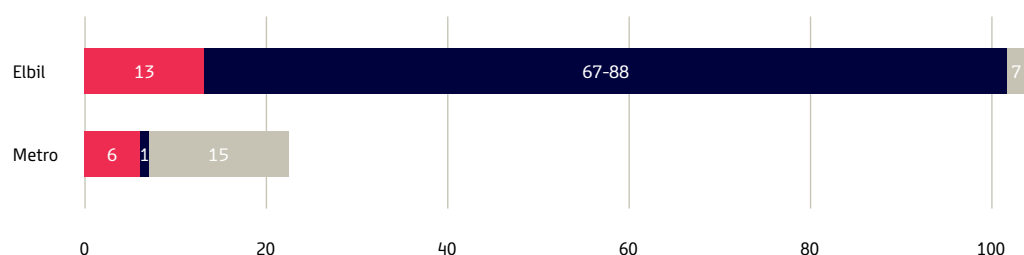
På grund af den høje udnyttelse af systemet har den eksisterende metro en relativ klimabelastning, som er væsentligt lavere end en nyproduceret elbil.

Figur 2-1 viser en beregnet CO₂e-udledning, når én person transporteres 1 km i elektriske transportmidler i København. Beregningen er baseret på de personkilometer hhv. den eksisterende metro og en

Figur 2-1

Klimapåvirkning fra elektriske transportmidler (g CO₂e/pkm) fra fremdrift, produktion af transportmiddel og infrastruktur (Metroselskabet 2021).

- g CO₂e/pkm fra fremdrift
- g CO₂e/pkm fra produktion af transportmiddel
- g CO₂e/pkm fra anlæg af infrastruktur



gennemsnitlig personbil i hovedstadsområdet producerer i deres levetid (jf. DTU Transportvane undersøgelse, 2019). Der opgøres CO₂ fra fremdrift og produktion af transportmidler, mens løbende vedligehold og bortskaffelse ikke er opgjort. For metro er CO₂-udledning fra anlæg af infrastruktur inkluderet. Baseret på forventede levetider, udnyttelse og belægningsgrader for de forskellige transportmidler er klimapåvirkningen fordelt pr. personkilometer.

2.1.1 Klimaaftryk fra designoptioner

Den væsentligste del af CO₂-aftrykket fra metroen kommer fra anlægsfasen. Erfaringer fra tidligere metroprojekter viser, at det er de store materialegrupper, beton og stål, som også er de væsentligste kilder til CO₂. De overordnede rammer for CO₂-belastningen fra en ny metrolinje besluttet i de tidlige faser af et nyt projekt. Når linjeføringens placering og det overordnede design lægges fast, sættes også rammen for det videre ressourceforbrug.

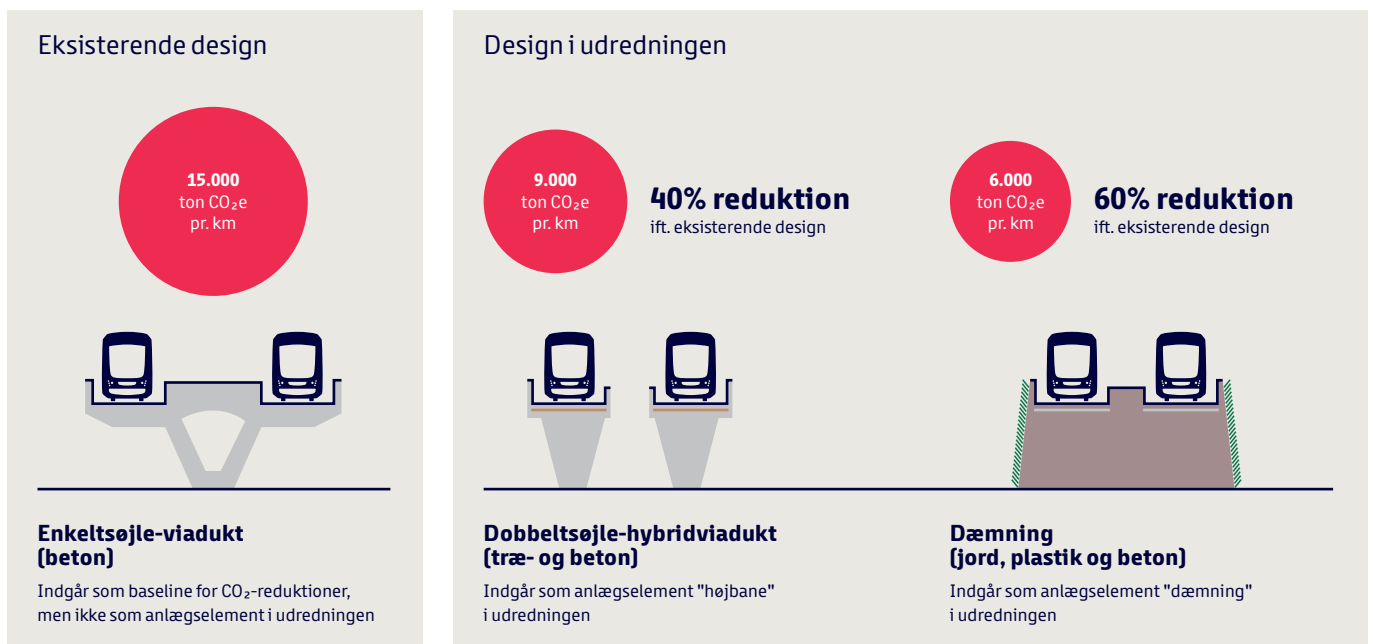
Derfor er der i Udredningen arbejdet med at klimaoptimere anlæggets design, så der bruges færrest og mindst muligt CO₂-intensive materialer. Det har resulteret i, at der er udviklet en ny type højbanestation delvist bygget i træ, og at der i projektet er arbejdet med to forskellige koncepter for overjordiske banestrækninger:

- Dobbeltstøje-hybridviadukt med limtræsbjælker som en del af den bærende konstruktion.
- En strækning på dæmning.

Figur 2-2 viser CO₂-aftrykket fra den eksisterende viaduktstrækning i Nordhavn, som er baseline for CO₂-optimering af projektet, og fra de forskellige strækningstyper udviklet i udredningen. Dobbeltstøje-hybridviadukt og dæmning anslås på dette projekteringsniveau at have et CO₂-aftryk, der er hhv. 40 pct. og 60 pct. lavere end designet på den eksisterende strækning.

Figur 2-2

CO₂e-aftryk pr. strækningstype (1 km)¹



¹ Figuren viser et principielt design af forskellige typer af metrostrækninger. Strækningstyperne kan kombineres med forskellige stationstypologier. Forventet CO₂e fra forskellige strækningsdesign er beregnet i Metroselskabets Klimamodel er ekskl. reinvesteringer. Data om materialemængder er baseret på designet i udredningsfasen. Emissionsfaktorer for materialer og processer er baseret på erfaringsdata fra etablering af M3 Cityringen. Designet udvikles og detaljeres videre i kommende faser.

Den eksisterende viadukt med enkeltstøje, som er i Nordhavn i dag, er designet ud fra hensyn til bl.a. bymæssige forhold, uden barrierer for at komme under højbanen. Det eksisterende anlæg er ikke optimeret ud fra et CO₂-perspektiv. Med et CO₂-optimeret design er klimabelastningen fra anlægget minimeret, men omvendt kan et CO₂-optimeret anlæg have barrierevirkning ift. at passere under højbanen. De tre tiltag uddybes i afsnit 3 om metroens anlæg og design.

I konstruktionen af en dobbeltstøje-hybridviadukt indgår træ samt en slankere betonkonstruktion med to sidestillede betonsøjler (dobbeltstøje). For løsningen med dæmning er det forudsat, at denne kan anlægges med jordforstærkning. Alternativet til jordforstærkning er pælefundering, der vil øge udledningen af CO₂. Merudledningen med pælefundering vil være afhængig af de konkrete jordbundsforhold. Det er vurderet, at både anvendelse af træ og dæmning med jordforstærkning er muligt. Der er dog usikkerhed forbundet med begge forhold, der skal indgå i de næste faser af projektet.

2.1.2 CO₂-aftryk for linjeføringer (anlæg, reinvesteringer og drift)

For både Rød og Blå linjeføring er der udarbejdet et hovedforslag og en designvariant. I hovedforslaget til hhv. Rød og Blå metrolinje er der forudsat et design, hvor linjeføringen består af en kombination af viaduktstrækning og dæmning. I varianten er en større andel af strækningen placeret på dæmning. Linjeføringer for hovedforslag og variant for Rød og Blå er beskrevet i afsnit 4 om linjeføring og stationer. Det samlede CO₂-aftryk fra hhv. Blå og Rød linjeføring fremgår af figur 2-3.

Sammenlignet med baseline, dvs. designet på den eksisterende Nordhavnsmetro (højbanestrækningen og Orientkaj Station), er klimaaftrykket op til 34 pct. og 33 pct. lavere for hhv. Blå og Rød linje.

Ved at øge andelen af strækning på dæmning som alternativ til dobbeltstøje-viadukt, kan klimaaftrykket nedbringes yderligere.

I udredningen er der alene arbejdet med design og materialevalg på et konceptuelt niveau. Metroselskabet har en målsætning om at CO₂-udledningen fra anlægsfasen med 50 pct. ift. den eksisterende metro. For at nå reduktionsmålet vil det være nødvendigt at opnå yderligere reduktioner i de næste faser af projektet, herunder i forbindelse med yderligere detaljering af designet, materialespecifikationer og krav i udbud og kontrakter for anlægsfasen. Udviklingen af især nye materialer, metoder og teknologi, der kan reducere CO₂-udledningen fra anlægsfasen, vil blive fulgt med henblik på at indarbejde markedsmodne produkter i projektet.

Figur 2-3

CO₂e-reduktion for hovedforslag og variant

	CO ₂ e fra anlægsfasen	Reduktion ift. baseline	CO ₂ fra reinvesteringer over 100 år*
Blå linje, hovedforslag	18.000	32%	14.000
Blå linje, variant	17.500	33%	13.000
Rød linje, hovedforslag	26.000	31%	20.500
Rød linje, variant	24.500	34%	18.500

* Reinvesteringer er beregnet på baggrund af eksisterende teknologi og materialer.

Drift

Metroen til Ydre Nordhavn vil blive en del af det eksisterende M3/M4-system. Det forventede energiforbrug på en ny metrolinje er estimeret på baggrund af erfaringsdata.

I perioden 2030 -2045 forventes CO₂-aftrykket fra elforbruget på Blå og Rød linje at være hhv. 60 og 85 ton pr. år. Herefter forventes elproduktionen i Danmark at være CO₂-neutral, hvormed klimapåvirkningen fra drift af metroen også vil være det. Til at opgøre klimapåvirkningen fra el anvendes Energistyrelsens frem-skrivning af CO₂-emissioner for produktionen af el for 2030-2045².

Klimaaftryk og udnyttelse

Forlængelsen af metroen i Nordhavn vil have en indvirkning på metrosystemets *samlede* klimaprofil. Dette opgøres som gram CO₂ pr. passagerkilometer, hvor CO₂-aftrykket fra etablering (anlægsfasen), drift og ved-ligehold af det samlede metrosystem opgøres og deles med det forventede antal passagerkilometer, som metrosystemet vil producere i perioden fra 2030 og frem (jf. trafikmodelberegningen for M4-forlængelsen, se bilag 1). Ved etablering af Blå eller Rød linje bliver CO₂-aftrykket pr. passagerkilometer 18 gram.

Klimapåvirkningen fra anlæg af det samlede metrosystem er beregnet med emissionsfaktorer fra 2019. I praksis er forskellige dele af det samlede metrosystem anlagt på forskellige tidspunkter, og emissionerne forbundet med at producere og installere byggematerialer har udviklet sig over tid.

2.1.3 Metode til opgørelse af klimapåvirkning fra metro

Metroens klimaaftryk er beregnet i Metroselskabets klimaaftryksmodel, der er udviklet af Metroselska-bet i samarbejde med COWI i 2019. Modellen anlægger et livscyklusperspektiv og opgør klimapåvirkning i CO₂-ækvivalenter (ton CO₂e) for anlæg samt reinvesteringer og drift af metroen i 100 år. Modellen er et screeningsværktøj til de tidlige projektfaser og giver et summarisk overblik over fordelingen af de *væsentligste* kilder til klimaaftrykket set over livscyklus. For hver fase er der anvendt følgende metode:

Anlægsfasen

I modellen er det opgjort, hvilke processer, mængder og -typer der indgår i at anlægge en me-trolinje. Materialeforbruget er baseret på designet udviklet i udredningsfasen, mens procesemissioner og energiforbrug til maskiner og byggepladser er baseret på erfaringer fra M3 Cityringen samt ekspertskøn.

Til at beregne klimaaftrykket fra de anvendte materialer er der indsamlet emissionsdata for materialernes indlejrede CO₂. F.eks. kg CO₂/ton armeringsstål og kg CO₂/m³ beton. Ved indhentning af data er defineret følgende datahierarki:

- 1) Produktspecifikke EPD'er
- 2) Branchespecifikke EPD'er
- 3) Emissionsfaktorer fra Gabi Professionel database

Til at modellere udledningerne fra anlægsfasen benyttes en "business as usual"-tilgang, hvor materialer med samme oprindelse som dem, der erfaringsmæssigt er anvendt på Cityringen, så vidt muligt også benyttes til at beregne forventede udledninger for kommende linjeføringer, som er under udredning. Denne tilgang er valgt for at holde fokus på at reducere mængderne frem for at optimere CO₂-aftrykket ved at udskifte EPD'er. I næste fase vil der blive optimeret på de valgte materialer og anvendte EPD'er, som afspejler regionale gennemsnit for de enkelte materialer.

² Kilde: Bilag 3: Forudsætnings- og beregningsnotat for CO₂e-tal ved udvikling af Østhavnen (trm.dk).

Reinvesteringer

Metroen har en designlevetid på minimum 100 år. Baseret på kontraktkrav og ekspertvurderinger har hvert delelement en levetid i klimaaftryksmodellen. Levetiden afgør, hvor mange gange et specifikt delelement skal genproduceres og udskiftes over 100 år.

Denne del af modellen tager ikke højde for fremtidig teknologiudvikling og favner ikke i tilstrækkelig grad CO₂-aftrykket fra løbende reparationer, som ofte kan være et alternativ til udskiftning af systemelementer.

Udeladte livscyklusfaser

Modellen opgør ikke klimapåvirkning fra transport af materialer fra producent til byggeplads. De livscyklusfaser, der har med endt levetid at gøre, dvs. nedtagning og håndtering af ressourcer/affald, er ikke opgjort, da den lange levetid medfører store usikkerheder i modellering heraf.

2.2 Attraktivitet og robusthed

Med forlængelsen af M4 til Ydre Nordhavn bliver området forbundet med et meget attraktivt og robust transportsystem, der kan understøtte byudviklingen.

Driftsstabiliteten på M3/M4 var således i 2022 på 99,5 pct. I 2021 var den på 99,1 pct.

Kundetilfredsheden på M3/M4 er også høj. I 2022 lå kundetilfredsheden med rejsen på 98 pct.

På Blå linje får passagererne på de to nye stationer en direkte adgang til de indre bydele og trafikknudepunkter med en rejsetid på ca. 7 min. fra endestationen v/Nordhavn C til Østerport og ca. 14 min. til København H. Rejsetiden til Lufthavnen med et skift på Kongens Nytorv er ca. 27 min.

Med Rød linje får passagererne tre nye stationer. Rejsetiden fra endestationen v/Fiskerikaj til Østerport er ca. 8 min. og til København H. ca. 15 min. Rejsetiden til Lufthavnen med skift på Kongens Nytorv er ca. 28 min. For at gøre kombinationen af cykel og metro mere attraktiv er der i regi af udredningen gennemført en undersøgelse af muligheder for forbedring af cykelparkering, som er beskrevet i afsnit 10.1.

2.3 Byrumskvalitet og biodiversitet

Valg af et andet designmæssigt tiltag end den eksisterende metro i Nordhavn, herunder dæmning, kan få betydning ift. byudviklingen, da f.eks. muligheden for at passere banen begrænses. Til gengæld kan dæmninger være et positivt bidrag for biodiversitet og grønne områder. I afsnit 10.4 uddybes betydningen af dæmningstypologien i byudviklingsområder.

Byudvikling og metroanlægget skal derfor samtænkes, så de støtter og styrker hinanden bedst. Metroens stationer skal betjene flest mulige mål for at være med til at skabe værdi i byudviklingen, hvilket også giver metroen det største passagertal og bedste driftsøkonomi. Det er således økonomisk og miljømæssigt fordelagtigt, at byudviklingen i Nordhavn skaber tæthed rundt om stationer og gode, trygge adgangsveje til stationerne.

3. Anlægselementer

3.1 Højbanen

Højbanen udføres i træ og beton.

I anlægselementet "Dobbeltstøje-hybridviadukt" indgår både anvendelse af træ i konstruktionen og den slankere betonkonstruktion med to sidestillede betonsøjler (dobbeltstøje).

For anlægselementet "Dæmning" er det forudsat, at dæmningen kan anlægges med jordforstærkning som på dæmningsstrækninger på M1/M2. Alternativet til jordforstærkninger er pælefundering, der ville øge udledningen af CO₂. Merudledningen med pælefundering vil være afhængig af de konkrete jordbundsforhold.

Det er i udredningen vurderet, at både anvendelse af træ og dæmning med jordforstærkning er muligt. Der er dog usikkerhed forbundet med begge forhold, der vil skulle indgå i de næste faser af projektet.

3.1.1 Træ- og beton-hybridviadukt

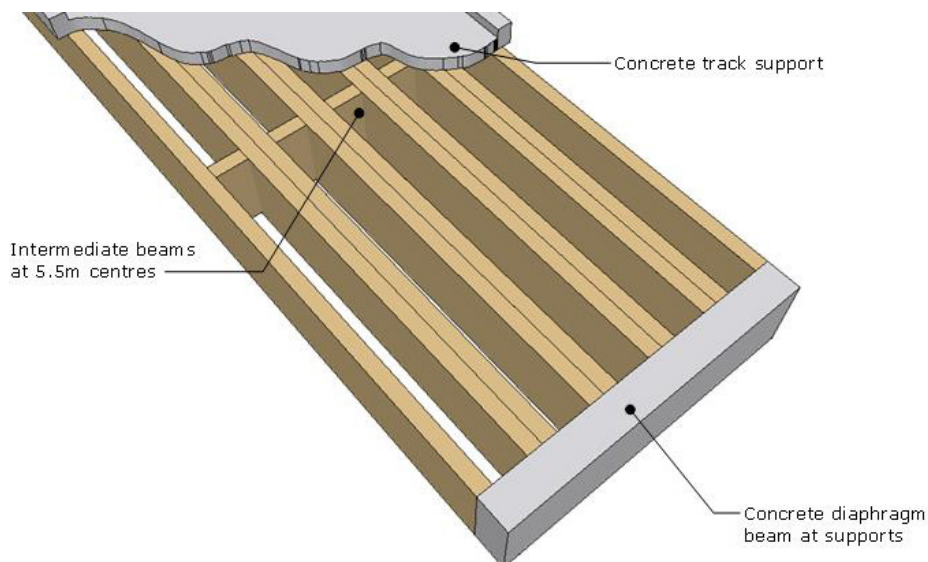
Viadukter udføres med træ som hovedelement og som vist i figur 3-1. Limtræsbjælkerne er i størrelsesorden 220 x 1.200 mm med en betonplade ovenpå, der bærer sporelementerne. Viadukterne understøttes af betonsøjler med 22 meter fra center-søjle til center-søjle. Se figur 3-2.

