

# NORDHAVNSVEJ

Baggrundsrapport

Teknik

December 2008





Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen

# Nordhavnsvej

Baggrundsrapport. Teknik

December 2008

Ref 07554001  
GD00773-7-CAD(7)

Version 7

Dato 2008-12-23

Udarbejdet af OPJ, CAD

Kontrolleret af STB

Godkendt af STB

Rambøll Danmark A/S

Bredevej 2

DK-2830 Virum

Danmark

Telefon 4598 6000

[www.ramboll.dk](http://www.ramboll.dk)



## Indholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Resumé</b>	<b>2</b>
2.1	Tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen	3
2.2	Vejforslag A1	6
2.3	Vejforslag A2	8
2.4	Vejforslag B	9
2.5	Alternative forslag	10
<b>3.</b>	<b>Grundlag</b>	<b>11</b>
3.1	Generelt	11
3.2	Geologiske og hydrogeologiske forhold	11
3.3	Trafikale forudsætninger	11
3.4	Vejgeometri	13
3.4.1	Generelt	13
3.4.2	Tværfiler	14
3.4.3	Plangeometri og længdeprofil	17
3.4.4	Fritrumsprofil	17
3.5	Sikkerhedskoncept for tunneler	17
3.5.1	Generelt	17
3.5.2	Tunneldirektivet	18
3.5.3	Risikoanalyse	18
3.6	Konstruktive krav til tunnel og broer	18
3.7	Installationer og udstyr	19
3.7.1	Ventilationsanlæg	19
3.7.2	Elforsyning	21
3.7.3	Belysning og nødbelysning	22
3.7.4	Sikringsanlæg	23
3.7.5	Kommunikationsanlæg	23
3.7.6	ABA-anlæg	23
3.7.7	AGA-anlæg	24
3.7.8	Overvågningsanlæg	24
3.7.9	Kontrol- og overvågningssystem (SCADA-anlæg)	24
3.7.10	Intelligent trafikstyring (ITS)	25
3.7.11	Brandlukningsudstyr	29
3.7.12	Afvandingsanlæg	29
3.7.13	Andet udstyr	31
<b>4.</b>	<b>Tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen</b>	<b>31</b>
4.1	Generelt	31
4.2	Forslag I, Niveaufri tilslutning med flyover fra nord og shunt mod nord	32
4.3	Forslag II, Niveaufri tilslutning med flyover fra nord og shunt mod nord	34
4.4	Forslag III Signalreguleret kryds – lokalvej øst på bro	36
4.5	Forslag IV Flyover og signalkryds i niveau med lokalvej øst	38
4.6	Forslag V, Niveaufri tilslutninger mod nord og syd	40
4.7	Trafikkapacitet af tilslutningsanlæg	44

<b>5.</b>	<b>Vejforslag A1</b>	<b>46</b>
5.1	Linieføring og længdeprofil	46
5.2	Varianter af Vejforslag A1	47
5.2.1	Vejforslag A1-1	48
5.2.2	Vejforslag A1-2	48
5.2.3	Vejforslag A1-3	50
5.2.4	Vejforslag A1-4	51
5.3	Krydsning af forsinkelsesbassin	53
5.4	Bro til overføring af Ringbanen	55
5.5	Passage under Svanemøllens Kaserne	55
5.6	Passage under Nordbanen og Kystbanen	59
5.7	Passage under Strandvejen	59
5.8	Indføring i Strandvænget	59
5.9	Tilslutning ved Strandvænget	59
5.10	Rampeanlæg og servicebygninger	60
5.10.1	Generelt	60
5.10.2	Vestligt rampeanlæg	60
5.10.3	Østligt rampeanlæg	60
5.11	Pumpesumpe	61
5.12	Anlægsarbejdet	62
5.12.1	Generelt vedrørende Cut & Cover tunnel	62
5.12.2	Krydsning af forsinkelsesbassin	67
5.12.3	Overføring af Ringbanen	69
5.12.4	Krydsning under bygninger på Svanemøllens Kaserne	70
5.12.5	Krydsning under Nordbanen og Kystbanen	74
5.12.6	Krydsning under Strandvejen og indføring i Strandvænget	82
5.12.7	Ledningsomlægninger	83
5.12.8	Fælleskommunal afløbsledning parallel med Nordhavnsvej	87
5.12.9	Geologisk længdeprofil	88
5.12.10	Midlertidig grundvandssænkning	88
5.12.11	Arbejdspladsarealer	91
5.12.12	Overordnet tidsplan	91
<b>6.</b>	<b>Vejforslag A2</b>	<b>93</b>
6.1	Linieføring og længdeprofil	93
6.2	Tilslutningsanlæg ved Strandvænget	95
6.3	Tilslutningsanlæg i Nordhavn	95
6.4	Rampeanlæg og servicebygninger	96
6.5	Pumpesumpe	96
6.6	Anlægsarbejdet	96
6.6.1	Generelt	96
6.6.2	Cut & Cover tunnel i Strandvænget	97
6.6.3	Cut & Cover tunnel under Svanemøllehavnen	97
6.6.4	Sænkningstunnel under Kalkbrænderiløbet	98
6.6.5	Cut & cover tunnel samt rampeanlæg i Nordhavn.	102
6.6.6	Ledningsomlægninger	102
6.6.7	Geologisk længdeprofil	102
6.6.8	Midlertidig grundvandssænkning	103
6.6.9	Arbejdspladsarealer	105
6.6.10	Overordnet tidsplan	105

<b>7.</b>	<b>Vejforslag B</b>	<b>106</b>
7.1	Linieføring, længdeprofil og tværsnit	106
7.2	Varianter af Vejforslag B	110
7.2.1	Vejforslag B-1	110
7.2.2	Vejforslag B-2	110
7.2.3	Vejforslag B-3	110
7.2.4	Til- og afkørsler i Strandvænget	111
7.3	Krydsning af forsinkelsesbassin	111
7.4	Bro til overføring af Ringbanen	111
7.5	Passage under Svanemøllens Kaserne	111
7.6	Tilslutningsanlæg i Nordhavn	112
7.7	Rampeanlæg og servicebygninger	113
7.7.1	Generelt	113
7.7.2	Rampeanlæg	113
7.8	Pumpesumpe	114
7.9	Anlægsarbejdet	114
7.9.1	Generelt	114
7.9.2	Boret tunnel	115
7.9.3	Krydsning af forsinkelsesbassin	121
7.9.4	Overføring af Ringbanen	121
7.9.5	Ledningsomlægninger	121
7.9.6	Geologisk længdeprofil	122
7.9.7	Midlertidig grundvandssænkning	122
7.9.8	Arbejdspladsarealer	124
7.9.9	Overordnet tidsplan	127
<b>8.</b>	<b>Alternative forslag til linieføring for Nordhavnsvej</b>	<b>129</b>
8.1.1	Borgerforslag 1	129
8.1.2	Borgerforslag 2	132
8.1.3	Borgerforslag 3	134
<b>9.</b>	<b>Økonomi</b>	<b>137</b>
9.1	Forudsætninger og grundlag	137
9.2	Anlægsoverslag	138
9.2.1	Vejforslag A1	138
9.2.2	Vejforslag A2	141
9.2.3	Vejforslag B	142
9.2.4	Alternative forslag til linieføring for Nordhavnsvej	143
<b>10.</b>	<b>Bilag A – Fravalgte tilslutningsanlæg</b>	<b>144</b>
<b>11.</b>	<b>Bilag B - Tegninger</b>	<b>147</b>
<b>12.</b>	<b>Referencer</b>	<b>147</b>
<b>13.</b>	<b>Tekniske notater</b>	<b>147</b>





## 1. Indledning

I december 2005 blev der indgået en principaftale mellem Staten, Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune om etablering af en underjordisk ringbane, Cityringen. Aftalen indeholder blandt andet en principbeslutning om etablering af en ny vejforbindelse – Nordhavnsvej - fra Helsingørmotorvejen til Nordhavn.

Vejen er en forudsætning for en udvikling af Nordhavnsområdet, som skal bidrage til finansieringen af Cityringen. Nordhavnsområdet skal udbygges med op til 600.000 etagemeter og måske senere med yderligere 3 mio. etagemeter, og det eksisterende vejnet har ikke kapacitet til at betjene området.

Nordhavnsvejprojektet har været i første offentlige høring i eftersommeren 2007. Der er parallelt hermed udarbejdet rapporter vedrørende miljø og samfundsøkonomi, samt teknik og anlægsøkonomi. Københavns Borgerrepræsentation har efterfølgende i december 2007 besluttet, at der skal arbejdes videre med to forslag til en Nordhavnsvej:

- **Vejforslag A**  
Vejstrækning: Fra Helsingørmotorvejen til Strandvænget (Vejforslag A1) og med senere forlængelse helt til Nordhavn via en passage under Svanemøllebugten (Vejforslag A2). Muligheden for at gøre tunnelstrækningen længere og gøre de åbne vejstrækninger kortere skal undersøges. Tunnelstrækninger udført som Cut & Cover tunnel.
- **Vejforslag B**  
Vejstrækning: Fra Helsingørmotorvejen til Nordhavn udført som en boret tunnel.

### VVM-redegørelse

Der er i løbet af 2008 foretaget en miljøvurdering (VVM) af vejprojektet, som er rapporteret i Københavns Kommune 2008, "Nordhavnsvej, VVM-redegørelse og Miljøvurdering", Rambøll december 2008 og Københavns Kommune 2008, "Nordhavnsvej, VVM Delrapport – Byrum og æstetik", Schønherr Landskab og CREO Arkitekter december 2008.

Nærværende rapport er en teknisk baggrundsrapport for VVM-redegørelsen. Rapporten indeholder en teknisk og økonomisk vurdering af Vejforslag A og B, samt af alternative forslag fremkommet i første offentlige høringsfase. Til rapporten hører en bilagsrapport i A3-format med tegninger. Der er i afsnit 2 givet en oversigt over de undersøgte varianter af Vejforslag A og B. Sideløbende med udarbejdelsen af denne rapport er der udarbejdet andre baggrundsrapporter som anført i afsnit 3.1.

## 2. Resumé

I rapporten, som er en teknisk baggrundsrapport for VVM-redegørelsen for Nordhavnsvej, er der undersøgt to hovedforslag; Vejforslag A og Vejforslag B. Begge vejforslag består af vej dels på terræn og dels i tunnel. Der er endvidere undersøgt otte varianter af hovedforslagene, samt tre alternative forslag fremkommet i forbindelse med den første offentlighedsfase for projektet.

Vejforslag A er opdelt i delstrækningerne Vejforslag A1 fra Helsingørmotorvejen til Strandvænget og Vejforslag A2 fra Strandvænget til Nordhavn under Svanemøllebugten. Vejforslag B fører fra Helsingørmotorvejen direkte til Nordhavn. I Vejforslag A etableres tunnelstrækningen som en Cut & Cover tunnel, på en delstrækning under Kalkbrænderiløbet dog som en sænketunnel. I Vejforslag B etableres størstedelen af tunnelstrækningen som en boret tunnel, ved enderne dog som Cut & Cover tunnel.

Både Vejforslag A og Vejforslag B anlægges som 4-sporet vej med en køresporbredde på 3,5 m. På tunnelstrækningen anlægges et bredt nødspor på 3,5 m, således at vejen senere kan ændres til en 6-sporet vej. På tunnelstrækningen etableres endvidere 1 m brede nødfortove i begge sider af hvert tunnelrør.

Linieføringerne for hovedforslagene til Vejforslag A1, A2 og B kan ses i Figur 2.1. Tilslutningen ved Helsingørmotorvejen er ikke vist detaljeret, men er overordnet beskrevet i afsnit 2.1. Der er endvidere i Tabel 2.1, Tabel 2.2 og Tabel 2.3 givet en oversigt over de undersøgte varianter.



Figur 2.1 Linieføring for hovedforslag til Vejforslag A1 (rød), Vejforslag A2 (orange) og Vejforslag B (blå). Stiplet line er vej i tunnel, fuldt optrukket linie er vej i terræn.

<b>Vejforslag A1 : Helsingørmotorvejen – Strandvænget</b>				
Vejforslag A1	Vejforslag A1-1	Vejforslag A1-2	Vejforslag A1-3	Vejforslag A1-4
Hovedforslag. Tunnellængde 615 m	Tunnel forlænget 350 m mod vest	Tunnel forlænget mod vest til Helsingørmotorvejen	Tunnel forlænget 400 m mod øst i Strandvænget	Delstrækning udført som boret tunnel. Samlet tunnellængde 890 m

Tabel 2.1 Oversigt over undersøgte forslag

<b>Vejforslag A2: Strandvænget – Nordhavn</b>	
Vejforslag A2	Vejforslag A2-1
Hovedforslag. Tilslutning mod nord i Nordhavn. Tunnellængde 1200 m	Tilslutning mod syd i Nordhavn. Tunnellængde ca. 1100 m

Tabel 2.2 Vejforslag A2. Oversigt over undersøgte forslag

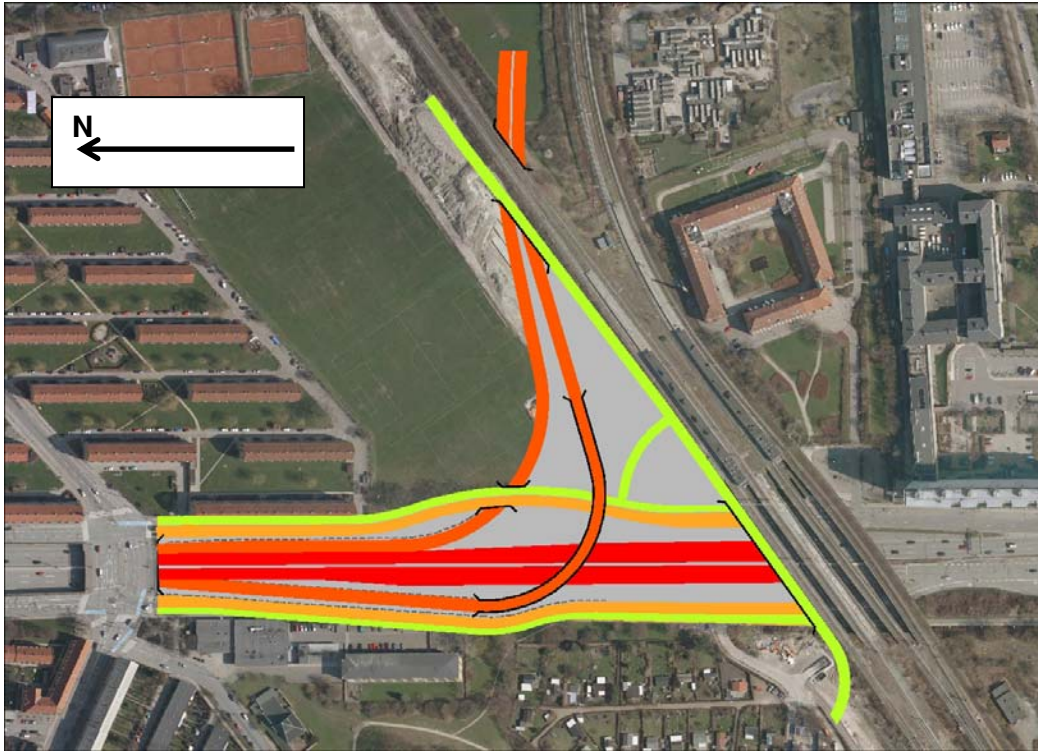
<b>Vejforslag B: Helsingørmotorvejen – Nordhavn</b>			
Vejforslag B	Vejforslag B-1	Vejforslag B-2	Vejforslag B-3
Hovedforslag. Tilslutning mod nord i Nordhavn. Tunnellængde 2170 m	Tunnel forlænget 130 m mod vest	Tilslutning mod syd i Nordhavn. Tunnellængde ca. 2070 m	Tunnel forlænget mod vest til Helsingørmotorvejen

Tabel 2.3 Vejforslag B. Oversigt over undersøgte forslag

## 2.1 Tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen

Der er for Vejforslag A og B undersøgt fem forskellige udformninger af tilslutningsanlægget til Helsingørmotorvejen:

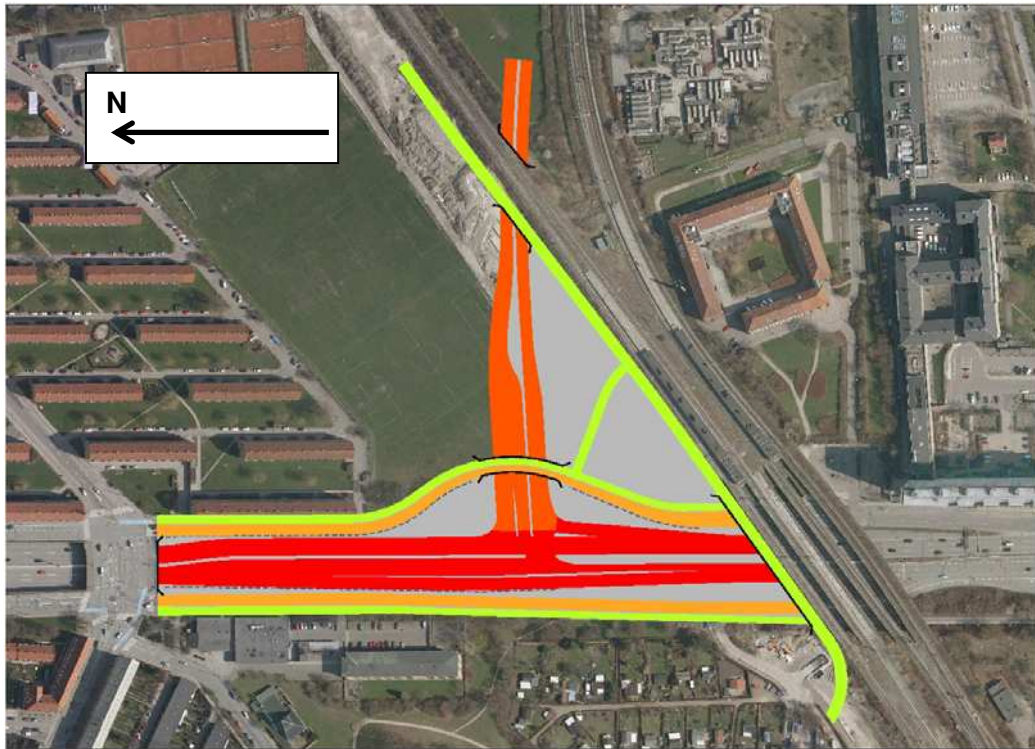
Forslag I: Niveaufri tilslutning mellem Nordhavnsvej og Helsingørmotorvejens nordlige del. Flyover fra vestsiden af motorvejens sydgående spor til Nordhavnsvej og shunt let forsænket i terræn fra Nordhavnsvej til Helsingørmotorvejens nordgående spor. Princip for forslag I er vist i Figur 2.2. Øvrige forslag er vist i afsnit 4.



Figur 2.2 Forslag I til tilslutningsanlæg til Helsingørmotorvejen  
Rød: Helsingørmotorvejen, Orange: Nordhavnsvej, Gul: Lyngbyvej, Grøn: Fortov og cykelsti.

Forslag II: Som forslag I, men med flyover udgående fra de midterste spor af Helsingørmotorvejen.

Forslag III: Signalreguleret kryds mellem Nordhavnsvej og Helsingørmotorvejen. Den sydgående motorvejstrafik mod centrum ledes uden om signalreguleringen. Der er tilslutning fra Nordhavnsvej mod både den nordlige og sydlige del af Helsingørmotorvejen. Princip for forslag III er vist i Figur 2.3.

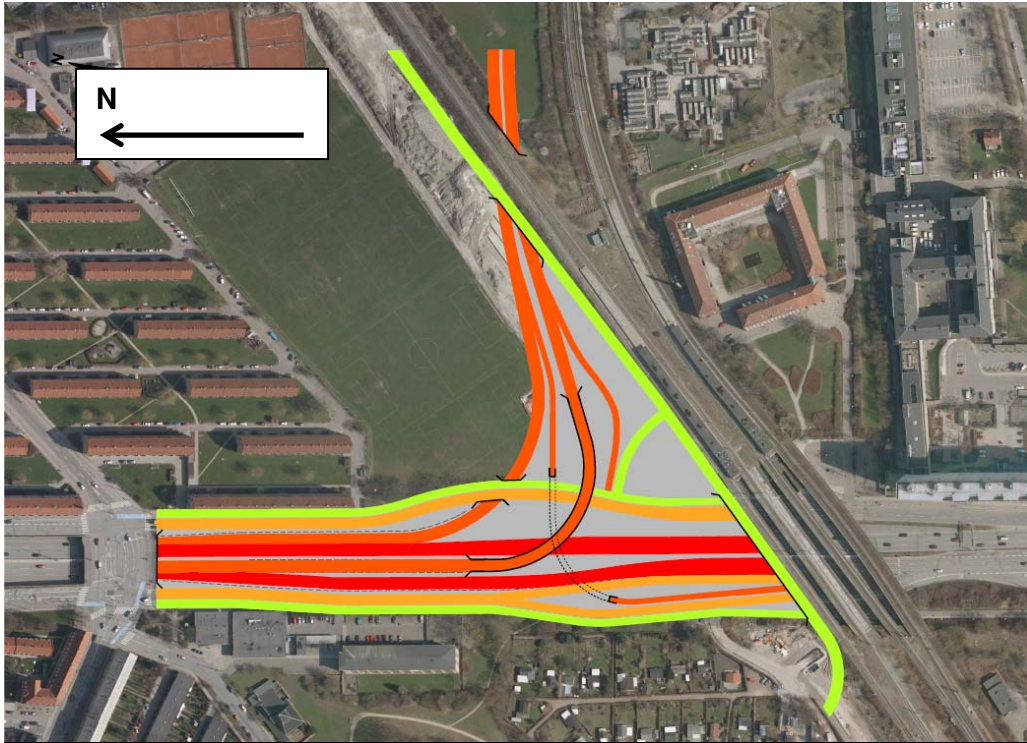


Figur 2.3 Forslag III til tilslutningsanlæg til Helsingørmotorvejen

Rød: Helsingørmotorvejen, Orange: Nordhavnsvej, Gul: Lyngbyvej, Grøn: Fortov og cykelsti.

Forslag IV: Som forslag III, men suppleret med en flyover fra vestsiden af motorvejens sydgående spor til Nordhavnsvej, således at trafikken både mod Nordhavnsvej og centrum føres uden om signalreguleringen.

Forslag V: Mod nord svarer forslag V til forslag I og II. Fra Nordhavnsvej mod syd er der tilslutning via en tunnelunderføring under Helsingørmotorvejen, som føres op i den vestlige lokalgade. Fra syd mod Nordhavnsvej er der tilslutning i terræn fra den østlige lokalgade. Princip for forslag III er vist i Figur 2.4.



Figur 2.4 Forslag V til tilslutningsanlæg til Helsingørmotorvejen (baseret på forslag II)  
 Rød: Helsingørmotorvejen, Orange: Nordhavnsvej, Gul: Lyngbyvej, Grøn: Fortov og cykelsti

Ved en fuld udbygning af Indre Nordhavn med 600.000 etagemeter vil forslag I have kapacitet til at afvikle de beregnede trafikmængder. Forslag II vil have en mindre kapacitet på grund af en større strøm af krydsende køretøjer (flere vognbaneskift). Forslag II vil imidlertid være at foretrække, hvis Nordhavnsvej bliver en del af en østlig ringvej eller der indføres trængselsafgifter, idet trafikstrømmen mod Nordhavn da vurderes at blive større end mod Hans Knudsen Plads. Forslag III vurderes at kunne afvikle trafikmængderne under forudsætning af, at vejkrydset udnyttes effektivt, hvilket stiller krav til trafikanternes adfærd. Forslag IV vurderes at kunne afvikle trafikken. I forslag V udformes de nordlige tilslutninger som forslag I og II, og forslag V vil derfor mod nord have kapacitet som forslag I og II. De sydlige tilslutninger i forslag V vil kunne afvikle de beregnede trafikmængder.

## 2.2 Vejforslag A1

### Hovedforslag

I hovedforslaget for Vejforslag A1 føres trafikken fra Helsingørmotorvejen til Strandvænget, hvorfra trafikken via Strandvænget og Kalkbrænderihavnsvej føres til krydset ved Sundkrogsgade og herfra til Nordhavn. Vejforslagets længde er ca. 1650

m regnet fra Helsingørmotorvejens til krydset ved Strandpromenaden. Af denne længde udgør tunneldelen ca. 615 m.

Fra tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen føres vejen under Ringbanen frem til Svanemøllens Kaserne øst for Ringbanen. Passagen under Ringbanen, som på dette sted ligger på en dæmning, udføres som en traditionel jernbanebro.

På kaserneområdet skal vejen føres i en tunnel under det bevaringsværdige bygningskompleks på kaserne, herfra under Nordbanen og Kystbanen, samt under Strandvejen frem til Strandvænget. Tunnelmundingen ligger i Strandvænget ca. 110 m øst for Strandvejen og vejen når terræn efter yderlige ca. 130 m omtrent ud for vejen Vesterled.

Da tunnelen udføres som en Cut & Cover tunnel, skal en række bygninger i tunnel-tracéet på kaserneområdet fjernes i forbindelse med anlægsarbejdet. Af disse bygninger genopføres de bevaringsværdige i oprindelig position, i nye materialer og med genskabelse af oprindelig geometri og detaljer. De øvrige bygninger kan erstattes af nye bygninger andet sted på kaserne. Ved anlægget af tunnelen under Nordbanen og Kystbanen skal togdriften på de to baner påregnes at blive afbrudt på skift. Varigheden af afbrydelsen vil ligge mellem én og tre måneder pr. bane, afhængig af det endelige valg af udførelsesmetode. Ved anlægget af tunnelen under Strandvejen skal denne i to omgange omlægges fra de nuværende fire spor til to spor. Anlægsarbejderne i Strandvejen vil foregå tæt på etageejendommene på nordsiden af Ryvangs Allé og Strandvænget.

#### **Vejforslag A1-1**

I variant Vejforslag A1-1 er tunneldelen på Svanemøllens Kaserne forlænget med ca. 350 m mod vest og vejstrækningen i terræn er samme sted gjort tilsvarende kortere. Rampen fra tunnelmundingen ligger i denne variant umiddelbart øst for Ringbanen.

#### **Vejforslag A1-2**

I variant Vejforslag A1-2 er tunnelen forlænget helt frem til Helsingørmotorvejen. Umiddelbart vest for Ringbanen er tunnelen splittet op i to ensrettede tunneler, som fører til henholdsvis til- og frakørselsramper langs Helsingørmotorvejen. I forhold til hovedforslaget er tunnelstrækningen forlænget med ca. 800 m, udregnet som middellængde af de to tunnelrør. Set i forhold til hovedforslaget vil Vejforslag A1-2 medføre en støjreduktion i området ved Ryparkens Idrætsanlæg, men ikke i boligerne ud mod Helsingørmotorvejen. Idrætsanlægget vil efter anlægget af Vejforslag A1-2 kunne reetableres i næsten fuld udstrækning. Vejforslaget er fravalgt, da ekstrainvesteringen til den foreslåede forlængelse af tunnelen, ikke står i rimeligt forhold til de ovenfor anførte fordele.

#### **Vejforslag A1-3**

I variant Vejforslag A1-3 er tunnelen i Strandvænget forlænget med ca. 400 mod øst, således at tunnelmunding og rampeanlægget kommer til at ligge i den sydlige del af Strandvænget. Formålet med forslaget er at mindske påvirkningerne fra vej-

anlægget på området omkring Svanemøllehavnen. Tunnelmundingen ligger i forslaget omtrent ud for Roforeningen Kvik og vejen når terræn ca. 160 m længere mod syd. Rampen vil sammen med den parallelførte Strandvænget inddrage ca. halvdelen af det grønne anlæg foran roklubberne og trafikken i Strandvænget vil samtidig rykke tilsvarende tæt på klubhusenes facader. Der inddrages endvidere en del af sejlklubbernes vinterpladser nord for Svanemølleværket. Forslaget giver ikke mulighed for kørsel til Nordhavnsvej fra nord eller fra Nordhavnsvej mod nord. Når tunnelen senere skal forlænges til Nordhavn vil en stor del af tunnelen i Strandvænget atter skulle fjernes. Vejforslaget er fravalgt, da det rummer en række væsentlige ulemper og samtidig kræver en betydelig ekstrainvestering til forlængelse af tunnelen i forhold til hovedforslaget. Støjgenerne i Svanemøllehavnen hidrørende fra Nordhavnsvej vil i hovedforslaget i vid udstrækning kunne modvirkes ved opsætning af støjskærme.

#### **Vejforslag A1-4**

I variant Vejforslag A1-4 udføres en delstrækning af tunnelen som en boret tunnel. Tunnelstrækningen bliver ca. 275 m længere end i hovedforslaget. I forhold til hovedforslaget undgås problemerne ved krydsningen under den bevaringsværdige del af kaserneområdet, jernbaneområdet og Strandvejen ved hjælp af den borede tunnel. Den borede tunnel skaber imidlertid problemer i andre områder både i anlægsfasen og den endelige situation. Den senere videreførelse til Nordhavn kompliceres også og forudsætter bl.a. at en del af Svanemøllehavnen inddrages permanent til vejformål. Med baggrund i disse forhold og den betydelige ekstrainvestering som forslaget medfører, er vejforslaget fravalgt.

### **2.3 Vejforslag A2**

#### **Hovedforslag**

Vejforslag A2 er en videreførelse af Nordhavnsvej fra Vejforslag A1 i Strandvænget på tværs af Svanemøllebugten til Nordhavn. Tilslutningspunktet i Nordhavn vil afhænge af den fremtidige byudvikling i Nordhavn, hvor vejnettet kan blive væsentligt forskelligt fra det nuværende vejnet. I hovedforslaget er tilslutningspunktet lagt i Ydre Nordhavn omkring det forventede tyngdepunkt af et fuldt udbygget Nordhavnsområde. I Strandvænget bevares til- og frakørselsmuligheden til tunnelen mod Helsingørsmotorvejen. Vejforslag A2 forventes tidligt realiseret 15 år efter, at Vejforslag A1 er taget i brug.

Vejlængden af Vejforslag A1 og A2 tilsammen er ca. 2775 m regnet fra Helsingørsmotorvejen til tilslutningspunktet i Nordhavn. Heraf udgør Vejforslag A2 ca. 1350 m, hvoraf ca. 1200 m er tunnel og ca. 150 m er rampeanlæg i Nordhavn.

Ved etableringen af Vejforslag A2 fjernes rampen i Strandvænget fra Vejforslag A1 og tunnelen bygges videre fra tunnelmundingen under Svanemøllebugten til Nordhavn. Tunnelen etableres hovedsagligt som en Cut & Cover tunnel på nær på en delstrækning under Kalkbrænderiløbet, som etableres som sænketunnel. Sænketunnel-elementerne påregnes bygget i en tørdok i tunnellen i Svanemøllehaven, hvorfra



de flådes ud til den endelige placering i Kalkbrænderiløbet. Tørdokken benyttes efterfølgende som byggegrube for Cut & Cover tunnelstrækningen i Svanemøllehavnen.

#### **Vejforslag A2-1**

I Vejforslag A2-1 ligger tilslutningspunkt i Nordhavn ca. 400 m længere mod syd end i hovedforslaget. Vejforslag A2-1 bliver herved ca. 100 m kortere end hovedforslaget, men afviger ellers ikke principielt fra dette.

### **2.4 Vejforslag B**

#### **Hovedforslag**

I Vejforslag B føres trafikken fra Helsingørmotorvejen direkte til Nordhavn. Tilslutningspunktet i Nordhavn vil som for Vejforslag A2 afhænge af den fremtidige infrastruktur i Nordhavnsområdet, men Vejforslag B vil skulle etableres inden byudviklingen er nået ud til tilslutningspunktet. I hovedforslaget er tilslutningspunktet lagt i Ydre Nordhavn, hvor Nordhavnsvej foreslås tilsluttet det eksisterende vejnet i den østlige ende af Baltikavej. Fra Baltikavej vil der via Færgehavnsvej og Skudehavnsvej være forbindelse til Sundkrogsgade og Indre Nordhavn.

Vejforslagets længde er ca. 2850 m regnet fra Helsingørmotorvejen til tilslutningspunktet i Nordhavn. Af denne længde udgør tunneldelen ca. 2170 m, hvoraf ca. 1740 m udføres som en boret tunnel, mens de resterende ca. 430 m udføres som Cut & Cover tunnel.

Vejforslag B og Vejforslag A1 er ens fra tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen frem til Svanemøllens Kaserne. Fra kaserneområdet skal vejen føres i en boret tunnel direkte til Nordhavn. Da den borede tunnel skal have et vist jorddække, bl.a. for at minimere sætninger i jordoverfladen, kan tunnelen ikke udføres som boret tunnel på hele strækningen. Endestrækningerne af tunnelen skal derfor udføres som Cut & Cover tunnel svarende til tunnelen i Vejforslag A, ligesom rampeanlæggene vil svare til rampeanlæggene i Vejforslag A.

#### **Vejforslag B-1**

I variant Vejforslag B-1 er tunneldelen på Svanemøllens Kaserne forlænget med ca. 130 m mod vest og vejstrækningen i terræn er samme sted gjort tilsvarende kortere. Rampen fra tunnelmundingen ligger i denne variant umiddelbart øst for Ringbanen.

#### **Vejforslag B-2**

I Vejforslag B-2 ligger tilslutningspunktet i Nordhavn ca. 350 m længere mod syd end i hovedforslaget. Vejforslag B-2 bliver herved ca. 100 m kortere end hovedforslaget, men afviger ellers ikke principielt fra dette. Den sydlige placering af tilslutningsanlægget er formentlig ikke forenelig med de planlagte omstruktureringer af Frihavnsområdet i forbindelse med udviklingen af Indre Nordhavn.

### **Vejforslag B-3**

I variant Vejforslag B-3 er tunnelen forlænget helt frem til Helsingørmotorvejen. Umiddelbart vest for Ringbanen går de to borede tunnelrør over i Cut & Cover tunneler, som fører til henholdsvis til- og frakørselsramper langs Helsingørmotorvejen. I forhold til hovedforslaget er tunnelstrækningen forlænget med ca. 550 m, udregnet som middellængde af de to tunnelrør. Set i forhold til hovedforslaget vil Vejforslag B-3 medføre en støjreduktion i området ved Ryparkens Idrætsanlæg, men ikke i boligerne ud mod Helsingørmotorvejen. Idrætsanlægget vil endvidere efter anlægget af Vejforslag B-3 kunne reetableres i næsten fuld udstrækning. Vejforslaget er fravalgt, da ekstrainvesteringen til den foreslåede forlængelse af tunnelen, ikke står i rimeligt forhold til de ovenfor anførte fordele.

## **2.5 Alternative forslag**

Der er i rapporten undersøgt tre alternative forslag fremkommet i forbindelse med den første offentlighedsfase for projektet.

Forslagene er fravalgt da de ikke har trafikale eller miljømæssige fordele i forhold til hovedforslagene og samtidig kræver en betydelig ekstrainvestering i forhold til disse.

### **3. Grundlag**

#### **3.1 Generelt**

Der er ved udarbejdelsen af nærværende rapport taget udgangspunkt i den teknisk rapport udarbejdet op til første offentlige høring:

- "Nordhavnsvej. Teknik og Økonomi", Rambøll oktober 2007."

Sideløbende med nærværende rapport er der endvidere udarbejdet følgende baggrundsrapporter for VVM-redegørelsen, som ligeledes danner baggrund for rapporten:

- "Nordhavnsvej – Baggrundsrapport, Trafik", Rambøll november 2008"
- "Nordhavnsvej – Baggrundsrapport, Samfundsøkonomi", Rambøll november 2008
- Københavns Kommune 2008. "Nordhavnsvej – VVM Byrum og æstetik", Schønher Landskab og CREO Arkitekter december 2008

Der er endvidere udarbejdet en række tekniske notater jf. listen i afsnit 13

#### **3.2 Geologiske og hydrogeologiske forhold**

Der er foretaget geologiske og hydrogeologiske undersøgelser for at forbedre grundlaget for VVM-redegørelsen og projekteringen af Nordhavnsvej. Undersøgelserne er rapporteret i "Nordhavnsvej – Hydrogeologiske og geotekniske undersøgelser. Rambøll, November 2008".

Overordnet kan geologien i projektområdet beskrives således at, kalkoversiden træffes i kote -9 til -10, svagt faldene mod øst ud under Svanemøllebugten. De kvartære aflejringer over kalken består overvejende af moræneler med indlejringer af smeltevandssand og -grus. I flere boringer er truffet 2 til 3 m sand og grus på kalken og i flere boringer ses et sand-/gruslag fra omkring kote -2 til -6.

Kalken og smeltevandssand og -grus aflejret direkte på kalken udgør et udbredt grundvandsmagasin. Grundvandstrykket i kalken stiger fra ca. kote + 1 i Strandvænget til omkring kote + 3,5 på Svanemøllens Kaserne og falder igen til omkring kote + 1,0 ved Helsingørmotorvejen, hvor dræn langs vejen vurderes at dræne kalkmagasinet.

#### **3.3 Trafikale forudsætninger**

Der er i forbindelse med VVM-redegørelsen udført trafikmodelberegninger for at vurdere de trafikale konsekvenser af etableringen af Nordhavnsvej samt byudviklingen i Nordhavn. Modelberegningerne er rapporteret i "Nordhavnsvej, Baggrundsrapport,

Trafik”, Rambøll november 2008, hvor til der henvises for en nærmere beskrivelse af forudsætninger og beregningsresultater.

Vurderingen af de trafikale konsekvenser er foretaget ud fra modelberegninger med OTM trafikmodellen, som giver mulighed for at analysere de trafikale konsekvenser af ændringer i Hovedstadsområdets infrastruktur. OTM-modellen giver imidlertid en begrænset beskrivelse af trafikafviklingen i myldretiden. Sideløbende med trafikberegningerne med OTM-modellen er der derfor gennemført detaljerede lokale vurderinger af trafikafviklingen ved anvendelse af Vissim, der er et trafiksimuleringsværktøj.

Vurderingsåret i VVM-redegørelsen er valgt til år 2018. Der forudsættes i trafikberegningerne for år 2018 en udbygning i Nordhavn på 200.000 etagemeter. De nyligt fremkomne planer om anlæg af en FN-by mv. på Marmormolen (og Langeliniespidsen) indebærer, at der i beregningerne er medtaget samlet 175.000 nye etagemeter på disse lokaliteter.

Der er endvidere foretaget beregninger for scenarier benævnt 2018+ og 2018++ for at belyse Nordhavnsvejs påvirkninger af miljøet i senere faser, hvor udbygningen af Nordhavnsområdet er nået væsentligt længere, og trafikken på Nordhavnsvej derfor er større. Scenario 2018+ illustrerer således en fremtidig situation, hvor der er bygget i alt 600.000 nye etagemeter i Nordhavn, og 2018++ en situation med "fuld udbygning" af Nordhavnsområdet med i alt 3,6 mio. nye etagemeter i Nordhavn.

Resultatet af beregningen af trafikbelastningen på Nordhavnsvej i de nævnte scenarier er anført i Tabel 3.1. Forslag til udformning af tilslutningsanlægget ved Helsingørsmotorvejen er nærmere beskrevet i afsnit 4. Den i Tabel 3.1 anvendte betegnelse "Nordgående niveaufri tilslutning" svarer til et tilslutningsanlæg som forslag I og II, mens betegnelsen "Nord- og sydgående tilslutning i signalanlæg" svarer til forslag III. Betegnelsen "Nord- og sydgående niveaufri tilslutning" svarer til forslag V. Vejforslag A1, A2 og B er nærmere beskrevet i henholdsvis afsnit 5, 6 og 7.

	Tilslutning ved Helsingørmotorvejen	Byudvikling på Nordhavnen <sup>1)</sup>	Trafikbelastning på Nordhavnsvej
Vejforslag A1	Nordgående niveaufri tilslutning	2018 200.000 etagemeter	30.000
	Nord- og sydgående tilslutning i signalanlæg		29.900
Vejforslag B	Nordgående niveaufri tilslutning		11.000
Vejforslag A1	Nordgående niveaufri tilslutning	2018+ 600.000 etagemeter	31.600
Vejforslag A1+ A2	Nord- og sydgående niveaufri tilslutning		37.700 <sup>*)</sup>
Vejforslag B	Nord- og sydgående niveaufri tilslutning		17.300
Vejforslag A1+ A2	Nord- og sydgående niveaufri tilslutning	2018+ + 3,6 mio. etagemeter	57.900 <sup>**) )</sup>
Vejforslag B	Nord- og sydgående niveaufri tilslutning		38.000

Tabel 3.1 Køretøjer på en hverdag ved alternative vejforslag, tilslutning ved Helsingørmotorvejen samt byudviklinger på Nordhavn. <sup>1)</sup> Hertil kommer 170.000 etagemeter på Marmormolen.

<sup>\*)</sup> Heraf er beregnet 7.900 i tunnelen til Nordhavnen

<sup>\*\*) )</sup> Heraf er beregnet 33.100 i tunnelen til Nordhavnen

### 3.4 Vejgeometri

#### 3.4.1 Generelt

Alle vejforslag er behandlet ud fra fælles funktionskrav.

Vejen dimensioneres efter Vejreglerne for Byernes Trafikarealer, i stedet for de mere restriktive regler i Vejreglerne for veje og stier i åbent land. Hvor der ikke er dækkende regler og vejledning i Byernes Trafikarealer, er der anvendt vejregler for åbent land med mindre justeringer.

Nordhavnsvej med tilhørende tilslutningsanlæg dimensioneres for følgende ønskede hastigheder:

- Hastighed 4-sporet (6-sporet) vej i terræn og tunnel: 60 km/t
- Hastighed ved ramper i tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen: min. 40 km/t.
- Hastighed ved top af rampe i Strandvænget i Vejforslag A1: 50 km/t
- Hastighed ved top af rampe i Nordhavn i Vejforslag A2 og B: 50 km/t
- Hastighed ved top af til- og afkørsler i Strandvænget i Vejforslag A2: 50 km/t

### 3.4.2 Tværprofiler

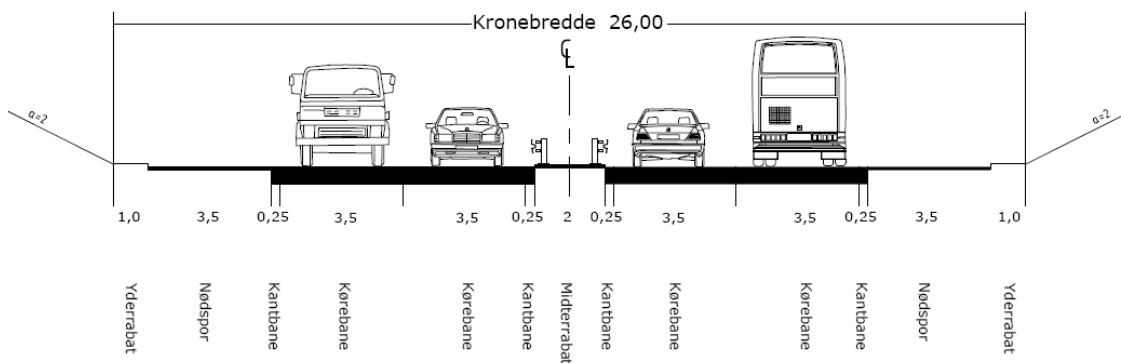
Nordhavnsvej anlægges som en 4-sporet vej med ekstra bredt nødspor og midterrabat. Denne disponering vil kunne afvikle de beregnede trafikbelastninger, som er anført i afsnit 3.3 for en udbygning af Nordhavnsområdet på 600.000 etagemeter. Det ekstra brede nødspor kan senere inddrages til et ekstra kørespor, når der senere opstår trafikalt behov for en 6-sporet vej. Disponeringen af tværprofilen er vist i Tabel 3.2.

	Bredde ved to kørespor og nødspor	Bredde ved tre kørespor
Fortov	1,00 m	1,00 m
Kantbane	0,25 m	0,25 m
Kørespor	2 x 3,50 m	3 x 3,50 m
Kantbane	0,25 m	0,25 m
Nødspor	3,50 m	-
Fortov	1,00 m	1,00 m
I alt	13,00 m	13,00 m

Tabel 3.2 Tværprofil på Nordhavnsvej (én køreretning)

Der etableres et tværfald på vejen på 25 ‰ .

Tværfaldet for vej i terræn kan ses i Figur 3.1. Tværfaldet i tunneldelen af Vejfor-slag A og B kan ses på henholdsvis tegning D-A10-5010 og D-B00-5010.

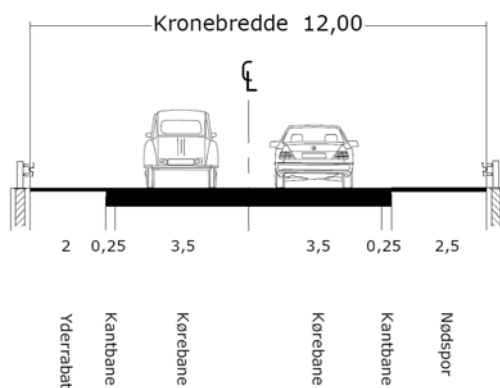


Figur 3.1 Tværfald for Nordhavnsvej i terræn

Tværsprofil af 2-sporede ramper i tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen disponeres som vist i Tabel 3.3 og i Figur 3.2.

	Bredde ved to kørespor
Venstre yderrabat	1,00 m
Kantbane	0,25 m
Kørespor	2 x 3,50 m
Kantbane	0,25 m
Nødspor	2,5 m
I alt	11,0 m

Tabel 3.3 Tværsprofil for 2-sporede ramper i tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen



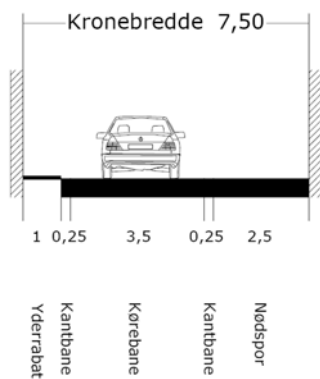
Figur 3.2 Tværsprofil for 2-sporede ramper i tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen

I Vejforslag A2 etableres der til- og afkørsler fra tunnel ved Strandvænget på henholdsvis nord- og sydsiden af denne. Disponering af tværsprofilet i disse 1-sporede til- og afkørsler er vist i Tabel 3.4 og i Figur 3.3.

Forslag V til udformningen af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen omfatter 1-sporede tilslutninger mod syd. Tværsprofilet i disse tilslutninger er opbygget efter samme princip som vist i Tabel 3.4 og i Figur 3.3, dog er bredden af det venstre for-tov af hensyn til oversigtforholdene øget til 3 m.

	Bredde
Fortov (venstre side)	1,00 m
Kantbane	0,25 m
Kørespor	3,50 m
Kantbane	0,25 m
Nødspor	2,5 m
I alt	7,50 m

Tabel 3.4 Tværprofil i til- og afkørsler i Strandvænget i Vejforslag A2



Figur 3.3 Tværprofil i til- og afkørsler ved Strandvænget i Vejforslag A2

### Eksisterende vejanlæg

I Vejforslag A1 omlægges Strandvænget mellem Strandpromenaden og Strandvejen. Vejen etableres som en tosporet vej med cykelsti i begge sider og fortov mod nord. Disponering af tværprofilet er vist i Tabel 3.5.



