

Metroselskabet – resumé

Udredning om en forlængelse af M4 til Ydre Nordhavn



Tekst

Metroselskabet

Styregruppe

Københavns Kommune (formand),
By & Havn og Metroselskabet.

Transportministeriet og Frederiksberg
Kommune har som ejere af Metroselskabet
deltaget i udredningens arbejdsgruppe
som observatører.

Periode

Februar 2022 – Juni 2023

Forside

Nordhavn – Dragør Luftfoto

Design og layout

e-Types

ISBN 978-87-92378-44-6

Indhold

1	Hvorfor metro til Ydre Nordhavn?	5
2	En mere klimavenlig udbygning af metroen	6
3	Linjeføringsforløb og stationer	9
	3.1 Blå linje (to stationer)	10
	3.2 Rød linje (tre stationer)	16
	3.3 Stationer, anlæg og design	22
4	Sammenhæng med byudvikling og anden infrastruktur	28
5	Nøgletal for økonomi, passagerer og CO ₂ -aftryk mm.	32
6	Proces og tidsplan for etablering af metroen	42



1. Hvorfor metro til Ydre Nordhavn?

I marts 2020 åbnede M4-metrolinjen med to stationer i Nordhavn. Linjen forbinder Nordhavn med M3 Cityringen og er en milepæl for udviklingen af bydelen, der i dag har ca. 3.500 beboere.

Bydelen er dog langt fra færdigudbygget. Når Nordhavn er fuldt udviklet, er det i udredningens hovedscenarie antaget, at der bor ca. 35.000 beboere, og der vil være ca. 28.000 arbejdspladser. Nordhavn er således Københavns Kommunes største nuværende byudviklingsområde.

Metrolinjens forlængelse til Ydre Nordhavn er en del af udviklingen af bydelen.

I udredningen undersøges to forskellige linjeføringer, der begge kan betjene Ydre Nordhavn med en grøn, kollektiv infrastruktur.

De to linjeføringer er Blå linje med to stationer og Rød linje med tre stationer.

Begge linjer er undersøgt med en løsning, hvor hovedparten af linjen er anlagt på højbane, og en variant hvor udledningen af CO₂ fra anlæg er reduceret med øget anvendelse af dæmningskonstruktioner.

På den eksisterende linje er Nordhavn Station i tunnel og Orientkaj Station på højbane.

Fra screening til udredning

I december 2021 behandlede Københavns Borgerrepræsentation en screeningsrapport med forskellige muligheder for forlængelsen af M4 til Ydre Nordhavn. På baggrund af screeningsrapporten blev det besluttet, at den efterfølgende udredning skulle undersøge to mulige linjeføringer: Blå linje med to stationer og Rød linje med tre stationer.

Udredningens formål er at tilvejebringe et grundlag for en politisk beslutning om hvilken linje, der skal udgøre forlængelsen af M4 til Ydre Nordhavn. Herefter kan en miljøkonsekvensvurdering (MKV) af den ønskede linjeføring sættes i gang. På baggrund af MKV kan der træffes politisk beslutning om etablering og finansiering af metrolinjen, og herefter kan anlæggelsen af metroen starte. Fastlæggelse af metrolinjen er et centralt element i strukturplanen for Ydre Nordhavn. Det er i udredningen antaget, at forlængelsen af M4 åbner i 2030.

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

2. En mere klimavenlig udbygning af metroen

I udredningen af metro til Ydre Nordhavn har der været fokus på at designe en metrostrækning, som har et betydeligt lavere CO₂-aftryk i anlægsfasen end det eksisterende metroanlæg i Nordhavn.

Målsætningen skal ses i lyset af det nationale klimamål om at reducere CO₂-udledningen med 70 pct. i 2030 i forhold til 1990 samt Københavns Kommunes 2025 klimaplan med målet om at blive verdens første CO₂-neutrale hovedstad.

Den væsentligste del af CO₂-aftrykket fra metroen kommer fra anlægsfasen. Derfor er der arbejdet med at klimaoptimere anlæggets design, så der bruges færrest, og mindst muligt CO₂-intensive, materialer.

Reduktion af CO₂ fra anlægget kommer i udredningsfasen fra tre designmæssige tiltag:

- Anvendelse af træ i højbanekonstruktion og på stationer som delvis erstatning for jern og stål.
- Slanke betonkonstruktioner, som bl.a. ses i en viaduktstrækning med to sidestillede betonsøjler (dobbeltsøjle).
- Sporstrækninger på dæmning.

Et CO₂-optimeret design af metro til Ydre Nordhavn adskiller sig således fra det eksisterende anlæg i Nordhavn. Det eksisterende anlæg med enkeltøjler er designet ud fra hensyn til bl.a. bymæssige forhold, hvor der er få 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. De tre tiltag uddybes i afsnit 3.3 om metroens anlæg og design, herunder fordele og ulemper ved de forskellige tiltag.

I figur 1 er CO₂-udledningen ved den eksisterende metro i Nordhavn med 'Enkeltsøjle-viadukt' sammenlignet med de anlægselementer, der indgår i udredningen.

I anlægselementet 'Dobbeltsøjle-hybridviadukt', indgår både anvendelse af træ i konstruktionen og den slankere betonkonstruktion med to sidestillede betonsøjler (dobbeltsøjle). 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.

50 pct. CO₂-reduktionsmål for metroanlæg

I Metroselskabets forretningsstrategi for 2023-2026 indgår en strategisk ambition om at "halvere klimaaftrykket fra nye metroprojekter i sammenligning med den eksisterende metro. Fokus er på reduktion i brug af materialer og herunder en massiv indsats i forhold til både design, anlægsmetoder og materialevalg."

Fig. 1 CO₂e-aftryk for anlæg af 1 km metrostrækning

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 og er ekskl. reinvesteringer. Data om mængder er baseret på designet i Udredningsfasen. Emissionsfaktorer for materialer og processer er baseret på erfaringsdata fra etablering af Cityringen og M4 til Nordhavn. Designet udvikles og detaljeres videre i kommende faser.

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.

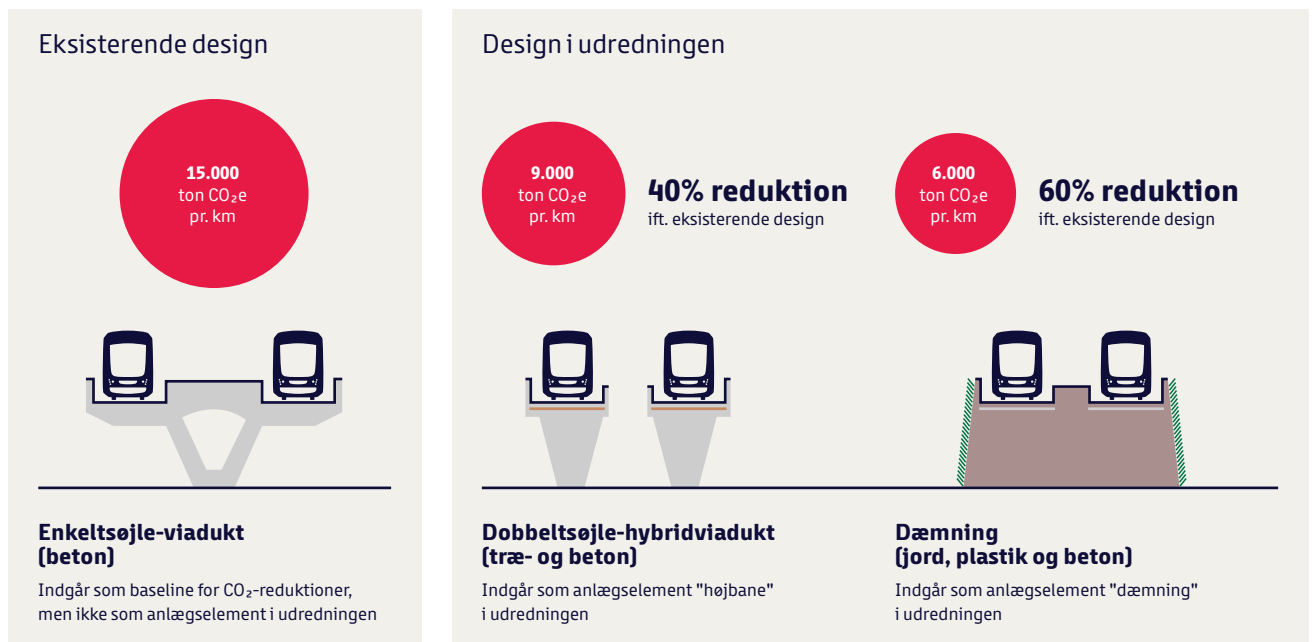
Valg af et andet designmæssigt tiltag end den eksisterende metro i Nordhavn, herunder dæmning, kan få betydning ift. byudviklingen, f.eks. at muligheden for at passere banen begrænses, åbenheden i byen formindskes og muligheden for at nyttiggøre og anvende arealerne under banen bliver mindre.

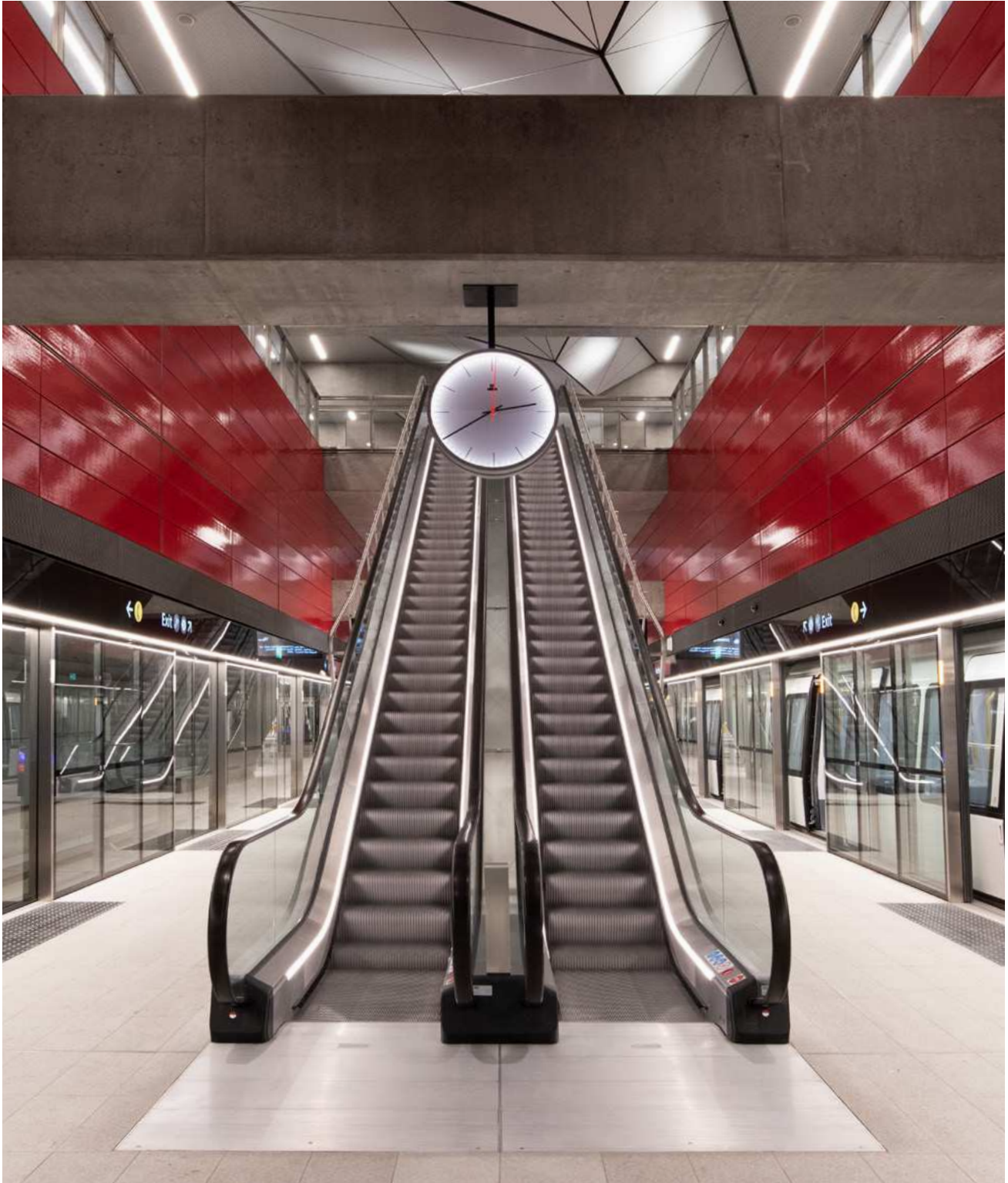
Byudvikling og metroanlægget skal derfor samtænkes, så de støtter og styrker hinanden bedst. Metroens stationer skal betjene flest mulige mål for at være med til at skabe værdi i byudviklingen, hvilket også giver metroen det største passagertal og bedste driftsøkonomi. Det er således økonomisk og miljømæssigt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

større frihedsgrader i forbindelse med byudviklingen, da det vil være nemmere at skabe stationsnærhed for flere lokaliteter. Tre stationer giver dog også øget omkostninger og CO₂-udledning til anlæg og drift af metrosystemet.