Viaduktelementerne er udtænkt som et design, der muliggør, at elementerne relativt simpelt kan udskiftes i forbindelse med vedligehold.

Fremstilling af viaduktelementer sker på en elementfabrik, hvor arbejdsforholdene er mere kontrolrede end på byggepladsen. Dette resulterer i øget kvalitet af anlægselementerne samt et mere sikkert arbejdsmiljø.

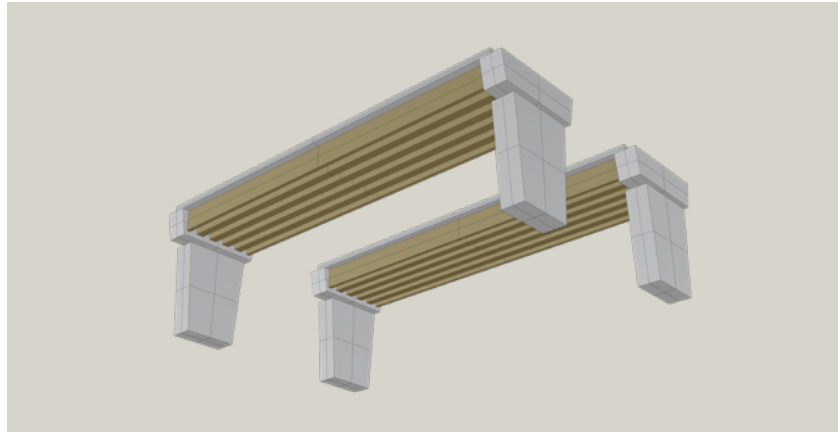
Figur 3-1

Viaduktelementer bestående af limtræsbjælker og betonplade



Figur 3-2

Eksempel på mulig udformning af træ- og beton-hybridviadukt



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.

En mere fyldestgørende beskrivelse af træ- og beton-hybridviadukten er beskrevet i den tekniske rapport, der kan findes i bilag 2: Teknisk bilagsrapport.

3.1.2 Broelementer

Større krydsninger af kanaler og veje bliver udført som en mere traditionel betonbro.

Hvis der er ønske om at opføre øvrige bygninger under eller ovenpå højbanen, vil dette som udgangspunkt være muligt. I givet fald skal dette klarlægges tidligt i designfasen, sådan at der kan tages højde for det i de næste projektfaser, hvor mulighederne kan vurderes nærmere, herunder hvilke påvirkninger det vil have på den endelige metrokonstruktion. Des senere beslutningen om et byggeri under eller ovenpå højbanen træffes, jo sværere vil det være at indarbejde en god løsning.

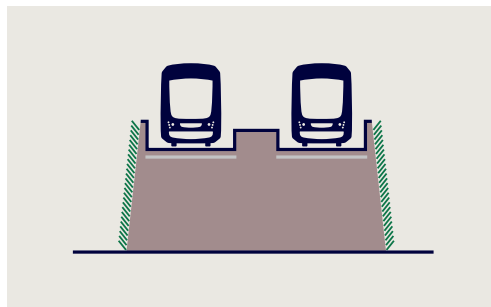
3.2 Dæmning

Dæmning som alternativ til højbane vil være med til at reducere klimaafttrykket, som beskrevet i afsnit 2.1.1, og anlægsøkonomien betydeligt.

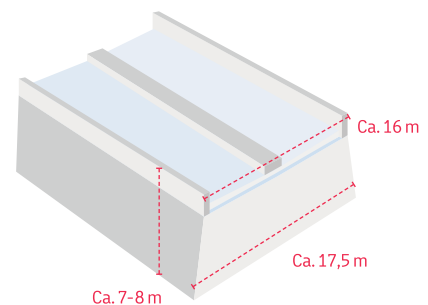
Dæmninger kan også bidrage til biodiversitet og byrum. Studiet "Dæmninger – en del af en bæredygtig by" viser nye måder at anvende infrastrukturen på, hvor den er med til at skabe sammenhæng mellem byen og mobilitet og samtidig er en aktiv og biodivers grøn korridor i nye byudviklingsområder. Studiet er yderligere beskrevet i afsnit 10.4.

Figur 3-3

Tværsnit af dæmning


Figur 3-4

Dimensioner på dæmning anvendt i udredning



I udredningen er der for hovedforslaget anvendt dæmning de steder, der teknisk giver værdi for linjeføringen. I varianten er anvendelsen af dæmning forøget, men fælles for begge forslag er, at dæmningen skal indtænkes i byen fra starten for at skabe en god sammenhæng.

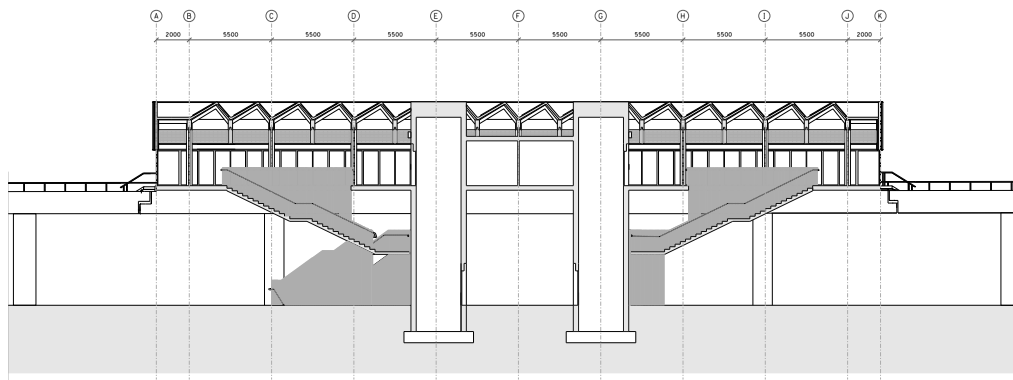
En dæmning opbygges typisk med en kerne af jord eller stenmateriale, der er komprimeret for at opnå stabilitet. Disse forstærkes med lag af geotekstil, der er med til at holde jorden på plads. En typisk dæmningskonstruktion er bl.a. anvendt på M1/M2. Som nævnt i tidligere afsnit kan dæmning understøttes med jordforstærkning og/eller med pælefundering, såfremt den underliggende jord ikke er stærk nok i sig selv. Nedenstående figurer viser et eksempel på dæmningskonstruktionen.

3.3 Højbanestation

Højbanestationen er i udredningsfasen projekteret med 8 meter brede perroner og med et perronniveau beliggende ca. 6 meter over terræn. Hovedkonstruktionselementerne vil bestå af beton med dele af de indvendige konstruktioner i træ. Ved at flytte rundt på stationselementer, såsom elevatorskakterne og depot-/teknikrum, har det været muligt at reducere perronbredden fra 9 meter, som på Orientkaj Station, til 8 meter, men stadig fastholde samme sikkerhedskrav. Et layout af stationen er illustreret i det tekniske bilag 2. Figur 3-5 og figur 3-6 viser et tvær- og længdesnit af stationen.

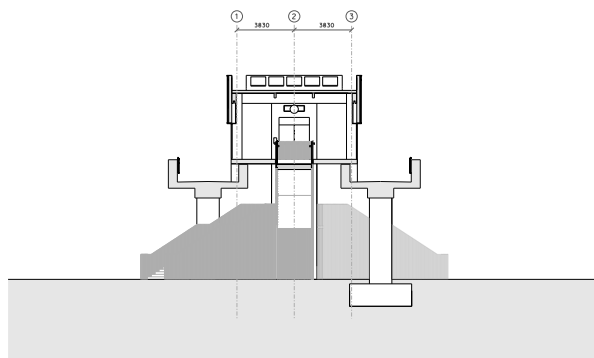
Figur 3-5

Tværsnit af en højbanestation.



Figur 3-6

Længdesnit af en højbanestation.



Højbanestationen minder principielt om Orientkaj Station med sine lukkede facader, men med en forenklet betonkonstruktion, der er med til at reducere forbruget af stål og beton. Dertil er trappeforløbet gjort fleksibelt, så det kan indpasses stationspladsen med hensyn til f.eks. passagerflow.

Teknikbygningen tilknyttet hver station er placeret under højbanen så tæt på stationen som muligt. Forslag til placeringen er vist i de tekniske bilag, men denne skal koordineres nærmere med planerne for området i næste fase.

Et eksempel på den udvendige og indvendige højbanestation er vist på figur 3-7 og figur 3-8.

Figur 3-7

Eksempel på højbanestationen set udefra



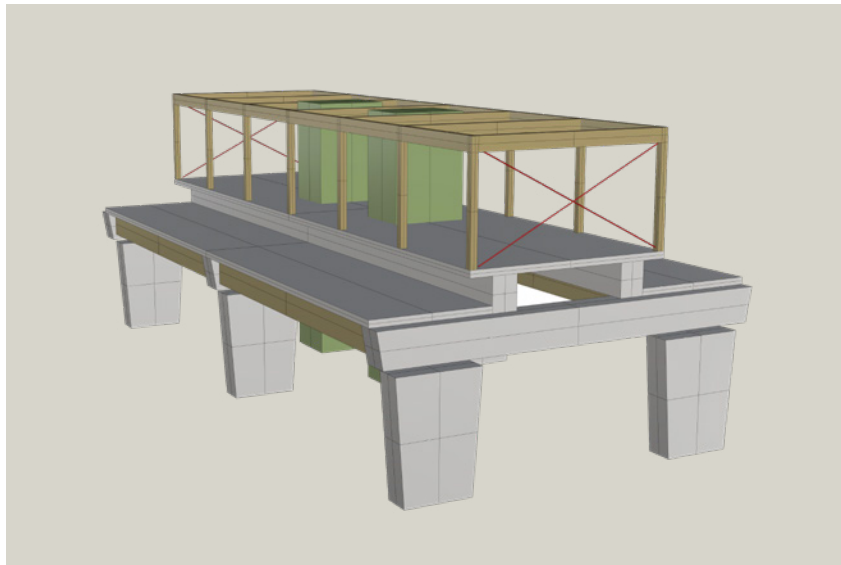
Figur 3-8

Eksempel på højbanestationen set indefra med de synlige trækonstruktioner



Figur 3-9

Konceptskitse for
højbanestationen



3.3.1 Anlægstekniske forhold

Højbanestationen står på søjler, som de også kendes fra den eksisterende højbane på metrolinje M1 og som illustreret i figur 3-9. Højbanens fundamenter forventes at anvende nedrammede, præfabrikerede beton-pæle, der forankres i den underliggende kalk.

Pælegruppen forbindes ved at støbe en "pilecap" i armeret beton. Der skal således etableres en byggegrube, og det indebærer, at grundvandet lokalt skal sænkes til under udgravningsniveau. Grundvandet er beliggende ca. 2 meter under eksisterende terræn. Metoden og de nøjagtige grundvandsforhold skal verificeres i næste fase.

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.

3.4 Arbejdspladssikkerhed

Der har i udviklingen af anlægsdesignet været fokus på, at tidlige designvalg kan være med til at definere rammerne for arbejdssikkerheden i udførelsen af projektet. Det er der bl.a. taget højde for i udlæg til byggepladser, som muliggør sikre adgangsveje og færdsel på byggepladsen, og ved at designe, så der er mulighed for at anvende præfabrikerede elementer frem for manuelle arbejdsgange.

4. Linjeføringer og stationer

4.1 Blå linje – linjeføringer, stationer og trafikbetjening

Blå linjeføring forbinder den eksisterende M4-station Orientkaj til Ydre Nordhavn med endestation ved Nordhavn C. Både hovedforslag og variant er etableret på både højbane og dæmning. Variantløsningen indeholder dog en større andel af dæmning i linjeføringen.

4.1.1 Blå linje – hovedforslag

Hovedforslaget for Blå linje har følgende to højbanestationer:

- v/Levantkaj
- v/Nordhavn C

Strækningen fra den eksisterende M4-station Orientkaj til Levantkaj og over kanalen ind til Skudehavn bliver anlagt på højbane.

Strækningen efter kanalen og frem til sporskiftezone inden Nordhavn C bliver anlagt på højbane.

Sporskiftezone før og stopsporet efter Nordhavn C bliver anlagt på dæmning.

Linjeføring og stationsplacering for Blå linjes hovedforslag er skitseret på figur 4-1. Den samlede længde på linjeføringen er ca. 1,7 km, hvoraf ca. 220 meter af strækningen er anlagt på dæmning.

4.1.2 Blå linje – variant

Varianten for Blå linje følger hovedforslagets linjeføring med den forskel, at varianten har dæmning på hele strækningen efter kanalen ind til Skudehavn.

Varianten for Blå linje har følgende to højbanestationer:

- v/Levantkaj
- v/Nordhavn C

Strækningen fra den eksisterende M4-station Orientkaj til Levantkaj og over kanalen ind til Skudehavn bliver anlagt på højbane.

Strækningen efter kanalen og frem til Nordhavn C bliver anlagt på dæmning.

Linjeføring og stationsplacering for Blå linjes variant er skitseret på figur 4-2. Denne længde på linjeføringen er ca. 1,7 km, hvoraf ca. 400 meter af strækningen er anlagt på dæmning.

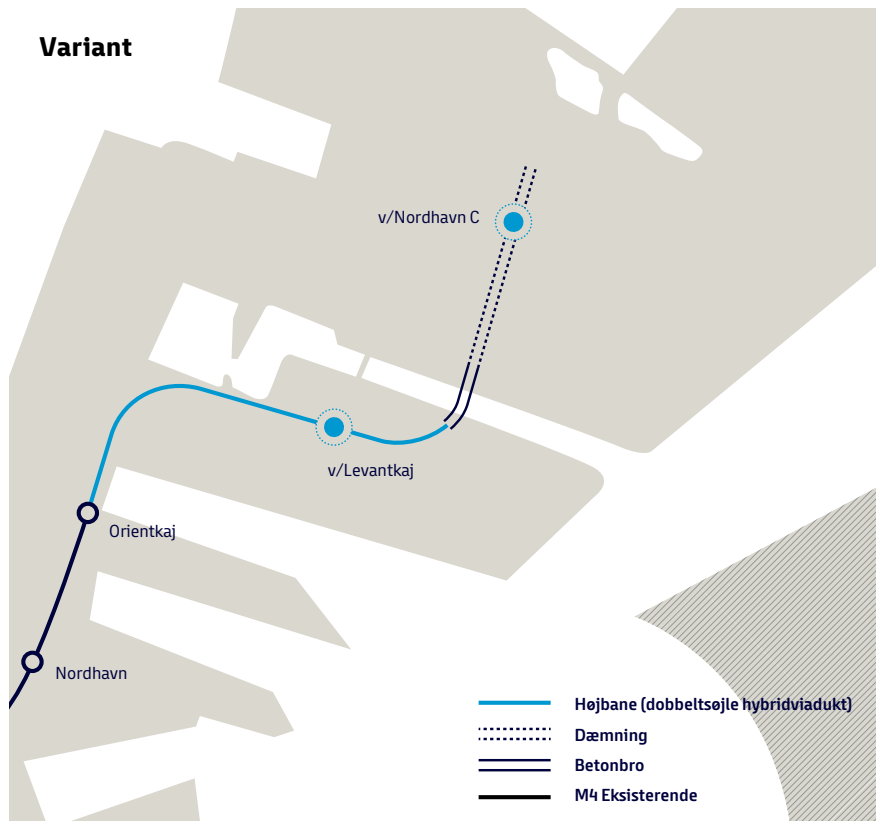
Figur 4-1

Blå linje – hovedforslag



Figur 4-2

Blå linje – variant



4.2 Rød linje – linjeføringer, stationer og trafikbetjening

Rød linjeføring forbinder den eksisterende M4-station Orientkaj til Ydre Nordhavn med endestation ved Fiskerihavnen. Både hovedforslag og variant er etableret på både højbane og dæmning. Variantløsningen indeholder dog en større andel af dæmning i linjeføringen.

4.2.1 Rød linje – hovedforslag

Hovedforslaget for Rød linje har følgende tre højbanestationer:

- v/Levantkaj
- v/Krydstogtkaj
- v/Fiskerikaj

Strækningen fra den eksisterende M4-station Orientkaj til Levantkaj og over kanalen ind til Skudehavn bliver anlagt på højbane.

Strækningen efter kanalen bliver anlagt på højbane.

Strækningen inden Nordsøvej bliver anlagt på dæmning.

Strækningen over Nordsøvej bliver anlagt på højbane.

Strækningen langs Nordsøvej bliver anlagt på dæmning.

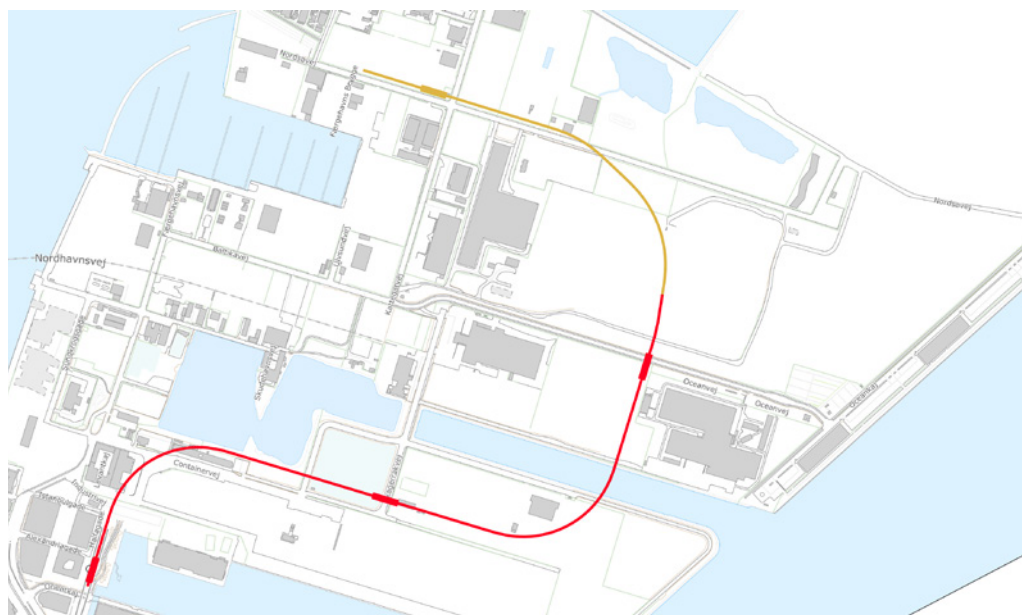
Linjeføring og stationsplacering for Rød linjes hovedforslag er skitseret på figur 4-3. Den samlede længde på linjeføringen er ca. 2,5 km, hvoraf ca. 400 meter af strækningen er anlagt på dæmning.

4.2.1.1 Rød linje – Etapedeling

Der er undersøgt en mulighed for etapedeling af Rød linjes hovedforslag. Etapedelingen er illustreret i figur 4-5.

