



Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltning

Nordhavnsvej

Teknik og Økonomi

Oktober 2007

Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltning

Nordhavnsvej

Teknik og Økonomi

Oktober 2007

Ref 07554004
Økonomi og Teknik

Version 0

Dato 2007-10-29

Udarbejdet af mij

Kontrolleret af cad

Godkendt af stb

Rambøll Danmark A/S

Bredevej 2

DK-2830 Virum

Danmark

Telefon 4598 6000

www.ramboll.dk

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	1
2.	Resumé	2
3.	Grundlag	8
3.1	Vejmæssig opbygning	8
3.1.1	Geometriske og arealmæssige forudsætninger	8
3.1.2	Fritrumsprofiler i tunnel	9
3.1.3	Tilkørsler	10
3.1.4	Frakørsler	11
3.2	Funktionskrav for tunneller	11
3.3	Mekaniske og elektriske installationer	11
3.3.1	Tunnel ventilation	12
3.3.2	Røgdugugningssystem	13
3.3.3	Strømforsyning	13
3.3.4	Belysning	13
3.3.5	Sikkerheds installationer	14
3.3.6	Drifts- og ventilationsbygninger	14
4.	Forslag til linieføringer	15
4.1	Tidligere forslag	15
4.2	Tilslutning ved Helsingørmotorvejen	15
4.3	Vejforslag nr. 1	17
4.3.1	Berørte ejendomme	18
4.3.2	Byggemetoder	23
4.3.3	Ledningsomlægninger	26
4.3.4	Forurennet jord	27
4.3.5	Fremtidssikring	27
4.4	Vejforslag nr. 2	30
4.4.1	Berørte ejendomme	33
4.4.2	Byggemetoder	33
4.4.3	Ledningsomlægninger	34
4.4.4	Forurennet jord	36
4.4.5	Videreførelse til Nordhavn	36
4.5	Vejforslag nr. 3	36
4.5.1	Det oprindelige oplæg	36
4.5.2	Ændringer fra oplæg til revideret forslag	37
4.5.3	Revideret vejforslag nr. 3	37
4.5.4	Berørte ejendomme	39
4.5.5	Byggemetoder	40
4.5.6	Videreførsel til Nordhavn	41
4.5.7	Ledningsomlægninger	41
4.5.8	Forurennet jord	41
4.6	Vejforslag nr. 4	41
4.6.1	Berørte ejendomme	44
4.6.2	Byggemetoder	44

4.6.3	Ledningsomlægninger	45
4.6.4	Forurenet jord	45
4.6.5	Fremtidssikring	45
5.	Forbindelse fra Nordhavn til Refshaleøen	46
6.	Økonomi	47
7.	Bilag	52
8.	Kildefortegnelse	52

1. Indledning

I december 2005 blev der indgået en principaftale mellem staten, Københavns og Ring kommuner om Metro Cityringen (Metroens etape 4). Aftalen indeholder en principbeslutning om etablering af en ny vejforbindelse – Nordhavnsvej - fra Helsingørmotorvejen til Nordhavn.

Vejen er en forudsætning for den udvikling af Nordhavn, som skal bidrage til at finansiere en del af Metro Cityringen. Nordhavn skal bebygges med yderligere 600.000 etagemeterareal og måske senere med yderligere 3 mio. etagemeterareal, og de eksisterende veje har ikke kapacitet til at betjene området.

Anlæggelsen af Nordhavnsvej skal ses som led i en større trafikplanlægning i København, som bl.a. omfatter overvejelser om en fremtidig havnetunnel og planlægning af trafikbetjeningen for cyklister, fodgængere og kollektiv trafik til Nordhavn.

Nærværende rapport er udarbejdet for at belyse de mulige løsningsforslag til vejforbindelsen mellem Helsingørmotorvejen og Nordhavn. Rapporten er en fortsættelse af tidligere notater "Nordhavnsvejen, Screening af Svanemøllegruppens alternative forslag", August 2006 udarbejdet af COWI /1/, "Notat om en ny overordnet vejforbindelse mellem Nordhavn og Lyngbyvej", August 2005, Københavns Kommune /2/, samt "Tunnel ved Svanemøllen, Indledende teknisk undersøgelse, Hovedrapport", Juli 2004, COWI /3/. Disse forslag bygger igen på rapporter udarbejdet af Vejdirektoratet i 1998/1999.

Rapporten omhandler en teknisk og økonomisk vurdering af tidligere forslag som er videre bearbejdet på baggrund af blandt andet reviderede trafikmængder, jf. bilag 1.

Trafikmængderne på den nye vejforbindelse er undersøgt ud fra følgende byudviklingsscenerier:

- A: Udbygning af 600.000 etagemeterareal i Nordhavnsområdet. Der regnes ikke med trængselsafgifter. Nordhavnsvej afsluttes i Kalkbrænderihavnsvej og undervejs er der ingen tilslutninger.
- B: Udbygning af Nordhavn (3.600.000 etagemeterareal). Metroen er udbygget med en havnelinie fra Østerport St. til Nordhavn. Nordhavnsvej fortsætter over Svanemøllebugten til Nordhavnsområdet.
- C: Udbygning af Nordhavn (1.600.000 etagemeterareal), Refshaleøen (1.000.000 etagemeterareal) og Kløverparken (1.000.000 etagemeterareal). Metroen er udbygget med 2 havnelinier fra Østerport St. til hhv. Nordhavn og Nordøst Amager. Nordhavnsvej fortsætter i en ny vejforbindelse gennem de tre udbygningsområder og videre over Amager til forbindelse med motorvejsnettet ved Sjællandsbroen.

Trafikmængderne fremgår af bilag 1.

Det er ønsket, at der i tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen etableres fuld forbindelse mellem Nordhavnsvej og Helsingørmotorvejen, både mod nord og mod syd.

2. Resumé

Der er undersøgt tre linieføringsforslag for Nordhavnsvej, svarende til Scenario A, dvs. linieføringen standser ved Strandvænget/Kalkbrænderihavnsgade og er ikke eller kun delvist forudsat videreført til Nordhavnsområdet. Derudover er et 4. vejforslag undersøgt som føres direkte til Nordhavn uden tilslutning til Strandvænget / Kalkbrænderihavnsgade.

Alle fire linieføringer passerer et regnvandsbassin beliggende langs Ringbanens nordside øst for Helsingørmotorvejen. Bassinet, der er et lukket betonbassin, er, hvor vejen passerer det, dimensioneret og bygget på grundlag af forudsætninger givet af COWI i notatet "Udformning af tilslutningsanlæg ved Lyngbyvej og krav til regnvandsbassin, januar 2006"/6/.

De fire linieføringsforslag er som følger:

Vejforslag 1: Fra tilslutningen ved Helsingørmotorvejen føres vejen over bassin og under Ringbanen. Vejen følger derefter nordsiden af Farumbanen i terræn frem til Svanemøllens Kaserne. Der udføres tunnelforbindelse under kasernens bygninger, S-bane/Kystbane, Ryvangs Allé og Strandvejen til Strandvænget. Der udføres ikke tilslutning til Strandvejen/Østerbrogade. Strandvænget samt vejkrydsene ved Sundkrogsgade og Århusgade udbygges i fornødent omfang.

Vejforslag 2: Fra tilslutningen ved Helsingørmotorvejen føres vejen over bassin og under Ringbanen og Farumbanen. Vejen følger derefter sydsiden af Farumbanen i terræn frem til Borgervænget. Der udføres tunnelforbindelse mellem Borgervængets bebyggelser og Farumbanen og videre under Østerbrogade. Vejen fortsætter i terræn syd for Svanemøllen Station og videre over de tidligere gasværksarealer. Lige nord for Sundkrogsgade krydses vejen under banearealet til sammenfletning med Kalkbrænderihavnsgade.

Vejforslag 3 (Svanemøllegruppens forslag): Dette forslag følger i det væsentlige forslag 2's linieføring, men er foreslået tunneltaget hele vejen. Det skal bemærkes, at det ikke er fundet muligt at gennemføre Svanemøllegruppens forslag til tilslutning med tunnel ved Helsingørmotorvejen. Forslaget indebærer bl.a. stigninger på ramperne, som væsentligt overstiger de anbefalede gradienter. Der er også andre u hensigtsmæssigheder, som redegjort for i Cowis rapport af august 2006 /1/. Det er muligt, at der kan udarbejdes et andet forslag til tilslutning, der imødekommer Svanemøllegruppens ønsker, men da formålet med denne rapport er at sammenligne de 3 vejforslag, er det valgt at foreslå det samme tilslutningsanlæg, som benyttes for forslag 1 og 2. Dermed er de 3 forslag trafikalt sidestillet. Forslaget vil på den øvrige strækning fra passagen

under Ringbanen til Nordhavn være tunnellagt. Der udføres tilslutning ved Kalkbrænderihavns-gade.

For vejforslag 1 er der undersøgt forskellige muligheder for en videreførelse af vejforbindelsen til Nordhavn, men disse forslag er ikke prissat. Der er til gengæld prissat et forslag, hvor vejforbindelsen er fremtidssikret med ekstra tunnellængde, således at vejen umiddelbart kan forlænges til Nordhavn på et senere tidspunkt. Tilsvarende er der udarbejdet et overslag for et fremtidssikret forslag 3.

Vejforslag 4: Fra tilslutningen ved Helsingørmotorvejen føres vejen over regnvandsbassinet og under Ringbanen. Vejen føres i tunnel umiddelbart øst for ringbanen. Der udføres en boret tunnelforbindelse under kasernens bygninger, S-bane/Kystbane, Ryvangs Allé, Strandvejen og Svanemøllebugten til Nordhavn omkring ved Baltikavej ved Færgehavn nord. Der er ikke udført tilslutning mellem Helsingørmotorvejen og Nordhavn. På Nordhavn er der forberedt for en videreførelse af tunnelen til Refshaleøen samt Amager.

De fire forslag er vist på figur 2.1.

Ved vurdering af de undersøgte linieføringer er der konstateret konflikter med en række fysiske bindinger i form af ledningsanlæg og eksisterende bygninger. Større ledningsomlægninger, geologiske bindinger samt behov for ekspropriering er beskrevet mere detaljeret under de enkelte vejforslag. Generelt er der for forslag 1, 2 og 3 behov for ekspropriering og større ledningsomlægninger.

I tabel 2.1 er de forskellige karakteristika beskrevet for de undersøgte forslag.

	Forslag 1	Forslag 2	Forslag 3 SGs forslag	Forslag 4 Boret tunnel
Vejlængde	1640 meter	2350 meter	2355 meter	2830 meter
Tunnellængde	650 meter	750 meter	1400 meter	2350 meter
Tværsprofil	2 X 2 spor samt bredt nødspor	2 X 2 spor samt bredt nødspor	2 X 3 spor samt nødspor nogle steder	2 X 2 spor samt bredt nødspor
Ekspropriation, berørte ejere (de primære)	Boldbaner Svanemølle kaserner, DSB og Ejendomme ved Strandvænget	Boldbaner Børneinstitutioner. Busanlæg, Politiets ungdomskole, Øresundsskolen	Boldbaner, ellers kun midlertidig ekspropriation	Boldbaner, ellers kun midlertidig ekspropriation
Gener for togtrafikken	Ringbanen, kystbanen	Ringbanen, Farumbanen, Dan Link og Kystbanen	Ringbanen, Farumbanen, Dan Link og Kystbanen	Ringbanen,
Kan forberedes for større udbygning af Nordhavn (Scenario B og C)	Ja	Nej	Ja	Ja

Tabel 2.1; Sammenstilling af løsninger



Figur 2.1; Undersøgte linieføringer

- | | | | |
|---|----------------------|-----|----------------------|
| — | Vejforslag 1, terræn | --- | Vejforslag 1, tunnel |
| — | Vejforslag 2, terræn | --- | Vejforslag 2, tunnel |
| — | Vejforslag 3, terræn | --- | Vejforslag 3, tunnel |
| — | Vejforslag 4, terræn | --- | Vejforslag 4, tunnel |

Der er udarbejdet anlægsoverslag for alle fire vejforslag samt vejforslag 1 og 3 forberedt for en videreførelse til Nordhavn. Anlægsoverslaget angiver udelukkende et overslag for udførelsen af Nordhavnsvej og tager ikke hensyn til miljø- og samfundsøkonomiske betragtninger. Disse betragtninger er angivet i rapporten "Nordhavnsvej – Miljø og Samfundsøkonomi".

For en forbindelse fra Helsingørmotorvejen til Kalkbrænderihavnsvej, hvor der ikke er taget hensyn til en fremtidig forlængelse til Nordhavn, svarende til en betjening af scenario A, er overslagene vist i Tabel 2.2:

Post	Enhed	Forslag 1	Forslag 2	Forslag 3
Total (Prisniveau: 1. juli 2007 ekskl. moms)	Million DKK	2.197	3.090	3.989

Tabel 2.2; Anlægsoverslag for vejforbindelse til Strandvænget/Kalkbrænderihavnsvej ikke forberedt til videreførelse. (Scenario A)

For vejforslag hvor der enten er forberedt for en forlængelse til Nordhavn gældende for vejforslag 1 og 3 er overslagene som vist i Tabel 2.3:

Post	Enhed	Forslag 1 – Forberedt for videreførelse til Nordhavn	Forslag 3 – Forberedt for videreførelse til Nordhavn
Total (Prisniveau: 1. juli 2007 ekskl. moms)	Million DKK	2.536	4.415

Tabel 2.3; Anlægsoverslag for vejforbindelse til Strandvænget/Kalkbrænderihavnsvej forberedt til videreførelse.

Anlægsoverslaget for vejforslag 4 omfattende en boret tunnel til Nordhavn er **4.510** Millioner DKK (Prisniveau: 1. juli 2007 ekskl. moms).

Vejforslag 1 og 2 bygger på tidligere forslag. I forhold til de tidligere undersøgelser af vejforslag 1 og 2 er der foretaget følgende væsentlige ændringer i nærværende rapport:

- a. Tilslutning ved Helsingørmotorvejen: Denne rapport har som forudsætning, at der skal være fuld tilslutning mod syd. Dette skyldes hensynet til at fremtids-sikre anlægget til den større udbygning af Nordhavn.
- b. Øget sporbredde: Sporbredden er øget fra 3,25 til 3,5 meter.
- c. Tværsnit af vej/tunnel: Der er indført et bredt nødspor (3,5 meters bredde) i hver retning. Nødsporet kan eventuelt senere inddrages som det 3.de spor, hvis det viser sig, at trafikmængderne når op på de størrelser, som trafikmo-dellen indikerer jf. bilag 1.
- d. Forberedelse for røgdugsugningsystem: Der er jf. afsnit 2.2.2 indarbejdet mu-lighed for at etablere røgdugsugningsystem, hvilket har medført en større tun-nelhøjde end i de tidligere forslag. Det skal bemærkes at omkostningen til sel-ve installationerne ikke er indarbejdet i nærværende overslag.

I tabel 2.4, er anlægsoverslaget for et "basis vejforslag 1" (uden ændringer) samt meromkostninger til nuværende forslag til vejforslag 1 vist.