	Bredde
Fortov (nordlig side)	2,5 m
Cykelsti	2,5 m
Kørespor	2 x 3,50 m
Cykelsti	2,5 m
I alt	14,50 m

Tabel 3.5 Tværprofil Strandvænget m.l. Strandvejen og Strandpromenaden i Vejforslag A1.

På Helsingørmotorvejen bevares de nuværende køresporsbredder, mens køresporsantallet lokalt reduceres jf. afsnit 4.

### 3.4.3 Plangeometri og længdeprofil

Ved fastlæggelsen af plangeometri og længdeprofil er der anvendt radier ned til vejreglernes minimumsværdier, hvor nødvendigt.

For horisontalkurver på tunnelstrækninger er der forudsat en minimumsradius på 300 m, som sikrer oversigten ved den foreslåede fortovsbredde og ønskede hastighed. Det tilstræbes dog, at der, hvor dette er muligt, ikke anvendes radier mindre end 400 m svarende til Vejreglernes mindste normalradius.

For vertikalkurver i hovedtunnelen er der forudsat en minimumsradius på 1300 m. Ved rampeanlæg på kaserneområdet, i Strandvænget og på Nordhavn er radius i den øvre konvekse kurve valgt til 750 m af hensyn til stopsigtet. Ved til- og afkørsler i Strandvænget i Vejforslag A2 er radius i både den konvekse og den konkave kurve valgt til 750 m.

For længdeprofilet er forudsat en maksimal gradient på 50 ‰ .

### 3.4.4 Fritrumsprofil

Der etableres et fritrumsprofil defineret ud fra en frihøjde på min. 4,63 m inkl. tolerancer og tillæg over kørebane og nødspor, samt en frihøjde på min. 2,50 m over fortove.

## 3.5 Sikkerhedskoncept for tunneler

### 3.5.1 Generelt

For sikkerheden i tunnelen kan der sættes det overordnede mål, at tunnelen udformes, reguleres og overvåges så antallet og omfanget af ulykker minimeres.

I tilfælde af en ulykke:

- Skal evakuering af personer sikres (herunder handicappede)

- Skal brand- og redningsmandskabets adgang sikres
- Skal skader på personer minimeres
- Skal tunnelens installationer og konstruktioner være driftssikre, således at alle væsentlige funktioner er opretholdt under redning og evakuering
- Skal tunnelen være udformet, så skader på installationer og konstruktioner minimeres, således at en normal driftssituation hurtigst muligt kan reetableres.

### 3.5.2 **Tunneldirektivet**

Med baggrund i flere alvorlige tunnelbrande er der i 2004 udsendt et EU-direktiv 2004/54/EF "om minimumssikkerhedskrav for tunneler i det transeuropæiske vejnet".

Nordhavnsvej vil ved etableringen ikke være en del af det transeuropæiske vejnet, men kan senere, som en del af en østlig ringvej, blive en del af vejnettet. Det er bl.a. derfor besluttet, at direktivet skal være gældende for tunnelen.

### 3.5.3 **Risikoanalyse**

Der skal for den senere valgte linieføring gennemføres en risikoanalyse, som belyser risici for trafikanterne i forbindelse med forskellige typer af uheld så som brand, udslip af farlige stoffer etc.

På baggrund af risikoanalysen vurderes det, om det overordnede sikkerhedskoncept er opfyldt og om der kan/skal indføres forbedringer i designet. Risikoanalysen kan baseres på kvantitative metoder.

I forbindelse med risikoanalysen bør sårbarhed ved terrorangreb belyses.

## 3.6 **Konstruktive krav til tunnel og broer**

Tunnelen udføres med separate rør for de to trafikretninger.

Tunnelkonstruktionerne dimensioneres til en minimumslevetid på 100 år.

Brokonstruktioner dimensioneres til en minimumslevetid på 50 år.

Tunnelkonstruktionerne inkl. ramper skal som helhed være vandtætte. Vandtæthed forudsættes sikret ved krav til sammensætning af betonen og udførelsen af betonarbejdet, herunder fuger. For Cut & Cover tunnelen er der endvidere regnet med en ydre membran på de dele af konstruktionen, som ikke støbes mod jord eller mod byggegrubeindfatningen.

Tunnelen inkl. alle tilsluttede systemer skal opadtil afsluttes i et niveau, som sikrer mod oversvømmelse i tilfælde af ekstremt højvande. Der er i /11/ givet forslag til en

designkote på +2.67 for sikring af ramper og andre åbninger mod vandindtrængning med en returperiode på 10.000 år.

Terrænet ved afslutningen af tunnelrampen i Strandvænget i Vejforslag A1 ligger over kote +2.67. Terrænet ved til- og afkørslerne i Strandvænget i Vejforslag A2 ligger grundet den mere kystnære beliggenhed noget lavere, men det vurderes, at terrænet lokalt vil kunne reguleres op til +2.67 ved til- og afkørslerne.

I Nordhavn ligger det nuværende terræn omkring kote +2. I forbindelse med udviklingen af Nordhavnsområdet vil der skulle udarbejdes planer for håndtering af stormflodsproblemet. Placeringen af tunnelrampen i en sikker kote vil skulle tænkes ind i disse planer.

Tunnelen brandisoleres i loft og 2 m ned ad væggene.

### 3.7 **Installationer og udstyr**

#### 3.7.1 **Ventilationsanlæg**

##### 3.7.1.1 **Generelt**

Der etableres i både Vejforslag A og B et ventilationsanlæg med længdeventilation baseret på impulsventilatorer ophængt i loftet over kørebanen. Denne type ventilationsanlæg er et kendt og afprøvet system for tunnellængder i intervallet 0,8 – 5 km. De danske vejtunneler under f.eks. Øresund, Limfjorden og Guldborgsund er udført med længdeventilation.

I forslag V til tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen påregnes den sydvendte tunnel under motorvejen ventileret ved naturlig ventilation. Såfremt der stilles krav om, at tunnelen skal kunne ventileres mekanisk vil der kunne opsættes ventilatorer over fritrumsprofilen over fortovet.

##### 3.7.1.2 **Luftkvalitet i og omkring Nordhavnsvej**

Der er i /15/ foretaget beregning af luftkvaliteten i og omkring Nordhavnsvej. Beregningerne viser, at der med de anvendte grænseværdier ikke sker overskridelser ved nærliggende bebyggelse af hverken partikler eller NO<sub>2</sub> (hvor NO<sub>2</sub> benyttes som indikator for gasformige forureninger). De anvendte grænseværdier er gældende fra 2010 og forventes også at være gældende i en årrække herefter.

Der er derfor ikke i Vejforslag A og B foreslået etableret anlæg til rensning af afkastluften fra tunnelen.

Såfremt der overordnet stilles krav om rensning af afkastluften vil der kunne indarbejdes renseanlæg i både Vejforslag A og B.

For at kunne rense luften vil der ved tunneludkørslerne skulle etableres et udsugningsarrangement med sugeåbninger i både loft og vægge. Udsugningsarrangementet vil imidlertid ikke kunne opsamle hele luftstrømmen i tunnelen, idet en del af luften trækkes ud af tunnelen med trafikken. Der skal påregnes en effektivitet på

mindre end 70% svarende til, at mere en 30 % af luftstrømmen i tunnelen slipper ud af tunnelmundingen.

En eventuel partikelrensning af den luft, som udsugningsarrangementet har opsamlet, vil kunne foregå med elektrofiltre, som har en god filtreringsgrad for de partikelstørrelser, som forekommer i tunnelluften.

Som nævnt ovenfor vurderes NO<sub>2</sub> at være indikatoren for gasformige forureninger, og en eventuel gasfiltrering skal således for at være relevant kunne nedbringe NO<sub>2</sub>-koncentrationen i omgivelserne. Der er i /17/ foretaget en beregning af effekten af NO<sub>2</sub>-filtrering i et aktivt kulfilter. Der regnes her med, at 70% af luftstrømmen i tunnelen kan opsamles og føres gennem filteret, og at filteret har en filtreringsgrad på 100%. Beregningen viser, at NO<sub>2</sub>-koncentrationen i et kontrolpunkt i omgivelserne kun reduceres med ca. 10%, hvilket vurderes at ligge inden for beregningsusikkerheden samlet set. Det kan altså ikke påvises, at selv 100% fjernelse af NO<sub>2</sub> i afkastluften har en målbar effekt på forureningsniveauet i nærmiljøet omkring afkastene. Årsagen hertil er, at kun en mindre del af den NO, som emitteres fra bilernes udstødning, kan nå at blive omsat til NO<sub>2</sub> i selve tunnelrøret. Den resterende omdannelse sker først ved udledningen til det fri – og dermed for sent til at NO<sub>2</sub>'en kan optages i filteret.

Det ville følgelig være mere effektivt at fjerne en del af tunnelluftens indhold af NO. Det lader sig imidlertid ikke gøre i et elektrostatiske filter. I stedet må anvendes katalysatorteknik (som i bilernes udstødning), men da driftstemperaturen skal være 250-300 °C, er et sådant system ikke økonomisk realiserbart.

Som et alternativ – eller et supplement – til filtrering af partikler og gasser kan der udføre hævet afkast via en skorsten f.eks. 10-15 m over terræn. Afkastet koncentrerer dermed i ét punkt. Ved visse vindretninger kan forureningskoncentrationen i visse punkter dermed blive større, end når forureningerne emitteres tilnærmelsesvis jævnt over ramperne.

#### 3.7.1.3 **Ventilation under brand**

Der forudsættes i projektet en dimensionsgivende brand på 100 MW. Tallet er valgt, da det er den mest anvendte dimensionsgivende brand for nyere tunnelprojekter i Europa. Den dimensionsgivende brand på 100 MW er særligt interessant på grund af, at den udviklede varmeeffekt i sig selv udgør en alvorlig risiko for såvel personer som for tunnelkonstruktionen.

Kravet til tunnelventilation under brand er normalt, at man kan kontrollere udbredelsen af røggasser, så den stort set kun foregår i én retning i tunnelrøret – typisk i trafikretningen. Derved kan brandmandskabet komme tilstrækkelig tæt på branden til at kunne gennemføre en effektiv slukningsindsats.

De mulige ventilationskoncepter under brand for de aktuelle tunnelalternativer er:

- ren længdeventilation

- længdeventilation kombineret med udsugning under loft

I EU-tunneldirektivet er der for de aktuelle tunnellængder og trafikmængder ikke et eksplicit krav om andet end længdeventilation. Det anføres dog, at såfremt der i tunnelen er risiko for trafikophobning, skal det ved en risikoanalyse godtgøres, at længdeventilation alene er acceptabelt. Alternativt kan der træffes særlige foranstaltninger som kortere afstand mellem nødudgange, passende trafikstyring (ITS) eller røgudsugningsanlæg.

Til vurdering af effekten af røgudsugningsanlæg for de aktuelle tunnelalternativer er der foretaget beregninger til simulering af røg- og varmeudbredelse under en 100 MW brand. Der er foretaget simuleringer med længdeventilation alene og med en kombination af længdeventilation og røgudsugning under loft. Simuleringerne peger på, at den rene længdeventilation kan opfylde kravet om ensidig røggasudbredelse. Nedstrøms for branden vil sigtbarheden imidlertid være næsten nul og temperaturen livsfarlig høj. Med længdeventilation og røgudsugning i loftet er forholdene stort set de samme som med længdeventilation alene. Røgudsugningen i loftet giver dog i en vis udstrækning en zone tæt på vejbanen, som er friholdt for røg. Personersikkerhedsmæssigt udgør temperaturen i røglaget oven over denne zone dog fortsat et problem. Ved en brandstørrelse på 100 MW opnås dermed kun en meget begrænset gevinst ved anvendelse af røgudsugning i loftet. For mindre brande i f.eks. en personbil vurderes gevinsten dog at være noget større.

Med baggrund i ovenstående er det valgt at basere ventilationen ved brand på længdeventilation alene. Det er vitalt, at tunnelen neden for branden hurtigt rømmes for trafikanter. Dette skal søges sikret ved, at trafikstyringssystemet giver trafikanterne fra tunnelen forkørselsret på vejnettet i terræn og at havarede trafikanter med et minimum af hindringer kan passere over i det modsatte tunnelrør.

### **3.7.2 Elforsyning**

#### **Generelt**

Stærkstrømsinstallationerne skal udformes således, at der opnås en høj forsynings-sikkerhed.

Høj forsynings-sikkerhed kan opnås ved at forsyne tunnelanlægget fra begge tunneler og fra to uafhængige højspændingsnet.

Til brug i tilfælde af strømafbrydelse eller fejl på kabelanlæg inde i tunnelrørene etableres der to UPS-anlæg (Uninterruptable Power Supply), ét anlæg ved hver tunnelportal. Disse anlæg forsyner:

- Nødbelysningsanlægget bestående af sikkerhedsbelysning, evakueringsbelysning og flugtvejsskilte
- Nøddøre
- Sikringsanlægget bestående af overvågnings-, alarm- og kommunikationsanlægget, ABA anlægget, AGA anlægget, m.v.

For at minimere UPS-anlæggets batterikapacitet opstilles én dieseldrevet nødgenerator ved hver tunnelportal. Nødgeneratoren leverer ladestrøm til UPS-anlægget og overtager UPS-anlæggets funktion kort tid efter, at en strømafbrydelse er indtruffet og forsyner herudover øvrige vitale anlæg f.eks. pumper.

I servicebygningerne på såvel vest- som på østsiden etableres transformerstationer, et UPS rum og et tavlerum.

Tavlerummene indrettes med plads til:

- To hovedtavler for normalforsyning
- En koblingstavle for hver forsyningstransformer
- En tavle for tunnelventilatorer
- En tavle for nødgenerator
- En tavle for UPS-anlæg
- En undertavle for lokalforsyning af servicebygningen

UPS-rum indrettes med plads for UPS-anlægget inklusive batterier.

UPS- og tavlerum for Vejforslag A1+ A2 og B vil være dobbelt så stort som for Vejforslag A1.

I Cut & Cover tunneler etableres recesser i sidevægge til opstilling af underfordelingstavler til lys- og kraftinstallationer.

På borede tunnelstrækninger opstilles underfordelingstavler til lys- og kraftinstallation i tværtunneler.

Der etableres stikkontaktstationer ved underfordelingstavlerne til fremtidig drift og vedligehold af tunnelen.

### **3.7.3 Belysning og nødbelysning**

#### **3.7.3.1 Normalbelysning**

Nordhavnsvejtunnelens sigtforhold og længde medfører, at der af hensyn til trafik-sikkerheden skal belyses med kunstig belysning både dag og nat i hele tunnelens længde.

Om natten vil belysningen i tunnelen være jævn i hele tunnelens længde og udgøre en samlet belysningszone. Belysningsklassen vil være den samme belysningsklasse eller en belysningsklasse højere end den øvrige vejbelysning uden for tunnelen.

I dagtimerne er det nødvendigt at opdele tunnelbelysningen i flere belysningszoner, for at trafikanternes dagtilpassede syn kan omstille sig til den mørke tunnel, når man kører ind, samt tilbage til dagslyset, når man køre ud af tunnelen igen.

Der vil om dagen være behov for, at belysningsniveauet i tunnelen skal være op til flere gange så kraftig som om natten. Specielt ved ind- og udkørsel er der behov for

meget kraftig belysning for at skabe en fornuftig overgang mellem dagslyset i det fri og den indre del af tunnelen.

Belysningsanlægget dimensioneres efter DS/CEN/CR 14380 Belysning - Tunnelbelysning og NVF rapport nr. 4./1995 Belysning af vej tunneler.

I Vejforslag B etableres der i tværtunnelerne lysrørsarmaturer på loft til en rumbelysning på ca. 100 Lux. Øvrige belysningsanlæg i servicebygninger mv. dimensioneres efter DS 700.

#### 3.7.3.2 **Nødbelysning**

Der skal etableres sikkerhedsbelysning i tunnelen for at sikre, at trafikanterne kan forlade tunnelen i deres køretøjer i tilfælde af strømsvigt.

Der skal endvidere etableres evakueringsbelysning, som kan lede trafikanterne, så de kan forlade tunnelen til fods i en nødsituation.

#### 3.7.4 **Sikringsanlæg**

Formålet med sikringsanlægget er at overvåge tunnelen og servicebygninger mv., detektere brand og forekomst af giftige gasser, afgive alarmer i tilfælde af brand og muliggøre kommunikation mellem trafikanterne samt personale i tunnelen og omverdenen.

Sikringsanlægget består af flere delanlæg:

- Kommunikationsanlæg
- Automatisk Brandalarmerings Anlæg - ABA-anlæg
- Automatisk GasalarmeringsAnlæg - AGA-anlæg
- Overvågningsanlæg

Centraler for sikringsanlæggene er forsynet med eget UPS-anlæg.

#### 3.7.5 **Kommunikationsanlæg**

Der etableres nødtelefoner pr. ca. 75 m i vej tunneler. Telefonerne etableres i nødstationer sammen med udstyr til brandbekæmpelse.

Tunnelen udstyres med antennesystemer, således at trafikanterne kan høre trafikradio og have mobiltelefonkontakt i tunnelen. Der etableres endvidere antensystem til radioforbindelse for indsatspersonel fra politi og brandvæsen.

Der installeres et højtalersystem til information ved stop i trafikken eller ulykkestilfælde.

#### 3.7.6 **ABA-anlæg**

Der etableres automatisk Brandalarmeringsanlæg (ABA-anlæg) i alle tunneller, flugtveje, tværtunneler og servicebygninger med detektorer og brandalarmeringstryk (trykknop placeret bag glasrude).

Centraler for ABA-anlæg opstilles i særskilte rum i servicebygningerne.

Alarmer går via telefonnet til alarmcentral.

### **3.7.7 AGA-anlæg**

Der etableres automatisk gasalarmeringsanlæg (AGA-anlæg) med detektorer for henholdsvis CO, NO<sub>x</sub> og kulbrinter, placeret i grupper i alle tunneler, flugtveje og tværtunneler.

Centraler for AGA-anlæg opstilles i særskilte rum i servicebygningerne.

AGA-anlæg opbygges jf. forskrift nr. 233 fra Dansk Brandteknisk Institut.

Alarmer går via SCADA-anlægget til overvågningscentralen.

### **3.7.8 Overvågningsanlæg**

Der etableres overvågningsanlæg med videokameraer placeret i vej-tunneler og på ramper.

Betjeningsenheder bestående af monitører og fjernstyringsenheder placeres i overvågningscentralen.

### **3.7.9 Kontrol- og overvågningsystem (SCADA-anlæg)**

SCADA anlægget overvåger og styrer en række mekaniske og elektriske anlæg på Nordhavnsvejen, her iblandt:

- Tunnelventilation
- Afvanding
- Elforsyning
- Belysning
- Branddetektering
- Luftkvalitet

Endvidere kan ITS (Intelligent trafikstyring) integreres med SCADA således, at også trafikafviklingen håndteres via SCADA. Det gælder bl.a.:

- Detektering af trafik og hændelser (CCTV, loop sensorer, nødopkald etc.)
- Variable færdselstavler
- Bomanlæg

Ved at integrere alle disse systemer i et samlet SCADA system opnås en ensartet præsentation og håndtering i kontrolrummet.

For at sikre driftspålideligheden samt servicebarhed f.eks. i forbindelse med software opdateringer, er SCADA-anlæggets servere dublerede. SCADA-serverne installeres i klimastyrede teknikrum f. eks. i servicebygningens sikringsrum.



SCADA anlægget udveksler signaler med vej- og tunnelanlæggets mekaniske og elektriske systemer via PLC'ere placeret i teknikrum og/eller skabe fordelt langs anlægget.

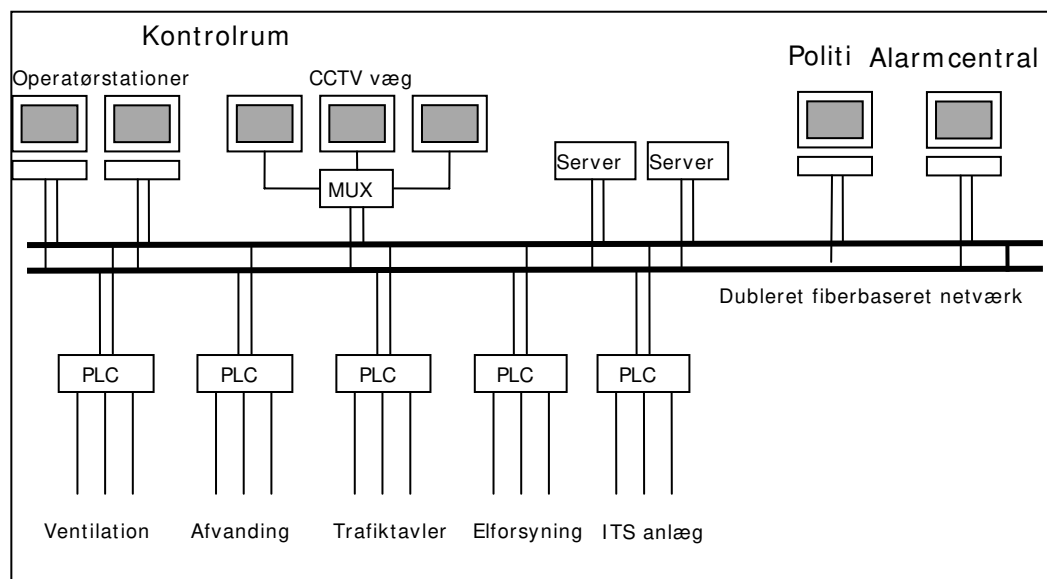
Kommunikationen mellem SCADA-anlæggets forskellige dele sker via et fiberbaseret netværk. Netværket er redundant og anvender udbredt netværksteknologi baseret på Ethernet (TCP/IP) teknologi.

Da SCADA anlægget varetager vigtige funktioner i nødsituationer er alt SCADA udstyr forsynet fra UPS-anlægget.

Føringsveje til SCADA-kabler følger så vidt muligt føringsvejene for de øvrige elinstallationer.

Der er i Figur 3.4 vist eksempel på konfiguration af et SCADA-anlæg. PLC'ere installeres på udvalgte steder langs vej- og tunnelanlægget samt i teknikrum i portalbygningerne og i forbindelse med pumpeump.

Et antal operatørstationer installeres i kontrolrummet. Endvidere er der placeret en operatørstation hos hhv. politi og brandvæsen (Alarmcentral).



Figur 3.4 Eksempel på konfiguration af et SCADA-anlæg

### 3.7.10 Intelligent trafikstyring (ITS)

Begrebet ITS dækker over Intelligente Transport Systemer og bruges bredt om systemer, der vha. detekteringer kan give informationer til trafikanten, således at dennes adfærd påvirkes og evt. ændres. Ligeledes dækker begrebet over systemer, som

direkte eller indirekte påvirker trafikafviklingen, trafiksikkerheden, miljøet og serviceniveauet baseret på den aktuelle trafiksituation.

For at udnytte Nordhavnsvejs potentiale optimalt, er det hensigtsmæssigt, at trafikanten hele tiden er på forkant med den trafikale situation på vejen og de tilstødende veje. Denne information kan erhverves fra ITS-anlæg, som placeres over eller ved siden af vejen samt de tilstødende vej.

Det vurderes, at et ITS-anlæg vil kunne bidrage til, at trafikafviklingen opretholdes i væsentlig flere perioder med hæmmende trafikale hændelser, end hvis et anlæg ikke havde været implementeret. Hermed vil vejens potentiale også blive bedre udnyttet, hvilket kan være til gavn for de som bor og opholder sig langs de veje, der ellers skulle overtage trafikken fra Nordhavnsvejen.

Funktionen af et ITS-anlæg kan opdeles i 3 elementer:

1. Detektering
2. Databehandling
3. Respons/iværksættelse af prædefineret procedure

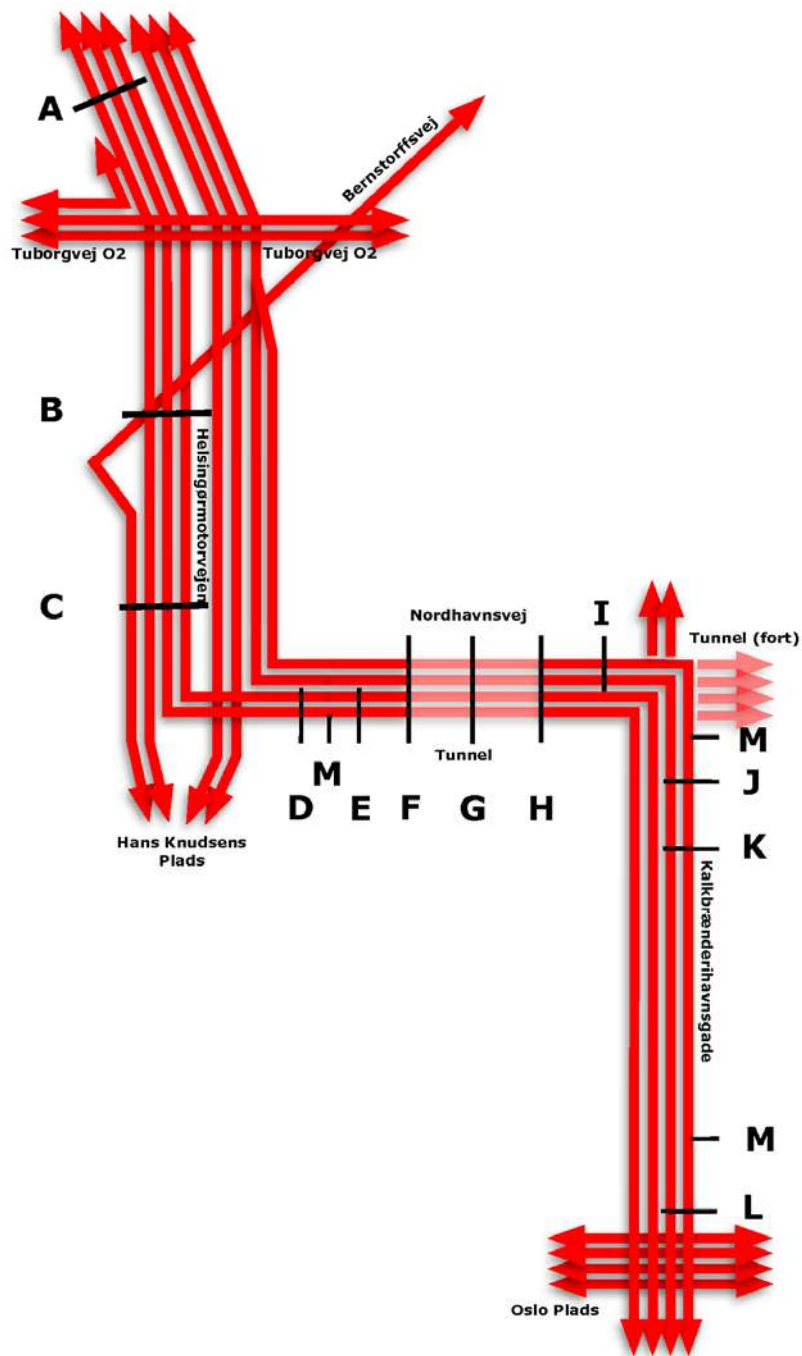
For at kunne implementere ITS i et projekt, er det nødvendigt at belyse, hvilke trafikale situationer anlægget skal kunne håndtere for, at den ønskede effekt opnås. Det vurderes, at et ITS-anlæg til Nordhavnsvej skal kunne håndtere følgende situationer:

- Uheld i tunnelrøret
- Brand i tunnelrør
- Vedligeholdelse og vejarbejde i tunnelrør
- Tabte genstande i tunnelrøret
- Uautoriserede hændelser (dyr på kørebanen, fodgængere og cyklister mm.)
- Høje køretøjer
- Vand på kørebanen
- Emissionsniveauer overstiger prædefinerede grænseværdier
- Belysning (Belysningsniveauet reguleres i forhold til det naturlige lys uden for tunnelen)
- Trafikafviklingsproblemer i tilstødende kryds og strækninger
- Adfærdsregulering (permanent hastighedskontrol)
- Udrykningsrute
- Events
- Busprioritering
- Spøgelsesbilister
- Rutevalg

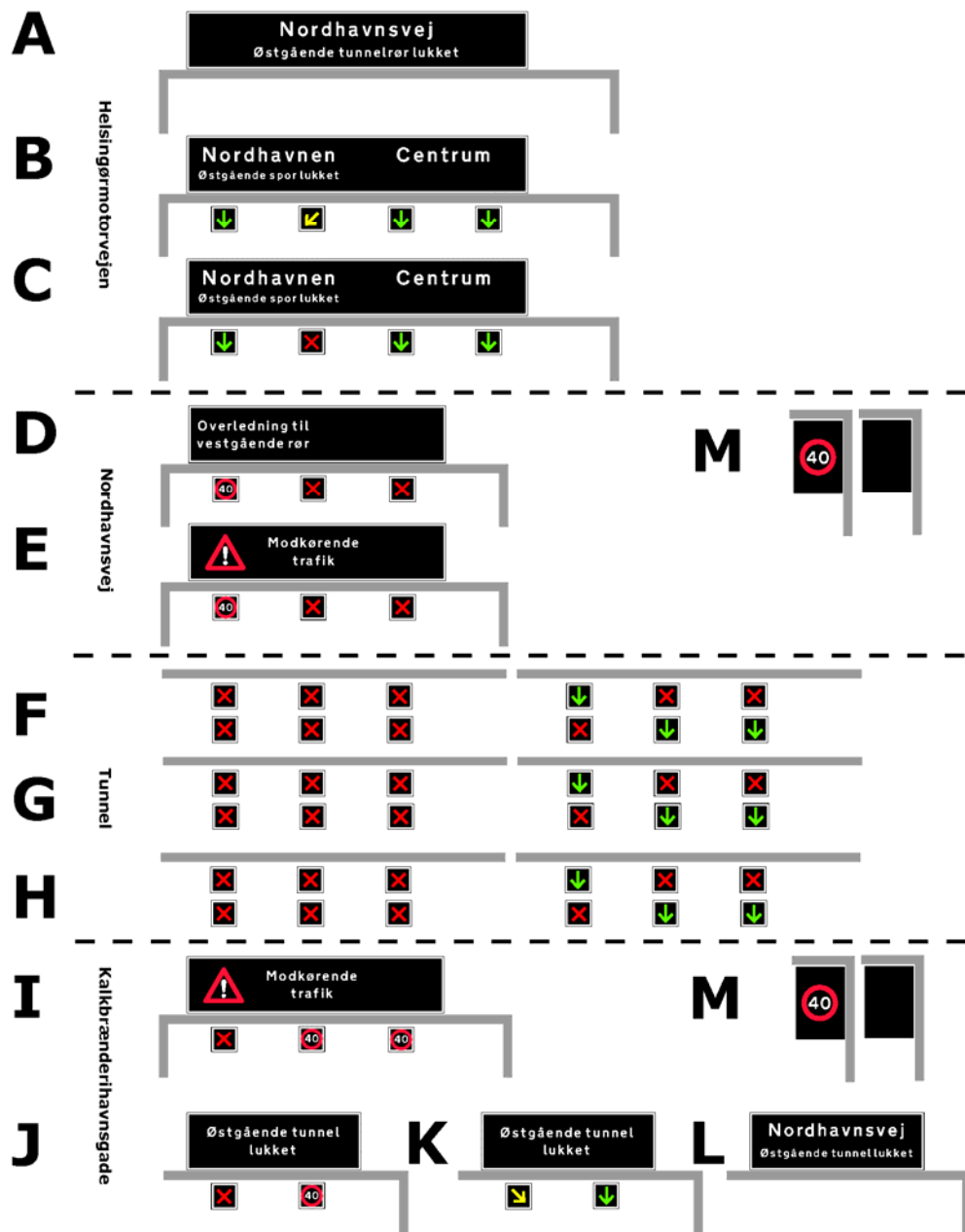
Ovenstående er forslag til, hvad systemet skal kunne håndtere. Ved den endelige udarbejdelse af systemet kan enkelte situationer fravælges på baggrund af en vurdering af risikoen for, at den trafikale situation indtræffer. Eksempelvis kan det være vanskeligt at gennemføre en procedure for spøgelsesbilister. Hvis der regnes med en responstid, dvs. tiden fra, at bilisten registreres til, at proceduren er valgt og gennemført, på 2 min, så vil et køretøj, der kører 60 km/t have tilbagelagt en strækning

på 2000 m. Af denne grund vil proceduren kun være aktuel for tunnelforslag som går helt til Nordhavn.

Der er i Figur 3.5 og Figur 3.6 vist et eksempel på en mulig placering af informationstavler til et ITS-anlæg til Nordhavnsvej.



Figur 3.5 Diagram med mulig placering af tavler til ITS anlæg



Figur 3.6 Principiel udformning af tavler til ITS-anlæg vist i Figur 3.5

### 3.7.11 Brandslukningsudstyr

Der etableres vandbårne brandslukningsanlæg med det formål aktivt at kunne bekæmpe brand. De vandbårne brandslukningsanlæg etableres om muligt som et fælles system.

Udover de i det efterfølgende beskrevne anlæg kan vandtågeanlæg, skumanlæg etc. tillige indgå i betragtninger om valg af løsninger.

#### 3.7.11.1 Brandhydrantanlæg

Et brandhydrantanlæg i tunnelen består af et ledningsanlæg med tilslutningssteder for brandslanger placeret strategisk for brandvæsnetts brandbekæmpelse.

Brandhydrantanlæg til tunneler dimensioneres sædvanligvis ved samtidig drift af 2 stk. brandhydranter, hver med en ydelse på ca. 2.000 liter/min (33 l/sek.) i mindst 1 time. Brandhydrantanlæg tryksættes via én pumpecentral med redundante brandpumper, placeret ved den ene servicebygning og forsynes endvidere med en trykholdepumpe. Afstanden mellem brandhydranterne i tunnelen er 75 m.

#### 3.7.11.2 Anlæg for slangevindere og håndildslukkeudstyr i tunnel

Brandhydrantanlægget forsyner ud over brandhydranterne tillige brandslangevinder placeret i skabe i tunnelen til lokal brandbekæmpelse. Vandforsyning til brandslangevinderne foregår via brandhydrantanlæggets trykholdepumpe, således at brandpumperne ikke kommer i drift ved anvendelse af brandslangevinderne

I tilknytning til brandslangeskabe placeres håndildslukningsudstyr, nødtelefon og brandalarmeringstryk.

#### 3.7.11.3 Skumslukningsanlæg i afløbssumpe

Da tilledning til afløbssumpene kan indeholde f.eks. brandbare væsker er der dertil knyttet en eksplosionsrisiko. Det foreslås derfor, at forsyne sumpene med automatiske skumslukningsanlæg, som aktiveres via detekteringsanlæg. Skumslukningsanlæg forsynes fra brandhydrantanlægget, evt. via trykreduktion. Skumgenerering kan foregå ved, at skumvæske og vand blandes og indblæses i sumpene via skumgeneratorer.

#### 3.7.11.4 Ventilation af pumpesumpe

Pumpesumpe ventileres mekanisk for at forhindre for høj koncentration af eksplosive gasser. Indtag og afkast foregår til og fra tunnelen via brandspjæld.

### 3.7.12 Afvandingsanlæg

Afvandingsanlægget skal håndtere:

- Regnvand fra vej anlæg i terræn
- Regnvand på ramper
- Vand fra tunnelvask

- Vand fra brandbekæmpelse
- Regnvand og sne/is, der transporteres ind i tunnelen af motorkøretøjer
- Udslip fra tankbiler mv. ved uheld.

#### **Regnvand fra vejanlæg i terræn**

Vejanlægget i terræn mellem det vestlige rampeanlæg og Helsingørmotorvejen skal i videst mulig udstrækning afvandes til afløbsanlægget på Svanemøllens Kaserne. Der kan etableres overløb til Lersøgrøften med en frekvens på ca. fem overløb årligt. Vejarealer, som ikke kan afvandes til afløbsanlægget på kasernen, kan afvandes direkte til Lersøgrøften.

På grund af de kotemæssige forhold vil det blive nødvendigt at etablere pumpestationer til oppumpning af regnvandet til Lersøgrøften.

Det nye og omlagte vejanlæg i Strandvænget kan tilsluttes det eksisterende afløbssystem i Strandvænget.

#### **Regnvand fra ramper**

Regnvand fra ramper skal i videst mulig udstrækning afskæres, inden det løber videre ned i tunnelen. Via vejens længde- og tværfald opsamles regnvandet i nedløbsbrønde, hvorfra det via et ledningsanlæg ledes til et sandfang og en pumpeump, placeret på siden af rampeanlægget, jf. også tegning D-A10-5022. I forbindelse med pumpeumpen etableres et opsamlingsbassin med et volumen på ca. 50 m<sup>3</sup> under rampeanlægget. Pumpeumpene forsynes med pumper til håndtering af henholdsvis sædvanlige regnhændelser og ekstreme regnhændelser. Pumperne etableres med nødvendig backup for driftssikkerhed og alternerende drift.

Fra det vestlige rampeanlæg oppumpes regnvandet fra pumpeumpene til den eksisterende afløbsanlæg på Svanemøllens Kaserne. Fra det østlige rampeanlæg i Strandvænget eller på Nordhavn oppumpes tilsvarende til de stedlige afløbsanlæg.

#### **Afvanding i tunnel**

Vand fra tunnelvask, brandbekæmpelse, indtransporteret vand samt udslip af væsker afledes via vejens længde- og tværfald til nedløbsbrønde. Et ledningsanlæg fører fra nedløbsbrøndene til en dybdepunktsump.

Der etableres én dybdepunktsump for hvert tunnelrør i Vejforslag A1, A2 og B. Pumpeumpen etableres med et volumen på ca. 50 m<sup>3</sup>, svarende til udslip fra en større tankvogn og samtidig brandbekæmpelse med vand. I hver pumpeump etableres flere pumper for driftssikkerhed og for alternerende drift. Vandmængden anvendt til brandslukning er sædvanligvis dimensionsgivende for pumperne. Da tilledning til sumpene kan indeholde brandbare væsker forsynes sumpene med f.eks. skumslukningsanlæg.

Fra dybdepunktsumpene etableres ledningsanlæg op til pumpesumpene ved begge rampeanlæg, hvorfra afløbsvandet pumpes til det offentlige afløbssystem. Ved spild af væsker, som ikke kan afledes til afløbssystemet, opmagasineres væsken i bassinet ved rampeanlægget, hvorfra den kan bortkøres til ekstern behandling.

### **3.7.13 Andet udstyr**

Der etableres generelt skiltning i henhold til vejreglerne. Der etableres endvidere bomanlæg til spærring af tunnelrørene samt bomanlæg til omdirigering af trafikken, herunder til dobbeltrettet trafik i ét tunnelrør.

Der opsættes autoværn i henhold til Vejreglerne på broer, på broramper og omkring faste genstande, herunder bropiller og tunnelportaler. Der etableres ikke autoværn i tunnelen. Dette er valgt med henvisning til, at der i en lang række europæiske lande ikke opsættes autoværn i tunneler, idet autoværnene ikke anses at have en gunstig effekt på den overordnede sikkerhed i tunnelen.

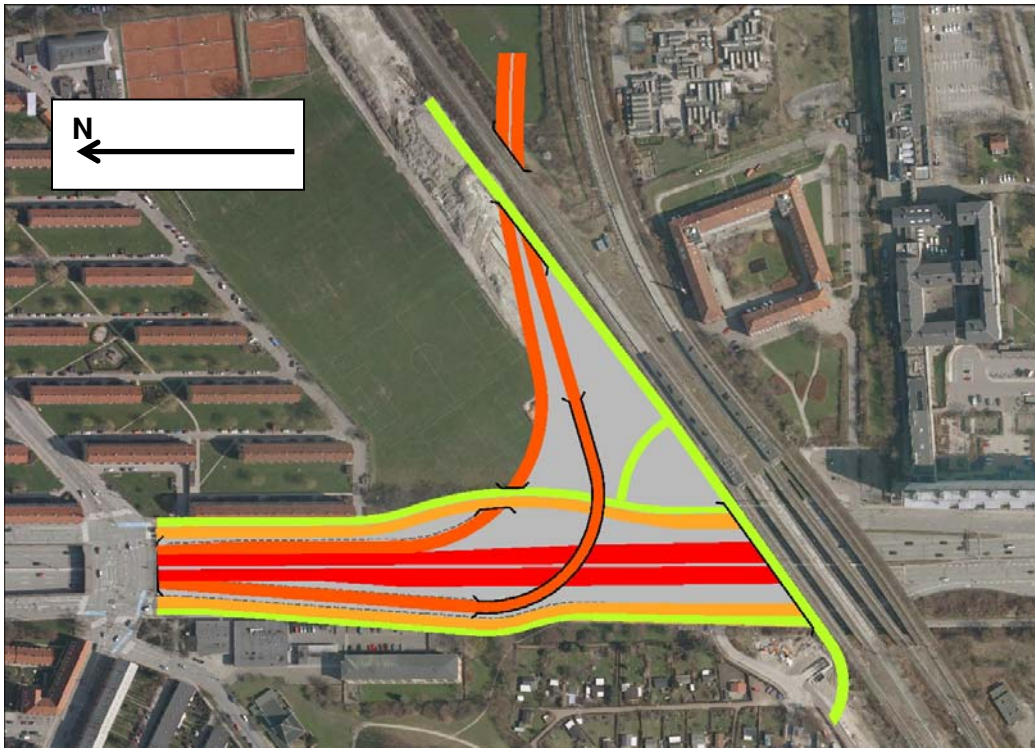
Der opsættes støjafskærmning langs vejanlægget i terræn. Omfanget af støjafskærmningen er nærmere beskrevet i VVM-delrapporten "Nordhavnsvej, VVM-delrapport, Byrum og æstetik".

## **4. Tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen**

### **4.1 Generelt**

Der er i afsnit 4.2 til 4.6 givet en oversigtsmæssig beskrivelse af de fem forslag til udformningen af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen. Trafikkapaciteten af forslagene er kort beskrevet i afsnit 4.7. Forslagene, som er benævnt forslag I til V, er nærmere beskrevet på tegningerne i bilag B (separat tegningsmappe i A3-format) samt i /19/. Fravalgte forslag til udformningen af tilslutningsanlægget er kort beskrevet i Bilag A.

#### 4.2 Forslag I, Niveaufri tilslutning med flyover fra nord og shunt mod nord



Figur 4.1 Forslag I til tilslutningsanlæg til Helsingørmotorvejen  
Rød: Helsingørmotorvejen, Orange: Nordhavnsvej, Gul: Lyngbyvej, Grøn: Fortov og cykelsti.

I Forslag I splittes Nordhavnsvej ved Ringbanen op i to nordvendte to-sporede ramper. Rampen fra nord mod Nordhavn udgår fra Helsingørmotorvejens vestside og føres over motorvejen og den østlige lokalvej i en flyover (bro). Den østlige lokalvej føres over rampen fra Nordhavn mod Helsingørmotorvejen på en bro.

Helsingørmotorvejens tre indadgående spor flettes ud i fire spor umiddelbart syd for Emdrupvejbroen, hvoraf de to vestlige spor føres på rampen mod Nordhavnsvej, mens de to østlige spor føres mod centrum. De to spor mod centrum øges til tre spor syd for rampen til Nordhavnsvej.

Helsingørmotorvejens nordgående spor reduceres fra tre til to spor umiddelbart nord for Ryparken Station og flettes sammen med de to spor fra rampen fra Nordhavnsvej til tre spor umiddelbart syd for Emdrupvejbroen.

Trafikanter fra Bernstorffsvej mod centrum vil umiddelbart efter indfletning på Helsingørmotorvejen skulle foretage vognbaneskift mod venstre. Trafikanter fra cen-



trum mod Bernstorffsvej vil umiddelbart efter sammenfletningen med trafikken fra Nordhavnsvej skulle foretage vognbaneskift mod højre.

De to lokalveje skal forlægges for at skabe tilstrækkelig plads til de to ramper. Lokalvejene bevarer deres nuværende længdeprofil (højde i forhold til terræn) ved ombygningen.

Flyoveren vil ved krydsningen med den østlige lokalvej ligge ca. 6 m højere end lokalvejen regnet fra overside kørebane til overside kørebane.

### **Udbygningsmuligheder**

Forslaget rummer mulighed for udbygning med forbindelser mellem Nordhavnsvej og centrum via Hans Knudsens Plads.

Forbindelsen fra Nordhavnsvej mod centrum kan etableres som en afkørsel fra Nordhavnsvej umiddelbart vest for Ringbanen med forbindelse til den østlige lokalvej. Trafikanterne følger lokalvejen, krydser over Emdrupvejbroen og kører mod centrum ad den vestlige lokalvej.

Alternativt kan der etableres en tunnel fra Nordhavnsvej under den østlige lokalgade og motorvejen frem til den vestlige lokalgade jf. også forslag V i afsnit 4.6.

### **Anlægsarbejdet**

I forbindelse med etablering af tilslutningsanlægget ombygges de eksisterende støttemure imellem Helsingørmotorvejen og lokalvejen for at skabe plads til henholdsvis et ekstra kørespor i østsiden af Helsingørmotorvejen og en tosporet frakørselsrampe i vestsiden af Helsingørmotorvejen.

Både den østlige og vestlige lokalvej forlægges pga. udvidelse af Helsingørmotorvejen og tilslutningen af Nordhavnsvej.

Tilslutningsanlægget etableres i 3 etaper med følgende principper for trafikafvikling:

1. etape: Den østlige støttemur ombygges og trafikken i nordgående retning på Helsingørmotorvejen føres i to kørespor med reduceret sporbredde. Den østlige lokalvej indsnævres til ét kørespor. Trafikken i sydgående retning på Helsingørmotorvejen har uændret tre kørespor.

2. etape: Den vestlige støttemur samt frakørselsrampen i samme side anlægges. Trafikken i sydgående retning omlægges til den østlige side af Helsingørmotorvejen, hvor der etableres to kørespor i begge retninger med reduceret sporbredde.

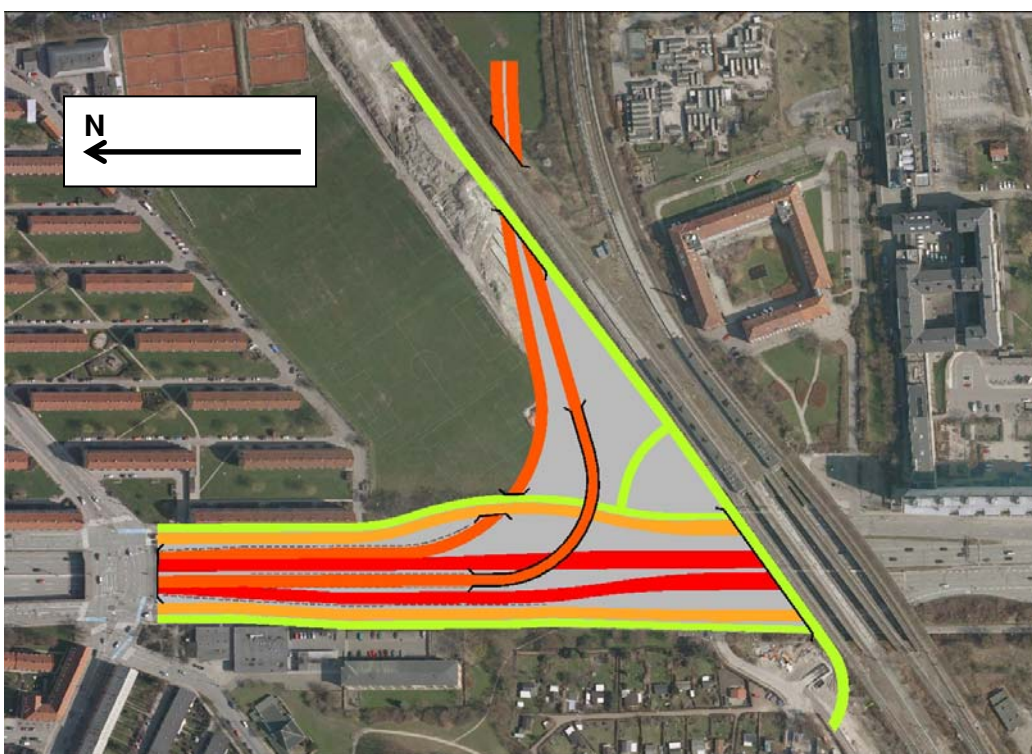
Lokalvejene ombygges samtidigt og den lokale trafik føres udenom arbejdsarealet via interimsveje.

