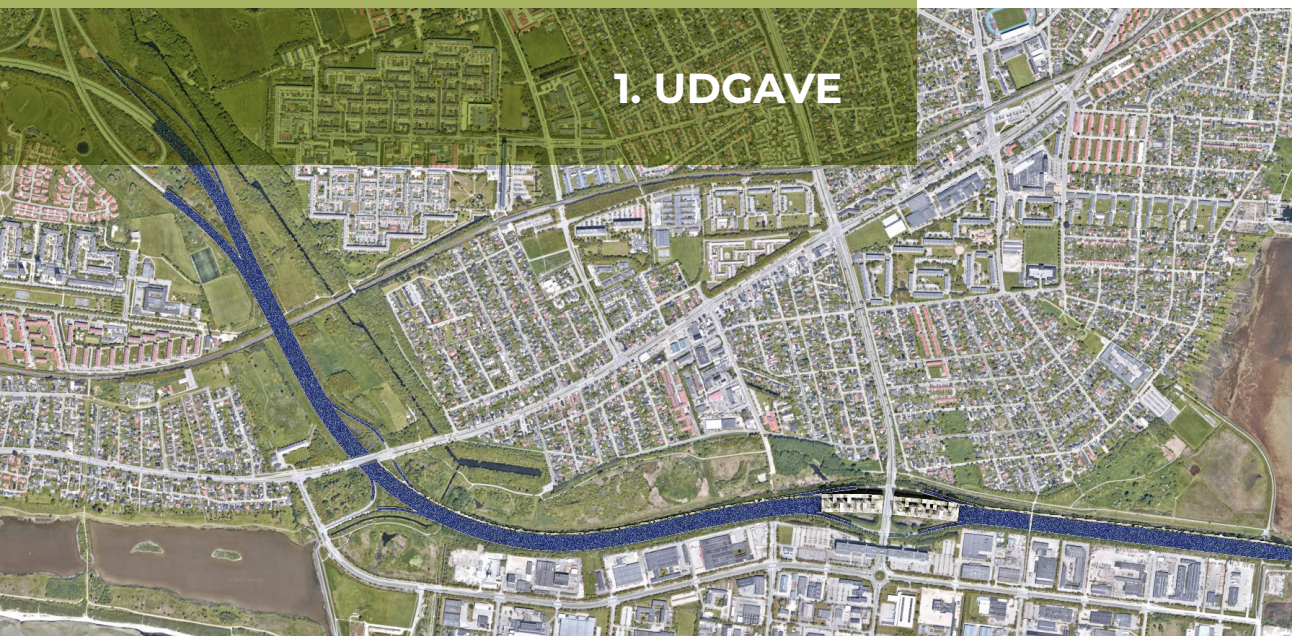


OVERDÆKNING AF AMAGERMOTORVEJEN I HVIDOVRE KOMMUNE

Skitseprojekt

1. UDGAVE



BAGGRUND OG BESKRIVELSE

Motorvejene omkring København skaber støj og gennemskærer og deler lokalsamfundene. I forbindelse med udbygning af Amagermotorvejen ønsker Hvidovre Kommune at undersøge muligheden for at overdække motorvejen på en strækning fra motorvejskryds Avedøre i vest, henover Kalvebod broen og til Imia Allé på Amager i øst. Dette tiltag vil fjerne støjen fra motorvejen og derved reducere støjpåvirkningen for en lang række støjplagede borgere i Hvidovre Kommune. Samtidigt skabes der plads til værdiskabende udnyttelse af de overdækkede arealer - eksempelvis ved etablering af et solenergianlæg, der kan generere grøn energi tæt på lokalsamfundet. Samtidigt kan indtægterne fra overdækningen finansiere eller medfinansiere anlægsomkostningerne og driften.

KI Rådgivende Ingeniører og Lützen Arkitekter har, i samarbejde med Atkins Danmark, fået til opgave at udarbejde et skitseprojekt omkring en mulig overdækning af motorvejen. Projektet har følgende hovedformål:

- Udarbejde tekniske og arkitektoniske skitser for mulige overdækninger
- Beskrive den tekniske konstruktion og (groft) anslåede anlægsomkostninger
- Den forventede reduktion af støjniveauet
- Afledte positive effekter for det omgivende bymiljø
- Beregninger af energien fra solenergianlæg
- Udnytte arealet over motorvejene og skabe værdi i hele lokalsamfundet i form af grøn energi og byggeri