Post	Enhed	Forslag 1
Basis vejforslag 1	Million DKK	1.475
a. Omkostning ved fuld tilslutning til Helsingørmotorvejen	Million DKK	0 (note 1)
b. Omkostning ved øget sporbredde	Million DKK	68
c. Omkostning ved bredt nødspor	Million DKK	281
d. Omkostning ved forberedelse for røgdugsugningssystem	Million DKK	373
Total forskel (Prisniveau: 1. juli 2007 ekskl. moms)	Million DKK	722
Vejforslag 1, inkl. ændringsfor-slag (Prisniveau: 1. juli 2007 ekskl. moms)	Million DKK	2.197

**Tabel 2.4; Meromkostning for ændringer fra tidligere vejforslag 1 til nuvæ-
rende vejforslag**

Note 1: Det valgte tilslutningsanlæg giver ikke anledning til væsentlige ekstraud-gifter i forhold til tidligere. Ved en fuld udbygning af Nordhavn vil de øgede tra-fikmængder kræve en yderligere udbygning af tilslutningsanlægget. Omkostnin-gen til udbygningen er ikke indeholdt men vil i givet fald beløbe sig til ca. 200 mio. kr. (1. juli 2007 priser, ekskl. moms)

I tabel 2.5 er overslagene vist i hhv. 2005 og 2007 priser (Der er regnet med 10 % prisstigning fra juli 2005)

Million DKK	1. juli 2007 priser	2005 priser
Basis vejforslag 1	1.475	1.340
Vejforslag 1, inkl. ændringsforslag	2.197	1.997

Tabel 2.5; Anlægsoverslag for vejforslag 1 i 2005 og 2007 priser.

For forslag 2 er der ekstra udgifter i tilsvarende størrelsesorden.

3. Grundlag

- "Nordhavnsvejen, Screening af Svanemøllegruppens alternative forslag", August 2006 udarbejdet af COWI /1/,
- "Notat om en ny overordnet vejforbindelse mellem Nordhavn og Lyngbyvej", August 2005, Københavns Kommune /2/
- "Tunnel ved Svanemøllen, Indledende teknisk undersøgelse, Hovedrapport", Juli 2004, COWI /3/.
- Trafiktal fra OTM-modellen, vist på bilag 1

Tunneler udformes i overensstemmelse med EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2004/54/EF af 29. april 2004 om minimumssikkerhedskrav for tunneler i det transeuropæiske vejnet.

Parallelt med denne rapport udføres en egentlig kravspecifikation for Nordhavnsvej. Denne kravspecifikation beskriver de tekniske krav til vejen og baggrunden for de trufne valg. De nedenfor nævnte forudsætninger begrundes mere detaljeret i kravspecifikationen.

3.1 Vejmæssig opbygning

3.1.1 Geometriske og arealmæssige forudsætninger

Alle vejforslagene er fastlagt ud fra fælles funktionskrav.

Radier, hældninger, afkørselsvinkler og længder er fastsat i henhold til "Trafikarealer, by" /4/ samt "Trafikarealer, land" /5/ hvor det har været nødvendigt. Ved til- og fra-kørsler er der foretaget små justeringer for tilpasning til tunnel.

Geometrien er fastsat på baggrund af følgende ønskede hastigheder:

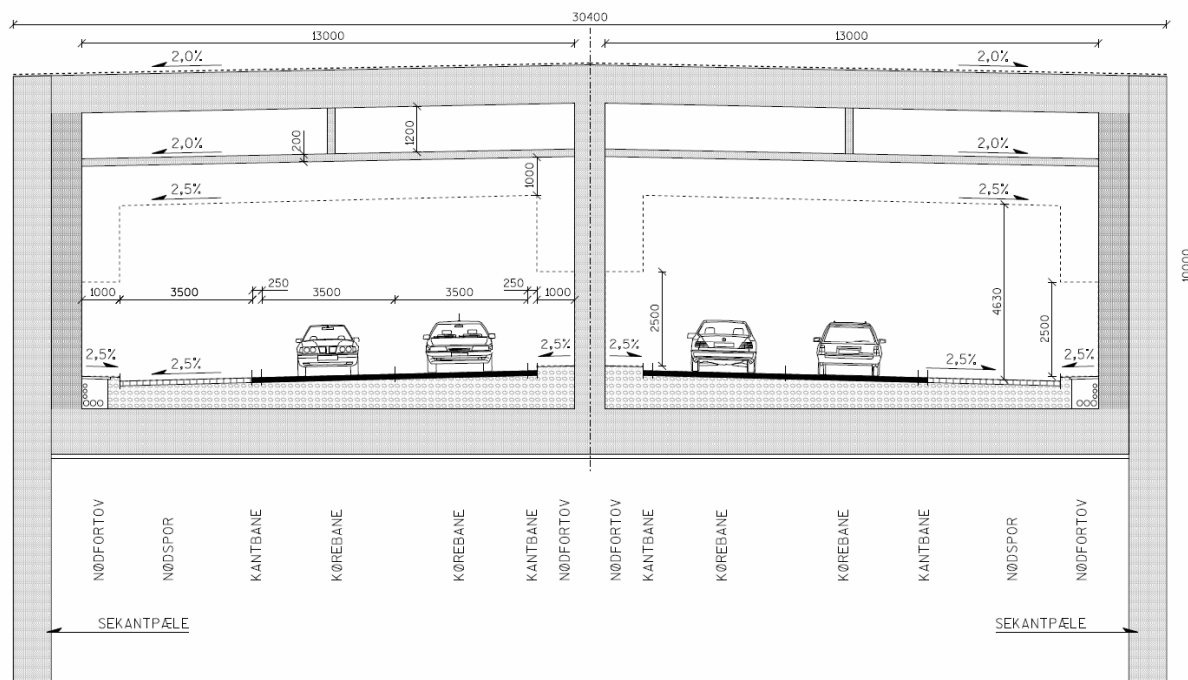
- Hastighed i tunnel: 60 km/t
- Hastighed på top af ramper: 50 km/t
- Radius på konvekse vertikalkurver er valgt til 1300 meter for tunnel og 750 meter for den del af ramper hvor hastigheden er sat til 50 km/t.
- Radius i konkav vertikal kurve er valgt til 600 meter af hensyn til komfort.
- Ved ind- og udkørsel af tunnel benyttes maksimalt 5 % stigning.
- Til- og frakørsler langs tunnelens trace laves med kileformet ind- og udfletning og med maksimalt 6 % stigning.

3.1.2 Fritrumsprofiler i tunnel

Ved fritrumsprofil forstås det areal, der over vej og fortov skal holdes frit for skilte, armaturer og andet udstyr i tunnelen. Følgende geometri er anvendt:

- Kørebanebredden er 3,50 meter.
- Bredden på nødspor er 2,50 meter. I tunneler vælges nødsporsbredden til 3,50 meter for at muliggøre en eventuel fremtidig inddragelse af dette til kørebane.
- Nødfortov anlægges i begge sider, og er 1,0 meter i bredden ved cut & cover tunnel. I den borede tunnel er bredden af nødfortov 0,85 meter. Fortovsbredden er tilladt reduceret på grund af ydervæggens krumning, som giver mere plads i skulderhøjde, end hvis det var en lodret væg.
- Hvor kørebane ligger op af nødfortov afsættes 0,25 meter til kantstribe. Der afsættes 0,25 meter til kantstribe mellem kørebane og nødspor. Der benyttes ikke kantstribe mellem nødspor og nødfortov.
- Vejen anlægges med 4,5 meters frihøjde med et tillæg på 0,13 meter for tolerancer. Frihøjden over nødfortov er valgt til 2,5 meter.

Med de ovenfor angivne forudsætninger bliver tunneltværsnittet for vejforslag 1 og 2 som angivet i Figur 3.1 nedenfor.



Figur 3.1; Typisk tværsnit af tunnel med angivelse af fritrumsprofil for vejforslag 1 og 2

For vejforslag 3 er der arbejdet med 3 kørespor og et nødspor hvor det pladmæssigt kan lade sig gøre. Dette resulterer i et bredere tværsnit af tunnelen i forhold til de øvrige forslag. Et typisk tværsnit af tunnelen for vejforslag 3 er vist på tegning SK-T-034.

Vejforslag 4 er en boret tunnelløsning som resulterer i et noget anderledes tunneltværsnit. Dette er vist på tegning SK-T-042.

3.1.3 Tilkørsler

Til- og frakørsel kan forefindes langs tunnelens trace. Disse til- og frakørsler har én vejbane. Til- og frakørsler må således ikke forveksles med ind- og udkørsler ved tunnelmundingerne. I de behandlede forslag er der kun til- og frakørsler, hvor der forbedres for en videreførelse af tunnelen. Det indebærer, at de fremtidssikrede alternativer for forslag 1, forslag 3 samt forslag 4 har til- og frakørsler.

Geometrien af tilkørslerne består af vejbane, nødspor, kantbaner og nødfortov. Tilkørsler udformes med flettepligt, ligesom typiske motorvejtilkørsler og med en indfletningsvinkel på 1:28 (ved 60km/t). Kilestrækningen er geometrisk bestemt af vejbanens bredde og linjeføringen er låst til afkørselsvinklen indtil afstanden mellem gennemgående tunnel og tilkørsel er mindst 2,5 meter.

Tilkørslen og den gennemgående tunnel skal have samme længdeprofil over en strækning der sikrer gode oversigtsforhold, både for bilister på rampen, og i den gennemgående

ende tunnel. Dette begrænser udstrækningen af væggen mellem tilkørslen og den gennemgående tunnel.

3.1.4 Frakørsler

Frakørsler udformes som normale kileformede afkørsler. Udfletningsvinklen er maksimum 1:14 svarende til 60 km/t. Vinklen og linieføringen holdes indtil afstanden mellem tunnelens og frakørselens yderside kantbaner er mindst 2,5 meter, herefter kan linjeføringen for frakørslen afvige fra den gennemgående tunnel.

Længdeprofilet for gennemgående tunnel og frakørsel er identisk på den åbne strækning.

3.2 Funktionskrav for tunneller

Sikkerhedsniveauet for brugere af tunnelen skal mindst være det samme som uden for tunnelen. Dette kræver at der installeres sikkerhedsforanstaltninger i tunnelen, som kan benyttes af brugerne i tilfælde af uheld, der gør det muligt at udøve selvhjælp, kommunikere med serviceorganisation udenfor tunnelen eller i tilfælde af alvorlige uheld bringe sig i sikkerhed.

En væsentlig del af sikkerhedskonceptet er flugtveje, som benyttes til at få brugerne i sikkerhed ved større ulykker herunder brand. Ved tunneler med to rør kan det ikke uheldsramte rør benyttes til flugtvej og redningsadgang, idet det sikres at røret er tomt for trafik, ved at spærre røret for indkørsel i samme øjeblik uheldet er konstateret.

Adgang imellem de to tunnelrør i cut & cover tunneler sker gennem brandsikre nøddøre. Afstanden mellem nøddøre er for cut & cover tunneler normalt ganske kort 100 – 150 meter, idet det er simpelt at installere dørene. I vejforslag 1-3 vælges afstanden til 100 meter, men den er i øvrigt ikke økonomisk signifikant for det samlede økonomiske overslag.

Ved en boret tunnelløsning sker adgangen gennem tværtunnelerne, der forbinder de to tunnelrør. Tværtunneler er relativt dyre og antallet reduceres derfor mest muligt. En risikoanalyse afgør minimumsafstanden som normalt er omkring 250 – 350 meter. I vejforslag 4 er afstanden mellem tværtunneler valgt til ca. 250 meter som grundlag for beregning af det økonomiske overslag.

3.3 Mekaniske og elektriske installationer

Der er en række mekaniske og elektriske installationer i en tunnel.

I det følgende er de væsentligste installationer omtalt. Disse inkluderer de installationer, der kræver megen plads og derfor har indflydelse på den overordnede geometri af tunnelen.

3.3.1 Tunnel ventilation

Der er to hovedgrunde til at ventilere en tunnel: forurening fra trafik og brandtilfælde. Ventilation af forureningsårsager er normalt ikke nødvendig ved kortere tunneler med separate rør til hver køreretning, idet en luftstrøm genereres af trafikken fra indkørsel til udkørsel. Ved lave hastigheder grundet trafikpropper og høj trafikdensitet vil der dog være behov for mekanisk ventilation (typisk længdeventilation) og der er derfor normalt installeret impulsventilatorer i tunneltværsnittet. Disse styres ofte automatisk baseret på kontinuerte målinger af luftforureningsniveauet.

Brandtilfældet vil normalt blive dimensionsgivende for ventilationssystemet. Ventilation under en brand skal holde flugtveje røgfrie og skabe sikker adgang for brandvæsen og andet redningspersonel til uhedsstedet.

Der findes flere principielle typer af ventilationssystemer for tunneller:

1. Ingen mekanisk ventilation.
Nødvendigheden af mekanisk ventilation afhænger af mange faktorer såsom tunnellængde, trafikdensitet, antal lastbiler i forhold til personbiler m.v. Generelt behøver en tunnel med længde op til 250 meter ingen mekanisk ventilation.
2. Længdeventilation.
Længdeventilation sker normalt ved installerede impulsventilatorer (jetfans) i tunnelen, som forårsager en luftstrøm, der sammen med trafikken blæser den forurenede luft ud ved udkørselsportalen. Længdeventilation anvendes typisk i tunneller med en længde op til ca. 4.000 – 5.000 meter. Med denne type ventilation vil luftforureningsniveauet være stigende igennem tunnelen.
3. Semi eller fuld tværv ventilation.
Semi tværv ventilation er i princippet en længdeventilation, hvor tunnelen har separate kanaler, hvor forurenede luft kan trækkes ud punktvis i hele tunnelen længderetning. Ved fuld tværv ventilation er tunnelen udstyret med kanaler både for friskluft indblæsning og forurenede luftudtag over hele tunnelens længde. Semi tværv ventilation eller fuld tværv ventilation anvendes i lange tunneler på mere end 4.000 meter eller hvor der er krav om høj luftkvalitet og/eller rensning af udblæsningsluften. En boret tunnel er på grund af sin geometri "født til" at have semi eller fuld tværv ventilation.
4. Åbninger i dækket med eller uden mekanisk udsugning.
Såfremt tunnelen passerer arealer hvor der umiddelbart kan udblæses forurenede luft, kan der anvendes simple åbninger i dækket, typisk per 500-800 m. skal åbningerne fungere som brandventilation, bør afstanden dog ikke overstige ca. 400 m.

De tunneller, som er behandlet i nærværende rapport har alle en længde, som i princippet tillader anvendelse af længdeventilation.

Tunnelerne udføres dog alle med særskilte ventilationskanaler, som eventuelt kan anvendes til tværventilation. Dette skyldes, at kanalerne alligevel skal udføres til brug for røgudsugning, jf. afsnit 3.3.2. Desuden vil det ved en mulig forlængelse af tunnelen være hensigtsmæssigt/nødvendigt at kunne supplere med tværventilation.

Der forberedes derupover for et rensningssystem for ventilationsluften. Rensningssystemet kan hjælpe til at minimere generne fra forurening i områderne omkring tunnelmundingerne.

3.3.2 Røgudsugningssystem

Efter en række alvorlige branduheld i tunneller, er der fremkommet forslag i de internationale tunnelorganisationer om indførelse af røgudsugningssystemer i alle ventilerede tunneller. Et røgudsugningssystem skal kunne fjerne hovedparten af røgudviklingen tæt på brandstedet og hermed minimere den dødelige røgforgiftning af personer, der befinder sig i tunnelen. Internationale komiteer som PIARC og andre, der behandler og udarbejder rekommandationer for tunnelsikkerhed, forventes at fremkomme med en anbefaling af at indbygge røgudsugningsanlæg. Der bygges allerede i dag tunneler med denne sikkerhedsfacilitet.

Det skal bemærkes, at en boret tunnel er født med muligheden for røgudsugningssystem på grund af den borede tunnels cirkulære geometri, hvorimod en cut & cover tunnel fra start skal planlægges og bygges med mulighed for røgudsugningssystem.

