



Resumé af indledende undersøgelser Havnetunnel København Nordhavn til Sjællandsbroen

Partner
Sund & Bælt

Indhold

Havnetunnel København	1
Resultater i hovedtræk	3
Perspektiv	5
Trafikale konsekvenser	7
Tunnelanlæg	17
Miljø og tidsplan	19
Byplan og arkitektur	21
Finansiering	22
Baggrundsrapporter	24

De indledende undersøgelser er betalt af Fonden Realdania, Københavns Kommune og Københavns Havn A/S.

Undersøgelserne er gennemført af:
Sund & Bælt Partner A/S
Projektledelse og Finansiell analyse

Cowi A/S
Teknisk analyse

TetraPlan A/S
Trafikmodelberegninger

SLA Landskabsarkitekter
Arkitektonisk analyse

Københavns Kommune og Københavns Havn har bidraget med baggrundsmateriale, som indgår i projekteringsforudsætningerne for de indledende undersøgelser.

Dronningensgade på Christianshavn for ca. 35 år siden.

Sund & Bælt Partner har for Realdania, Københavns Kommune og Københavns Havn gennemført indledende undersøgelser af en havnetunnel i København.

De indledende undersøgelser beskæftiger sig med muligheden for at kombinere en fredeliggørelse af Indre By med anlæg af en vejforbindelse mellem Nordhavn og Amagermotorvejen, øst om Københavns centrum. På det meste af strækningen vil forbindelsen skulle føres i tunneler under Københavns Havn. Den samlede længde af tunnelerne vil være ca. 12 km.

Målet med havnetunnelen er desuden at sikre adgang til udviklingsområderne nordøst og sydøst for København uden at belaste det eksisterende vejnet yderligere og samtidig reducere den gennemkørende trafik i det indre København, der i dag passerer over Langebro og Knippelsbro.

De indledende undersøgelser har været rettet mod:

- At skitsere en mulig teknisk løsning og identificere de væsentlige tekniske og miljømæssige udfordringer ved anlæg af en havnetunnel.
- At belyse havnetunnelens effekt på biltrafikken på langt sigt – især i den Indre By og i Københavns Kommune.

- At identificere de byplanmæssige og arkitektoniske muligheder og udfordringer.
- At opstille mulige løsningsmodeller til finansiering og organisering af en havnetunnel.

På tunnelstrækningen mellem Strandvænget og Amagermotorvejen øst om København er der undersøgt forskellige varianter af tilslutningsanlæg og anlægstyper, samt om der kan etableres undersøiske parkeringsanlæg m.v. Alle undersøgelserne har som forudsætning, at det samlede projekt består af dels en vejforbindelse, dels en fredeliggørelse af Indre By i form af trafikregulerende foranstaltninger.

Dette resumé sammenfatter resultatet af de indledende undersøgelser, der bygger på fire delanalyser foretaget i løbet af 2005.

De fire delanalyser bestående af trafikmodelberegninger samt tekniske, arkitektoniske og finansielle analyser rummer således tilsammen grundlaget for undersøgelsens resultater.

Formålet med de indledende undersøgelser

Fonden Realdania, Københavns Kommune og Københavns Havn har finansieret de indledende undersøgelser af en havnetunnel fra Nordhavn til Sjællandsbroen for at få belyst:

- Hvilke tekniske og miljømæssige problemstillinger der skal løses i forbindelse med anlæg af en havnetunnel.
 - Hvordan en havnetunnel kan bidrage til at aflaste København for gennemkørende biltrafik og dermed medvirke til at fredeliggøre den Indre By og reducere biltrafikens belastning af miljøet.
 - Hvorledes en havnetunnel kan bidrage til, at de potentielle vækst- og udviklingsområder i Nordhavnen, Refshaleøen, Nordøstamager, Ørestaden og Sydhavnen kan udbygges.
 - Hvordan en havnetunnel kan indpasses i Københavns byrum, og hvilke nye byplanmæssige muligheder og udfordringer en havnetunnel indebærer.
 - Hvilken finansiell opgave det indebærer at anlægge en havnetunnel.
-



Kik fra Amager over Sluseløbet mod udviklingsområdet i Københavns Sydhavn, hvor der foregår en stor udbygning, blandt andet med den hollandsk inspirerede kanalby.

Resultater i hovedtræk

Som afslutning på de indledende undersøgelser præsenterer dette resumé et forslag til udformning af en havnetunnel.

Undersøgelsesresultaterne indikerer:

- At en havnetunnel vil medvirke til at gennemføre en fredeliggørelse af Københavns indre by og dermed reducere den gennemkørende trafik.
- At en havnetunnel vil medvirke til at skabe trafikal adgang til udviklingsområderne: Nordhavn, Refshaleøen, Nordøstamager, Ørestaden og Sydhavnen.
- At biltrafikken frem til 2045 ifølge beregningerne vil kunne stige med 30-40 % i Københavns Kommune. Sådanne trafikstigninger skønnes dog at ligge ud over, hvad vejnettet i praksis kan afvikle. Der er således en betydelig usikkerhed knyttet til de detaljerede beregningsresultater.
- At en havnetunnel kan bygges for ca. 17,5 -18,5 mia. kr. (2004 priser) afhængig af antallet af tilslutningsanlæg, og at den kan stå færdig omkring 2017.
- At et undersøisk parkeringsanlæg med 3.000 pladser i tilknytning til havnetunnelen vil øge anlægsomkostningerne med ca. 3 mia. kr. (2004 priser).
- At en havnetunnel kan finansieres for et årligt beløb på 1,2 - 1,6 mia. kr. (2004 priser) over en 30 års periode, afhængig af den valgte tekniske, finansielle og organisatoriske løsning.
- At hvis ca. 500.000 køretøjer på hverdage i 2017 kører ind i København, vil de kunne finansiere en årlig udgift på 1,2 mia. kr., hvis hver bil betaler 10 kr. pr. passage (2004 priser).

Københavns Kommunes vision og målsætning for den overordnede trafikplanlægning (Trafik- og Miljøplan 2004)

VISION

Den overordnede planlægning skal sikre, at der skabes en balance mellem den erhvervsmæssige og befolkningsmæssige udvikling. Trafik- og Miljøplanen skal især sikre, at vi får et velfungerende transportsystem, som kan medvirke til at bevare velstanden i byen. Visionen for Trafik- og Miljøplanen må derfor være, "at fastholde og videreudvikle et transportsystem, der sikrer høj mobilitet for alle københavnere og brugere af byen. Samtidig skal transportforbruget med biler og miljøproblemerne minimeres."