Tiltagene med de løsninger der præsenteres i udredningen, forventes ikke at være tilstrækkeligt til at nå Metroselskabets strategiske ambition om at halvere klimaftrykket fra anlægsfasen.

For at opnå dette reduktionsmål vil det være nødvendigt at opnå yderligere reduktioner i de næste faser af projektet, herunder især forbindelse med yderligere projektdesign og krav i udbud, og videre frem til anlægsfasen. Udviklingen af især nye materialer, metoder og teknologi, der kan reducere CO₂ fra anlægsfasen, forventes at fortsætte i de kommende år. Denne udvikling skal i videst muligt omfang kunne rummes i de næste faser af projektet, og er central for designfasen, hvor der er størst potentiale for reduktion af CO₂. Proces og tidsplan for etablering af metroen er uddybet i afsnit 6.





Nordhavn Station – skiftestation til S-tog

3. Linjeføringsforløb og stationer

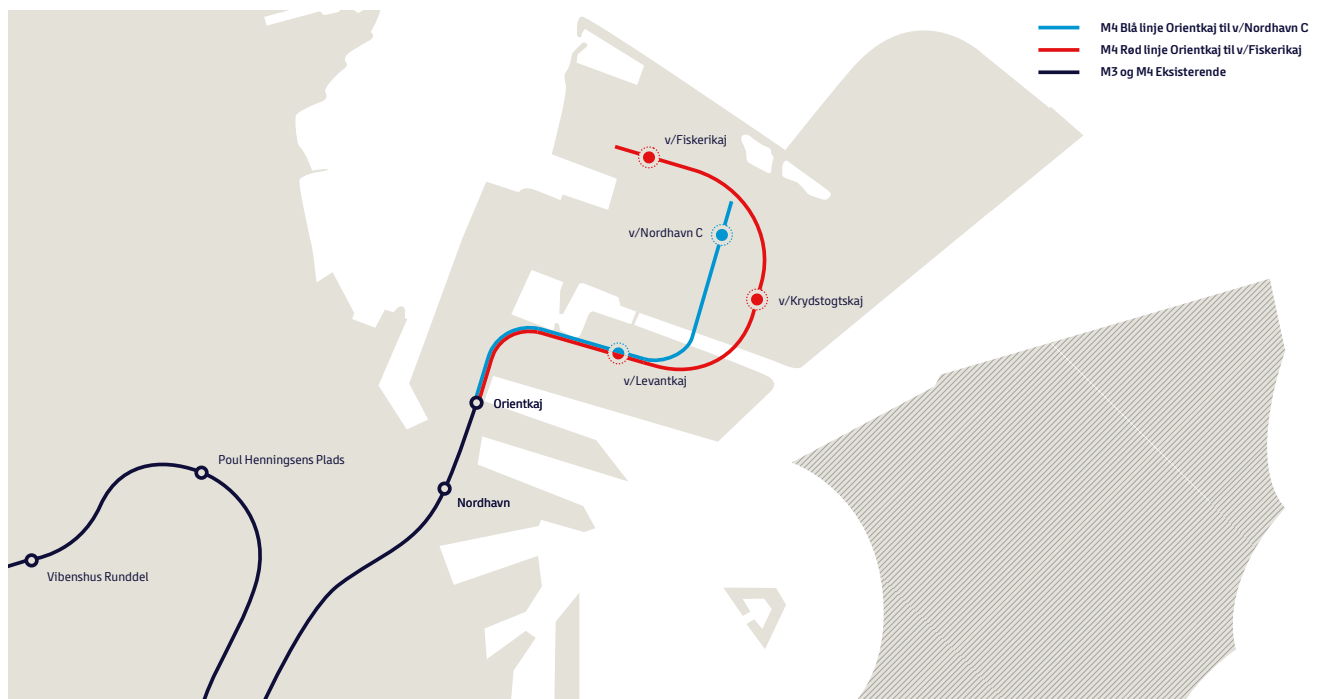
Fig. 2

M3 er i tunnel. På M4 er strækningen til Nordhavn Station også i tunnel. Orientkaj Station er på højbane. Mellem de to stationer er en rampe. Efter Orientkaj station fortsætter metroen på højbane. Nord for Levantkaj anlægges på højbane og dæmning.

Der er undersøgt to forskellige linjeføringer. Blå linje med to stationer og Rød linje med tre stationer. Derudover er der undersøgt en variant af både den blå og røde linje, hvor udledningen af CO₂ fra anlæg er reduceret yderligere ved øget anvendelse af dæmning på strækningen nord for Levantkaj. Den eneste forskel på hovedforslag og variant er således omfanget af dæmninger.

Antal passagerer, trafikale effekter, rejsetider, frekvens, trafiksystem mm. er således ens for hovedforslag og variant.

De to linjeføringer fremgår af figur 2 nedenfor.



3.1 Blå linje (to stationer)

Fig. 3
Blå linje med
to stationer

De transparente blå cirkler omkring stationerne viser stationsnærhed med 600 m cirkelslag i fugleflugtslinje.



Passagerer

Passagererne på de to nye stationer får 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.

Når Nordhavn er fuldt udbygget, hvilket forudsættes at være i 2062, er det beregnet, at den Blå linje vil medføre ca. 23.000 merpåstignere pr. hverdagsdøgn i det samlede metrosystem.

På de to nye stationer er det beregnet, at v/Levantkaj vil få ca. 4.000 påstignere og v/Nordhavn C vil få ca. 12.000 påstignere pr. hverdagsdøgn i 2062. For v/Levantkaj svarer det til en station på størrelse med Lindenvang på M1/M2 i 2019 (før Covid 19). Stationen v/Nordhavn C kan sammenlignes med Vanløse i 2019, og kun lidt mindre end Lufthavnen eller Christianshavn.

På kortet i figur 3, der viser stationsnærhed, fremgår det, at de to nye stationer, sammen med de eksisterende stationer Orientkaj og Nordhavn, sikrer, at det meste af Nordhavnbymrådet får stationsnærhed og vil være inden for et 600 m cirkelslag af en station. En stor del af områderne har også overlap i stationsgrundlag.

I Metroselskabets analyser har praksis været at vise stationsnærhed med et 600 m cirkelslag.

Nøgletal for M4 Blå linje

2 stationer – 1,7 km

Passagerer

Antal passagerer

23.000

merpåstigere pr. hverdagsdøgn
i metrosystemet i 2062



Klima

Reduktion i CO₂ ift. eksisterende metro

Blå hovedforslag

32%

Blå variant

33%

Økonomi

Restfinansiering*

Blå hovedforslag

2,1 mia.

Blå variant

2,0 mia.

Frekvens i myldretiden

185 sek.

er tidsrummet mellem
hvert tog



CO₂-aftryk pr. passagerkilometer
i metrosystemet

18 g



Anlægsoverslag*

Blå hovedforslag

2,4 mia.

Blå variant

2,4 mia.

Rejsetid fra v/Nordhavn C til



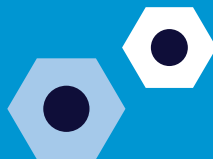
Samlet CO₂-aftryk fra anlæg

Blå hovedforslag

18.000 tons CO₂

Blå variant

17.500 tons CO₂



Intern rente

Blå hovedforslag

4,1%

Blå variant

4,2%



* 2022-priser inkl. 30 pct. korrektionsreserve

Stationsnærhed

Ifølge fingerplanens regler om stationsnær placering omtalt som "stationsnærhedsprincippet" skal større byfunktioner i hovedstadsområdet (dog ikke boliger) fortrinsvis ske indenfor 600 m gangafstand fra eksisterende eller kommende station.

Reglerne om stationsnær placering har primært til formål at mindske trængsel og tabt tid på vejene ved at gøre det nemt at

bruge kollektiv transport. Undersøgelser viser således, at lokalisering af arbejdspladser inden for acceptable gangafstande fra en station med hurtig og højfrekvent kollektiv trafik har en betydelig effekt på transportadfærden og dermed på både trængsel på vejene, økonomien i den kollektive transport samt miljø- og klimabelastning fra biltrafik.

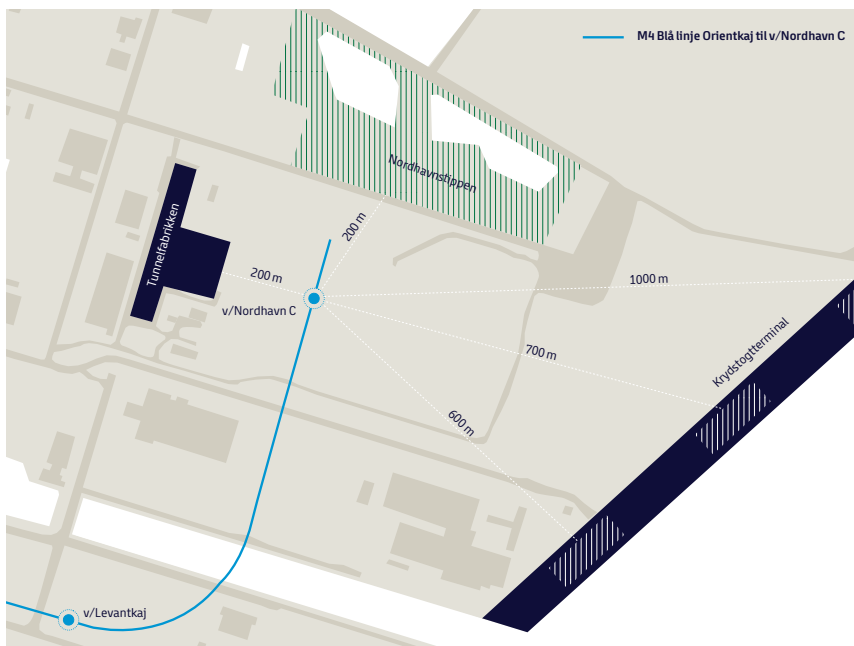
Afstanden mellem Orientkaj og v/Levantkaj er ca. 800 m (ca. 600 m i fugleflugtslinje) og mellem Levantkaj og v/Nordhavn C er 800 m (ca. 700 m i fugleflugtslinje). I metrosammenhæng er der således forholdsvis kort afstand mellem stationerne, når der sammenlignes med andre byudviklingsområder. Eksempelvis er der på M1 mellem Islands Brygge station og Vestamager station omkring 1000 m mellem de fleste stationer. I forudsætningerne for den nye linje M5 er

der ligeledes antaget omkring 1000 m mellem stationerne på Lynetteholm og Refshaleøen og endnu længere mellem Kløverparken og Refshaleøen.