Det forudsættes, at tunnelen på Nordhavnsvejen skal udføres med et røgudsugningssystem. Det betyder, at der etableres særskilte kamre til dette formål. Se tegning SK-T-019 og tegning SK-T-042 i bilag 4. Det er forudsat at den udsugede røg ikke renses.

3.3.3 Strømforsyning

Strømforsyningen til tunneller er vigtig både i den daglige drift og ikke mindst i ulykkesituationer hvor brand er involveret. Forsyningssikkerheden sikres ved at en tunnelstrækning er forsynet fra hver sin ende med strøm fra to uafhængige net. Hvis der sker en total afbrydelse er tunnelen endvidere forsynet med nødstrømsanlæg normalt fra en diesel dreven generator.

Transformer og nødstrømsanlæg placeres i et portalbygværk i hver ende af tunnelen.

3.3.4 Belysning

Der er belysning i hele tunnelens udstrækning som sikrer trafikanterne en passende sigtbarhed i tunnelen. Af sikkerhedsmæssige grunde er der ved tunnelens ind og udkørsel endvidere en højere kunstig lysdensitet for at udjævne den ellers bratte overgang mellem lysintensiteten i tunnelen og uden for tunnelen.

Der etableres endvidere en nødbelysning, som skal virke i eventuelle uheldssituationer og hjælpe trafikanterne til at forlade tunnelen i deres køretøjer i tilfælde af fuldstændigt strømsvigt. Ligeledes skal der etableres evakueringsbelysning, som kan lede trafikanterne, så de kan forlade tunnelen til fods i en nødsituation.

3.3.5 Sikkerheds installationer

En tunnel indeholder en række installationer med et sikkerhedsmæssigt formål. De vigtigste installationer kan være (alle typer af installationer er ikke nævnt):

1. Information.
Information til brugeren om kødannelser, hastighedsbegrænsning, osv. i form af skilte. Information via højttalere. Radiodækning så trafikanterne kan høre trafikradio og have radio og telefonkontakt.
2. Overvågning.
Overvågning i form af kameraer placeret i tunnelen. Sensorer til overvågning af luftkvaliteten, brandfølere, følere for uautoriseret åbning af nøddøre mv. Der er sædvanligvis kontinuert overvågning af tunnelen fra et kontrolrum.
3. Sikkerhedsudstyr.
Med passende afstande er der placeret sikkerhedsskabe, der bl.a. indeholder nødtelefon, skumslukker, brandstander mv.
4. System kontrol.
Der skal etableres et SCADA system (Supervisory Control and Data Acquisition), som monitorer og kontrollerer de tekniske installationer i tunnelen såsom strømforsyning og fordeling, lys, ventilation, pumper, ventiler mv.

3.3.6 Drifts- og ventilationsbygninger

Der skal udføres drift- og vedligeholdelse af tunnelen. Alle installationer placeres i cut & cover tunneler ved ydervæggene, det vil sige i højre side i forhold til kørselsretningen. I den borede tunnelløsning placeres installationer i en installationsgang beliggende under vejbanerne.

Den daglige drifts- og vedligehold er normalt koncentreret om de tekniske anlæg i portalbygningerne, som er placeret tæt ved tunnelmundingerne. Bygningerne indeholder f.eks. nødstrømsanlæg, transformere, ventilatorer til røgudsugning, pumper til forsyning af brandstandere, pumper til fjernelse af regnvand, vaskevand osv.

4. Forslag til linieføringer

4.1 Tidligere forslag

I nærværende afsnit beskrives de tidligere forslag til vejforslag 1 og 2 samt de væsentligste ændringer til vejforslagene, som er indarbejdet i forbindelse med denne rapport.

Tilslutning ved Helsingørmotorvejen:

I de tidligere forslag var der kun regnet med, at der skulle være tilslutning mod nord. Denne rapport har som forudsætning, at der ligeledes skal være fuld tilslutning mod syd.

Tværsnit af vej/tunnel:

I de tidligere forslag var tværprofilet 2X2 spor uden nødspor. Sporbredden var 3,25 meter. Sporbredden er i denne rapport anbefalet til at være 3,5 meter med baggrund i Vejdirektoratets regler. Samtidig er det anbefalet, at der indføres et bredt nødspor (3,5 meters bredde) i hver retning. Nødsporet kan eventuelt senere inddrages som et 3. spor, hvis det viser sig, at trafikmængderne når op på de størrelser, som trafikmodellen indikerer jf. bilag 1.

Som en konsekvens af den bredere vej/tunnel er det for begge forslags vedkommende nødvendigt at ekspropriere et større areal og omlægge flere ledninger end tidligere antaget.

Tunnellængde:

Tunnellængden på forslag 1 og 2 er øget med 100-150 meter i forhold til de optimerede tunnellængder, der lå i de tidligere forslag. Det skyldes hensynet til at begrænse ekspropriationen på Svanemøllens Kaserne for forslag 1s vedkommende og hensynet til jernbanen (Dan Link sporet) for forslag 2s vedkommende.

Ventilationssystem:

Der er jf. afsnit 2.2.2 indarbejdet mulighed for at etablere røgudsugningsystem, hvilket har medført en større tunnelhøjde end i de tidligere forslag.

4.2 Tilslutning ved Helsingørmotorvejen

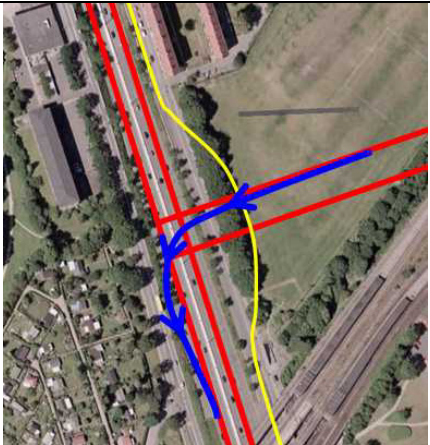
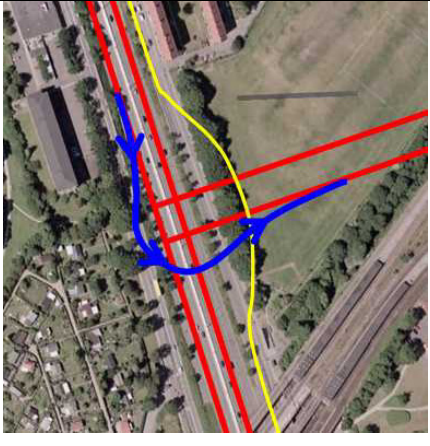
Principper for tilslutning af Nordhavnsvejen til Helsingørmotorvejen er undersøgt for forskellige udbygningsscenarier af Nordhavn, trafikprognoser og deraf følgende variation i krydsudformningen.

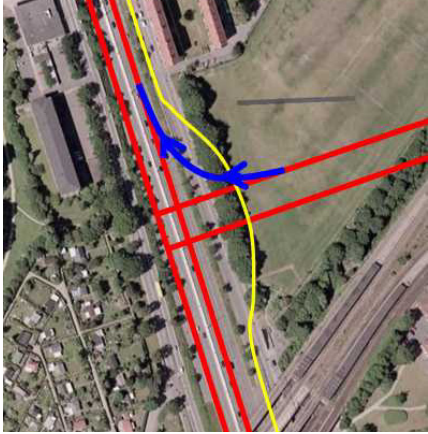
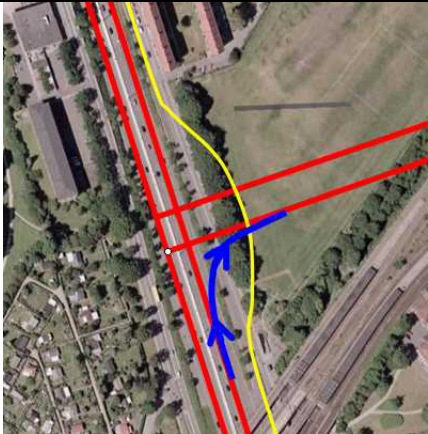
I det i bilag 2 vedlagte oversigtskema fra notatet "Nordhavnsvej – Udformning af tilslutningsanlæg ved Helsingørmotorvejen/Lyngbyvej" juli 2007 fremgår de forskellige principudformninger, som er blevet forelagt Københavns Kommune.

Af de forskellige forslag er det valgt at viderebearbejde principudformningen i forslag 6. Forslaget er en tilslutning af Nordhavnsvej til Helsingørmotorvejen i form af et signalreguleret kryds, som kun kræver nyanlæg af en bro for overføring af lokalgaden over Nordhavnsvej, samt en lokalt bredere motorvej for at indbygge svingbaner.

Udformningen som et signalreguleret kryds kan netop afvikle trafikken i scenario A, men kan senere for at øge kapaciteten suppleres med tunnelunderføringer og shunt forbindelser og derved forbedre trafikafviklingen i signalanlægget.

Krydset kan udbygges med en eller flere af følgende muligheder:

Udbygningsmulighed	Beskrivelse	Figur
1	<p>Tunnelunderføring mod syd af venstresvingende trafik fra Nordhavnsvej og indfletning på Helsingørmotorvejen</p> <p>Udbygningen er vist med blå</p>	
2	<p>Tunnelunderføring mod øst af venstresvingende trafik fra Helsingørmotorvejen og indfletning på Nordhavnsvej</p> <p>Udbygningen er vist med blå</p>	

3	<p>Shunt forbindelse mod nord for højresvingende trafik fra Nordhavnsvej og efterfølgende indfletning på Helsingørmotorvejen</p> <p>Udbygningen er vist med blå</p>	
4	<p>Shunt forbindelse mod øst for højresvingende trafik fra Helsingørmotorvejen og efterfølgende indfletning på Nordhavnsvej</p> <p>Udbygningen er vist med blå</p>	

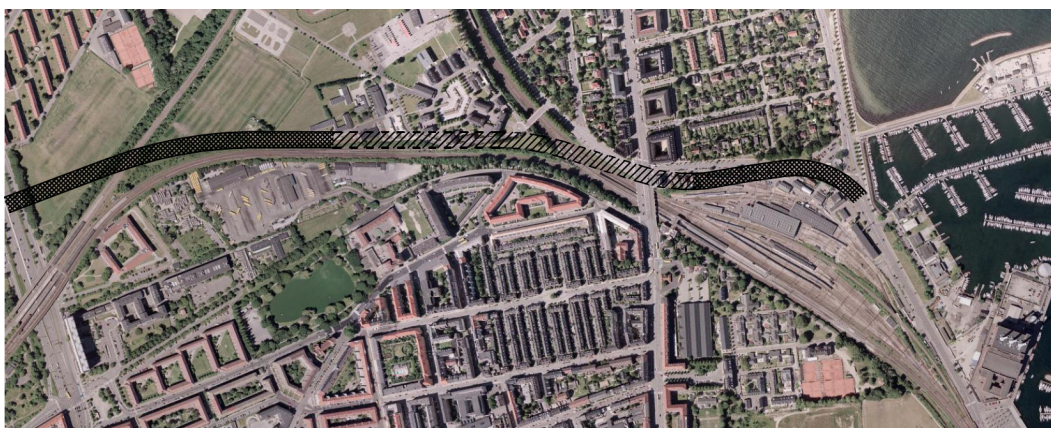
Tabel 4.1; Mulige udbygningsmuligheder for tilslutningen til Helsingørmotorvejen

Udbygningsmulighederne undersøges i det videre forløb for at vurdere deres effekt på kapaciteten i krydset i forhold til omkostningerne til udbygningen. På baggrund heraf vil krydsudformningen så vidt muligt blive fremtidssikret for udbygningsmulighederne.

4.3 Vejforslag nr. 1

Vejforslag nr. 1 er en videre bearbejdning af Cowi's løsning for en forbindelse mellem Helsingørmotorvejen og Nordhavn. Vejforslaget er illustreret i Figur 4.1 nedenfor. I dette forslag tilsluttes vejen Helsingørmotorvejen nord for Ryparken station, føres øst over Ryvang Idrætsanlægs boldbaner og over eksisterende regnvandsbassin for at dykke under Ringbanen. Herefter forløber vejen på terræn langs den nordlige side af Farumbanen ind over Svanemøllens Kaserne. Før vejen når kasernens bygninger, bringes vejen ved en rampe ned i en tunnel, som føres under kasernens bygninger. Tunnelen føres videre mod øst under kystbanen. Fra krydsning af kystbanen begynder tunnelen at stige og fortsætter med at stige under krydsning af Strandvejen og når op i åben rampe ca. 80 meter nedad Strandvænget. Den åbne rampe fortsætter yderligere ca. 85 meter for herefter at nå op i terræn.

Dette forslag vil kunne håndtere den øgede trafikbelastning ved en udbygning af Nordhavn svarende til scenario A. Udbygning af vejforbindelsen for at kunne håndtere øgede trafikmængder beskrives nærmere under afsnit 4.3.5. Den samlede længde af vejforbindelse er 1650 meter, hvoraf 650 meter er i tunnel.



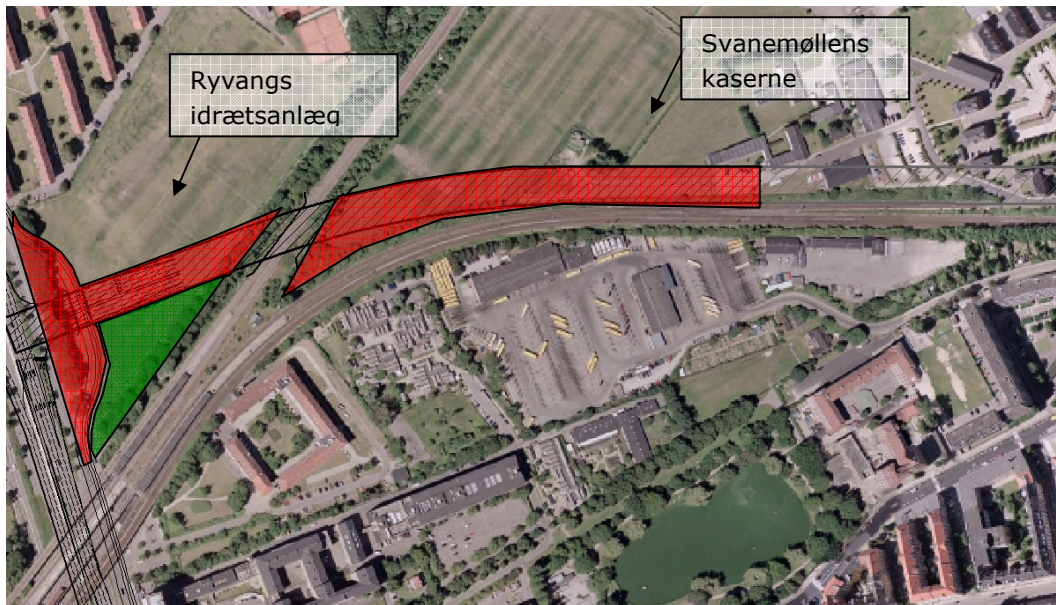
Figur 4.1; Vejforslag 1 – Linieføring med indikation af vej i terræn, markeret dobbelt skraveret og vej i tunnel, markeret enkelt skraveret

Der placeres en portalbygning ved tunnelmunding ved Svanemøllens kaserne samt umiddelbart før den åbne rampe på arealet øst for Strandvejen og syd for Strandvænget. Bygningen indeholder elektriske og mekaniske installationer nødvendigt for tunnelens drift. Der henvises til skitse SK-T-010 og SK-T-012 vedr. placering af portalbygningen.