OVERORDNET MÅLSÆTNING

I Københavns Kommunes Trafik- og Miljøplan er den overordnede målsætning "at sikre et velfungerende transportsystem til betjening af byen med en væsentlig mindre miljøpåvirkning end i dag. Dette betyder, at den øgede trafikale aktivitet søges tilgodeset ved øget brug af kollektiv trafik og cykel, og at miljøproblemerne søges minimeret."

Havnetunnelens forbindelse til Københavns Kommunes udviklingsområder

Tilslutning til planlagt
vejforbindelse mellem
Lyngbyvej og Strandvænget

Cirklernes størrelse illustrerer den
potentielle udvikling i antal boliger
og antal nye arbejdspladser.

Nordhavn

Refshaleøen

Nordøstamager

Sydhavnen

Ørestad

Tilslutningsanlæg,
Amagermotorvejen

Tabel 1 | Befolkningstal i 2000 og prognose for 2045

Kommune/amt	2000	2045	Ændring i %
Københavns Kommune	495.700	560.000	13
Frederiksberg Kommune	90.300	87.000	-4
Københavns Amt	613.400	593.500	-3
Frederiksborg Amt	365.300	425.700	17
Roskilde Amt	231.600	288.000	24
Total	1.796.300	1.954.200	9

Tabel 2 | Arbejdspladser i 2000 og prognose for 2045

Kommune/amt	2000	2045	Ændring i %
Københavns Kommune	327.200	375.100	15
Frederiksberg Kommune	42.000	44.800	7
Københavns Amt	366.000	383.800	5
Frederiksborg Amt	158.000	175.400	11
Roskilde Amt	97.000	110.400	14
Total	990.200	1.089.500	10

Tabel 3 | Beregningsforudsætninger vedrørende befolkning og arbejdspladser i byudviklingsområderne

Befolkning	2000	2045	Ændring
Nordhavn	0	15.400	15.400
Refshaleøen	200	18.500	18.300
Nordøstamager	700	16.700	16.000
Sydhavnen	1.200	25.800	24.600
Ørestad	100	19.900	19.800
I alt	2.200	96.300	94.100

Antal arbejdspladser	2000	2045	Ændring
Nordhavn	3.100	19.400	16.300
Refshaleøen	1.300	7.400	6.100
Nordøstamager	5.000	11.000	6.000
Sydhavnen	11.100	21.500	10.400
Ørestad	2.700	46.100	43.400
I alt	23.200	105.400	82.200

Udbygning

De seneste 15 år er udviklingen i København gået stærkt med bl.a. Ørestaden, udviklingen af havnearealerne i det indre af byen, udbygningen af Metroen og forbindelsen til Malmø og Sydsverige. Københavns Kommune nævner i sit perspektiv frem mod 2030, at der er oplagte muligheder for yderligere udbygning, der vil medføre vækst i både antal boliger, arbejdspladser og indbyggere.

I et endnu mere langsigtet perspektiv forudsættes udbygningen frem til 2045 i beregningerne at være fire millioner etage-meter og dermed en betydelig vækst i både antallet af arbejdspladser og antal indbyggere. Tabel 1 og 2 viser de forudsatte befolknings- og arbejdspladsantal for centalkommunerne og de tre nuværende hovedstadsamter i beregningsåret 2045 set i forhold til 2000.

Tabel 3 viser en oversigt over den i beregningerne forudsatte udvikling i befolkning og antal arbejdspladser for byudviklingsområderne omkring Københavns havn.