Figur 4-5

Etapedeling af Rød linje. Etape 1 og 2 er vist med hhv. rød og orange. Den stiplede lyserøde linje illustrerer forventet linjeføring for Østlig Ringvej



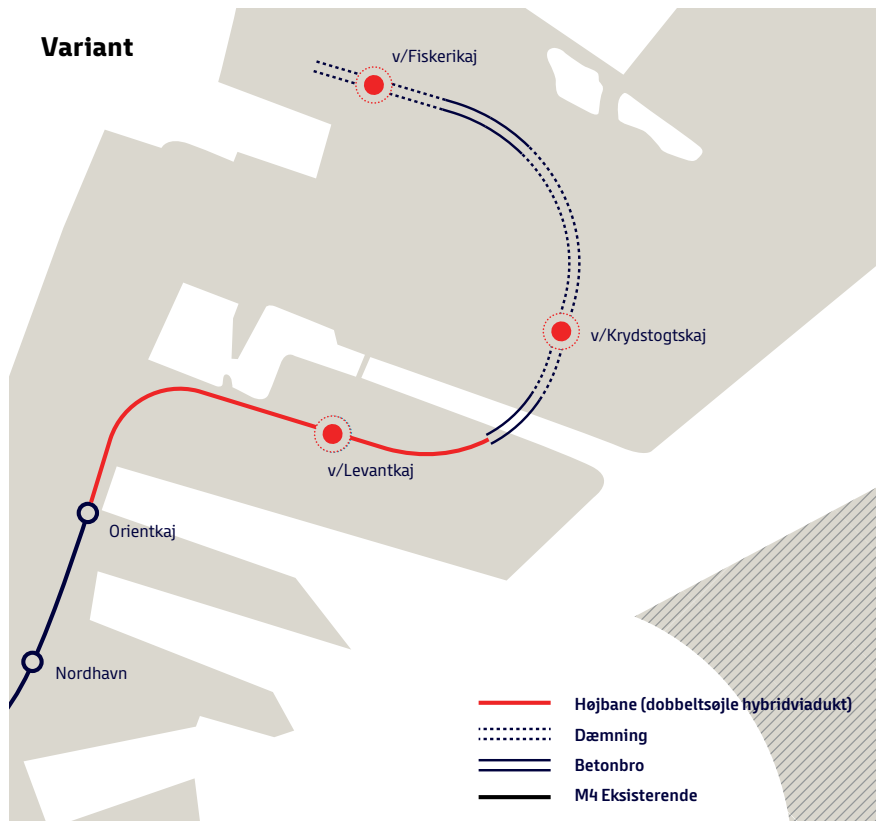
Figur 4-3

Rød linje – hovedforslag



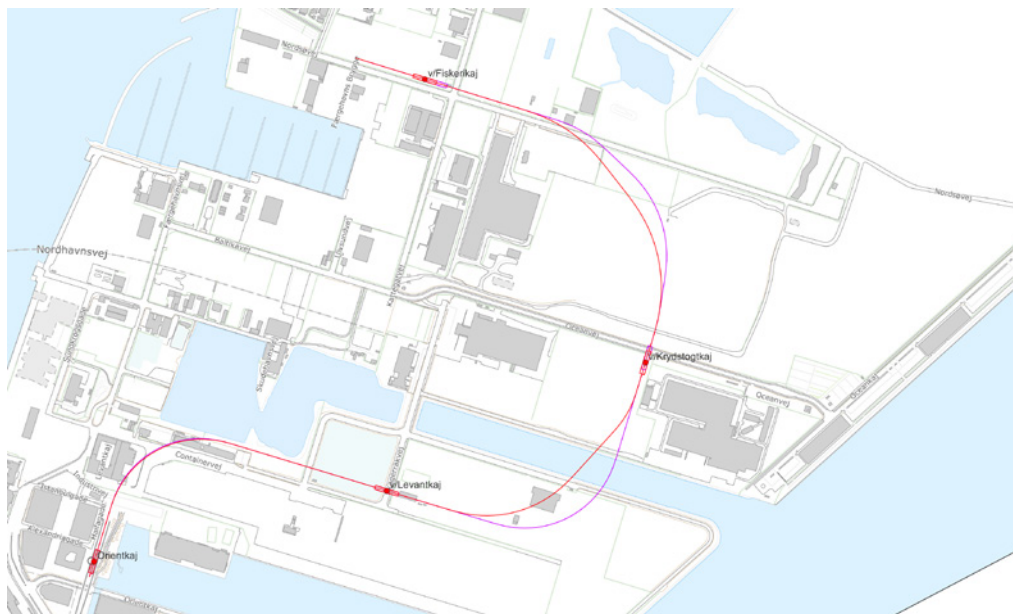
Figur 4-4

Rød linje – variant



Figur 4-6

Forskellen mellem Rød linjes hovedforslag og Rød linjes etapedeling



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

- Etape 1 – Orientkaj til v/Krydstogtkaj (to stationer)
 - Skarpere kurve efter v/Levantkaj
 - Ekstra sporskiftezone³ før v/Krydstogtkaj
- Etape 2 – v/Krydstogtkaj til v/Fiskerikaj (én station)
 - Skarpere kurve efter v/Krydstogtkaj

Etapedelingen af Rød linje medfører ændringer under udførelsesfasen, som vil resultere i øgede anlægsomkostninger.

Der er ikke taget højde for, at udførelsen af etape 2 vil foregå i lokalområder, hvor byudviklingen er gennemført, hvilket kan øge anlægsomkostningerne yderligere.

Forskellen imellem Rød linje med og uden etapedeling er illustreret i figur 4-6. Etapedelingen giver ikke anledning til nævneværdige forskelle i strækningslængden.

4.2.2 Rød linje – variant

Varianten for Rød linje følger hovedforslagets linjeføring med den forskel, at varianten har dæmning på hele strækningen efter kanalen ind til Skudehavn med undtagelse af krydsningen ved Nordsøvej.

Varianten for Rød linje har følgende tre højbanestationer:

- v/Levantkaj
- v/Krydstogtkaj
- v/Fiskerikaj

³ En sporskiftezone består af 4 sporskifter og en krydsning.

Strækningen fra den eksisterende M4-station Orientkaj til Levantkaj og over kanalen ind til Skudehavn bliver anlagt på højbane.

Strækningen efter kanalen og frem til Nordsøvej bliver anlagt på dæmning.

Strækningen over Nordsøvej bliver anlagt på en højbane.

Strækningen langs Nordsøvej bliver anlagt på dæmning.

Linjeføring og stationsplacering for Rød linjes variant er skitseret på figur 4-4. Den samlede længde på linjeføringen er ca. 2,5 km, hvoraf ca. 830 meter af strækningen er anlagt på dæmning.

4.3 Grænseflader med andre projekter

Projektet vil have grænseflader med andre store projekter, som kræver tæt koordinering, både under udførelsesfasen og driftsfasen. De projekter, der indledningsvis er identificeret, er nævnt herunder:

- Østlig Ringvej
- Byudvikling af Levantkaj
- Udvikling af Tunnelfabrikken
- UNICEFs Verdenslager
- Levantkaj Skole

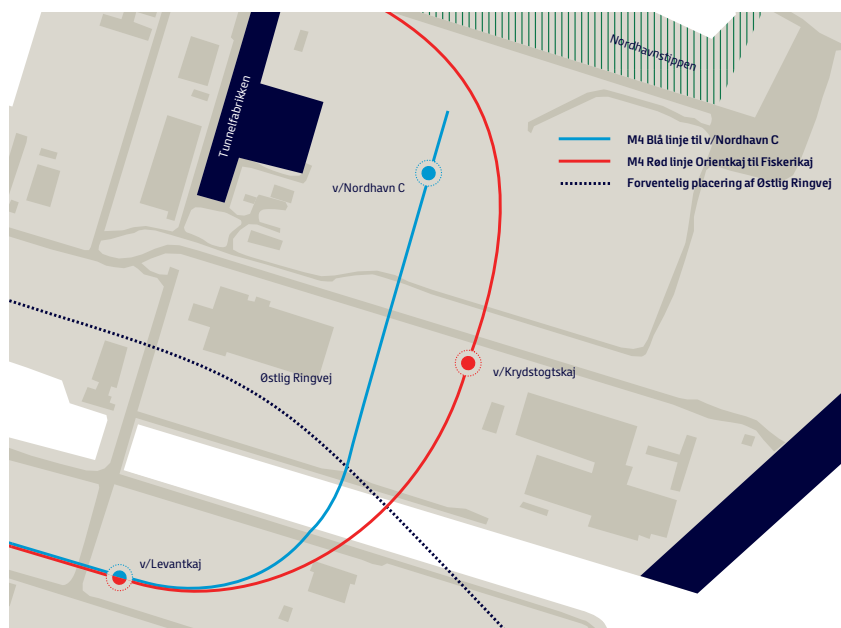
4.3.1 Østlig Ringvej

Østlig Ringvej-projektet kommer til at have en stor indflydelse på metrolinjerne, da de forslåede løsningsmuligheder alle forløber under metroanlægget. Se figur 4-7.

Der er i forbindelse med udredningen forudsat, at Østlig Ringvej først udføres efter ibrugtagning af metrostrækningen til Ydre Nordhavn. Derudover forudsættes det, at den del af Østlig Ringvej, der påvirker metrolinjen, udføres som en cut-and-cover-løsning.

Figur 4-7

Linjeføringskort med forslået placering af Østlig Ringvej



Der er i forbindelse med dette udredningsarbejde forsøgt at udvikle løsninger, der minimerer grænsefladerne med Østlig Ringvej. Dette har resulteret i en løsning, der muliggør, at metroen kan være i drift, mens anlægsarbejdet for Østlig Ringvej er i gang. Løsningen indebærer bl.a., at der er defineret et område under højbanen, hvor der ikke placeres betonsøjler. En nærmere kvalificering af løsningen skal koordineres og fastlægges i samarbejde med Østlig Ringvej-projektet.

4.3.2 Byudvikling af Levantkaj

Det forventes, at byudvikling af Levantkaj vil starte op parallelt med anlæg af metrolinjen. Derfor vil der være et særligt øget behov for koordinering af arealerne i forhold til byggeplads og byggepladslogistik i området. Indledende og tæt koordinering af tidsplaner er påbegyndt med By & Havn og forsætter i de næste faser.

4.3.3 Udvikling af Tunnelfabrikken

Lokalplanen for Tunnelfabrikken er i 2022 blevet vedtaget og godkendt i Københavns Kommune, og Tunnelfabrikken forventes at stå færdig i 2027. Det skal i næste fase afklares, hvor stor en påvirkning dette vil have på særligt Rød linjeføring.

4.3.4 UNICEFs Verdenslager

Rød linjeføring er placeret tæt på UNICEFs Verdenslager, og den oprindelige placering af v/Krydstogtkaj fra screeningsfasen medfører, at linjeføringen konflikter med UNICEFs Verdenslagers teknikbygning. Der er i udredningsfasen undersøgt en mulighed for at undgå dette ved at justere stationsplaceringen og derved også linjeføringen. Den endelige placering af station og linjeføring skal fastlægges i forhold til planerne for UNICEFs Verdenslager i næste fase. Grænsefladen kan ses af figur 4-8.

4.3.5 Levantkaj Skole

Der forgår en tæt koordinering med Københavns Kommune omkring etablering af Levantkaj Skole. Det er forventningen, at byggeriet påbegyndes i 2028 med henblik på ibrugtagning i 2032. Der skal derfor fortsat være tæt koordinering omkring byggepladsbehov og byggepladslogistik i området på Levantkaj.

Figur 4-8

Figuren viser den tilpassede linjeføring og den oprindelige linjeføring fra screeningsfasen. UNICEFs Verdenslager er markeret med cyan.



5. Forudsætninger for trafikmodelberegninger

I dette kapitel gennemgås de forudsætninger, der er lagt til grund for beregningen af passagerprognoserne for denne udredning. Dette kapitel fremhæver de planforudsætninger, der har størst effekt på antal påstignere i passagerprognoserne. En komplet og teknisk gennemgang af planforudsætningerne fremgår af bilag 1: Forudsætninger for trafikmodelberegninger.

Forudsætningsgrundlaget er fastlagt i samarbejde med Københavns Kommune og By & Havn på baggrund af forudsætninger fastlagt i "Forundersøgelse af metrobetjening af Lynetteholm" fra august 2020.

Trafikmodelberegningerne er gennemført med OTM-version 7.3. Alle beregninger af hovedscenarier, etapedelinger og følsomhedsberegninger er gennemført i denne version. I screeningsfasen blev trafikmodelberegningerne gennemført i OTM-version 7.2.

5.1 Beregningsår

Der er udvalgt tre beregningsår, for hvilke der er foretaget OTM-beregninger: 2030, 2045 (2035+) og 2062 (2035++). 2030 er valgt, fordi det er det forventede åbningsår, mens 2062 er valgt, fordi Nordhavn på dette tidspunkt forventes fuldt udbygget. Endelig er 2045 valgt, fordi etape 2 ved etapedeling åbner i 2045.

5.2 Forudsætninger for byudvikling i Nordhavn

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

5.2.1 Befolkningstal

Befolkning opdelt på zoner og beskæftigelse er fremskrevet til 2030, 2035+ (svarende til 2045) og 2035++ (svarende til 2062) på basis af befolkningsstatistik fra Københavns Kommune samt Danmarks Statistik.

Københavns Kommune har leveret en befolkningsfremskrivning, som er udarbejdet i forbindelse med projektet om Lynetteholm og Østlig Ringvej. For Nordhavn har Københavns Kommune samt By & Havn foretaget en konkret vurdering af antallet af beboere. Befolkningsfremskrivningen for Københavns kommune er leveret på rode-niveau og nedbrudt til zoner i OTM 7.3.

For de øvrige kommuner i hovedstadsområdet er befolkningen fremskrevet på baggrund af Danmarks Statistiks opgørelse fra 2018 af befolkningen på kommuneniveau. Samlet set er væksten for Hovedstadsområdet 12 pct. mellem 2015 og 2030 og 20 pct. mellem 2015 og 2035. Forudsætningerne for kommunerne uden for København fastholdes på 2035-niveau. Befolkningen er i beregningsforudsætningerne opdelt efter beskæftigelse og efter indkomst.

Befolkningstallet i Københavns Kommune forventes at stige til 698.000 i 2030, heraf vil ca. 9.000 bo i Nordhavn. Størstedelen af disse vil bo i Indre Nordhavn. I 2035++ vil befolkningstallet i Københavns Kommune være steget med 118.000 til 816.000, heraf vil 13.900 være bosat i Indre Nordhavn og 21.400 i Ydre Nordhavn.

Nordhavn planlægges som en tæt bebygget bydel med en relativ høj bebyggelsesprocent.

5.2.2 Arbejdspladser

Antallet af arbejdspladser er fremskrevet på baggrund af samme prognose som benyttet i Den Grønne Mobilitetsmodel (tidligere Landstrafikmodellen), hvoraf der fremgår antal arbejdspladser på kommune-niveau fordelt på brancher. Arbejdspladserne er i forudsætningerne fordelt på 12 brancher.

For Københavns Kommune er antallet af arbejdspladser forøget tilsvarende den leverede befolkningsprognose, således at stigningen i antallet af arbejdspladser matcher befolkningsvæksten i de erhvervsaktive aldersgrupper ganget med beskæftigelsesfrekvensen. Københavns Kommune og By & Havn har i samarbejdet foretaget en konkret vurdering af antallet af arbejdspladser i Nordhavn.

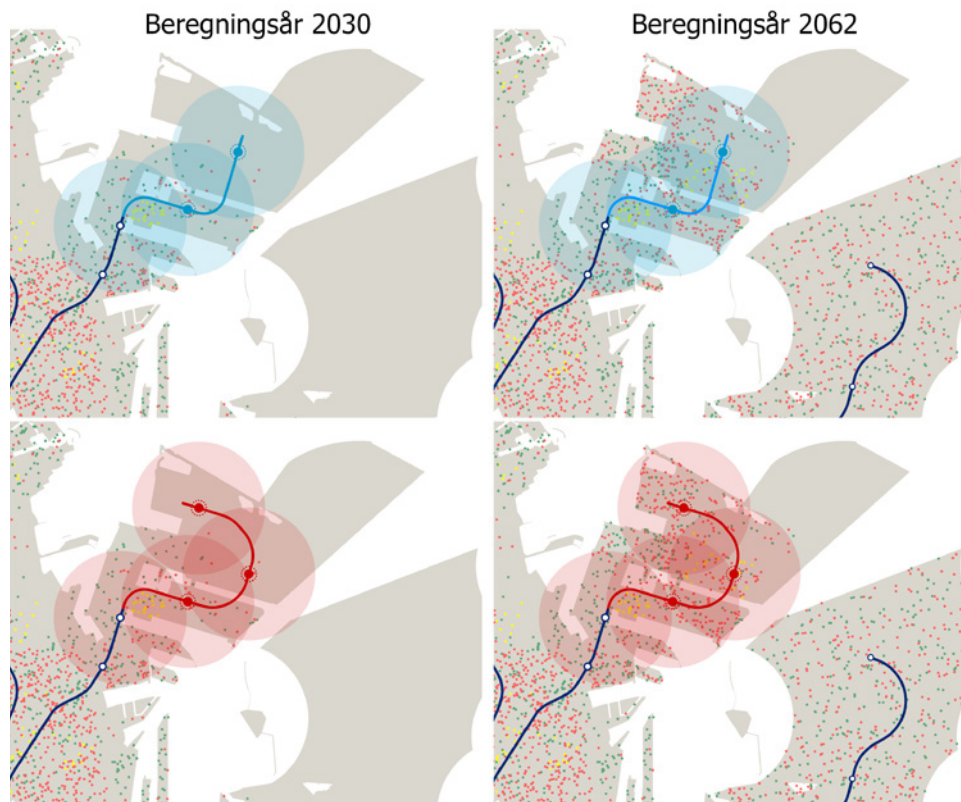
For øvrige kommuner antages det, at arbejdspladserne er fordelt på zonerne i de enkelte kommuner efter samme fordeling som i 2015. Desuden baseres fordelingen af væksten i kommunerne langs Ring 3 svarende til forudsætninger anvendt i udredningen af letbane langs Ring 3 fra 2013. For zonerne med nye super-sygehuse ved Køge og Hillerød, DTU, Københavns Lufthavn og Royal Arena er endvidere indlagt specifikke forudsætninger.

Figur 5-1 angiver det forventede antal beboere, arbejdspladser og studiepladser i hhv. 2030 og 2062. M5 fra København H til Lynetteholm antages etableret i 2035, hvorfor den ikke fremgår af kortene for 2030. Det fremgår, at byudviklingen i Ydre Nordhavn er sparsom i 2030, mens Nordhavn er tæt bebygget i 2062.

Figur 5-1

Antal beboere og arbejdspladser

- 100 beboere
- 100 arbejdspladser
- 100 studiepladser



5.3 Trafikale forudsætninger

Trafikale forudsætninger skal forstås som de forudsætninger, der indgår for infrastrukturen. Det gælder bl.a. vejnettet og cykelstinet, men også det kollektive net. Derudover indgår også økonomiske forudsætninger, såsom udviklingen i de kollektive takster, bilejerskab, priser for parkering mm. Mellem beregningsår 2035+ og 2035++ forudsættes der ingen ændringer i infrastrukturen. De præcise forudsætninger er beskrevet i bilag 1: Forudsætninger for trafikmodelberegninger.

Der er forudsat en række tilpasninger af vejnettet frem mod 2030, jf. bilag 1. Alle ændringer til vejinfrastrukturen for beregningsåret 2035+/2035++ er relative ændringer til beregningsåret 2030 og fremgår som en del af "Infrastrukturplan 2035". En detaljeret gennemgang af ændringerne i vejnettet fremgår af bilag 1.

5.3.1 Cykelnet

Cykelnettet for de tre beregningsår er ens. En gennemgang af ændringerne kan ses i bilag 1.