Nordhavnsvejen anlægges frem til interimsvejen ved den østlige lokalvej.

Flyoveren ved Helsingørmotorvejen anlægges ved at støbe broen i hævet position med henblik på at opnå den fornødne frihøjde i anlægsfasen.

3. etape: Den resterende del af shunten fra Nordhavnsvej anlægges ved, at trafikken på Helsingørmotorvejen i nordgående retning føres forbi i to kørespor med reduceret sporbredde. Den vestlige side af Helsingørmotorvejen og lokalvejen er færdigombygget.

#### 4.3 Forslag II, Niveaufri tilslutning med flyover fra nord og shunt mod nord



Figur 4.2 Forslag II til tilslutningsanlæg til Helsingørmotorvejen  
Rød: Helsingørmotorvejen, Orange: Nordhavnsvej, Gul: Lyngbyvej, Grøn: Fortov og cykelsti.

Forslag II svarer til forslag I med undtagelse af, at rampen fra nord mod Nordhavn udgår fra Helsingørmotorvejens midte.

Helsingørmotorvejens tre indadgående spor flettes ud i fire spor umiddelbart syd for Emdrupvejbroen, hvoraf de to østlige spor føres på rampen mod Nordhavnsvej, mens de to vestlige spor føres mod centrum. De to spor mod centrum øges til tre spor syd for rampen til Nordhavnsvej.

Forslaget har den umiddelbare fordel, at trafikanter fra nord skal placere sig i de to venstrespor på Helsingørmotorvejen for at dreje til venstre via flyoveren til Nordhavnsvej.

Trafikanter fra Bernstorffsvej mod Nordhavnsvej vil umiddelbart efter indfletning på Helsingørmotorvejen skulle foretage vognbaneskift mod venstre. Tunge køretøjer, som kører i Helsingørmotorvejens vestlige kørespor, vil ligeledes skulle foretage vognbaneskift mod venstre for at køre mod Nordhavn.

### **Udbygningsmuligheder**

Forslaget rummer samme udbygningsmuligheder som forslag I.

### **Anlægsarbejdet**

I forbindelse med etablering af tilslutningsanlægget ombygges de eksisterende støttemure imellem Helsingørmotorvejen og lokalvejene for at skabe plads til et ekstra kørespor i østsiden af Helsingørmotorvejen og en frakørselsrampe i midten af Helsingørmotorvejen. Endvidere anlægges der to nye kørespor samt ét nødspor i vestsiden af Helsingørmotorvejen imellem frakørselsrampen og den vestlige lokalvej.

Både den østlige og vestlige lokalgade forlægges som konsekvens af udvidelsen af Helsingørmotorvejen.

Tilslutningsanlægget etableres i 3 etaper med følgende principper for trafikafvikling:

1. etape: Støttemurene i begge sider samt de fremtidige to sydgående kørespor på Helsingørmotorvejen anlægges ved, at trafikken afvikles i to x to kørespor med reduceret sporbredde i midten af Helsingørmotorvejen. Den fremtidige vestlige lokalvej anlægges ved at føre trafikken uden om arbejdsarealet via en interimsvej. Den østlige lokalvej indsnævres til ét kørespor.

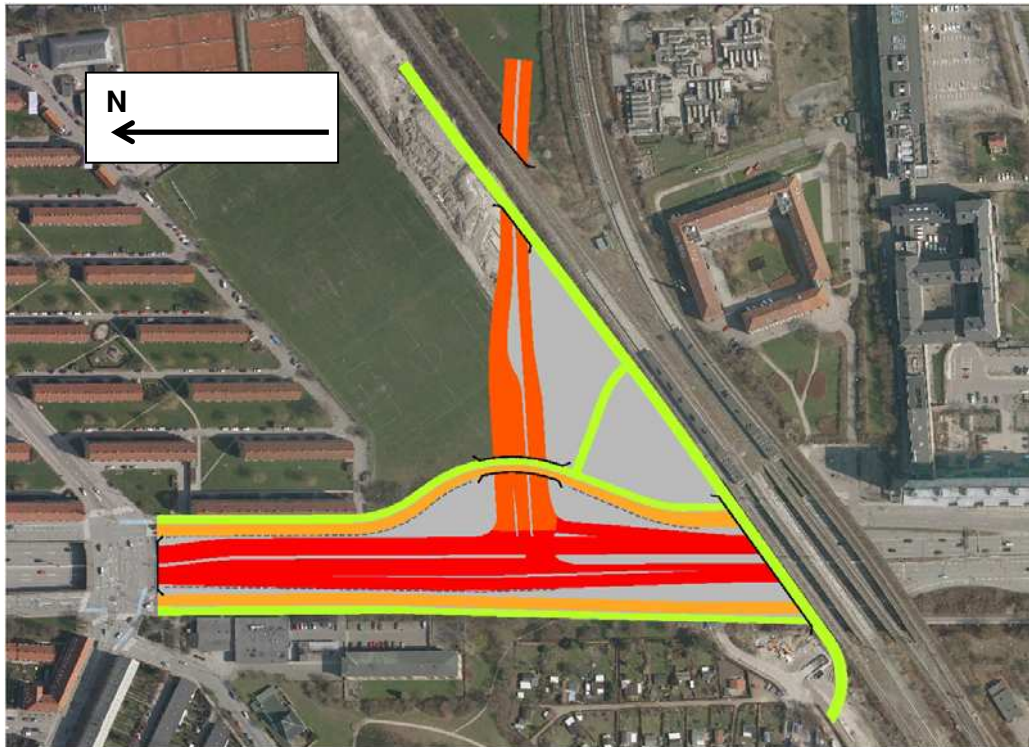
2. etape: Frakørselsrampen i midten af Helsingørmotorvejen anlægges ved, at trafikken afvikles i to kørespor med reduceret bredde forbi arbejdsarealet i begge sider af Helsingørmotorvejen. Flyoveren ved Helsingørmotorvejen anlægges ved at støbe broen i hævet position med henblik på at opnå den nødvendige frihøjde i anlægsfasen.

Nordhavnsvejen anlægges frem til interimsvejen ved den østlige lokalvej.

3. etape: Den resterende del af shunten fra Nordhavnsvej anlægges ved, at trafikken i nordgående retning afvikles i to kørespor med reduceret sporbredde.

Den vestlige side af Helsingørmotorvejen og begge lokalveje vil være færdigudbygget.

#### 4.4 Forslag III Signalreguleret kryds – lokalvej øst på bro



Figur 4.3 Forslag III til tilslutningsanlæg til Helsingørmotorvejen  
Rød: Helsingørmotorvejen, Orange: Nordhavnsvej, Gul: Lyngbyvej, Grøn: Fortov og cykelsti.

Forslag III forbinder Helsingørmotorvejen med Nordhavnsvej i signalreguleret kryds. Den signalregulerede del af Helsingørmotorvejen omfatter kun trafikken mod nord, idet motorvejens to vestlige spor føres uden om signalreguleringen. Forslaget giver fuld tilslutning til Helsingørmotorvejen, både mod nord og syd.

Signalreguleringen forventes at kunne afvikle trafikken med tre faser: Første fase åbner for lige ud kørende trafik fra syd på motorvejssporene. Anden fase åbner for venstresvingende trafik fra motorvejssporene fra nord samt højresvingende fra Nordhavnsvej. Tredje fase åbner for højre- og venstresving fra Nordhavnsvej.

Den østlige lokalvej forlægges op til ca. 35 m mod øst og føres på en bro over Nordhavnsvej i en højde af ca. 2 m over eksisterende terræn. Den vestlige lokalvej berøres ikke direkte af tilslutningsanlægget.

##### **Udbygningsmuligheder**

Forslaget kan udbygges med henblik på at øge kapaciteten i tilslutningsanlægget. Udbygningen vil kunne foregå etapevis.

Der kan etableres shunt (forbindelse uden om det signalregulerede kryds) fra Nordhavns til det nordgående spor på Helsingørmotorvejen, samt en tilsvarende shunt fra det nordgående spor på Helsingørmotorvejen til Nordhavnsvej. Shuntene vil ligge i terræn eller forsænket i terræn.

Fra det sydgående spor på Helsingørmotorvejen kan der etableres flyover til Nordhavnsvej på samme måde som vist for forslag I og II. Der kan endvidere etableres en tunnel fra Nordhavnsvej under den østlige lokalgade og motorvejen frem til den vestlige lokalgade.

I takt med etableringen af de nævnte forbindelser kan dele af det signalregulerede kryds nedlægges. Ved etablering af alle fire forbindelser nedlægges det signalregulerede kryds helt.

### **Anlægsarbejdet**

I forbindelse med etablering af signalanlægget imellem Nordhavnsvej og Helsingørmotorvejen ombygges de eksisterende støttemure imellem Helsingørmotorvejen og lokalgaderne for at skabe plads til to ekstra kørespor samt ét nødspor og én delehæle i vestsiden af Helsingørmotorvejen.

Den østlige lokalvej forlægges mod øst for at kunne føre Nordhavnsvej under den inden tilslutningen til Helsingørmotorvejen.

Tilslutningsanlægget etableres i 3 etaper med følgende principper for trafikafvikling:

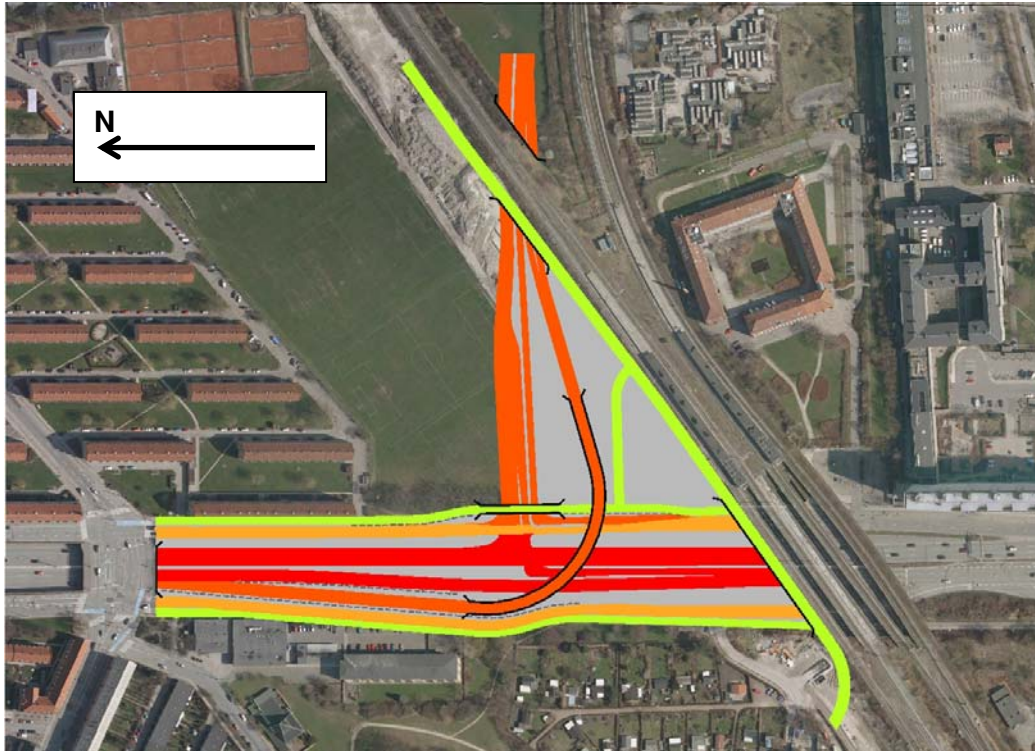
1. etape: Den fremtidige østlige lokalvej anlægges mens trafikken på den eksisterende østlige lokalvej afvikles i ét kørespor langs arbejdsarealet. Nordhavnsvej anlægges imellem Ringbanen og den eksisterende østlige lokalgade.
2. etape: Støttemurene i begge sider af Helsingørmotorvejen ombygges ved at samle trafikken i midten af Helsingørmotorvejen i to x to spor med reduceret sporbredde.

Den resterende del af Nordhavnsvej fra den eksisterende lokalvej og frem til Helsingørmotorvejen anlægges.

Den østlige lokalvej er færdiganlagt.

3. etape: Signalanlægget inkl. helleanlæg og signalstandere mv. i midten af Helsingørmotorvejen anlægges ved at føre trafikken forbi i begge sider af Helsingørmotorvejen i tre kørespor med reduceret sporbredde.

#### 4.5 Forslag IV Flyover og signalkryds i niveau med lokalvej øst



Figur 4.4 Forslag IV til tilslutningsanlæg til Helsingørmotorvejen  
Rød: Helsingørmotorvejen, Orange: Nordhavnsvej, Gul: Lyngbyvej, Grøn: Fortov og cykelsti.

Forslag IV forbinder Helsingørmotorvejen med Nordhavnsvej i signalreguleret kryds i kombination med en flyover fra Helsingørmotorvejens sydgående spor til Nordhavnsvej. Den signalregulerede del af Helsingørmotorvejen omfatter kun trafikken mod nord, idet motorvejens to vestlige spor føres uden om signalreguleringen. Forslaget giver fuld tilslutning til Helsingørmotorvejen, både mod nord og syd. Trafikken fra syd mod Nordhavn føres via den østlige lokalvej og en shunt til Nordhavnsvej uden om signalreguleringen. Den østlige lokalvej føres gennem det signalregulerede kryds i niveau med motorvejen og Nordhavnsvej. Fodgængere og cyklister føres over Nordhavnsvej på stibro.

Signalregulering forventes at kunne fungere uden problemer med to faser: Første fase åbner for højre- og venstresvingende trafik fra Nordhavn. Anden fase åbner for lige ud kørende trafik på motorvejen og den østlige lokalvej.

Den vestlige lokalvej skal forlægges for at skabe tilstrækkelig plads til flyoveren. Lokalvejen bevarer dens nuværende længdeprofil.

Flyoveren vil ved krydsningen med den østlige lokalvej ligge ca. 6 m højere end lokalvejen regnet fra overside kørebane til overside kørebane.

### **Udbygningsmuligheder**

Når der ses bort fra flyoveren fra Helsingørmotorvejen til Nordhavnsvej, som allerede er indeholdt i forslaget, har forslaget samme udbygningsmuligheder som forslag III.

### **Anlægsarbejdet**

I forbindelse med etablering af signalanlægget imellem Nordhavnsvej og Helsingørmotorvejen ombygges de eksisterende støttemure imellem Helsingørmotorvejen og lokalgaderne for at skabe plads til ét nødspor i østsiden af Helsingørmotorvejen og frakørselsrampen i vestsiden af Helsingørmotorvejen.

Den vestlige lokalgade forlægges pga. udvidelse af Helsingørmotorvejen.

Den østlige lokalgade sænkes for at skabe et kryds i niveau med Nordhavnsvej og Helsingørmotorvejen.

Tilslutningsanlægget etableres i 3 etaper med følgende principper for trafikafvikling:

1. etape: Den østlige støttemur ombygges og trafikken i nordgående retning på Helsingørmotorvejen afvikles forbi arbejdsarealet i to kørespor med reduceret sporbredde. Trafikken i sydgående retning på Helsingørmotorvejen har uændret tre kørespor.

Den østlige lokalvej indsnævres til et kørespor.

2. etape: Den vestlige støttemur ombygges og frakørselsrampen i samme side anlægges. Trafikken i sydgående retning omlægges til den østlige side af Helsingørmotorvejen, hvor der etableres to kørespor i begge retninger med reduceret sporbredde.

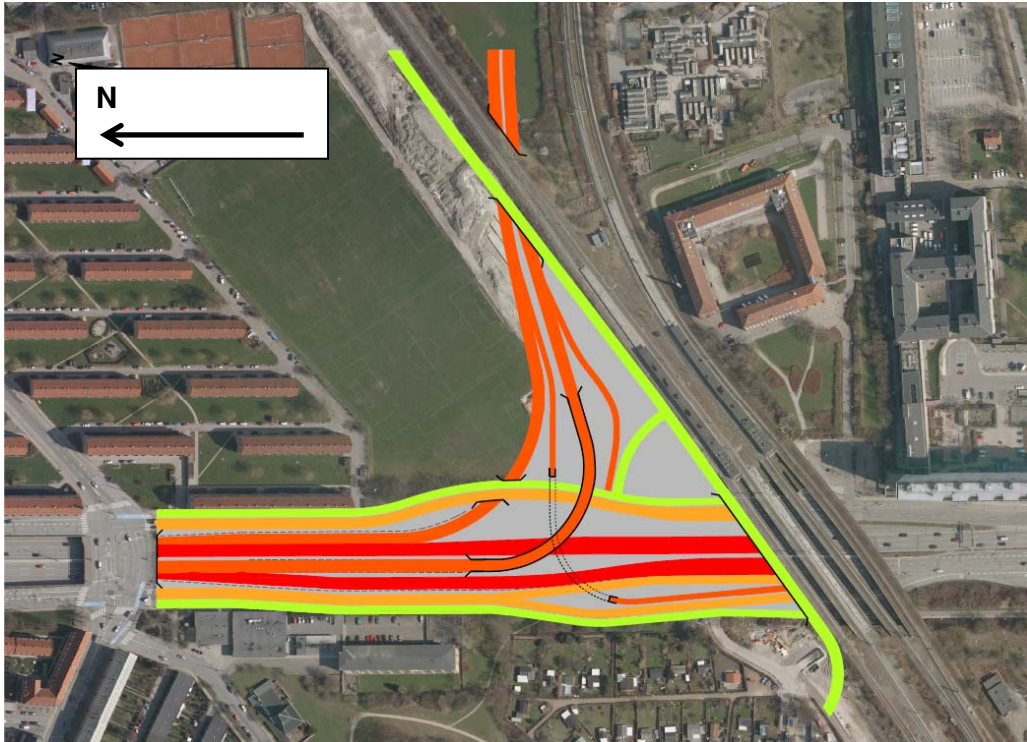
Midterhellerne mv. til signalanlægget i midten af Helsingørmotorvejen anlægges.

Lokalvejene ombygges og den lokale trafik føres udenom arbejdsarealerne via interimsveje.

Flyoveren ved Helsingørmotorvejen anlægges ved at støbe broen i hævet position med henblik på at opnå den nødvendige frihøjde i anlægsfasen.

3. etape: Den vestlige lokalvej færdiganlægges. Den sidste del af Nordhavnsvej færdiganlægges og tilsluttes krydset mellem Helsingørmotorvejen og den østlige lokalgade.

#### 4.6 Forslag V, Niveaufri tilslutninger mod nord og syd



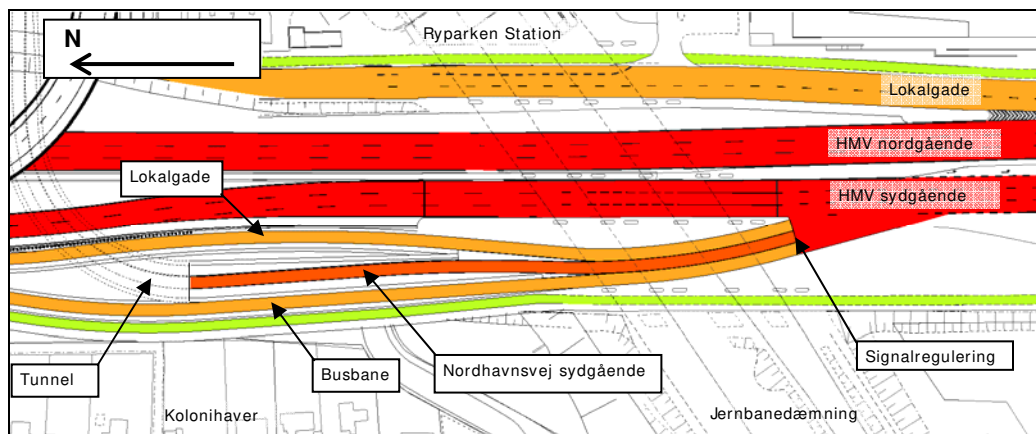
Figur 4.5 Forslag V til tilslutningsanlæg til Helsingørmotorvejen (baseret på forslag II)  
Rød: Helsingørmotorvejen, Orange: Nordhavnsvej, Gul: Lyngbyvej, Grøn: Fortov og cykelsti.

Forslag V består af tilslutning fra nord med flyover med to spor fra Helsingørmotorvejen til Nordhavnsvej og en shunt med to spor fra Nordhavnsvej til Helsingørmotorvejen. Denne del af forslaget udføres i princippet som forslag I eller II, som beskrevet i henholdsvis afsnit 4.2 og 4.3.

Fra Nordhavnsvej mod syd er der tilslutning via en tunnelunderføring med ét spor under Helsingørmotorvejen, som føres op i den vestlige lokalgade. Lokalgaladen splittes op i kørespor og busbane på henholdsvis østsiden og vestsiden af tilslutningen fra Nordhavnsvej. Signalreguleringen til Helsingørmotorvejen er i princippet som den eksisterende signalregulering, med separat regulering af busbane og kørespor, dog her med to kørespor. Forholdene er illustreret på Figur 4.6. Det østlige kørespor vil skulle forbeholdes trafik mod Centrum og Ydre Østerbro, mens det vestlige kørespor vil skulle forbeholdes trafik mod Centrum og Rovsinggade. Den beregnede trafikstrøm på lokalgaladen fra Emdrupvej (det østlige kørespor) er på ca. 4900 køretøjer pr. døgn, mens trafikstrømmen fra tilslutningen fra Nordhavn (det vestlige kørespor) er ca. 3700 køretøjer pr. døgn. På strækningen fra tunnelrampen frem til signalreguleringen vil trafikanter fra Emdrupvej mod Rovsinggade skulle flette ind i trafikken



fra Nordhavnsvej, mens trafikanten fra Nordhavnsvej mod Ydre Østerbro vil skulle flette ind i trafikken fra Emdrupvej. Det vurderes dog, med udgangspunkt i de trafikale oplande fra de to trafikstrømme, at omfanget af indflettende trafikanten vil være beskedent.



Figur 4.6 Forslag V til tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen. Indføring af sydlig tilslutning fra Nordhavnsvej i den vestlige lokalgade.

Trafikberegningerne viser, at tilslutningerne fra Nordhavnsvej mod syd i tilslutningsanlæg V medfører en forøget trafikstrøm i et snit umiddelbart nord for Hans Knudsens Plads på ca. 5100 køretøjer pr. døgn i forhold til tilslutningsanlæg I og II. Samtidig med denne stigning sker der et fald i trafikken på vejene i det østlige Østerbro, herunder på Østerbrogade, Strandvænget og Strandøre.

Fra syd mod Nordhavnsvej er der tilslutning via en shunt med ét spor i terræn fra den østlige lokalgade.

Længdeprofilen i tilslutningen fra Nordhavnsvej mod syd er bestemt af Nordhavnsvejs passage over den rørlagte Lersøgrøft umiddelbart vest for Ringbanen, af passagen under Helsingørmotorvejen, samt igen af passagen over Lersøgrøften, hvor den er ført i en kloaktunnel under Helsingørmotorvejen. Ved passagen over Lersøgrøften ved motorvejen, kan det blive nødvendigt at reducere kloaktunnelens højde lokalt og anvende rampestigninger på over 50 % på rampestrækningen op til passagen. Der henvises til tegning D-T50-4001 og D-T50-4051.

Den eksisterende gangtunnel på tværs af Helsingørmotorvejen nord for Ryparken Station gennemskæres af rampedelen af tilslutningen mod syd og skal således påregnes nedlagt. Københavns Kommunes planer om at forbinde cykelruterne Ryvangruten og Nørrebrogruten omfatter en gang- og cykelstibro over Helsingørmotorvejen umiddelbart nord for jernbanebroerne, som antydtes i Figur 4.5. Gang- og cykelstibroen vil udgøre en mere tryk og brugervenlig forbindelse på tværs af Helsingørmotorvejen end gangtunnelen.

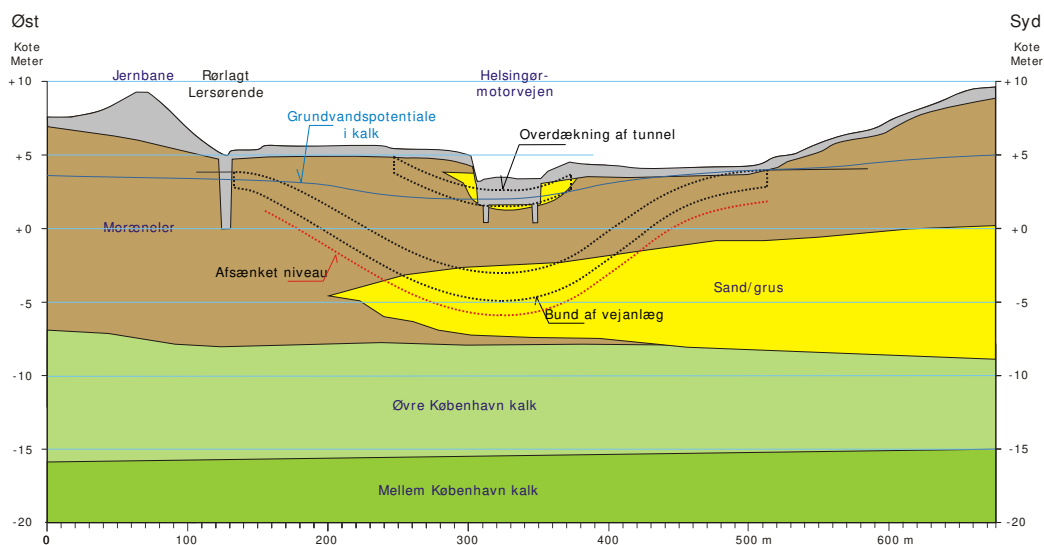
## Anlægsarbejdet

Ved etablering af forslag V, baseret på forslag II, udføres anlægsarbejdet i princippet som anført for forslag II i afsnit 4.3. Tilslutningen i tunnel fra Nordhavnsvej mod syd anlægges i etaper i takt med, at trafikken på motorvejen og lokalvejene omlægges i forbindelse med de øvrige anlægsarbejder. Tunnelen foreslås etableret med Top-Down metoden for at mindske generne fra anlægsarbejderne i det snævre motorvejsområde. Top-Down metoden er nærmere beskrevet i afsnit 5.12.1.

Tilslutningen fra syd mod Nordhavnsvej udføres som traditionelt vejanlæg i terræn.

## Midlertidig grundvandssænkning

Der skal i forbindelse med anlægget af tunneldelen i tilslutningen fra Nordhavnsvej mod syd udføres grundvandssænkning. På Figur 4.7 er vist et geologisk snit langs tunnelen, der forventes etableret som en Cut & Cover-tunnel. Under Helsingørmotorvejen når tunnelen det dybeste niveau omkring kote -5. Det skønnes, at den dybeste del af udgravningen føres ned i et vandførende sandlag, der har hydraulisk kontakt til den underliggende kalk, hvis overflade træffes i kote ca. -8, jf. Figur 4.7.



Figur 4.7 Geologisk længdesnit lang med tunnelen

Under Helsingørmotorvejen ligger eksisterende dræn til tørholdelse af vejkassen. Det vurderes, at drænet har medført en permanent afsænkning af grundvandsspejlet til kote ca. +2 fra et naturligt niveau omkring kote +4 til +5.

Bunden af udgravningen for underføringen kommer således til at ligge dybt under grundvandsspejlet.

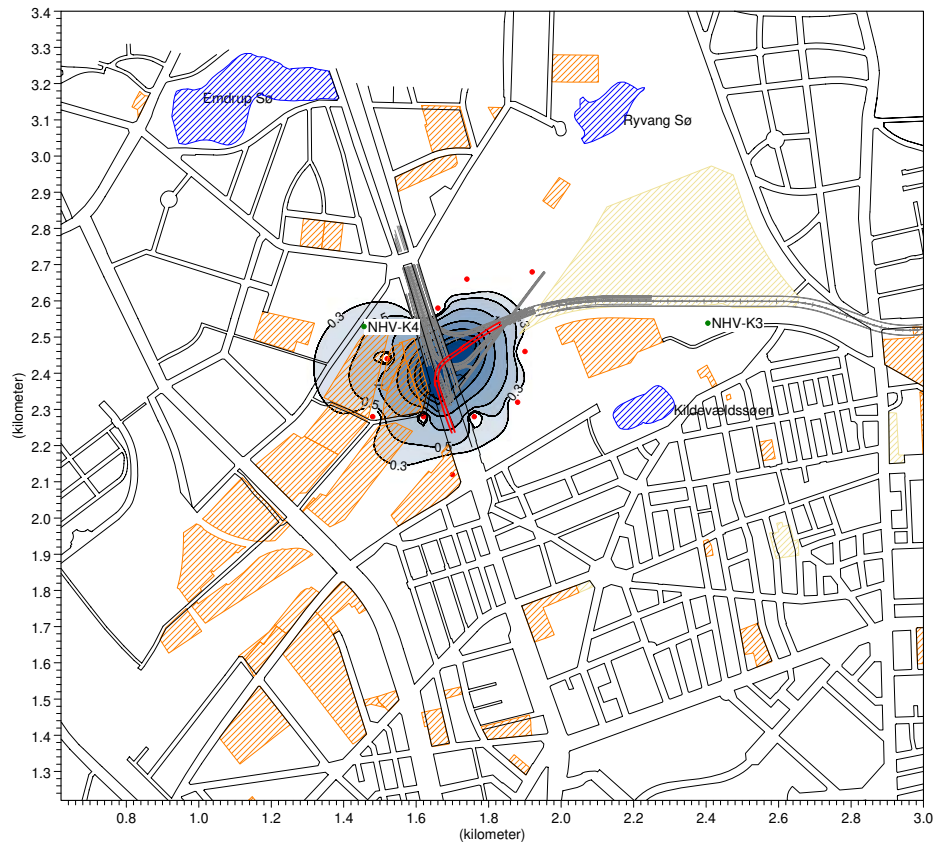
Til tørholdelse og sikring af udgravningens bund mod grundbrud sænkes grundvandet med pumpeboringer ført omkring 5 m ned i kalken. Det vurderes, at det bliver nødvendigt at sænke grundvandet i ca. 9 måneder. Den færdige konstruktion bliver vandtæt og opdriftssikret, hvorfor der ikke vil være behov for sænkning af grundvandet i driftsfasen.

Til reduktion af udbredelsen af grundvandssænkningen i omgivelserne re-infiltreres det oppumpede vand i en ring af boringer omkring udgravningen. Re-infiltrationsboringerne føres omkring 5 m i kalken.

Grundvandssænkningen er blevet simuleret med en grundvandsmodel. På Figur 4.8 er vist den foreslåede placering af re-infiltrationsboringerne og størrelsen af den simulerede grundvandssænkning i kalken. Oppumpning er beregnet til  $90 \text{ m}^3/\text{time}$  og re-infiltrationen til  $85 \text{ m}^3/\text{t}$ . Uden re-infiltration er oppumpningen  $30 - 40 \text{ m}^3/\text{time}$  mindre. Oppumpningen kan – både med og uden re-infiltration - blive  $10$  til  $25 \text{ m}^3/\text{t}$  større, fordi en del af den vandmængde, der nu løber til drænene langs Helsingør-motorvejen, under sænkningen vil løbe til pumpeboringerne.

Det beskrevne grundvandsækningsanlæg med re-infiltration sikrer, at der ikke sker sænkninger under søer eller i områder med konstaterede grundvandsforureninger.

Området er et blødbundsområde, hvorfor funderingen af grundmurede ejendomme inden for sækningsområdet – inden for  $0,3 \text{ m}$  afsenkning i kalken - vil blive nøje gennemgået og registreret.



Figur 4.8 Sænkning (m) af grundvandspotentialet i kalkmagasinet med re-infiltration. Sænkningen, der forholdsvis hurtigt stabiliseres, er vist ved sænkingsperiodens afslutning. Placeringen af de 10 re-infiltrationsboringer, anvendt ved simuleringen, er vist med røde prikker

Grundvandssænkningen er nærmere beskrevet i /10/.

#### 4.7 Trafikkapacitet af tilslutningsanlæg

Trafikkapaciteten af tilslutningsanlæggene I og III er vurderet med trafiksimuleringsprogrammet VISSIM ud fra trafikbelastningerne beregnet med OTM trafikmodellen, som er omtalt i afsnit 3.3. Som supplement til disse vurderinger er der foretaget beregninger af kapaciteten af tilslutningsanlæggene I og II med metoder udviklet af det amerikanske Transportation Research Board. Undersøgelserne tager udgangspunkt i scenariet 2018+, hvor der er bygget 600.000 etagemeter i Nordhavn og 170.000 etagemeter på Marmormolen.

Undersøgelserne viser, at det niveaufri forslag I, hvor flyoveren mod Nordhavn udgår i højre side af Helsingørmotorvejen, vurderes at kunne afvikle trafikken i 2018+ scenariet, dog med begrænset reservekapacitet.

Det niveaufri forslag II, hvor flyoveren mod Nordhavn udgår i venstre side af Helsingørmotorvejen, vurderes ikke at have fuldt tilstrækkelig kapacitet i 2018+ scenariet. Forslaget har lavere kapacitet end forslag I, da forslaget har en større strøm af krydsende køretøjer (vognbaneskift). Forslaget vil imidlertid være at foretrække i tilfælde af, at Nordhavnsvej bliver en del af en østlig ringvej eller der indføres trængselsafgifter, idet trafikstrømmen mod Nordhavnsvej da vurderes at blive større end trafikstrømmen mod Hans Knudsens Plads.

De niveaufrie forslag giver en mere glidende trafikafvikling end forslag med signalregulering. Til- og frakørslerne til Bernstorffsvej umiddelbart nord for Emdrupvejbroen virker begrænsende på kapaciteten af de niveaufri forslag. Hvis til- og frakørslerne lukkes og trafikken forlægges til lokalgaderne langs Helsingørmotorvejen vil kapaciteten af tilslutningsanlægget blive forøget. Lukningen af til- og afkørslerne til Bernstorffsvej kan eventuelt via Intelligent Trafikstyring (ITS) begrænses til myldretiden.

Det signalregulerede forslag III vurderes at kunne afvikle trafikken i 2018+ scenariet under forudsætning af, at forslagens tre venstresvingsspor mod Nordhavn udnyttes effektivt. Erfaringer fra eksisterende anlæg viser imidlertid, at trafikanterne er tilbøjelige til at udnytte det midterste og højre svingspor mindre effektivt, hvilket medfører risiko for tilbagestuvning ud i de ligeud kørende spor. Dette problem kan eventuelt afhjælpes, hvis trafikanterne guides frem via ITS. Forslaget har ikke nævneværdig reservekapacitet.

Der er ikke foretaget beregninger af forslag IV, som svarer til forslag III udbygget med en flyover fra Helsingørmotorvejen til Nordhavnsvej. Forslaget vurderes at kunne afvikle trafikken i 2018+ scenariet, dog med begrænset reservekapacitet.

I forslag V udformes de nordlige tilslutninger som forslag I og II, og forslag V vil derfor mod nord have kapacitet som forslag I og II. De sydlige tilslutninger i forslag V vil kunne afvikle den beregnede trafikbelastning.

## 5. Vejforslag A1

### 5.1 Linieføring og længdeprofil

#### Generelt

Vejforslag A1 er første etape af Vejforslag A, som består af to deleter, Vejforslag A1 fra Helsingørmotorvejen til kysten ved Strandvænget, samt Vejforslag A2, som er en forlængelse af Vejforslag A1 fra kysten til Nordhavn. Tidspunktet for etableringen af Vejforslag A2 bl.a. vil afhænge af byudviklingen i Nordhavn og den heraf afledte vejtrafik eller af en overordnet beslutning om anlæggelse af en østlig ringvej.

#### Vejforslag A1

Vejforslag A1 fører trafikken fra Helsingørmotorvejen til Strandvænget, hvorfra trafikken via Strandvænget og Kalkbrænderihavnsgade føres til krydset ved Sundkrogs-gade og herfra til Nordhavn. Linieføringen fra Helsingørmotorvejen til Strandvænget i hovedforslaget til Vejforslag A1 er illustreret på Figur 5.1 og er nærmere beskrevet med plan og længdeprofil på tegning D-A10-4000.



Figur 5.1 Linieføring for Vejforslag A1. Vejstrækning i tunnel er stipleet, vejstrækning i terræn er fuldt optrukket.

Vejforslagets længde er ca. 1650 m regnet fra Helsingørmotorvejen til krydset ved Strandpromenaden. Af denne længde udgør tunneldelen i den korte variant 615 m. Typisk tværsnit af vejen på tunnelstrækningen er vist på tegning D-A10-5010 og D-A10-5011. Vejforslag A1 forberedes i Strandvænget for videreførelse i tunnel til Nordhavn i Vejforslag A2, jf. også afsnit 5.10.3

I Vejforslag A1 etableres tunnelen som en såkaldt Cut & Cover tunnel. Metoden medfører, at bygninger og anlæg, som ligger i tunneltracéet, skal fjernes eller om muligt understøttes midlertidigt i anlægsperioden. Der henvises til afsnit 5.12.1 for en nærmere beskrivelse.

Fra tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen føres vejen under Ringbanen frem til Svanemøllens Kaserne øst for Ringbanen. Passagen under Ringbanen, som på dette sted ligger på en dæmning, udføres som en traditionel jernbanebro. Umiddelbart vest for Ringbanen og parallelt med denne ligger et større regnvandsbassin, som vejen passerer over inden passagen under Ringbanen.

Terrænet på østsiden af Ringbanen ligger et par meter højere end terrænet på vestsiden, hvilket betyder, at vejen på den første strækning på Svanemøllens Kaserne ligger i en afgravning med skråninger i forhold til det omkringliggende terræn.

På kaserneområdet skal vejen føres i en tunnel under det bevaringsværdige bygningskompleks på kaserne, herfra under Nordbanen og Kystbanen, samt under Strandvejen frem til Strandvænget.

Tunnelanlægget består af selve tunnelstrækningen og af rampeanlæggene, som fører vejen fra terræn ned til tunnelmundingerne. I den korte variant af tunnelen ligger det vestlige rampeanlæg ca. 300 øst for Ringbanen. Rampeanlægget er ca. 170 m langt og vejen ligger ved tunnelmundingen ca. 6,5 m under terræn.

Den vertikale placering af tunnelen er i vid udstrækning bestemt af tunnelens passage under Nordbanen og Kystbanen, som i dette område ligger i en banegrav ca. 6 m under det omkringliggende terræn. Tunnelen kommer således til at ligge forholdsvist dybt under Strandvejen, hvilket medfører, at tunnelmundingen og det østlige rampeanlæg trækkes mod øst til en beliggenhed ca. 110 m nede ad Strandvænget. Rampeanlægget, som er ca. 130 m langt, slutter omtrent ud for vejen Vesterled og Nordhavnsvej føres herfra i terræn mod syd til den sydlige del af Strandvænget.

De eksisterende bygninger og anlæg lægger en række bindinger på tunnelens horisontale placering, jf. også tegning D-A10-4000. På kaserneområdet ligger det bevaringsværdige bygningskompleks og broen fra Ryvangs Allé på nordsiden af tunnelen. På sydsiden af tunnelen i samme område ligger Farumbanens tunnellagte nordgående spor. På Strandvejen ligger ejendommen på hjørnet af Ryvangs Allé og på hjørnet af Strandvænget tæt på tunnelens nordside, mens fundamenterne til Svanemøllebroen samme sted ligger tæt på tunnelens sydside.

Der etableres servicebygninger til bl.a. transformatorer og andre installationer til betjening af tunnelen ved tunnelportalerne på Svanemøllens Kaserne og i Strandvænget.

## 5.2 **Varianter af Vejforslag A1**

Der er undersøgt tre varianter af Vejforslag A1, hvor den åbne vejstrækning gøres kortere ved at forlænge tunnelstrækningen. Af disse varianter er Vejforslag A1-1

undersøgt nærmere, mens Vejforslag A1-2 og A1-3 er fravalgt, da forslagene fordele ikke står i rimeligt forhold til den ekstra investering, som forslagene medfører. Der er endvidere undersøgt en variant, Vejforslag A1-4, hvor en del af tunnelstrækningen udføres som en boret tunnel. Denne variant er tillige fravalgt.

### 5.2.1 Vejforslag A1-1

I Vejforslag A1-1 er tunnelen forlænget ca. 375 m mod vest, hvorved tunnelmundingen kommer til at ligge ca. 100 m øst for Ringbanen, mens rampeanlægget ligger umiddelbart op ad Ringbanen, jf. også tegning D-A11-4000 og Figur 5.2. På grund af underføringen under Ringbanen vil vejen i denne variant ligge forsænket ca. 3 til 6 m i forhold til terræn mellem tunnelmundingen og Ringbanen. Øvrige geometriske og udførelsesmæssige forhold er ellers i princippet som beskrevet for hovedforslaget.



Figur 5.2 Linieføring for Vejforslag A1-1. Tunnelstrækning forlænget ca. 375 mod vest. Vejstrækning i tunnel er stiplede, vejstrækning i terræn er fuldt optrukket.

### 5.2.2 Vejforslag A1-2

I Vejforslag A1-2 er tunnelen forlænget frem til tilslutningspunkterne på Helsingørmotorvejen, jf. Figur 5.3. Tunnelen splittes under boldbaneanlægget øst for Helsingørmotorvejen op i to tunneler til henholdsvis til- og afkørsel til Helsingørmotorvejen. I forhold til hovedforslaget er tunnelstrækningen i Vejforslag A1-2 forlænget med ca. 800 m, udregnet som middellængde af de to tunnelrør. Forlængelsen frem til Helsingørmotorvejen udføres som Cut & Cover tunneler.





Figur 5.3 Linieføring for Vejforslag A1-2. Tunnelstrækning forlænget til tilslutningspunkterne på Helsingørmotorvejen. Vejstrækning i tunnel er stiplede, vejstrækning i terræn er fuldt optrukket.

Vejforslag A1-2 vil hindre, at der kan udføres en overdækket sydvendt forbindelse mod centrum. Det vurderes endvidere, at forslaget vil kræve, at Emdrupvejbroen og støttevæggene nord for denne skal nedrives og genopbygges med ny geometri for at give plads til Nordhavnsvejs indføring i Helsingørmotorvejen med heraf følgende ekspropriation.

Vejforslaget kræver, at forsinkelsesbassinet på vestsiden af Ringbanen flyttes mod nordøst, hvilket både midlertidigt og permanent vil inddrage arealer på boldbaneanlægget ved Ryparken. Det ombyggede bassin vil, på en ca. 180 m lang strækning, strække sig ca. 16 m længere ind på boldbanearealerne end det nuværende bassin. Bassin og tilhørende bygværker er udstyret med et antal større og mindre dæksler. Disse dæksler hindrer, at arealet over bassinet kan anvendes til fodboldbaner i fuld størrelse, mens mindre baner eller tennisbaner vil kunne indpasses mellem dækslerne.

Boldbaneanlægget øst for Helsingørmotorvejen vil efter anlægget af Vejforslag A1-2 kunne reetableres i næsten fuld udstrækning, idet der dog vil være de ovenfor beskrevne restriktioner på arealerne over det ombyggede forsinkelsesbassin.

Set i forhold til hovedforslaget vil Vejforslag A1-2 medføre en støjreduktion i området ved boldbaneanlægget, men ikke i boligerne ud mod Helsingørmotorvejen.

Vejforslaget er fravalgt, da ekstrainvesteringen til den foreslåede forlængelse af tunnelen, ikke står i rimeligt forhold til de ovenfor anførte fordele.

### 5.2.3 Vejforslag A1-3

Der er fra lokal side fremsat forslag om, at forlænge den østlige del af tunnelen så rampeanlægget placeres i den sydlige del af Strandvænget, for hermed at mindske påvirkningerne på området omkring Svanemøllehavnen.

Der er undersøgt et forslag benævnt Vejforslag A1-3, hvor tunnelen forlænges med ca. 400 m i forhold til hovedforslaget. Forslaget er skitseret i Figur 5.4.



Figur 5.4 Linieføring for Vejforslag A1-3. Tunnelstrækning forlænget ca. 400 m mod øst i Strandvænget. Vejstrækning i tunnel er stiplede, vejstrækning i terræn er fuldt optrukket.

Kravene til minimumsradius i tunnelen af hensyn til oversigtsforholdene medfører, at ekspropriationerne på DSB's arealer øges og at den nordligste pumpestation i Strandvænget skal flyttes.

Der skal foretages en betydelig mængde ledningsomlægninger, dels af ledninger til og fra pumpestationerne og dels af 40 bar gasledning og fjernvarmeledninger i Strandvænget.

Rampen fra tunnelen til Strandvænget vil blive ca. 160 m lang og med nordlig grænse omtrent ud for Roforeningen Kvik. Rampen føres op i midten af Strandvænget, som splittes op i to separate spor inkl. cykelsti og fortov på hver side af rampen. Syd for rampen doseres den sydgående trafik på skift mellem tunneltrafikken og trafikken i Strandvænget i et signalreguleret kryds. Da kødannelse på rampen bør undgås, skal der indlægges et anslået 100 m langt vejstykke i terræn mellem rampen og det signalregulerede kryds. Rampen og det signalregulerede kryds kan ikke placeres længere mod syd, dels på grund af de snævre pladsforhold mellem banedæmningen og Svanemølleværket og dels på grund af udkørslen fra Lautrupgade umiddelbart syd for værket.

Forslaget har i forhold til hovedforslaget den ulempe, at der hverken kan køres til Nordhavnsvej fra nord eller fra Nordhavnsvej mod nord.

Rampen vil sammen med den parallelførte Strandvænget inddrage ca. halvdelen af det grønne anlæg foran roklubberne og trafikken i Strandvænget vil samtidig rykke tilsvarende tæt på klubhusenes facader. Der inddrages endvidere en del af sejlkлубbernes vinterpladser nord for Svanemølleværket.

Når Nordhavnsvej senere skal forlænges til Nordhavn under Svanemøllehavnen, vil den allerede etablerede tunnel i Strandvænget skulle fjernes og erstattes af et tunnel- og vejanlæg identisk med hovedforslaget for Vejforslag A1+ A2.

Vejforslaget er fravalgt, da det rummer en række væsentlige ulemper og samtidig kræver en betydelig ekstrainvestering til forlængelse af tunnelen med ca. 60 % i forhold til hovedforslaget.