De følgende afsnit gennemgår byggemetoden for nogle af de vanskelige delstrækninger. De angivne byggemetoder anvendes også til at prissætte anlægsomkostningerne. På det aktuelle byggetidspunkt kan der godt være valgt andre byggemetoder, men det skønnes at det ikke vil påvirke den overordnede prissætning. Tunnelen er hovedsagelig placeret i jordlagene over kalken, dog kan det forventes, at det bliver nødvendigt at grave i kalken ved passagen under Kystbanen og S-togslinierne ved Svanemøllen.

4.3.1 Berørte ejendomme

Et større område af Ryvangs idrætsanlægs boldbaner skal eksproprieres for at gøre plads til Nordhavnsvejen og lokalvejen som føres over Nordhavnsvejen. Området udgør ca. 5000 m². Området umiddelbart syd for vejen som lukkes inde af hhv. Helsingørsmotorvejen, Ringbanen samt Nordhavnsvej, vil have vanskelige adgangsforhold efter Nordhavnsvejen er bygget. Området er illustreret med 'grønt' i Figur 4.2.



Figur 4.2; Vejforslag 1, tilslutning til Helsingørmotorvejen samt illustration af berørte ejere

På Svanemøllens Kaserne, eksproprieres området langs Farumbanen indtil området med kasernens bygninger. Området udgør ca. 15500 m².

De eksproprierede områder er illustreret på Figur 4.2.

For at kunne bevare Svanemøllens kaserne bygninger, føres vejen i en tunnel under disse. Tunnellen er placeret således den går under kældre til kasernebygningerne. Nogle af kasernens bygninger, som berøres af tunnelen, har høj bevaringsværdighed. Det er derfor nødvendigt, at udføre ekstra foranstaltninger for at bevare bygningerne mens tunnelen føres under dem.

De bygninger der er berørt af tunnelbyggeriet kan ses på tegning SK-T-011 samt Figur 4.3. Heraf er flere bygninger klassificeret som bevaringsværdige. Der er generelt fire måder at passere de berørte bygninger på:

1. Permanent fjernelse af bygningen.
2. Midlertidig nedrivning af bygningen for senere retablering på samme position.
3. For bygninger der kun marginalt berører tunnelen kan man enten rulle bygningen midlertidigt (eller permanent) til side, eller hvis muligt udføre en midlertidig udkræning af bygningen.
4. Pæleunderstøtning af bygningen i byggefasen medens tunnelen udføres under bygningen. Senere kan bygningens understøtning ændres til at være direkte på tunnelen og pælene kan eventuelt fjernes.



Figur 4.3; Vejforslag 1 - Berørte bygninger på Kasernes område

De berørte bygninger som er af høj bevaringsværdi, bevares så vidt mulig. I Tabel 4.2 er det foreslået hvilke bygninger der fjernes eller bevares og hvilke metoder der tænkes anvendt til at passere bygningerne.

Bygning	Foreslået metode
1-2	 <p data-bbox="443 792 1007 824">Lave kontorbygninger der nedrives og fjernes.</p>
3	 <p data-bbox="443 1256 906 1288">Værkstedbygning nedrives og fjernes.</p>
4-5	 <p data-bbox="443 1765 1347 1832">Lille bygning 4 til venstre flyttes intakt midlertidigt og flyttes tilbage. Bygning 5 understøttes på pæle.</p>



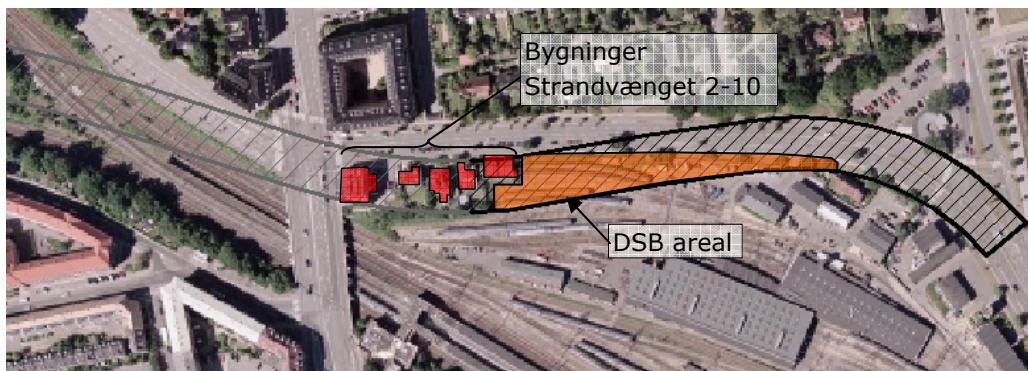
Bygning	Foreslået metode
6	 <p data-bbox="443 808 831 842">Bygning 6 understøttes på pæle</p>
7	 <p data-bbox="443 1290 839 1323">Bygning 7 understøttes på pæle.</p>
8	Lav pavillon bygning nedrives og genopbygges.
9	Udkraget ende af hovedbygning understøttes på pæle.
10	Portner hus ved broen flyttes intakt midlertidigt og flyttes tilbage.

Table 4.2; Description of method for passing buildings on Svanemøllens barracks

On the entire stretch, there shall be carried out temporary groundwater lowering. The construction method is evaluated at each section of the tunnel. It can be top-down, bottom-up or more special methods if required.

East of the railway, it will be necessary to expropriate the buildings that are located immediately south of Strandvænget cf. Figure 4.4 and drawing SK-T-014. The area is cleared so that it is possible to build the tunnel and the area is used permanently for access, support and space for the portal building.



Figur 4.4; Vejforslag 1 – linieforslag med indikation af berørte ejere

Den åbne rampe syd for Strandvænget, skærer igennem den nordlige del af DSBs klaringsområde og vil optage et areal på ca. 2,100 m². I tilfælde af at tunnelen skal forberedes for videreførelse til Nordhavn fragår der yderligere et areal på ca. 1,200 m² som skal anvendes til frakørselsramper.

I anlægsoverslaget er der afsat penge til ekspropriation af de ovenfor nævnte ejendomme samt udgiften til bevarelse af nævnte bygninger på Svanemøllens kaserne.

4.3.2 Byggemetoder

4.3.2.1 Helsingørmotorvej, regnvandsbassin og Ringbanen

Tilslutningen ved Helsingørmotorvejen udføres som tilslutningsforslag nr. 6, beskrevet i afsnit 4.2. Denne tilslutning indebærer at vejen starter i niveau med Helsingørmotorvejen og derfor lægges i et trug ved selve tilslutningen. Derfra føres den op i terræn for at kunne komme over det regnvandsbassin, som er anlagt i Lersøgrøftens tracé langs S-togsbanen. Umiddelbart efter vejen er kommet over regnvandsbassinet, skal den føres under Ringbanen. Højdeforskellen mellem overkant regnvandsbassin og overkant S-togspor er kun 6,4 meter, hvilket vil kræve en speciel konstruktion til over- og underføring. Regnvandsbassinet, som er nedgravet langs S-tog banen, er over en strækning, som ikke helt er sammenfaldende med vejplaceringen, forberedt for en vejoverføring. På begge sider af bassinet udføres en overgangplade som ikke direkte kan påføres bassinkonstruktionen, men skal være et selvstændigt bygværk.

Ved vejunderføring under S-togsbanen skal der bygges en brokonstruktion til banen. Denne bro udføres specielt med henblik på en hurtig installation for at mindske gener for togtrafikken og for at minimere højden af selve broen grundet den forholdsvis lille højdeforskel mellem bane og vej. Et eksempel på en sådan bro er vist på Figur 4.5.



Figur 4.5; Foto af vej/tog krydsning ved Århusgade og Kalkbrænderihavnsgade

4.3.2.2 **Krydsning af Svanemøllen kaserne**

Tunnelrampe og tunnelmunding (fra Helsingørmotorvejen) trækkes så langt det er muligt hen imod bygningerne på Svanemøllens Kaserne for at reducere tunnellængden og dermed anlægsomkostningerne. Tunnelstrækningen og rampen på kasernearealet hen til kystbanen kan formentlig bygges traditionelt med bottom-up metode med anvendelse af indvendig afstivning af væggene eller jordankre. Visse strækninger må dog forudses at skulle udføres specielt. Grundvandssænkningen udføres med brønde imellem sekantpælevæggene. Det kan eventuelt blive nødvendigt at udføre reinfiltration af det oppumpede grundvand.

Særlige foranstaltninger af hensyn til bevaringsværdige bygninger på kaserne er omtalt i afsnit 4.3.1.

4.3.2.3 **Krydsning af Kystbanen**

Jernbaneområdet ligger lavt imellem kaserneområdet og Ryvangs Allé. Det medfører at tunnelens dybdepunkt kommer til at ligge i tunnelstrækningen under baneområdet. Krydsningen af jernbanesporene kan udføres på flere forskellige måder alt afhængig af den valgte entreprenørs erfaring med lignende arbejder, udstyr, konstruktionsmetoder, osv. I det følgende er der overordnet foreslået en konstruktionsmetode.

Bygningen af Cut & Cover tunnel under jernbanelinierne foretages ved installering af sekantpæle langs ydersiden af tunnelen og en række i væggen mellem de to tunnelrør, samt i en tværvæg på begge sider af jernbanelinierne. Hermed skabes en selvstændig boks med pæleperiferien stående i kalken, som formentlig muliggør en grundvands-senkning i boksen uden væsentlig forstyrrelse af grundvandsspejlet i nærområdet.

Først udføres de sekantpæle, som ikke kræver at spor skal fjernes, efterfølgende udføres de manglende sekantpæle, der kræver at spor fjernes. Boringerne kan sandsynligvis kun udføres under sporspærringer om natten, men længerevarende sporspærringer bør forsøges aftalt med Banedanmark og DSB. Efter at sekantpælene er installeret udføres bjælker, åg og overliggere til at afstive og understøtte sporene. Den midlertidige konstruktion hviler af på tunnellenes sekantpæle eller på separate sekantpæle. Alt arbejde skal udføres under sporspærring.

Jernbanetraceet og Cut & Cover tunnelen skærer hinanden under en "skæv vinkel" hvilket gør at den midlertidige understøtningskonstruktion får stor spændvidde op til ca. 60 meter, hvilket vil kræve kraftige bærende konstruktioner.

Efter at den midlertidige sporunderstøtning er installeret er arbejdet mindre afhængig af togtrafikken. Der graves herefter ud under sporene ned til niveauet, hvor udstøbning af toppladen foretages. På grund af tunnelens forholdsvis dybe placering under kystbanen er der en fornuftig frihøjde til støbning af toppladen. Mindste højde ved de yderste hjørner er omkring 2,8 meter over færdigstøbt topplade. Udgravning under den støbte topplade sker med en efterladt åbning i hver ende af boksen på hver side af sporene. Efter udgravning udstøbes bundplade, ydervægge og midtervæg.

Ved boksåbningen mod Svanemøllen Kaserne udvides tunnelen i nordlig side for at give plads til pumper og elektriske installationer. Pumpesumpen placeres samme sted under tunnelen bundplade og der udføres en rørforbindelse fra tunnelens dybdepunkt.

Alt arbejde i dette område skal koordineres med Banedanmark og togoperatørerne.

4.3.2.4 **Krydsning af Strandvejen**

Krydsningen under Ryvangs Alle' og Strandvejen kommer til at foregå i stor dybde på grund af fortsættelsen fra den dybtliggende tunnel under jernbaneområdet.

Før tunnelen kan fortsættes fra krydsningen af Kystbanen og S-togs linierne skal bygningerne på sydsiden af Strandvænget fjernes (Strandvænget 2-10), og et område i den nordlige del af DSB arealet skal eksproprieres.

Tunnelen under krydset Ryvangs Alle' – Strandvejen - Strandvænget tænkes udført ved installering af sekantpæle langs tunnelens ydre sider samt hjælpesekantpæle i tunnelens midtervæg. Byggeetaper kunne være:

1. Afspærring af Strandvejens østlige kørebaner og halvdelen af Strandvænget mod syd hvor der installeres sekantpæle for tunnelens sydside og sekantpæle ved tunnelens midtervæg. Toppladen for en halv tunnelbredde støbes.

2. Afspærring af Strandvængets nordlige bane hvorefter den anden halvdel af tunnelen udføres på samme måde.
3. Total afspærring af Ryvangs Alle samt Strandvejens vestlige baner. Den sidste del af tunnelen bygges.
4. Krydset reetableres og tunnelbyggeriet kan fortsætte mod øst ved top-down metoden.

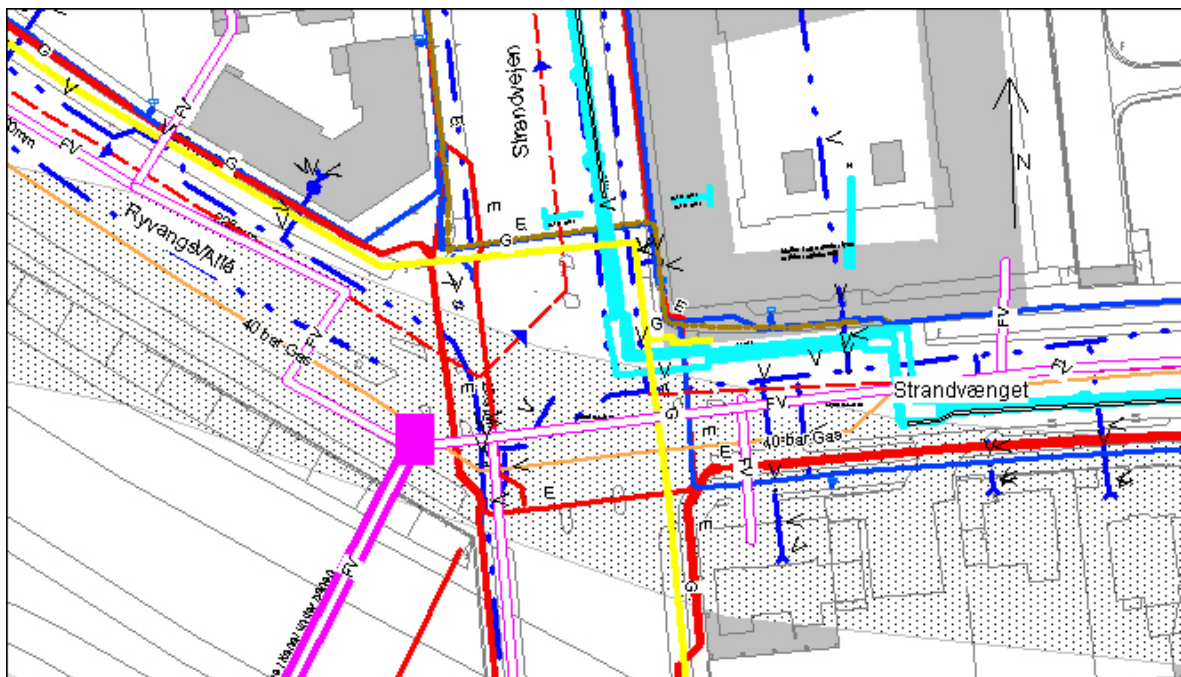
Tunnelen under Strandvejen kommer til at ligge dybt i forhold til Strandvejens niveau hvilket betyder at der kommer et frit rum mellem Strandvejen og tunnelen. Dette rum kan evt. bruges til gang- og cykeltunnel.

4.3.3 Ledningsomlægninger

Der vil skulle foretages omfattende ledningsomlægninger i forbindelse med anlægsarbejdet. Den største udfordring bliver i området ved krydsningen af Strandvejen, hvor der er mange små og store ledningsanlæg, som ligger parallelt med og på tværs af vejtracéet. De fleste af ledningsanlæggene må forventes at skulle omlægges midlertidigt og i flere etaper. En illustration af de større ledningsanlæg i området er vist på Figur 4.6.