5.3.2 Kollektiv trafik

Metro

2030:

I trafikmodelberegningerne forudsættes for M1/M2 en frekvens i myldretiden på 90 sek. på den fælles strækning (Vanløse–Christianshavn) og 180 sek. på grenene. For M3 og M4 er der lagt 19/20 afgang pr. time i myldretiden, svarende til en frekvens på 93 sek. mellem København H og Østerport og 185 sek. på de resterende strækninger.

2035+/2035++:

M5 forudsættes etableret mellem København H og Lynetteholm Nord med en frekvens på 180 sek. i myldretiden.

Bus

Busnettet er som forudsat i Trafikplan 2016 med yderligere tilpasninger til metrolinjen til Sydhavn og Nordhavn, samt til letbanen langs Ring 3. Det forudsættes, at Havnebussen forlænges til Refshaleøen i nord og Teglholmen i syd.

Letbane

Der er forudsat etableret en letbane langs Ring 3 mellem Lyngby og Ishøj Station med omstigningsmulighed til S-banen på Ishøj, Vallensbæk, Herlev, Buddinge og Lyngby stationer og omstigningsmuligheder til både regionaltog og S-tog på Glostrup Station.

S-tog

2030:

Nye S-togsstationer ved Køge Nord, Hillerød Syd samt Vinge forudsættes etableret. Det forudsættes, at alle S-tog stopper ved Vallensbæk Station.

2035+/++:

Der forudsættes automatisk drift af S-banen.

5.3.3 Bilejerskab

Bilejerskabet er fastlagt kommunevis. Dog gælder det for Københavns Kommune, at bilejerskabet er fastlagt på bydele.

Der forudsættes en positiv sammenhængen mellem indkomst og bilejerskab. Da der forudsættes en vækst i BNP fra 2015 til hhv. 2030 og 2035++, forudsættes der tilsvarende en vækst i bilejerskabet på 13,8 pct. fra 2015 til 2030 og på 16,5 pct. fra 2015 til 2035++ i kommunerne i Hovedstadsområdet.

For Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune er der i stedet for den generelle fremskrivning af bilejerskabet forudsat uændret bilejerskab i de to kommuner frem til 2025. Fra 2025 og frem forudsættes antallet af personbiler at være konstant. Da befolkningen forventes at vokse i København og Frederiksberg, medfører det, at bilejerskabet er faldende i de to kommuner. Detaljerede beskrivelser samt tabeller over bilejerskab og antal personbiler findes i bilag 1.

5.3.4 Kørselsomkostninger med bil

Fremskrivning af kørselsomkostninger baseres på Transportøkonomiske Enhedspriser 1.96 (Transportministeriet, 2021). Enhedspriserne fremskrives på baggrund af forventet udvikling i priserne på drivmiddel og sammensætning af bilparken efter drivmiddel.

Der forudsættes et fald i kørselsomkostningerne med bil frem mod 2030 og 2035++ i forhold til 2015. En detaljeret beskrivelse af faldet i kørselsomkostningerne findes i bilag 1, men skyldes blandet andet udskiftning af bilparken fra benzin- og dieseldrevne biler til elbiler.

5.3.5 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. Fremskrivningen baseres på forudsætninger i Transportøkonomiske Enhedspriser 1.96 (Transportministeriet, 2021), samt forventning om at takststigningsloftet benyttes fuldt ud.

5.4 Følsomhedsberegninger

Der er gennemført en række følsomhedsberegninger. Følsomhedsberegninger har til formål at kvalificere resultaterne af trafikmodelberegningerne. Dette er gjort ved at gennemføre trafikmodelberegninger med justerede nøgleforudsætninger.

5.4.1 Befolkning og arbejdspladser

- **20 pct. forøgelse i beboere og arbejdspladser i Nordhavn**
Afspejler et scenarie med øget byudvikling og dermed flere beboere og arbejdspladser. Det svarer til 7.000 flere beboere og 6.000 flere arbejdspladser i 2062.
- **20 pct. reduktion i beboere og arbejdspladser i Nordhavn**
Afspejler et scenarie med hvor færre ønsker at bosætte sig i Nordhavn, og arbejdspladserne heller ikke etableres i Nordhavn i det forventede omfang. Det svarer til 7.000 færre beboere og 6.000 færre arbejdspladser i 2062.
- **15.000 ekstra arbejdspladser i 2062 i Nordhavn**
Et scenarie, hvor flere arbejdspladser etableres i Nordhavn. Dermed vil der i 2062 være 43.000 arbejdspladser i Nordhavn.

5.4.2 Bilejerskaber, parkering, m.m.

- **Delvis bilfri Nordhavn**
Reduceret bilejerskab, øgede parkeringsomkostninger, m.m. i Nordhavn.
- **Alternativt bilejerskab**
Bilejerskab fra analysen *Samfundsøkonomiske effekter ved udvikling af Østhavnen* (TRM, 2022). Højere bilejerskab i København og Frederiksberg. Lavere bilejerskab i omegnskommunerne.

5.4.3 Ekstra krydstogtpassagerer

Formålet med denne følsomhed er at se på, hvordan et øget antal krydstogtpassagerer vil påvirke kapaciteten i metroen. Der er derfor gennemført en række følsomhedsanalyser, hvor antallet af krydstogtpassagerer øges. Det antages, at der ankommer et krydstogtsskib en hverdag, og at alle passagererne skal fra skibet i løbet af morgenen/formiddagen og ind mod byen. Der er gennemført følgende følsomheder:

- **Scenarie A – 2.500 ekstra**
Betydelig stigning i krydstogtsskibenes størrelse. 2.500 ekstra krydstogtpassagerer, som rejser med kollektiv transport ift. hovedscenariet.
- **Scenarie B – 5.000 ekstra**
Stor stigning i krydstogtsskibenes størrelse. 5.000 ekstra krydstogtpassagerer, som rejser med kollektiv transport ift. hovedscenariet.
- **Scenarie C – 5.000 ekstra + myldretid**
Stor stigning i krydstogtsskibenes størrelse samt rejser i myldretiden. 5.000 ekstra krydstogtpassagerer, som rejser med kollektiv transport ift. hovedscenariet, samt en øget andel af passagerer, som rejser i myldretiden mellem kl. 7.00 og 9.00, hvor kapacitetspresset er størst.

Følsomhedsberegningerne er udarbejdet for 2062, hvor Nordhavn forventes fuldt udbygget, og kapacitetspresset derfor også forventes at være størst på dette tidspunkt.

5.5 Etapedeling

Der er gennemført trafikmodelberegninger, som afspejler en etapedeling af Rød linjeføring. Det antages, at etape 1 åbner i 2030 og etape 2 i 2045. Etape 1 inkluderer stationerne v/Levantkaj og v/Krydstogtskaj, mens etape 2 inkluderer v/Fiskerikaj.

Det tekniske anlæg forbundet med etapedelingen er nærmere beskrevet i afsnit 4.2.1.1.

Der er ikke undersøgt en etapedelt Blå linjeføring.

6. Baneteknik

M4-forlængelsen til Ydre Nordhavn er en udvidelse af M3 Cityringens afgrænsning til Nordhavn (M4 Nordhavn), som i dag ender ved Orientkaj Station. Forlængelsens banetekniske systemer er derfor generelt fastlagt af M3 Cityringens eksisterende systemspecifikationer.

6.1 Normgrundlag

M3 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).

På M4-forlængelsen tillades op til 140 mm overhøjdeunderskud i normale situationer samt op til 6 pct. vertikale gradienter.

Den maksimale strækningshastighed på M3 Cityringen er fastlagt til 90 km/t, som også anvendes på M4-forlængelsen.

Desuden anvender Metroselskabet bl.a. følgende supplerende krav til linjeføringen:

- 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.

6.2 Sporanlæg

Sporanlægget på M4-forlængelsen vil blive anlagt fra den nuværende strækningssende ved Orientkaj Station og vil bestå af:

- Blå linje: ca. 1,65 km dobbeltspor til endestation v/Nordhavn C
- Rød linje: ca. 2,5 km dobbeltspor til endestationen v/Fiskerikaj

Der er i begge linjeføringsalternativer indlagt sporlængde til opstilling af et togsæt i hvert spor umiddelbart efter perron ved endestationen. I sporlængden indgår desuden sikkerhedszone og bufferstop.

Ved endestationerne etableres en diamantkrydsning umiddelbart før perron for at muliggøre en effektiv togvending. I sporskifterne etableres sporskiftevarme, da anlægget ligger på højbane.

Sporanlægget vil som udgangspunkt bestå af de samme typer eller tilsvarende komponenter, som er anvendt til M3 Cityringen. Selvom strækningen ligger på højbane, er det valgt, at hele sporanlægget som udgangspunkt anlægges med slab track ligesom i tunnelerne for ikke at introducere sporvedligehold til ballastede spor på M3 Cityringen.

Skinnerne vil være af typen 54E1 (UIC 54) og hovedhærdede som på M3 Cityringen. Afvanding sikres ved at udstøbe beton mellem svelleblokke med fald til afløb, der forbindes til afvandingen i den nedre del af konstruktionen. I bunden af slab track indlægges en langsgående stålmatrice til optagelse af vagabonderende strømme.

Da sporet ligger på højbane anvendes afsporingssikring i hele strækningsslængden.

Der anvendes på begge linjeføringer kurver ned til en radius på 190 meter.

6.2.1 Etapedeling af Rød linje

Ved etapedeling af Rød linje justeres linjeføringen omkring v/Krydstogtkaj Station for at kunne etablere diamantkrydsning før perronen og opstillingsspor efter perronen, så stationen kan fungere som en endestation inden forlængelse til v/Fiskerikaj Station.

Justeringen af linjeføringen er beskrevet i 4.2.1.1.

Sporanlægget for etaper til v/Krydstogtkaj station vil udgøre ca. 1,6 km dobbeltspor inkl. opstillingsspor, sikkerhedszone og bufferstop. Der etableres diamantkrydsning før perronen.

Diamantkrydsningen ved v/Krydstogtkaj Station vil ikke have en funktion i den planlagte drift efter videre forlængelse af linjen til v/Fiskerikaj Station.

6.2.2 Støj fra sporet

På grund af de skarpe kurver i linjeføringerne etableres der støjskærme med en højde på 2 meter over skinneoverkant ved kurverne. Med denne højde forventes en mærkbar reduktion af støjen fra højbanen både på terræn og højt byggeri (6. sal).

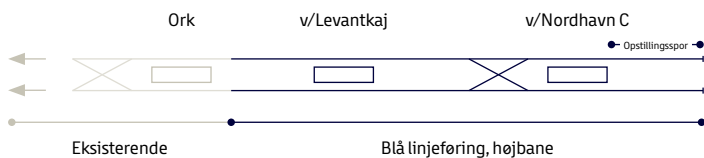
Sporanlægget udføres generelt med vibrationsdæmpende befæstelse. Desuden etableres alle sporskifter med bevægelige hjertestykker for at minimere støj.

6.3 Skematisk sporplan for M4

Skematisk sporplaner for Blå og Rød linjeføring ses herunder.

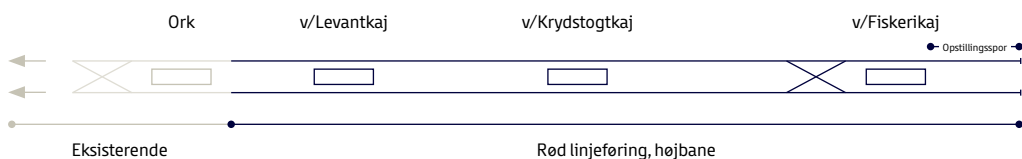
Figur 6-1

Skematisk sporplan for blå linjeføring



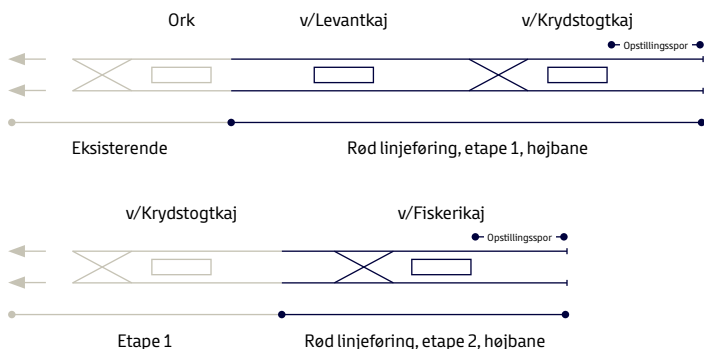
Figur 6-2

Skematisk sporplan for rød linjeføring



Figur 6-3

Skematisk sporplan for etapedelt rød linjeføring



6.4 3. skinneanlæg og kørestrøm

Kørestrømsanlægget for M3 Cityringen er baseret på 750 V jævnstrøm 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 overførsel 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.

Det forudsættes, at kørestrømsanlægget etableres med samme type 3. skinne, som er anvendt på M3 Cityringens afgrening til Orientkaj.

Ved projektering af 3. skinne-anlægget skal det kontrolleres, at togene vil have 3. skinne-dækning gennem diamantkrydsningerne.

Der etableres én ny omformerstation inkl. koblingsudstyr v/Nordhavn C Station på Blå linjeføring og ved v/Krydstogtkaj Station på Rød linjeføring.

Omformerstationen etableres som eksisterende overjordiske omformerstationer. Føde- og returkabler mellem omformerstation og 3. skinne-anlæg og skinner samt sektioneringsanlæg forventes udført som ved eksisterende overjordiske omformerstationer.

6.5 Strømforsyning

Metroen forsynes gennem egen 10 kV-ring med indfødnings af strøm fra forsyningsnettet. M3 Cityringen har i alt 6 stk. 10 kV-indfødnings, herunder to ved CMC og Sydhavnsafgreningen. Der forudsættes én supplerende indfødnings af 10 kV strøm fra forsyningsnettet ved v/Nordhavn C hhv. v/Fiskerikaj Station.

Metroens 10 kV-ring forsyner foruden omformerstationer placeret i forbindelse med stationer også selve stationerne ved nedtransformering til 400 V.

Den eksisterende 10 kV-ring, der i dag er ført frem til Orientkaj, forlænges frem til endestationen på M4-forlængelsen. Det eksisterende 10 kV-koblingsanlæg ved Orientkaj Station er forberedt til videreførelse af 10 kV-ringen.

Der etableres koblingsanlæg ved hver af de nye stationer.

6.6 ATC-anlæg, passagertællesystem og perrondøre

ATC-systemet (Automatic Train Control) er det centrale system til metroens førerløse drift af togene, og systemet har derfor tekniske interfaces til de fleste øvrige banetekniske systemer. ATC-systemet skal opdateres og modificeres til at omfatte forlængelsen med nye stationer og sporanlæg. Forlængelsen af M4 til Ydre Nordhavn medfører ikke behov for nye funktioner i ATC-systemet.

Opdateringerne og udvidelserne af systemet omfatter:

- **Centralt ATC-udstyr:**

Opdatering af ATP, ATO, ATS systemer (Automatic Train Protection, Operation, Supervision) samt den Zone Controller, der omfatter eksisterende Nordhavn og Orientkaj stationer. Opdatering af skærmbilleder i overvågningen i kontrolrummet.

- **Wayside ATC-udstyr:**

Der skal installeres ATC-komponenter i sporet svarende til de komponenter, der er anvendt på M3 Cityringen. Der anvendes baliser til primær positionsbestemmelse for togene og sporisolationer til sekundær positionsbestemmelse. Endvidere installeres sporskiftedrev.

- **Togenes ATC-konfiguration**

Alle togsæt til drift af M3 Cityringen med afgreninger skal have installeret ny spordatabase, som omfatter den nye strækning. Denne opdatering skal koordineres med opdateringen af Zone Controller.

På de nye stationer installeres perrondøre ved hvert dørsæt i togene, dvs. seks i hvert perronspor. Perrondørene vil være i fuld højde og være tilsvarende perrondørene på Orientkaj Station.

Desuden installeres på hver station et passagertællesystem efter samme principper som på M3 Cityringen. Udstyret til passagertællesystemet er en bygherreleverance.

6.7 Passagersikkerheds- og informationssystem (PSIS) og adgangskontrolsystem (IDS)

Udvidelsen med de nye stationer skal ske som en udvidelse af det eksisterende PSIS-system på M3 Cityringen. De nye stationer skal oprettes i systemet som overjordiske stationer, svarende til Orientkaj, og tilføjes på de forskellige oversigtsbilleder og detailbilleder, der vises i kontrolrummet.

Adgangskontrolsystemet for M3 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 M3 Cityringen.

Der forventes ikke en udvidelse af betjeningspladserne til PSIS i kontrolrummet.

6.8 SCADA

M3 Cityringens eksisterende SCADA-anlæg udvides til at omfatte forlængelsen af M4 i Ydre Nordhavn. Der etableres SCADA-understationer på stationerne og ved andre centrale anlæg, der skal kunne fjernstyres og overvåges. Det eksisterende SCADA-anlæg overvåger og kan fjernstyre anlæg som strømforsyninger til kørestrøm, inkl. transformere og hjælpeudstyr, lavspændingstavler og UPS'er samt forskellige former for teknisk og passagerrettet udstyr.

Der etableres tilsvarende muligheder for overvågning og fjernstyring på den nye del af M4.

6.9 Transmissionssystem

M3 Cityringens eksisterende transmissionssystem udvides og modificeres til at omfatte forlængelsen af M4 i Ydre Nordhavn med de nye stationer.

Udvidelsen af transmissionssystemet skal baseres på samme type af komponenter, som der er anvendt på M3 Cityringen. Det antages, at princippet fra M3 Cityringen ift. placering og installation anvendes. Det er nødvendigt at bibeholde M3 Cityringens redundante transmissionssystem.

6.10 Radiokommunikation

På M3 Cityringen er der tre systemer til radiokommunikation:

- Togradio netværk (TRN)
- Kombineret beredskabs- (SINE) og staff-radiosystem (SRS)
- Mobil dækning (MOB)

Ved forlængelse af M4 til Ydre Nordhavn skal der ikke etableres SINE og staff-radio (SRS) og mobil dækning (MOB), da disse netværk er tilgængelige på overjordiske spor og stationer fra allerede eksisterende netværk.

Derfor skal der kun etableres togradio-netværk (TRN) ved forlængelse af M4 til Ydre Nordhavn. TRN skal etableres efter samme principper som på den overjordiske del af den nuværende M4 Nordhavn.

6.11 Billetautomat/Rejsekort

På stationerne opstilles billetautomater og Rejsekort-standere svarende til Orientkaj Station.

M3 Cityringens eksisterende system for Rejsekort og billetautomater skal udvides og modificeres til at omfatte de nye stationer i Nordhavn.

Rejsekort-systemet og billetautomatsystemet er etableret på hver sit VLAN på transmissionsnettet.

Rejsekort-systemet er en bygherreleverance, og dette omfatter indkøb, levering og montering af Rejsekort-elementer og billetautomater.

Føringsveje og kabler inklusive design, montering og test leveres af Transportsystemleverandøren.

6.12 Bygherreleverancer til transportsystemet

Bygherreleverancerne omfatter følgende:

- Rejsekort-udstyr og billetautomater
- Passagertælleudstyr
- Stationsure
- Standere og infoskærme på stationernes forpladser

6.13 Kontrol- og vedligeholdelsescenter (CMC)

Forlængelsen af M4 i Ydre Nordhavn vil kun medføre mindre ændringer på M3 Cityringens kontrol- og vedligeholdelsescenter i Vasbygade. Som beskrevet ovenfor, vil de forskellige tekniske systemer skulle udvides og modificeres for at omfatte den nye strækning. Denne udvidelse vil primært bestå i opdateringer af skærbilleder og software, mens der ikke vil være behov for ændringer i kontrolrummets hardware. Det kan muligvis være nødvendigt at installere supplerende ATC/SCADA-skærme i kontrolrummet. Udvidelsen ventes ikke at kræve ændringer i bemanningen i kontrolrummet.