Med den Blå linje får ca. 80 pct. af byområdet i Ydre Nordhavn stationsdækning med 600 m cirkelslag. I udviklingen af arealer ved Fiskerikaj og nord for Svanemølleholmen, hvor afstanden til en station overstiger 600 m, er det vigtigt, at der udvikles gode og direkte adgangsveje til stationerne.

Fig. 4

Afstande i afrundede tal fra v/Nordhavn C til Tunnelfabrikken, Nordhavstippen og Krydstogterminalen



Som det fremgår af figur 4 er der fra stationen v/Nordhavn C i fugleflugtslinje ca. 200 meter til Tunnelfabrikken (fremtidigt kulturhus, der også huser kollegie, erhverv mv.), ca. 200 m til det grønne areal Nordhavstippen og den kommende naturpark i Nordhavn samt ca. 600 m til nærmeste krydstogterminal.

Intervallet mellem togafgange vil være det samme som på M4 i dag. Det vil sige en togafgang i myldretiden hvert 185 sek. En frekvens på 185 sek. er den højest mulige frekvens i Nordhavn, da M4 er en afgang på M3 Cityringen. Beregninger af kapacitet viser, at 185 sek. er tilstrækkelig høj frekvens til at sikre, at der ikke opstår kapacitetsproblemer på strækningen med de forventninger til byudvikling, der indgår i udredningen.



Opstillingsspor på strækningen
før Amager Strand Station

Foto: Rune Johansen

Linjeføringsforløb for hovedforslag

Den blå linje er en forlængelse af M4 fra Orientkaj Station til to nye stationer v/Levantkaj og v/Nordhavn C. Begge stationer er højbanestationer.

Linjen er på højbane på Levantkaj og anlægges som en 'Dobbeltøjle-hybridviadukt' jf. figur 1 på side 7, hvorefter den på en betonbro krydser bassinet mellem Levantkaj og Ydre Nordhavn samt den planlagte tunnel for Østlig Ringvej. I Ydre Nordhavn fortsætter linjen på højbane frem til og over Oceanvej. Træ-beton hybridviadukten og de øvrige anlægselementer er beskrevet i afsnit 3.3. Anvendelsen af elementerne på linjen er illustreret som hovedforslag i figur 5.

På strækningen frem til v/Nordhavn C er forudsat en dæmning til sporskifte til metro-tog. Sporskiftet er nødvendigt for at togene kan skifte retning, når de kører til og fra endestationen.

Ligeledes er forudsat en strækning med dæmning efter stationen, hvor der anlægges et stopspor og opstillingsspor. Stopspor anlægges af sikkerhedshensyn, og opstillingsspor anvendes bl.a. til op- og nedformering af driften i forbindelse med myldretid samt normalisering af driften efter driftsforstyrrelser.

Både opstillingsspor og sporskifte er anlægskonstruktioner, der ville kræve et stort forbrug af stål og beton, hvis de skulle anlægges på højbane, og er på den baggrund i beregninger af økonomi og CO₂ forudsat anlagt på dæmning. Dette svarer til standarden for M1/M2, hvor disse anlæg også er på dæmning. Billedet til venstre viser et opstillingsspor.

Den samlede strækning på dæmning er i alt ca. 220 m fordelt nord og syd for stationen v/Nordhavn C ud af ca. 1,7 km strækning.

Hvis opstillingsspor, sporskifte og stopspor skulle etableres på en højbane ville det øge anlægskosten og CO₂-udledningen. Det er vurderet, at meromkostningen ville være ca. 100 mio. kr. (2022-priser) inkl. 50 pct. korrektionsreserve. Den høje reserve skyldes, at estimatet ikke er udarbejdet på udredningsniveau eller er eksternt kvalitetssikret. Den øgede mængde CO₂ er beregnet til 550 tons CO₂.

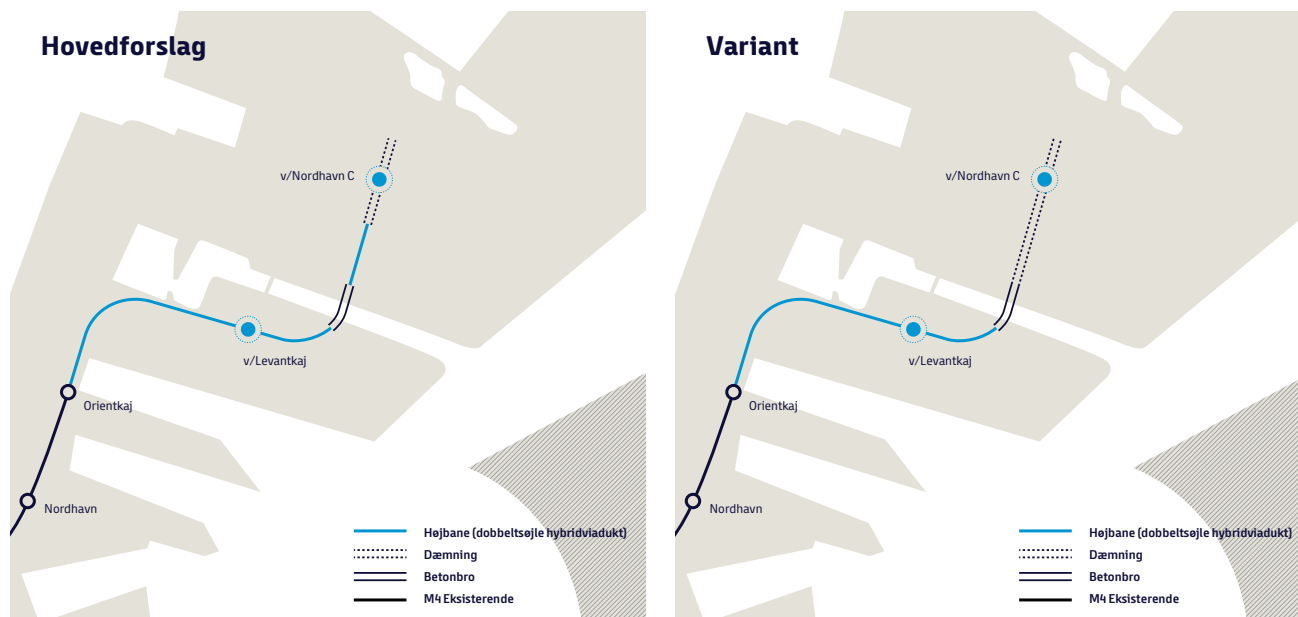


Fig. 5

Ændringer fra hovedforslag til variant

Linjeføringsforløb for variant med øget anvendelse af dæmning

Varianten har samme linjeføring som hovedforslaget, men nord for Levantkaj er antaget dæmning på strækningen efter betonbroen og frem til stationen v/Nordhavn C. Ændringerne fra hovedforslag til variant fremgår af figur 5 ovenfor.

Den samlede strækning med dæmning udgør med denne løsning ca. 400 m. Der er indlagt passage i dæmningen, så det er muligt at komme under metroen. Denne passage er antaget at være 10 m bred og med en frihøjde på ca. 5 m og placeres ved Oceanvej. Der er i anlægsøkonomien og beregninger af CO₂ taget højde for dette. Oceanvej er dog en større befærdes vej, da den er adgangsvej til Krydstogtterminalerne og

Containerterminalen mm., hvor der er tung trafik. Derfor indgår i strukturplanen en væsentligt bredere passage. Dette vil der blive set nærmere på i næste fase. Fordele og ulemper ved anvendelse af dæmning uddybes i afsnit 3.3 om anlægs-elementer.

Klimatiltag

Sammenlignes Blå linje hovedforslag med den eksisterende metro i Nordhavn, opnås en reduktion i CO₂ fra anlægsfasen på op til 32 pct. For varianten, hvor en større del af strækningen kører på dæmning, er reduktionen op til 33 pct. Den beskedne forskel skal ses i lyset af, at kun strækningen nord for Levantkaj er ændret fra højbane til dæmning.

Den samlede CO₂-udledning for anlæg af hhv. hovedforslaget og variant på dette

Klimaaftryksmodel

Metroselskabets klimaaftryksmodel er udviklet af Metroselskabet 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 metro i 100 år. I modellen anvendes erfaringsdata om materialer og processer fra tidligere metroprojekter, mens det aktuelle design fra udredningen benyttes til at fastlægge de forventede mængder.

Modellen er et screeningsværktøj til de tidlige projektfaser og giver et summarisk overblik over fordelingen af de væsentligste kilder til klimaaftrykket set over livscyklus.

projektstadiet er vurderet at være 18.000 og 17.500 tons CO₂. Hertil kommer CO₂ fra reinvesteringer over metrolinjens designlevetid på 100 år. I dette indgår også anvendelse af træ. Da træ kun benyttes, hvor det er beskyttet, er levetiden antaget at være ens for træet som for de overjordiske betonkonstruktioner.

På strækningen nord for Levantkaj er udledningen 5.500 tons for hovedforslaget og 5.000 tons for varianten.

Alle CO₂-beregningerne er lavet i Metroselskabets Klimaaftryksmodel, som på baggrund af erfaringsdata opgør de væsentligste kilder til CO₂ fra metrobyggeri.

Der har i udredningen været fokus på CO₂-reduktioner som opnås ved bearbejdning af designet generelt, og ved at bygge slankere konstruktioner med mindre CO₂-intensive materialer. I de næste faser vil det være muligt at klimaoptimere andre dele af projektet, f.eks. ved at stille krav til anlægsmetoder, transport og de konkrete materialer, som anvendes i projektet. Det er dog vanskeligt at opnå så store reduktioner som i designfasen.

CO₂-udledningen pr. passagerkm. viser CO₂-effektiviteten pr. passagerkm. i det samlede metrosystem med en forlængelse i Nordhavn. Det er beregnet til 18 gram CO₂ for hovedforslaget og variant, hvilket skal ses i lyset af, at beregningen er baseret på det samlede metronet. I beregningen indgår både CO₂ for drift af metroen, anlæg og forventede reinvesteringer over 100 år. Til sammenligning er klimabelastningen pr. passagerkm. fra en nyproduceret elbil mellem 90-100 g for drift og produktion af køretøjet alene. Metode og datagrundlag er beskrevet nærmere i udredningsrapport.

Økonomi

Den Blå linjeføring er beregnet at koste ca. 2,4 mia. kr. (2022-priser) at anlægge.

Varianten med øget brug af dæmning er lidt billigere at anlægge end hovedforslaget, men pga. afrunding er de præsenteret med samme anlægsoverslag. Den konkrete forskel på hovedforslag og variant fremgår af figur 5 og beskrivelserne af linjeføringerne nedenfor.

I beregningen af restfinansiering er forskellen dog 100 mio., da restfinansieringen er beregnet til ca. 2,1 mia. for hovedforslaget og ca. 2 mia. kr. for varianten med øget anvendelse af dæmning. Restfinansieringen er beløbet, der er behov for, når alle omkostningerne til anlæg, drift og reinvesteringer er lagt sammen og indtægterne fra passagerer, er modregnet.

Den samfundsøkonomiske analyse af linjeføringen giver et resultat på 4,1 pct. i intern rente for hovedforslaget og 4,2 pct. i intern rente for varianten med øget anvendelse af dæmning. Den samfundsøkonomiske analyse er udarbejdet i Transportministeriets Regnearksmodel for Samfundsøkonomisk Analyse for transportområdet, Teresa. Det er Transportministeriet, som fastlægger metode og indhold for beregningen, der udarbejdes på en ensartet måde på tværs af transportområdet.