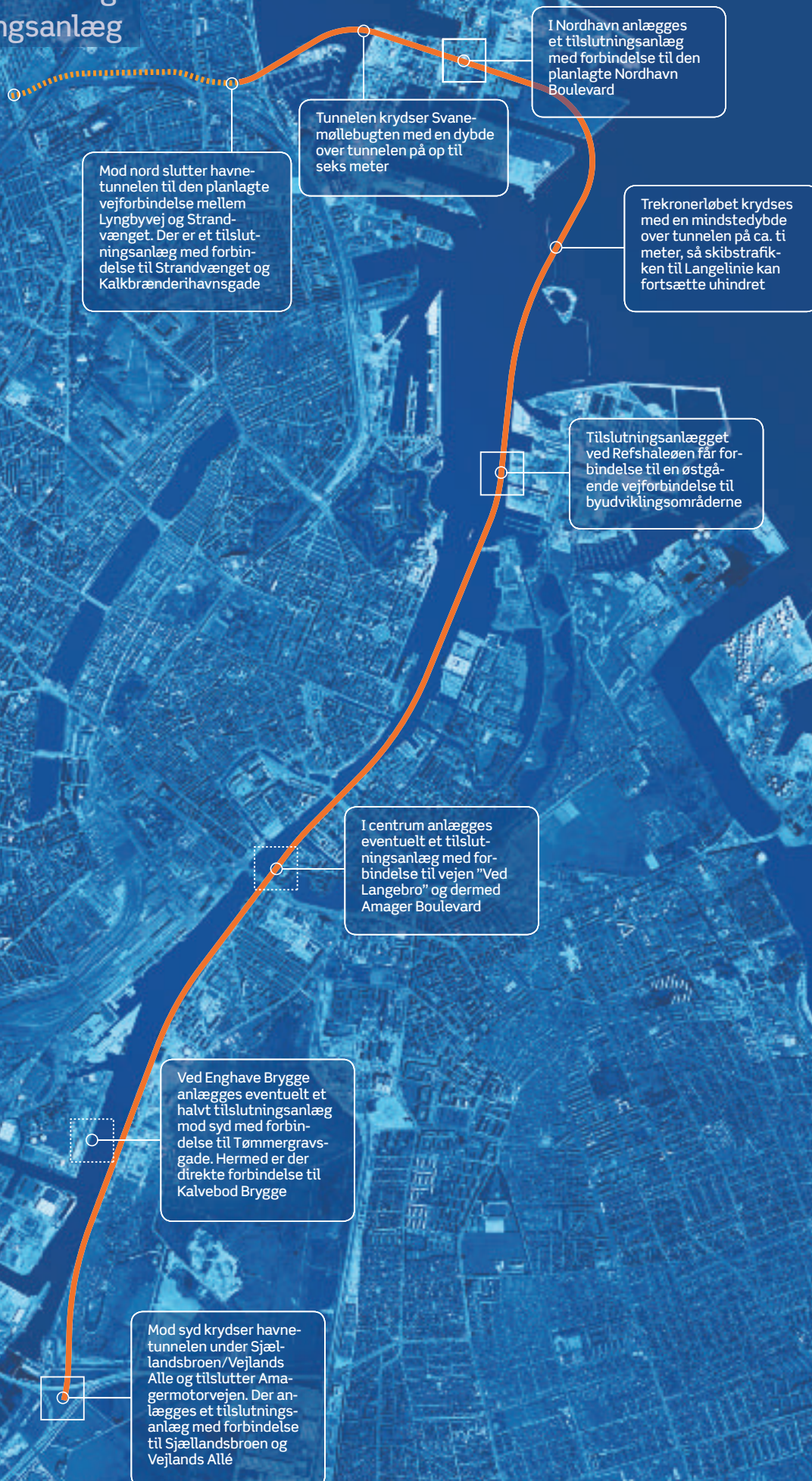
Tunnelanlæg

En havnetunnel fra Nordhavn til Sjællandsbroen, inklusive nogle få tilslutningsanlæg til det eksisterende vejnet på Sjælland og Amager, vil udgøre en regional vejforbindelse, der går øst om Københavns centrum, og som forbinder Lyngbyvejen med Amagermotorvejen.

Tunnelanlægget tilsluttes mod nord den planlagte vejforbindelse fra Strandvænget til Lyngbyvejen og mod syd Amagermotorvejen ved Sjællandsbroen, så der etableres en direkte forbindelse mellem Lyngbyvejen og Amagermotorvejen/Motoring 3. Udover tilslutningsanlæggene ved Strandvænget og ved Sjællandsbroen har havnetunnelen tilslutningsanlæg ved Nordhavn og Refshaleøen samt evt. ved Langebro og Enghave Brygge.

En sådan havnetunnel vi kunne lede trafik øst om bymidten og samtidig give adgang til udviklingsområderne: Nordhavnen, Refshaleøen, Nordøstamager, Ørestad og Sydhavnen.

Havnetunnelens forløb med mulige tilslutningsanlæg



En langsgående havnetunnel fra Strandvænget i nord til Amagermotorvejen ved Sjællandsbroen i syd kan udformes på mange forskellige måder, både med hensyn til størrelse (2, 4 eller 6 spor), til placering i havneløbet og ikke mindst med hensyn til antallet og placeringen af vejtilslutningerne undervejs.

Der er i de indledende undersøgelser fokuseret på flere varianter af havnetunnelen. Varianterne har til fælles, at de er 4-sporede, og at der i nord er tilslutningsanlæg ved Strandvænget, i Nordhavn og ved Refshaleøen. I syd er der tilslutning til Amagermotorvejen ved trekantanlægget syd for Sjællandsbroen.

De fem varianter

1. En grundløsning med en tunnel hvor der ikke er tilslutninger mellem Refshaleøen i nord og Sjællandsbroen i syd
2. En tunnel med fuld tilslutning ved Langebro
3. En tunnel hvor tilslutningen er delt mellem Langebro og Enghave Brygge (Tømmergravsgade)
4. En tunnel hvor der kun er tilslutning ved Enghave Brygge
5. En grundløsning med parkeringsanlæg

Varianterne af havnetunnelen beskrives primært i forhold til deres funktion i forbindelse med vejbetjening af byudviklingsområderne i Sydhavnen og langs Øresundskysten (Nordhavn og Refshaleøen mv.), herunder den trafikbelastning som tilslutningsanlæggene forventes at få. Desuden beskrives deres funktion i forbindelse med aflastning af Indre By for gadetrafik mv.

Fælles forudsætninger

Et så stort infrastrukturprojekt som en langsgående havnetunnel må forventes at skulle kunne fungere i mange årtier efter åbningsåret, der i givet fald kunne blive omkring 2017. Af hensyn til dimensioneringen af tunnelanlægget er det i disse indledende undersøgelser valgt at lave trafikberegninger på så langt sigt, at de nuværende, langsigtede byudviklingsområder medtages i beregningerne som bebyggede områder. Med den nuværende udbygningstakt i København svarer dette til år 2045, som derfor er det år, der er regnet trafikale konsekvenser på.

Det er ligeledes forudsat, at der gennemføres en omfattende trafiksanering af gadenettet i Indre By, således at den gennemkørende trafik i vid udstrækning henvises til den nye havnetunnel. Den forudsatte trafiksanering omfatter bl.a. udvidelser af gågadenettet, sammenhængende cykelstinet, vejlukninger, krydsombygninger og hastighedsnedsættelser i Indre By. Etableringen af et P-anlæg i tilknytning til havnetunnelen indgår dog ikke i forudsætningerne for beregningerne.

Den kollektive trafik er forudsat udbygget kraftigt med metrolinier både i de tætte bydele – som beskrevet i "Udredning om Cityringen" fra Transport- og Energiministeriet i maj 2005 – og i de nye byudviklingsområder. Det indebærer, at der i trafikberegningerne også er forudsat metrolinier fra Hovedbanegården via Sydhavnen til Ny Ellebjerg Station, fra Østerport Station til Nordhavnsområdet og fra Østerport Station under havnen via Refshaleøen til stationen ved Øresundsvej (station på metrolinien til Lufthavnen). Busbetjeningen er forudsat

tilpasset de nye metrolinier som beskrevet i udredningen om Cityringen. Den forudsatte høje standard for den kollektive trafikbetjening skal sikre, at der også i beregningerne af fremtidens trafik vil være en jævn fordeling på hovedtransportmidlerne cykel, bil og kollektiv trafik.

Hovedresultater

Resultaterne af beregningerne viser, at der med ovenstående forudsætninger på langt sigt vil køre i størrelsesordenen 50.000 biler pr. døgn i en langsgående havnetunnel. Det betyder, at en 4-sporet vej tunnel med nødsfor vil have tilstrækkelig kapacitet, også på meget langt sigt. Belastningen af de forskellige tunnelafsnit varierer noget mellem delstrækningerne og mellem de forskellige tunnelvarianter. Havnetunnelen vil således ifølge beregningerne få fra omkring 35.000 biler pr. døgn på midterstrækningen mellem Enghave Brygge og Refshaleøen til omkring 75.000 biler pr. døgn på den sydlige strækning mellem Sjællandsbroen og Enghave Brygge, se tabel 4.

13.000 til 16.000 biler vil være gennemkørende på hele strækningen mellem Amagermotorvejen og Strandvænget. Etablering af den langsgående havnetunnel vil således fungere som en ny ringforbindelse øst om København, hvilket bl.a. vil betyde, at Motorring 3 aflastes med 3-5.000 biler pr. døgn. De to tilslutningsanlæg i de potentielle byudviklingsområder på Refshaleøen og i Nordhavn vil ifølge beregningerne blive benyttet af godt 35.000 hhv. op mod 30.000 biler pr. døgn, uanset hvilken havnetunnelvariant der er tale om.