Behovet for kapacitet i sporanlægget og togvedligeholdelsesfaciliteterne på kontrol- og vedligeholdelsescenteret vil være uændret med den Blå linjeføring, idet denne vil kunne betjenes med M3 Cityringens nuværende togsæt. Med Rød linjeføring vil der skulle anskaffes ét ekstra togsæt, som vil optage marginalt mere kapacitet på kontrol- og vedligeholdelsescenteret.

Anlægget på kontrol- og vedligeholdelsescenteret er i forbindelse med vedtagelsen af afgrening i Sydhavnen blevet udvidet med ekstra kapacitet i forhold til det oprindeligt planlagte for M3 Cityringen. Dele af faciliteterne, sporanlægget og arbejdsgangene på kontrol- og vedligeholdelsescenteret er dimensioneret til betjening af 39 togsæt, hvorfor anskaffelsen af ét ekstra togsæt vil udfordre kapaciteten. Imidlertid anlægges opstillingsspor ved endestationen for forlængelsen i Nordhavn, hvilket bidrager til at afhjælpe kapacitetsudfordringen på kontrol- og vedligeholdelsescenteret. Der er således ikke medtaget udgifter til udvidelse af de fysiske rammer på kontrol- og vedligeholdelsescenteret i Vasbygade, idet der også er mulighed for at tilvejebringe kapacitet gennem ændring af arbejds gange eller arbejdstider.

6.14 Robusthed og systemkapacitet

Da forlængelsen af M4 i Ydre Nordhavn er en udvidelse af M3 Cityringen, er det blevet analyseret, hvorledes den daglige drift af Cityring-systemet vil blive påvirket af udvidelsen med to eller tre nye stationer på forlængelsen af M4 til Ydre Nordhavn.

Den samlede Cityring med afgreninger og linjeføringsalternativerne i Nordhavn er derfor blevet simuleret i analyseværktøjet OpenTrack. Simuleringsmodellen er kalibreret på baggrund af ATC-log fra den faktiske drift af M3 og M4, så modellen giver et retvisende billede af driften på M3 Cityringen.

Simuleringsmodellen viser, at den nuværende myldretidsdrift på M3 og M4 med 185 sekunders togafstand på hver af linjerne vil kræve følgende materielbehov i drift:

- **Blå linjeføring:**
35 togsæt, dvs. to ekstra i drift til nye linje
- **Rød linjeføring:**
36 togsæt, dvs. tre ekstra i drift til nye linje

Der planlægges med en samlet driftsreserve for M3 Cityringen på fire togsæt.

Simuleringsmodellen viser desuden, at tilføjelsen af de ekstra stationer ikke vil have mærkbar betydning for omfanget af forsinkelser i driften.

6.15 Togsæt

Der er i forbindelse med indkøb af togsæt til M4 Sydhavn indkøbt to ekstra togsæt med henblik på en senere forlængelse af M4 i Nordhavn.

Som det fremgår af afsnit 6.14 vil der skulle bruges to ekstra togsæt i den daglige drift af M4 med den Blå linjeføring og tre ekstra togsæt i den daglige drift med Rød linjeføring.

Der indgår derfor i anlægsoverslaget for Rød linjeføring budget til anskaffelse af ét ekstra togsæt. Der er opmærksomhed på, at anskaffelse af ét ekstra togsæt vil være en usædvanligt lille togordre i markedet.

6.16 Tekniske konsekvenser for M3/M4

Integrationen af forlængelsen af M4 i Ydre Nordhavn vil berøre driften på hele M3 Cityringen i forbindelse med opdatering af systemer, systemtekniske tests og prøvekørsler. Dette var også tilfældet, da M4-afgreningen til Nordhavn åbnede i marts 2020. Som i 2020 vil der være behov for at lukke M3/M4 i ca. 14 dage.

Baseret på erfaringerne ved integration, test og ibrugtagning for afgreningen til Orientkaj samt planerne for integration af afgreningen til Sydhavn i M3 Cityringen forventes det at være teknisk muligt at begrænse driftsafbrydelserne til en størrelsesorden som angivet herunder.

Spærring af M4 Nordhavn fra Øster Søgade til Orientkaj:

- Tilslutning af spor: en weekendspærring
- Tilslutning af kørestrøm (3. skinne): en weekendspærring
- Tilslutning af 10 kV-ring: en weekendspærring
- Tilslutning af ATC wayside og central ATC: natspærringer i ca. en uge

Spærring af hele M3 Cityringen med afgreninger (M3 og M4):

- Opdatering af ATC: spærring i ca. to dage, muligvis kun afbrydelse af aften- og natdrift
- Opdatering af radio- og transmissionsnetværk: spærring i ca. to dage, muligvis kun afbrydelse af aften- og natdrift
- Ændringer af skærme mv. i kontrolrum: ca. en-to dages spærringer inkl. test
- Øvrige banetekniske systemer kan kræve natspærringer i mindre omfang ved integration og opdateringer.

Gennemførelsen af integration, test og ibrugtagning vil i sidste ende blive aftalt med leverandøren af systemerne og driftsoperatøren. Den konkrete plan for gennemførelsen vil dermed kunne afvige fra angivelserne ovenfor ud fra hensyn til leverandørens kapacitet, systemernes færdiggørelse og driftplanlægning.

6.17 Hovedstruktur i trafikbetjeningen [frekvens]

Trafikbetjeningen på M3 Cityringen (bestående af de to linjer M3 og M4) vil følge samme princip som ses i driften i dag, hvor begge linjer kører med en togafstand ned til 185 sekunder i myldretiden. Togafstanden på de to linjer justeres parallelt over dagen, således togene på den fælles strækning altid er skiftevis M3 og M4.

Der kan opretholdes natdrift på forlængelsen af M4, hvor der kan opnås en togafstand på ca. 8 (Blå linjeføring) eller ca. 12 minutter (Rød linjeføring) ved vedligeholdelsesarbejder, der kræver lukning af det ene spor nord for Orientkaj station.

7. Trafikale effekter

Generelt gælder det, at de trafikale effekter for Blå og Rød linjeføring er stort set identiske. Både mht. påstignere i metroen, men også mht. hvordan linjerne påvirker den øvrige trafik.

7.1 Overordnede resultater

7.1.1 Generelle trafikale effekter

Etablering af hhv. Blå og Rød linje forventes at medføre ca. 10.000 ekstra kollektive ture pr. hverdagsdøgn i 2062, hvor Nordhavn forventes fuldt udbygget, jf. figur 7-1⁴. Det svarer til ca. 3 mio. ekstra kollektive ture pr. år. Der forventes en mindre forøgelse i antallet af kollektive ture i 2030 og 2045 end i 2062, hvilket hænger sammen med, at Nordhavn er mindre udbygget. Som følge af etablering af metro forventes end reduktion i antallet af bilture, gangture og cykelture.

De trafikale effekter er stort set identiske for Blå og Rød linjeføring.

7.1.2 Kollektiv transport

Etablering af Blå og Rød linjeføring forventes at medføre hhv. ca. 23.000 og 25.000 merpåstignere i metroen i 2062. Samlet set forventes ca. 10.000 merpåstignere i den kollektive transport i 2062, svarende til hhv. 7,0 og 7,7 mio. påstignere pr. år. Det dækker over en generel øget brug af kollektiv transport, samt en overflytning fra bus til metro. I basisscenariet, dvs. uden metro, betjenes Nordhavn af bus. Med etablering af metro til Nordhavn forventes der at ske en overflytning fra bus til metro.

Stigningen i antallet af påstignere i den kollektive trafik er højere end antallet af kollektive trafikture, jf. figur 7-1 og figur 7-2. Det hænger sammen med, at en kollektiv trafikture kan indeholde en kombination af flere kollektive transportmidler, og dermed kan en kollektiv rejse f.eks. indeholde både en påstigning i bus og en påstigning i metroen.

Figur 7-1

Ekstra personture pr. hverdagsdøgn som følge af etablering af hhv. Blå og Rød linje

	Blå			Rød		
	2030	2045	2062	2030	2045	2062
Bil, chauffør	-200	-700	-1.600	-200	-800	-1.800
Bil, passager	-100	-600	-1.200	-100	-700	-1.400
Cykel	-400	-1.700	-4.100	-400	-1.900	-4.700
Gang	-200	-800	-1.900	-200	-800	-2.100
Kollektiv trafik	900	3.900	8.900	900	4.200	10.100
Total	0	100	200	0	100	200

⁴ Resultaterne er ikke korrigeret for kvalitetstillægget. Dette er gjort i efterfølgende analyser af kapacitetsudfordringer og i økonomiske beregninger.

Figur 7-2

Merpåstigere pr. hverdagsdøgn i den kollektive trafik, som følge af etablering af hhv. Blå og Rød linje

	Blå			Rød		
	2030	2045	2062	2030	2045	2062
Bus	-2.300	-6.600	-13.800	-2.300	-6.500	-13.800
S-tog	-900	-800	-300	-900	-700	-100
Re-tog og fjerntog	0	200	400	0	100	400
Lokalbaner	0	0	0	0	0	0
Metro	3.200	10.700	22.500	3.200	11.200	24.600
Letbane	0	0	0	0	0	0
I alt	0	3.500	9.000	0	4.100	11.200

7.1.3 Påstigere i metroen

Antallet af påstigere i metroen ved etablering af Blå linjeføring kommer hovedsageligt fra de nye stationer på M4-forlængelsen, jf. figur 7-3 og figur 7-4. Der forventes dog også en mindre stigning i påstigertallet på M1/M2 og øvrige stationer på M3/M4.

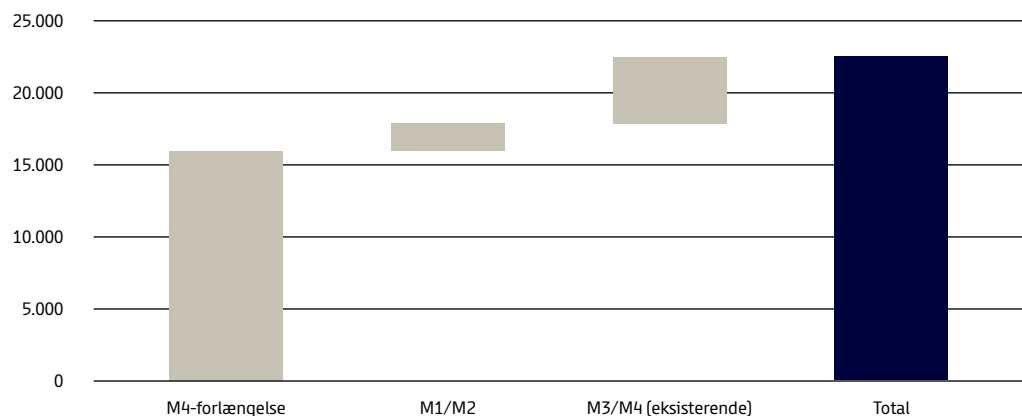
Antallet af påstigere på v/Levantkaj og v/Nordhavn C forventes at stige fra hhv. 1.200 og 1.400 i 2030 til hhv. 4.000 og 4.900 påstigere i 2045. Det afspejler den byudvikling, der forventes at ske omkring stationerne. For v/Nordhavn C forventes antallet af påstigere at stige til ca. 12.000 i 2062, mens påstigertallet for v/Levantkaj forventes uændret i 2062. Det afspejler, at byudvikling i den indre del af Nordhavn forventes afsluttet i 2045, men at byudviklingen i Ydre Nordhavn fortsætter frem til 2062.

Derudover fremgår det af figur 7-4, at påstigertallet for Orientkaj Station forventes reduceret som følge af etablering af Blå linjeføring. Denne udvikling hænger sammen med, at i basisscenariet, hvor M4 ikke forlænges, er der mange, der vil gå eller cykle til Orientkaj Station for at tage metroen derfra. Med etablering af Blå linje er der mange, som vil benytte v/Levantkaj og v/Nordhavn C i stedet.

De trafikale effekter for Rød og Blå linjeføring forventes at være på samme niveau, om end Rød linjeføring forventes at medføre lidt flere merpåstigere end Blå linjeføring.

Figur 7-3

Påstigere pr. hverdagsdøgn fordelt på linjer som følge af etablering af Blå linje, 2062



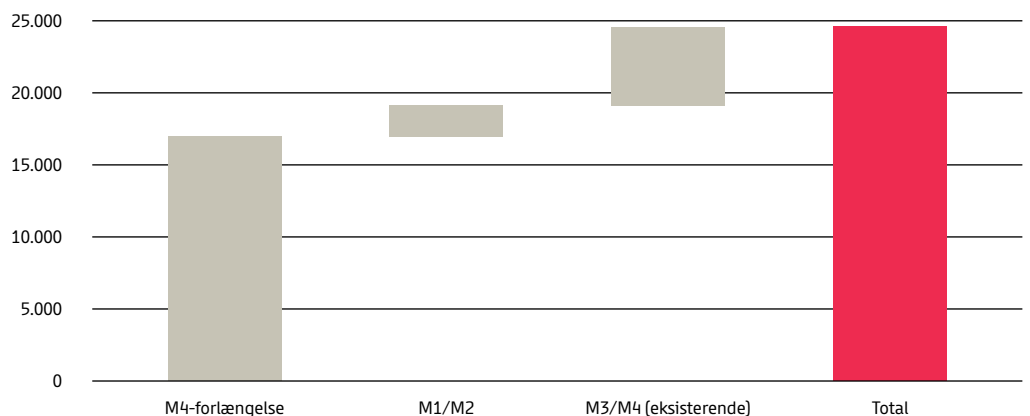
Figur 7-4

Påstigere pr. hverdagsdøgn for udvalgte metrostationer ved etablering af Blå linje

		Blå								
		2030			2045			2062		
		Basis	Projekt	Forskel	Basis	M4	Forskel	Basis	M4	Forskel
Total	M4 - forlængelse	0	2.500	2.500	0	8.900	8.900	0	15.900	15.900
Alle stationer på M4	v/Levantkaj	0	1.200	1.200	0	4.000	4.000	0	4.000	4.000
	v/Nordhavn C	0	1.400	1.400	0	4.900	4.900	0	11.900	11.900
Total	M1/M2	272.800	272.900	100	278.300	279.200	900	285.600	287.600	1.900
Udvalgte stationer på M1/M2	Frederiksberg	17.600	17.600	0	18.100	18.200	0	18.300	18.400	100
	Nørreport	41.600	41.500	-100	39.500	39.400	-100	39.500	39.500	0
	Kongens Nytorv	39.800	40.000	200	41.500	42.100	600	42.800	43.900	1.200
	Ørestad	13.800	13.800	0	14.800	14.900	100	15.200	15.400	100
	Amagerbro	13.000	13.000	0	13.600	13.600	100	16.000	16.100	100
Total	M3/M4 (ekskl. forlængelse)	301.900	302.500	600	330.400	331.300	900	346.700	352.200	5.400
Udvalgte stationer på M3/M4	Ny Ellebjerg	6.700	6.700	0	8.900	9.000	100	9.300	9.400	200
	København H	56.600	57.000	400	62.500	63.300	800	67.000	68.700	1.700
	Kongens Nytorv	42.400	42.800	400	43.100	43.900	800	44.400	46.100	1.700
	Østerport	20.300	20.600	300	21.600	22.800	1.300	22.600	25.700	3.100
	Nørrebro	18.300	18.300	0	20.000	20.100	100	20.600	20.800	200
	Nordhavn	5.300	5.600	300	6.600	7.900	1.200	7.100	9.800	2.800
	Orientkaj	5.900	5.000	-900	11.000	7.200	-3.900	15.700	10.100	-5.600

Figur 7-5

Påstigere pr. hverdagsdøgn fordelt på linjer som følge af etablering af Rød linje, 2062



Figur 7-6

Påstigere pr. hverdagsdøgn for udvalgte metrostationer ved etablering af Rød linje

		Rød								
		2030			2045			2062		
		Basis	Projekt	Forskel	Basis	M4	Forskel	Basis	M4	Forskel
Total	M4 - forlængelse	0	2.500	2.500	0	9.100	9.100	0	16.900	16.900
Alle stationer på M4-forlængelsen	v/Levantkaj	0	1.200	1.200	0	4.000	4.000	0	4.000	4.000
	v/Krydstogtskaj	0	1.400	1.400	0	3.600	3.600	0	7.600	7.600
	v/Fiskerikaj	0	0	0	0	1.500	1.500	0	5.300	5.300
Total	M1/M2	272.800	272.900	100	278.300	279.200	1.000	285.600	287.800	2.200
Udvalgte stationer på M1/M2	Frederiksberg	17.600	17.600	0	18.100	18.200	100	18.300	18.400	100
	Nørreport	41.600	41.500	-100	39.500	39.400	-100	39.500	39.500	0
	Kongens Nytorv	39.800	40.000	200	41.500	42.100	600	42.800	44.100	1.300
	Ørestad	13.800	13.800	0	14.800	14.900	100	15.200	15.400	100
	Amagerbro	13.000	13.000	0	13.600	13.600	0	16.000	16.100	100
Total	M3/M4 (ekskl. forlængelse)	301.900	302.500	600	330.400	331.500	1.200	346.700	352.200	5.400
Udvalgte stationer på M3/M4	Ny Ellebjerg	6.700	6.700	0	8.900	9.000	100	9.300	9.400	200
	København H	56.600	57.000	400	62.500	63.300	800	67.000	68.700	1.700
	Kongens Nytorv	42.400	42.800	400	43.100	44.000	900	44.400	46.100	1.700
	Østerport	20.300	20.600	300	21.600	22.900	1.300	22.600	25.700	3.100
	Nørrebro	18.300	18.300	0	20.000	20.100	100	20.600	20.800	200
	Nordhavn	5.300	5.600	300	6.600	7.900	1.300	7.100	9.800	2.800
	Orientkaj	5.900	5.000	-900	11.000	7.200	-3.900	15.700	10.100	-5.600

7.1.4 Kapacitet

Kapaciteten i metrosystemet er en kombination af kapaciteten pr. tog samt frekvensen for linjen.

Forlængelse af M4 Nordhavn vil medføre flere påstigere i metrosystemet generelt og på M4 i særdeleshed. Kapacitetsanalysen viser dog, at hverken Blå eller Rød linjeføring forventes at medføre yderligere kapacitetsproblemer i metrosystemet, jf. figur 7-7. Figuren viser forventede kapacitetsudfordringer i den travlest time i 2062, hvor Nordhavn forventes fuldt udbygget.