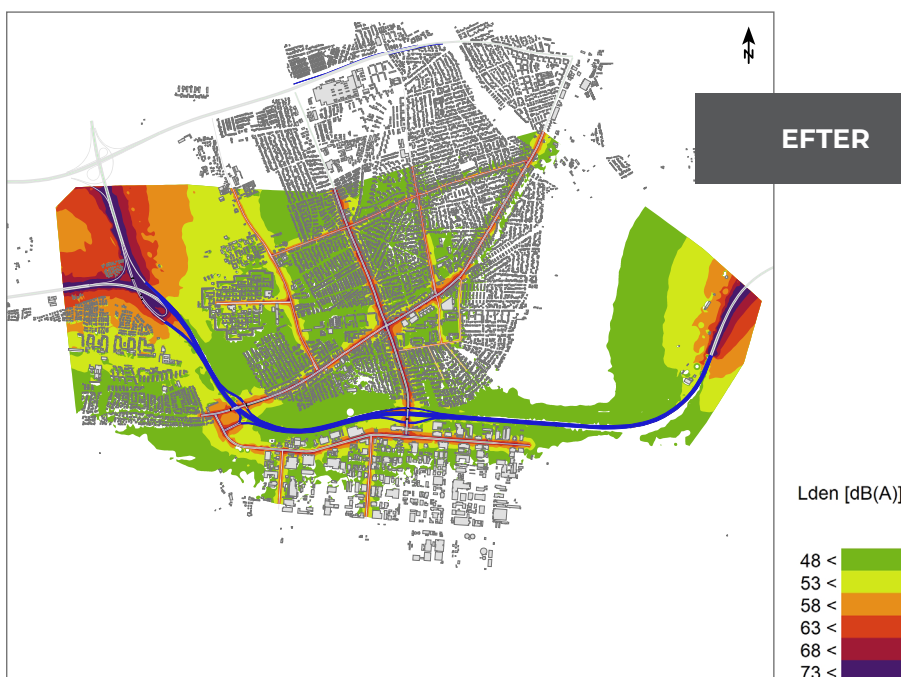
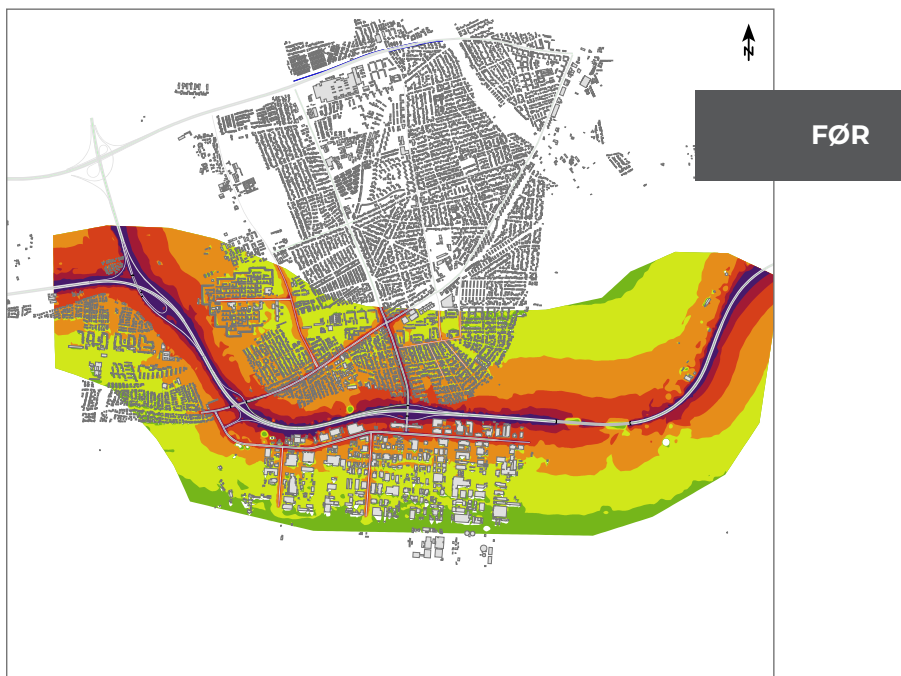
lützen
arkitekter

ATKINS
Member of the SNC-Lavalin Group



HVIDOVRE
KOMMUNE

29. SEPTEMBER 2022



STØJ OG SUNDHED

Der er foretaget beregninger af støjniveauet i området omkring motorvejen. Veje med betydende støjbidrag mellem Holbækmotorvejen og Amager Motorvejen er indlagt i beregningerne (begge Motorveje inkluderet).

Beregningerne for trafikstøj fra Amagermotorvejen er gennemført med beregningsmodel NORD2000, som er en fælles nordisk metode for beregning af støj fra vejtrafik.

Beregningerne er visualiseret på støjkort dannet på grundlag af konturkort som medtager den reflekterede støj fra alle bygningsfacader, veje, terræn samt vejrforhold. Støjkortene viser de forskellige støjniveauer med hver deres farve i 5 dB intervaller.

De gennemførte støjberegninger viser et særligt potentiale for fuld overdækning af motorveje. Resultaterne viser at en overdækning af motorvejen kan bringe omkring **4.500 adresser** under grænseværdien på 58 dB. Den fulde overdækning er særdeles effektiv for adresser også i større afstande fra motorvejen, hvor almindelige støjskærme har begrænset effekt (almindelige støjskærme i 5-6 m højde har primært effekt på bygninger i tæt nærhed til Motorvejene).

Støjpåvirkede boliger og erhverv	Uden overdækning		Med overdækning		Difference	
	Bolig	Erhverv	Bolig	Erhverv	Bolig	Erhverv
Mellem > 58 db og ≤ 63 db	4809		687		-4122	
					(-86%)	
Mellem > 63 db og ≤ 68 db	699	86	303	25	-396	-61
					(-57%)	(-71%)
Mellem > 68 db	114	26	92	3	-22	-23
					(-19%)	(-88%)

