

Undersøgelse af overdækning af Amager Metroen (M2) Fase 1 - Opsummering

**Document ID:****Version:** 2.0**Issue date:** 07/10/2025**Issued by:** Metroselskabet I/S**Approved by:** Søren Boysen, Nina Kampmann

SOBO, NK

Checked by: Michael Bachmann, Jon Banyai

MFB, JPB

Prepared by: Johan Spanner

JSPA

Pages: 20

Table of contents

1	Introduktion	4
1.1	Formål	5
1.2	Scope	5
1.3	Anvendelighed	6
1.4	Referencer	6
2	Eksisterende forhold	7
2.1	Metroselskabets anlæg	7
2.2	Dræning	8
2.3	Nabobygninger	8
3	Designmål	9
3.1	København Kommunes mål	9
3.2	Metroselskabets mål	9
4	Foreslåede løsninger	11
4.1	Løsning A: Tung overdækning	11
4.2	Løsning B: Let overdækning	11
4.3	Løsning C: Støjskærme og støjdemperingsystem	11
5	Estimat for omkostninger og tidsplan	14
5.1	Estimat over anlægsomkostning	14
5.2	Anlægstidsplan	14
5.3	Omkostninger til ekspropriation	15
5.4	Omkostninger ved sporspærringer og indtægtstab	15
5.5	Livscyklusomkostninger	15
5.6	Øvrige omkostninger	16
5.7	Samlede estimer over omkostning	16
6	CO₂-aftryk	17
7	Opsummering og konklusioner	18
7.1	Vurderingsresumé	18
7.2	Anbefalet løsning	18
7.3	Næste skridt i fase 2	19

Oversigt over figurer

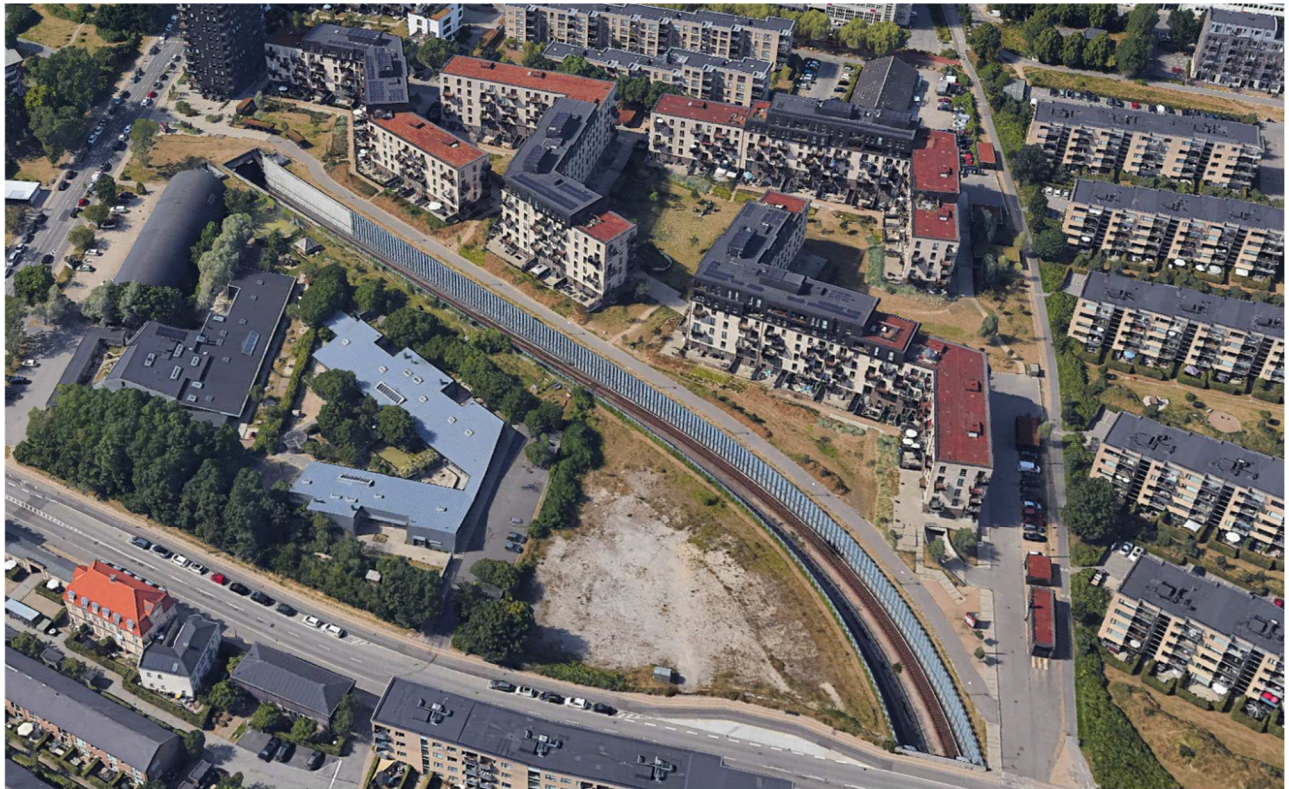
Figur 1: Strandlodsvej Portal (luftfoto)	4
Figur 2: Strandlodsvej portal zoner	7
Figur 3: Portal trapper	7
Figur 4: Sporskifte placering	7
Figur 5: Løsning A - Tværsnit	13
Figur 6: Løsning A - Plan	13
Figur 7: Løsning B - Tværsnit	13
Figur 8: Løsning B - Plan	13
Figur 9: Løsning C - Tværsnit	13
Figur 10: Løsning C - Plan	13
Figur 11: Sammenligning af anlægstidsplaner	14
Figur 12: Sammenligningsskema for anlægsomkostninger og tidsplan	17
Figur 13: Indlejret CO ₂ for de foreslåede løsninger	17