7.2 Etapedeling

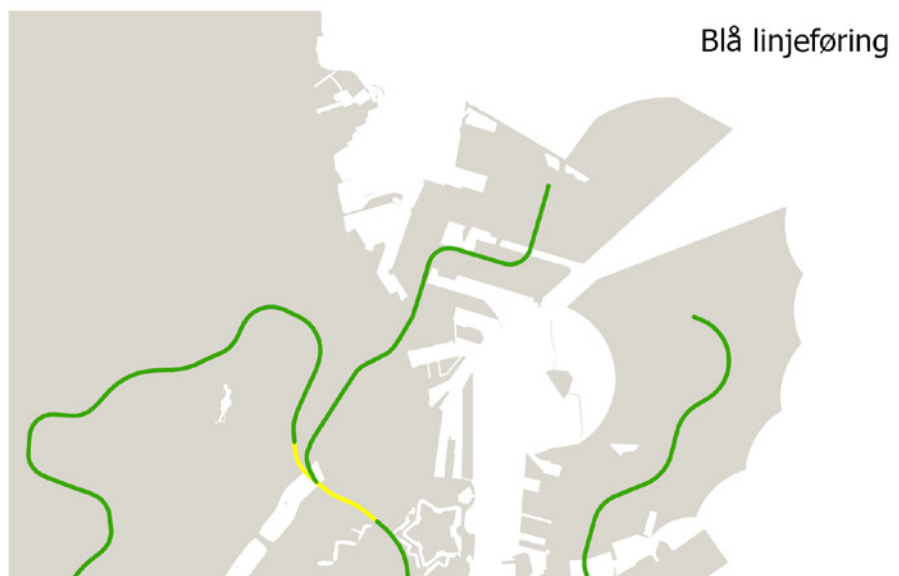
Der er ligeledes regnet på effekterne af at etapedele Rød linjeføring. Etape 1 åbner i 2030 og inkluderer stationerne v/Levantkaj og v/Krydstogtskaj. Etape 2 åbner i 2045 og afslutter Rød linjeføring, hvilket vil sige, at den inkluderer v/Fiskerikaj. Baggrunden for etapedeling er, at byudviklingen i Ydre Nordhavn ikke er så fremskreden i perioden 2030-2045, hvilket også afspejler sig i påstigertallet for v/Fiskerikaj. Etapedeling er mere udførligt beskrevet i afsnit 4.2.1.1.

En evt. etapedeling af Rød linje vurderes at indeholde følgende fordele og ulemper.

Figur 7-7

Kapacitet, 2062

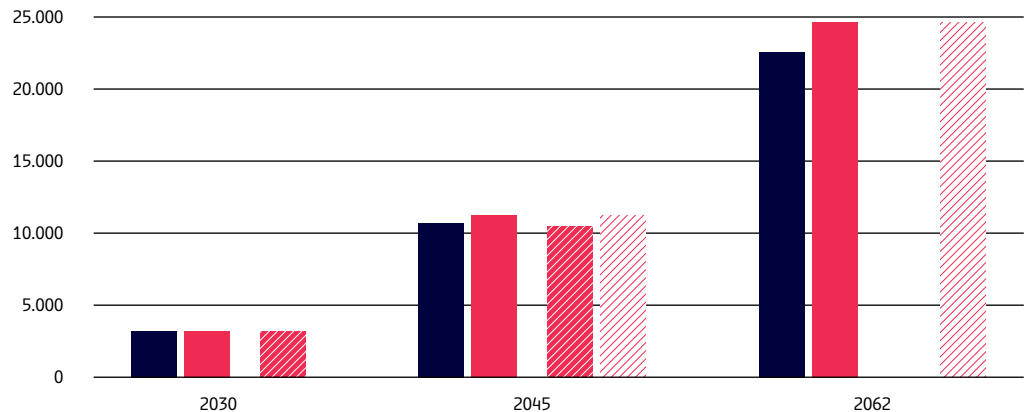
- Ingen kapacitetsproblemer
- Begyndende kapacitetsproblemer
- Kapacitetsproblemer
- Store og betydelige kapacitetsproblemer



Figur 7-8

Antal påstigere pr. hverdagsdøgn på Blå linje, Rød linje og ved etapedeling

- Blå
- Rød
- ▨ Rød – etape 1
- ▨ Rød – etape 1+2


Fordele:

- Metro til Ydre Nordhavn anlægges først, når byudviklingen af Ydre Nordhavn begynder, dvs. linjen anlægges i takt med byudviklingen. Derved undgår man at køre med næsten tomme tog til Ydre Nordhavn, med driftsunderskud til følge.

Ulemper:

- Idet metroen ikke er etableret, når de første personer flytter til Ydre Nordhavn, forventes det, at en større andel af beboere i Ydre Nordhavn vil anskaffe sig en bil, end hvis metroen etableres, inden beboerne flytter dertil.
- Ekstra nedlukning af M3/M4 i forbindelse med at etape 2 skal ibrugtages.
- Ekstra omkostninger til anlæg, mobilisering af organisation, udbud, miljøkonsekvensvurdering m.m.

7.3 Følsomhedsberegninger

Der er gennemført en række følsomhedsberegninger, jf. afsnit 5.4. Alle følsomhedsberegninger er foretaget med udgangspunkt i Rød linje. Effekterne må dog forventes at være de samme for Blå linje, idet de trafikale effekter er næsten ens for de to linjer.

7.3.1 Befolkning og arbejdspladser

Der er gennemført tre følsomhedsberegninger med alternativ befolkningsudvikling:

- 20 pct. flere beboere og arbejdspladser i Nordhavn
- 20 pct. færre beboere og arbejdspladser i Nordhavn
- 15.000 flere arbejdspladser i Nordhavn i 2062

De tre følsomhedsberegninger er nærmere beskrevet i afsnit 5.4.1.

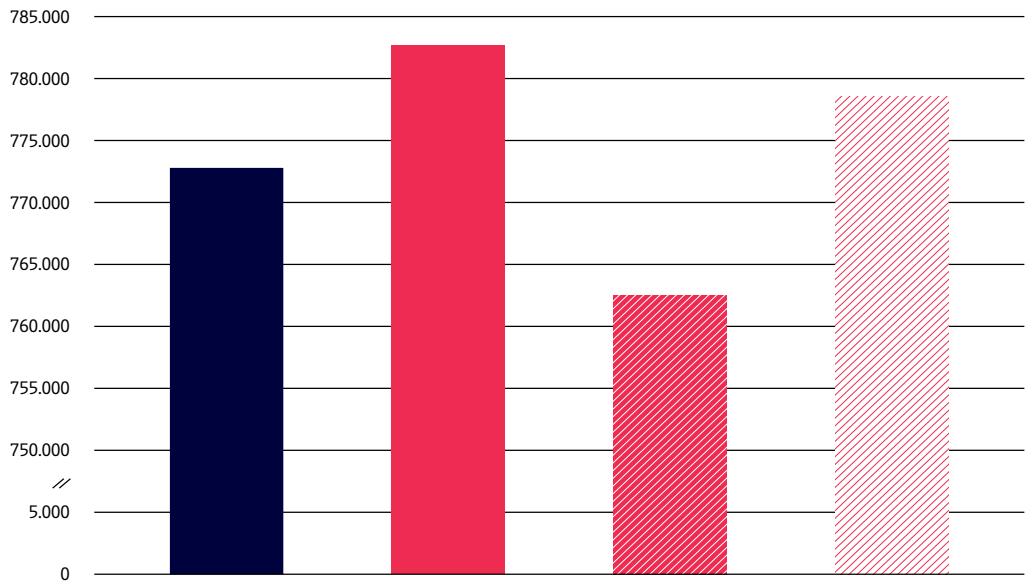
Det fremgår af figur 7-9, at scenariet med 20 pct. flere beboere og arbejdspladser forventes at medføre ca. 9.000 flere metropåstigere pr. hverdagsdøgn ift. hovedscenariet i 2062. Tilsvarende forventes scenariet med 20 pct. færre beboere og arbejdspladser at medføre ca. 10.000 færre metropåstigere. Scenariet med 15.000 ekstra arbejdspladser forventes at medføre 6.000 flere påstigere. Generelt gælder det, at en beboer medfører flere rejser i metroen end en arbejdsplads. En tommelfingerregel er, at en ekstra beboer medfører 3-4 gange så mange ekstra rejser i metroen som en ekstra arbejdsplads.

Der også lavet kapacitetsanalyse af scenariet med 20 pct. flere beboere og arbejdspladser, samt scenariet med 15.000 ekstra arbejdspladser i 2062. Ingen af scenarierne forventes at medføre kapacitetsproblemer i metroen.

Figur 7-9

Påstigere pr. hverdagsdøgn i metrosystemet med hovedscenariet samt følsomheder, 2062

- Hovedforslag
- 20 % flere beboere og arbejdspladser
- 20 % færre beboere og arbejdspladser
- /// 15.000 ekstra arbejdspladser



7.3.2 Bilejerskab, parkering, m.m.

Der er gennemført to følsomhedsberegninger med alternative forudsætninger vedrørende bilejerskab, parkering, m.m.:

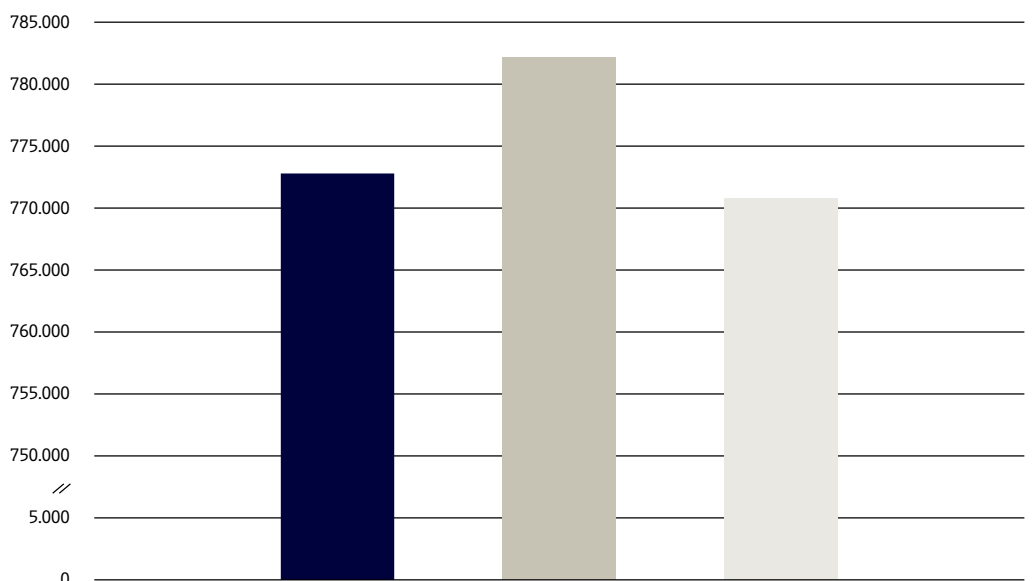
- Delvis bilfri Nordhavn
- Alternativt bilejerskab

Forudsætningerne i de to følsomhedsberegninger er nærmere beskrevet i afsnit 5.4.2. Delvis bilfri Nordhavn forventes at medføre ca. 10.000 flere metropåstigere pr. hverdagsdøgn ift. hovedscenariet i 2062, jf. figur 7-10. Det hænger sammen med det lavere bilejerskab og øgede parkeringsomkostninger i Nordhavn, som får rejsende til at fravælge bilen og i stedet rejse med bl.a. metro. Tilsvarende forventes scenariet med alternativt bilejerskab at medføre ca. 2.000 færre metropåstigere ift. Hovedscenariet.

Figur 7-10

Påstigere pr. hverdagsdøgn i metrosystemet med hovedscenariet samt følsomheder, 2062

- Hovedforslag
- Delvis bilfri Nordhavn
- Alternativt bilejerskab



7.3.3 Ekstra krydstogtpassagerer

Scenarierne med hhv. 2.500 og 5.000 ekstra daglige krydstogtpassagerer forventes ikke at medføre kapacitetsproblemer i metroen. Scenarierne er beskrevet i afsnit 5.4.3. Scenariet med 5.000 ekstra daglige krydstogtpassagerer, hvor en større andel af krydstogtpassagererne samtidig rejser i morgenmyldretiden, viser dog forventede kapacitetsproblemer på M4, særligt mellem Orientkaj Station og Nordhavn Station, jf. figur 7-11.

På Nordhavn Station har passagererne adgang til S-tog, hvilket betyder, at kapacitetsproblemerne i metroen aftager. Fra Nordhavn Station til Kongens Nytorv giver de ekstra passagerer fra krydstogtskibene begyndende kapacitetsproblemer i morgenmyldretiden. Bemærk også, at der mellem Enghave Plads og København H kan være kapacitetsproblemer foranlediget af de ekstra passagerer i morgenmyldretiden.

Scenariet med 5.000 ekstra krydstogtpassagerer i morgenmyldretiden skal dog ses som stress-scenarie og virker ikke sandsynligt, da det overstiger forventningerne til størrelsen på de fremtidige krydstogtskibe ved Nordhavn.

Det gør sig gældende, at krydstogtskibene hovedsageligt forventes at ankomme i sommermånederne. Kapacitetsproblemerne forventes således at være mindre end angivet her, da der generelt er færre passagerer i metroen i denne periode.

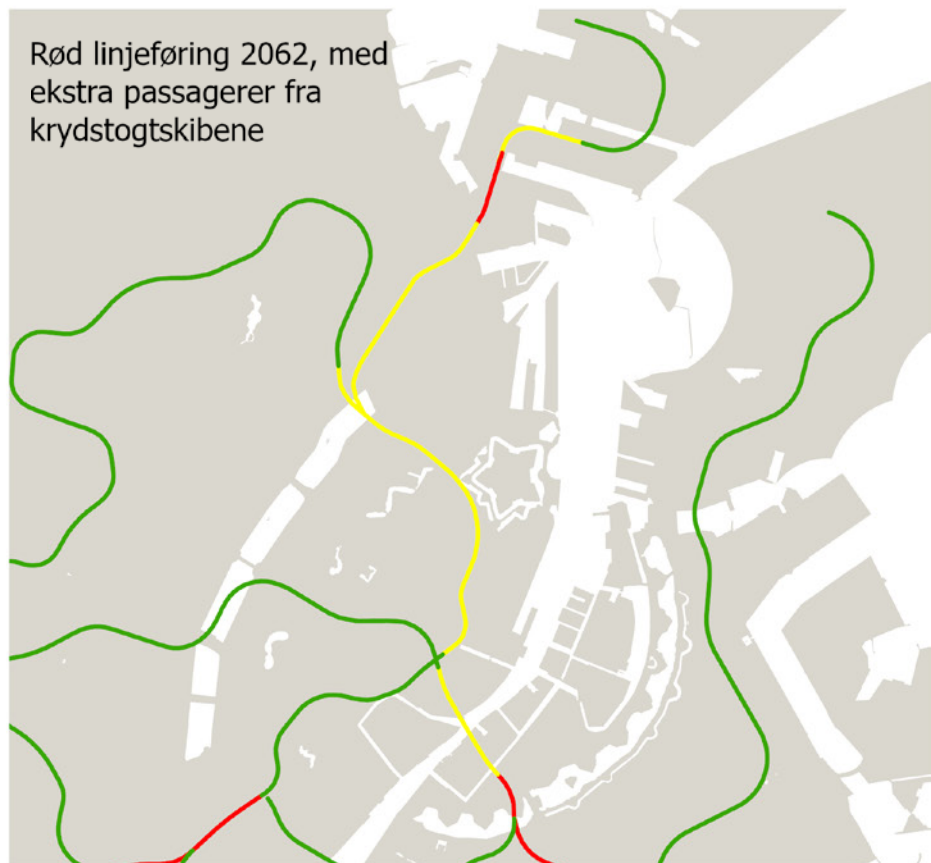
Analysen forholder sig udelukkende til kapaciteten i togene. Den forholder sig ikke til kapaciteten på personerne, i elevatorer m.m.

Ligesom det gør sig gældende i forbindelse med fodboldkampe i Parken, samt koncerter i Royal Arena, må potentielle kapacitetsudfordringer her forventes at kunne imødegås med indsættelse af ekstra stewards, m.m.

Figur 7-11

Kapacitetsudfordringer ved ekstra krydstogtpassagerer

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



8. Stationer og nærområder

8.1 Stationer på Blå linje

8.1.1 V/Levantkaj – højbanestation

8.1.1.1 Placering

Metrostationen v/Levantkaj er placeret på Levantkaj langs den eksisterende Containervej som skitseret på figur 8-1.

8.1.1.2 Arkitektonisk indpasning

Stationen er placeret i den kommende byudvikling for Levantkaj, og trappeforløbet skal i næste fase indpasses til det endelige forslag, så trapperne indgår i en mulig bymæssig sammenhæng.

Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikrer adgang til stationen. Stationspladserne indgår ikke som en del af udredningsarbejdet.

Metrostationens teknikbygning 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 indpasses i en bymæssig sammenhæng.

8.1.1.3 Anlægstekniske forhold

De tekniske forhold for stationen er beskrevet i afsnit 3.3. Kalkoverfladen er beliggende ca. 20 meter under eksisterende terræn, og pælene kan anlægges ved hjælp af kendte metoder.

8.1.1.4 Trafikal indpasning

Metrostationen er i udredningsfasen placeret i krydset mellem Containervej og Skagerrakvej. I dialog med By & Havn er det planlagt, at vejforløbet for Skagerrakvej ændres i forhold til dens nuværende. Nærmere dialog og koordinering af dette skal ske i næste fase.

8.1.2 V/Nordhavn C – højbanestation

8.1.2.1 Placering

Metrostationen v/Nordhavn C er endestationen for Blå linje og placeret nord for Oceanvej som skitseret på figur 8-2.

8.1.2.2 Arkitektonisk indpasning

Stationen er placeret øst for Tunnelfabrikken, og trappeforløbet skal i næste fase indpasses til det endelige forslag, så trapperne indgår i en mulig bymæssig sammenhæng.

Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikrer adgang til stationen. Beboere og medarbejder i hele yderste Nordhavn samt besøgende til bl.a. Tunnelfabrikken og Nordhavnstippen vil anvende denne station. Stationspladserne indgår ikke som en del af udredningsarbejdet.

8.2 Stationer på Rød linje

8.2.1 V/Levantkaj – højbanestation

8.2.1.1 Placering

Metrostationen v/Levantkaj er placeret på Levantkaj langs den eksisterende Containervej som skitseret på figur 8-3.

8.2.1.2 Arkitektonisk indpasning

Stationsplacering for v/Levantkaj er ens for Blå og Rød linje, så der refereres til afsnit 8.1.1.2 for beskrivelse af den arkitektoniske indpasning.

8.2.1.3 Anlægstekniske forhold

Stationsplacering for v/Levantkaj er ens for Blå og Rød linje, så der refereres til afsnit 8.1.1.3 for beskrivelse af de anlægstekniske forhold.

8.2.1.4 Trafikal indpasning

Stationsplacering for v/Levantkaj er ens for Blå og Rød linje, så der refereres til afsnit 8.1.1.4 for beskrivelse af den trafikale indpasning.

8.2.2 V/Krydstogtkaj – højbanestation

8.2.2.1 Placering

Metrostationen v/Krydstogtkaj er placeret på den nordlige side af kanalen ind til Skudhavnen og krydser med Oceanvej som skitseret på figur 8-4.

8.2.2.2 Arkitektonisk indpasning

Stationen er placeret vest for UNICEFs Verdenslager, og trappeforløbet skal i næste fase indpasses til det endelige forslag, så trapperne indgår i en mulig bymæssig sammenhæng.

Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikrer adgang til stationen – særligt med fokus på krydstogtpassagerne, der vil ankomme fra den nærliggende krydstogtterminal. Stationspladserne indgår ikke som en del af udredningsarbejdet.

Metrostationens teknikbygning 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 indpasses i en bymæssig sammenhæng.

8.2.2.3 Anlægstekniske forhold

De tekniske forhold for stationen er beskrevet i afsnit 3.3. Kalkoverfladen er beliggende ca. 18 meter under eksisterende terræn, og pælene kan anlægges ved hjælp af kendte metoder.

8.2.2.4 Trafikal indpasning

Stationen er i udredningen delvis placeret på Oceanvej. Nærmere koordinering af Oceanvejs forløb med byudviklingen skal afklares i næste fase.