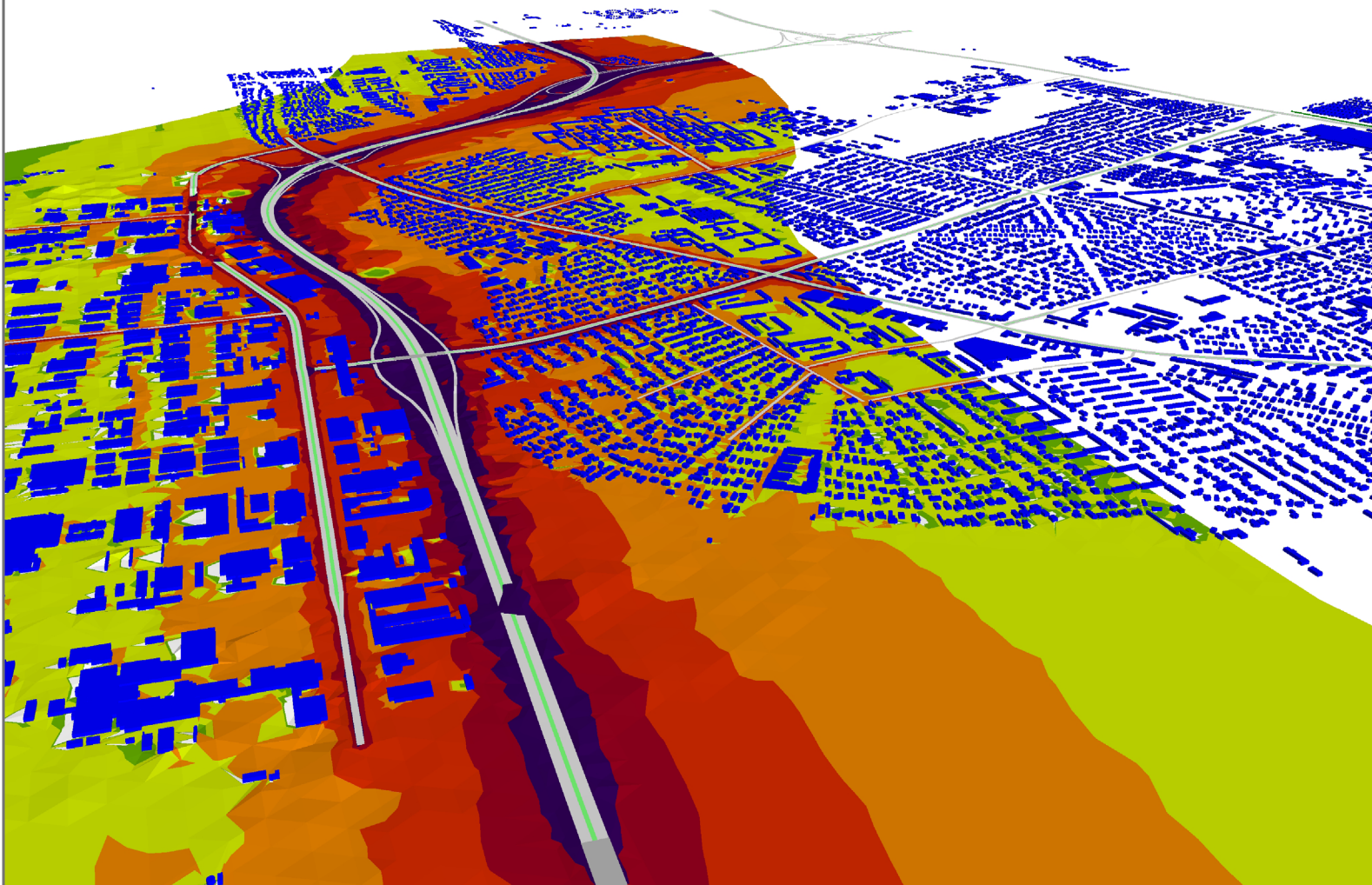
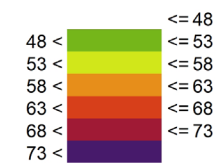
FØR



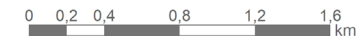
Bilag 1.0

Trafik: 2022
Bygninger: Nuværende
Støjforanstaltninger:-
Dato 20/09-2022
Støjmodel: Nord2000/4 vejrklasser

Lden [dB(A)] - 1,5 m.o.t.



Målforshold 1 : 40000



Dok. nr. : 01
Dato : 26.09.2022
Udført af : DBE
Kontr. : RRAS
Godk. :