3.2 Rød linje (tre stationer)

Fig. 6
Rød linje med
tre stationer

De transparente røde cirkler omkring stationerne viser stationsnærhed med 600 m cirkelstråle i fugleflugtslinje.



Passagerer

Med den Røde 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.

Den Røde linje er beregnet at medføre ca. 25.000 merpåstigere i det samlede metrosystem, når Nordhavn er forudsat fuldt udbygget i 2062.

Trafikmodelberegningerne viser, at stationen v/Levantkaj vil få ca. 4.000 påstigere pr. hverdagsdøgn i 2062. Dette er samme antal påstigere som den Blå linje, og svarer således også til Lindevang station i 2019.

Stationen v/Krydstogtskaj er beregnet at få 8.000 påstigere pr. hverdagsdøgn i 2062. Det svarer til Ørestad i 2019. Stationen v/Fiskerikaj er beregnet at få ca. 5.000 påstigere pr. hverdagsdøgn i 2062.

Kortet i figur 6 viser, at den Røde linje sikrer stationsnærhed i det nordvestlige hjørne v/Fiskerikaj, som ikke er stationsnært med den Blå linje. Med tre stationer er der dog også et større overlap i stationsdækningen, ligesom en del af stationsgrundlaget er vandarealer. Afstanden mellem Orientkaj og v/Levantkaj er ca. 800 m (ca. 600 m i fugleflugtslinje) ligesom på den Blå linje. Mellem v/Levantkaj og v/Krydstogtskaj er afstanden knap 700 m (ca. 600 m i fugleflugtslinje) og mellem v/Krydstogtskaj og v/Fiskerikaj ca. 850 m (ca. 750 m i fugleflugtslinje). Disse afstande fremgår af figur 7.

Nøgletal for M4 Rød linje

3 stationer – 2,5 km

Passagerer

Antal passagerer

25.000

merpåstigere pr. hverdagsdøgn
i metrosystemet i 2062



Klima

Reduktion i CO₂ ift. eksisterende metro

Rød hovedforslag

31%

Rød variant

34%

Økonomi

Restfinansiering*

Rød hovedforslag

3,6 mia.

Rød variant

3,5 mia.

Frekvens i myldretiden

185 sek.

er tidsrummet mellem
hvert tog



CO₂-aftryk pr. passagerkilometer
i metrosystemet

18 g



Anlægsoverslag*

Rød hovedforslag

3,6 mia.

Rød variant

3,5 mia.

Rejsetid fra v/Fiskerikaj til



Samlet CO₂-aftryk fra anlæg

Rød hovedforslag

26.000 tons CO₂

Rød variant

24.500 tons CO₂



Intern rente

Rød hovedforslag

3,1%

Rød variant

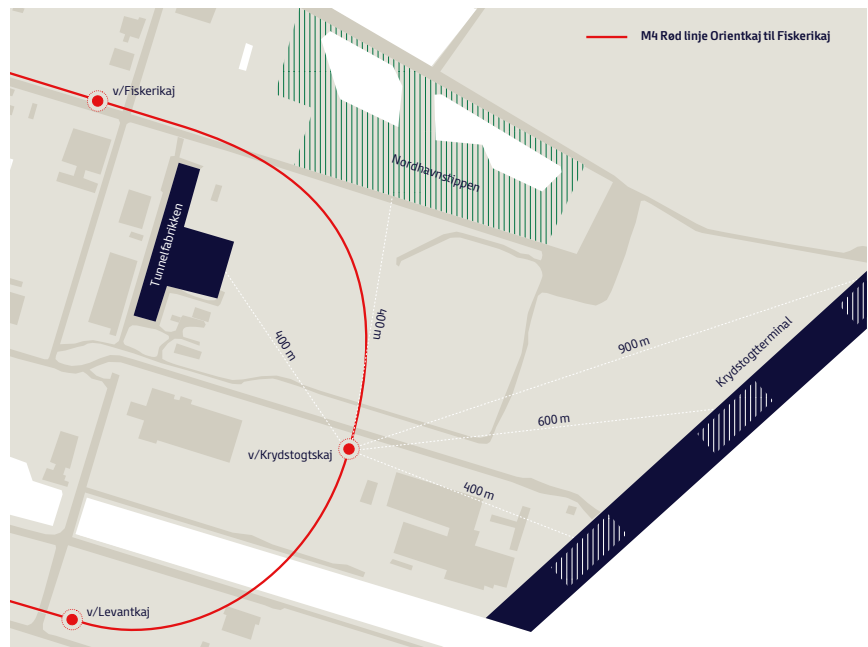
3,2%



* 2022-priser inkl. 30 pct. korrektionsreserve

Fig. 7

Afstande i afrundede tal fra v/Krydstogtkaj til Tunnelfabrikken, Nordhavnstippen og Krydstogtterminalen



Udover at give stationsnærhed i det nordvestlige hjørne har den Røde linje med stationen v/Krydstogtkaj også en kortere afstand til krydstogtterminalerne. Fra v/Krydstogtkaj er der knap 400 m i fugleflugtslinje til den nærmeste terminal, hvorimod der er ca. 600 m til den nærmeste terminal fra Nordhavn C på den Blå linje. For begge stationer er Krydstogtterminal 1 den nærmeste terminal. Den samlede krydstogtkaj er 1100 m lang og består af 3 terminaler. Med den Røde linje vil ca. halvdelen af krydstogtkajen være inden for stationsnærheden på 600 m, hvorimod den Blå linje med de gældende forudsætninger har lidt mere end 600 m til krydstogtkajen.

Ifølge Copenhagen Malmö Port forventes der at komme ca. 1 mio. krydstogtpassagerer om året i 2030, hvor en fjerde terminal forventes at være ibrugtaget. Krydstogtsæsonen varer ca. 4 måneder. Med etablering af enten Rød eller Blå metrolinje til Ydre

Nordhavn, forventes en større del af krydstogtpassagererne at benytte metroen. Det vil således være vigtigt med gode adgangsveje til stationerne uanset, om det er til v/Krydstogtkaj eller v/Nordhavn C.

Fra stationen v/Krydstogtkaj er der i fugleflugtslinje ca. 420 meter til Tunnelfabrikken og ca. 440 m til det grønne areal Nordhavnstippen. Fra v/Fiskerikaj er afstandene ca. 200 m til Tunnelfabrikken og 350 m til Nordhavnstippen og den kommende naturpark i Nordhavn.

Intervalleret mellem togafgangen vil være det samme som på den Blå linje – dvs. en togafgang i myldretiden hvert 185 sek. Beregninger af kapaciteten viser, som for den Blå linje, at 185 sek. er tilstrækkelig til at sikre, at der ikke opstår kapacitetsproblemer på strækningen.

Linjeføringsforløb for hovedforslag

Den Røde linje er en forlængelse af M4 fra Orientkaj med tre nye stationer; v/Levantkaj og v/Krydstogtkaj og v/Fiskerikaj. Alle stationer er højbanestationer.

Ligesom for den Blå linje er den Røde linje planlagt som en højbane på Levantkaj, hvorefter den på en betonbro krydser bassinet mellem Levantkaj og Ydre Nordhavn og den planlagte tunnel for Østlig Ringvej. Linjen krydser dog bassinet og Østlig Ringvej længere mod øst end den Blå linje. Højbanen er udført som en træ/beton-hybridviadukt. Anlægslementerne er beskrevet i afsnit 3.3, og anvendelsen på linjen er illustreret som hovedforslag i figur 8 på næste side.

I Ydre Nordhavn fortsætter linjen som højbane frem til en station v/Krydstogtkaj. Stationen er placeret umiddelbart syd for Oceanvej og tæt op ad et teknisk anlæg, der servicere UNICEFs Verdenslager.

I den næste fase skal konsekvenserne heraf undersøges nærmere. Det vurderes ikke at have betydning for anlægsomkostninger, drift eller passagergrundlag, hvis stationen skulle placeres nord for Oceanvej.

Efter stationen v/Krydstogtkaj fortsætter linjen på højbane frem mod Nordsøvej, der krydses med en betonbro. Umiddelbart før betonbroen er der opstillingsspor på dæmning, og efter betonbroen er der sporskifte på dæmning. Dette er samme opbygning som på eksisterende metroanlæg ved DR Byen Station og Sundby Station. Efter sporskiftet nord for Nordsøvej kommer den sidste station v/Fiskerikaj. I forlængelse af stationen er indlagt et stopspor ligeledes på dæmning. Her vil man kunne indbygge teknikbygning direkte i dæmningen. De tre strækninger med dæmning udgør tilsammen ca. 400 m.

Hvis opstillingsspor, sporskifte og stopspor på den Røde linje skulle etableres på en højbane fremfor på dæmning ville det øge anlægsomkostningerne med ca. 200 mio. kr. (2022-priser) inkl. 50 pct. korrektionsreserve. Den høje reserve skyldes, at estimatet ikke er udarbejdet på udredningsniveau eller er eksternt kvalitetssikret. Den øgede mængde CO₂ er beregnet til 1.000 tons CO₂.

Krydstogtpassagerer

Der er regnet på forskellige scenarier med øget krydstogtturisme for at vurdere konsekvenserne af et øget antal krydstogtpassagerer. De fleste scenarier viser ingen kapacitetsproblemer i metroen.

Der er dog regnet på et stressscenarie, hvor der antages 5.000 ekstra krydstogtpassagerer, som alle benytter metroen til at transportere sig ind mod centrum eller til lufthavnen. Derudover er det antaget, at de i høj grad rejser i myldretiden. Dette scenarie viser forventede kapacitetsproblemer på M4-forlængelsen.

Scenariet virker dog ikke sandsynligt, da det overstiger forventningerne til, hvor mange krydstogtpassagerer, der på samme tid kan forventes at rejse med metro.

Derudover forventes eventuelle kapacitetsproblemer at kunne imødegås med indsættelse af ekstra stewards til crowd control, som det kendes i forbindelse med fodboldkampe i Parken eller koncerter i Royal Arena.

Linjeføringsforløb for variant med øget anvendelse af dæmning

Varianten har samme linjeføring som hovedforslaget, men på strækningen nord for Levantkaj er antaget dæmning umiddelbart før og efter stationen v/Krydstogtkaj.

Den samlede strækning med dæmning udgør ca. 830 m. Det antages således, at der vil skulle indarbejdes passager i dæmningen, så det er muligt at komme under metroen.

Som for den Blå linje variant med øget brug af dæmning, er der i anlægøkonomien og beregninger af CO₂ taget højde for underføringer, der antages placeret for hver 200 m. Type og placeringer vil skulle planlægges med byudviklingen.