Oversigt over tabeller

Tabel 1: Forventet virkning, tidligt estimat	13
Tabel 2: Anlægstidsplan og plan for lukninger	14
Tabel 3: Omkostninger til ekspropriation	15
Tabel 4: Livscyklus vedligeholdelseskostninger	16
Tabel 5: Sammenfatning af anlægsomkostninger og tidsplan	16
Tabel 6: Opsummering af indlejret CO ₂ -indhold	17

1 Introduktion

I Københavns Kommunes budget for 2024, ØK58, fik MS til opgave at undersøge muligheden for at overdække den åbne metrograv mellem Strandlodsvej portalen syd for Lergravsparken Station og Øresund Station på M2 metrolinjen, såvel som mulighed for alternativ anvendelse af en overdækning. Der afsattes 2 mio til MS' arbejde med koncepterne.



Figur 1: Strandlodsvej Portal (luftfoto)

”Metroselskabets medejere, Transportministeriet og Frederiksberg Kommune, har tilkendegivet, at de er indforstået med, at Metroselskabet udarbejder et koncept for overdækningen og eventuelt igangsætter planlægning af projektet under forudsætning af, at alle omkostninger til projektet finansieres af Københavns Kommune. Hertil kommer, at projektet ikke må forsinke andre centrale projekter, som Metroselskabet skal udføre i den kommende tid. Transportministeriet bemærker derudover afslutningsvis, at gennemførelse af overdækningen som udgangspunkt betragtes som et initiativ, der bør finansieres af Københavns Kommune og dermed ikke belaste Metroselskabet og dets øvrige ejere. Det forudsættes ligeledes, at der bliver tale om en let dækkonstruktion, der sektionsvis kan løftes på plads i forbindelse med de natlige spærringer af metrodriften, så anlæg af overdækningen ikke påvirker den almindelige drift.” (ØK58 budgetnotat).

Opgaven løses af MS i to faser, hvor fase 1 omfatter udarbejdelse af forskellige konceptuelle konstruktive løsninger samt anvendelse af det inddækkede område, og fase 2, hvor den valgte løsning viderebearbejdes. Dette dokument er det dansksprogede referat af fase 1-rapporten (*Strandlodsvej - Phase 1 - Portal Cover*

Options Study). Ved behov for uddybende forklaringer anbefales det derfor at opsoge dem i det engelsksprogede dokument.

1.1 Formål

Undersøgelsens formål er, som MS har forstået og behandlet det, at afbøde effekterne af støjpåvirkning fra metroen på strækningen fra Lergravsparken til Øresundsvej samt at undersøge hvorledes en overdækning kan tjene andre formål, f.eks. etablering af solceller.

Forudsætninger

Skinneføringen i truget går igennem den skarpeste kurveradius på hele metrosystemet udenfor vedligeholdelsescentrene (CMC). Den skarpe kurve opstod, da det blev valgt at lade tracéet følge et tidligere sidespor til det gamle Sundby gasværk, hvorved ekspropriation af andre lodsejeres grunde kunne undgås, men forhindrede at kurven kunne flades ud.

Jo skarpere et sving på banen er, desto mere belastning og slid vil det lægge på materiellet, og dette vil ofte omsættes til støj. På denne sektion er der installeret et smøreanlæg med det formål at nedsætte støj og slid, og derudover slibes skinner ud fra fastsatte vedligeholdelseskriterier. Selvom vedligeholdelsesfrekvensen hidtil har været anset som tilstrækkelig, kan dette sted på banen i højere grad end andre være følsomt overfor slid af skinner. Da slid på skinnerne er ikke-lineært af natur, kan der være perioder hvor der opstår et højere støjniveau, særligt lige før et serviceinterval.

Støjbilledet fra Metroen vil ikke være ensartet dag for dag. Således vil støjbilledet være mindst i perioden efter vedligehold af skinner og sporskifter. Herudover vil også vedligehold af materiel have betydning, hvorfor ikke alle togs passage vil forårsage samme støjpåvirkning.

Indbygning af reduktion af støj, som undersøgt af Metroselskabet, vil imidlertid reducere støjen uanset om den har et højt eller lavt niveau. Reduktionspotentiallet er ikke ens for løsningerne, hvilket belyses i rapporten.

1.2 Scope

Omfanget af denne undersøgelse er begrænset til et udvalg af løsninger mellem Strandlodsvej-portalen og Øresund Metrostation. Hovedrapporten og dette resumé giver et overblik over den eksisterende konstruktion og danner grundlag for design af støjdæmpende foranstaltninger. Den beskriver og vurderer forskellige løsningsmuligheder med hensyn til omkostninger, tidsplan, risici og relevante faglige forhold, konkluderer hvilken løsning der vurderes mest fordelagtig, og anbefaler et forslag til fase 2 med udvikling af ét enkelt designkoncept.

De præsenterede løsninger er fortsat konceptuelle og kun beregnet til at understøtte valget af en løsningsmodel. Udeståender og forbehold er kort beskrevet i senere afsnit af resuméet, som ligeledes vil angive de næste trin for den foretrukne løsning.

1.3 Anvendelighed

Denne rapport er stedsspecifik, og de foreslåede løsninger heri kan ikke nødvendigvis anvendes på andre lokaliteter.