ATKINS

Member of the SNC-Lavalin Group

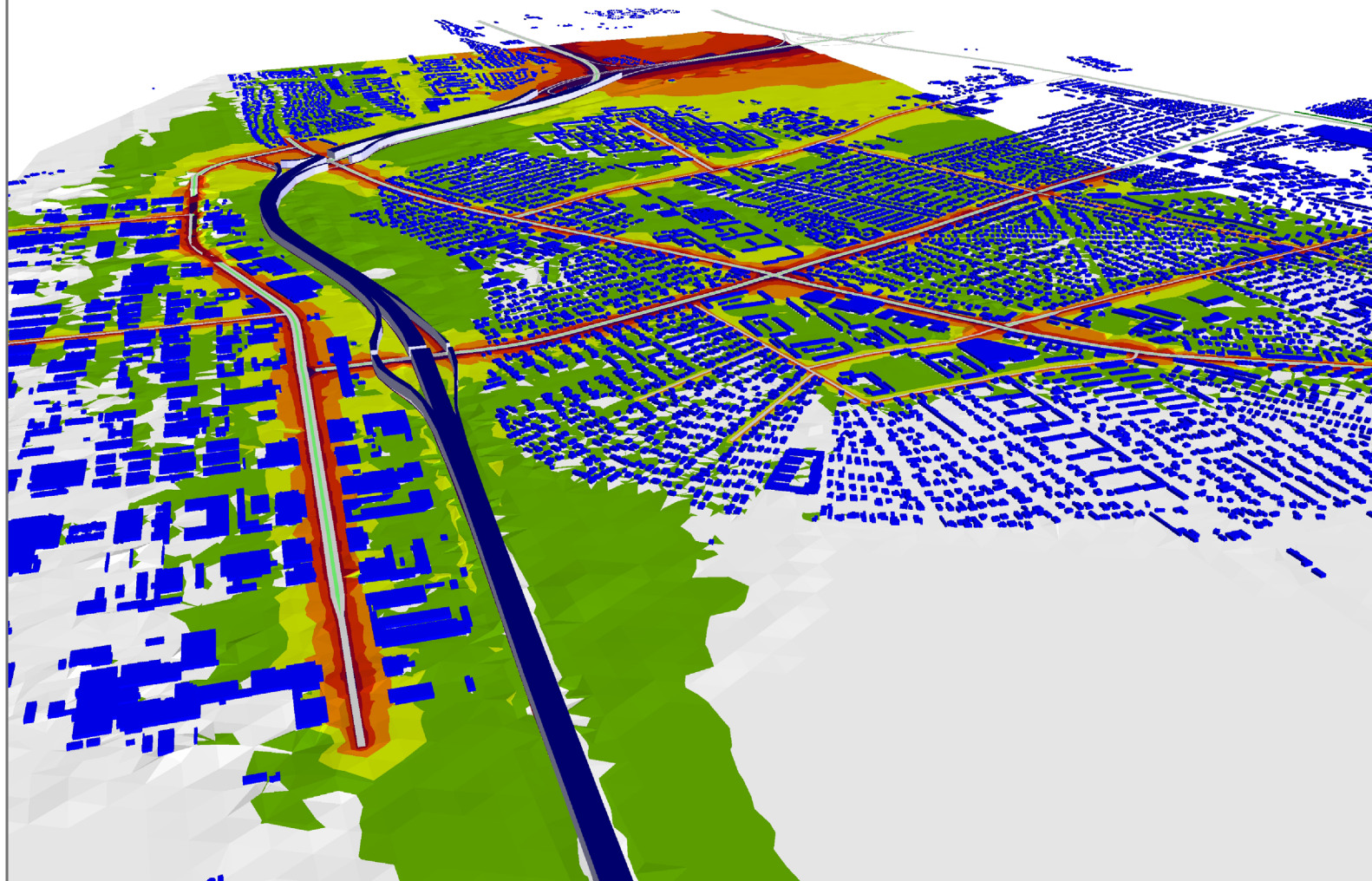
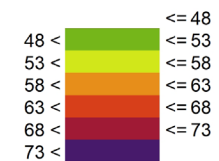
EFTER

Bilag 1.0

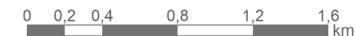
Trafik: 2022
Bygninger: Nuværende
Støjforanstaltninger:-
Dato 20/09-2022
Støjmodel: Nord2000/4 vejrklasser



Lden [dB(A)] - 1,5 m.o.t.



Målforshold 1 : 40000



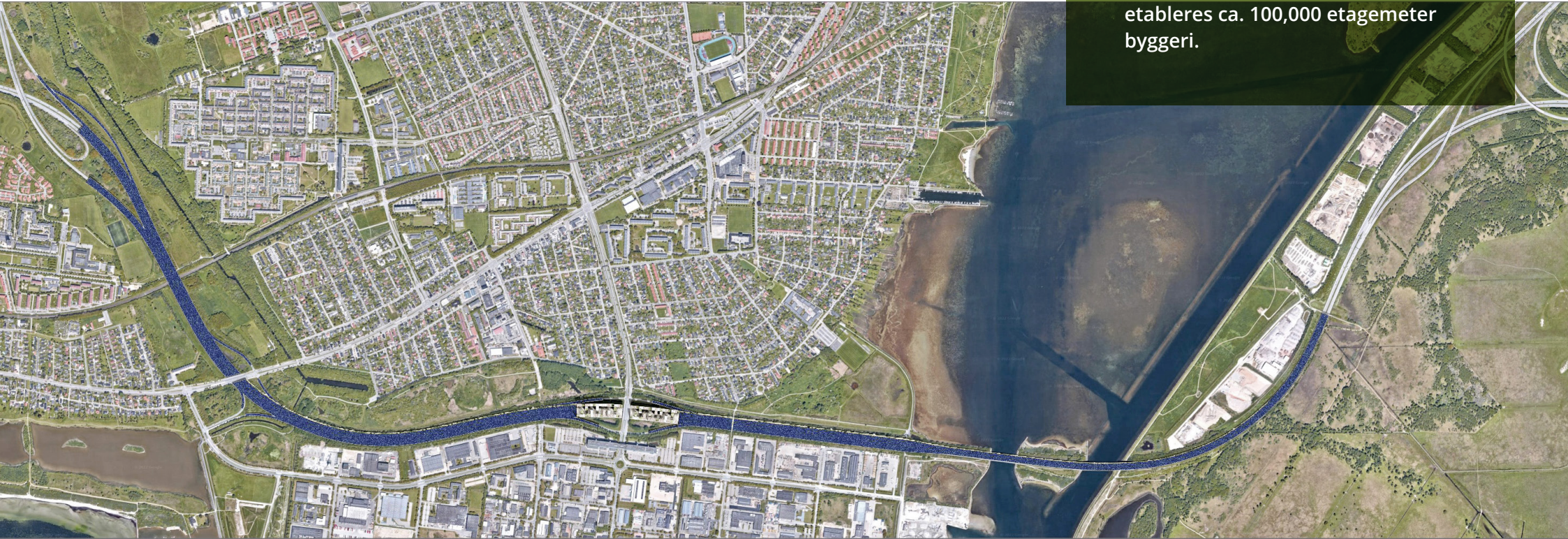
Dok. nr. : 01
Dato : 26.09.2022
Udført af : DBE
Kontr. : RRAS
Godk. :