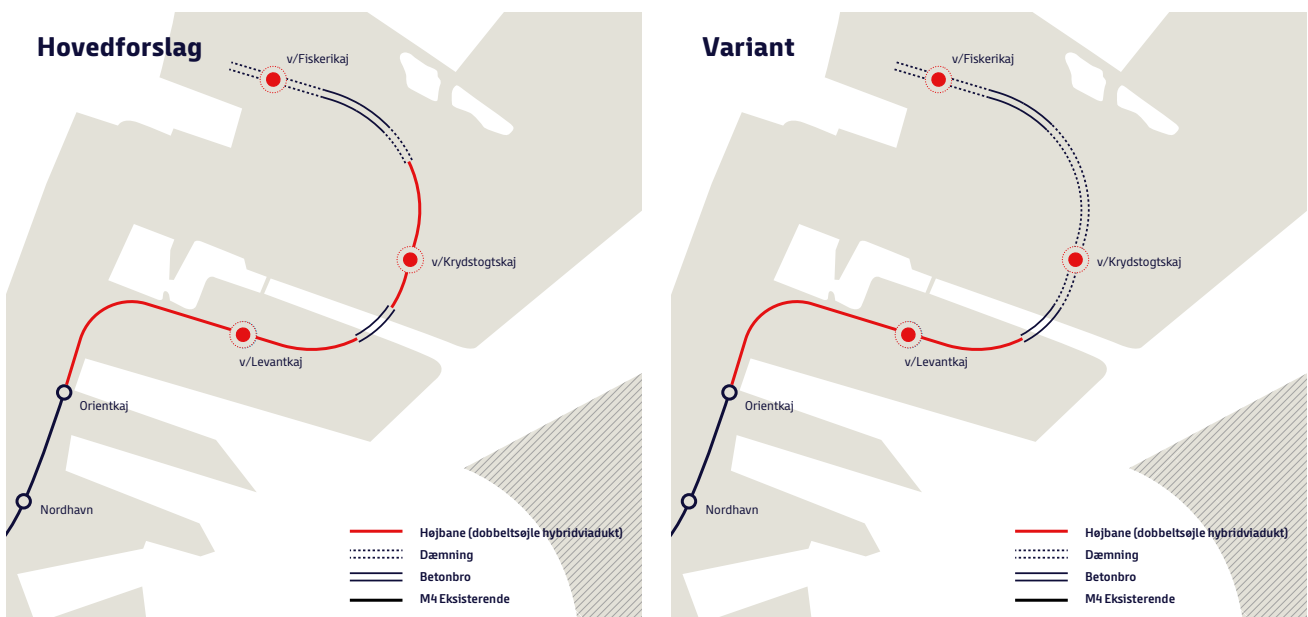
Klimatiltag

Sammenlignes Rød linje hovedforslag med den eksisterende metro i Nordhavn, opnås en reduktion i CO₂ fra anlægsfasen på ca. 31 pct. For varianten, hvor en større del af strækningen kører på dæmning, er reduktionen op til 34 pct.

Den samlede CO₂-udledning for anlæg af hhv. hovedforslag og variant på dette projektstadium er vurderet at være 26.000 og 24.500 tons CO₂. Hertil kommer CO₂ fra reinvesteringer over metrolinjens designlevetid på 100 år. På strækningen nord for Levantkaj er aftrykket 13.000 ton CO₂ for hovedforslaget og 12.000 ton for varianten.

Fig. 8

Ændringer fra hovedforslag til variant





Sammenlignes Rød linje hovedforslag med den eksisterende metro i Nordhavn, opnås en reduktion i CO₂ fra anlægsfasen på ca. 31 pct.

Alle CO₂-beregningerne er lavet i Metroselskabets Klimaaftryksmodel, som på baggrund af erfaringsdata opgør de væsentligste kilder til CO₂ fra metrobyggeri.

Der har i udredningen været fokus på CO₂-reduktioner, som opnås ved bearbejdning af designet, ved bl.a. at bygge højbane med slankere konstruktioner og strækninger på dæmning med mindre CO₂-intensive materialer. I de næste faser vil det være muligt at klimaoptimere andre dele af projektet, f.eks. ved at stille krav til anlægsmetoder, transport og de konkrete materialer som anvendes i projektet.

CO₂-udledningen pr. passagerkm. viser CO₂-effektiviteten pr. passagerkm i det samlede metrosystem med en forlængelse i Nordhavn. Det er beregnet til 18 gram CO₂ for hovedforslaget og 18 g for varianten, og er således ens for Rød linje og Blå linje, hvilket skal ses i lyset af, at beregningen er baseret på det samlede metronet. I beregningen indgår både CO₂ for drift af metroen, anlæg og forventede reinvesteringer over 100 år. Til sammenligning er klimabelastningen pr. passagerkm. fra en nyproduceret elbil mellem 90-100 g for drift og produktion af køretøjet alene. Metode og datagrundlag er beskrevet nærmere i udredningsrapporten.

Økonomi

Den Røde linjeføring er beregnet at koste ca. 3,6 mia. kr. (2022-priser) at anlægge.

Varianten med øget brug af dæmning er lidt billigere at anlægge og har et anlægsoverslag på ca. 3,5 mia. kr. (2022-priser).

Restfinansieringen er beregnet til 3,6 mia. for hovedforslaget og 3,5 mia. kr. for varianten. Det vil sige samme beløb som anlægsoverslagene.

Restfinansiering og anlægsoverslaget er således ca. 1,5 mia. kroner dyrere end den Blå linje. Det skyldes højere anlægs- og driftsomkostninger for den Røde linje, som følger af længere linjeføring og en ekstra station. Driftsomkostningerne for den Røde linje er beregnet til ca. 1,4 mia. kr. (2022-priser, nutidsværdi), hvilket er ca. 500 mio. kr. højere end for den Blå linje.

Den samfundsøkonomiske analyse af linjeføringen giver et resultat på 3,1 pct. i intern rente for hovedforslaget og 3,2 pct. i intern rente for varianten med øget anvendelse af dæmning.

3.3 Stationer, anlæg og design

Stationer

For både Blå og Rød linjeføring er antaget samme type højbanestationer delvist bygget i træ, jf. figur 9 nedenfor.

Stationerne vil være lukkede ligesom på Orientkaj. Dette er bl.a. for at beskytte trækonstruktioner mod vejret, men også for at sikre en god passageroplevelse i et miljø, hvor der kan være meget blæst. Dertil er det i udredningen vurderet, at man kan opnå en større CO₂-besparelse end ved en åben station.

Det er i udredningen antaget, at der er to elevatorer ved hver station, ligesom på M3 Cityringen.

I designet af stationer er der fokuseret på at reducere CO₂-aftrykket bl.a. via materialeforbruget, men stadig bibeholde de samme funktioner og passageroplevelse som allerede findes i Nordhavn ved Orientkaj Station.

Fig. 9

Station udført med træ og beton

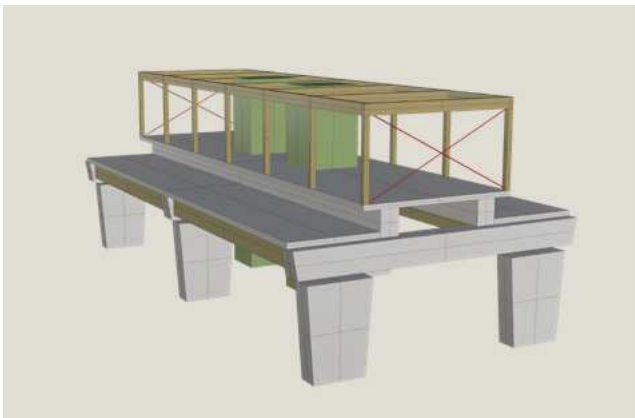
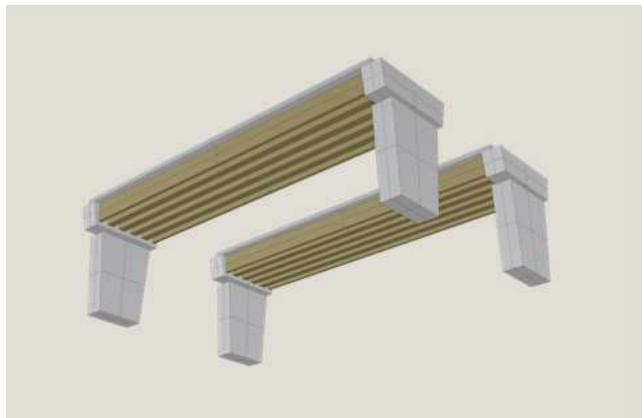


Fig. 10

Hybridviadukt i træ og beton (dobbeltsøjle hybridviadukt)





Eksempel på station med træbeklædning **Illustration:** Atkins for Metroselskabet

Anvendelse af træ i højbanekonstruktionen og på stationer

At anvende træ som dele af den bærende struktur i højbanekonstruktionen, vil være med til at reducere CO₂-aftrykket. På nuværende projekteringsniveau vurderes det muligt at benytte træbjælker på dele af den bærende konstruktion.

Træ kan erstatte stål og beton i bjælkekonstruktionen mellem højbanesøjlerne som vist i figur 10 til venstre. Der er således ikke tale om en konstruktion kun i træ, men en hybridviadukt i træ og beton.

Spændet mellem søjlerne med en hybridviadukt i træ og beton er antaget at være 22 m på langs. For den nuværende viadukt ved Orientkaj er denne afstand 33 m. Spændet mellem søjlerne på højbanen i Ørestad er ligeledes 22 m. En søjlespænd på 22 m forventes at kunne håndtere vejforløb på tværs af viadukterne. De endelige søjleplaceringer fastlægges i næste fase.

Ligeledes er det i udredningen antaget at anvende træ i konstruktionen i dele af stationen, som det fremgår af skitserne ovenfor.

Skitserne af stationer med træbeklædning er eksempler på, hvordan træ kan anvendes i facadeelementerne. Den endelige udformning vil ske i projektets næste fase.

Generelt er der på nuværende tidspunkt og projekteringsniveau usikkerhed ved anvendelse af træ og om prisen og vedligehold på de limtræs bjælker, der forudsættes anvendt. Usikkerheden består bl.a. i, at der i eksisterende metroanlæg ikke er erfaring med bærende konstruktioner i træ. Der er i anlægsoverslaget for højbanekonstruktionen i delvis træ anvendt en korrektionsreserve på 50 pct. for at imødekomme denne usikkerhed. Trækonstruktionerne udgør med denne reserve ca. 5 pct. af anlægskostninger på Rød linje og ca. 6 pct. på Blå linje for hovedforslaget, og udgør således et beskedent omfang af det samlede anlægsoverslag på nuværende detaljeringsniveau. For de øvrige dele af anlægsoverslaget er anvendt en korrektionsreserve på 30 pct., som er praksis for undersøgelser af metro på udredningsniveau.

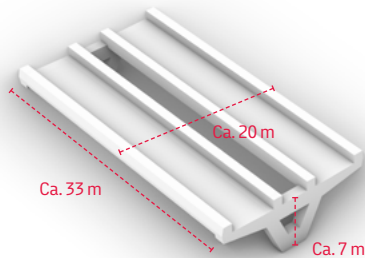


Fig. 11
Enkeltstående betonsøjle

Spænd mellem søjler: ca. 33 m
 Afstand fra yderside af viadukt til yderside af viadukt: ca. 20 m
 Højde fra terræn til overside viadukt: ca. 7 m

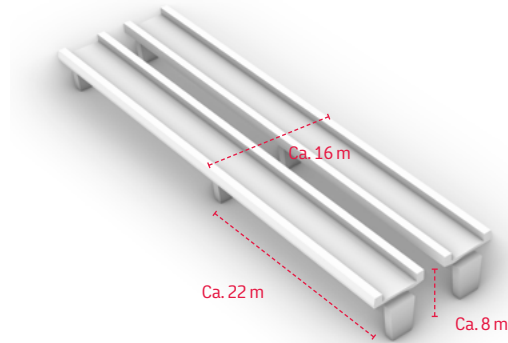


Fig. 12
To sidestillede betonsøjler

Spænd mellem søjler: ca. 22 m (ligesom i Ørestad)
 Afstand fra yderside af viadukt til yderside af viadukt: ca. 16 m
 Højde fra terræn til overside viadukt: ca. 8 m

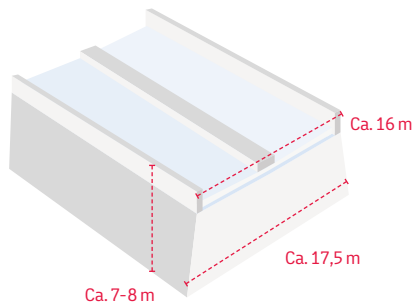


Fig. 13
Dæmning

Afstand fra yderside af dæmning til yderside af dæmning -
 hhv. top og bund: ca. 16 m / ca. 17,5 m
 Højde fra terræn til overside dæmning: ca. 7-8 m

Optimeret betondeSIGN med to sidestillede betonsøjler

Oriental Station og højbanen omkring er anlagt med enkeltstående betonsøjler. Dette design kræver et større materialeforbrug, og dermed større CO₂-aftryk, end en konstruktion med to sidestillede betonsøjler. De tre konstruktionstyper med enkeltstående betonsøjle, to sidestillede betonsøjler samt dæmning, fremgår af figur 11, 12 og 13 ovenfor.