Tabel 4 | Forventet trafik på delstrækninger i 2045 (hverdagsdøgn, sum af begge retninger)

Variant	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Helsingørmotorvejen - Strandvænget	56.000	58.000	58.000	51.000
Strandvænget - Nordhavn	41.000	49.000	49.000	38.000
Nordhavn - Refshaleøen	51.000	55.000	56.000	46.000
Refshaleøen - Langebro	40.000	45.000	47.000	35.000
Langebro - Enghave Brygge	40.000	56.000	28.000	35.000
Enghave Brygge - Amagermotorvejen	40.000	56.000	70.000	76.000



Tilslutningsanlæg,
Nordhavn

Tilslutning til planlagt
vejforbindelse mellem
Lyngbyvej og Strandvænget

Tilslutningsanlæg,
Refshaleøen

Tilslutningsanlæg,
Amagermotorvejen

Variant 1

Ingen tilslutninger mellem Refshaleøen og Sjællandsbroen

En udformning af havnetunnelen helt uden tilslutninger mellem Refshaleøen og Sjællandsbroen ville ifølge beregningerne få 40.000-50.000 biler dvs. lidt mindre trafik end de øvrige tunnelvarianter. Den lange, sydlige strækning af havnetunnelen vil først og fremmest betjene de 13.000 til 16.000 biler, der er gennemkørende på hele strækningen fra nord til syd eller omvendt, og trafik til og fra byudviklingsområderne i Nordhavnen og på Refshaleøen mv.



Tunnelen går langs Sluseløbet inden den tilslutter sig Amagermotorvejen ved Sjællandsbroen. Kik fra Slusehavnen mod Teglholmen og Københavns Centrum.



Tilslutningsanlæg,
Nordhavn

Tilslutning til planlagt
vejforbindelse mellem
Lyngbyvej og Strandvænget

Tilslutningsanlæg,
Refshaleøen

Fuldt tilslutningsanlæg
ved Langebro

Tilslutningsanlæg,
Amagermotorvejen

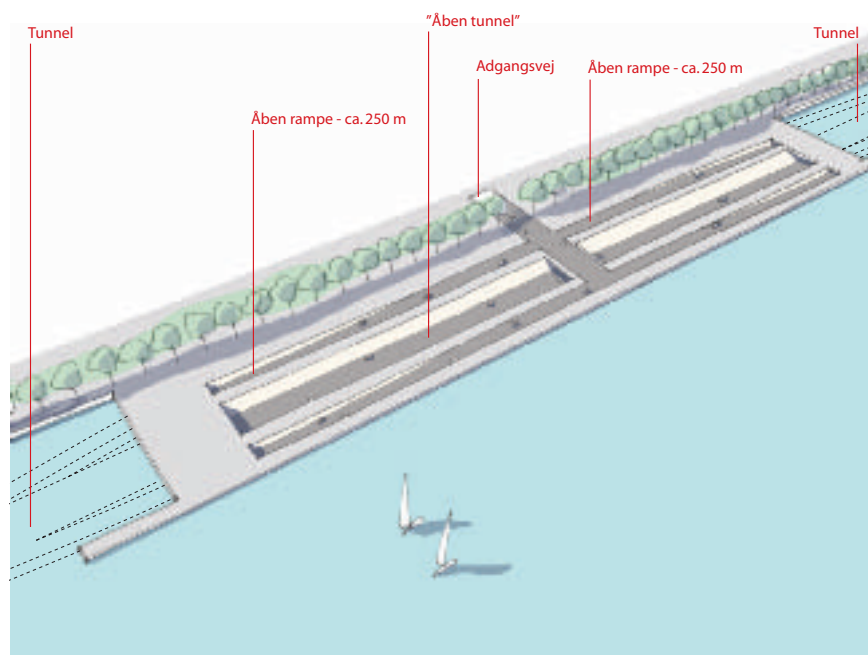
Variant 2

Fuld tilslutning ved Langebro

Langebro med de tilsluttende vejstrækninger Amager Boulevard og H.C. Andersens Boulevard – Gyldenløvesgade – Åboulevarden er i dag byens vigtigste, overordnede vejforbindelse med ca. 70.000 biler pr. døgn. Det vil derfor ud fra en trafikal betragtning være helt naturligt at forbinde de to største, fremtidige trafikårer, Langebro -linien og Havnetunnelen med hinanden.

Beregningerne viser da også, at et tilstrækkeligt stort tilslutningsanlæg ved

Langebro kan forventes at blive benyttet af 35.000 biler pr. døgn. Dette ville indebære en stor belastning af Langebro med tilstødende gader. Det ville desuden være meget svært at indpasse et æstetisk acceptabelt og tilstrækkeligt stort tilslutningsanlæg i det relativt snævre byrum / havneløb ved Langebro. Et tilslutningsanlæg ved Langebro eller andet steds i City skønnes at koste i størrelsesordenen 1 mia. kr. at anlægge, men prisen vil variere stærkt afhængigt af den valgte udformning.



Principskitse af et fuldt tilslutningsanlæg med såkaldt rudernanlæg. Tunnellen bliver til en åben grav i forbindelse med tilslutningsanlæggene, hvilket giver trafikanterne en strækning med kik ud i det fri.



Tilslutningsanlæg,
Nordhavn

Tilslutning til planlagt
vejforbindelse mellem
Lyngbyvej og Strandvænget

Tilslutningsanlæg,
Refshaleøen

Halvt tilslutningsanlæg
ved Langebro

Halvt tilslutningsanlæg,
Enghave Brygge

Tilslutningsanlæg,
Amagermotorvejen

Variant 3

Delt tilslutning mellem Langebro og Enghave Brygge

En opdeling af tilslutningsanlægget ved Langebro i nordvendte ramper på Amager-siden af havneløbet ved Langebro og sydvendte ramper ved Enghave Brygge ville øge mulighederne for at kunne afvikle de beregnede, store trafikmængder i tilslutningsanlæggene. Det halve tilslutningsanlæg ved Langebro ville ifølge beregningerne blive benyttet af ca. 20.000 biler mens den halve tilslutning ved Enghave Brygge (til Kalvebod Brygge via Tømmergravsgade) ville blive benyttet af ca. 40.000 biler pr. døgn.