ATKINS

Member of the SNC-Lavalin Group

UDSTRÆKNING

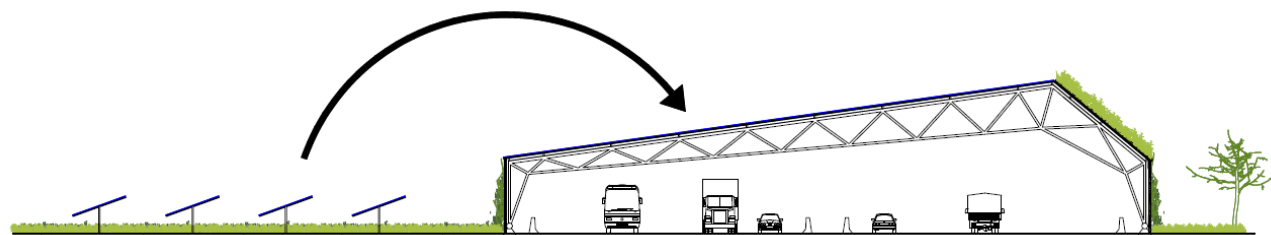
Overdækningen strækker over en strækning på 7,1 km, hvoraf den lette overdækning udgør ca. 6,7 km med mulighed for etablering af i alt 360,000 m² solenergianlæg. Derudover, indeholder projektet en strækning på 400 m hvor der kan etableres ca. 100,000 etagemeter byggeri.



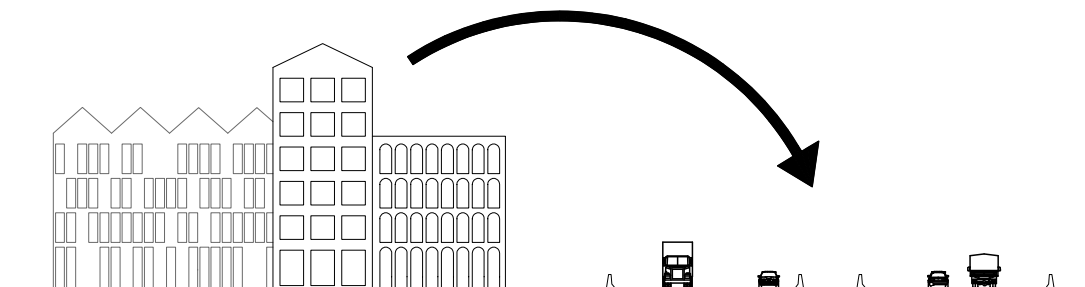
LETTE OVERDÆKNINGER MED SOLCELLER

Udover at fjerne støjen, kan overdækningen anvendes til etablering af grøn energi i form af solenergianlæg. Et sådan anlæg kan medfinansiere etablerings- og driftsomkostningerne og skabe lokal grøn energi.

Energien fra solcellerne vil med fordel kunne anvendes til industrien på Avedøreholme, da energiproduktionen er størst i løbet dagtimerne, netop hvor behovet i industrien er størst. Solcellerne udgør et areal på 360.000 m², som kan producere strøm til omkring 50.000 borgere, hvilket svarer til Hvidovres befolkning.



Ved at placere solcellerne over de store arealer, som motorvejene udgør, kan man undgå at etablere solcellerparker på marker, langt fra byerne hvor strømmen skal anvendes.



Bygninger kan med fordel etableres henover motorvejene og således undlade at indtage grønne arealer og samtidig fjerne trafikstøj.

NYT BYMILJØ OVENPÅ MOTORVEJ

En motorvejsoverdækning kan bruges til at etablere rekreative områder og/eller bebyggelse. Bygninger kan med fordel etableres henover motorvejene og således undlade at indtage grønne arealer og samtidig fjerne trafikstøj.

Traditionelt udføres "tunge" motorvejsoverdækninger som tunneler, hvor motorvejen helt eller delvist nedgraves og bebyggelsen fastholdes i terræn. I dette skitseprojekt forbliver motorvejen i sit plan, og bebyggelsen placeres ovenpå en forlænget brokonstruktion. Det nye bymiljø består nu af et grønt friareal blandet med let etagebyggeri, udført i præfabrikerede og miljøvenlige trækonstruktioner. På denne måde mindskes belastningen på overbygningen og fundamentene og der skabes en ny og bæredygtig bydel ovenpå motorvejen, med direkte adgang de omkringliggende støjfrie grønne arealer.