I udredningen er det derfor antaget, at højbanen anlægges med to sidestillede betonsøjler, og at der anvendes træ i højbanekonstruktionen jf. forrige side som hybridviadukt i træ og beton.

Enkeltstående betonsøjle indgår ikke som et anlægselement i udredning eller med anlægsoverslag, men som grundlag til at beregne CO₂-reduktioner. Forskellen på CO₂-udledning fra anlægselementerne fremgår af figur 1 i afsnit 2.

Det højere ressourceforbrug skyldes, at en enkeltstående betonsøjle skal bære en større vægt og derfor kræver en større konstruktion i forhold to sidestillede søjler. Derudover giver det større spænd på 33 m også behov for en kraftigere viadukttopbygning. Disse elementer giver tilsammen et større materialeforbrug af beton og armering på enkeltstående søjle fremfor to sidestillede betonsøjler. Den enkeltstående betonsøjle har ca. 40% større materialeforbrug end de to sidestillede betonsøjler inkl. fundering.

Da spændet mellem de sidestillede betonsøjler er kortere med 22 m, er der brug for flere af denne type søjler, end hvis der blev bygget med enkeltstående betonsøjle. Samlet set giver det alligevel en CO₂-besparelse.

Både de sidestillede betonsøjler og den kortere afstand mellem betonsøjlerne er ændringer ift. den første etape af M4 Nordhavnsmetroen, som skal indpasses i planerne for byudviklingen. Baggrunden for valget af enkeltstående betonsøjle til den første etape af Nordhavnsmetroen, og de byrumsmæssige fordele den er forbundet med, er berørt i afsnit 4 om metroens sammenhæng med byudviklingen.

Der er mulighed for at nyttiggøre arealerne under højbane til forskellige bymæssige aktiviteter, hvilket ventes at indgå i de næste planlægningsfaser. Perspektiver for nyttiggørelse under højbane er også uddybet i afsnit 4.

Anvendelse af dæmning

Det tredje element, der indgår i udredningen mhp. reduktion af CO₂ fra anlægsfasen, er anvendelsen af dæmning jf. figur 13. Anvendelsen af dæmning frem for højbane reducerer CO₂-udledningen. Til sammenligning reducerer 1 km dæmning funderet ved jordforstærkning CO₂-udledningen med ca. 60 pct. sammenlignet med den eksisterende metro, og 40 pct. sammenlignet med hybrid-højbanen i træ og beton, jf. figur 1. CO₂-aftrykket for dæmningsstrækningen kan blive påvirket af behovet for fundering under de konkrete geotekniske forhold i Nordhavn. Det vil blive afklaret nærmere i næste fase.

Fordelene ved det lavere CO₂-aftryk skal holdes op imod ulemperne ved dæmning. En dæmning kan påvirke grundværdierne. Anvendelse af dæmning skal, ligesom andre anlægselementer, planlægges nøje med byudviklingen, og på længere delstrækninger med dæmning, skal der anlægges passager, så dæmningen ikke skaber u hensigtsmæssige barrierer i bymiljøet. Et eksempel på en passage i dæmning er illustreret på de følgende sider. Det efterfølgende billede viser en passage under S-banen i Måløv. Dæmningens positive effekter på reduktion af CO₂ skal, som nævnt ovenfor, holdes op mod de negative effekter der er ved, at banen ikke kan passeres på kryds og tværs, og oplevelsen af byrum og sammenhæng mellem de områder, som dæmningen adskiller.



Modelfoto – eksempel på gang og cykelpassage i dæmning.

Illustration:
JAJA Architects for
Metroselskabet



Måløv Aksen – eksempel på eksisterende gang- og cykelpassage under S-banen.

Foto: Margo Fredericks,
Metroselskabet



'En voldsom omvej' i Solrød – eksempel på støjvold, der fungerer som legeplads. Ved en lignende anvendelse af dæmning med metro vil hegn skulle adskille legeplads og metrospor.

Foto: Rune Johansen for Lokale og Anlægsfonden

På grund af de fremskredne planer for byudviklingen på Levantkaj er der i udredningen kun foreslået anvendt dæmning på strækningen nord for Levantkaj. Strækningen på Levantkaj udgør ca. 60 pct. af den samlede linjeføring på Blå linje og 43 pct. af linjeføringen på Rød linje.

Som præsenteret ovenfor indgår både et hovedforslag og en variant med øget anvendelse af dæmning. I hovedforslaget indgår kun dæmning ved CO₂-kritiske anlæg som sporskifter og opstillingsspor, som ellers ville kræve et stort forbrug af stål og beton at etablere.

Det er i forbindelse med udredningen berørt, hvordan dæmningsstrækninger kan gøres til en mere attraktiv nabo og bidrage til byrums kvalitet og biodiversitet. Dette er forsøgt illustreret på skitsen "Eksempel på dæmningskonstruktion i sammenhæng med byrum og biodiversitet" nedenfor.

Billedet til venstre er et eksempel på en støjvold, der fungerer som legeplads. Der er således eksempler på, at infrastrukturanlæg kan samtænkes med øvrige funktioner.

Etablering af dæmningsstrækninger skal planlægges i samspil med byudviklingen, så underføringer og mulige underum og -funktioner indpasses i den øvrige by. Desuden kan det have betydning for værdien af de omkringliggende byggeretter. Mulighederne for funktioner i dæmningsstrækninger uddybes i udredningsrapport.



Visualisering – eksempel på dæmningskonstruktion i sammenhæng med byrum og biodiversitet.

Illustration:
SLA for Metroselskabet

4. Sammenhæng med byudvikling og anden infrastruktur

Strukturplan

Strukturplanen for Ydre Nordhavn har til formål at fastlægge de overordnede rammer for byudviklingsprojektet i Nordhavn, både for de overordnede fysiske sammenhænge i bydelen samt de strategiske aspekter af udviklingen. Strukturplanen handler i særlig grad om at fastlægge de overordnede strukturende elementer bl.a. metroen, stiforbindelser og den overordnede vejstruktur.

Visionen for byudviklingen af Nordhavn har været at skabe en bæredygtig by, herunder at der skabes en 5 minutters by, som i høj grad handler om at have korte afstande til kollektiv trafik. Kort tid efter at der i 2008 var fundet en vinder af idekonkurrencen om fremtidens Nordhavn, blev det besluttet også at undersøge metro til Nordhavn. Udredningen af en afgrening til Nordhavn blev udarbejdet i 2011.

Stationsbetjening af bydelen er en forudsætning for at kunne bygge tæt og skabe plads til de mange tusinde beboere og arbejdspladser, der indgår i forudsætningerne for Nordhavns udvikling. Samtidig er beboere og arbejdspladser grundlaget for metroen, og billetindtægter fra passagererne indgår i finansieringen af metroforlængelsen.

Derudover er der i både visioner og målsætninger for byudviklingen af Nordhavn og for udbygningen af metroen, et stort fokus på miljø, bæredygtighed og klima.

Parallelt med udredningen foregår et arbejde med revision af strukturplanen for Nordhavn. Et centralt element i strukturplanen er metrolinjeføringen. Et andet centralt element i strukturplanen er at planlægge og udvikle den gode bydel med korte afstande til metrostationer og en åbenhed i bystrukturen.

I Nordhavn er første etape af metroen frem til Orientkaj Station anlagt som en højbane med en enkeltstående betonsøjle, der giver en høj grad af åbenhed og god mulighed for brug af arealerne under metroen.

På en strækning af 66 meter er der i dag placeret 3 søjler midt under de to spor, hvilket også giver banen en lethed og åbenhed på langs. Med to sidestillede betonsøjler, som er anvendt i udredningen, vil der være behov for flere søjler placeret på ydersiden af sporene jf. afsnit 3.3 og figur 11 og 12 af enkeltstående betonsøjle og to sidestillede betonsøjler.

Det er derfor vigtigt, at der ved et ændret design efter Orientkaj Station skal ske en samtænkning af metroen og byudviklingen, så de sammen skaber den største værdi for området. Herunder er det væsentligt, at der forsøges opnået et sammenhængende indtryk med den anlagte højbane, hvor skiftet kommer til at foregå.

De positive forhold ved den nuværende metrostrækning med enkeltstående betonsøjle skal holdes op mod en CO₂-reduktion på ca. 40 pct., der kan opnås med to sidestillede betonsøjler jf. figur 1 'CO₂e-aftryk for 1 km metrostrækning'.

Grænseflader

Der foregår i øjeblikket også et arbejde med planlægning af Østlig Ringvej. I efteråret 2022 blev der afholdt en idefasehøring af Østlig Ringvej med henblik på beslutning om igangsættelse af en miljøkonsekvensvurdering. Det er forventningen, at Østlig Ringvej er etableret i 2035. Miljøkonsekvensvurdering af Østlig Ringvej forventes at foregå delvist sideløbende med miljøkonsekvensvurderingen af en forlængelse af M4 til Ydre Nordhavn.

Østlig Ringvej skal forbinde Nordhavn med Lynetteholm, det østlige Amager og Lufthaven. I Nordhavn bliver den forbundet med Nordhavnstunnelen, der er under anlæg og forventes at åbne i 2027.

For både den Blå og Røde linjeføring er det forudsat at etablere en betonbro hen over det areal, hvor Østlig Ringvej antages at skulle etableres.

Der er dog tale om to meget store infrastrukturprojekter med et overlap i anlægsperioden. Der er således behov for en tæt koordination og afklaring af grænseflader i de to projekters næste faser.

Linjeføring for Blå og Rød linje samt Østlig Ringvej fremgår af figur 14 nedenfor.

Udover Østlig Ringvej vil der også være betydelige grænseflader til øvrige anlægsprojekter og byudvikling, der især forventes på Levantkaj i samme periode. Blandt andet etableringen af Nordhavns første kommunale skole, der er planlagt på den vestlige del af Levantkaj.

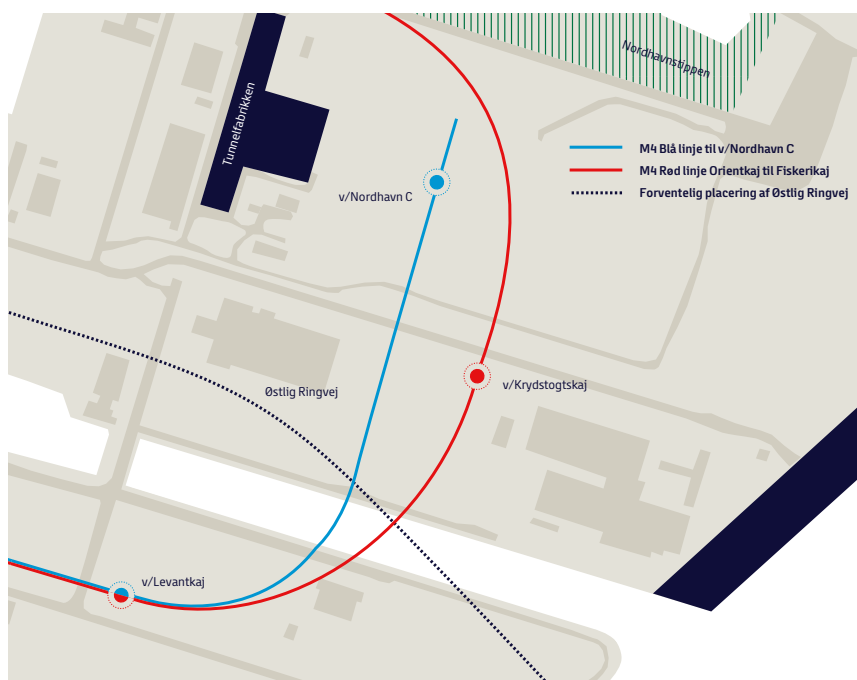


Fig. 14

Linjeføring for Blå og Rød linje samt Østlig Ringvej

Nyttiggørelse under højbane

I masterplanen for Levantkaj er et ønske om at skabe et intenst urbant byliv. Metrostationen og metrolinjen er centralt for dette. I masterplanen for Levantkaj er det foreslået, at der under metroen placeres metropolværksteder, som bl.a. kan være "værksteder" til kreative erhverv, caféer eller naturskole eller lignende for en kommende folkeskole. Der er igangsat et pilotprojekt for pavillonbyggeri i tilknytning til folkeskolen, som kan danne grundlag for et koncept for byggeri under metroen.