Hvis den langsgående havnetunnel tilsluttes Enghave Brygge (helt eller delvist) vil forbindelsen mellem Amagermotorvejen og Enghave Brygge fungere som en ny

Tabel 5 | Forventet benyttelse af til- og frakørsler i 2045 (hverdagsdøgn, sum af alle retninger)

	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Nordhavn	28.000	28.000	28.000
Refshaleøen	36.000	36.000	37.000
Langebro	-	35.000	19.000
Enghave Brygge	-	-	41.000

centrumforbindelse. Konsekvensen heraf er en aflastning af dele af vejnettet i Kongens Enghave og på Amager.

Variant 4

Tilslutning ved Enghave Brygge

På grund af de store vanskeligheder med afviklingen af trafikken til og fra et tilslutningsanlæg ved Langebro, og på grund af

vanskelighederne ved at finde en æstetisk tilfredsstillende udformning af et sådant anlæg, kunne det overvejes helt at undlade tilslutning ved Langebro, og fastholde tilslutningen ved Enghave Brygge. Også i dette tilfælde ville et sådant sydvendt tilslutningsanlæg ved Enghave Brygge ifølge beregningerne blive brugt af omkring 40.000 biler dagligt.



Illustration af tilslutningsanlægget ved Enghave Brygge set fra den nye bydel på Sluseholmen.

Aflastning af Indre By

I alle de gennemførte havnetunnelberegninger er det forudsat, at der inden beregningsåret 2045 er gennemført en betydelig trafiksanering af Indre By, med henblik på at opnå en trafikal fredeliggørelse af dette område. Det er beregnet, at den forudsatte trafiksanering i sig selv ville kunne mindske trafikarbejdet (den samlede bilkørsel) i Indre by med ca. 10 % i forhold til en situation i år 2045 uden trafiksanering. I denne situation ville tilgængeligheden til Indre By blive forringet for bilisterne. Hvis der desuden anlægges en langsgående havnetunnel vil aflastningen af Indre by beregningsmæssigt kunne øges til mellem 15 og 20 %, afhængigt af hvilke tilslutninger der etableres. Størst aflastning af Indre By opnås i situationen med fuld tilslutning ved Langebro.

Tilslutningen ved Strandvænget

Der planlægges en ny Nordhavnsvej mellem Lyngbyvej og Nordhavnsområdet, en ny overordnet vejforbindelse der påregnes ført under Østerbrogade – Strandvejen i en tunnel. Den nye Nordhavnsvej vil i givet fald udgøre den nordlige del af den samlede vejforbindelse fra motorvejsnettet nord for København (Lyngbyvej) til motorvejsnettet syd for København (Amagermotorvejen).

Nordhavnsvejen planlægges foreløbigt udført som en 4-sporet trafikvej uden nødspor. I en situation uden langsgående havnetunnel er det beregnet, at vejen vil få en trafik i størrelsesordenen 25.000 biler pr. døgn. I en situation med langsgående havnetunnel er det i denne undersøgelse beregnet, at Nordhavnsvejen på langt sigt vil få af størrelsesordenen 50.000 biler pr. døgn. Den større trafikmængde kan afvikles på et 4-sporet vejprofil, men den større trafikmængde kan i givet fald få betydning for udformningen af tilslutningen til Lyngbyvej, og måske også for om det planlagte vejprofil skal suppleres med nødspor.

Afhængigt af om den langsgående havnetunnel skal realiseres, kan Nordhavnsvejens udmundning i Strandvænget udformes på forskellige måder.

Udformningen af vejanlægget er ikke nærmere undersøgt i det hidtidige udredningsarbejde, men udgiften til et halvt, vestvendt tilslutningsanlæg ved Strandpromenaden / Strandvænget er medtaget i denne indledende undersøgelse af den langsgående havnetunnel.

Trafikberegningerne

Beregningerne af de fremtidige trafikmængder i år 2045 er foretaget med Ørestadstrafikmodellen (OTM). Denne model, som er under løbende udvikling, er i dag den bedste mulighed for at skildre de trafikale konsekvenser af så store ændringer i Hovedstadsområdet infrastruktur, som der her er tale om. Modellen har imidlertid sine begrænsninger, når man som her forsøger at forudsige de næste 40 års trafikudvikling i København.

Beregningsresultaterne viser umiddelbart en meget stor stigning i biltrafikken i København. Uden en havnetunnel er det samlede biltrafikniveau beregnet at stige til 36 % over dagens niveau, og med en havnetunnel til mere end 40 % over dagens niveau. I situationen med en havnetunnel vil en hel del af trafikstigningen dog befinde sig under havnens overflade, mens trafikstigningen i byens gader ifølge beregningerne vil være på ca. 30 %. Trafikken i Indre By ville ifølge beregningerne, trods den forudsatte trafiksanering og havnetunnelen, ligge på et 5 % højere niveau end i dag.

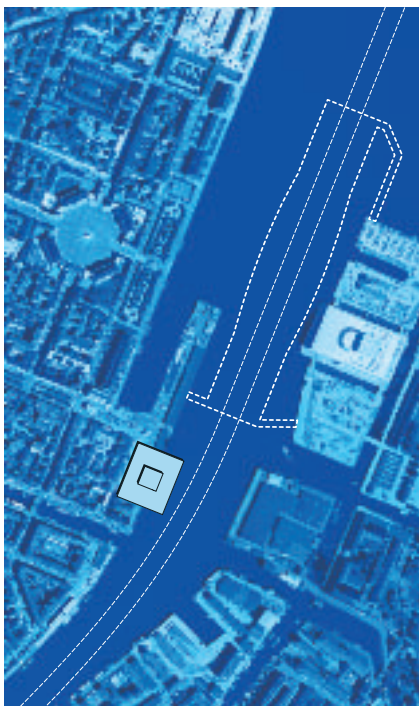
Modellen regner i et vist omfang "alt andet lige", og alt andet vil næppe være lige på så langt sigt. Trafikstigninger på af størrelsesordenen 30 % i byens gader ville ikke kunne afvikles i virkelighedens verden, uden at det ville medføre meget store forsinkelser for trafikanterne i myldretiderne og sammenbrud i en række kryds på de mest belastede strækninger. Inden vi kommer i denne situation vil der formentlig være sket betydelige ændringer i trafikvanerne, enten direkte som reaktion på trængslen og den manglende fremkommelighed i gadenettet, eller som følge af adfærdsregulerende foranstaltninger i form af kørselsafgifter eller lignende. Adfærdsændringerne kan bestå i, at trafikanterne vil vælge et andet

transportmiddel, vælge et andet rejsemål eller helt undlade at foretage den beregnede rejse eller foretage den i kombination med en anden rejse.