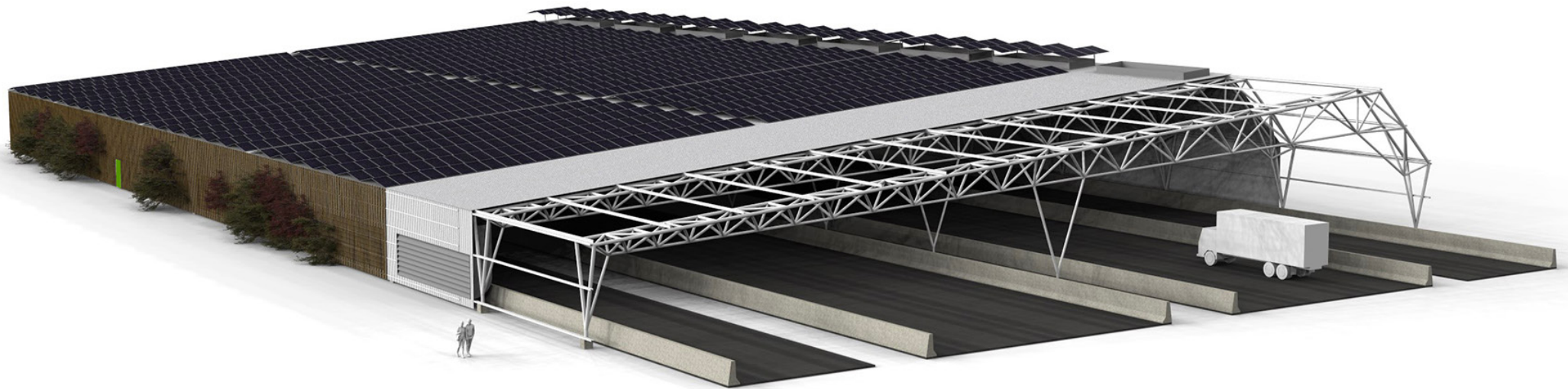


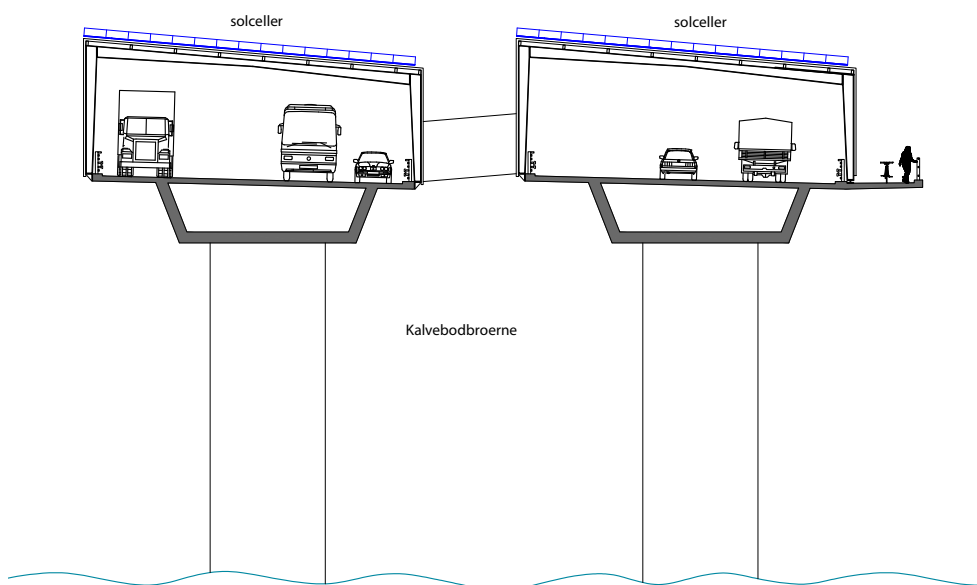
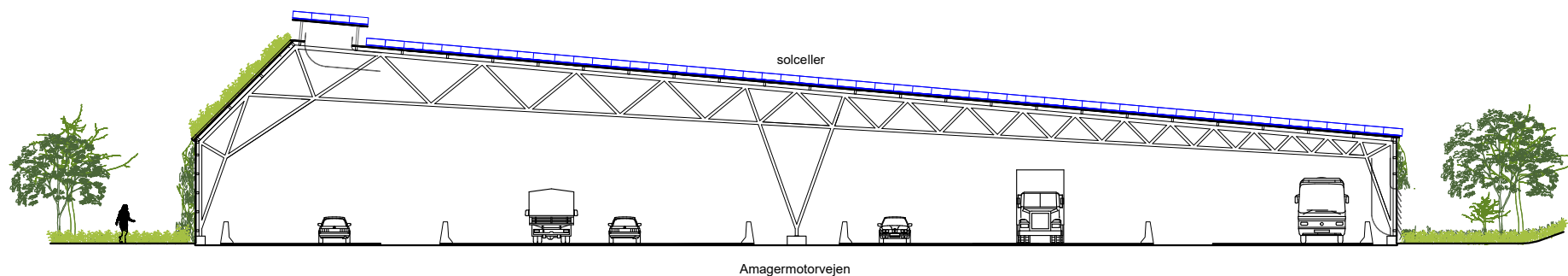
ETABLERING AF NYT BYMILJØ

Den nye bydel over motorvejen er placeret omkring Avedøre Havnevej og vil derved medvirke til at binde den sydlige del af Hvidovre bedre sammen med Avedøreholme. Samtidig vil bydelen blive et trafikknudepunkt for den nye BRT-linje 200S. Den viste bydel har et etageareal på omkring 100.000m² og strækker sig over 450 meter.