8.2.3 V/Fiskerikaj – højbanestation

8.2.3.1 Placering

Metrostationen v/Fiskerikaj er endestationen for Rød linje og placeret i krydset mellem Kattegatvej og Nordsøvej som skitseret på figur 8-5.

Figur 8-3Stationsplacering
v/Levantkaj**Figur 8-4**Stationsplacering
v/Krydstogtkaj**Figur 8-5**Stationsplacering
v/Fiskerikaj**8.2.3.2 Arkitektonisk indpasning**

Stationen er placeret vest for Nordhavnstippen, og trappeforløbet skal i næste fase indpasses til det endelige forslag, så trapperne indgår i en mulig bymæssig sammenhæng.

Foran trapper og elevatorer bliver der anlagt en forplads, der skaber plads og sikrer adgang til stationen. Særligt besøgende til Tunnelfabrikken eller Nordhavnstippen vil anvende denne station. Stationspladserne indgår ikke som en del af udredningsarbejdet.

Metrostationens teknikbygning 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 indpasses i en bymæssig sammenhæng.

8.2.3.3 Anlægstekniske forhold

De tekniske forhold for stationen er beskrevet i afsnit 3.3. Kalkoverfladen er beliggende ca. 16 meter under eksisterende terræn, og pælene kan anlægges ved hjælp af kendte metoder.

8.2.3.4 Trafikal indpasning

Stationen er i udredningen placeret parallelt med Nordsøvej. Nærmere koordinering af Nordsøvejs endelige forløb med byudviklingen skal afklares i næste fase.

9. Øvrige forhold knyttet til anlæg

9.1 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 Nordhavn.

Det er ikke vurderet, at der er særlig behov for arkæologiske undersøgelser i forbindelse med anlægsarbejdet.

9.2 Arealer og rettigheder

For at kunne etablere en metro er det nødvendigt at erhverve en række arealer og rettigheder både permanent og 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. Der er allerede lovgrundlag for udbygning af flere metrostationer i Nordhavn⁵. 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.

9.3 Ledningsomlægninger

En indledende ledningssøgning har identificeret, at gasledning og størstedelen af fjernvarme-/kølerørledningerne er placeret på den del af linjeføringen, der allerede er etableret i og omkring Orientkaj Station.

Derfor er der ikke registreret kritiske installationer, og det vurderes indledningsvist, at ledningshåndtering mellem forsyningsselskaber og fremtidige fundamenter for broer, viadukter, stationer og tekniske rum kan håndteres i næste fase uden større risici.

Det bemærkes dog, at antallet af ledninger i jorden må forventes øget i takt med byudviklingen, og en mere dybdegående koordinering med ledningsejere håndteres i næste fase.

⁵ Lov om ændring af lov om Cityringen og lov om Metroselskabet I/S og Udviklingselskabet By & Havn I/S fra 2015.

9.4 Forurening

Linjeføringen går gennem områder, hvor en stor del af arealerne er kortlagt som forurenet (V2) eller muligt forurenet (V1) efter jordforureningsloven. Dog er der ikke et direkte overlap i linjeføringerne i områder kortlagt som V2. Fyldlaget bliver i udgangspunkt betragtet som lettere forurenet, og der vil derfor blive stillet krav til jordflytning fra arealerne i henhold til Jordflytningsbekendtgørelsen.

En mere dybdegående beskrivelse af disse forhold kan ses i de tekniske bilag.

9.5 Naboer i anlægs- og driftsfasen

Anlæggelse af metrolinjen medfører gener for naboerne til byggepladserne/de kommende stationer i anlægsfasen. Linjeføringerne er placeret i relativt nye byudviklingsområder, hvor byudviklingen fortsat er i gang. Erfaringsmæssigt er det primært støj fra byggepladserne, som er den største gene for naboerne til byggepladserne. Nærmere vurdering af generne på naboer og omgivelser vil blive kortlagt i næste fase.

For at imødekomme evt. støjgener fra metroanlægget er der i anlægsoverslaget medtaget støjskærme. Disse er nærmere beskrevet i afsnit 6.2.2.

9.6 Stormflod og ekstremregn

I forbindelse med udredning er påvirkningen af linjerne undersøgt for en stormflodshændelse med gentagelsesperiode på T=2.000 år fremskrevet til år 2135. Resultater og nærmere opsummering kan findes i det tekniske bilag 2.

Da alle stationer er på højbane, vil påvirkningen af en stormflod og/eller en ekstremregnhændelse være begrænset til teknikbygningerne, der er placeret på terræn. Undersøgelserne viser, at vandet vil ligge ca. 0,6-0,8 meter over terræn i tilfælde af en stormflod. I udredningen forudsættes, at teknikbygningen sikres imod stormflod og ekstremregn ved at forhøje bygningernes fundament, så vandet ikke vil trænge ind i åbningerne.

Design for sikring mod stormflod og ekstremregn indtænkes også som en grundlæggende del af byplanlægningen.

10. Sammenhæng mellem byudvikling, stationer, adgangsveje og øvrige perspektiver

Som en del af udredningsarbejdet er der undersøgt en række forhold, som Metroselskabet gerne vil fremhæve i forbindelse med udvidelsen af M4 til Ydre Nordhavn. Disse forhold indgår som perspektivområder i udredningsrapporten og indgår ikke som en del af det samlede anlægsbudget.

10.1 Adgangsveje, herunder cykelparkering ved metrostationer

En analyse af "Trafikknudepunkters potentiale for kombinationsrejser" fra 2022 fra Vejdirektoratet viser, at hvis cykelforholdene er gode, kan det potentielt tiltrække flere passagerer til den kollektive transport og flere cykler på cykelstierne. Her er bl.a. cykelparkering ved stationer afgørende for kombination af cykel og metro.

For at forbedre cykelforholdene ved stationerne er det nødvendigt at indtænke cykelparkeringen i selve udformningen af stationer ift. adgangsveje for cyklister og gående, dvs. så tidligt i processen som muligt.

Metroselskabet samarbejder med Københavns Kommune om at forbedre cykelparkeringen ved eksisterende metrostationer og har i dette arbejde også fokus på at forbedre cykelforholdene ved fremtidige stationer. Der er bl.a. udarbejdet bud på konkrete løsningskoncepter for forskellige stationstyper. I Nordhavn er det By & Havn som finansierer byrummet omkring de fremtidige stationer, men planlægningen og designet vil ske i tæt samarbejde med Metroselskabet og Københavns Kommune. Følgende retningslinjer og ambitioner kan således være relevante at have med i den videre planlægning af cykelparkeringspladser ved metrostationerne.

Generelle principper og anbefalinger for god cykelparkering ved metrostationer:

- Placér cykelparkering i flow, dvs. i forlængelse af cykelstier/cykelflows og under hensyn til fodgængerflows. Det skal være så nemt som muligt at parkere sin cykel.
- Placér cykelparkering så tæt på stationsindgange som muligt (gerne i maks. 30-60 meters afstand fra indgang).
- Tilbyd attraktive og trygge cykelparkeringsforhold gennem belysning, overdækning, god plads mellem stativerne (evt. ekstra service/komfort for pladser længst væk for at sikre, at de også bruges, se nedenfor).

- Tilbyd stativer til alle slags cykler, også ladcykler og dyre cykler, der ønskes låst fast til stellet. Evt. mulighed for aflåsning/aflåste skabe til batterier mm.
- Tilbyd nok kapacitet. Anlæg evt. cykelparkering i etaper og/eller gør plads til udvidelse efter behov – indtænk ekstra behov fra start, så alle pladser sikres god placering også fremadrettet. Forskellige behov ved forskellige stationstyper: Blå linjeføring med kun to stationer vil udløse et større behov/større opland for Nordhavn C. Tænk desuden behov sammen med behov fra omkringliggende funktioner. Cykelparkering ved metrostationer benyttes ikke nødvendigvis kun af metropassagerer, særligt ved "event-steder" som f.eks. Tunnelfabrikken.
- Sørg for god synlighed og overblik (tryghed).

Konceptuelle løsningsforslag for Metroens stationstyper, hvor det i denne sammenhæng kun er relevant at nævne cykelparkering på terræn samt potentielt eleveret cykelparkering:

- **På terræn:** Tre enkle greb, der kan "nudge" passagerer til at parkere i stativ og derved undgå det cykelkaos, der ofte ses omkring indgange på nuværende metrostationer:
 - Friholde indgangszoner ved at hæve pladsen omkring adgangstrapper med et par trin (med integreret niveaufri adgang til elevatorer).
 - Dedikerede cykelparkeringszoner, gerne forsænkede, så parkerede cykler holdes inden for et afgrænset område, hvilket mindsker et visuelt "rodet" gadebillede.
 - Større komfort for pladser længere væk – til de passagerer, der gerne tager sig bedre tid til at parkere bedre, f.eks. daglige pendlere, der parkerer for en hel dag, elcykler, dyre cykler mm.
- **Eleveret cykelparkering:** Det kan overvejes, hvor pladsen på terræn er presset (stort kapacitetsbehov) og/eller ønskes anvendt til andre bymæssige funktioner. Da cykelparkeringen er over jorden, kan konstruktion overvejes opført i træ. Her er det vigtigt at indtænke gode adgangsforhold – det skal være nemt at få adgang til cykelparkering, gerne adgang PÅ cykel, f.eks. i sammenhæng med eleverede cykelstier.

Selvom udformning og placering af cykelparkering er afgørende for at lave gode cykelforhold og dermed opfordre til kombination af cykel og metro, bør god cykelparkering suppleres af jævnlig oprydning og evt. sanktioner ved parkering uden for stativ på længere sigt. Dette er dog på nuværende tidspunkt blot muligt som forsøgsordning.

10.2 Nyttiggørelse under højbane

I Metroselskabet og blandt selskabets ejere har der også været en interesse for at belyse mulighederne for at nyttiggøre de arealer, der opstår under en højbane.

For at understøtte dette har projektet fået udarbejdet et inspirationskatalog for at belyse, hvilke løsninger der findes andre steder i verdenen. Dette katalog kan findes i bilag 5. Kataloget forholder sig ikke til de restriktioner, der findes i metroanlægget i dag, såsom krav til brandbeskyttelse, afstande til søjler m.v., og den skal derfor alene fungere som inspiration til den videres proces.

I forbindelse med strukturplan for Levantkaj har By & Havn undersøgt mulighederne for at opføre mindre værksteder og væresteder under højbanen. Det bliver i samarbejde med By & Havn undersøgt, hvilke potentialer der er herfor, og i hvilken grad sådanne kan etableres.

Vigtigst for anlægget er, at de underliggende konstruktioner ikke påvirker sikkerheden på metroen i drift. Nærmere dialog og undersøgelser vil blive udført i næste fase.

Figur 10-1

Passager gennem dæmning med forskellige bredder afhængig af byens kontekst.

Illustration:
JAJA Architects for
Metroselskabet



10.3 Kunst på metrostationerne

På M4 Sydhavn bliver kunst integreret som en del af metrostationerne. Dette kan også være aktuelt i forbindelse med udvidelse af M4 til Ydre Nordhavn. På M4 Sydhavn (altså M4 Nordhavns modsatte ende) har Statens Kunstfonds Legatudvalg for Billedkunst udvalgt de fem værker blandt ti skitseforslag. Kunstværkerne er finansieret af VILLUM FONDEN, Det Obelske Familiefond og Statens Kunstfond som led i at skabe Danmarks længste kunstlinje. Det mangler fortsat at blive afklaret, om kunsten bliver en del af den samlede M4-linjes DNA og derved også kommer til at udsmykke udvidelsen af M4 til Ydre Nordhavn.

10.4 Dæmninger – en mulig del af en bæredygtig by

Dæmninger er en metrotypologi, der har et potentiale for reduceret CO₂-aftryk sammenlignet med f.eks. viadukter, grundet mindre brug af beton og muligt genbrug af jord. Dæmningsstrækningen som koncept har samtidig den udfordring, at den kan udgøre en barriere i byrummet. For at nå Metroselskabets mål om at reducere CO₂ fra nye linjeføringer med 50 pct. er det i forbindelse med udredningen blevet undersøgt, hvordan dæmningsstrækninger kan nytænkes og "blive en bedre nabo", samtidig med at de kan være med til at reducere metroens klimaaftryk fra anlægsfasen.

At være en "en god nabo" betyder i denne sammenhæng, at designet gentænkes, så det giver noget tilbage til naboerne langs strækningen, så også naboerne til *metrostrækningen* og ikke blot stationsområderne, vil få gavn af at bo tæt ved metroen. Studiet "Dæmninger – en del af en bæredygtig by" viser nye måder at anvende infrastrukturen på, hvor den er med til at skabe sammenhæng mellem byen og mobilitet og samtidig er en aktiv og biodivers grøn korridor i nye byudviklingsområder.

Nye forbindelser – Metroen er med til at skabe nye forbindelser på tværs af byen, og den idé er i projektet forsøgt videreført til metroens nære omgivelser. Dæmningsstrækninger på M1 og M2 ville kunne have flere passager. Uden passager opleves dæmningen som en barriere. Der har i projektet været fokus på at gøre det nemt og trygt at krydse fra den ene side til den anden. Det opnås bl.a. ved at sikre underføringernes bredde, at der arbejdes med belysning, samt at der arbejdes med overgangen mellem strækning og selve underføringen, altså indgangen til underføringen.

Det er i projektet undersøgt, hvordan dæmninger kan give mulighed for at etablere lommer og forløb af grønne områder i nye byudviklingsområder, som bliver en tilgængelig del af beboernes hverdag. En tur langs metroen kan blive til en tur i parken som en del af ens rejse. Desuden kan metroanlæg blive til en destination i sig selv ved at indbygge nye aktiviteter og opholdsrum i overgangen mellem infrastrukturen og byrummet.

Figur 10-2

Illustration af en opholds-lomme i dæmning.

Illustration:
JAJA Architects for
Metroselskabet



Figur 10-3

Dæmning som en grøn kile i byudviklingsområder.

Illustration:

SLA for Metroselskabet



Byliv og tryghed – Eksisterende metrodæmninger har været ”bagsiden” af de områder, de krydser. I projektet er det forsøgt vendt om, så dæmningen i stedet fungerer som områdets grønne ryggrad, som er integreret med de omkringliggende byfunktioner med aktiviteter langs længere dele af strækningen. Når funktioner varierer over hele linjen, men er tilpasset til hvert område, skabes et ejerskab og liv langs dæmningen, der øger den oplevede tryghed. Tryghed vil også kunne øges med flere passager, god belysning og øjne på gaden.

Et bidrag til en grønnere by

77 pct. af københavnere mener, at biodiversitet er vigtig for dem i høj eller meget høj grad, og 88 pct. ønsker, at naturen spiller en rolle i København i fremtiden (Vildt Nok?, Københavns Kommune, 2021). Som en del af nye byudviklingsområder kan metroanlægget bidrage til at give plads til biodiversitet, og at *forgrønning* af byområdet bliver tænkt ind i både stor og lille skala.

Undersøgelsen af biodiversitet på en dæmningstypologi viser, at en dæmningsvæg er egnet levested for mange organismer, såsom lav, mos og insekter. Selv med en monoton beplantning som f.eks. almindelig vedbend, der i dag findes på dæmninger, giver væggene mad og ly til mange insekter og fugle. Når biodiversitet er indtænkt i nye dæmninger, vil beplantning og terrænuformning skabe varierede habitater, der understøtter lokale arter og skaber natur med oplevelsesrige rum at bevæge sig gennem. Når en metrodæmning forbinder to eller flere grønne lommer, fungerer den derudover som en migrationskorridor for dyr, insekter og planter.

I områder med høj bebyggelse og risiko for vindgener, kan dæmningsens terræn og beplantning bryde vinden og skabe lommer med læ. Terrænet skal udformes med hensyn til lys- og skyggeforhold, så der skabes optimale forhold for blandt andet ophold og den valgte beplantning. Med sin mulighed for det varierede landskab kan dæmningstypologien bidrage med unikke og forskellige opholdsrum langs strækningen.

11. Anlægsøkonomi og restfinansiering

11.1 Forudsætninger

Anlægget forventes ibrugtaget i 2030, 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 2035. Derefter er realrenten antaget at være 3 pct. Alle priser er 2022-priser. Indtægter og omkostninger er tilbagediskonteret til 2024.

11.2 Anlægsoverslag

Det samlede anlægsoverslag for linjeføringerne fremgår af figur 11-1. Anlægsomkostninger er opgjort på baggrund af de tekniske løsninger beskrevet i afsnit 6 og 8. Anlægsoverslaget er baseret på erfaringer fra sammenlignelige projekter i Europa. Anlægsoverslaget er tillagt reserver på i alt 30 pct. af basisoverslaget. Formålet med reserven er at dække uforudsete udgifter i projektet. Reserven på 30 pct. dækker over 10 pct. i Projektreserve og 20 pct. i Central anlægsreserve, jf. Ny Anlægsbudgettering.

Håndtering af risici behandles mere dybdegående i afsnit 13.

Det fremgår, at ved at anlægge Rød linjes hovedforslag i ét stræk er anlægsoverslaget på 3,6 mia. kr., jf. figur 11-1. For varianten er anlægsoverslaget 100 mio. kr. lavere. Ved etapedeling øges anlægsomkostningerne til 3,8 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.
- etablering af yderligere infrastruktur, f.eks. stopspor og sporskiftezone, som der ikke vil være behov for, såfremt linjen anlægges i ét stræk.

For Blå linjes hovedforslag er anlægsoverslaget 2,4 mia. kr. For varianten er anlægsoverslaget ca. 100 mio. kr. lavere.

Figur 11-1

Anlægsoverslag, mio. kr.
ekskl. moms, inkl. reserve,
2022-priser⁶

	Blå		Rød	
	Hovedforslag	Variant	Hovedforslag	Variant
Bygge og anlægsarbejder	1.600	1.500	2.300	2.200
Transportsystem og anlæg	400	400	700	700
Andre omkostninger	400	400	600	600
Samlet anlægsoverslag	2.400	2.400	3.600	3.500

⁶ Afrunderinger betyder, at totalen kan afvige fra summen af de enkelte elementer.

11.3 Driftsøkonomi og reinvesteringer

11.3.1 Driftsudgifter og reinvesteringer

Driften af forlængelsen til Ydre Nordhavn vil blive integreret med M3/M4. Opgørelsen af driftsudgifter omfatter de ekstra driftsudgifter, som følger af etablering af hovedforslag M4. Reinvesteringer og driftsomkostninger vurderes at være ens for hovedforslag og variant.

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.

Beregningsen af driftsudgifterne er udarbejdet 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 en prisudvikling på ca. 0,3 pct. årligt.

I 2030 forventes årlige driftsomkostninger på 28 og 42 mio. kr. for hhv. Blå og Rød linjeføring, opgjort i 2022-priser ekskl. moms.

Såfremt Rød linje etapedeles, vil driftsomkostningerne være lavere i perioden frem til den fulde linje 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 udtjente. Det kan bl.a. være udskiftning af togsæt, rulletrapper, m.m.

11.3.2 Driftsindtægter

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

I beregning af merpåstigerne tages der udgangspunkt i OTM-resultaterne beskrevet i afsnit 7.1.3.

I beregningen af driftsindtægterne er der taget udgangspunkt i Metroselskabets forventninger til afregningskronen frem til 2050. Efter 2050 er der forudsat samme udvikling i afregningskronen som frem til 2050. Afregningskronen stiger i gennemsnit med 0,5 pct. pr. år i perioden fra 2050 til 2080.