Ledningsarbejderne bliver her kraftigt præget af, at der stort set ikke er områder som ikke graves helt væk i forbindelse med anlægsarbejdet. Det betyder, at enten skal ledningsanlægget flyttes helt væk fra området før vejentreprisen går i gang eller også skal man samtidigt med vejentreprisens forskellige faser omlægge, ophænge mv. ledningsanlægget på indersiden af indfatningsvæggene og hen over vejtracéet på midlertidige ledningsbroer mv.

Normalt varetager de enkelte ledningsejere selv omlægninger af egne anlæg, hvilket stiller store krav til koordineringen og samarbejdet mellem vejentreprisen og de etapevise ledningsomlægninger, midlertidige tiltag og etablering af det endelige ledningsanlæg i området. De vanskelige forhold vil givet medføre markante trafikgener i området under omlægningsarbejdernes udførelse.



Figur 4.6; Illustration af større ledningsanlæg i kryds Strandvejen / Strandvænget / Ryvangs Allé

Der ligger endvidere ledningsanlæg på "ikke offentlige vejarealer", som vil skulle om-lægges bl.a. på Kasernen, ligesom der givet vil skulle ske omlægninger af ledningsanlæg ved tilslutningen til Helsingørmotorvejen.

4.3.4 Forurenet jord

Der henvises til beskrivelse i rapporten "Nordhavnsvej – Miljø- og samfundsøkonomi, oktober 2007.

4.3.5 Fremtidssikring

Vejforslag 1 kan forberedes til en videreførelse af tunnelen under Svanemøllebugten til Nordhavn. Denne videreførelse kan senere gennemføres med færre gener for den allerede idriftsatte del af Nordhavnsvejen.

Videreførsel af Nordhavnsvejen til Nordhavn kan udføres på forskellige måder som er vist på tegning SK-T-015 – 018 og beskrives nedenfor.

Forbindelsen til Nordhavn kan etableres på forskellig vis:

- A. Fortsættelse af vejanlægget over en dæmning langs Svanemøllehavnens nordlige mole og med en bro over Kalkbrænderiløbet. Til- og frakørsel mulighed på Strandvænget. Strandpromenaden føres under Nordhavnsvejen. Se tegning SK-T-015.

- B. Fortsættelse af vejanlægget i nedgravet trug med opkørsel på dæmning langs Svanemøllehavnens nordlige mole og med en bro over Kalkbrænderiløbet. Til- og frakørselsmulighed på Strandvænget. Strandpromenaden føres over Nordhavnsvejen. Se tegning SK-T-016.
- C. Fortsættelse af Cut & Cover tunnel til kystlinien herefter rampe op på dæmning langs Svanemøllehavnens nordlige mole og med bro over Kalkbrænderiløbet. Til- og frakørselsmulighed på Strandvænget. Strandpromenaden føres over Nordhavnsvejen. Se tegning SK-T-017.
- D. Forberedelse af tunnelanlægget til en senere fortsættelse i tunnel med opkørsel på Nordhavn og ændre tidligere opkørsel på Strandvænget til til- og frakørsel. Se tegning SK-T-018.
- E. Tunnelbyggeriet fortsættes umiddelbart til Nordhavn. Opkørsel på Nordhavn med til- og frakørselsmulighed på Strandvænget.

Den i anlægsoverslaget behandlede fremtidssikring indebærer, at cut & cover tunnelen forlænges som tunnel under rampen helt frem til kystlinien. Senere når en eventuel tunnelforbindelse til Nordhavn er færdigbygget kan den viste rampe ændres til en til- og frakørsel, og den eksisterende tunnel tilsluttes den nye tunneldel.

Der er udarbejdet et separat anlægsoverslag for ovennævnte fremtidssikring.

Alle løsningerne for fortsættelse til Nordhavn over en bro kan udbygges, således at der er adgang for gående og cyklister samt knallertkørende.

4.3.5.1 **Fortsættelse på dæmning og bro til Nordhavn**

Vælges det at fortsætte til Nordhavn over en dæmning og bro bør der været taget hensyn til dette i byggeprojektet, idet en senere udbygning vil påvirke trafikken kraftigt. Det er dog ikke umuligt at udføre en fortsættelse senere. Der kan være tale om flere løsninger:

- A. Hvor rampen slutter fortsætter vejen op på en dæmning, der stiger indtil kysten nås. Dæmningen fortsætter på langs af indersiden af Svanemøllehavnens mole ud til molehoved, hvor vejen føres over Kalkbrænderiløbet til Nordhavn på en bro. Langs den åbne rampe og dæmningen udstyres vejen med støjskærme. Strandvænget forlægges mod nord og føres under dæmningen ved kysten. Strandpromenaden tilsluttes ligeledes Strandvænget i et T-kryds. Løsningen kan ses på skitse SK-T-015.
- B. Anden mulighed er at fortsætte den åbne rampe i et nedgravet trug. Nordhavnsvej vil i denne løsning blive ført under Strandpromenaden ved kysten. Herefter stiger vejen op på en dæmning på sydsiden af Svanemøllehavnens mole og føres med en bro over til Nordhavn. Løsningen kan ses på skitse SK-T-016.

- C. Fortsætte cut & cover tunnelen til kystlinien, hvor vejen fortsætter i rampe op på dæmning langs indersiden af Svanemøllehavns mole, videre over bro til Nordhavn. Strandvænget og Strandpromenaden kan genetableres i området, der er kun tilført til- og frakørselsanlæg til tunnelen. Ved denne løsning vil DSB kunne få returneret størstedelen af det areal, som midlertidigt anvendes under byggeriperioden. Løsningen kan ses på skitse SK-T-017.

Svanemøllehavn mister et antal bådpladser, hvor dæmningen bygges. Erstatningspladser kunne tænkes anlagt nord for molen. Her kunne placeres sejlbåde med høj mast, medens området i den gamle havn bliver forbeholdt motorbåde. Dette skal koordineres med den planlagte strandpark i det pågældende område.

Den nødvendige sejlads til Svanemølleværket skal undersøges nærmere idet det vil være stærkt fordyrende for projektet hvis broen skal udføres som klapbro.

4.3.5.2 **Fortsættelse i tunnel til Nordhavn**

Bygning af tunnelen er antaget at kunne ske ved Cut & Cover metoden for strækningen Helsingørmotorvejen til kysten ved Strandvænget: Fra kysten antages det, at tunnelen bygges som en sænketunnel. Vanddybden i Kalkbrænderiløbet er 7 meter, hvilket betyder, at tunnelen skal funderes i en dybde af ca. -19 meter. Ved en sænketunneløsning spærres Kalkbrænderiløbet kun i kort tid, medens sænkningen foregår. Den nødvendige vanddybde skal dog undersøges nærmere.

- D. Cut & Cover tunnelen afbrydes ved Strandvænget med åben rampe og med vejanlægget der svinger mod syd mod Kalkbrænderihavnsvej. Forberedelse af tunnelen til videreførelse foretages ved at tunnelkonstruktionen fortsætter til den er fri af vejanlægget over tunnelen. Det gør det muligt senere at fortsætte tunnelbyggeriet uden at genere opkørslen fra den på det tidspunkt eksisterende vej.

Når tunnelforlængelsen senere er færdig med en ny opkørsel på Nordhavn færdiggøres til- og frakørselsramper ved Strandvænget og opkørslen sløjfes og ændres til tunnel. Portalbygningen ved Strandvejen ændres til en mellemstation der vil supplere den nye portalbygning ved tunnelmundingen på Nordhavn. Løsningen kan ses på skitse SK-T-018.

- E. Fortsættes tunnelbyggeriet i én etape uden ophold ved Strandvænget, videreføres cut & cover tunnelen til kysten, hvorefter der fortsættes med en sænketunnel under Kalkbrænderiløbet til Nordhavn. Første del af strækningen fra kystlinien ved Strandvænget kan eventuelt bygges som cut & cover tunnel, idet vanddybden i bassinet er omkring 3 meter. Der bygges til- og frakørselsmulighed ved Strandvænget.

Ved tunnelforbindelse til Nordhavn, forslag D og E, er det forudsat, at hele tunnelen skal være placeret ca. 1 meter under nuværende havbund. Det betyder, at cut & cover tunnelen under Strandvænget skal placeres relativt dybt. Denne dybde kunne reduceres, såfremt tunnelen tillades at ligge højere end eksisterende havbund de første 100 – 150 meter i havne bassinet.

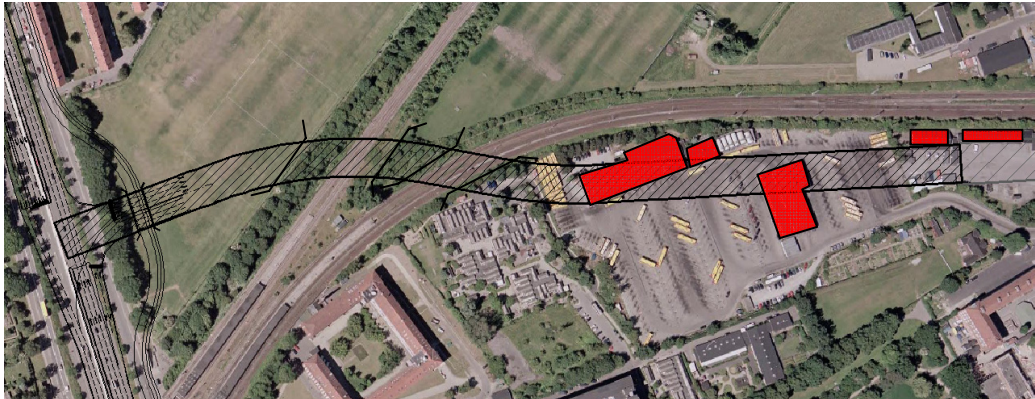
4.4 Vejforslag nr. 2

Vejforslag nr. 2 er en videre bearbejdning af Vejdirektoratets løsning for en forbindelse mellem Helsingørmotorvejen og Kalkbrænderihavnsvej, første gang foreslået i 1998. Forslaget er vist på tegning SK-T-020 og SK-T-021.



Figur 4.7 ; Vejforslag 2 - Overordnet linieføring

Dette forslag tilsluttes Helsingørmotorvejen umiddelbart nord for Ryparken station, og føres på terræn hen over eksisterende regnvandsbassin, hvorefter vejen føres under både Ringbanen og Farumbanen. Vejen føres i terræn forbi daginstitutioner og hen over Arrivas busanlæg, inden vejen føres i tunnel forbi beboelsesejendomme i Borgervænget. Linjeføringen i terræn betyder, at både daginstitutioner og busanlægget mister større arealer i forbindelse med permanent ekspropriation.



Figur 4.8; Forslag 2 - Linieføring ved Ryvang idrætsanlæg og Arriva's busholdeplads (Sort er terræn og rampe, grå er tunnel)

Langs den del af Borgervænget, som ligger ud til jernbanen er det i anlægsfasen nødvendigt at gennemføre midlertidige ekspropriationer af Danlink sporet samt kolonihaverne mellem Borgervænget og banen. På området findes en selvbetjeningstankstation, som ligeledes eksproprieres.

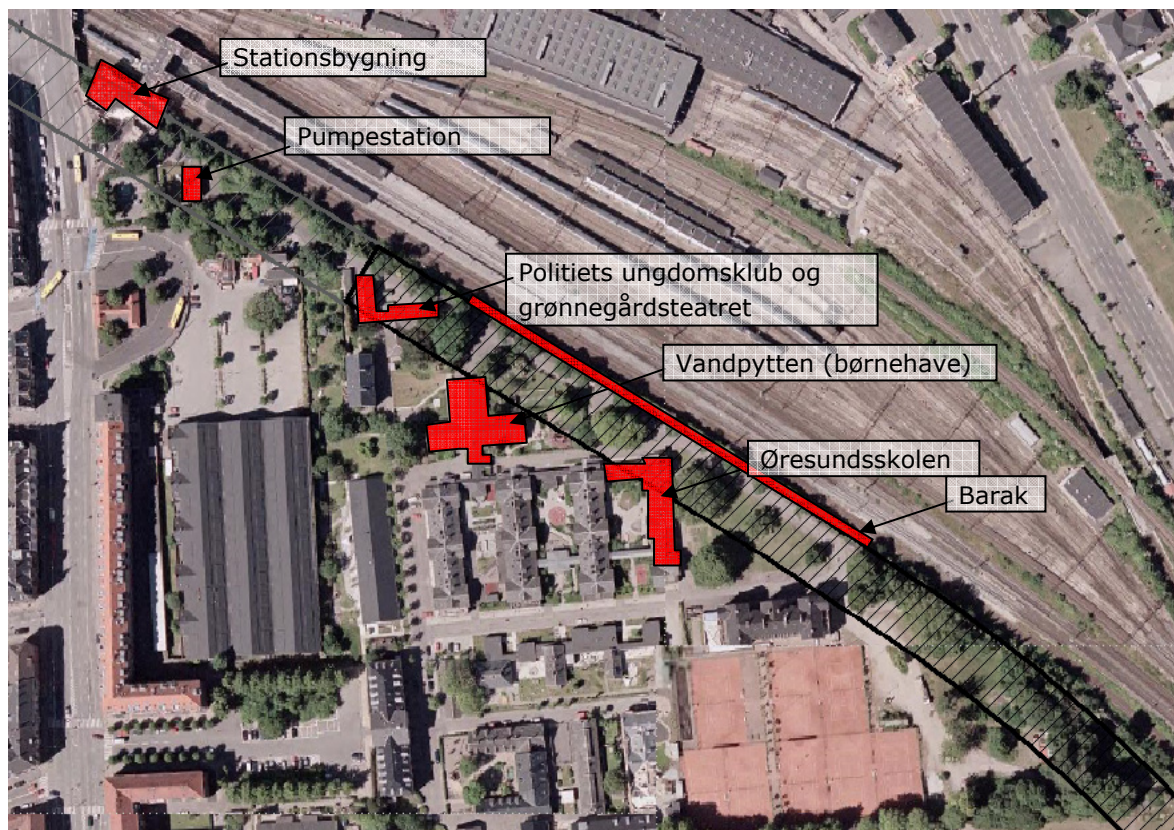


Figur 4.9; Forslag 2 - Linieføring ved Borgervænget

Ved Østerbrogade fjernes den nuværende gangtunnel. Denne kan genetableres som selvstændig konstruktion over Nordhavnsvejen. Genetablering af gangtunnelen er ikke medtaget i prisoverslaget.

I anlægsfasen er det nødvendigt at fjerne stationsbygningen (Kiosken) på Svanemøllen station. Ved siden af Svanemøllen station ligger en pumpestation, som skal flyttes. Dette medfører betydelige ledningsarbejder i området. Vejen føres op i terræn efter passagen af pumpestationen og føres på terræn langs banen. Dette medfører permanente ekspropriationer af en række bygninger, som ligger langs Sporsløjfen bl.a. Poli-

tiets Ungdomsklub, Grønnegårdsteateret, Vandpytten (udflytter børnehave), Fritidshjem samt en del af Øresundsskolen.



Figur 4.10; Forslag 2 – Linieføring med indikation af direkte berørte ejendomme

Vejen føres tæt forbi B93's klubhus, hvorefter vejen drejer svagt væk fra banen og ud på B93's boldbaner.

Kalkbrænderihavnsvej omlægges, så vejen drejer mod vest ind under jernbanen ud for parkeringspladserne syd for Svanemølleværket. Vejen tilsluttes Nordhavnsvej i et lysreguleret T-kryds vest for banen. Fra T-krydset føres Nordhavnsvejen under S-tog samt Kystbanen og ender i det nuværende lyskryds ved Kalkbrænderihavnsvej/Sundkrogsgade.