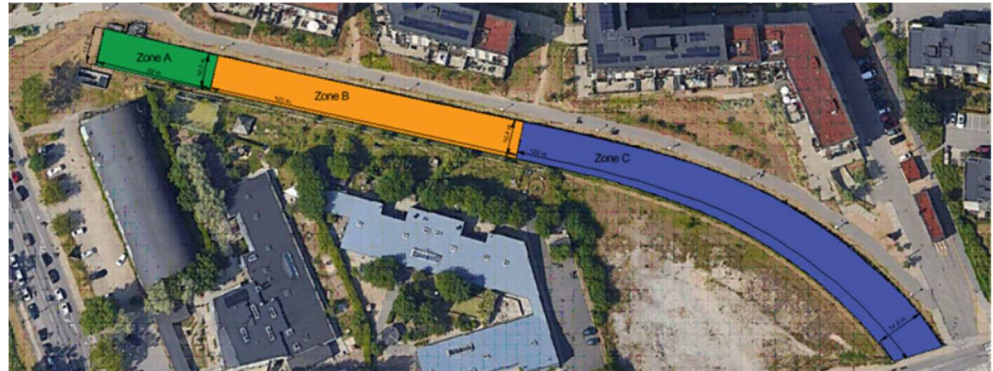
1.4 Referencer

Kode	Referencebeskrivelse
1	ØK58 Undersøgelse af overdækning af Amager Metroen

2 Eksisterende forhold

2.1 Metroselskabets anlæg

Metroselskabets trugkonstruktion består af 39 m sekantpælevægge ved tunnelportalen (Zone A) og 225 m stålspunsvægge (Zone B og C), begge forankret med skrå jordankre op til 9 m udenfor truget. Bredden varierer fra 11 m ved portalen til 14,2 m i slutningen af Zone C.



Figur 2: Strandlodsvej portal zoner

Disse dimensioner er væsentlige for en eventuel ny konstruktion, da enhver påvirkning af de eksisterende støttemursanlæg nøje skal vurderes.

På hver sin side af portalen er der trapper. På nordsiden af sporet giver de adgang til flugtvejsgangbroen (nordgående retning), mens trapperne på sydsiden er adskilt fra truget og giver adgang til et tilstødende teknikrum. Adgangen til disse faciliteter må ikke hindres af nye anlægsarbejder.



Figur 3: Portal trapper

Truget rummer dobbeltsporede jernbanespor foruden et par sporskifter i forlængelse af hinanden. Denne sporkonfiguration udelukker placering af søjler i truget. Sporene er udført med ballast og sveller på hele strækningen. Trugsystemet er afhængigt af både lodrette jordankre, der fastholder bundpladen, og de skråstillede jordankre, der fastholder siderne. Trugets dybde varierer fra ca. 9,5 m på det dybeste sted til ca. 6 m ved broen under Øresundvej. Inderradiussen for kurven er ca. 100 m, hvilket gør den til den skarpeste kurve over jorden uden for CMC'erne, og dermed gør tracéet unikt.

Der passerer dagligt 500–550 tog på denne strækning.



Figur 4: Sporskifte placering

2.2 Dræning

Truget er designet til at håndtere eventuelt regnvand, der måtte samle sig i den åbne banegrav. Ved tunnelens indgang er der et afløb med pumpeump.

2.3 Nabobygninger

Nord for truget ligger tre boligblokke opført i 2017, som varierer i højde fra 5 til 7 etager, samt et boligtårn i Strandlodsvej-enden på 13 etager. Stueetagen i boligtårnet er forsynet med butikker og restauranter, mens de tre boligblokke har haver og terrasser i stueplan med facade mod truget.

Haverne og terrasserne er afgrænset af et 5 m bredt, grønt område, efterfulgt af en gang- og cykelsti, der følger trugets nordside. Mellem stien og truget ligger en ca. 3 m bred græsbevoksning.

Sydsiden af truget består af en trekantet grund, som afgrænses af Strandlodsvej og Øresundsvej. Ved Strandlodsvej mod vest ligger en overdækket badmintonhal med tilhørende parkeringsplads. Umiddelbart øst for badmintonhallen ligger to integrerede institutioner med tilhørende parkering og rekreative udeområder placeret mod nord. Afstanden mellem institutionernes grund og ydersiden af spunsvæggen og trugets yderlinje er omkring 2 m.

Syd for institutionerne, mod Øresundsvej, ligger et grønt bælte med levende hegn.

Den østligste del af den trekantede grund er på nuværende tidspunkt ubebygget og afgrænses af Øresundsvej og den kurvede del af metroens tracé. Det ubebyggede areal er omfattet af [lokalplan nr. 503 "Lergravsvej"](#) fra 2014. Lokalplanen giver mulighed for at bebygge arealet med et 6–14 etagers parkeringshus med stueetage til detailhandel. Endvidere nævner den en cykel- og gangbro over banen.

3 Designmål

En række overordnede designkrav er blevet fastlagt for at understøtte udviklingen af mulige løsninger. Disse er overordnet opdelt i krav fra KK og krav fra MS.

3.1 København Kommunes mål

Den oprindelige anmodning fra KK er at iværksætte en undersøgelse af en overdækning af truget og undersøge alternative anvendelsesmuligheder, herunder solceller. Det er Metroselskabets opfattelse, at baggrunden for ønsket om overdækning, er et ønske om at reducere støj fra baneanlægget.

Københavns kommune har identificeret en række sekundære mål som følger:

- Indarbejdelse af en gang- eller cykelbro over truget (som planlagt i lokalplan 503)
- Indarbejdelse af teknologi til solenergiudnyttelse, til anvendelse af en tredjepart, f.eks. til opladning af biler eller lignende
- Forbedring af biodiversiteten ved truget, på enhver mulig måde

Disse emner behandles ikke videre i dette resumé, men fremgår af hovedrapporten og vil endvidere indarbejdes i fase 2 efter aftale med KK.