KONSTRUKTIONER

Der er foretaget overslagsdimensionering af konstruktionen med henblik på at udvikle det optimale konstruktive princip og minimere konstruktionens vægt. Der er udviklet to slags overdækninger; en let overdækning til etablering af solceller og en tung overdækning til etablering af rekreative arealer og boliger.





LET OVERDÆKNING

Den lette overdækning er regnet som en stålrammekonstruktion med trapezpladetag og direkte påmonterede solceller. Trapezpladerne spænder vinkelret på overdækningens længderetning og bæres af langsgående stålbjælker (tagåse) der spænder mellem hovedrammerne. Hovedrammerne udføres som rumlige stål gitterkonstruktioner, der placeres med en indbyrdes afstand af 10 m. Stålkonstruktionen udføres med en midtersøjle grundet det store spænd. Konstruktionen udføres som en præfabrikeret stålkonstruktion der opsvejses i så store sektioner som muligt med hensyn til transport (længde: 12 – 25 m) og som boltes sammen undervejs i montagen. Fundamenter udføres i armeret beton.

Overdækningen på Kalvebodsbrosen tænkes udført som to separate stålrammer, som påmonteres broen. Udførelsen er principielt den samme som for den lette overdækning i terræn, blot med kortere spænd og mindre stålforbrug. Fastgørelse af konstruktionen til den eksisterende bro og dens bæreevne er ikke behandlet i dette projekt, men det forudsættes at broen kan bære tillægsbelastningen. Etableringsomkostningerne skønnes til samme pris pr. km som den øvrige lette overdækning. Dette gælder for hele strækningen, uanfægtet motorvejens bredde og vurderes at være på den sikre side.



Amagermotorvejen

TUNG OVERDÆKNING

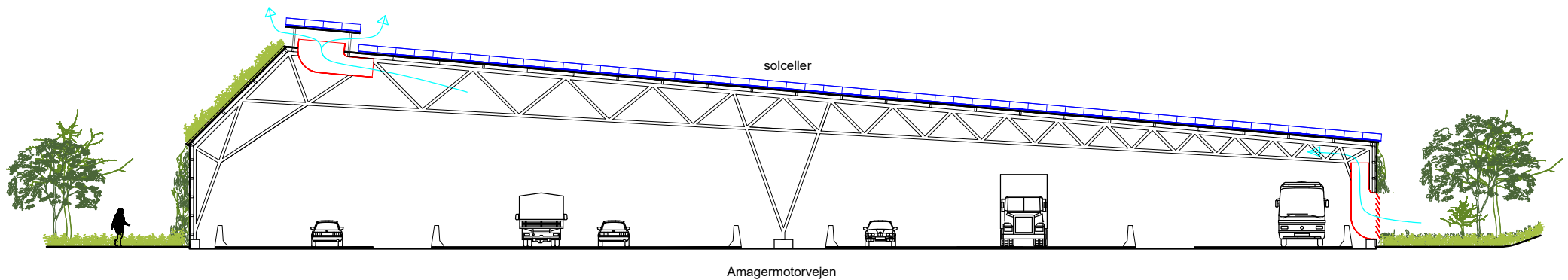
Den tunge overdækning er regnet som en betonkonstruktion, hvor ydervægge udføres som massive betonvægge og indervæggene udføres som massive vægge med huller for at skabe lethed og transparens. Dækket udføres som en kombination af præfabrikerede betondragere (omvendte T-dæk) og in-situ støbt betondæk. Hele betonkonstruktionen efterspændes eventuelt for at øge stivheden og reducere den samlede dæktykkelse.

Den samlede konstruktionshøjde er 1 m og spænder på tværs af motorvejen med mellemunderstøtninger imellem kørebanerne.

Det forudsættes at de ovenpå liggende bygninger projekteres således at hovedparten af belastningen for etagerne og ydervæggene afleveres direkte ned i bærelinjerne (væggene). På den måde opnås den største robusthed og den mest økonomiske anlægskonstruktion.

TUNNELSIKKERHED, BRAND OG VENTILATION

Der er udarbejdet et overordnet sikkerhedskoncept for motorvejsoverdækningen. Overdækningen udføres som et lukket hele, dvs. at den i princippet sikkerhedsmæssigt vil fremstå svarende til en vej-tunnel. Sikkerhedskonceptet danner grundlag for overordnede kravspecifikationer til anlægs-konstruktioner, tekniske installationer, trafikledelses- og informationssystemer for tunnel-løsningen. Dette tjener til brug ved senere projektering og nærværende vurdering af anlægsomkostningerne.



På baggrund af det udarbejdede sikkerhedskoncept og sikkerhedsworkshop, er det opsummeret følgende hovedpunkter i forhold til etablering af den lette overdækning:

- Minimums frihøjde i kørebane (5 m)
- Naturlig ventilation i tunnel
- Naturlig ventilation sikres ved luftåbninger i konstruktionen. Åbningerne etableres ved

anvendelse af henholdsvis støj-dæmpende louver og skorstene.

- Mekanisk ventilation (jet-fans) installeres eventuelt for at sikre afvikling af røggasser i tilfælde af storbrand eller for at sikre at beredskabet kan styre røgafviklingen.
- New Jersey Autoværn etableres for at sikre mod påkørsel af konstruktionerne
- Etablering af regelmæssige nødudgange

- Etablering af tunnelbelysning, skiltning, CCTV etc.
- Eventuel etablering af kontrolcenter for overvågning

Ovenstående hovedpunkter for sikkerheden er indarbejdet i skitseprojektet og overslagsmæssigt kvantificeret i estimatet af anlægsomkostningerne.