Driftsindtægterne 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, rejse-længde 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 fem år for nye brugere af metroen. Deres indsving er antaget at være 60 pct. af påstigerne i første år, 75 pct. i andet år, 85 pct. i tredje år, 95 pct. i fjerde år og 100 pct. fra femte år og frem.

11.3.3 Nettodriftsoverskud

Nettodriftsoverskuddet angiver driftsindtægterne fratrukket driftsudgifterne. Udover passagerindtægter og de driftsudgifter, der er beskrevet i afsnit 11.3.1, 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 vurderet til -0,7 kr. pr. daglig merpåstiger.
- Administrationsomkostninger**
 Ekstra administrationsomkostninger er beregnet til 160 kr. pr. 1.000 merpåstigere.
- Moms**
 Metroselskabet er momspligtigt og skal derfor betale moms af nettodriftsoverskuddet.

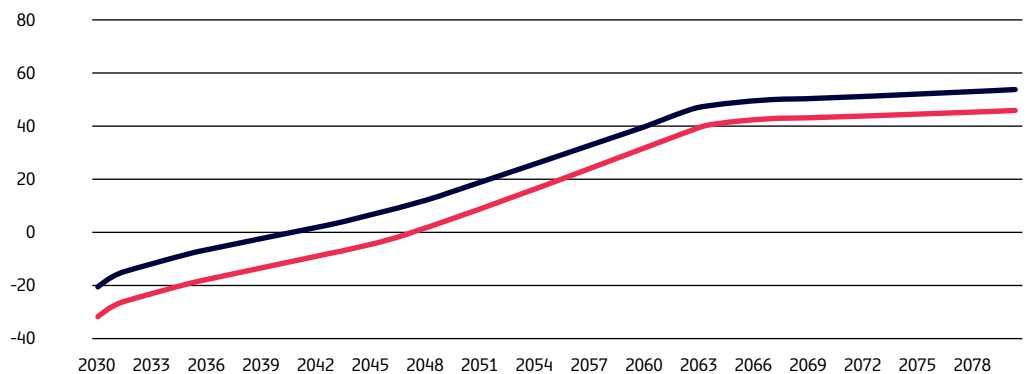
Figur 11-2 angiver nettodriftsoverskuddet for hhv. Blå og Rød linjes hovedforslag. Det fremgår, at Rød linjes hovedforslag forventes at have et negativt driftsresultat frem til år 2046. For Blå linjes hovedforslag er det frem til 2040. Baggrunden er, at der i de første år efter åbningen af metroen i 2030 forventes relativt få beboere og arbejdspladser i Nordhavn. Passagerindtægterne er således begrænsede de første år, hvorfor der forventes et nettodriftsunderskud de første år. Mens de to linjer forventes at få ca. lige mange passagerindtægter, forventes Rød linjes hovedforslag at have højere driftsomkostninger som følge af den længere linjeføring.

Figur 11-3 angiver nettodriftsoverskuddet for Rød etapedeling. Det fremgår, at etablering af etape 2 medfører en nedgang i nettodriftsoverskuddet. Det hænger sammen med, at etape 2 medfører marginalt flere merpåstigere, mens driftsomkostningerne stiger betydeligt som følge af etablering af etape 2.

Figur 11-2

Nettodriftsoverskud, mio. kr., 2022-priser

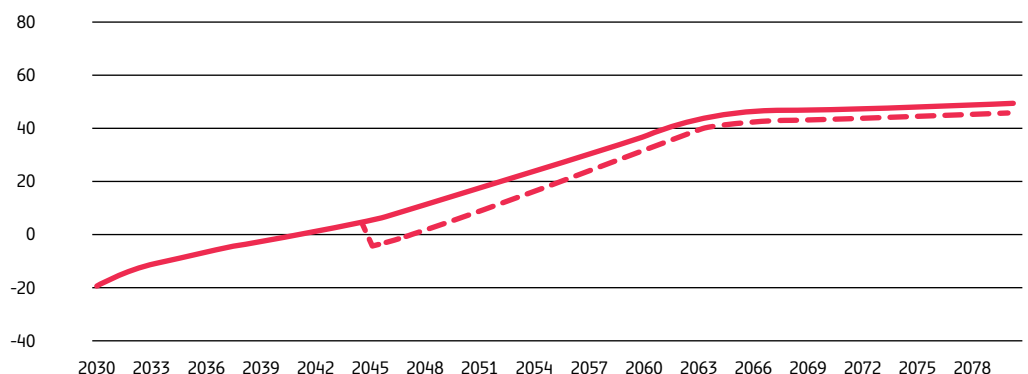
— Blå linje
— Rød linje



Figur 11-3

Nettodriftsoverskud for Rød etapedeling, mio. kr., 2022-priser

— Etape 1
- - - Etape 1+2



11.4 Restfinansieringsbehov

11.4.1 Restfinansieringsbehov – hovedforslag og variant

Restfinansieringsbehovet for hovedforslag og variant for Blå og Rød linjeføring er angivet i figur 11-4. Restfinansieringsbehovet dækker over nutidsværdien af alle indtægter og omkostninger.

Blå linjes hovedforslag og variant har en restfinansiering på 2 mia. kr., mens Rød linjes hovedforslag og variant har en restfinansiering på ca. 3,5 mia. kr.

Passagerindtægterne for Blå og Rød linje er begge på ca. 1,5 mia. kr. i nutidsværdi. Det hænger sammen med, at Rød linje, på trods af den længere linjeføring, ikke medfører markant flere påstigere i metroen. For Blå linje forventes det, at beboere på Ydre Nordhavn vil gå eller cykle til Nordhavn C og tage metroen derfra. Derfor forventes en station i Ydre Nordhavn ikke at medføre markant flere passagerer.

Rød linjes driftsomkostninger er ca. 50 pct. højere end Blå linjes. Det hænger sammen med, at Rød linjeføring er ca. 50 pct. længere. Driftsomkostninger på de faktorer, der indgår i beregningen (en ekstra station, øget strækningsslængde, ekstra togkilometer og ekstra togsæt i drift), øges således også med ca. 50 pct.

For varianterne forventes anlægsomkostningerne at være ca. 100 mio. kr. lavere end for hovedforslagene. Det giver sig udslag i en restfinansiering for varianterne som er ca. 100 mio. kr. lavere.

11.4.2 Restfinansieringsbehov – følsomheder

De forventede økonomiske konsekvenserne af alternativ byudvikling, som beskrevet i afsnit 7.3.1, fremgår af figur 11-5. En 20 pct. stigning i befolkning og arbejdspladser forventes at forbedre restfinansieringen med 200 mio. kr., mens 20 pct. færre beboere og arbejdspladser forventes at øge restfinansieringen med 200 mio. kr. Endelig forventes 15.000 ekstra arbejdspladser at forbedre restfinansieringen med 100 mio. kr.

11.4.3 Restfinansieringsbehov – etapedeling

Figur 11-6 angiver restfinansieringsbehovet, hvis Rød linjes hovedforslag anlægges i etaper, som beskrevet i afsnit 4.2.1.1, sammenlignet med Rød linjes hovedforslag anlagt i ét stræk. Det er antaget, at etape 1 åbner i 2030 og etape 2 i 2045.

Baggrunden for en evt. etapedeling er, at byudviklingen i Ydre Nordhavn kommer til at foregå over en lang tidsperiode. Dette afspejler sig også i påstigertallet for v/Fiskerikaj, jf. figur 7-4. Der er således en driftsøkonomisk gevinst ved etapedeling, da man undgår at betjene Ydre Nordhavn, før området byudvikles. Omvendt forventes det, at en større andel af beboere i Ydre Nordhavn i så fald vil anskaffe sig en bil, end hvis metroen etableres, inden beboerne flytter dertil. Som følge af forventningen om, at flere anskaffer sig bil, end hvis strækningen til Ydre Nordhavn etableres tidligere, er der en risiko for, at påstigertallet ved etape 2 overvurderes, da der i trafikmodelberegningerne ikke tages højde for denne effekt.

En ulempe ved en etapedeling er, at der vil være behov for en ekstra nedlukning af M3/M4 forud for ibrugtagning af M4-forlængelsen. Det økonomiske tab som følge heraf er ikke inkluderet. Derudover vil være øgede omkostninger til anlæg, mobilisering af organisation m.m., udbud, miljøkonsekvensvurdering m.m., jf. afsnit 11.2, hvilket indgår i de økonomiske beregninger.

Endelig er der en gevinst som følge af, at en del af omkostningerne udskydes, for derefter at blive tilbage-diskonteret, jf. realrenten. Det er usikkert, om denne gevinst vil kunne realiseres. Det hænger sammen med usikkerheden vedrørende realrenten. Det har derfor været overvejet at ændre renteforudsætningerne. Det er dog besluttet at bibeholde forudsætningerne, således at de stemmer overens med tidligere analyse af metro til Lynetteholm.

Restfinansieringsbehovet, hvis Rød linjes hovedforslag anlægges i ét stræk, er 3,6 mia. kr., og 3,3 mia. kr., hvis Rød linjes hovedforslag etapedeles. Det er dog usikkert, om hele denne gevinst kan realiseres, jf. ovenstående.

Figur 11-4

Restfinansieringsbehov,
mio. kr., 2022-priser,
tilbagediskonteret til 2024

	Blå		Rød	
	Hovedforslag	Variant	Hovedforslag	Variant
Anlæg	-2.400	-2.400	-3.600	-3.500
Reinvesteringer	-100	-100	-200	-200
Driftsomkostninger	-900	-900	-1.400	-1.400
Indtægter	1.400	1.400	1.500	1.500
Restfinansieringsbehov	-2.100	-2.000	-3.600	-3.500

Figur 11-5

Restfinansieringsbehov,
mio. kr., 2022-priser,
tilbagediskonteret til 2024

	Hovedforslag	Følsomheder		
		20 pct flere beboere og arbejdspladser	20 pct. færre beboere og arbejdspladser	15.000 ekstra arbejdspladser
Anlæg	-3.600	-3.600	-3.600	-3.600
Reinvesteringer	-200	-200	-200	-200
Driftsomkostninger	-1.400	-1.400	-1.400	-1.400
Indtægter	1.500	1.700	1.300	1.600
Restfinansieringsbehov	-3.600	-3.400	-3.800	-3.500

Figur 11-4

Restfinansieringsbehov,
mio. kr., 2022-priser,
tilbagediskonteret til 2024

	Rød Hovedforslag			
	Anlagt i ét stræk	Etape 1	Etape 2	Total
Anlæg	-3.600	-2.400	-1.000	-3.500
Reinvesteringer	-200	-100	0	-200
Driftsomkostninger	-1.400	-900	-300	-1.200
Indtægter	1.500	1.300	200	1.500
Restfinansieringsbehov	-3.600	-2.200	-1.200	-3.300

12. Samfundøkonomi

Den samfundøkonomiske analyse indeholder en vurdering af de samfundsmæssige fordele og ulemper ved etablering af hhv. Blå og Rød linjeføring. Analysen tager udelukkende udgangspunkt i etablering af metro og ikke i samfundøkonomien relateret til den byudvikling, som forventes at ske i Nordhavn.

På vegne af Metroselskabet har COWI udarbejdet en samfundøkonomisk analyse af metro til Ydre Nordhavn. COWI har på den baggrund udarbejdet en rapport, jf. bilag 4. Det er denne rapport, som ligger til grund for dette afsnit.

12.1 Metode

Beregningen følger Transport-, Bygnings- og Boligministeriets retningslinjer og gennemføres ved anvendelse af ministeriets officielle beregningsmodel til samfundøkonomiske analyser, benævnt TERESA (Transportministeriets Regnearksmodel for Samfundøkonomisk Analyse for transportområdet) version 6.0.

Den samfundøkonomiske analyse sammenligner fordele (gevinster) og ulemper (omkostninger) ved overordnet set to alternative fremtidsscenarier: ét scenarie uden etablering af metro til Ydre Nordhavn og ét scenarie med etablering af metro til Ydre Nordhavn. Forskellene på resultaterne i de to scenarier angiver den samfundøkonomiske effekt.

Der indgår følgende elementer i den samfundøkonomiske 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 evt. 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 arbejdsudbudsgavn.

De samfundøkonomiske 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 samfundøkonomiske ulemper er først og fremmest omkostningerne ved at anlægge metroen.

12.2 Forudsætninger

Der anvendes nøgletal fra Transport-, Bygnings- og Boligministeriets Transportøkonomiske enhedspriser (version 2.0, 2022). Forudsætningerne fremgår af figur 12-1.

Anlægsomkostningerne er ligesom i de finansielle beregninger tillagt 30 pct. reserve.

Figur 12-1

Forudsætninger i de samfundsøkonomiske beregninger

Emne	Forudsætning
Restværdi	Ved udgangen af beregningsperioden (2079)
Prisniveau (år)	2022
År for beregning af nettonutidsværdi	2022
Kalkulationsrente	3,5 % de første 35 år, derefter 2,5%
Nettoafgitsfaktor	1,28
Arbejdsudbudseffekt	1,1
Trafikvækst, -2062	Somfastlagt i OTM (Ørestadstrafikmodellen)
Trafikvækst, 2062-	Kollektiv trafik: 0 % pr. år Vejtrafik: 0 % pr. år

12.3 Resultater for Blå og Rød linje

Resultaterne fremgår af figur 12-2. Det fremgår, at begge de Blå scenarier forventes at medføre en positiv nettonutidsværdi på ca. 1.000 mio. kr. Den interne rente for Blå linjes hovedforslag og variant er hhv. 4,1 pct. og 4,2 pct. Den interne rente angiver, hvor stort det årlige samfundsøkonomiske afkast er. Jo højere en rente, desto bedre er projektet. Den positive nettonutidsværdi hænger sammen med, at brugergevinsterne, hovedsageligt tidsgevinster fra kollektiv transport, overstiger omkostningerne. For Rød linjeføring har hovedscenariet en negativ nettonutidsværdi på 200 mio. kr., mens varianten har en nettonutidsværdi på 0 mio. kr. Den interne rente for hovedforslag og variant er hhv. 3,1 pct. og 3,2 pct.

Grunden til, at Blå linjeføring har en højere nettonutidsværdi og intern rente end Rød linjeføring, er hovedsageligt, at Blå linjeføring har lavere anlægsomkostninger.

Figur 12-2

Samfundsøkonomiske resultater, mio. kr., nettonutidsværdi i 2022, 2022-priser

	Blå		Rød	
	Hovedforslag	Variant	Hovedforslag	Variant
Anlægsomkostninger (inkl. restværdi)	-2.100	-2.000	-3.000	-2.900
Drifts- og vedligeholdelseeffekter	-200	-200	-500	-500
Brugereffekter	3.400	3.400	3.700	3.700
Luftforurening, klima, uheld og støj	0	0	0	0
Øvrige konsekvenser	-200	-200	-400	-400
I alt nettonutidsværdi (NNV)	900	1.000	-200	0
Intern rente	4,1 %	4,2 %	3,1 %	3,2 %

13. 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 inden for Civil Works (CW) og Transportsystem (TS).

For de to hovedscenarier Blå linje og Rød linje udgør risiciene forbundet med de økonomiske og passagermæssige forhold 57 pct. af den totale risikoværdi, mens de økonomiske og passagermæssige forhold udgør ca. 48 pct. af risikoværdien for etapedelingen af Rød linje. De anlægstekniske risici udgør 33-35 pct. for de to hovedscenarier og etapedelingen, hvorimod risici relateret til transportsystemet udgør 33 pct. for etapedelingen af Rød linje og blot ca. 22 pct. for de to hovedscenarier.

Fælles for alle linjeføringerne er den største risiko #5: "Byudvikling af Nordhavn er ikke som forventet". Det er således afgørende for de økonomiske resultater, at den forudsatte byudvikling sker.

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

Der er udarbejdet en risikorapport for udredningsfasen. Rapporten er vedlagt som bilag 3. Nedenstående figurer angiver de fem største risici og den estimerede værdi i totale og procent af anlægsoverslaget for hver af linjeføringerne.

Figur 13-1

Fem største risici for Blå linje

		mio. DKK	
(#5) Byudvikling i Nordhavn er ikke som forventet		68.63	18 %
(#4) Lavere afregningskrone end forudsat		59.48	15 %
(#3) Højere renteudgifter end forventet fra 2035 og frem		35.69	9 %
(#65) Øgede driftsomkostninger		35.69	9 %
(#29) Globale forhold og markedsforhold fører til øgede priser fra entreprenører		26.85	7 %
Sum		226.3	58 %

Figur 13-2

Fem største risici for Rød linje

	mio. DKK	
(#5) Byudvikling i Nordhavn er ikke som forventet	99.75	18 %
(#4) Lavere afregningskrone end forudsat	86.45	15 %
(#3) Højere renteudgifter end forventet fra 2035 og frem	51.87	9 %
(#65) Øgede driftsomkostninger	51.87	9 %
(#29) Globale forhold og markedsforhold fører til øgede priser fra entreprenører	44.88	8 %
Sum	334.8	59 %

Figur 13-3

Fem største risici for Rød etapedeling

	mio. DKK	
(#5) Byudvikling i Nordhavn er ikke som forventet	106.90	17 %
(#4) Lavere afregningskrone end forudsat	92.62	14 %
(#31) Manglende konkurrence om TS-leverancerne	92.62	14 %
(#65) Øgede driftsomkostninger	55.58	9 %
(#29) Globale forhold og markedsforhold fører til øgede priser fra entreprenører	48.40	8 %
Sum	396.1	62 %

14. Tidsplan for udførelse

Der er på nuværende tidspunkt ikke udarbejdet detaljerede tidsplaner for M4-forlængelse i Nordhavn.

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

Generelt om opgavernes mål og rækkefølge

I næste fase vil der skulle gennemføres en række opgaver til forberedelse af projektets udførelse 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 samt at gennemføre en hensigtsmæssig udbudsproces.

Procesplanens vurderinger er baseret på en meget overordnet vurdering og tager ikke højde for de udfordringer, som et stort anlægsprojekt ofte vil støde ind i.

For at kunne opnå bæredygtighedsambitionerne i de næste faser af projektet undersøger Metroselskabet forskellige kontraktforhold, med det formål at styrke samarbejdet med entreprenøren og de projekterende rådgivere.

Generelt må det forventes, at der kan optræde forlængelser af processen, f.eks. at udbudsprocessen tager længere tid, at entreprenørerne kræver længere anlægstid etc. Dette gælder, uanset hvilken måde opgaverne planlægges på.

I hele metroprojektets forløb er det centralt at fortsætte koordineringen med By & Havn samt Vejdirektoratet om både byudviklingen og anlæg af Østlig Ringvej.

I koordineringen med By & Havn om Nordhavn skal indgå både anlægstekniske og byplanmæssige forhold.

Figur 14-1

Procesplan for M4-forlængelse til Ydre Nordhavn



15. Bilagsfortegnelse

Bilag nr.	Titel / Emne	Udgivers dok.ID.	Format
1	Forudsætninger for trafikmodelberegninger	Udgivet af MOE/Artelia	PDF
2	Teknisk bilagsrapport, herunder tekniske tegninger	Udgivet af Atkins	PDF
3	Risikoreport	Udgivet af Rambøll	PDF
4	Samfundsøkonomisk analyse	Udgivet af COWI	PDF
5	Development Integration Possibilities Report (Inspiration Guide)	Udgivet af Atkins	PDF
6	Dæmninger – en del af en bæredygtig by	Udgivet af SLA og JAJA Architects	PDF
7	Trafikmodelberegninger for udbygning af M4 Nordhavn	Udgivet af MOE/Artelia	PDF