Usikkerhed på de gennemførte beregninger betyder, at de viste trafikmængder på de enkelte gadestrækninger og i de enkelte tællesnit ikke uden et nøjere studie kan lægges til grund for en sammenligning af de enkelte tunnelvarianters fordele og ulemper. Disse indledende beregninger må derfor i givet fald i det videre arbejde forfinnes med antagelser om adfærdsændringer, eventuelt som følge af kørselsafgifter eller lignende tiltag.



Mulig placering af P-anlæg.



Mulig placering af undersøisk P-anlæg ved Dokøen.

Variant 5

Grundløsning med P-anlæg

Et større P-anlæg i tilknytning til en havnetunnel kan placeres i havneløbet enten ved Operaen og Skuespilhuset eller der kan etableres et mindre anlæg her og yderligere et mindre anlæg tættere på centrum, for eksempel syd for "Diamanten", ud for musikhusgrunden.

I de indledende undersøgelser er mulighederne for et P-anlæg undersøgt i form af et underjordisk parkeringsanlæg i to etager med plads til ca. 3.000 biler. Parkeringsanlægget har gangtunneler til Kvæsthusbroen med bl.a. det nye skuespilhus og til Dokøen med Operaen.

Etablering af ét parkeringsanlæg med 3.000 pladser vil øge anlægsomkostningerne med ca. 3 mia. kr., svarende til en årlig omkostning over 30 år på 300-350 mio. kr., til drift og vedligehold samt tilbagebetaling.

Trafikale konsekvenser

De trafikale konsekvenser af etableringen af et sådant parkeringsanlæg er beskudne og er ikke undersøgt i detaljer.

Der er imidlertid foretaget en vurdering af, hvilken effekt et sådant parkeringsanlæg vil kunne have set i forhold til trafikomfanget i Indre By og i Københavns kommune i øvrigt.

Effekten og benyttelsen af et parkeringsanlæg i havnen vil naturligvis være

afhængig af en række forhold.

Takstniveauet for det nye anlæg set i forhold til parkeringstaksterne i den øvrige Indre By vil være af væsentlig betydning for, hvor mange bilister, der vælger at benytte anlægget. Hvor stor effekten på trafikken i Indre By bliver afhænger også af, om parkeringskapaciteten i bymidten samtidig reduceres, så trafikanterne presses til at benytte det nye parkeringsanlæg.

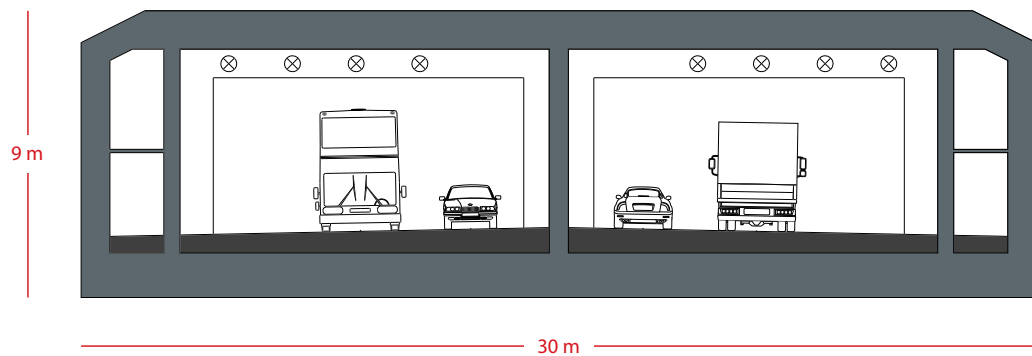
Det vurderes, at benyttelsen af et parkeringsanlæg i havnen vil være mindre attraktivt set i forhold til parkeringspladser i Indre By, da gangafstandene i mange tilfælde vil være længere. Til gengæld vil tilgængeligheden til parkeringsanlægget i havnetunnelen formentlig generelt være bedre end til mange parkeringspladser i Indre By.

Den maksimale effekt af parkeringsanlæg ved havnetunnelen set i forhold til aflastning af trafikomfanget i Indre By opnås, såfremt de parkanter, der flytter til P-anlægget ikke erstattes af nye parkanter. Det kan f.eks. opnås ved at fjerne et tilsvarende antal pladser fra gaderne i Indre By.

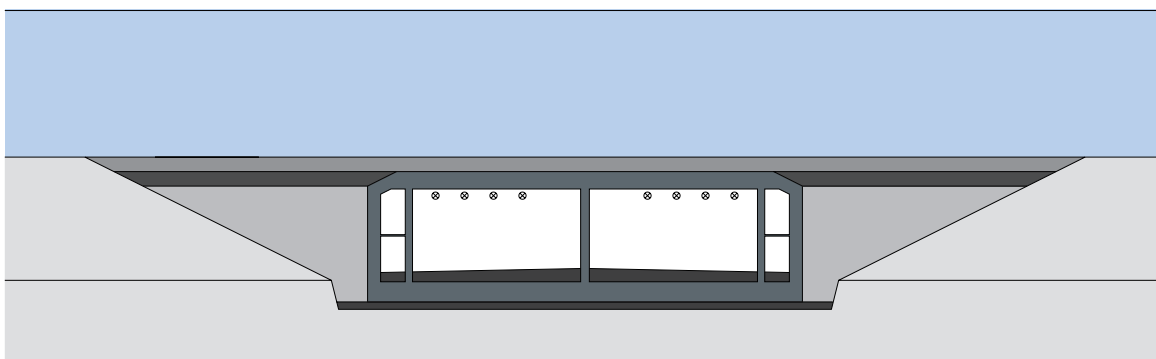
Under den forudsætning kan der opnås en reduktion i trafikarbejdet på hverdage for personbiler i Indre By på ca. 3-4 procent og i hele kommunen på ca. 1 procent.

Der er her forudsat, at der opnås en gennemsnitlig belægning på 70 procent i perioden kl. 8-22.

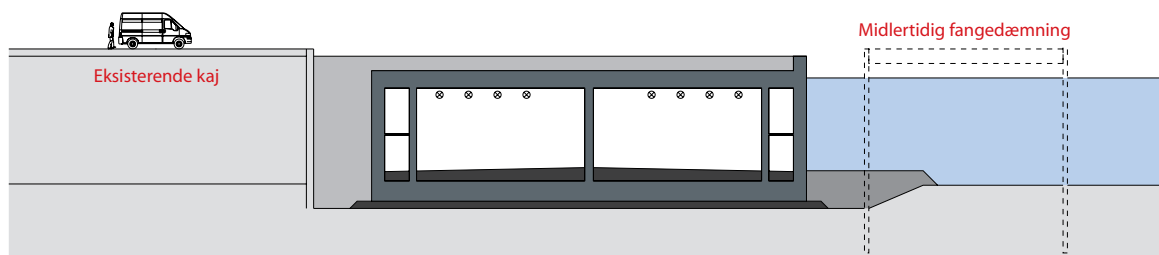
Behovet for etablering af et eller flere P-anlæg i tilknytning til Havnetunnelen bør beregnes nøjere.