Støjgenerne i Svanemøllehavnen hidrørende fra Nordhavnsvej vil i hovedforslaget i vid udstrækning kunne modvirkes ved opsætning af støjskærme.

#### **5.2.4 Vejforslag A1-4**

Der er i tidligere undersøgelser behandlet en løsning, hvor passagen under Nordbanen/Kystbane og Strandvejen udføres som en boret tunnel.

Som for Vejforslag B vil jorddækket over tunnelen ved passagen under Nordbanen og Kystbanen, samt under bygningerne på Kasernen og i Strandvænget være bestemmende for tunnelens længdeprofil. Vejbanen vil i tunnelens dybdepunkt omtrent under Kystbanen ligge omkring kote -18 eller ca. 11 m dybere end det tilsvarende dybdepunkt i hovedforslaget for Vejforslag A1.

Der vil kunne placeres et startkammer for tunnelboremaskinen i Strandvænget øst for ejendommen Strandvejen 8/Strandvænget 1 og et modtagekammer vest for det bevaringsværdige bygningskompleks på kasernen. Herved bliver den samlede tunnel længde ca. 890 m, hvoraf den borede tunnelstrækning udgør ca. 520 m, mens de resterende 370 m skal udføres som Cut & Cover tunnel. Til disse anlæg skal føjes rampeanlæg mod både øst og vest, hver med en længde på ca. 170 m. Tunnelen er ca. 275 m længere end hovedforslaget (45 % længere).

Forslag til linieføring er vist i Figur 5.5.



Figur 5.5 Linieføring for Vejforslag A1-4. Vejstrækning i tunnel er stiplet, vejstrækning i terræn er fuldt optrukket.

Den østlige tunnelmunding vil ligge omtrent ud for vejen Vesterled. Det østlige rampeanlæg vil herfra have et krumt forløb mod syd, svarende til Strandvængets nuværende forløb. Det vil ikke, uden at inddrage en del af Svanemøllehavnen til vejområdet, være mulig at etablere venstresving fra Nordhavnsvej til Strandpromenaden eller højresving fra Strandpromenaden til Nordhavnsvej. Sammenfletningen med trafikken fra den vestlige del af Strandvænget vil, som for forslag A1-3, inddrage en del af det grønne anlæg foran roklubberne i Strandvænget.

Forslaget medfører ekspropriation af en række villaer på nordsiden af Strandvænget, samt af arealer på DSB's værkstedsanlæg.

Der skal foretages omfattende ledningsomlægninger, herunder af 40 bar gasledning og fjernvarmeledninger i Strandvænget.

Etableringen af den borede tunnelstrækning vil kræve betydelige arbejdsarealer til bl.a. betonelementproduktion og betonelementlager. Disse vil skulle etableres i Svanemøllehavnen, hvor op mod halvdelen af havnen vil skulle opfyldes med grusfyld og anvendes som arbejdsareal. Forinden opfyldningen vil det fornødne antal sejlpladser midlertidigt skulle flyttes og havnebunden vil skulle oprensnes for forurenede sedimenter.

Forslaget har en forholdsvis kort borede tunnelstrækning, som er mindre end en tredjedel af den borede tunnelstrækning i Vejforslag B. Dette vil medføre, at indlæringsperioden for tunnelarbejdet vil strække sig over en stor del af den samlede arbejdsperiode, hvilket vil nedsætte den gennemsnitlige borehastighed betydeligt i forhold til den forventede borehastighed for Vejforslag B. De store faste udgifter til tunnelbo-

remaskinen, transport og opstilling af denne m.v., vil endvidere være de samme som for Vejforslag B.

Vejforslaget skal senere føres videre til Nordhavn i Vejforslag A2. Der kan udføres forberedelser for videreførelsen, der i princippet svarer til forberedelserne i hovedforslaget, som er beskrevet i afsnit 5.10.3. Til- og afkørselsramperne i Strandvænget vil imidlertid blive placeret længere mod øst end i hovedforslaget til Vejforslag A1/A2, hvilket nødvendiggør permanent inddragelse af et større område af Svane-møllehavnen til vejområde. Inden bygningen af Vejforslag A2 vil over 200 m af det eksisterende tunnel- og rampeanlæg i Strandvænget skulle fjernes.

I forhold til hovedforslaget undgås problemerne ved krydsningen under de bevaringsværdige kasernebygninger, jernbaneområdet og Strandvejen ved hjælp af den borede tunnel. Som anført ovenfor skaber den borede tunnel imidlertid problemer i andre områder både i anlægsfasen og den endelige situation. Den senere videreførelse til Nordhavn kompliceres også. Med baggrund i disse forhold og den betydelige ekstrainvestering, som forslaget medfører, er vejforslaget fravalgt.

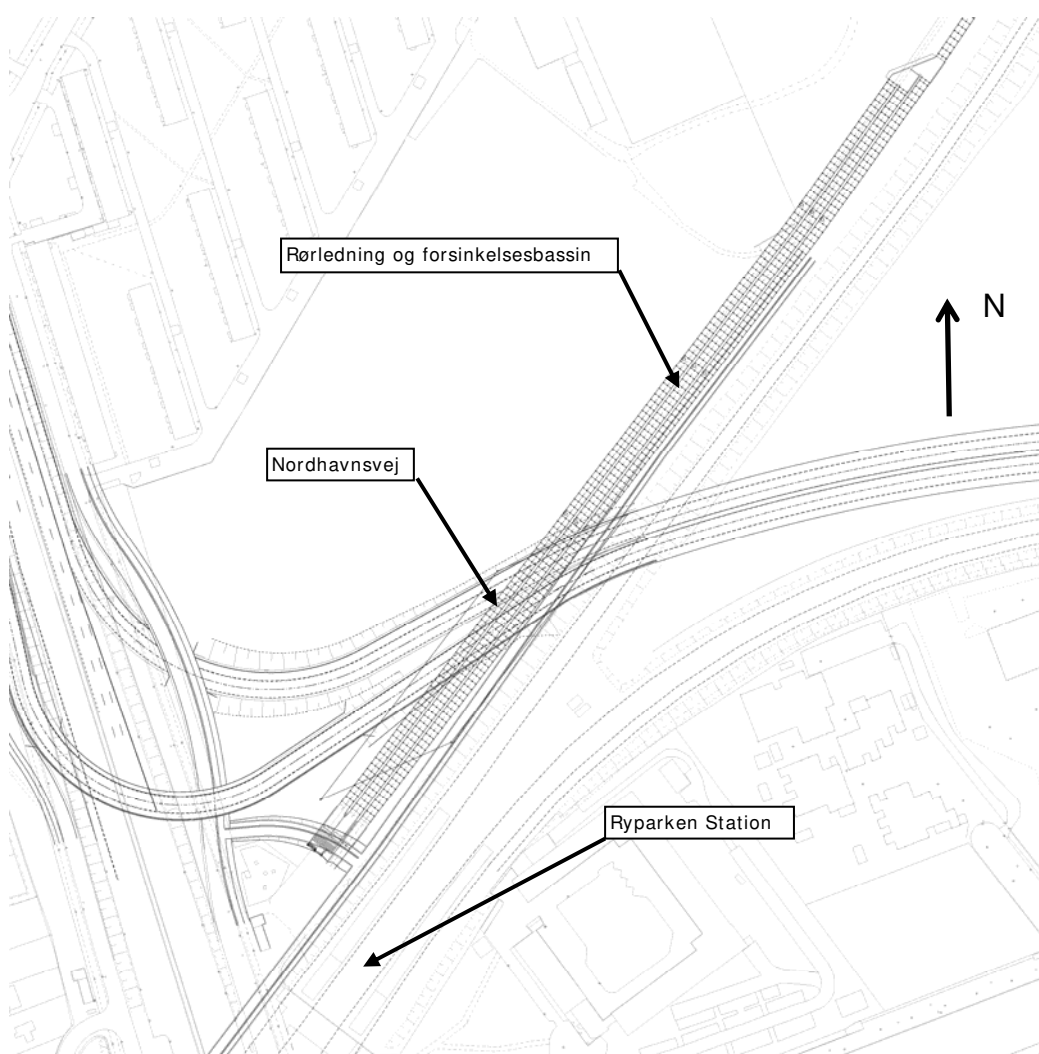
### 5.3 Krydsning af forsinkelsesbassin

I årene 2005-2007 har Københavns Energi rørlagt Lersøgrøften, som løber på vestsiden af Ringbanen fra Nørrebro til Ryvangen. Lersøgrøften fører ved regnhændelser overløb fra kloak mod kysten til pumpestationen på Scherfigsvej. For at reducere antallet af aflastninger til Svanemøllebugten er der parallelt med rørledningen og Ringbanen etableret et nedgravet forsinkelsesbassin på strækningen mellem Ryparken Station og boldklubberne ved Ryparken. Rørledningen og bassin er opbygget af store betonelementer med rektangulært tværsnit jf. Figur 5.6 fra anlægsarbejdet.



Figur 5.6 Fra rørlægningen af Lersøgrøften

I forbindelse med den indledende skitsering af Nordhavnsvej og tilslutningen til Helsingørmotorvejen er det søgt tilsikret, at rørledningen og forsinkelsesbassinet ikke vil komme i konflikt med Nordhavnsvej. For at gøre det muligt at føre vejen over afløbsanlægget er der udført en forstærkning og opdriftssikring af rørledningen og forsinkelsesbassinet på et ca. 125 m langt rombeformet område. På Figur 5.7 er rørledning, bassin og rombeformet forstærket område vist sammen med Vejforslag A1 med tilslutningsanlæg nr. II.



Figur 5.7 Eksisterende rørledning og forsinkelsesbassin ved Ryparken station

En mindre del af vejtværsnittet for Nordhavnsvej vil ligge uden for det forstærkede område, hvilket medfører, at et delområde af rørledning og bassin ved ombygning skal forstærkes og opdriftssikres.

I Vejforslag A1-2 og B-3 forlænges tunneldelen af Nordhavnsvej fra kaserneområde frem til Helsingørmotorvejen og den vil således kollideres med afløbsanlægget, hvorfor både rørledningen og forsinkelsesbassinet skal flyttes eller bygges om, jf. også anlægsbeskrivelsen i afsnit 5.12.2.

#### 5.4 **Bro til overføring af Ringbanen**

I Vejforslag A1, A1-1, B og B-1 skal Ringbanen føres over Nordhavnsvej på en bro. I Vejforslag A1-2 og B-3 føres Nordhavnsvej i tunnel under Ringbanen.

Broen har, ud over betydningen for det færdige vejanlæg, også betydning i anlægsfasen, hvor den tidligt etablerede bro giver adgang for tung trafik til arbejdsarealerne på Svanemøllens Kaserne.

Nordhavnsvejs vertikale placering under Ringbanen er bestemt af vejens passage over den rørlagte Lersøgrøft. Det er her antaget, at vejen højst ligger i kote + 3,85 under broen. Opmåling af Ringbanen viser, at skinnekoten i området ligger omkring kote + 10,1.

Broen foreslås etableret som en tofags betonbro med trugformet tværsnit og med normal sporopbygning med ballast. Den underførte vej har en samlet bredde på 26 m og broens længde bliver på grund af den spidse vinkel mellem jernbanen og vej ca. 47,4 m ligeligt fordelt på de to spænd. Broen er vist på tegning D-A10-5000 og D-A10-5001.

Som led i etableringen af grønne cykelruter i Københavns Kommune planlægges det, at der som en del af Ryvangruten etableres en stibro parallelt med jernbanebroen. Stibroen foreslås udformet som en betonbro med tværsnit og kantdeltalje i slægt med jernbanebroerne over Helsingørmotorvejen. En tilsvarende stibro planlægges etableret over Helsingørmotorvejen parallelt med jernbanebroer som forbindelse til cykelruten Nørrebro-ruten. Stibroen er ikke en del af Nordhavnsvejprojektet og er kun vist i tegningsmaterialet til orientering.

Broerne ved Ringbanen foreslås etableret med lodrette vederlagsvægge ved enderne og midterunderstøtning udformet som en vægsøjle med halvcirkelformede afslutninger som søjlerne under jernbanebroerne over Helsingørmotorvejen.

Brofagene vil også kunne udføres som præfabrikerede stålbroer, en til hvert spor, hvilket kan have udførelsesmæssige fordele.

#### 5.5 **Passage under Svanemøllens Kaserne**

I Vejforslag A1 med varianter skal Nordhavnsvej føres over Svanemøllens Kaserne langs kasernens sydskel mod Farumbanen. En række af kasernes bygninger, som

ligger helt eller delvist i vejtracéet, vil blive berørt af anlægsarbejdet og enkelte af disse også af det endelige vejanlæg.

De berørte bygninger er vist i Figur 5.8 med kasernens nummerering af bygningerne. Uden for figuren mod vest berøres endvidere en ammunitionsbunker, bygning 101. Der henvises også til tegning D-A10-5030.



Figur 5.8 Berørte bygninger på Svanemøllens Kaserne

En stor del af de berørte bygninger er af Københavns Kommune klassificeret som bevaringsværdige, men ingen af bygningerne er fredede. Det ældste centrale bygningskompleks er som helhed ligeledes bevaringsværdigt, hvorfor strukturen i komplekset ikke bør ændres.

Bevaringsværdige bygninger kan i princippet tillades nedrevet og genopført i nye materialer med genskabelse af den oprindelige geometri og de oprindelige detaljer.

De bevaringsværdige bygninger er kort omtalt nedenfor.





Følgende klassificering er anvendt af myndighederne ved vurdering af hver enkelt bygning:

- 1 – 4 Høj
- 5 – 6 Middel
- 7 – 9 Lav

Bygning 1 er kasernes hovedbygning. Bygningen er klassificeret til 2-3.

Bygning 2 er bl.a. en IT-bygning. Bygningen er ikke klassificeret.

Bygning 21 er en tidligere kedelcentral og værksted. Bygningen er klassificeret til 5.

Bygning 23 fungerer som undervisningsbygning. Bygningen er klassificeret til 3.

Bygning 27 er klassificeret til 3.

Bygning 49, som ligger uden for billedet er klassificeret til 5. Bygningen er en en-etagers bygning, som anvendes som cykelskur.

Figur 5.9 Luftfoto med berørte bygninger i det centrale bygningskompleks

De resterende af de berørte bygninger er ikke klassificerede. Portbygningen ved adgangsbroen til kasernen (nederst i billedet i Figur 5.9) er en nyere bygning opført i stil med de ældste bygninger på kasernen. Bygning 2 er en nyere en etagers bygning midt i det bevaringsværdige bygningskompleks. Bygning 94 er en værkstedshal fra efterkrigstiden. Bygning 81/101 er nyere kontorpavilloner.

Der er i forbindelse med en møderække med Forsvaret foreløbigt truffet en række aftaler om de berørte bygninger og ledningsanlæg, samt forhold vedrørende arbejdspladsarealer.

Aftalerne vedrørende bygningerne er sammenfattet i nedenstående tabel

Bygning nr.	
Portbygning	Den ikke klassificerede bygning nedrives og genopføres senere på samme sted og med samme udseende.
1	Op til 8 m af den bevaringsværdige hovedbygningens sydlige del er placeret i tunneltracéet. Bygningen kan understøttes på midlertidige pæle, således at der kan graves ud under bygningen i forbindelse med bygningen af tunnelen. Alternativt kan tunnelstrækningen under bygningen udføres ved gennempresning af tunnelen.
2	Den ikke klassificerede bygning nedrives på nær den nordligste del som rummer en forbindelsesgang mellem bygning 1 og nabobygningen til bygning 2. Bygningen kan genopføres enten på samme sted eller andet sted på kasernen.
21	Den bevaringsværdige værkstedsbygning nedrives og genopføres senere på samme sted i nye materialer, med genskabelse af den oprindelige geometri og de oprindelige detaljer.
23	Den bevaringsværdige undervisningsbygning nedrives og genopføres senere på samme sted i nye materialer, med genskabelse af den oprindelige geometri og de oprindelige detaljer.
27	Den bevaringsværdige belægningsbygning nedrives og genopføres senere på samme sted i nye materialer, med genskabelse af den oprindelige geometri og de oprindelige detaljer.
49	Den bevaringsværdige bygning, der anvendes som cykelskur, nedrives og genopføres senere i nye materialer, med genskabelse af den oprindelige geometri og de oprindelige detaljer.
94	Den ikke klassificerede værkstedshal nedrives. Ny værkstedshal kan opføres andet sted på kasernen
81/101	De ikke klassificerede kontorpavilloner nedrives. Nye kontorbygninger kan opføres andet sted på kasernen.

## 5.6 **Passage under Nordbanen og Kystbanen**

Passagen under Nordbanen og Kystbanen byder på en række anlægsmæssige problemer, som er nærmere beskrevet i afsnit 5.12.5. Problemerne er bl.a. relateret til vejtracéets spidse vinkel med banerne, banernes placering ca. 6 m under det omkringliggende terræn, samt de overordentlig store gener anlægsarbejderne vil have for togdriften. Plan af passagen med typisk tværsnit er vist på tegning D-A10-5040.

## 5.7 **Passage under Strandvejen**

På grund af den dybe passage under jernbaneterrænet vil tunneltaget ligge mellem 6 og 8 meter under Strandvejen. Der vil derfor være en række anlægstekniske problemer i relation til funderingsforholdene for de nærliggende beboelsesejendomme og Svanemøllebroen, som er nærmere beskrevet i afsnit 5.12.6. Der henvises endvidere til det orienterende tværsnit på tegning D-A10-5045.

Det kan i efterfølgende projektfaser undersøges, om der i det store volumen mellem Strandvejen og tunneltaget skal etableres underjordiske teknikrum frem for en tilfyldning med forholdsvis dyre friktionsmaterialer.

## 5.8 **Indføring i Strandvænget**

Placeringen af tunnel og rampe i Strandvænget er bestemt af tunnelens passage mellem Svanemøllebroen og ejendommen på hjørnet af Strandvænget og Strandvejen, samt af placeringen af det fremtidige omlagte Strandvænget mellem rampen og villagrundene mod nord.

Vejforslaget medfører ekspropriation af etageejendommen Strandvejen 6/Strandvænget 2 og de fire villaer Strandvænget 4-10. Der henvises til tegning D-A10-5050.

Tunnelen og specielt rampeanlægget medfører tillige ekspropriation af et delområde af DSB's værkstedsområde Helgoland. Der inddrages fem opstillingsspor med en kapacitet på 5 togsæt.

Det er ved en møderække med DSB aftalt, at de fem opstillingsspor søges erstattet af, dels opstillingsspor til fire togsæt i området syd for pumpestationerne i Strandvænget og dels en udvidelse af det eksisterende opstillingsspor nr. 56, således at det kan rumme et ekstra togsæt. Der er på tegning D-A10-5050 vist forslag til etablering af fire opstillingsspor i området syd for pumpstationerne. Den viste geometri vil kræve en række dispensationer fra de gældende regler for baneanlæg.

I forlængelse af rampeanlægget vil Nordhavnsvej afskære adgangsvejen til Helgoland. Der etableres jf. tegning D-A10-5050 ny adgangsvej til Helgoland vest og syd om rampeanlægget.

## 5.9 **Tilslutning ved Strandvænget**

Der er på tegning D-A10-4001 vist forslag til Nordhavnsvejs tilslutning til den sydlige del af Strandvænget og den omlagte nordlige del af Strandvænget.

Forslaget er udarbejdet under forudsætning af, at Nordhavnsvej tilsluttes den sydlige del af Strandvænget med vejprofil svarende til det nuværende vejprofil og at den nordlige del af Strandvænget omlægges i en tosporet vej med fortov og cykelsti, men uden parkeringsmulighed.

Der etableres signalreguleret kryds på Nordhavnsvej/Strandvænget omtrent, hvor det nuværende signalregulerede kryds Strandvænget/Strandpromenaden ligger. Fra Nordhavnsvej etableres venstresving til den nordlige del af Strandvænget og omvendt.

Der etableres signalreguleret kryds mellem Strandvænget og Strandpromenaden. Den korte afstand mellem de to signalregulerede kryds nedsætter kapaciteten af det samlede anlæg og det bør derfor overvejes at afspærre Strandpromenaden for gennemkørsel fra Strandvænget.

## **5.10 Rampeanlæg og servicebygninger**

### **5.10.1 Generelt**

De på tegningerne viste rampeanlæg og servicebygninger er vist som en nødvendig geometri af konstruktionerne. Sideløbende med udarbejdelsen af nærværende rapport er der arbejdet med den arkitektoniske udformning af Nordhavnsvejen, hvilket er rapporteret i landskab- og æstetikrapporten. De her viste konstruktioner skal således i en efterfølgende projektfase underkastes en arkitektonisk bearbejdning.

### **5.10.2 Vestligt rampeanlæg**

Det vestlige rampeanlæg på Svanemøllens Kaserne er vist på tegning D-A10-5020 og -5021.

Rampeanlægget etableres som en trugkonstruktion med lodrette sider op til det eksisterende eller let regulerede terræn. De lodrette sider er valgt frem for skråninger for at mindske indgrebet på de tilstødende arealer på kasernen. Afslutningen af rampeanlægget mod vest er toppunkt i vejanlægget, hvorved rampe samt tunnelanlæg adskilles hydraulisk fra det øvrige vejanlæg. Rampen er opdriftssikret ved egenvægten af rampen og jordvoluminet over den udragende bundplade.

Efterfølgende geotekniske undersøgelser kan vise, at fyldlaget under den øvre del af rampen ikke er egnet til fundering af rampen. Der kan i så fald foretages udskiftning af fyldlaget eller foretages en pælefundering af rampen.

Midtervæggen i tunnelen føres ca. 50 m ind i rampeanlægget for at modvirke, at luftstrømmen, som via trafikken og ventilationsanlæg presses ud af den ene tunnelmunding, suges ind i den anden tunnelmunding.

Den vestlige servicebygning foreslås placeret med vestfacaden ca. 20 m fra tunnelportalen og med fundamentsbjælker, som hviler af på tunnelvæggene.

### **5.10.3 Østligt rampeanlæg**

Det østlige rampeanlæg i Strandvænget er vist på tegning D-A10-5051 og -5052.

Rampeanlægget etableres overordnet set efter samme principper, som det vestlige rampeanlæg.

Rampeanlægget forberedes dog også for en senere videreførelse af Vejforslag A1 i Vejforslag A2 til Nordhavn under Svanemøllebugten. Forberedelsen består af to elementer:

1. Tunnelbundpladen frem til rampen udføres med længdeprofil svarende til den senere tunnelforlængelse mod Nordhavn. Denne bundplade ligger op til ca. 3,6 m dybere end bundpladen uden forberedelsen ville have gjort, se også længdeprofilerne på tegning D-A10-4000 og D-A20-4000.
2. Tunnelstrækningen nærmest rampen etableres med sideudvidelse, svarende til kilestrækningerne i de til- og afkørsler ved Strandvænget, som skal etableres i forbindelse med Vejforslag A2. Da kilestrækningen i tilkørslen på nordside af tunnelen er ca. dobbelt så lang som i afkørslen på sydsiden af tunnelen, starter sideudvidelsen på nordsiden af tunnelen ca. 50 m inden sideudvidelsen på sydsiden.

Ved den senere videreførelse af tunnelen til Nordhavn fjernes rampeanlægget fra Vejforslag A1 samt de østvendte endevægge i sideudvidelserne, hvorefter hovedtunnelen og til- og afkørslerne etableres fra nedrivningsgrænsen.

Den østlige servicebygning foreslås, i lighed med den vestlige placeret, med østfacaden ca. 20 m fra tunnelportalen og med fundamentsbjælker, som hviler af på tunnelvæggene.

#### 5.11 **Pumpesumpe**

Der etableres rampepumpesump ved begge rampeanlæg samt dybdepumpesump i tunnelens dybdepunkt.

I det vestlige rampeanlæg ledes regnvandet til rampepumpesumpene via vejens længde- og tværfald og nedløbsbrønde indbygget langs vejen. Fra nedløbsbrøndene fører rørledninger, jf. tegning D-A10-5022, vandet til først et sandfang og dernæst en pumpesump placeret på den nordlige side af tunnelen. I forbindelse med pumpesumpen etableres et opsamlingsbassin med et volumen på ca. 50 m<sup>3</sup> under tunnelen.

Fra pumpesumpen pumpes vandet op til det eksisterende kloaksystem i området. I forbindelse med rampepumpesumpen etableres et mindre teknikkammer med bl.a. ventilatorer til udluftning af sandfang og pumpesump. Adgang til sandfang, pumpesump og teknikkammer sker fra overfalsede dæksler i terræn. Der er adgang for inspektion og spuling af opsamlingsbassinet under tunnelen via pumpesumpen og via dæksler i fortovene i tunnelen.

Det bemærkes, at regnvandet, som ovenfor nævnt foreslås afledt via nedløbsbrønde i vejsiden, frem for via en afskærende rende på tværs af vejen. Denne løsning er foreslået, da afløbsrender i kombination med tung trafik erfaringsmæssigt kan have holdbarhedsproblemer.

Rampepumpesumpen i rampeanlægget i Strandvænget udføres efter samme princip som den vestlige rampepumpesump, men placeres jf. tegning D-A0-5053 i det ellers uudnyttede rum over den sænkede bundplade beskrevet i afsnit 5.10.3. Adgang til rampepumpesumpen sker via dæksler i kørebaneniveau i sideudvidelserne i tunnelen.

I tunnelens dybdepunkt placeres pumpe-sumpe under vejbanerne, som vist på tegning D-A10-5055. Der udføres ét opsamlingsbassin for hvert tunnelrør med et volumen på ca. 50 m<sup>3</sup>. Pumpe-sumpe etableres i separate rum på nordsiden af tunnelen med adgang via døre fra det nordlige tunnelrør. Der er endvidere adgang for inspektion og spuling af bassinerne fra dæksler i tunnelens forov.

## 5.12 **Anlægsarbejdet**

### 5.12.1 **Generelt vedrørende Cut & Cover tunnel**

Tunneldelen af Vejforslag A1 etableres som en Cut & Cover tunnel, idet tunnelen dog på en enkelt delstrækning på Svanemøllens Kaserne alternativt kan udføres ved gennempresning, jf. afsnit 5.12.4 Der er nedenfor angivet en kort generel beskrivelse af mulige udførelsesmetoder.

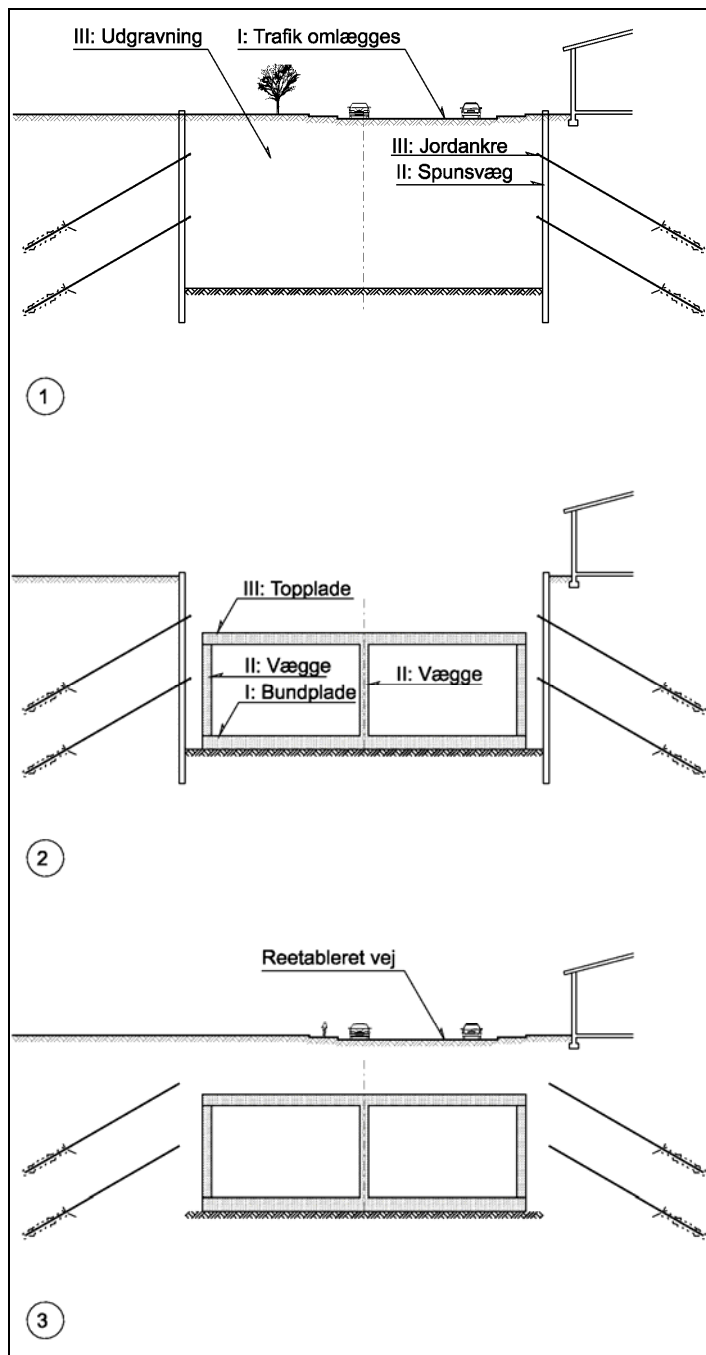
Cut & Cover tunneler støbes på stedet i en åben udgravning, hvorefter udgravningen atter tilfyldes med fyldmaterialer. Der kan anvendes flere udførelsesmetoder, hvoraf tre omtalt nedenfor kan komme i anvendelse i projektet:

#### **1: Udførelse i åben eller afstivet byggegrube**

Hvor pladsforholdene er tilstrækkelige kan tunnelen etableres i en åben udgravning med skråninger med en hældning, som afhænger af jordsammensætningen i udgravningen.

Alternativt kan byggegruben udføres med en afstivet byggegrubeindfatning med indfatningsvægge af stålspunsprofiler eller rørprofiler. Princip for metoden kan ses i Figur 5.10. I takt med udgravningen etableres stræk og jordankre til afstivning af spunsvæggene og grundvandsstanden sænkes om nødvendigt. Efter endt udgravning etableres selve tunnelen i bunden af udgravningen og der tilfyldes med grusfyld mellem spunsvæg og tunnelen og over tunnelen. I takt med tilfyldningen kappes jordankrene, som efterlades. Spunsvæggene trækkes op med henblik på genanvendelse på andre tunnelstrækninger og arealet reetableres.

Metoden med afstivet byggegrube påregnes anvendt ved rampeområderne i alle vejforslag.



Figur 5.10 Princip for udførelse af tunnel i afstivet byggegrube

## 2: Udførelse med sekantpælevægge – ”Bottom Up” – metode

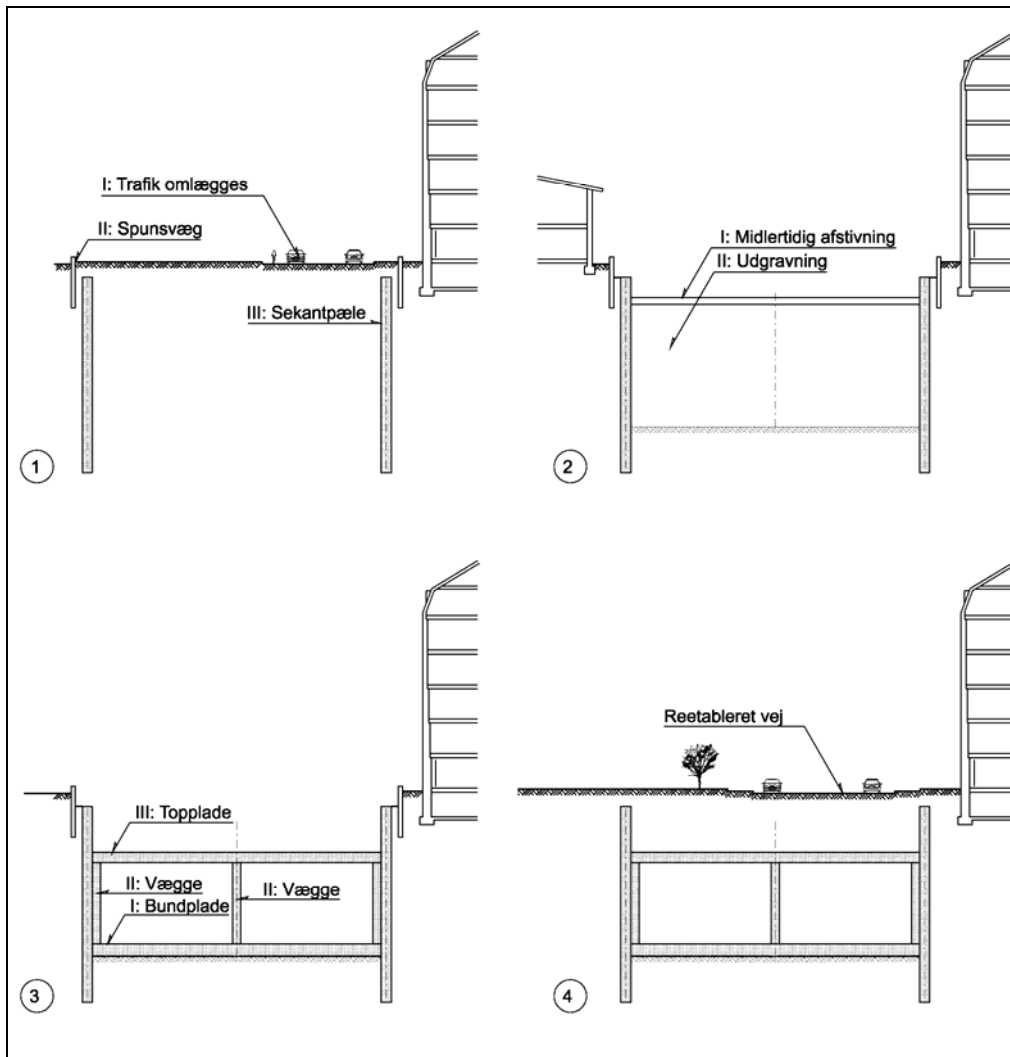
Hvor tunnelen skal etableres under snævre pladsforhold og tæt op ad eksisterende bebyggelse, kan der med fordel anvendes sekantpælevægge til byggegrubeindfatning. Princip for metoden er vist Figur 5.11. Der er endvidere i Figur 5.12 vist luftfoto fra etablering af en tunnelstrækning med Bottom Up metoden.

Sekantpælevægge udgøres af en række armerede betonpæle som støbes på stedet i borede huller. Pælene bores med en afstand, som er lidt mindre en pælediameteren, griber således ind i hinanden og danner en sammenhængende væg. Sekantpælevægge kan udføres med en betydeligt større stivhed end stålpunsvægge og er derfor velegnede, hvor tunnelen skal etableres tæt på eksisterende bygninger. Ramning af stålpunsvægge vil normalt medføre et betydeligt større omfang af rystelser af nabobygninger end etablering af sekantpæle vil.

Efter etablering og hærkning af sekantpælevæggene på begge sider af det planlagte tunneltracé udgraves den øverste del af udgravningen, hvorefter der etableres en midlertidig tværafstivning mellem sekantpælevæggene, som opretholdes indtil top- og bundpladen er støbt. Der udgraves til fuld dybde, mens der samtidig udføres grundvandssænkning om nødvendigt. Tunnelens bundplade, vægge og topplade støbes herefter i udgravningen. Tunnelens ydervægge støbes direkte mod sekantpælevæggen. Der tilfyldes med grusfyld over tunnelen og arealet reetableres.

Metoden påregnes anvendt i Vejforslag A1 på strækningen på Svanemøllens Kaserne, samt på strækningen Ryvangs Allé - Strandvejen – Strandvænget. Ved krydsningen under Nordbanen og Kystbanen er metoden en af flere som kan komme i anvendelse. I Vejforslag A2 påregnes metoden anvendt fra sænketunnelstrækningen under Kalkbrænderiløbet til rampeanlægget på Nordhavn. I Vejforslag B påregnes metoden anvendt for Cut & Cover tunnelstrækningerne mellem den borede tunnelstrækning og rampeanlæggene.





Figur 5.11 Princip for Bottom-Up metoden



Figur 5.12 Udførelse af Cut & Cover tunnel med Bottom-Up metoden

### 3: Udførelse med sekantpælevægge – "Top Down" – metode

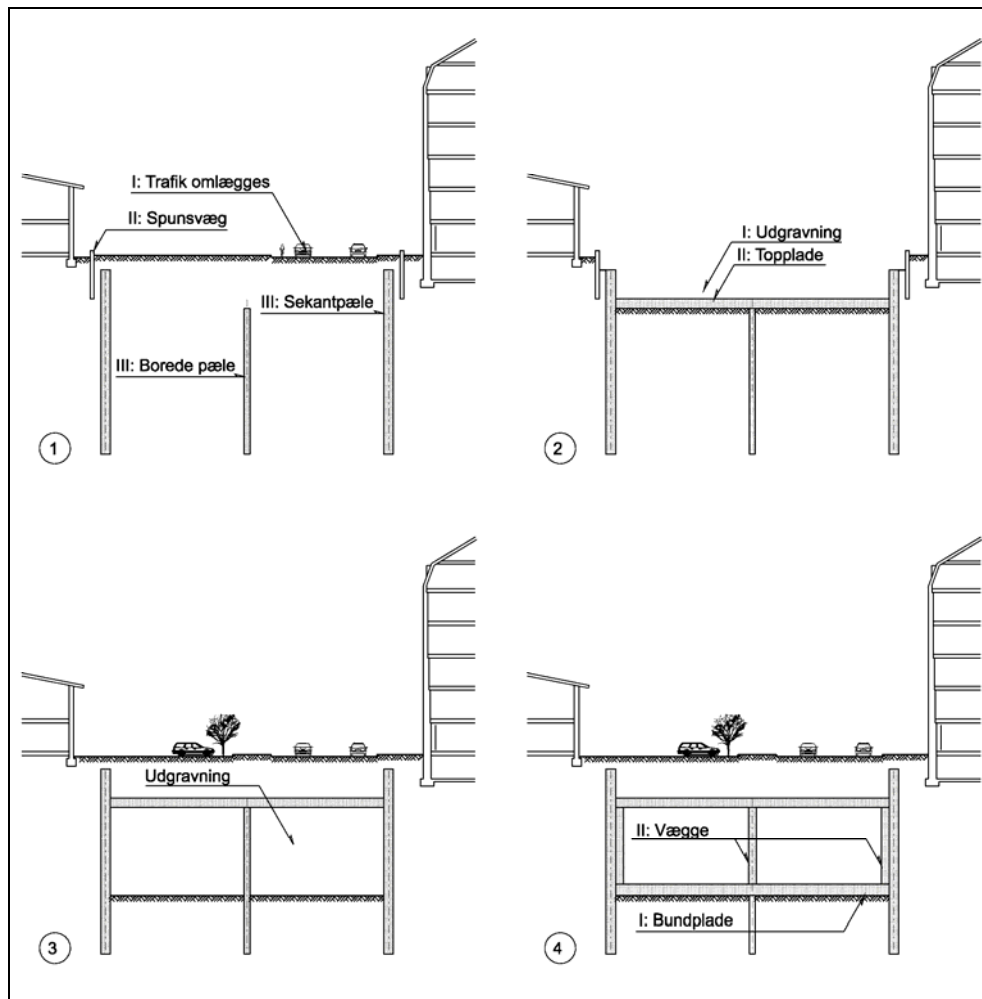
Top Down metoden anvendes normalt, hvor det af miljømæssige eller praktiske årsager ønskes at minimere den periode, hvor tunneltracéet anvendes som byggepladsareal. Princip for metoden er vist i Figur 5.13.

Tunneltracéet inddrages til byggeplads, hvorefter der etableres sekantpælevægge langs ydersiden af den planlagte tunnel, samt en række borede pæle i midten af tunneltracéet. Der udgraves til undersiden af toppladen og de borede pæle afkortes til underside af toppladen. Støbeunderlaget klargøres, der udlægges armering med forbindelse til armeringen i sekantpælene, hvorefter toppladen udstøbes. Der tilfyldes med grusfyld over toppladen og arealet over toppladen kan herefter reetableres og overgå til sit oprindelige formål.

Tunneltværsnittet udgraves under toppladerne fra tunnelsektions ene ende eller begge, idet der forinden udføres grundvandssænkning om nødvendigt. Toppladen med overliggende jordvolumen og anlæg i terræn, bæres af sekantpælene og pæle-

ne i midten af tunneltværnsnittet. Efter udgravningen kan tunneltværnsnittet færdiggøres ved først at støbe tunnelens bundplade og dernæst tunnelens vægge.

Metoden kan varieres således, at toppladen over de to tunnelrør støbes i to etaper, hvorved kun halvdelen af området over tunnelen på skift inddrages til byggeplads. Dette kan især være fordelagtigt ved tunnelstækninger under gader, som ikke kan lukkes helt for trafik.



Figur 5.13 Princip for Top-Down metoden

### 5.12.2 Krydsning af forsinkelsesbassin

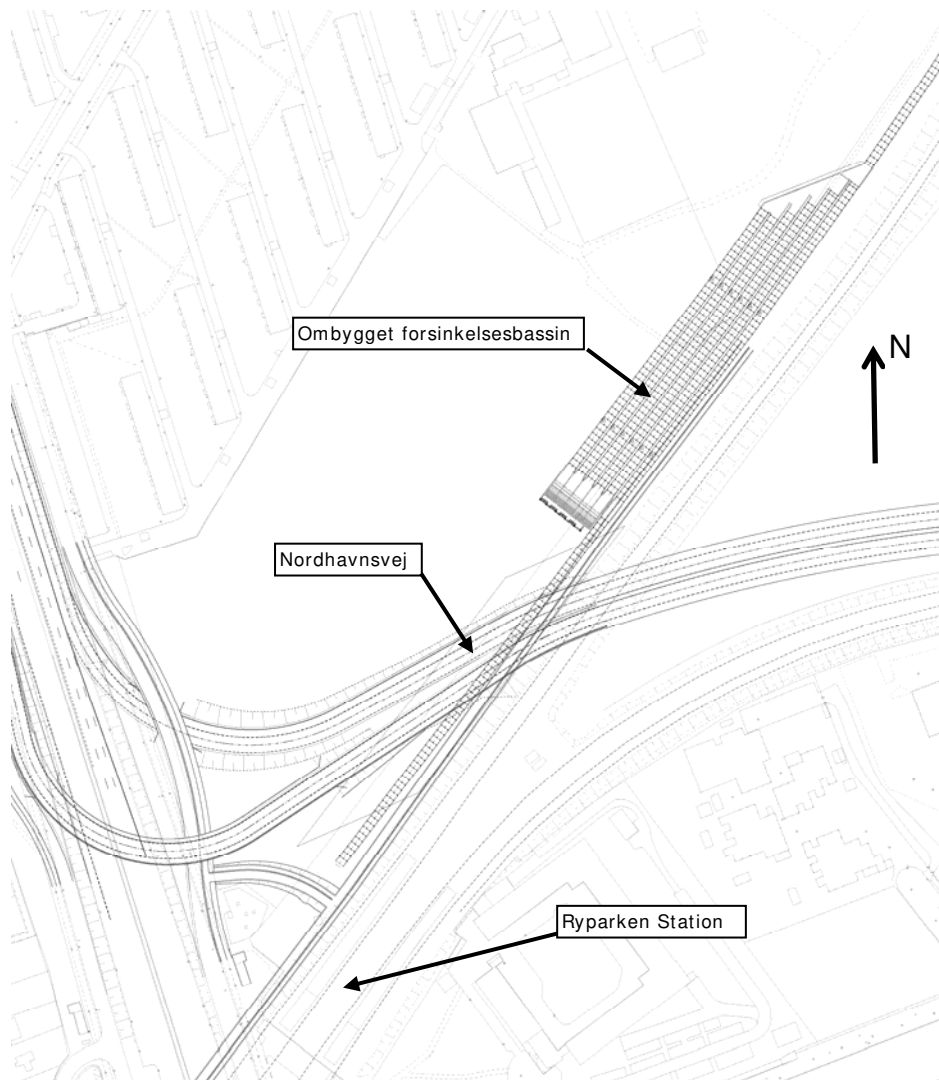
En del af vejtværnsnittet på Nordhavnsvej vil, som omtalt i afsnit 5.3 ligge uden for det forstærkede og opdriftssikrede område af forsinkelsesbassinet og rørledning. Dette medfører, at et mindre delområde af rørledning og bassin ved ombygning skal forstærkes og opdriftssikres. Ved ombygningen erstattes betonelementerne i det berørte område med en insitustøbt konstruktion, som forankres i undergrunden med

jordankre. Ombygningen udføres successivt, således at funktionen af Lersøgrøften fortsat opretholdes. I ombygningsperioden vil der ved kraftige regnhændelser kunne ske aflastning til Svanemøllebugten.

I Vejforslag A1-2 og B-3 forlænges tunneldelen af Nordhavnsvej fra kaserneområde frem til Helsingørmotorvejen og den vil således kollidere med afløbsanlægget, hvorfor både rørledningen og forsinkelsesbassinet skal flyttes eller bygges om.

### Ombygning af forsinkelsesbassinet

Bassinet foreslås ombygget til et mere kompakt bassin med beliggenhed uden for Nordhavnsvejs tracé som vist på Figur 5.14.



Figur 5.14 Forslag til ombygget forsinkelsesbassin

Det ombyggede bassin etableres under genanvendelse af betonelementerne fra det eksisterende bassin. Betonelementerne, der ligger i vejtracéet, tages op og flyttes til området nordøst for vejen, hvor de lægges parallelt med den eksisterende bassin-strækning. Antallet af elementer vil være det samme som før omlægningen.

Det eksisterende indløbs- og skyllebygværk, som ligger forholdsvis tæt på Helsingørsmotorvejen skal fjernes og erstattes af et nyt og større bygværk ved det ombyggede bassin. Udløbsbygværket fra bassinet skal samtidig udvides svarende til den større bassinbredde.

Det ombyggede bassin vil, på en ca. 180 m lang strækning, strække sig ca. 16 m længere ind på boldbanearrealerne end det nuværende bassin. Bassin og bygværker er udstyret med et antal større og mindre dæksler. Disse dæksler hindrer, at arealet over bassinet kan anvendes til fodboldbaner i fuld størrelse, mens mindre baner eller tennisbaner vil kunne indpasses.

### **Ombygning af rørledning**

Rørledningen skal ombygges så den enten passerer over eller under Nordhavnsvej-tunnelen.

Hvis rørledningen skal passere over tunnelen vil den ligge så højt i forhold til det eksisterende ledningsanlæg og terræn, at det vil være nødvendigt at pumpe vandet op i den ombyggede ledning. Dette vil kræve en meget betydelig pumpekapacitet med reservepumper og nødstrømsanlæg. Svigt af disse systemer i forbindelse med kraftige regnhændelser vil kunne medføre opstuvning og oversvømmelse nedstrøms, hvorfor det i stedet foreslås at føre rørledningen under Nordhavnsvej.

Rørledningen føres under Nordhavnsvejtunnelen i en insitustøbt rørkanal med tværsnitareal som den eksisterende ledning. Vest for tunnelen udføres rørkanalen fra den eksisterende rørledning til underføringsniveau med en hældning på anslået 45° for at undgå "vandfaldseffekt" ved pludselig vandtilstrømning, mens der øst for tunnel udføres en lodret skakt op til den eksisterende rørledning. I den lodrette skak etableres en pumpeump, således at kanalunderføringen kan tømmes når tilstrømningen efter kraftige regnhændelser stopper. Pumperne benyttes tillige til at pumpe den forholdsvis beskedne vandstrøm som til dagligt løber i Lersøgrøften.