3.2 Metroselskabets mål

Fra MS' perspektiv indgår det som en forudsætning i undersøgelserne, at projektet skal gennemføres indenfor samme vilkår som øvrige projekter i Metroen, således at påvirkningen af funktionalitet og drift minimeres. Det betyder i praksis, at arbejderne sker indenfor de perioder, hvor passagertallene er lavest.

Det er ifølge opdraget fra Københavns Kommune ligeledes en forudsætning, at projektet ikke må forsinke andre centrale projekter, som Metroselskabet skal udføre i den kommende tid. Denne forudsætning vil i praksis være vanskelig at overholde, da det med al sandsynlighed vil kræve koordination mellem vedligeholdelses- og anlægsarbejder som vil risikere at forsinke og fordyre andre projekter, særligt den kommende reinvestering i tog og signalanlæg på M1 og M2. Dette projekt er omfattende, og vil påvirke alle strækninger på M1 og M2. Fornyelse af signaler og spor søges gennemført med mindst mulige forstyrrelser af den daglige drift og forudsætter derfor mange arbejder gennemført i nattetimer.

Det vurderes i praksis at være vanskeligt i samme periode at gennemføre et overdækningsprojekt parallelt med det planlagte reinvesteringsprojekt. Arbejdet med etableringen af et betondæk vil føre til gentagne sporspærringer over en lang tidsperiode med tilstedeværelse af teknisk personale i sporarealet. Disse arbejder vil skulle koordineres med reinvesteringsprojektet, som i praksis vil efterspørge sporspærringer i samme tidsrum, hvilket alt andet lige vil komplicere og sandsynligvis fordyre begge projekter.

Uanset dette kan en række afledte forbedringer være mulige og er blevet undersøgt eller vil kunne undersøges i næste projektfase:

- Forbedring af integrationen af metroen i den omkringliggende by
- Forbedring af den lokale urbane natur
- Forbedring af sikkerheden i tilfælde af skybrud
- Forbedring af sikkerheden i tilfælde af stormflod

De to første punkter indgår i vurderingen af de mulige løsninger, da de kan realiseres i varierende grad i de enkelte forslag. De to sidste punkter behandles i afsnit 4.4 under Klimatilpasning for at vurdere kravene inden for hvert område nærmere. De bliver behandlet i en separat undersøgelse, men eventuelle fælles krav kan blive overvejet til samlet implementering.

Arbejderne vil give støj- og lysgener i nattetimerne gennem en flerårig periode. Det vil være nødvendigt at etablere arbejdspladsareal i længere perioder, hvilket må forudses at påvirke begge sider af banegraven og således også en del af daginstitutionernes udendørsareal på banegravens sydside.

Da de opstillede forudsætninger har vist sig ikke at kunne indfries med en overdækningsløsning, har Metroselskabet valgt også at undersøge en enklere støjreduktionsmetode i form af støjdæpende paneler, der absorberer lyd og minimerer reflekteret lyd fra overflader, og som anvendes andre steder på Københavns Metro. Muligheden for lodrette støjskærme er ligeledes blevet undersøgt, hvilket tilsvarende kan reducere støjpåvirkning for de lokale beboere, med en langt mindre driftsmæssig påvirkning på metroen - og dermed markant lavere omkostninger.

4 Foreslåede løsninger

4.1 Løsning A: Tung overdækning

Den tunge overdækning er en løsning, der i praksis vil muliggøre næsten enhver anvendelse af arealet ovenpå anlægget, da den udgør en fuldstændig overdækning af tunnelen. Arealet ovenover kan principielt set bebygges, anvendes til parkering eller til rekreative formål.

Anlægsarbejdet vil dog være omfattende, forventeligt med betydelige driftsforstyrrelser udover det foreskrevne i ØK58.

Løsningen omfatter følgende delelementer:

- Fundering
- Tilpasninger af eksisterende konstruktioner
- Overdækningsdæk
- Overfladelag

Støjeffekten af en tung overdækning vil være betydelig (potentielt op til 20 dB), men vil af byggetekniske årsager ikke kunne omfatte hele strækningen. Der vil kunne etableres anden overdækning og støjdemping, hvor overdækning med tungt dæk ikke er muligt af sikkerhedsmæssige årsager. Der vil skulle indarbejdes ventilationselementer i overdækningerne, som ikke vises på illustrationerne. Dette vil kunne belyses og bearbejdes i fase 2-studiet.

4.2 Løsning B: Let overdækning

En let overdækningskonstruktion til at dække truget, kan antage forskellige former og vil kunne etableres i trugets fulde længde. En let overdækning vil være sammensat af følgende hovedelementer:

- Fundering
- Portalkonstruktion
- Tag- og vægbeklædning
- Lydisolering
- Afløb
- Mulige ventilationsåbninger

Støjdæmpningseffekten vil potentielt kunne være op til 15 dB. Også for denne løsning vil der skulle indarbejdes ventilation, som ikke fremgår af illustrationerne.

4.3 Løsning C: Støjskærme og støjdempingssystem

Alternativt til en overdækning vil støjpåvirkningen kunne reduceres for de lokalt påvirkede ved hjælp af støjdempende paneler. Sådanne systemer er allerede i

brug andetsteds på metronettet samt i tilknytning til anden transportinfrastruktur både i København og resten af verden.

Trugets geometri og metroens støjprofil kan dog adskille sig fra andre eksempler, og det er derfor ikke sikkert, at andetsteds gennemprøvede løsninger kan kopieres direkte. Det vil dog være fornuftigt at undersøge dette simple og billigere system til at reducere støjpåvirkningen på området.