Principskitse af tunneltværsnit.



Princip for sænketunnel nedgravet under havbund.



Princip af tværsnit af tunnelsektion støbt på stedet i midlertidig fangedæmning tæt på eksisterende havnekaj.

Tunnelanlæg

I de indledende undersøgelser er det forudsat, at havnetunnelen udføres som en sænketunnel, hvor det er muligt, og ellers som konstruktioner støbt på stedet. En boret tunnellsøsnings ville skulle placeres langt dybere end en sænketunnel med meget lange fra- og tilkørselsramper til følge, hvilket gør en boret tunnel uforholdsmæssig dyr. Derfor er denne løsning ikke undersøgt.

Det beskrevne tunnelanlæg skal derfor ses som én mulig løsning til udformning af en havnetunnel.

Havnetunnelen består i den valgte udformning af ca. 12 km tunnelanlæg, der mod nord tilsluttes den planlagte vejforbindelse fra Strandvænget til Lyngbyvejen og mod syd tilsluttes Amagermotorvejen ved Sjællandsbroen.

Udover tilslutningsanlæggene ved Strandvænget og ved Sjællandsbroen er det teknisk muligt at etablere tilslutningsanlæg ved Nordhavn, Refshaleøen, Enghave Brygge og i centrum ved Langebro.

Sænketunnel

Tunnel fremstillet af 100 til 200 m lange betonelementer. Tunnelelementerne lukkes i hver ende med et midlertidigt stålskot, så de kan flyde. Tunnelelementerne bugseres ud og sænkes ned i en udgravet rende på bunden af havnen. Med en sænketunnel mindskes behovet for grundvandssænkninger. Drogdeltunnelen til Øresundsforbindelsen er udført som en sænketunnel. Tunnelfabrikken ligger stadig i Københavns Nordhavn.

"Grav ud og dæk til"

Tunnel støbt på stedet i et midlertidigt tørlagt område (Cut & Cover metoden). For at etablere den åbne udgravning på bunden af havnen bygges store spuns-vægge af stål. Da arbejdet foregår under grundvandslinjen, skal der udføres større grundvandssænkninger for at holde byggepladsen tør i de måneder, støbearbejdet foregår. Ved anlæg i havnen adskilles byggegruben fra havnebassinet med en midlertidig fangedæmning. Dæmningen kan udføres af to rækker spuns-vægge med sand mellem.

Tabel 9 | Projekteringsforudsætninger og tunneldata

Længde	12,3 km
Udvendtigt mål (Bredde × Højde)	30 m × 9 m
Indvendigt mål pr. tunnelrør	11,6 m × 5,60 m
Fritrumsprofil pr. tunnelrør (Bredde × Højde)	11,5 m × 4,63 m
Tværprofil:	Yderrabat 1,00 m Nødspor 2,50 m Kantbane 0,50 m Kørebane 3,25 m Kørebane 3,25 m Kantbane 0,25 m Inderrabat 0,75 m I alt 11,50 m
Maksimal tilladelig hastighed	70 km/time
Maksimal stigning	5%
Mekaniske og elektriske installationer:	Længdeventilation Afvandingssystem Brandvand Nødpaneler med nødtelefon og håndslukker Strømforsyning Belysning Overvågningsinstallationer Brandalarm Installationer for radio og mobiltelefoner
Mindste vanddybde over tunnelen	6 m
Mindste vanddybde over tunnelen i Trekroneløbet	10 m
Kapacitet af parkeringsanlæg	3.000 personbiler
Tunnelanlæggets levetid	100 år

Tunneltværsnit

Tunnelen er udformet med et selvstændigt rør for hver køreretning. Hvert rør indeholder to kørebanespor og et nødspor. Nødsporet kan ændres til et ekstra kørebanespor, hvis trafikmængden skulle gøre det nødvendigt.

Hvert rør har et fritrumsprofil på 11,5 m × 4,63 m. Dertil skal lægges pladskrav til skiltning og installationer. Tunnelen er udformet med et "galleri" i begge sider langs med nødsporet til placering af installationer. Over galleriet findes et særligt rør til udsugning af røg i tilfælde af brand i tunnelen.

Tilslutningsanlæg

Tilslutningsanlæggene etableres på enten eksisterende eller nyopfyldte arealer og kan udformes efter principper som for almindelige ruderanlæg med ud- og indfletninger fra tunnel til ramper og lyssignal ved rampernes tilslutning til det øvrige vejnet.

Ventilationsanlæg

Indtag og udtag af luft sker ved de åbne ramper ved tilslutningsanlæggene ved Strandvænget, Nordhavn, Refshaleøen, og Sjællandsbroen samt ved en ventilationsø midt mellem Refshaleøen og Sjællandsbroen. Afstanden mellem ind- og udtag af luft overstiger derved ikke en længde på fire km, og ventilationen af havnetunnelen kan foretages med ventilatorer ophængt under tunnel loftet (længdeventilation). Ventilationsøen kan udelades, hvis der etableres tilslutningsanlæg i centrum ved Langebro eller Enghave Brygge.

Udstødningsgasserne ved tunnelmundingerne kan ventileres bort ved hjælp af ventilationstårne.

Havnetunnelen er forsynet med et særligt ventilationsanlæg placeret over servicegalleriet til udsugning af røg i tilfælde af brand i tunnelen.

Sikkerhed i tunnelen

Et tunnelanlæg skal udformes efter gældende standarder, så ulykker forebygges og deres konsekvenser minimeres. Udformningen af en havnetunnel skal derfor baseres på et Sikkerhedskoncept og et Beredskabskoncept der vil beskrive forhold som:

- Mekaniske og elektriske systemer herunder ventilationsanlæg
- Systemer til overvågning og styring af trafikken
- Flugtveje for trafikanter
- Rednings- og evakueringsveje
- Rednings- og evakueringsprocedurer

Den foreslåede udformning af havnetunnelen er især baseret på erfaringerne fra Drogdeltunnelen under Øresund.