I forbindelse med ombygning af rørledning og bassin vil der ved kraftige regnhændelser kunne ske aflastning til Svanemøllebugten.

På grund af den nærliggende jernbane vil den forholdsvis dybe byggegrube skulle udføres med en kraftig byggegrubeindfatning.

#### **5.12.3 Overføring af Ringbanen**

Brokonstruktion i overføring af Ringbanen samt den parallelt liggende stibro er beskrevet i afsnit 5.4.

Der udføres interimskonstruktioner til overføring af banen og afstivning af jernbandedæmningen. Disse interimskonstruktioner skal optimeres i senere projektfase. Der er på tegning D-A10-2600 vist forslag til en mulig udformning af interimskonstruktionerne.

Til interimsoverføringen bores pæle på hver side og mellem de to spor, i linier ca. 3 m bag de planlagte endevederlag og i femtedelspunkterne mellem dem. Jernbandedæmningen skal endvidere overskæres af to spunsvægge placeret bag de planlagte endevederlag. Der udlægges stålprofiler, der dækkes med stålplader, hvorefter spor og øvrige banetekniske anlæg retableres midlertidigt. Alternativt kan der anvendes præfabrikerede sporafstivninger, som bl.a. kan lejes i Sverige.

Udgravning under interimsoverføringen med tilhørende afstivning af spunsvæggen med jordankre kan herefter påbegyndes uden, at togsdriften forstyrres. Efter udgravningen kan endevederlag og mellemunderstøtningen bygges.

Brodrageren i jernbanebroen foreslås bygget på stillads uden for sporområdet, parallelt med sporene og i højde med disse. Efter etablering af endevederlag og midterunderstøtning, fjernes spor og øvrige banetekniske anlæg, hvorefter broen parallelforskydes til endelig position. Spor og banetekniske anlæg kan herefter retableres og togdriften genoptages.

Brofagene vil også kunne udføres som præfabrikerede stålbroer, som løftes på plads med kran efter etableringen af endevederlag og midterunderstøtning som ovenfor beskrevet.

Stibro til cykelruten vest for jernbanebroen, vil kunne etableres uafhængig af togdriften og støbes in-situ. Tracéet for Nordhavnsvej vil på dette tidspunkt fungere som adgangsvej til arbejdsarealerne på Svanemøllens Kaserne og jernbanekrydsningen, hvorfor der skal sikres frihøjde under stilladserne til stibroen. Dette kan gøres ved at sænke adgangsvejen lokal eller ved at bygge stibroen på hævet stillads og senere sænke den til endelig position.

#### **5.12.4 Krydsning under bygninger på Svanemøllens Kaserne**

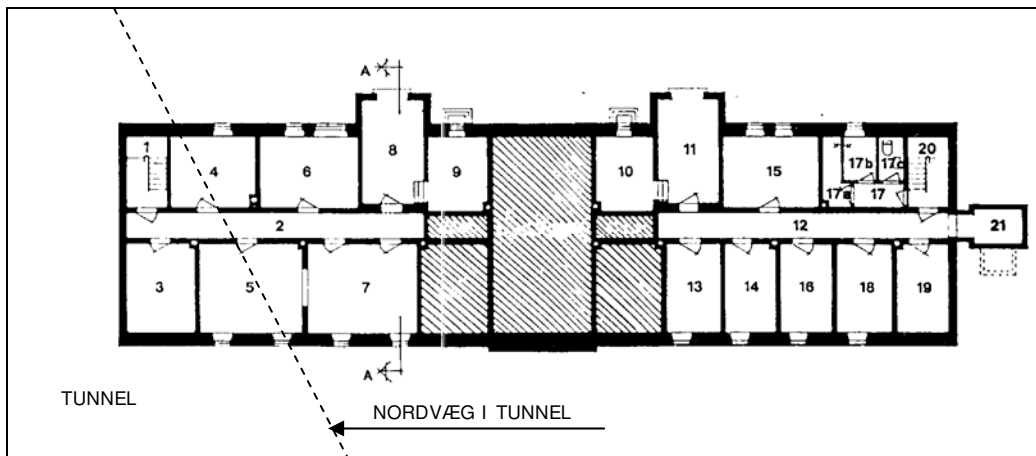
Af de ti bygninger på Svanemøllens Kaserne, som ligger helt eller delvist i tunneltracéet, er det planlagt af rive de ni ned jf. også afsnit 5.5. Af disse ni bygninger genopføres fem på samme sted under anvendelse af nye materialer, men med genskabelse af den oprindelige geometri og de oprindelige detaljer. De øvrige fire bygninger kan genopføres andet sted på kasernen.

Hovedbygningen, hvis sydlige ende rager op til ca. 8 m ind over tunnelen, bevares under tunnelbyggeriet, da der ved en delvis nedrivning og genopbygning af bygningen, ikke vil kunne opnås et acceptabelt udseende af den ret fremtrædende bygning.

Østfacade og kælderplan af hovedbygningen kan ses i henholdsvis Figur 5.15 og Figur 5.16.



Figur 5.15 Kasernens hovedbygning. Tunnellen vil passere under gavlen til venstre



Figur 5.16 Kælderplan af hovedbygning med omtrentlig udstrækning af tunnelen

Der er udvalgt to metoder til etablering af tunnelen under hovedbygningen

- Gennempresning af tunnelen under bygningen

- Midlertidig afstivning og understøtning af bygningen, mens tunnelen bygges ind under bygningen i en byggegrube

### **Gennempresning af tunnelen under hovedbygningen**

Ved gennempresning af tunnelen under bygningen anvendes den såkaldte RBJ-metode (Roof Box Jacking), som er en kendt metode, der er anvendt ved adskillige passager af tunneler under gader, huse mv. Metoden er meget ubredt i Asien og Japan, men er også anvendt i Europa bl.a. ved Antwerpen Jernbanestation (1979). Metodens anvendelse ved gennempresning under bygning 1 på kasernen er nærmere beskrevet i /3/.

For nylig er metoden anvendt ved Shanghai Middle Ring Project, hvor en sekssporet vej-tunnel (7,85 x 34,2 m) blev presset 126 m med en jorddækning på 4,5 – 5 m. Projektet er i tværsnitsdimension sammenligneligt med tunnelen under hovedbygningen, dog er jordforholdene langt bedre på kaserneområdet.

Ved anvendelse af RBJ metoden ved hovedbygningen vil to tunnelsegmenter af 20 m være passende, idet det vurderes, at de to frie ender af segmenterne efter gennempresningen er tilstrækkeligt langt fra bygningen til, at sætninger fra randene ikke vil påvirke denne.

Ved hver ende af den planlagte gennempresede strækning udføres henholdsvis et startkammer og et modtagekammer, jf. også tegning D-A10-2610 og D-A10-2611. Indfatningsvæggen i startkammeret i gennempresningsretningen udføres som en fiberarmeret sekantpælevæg, som kan gennembrydes i forbindelse med gennempresningen. Den modstående væg i modtagekammeret udføres tilsvarende. Øvrige vægge i kamrene udføres som spunsvægge afstivet med jordankre i to niveauer og med betonbundplade.

Med en mikrotunnelboremaskine installeres der stålør fra det ene kammer til det andet. Stålrørene er forbundet med påsvejste låsejern. Stålrørene installeres så de tilsammen danner en rektangulær kasse stor nok til, at tunnelsegmenterne kan presse frem gennem kassen. Stålrørene, som kan udstøbes med beton, hvis det er styrkemæssigt nødvendigt, kan erfaringsmæssigt installeres med en tolerance på  $\pm 3$  cm, således at kassen kan udføres med en maksimal afstand til tunnelsegmentet på ca. 5 cm.





Figur 5.17 Stålramme og segmentbygning i Shanghai

Første tunnelsegment med en længde på ca. 20 m støbes i startkammeret og forsynes i fronten med en stålramme inddelt i felter, der er små nok til at balancere jorden foran tunnelen ved buevirkning i jorden. Stålrammen består af stålprofiler, hvorpå der er svejst trekantet skær. Ved gennempresning under hovedbygningen består undergrunden af moræneler med god styrke, hvilket medfører, at rammen kan udføres med forholdsvis store felter, som vil lette udgravningen.

Efter tunnelsegmentet er hærdet, presses segmentet med stålrammen mod sekantpælevæggen, som gennemskydes og senere mod jorden, som langsom graves ud af rammen under konstant pres fra donkrafte i modsat ende af segmentet. Samtidigt med, at tunnelsegmentet skubbes fremad fyldes hulrummet mellem "rørkassen" og segmentet med smørende bentonitslam.

Efter første tunnelsegment er presset en hel længde ind i jorden stoppes fremføringen og næste tunnelsegment støbes i forlængelse af første og efter afhærdning af segmentet genstartes gennemskydningen. Processen fortsættes indtil sekantpælevæggen i modtagekammeret gennemskydes. Når tunnelsegmenterne er på plads injiceres der cementstabiliseret bentonit i hulrummet mellem tunnelsegmenterne og "rørkassen".

### **Midlertidig afstivning og understøtning af bygningen**

Princippet i understøtningsmetoden er, at der langs den eksisterende kældervæg, støbes et kraftigt randfundament, med armeringsforbindelse til kældervæggen, til bæring af facadevæggene. Gennem randfundamenterne placeres kraftige stålprofiler tværs gennem bygningen til bæring af de indre vægge. Randfundamenterne under-

støttes på borede pæle, hvorefter der udgraves til tunnelen under bygningen. Princippet er vist på tegning D-A10-2612 og D-A10-2613 og fremgangsmåden er mere detaljeret beskrevet nedenfor.

Cut & Cover tunnelen under bygningen skal bygges med Top-Down metoden imellem to sekantpælevægge. Den sydlige væg er helt fri af hovedbygningen og etableres på sædvanlig vis. Det samme gælder for borede pæle til understøtning af toppladen i tunnelens centerlinie. Den nordlige væg etableres både fra øst og vest frem til hovedbygningen og så tæt på denne som muligt. Ved bygningens sydlige hjørner etableres en armeret boret betonpæl med en diameter på ca. 1,0 m. Der udgraves herefter til det nye randfundament langs syd-, øst- og vestfacaden. Kældervæggene renses af og ankre bores ind i væggen. Armeringen i sekantpælene og hjørnepæle fritlægges. Det nye randfundament armeres med forbindelse til indborede ankre og frilagt armering. Randfundamentet udstøbes.

Kælderen ryddes sideløbende for installationer og forsyninger samt afløb omlægges. I forlængelse af den nordlige sekantpælevæg, som er afsluttet ved bygningens facade, udføres en række pæle, der bores ned i undergrunden fra bygningens kælder. Gulv og eventuelle skillevægge skal forinden være fjernet for at give plads til arbejdet. Pælene kan udføres som neddrejede pæle med føringsrør, som udfyldes med beton uden armering. Føringsrørene består af korte stykker, der svejses sammen efterhånden som arbejdet skrider frem. Neddrejning af pælene kan f.eks. udføres med en TUBEX maskine, der har en fri arbejdshøjde på 2,80 m.

I det nye randfundament er der udført udsparinger, hvor der indskydes stålprofiler fra facade til facade, idet der forinden er udført tilsvarende udsparinger i kældervæggene. Udsparingerne udstøbes for at give en god forbindelse mellem stålprofiler og henholdsvis kældervægge og randfundament. Indvendige afstivninger af skillevægge, etageadskillelser osv. kan endvidere være påkrævet.

Der kan nu udgraves under bygningen til niveau for undersiden af tunnelens topplade. Undervejs foretages afstivning af de neddrejede pæle under bygningen og jorden mellem pælene stabiliseres eventuelt med sprøjtebeton.

Efter udgravning støbes toppladen, som herefter virker som vandret afstivning af pælene ved bygningens hjørner og pælene under bygningen. Der udgraves under toppladen og tunnelens bundplade og vægge støbes.

Efter tilbagefyldning over tunnel reetableres bygningens fundamenter, kældergulve, skillevægge, installationer osv.

## **5.12.5 Krydsning under Nordbanen og Kystbanen**

### **5.12.5.1 Generelt**

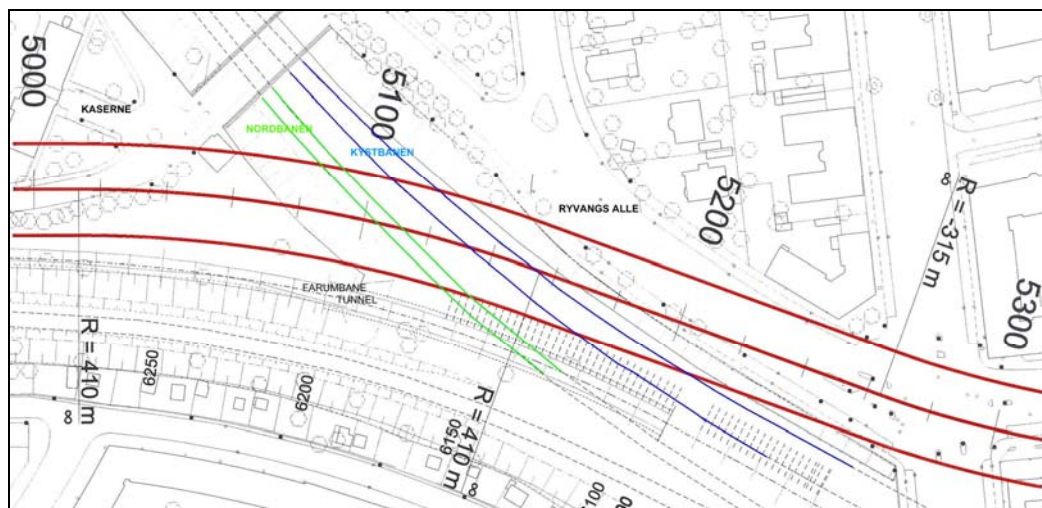
I de følgende afsnit gives en beskrivelse af forholdene omkring bygning af en Cut & Cover tunnel under Nordbanen og Kystbanen. Der gennemgås to forskellige metoder til at etablere tunnelen, som medfører sporskæringer af varierende varighed.

Krydsningen af baneområdet er nærmere beskrevet i /4/.

Nordbanen er en tosporet S-togslinie, som på den aktuelle strækning er fælles for S-tog til Holte, Hillerød og til Klampenborg. Kystbanen er en tosporet elektrificeret jernbanelinie der forbinder Helsingør og stationerne langs kysten med hovedbanegården og videre via Ørestad til Malmø i Sverige.

Bygning af tunnelen under jernbanen skal udføres således, at den nødvendige afbrydelse af togdriften minimeres. Det er et krav at enten Kystbanen eller Nordbanen til enhver tid skal være i drift.

Området for jernbanekrydsningen ses i Figur 5.18 og tegning D-A10-5040.



Figur 5.18 Tunneltrace (rød), Nordbanen (grøn) og Kystbanen (blå)

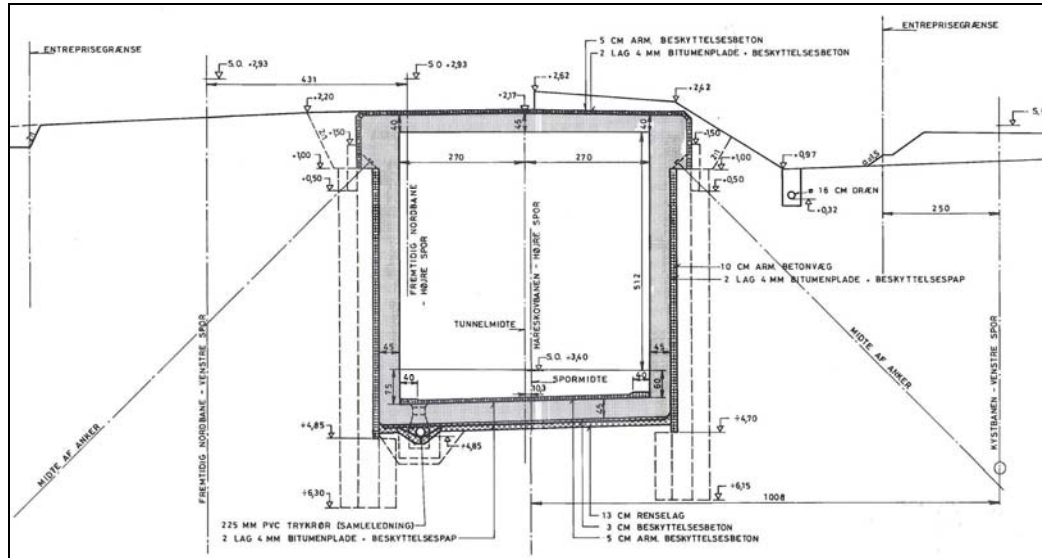
Tunneltracéet er i vid udstrækning bestemt af Farumbanens tunnellagte nordgående spor på sydsiden af tunnelen og af tunnelens indføring i Strandvænget længere mod øst.

Nordbanen skærer tunneltracéet (centerlinien) i en vinkel på ca. 30° mens Kystbanen skærer tunneltracéet i en vinkel på ca. 20°, hvilket komplicerer krydsningen i forhold til en mere vinkelret krydsning. Valg af anlægsmetode begrænses endvidere af tunnelens krumme forløb, som udelukker anvendelsen af gennempresningsmetoder.

### Farumbanetunnelen

I Figur 5.19 ses et repræsentativt tværsnit af Farumbanetunnelen. De viste skråankre er oprindeligt etableret for blandt andet at sikre tunnelens opdriftsstabilitet. Skråankrene på den nordlige side af tunnelen går ind i Nordhavnsvejens tunneltracé, og disse skal derfor erstattes af lodrette ankere. Af praktiske årsager kan det blive nødvendigt at udskifte ankrene på begge sider af Farumtunnelen.

Installering af ankere kan ske indenfor sporspæringerne i forbindelse med de øvrige aktiviteter i området, og vil ikke være en kritisk aktivitet.



Figur 5.19 Tværsnit i Farumbanetunnelen

#### 5.12.5.2 Baneforhold

Den reviderede trafikplan under sporspæringer er aftalt i dialog med Trafikstyrelsen, Banedanmark og DSB. Der foreligger flere mulige løsninger. Nedenstående er kort resumeret den mest sandsynlige løsning.

#### Kystbanen

Det forudsættes, at Kystbanen under totalspæringerne skal køre penduldrift nord for spæringsstedet med vending på Hellerup station. Klargøring udføres på klargøringsanlægget i Helsingør og værkstedsservicering forudsættes udført ved at rangere el-materiellet til værkstedsanlægget Helgoland uden om spæringsstedet i togfri intervaller og med anvendelse af dieseltrækraft.

Tog syd for spæringsstedet vendes ved Østerport. Klargøring udføres på klargøringsanlæg ved Helgoland og på forsyningsanlæg på Østerport station, der begge kan håndtere el-materiel. Værkstedsservicering foretages uændret på Helgoland.

#### Nordbanen

Det forudsættes, at S-banen fra Klampenborg under totalspæringerne skal køre penduldrift nord for spæringsstedet med vending på Hellerup station.

S-banen fra Hillerød/Holte fortsætter ad Ringbanen. Passagerer, der skal mod Indre By, får mulighed for at skifte til Farumbanen på Ryparken station. Der indsættes ekstratog på Farumbanen til at klare den ekstra passagerbelastning.

Der må således ikke udføres sporspærring ved Nordhavnsvejens underføring under Ringbanen samtidig med totalspærringen for Nordbanen.

Al klargøring og værkstedsservicering foretages på sædvanlige anlæg, idet materiel fra penduldriftstrækningen kan køres via Ringbanen.

### **Baneinfrastruktur**

Ved baneinfrastruktur forstås alle de anlægselementer der hører til jernbanens drift. Dette omfatter aktuelt:

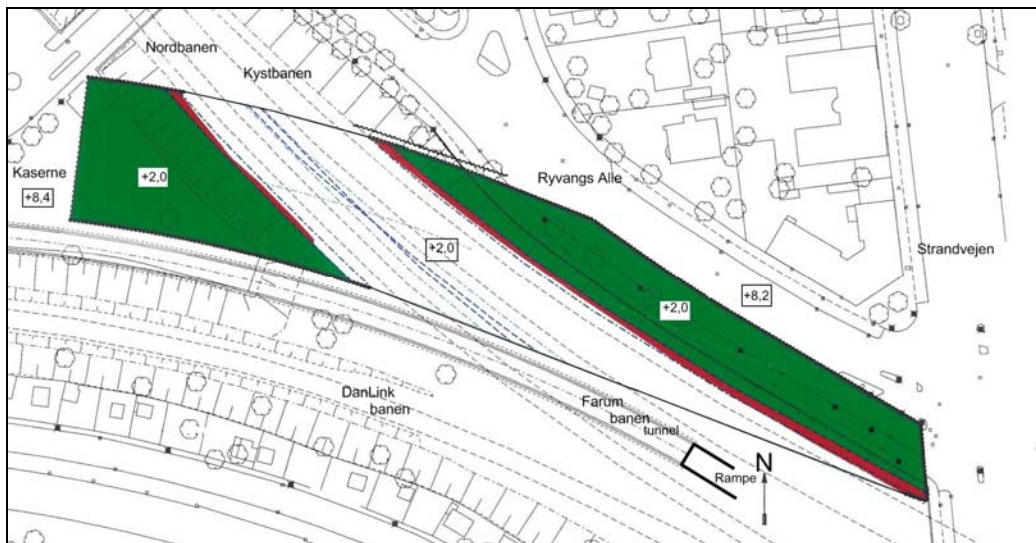
- Sporunder- og overbygning, dvs. skinner, sveller, ballast, underballast og sporafvanding i form af både grøfteanlæg og tekniske afvandingsanlæg
- Sikringsanlæg og togkontrolanlæg – indvendigt sikringsanlæg, kabelanlæg, ydre objekter (signaler, sporskiftedrev mv), ATC-baliser og linjeledere for Fjerntog og HKT-sløjfer for S-tog
- Kørestrøms anlæg – strømforsyning, køreledningsanlæg, returstrøms anlæg og afskærmning
- Stærkstrømsanlæg – strømforsyning til sikringshytter, sporskiftevarme og andet linjeudstyr
- Teleanlæg – telekommunikations- og lyslederkabler for driftsinformation og nogle steder desuden for kommerciel anvendelse.
- Kabelføringsveje

For at minimere varigheden af afbrydelserne af togdriften skal mest muligt arbejde vedrørende baneinfrastrukturen udføres som forberedende arbejde. Det forberedende arbejde etableres som et selvstændigt projekt. Der skal for hver bane laves et komplet baneteknisk projekt for både de forberedende arbejder og for retableringen af det permanente anlæg.

#### **5.12.5.3 Krydsningsmetoder**

### **Arbejdspladsarealer**

Der etableres arbejdspladsarealer på begge sider af sporområdet og i niveau med dette som vist på Figur 5.20.



Figur 5.20 Byggegrube med arbejdspladsområder markeret med grønt. Rød markering viser arbejder i sikkerhedszonen (<5m fra spor)

Der etableres arbejdsvej over kaserneområdet i tunneltracéet frem til det vestlige arbejdspladsareal. Mod øst inddrages ca. halvdelen af Ryvangs Allé i arbejdspladsarealet. Der påregnes ikke etableret adgangsvej for køretøjer til dette areal.

### Arbejdstider

Anlæggelsen af arbejdspladsarealerne på begge sider af sporområdet antages udført i normal arbejdstid.

De forberedende arbejder i forbindelse med baneinfrastrukturen påregnes udført under nat- og weekendspærringer af togdriften.

Al arbejde i sporområdet ved etablering af arbejdsplads og etablering af understøtning for spor, antages at blive udført ved treholdsskift syv dage om ugen.

Der antages følgende effektive arbejdstid:

Et døgn af 3 x 7 timer = 21 timer per døgn.

En arbejdsuge 7 x 21 = 147 timer per uge.

Efter arbejdet i sporområdet med etablering af understøtning af sporene er afsluttet og togdriften er genoptaget, kan den videre bygning af tunnelen ske i normal arbejdstid, toholdsskift eller fortsætte med treholdsskift.

Det vurderes, at Center for Miljø's krav til støjniveauet ved de omkringliggende bygninger ikke vil kunne opfyldes i aften- og nattetimerne.

## **Udførelsesmetoder for byggegruben**

Byggegruben kan udføres efter to hovedprincipper svarende til henholdsvis bygge-metoderne Bottom-Up og Top-Down, som er nærmere beskrevet i afsnit 5.12.1

### **Udførelse med Bottom Up metoden**

Ved udførelse med Bottom Up metoden bygges tunnelen i en åben afstivet bygge-grube med udførelsesrækkefølge for tunnelen: Bundplade-vægge-topplade.

Den åbne udgravning medfører, at der skal lave midlertidige sporafstivninger hen over udgravningen, således at togdriften kan opretholdes, mens tunnelen bygges i udgravningen.

For at kunne etablere byggegruben og de midlertidige sporafstivninger, skal sporene fjernes i periode, hvor togdriften således afbrydes. På grund af arbejdernes omfang vil togdriften være afbrudt i en længere periode.

Efter færdiggørelse af tunnelen i den åbne byggegrube skal de midlertidige sporafstivninger fjernes, der skal tilfyldes over tunnelen og sporene samt de banetekniske anlæg skal reetableres permanent. Også under dette arbejde vil togdriften være standset i en længere periode.

Der skal således etableres to sporspæringer pr. bane.

Principtværsnit i byggegruben efter etablering af byggegruben og den midlertidige sporafstivning samt genoptagelse af togdriften kan ses på tegning D-A10-2621.

Anlægsforløbet er i punktform:

1. Afbrydelse af togdriften.
2. Fjernelse af spor og banetekniske anlæg.
3. Etablering af byggegrube og midlertidige sporafstivninger.
4. Midlertidig reetablering af spor og banetekniske anlæg.
5. Genoptagelse af togdriften.
6. Bygning af tunnel i byggegrube.
7. Afbrydelse af togdriften.
8. Fjernelse af spor og banetekniske anlæg.
9. Fjernelse af midlertidig sporafstivning og tilfyldning over tunnel.
10. Endelig reetablering af spor og banetekniske anlæg.

## 11. Genoptagelse af togdriften.

Byggegrubevæggene påregnes udført med kraftige spunsprofiler eller rørpæle i forbandt. For at reducere anlægstiden for byggegrubevæggene kan der eventuel benyttes enkeltstående rørpæle, hvor mellemrummene mellem pælene afstives med sprøjtebeton i takt med udgravningen.

Tunnelkonstruktionen udføres som insitustøbt betonkonstruktion.

### **Uførelse med Top Down metoden**

Ved udførelse med Top Down metoden bygges tunnelens topplade først i en åben udgravning, hvorefter der tilfyldes over toppladen. Der er forinden etableret byggegrubevægge og pæle i tunnelens centerlinie, som toppladen er armeringsmæssigt forbundet med. Der udgraves herefter under toppladen, hvorefter tunnelens bundplade og dernæst væggene etableres.

For at kunne etablere byggegrubevægge, pæle i tunnelcenterlinien og toppladen, skal sporene fjernes i periode, hvor togdriften således afbrydes. På grund af arbejders omfang vil togdriften være afbrudt i en længere periode.

Når toppladen er etableret og der er tilfyldt over denne, kan sporene og de banetekniske anlæg reetableres permanent og togdriften genoptages.

Der skal således etableres én sporspærringer pr. bane.

Principtværsnit i byggegruben efter etablering af toppladen og genoptagelse af togdriften kan ses på tegning D-A10-2620.

Anlægsforløbet er i punktform:

1. Afbrydelse af togdriften.
2. Fjernelse af spor og banetekniske anlæg.
3. Etablering af byggegrubevægge og pæle i centerlinien af tunnelen.
4. Bygning af toppladen og tilfyldning over denne.
5. Endelig reetablering af spor og banetekniske anlæg.
6. Genoptagelse af togdriften.
7. Udgravning under toppladen og bygning af bundplade og vægge.

Byggegrubeindfatningen påregnes udført som en sekantpælevæg. For at reducere anlægstiden for byggegrubevæggene kan der eventuel benyttes enkeltstående armerede betonpæle eller stålpæle, hvor mellemrummene mellem pælene afstives med sprøjtebeton i takt med udgravningen.



Toppladen kan udføres som en insitustøbt betonkonstruktion eller som betonelementer, som klæbes og spændes sammen til en sammenhængende plade. Bundplade og vægge udføres som insitustøbt beton.

#### 5.12.5.4 **Sporspærring**

Byggeteknisk vil det være fordelagtigt at starte krydsningen ved Nordbanen, idet alle materialer kan køres ned til sporområdet fra kaserneområdet, mens alle materialer skal hejSES ned til byggepladsarealet ved Kystbanen. Krydsningen af Nordbanen er samtidig den korteste, således at erfaringsopbygningen vil ske ved den mindst komplicerede krydsning. Det er derfor forudsat, at Nordbanen spærres først og derefter Kystbanen.

I tilfælde af, at sporspærringerne er fordelt over flere år og tunnelen således bygges i to etaper, er det nødvendigt at installere en midlertidig tværvæg mellem Nordbaneområdet og Kystbaneområdet. Tidsmæssigt skal udførelsen af tværvæggen tillægges første sporspærring.

Der er beregnet følgende varigheder af sporspærringerne for de to byggemetoder:

##### **Bottom Up metoden**

For Bottom Up metoden, hvor der skal etableres to sporspærringer for hver bane er der beregnet følgende varighed af sporspærringerne:

- Første sporspærring: Nordbanen ca. 35 døgn, Kystbanen ca. 50 døgn
- Anden sporspærring: Nordbanen ca. 24 døgn, Kystbanen ca. 37 døgn

##### **Top Down metoden**

For Top Down metoden, hvor der skal etableres én sporspærring for hver bane er der beregnet følgende varighed af sporspærringerne, som afhænger af det endelige valg af byggegrubevægge og toppladekonstruktion:

- Sporspærring: Nordbanen min/max 31/72 døgn, Kystbanen min/max 45/93 døgn

#### 5.12.5.5 **Valg af udførelsesmetode**

Der er afholdt en række møder med Trafikstyrelsen og Banedanmark vedrørende banekrydsningen.

Banedanmark foretrækker umiddelbart, at der foretages få sporspærringer og at sporspærringerne foregår i samme år.

Der peges således på udførelse af banekrydsningen med Top Down metoden.

Der skal i de efterfølgende projektfaser træffes nærmere aftaler om detaljer og tidsplan for udførelse af banekrydsningen.

## 5.12.6 Krydsning under Strandvejen og indføring i Strandvænget

### 5.12.6.1 Generelt

Tunnelens passage under Strandvejen sker under meget snævre forhold og der skal bl.a. tages hensyn til beboelsesejendommene umiddelbart nord for tunnelen og Svanemøllebroen umiddelbart syd for tunnelen.

Tværsnit ved Strandvejen er vist på tegning D-A10-5045. Strandvejen ligger i krydsningsområdet i kote ca. +7 m, medens Nordhavnsvej i tunnelen under Strandvejen har vejkode i ca. -6,5 m, svarende til en højdeforskel på ca. 13 m eller højden af en 4-etagers bygning. Jorddækket over tunnelen vil være ca. 7,0 m.

Da Strandvejen ikke kan spærres for trafik skal etableringen af tunnelen under Strandvejen foregå i etaper, under hvilke Strandvejen forlægges midlertidigt og reduceres fra fire til to spor.

De snævre pladsforhold vanskeliggør brugen af jordankre og medfører, at der skal anvendes kraftige byggegrubeafstivninger med frie spænd på tværs af byggegruben på til 30 m.

### 5.12.6.2 Etapemæssig udførelse

Princip for etablering af tunnelen under Strandvejen er vist på tegning D-A10-2625 og -2626. Etableringen af tunnelen under Strandvejen deles op i to etaper med start mod øst ved Strandvænget. Første etape inddrager de to østlige vejbaner på Strandvejen, som forlægges mod vest og reduceres fra fire til to spor. I anden etape indtages tilsvarende de to vestlige spor og Strandvejen forlægges som en tosporet vej mod øst. Strandvænget og Ryvangs Allé skal i begge etaper påregnes at være lukket for kørende trafik. Tunnelstrækningen påregnes udført med Top-Down metoden.

#### **Etape I**

Efter omlægning af Strandvejen etableres en byggegrube efter følgende princip.

Umiddelbart vest for Strandvejens midterlinie og parallelt med denne placeres en kraftig stålspunsvæg i en forboret bentonitstabiliseret rende med spidskote ca. 4 m under den fremtidige tunnelbund.

Den nordlige og sydlige byggegrubeindfatning søges i videst mulig omfang etableret som sekantpælevægge. Da sekantpælene ikke føres til terræn, skal der bag sekantpælene etableres en spunsvæg, som gør det muligt at udgrave til sekantpæleniveau.

Efter etablering af stålspunsvæggene udgraves til niveauet, hvorfra sekantpælene etableres. Der etableres endvidere en række armerede betonpæle i tunnelens centerlinie.

Der udgraves herefter yderligere for etablering af øverste tværafstivning i byggegruben. Tværafstivningen kan udføres som et in-situ støbt betongitterværk, som efterlades i byggegruben eller med kraftige stålrør. I begge tilfælde benyttes betonpælene i tunnelens centerlinie som mellemunderstøtning for tværafstivningen.

Efter etablering af tværafstivningen udgraves til undersiden af tunnelens topplade, som herefter støbes og fungerer som tværafstivning for den efterfølgende udgravning under toppladen.

Efter udgravning under toppladen, etableres bundplade og vægge, toppladen forsynes med membran og beskyttelsesbeton, hvorefter der tilfyldes over tunnelen. I forbindelse med tilfyldningen placeres en spunsvæg over toppladen parallelt med Strandvejens centerlinie, ved toppladens rand mod vest, jf. tegning D-A10-2626.. Spunsvæggen, som skal danne østlig væg i byggegruben i etape II, fastholdes ved foden af en påstøbning på toppladen og afstives med ankre fastholdt i toppladen.

### **Etape II**

Byggegruben i etape II udføres hovedsagligt efter samme princip som byggegruben i etape I, dvs. med sekantpælevægge mod nord og syd, idet der dog, hvor det af pladmæssige årsager er nødvendigt, etableres stålspunsvæg i området tæt ved Svanemøllebroen.

Den vestlige byggegrubeindfatning fra etape I, som tunnelen i etape I er støbt op mod, fungerer i starten som østlig byggegrubeindfatning i etape II. Efter etablering af øvre tværafstivning i etape II, overtages væggenes funktion af den korte spunsvæg, som i etape I er placeret oven på toppladen.

Tunnelen etableres efter Top-Down metoden, som i etape I.

Der etableres midlertidige broer for teletracé og fjernvarmeledninger, som krydser byggegruben omtrent i forlængelse af det vestlige fortov på Strandvejen.

## **5.12.7 Ledningsomlægninger**

### **5.12.7.1 Generelt**

Nordhavnsvejprojektet medfører omlægning af ledningsanlæg, dels af hensyn til udførelsen af projektet og dels af hensyn til det færdige vejanlæg. De væsentligste ledningsomlægninger er omtalt nedenfor, opdelt i hovedområderne Strandvænget/Ryvangs Allé, Svanemøllens Kaserne og Helsingørmotorvejen/Lyngbyvejen. Ud over de omtalte ledningsomlægninger skal der påregnes lokale mindre ledningsomlægninger.

### **5.12.7.2 Ledningsomlægninger i Strandvænget/ Ryvangs Allé**

De foreslåede ledningsomlægninger i Strandvænget, Ryvangs Allé og områder nord herfor er vist på tegning D-A10-2401, D-A10-2402, D-A10-2403, D-A10-2404, D-A10-2405, D-A10-2406 og D-A10-2407.

#### **Dong Energy - 40 bar gasledning**

DONG-Energy har en 40 bar gasledning liggende i tunneltracéet i Strandvænget, Strandvejen og Ryvangs Allé. Ledningen, som kommer fra nord ad Svanemøllevej, er hovedforsyning til Svanemølleværket og kan kun kortvarigt afbrydes.

Det er i samarbejde med Dong-Energy besluttet at arbejde videre med en løsning, hvor gasledningen omlægges i et nyt tracé uden for tunnelområdet. Der henvises til tegning D-A10-2401, -2403, -2405, -2406 og -2407.

Ledningen omlægges fra den sydlige del af Strandvænget via Strandpromenaden, Strandøre, Strandvejen og Rosbæksvej til Svanemøllevej, hvor ledningen forbindes til den eksisterende gasledning. Det omlagte ledningstracé er på ca. 1000 m. For at kunne overholde afstandskravene til ejendommene på strækningen foreslås det at lægge gasledningen i kraftige stålføringsrør.

Omlægningen af gasledningen skal ske inden anlægget af Nordhavnsvej i området Strandvænget/Strandvejen/Ryvangs Allé påbegyndes. Det skal påregnes, at omlægningen medfører, at Strandpromenaden, Strandøre og Rosbæksvej skal lukkes for gennemkørende trafik i anlægsperioden. Ved anlægget af ledningsstrækningen i Strandvejen mellem Strandøre og Rosbæksvej, skal der endvidere påregnes lokale omlægnings af trafikken på Strandvejen.

Der skal udføres en VVM-screening af omlægningen, hvilket vurderes at ville tage 6 måneder. En tidsplan for projektering og udførelse af en ny 40 bar gas ledning, vurderer Dong til at være 2 år, heraf 6 måneder til VVM screeningen.

#### **Københavns Energi – Bygas**

Gasledning i den nordlige side af Strandvænget berøres ikke direkte af anlægget af Nordhavnsvej. Gasledning i Strandvænget sydlige side forsyner primært ejendommene Strandvænget 2-10, som nedrives i forbindelse med anlægget af Nordhavnsvej. Københavns Energi påregner at nedlægge ledningen, som ligger midt i tracéet for Nordhavnsvej. Der henvises til tegning D-A10-2401 og -2402.

#### **Afløbsledninger**

Hovedafløbsledningen i Strandvænget skal omlægges mod nord over en strækning på ca. 150 m nærmest Strandvejen. Dette arbejde skal udføres inden Nordhavnsvej-projektet påbegyndes i området og vil medføre midlertidige trafikomlægnings i Strandvænget. Af to afløbsledninger fra DSB's værkstedsområde skal den vestligste sløjfes af hensyn til rampeanlægget på Nordhavnsvej. Der skal forinden foretages omlægnings af afløbsledningerne på værkstedsområdet. Der henvises til tegning D-A10-2401 og -2402.

Afløbsledning i den østlige del af Ryvangs Allé med forbindelse til afløbsledning i Strandvejen nord for Svanemøllebroen forventes afløbsmæssigt at kunne vendes, således at den får afløb til afløbsledningen i Svanemøllevej.

#### **Vandledninger**

Vandforsyningsledningen i nordsiden af Strandvænget skal omlægges mod nord over en kortere strækning nærmest Strandvejen. Ledning som forsyner DSB's værkstedsområde skal ligeledes omlægges. Der henvises til tegning D-A10-2401 og -2402.

Vandledninger i krydset Strandvejen/Ryvangs Allé påregnes ophængt på f.eks. byggegrubespunsen under anlæg af Nordhavnsvejen under krydset.

### **Fjernvarmeledninger – Københavns Energi**

Københavns Energi Fjernvarmeforsyningen har både en hovedledning og en fordelingsledning i Strandvænget.

Hovedledningen ligger centralt i Strandvænget, krydser Strandvejen og fortsætter mod nord i Ryvangs Allé. I forbindelse med anlægget af Nordhavnsvej vil pladsforholdene i krydset ved Strandvænget være så snævre, at det foreslås, at ledningen omlægges i nyt tracé inden anlægget af Nordhavnsvej påbegyndes i området. Det foreslås, at ledningen omlægges i et tracé som fra den sydlige del af Strandvænget går øst om Café Jordan Rundt og herfra til Vesterled. Ledningen føres i Vesterled frem til Svanevænget og i Svanevænget frem til Strandvejen. Ledningen føres over Strandvejen og krydser bag om ejendommen Strandvejen 59 frem til tilslutning til det oprindelige tracé i Ryvangs Allé. Der henvises til tegning D-A10-2401 og -2402.

I forbindelse med omlægningen vil Vesterled og Svanevænget blive lukket for gennemkørende trafik i anlægsfasen. I Svanevænget skal ledningen ligge i den sydlige side af vejen, hvor en ældre fjernvarmeledning i betonkanal forinden skal fjernes. Der skal påregnes lokale trafikomlægninger af Strandvejen, Strandvænget og Strandpromenaden i forbindelse med omlægningen af fjernvarmeledningen.

Fjernvarmeforsyningen har endvidere en ledning i den vestlige side af Svanemøllebroen med forbindelse til hovedledningen i Strandvænget/Ryvangs Allé. Denne ledning skal omlægges så den forbindes til det omlagte tracé for hovedledningen. Ledningen kan ikke afbrydes i længere perioder og skal derfor føres i en midlertidig rørbro over byggegruben til Nordhavnsvej.

Fordelingsledningen i Strandvænget ligger langs parcellerne mod nord og berøres ikke direkte af Nordhavnsvejen. Forsyningen skal dog omkobles i forbindelse med omlægningen af hovedledningen.

### **Fjernvarmeledninger – CTR**

CTR's (Centralkommunernes Transmissionsselskab I/S) transmissionsledning føres fra syd via Strandvænget og Strandvejen mod nord. Ligesom Københavns Energis hovedledning foreslås CTR's ledning omlagt i nyt tracé uden om krydset Strandvænget/Strandvejen. Det foreslås, at ledningen omlægges i et tracé som fra den sydlige del af Strandvænget følger Strandpromenaden frem til Svanevænget. Ledningen føres i den østlige del af Svanevænget frem til Vesterled og i denne frem til Østerled. Via Østerled tilsluttes ledningen til den eksisterende ledning i Strandvejen. Der henvises til tegning D-A10-2401, -2403 og -2404.

I forbindelse med omlægningen vil de berørte strækninger af Svanevænget, Vesterled og Østerled blive lukket for gennemkørende trafik i anlægsfasen. På delstrækninger skal en ældre fjernvarmeledning i betonkanal forinden fjernes. Der skal påregnes lokale trafikomlægninger af Strandvejen og Strandvænget i forbindelse med omlæg-

ningen af fjernvarmeledningen. Omlægningen bør koordineres med omlægningen af Dong Energy's gasledning, således at omlægningen i Strandpromenaden udføres når denne er lukket for gennemkørende af hensyn til omlægningen af gasledningen.

#### **Elkabler**

Dong Energy har ledningstracéer i både nord- og sydsiden af Strandvænget. Det sydlige ledningstracé forsyner DSB's værkstedsområde via to transformatorer på værkstedsområdet. Ledningstracéet skal omlægges fra Svanemøllebroen over værkstedsområdet, hvor der opstilles nye transformatorer. Omlægningen skal udføres inden anlægget af Nordhavnsvej påbegyndes i området og i samarbejde med DSB. Det nordlige ledningstracé forventes ikke at blive berørt af anlægget af Nordhavnsvej. Der henvises til tegning D-A10-2401 og -2402.

#### **Telekabler**

TDC har to kabeltracéer i Strandvænget i henholdsvis det nordlige og det sydlige fortov.

Tracéet i det sydlige fortov omlægges ind på DSB's værkstedsområde, fra Svanemøllebroen til den eksisterende indkørsel til værkstedsområdet. Denne omlægning skal foregå inden anlægsstart for Nordhavnsvej og i samarbejde med DSB.

I vestsiden af Svanemøllebroen ligger et vigtigt stort kabeltracé, som forsætter mod nord via et kabelkammer placeret midt i Strandvejen umiddelbart nord for Nordhavnsvejs tracé. Kabletracéet kan ikke afbrydes og skal påregnes ført over byggegruben til Nordhavnsvej på en midlertidig bro. Der henvises til tegning D-A10-2401 og -2402.

### **5.12.7.3 Ledningsomlægninger på Svanemøllens Kaserne**

#### **Afløbsledninger**

Fra området syd for Farumbanen kryder en spidsbundet 800 mm afløbsledning under banearealet omtrent, hvor det vestlige rampeanlæg i Vejforslag A1 møder terræn. Ledningen forsætter over kaserneområdet, frem til Rosbæksvej og herfra til pumpestationen ved Scherfigsvej. Ledningen skal omlægges på en ca. 150 m lang strækning. Det vestlige rampeanlæg og dele af vejanlægget i terræn afvandes til ledningen.

#### **Fjernvarmeledninger**

Kasernens hovedforsyningsledning løber fra Ryvangs Allé over kasernebroen og syd om kasernebygningerne, hvor den over en strækning på ca. 250 m ligger i tunneltracéet. København Energi Fjernvarme har foreslået, at der opstilles en midlertidig varmeforsyning på kasernen, således at ledningen kan afbrydes midlertidigt, mens tunnelen anlægges. Ledningen retableres i oprindeligt tracé.

#### 5.12.7.4 **Ledningsomlægninger ved Helsingørmotorvej/ Lyngbyvej Gasledninger**

Der ligger gasledninger i både den østlige og den vestlige lokalvej. Afhængig af udformningen af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen skal ledningerne om-lægges. Omlægningerne vil være ukomplicerede og da ledningerne er ringforbundne vil de kunne omlægges uden forsyningsmæssige konsekvenser.

#### **Afløbsledninger**

Helsingørmotorvejen er på den aktuelle forsænkede strækning mellem Emdrupvej og Ryparken Station forsynet med afløbsledninger og vejdræn, som afvander til et underjordisk bassin ved Emdrupvejbroen, hvorfra vandet pumpes til afløbsledninger i det omkringliggende højere terræn. Afløbssystemet i Helsingørmotorvejen skal tilpasses tilslutningsanlægget til Nordhavnsvej, men det overordnede afvandingsprincip ændres ikke.

Den østlige lokalvej afvandes via Ø600 mm afløbsledning i vejen med afløb til den rørlagte Lersøgrøft. Afhængig af udformningen af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen skal ledningen omlægges. Omlægning vurderes at kunne foretages ved at sænke ledningen lokalt ved Nordhavnsvej.

I den vestlige lokalgade ligger to Ø1400 mm afløbsledninger, som afvander lokal-gaden samt oplande mod nord og vest. Ledningerne afvander til Lersøgrøften. Hvis tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen udformes som forslag I eller V, skal ledningerne påregnes omlagt mod vest.

#### **Vandleddninger**

Der ligger vandleddninger i både den østlige og den vestlige lokalvej. Afhængig af udformningen af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen skal ledningerne om-lægges. Omlægningerne vil være ukomplicerede og da ledningerne er ringforbundne vil de kunne omlægges uden forsyningsmæssige konsekvenser.

#### **Fjernvarmeledninger**

Øst for den østlige lokalvej ligger en ældre dampledning i betonkanal, som ikke læn-gere er i drift. Ledningen kan fjernes.

#### 5.12.8 **Fælleskommunal afløbsledning parallel med Nordhavnsvej**

Københavns Kommune v. Center for Park og Natur, Gladsaxe Kommune og Gentofte Kommune har ønsket at få vurderet, i hvilket omfang det ville være muligt at med-tage en ledning til søvand/overfladevand i dimension ca. Ø1000 mm i tracéet for Nordhavnsvej frem til Svanemøllebugten/Øresund.