Der foreslås to delelementer i denne løsning:

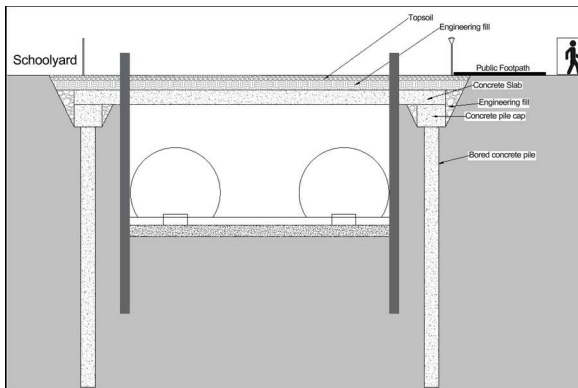
- Støjskærme over trugets vægge
- Støjdæmpende paneler inde i truget

Støjemissionen forventes ikke at kunne elimineres fuldstændigt med disse løsninger, men vil kunne nedbringes. Støjdæmpningen vurderes at kunne nå op til 10 dB.

Effekten af etableringen af paneler og skærme må forventes at være størst i de nederste etager af de omkringliggende huse. Men den konkrete udformning (f.eks. materialer og geometri), placering og højde af skærme vil i samspil med byggeri og andre støjkilder i området have indflydelse på, hvilken samlet støjbegrænsende effekt, der vil kunne opnås. Dette vil skulle afdækkes nærmere i fase 2. Se teknisk resumérapport for yderligere.

Såfremt det ønskes, vil etableringen af paneler og skærme kunne ske trinvist. Det vil give mulighed for at erfaringer fra f.eks. etablering af paneler nede i banegraven vil kunne danne baggrund for en vurdering af, om det endvidere ønskes at etablere skærme langs banegraven – med de visuelle ændringer på omgivelserne, som det vil medføre.

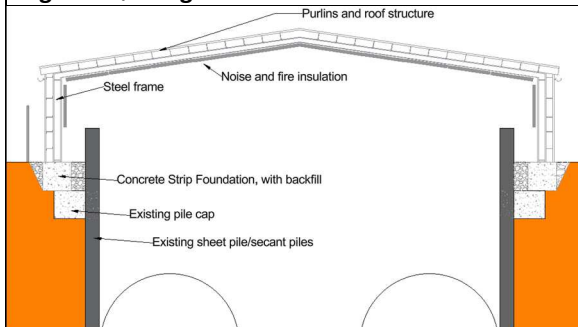
De to dele, selvstændigt eller i kombination, udgør løsning C.



Figur 5: Løsning A - Tværsnit



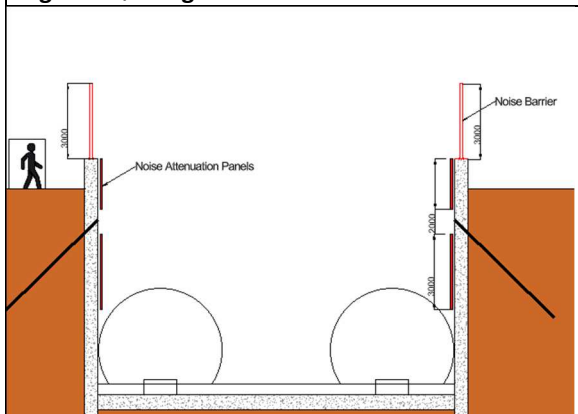
Figur 6: Løsning A - Plan



Figur 7: Løsning B - Tværsnit



Figur 8: Løsning B - Plan



Figur 9: Løsning C - Tværsnit



Figur 10: Løsning C - Plan

I nedenstående tabel findes en sammenstilling af forventet støjbegrænsning, der kan opnås ved de forskellige metoder. Bemærk, at et tungt dæk skal suppleres af en let overdækning eller opsætning af paneler ved Strandlodsvej for at maksimere effekt. Der er inkluderet omkostninger til en supplerende let overdækning i omkostningsestimatet.

Tabel 1: Forventet virkning, tidligt estimat

Løsning	Metode	Forventet virkning (tidligt estimat)
Tungt dæk	Betondæk suppleret af let overdækning eller paneler ved Strandlodsvej	Op til ca. 20 dB
Let dæk	Let overdækning på hele strækningen	Op til ca. 15 dB
Paneler	Paneler i trug og skærme langs banen	Op til ca. 10 dB, dog med størst virkning i omkringliggende huses underetager

5 Estimat for omkostninger og tidsplan

Metroselskabet har benyttet sig af en uafhængig rådgiver til at estimere anlægsomkostninger og tidsplan. Metroselskabet har desuden foretaget en selvstændig vurdering af den forventede påvirkning på omkostninger og tabte passagerindtægter som følge af anlægsprojektet.

Herunder:

- Ekspropriationsomkostninger
- Livscyklusomkostninger, tilbagediskonteret til nutidsværdi
- Omkostninger ved driftslukninger og indtægtstab

Disse forhold uddybes i de følgende afsnit.

5.1 Estimat over anlægsomkostning

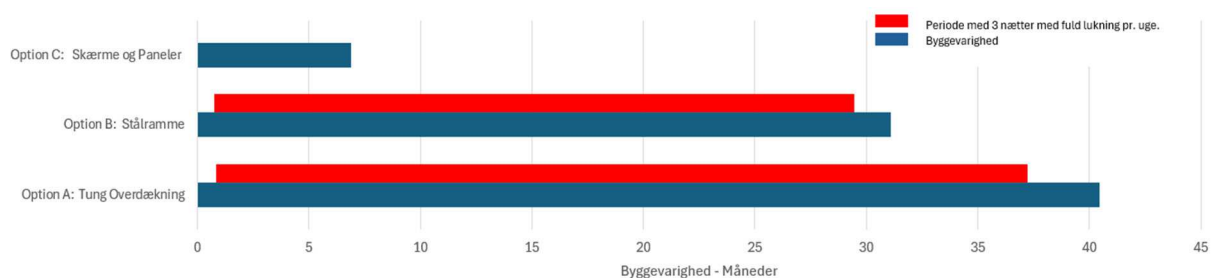
Anlægsomkostningerne er beregnet i 3. kvartal 2025 og indeholder en overordnet opdeling på materialer og arbejdskraft.