Den omlagte Kalkbrænderihavnsvej skal krydse Danlinksporet men da gaden ligger lavere end Danlinksporet skal sporet sænkes. Det er ikke muligt at hæve sporet over Kalkbrænderihavnsvej, da det skal under S-togssporet syd for krydset Kalkbrænderihavnsvej/Sundkrogsgade og krydse Vordingborggade.

4.4.1 Berørte ejendomme

I Figur 4.8 til Figur 4.10 er det med rødt indikeret hvilke bygninger, der skal fjernes for at muliggøre gennemførelse af denne løsning. I Figur 4.8 er Ryvangs busanlæg vist.

Udover de angivne bygninger skal et større område af busanlægget eksproprieres for at muliggøre vejforslaget. Der efterlades et større område mellem banen og fremtidig vej, som ikke vil være anvendeligt efter etablering af vejen.

Kolonihaverne og kolonihavehusene ved Borgervænget tænkes reetableret efter anlægget af tunnelen, hvilket er prissat i anlægsoverslaget. Det er tvivlsomt om selvbetjenings tankstationen reetableres efter udførelsen af tunnelen.

Stationsbygningen ved Svanemølle station fjernes i byggeperioden, og genopføres efter byggeriets afslutning. Pumpestationen sydøst for Svanemølle station fjernes og genetableres om nødvendigt. Udluftningsskorstenen, som er bevaringsværdig, kan genopføres efter byggeriets afslutning.

Bygningerne indeholdende Politiets ungdomsklub, Grønnegårdsteateret, Vandpytten, en barak samt en del af Øresundsskolen fjernes permanent, da tunnelen stopper nordøst for Politiets ungdomsklub. I forbindelse med krydsningen af B93's boldbaner eksproprieres 16.300m².

4.4.2 Byggemetoder

Tilslutningen til Helsingørmotorvejen forudsættes udført som beskrevet under forslag 1. Vejen føres over regnvandsbassinet, under Ringbanen og under Farumbanen/Danlink til Arrivas holdeplads/værkstedsområde.

Rampen til tunnelen placeres i den østlige ende af Arriva's plads, hvorefter tunnelen forsætter under Borgervænget og kolonihaverne, jf. Figur 4.9. Kolonihaverne og Danlink sporet tænkes midlertidigt nedlagt, men genetableres umiddelbart efter byggeriets færdiggørelse i området. Tunnelen passerer under Østerbrogade ned langs Svanemøllen station og videre langs banen frem til Politiets ungdomsklub, hvor rampen placeres.

For at mindske gener i byggefasen forudsættes det, at der på en strækning fra st. 5340 til 5840 ved Borgervænget anvendes top-down byggemetode, se SK-T-050. Arbejdet vil foregå i mindre etaper af hensyn til adgangsforhold for beboere samt udrykningskøretøjer.

På strækningen fra Østerbrogade til B93's boldbaner er det nødvendigt at nedrive flere bygninger såsom Politiets ungdomsklub, Vandpytten (børnehave) og en del af Øresundsskolen, jf. Figur 4.10. Stationsbygningen ved Østerbrogade flyttes midlertidigt syd for tunneltracéet og der udføres midlertidige broforbindelser til selve stationen.

Fra rampen fortsætter vejen i terræn langs Danlink sporet, se tegning SK-T-021. Ved B93's boldbaner drejer vejen mod syd og der etableres et kryds, hvor Kalkbrænderihavngade tilsluttes Nordhavnsvejen. På boldbanerne føres vejen under terræn, da

vejforbindelsen til Strandvænget skal føres under S-tog/Kystbanen. Efter krydset føres Nordhavnsvejen under S-togs og Kystbaneområdet og vejen tilsluttes til det nuværende kryds Kalkbrænderihavnsgade/Sundkrogsgade.

Underføringerne i forbindelse med de to krydsninger af jernbanen betyder at der skal etableres to jernbanebroer. Broerne udføres med henblik på hurtig installation, for at forstyrre togdriften mindst muligt. Arbejdet vil dog under alle omstændigheder være kompliceret, tidskrævende og indebære store udgifter.

Danlinksporet ligger lavere end sporene til S-tog og Kystbane, hvilket medfører at Danlink sporet må sænkes på strækningen idet der etableres krydsning med baneanlæg i niveau med den omlagte og forsænkede Kalkbrænderihavnsgade.

4.4.3 Ledningsomlægninger

Der vil skulle foretages omfattende ledningsomlægninger ifb. med anlægsarbejdet. De største udfordringer udgør ledningsomlægninger på følgende lokaliteter:

1. De sidste ca. 100 m af Borgervænget op til Østerbrogade og herfra og ca. 200 m mod syd langs banen.
2. Sydvest for banen ved Svanemølleværket

Ad 1:

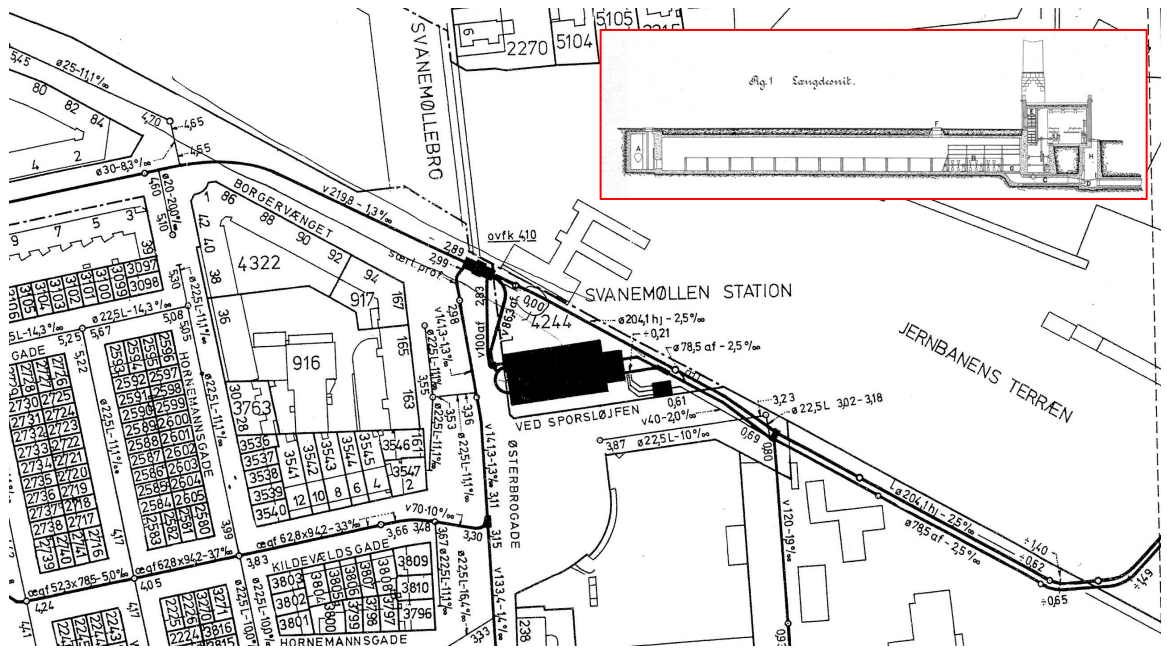
I området ligger mange ledningsanlæg og stort set hele vejarelet på Borgervænget vil blive gravet væk. En del af de større ledningsanlæg må forventes omlagt til andre veje, men en del større forsyninger (fjernvarme, vand mv.) krydser banen i Svanemøllebroen eller tunnel lige ved og disse ledningsanlæg må forventes at skulle håndteres ved midlertidige ledningsbroer mv.

På den sidste del af Borgervænget før Østerbrogade ligger projekteret vejtracé samme sted som en eksisterende ca. 2000 mm hovedkloak som krydser Østerbrogade og fortsætter ned langs banen i samme tracé som vejforslag 2. Lige ved Svanemøllen Station er der et større underjordisk kloakbassin med tilhørende bygninger mv. Der er i forbindelse med disse anlæg også en del andre store afløbsanlæg i området, som vist på Figur 4.11.

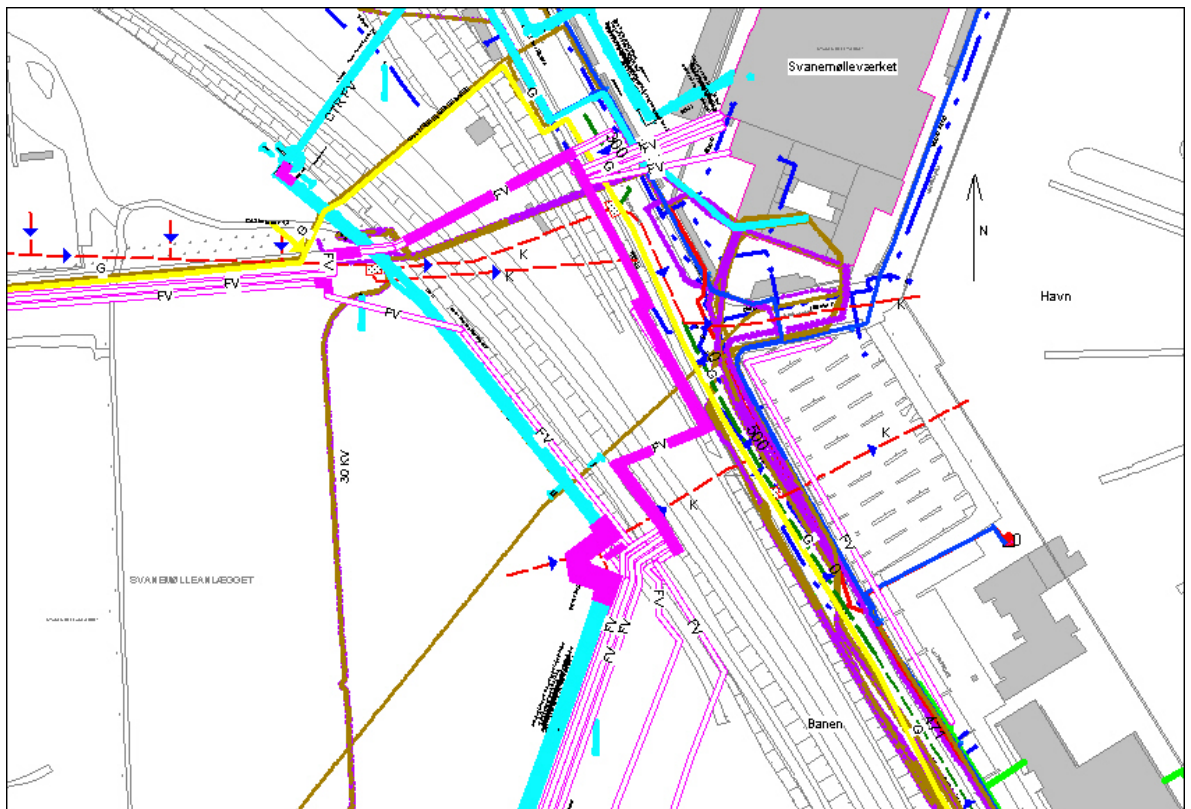
Vejforslag 2 medfører bl.a. at bassin og ledningsanlæg skal omlægges.

Ad 2:

Der er mange ledningsanlæg som krydser vejtracéet ved Svanemølleværket jf. Figur 4.12. Der er bl.a. en stor gasledning, højspændingstracéer, nogle større krydsende kloakledninger samt mange store fjernvarmeanlæg i området. I vejforslag 2 forventes det, at de nordligste anlæg på Figur 4.12 i rimeligt omfang vil kunne bevares, mens de sydlige ledningsanlæg må forventes omlagt pga. vejens fald i forhold til eksisterende terræn.



Figur 4.11; Afløbsbassin og kloakledninger ved Svanemøllen Station



Figur 4.12; Hovedledninger i området sydvest for banen ved Svanemølleværket

4.4.4 Forurennet jord

Der henvises til beskrivelse i rapporten "Nordhavnsvej – Miljø- og samfundsøkonomi, oktober 2007.

4.4.5 Videreførelse til Nordhavn

Forslag 2 ender i terræn ved krydset ved Sundkrogsgade. Herfra er der forbindelse til Nordhavn.

Det er tidligere godtgjort, at krydset ved Sundkrogsgade og et kommende 4-benet kryds ved Århusgade kan udbygges, således at det kan håndtere trafikken til en kommende udbygning af Nordhavn med 600.000 etagemeterareal. Hvis der bygges mere end dette, vil trafikken stige så meget, at der ikke vil være en tilfredsstillende kapacitet i de 2 kryds.

Det kan derfor konkluderes, at forslag 2 ikke er en hensigtsmæssig løsning, hvis det besluttes at bygge mere end 600.000 etagemeterareal i Nordhavn.

4.5 Vejforslag nr. 3

Vejforslag nr. 3 er en linjeføring som bygger på et forslag fremsat af Svanemøllegruppen. Den overordnede linjeføring er vist i Figur 4.13 samt på tegning SK-T-030 og SK-T-031.



Figur 4.13; Forslag 3 - Linjeføring med forberedelse til videreføring til Nordhavn

4.5.1 Det oprindelige oplæg

Svanemøllegruppen ønsker at Nordhavnsvejen bliver nedgravet fra Helsingørmotorvejen til Nordhavnen, med nedgravede til- og frakørsler for tilslutning til Kalkbrænderihavnsvej. Vejen tænkes etableret med 3 kørebaner og hvor der er plads til det etableres endvidere et nødspor.

Tilslutningerne til Helsingørmotorvejen foregår med til/frakørselsramper som hurtigst muligt føres i tunnel. De to tilkørselstunneler samles på boldbanerne øst for Helsingørmotorvejen og føres under eksisterende regnvandsbassin samt Ringbanen og Farumbanen. Vejen føres på sydsiden af Farumbanen i tunnel ned langs Borgervænget, krydser Østerbrogade og forløber på nordsiden af det tidligere Øresundshospital. Syd for B93's klubhus svinger vejen ind under banen og krydser havnen. Der etableres afkørsel på Nordhavn, som forberedes til videreføring af vejen i en kommende havne-tunnel.

Syd for B93's klubhus etableres til/frakørsler til Kalkbrænderihavns-gade.

4.5.2 Ændringer fra oplæg til revideret forslag

	<i>Oprindelig forslag</i>	<i>Revideret forslag</i>	<i>Begrundelse</i>
Horisontal radius	≥ 66 m	≥ 300 m	Hensyn til oversigtsforhold ved 60 km/t
Stignings pro-cen-ter	≤ 14 %	≤ 5 %	I henhold til vejregler
Tværsnit	Ikke klart define-ret	Se skitse SK-T-019 og SK-T-034	Tværsnittet er valgt, så for-slaget er sammenligneligt med forslag 1 og 2.
Tilslutning til Hel-singørmotorvej	Tunnel med sam-menfletning. 3 baner flettes.	Lyskryds i terræn	Samme tilslutning som for-slag 1 og 2 for sammenlig-ning. Sammenfletning med 3 vejbaner til Helsingørmotor-vejen vil strækkes sig langt op af motorvejen samt for-øge anlægsprisen betragtelig
Forbindelse til Nordhavnen	Tunnel	Ikke medtaget, tunnel forberedt til videreførelse	Af hensyn til sammenligning af de forskellige forslag

Table 4.3; Forskelle mellem oprindeligt forslag og revideret forslag

4.5.3 Revideret vejforslag nr. 3

Vejforslag nr. 3 tilsluttes Helsingørmotorvejen umiddelbart nord for Ryparken station og føres på terræn hen over eksisterende regnvandsbassin, hvorefter vejen føres under både Ringbanen og Farumbanen. Efter Farumbanen føres vejen i tunnel under busanlægget hen til beboelsesejendommene på Borgervænget. På denne strækning anvendes et tværsnit med 3 vejbaner og nødspor.