Baggrunden for dette ønske er, at Center for Park og Natur i dag afleder en større mængde søvand fra Emdrup Sø til kloaksystemet, og da der betales afledningsbidrag for denne vandmængde, vil en alternativ afledningsmulighed direkte til Svanemølle-bugten være ønskelig. Gentofte Kommune og Gladsaxe Kommune ønsker endvidere en bedre mulighed for at aflede overfladevand direkte til Svanemøllebugten/Øresund

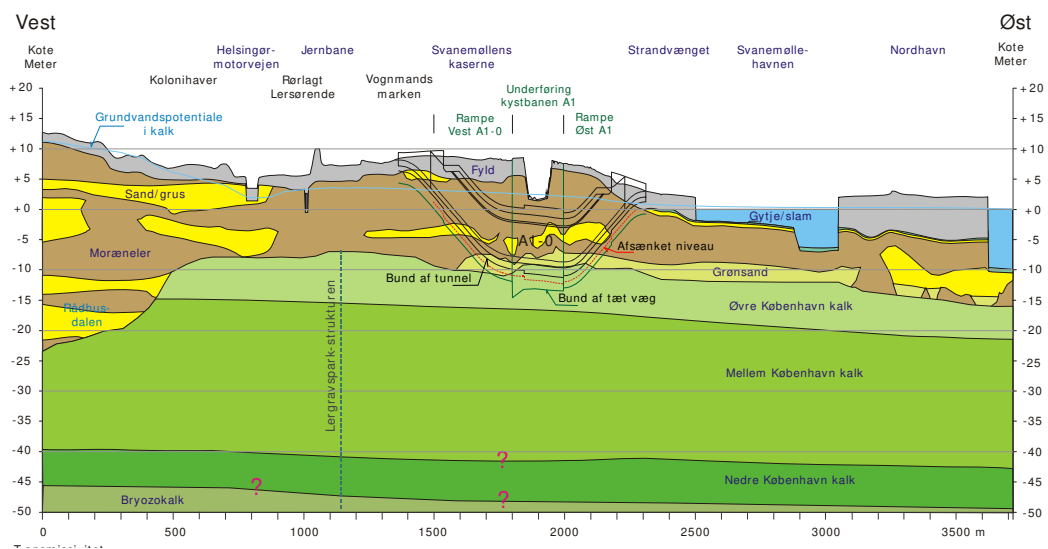
fra områderne nord for Emdrup Sø, da afløbssystemerne i disse områder er meget hårdt belastede under kraftig regn.

Muligheden for etablering af denne afløbsledning er undersøgt på et overordnet niveau og det vurderes umiddelbart, at der ikke vil være nogen betydelige fordele ved at etablere den i Nordhavnsvejs tracé fra Helsingørmotorvejen og frem til Nordbanen/Kystbanen. Derimod kan det være en fordel at etablere afløbsledningen langs med Nordhavnsvej ved dennes krydsning under Nordbanen/Kystbanen og Strandvejen, samt på strækningen i Strandvænget frem til Svanemøllebugten.

Det er aftalt med de tre kommuner, at mulighederne for at etablere ledningen undersøges mere detaljeret i forbindelse med den videre projektering af Nordhavnsvej.

### 5.12.9 Geologisk længdeprofil

Der er i Figur 5.21 vist geologisk længdeprofil i linieføringen for Vejforslag A1 baseret på en tredimensionel geologisk model opbygget på grundlag af de indhentede geotekniske boreprofiler mv.



Figur 5.21 Geologisk længdeprofil for Vejforslag A1

### 5.12.10 Midlertidig grundvandssænkning

Udgravningerne for etablering af Nordhavnsvej i Vejforslag A1 og A1-1 kommer til at ligge med bund dybt under grundvandspotentialet i kalken og bunden vil skære ned i kalken over en strækning på flere hundrede meter. Det vil være nødvendigt, at sænke grundvandet ved oppumpning for at sikre en tør og stabil udgravning. Grundvandssænkningen er nærmere beskrevet i /7/.

Der er gennemført simuleringer med en grundvandsmodel for at vurdere størrelsen af den nødvendige oppumpning, grundvandssænkningen i omgivelserne og påvirk-

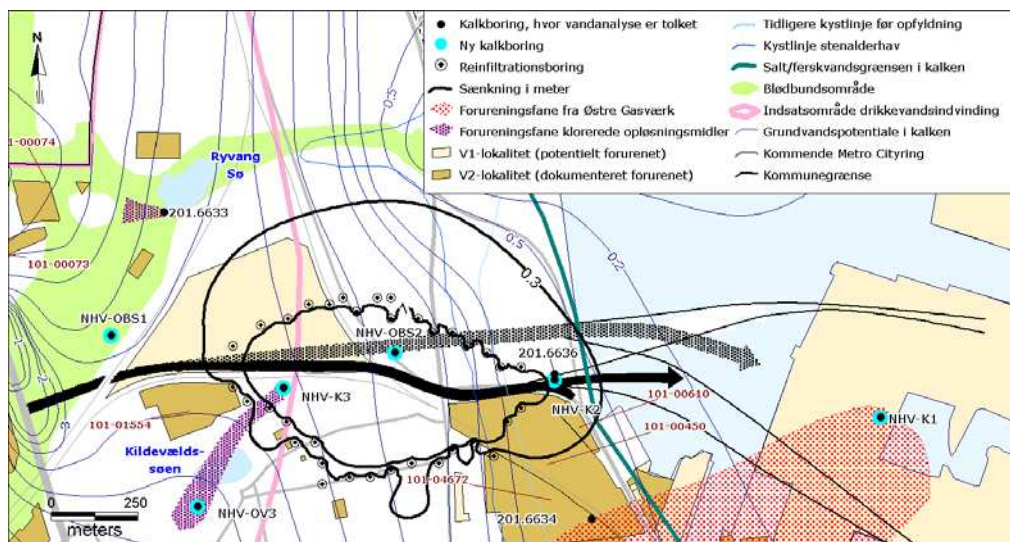


ninger af omgivelserne. Simuleringerne er både gennemført for grundvandssænkninger uden re-infiltration og for grundvandssænkning med re-infiltration.

Grundvandssænkning uden re-infiltration vurderes at medføre, at grundvandspotentialet i kalken sænkes mere end 5 m ud til omkring ½ km fra udgravningerne og mere end 1 m ud til godt 2 km fra udgravningerne. Det er således et meget stort område, der påvirkes.

Det vurderes at sænkningen i et stort område omkring Nordhavnsvejen vil kunne påvirke bygværkers fundering, vandstanden i søerne i området, forureninger i kalkmagasinet under Østre Gasværk, og øvrige forureninger med klorerede kulbrinter og olieforureninger.

Ved etablering af et grundvandssænkingsanlæg med re-infiltration kan det i alt væsentligt sikres, at miljøpåvirkninger af omgivelserne undgås. På Figur 5.22 er vist afsænkningen af grundvandspotentialet i kalken for forslag A1 med sænkingskurverne 0,3 og 1 m med et kort over grundvandsproblemstillinger som baggrund.



Figur 5.22 Maksimal sænkning af grundvandspotentialet i kalkmagasinet for Vejforslag A1-0 med re-infiltration. Sænkingskurverne 0,3 og 1 m er vist med kort over grundvandsproblemstillinger som baggrund

Afsænkningen for Vejforslag A1-1 er meget lig den viste afsænkning for Vejforslag A1.

Sænkningen med re-infiltration påvirker ikke områder, hvor det forventes at bygværker vil kunne sætte sig på grund af en afsænkning af grundvandet i de øvre jordlag. Bygningerne inden for de områder, hvor der kan ske en afsænkning, bør dog

gennemgås og om nødvendigt tilstandsregistreres; desuden kan der være behov for kontrolnivelementer.

Grundvandet sænkes kun ned under kalkoverfladen i et meget begrænset område, hvorfor afsænkningen ikke påvirker grundvandets naturlige drikkevandskvalitet af betydning. Netto fjernes kun mindre mængde af grundvandsressourcen i området i grundvandssænkingsperioden.

Sænkningen under søerne, Ryvang Sø, Kildevældssøen og Emdrup sø, er begrænset til nogle få decimeter, hvilket vurderes at være uden betydning.

I den centrale del af grundvandssækningsområdet ved boring NHV-K3, kan grundvandet i kalkmagasinet være lettere forurennet, og der kan blive stillet krav om rensning ved re-infiltration. Ved bortledning til havnen vil rensning næppe være nødvendig.

Det nordvestligste hjørne af DSB Helgo på V2-lokaliteten 101-00450 ligger inden for ringen af re-infiltrationsboringer. Områder kan være olieforurennet, hvorfor det skal sikres, at der ikke sker en spredning af olieforurening herfra.

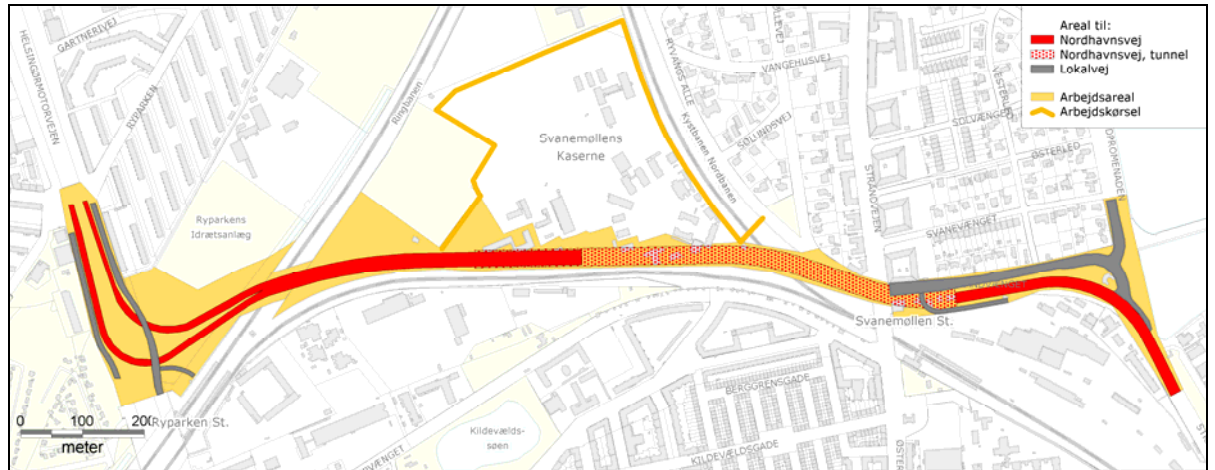
Mod vest ligger V2-lokalitet 101-00450, hvor der er konstateret en olieforurening i de øvre jordlag. Den ligger inden for ringen af infiltrationsboringer for forslag A1-1, men uden for ringen af infiltrationsboringer for Vejforslag A1-0. Antagelig vil selv en større sænkning af grundvandspotentialet i kalken under grunden ikke påvirke forureningen i væsentlig grad, men det skal dog sikres, hvis Vejforslag A1-1 vælges, at der ikke kan ske en forureningsspredning herfra.

Ved mangel på re-infiltrationsvand vil havvand kunne anvendes i re-infiltrationsboringer placeret mellem den tidligere kystline for Stenalderhavet og havet.

Overskudsvand vil skulle udledes i havnen. Ud fra analyserne af grundvandskvaliteten i boringerne udført i området og kravene ved udledning til havnen vurderes det, at udledningen efter fjernelse af okkerudfældninger og eventuelt kalkslam/suspenderet stof ikke vil være et problem.

### 5.12.11 Arbejdspladsarealer

Der er i Figur 5.23 vist et forslag til disponering af arbejdsarealerne langs vejtracéet.



Figur 5.23 Forslag til disponering af arbejdsarealer langs tunneltracéet.

### 5.12.12 Overordnet tidsplan

Anlægsarbejdet foreslås opdelt i følgende etaper:

#### Etape 1. 2010 – 2011

- Etablering af arbejdsplads ved Ryparken og Ryvangs Allé.
- Underføring under Ringbanen ved Ryparken

#### Etape 2. 2011 – 2012

- Underføring under Nordbanen og Kystbanen
- Tunnel under Svanemøllens Kaserne fra vestligt rampeanlæg til Nordbanen
- Tunnel under Strandvænget fra Strandvejen til østlige rampeanlæg

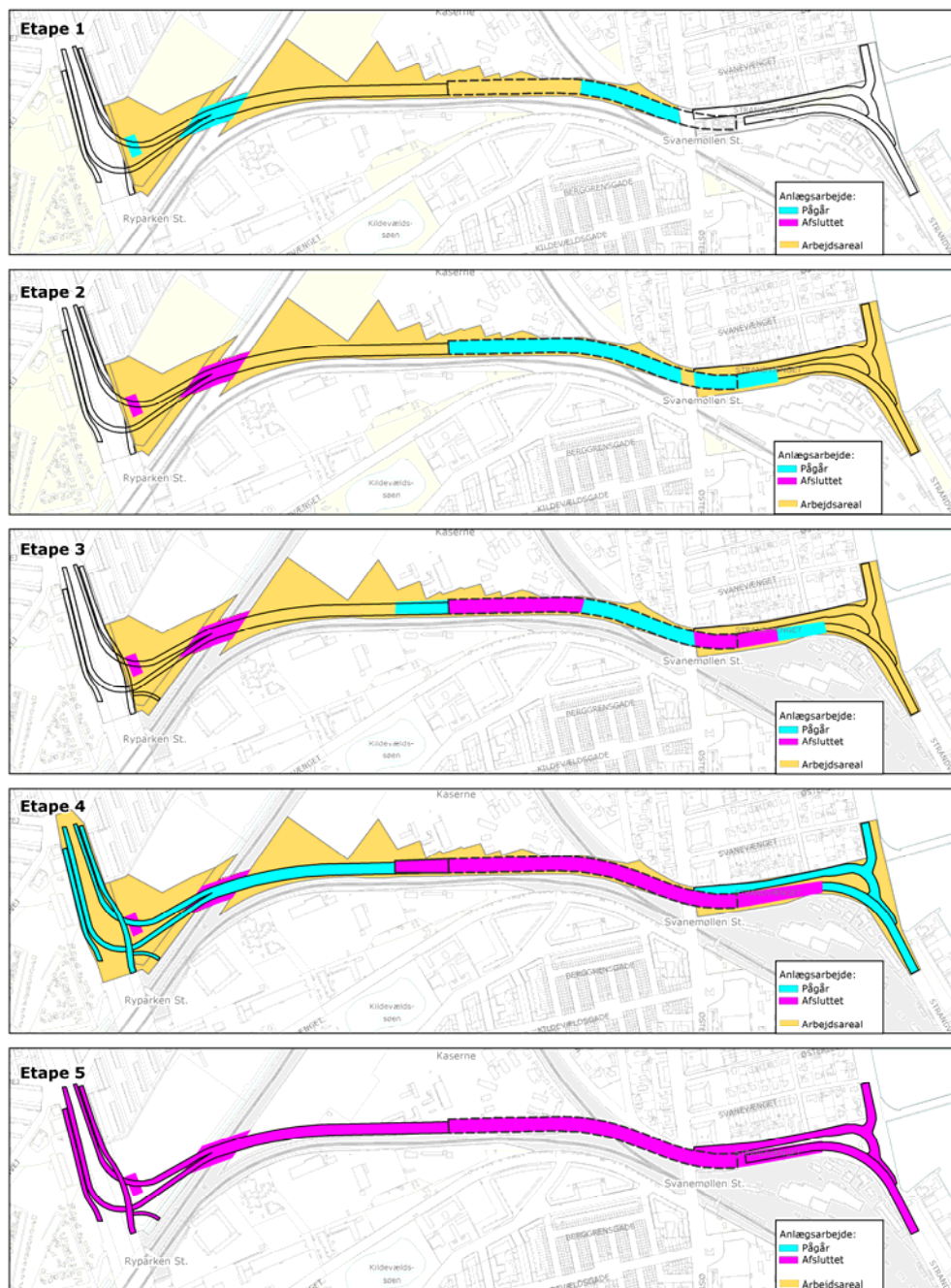
#### Etape 3. 2013 – 2014

- Underføring under Nordbanen og Kystbanen
- Tunnelkrydsning ved Strandvejen
- Vestlig og østlig rampeanlæg og portalbygning

#### Etape 4 og 5. 2014 – 2015

- Vejttilslutning til Helsingørmotorvejen
- Vejstrækning, Helsingørmotorvejen til vestlige rampeanlæg
- Vejforbindelse til det østlige rampeanlæg til tunnel
- Strandvænget og kryds ved Strandvænget / Strandpromenaden og Strandvænget/Nordhavnsvej
- Vejbelægning og M + E anlæg i tunnel og på Strandvænget
- Afsluttende arbejder herunder belysning, støjskærme, beplantning mv.

Etaperne er illustreret på planen i Figur 5.24.



Figur 5.24 Etapeplan for Vejforslag A1

## 6. Vejforslag A2

### 6.1 Linieføring og længdeprofil

Vejforslag A2 er en videreførelse af Nordhavnsvej fra Vejforslag A1 i Strandvænget på tværs af Svanemøllebugten til Nordhavn. I Vejforslag A2 bevares til- og frakørselsmuligheden i Strandvænget.

Tilslutningspunktet i Nordhavn vil afhænge af den fremtidige infrastruktur i Nordhavnsområdet. Der er i 2008 udskrevet en idékonkurrence for Nordhavnsområdet. Konkurrencen omfatter bl.a. en strukturplan for hele området, i hvilken tilslutningspunktet for Nordhavnsvej skal være tilrettelagt, samt en egentlig bebyggelsesplan for den indre del af Nordhavn.

Der antages indtil videre et tilslutningspunkt beliggende mellem Stubbeløbsgade og Baltikavej svarende til det i idékonkurrencen udpegede område, jf. også Figur 6.1. Da Vejforslag A2 påregnes etableret i forbindelse med, at byudviklingen i Nordhavn når ud til tilslutningspunktet, vil vejforslaget blive tilsluttet et vejnet, som kan være væsentligt forskelligt fra det eksisterende vejnet.



Figur 6.1 Forslag til linieføring for Vejforslag A2. Vejstrækning i tunnel er stipt, vejstrækning i terræn er fuldt optrukket. Tynde linier angiver område for mulige linieføringer.

Der er nærmere undersøgt en løsning med linieføring som vist i Figur 6.1, hvor Nordhavnsvej forlænges i en tunnel fra den allerede etablerede tunnelstækning i Vejforslag A1 under Svanemøllebugten til Nordhavn. Der henvises også til tegning D-A20-4000 for plangeometri og længdeprofil. Med det valgte tilslutningspunkt i Nordhavn bliver vejlængden af Vejforslag A1 og A2 tilsammen 2775 m regnet fra Helsingørsmotorvejen til tilslutningspunktet i Nordhavn. Heraf udgør Vejforslag A2 ca. 1350

m, hvoraf ca. 1200 m er tunnel og ca. 150 m er rampeanlæg i Nordhavn. Vejtværsnittet er som for Vejforslag A1.

Tunneltværsnittet for strækningerne ved Strandvænget og i Nordhavn kan ses på tegning D-A20-5010. Selve vejtværsnittet er som for Vejforslag A1, men tunneltværsnittet er her vist med kanaler til brandventilation for det tilfælde, at brandventilation på anlægstidspunktet er blevet et regelkrav.

I forbindelse med anlægget af Vejforslag A2 skal hele rampeanlægget i Strandvænget, som er etableret under Vejforslag A1, fjernes og tunnelen bygges videre mod Nordhavn fra tunnelmundingen.

Tunnelen skal passere under Kalkbrænderiløbet, som har en vanddybde på mindst 7 m. Det er antaget, at vanddybden i Kalkbrænderiløbet skal opretholdes af hensyn til besejlingen af Svanemølleværket. Den store vanddybde medfører, at tunnelen under Kalkbrænderihavnsløbet skal udføres som en sænketunnel på en ca. 320 m lang strækning. I de mere lavvandede dele af Svanemøllebugten og på land udføres tunnelen som en Cut & Cover tunnel. Tværsnit i tunnelen under Svanemøllebugten kan ses på tegning D-A20-5010.

Den dybe passage under Kalkbrænderiløbet trækker tunnelmundingen i Nordhavn mod øst til en placering ca. 270 m fra kajen langs Kalkbrænderiløbet. Hvis sejldybden i Kalkbrænderihavnsløbet kan reduceres vil tunnelmundingen kunne flyttes nærmere kajen.

Ved rampeanlægget i Nordhavn etableres servicebygning til bl.a. transformatorer og andre installationer til betjening af tunnelen.

### **Varianter af Vejforslag A2**

Der er også undersøgt en variant af Vejforslag A2, hvor tilslutningspunktet i Nordhavn er forskudt mod syd til Containervej umiddelbart syd for Skudehavnen. Tunnel længden reduceres herved med ca. 100 m.

Der er endvidere overordnet undersøgt en løsning, hvor Vejforslag A1 videreføres til Nordhavn på dæmning og bro. Vejforslag A1 forudsættes forlænget i tunnel til kysten ved Strandvænget, hvorfra der etableres en dæmning over den lavvandede del af Svanemøllehavnen frem til Kalkbrænderiløbet. Vejen føres over Kalkbrænderiløbet på en bro til Nordhavn. Da vejen i tunnelen frem til kysten ligger ca. 10 m under havoverfladen, vil vejen på det meste af dæmningsstrækningen ligge i en rampe forsænket i dæmningen og først nå op til dæmningsens overside umiddelbart inden vejen føres op på broen over Kalkbrænderiløbet. Der etableres fortov og cykelstier på dæmningen og broen.

Broen etableres som en lav bro med en gennemsejlings højde på ca. 5,5 m svarende til, at de nuværende havnebusser kan passere under broen. Havneaktiviteterne på Nordhavns siden af Kalkbrænderiløbet forudsættes at være ophørt og leverance af

dieselolie til Svanemølleværket tænkes udført via pipeline fra kajplads nord for broen.

For at mindske indgrebet i Svanemøllehaven lægges linieføringen for dæmning og bro mod syd til landing i Nordhavn omtrent ud for Containervej. Nord for Svane-knoppen etableres en udvidelse af Svanemøllehavnen for de sejlbåde i Svanemøllebugten og Kalkbrænderihavnen, som broen ellers ville lukke inde.

## 6.2 Tilslutningsanlæg ved Strandvænget

Ved anlægget af Vejforslag A2 ændres det i afsnit 5.9 beskrevne tilslutningsanlæg til det på tegning D-A20-4001 viste anlæg.

Der foreslås etableret en tilkørsel til tunnelen fra Strandvænget i retning mod Helsingørsmotorvejen og en tilsvarende frakørsel fra tunnelen til Strandvænget. Der etableres ikke til- og afkørsler med retning mod Nordhavn, da disse vurderes at have minimal trafikal betydning. Etableringen af afkørslerne vil endvidere kræve betydelige ekspropriationer af parcellerne nord for Strandvænget og af DSB's værkstedsområde.

Vejanlægget i terræn ændres i princippet svarende til det nuværende vejanlæg, hvor der fra syd er afkørsel fra Strandvænget mod Strandpromenaden, mens det fra vest ikke er muligt at foretage venstresving fra Strandvænget til Strandpromenaden.

Afkørslen fra tunnelen føres sammen med det sydgående spor i Strandvængets vestlige del, således at Strandvænget bliver firesporet efter sammenføringen. Tilkørslen til tunnelen sker via et signalreguleret kryds med dobbelte venstresvingsbaner på Strandpromenaden.

Cykel- og gangtrafik foreslås ledt uden om til- og afkørslerne af hensyn til trafiksikkerheden og for at øge kapaciteten i tilslutningsanlægget. For at mindske indgrebet i DSB's værkstedsanlæg føres den sydlige cykel- og gangtrafik på en stibro over afkørselsrampen fra tunnelen.

## 6.3 Tilslutningsanlæg i Nordhavn

Den i 2008 udskrevne idékonkurrence for Nordhavnsområdet omfatter en strukturplan, i hvilken tilslutningspunktet for Nordhavnsvej skal være tilrettelagt, samt en egentlig bebyggelsesplan for den indre del af Nordhavn. Den detaljerede udformning af tilslutningsanlægget i Nordhavn vil således helt afhænge af den fremtidige byudvikling, som muligvis først fastlægges få år før Vejforslag A2 skal realiseres. Da Nordhavnsvej forløber omtrent øst/vest, mens hovedfærdselsåren på halvøen Nordhavn vurderes at komme til at forløbe omtrent nord/syd vil tilslutningsanlægget formentlig kunne udformes som et signalreguleret T-kryds.

Såfremt Vejforslag A2 på etableringstidspunktet udføres som en del af en østlig ringvej, vil tilslutningsanlægget kunne udformes som et ruderaanlæg med Nordhavnsvej som den underførte vej.

#### 6.4 **Rampeanlæg og servicebygninger**

Rampeanlægget i Nordhavn udformes med geometri som det vestlige rampeanlæg i Vejforslag A1 jf. afsnit 5.10.2 samt tegning D-A10-5020 og D-A10-5021.

Til- og afkørselsramperne i Strandvænget udformes som vist på tegning D-A20-4000, D-A20-4001 og tegning D-A20-5015.

Der etableres servicebygning til bl.a. transformatorer og andre installationer til betjening af tunnelen ved rampeanlægget i Nordhavn. Bygningen foreslås etableret over tunnelen tæt på tunnelmundingen og med fundamentsbjælker, der hviler af på tunnelvæggene.

Servicebygningen etableret i Vejforslag A1 i Strandvænget skal bevares i anlægsperioden for Vejforslag A2. Det skal ved projekteringen af Vejforslag A2 overvejes om servicebygningen i Strandvænget skal bevares permanent eller om alle funktioner med fordel kan flyttes til servicebygningen i Nordhavn.

Såfremt der på anlægstidspunktet stilles krav om, at tunnelen i Vejforslag A2 skal udføres med brandventilation skal det påregnes, at tunneldelen fra Vejforslag A1 og A2 adskilles med hensyn til ventilation i en brandsituation. Dette vil f.eks. kunne gøres ved at benytte til- og afkørselsramperne som afkast for røgen eller ved at etablere et egentligt bygværk til røgafkast over tunnelen i Strandvænget.

Rampeanlæg og servicebygninger skal underkastes en arkitektonisk bearbejdning i en senere projektfase.

#### 6.5 **Pumpesumpe**

Rampepumpesump ved rampen i Nordhavn udformes som rampepumpesumpen ved den vestlige rampe i Vejforslag A1 jf. afsnit 5.11 og tegning D-A10-5022.

Ved til- og afkørselsramperne i Strandvænget udføres der rampepumpesumpe med et bassinvolumen på ca. 25 m<sup>3</sup> til hver rampe. Rampepumpesumpene er ikke vist på tegningerne.

I tunnelens dybdepunkt under Kalkbrænderiløbet etableres en dybdepumpesump med et bassinvolumen på ca. 50 m<sup>3</sup> til hvert tunnelrør. Da pumpesumpen skal etableres inden for sænketunneltværsnittet udformes bassin og pumpesump som flade bassiner under kørebanen, idet ballastbetonen udelades og tykkelsen af tunnelbundpladen reduceres lokalt. Pumpearrangementerne placeres ligeledes under kørebaneliveau med adgang fra dæksler i fortovene.

#### 6.6 **Anlægsarbejdet**

##### 6.6.1 **Generelt**

Vejforslag A2 består anlægsmæssigt af flere sektioner:

1. Cut & cover tunnel i Strandvænget med forbindelse til tunnelen fra Vejforslag A1.



2. Cut & cover tunnel under Svanemøllehavnen.
3. Sænketunnel under Kalkbrænderiløbet.
4. Cut & cover tunnel samt rampeanlæg i Nordhavn.

#### **6.6.2 Cut & Cover tunnel i Strandvænget**

I forbindelse med anlægget af Vejforslag A2 skal hele rampeanlægget i Strandvænget, som er etableret under Vejforslag A1, fjernes og tunnelen bygges videre mod Nordhavn fra tunnelmundingen.

Sammenbygningen skal ske således, at trafikken på Nordhavnsvej opretholdes, eventuelt med nedsat hastighed.

Først etableres tunnelstrækningen i området ved kysten, således at Strandpromenaden er genåbnet, inden den vestlige del af Strandvænget spærres af anlægsarbejderne. Dernæst etableres til- og afkørselsramperne i Vejforslag A2, således at trafikken på Nordhavnsvej kan omlægges til disse, når hovedrampen fjernes for at give plads til tunnelforlængelsen til Nordhavn. Der vil i til- og afkørselsramperne være plads til to kørespor og to kantbaner á 0,5 m i hastighedsklasse middel eller to kørespor og to nødfortove á 1,0 m i hastighedsklasse lav. Ved etableringen af til- og afkørselsramperne skal nødsporet i hovedrampen inddraget til arbejdsareal og hovedrampens vægge skal fjernes.

Det skønnes, at den etapevise etablering af tunnelen i Strandvænget vil gøre det fordelagtigt og fleksibelt at benytte byggegrubeindfatning af spunsvægge. I området nærmest kysten ligger tunnelen så dybt, at der skal anvendes indfatningsvægge af nedborede stålrør eller sekantpælevægge.

#### **6.6.3 Cut & Cover tunnel under Svanemøllehavnen**

Der kan i princippet anvendes sænketunnelelementer ved krydsningen af den forholdsvis lavvandede lystbådehavn, men det vurderes her at være økonomisk fordelagtigt at etablere en midlertidig byggegrube i havnen og udføre tunnelen som en Cut & Cover tunnel. Løsningen har endvidere den fordel, at byggegruben kan anvendes som tørdok til bygning af sænketunnelelementerne til krydsningen under Kalkbrænderiløbet.

Byggegruben udføres som en midlertidig boks af stålrør med stor diameter, der borer ned i kalken til nødvendig dybde, ca. 2-4 meter under kalkoverflade. Stålrørene er låst sammen med låsejern som spunsprofilerne i sædvanlige spunsvægge. Langs siderne af boksen etableres en arbejdsplatform, hvorfra arbejdet med støbningen af tunnelen kan foregå, jf. også tegning D-A20-2630 og D-A20-2631.

Ca. 30 m fra kysten ved Strandvænget krydser en ø100 cm kloaktrykledning fra Gentofte Kommune tunneltracéet i kote ca. -5.1 m. Ledningen, som fører Gentofte

Kommunes spildevand til Renseanlæg Lynetten, vil kun kortvarigt kunne afbrydes, hvorfor ledningen skal ophænges over tunnelen i anlægsfasen.

#### **6.6.4 Sænketunnel under Kalkbrænderiløbet**

##### **Generelt**

Det er i denne beskrivelse antaget, at krydsningen under Kalkbrænderiløbet skal udføres som en sænketunnel. Hvis det, når Vejforslag A2 skal realiseres, kan accepteres, at vanddybden i Kalkbrænderiløbet reduceres til 2-3 m vurderes det, at tunnelen med fordel kan udføres som en Cut & Cover tunnel på hele strækningen mellem Strandvænget og Nordhavn.

Sænketunnelen er sammensat af et antal tunnelelementer, der kan flyde og transporteres fra byggeområdet til tunneltracéet, hvor elementerne, ét for ét, sænkes på plads i en forud gravet rende og til sidst danner den endelige tunnelstrækning. Opdriften på en sænketunnel er enorm, og det er nødvendigt at ballastere tunnelelementerne for både at kunne sænke dem og for at sikre, at de bliver på bunden.

Princip for udførelsen af sænketunnelen under Kalkbrænderiløbet er vist på tegning D-A20-2630 og -2631.

Længden af sænketunneldelen bestemmes her ud fra vanddybden alene. Hvis det antages, at Cut & Cover tunnellen kan bygges med rimelige omkostninger ned til en dybde af ca. 15 meter under terræn fås en sænketunnel med en længde på ca. 320 meter, som splittes op i to elementer af 160 meter.

##### **Bygning af sænketunnelelementerne**

Det ville være omkostnings- og tidsmæssigt fordelagtigt, hvis tunnelelementerne kunne bygges i en allerede eksisterende tørdok, f.eks. tørdokken i Nordhavn, som blev anvendt ved bygningen af tunnelelementerne til Øresundsforbindelsen. Eksempel på bygning af tunnelelementer i en sådan tørdok er vist i Figur 6.2.

Det kan imidlertid ikke påregnes, at dokken i Nordhavn vil være til rådighed på tidspunktet for etableringen af Vejforslag A2, hvorfor tunnelelementerne forudsættes at blive bygget i tunnellinien.



Figur 6.2 Preveza-Aktio tunnel i Grækenland – Bygning af tunnelelementer i separat dok

Tunnelelementer vil kunne bygges i en tørdok i området for Cut & Cover tunnelen og rampeanlægget i Nordhavn. Tørdokken vil kunne rumme ét element med en længde på ca. 120 m. Placeringen i Nordhavns har den fordel, at der kan etableres en stor arbejdsplads i umiddelbar nærhed af tørdokken og at materialerne til byggeriet vil kunne sejles til den nærliggende Færgehavn Nord. Løsningen har den ulempe, at der kun kan bygges et tunnelelement ad gangen og at den tid der medgår til at udruste elementet til sejlads, fylde dokken med vand, sejle elementet ud, samt lukke og tør-lægge dokken igen, ikke kan anvendes til støbning af næste element.

Det foreslås derfor, at tunnelelementerne bygges i området for Cut & Cover tunnelen i Svanemøllehavnen, da elementerne her kan bygges på samme tid inden for den samme tørdok. Transport af materialer til og fra byggepladsen kan foregå på pram eller via flydebro fra Nordhavn eller via vejnettet. Eksempel på bygning af tunnel-elementer i tunnellen kan ses i Figur 6.3.



Figur 6.3 Limerick tunnel Irland – Bygning af tunnelelementer i fremtidig rampeområde

#### **Udgravning af rende i havbunden til tunnelelementer**

På sænketunnelstrækningen mellem tørdokken og Cut & Cover strækningen i Nordhavn skal der udgraves en rende, hvori sænketunnelelementerne skal placeres.

Sedimenterne på havbunden må antages at være forurenede og skal håndteres efter de på udgravningstidspunktet gældende miljøregler. Det skal påregnes, at sedimenterne skal fjernes ved udgravning eller sugning inden for sedimentgardiner udsædnt mellem tørdokken og kajkanten på Nordhavn, således at spredningen af sedimenterne reduceres til et minimum. Afhængig af forureningsgraden kan sedimenterne deponeres sammen med opmudrede sedimenter fra andre dele af havnen eller fragtes til rensning efter bundfældning i et dertil etableret bassin.

Udgravningen i de glaciale aflejringer og kalken udføres ligeledes inden for sedimentgardiner. Det udgravede materiale vil kunne anvendes ved udvidelse af Nordhavn.

#### **Transport og placering af tunnelelementer**

Efter at sænketunnelelementerne er blevet udstyret med ballasttanke inde i elementerne og lukket med skot i hver ende, er elementerne klar til at blive bugseret til deres endelige placering i den udgravede rende. Forinden er der etableret midlertidige fundamenter til tunnelelementerne i renden.

Eksempel på udflydning af et tunnelelement med flydende platforme til sænkning af tunnelelementet kan ses i Figur 6.4. Ved Kalkbrænderiløbet vil de to sænketunnel-

elementer ruge ind i byggegruberne for Cut & Cover tunnelen i henholdsvis Svane-møllehavnen og Nordhavn. Der vil derfor kun være behov for en flydende platform til sænkning af elementet, da sænkningen af den mod land vendende ende vil kunne styres af spil anbragt på en kraftig tværbjælke på tværs af byggegruberne.



Figur 6.4 Preveza-Aktio tunnel Grækenland – Udflåding af tunnelement

Tunnelementet sænkes ned på de midlertidige fundamenter, hvor på der monteret hydraulisk donkrafte, der kan regulere elementets vertikale position. Cut & Cover tunnelen i Nordhavn er i lighed med tunnelementerne forsynet med et skot mod Kalkbrænderiløbet. Det første sænketunnelementet trækkes an mod Cut & Cover tunnelen ved hjælp af spil anbragt på land,ammeret mellem skot i elementet og Cut & Cover tunnel tømmes for vand og elementet er nu i sin endelige position. Proceduren gentages for det andet tunnelement som trækkes an mod vestenden af der første element inden skotkammeret tømmes for vand.

Straks efter, at elementet er bragt i endelig position, foretages der en balanceret delvis tilbagefyldning langs siderne af elementet for at låse elementet i denne position.

Efter at elementerne er låst etableres den endelige fundering af tunnelen ved at pumpe sand ind under tunnelen via rør indstøbt i bundpladen. Når hulrummet under tunnelen er udfyldt kan de hydrauliske donkrafte slækkes, hvorefter den endelige tilfyldning langs og over tunnelen kan udføres.

### 6.6.5 Cut & cover tunnel samt rampeanlæg i Nordhavn.

I Nordhavn etableres en byggegrube for Cut & Cover tunnelen med indfatningsvægge udført med nedborede stålrør eller med sekantpælevægge. Hele rampeanlægget påregnes udført med byggegrubeindfatning af spunsvægge som rampeanlægget på Svanemøllens Kaserne.

### 6.6.6 Ledningsomlægninger

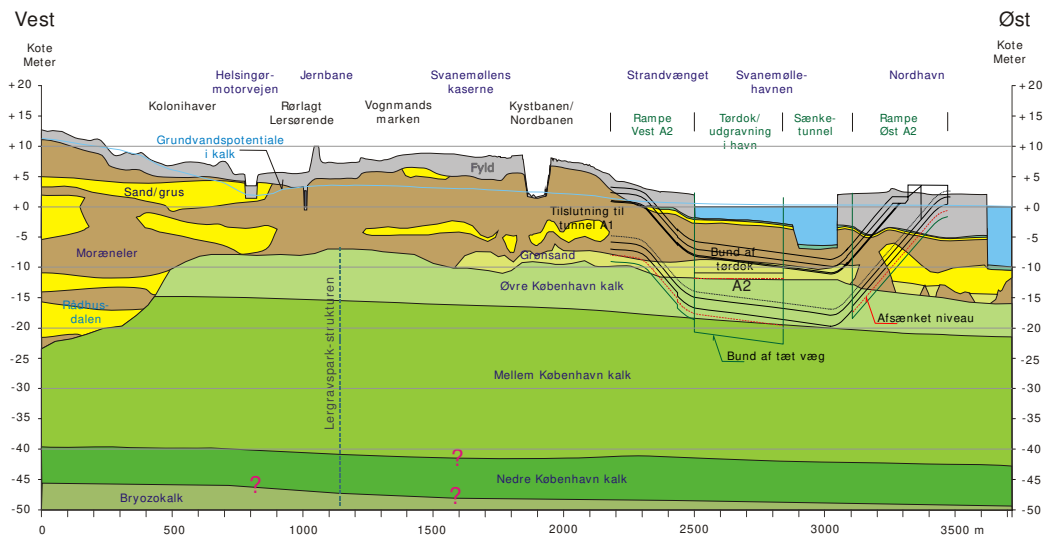
Der er i forslagene til ledningsomlægningerne for Vejforslag A1, jf. afsnit 5.12.7.2, taget hensyn til den senere videreførelse af vejen til Nordhavn under Svanemøllebugten.

I Vejforslag A1 er Dong Energy's 40 bar gasledning, CTR transmissionsledning og KE Fjernvarmes hovedledning i Strandvænget omlagt til Strandpromenaden, således at tunnel i Vejforslag A2 krydser under disse ledninger. Ledningerne skal i anlægsfasen ophænges i midlertidige broer på tværs af byggegruben for tunnelen. Tilsvarende ophæng skal ske for kloakledningen fra pumpestationen ved Scherfigsvej til pumpestationen i Strandvænget, samt for mindre fordelingsledninger i Strandpromenaden.

I Nordhavnsområdet skal fordelingsledninger i Færgehavnsvej påregnes omlagt øst om tunnelrampeanlægget.

### 6.6.7 Geologisk længdeprofil

Der er i Figur 6.5 vist geologisk længdeprofil i linieføringen for Vejforslag A2 baseret på en tredimensionel geologisk model opbygget på grundlag af de indhentede geotekniske boreprofiler mv.



Figur 6.5 Geologisk længdeprofil for Vejforslag A2

### 6.6.8 Midlertidig grundvandssænkning

Udgravningerne til forlængelsen af Nordhavnsvej fra Strandvænget til Nordhavn i Vejforslag A2 skærer dybt ned i kalken over adskillige hundrede meter. Udgravningerne har bund op til 20 m under grundvandspotentialet i kalkmagasinet og tørholdelse og sikring af udgravningernes stabilitet vil kræve gennemførelse af omfattende grundvandsænkninger. Grundvandssænkningen er nærmere beskrevet i /8/.

Anlægsstrækningen kan naturligt deles op i fire delområder, der til brug for beskrivelsen af grundvandsækningsprojektet er givet betegnelserne: Rampe Vest, Tørdok, Sænketunnel og Rampe øst, jf. Figur 6.5.

På sænketunnelstrækningen skal grundvandet ikke sænkes.

Der er gennemført simuleringer med en grundvandsmodel for at vurdere størrelsen af den nødvendige oppumpning, grundvandssænkningen i omgivelserne og påvirkninger af omgivelserne. Simuleringerne er både gennemført for grundvandssænkninger uden re-infiltration og for grundvandssænkning med re-infiltration.

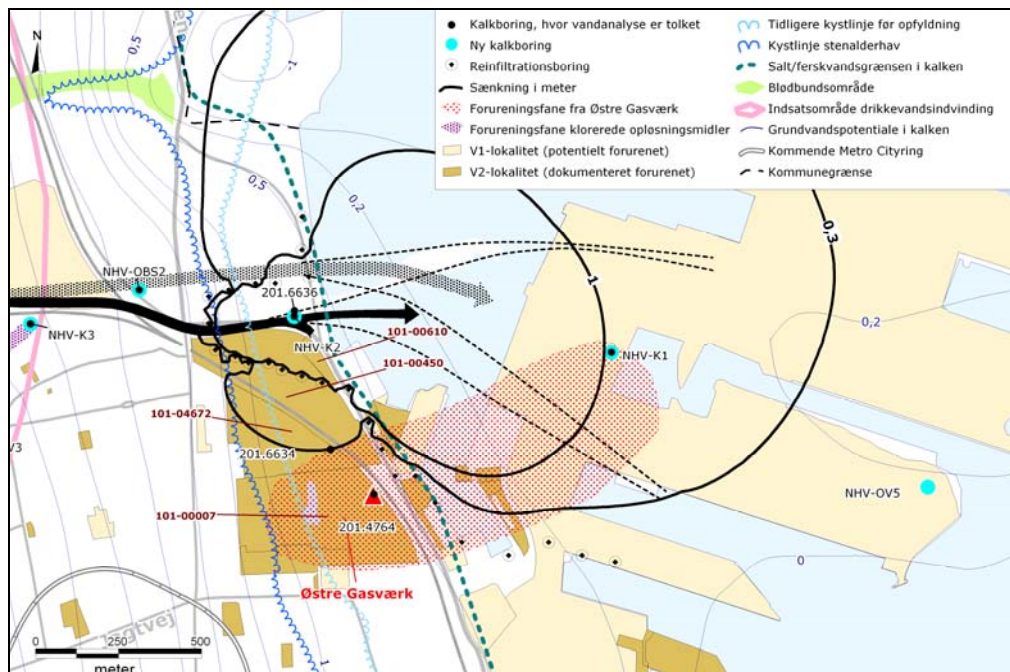
Tidsplanen for anlægsarbejderne indebærer, at det er nødvendigt at se på grundvandsænkningerne og påvirkningerne for to faser:

1. Sænkning for udgravning til Rampe Øst og for udgravning til tunnelelementer i tørdok
2. Sænkning for udgravning til Rampe Vest og for udgravning til fuld dybde i tørdok.

Grundvandssænkning uden re-infiltration medfører en relativt stor afsænkning af grundvandspotentialet i et stort område, og sænkningen vurderes at medføre risiko for påvirkning af bygværkers fundering, vandstanden i områdets søer, forureninger i kalkmagasinet under Østre Gasværk, og olieforureningerne i de øvre jordlag i området nord for Østre Gasværk.

Ved etablering af et grundvandssækningsanlæg med re-infiltration kan det i alt væsentligt sikres, at miljøpåvirkninger af omgivelserne undgås.

På Figur 6.6 er til illustration af dette vist afsænkning af grundvandspotentialet i kalken for fase 2 med sænkningsskurverne 0,3 og 1 m med kort over grundvandsproblemstillinger som baggrund.



Figur 6.6 Maksimal sænkning af grundvandspotentialet i kalkmagasinet for fase 2 med re-infiltration. Sænkingskurverne 0,3 og 1 m er vist med kort over grundvandsproblemstillinger som baggrund

Sænkningen med re-infiltration påvirker ikke områder, hvor det forventes at bvgværker vil kunne sætte sig på grund af en afsænkning af grundvandet i de øvre jordlag. Bygningerne inden for de områder, hvor der kan ske en afsænkning, bør dog gennemgås og om nødvendigt tilstandsregistreres; desuden kan der være behov for kontrolnivelementer.

Den nordlige del af DSB Helgoland på V2-lokaliteten 101-00450 og hele V2-lokaliteten 101-00610 ligger inden for ringen af re-infiltrationsboringer. Området er olieforurenet i de øvre jordlag, hvorfor det skal sikres, at der ikke sker en spredning af olieforurening herfra til det primære magasin i forbindelse med de store sænkninger der etableres i kalken under området.

Forureningen i kalkmagasinet under Østre Gasværk vurderes at have spredt sig mod nordøst, ud under det område, hvor Rampe Øst etableres. Under grundvandsænkningen kan både det oppumpede vand fra sænkningen for udgravningen for Rampe Øst og for tørdokken være påvirket af denne forurening. Grundvandssænkningerne vil primært fungere som afværge af en eventuel forureningen ved at fjerne den ved oppumpning.

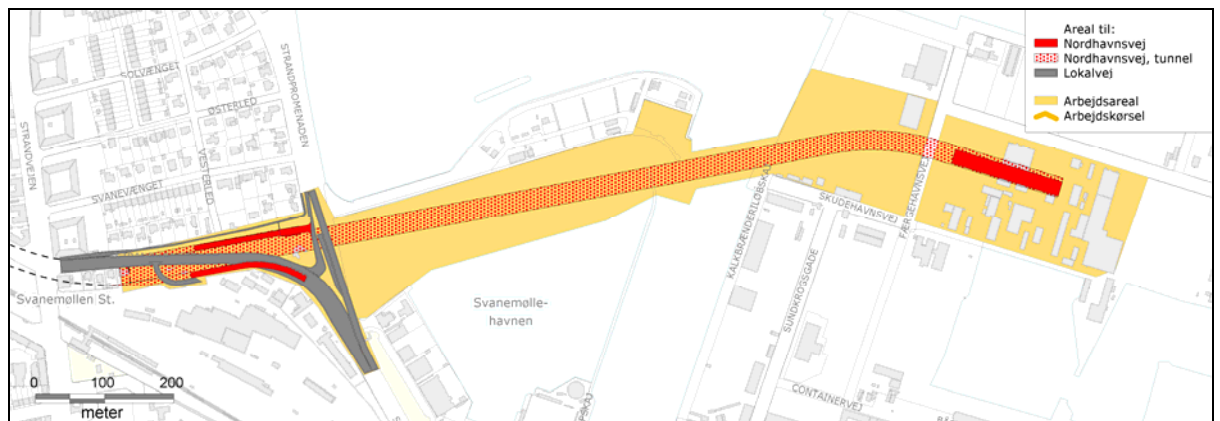
Det skal undersøges om det oppumpede grundvand skal behandles for denne forurening inden udledning. Bortset fra dette vurderes det ud fra analyserne af grundvandskvaliteten i borerne udført i området og kravene ved udledning til havnen,



at udledningen efter fjernelse af okkerudfældninger og eventuelt kalkslam/suspenderet stof ikke vil være et problem.