5.2 Anlægstidsplan

Anlægstidsplanen er udarbejdet med henblik på det nødvendige antal medarbejdere på pladsen og de enkelte opgavers varighed. Der er regnet med korte arbejdsperioder i de korte natlige lukkevinduer, hvilket igen er anvendt til at udarbejde et mere realistisk omkostningsestimat samt fastlægge varigheden af midlertidig arealekspropriation, lukkeomkostninger og beregning af tabt indtægt. Da det ikke er realistisk at lukke metroen med dobbeltsporsspærring hver nat, er den overordnede tidsplan baseret på en begrænsning på maksimalt tre dobbeltsporsspærringer pr. uge.

Tabel 2: Anlægstidsplan og plan for lukninger

Løsning	Beskrivelse	Enkelt-sporspærringer (nat)	Dobbelte sporspærringer (nat)	Varighed (Måneder)
Tung overdækning	A Fuld længde betonoverdækning	60	474	40
Let overdækning	B Stålramme	65	360	31
Støjskærme og støjdæmpning	C Skærme og paneler på begge sider	135	0	7



Figur 11: Sammenligning af anlægstidsplaner

5.3 Omkostninger til ekspropriation

Omkostninger til midlertidig og permanent ekspropriation af jord tilvejebringer både det areal, der kræves til nye konstruktioner samt byggeplads. Det er et groft estimat, baseret på konservativt estimerede jordværdier. Disse omkostninger vil blive underlagt en mere detaljeret vurdering i Fase 2 af denne undersøgelse.

Foreløbige estimater indikerer, at der vil være behov for et areal på 6.000 m² som byggeplads for alle løsningsmuligheder. Derudover vil permanent ekspropriation henholdsvis andrage 850 m² for løsning A, 400 m² for løsning B og maksimalt 200m² for løsning C.

5.4 Omkostninger ved sporspærringer og indtægtstab

Omkostningerne ved lukning og indtægtstab er direkte relateret til de fulde sporspærringer, der vil være nødvendige for at udføre anlægsarbejderne, som beskrevet i afsnit 5.2.

- Enkeltsporsspærringer varer 3 timer og 15 minutter, men medfører spæringsomkostninger svarende til 5 timer.
- Enkelt- og dobbeltsporsspærringer medfører omkostninger til sikkerhedsposter under arbejdet.
- Dobbeltsporsspærringer medfører desuden omkostninger til drift af erstatningsbusser.
- Indtægtstabet er de billetindtægter, der mistes, når passagerer undlader at tage metroen på grund af spærringerne. Den fremtidige stigning i billetprisen for rejser til lufthavnen i 2027 er indregnet i dette.
- Der er indregnet en 5% buffer til at dække eftervirkningerne af en spærring, da disse typisk medfører en reduktion af indtægten i perioden umiddelbart efter nedlukning.

Tabel 3: Omkostninger til sporspærringer og indtægtstab

Løsning		Beskrivelse	Omkostninger (mio. kr.)		
			Nedlukning	Indtægtstab	Total
Tung overdækning	A	Fuld længde betonoverdækning	26	13	39
Let overdækning	B	Stålramme	18	10	28
Støjskærme og støjdæmpning	C	Skærme og paneler på begge sider	2.1	1.4	3.5

5.5 Livscyklusomkostninger

Livscyklusomkostninger omfatter følgende poster:

- Årlige inspektioner
- Mindre vedligeholdelse (planlagt med 10-års intervaller)

- Større vedligeholdelse, hvilket i det væsentlige er udgiften til udskiftning af enkeltkomponenter inden for den 100-årige designlevetid, der ikke selv har en designlevetid på 100 år.

Omkostningsberegningen er udarbejdet som et nutidsværdiskøn over 100 år, ved brug af den relevante diskonteringsfaktor.

Tabel 4: Livscyklus vedligeholdelseskostninger

Løsning		Beskrivelse	Livscyklusomkostninger (mio kr)
Tung overdækning	A	Fuld længde betonoverdækning	182
Let overdækning	B	Stålramme	279
Støjskærme og støjdemping	C	Skærme og paneler på begge sider	86

5.6 Øvrige omkostninger

Omkostninger omfatter også:

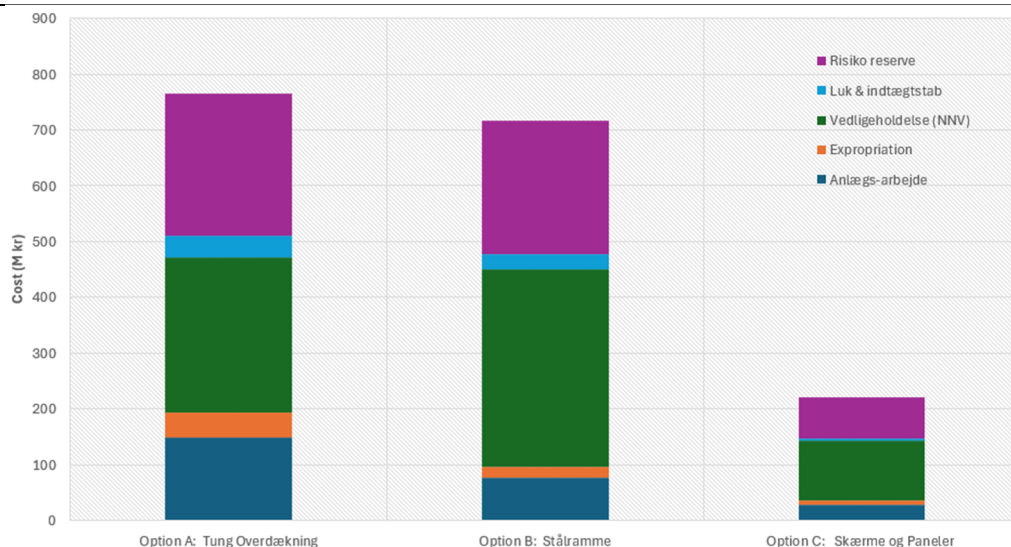
- En margin til projektets anskaffelsesomkostninger, såsom bygherrens projektledelse, entreprenørernes overhead, designomkostninger og fortjeneste (der er anvendt 36 %, i overensstemmelse med andre MS-projekter). Denne margin er kun lagt på anlægsomkostningerne.
- En reserve til at dække usikkerheder relateret til graden af detaljer i designet og påvirkningen af det lokale nabolag. (der er anvendt 50 %, i overensstemmelse med NAB, under hensyntagen til studiets detaljeringniveau). Dette er lagt oveni alle omkostninger, inklusive den allerede anlagte 36% margen på byggeomkostningerne.

5.7 Samlede estimater over omkostning

Nedenstående sammenfatning viser effekten af alle aspekter samlet. Diagrammet viser anskaffelsesomkostningerne og den risikobuffer, der er inkluderet i hver omkostningsgruppe.

Tabel 5: Sammenfatning af anlægsomkostninger og tidsplan

Løsning		Beskrivelse	Omkostning (Mio kr)					
			Anlægsarbejde	Expropriation	Vedligeholdelse (NNV)	Luk & indtægstab	Risiko reserve	Total
Tung overdækning	A	Fuld længde betonoverdækning	148	45	278	39	255	765
Let overdækning	B	Stålramme	77	18	354	28	239	716
Støjskærme og støjdemping	C	Skærme og paneler på begge sider	28	9	107	3	73	220



Figur 12: Sammenligningsskema for anlægsomkostninger og tidsplan

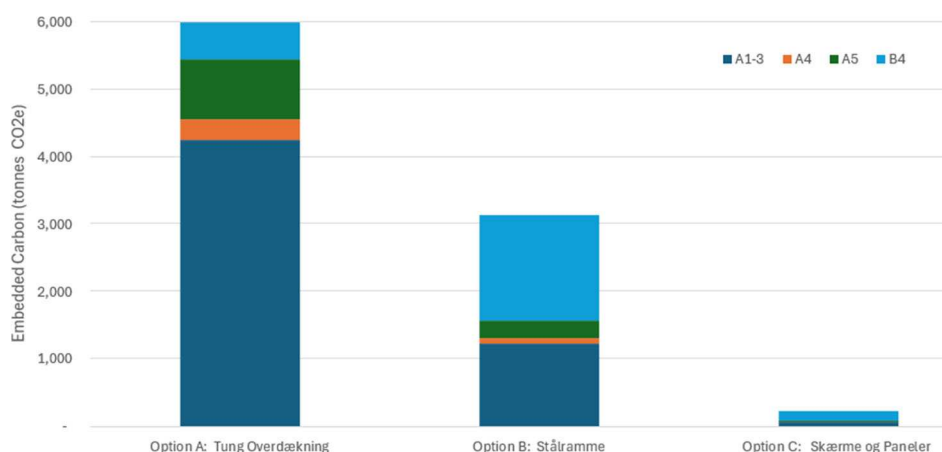
6 CO₂-aftryk

CO₂-aftrykket er et kriterium, som Metroselskabet ønsker at inddrage ved fastlæggelsen af den foretrukne løsning. For at vurdere CO₂-aftrykket af de enkelte løsninger, er der foretaget foreløbige, overordnede beregninger af påvirkningen. For en nærmere gennemgang og antagelser, se hovedrapporten.

Tabellen nedenfor giver en oversigt over CO₂-aftrykket for hver løsning over deres 100-årige levetid. Den tager højde for levering af produkter fra fabrikken til stedet (A1-A4), selve byggearbejdet (A5) og også udskiftning af elementer i løbet af deres levetid (B4).

Tabel 6: Opsummering af indlejret CO₂-indhold

Løsning	Beskrivelse	Carbon (tons CO ₂ e)				
		A1-3	A4	A5	B4	Total
Tung overdækning	A Fuld længde betonoverdækning	4,246	297	892	544	5,979
Let overdækning	B Stålramme	1,224	86	257	1,567	3,134
Støjskærme og støjdæmpning	C Skærme og paneler	59	4	12	150	226



Figur 13: Indlejret CO₂ for de foreslåede løsninger

7 Opsummering og konklusioner

7.1 Vurderingsresumé

En samlet oversigt over mulighederne er vist nedenfor, med tilsvarende vurderingskriterier som er anvendt i andre evalueringer for Københavns Kommune for fremtidige metrop projekter. For en mere substantiel sammenligning og vurdering af løsningerne, henvises til afsnit 8, *Appraisal of Options* i hovedrapporten.