Figur 4.14; Forslag 3 - Linieføring ved Ryvangs idrætsanlæg og busanlægget
(dobbelt skraveret er vej i terræn, enkeltskraveret er vej i tunnel)

Langs Borgervænget lægges tunnelen dybt, da tunnelen ellers vil kollidere med Danlink sporet. Ved krydsningen af Østerbrogade nedlægges den nuværende gangtunnel. Gangtunnelen kan reetableres oven på hovedtunnelen, dette er ikke prissat.



Figur 4.15; Forslag 3 - Linieføring mellem Borgervænget og Svanemøllens baneanlæg (enkeltskraveret er vej i tunnel)

Efter krydsning af Østerbrogade løber tunnelen umiddelbart syd for Danlink sporet ned til B93's klubhus. Efter klubhuset drejer tunnelen mod syd, inden tunnelen drejer mod øst, ind under Kystbanen og Kalkbrænderihavngade. På parkeringspladsen syd for Svanemøllerværket etableres portalbygning indeholdende driftsudstyr.

Syd for B93's klubhus etableres til/frakørselsramper. Frakørselsrampen føres under banen og kommer op til krydset Kalkbrænderihavnsvej/Sundkrogsgade. Tilkørselsrampen stiger indtil oversiden ligger ca. 2 meter under terræn, hvor den drejer ind over den gennemgående tunnel. Tilkørselen føres til overfladen så langt henne mod krydset som muligt for at minimere arealet der skal eksproprieres i forbindelse med udvidelse af krydset.

Vejforslag 3 kan også udformes, så Nordhavnsvej føres til terræn efter Øresundsskolen, og tilkøbes Kalkbrænderihavnsvej på samme måde som vejforslag 2. Denne læsning er ikke vist i tegningsmaterialet, men er prissat.



Figur 4.16; Forslag 3 - Linieføring fra Svanemølle baneanlæg til kryds mellem Kalkbrænderihavnsvej og Sundkrogsgade (dobbelt skraveret er vej i terræn, enkeltskraveret er vej i tunnel)

4.5.4 Berørte ejendomme

Lige som ved vejforslag 1 skal et større område af Ryvangs idrætsanlægs areal eksproprieres i forbindelse med etablering af tilslutningen til Helsingørmotorvejen. Mellem Ring banen og Farum banen etableres portalbygning, hvilket betyder ekspropriation af en mindre del af området ved Svanemøllen kasernes areal.

I byggefasen inddrages et større område af busholdepladsens areal. Busholdepladsen med tilhørende bygninger kan genetableres. Langs Borgervænget er det nødvendigt at gennemføre midlertidig ekspropriation af Danlink banen samt kolonihaverne mellem

borgervænget og Farumbanen. Gangtunnelen under Østerbrogade fjernes, men kan genetableres. Genetablering er ikke prissat.

Øst for Østerbrogade fjernes stationsbygningen i anlægsfasen. Billetsalg kan midlertidigt etableres mellem byggepladsen og busholdepladsen "Ved Sporsløjfen". Pumpestationen øst for Svanemølle station skal fjernes permanent. Udluftningsskorstenen er bevaringsværdig, og kan genopbygges efter byggeriets afslutning.

Bygningerne indeholdende Politiets Ungdomsklub, Grønnegårdsteateret, Vandpytten, (Udflytter børnehave) samt fritidshjem og en lav barak fjernes i anlægsfasen. Bygningerne kan genopføres efter etablering af tunnelen. Øresundsskolens østlige bygning understøttes i anlægsfasen, og tunnelen anlægges under bygningen. Det kan ikke forventes at den understøttede bygning kan benyttes i anlægsfasen.

4.5.4.1 **Forberedt til videreførsel til Nordhavn**

Et større område af B93's boldbaner skal midlertidigt eksproprieres. Der foretages permanent ekspropriering af en del af parkeringspladsen syd for Svanemølleværket. For at etablere til og frakørselsramper i Kalkbrænderihavngade skal der eksproprieres et relativt stort areal mellem den nuværende gade og eksisterende og kommende kontorbygninger øst for Kalkbrænderihavngade.

4.5.4.2 **Afsluttes i krydset Kalkbrænderihavngade/Sundkrogsgade**

Et større område af B93's boldbaner skal permanent eksproprieres. I forbindelse med udvidelse af krydset Kalkbrænderihavngade/Sundkrogsgade er det nødvendigt at ekspropriere et relativt stort areal mellem kalkbrænderihavngade og kontorbygningerne øst for Kalkbrænderihavngade.

4.5.5 **Byggemetoder**

Forslag 3's tilslutning til Helsingørmotorvejen og krydsningen af Ringbanen udføres som beskrevet under forslag 1. Umiddelbart efter krydsningen af Ringbanen føres vejen i tunnel idet krydsningen af Farumbanen udføres som beskrevet under forslag 1's krydsning af Kystbanen. Der etableres således en midlertidig understøtning af sporene i form af bjælker, åg og overliggere som hviler af på sekantpæle. På Arriva's busholdeplads kan der anvendes bottom-up udførelse med sekantpæle, se SK-T-051. Langs Borgervænget og ved krydsning af Østerbrogade vil der som i forslag 2 blive benyttet top-down metode.

Sydøst for Svanemøllen station ligger nogle mindre bygninger indeholdende Politiets ungdomsklub, Grønnegårdsteatret og Vandpytten (børnehave). Disse bygninger fjernes og genopføres efter byggeriets afslutning. Øresundsskolen understøttes på pæle under byggefasen efter samme fremgangsmåde som en række kasernebygninger i forslag 1. For at mindske generne i området, som indeholder en række institutioner, forudsættes der anvendt top-down metode.

Hvis Danlink sporet ønskes taget i drift hurtigt, kan der anvendes top-down metode lokalt i forbindelse med krydsningen af sporet.

Efter Øresundsskolen, hvor tunnelen føres forbi B93's klubhus, tennisbaner og ud på B93's boldbaner er der ikke særlige forhold der forhindrer at benytte "Bottom up" metoden. Ved krydsningen af S-togs linjer samt Kystbanen er der ud over hovedtunnelen til og fra frakørselsramper, hvilket øger bredden på arbejdsområdet betydeligt. Krydsningen af jernbanesporene udføres som krydsningen af Kystbanen i forslag 1. På grund af den store spændvidde er det nødvendigt med kraftige bærende konstruktioner. Bane-krydsningen vil være kompliceret og tidskrævende og medfører store anlægsudgifter.

Den gennemgående tunnel fortsætter ud under den nuværende parkeringsplads syd for Svanemølleværket, hvor der etableres portalbygning.

4.5.6 Videreførsel til Nordhavn

Vejforslag 3 kan forberedes til en videreførelse af tunnelen under havnen til Nordhavn. Denne videreførelse kan senere gennemføres uden væsentlige gener for den allerede idriftsatte del af Nordhavnsvejen.

På samme måde som for forslag 1 bygges der et stykke ekstra tunnel, som gør det muligt senere at fortsætte tunnelbyggeriet til Nordhavn.

Der er udarbejdet et separat anlægsoverslag for ovennævnte fremtidssikring.

Hvis det vælges at lægge vejen i terræn efter Øresundsskolen kan vejen ikke forberedes til videreførelse til Nordhavn, så alt trafik skal gennem krydset Kalkbrænderihavnsgade/Sundkrogsgade. Dette vil kun være en anvendelig løsning hvis der ikke bygges mere end 600.000 etagemeterareal.

4.5.7 Ledningsomlægninger

Omfanget af ledningsomlægninger i forslag 3 svarer til omfanget for vejforslag 2 dog suppleret med yderligere omlægninger af de nordligste ledningsanlæg vest for Svanemølleværket (som vist på Figur 4.12). Desuden skal der ved vejforslag 3 også foretages en del ledningsomlægninger i Kalkbrænderihavnsgade, hvor der bl.a. er større vandledninger, mange højspændingskabler, gasrør mv.

4.5.8 Forurenede jord

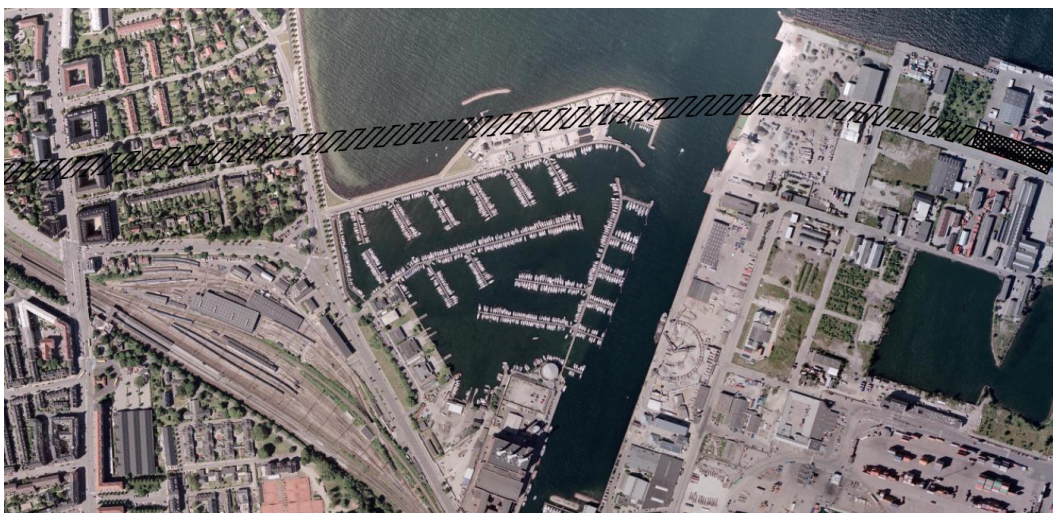
Der henvises til beskrivelse i rapporten "Nordhavnsvej – Miljø- og samfundsøkonomi, oktober 2007.

4.6 Vejforslag nr. 4

Hovedargumentet for at anvende en boret tunnel løsning mellem Helsingørmotorvejen og Nordhavn er, at alle besværligheder med ledningsomlægninger, nedrivning af huse, trafik omlægninger, byggepladsstøj i perioder, osv. som forekommer ved bygning af en cut & cover tunnel gennem et bebygget område formindskes markant. Tillige er problemerne med kontrol af grundvandet minimeret.

Sammenlignes anlægsøkonomien for henholdsvis cut & cover tunnel og den borede tunnel vil den borede løsning blive mere konkurrencedygtig jo længere en tunnel der skal udføres.

Vejforslag nr. 4 er nyt i forhold til forslag 1-3. Linieføringen er vist tegning SK-T-040 og SK-T-041. Forslaget indeholder en boret tunnelloøsning, som tilsluttes Helsingørsmotorvejen nord for Ryparken station, samme sted som forslag 1-3. Herefter føres vejen over Ryvang Idrætsanlægs boldbaner og over eksisterende regnvandsbassin for at dykke under Ringbanen. Herefter fortsætter vejen nord om Farumbanen ned i en rampe, som fortsætter i en cut & cover tunnel for at gå over i en boret tunnel, når dybden er tilstrækkelig, dvs. vejoverside ca. 20 meter under terræn. Herfra fortsætter den borede tunnel under Svanemøllen Kaserne, under Kystbanen og Strandvejen. Tunnellen fortsætter herefter under Svanemøllebugten til Nordhavn, hvor den kommer op parallelt med Baltikavej. Der henvises til Figur 4.17 og Figur 4.18, hvor linieføringen er illustreret. Tilsvarende for den vestlige ende afsluttes den borede tunnel i en cut & cover tunnel, hvor der laves til- og frakørselsramper. Tunnellen forberedes for en videreførelse til Refshaleøen.



Figur 4.17; Vejforslag 4 - Linieføring mellem Strandvejen og Nordhavn
Dette forslag vil være relevant ved scenario B og C, samt hvis det besluttes at lave en fremtidig havnetunnel, da denne tunnel umiddelbart kan forlænges.

Boring af tunnelen er tænkt startet fra Nordhavn. Det har den fordel, at området er let tilgængeligt tæt ved havnen, således at der er god adgang for det krævede materiel, samt at al opgravet materiale kan føres direkte til Nordhavn for deponering.

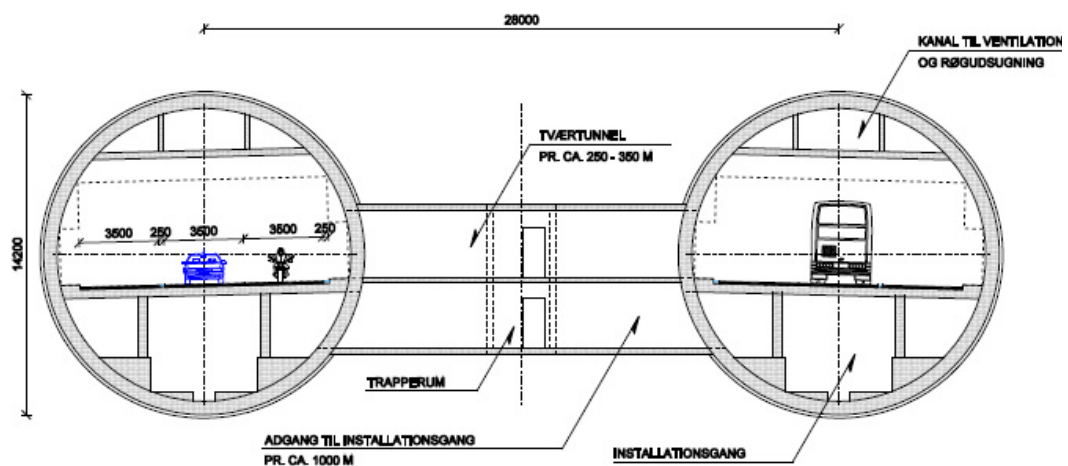
Efter tunnelen er boret til et modtagekammer ved Svanemøllens kaserne vendes tunnelboremaskinen og der bores derfra tilbage til Nordhavn. Alt opboret materiale føres stadig tilbage gennem det første borerør for at ende ved Nordhavn.



Figur 4.18; Forslag 4 - Linieføring mellem Helsingørmotorvejen og Strandvejen

På skitse SK-T-041, vises en mere detaljeret plan og længdeprofil af tunnelen ved Nordhavn. Heraf ses at tunnelen med det nuværende længdeprofil, kommer tæt på bunden af Kalkbrænderiløbet. Dette kan løses ved at flytte ind- og udkørslen i Nordhavn mod øst eller evt. forbedringer af den ovenliggende jord. Den endelige placering af denne kræver nøjere overvejelse af den fremtidige infrastruktur i Nordhavn. Den nuværende placering skønnes tilstrækkelig for bestemmelse af anlægsoverslaget.