### 6.6.9 Arbejdspladsarealer

Der er i Figur 6.7 vist et forslag til disponering af arbejdsarealerne langs vejtracéet.



Figur 6.7 Forslag til disponering af arbejdsarealer langs tunneltracéet.

### 6.6.10 Overordnet tidsplan

Anlægsarbejdet foreslås opdelt i følgende etaper med tidsangivelse relativ til anlægsarbejdets start:

#### Etape 1. År 1

- Etablering af arbejdsplads i Nordhavn og ved Strandvænget.
- Midlertidig flytning af delområder af Svanemøllehavnen
- Cut & Cover tunnel i Nordhavn

#### Etape 2. År 2

- Bygning af sænketunnelelementer
- Rampeanlæg i Nordhavn
- Cut & Cover tunnel Strandvænget.

#### Etape 3. År 3

- Udflådning af sænketunnelelementer
- Cut & Cover tunnel i Svanemøllehavnen.
- Cut & Cover tunnel i Strandvænget.

#### Etape 4. År 4

- Afsluttende arbejder
- Retablering af Svanemøllehavnen.

Etaperne er illustreret på planen i Figur 6.8



Figur 6.8 Etapeplan for Vejforslag A2.

## 7. Vejforslag B

### 7.1 Linieføring, længdeprofil og tværsnit

Vejforslag B fører trafikken fra Helsingørmotorvejen direkte til Nordhavn. Tilslutningspunktet i Nordhavn vil afhænge af den fremtidige infrastruktur i Nordhavnsområdet. Som omtalt i beskrivelsen af Vejforslag A2 i afsnit 6.1 er der i 2008 udskrevet en idékonkurrence for Nordhavnsområdet. Der antages indtil videre et tilslutningspunkt beliggende i området mellem Stubbøløbsgade og Baltikavej svarende til det i idékonkurrencen udpegede område, jf. også Figur 7.1.

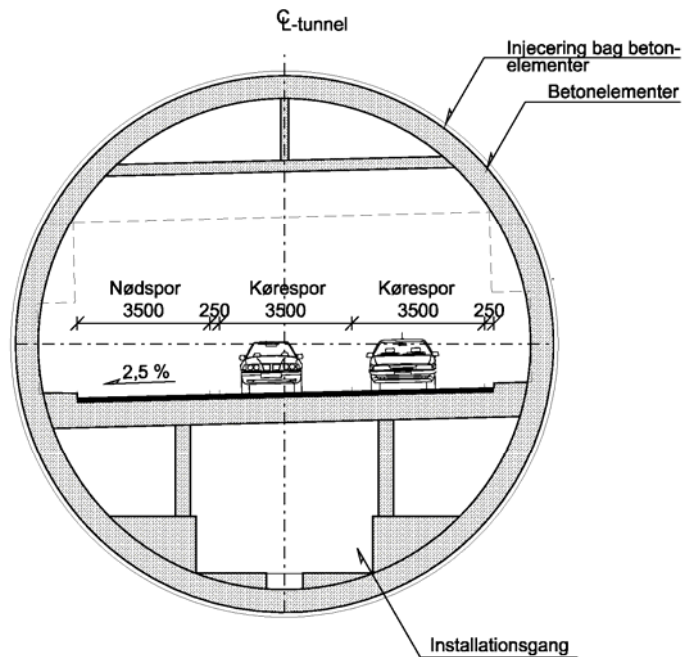


Figur 7.1 Forslag til linieføring for Vejforslag B. Vejstrækning i tunnel er stiplet, vejstrækning i terræn er fuldt optrukket. Tynde linier angiver område for mulige linieføringer.

Der er nærmere undersøgt en mulig løsning med tilslutningspunkt mellem Skudehavnen og Baltikavej som vist med plan og længdeprofil på tegning D-B00-4000.

Vejforslagets længde er ca. 2850 m regnet fra Helsingørmotorvejen til tilslutningspunktet i Nordhavn. Af denne længde udgør tunneldelen i den korte variant ca. 2170 m, hvoraf ca. 1740 m udføres som en boret tunnel, mens de resterende ca. 430 m udføres som Cut & Cover tunnel.

Tværsnit af vejen på den borede tunnelstrækning kan ses på Figur 7.2 og tegning D-B00-5010, mens typisk tværsnit på Cut & Cover strækningen kan ses af tegning D-A10-5010.



Figur 7.2 Tværsnit i den borede tunnel

Den indre diameter af den borede tunnel er valgt til 13,0 m. Dette medfører, at bredden af nødfortovene er let reduceret ved fortovsniveau og ved toppen af det 2,5 m høje fritrumsprofil, i forhold til den forudsatte 1,0 m i normalt tværsnittet. Tunnelbeklædningen af betonelementer har en tykkelse på 0,6 m og udstøbningen mellem betonelementerne og det borede hul antages at være 0,17 m.

Den ydre diameter af tunnelboremaskinen (TBM) blive herved:

Indre diameter	=	13,0 m
Tolerancetillæg	2 x 0,05 m =	0,1 m
Betonelementer	2 x 0,6 m =	1,2 m
Udstøbning	2 x 0,17 m =	0,34 m

Ydre diameter = 14,64 m

Tunneldiameteren øges, hvis det af æstetiske og rengøringsmæssige årsager vælges at forsyne tunnelen med en indre beklædning.

De to borede tunnelrør forbindes med tværtunneler pr. ca. 250 m. Denne afstand skal verificeres ved en risikoanalyse i efterfølgende projektfaser. Tværtunnerne foreslås etableret med en indre diameter på ca. 4,5 m.

Fra tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen føres vejen under Ringbanen frem til Svanemøllens Kaserne øst for Ringbanen. Passagen under Ringbanen, som på dette sted ligger på en dæmning, udføres med en traditionel jernbanebro. Umiddelbart vest for Ringbanen og parallelt med denne ligger et større forsinkelsesbassin til regnvand, som vejen passerer over inden passagen under Ringbanen. Fra tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen frem til Svanemøllens Kaserne er Vejforslag A og B ens.

Fra kaserneområdet skal vejen føres i en boret tunnel direkte til Nordhavn. Da den borede tunnel skal have et vist jorddække, bl.a. for at minimere sætninger i jordoverfladen, kan tunnelen ikke udføres som boret tunnel på hele strækningen. Endestrækningerne af tunnelen skal derfor udføres som Cut & Cover tunnel svarende til tunnelen i Vejforslag A, ligesom rampeanlæggene vil svare til rampeanlæggene i Vejforslag A.

I den korte variant af tunnelen ligger det vestlige rampeanlæg ca. 150 m øst for Ringbanen. På strækningen mellem Ringbanen og rampeanlægget ligger vejen forsænket ca. 3,5 m under terræn. Rampeanlægget er ca. 115 m langt og vejen ligger ved tunnelmundingen ca. 6 m under terræn. De første ca. 250 m af tunnelen fra tunnelmundingen udføres som en Cut & Cover tunnel frem til den egentlige borede tunnelstrækning.

Den vertikale placering af tunnelen bestemmes blandt andet af, at den borede tunnelstrækning skal have et jorddække på mindst ca. 12 m ved passagen under bygningerne på Svanemøllens Kaserne. Tunnelen ligger derfor på dette sted dybere end tunnelen i Vejforslag A1, hvilket medfører, at det vestlige rampeanlæg i Vejforslag B ligger længere mod vest end det tilsvarende rampeanlæg i Vejforslag A1.

Den vertikale placering er endvidere bestemt af tunnelens passage under jernbane-graven til Nordbanen og Kystbanen, samt af passagen under Kalkbrænderiløbet. Den borede tunnel ligger ved passagen under Kalkbrænderiløbet op til 8 m dybere end tunnelen i Vejforslag A2, hvilket bl.a. er medvirkende til, at rampeanlægget på Nordhavn ligger ca. 170 m længere mod øst end det tilsvarende rampeanlæg i Vejforslag A2. Rampeanlægget i Nordhavn er ca. 160 m langt og Cut & Cover tunnelstrækningen mellem den borede tunnelstrækningen og tunnelmundingen i rampeanlægget er ca. 180 m.

Der etableres servicebygninger til bl.a. transformatorer og andre installationer til betjening af tunnelen ved portalerne på Svanemøllens Kaserne og i Nordhavn.

Det er antaget, at vanddybden i Kalkbrænderiløbet skal opretholdes af hensyn til besejlingen af Svanemølleværket. Hvis dybden af Kalkbrænderiløbet kan reduceres vil tilslutningspunktet kunne rykkes mod vest.

## 7.2 **Varianter af Vejforslag B**

### 7.2.1 **Vejforslag B-1**

Der er undersøgt en variant, Vejforslag B-1, hvor Vejforslag B forlænges med 130 m mod vest frem til østsiden Ringbanen. Afslutningen mod vest svarer herved til Vejforslag A1-1, som er beskrevet i afsnit 5.2.1 og vist på tegning D-A11-4000.

### 7.2.2 **Vejforslag B-2**

Der er endvidere undersøgt en variant, hvor tilslutningspunktet i Nordhavn er forskudt mod syd til Containervej umiddelbart syd for Skudehavnen. Tunnellængden reduceres herved med ca. 100 m. Den sydlige placering af tilslutningsanlægget er formentlig ikke forenelig med de planlagte omstruktureringer af Frihavnsområdet i forbindelse med udviklingen af Indre Nordhavn.

### 7.2.3 **Vejforslag B-3**

I Vejforslag B-3 er tunnelen forlænget frem til tilslutningspunkterne på Helsingørmotorvejen, efter samme princip som Vejforslag A1-2, jf. også Figur 5.3 på side 49. Modtagekammeret for tunnelboremaskinen vurderes at kunne placeres umiddelbart vest for Ringbanen, således at den borede tunnelstrækning afsluttes her. De to borede tunnelrør føres videre i to Cut & Cover tunneler til henholdsvis til- og afkørsel til Helsingørmotorvejen. I forhold til hovedforslaget for Vejforslag B er tunnelstrækningen i Vejforslag B-3 forlænget med ca. 550 m, udregnet som middellængde af de to tunnelrør.

Vejforslag B-3 vil hindre, at der kan udføres overdækket sydvendt forbindelse mod centrum. Det vurderes endvidere, at forslaget vil kræve, at Emdrupvejbroen og støttevæggene nord for denne skal nedrives og genopbygges med ny geometri for at give plads til Nordhavnsvejs indføring i Helsingørmotorvejen.

Vejforslaget kræver, at forsinkelsesbassinet på vestsiden af Ringbanen flyttes mod nordøst, hvilket både midlertidigt og permanent vil kræve inddragelse af arealer på boldbaneanlægget ved Ryparken. Det ombyggede bassin vil, på en ca. 180 m lang strækning, strække sig ca. 16 m længere ind på boldbaneanlægget end det nuværende bassin. Bassin og bygværker er udstyret med et antal større og mindre dæksler. Disse dæksler hindrer, at arealet over bassinet kan anvendes til fodboldbaner i fuld størrelse, mens mindre baner eller tennisbaner vil kunne indpasses mellem dækslerne.

Boldbaneanlægget øst for Helsingørmotorvejen vil efter anlægget af Nordhavnsvej kunne reetableres i næsten fuld udstrækning, idet der dog vil være de ovenfor beskrevne restriktioner på arealerne over det ombyggede forsinkelsesbassin.

Set i forhold til hovedforslaget vil Vejforslag B-3 medføre en støjreduktion i området ved boldbanearealerne, men ikke i boligerne ud mod Helsingørmotorvejen.

Vejforslaget er fravalgt, da den foreslåede forlængelse af tunnelen, med ca. en tredjedel af hovedforslagets tunnellængde, ikke står i rimeligt forhold til de ovenfor anførte fordele.

#### 7.2.4 Til- og afkørsler i Strandvænget

Der er overordnet undersøgt en løsning af den borede tunnel med til- og afkørsler i Strandvænget. Hvis der skal etableres til- og afkørsler, skal den dybtliggende borede tunnel, efter passagen under Nordbanen og Kystbanen, føres op mod terræn ved Strandvænget af hensyn til til- og afkørslerne. I området ved Strandvænget skal tunnelen herefter udføres som en Cut & Cover tunnel over en strækning på anslået 600 m, inden tunnelen atter dykker i en boret tunnel i det videre forløb mod Nordhavn. De miljømæssige fordele som den borede tunnel har i anlægsfasen, vil derfor blive stærkt reducerede samtidig med, at vejanlægget i forbindelse med til- og afkørslerne endvidere permanent vil inddrage et større område af Svanemøllebugten, hvorfor løsningen er fravalgt.

#### 7.3 Krydsning af forsinkelsesbassin

Vejforslag B's krydsningen af forsinkelsesbassinet svarer nøje til Vejforslag A1's krydsning af bassinet. Der henvises derfor til beskrivelsen af Vejforslag A1's krydsning af bassinet i afsnit 5.3.

#### 7.4 Bro til overføring af Ringbanen

Vejforslag B's passage under Ringbanen svarer nøje til Vejforslag A1's passage under banen. Der henvises derfor til beskrivelsen af Vejforslag A1's passage under banen i afsnit 5.4.

#### 7.5 Passage under Svanemøllens Kaserne

I Vejforslag B føres Nordhavnsvej over Svanemøllens Kaserne langs kaserens sydskel mod Farumbanen. Udstrækningen af den borede tunnelstrækning er i hovedforslaget valgt således, at det bevaringsværdige bygningskompleks på kasernen ikke direkte berøres af borearbejdet, jf. også tegning D-B00-4000.

Et mindre antal af kasernens ikke klassificerede bygninger vil blive berørt af rampeanlægget og Cut & Cover tunnelstrækningen, som fører til den borede tunnelstrækning. De berørte bygninger er vist i Figur 7.3 med kasernens nummerering af bygningerne.



Figur 7.3 Berørte bygninger på Svanemøllens Kaserne

#### Bygningsbeskrivelse:

- Bygning 94 er en værkstedshal fra efterkrigstiden
- Bygning 84 er en mindre toetages bygning
- Bygning 81/110 er nyere kontorpavilloner
- Bygning 101 er en ammunitionsbunker

Der er i forbindelse med en møderække med Forsvaret foreløbigt truffet en række aftaler om de berørte bygninger og ledningsanlæg, samt forhold vedrørende arbejdspladsarealer. De ikke klassificerede bygninger kan nedrives. Der kan opføres nye bygninger andet sted på kasernen.

Bygning 91 påregnes ikke direkte berørt af de permanente konstruktioner, men adgangsvejen og parkeringspladsen syd for bygningen inddrages delvist under etableringen af tunnelen.

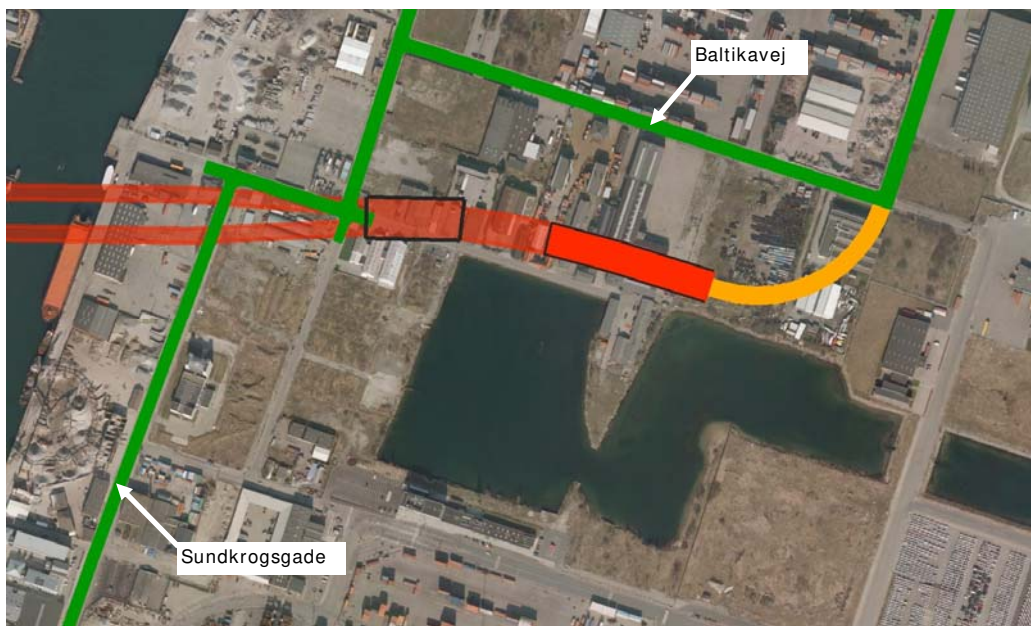
#### 7.6 Tilslutningsanlæg i Nordhavn

Den i 2008 udskrevne idékonkurrence for Nordhavnsområdet omfatter en strukturplan for hele området, i hvilken tilslutningspunktet for Nordhavnsvej skal være tilrettelagt, samt en egentlig bebyggelsesplan for den indre del af Nordhavn. Vejforslag B vil antageligt skulle udføres før der, ifølge den overordnede plan for Nordhavnsområdet, foreligger en detaljeret bebyggelsesplan for området ved tilslutningspunktet.



Det må således antages, at der som en del af udviklingen af Nordhavnsområdet, udføres et midlertidigt vejanlæg, som forbinder rampeanlægget på Nordhavnsvej med Sundkrogsgade, eventuelt via de øvrige eksisterende veje i området.

Som eksempel på et sådant vejanlæg vil der, med den på tegning D-B00-4000 viste placering af tunnelrampen, via et venstresving kunne skabes forbindelse til Baltikavej, hvorfra der via Færgehavsvej og Skudehavnsvej vil være – en noget snørklet – forbindelse til Sundkrogsgade. Vejforbindelsen, som vil ligge i hastighedsklasse middel (50 km/t), er skitseret på Figur 7.4. En løsning med et højregående U-sving over Skudeløbet frem til Sundkrogsgade ved Containervej er formentlig ikke foreneligt med de planlagte omstruktureringer af Frihavnsområdet.



Figur 7.4 Vejtillslutning i Nordhavn. Grøn: Eksisterende vejanlæg. Rød: Tunnelrampe. Orange: Eksempel på vejtillslutninger til eksisterende vejanlæg.

## 7.7 Rampeanlæg og servicebygninger

### 7.7.1 Generelt

De på tegningerne viste rampeanlæg og servicebygninger er vist som en nødvendig geometri af konstruktionerne. Sideløbende med udarbejdelsen af nærværende rapport er der arbejdet med den arkitektoniske udformning af Nordhavnsvejen, hvilket er rapporteret i landskabs- og æstetikrapporten. De her viste konstruktioner skal således i en efterfølgende projektfase underkastes en arkitektonisk bearbejdning.

### 7.7.2 Rampeanlæg

Det vestlige rampeanlæg på Svanemøllens Kaserne udformes som det tilsvarende rampeanlæg for Vejforslag A1, som er vist på tegning D-A10-5020 og -5021. Rampeanlægget i Vejforslag B er dog lidt kortere, da vejen på grund af den nærliggende

underføring under Ringbanen ikke skal føres helt til terræn, men vil ligge forsænket ca. 3,5 m i terrænet i forløbet frem til Ringbanen.

Rampeanlægget etableres som en trugkonstruktion med lodrette sider op til det eksisterende eller let regulerede terræn. De lodrette sider er valgt frem for skråninger for at mindske indgrebet på de tilstødende arealer på kasernen. Afslutningen af rampeanlægget mod vest er toppunkt i vejanlægget, hvorved rampe samt tunnelanlæg adskilles hydraulisk fra det øvrige vejanlæg. Rampen er opdriftssikret ved egenvægt af rampen og jordvoluminet over den udragende bundplade.

Midtervæggen i tunnelen føres ca. 50 m ind i rampeanlægget for at modvirke, at luftstrømmen, som via trafikken og ventilationsanlæg presses ud af den ene tunnelmunding, suges ind i den anden tunnelmunding.

Rampeanlægget i Nordhavn udformes som det vestlige rampeanlæg dvs. med geometri som vist på tegning D-A10-5020 og D-A10-5021.

Der etableres servicebygning til bl.a. transformatorer og andre installationer til betjening af tunnelen ved portalen på Svanemøllens Kaserne og i Nordhavn. Bygningerne foreslås etableret over tunnelen tæt ved tunnelmundingen og med fundamentsbjælker, der hviler af på tunnelvæggene. Servicebygningen og tunnelen forbindes via lodrette installationsskakte.

## 7.8 **Pumpesumpe**

Der etableres rampepumpesump ved begge rampeanlæg samt dybdepumpesump i hvert af tunnelrørene i tunnelens dybdepunkt.

Rampepumpesumpene i både det vestlige og det østlige rampeanlæg udføres som rampepumpesumpen i det vestlige rampeanlæg i Vejforslag A1. Der henvises til beskrivelsen af denne rampepumpesump i afsnit 5.11 og på tegning D-A10-5022.

I tunnelens dybdepunkt placeres dybdepumpesumpe under hvert tunnelrør med et volumen på ca. 50 m<sup>3</sup>. Pumpesumpen etableres i en skakt under tunnelrøret. Vedligeholdelse og udskiftning af pumperne foretages via dæksel i gulvet i installationsgangen under vejbanen.

## 7.9 **Anlægsarbejdet**

### 7.9.1 **Generelt**

Som anført i den generelle beskrivelse af linieføringen i afsnit 7.1 udføres ca. 1740 m af tunnelanlægget i Vejforslag B som en boret tunnel, mens de resterende 700 m udføres som Cut & Cover tunnel og som rampeanlæg i åben udgravning.

Udførelsen af Cut & Cover tunnelstrækninger og rampeanlæg er beskrevet i afsnit 5.12.1.

## 7.9.2 Boret tunnel

Den borede tunnelstrækning består af 2 tunnelrør, hver med en længde på 1740 m eller 3480 m til sammen. Tværsnit i tunnelen er vist på tegning D-B00-5010. Den indre diameter i tunnelen er 13,0 m, mens den ydre diameter af tunnelboremaskinen (TBM'en) er sat til 14,64 m plus tolerancetillæg, som skal fastlægges i en senere projektfase.

I afsnit 7.9.6 er der vist geologisk længdeprofil i tunneltracéet. Kalkoverfladen ligger mod vest typisk i kote ca. -10 og viger mod øst ned til kote -12 á -15. Over kalken ligger i delområder et par meter grønsand og ellers moræneler i en lagtykkelse på mere end 10 m. Øverst ses et fyldlag af variende tykkelse.

Tunnelens længdeprofil er planlagt således, at tunnelboremaskinen primært vil arbejde i kalken. Kun ved begyndelsen og afslutningen af tunnelstrækningen vil tunnelboremaskinen skulle arbejde i grønsand og moræneler.

### 7.9.2.1 Tunnelboremaskine

En tunnelboremaskine (TBM) er en maskine, der benyttes til at udgrave tunneler med cirkulært tværsnit. Tunnelboremaskiner kan afhængig af udformningen bore gennem næsten alle typer af klippe- og jordarter. Tunneldiameteren kan variere fra én meter op til de nyeste rekorder på 19 m, men maskiner med større diameter er under udvikling.

Borede tunneler udføres som regel med en cirkulær foring af betonelementer, som monteres af maskiner placeret umiddelbart bag selve borehovedet i tunnelboremaskinen. Betonelementerne, som er forsynet med et eller to systemer af tætningsfugebånd langs randene, boltes midlertidigt fast indbyrdes, inden der injiceres med cementmørtel mellem bagsiden af elementerne og det udgravede cirkulære tværsnit.

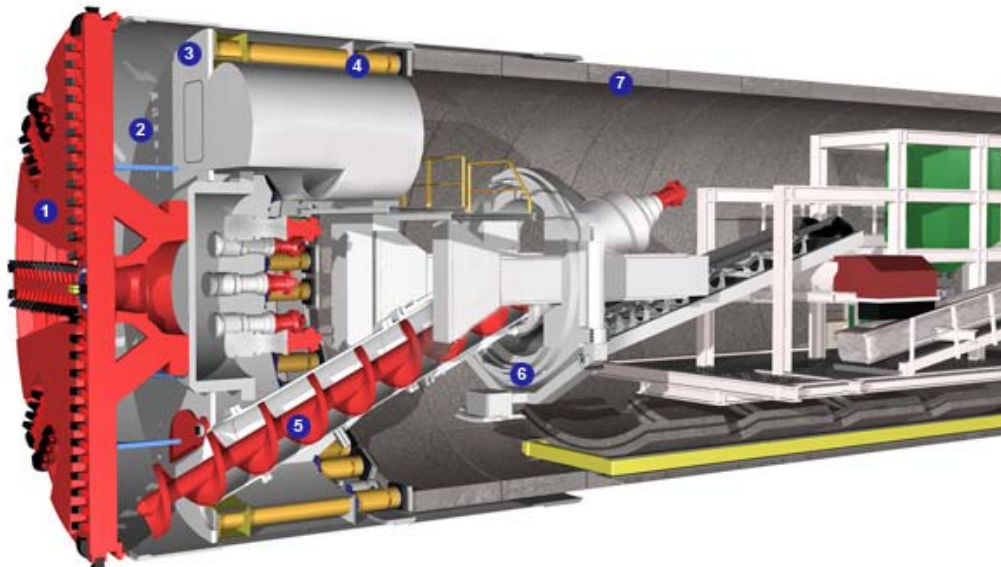
Vurderet ud fra den aktuelle geologi og erfaringerne med tunnelboremaskiner med stor diameter er der to typer maskiner, som kunne være egnede til opgaven – en Earth Pressure Balance (EPB) tunnelboremaskine eller en Mix-Shield Slurry tunnelboremaskine. Eksempel på en EPB tunnelboremaskine med en ydre diameter på 15,2 m kan ses i Figur 3.4.



Figur 7.5 EPB tunnelboremaskine med diameter 15,2. Fra projekt M30 i Madrid.

### Earth Pressure Balance (EPB) tunnelboremaskine

Der er i Figur 7.6 vist principsnit i en EPB tunnelboremaskine

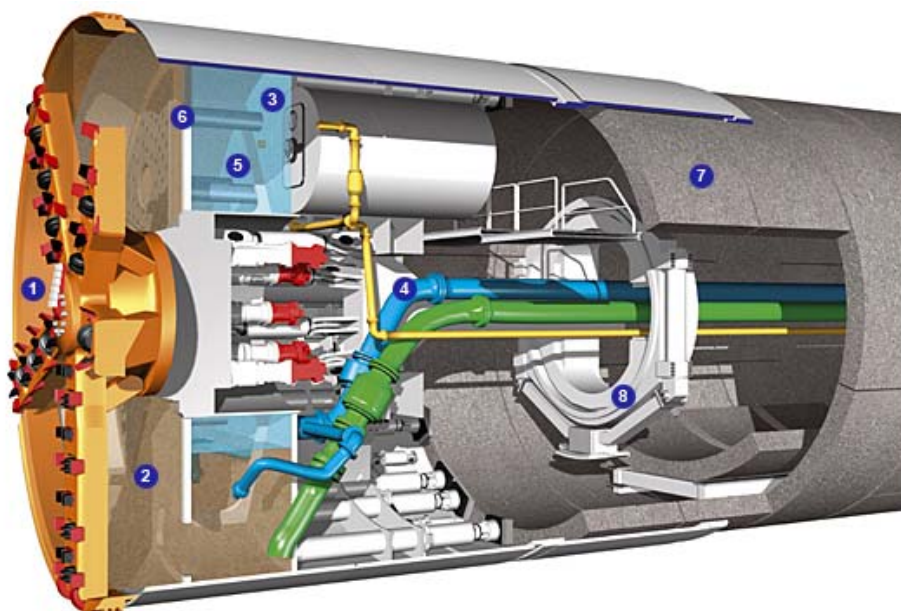


Figur 7.6 Principsnit i en EPB tunnelboremaskine. 1: Skærehoved, 2: Udgravningskammer, 3: Skot, 4: Hydraulisk teleskoparme, 5: Transportsnegl, 6: Udstyr til montage af betonelementer, 7: Betonelementer.

Det ydre vand- og jordtryk på borefronten balanceres af et lukket borekammer under tryk. Borekammeret styres af hydrauliske teleskoparme med modhold mod den allerede etablerede del af tunnelen. Jordmaterialet, som udgraves af skærehovedet i maskinens front, blandes og opsamles i borekammeret, hvorfra det transporteres af en transportsnegl op på et transportbånd og bagud gennem tunnelen. Det udborede materiale kaldes "tunnelmuck" eller blot "muck".

### Mix-Shield slurry tunnelboremaskine

Der er i Figur 7.7 vist principsnit i Mix-Shield slurry tunnelboremaskine



Figur 7.7 Principsnit i Mix-Shield Slurry tunnelboremaskine. 1: Skærehoved, 2: Udgravningskammer, 3: Skot, 4: Tilførsel slurry (blå) og afgang slurry og muck, 5: Luftvolumenet til trykstyring, 6: Skillevæg, 7: Betonelementer, 8: Udstyr til montage af betonelementer.

Det ydre vand- og jordtryk balanceres i denne type maskine af en slags boremudder (slurry) i borehovedet. Selve borekammeret bag skærehovedet holdes helt fyldt med slurry, mens trykket i slurryen styres af luftvoluminet i et delvist slurryfyldt trykkammer bag borekammeret. Slurry fremstilles af lertypen bentonit og vand. Jordmaterialet, som udgraves, blandes med slurryen og pumpes gennem den allerede etablerede tunnelstrækning til et separationsanlæg uden for tunnelen, hvor jordmaterialet skilles fra slurryen, som pumpes tilbage til tunnelboremaskinen.

## Valg af tunnelboremaskine

Det er af væsentlig betydning, at der inden valg af tunnelboremaskine gennemføres detaljerede geotekniske og geohydrologiske undersøgelser. Tunnelboremaskinen vil skulle bore i kalken på ca. 85 % af tunnelstrækning, men vil ved enden af tunnelstrækningen skulle operere i kalk og glaciale aflejringer. Begge typer maskiner vil kunne operere i under disse forhold. Det vil med Mix-Shield maskinen være lettere at kontrollere sætninger i terræn, men da tunnelen ligger forholdsvis dybt under de blivende bygninger i tunneltracéet vurderes sætninger ikke at være et væsentligt problem.

EPB maskinen er billigere og har sædvanligvis en højere produktion (meter tunnel pr. dag) end Mix-Shield maskinen. På baggrund af de foreliggende geotekniske oplysninger synes det således mest fordelagtigt at benytte en EPD maskine til projektet, men det skal understreges, at der skal foretages mere detaljerede undersøgelser inden det endelige valg kan træffes.

### 7.9.2.2 Udførelse Udførelsesrækkefølge

Borearbejdet for det første tunnelrør forudsættes startet i Nordhavn, hvor der etableres startkammer og arbejdsramper.

Det udgravede materiale (mucken) forudsættes transporteret i tunnelen på transportbånd tilbage til Nordhavn, hvor det omlæsses til dumpere, som kører mucken til deponering nord for Nordhavnsområdet.

Når tunnelboremaskinen har boret det første tunnelrør og således er ankommet til modtagekammeret på Svanemøllens Kaserne er det to muligheder for det videre arbejde med at bore det andet tunnelrør. Tunnelboremaskinen kan vendes i modtagekammeret og bore tilbage til Nordhavn eller tunnelboremaskinen kan skilles ad, transporteres til Nordhavn for der, efter atter at være blevet samlet, at bore mod Svanemøllens Kaserne igen. Skærehoved og maskinskjoldet med udstyr skal transporteres over land til Nordhavn, mens den bagerste, men længste del, af maskinen kan transporteres gennem det først borede tunnelrør.

Den førstnævnte metode, hvor maskinen vendes, har den fordel at arbejdet med at vende maskinen er forholdsvis begrænset og at maskinen hurtigt kan være i funktion igen. Ulempen ved metoden er, at det først etablerede tunnelrør vil skulle benyttes til transport af mucken tilbage til Nordhavn. Tunnelrøret vil således være blokeret for installation af betonelementer til vejbanen, installationer og vejbelægning indtil det andet tunnelrør er boret frem til Nordhavn. For at sikre en kontinuert fremdrift af tunnelarbejdet vil der endvidere være behov for oplagring af betonelementer til tunnelforingen ved tunnelmundingen på kasernen.

Hvis tunnelboremaskinen transporteres til Nordhavn for der at bore det andet tunnelrør, vil det første tunnelrør være ledigt til montage af betonelement, installationer mv. Der vil endvidere ikke være behov for oplagring af betonelementer på kasernen.

## Fabrikation af betonelementer til tunnelforing

Det mest pladskrævende del af tunnelprojektet vil være betonelementfabrikken med tilhørende lagerplads til betonelementerne, samt selvstændig betonfabrikation. Produktion af betonelementerne skal starte før tunnelboremaskinen ankommer til Nordhavn. Lagerpladsen skal være stor nok til, at tunnelboremaskinen til enhver tid kan fødes med betonelementer, hvilket her antages at være opfyldt, hvis 50 % af elementerne er produceret inden borearbejdet starter.

Betonelementerne vil kunne fremstilles på ekstern betonelementfabrik, hvorfra elementerne sejles til Nordhavn, men der vil også ved denne løsning være behov for omfattende lagerplads til elementerne, samt en selvstændig betonfabrikation til de øvrige konstruktioner.

Et overslag over antallet af betonelementer kan fås ved at antage, at standardelementerne er 2 m i tunnelens længderetning og 4,5 m i ringretningen:

Elementtype	Antal pr. ring	Antal i alt
Standardelement	7	12.180
Trapezelement	1	1740
Låseelement	1	1.740
Samlet antal elementer ved 1% tab		15.820

Til sammenligning kan det nævnes, at der til jernbanetunnelerne under Storebælt blev anvendt omkring 62.500 betonelementer, som dog var mindre end de her antagne. Der blev fremstillet ca. 1.000 elementer om ugen.

Antages der her pga. de større elementer en konservativ middelproduktionshastighed på 4 elementer i timen i en døgnproduktion med 80% 's effektivitet, vil der kunne fremstilles  $4 \times 24 \times 0,8 = 76$  elementer om dagen eller 532 elementer om ugen. Selv med en forholdsvis lav ugentlig produktion, vil det samlede antal elementer kunne produceres på ca. 30 uger.

## Tværtunneler

De seks tværtunneler ligger i kalken og antages udført ved simpel udgravning. Der skal foretages lokale undersøgelser af forholdene ved tværtunnelerne inden der åbnes for udgravning fra hovedtunnelerne. Såfremt der optræder lokale grundvandsproblemer kan disse afhjælpes ved f.eks. injicering eller frysning af jorden ved tværtunnelen.

Tværtunnelen kan i takt med udgravningen etableres med ringsegmenter af støberjern eller med sprøjtebeton i kombination med en insitustøbt konstruktion. Tværtunnelen, som har en indre diameter på ca. 4,5 m, forbindes med hovedtunnelen med en instustøbt "krave", som rager ca. 2 m ud fra hovedtunnelen. Denne krave er udvidet til også at omfatte den nedre del af hovedtunnelen, således at der skabes en forbindelse fra tværtunnelen til servicegangen under vejbanen i hovedtunnelen.

### **Start- og modtagekamre**

Startkammeret i Nordhavn vil være ca. 90 m langt og ca. 40 m bredt. Startkammeret indfatningsvægge udføres som sekantpælevægge. Væggen, hvor borearbejdet skal starte, udføres med to "soft eyes", f.eks. fiberarmerede områder, som tunnelboremaskinen kan bore igennem.

Efter at sekantpælene er etableret kan udgravningen af startkammeret udføres med midlertidige tværafstivninger ned til underside af den borede tunnel, hvor der udføres en bundplade af beton, hvorpå tunnelboremaskinen opstilles. I Nordhavn udføres bundpladen og dermed den første rette sektion af den borede tunnel med en hældning på 5 %.

Hvor tunnelen atter styrer mod terræn på Svanemøllens Kaserne er hældningen sat til 3 %, idet det indtil videre antages, at de tog, som skal transportere betonelementer frem til tunnelboremaskinen, ikke kan overvinde større stigninger. Denne antagelse skal vurderes nærmere i senere projektfaser, men en væsentlig større stigning vil ikke kunne realiseres, hvis modtagekammeret skal respektere det bevaringsværdige bygningskompleks på kasernen. Modtagekammeret udføres tilsvarende med 3 % hældning og kan, hvis tunnelboremaskinen kun skal demonteres og føres til Nordhavn for herfra at bore andet tunnelrør, udføres med en længde på ca. 45 m. Der er i Figur 7.8 vist tunnelboremaskine i modtagekammer fra projekt M30 i Madrid.





Figur 7.8 Tunnelgennembrud i modtagekammer. Projekt M30 i Madrid

Start- og modtagekamrene anvendes senere som byggegrube for Cut & Cover tunnelstrækningerne i forlængelse af den borede tunnelstrækning.

### **7.9.3 Krydsning af forsinkelsesbassin**

Vejforslag B's krydsningen af forsinkelsesbassinet svarer nøje til Vejforslag A1's krydsning af bassinet. Der henvises derfor til beskrivelsen af Vejforslag A1's krydsning af bassinet i afsnit 5.12.2.

### **7.9.4 Overføring af Ringbanen**

Vejforslag B's passage under Ringbanen svarer nøje til Vejforslag A1's passage under banen. Der henvises derfor til beskrivelsen af Vejforslag A1's passage under banen i afsnit 5.12.3.

### **7.9.5 Ledningsomlægninger**

#### **7.9.5.1 Generelt**

Nordhavnsvejprojektet medfører omlægning af ledningsanlæg, dels af hensyn til udførelsen af projektet og dels af hensyn til det færdige vejanlæg. De væsentligste ledningsomlægninger er omtalt nedenfor, opdelt i hovedområderne Nordhavn, Svanemølle Kaserne og Helsingørmotorvejen/Lyngbyvejen. Ud over de omtalte ledningsomlægninger skal der påregnes lokale mindre ledningsomlægninger.

#### **7.9.5.2 Nordhavnsområdet**

Med den her antagne placering af Vejforslag B's tilslutningspunkt i Nordhavn, vil der kun i meget begrænset omfang skulle foretages ledningsomlægninger. Tunnelanlægget berører Skudehavnsvej og fordelingsledningerne i denne vej forsyner primært virksomheder, som vil skulle flyttes som følge af tunnelanlægget.

#### **7.9.5.3 Ledningsomlægninger på Svanemøllens Kaserne Afløbsledninger**

I lighed med Vejforslag A1 vil hovedafløbsledningen på Svanemøllens Kaserne skulle omlægges på en ca. 150 m lang strækning som følge af tunnelanlægget.

#### **Fjernvarmeledninger**

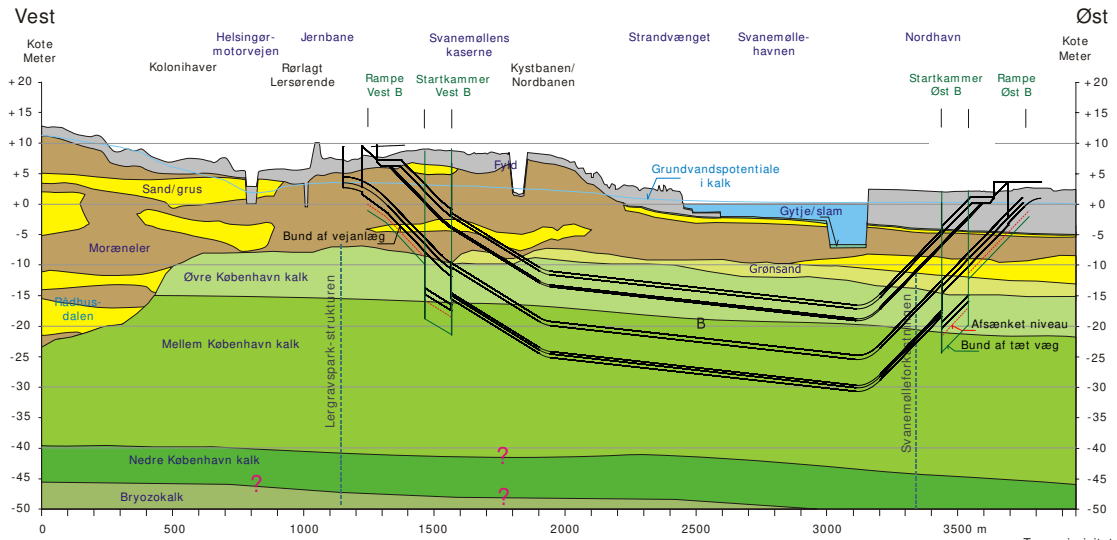
Kasernens hovedforsyningsledning løber fra Ryvangs Allé over kasernebroen og syd om kasernebygningerne frem til fjernvarmecentralen i bygning 91. Ledningen skal omlægges lokalt ved bygning 91 for at gøre plads til modtagekammeret for tunnelboremaskinen.

#### **7.9.5.4 Ledningsomlægninger ved Helsingørmotorvej/ Lyngbyvej**

Ledningsomlægningerne i forbindelse med Vejforslag B svarer nøje til ledningsomlægningerne i forbindelse med Vejforslag A1 jf. beskrivelsen af disse i afsnit 5.12.7.4.

### 7.9.6 Geologisk længdeprofil

Der er i Figur 7.9 vist geologisk længdeprofil i linieføringen for Vejforslag B baseret på en tredimensionel geologisk model opbygget på grundlag af de indhentede geotekniske boreprofiler mv.



Figur 7.9 Geologisk længdeprofil for Vejforslag B

### 7.9.7 Midlertidig grundvandssænkning

Vejforslag B omfatter en boret tunnel mellem Svanemøllens Kaserne og Nordhavn.

De anlægsstrækninger, hvor der skal udføres egentlige grundvandssænkninger, er til brug for beskrivelsen af grundvandssænkingsprojektet givet betegnelserne; Rampe Vest, Modtagekammer, Startkammer og Rampe Øst, jf. Figur 7.9. For hver af disse strækninger udføres grundvandskontrollen efter samme metode. Reelt udføres to adskilte grundvandssænkninger, en for Rampe Vest og Modtagekammer ved Svanemøllens Kaserne og en for Startkammer og Rampe Øst på Nordhavn. Grundvandssænkningen er nærmere beskrevet i /9/

Ramperne udgraves ned til kalkoverfladen og Start og Modtagekammer graves omkring 5 m ned i kalken. Det indebærer, at grundvandspotentialer i kalken skal sænkes godt 20 m ved kamrene for at holde udgravningerne tørre og knapt 15 m ved dybeste dele af ramperne for at holde dem tørre og sikre stabiliteten af deres bund.

Der er gennemført simuleringer med en grundvandsmodel for at vurdere størrelsen af den nødvendige oppumpning, grundvandssænkningen i omgivelserne og påvirkninger af omgivelserne. Simuleringerne er både gennemført for grundvandssænkninger uden re-infiltration og for grundvandssænkning med re-infiltration.

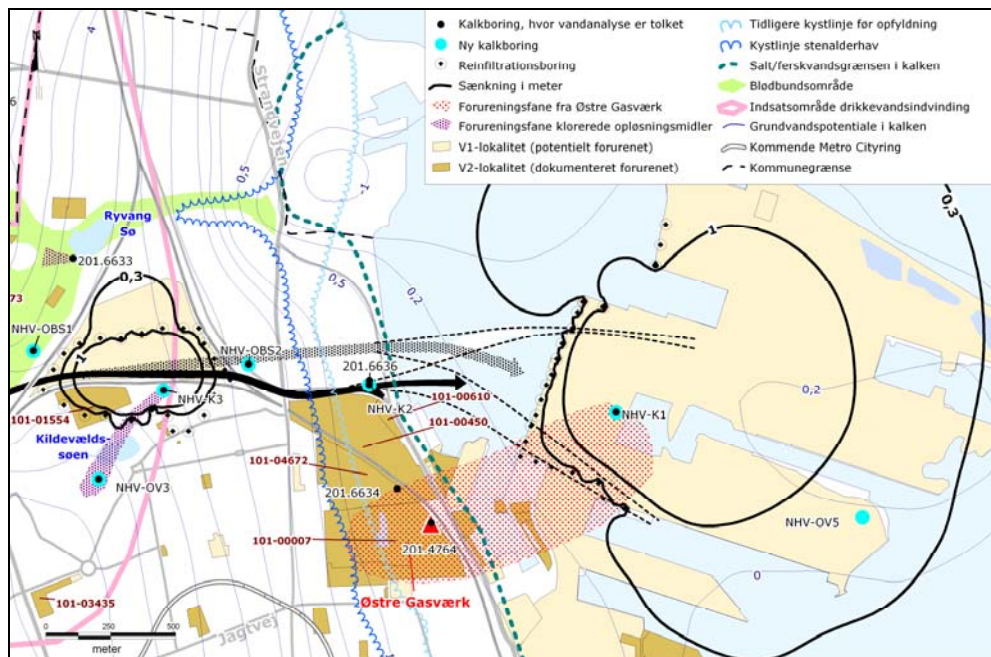
Grundvandssænkning uden re-infiltration vurderes at medføre, at grundvandspotentialet i kalken sænkes mere end 5 m ud til knapt ½ km fra udgravningerne og mere end 1 m ud til 1 til 2 km fra udgravningerne. Dette er en betydelig sænkning.

Det vurderes, at sænkningen i et stort område omkring Nordhavnsvej vil kunne påvirke bygværkers fundering, vandstanden i søerne i området, forureninger i kalkmagasinet under Østre Gasværk, og øvrige forureninger med klorerede kulbrinter og olieforureninger.

Ved etablering af grundvandssænkingsanlæg med re-infiltration, vurderes det, at det i alt væsentligt sikres, at uønskede miljøpåvirkninger på omgivelserne undgås.

På Figur 7.10 er til illustration af dette vist afsænkningen med sænkingskurverne 0,3 og 1 m med kort over grundvandsproblemstillinger som baggrund. Sænkningen med re-infiltration påvirker ikke områder, hvor det forventes, at bygværker vil kunne sætte sig på grund af en afsænkning af grundvandet i de øvre jordlag. Bygningerne i områder, hvor der kan ske en afsænkning, bør dog gennemgås og om nødvendigt tilstandsregistreres mv.

Forureningen i kalkmagasinet under Østre Gasværk vurderes at kunne have spredt sig mod nordøst, ud under det område, hvor Rampe Øst etableres. Under grundvandssænkningen kan det oppumpede vand fra sænkningen under Startkammer og Rampe Øst være påvirket af denne forurening. Grundvandssænkningerne vil primært fungere som afværge af en eventuel forurening ved at fjerne den ved oppumpning. Det skal undersøges om det oppumpede grundvand skal behandles for denne eventuelle forurening inden udledning.



Figur 7.10 Maksimal sænkning af grundvandspotentialet i kalkmagasinet for Vejforslag B med re-infiltration. Sænkingskurverne 0,3 og 1 m er vist med kort over grundvandsproblemstillinger som baggrund. Sænkningen er vist for den første periode, hvor tunnelerne bores og der er udgravet for kamre

Grundvandssænkningen for Rampe Vest og Modtagekammer omfatter området ved boring NHV-K3, hvor grundvandet i kalkmagasinet kan være lettere forurenet med klorerede kulbrinter. Der kan blive stillet krav om rensning ved re-infiltration. Ved bortledning til havnen vil rensning næppe være nødvendig.