Tabel 7: Løsningssammenligning

Option Variant		Tung overdækning	Let overdækning	Støjbarriere og støjdæmpning
		A	B	C
	Støjpåvirkning (under byggeri)	E	D	B
	Støjreduktion (permanent)	B	B	C
	Bygbarhed	E	C	B
	Adgang og Arealforbrug	D	C	B
	Funktionalitet	A	B	C
	Sikkerhed	B	C	C
	Driftsforstyrrelser	E	D	B
	Tidsplan	E	D	B
	Byggeomkostninger	E	D	B
	Bidrag til byen	A	B	B
	Vedligeholdelse	B	C	B
	CO ₂ -udledning	E	E	A

7.2 Anbefalet løsning

Den gennemførte fase 1-undersøgelse præsenterer tre konceptuelle løsninger. På dette tidlige stadie er der fortsat en lang række ukendte forhold, som skal bidrage til både det funktionelle design og de praktiske aspekter af anlægget, og som kræver yderligere bearbejdning.

I arbejdet med fase 1-studiet er det blevet klart, at de to største bekymringer er:

- Hvordan der kan udføres omfattende arbejder omkring et eksisterende metrosystem i drift. Konsekvensen af eventuelle spærringer er betydelig, og enhver spærring skal aftales med driftsselskabet. MS har nu gjort sig antagelser om hvilke spærringer der vil være nødvendige, men det er afgørende at undersøge dette nærmere for at sikre, at de påkrævede spærringer er realistiske.

- Løsningen skal opfylde de funktionelle krav. På nuværende tidspunkt er der ikke fastlagt nogen funktionelle krav til støjreduktion. Det udestår fortsat at fastslå følgende:
 - De præcise kilder til den uønskede støj
 - Mængden af støj, der i dag udsendes af metrosystemet
 - Hvilket niveau støjreduktionstiltagene bør sigte efter.

Ud fra den viden, MS har på dette tidspunkt, og baseret på den samlede vurdering under hensyntagen til både omkostninger, tidsplan og CO₂-aftryk, er løsningen, som MS anbefaler, løsning C.

Denne løsning giver minimal forstyrrelse, er markant billigere end de øvrige muligheder og giver stor værdi for de lokale beboere og interessenter. Fordelene omfatter:

- Påvirkningen på det eksisterende metroanlæg holdes på et minimum.
- Der er minimal påvirkning i forhold til servitutter eller ekspropriation, herunder ved institutionerne.
- Arbejdet kan udføres med færrest mulige sporspærringer – og uden nogen dobbeltsporspærringer.
- Adgang til byggepladsen og kran vurderes at være mulig
- Projektets omfang kan opdeles i etaper, så dele af det kan etableres snart, og omfanget udvides senere.

Hvor lang en strækning af truget løsningen skal dække, skal analyseres nærmere. Fase 2-studierne har til formål at udvikle løsningen, så den opfylder forventningerne.

7.3 Næste skridt i fase 2

Afhængigt af, hvilken løsning der vælges, vil der være behov for forskellige næste skridt, herunder:

1. Beregning af potentiel støjdæmpning

Efter valg af den løsning der videreføres til fase 2, vil nærmere beregninger af det støjdæmpende potentiale gennemføres med henblik på at kunne optimere designet.

2. Solceller eller grøn væg/grønt tag-undersøgelse

Undersøgelse af indarbejdelse af solceller eller anvendelse af grønne vægge/tage, med fokus på:

- Forbedring af bynaturen
- Æstetiske kvaliteter
- Holdbarhed og vedligehold
- Akustiske egenskaber

3. Revision af jernbanesikkerhed

Uanset hvilken løsning der vælges, vil design og metoder skulle vurderes jernbanesikkerhedsmæssigt med henblik på at sikre at metrosystemet kan forblive i drift (herunder reduceret drift). Der skal opnås enighed med drifts- og vedligeholdslieferandøren samt den nationale sikkerhedsmyndighed om, hvilke relevante godkendelser der skal være på plads før, under og efter implementeringen af ændringen.

4. Nærmere vurdering af udførelsesmuligheder

Vurdering af begrænsninger for de planlagte bygningsarbejder, så der kan udarbejdes et mere præcist estimat for arbejdsmetoder, tidsplan og relaterede omkostninger.

5. Sporspæringsstrategi

Alle løsningsmuligheder kræver sporspæringer for at kunne udføre de nødvendige arbejder. For nogle løsninger er gentagne perioder med dobbeltsporspærring nødvendige, hvilket kan føre til ekstraordinært lange anlægstidsplaner. Som nævnt ovenfor vil Metroselskabet i de kommende år gennemføre fornyelse af signaler og materiel på M1 og M2.

Ethvert arbejde på metrosystemet, der kræver spæringer, skal drøftes og aftales med operatøren (driftsselskabet). De næste skridt bør derfor omfatte tidlig inddragelse af operatøren for at sikre, at de foreslåede spæringer er realistiske.

6. Servitut- og ekspropriationsundersøgelse

Omkostninger og gennemførlighed af ekspropriation og servitutter er foreløbigt vurderet. Foreløbige estimater indikerer, at der vil være behov for et areal på 6.000 m² som byggeplads for alle løsningsmuligheder. Derudover vil permanent ekspropriation henholdsvis andrage 850 m² for løsning A, 400 m² for løsning B og maksimalt 200m² for løsning C. De to overdækningsløsninger lægger i sagens natur beslag på mest areal, herunder også af institutionernes udearealer. En yderligere analyse af omfanget og omkostninger er påkrævet.

7. Undersøgelse af tunnelventilation

Såfremt løsningsforslag A eller B vælges, skal der gennemføres en undersøgelse af ventilationsbehovet for de to muligheder for at fastslå, om der er behov for ventilationsåbninger, og i hvilket omfang mekanisk ventilation og indbygning af ventilationsåbninger er nødvendig under nye dele af overdækningen.

8. Opdatering af omkostninger og tidsplan

De ovenfor nævnte undersøgelser skal indarbejdes i et mere præcist estimat af gennemførelsesplan og økonomi.