ETABLERINGSOMKOSTNINGER

Prisen på konstruktionen er udregnet på baggrund af de estimerede omkostninger det kræver at etablere de to typer overdækninger; let overdækning hhv. tung overdækning i et normalsnit (2 + 3 kørebaner i hver retning). Prisen er regnet på baggrund af en estimeret pris pr. km. og inkludere det påkrævede arbejde til etablering af konstruktionerne og diverse installationer. Udgifter til installationer i tunnelen, sikkerhedsudstyr, etablering af solceller er inkluderet i overslaget.

Udgifter forbundet med etablering af ny asfalt og nye autoværn (type New Jersey) er ikke inkluderet i det angivne budget, da dette betragtes en del af vejnettet og ikke overdækningen. På samme måde er omkostninger forbundet med ledningsomlægninger og trafikale omlægninger i anlægsperioden ikke inkluderet i budgettet, da dette forudsættes at være en del selve udvidelsen af motorvejen. Der er indarbejdet en usikkerhed på 30% i prisestimatet som repræsenterer projektets skitse-mæssige stade.

De samlede estimerede anlægsomkostninger for den lette overdækning er 315 mio. kr. pr. km svarende til det bredeste motorvejssnit. Dette vurderes på den sikre side, hvilket giver en samlet estimeret anlægsomkostning på omkring 2,25 mia. kr. hvis hele strækningen overdækkes med en let konstruktion. De samlede estimerede anlægsomkostninger for den tunge overdækning 860 mio. kr. pr. km (eller ca. 13,200 kr/m²).

Etableringsomkostninger pr. km overdækning (alle priser ex moms)	Let overdækning	Tung overdækning
Konstruktioner og fundamenter	201.557.000 kr.	706.924.000 kr.
Diverse konstruktionsarbejder (anlæg)	30.378.000 kr.	32.500.000 kr.
Trafikledelsessystemer og ITS	17.433.000 kr.	30.478.000 kr.
Installationer (M&E) og sikkerhedsudstyr	44.992.000 kr.	85.309.000 kr.
Solceller	53.983.000 kr.	0 kr.
Projektering + byggeledelse	5.821.000 kr.	43.333.333 kr.
Fradrag for etablering af støjskærm	ca. -40.000.000 kr	ca. -40.000.000 kr
Samlede etableringsomkostninger (inkl. 30% usikkerhed)	(314.164.000 kr.) 315 mio. kr.	(858.544.000 kr.) 860 mio. kr

Værdi af solenergi

Areal	360.000 kvm
Effekt	200 kWh/kvm
Samlet årlig produktion	72.000 MWh
Salgspris	0,50 - 3,00 kr/kWh
Indtægt (ca. 7 km)	36-216 mio. pr. år

VÆRDI AF SOLENERGIANLÆG

Ved etablering af et solenergianlæg på hele den lette overdækning, opnås et samlet areal på 360.000 m², hvilket svarer til en årlig elproduktion på ca. 72.000.000 kWh. Værdien af solenergianlægget styres af elprisernes variation over overdækningens levetid og der regnes således på tre forskellige scenarier:

- Fremtidig gennemsnits elpris: 0.5 kr. pr. kWh = 36.000.000 kr. pr. år
- Fremtidig gennemsnits elpris: 1.5 kr. pr. kWh = 108.000.000 kr. pr. år
- Fremtidig gennemsnits elpris: 3 kr. pr. kWh = 216.000.000 kr. pr. år

Som illustreret ovenfor, udgør solenergien et stort potentiale i forhold til finansiering af etablering, drift og vedligehold af selve overdækningen. Den aktuelle tilbagebetalingstid, afhænger af elprisen og de aktuelle driftsudgifter af anlæg og konstruktion.

STATUS OG VIDERE PROCES

Det er påvist, at en overdækning af Amagermotorvejen på omkring 7 km kan reducere antallet af støjplagede boliger med ca. 4500 boliger. Det vurderes endvidere at overdækningen kan generere 72 MW grøn energi, hvilket svarer til op imod 50,000 borgers årlige elforbrug.

Overdækningen udføres med naturlig ventilation i form af lydæmpede åbninger i konstruktionen, der sikrer tilførsel af frisk luft og afledning af røggasser i tilfælde af brand.

De (groft) anslåede etableringsomkostninger er behæftet med en væsentlig usikkerhed og afspejler projektets skitse-mæssige stade. Projektet illustrerer dog hvordan motorvejen kan overdækkes med væsentligt lavere omkostninger end ved traditionelle nedgravede tunnelloøsninger. Dette gælder både for den tunge overdækning, men i særdeleshed for den lette konstruktion. Dertil kommer indtjeningsmulighederne ved etablering af byggeri og/eller solenergianlæg.

For at projektet kan bringes videre fra skitseniveau, kræves en tværfaglig designudvikling og teknisk projektering af de præsenterede løsninger, samt en involvering fra interessenter og relevante myndigheder.

Rapporten er udarbejdet af KI Rådgivende Ingeniører, Lützen Arkitekter og Atkins Danmark for Hvidovre Kommune.

Kontaktpersoner:

Mads Lützen
Lützen Arkitekter
M: mail@madslutzen.dk
T: +45 61 77 17 47

Einar Thor Ingolfsson
KI Rådgivende Ingeniører
M: eti@ki.dk
T: +45 32 10 55 32

www.motorvejsoverdækning.dk