Mod vest ligger V2-lokalitet 101-00450, hvor der er konstateret en olieforurening i de øvre jordlag. Den ligger inden for ringen af infiltrationsboringer. Antagelig vil selv en større sænkning af grundvandspotentialet i kalken under grunden ikke påvirke forureningen i væsentlig grad, men det skal dog sikres, at der ikke kan ske en forureningsspredning herfra.

### 7.9.8 Arbejdspladsarealer

Hovedarbejdsområdet for tunnelbyggeriet foreslås etableret i Nordhavnsområdet.

Der skal påregnes disponeret følgende arealer:

- Modtagelse og oplagring af materialer, udstyr mv. i umiddelbar nærhed af en havnefacilitet. Anslået areal 10.000 m<sup>2</sup>.

- Betonfabrik til leverance af beton til tunnelelementer, øvrige betonelementer og Cut & Cover tunnelsektioner. Anslået areal inkl. lagerplads for betonelementer ekskl. tunnelelementerne 13.000 m<sup>2</sup>.
- Betonelementfabrik. Anslået areal under tag 10.000 m<sup>2</sup>
- Lagerplads for tunnelelementer med kapacitet til ca. halvdelen af den totale elementproduktion stablet i lag på op til fem elementer. Anslået areal 28.000 m<sup>2</sup>.
- Værk til produktion af mørtel til injicering bag betonelementer i tunnelen. Anslået areal 2.000 m<sup>2</sup>.

Hvis der vælges en Mix-Shield tunnelboremaskine skal der endvidere disponeres et areal til at separere mucken fra slurryen og rense slurryen. Anslået areal 1.000 m<sup>2</sup>.

Med det her antagne tilslutningspunkt for Vejforslag B, vil de ovenfor anførte arealer kunne etableres mellem Færgehavn Nord og tunneltracéet. Dette under forudsætning af, at de stedlige virksomheder kan flyttes til ny placering i Nordhavn. Alternativt kan arealerne etableres på de ubebyggede arealer nord for Skudehavnsløbet, hvilket dog forudsætter, at der etableres en kajstrækning med tilstrækkelig vanddybde i nærheden.

Såfremt betonelementerne fremstilles på ekstern fabrik skal der ikke reserveres plads til betonelementfabrikken, mens der fortsat vil være behov for lagerpladsen til betonelementerne.

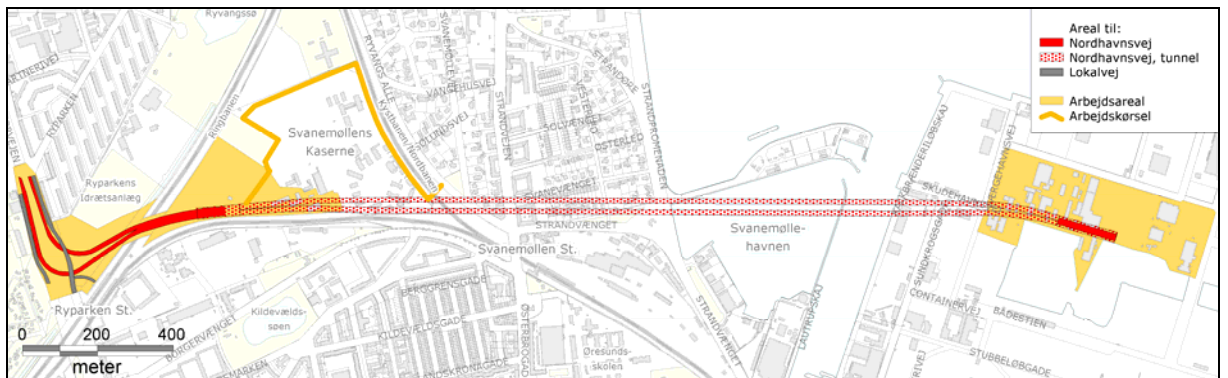
Hvis der vælges en udførelsesmetode, hvor tunnelboremaskinen vendes i modtagekammeret på Svanemøllens Kaserne og herfra borer det andet tunnelrør tilbage mod Nordhavn, skal der etableres en lagerplads på kaserneområdet til tunnelelementer. Lagerpladsens areal anslås til 10.000 m<sup>2</sup>, svarende til ca. halvanden fodboldbane.

Der er i Figur 7.11 som eksempel vist arbejdspladsarealet for den 6,6 km lange Westerschelde Tunnelen i Nederlandene.



Figur 7.11 Arbejdsplads Westerschelde Tunnel, Nederlandene.

Der er i Figur 7.12 vist et forslag til disponering af arbejdsarealerne langs vejtracéet.



Figur 7.12 Forslag til disponering af arbejdsarealer langs tunneltracéet.

### 7.9.9 Overordnet tidsplan

Anlægsarbejdet foreslås opdelt i følgende etaper:

#### Etape 1-2. 2010-2011

- Arbejdsplads i Nordhavn
- Betonelementfabrik og startkammer i Nordhavn
- Underføring under Ringbanen ved Ryparken
- Arbejdsplads og modtagekammer på Svanemøllens Kaserne

#### Etape 3-4. 2012-2013

- Boring af tunnelrør
- Cut & Cover tunnelstrækninger

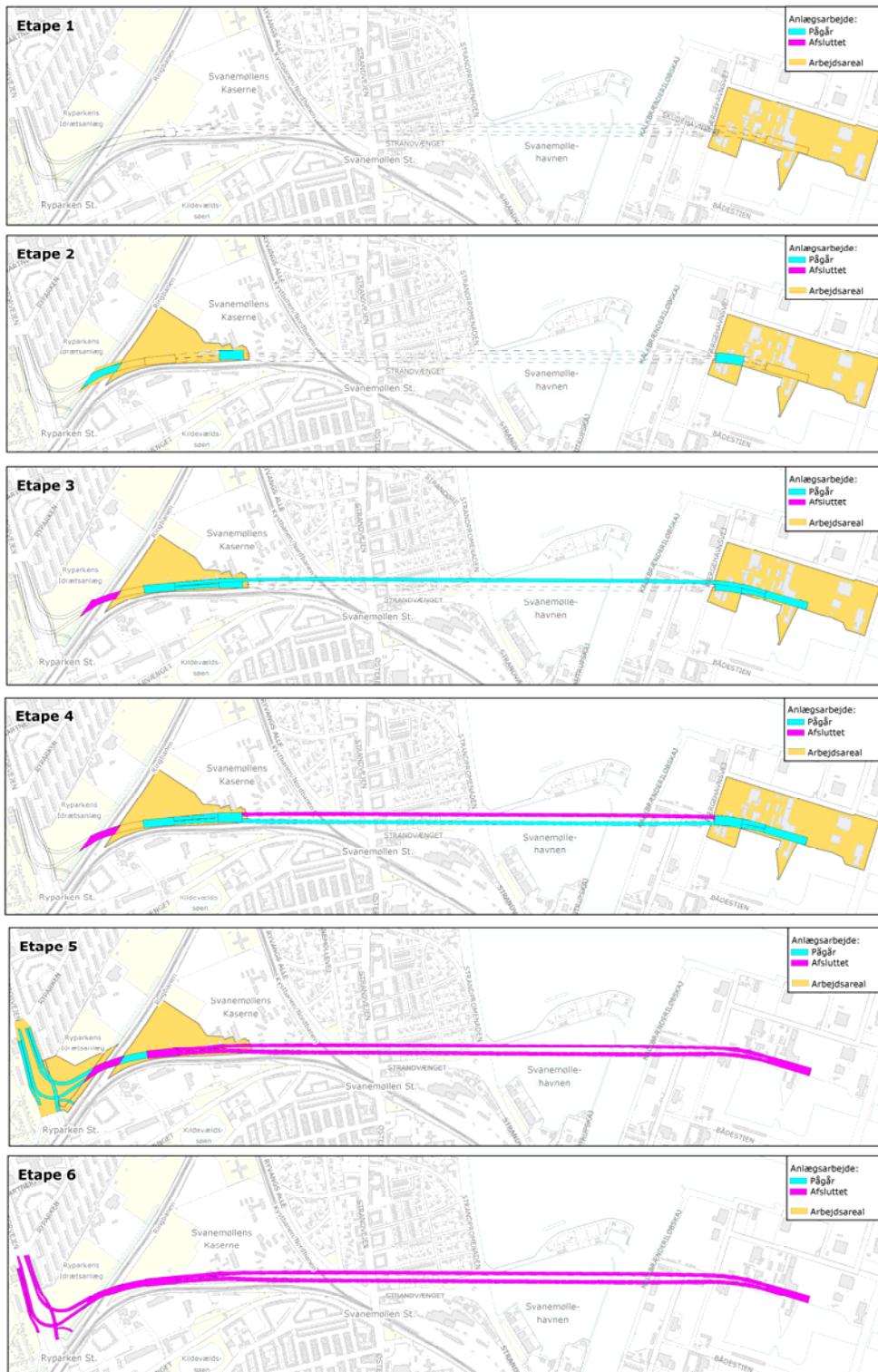
#### Etape 4-5. 2014-2015

- Tværtunneler
- Cut & Cover tunnelstrækninger
- Vejtilslutning til Helsingørmotorvejen
- Vejbelægning og installationer i tunnel
- Mekaniske og elektriske arbejder i tunnel

#### Etape 6. 2016

- Vejanlæg i terræn
- Afsluttende arbejder herunder belysning, støjskærme, beplantning mv.

Etaperne er illustreret på planen i Figur 7.13.



Figur 7.13 Etapeplan for Vejforslag B



## 8. Alternative forslag til linieføring for Nordhavnsvej

Tre borgere har fremsat hver deres alternative forslag til etablering af Nordhavnsvej med borede tunnelløsninger, som beskrevet nedenfor.

### 8.1.1 Borgerforslag 1

Den forslåede alternative linieføring omfatter en boret tunnel med forbindelse til Helsingørmotorvejen umiddelbart syd for jernbanebroerne ved Ryparken station. Ved at inddrage hele Hans Knudsens plads er der ifølge forslagsstilleren plads til en udfletning med både nord- og sydvendte ramper. Linieføringen foreslås ført nord om Svanemølleværket med sydvendte til- og afkørsler forbundet med den sydlige del af Strandvænget/Kalkbrænderihavnsgade.

På basis af det i forslaget oplyste er linieføringen skitseret i Figur 8.1 og nærmere beskrevet nedenfor.



Figur 8.1 Overordnet linieføring for Borgerforslag 1

#### Mulig linieføring

Fra tilslutningen til Helsingørmotorvejen føres vejen med minimumsradius mod øst, hvor den passerer syd om Sankt Kjelds Plads og retlinet herfra frem til området nord for Svanemølleværket for derefter at dreje mod syd med tilslutning ved Levantkaj.

Tunnelen forsynes med tværtunneler per ca. 250 meter.

Tunnelen består af følgende:

- Ca. 300 Cut & Cover tunnel ved Helsingørmotorvejen
- Ca. 2800 m boret tunnel.
- Ca. 400 m Cut & Cover tunnel på Nordhavn

- Ca. 11 tværtunneler
- 2 portalbygninger

### **Tilslutningsanlæg**

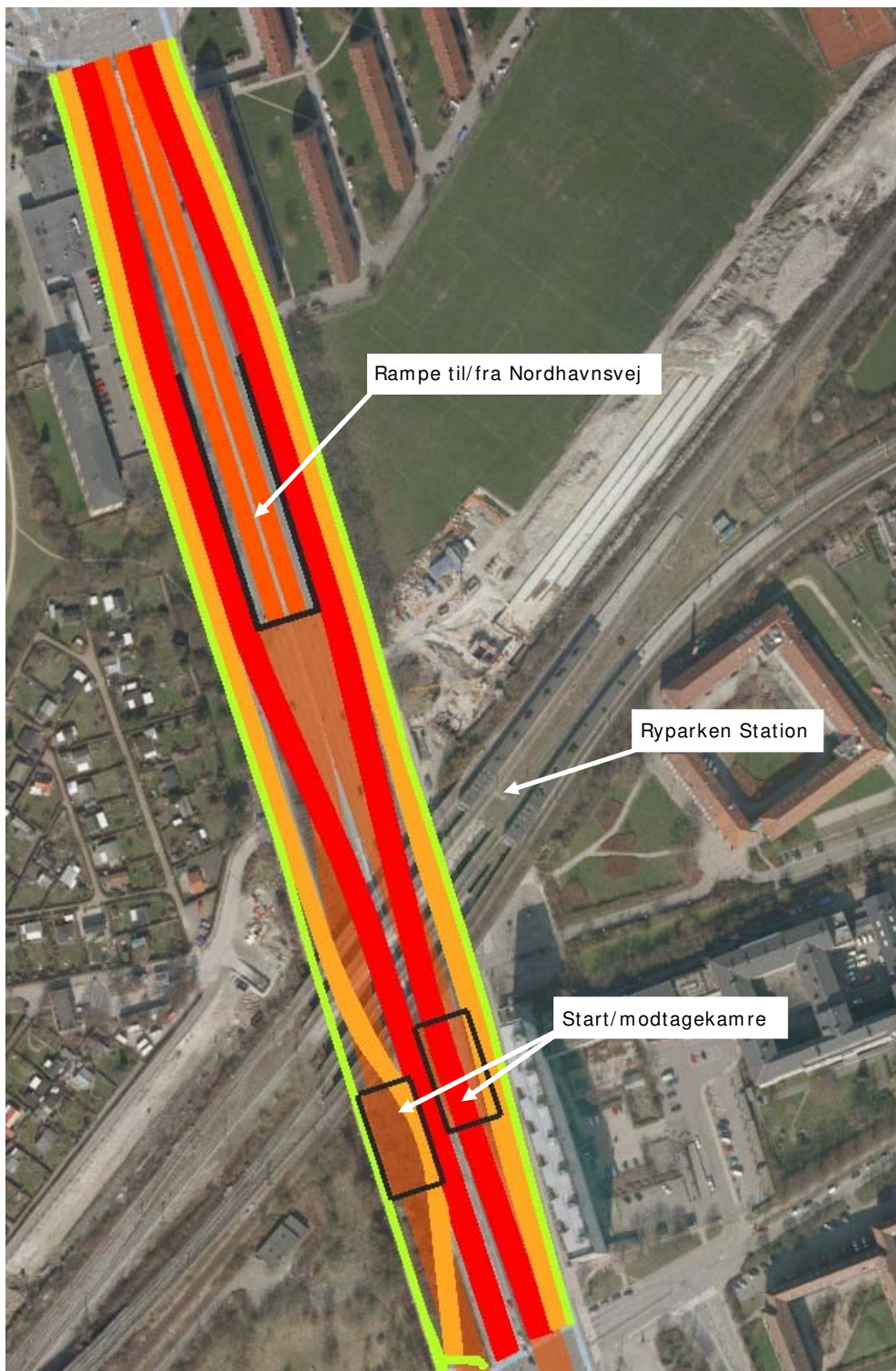
Tilslutningsanlægget i Nordhavn kan udformes efter samme princip som tilslutningsanlæggene i Vejforslag A2 og B.

Hvis tilslutningen til Helsingørmotorvejen placeres på Hans Knudsens Plads som anført af forslagsstilleren, vil den borede tunnel ved passagen under ejendommene syd for Hans Knudsens Plads ligge så højt, at der vil være risiko for store sætninger i den overliggende jord, hvilket vil give skader på de omkringliggende bygninger.

Det foreslås i stedet, at ramperne placeres nord for jernbanebroerne med en pladsstøbt tunnel under broerne frem til den borede tunnelstrækning syd for jernbanebroerne. Der opnås herved en tilstrækkelig dybde for den borede tunnelstrækning. Det foreslås, at Nordhavnsvej føres op i en rampe placeret midt i Helsingørmotorvejen, som splittes op ved rampen som vist i Figur 8.2. Forslaget rummer ikke umiddelbart mulighed for etablering af sydvendte ramper fra Nordhavnsvej mod centrum.

Det er af forslagsstilleren anført, at der kan etableres sydvendte ramper fra tunnelen til den sydlige del af Strandvænget. Etableringen af ramper på dette sted vil forudsætte, at den borede tunnel føres op mod terræn og erstattes af en Cut & Cover tunnelstrækning med en længde på anslået 600 m. På Cut & Cover tunnelstrækningen placeres de nødvendige kilestrækninger til til- og afkørslerne, samt selve ramperne i til- og afkørslerne. Da tunneltracéet krydser omtrent vinkelret på den sydlige del af Strandvænget vil Cut & Cover tunnelstrækningen strække sig tværs over jernbaneterrænet og ind på Øresundshospitalets grund, samt ud i Svanemøllehavnen. Det er på denne baggrund ikke realistisk at etablere de foreslåede til- og afkørsler fra tunnelen til Strandvænget.

Det alternative forslag er fravalgt, dels fordi det ikke rummer væsentlige fordele i forhold til Vejforslag B og dels fordi det medfører en betydelig ekstraudgift, da det er ca. 60 % længere end Vejforslag B.



Figur 8.2 Borgerforslag 1. Forslag til tilslutning til Helsingørmotorvejen.

### 8.1.2 Borgerforslag 2

Den foreslåede alternative linieføring vedrører den vestlige del af Nordhavnsvej og tilslutningen til Helsingørmotorvejen. Det antages, at den østlige del af Nordhavnsvej har linieføring som Vejforslag B. Forslagsstilleren foreslår, at den borede tunnel fra kaserneområdet føres frem til et område ved kommunegrænsen mellem Gentofte og København, hvor Helsingørmotorvejen tilsluttes Nordhavnsvej.

Tilslutningen af Nordhavnsvej til Helsingørmotorvejen foreslås udført i området omkring Bomhusvej ved at føre Nordhavnsvej under Bernstorffsvej og ind på Helsingørmotorvejen. En del af motorvejsgraven foreslås overdækket.

På basis af det i forslaget oplyste er linieføringen skitseret i Figur 8.3 og tilslutning til Helsingørmotorvejen skitseret i Figur 8.4.



Figur 8.3 Overordnet linieføring for Borgerforslag 2

#### Mulig linieføring

Den foreslåede linieføring vurderes at være gennemførlig. Længden af den borede tunnel øges med ca. 1000 m i forhold til Vejforslag B, mens Cut & Cover tunnelstrækningen mod vest øges med ca. 150 m.

Tunnelen antages boret fra Nordhavn frem til Bomhusvej. Området umiddelbart nord for Bomhusvej kan rumme et modtagekammer, men ikke de nødvendige arbejdspladsområder, som derfor skal tilvejebringes andet sted i umiddelbart nærhed af modtagekammeret. I området for modtagekammeret ligger et forsinkelsesbassin, der modtager vand fra regnvandsledninger i Lyngbyvej og spildevandsledninger i lokalområdet. Bassinet kan ikke nedlægges uden risiko for kælderoversvømmelser og vand på terræn i Studiebyen i den sydlige del af Gentofte Kommune.



Figur 8.4 Borgerforslag 2. Tilslutning til Helsingørmotorvejen

### Tilslutningsanlæg

Fra området nord for Bomhusvej skal vejen føres videre som en Cut & Cover tunnel delvist under Bernstorffsvej-tunnelen, som passerer under Helsingørmotorvejen ved Emdrup Sø. Det vurderes at være teknisk muligt, men vanskeligt at føre Nordhavns-

vej under Bernstorffsvejtunnelen og ind på Helsingørmotorvejen, og samtidig opretholde trafikken på motorvejen.

Nordhavnsvej foreslås tilsluttet Helsingørmotorvejen via et rampeanlæg i midten af motorvejen. Antages det, at både Nordhavnsvej og Helsingørmotorvejen skal have 2 x 2 kørespor, vil der ikke være plads til tilslutningsanlægget inden for bredden af den eksisterende motorvejsgrav, som således skal udvides. Broen som fører Tuborgvej over Helsingørmotorvejen skal påregnes udvidet tilsvarende.

Tilslutningsanlægget vil af pladsmæssige årsager kun kunne omfatte nordvendte ramper. Sydvendte ramper mod centrum vurderes dog at ville have ringe trafikal betydning pga. tilslutningsanlæggets nordlige placering. Tilslutningsanlæggets placering medfører endvidere, at trafikken fra Tuborgvej ikke vil kunne flettes ind på Nordhavnsvej, hvorfor trafik mellem Tuborgvej og Nordhavn vil skulle følge de samme ruter som i dag.

Forslaget fjerner gener fra anlægsfasen og fra det færdige anlæg fra området ved Ryparken, men flytter disse til området mellem Bomhusvej og Tuborgvej.

Det alternative forslag er fravalgt, da det ikke rummer væsentlige fordele i forhold til Vejforslag B og trafikalt set er en ringere løsning. Tunnelanlægget er endvidere ca. 60 % længere end Vejforslag B, hvilket vil medføre en betydelig ekstraudgift.

### 8.1.3 Borgerforslag 3

Det forslåede alternativ er opdelt i 3 vejstrækninger som følger:

1. Trafikken fra Helsingørmotorvejen mod Nordhavn anføres at følge linieføring 1 i Figur 8.5. Linieføringen leder ensrettet trafik i 2 spor mod Nordhavn. Forslaget føres fra afkørslen ved Helsingørmotorvejen i en underjordisk sløjfe under kolonihaveområdet vest for motorvejen og under motorvejen frem til boldbanearealerne øst for motorvejen. Herfra føres vejen under Ringbanen og Farumbanen og langs sydsiden af jernbanearealet frem til Svanemølleanlægget ved Østre Gasværk. Vejen krydser under jernbanedæmningen ved Svanemølleanlægget og tilsluttes Kalkbrænderihavnsgade. Der forberedes for videreførelse til Nordhavn på Svanemølleanlægget.
2. Trafikken fra Nordhavn mod Helsingørmotorvejen anføres at følge linieføring 2 i Figur 8.5. Linieføringen leder ensrettet trafik i 2 spor mod Helsingørmotorvejen via Tuborgvej. Vejen føres i en boret tunnel fra Nordhavn til Ryvangs Allé. I Ryvangs Allé forsætter vejen i en Cut & Cover tunnel under alléen frem til Tuborgvej, som den tilsluttes et signalreguleret kryds.
3. Trafik fra Kalkbrænderihavnsgade/Strandvænget anføres at følge en af følgende linieføringer, som begge er vist i Figur 8.5
  - a. En et-spolet tunnel til Ryvangs Allé, hvor den tilsluttes tunnelen fra Nordhavn

- b. En et-sporet tunnel, som forsættes til Helsingørmotorvejen i et tracé svarende til Vejforslag A1.



Figur 8.5 Linieføringer for Borgerforslag 3. Linieføring 1-3 refererer til beskrivelsen ovenfor

Med de angivne sporantal i tunnelerne vurderes linieføringerne at kunne afvikle samme trafikmængder som Vejforslag A1/A2 og B. Det er ikke vurderet, om et vejkryds mellem Rvangs Allé og Tuborgvej vil kunne afvikle trafikken mellem Nordhavn/Strandvænget og Helsingørmotorvejen, idet der ikke er foretaget beregninger af trafiktallene svarende til denne løsning. Tilsvarende gælder for forbindelsen mellem Tuborgvej og Helsingørmotorvejen. Linieføringerne vil ikke kunne afvikle trafik mellem Nordhavnsvej og centrum via Helsingørmotorvejen/Hans Knudsens Plads.

Ved at opdele Nordhavnsvejen i flere uafhængige linieføringer med ensrettet trafik opnås der i visse områder nogle arealmæssige fordele bl.a. vil tunnelen i Strandvænget antageligt kunne anlægges uden ekspropriation af ejendommene på Strandvængets sydside. Omvendt vil linieføring 2 antageligt medføre ekspropriationer ved tilslutningen til Tuborgvej, hvor der ud over et stort vejkryds skal gøres plads til at føre vejen fra tunnelen frem til vejkrydset.

Opdelingen i flere uafhængige linieføringer må forventes at være fordyrende for projektet, idet der f.eks. skal anvendes flere indfatningsvægge og større mængder beton. Der vil endvidere være behov for større arbejdsarealer. Da der ved ensrettede tunneler ikke er mulighed for at anvende det modsat rettede tunnelrør til flugtvej, vil

der i alternativet skulle etableres et større antal skakte som flugtvej fra tunnelen til terræn.

Opdelingen vil endvidere medføre, at generne i udførelsesfasen spredes til et større område.

Den samlede længde ensrettet tunnel er opgjort til ca. 6000 m. Til sammenligning er længden af den dobbeltrettede tunnel i Vejforslag B 2170 m.

Det alternative forslag er fravalgt, da det vurderes ikke at have trafikale og anlægsmæssige fordele i forhold til Vejforslag A og B.



## 9. Økonomi

### 9.1 Forudsætninger og grundlag

På baggrund af de foreliggende undersøgelser, som er afrapporteret i nærværende rapport med sidestillede og underliggende rapporter og notater, er der udarbejdet prisoverslag for de samlede anlægsomkostninger for de enkelte vejforslag, samt varianter af disse.

Overslagene er baseret på prisniveau 1. juli 2007 og er eksklusiv moms.

De beregnede prisoverslag, som indeholder alle udgifter til etablering af anlæggene, er en sum af:

Tilslutning Helsingørsmotorvejen	Omkostninger til alle arbejder i forbindelse med etableringen af tilslutningsanlægget ved Helsingørsmotorvejen regnet frem til vestsiden af Ringbanen.
Anlægsarbejder	Omkostninger til vejanlæg, tunnelanlæg og arbejdsplads ud over tilslutningsanlægget ved Helsingørsmotorvejen.. Inkluderer ledningsomlægninger, forberedende arbejder, jordarbejder, midlertidige konstruktioner og permanente konstruktioner.
M & E arbejder	Omkostninger til M & E arbejder (mekaniske og elektriske installationer) omfatter installationer i tunnel og langs veje, i servicebygninger og andre bygværker, herunder installationer til belysning, kraft- og svagstrømsanlæg, nødstrømsanlæg, ventilationsanlæg, udstyr til brandbekæmpelse, kommunikationsanlæg, detekteringsanlæg, SCADA-anlæg, kontrolrum mv. som anført i afsnit 3.7.
Særlige poster	Særlige poster indeholder bl.a. ændring af idrætsanlægget ved Ryparken, ombygning af sporanlæggene på DSB Helgoland og ombygning af krydset Kalkbrænderihavnsgade/Sundkrogsgade.
Ekspropriation	Posten indeholder et skøn over omkostninger i forbindelse med ekspropriation af bygninger og arealer

Summen af ovenstående poster er nedenfor benævnt fysikestimatet.

Evt. udgifter til togoperatørerne for mistet fortjeneste og andre gener er ikke medregnet.

Eventuelle omkostninger til beboere og virksomheder i form af genhusning, gener eller andre ikke direkte omkostninger er ikke indregnet.

Til fysikestimatet gøres et tillæg som beskrevet nedenfor (dog ikke ekspropriationsomkostningerne):

Beskrivelse af tillæg	Tillægsfaktor
Fysikestimat inklusiv arbejdspladssomkostninger	1,00
Andre forhold, som ikke er kendt på nuværende tidspunkt (19 %)	0,19
<b>Forventet tilbudssum</b>	<b>1,19</b>
Entreprenørens uforudsete udgifter (15 % af forventet tilbudssum)	0,18
<b>Samlede entreprenørudgifter</b>	<b>1,37</b>
Forundersøgelser, projektering og tilsyn (15 % af samlede entreprenør udgifter)	0,21
Byggherreorganisation, byggeledelse, kommunikation mv. (8 % af samlede entreprenørudgifter)	0,11
<b>Totalt anlægsoverslag, eksklusiv moms.</b>	<b>1,69</b>

Ovenstående procentsatser er valgt med følgende baggrund:

Andre forhold (19 %)	Procentsatsen tager hensyn til, hvilket stadiet projektet befinder sig på. Procentsatsen reduceres i løbet af projektets faser i takt med at stadig flere forhold belyses. På det projektniveau, som denne rapport befinder sig på anvendes erfaringsmæssigt ca. 17 %. I denne rapport er der valgt 19 % pga. den store kompleksitet i projektet.
Entreprenørens uforudsete udgifter (15 %)	Procentsatsen tager hensyn til, at der i alle bygge- og anlægsprojekter af en vis størrelse opstår uventede forhold, som entreprenøren skal honoreres for – f.eks. dårligere jordbundsforhold end ventet. En procentsats på 15 % er normal praksis i branchen.
Forundersøgelser, projektering og tilsyn (15 %)	Procentsatsen vil bl.a. afhænge af hvilken udbudsstrategi man vælger. Hvis en del af projekteringen lægges hos entreprenøren vil procentsatsen falde, mens entreprenørens tilbud alt andet lige vil være tilsvarende højere. En procentsats på 15 % anses for dækkende i de

fleste tilfælde.

Bygherreorganisation, byggeledelse, kommunikation mv. (8 %)

Procentsatsen dækker udgifter til drift af bygherreorganisationen, byggeledelse, kommunikation mv. Procentsatsen vil, som for projektering & tilsyn, afhænge meget af hvilken udbudsstrategi, der vælges og hvor stor en del af opgaverne, der overlades til entreprenøren. På de første etaper af Metroprojektet var denne procentsats vurderet til 12,5 %, så 8 % anses ikke at være for højt, måske snarere for lavt.

## 9.2 Anlægsoverslag

### 9.2.1 Vejforslag A1

Der er i Tabel 9.1 anført anlægsoverslag for hovedforslaget for Vejforslag A1 med tilslutningsanlæg II ved Helsingørmotorvejen.

Post	Enhed	Vejforslag A1 615 m tunnel
Tilslutning Helsingørmotorvejen	mio. kr.	224
Anlægsarbejder	mio. kr.	1.424
M & E arbejder	mio. kr.	121
Særlige poster	mio. kr.	300
Ekspropriation	mio. kr.	190
<b>Total</b>	mio. kr.	<b>2.259</b>

Tabel 9.1; Anlægsoverslag for hovedforslaget for Vejforslag A1 med tilslutningsanlæg TSA II. Prisniveau: 1. juli 2007, ekskl. moms)

By & Havn har meddelt, at man forventer at opkræve deponeringsafgift for jordmængder, som deponeres ved Nordhavn. For Vejforslag A1 udgør den samlede deponeringsafgift ca. 63 mio. kr., som ikke er indeholdt i anlægsoverslaget i Tabel 9.1.

Der er i Tabel 9.2 anført tillæg/fradrag i prisoverslaget for hovedforslaget afhængig af udformningen af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen. Vedrørende betegnelserne for tilslutningsanlæggene henvises til afsnit 4.

	<b>TSA I</b>	<b>TSA II</b>	<b>TSA III</b>	<b>TSA IV</b>	<b>TSA V</b>
Tillæg/fradrag til anlægsoverslag i Tabel 9.1 i mio. kr.	-12	0	-98	-6	+150

Tabel 9.2 Tillæg (+) eller fradrag (-) til anlægsoverslaget for hovedforslaget afhængig af udformningen af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen (TSA). Prisniveau: 1. juli 2007, ekskl. moms.

### Varianter af hovedforslaget

Der er i Tabel 9.3 anført tillæg til anlægsoverslaget for hovedforslaget for tre varianter af hovedforslaget.

	<b>Vejforslag A1-1</b> Tunnel forlænget 350 m mod vest	<b>Vejforslag A1-2</b> Tunnel forlænget til Helsingørmotor- vejen	<b>Vejforslag A1-3</b> Tunnel forlænget 400 m mod øst i Strandvænget.
Tillæg til anlægs- overslag i Tabel 9.1 i mio. kr.	560	1.400	745

Tabel 9.3 Tillæg til anlægsoverslag for hovedforslaget for varianter af hovedforslaget. Prisniveau: 1. juli 2007, ekskl. moms.

De i Tabel 9.3 anførte tillæg for Vejforslag A1-1 og A1-3 er som hovedforslaget baseret på, at tilslutningen ved Helsingørmotorvejen er udformet som TSA II. Der kan svarende hertil gøres de i Tabel 9.2 anførte tillæg/fradrag ved valg af andet tilslutningsanlæg. Vejforslag A1-2 er forlænget til Helsingørmotorvejen og omfatter således en særlig variant af tilslutningsanlægget. Der kan derfor ikke gøres tillæg/fradrag for ændret valg af tilslutningsanlæg i Vejforslag A1-2.

Der er jf. afsnit 5.2.4 undersøgt en variant af hovedforslaget, Vejforslag A1-4, hvor en del af tunnelstrækningen udføres som en boret tunnel. Der er beregnet anlægsoverslag for denne variant baseret på omtrentlige mængder opgjort på grundlag af foreløbige skitser. Anlægsoverslaget lyder på 3060 mio. kr. i prisniveau 1. juli 2007 ekskl. moms.

### 9.2.2 Vejforslag A2

Der er i Tabel 9.4 anført anlægsoverslag for hovedforslaget for Vejforslag A2.

Post	Enhed	Vejforslag A2 1200 m tunnel
Anlægsarbejder	mio. kr.	2.037
M & E arbejder	mio. kr.	208
Særlige poster	mio. kr.	29
Ekspropriation	mio. kr.	50
<b>Total</b>	mio. kr.	<b>2.324</b>

Tabel 9.4; Anlægsoverslag for hovedforslaget for Vejforslag A2. Prisniveau: 1. juli 2007, ekskl. moms)

By & Havn har meddelt, at man forventer at opkræve deponeringsafgift for jordmængder, som deponeres ved Nordhavn. For Vejforslag A2 udgør den samlede deponeringsafgift 92 mio. kr., som ikke er indeholdt i anlægsoverslaget i Tabel 9.4.

#### Variant af hovedforslaget

Der er i Tabel 9.5 anført fradrag (-) i anlægsoverslaget for hovedforslaget for en variant af hovedforslaget.

	Vejforslag A2-1 Tilslutning mod syd i Nordhavn
Frdrag i anlægsoverslag i Tabel 9.4 i mio. kr.	-170

Tabel 9.5 Tillæg til anlægsoverslag for hovedforslaget for variant af hovedforslaget. Prisniveau: 1. juli 2007, ekskl. moms.

### 9.2.3 Vejforslag B

Der er i Tabel 9.6 anført anlægsoverslag for hovedforslaget for Vejforslag B med tilslutningsanlæg II ved Helsingørmotorvejen.

Post	Enhed	Vejforslag B 2170 m tunnel
Tilslutning Helsingørmotorvejen	mio. kr.	224
Anlægsarbejder	mio. kr.	3.926
M & E arbejder	mio. kr.	370
Særlige poster	mio. kr.	124
Ekspropriation	mio. kr.	96
<b>Total</b>	mio. kr.	<b>4.740</b>

Tabel 9.6; Anlægsoverslag for hovedforslaget for Vejforslag B med tilslutningsanlæg TSA II. Priseniveau: 1. juli 2007, ekskl. moms)

By & Havn har meddelt, at man forventer at opkræve deponeringsafgift for jordmængder, som deponeres ved Nordhavn. For Vejforslag B udgør den samlede deponeringsafgift ca. 235 mio. kr., som ikke er indeholdt i anlægsoverslaget i Tabel 9.6.

Der er i Tabel 9.7 anført tillæg/fradrag i prisoverslaget for hovedforslaget afhængig af udformningen af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen. Vedrørende betegnelserne for tilslutningsanlæggene henvises til afsnit 4.

	TSA I	TSA II	TSA III	TSA IV	TSA V
Tillæg/fradrag til anlægsoverslag i Tabel 9.6 i mio. kr.	-12	0	-98	-6	+150

Tabel 9.7 Tillæg (+) eller fradrag (-) til anlægsoverslaget for hovedforslaget afhængig af udformningen af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen (TSA). Priseniveau: 1. juli 2007, ekskl. moms.

### Varianter af hovedforslaget

Der er i Tabel 9.8 anført tillæg (+) eller fradrag (-) i anlægsoverslaget for hovedforslaget for tre varianter af hovedforslaget.

	<b>Vejforslag B-1</b> Tunnel forlænget 130 m mod vest	<b>Vejforslag B-2</b> Tilslutning mod syd i Nordhavn	<b>Vejforslag B-3</b> Tunnel forlænget til Helsingørmotor- vejen
Tillæg til anlægsoverslag i Tabel 9.6 i mio. kr.	+ 130	-100	+ 810

Tabel 9.8 Tillæg (+) eller fradrag (-) til anlægsoverslag for hovedforslaget for tre varianter af hovedforslaget. Prisniveau: 1. juli 2007, ekskl. moms.

De i Tabel 9.8 anførte tillæg for Vejforslag B-1 og B-2 er som hovedforslaget baseret på, at tilslutningen ved Helsingørmotorvejen er udformet som TSA II. Der kan svarende hertil gøres de i Tabel 9.7 anførte tillæg/fradrag ved valg af andet tilslutningsanlæg. Vejforslag B-3 er forlænget til Helsingørmotorvejen og omfatter således en særlig variant af tilslutningsanlægget. Der kan derfor ikke gøres tillæg/fradrag for ændret valg af tilslutningsanlæg i Vejforslag B-3.

#### 9.2.4 Alternative forslag til linieføring for Nordhavnsvej

Tre borgere har fremsat hver deres alternative forslag til etablering af Nordhavnsvej med borede tunnelløsninger, som beskrevet i afsnit 8.

Der er beregnet anlægsoverslag for hvert af alternativerne baseret på omtrentlige mængder opgjort på grundlag af foreløbige skitser. Anlægsoverslagene er anført i

	<b>Borgerforslag 1</b>	<b>Borgerforslag 2</b>	<b>Borgerforslag 3</b>
Anlægsoverslag i mio. kr.	5.900	6.200	6.700

Tabel 9.9 Anlægsoverslag for alternative linieføringer for Nordhavnsvej. Prisniveau: 1. juli 2007, ekskl. moms.

## 10. Bilag A – Fravalgte tilslutningsanlæg

Der er nedenfor givet en oversigt over en række forslag til udformning af tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen fremkommet under arbejdet med tilslutningsanlægget, samt forslag fremkommet under første offentlighedsfase. Forslagene er fravalgt ud fra en vurdering af deres trafikkapacitet, miljøforhold, æstetik og økonomi, samt fleksibilitet i forhold til udbygningsmuligheder.

De valgte forslag I – V er beskrevet i /19/ og afsnit 4.

De fravalgte forslag Vb – XIII er følgende:

### Forslag Vb: Niveaufri tilslutninger mod nord og syd



#### Beskrivelse

Forslaget består af 2-sporede ramper til og fra nord samt 1-sporede ramper til og fra syd.

Anlægget er i tre niveauer. Den viste rampe fra Nordhavn mod syd er tilsluttet motorvejssporene.

#### Konklusion

Anlægsudgifterne samt arealbehovet til den sydgående tunnel fra Nordhavnsvej står ikke i rimeligt forhold til den forholdsvis lille trafikstrøm, som kører i denne retning, hvorfor forslaget er fravalgt

### Forslag VI: "Halvt" ruderanlæg



#### Beskrivelse

Nordhavnsvej føres på en bro over den østlige lokalgade og motorvejen frem til den vestlige lokalgade. Der udføres smalle 2-sporede ruderramper langs motorvejens vestside, som tilsluttes Nordhavnsvej i et signalreguleret kryds. Trafikken fra Nordhavn mod nord krydser den østlige lokalgade i et signalreguleret kryds og svinger derfra ind i motorvejssporene. Fra syd mod Nordhavnsvej anlægges en højresvingsshunt.

#### Konklusion

Anlægsudgifterne til et broanlæg, som er indrettet med plads til et signalreguleret kryds er højere end tilsvarende anlægsudgifter til en flyover. Eftersom en flyover tilmed har en bedre kapacitet end et signalanlæg er forslaget fravalgt.



### Forslag VII : Ruderanlæg



#### Beskrivelse

Forslaget er en variant af forslag VI. Forslaget har begge de østlige ramper udformet som almindelige ruderramper, som er tilsluttet Nordhavnsvej som 2 shunte. Det skal påregnes, at motorvejen skal forlægges mod vest.

#### Konklusion

Anlægsudgifterne til broanlægget, som er indrettet med plads til det signalregulerede kryds er højere end tilsvarende anlægsudgifter til en flyover. Eftersom en flyover tilmed har en bedre kapacitet end et signalanlæg, fravælges forslaget.

### Forslag VIII : Signalreguleret T-kryds ved omlagt Helsingørmotorvej



#### Beskrivelse

Helsingørmotorvejen orienteres mod Nordhavn og et videre forløb i en østlig ringvej. En del af den vestligste boligblok i Ryparken må nedrives for at gøre plads til det nye vejforløb.

#### Konklusion

Forslaget er fravalgt, da det vil kræve store ekspropriationer øst for motorvejen. Endvidere forventes en østlig ringvej ikke at blive realiseret inden for en 15 – 20 års tidshorizont.

### Forslag IX : Niveaufri tilslutninger samt sløjfeanlæg med tunnelunderføring



#### Beskrivelse

Forslaget er en variant af forslag I. Rampen fra nord mod Nordhavnsvej starter syd for Emdrupvej og forløber i et sløjfeanlæg under kolonihaveområdet for herefter at passere under motorvejen. Den vestlige lokalgade føres over sløjferampen og den østlige lokalgade passerer over Nordhavnsvej.

#### Konklusion

Forslaget er fravalgt pga. de store gener det vil medføre for kolonihaveområdet, samt de høje anlægsudgifter til etablering af sløjfeanlægget under terræn.

### Forslag X : Udvidet ruderanlæg med nordlige tunnelunderføringer



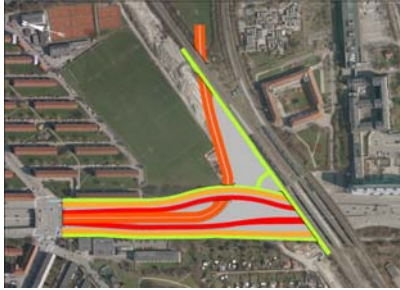
#### Beskrivelse

Forslaget er en variant af forslag VII. Nordhavnsvej føres over motorvejssporene og tilsluttes lokalgaderne på begge sider i 2 signalanlæg. Lokalgaderne betjener således den sydvendte trafik til/fra Nordhavnsvej, og skaber samtidig forbindelse mellem Nordhavnsvej og Emdrupvej/Ryparken.

#### Konklusion

Forslaget fravælges bl.a. pga. de høje anlægsudgifter til etablering af tunnel fra nord mod Nordhavnsvej og bro med signalanlæg.

### Forslag XI: Y-anlæg med sænket Helsingør MV



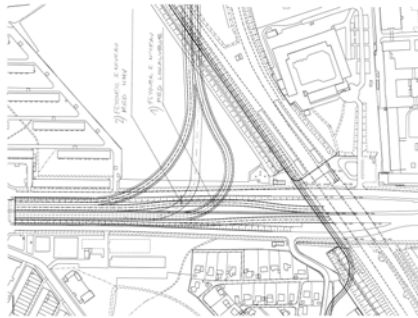
#### Beskrivelse

Helsingørsmotorvejens nordgående spor og den østlige lokalgade forlægges i en bue ind over boldbanearealerne øst for motorvejen. Nordhavnsvej føres under de forlagte veje og tilsluttes motorvejen i dennes midte. Der er ikke tilslutning til Helsingørsmotorvejen mod syd.

#### Konklusion

Forslaget fravælges da hastigheden i nordgående retning på Helsingørsmotorvejen skal nedsættes til 40 km/t pga. vejforløbet. Endvidere vil Helsingørsmotorvejen i nordgående retning blive løftet højere op, hvilket vil forøge støjbelastningen på de omkringliggende boliger og rekreative arealer.

### Forslag XII: Sænkning af tilslutningsanlægget



#### Beskrivelse

Helsingørsmotorvejen sænkes på en strækning mellem Emdrupvejbroen og Ryparken Station for at kunne føre flyoveren til Nordhavnsvej i et lavere niveau.

#### Konklusion

De skitserede principielle løsninger giver umiddelbart flere problemer end de løser og medfører betydelige ekstrainvesteringer.

### Forslag XIII: Tunnelunderføringer fra nord



#### Beskrivelse

Fra nord føres rampen i tunnel under Helsingørsmotorvejen. Rampen kommer op i terræn øst for den østlige lokalgade, hvor vejen føres under Ringbanen.

#### Konklusion

Vejforslaget er fravalgt, da ekstrainvesteringen til tunnelen, ikke medfører betydelige forbedringer.

### Forslag XIII b: Nordhavnsvej og ramper i tunnel



#### Beskrivelse

Nordhavnsvej føres i tunnel helt frem til Helsingørsmotorvejen inkl. tunnel under motorvejen.

#### Konklusion

Vejforslaget er fravalgt, da ekstrainvesteringen til den foreslåede overdækning, ikke står i rimeligt forhold til de fordele som forslaget har.

## **11. Bilag B - Tegninger**

Tegninger jf. tegningsliste D-010-0001 i separat indbinding i A3-format.

## **12. Referencer**

- Nordhavnsvej. Miljø og Samfundsøkonomi. Rambøll, Oktober 2007.

- Nordhavnsvej. Teknik og Økonomi. Rambøll, Oktober 2007.

## **13. Tekniske notater**

/1/ Nordhavnsvej. Tunnelkrydsning af Lersøgrøftens rørledning. Rambøll, Marts 2008

/2/ Nordhavnsvej. Svanemøllens Kaserne – Bygninger. Rambøll, Juni 2008

/3/ Nordhavnsvej. Tunnel under Kasernebygning. Rambøll, August 2008

/4/ Nordhavnsvej. Krydsning af jernbane. Teknik og Økonomi. Del 1 og 2. Rambøll, August 2008

/5/ Nordhavnsvej. Bored Tunnel. Rambøll, Oktober 2008

/6/ Nordhavnsvej. Hydrogeologi og geoteknik. Rambøll, November 2008

/7/ Nordhavnsvej. Vejforslag A1. Simulering af grundvandssænkninger. Rambøll, November 2008

/8/ Nordhavnsvej. Vejforslag A2. Simulering af grundvandssænkninger. Rambøll, November 2008

/9/ Nordhavnsvej. Vejforslag B. Simulering af grundvandssænkninger. Rambøll, November 2008

/10/ Nordhavnsvej. Tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen. Forslag V. Simulering af grundvandssænkning. Rambøll, December 2008.

/11/ Nordhavnsvej. Oversvømmelse som følge af stormflod, Rambøll, April 2008

/12/ Nordhavnsvej. Baggrundsrapport. Trafik. Rambøll, November 2008

/13/ Nordhavnsvej. Støj og vibrationer i anlægsfasen. Rambøll, November 2008

- /14/ Nordhavnsvej. Støj i driftsfasen. Rambøll, November 2008
- /15/ Nordhavnsvej. Luftforurening i driftsfasen. Rambøll, November 2008.
- /16/ Nordhavnsvej. Principper for mekaniske og elektriske installationer. Rambøll, November 2008
- /17/ Nordhavnsvej. Principper for tunnelventilation. Rambøll, November 2008
- /18/ Nordhavnsvej. Redegørelse for ventilation under brand. Rambøll, November 2008.
- /19/ Nordhavnsvej. Tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen. Rambøll, December 2008





**SAMMEN  
OM BYEN**

**KØBENHAVNS KOMMUNE**  
Teknik- og Miljøforvaltningen