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.

I udredningen er der indsamlet inspiration fra andre byers metrosystemer. Muligheden for træning og rekreative områder samt cafe og restaurationsmiljø er nogle af de anvendelsesmuligheder, der går igen i byer rundt om i verden.

Nogle af de begrænsninger for udnyttelse under højbane, der gør sig gældende er bl.a.:

- Evakuering af stationer
- Brandvæsenets adgangsveje
- Brandmæssige hensyn
- Konstruktionsmæssige hensyn (fundamenter/søjler/viadukt)

I et tæt og intenst bymiljø skønnes dette at være hensyn, der kan imødekommes og vil indgå i den næste fase i tæt koordinatation med planerne for byudviklingen.

Opkobling på eksisterende trafiksystem og sammenhæng med M3/M4

Når strækningen til Ydre Nordhavn skal åbne, vil der være behov for at lukke M3/M4 i en periode, ligesom det var tilfældet, da M4-afgreningen til Nordhavn skulle åbne. Dette gælder både for Blå og Rød linje.

Det skyldes, at metrolinjerne M3 og M4 har ét fælles styresystem med fælles tog og fælles spor på strækningen Østerport, Marmor kirken, Kongens Nytorv, Gammel Strand, Rådhuspladsen og København H.

I forbindelse med testkørslen på første etape af M4 blev det vurderet at være mindst indgribende for passagererne at lukke hele systemet i to uger frem for at have testkørsler om natten og weekender i flere uger.

Når metroen ikke kører, indsættes i stedet metrobusser. Med den nuværende tidsplan forventes dette at være i 2030. Den præcise model for lukning skal planlægges til den tid.



Muligheden for træning og rekreative områder samt cafe og restaurationsmiljø er nogle af de anvendelsesmuligheder, der går igen i byer rundt om i verden.



M

HOTEL

STRE 2000

STRE 2000



5. Nøgletal for økonomi, passagerer og CO₂-aftryk



Nedenfor er en række af de præsenterede nøgletal for økonomi, trafikale effekter og CO₂ sammenstillet i tabeller og figurer.

Derudover præsenteres en række følsomhedsberegninger for økonomiske og trafikale effekter.

Økonomiske nøgletal

Blå hovedforlag og variant har en restfinansiering på ca. 2 mia. kr., mens Rød hovedforlag 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 og en ekstra station, ikke medfører nævneværdigt flere påstiger i metroen.

For Blå linje forventes at beboere på Ydre Nordhavn vil gå eller cykle til Nordhavn C og tage metroen derfra. Derfor forventes en yderligere station med Rød linje i Ydre Nordhavn ikke at medføre nævneværdigt flere passagerer.

Rød linjes driftsomkostninger er ca. 50 pct. højere end Blå linjeføring. 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 togkm. 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.

Table 1 Restfinansieringsbehov

Mio. kr., 2022-priser¹, tilbagediskonteret til 2024²

	Blå		Rød	
	Hovedforlag	Variant	Hovedforlag	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

¹ Afrunderinger betyder, at totalen kan afvige fra summen af de enkelte elementer.

² Der er antaget en realrente på 0 pct. til og med 2034 og derefter 3 pct., svarende til forudsætningerne i Udredning af metro til Lynetteholm. Af udredningsrapporten fremgår alle økonomiske forudsætninger.

I 2021 blev der gennemført en screeningsanalyse, hvor Blå og Rød linje indgik. Ift. screeningen er det vedrørende de økonomiske nøgletal værd at bemærke følgende:

- **Højere anlægsomkostninger i udredningen end i screeningen**

Dette hænger sammen med, at screeningen er opgjort i 2021-priser, mens udredningen er opgjort i 2022-priser. Priseniveauet er steget betydeligt fra 2021 til 2022.

- **Lavere passagerindtægter i udredningen end i screeningen**

Passagertallet i screeningen er beregnet med OTM (Ørestadstrafikmodel)* version 7.2. Passagertallet i udredningen er beregnet i version 7.3. Version 7.3 modellerer mere præcist rejser til og fra byudviklingsområder, hvilket har resulteret i en reduktion i passagertallet ift. screeningen på ca. 10-15 pct.

* OTM er en trafikmodel, som benyttes til at simulere trafikken i Storkøbenhavn. Det er på baggrund af OTM, at passagertallet bliver estimeret.

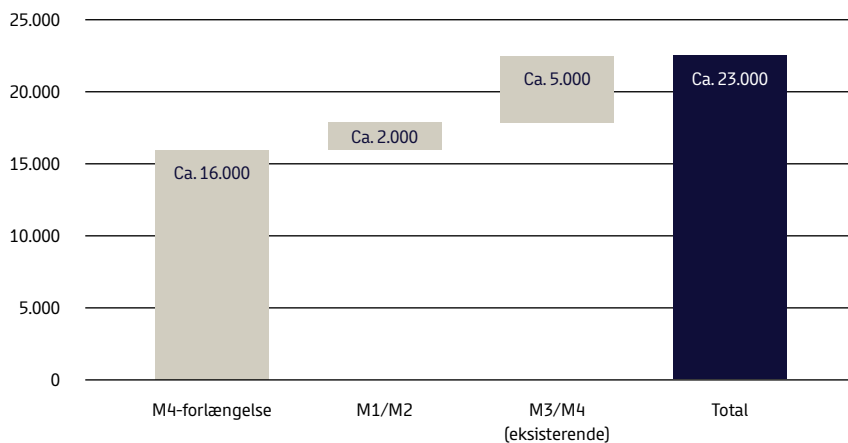
Trafikale effekter

Antallet af påstigere i metroen ved etablering af Blå linjeføring kommer hovedsageligt fra de nye stationer på M4-forlængelsen, jf. figur 15 på næste side. Der forventes dog også en mindre stigning i påstigertallet for M1/M2 og øvrige M3/M4.

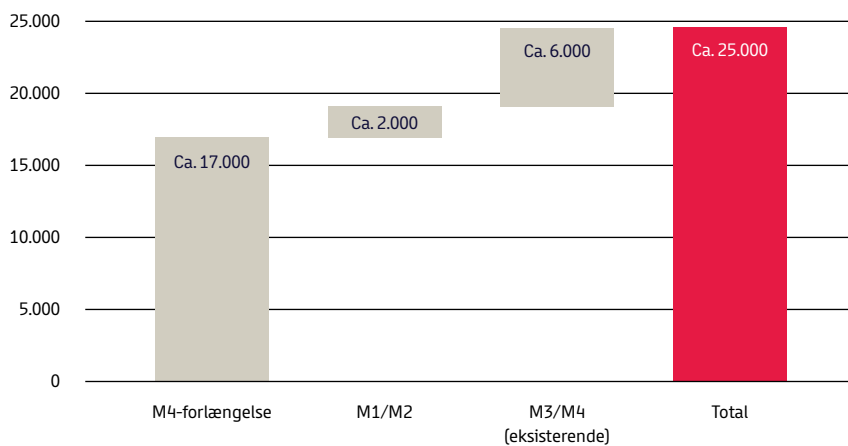
Effekterne for Rød linjeføring forventes at være de samme som for Blå linjeføring, om end Rød linjeføring forventes at medføre lidt flere merpåstigere end Blå linjeføring.



Antallet af påstigere i metroen ved etablering af Blå linjeføring kommer hovedsageligt fra de nye stationer på M4-forlængelsen.

Fig. 15 Påstigere pr. hverdagsdøgn fordelt på linjer som følge af etablering af Blå linje, 2062*

* Tallene er afrundet til hele tusinder

Fig. 16 Påstigere pr. hverdagsdøgn fordelt på linjer som følge af etablering af Rød linje, 2062*

* Tallene er afrundet til hele tusinder

Etapedeling

Der er regnet på effekterne af at etapedele Rød linje. Etape 1 åbner i 2030 og inkluderer stationerne v/Levantkaj og v/Krydstogtskaj. Etape 2 åbner i 2045 og afslutter Rød linjeføring, dvs. den inkluderer v/Fiskerikaj.

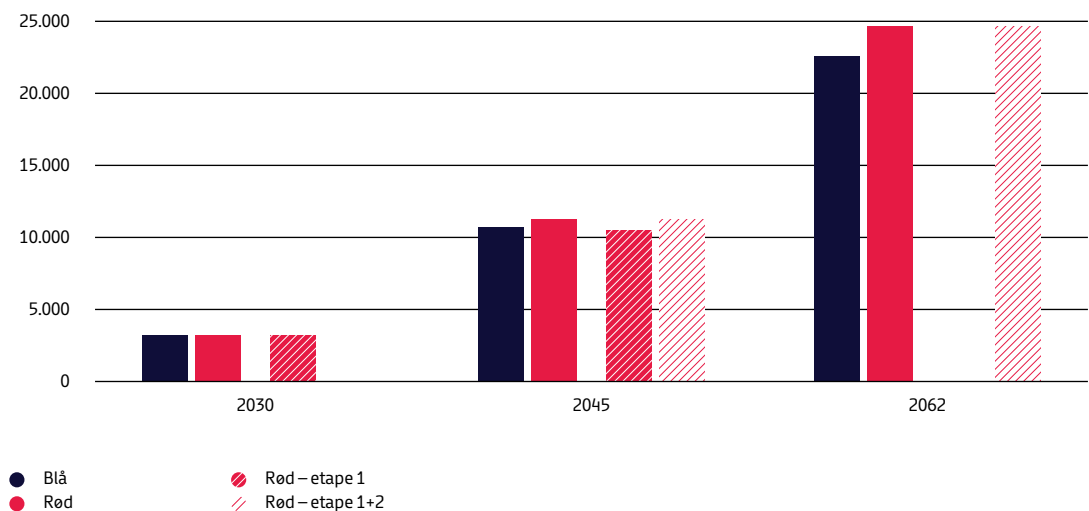
Baggrunden for en evt. etapedeling er, at byudviklingen i Ydre Nordhavn kommer til at foregå over en lang tidsperiode. Dette afspejler sig også i påstigertallet for v/Fiskerikaj. Omvendt forventes at en større andel af beboere i Ydre Nordhavn vil anskaffe sig en bil, end hvis metroen etableres, inden 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.