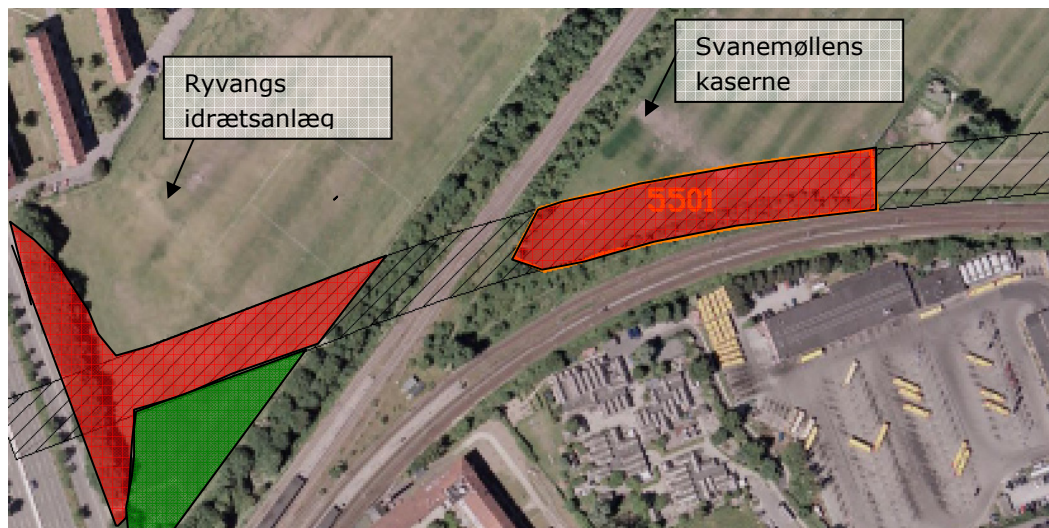
Det er forudsat, at der bruges én tunnelboremaskine. Som angivet i Figur 4.19 er den ydre diameter ca. 14,2 meter.



Figur 4.19; Vejforslag 4 - Typisk tværsnit af boret tunnel

4.6.1 Berørte ejendomme

Et større område af Ryvangs idrætsanlægs boldbaner skal eksproprieres for at gøre plads til Nordhavnsvejen og lokalvejen som føres over Nordhavnsvejen. Området udgør ca. 5000 m². Området umiddelbart syd for vejen som lukkes inde af hhv. Helsingørmotorvejen, Ringbanen samt Nordhavnsvej, vil have vanskelige adgangsforhold efter Nordhavnsvejen er bygget. Området er illustreret med 'grønt' i Figur 4.20.



Figur 4.20; Vejforslag 4, tilslutning til Helsingørmotorvejen samt illustration af berørte ejere

På Svanemøllens Kaserne, eksproprieres området langs Farumbanen indtil vejen føres i tunnel. Området udgør ca. 5500 m².

De eksproprierede områder er illustreret på Figur 4.20.

Fra vejen føres i tunnel ved Svanemøllens kaserne indtil den igen føres til terræn ved Nordhavnen er der ikke berørte ejere. Ved Nordhavnen føres vejen op i Baltikavej, der vurderes ikke at være behov for ekspropriation i dette område.

4.6.2 Byggemetoder

Tilslutningen ved Helsingørmotorvejen udføres som tilslutningsforslag nr. 6, beskrevet i afsnit 4.2. Udførelsen af vejen over Idrætsanlægget, under Ringbanen og med rampe ned til en cut & cover tunnel er principielt den samme som i vejforslag 1, jf. afsnit 4.3.2.

Den borede tunnel, udføres med en tunnelboremaskine (TBM) med en ydre diameter på ca. 14,2 meter. Selve teknikken med en TBM er velkendt dog er den krævede diameter en af de største i verden. Den borede tunnel udføres primært i kalken, dog starter og slutter den borede tunnel ca. halvt i kalken for at begrænse dybden af udgravningen til cut & cover tunnelen samt startkamrene til tunnelboremaskinen. Ved den vestlige ende af tunnelen på Svanemøllens kaserne er der ca. 10 meter jorddække

over tunnelboremaskinen, hvilket kan give nogle mindre sætninger ved overfladen. Dette vurderes at være acceptabelt da der ikke er væsentlig bebyggelse i den umiddelbare nærhed af startkammeret. Ligeledes i den østlige ende på Nordhavnen vil der være ca. 10 meter jorddække over tunnelboremaskinen.

4.6.3 Ledningsomlægninger

Der er ikke større ledningsanlæg der skal lægges om ved dette vejforslag.

4.6.4 Forurenet jord

Der henvises til beskrivelse i rapporten "Nordhavnsvej – Miljø- og samfundsøkonomi, oktober 2007.

4.6.5 Fremtidssikring

Vejforslag 4 er forberedt til en videreførelse af tunnelen til Refshaleøen. Denne videreførelse kan senere gennemføres uden væsentlige gener for den allerede idriftsatte del af Nordhavnsvejen.

På samme måde som for forslag 1 afsluttes tunnelen med en cut & cover del som forberedes for videreførelse således at generne for trafikanterne på den eksisterende tunnelstrækning formindskes hvis tunnelen senere forlænges til Refshaleøen. Der henvises til tegning SK-T-040 og SK-T-041 i bilag 4.

Den nævnte fremtidssikring er inkluderet i anlægsoverslaget for vejforslaget.

5. Forbindelse fra Nordhavn til Refshaleøen

En tunnelforbindelse mellem Nordhavn og Refshaleøen er en naturlig forlængelse af tunnelen mellem Nordhavn og Helsingørmotorvejen. Tunnelen fra Nordhavn til Refshaleøen kommer til at ligge dybt, idet den skal under indsejlingen til Københavns Havn, som har en garanteret vanddybde på 10 meter.

Der er to muligheder for tunnelløsning:

- En sænketunnel fra Nordhavn til Pramkaj ved Nordre Refshalebassin
- En boret tunnel fra Nordhavn til område sydøst for Lynetten på Refshaleøen.

De to tunnelløsninger skal kombineres med den valgte tunnelløsning for tunnelen Helsingørmotorvejen – Nordhavn. Det vil være rationelt at vælge en sænketunnelløsning, hvis Helsingørmotorvejen – Nordhavn er en cut & cover tunnel. Sænketunnelen kan dog også kombineres med en boret tunnel. Dette vil dog nok kun være relevant hvis sænketunnelen til Refshaleøen udføres senere end bygningen af Helsingørmotorvejen – Nordhavn tunnelen.

Er Helsingørmotorvejen – Nordhavn en boret tunnel vil en fortsættelse med boret tunnelløsning være mest kosteffektivt, hvis der ikke forekommer en tidsforskydning mellem udførelsen de to anlæg.

6. Økonomi

Der er beregnet et overslag på den samlede anlægsomkostning for de enkelte forslag. Forudsætningerne for beregningen af anlægsprisen er beskrevet i afsnit 0 og 4.

Den beregnede pris er en sum af:

Tilslutningsanlægget ved Helsingørmotorvejen Anlægsomkostninger	Inkludere arbejde for tilslutning til Helsingørmotorvejen op til det eksisterende regnvandsbassin Omkostninger til vejen, tunnelen, arbejdsplads osv. Dette inkluderer rydning af arealer, jordarbejde, midlertidige konstruktioner, permanente konstruktioner, tilslutning til- eller ombygning af Sundkrogsgade - Kalkbrænderihavnsgade krydset.
M & E arbejder (Mekaniske og Elektriske installationer)	M & E arbejder indeholder installationer i portalbygninger som omfatter installationer til drift af tunnelen såsom SCADA, transformere, nødstrømsanlæg, kontrolrum, værksteder og lignende. Derudover indeholder posten installationer i tunnelen som længde ventilation, udstyr til brandbekæmpelse, belysning og nødtelefonanlæg samt røgudsugningsanlæg. Som anført i afsnit 3 er der forberedt for luftrensningssystem, men der er ikke udført egentlige installationer for dette. ITS er ikke medtaget.
Særlige poster	Særlige poster indeholder særlige midlertidige arbejder f.eks. krydsning af jernbanespor, nedrivning af huse, re-etablering af specielle områder, grundvandssænkning i delområder, tilslutninger af lokalveje, osv. Alle priser er skønnet med baggrund i tidligere projekter.
Eksproprieringsomkostninger	Posten indeholder et skøn over omkostninger i forbindelse med ekspropriation af bygninger og arealer

Summen af ovenstående poster er nedenfor benævnt som fysikestimatet.

Evt. betaling 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):

Tillæg:

Beskrivelse	Tillægsfaktor
Fysikestimat, inkl. arbejdsplads	1,0
Andre forhold ikke kendt på nuværende tidspunkt (22 %)	0,22
Forventet tilbudssum	1,22
Entreprenørens uforudsete udgifter (15 % af forventet tilbudssum)	0,18
Samlet entreprenørudgifter	1,40
Forundersøgelser, projektering og tilsyn (15 % af samlet ent. udgift)	0,21
<u>Bygherreorg., byggeledelse, komm. mv. (8 % af samlet ent. udgift.)</u>	<u>0,11</u>
<u>Totalt anlægsoverslag, ekskl. moms</u>	<u>1,72</u>

Alle priser er i priseniveau 1. juli 2007 og ekskl. moms.

Ovenstående % satser er valgt med følgende baggrund:

Andre forhold (22 %)	% satsen tager hensyn til hvilken stade projektet befinder sig på. Jo tidligere stade projektet befinder sig på jo større procentsats idet der erfaringsmæssigt stadig er en del ubelyste forhold ved projektet. På skitseprojekt niveau som denne rapport befinder sig på anvendes erfaringsmæssigt ca. 20 %. I denne rapport er der valgt 22 % pga. den store kompleksitet i projektet.
Entreprenørens uforudsete udgifter (15 %)	% satsen tager hensyn til at der i alle bygge- og anlægsprojekter af en vis størrelse opstår uventede forhold som entreprenøren skal honoreres for – det kan f.eks. være dårligere jordbundsforhold end ventet. En procentsats på 15 % er normal praksis i branchen.
Forundersøgelser, projektering og tilsyn (15 %)	% satsen vil bl.a. afhænge af hvilken udbudsstrategi man vælger. Hvis en del af projekteringen lægges hos entreprenøren vil % satsen 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 %)	% satsen dækker udgifter til drift af bygherreorganisationen, byggeledelse, kommunikation mv. % satsen vil, som for projektering & tilsyn, afhænge meget af hvilken udbudsstrategi der vælges og hvor stor en del af denne opgave, der overlades til entreprenøren. På Metroprojektet er denne procentsats vurderet til 12,5 %, så 8 % anses ikke at være for højt måske snarere tværtimod.

For en forbindelse fra Helsingørmotorvejen til Kalkbrænderihavnsgade, hvor der ikke er taget hensyn til en fremtidig forlængelse til Nordhavn, svarende til en betjening af scenario A, er overslagene vist i Tabel 6.1:

Post	Enhed	Forslag 1	Forslag 2	Forslag 3
Tilslutning Helsingørmotorvejen	Million DKK	111	111	111
Anlægsarbejder	Million DKK	1.300	2.250	3.030
M & E arbejder	Million DKK	152	188	316
Særlige poster	Million DKK	480	325	317
Ekspropriation	Million DKK	150	210	210
Total (Prisniveau: 1. juli 2007 ekskl. moms)	Million DKK	2.197	3.090	3989

Tabel 6.1; Anlægsoverslag for vejforbindelse til Strandvænget/Kalkbrænderihavnsgade uden hensyntagen til videreførelse. (Scenario A)

For vejforslag hvor der enten er forbedret for en forlængelse til Nordhavn gældende for vejforslag 1 og 3 eller hvor vejen er ført direkte til Nordhavn gældende for forslag 4 (boret tunnel) er overslagene som vist i Tabel 6.2:

Post	Enhed	Forslag 1 – Forberedt for videreførelse til Nordhavn	Forslag 3 – Forberedt for videreførelse til Nordhavn	Forslag 4 – Ført til Nordhavn
Tilslutning Helsingørsmotorvejen	Million DKK	111	111	111
Anlægsarbejder	Million DKK	1.640	3.460	3.975
M & E arbejder	Million DKK	152	316	316
Særlige poster	Million DKK	480	317	83
Ekspropriation	Million DKK	150	210	25
Total (Prisniveau: 1. juli 2007 ekskl. moms)	Million DKK	2.536	4.415	4.510

Tabel 6.2 ; Anlægsoverslag for vejforbindelse til Strandvænget/Kalkbrænderihavnsgade med forberedt til videreførelse samt vejforslag 4 som er videreført til Nordhavn

I forhold til de tidligere undersøgelser af vejforslag 1 er der foretaget følgende væsentlige ændringer i nærværende rapport:

- e. Tilslutning ved Helsingørsmotorvejen: Denne rapport har som forudsætning, at der skal være fuld tilslutning mod syd. Dette skyldes hensynet til at fremtidssikre anlægget til den større udbygning af Nordhavn.
- f. Øget sporbredde: Sporbredden er øget fra 3,25 til 3,5 meter.
- g. Tværsnit af vej/tunnel: Der er indført et bredt nødspor (3,5 meters bredde) i hver retning. Nødsporet kan eventuelt senere inddrages som det 3.de spor, hvis det viser sig, at trafikmængderne når op på de størrelser, som trafikmodellen indikerer jf. bilag 1.
- h. Forberedelse for luftrensningssystem: Der er jf. afsnit 3.3.2 indarbejdet mulighed for at etablere luftrensningssystem, hvilket har medført en større tunnelhøjde end i de tidligere forslag. Det skal bemærkes at omkostningen til selve installationerne ikke er indarbejdet i nærværende overslag.

I Tabel 6.3, er anlægsoverslaget for et "basis vejforslag 1" (uden ændringer) samt meromkostninger til nuværende forslag til vejforslag 1 vist.

Post	Enhed	Forslag 1
Basis vejforslag 1	Million DKK	1.475
a. Omkostning ved fuld tilslutning til Helsingørmtorvejen	Million DKK	0 (note 1)
b. Omkostning ved øget sporbredde	Million DKK	68
c. Omkostning ved bredt nødspor	Million DKK	281
d. Omkostning ved forbedelse for røgudsugnings-system	Million DKK	373
Total forskel (Prisniveau: 1. juli 2007 ekskl. moms)	Million DKK	722
Vejforslag 1, inkl. ændringsforslag (Prisniveau: 1. juli 2007 ekskl. moms)	Million DKK	2.197

Table 6.3; Meromkostning for ændringer fra tidligere vejforslag 1 til nuværende vejforslag

Note 1: Det valgte tilslutningsanlæg giver ikke anledning til væsentlige ekstraudgifter i forhold til tidligere. Ved en fuld udbygning af Nordhavn vil de øgede trafikmængder kræve en yderligere udbygning af tilslutningsanlægget. Omkostningen til udbygningen er ikke indeholdt men vil i givet fald beløbe sig til ca. 200 mio. kr. (1. juli 2007 priser, ekskl. moms)

I Tabel 6.4 er overslagene vist i hhv. 2005 og 2007 priser (Der er regnet med 10 % prisstigning fra juli 2005)

Million DKK	1. juli 2007 priser	2005 priser
Basis vejforslag 1	1.475	1.340
Vejforslag 1, inkl. ændringsforslag	2.197	1.997

Table 6.4; Anlægsoverslag for vejforslag 1 i 2005 og 2007 priser

For forslag 2 er der ekstra udgifter i tilsvarende størrelsesorden.

7. Bilag

- bilag 1. Trafikmængder
- bilag 2. Oversigtsskema – Tilslutning til Helsingørmotorvejen
- bilag 3. Tegningsliste
- bilag 4. Tegninger jf. tegningslisten

8. Kildefortegnelse

- /1/ Nordhavnsvejen – Screening af Svanemøllegruppens alternative forslag
COWI, august 2006
- /2/ Notat om en ny overordnet vejforbindelse mellem Nordhavn og Lyngbyvej
Københavns Kommune, august 2005,
- /3/ Tunnel ved Svanemøllen, Indledende teknisk undersøgelse, Hovedrapport
COWI, juli 2004
- /4/ Trafikarealer, by
Vejdirektoratet, oktober 2000
- /5/ Trafikarealer, land
Vejdirektoratet, marts 2005
- /6/ Udformning af tilslutningsanlæg ved Lyngbyvej og krav til regnvandsbassin
Cowi, januar 2006”