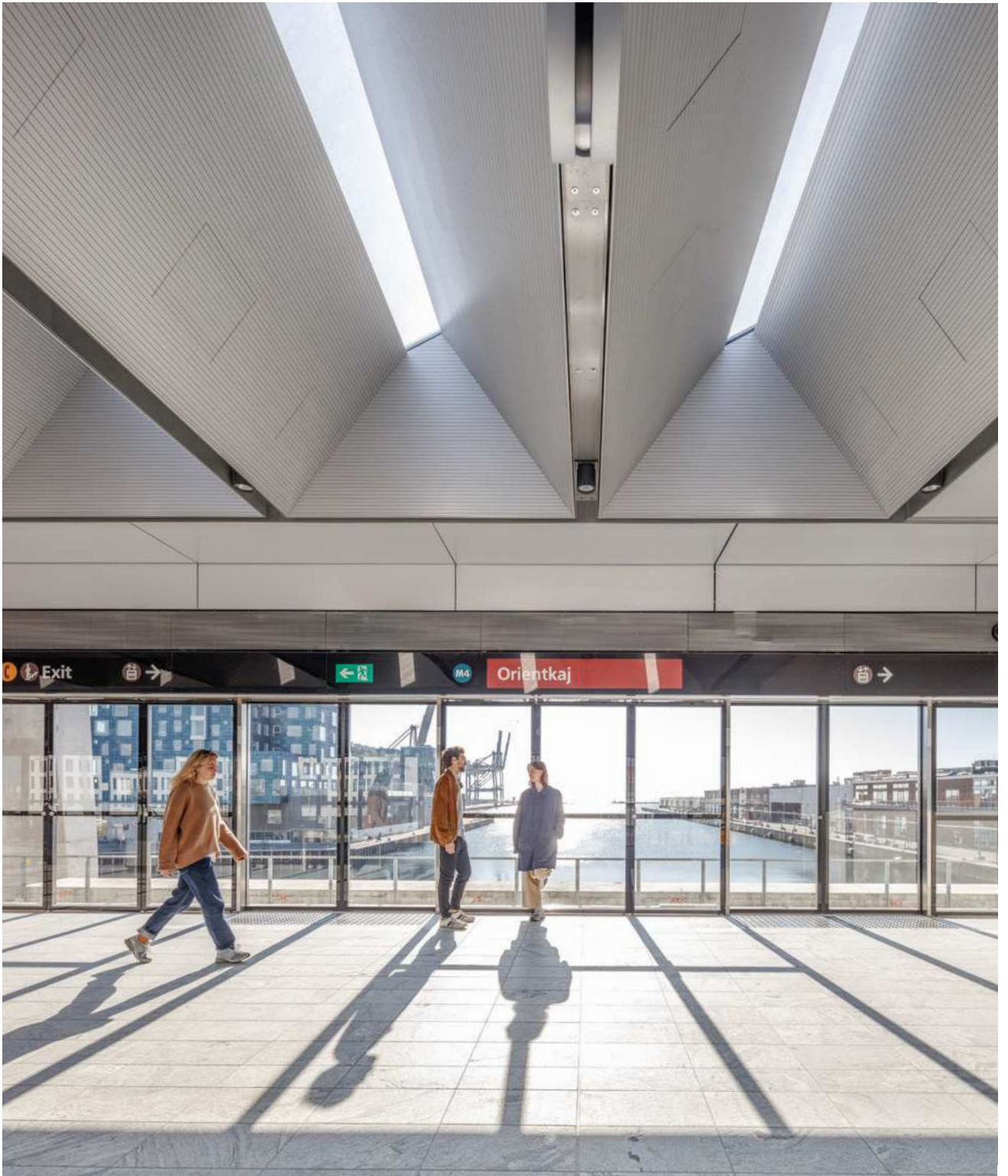
Anlæg af metroen med etapedeling vil medføre en nødvendig række ændringer af anlægget, da det er nødvendigt med en længere lige strækning før og efter stationen v/Krydstogtskaj, for at den kan fungere som en midlertidig endestation. Behovet for lige strækning betyder, at kurverne før denne strækning bliver skarpere. Skarpere kurver medfører øget støj og vibration.

En ulempe ved en etapedeling er, at der vil være behov for en ekstra nedlukning af M3/M4 forud for ibrugtagning M4-forlængelsen.

Der vil være øgede omkostninger til anlæg, mobilisering af organisation mm, udbud, miljøkonsekvensvurdering mm., hvilket indgår i de økonomiske beregninger. Dette skal holdes op mod den økonomiske fordel, der er i at udskyde en etape til en senere fase.

Fig. 17 Antal påstigere pr. hverdagsdøgn på Blå linje, Rød linje og ved etapedeling



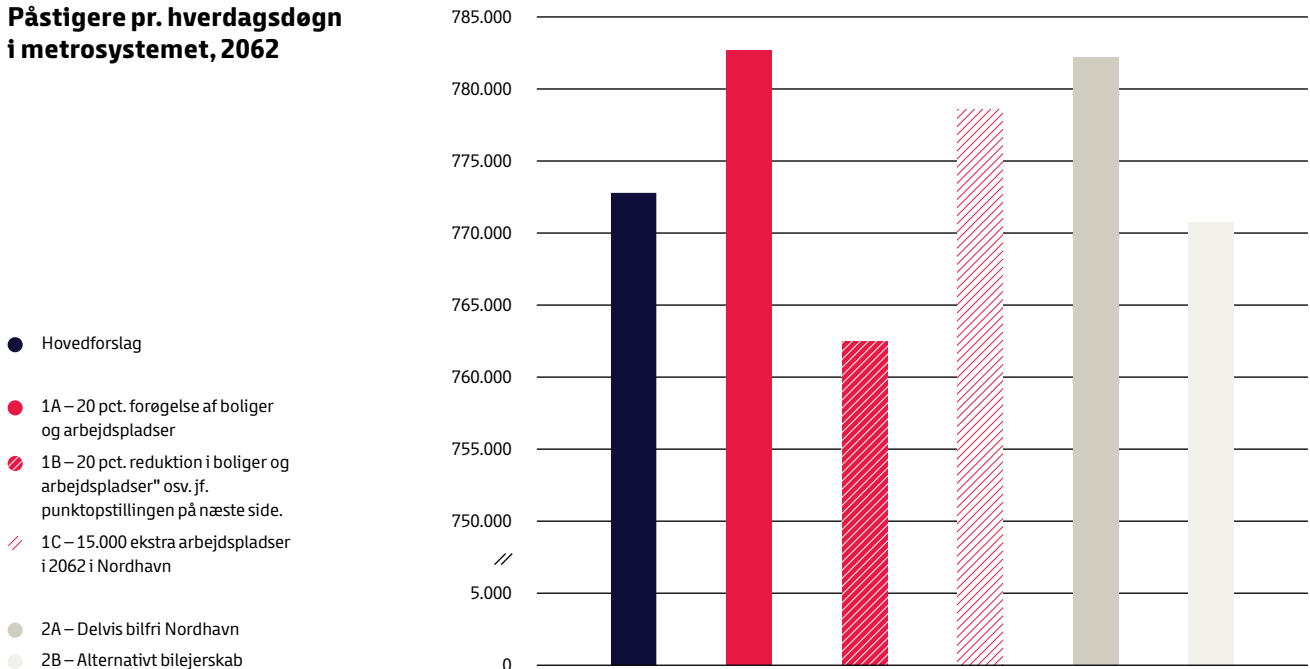


Der er beregnet restfinansieringsbehov ved etapedeling af Rød linje. Beregningen viser et reduceret restfinansieringsbehov på ca. 300 mio. kr. ift. at anlægge Rød linjeføring i ét stræk. Der er betydelig usikkerhed forbundet med beregningen, og metoden bag beregningen, og derved om denne reduktion kan realiseres.

Følsomhedsberegninger

Der er gennemført en række følsomhedsberegninger. Alle følsomhedsberegninger er lavet for Rød linje, da effekterne antages at være ens for Rød og Blå linje. Følsomhedsberegninger har til formål at kvalificere resultaterne af trafikmodelberegningerne. Dette er gjort ved at gennemføre trafikmodelberegninger med justerede nøgleforudsætninger. Der er udarbejdet nedenstående følsomhedsberegninger. Forudsætningerne m.m. er uddybet i udredningsrapporten.

Fig. 18
Påstigere pr. hverdagsdøgn
i metrosystemet, 2062



1) Befolkning og arbejdspladser

- A. 20 pct. forøgelse i boliger og arbejdspladser i Nordhavn
- B. 20 pct. reduktion i boliger og arbejdspladser i Nordhavn
- C. 15.000 ekstra arbejdspladser i 2062 i Nordhavn

2) Bilejerskab og parkering

- A. *Delvis bilfri Nordhavn*
 - Reduceret bilejerskab, øgede parkeringsomkostninger, m.m. i Nordhavn
- B. *Alternativt bilejerskab*
 - Bilejerskab fra analysen "Samfundsøkonomiske effekter af udvikling af Østhavnen"²
 - Højere bilejerskab i København og Frederiksberg. Lavere bilejerskab i omegnskommunerne.

Der forventes 10.000 flere påstigere pr. hverdagsdøgn i metrosystemet i 2062 med 20 pct. flere beboere og arbejdspladser i Nordhavn ift. hovedscenariet.

Tilsvarende forventes 10.000 færre påstigere med 20 pct. færre beboere og arbejdspladser. 15.000 ekstra arbejdspladser forventes at medføre ca. 5.000 flere påstigere ift. hovedscenariet.

Delvis bilfri Nordhavn forventes at medføre ca. 10.000 flere påstigere i metrosystemet ift. hovedscenariet, mens alternativt bilejerskab forventes at medføre ca. 2.000 færre påstigere.

Der er ligeledes regnet på de økonomiske effekter af følsomhederne med alternativ udvikling i antallet af befolkning og arbejdspladser. 20 pct. stigning i befolkning og arbejdspladser forventes at reducere restfinansieringsbehovet 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 i 2062 at reducere restfinansieringen med 100 mio. kr. Udviklingen i ekstra beboere og arbejdspladser sker gradvis.

Tabel 2 Restfinansieringsbehov

Mio. kr., 2022-priser,¹ 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

¹ Afrunderinger betyder, at totalen kan afvige fra summen af de enkelte elementer.

² Analysen er fra september 2022 og udgivet af Transportministeriet, Københavns Kommune, By & Havn, Metroselskabet, Sund & Bælt og Vejdirektoratet



I 2030 er det således få ekstra beboere og arbejdspladser, mens der i 2062 er fuldt udbygget med ekstra beboere og arbejdspladser. Den fulde økonomiske effekt træder derfor først i kraft fra 2062. Generelt gælder, 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. Dette er baseret på analyse af trafikmodelberegninger i OTM udarbejdet af Metroselskabet i dialog med konsulenter.

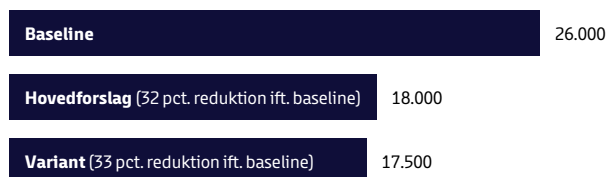
CO₂-reduktioner

I figur 19 nedenfor er CO₂-reduktioner i forhold til den eksisterende metro med enkelt-søjle (baseline) sammenstillet med Rød og Blå linje hovedforslag og variant.

Fig. 19
CO₂-reduktion på hovedforslag og varianter

Ton CO₂e (anlæg ekskl. reinvesteringer)

M4 Blå



M4 Rød



6. Proces og tidsplan for etablering af metroen

Med lov om ændring af lov om Cityringen og lov om Metroselskabet I/S og Udviklings-selskabet By & Havn I/S fra 2015 er der lovgrundlag til at Københavns Kommune, efter enighed med transportministeren og Frederiksberg Kommune, kan udvide antallet af stationer på M3 Cityringens afgrening til Nordhavn.

En mulig proces for forlængelsen af M4 til Ydre Nordhavn er skitseret nedenfor:







Læs mere om metroen på m.dk