I tilfælde af uheld eller brand i tunnelen kan trafikken standses ved hjælp af signal og bomanlæg ved tilslutningsanlæggene. Derved kan det rør, der ikke er ramt af uheld, tømmes for trafik og anvendes af redningsmandskabet som indsats- og evakueringsvej.

Det ikke uheldsramte rør kan også bruges af trafikanter som flugtvej. I væggen mellem de to rør findes flugtdøre pr ca. 100 til 200 m.

Overvågning og styring af trafikken og tunnelens installationer

Der etableres et kontrolcenter, hvorfra trafikken kan overvåges og reguleres, og hvorfra tunnelens installationer kan overvåges og styres.

Udførelse

Havnetunnelen syd for Langebro er forudsat udført som konstruktioner støbt på stedet inden for midlertidige tørlagte byggegruber. Nord for Langebro udføres havnetunnelen som en sænketunnel. Dog udføres alle tilslutningsanlæg som konstruktioner støbt på stedet.

Eksisterende anlæg og ledninger

Der skal ved anlæg af havnetunnelen tages hensyn til eksisterende broer, tunneler (Metro), ledninger og andre anlæg, som krydser havnen.

Der findes ca. 50 eksisterende tunneler og ledninger, som krydser havnen. De skal alle på nær en lægges om, så de krydser havnen under tunnelen. Ledningerne kan enten graves ned i kalken eller lægges i nye ledningstunneler.

Tunnelen kan passere Knippelsbro og Langebro i det midterste gennemsejlingsfag uden at berøre bropillerne. Ved udgravningen til tunnelen skal der tages særligt hensyn til bropillernes fundering.

Ved passage af Metroen ved Knippelsbro skønnes det, at krav til afstand mellem metro og tunnelen vil medføre en mindstedybde over tunnelen på kun fire meter. Skal kravet om minimum seks meter vanddybde over tunnelen opfyldes, kan Knippelsbro alternativt passeres i et sidefag, hvilket medfører, at Knippelsbro skal bygges om.

Miljø

Et stort projekt som en havnetunnel vil have betydelige konsekvenser for en række miljøforhold, både under opførelsen og i driftssituationen. I den syv år lange anlægsperiode vil der ske betydelige påvirkninger af blandt andet grundvandsstand og støjforhold ind mod beboede områder. Til gengæld giver projektet en række miljøforbedringer som eksempelvis flytningen af trafik fra bolig-nære områder til det overordnede vejnet og fjernelsen af forurenede havnesediment.

Der er identificeret følgende miljøforhold, som skal gøres til genstand for en nærmere analyse under en eventuel næste fase med egentlige forundersøgelser.

Under anlægsfasen:

- Støj og luftforurening under byggeriet kan på visse dele af strækningen fra Nordhavn til Sjællandsbroen resultere i begrænsninger af anlægsaktiviteterne, f. eks. om natten eller ved anvisning af specielle transportveje.
- Grundvandssænkninger ved de tørholdte byggegruber skal planlægges nøje, så de ikke forårsager sætninger på de nærliggende bygninger.
- Depot til ca. 3 mio. m³ jord skal lokaliseres inklusiv et specielt depot for 0,5 mio. m³ forurenede havnesediment.

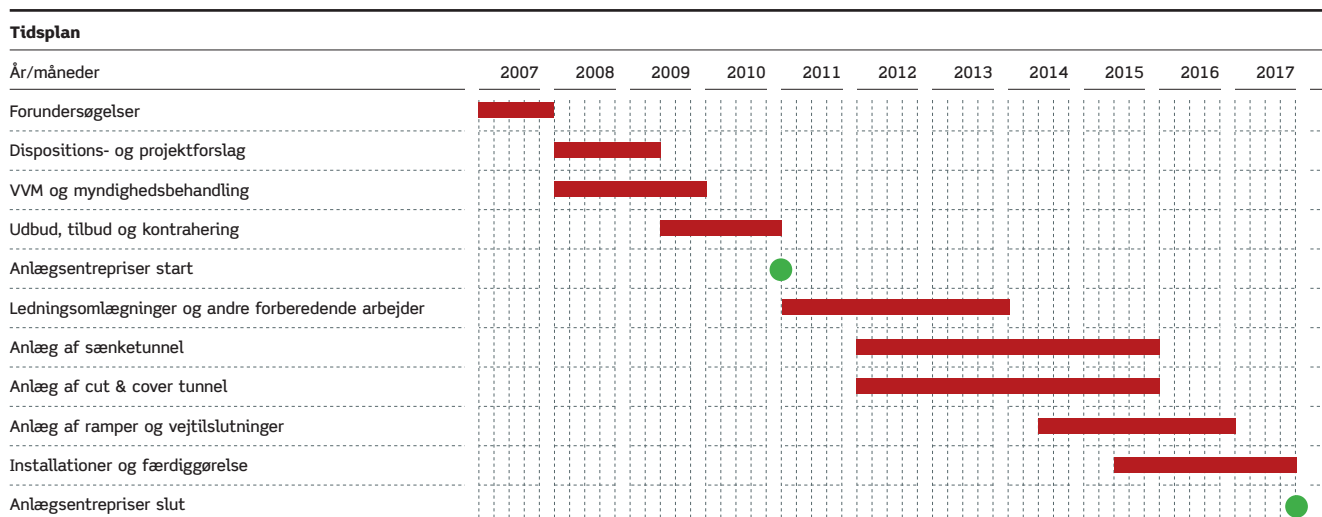
- Foranstaltninger til reduktion af sediment spild under udgravning til tunnelanlægget skal indarbejdes under udførelsen.
- Vandgennemstrømningen i havneløbet bør undersøges.

Under driftsfasen:

- Reduktion af støj og luftforurening i den indre by vil blive muligt i kraft af, at en havnetunnel gør det muligt at gennemføre en fredeliggørelse af Indre By.
- Udskiftning af luft til tunnelen sker ved tilslutningsanlæggene. Det skal derfor undersøges, hvorledes det sikres, at grænseværdier for luftforurening af omgivelserne ikke overskrides. Det kan ske enten ved rensning af udstødningsluften før den slippes ud af tunnelen eller ved etablering af ventilationstårne.
- Vandgennemstrømningen i havneløbet bør undersøges.

Tidsplan

Nedenfor er angivet en mulig tidsplan for anlæg af havnetunnelen. Det er skønnet, at der fra en egentlig principbeslutning om anlæg af en havnetunnel minimum skal bruges fire år til forundersøgelser, myndighedsbehandling, udbud og kontrahering. Anlæg af havnetunnelen er skønnet til at kunne gøres inden for en tidsramme på ca. syv år.



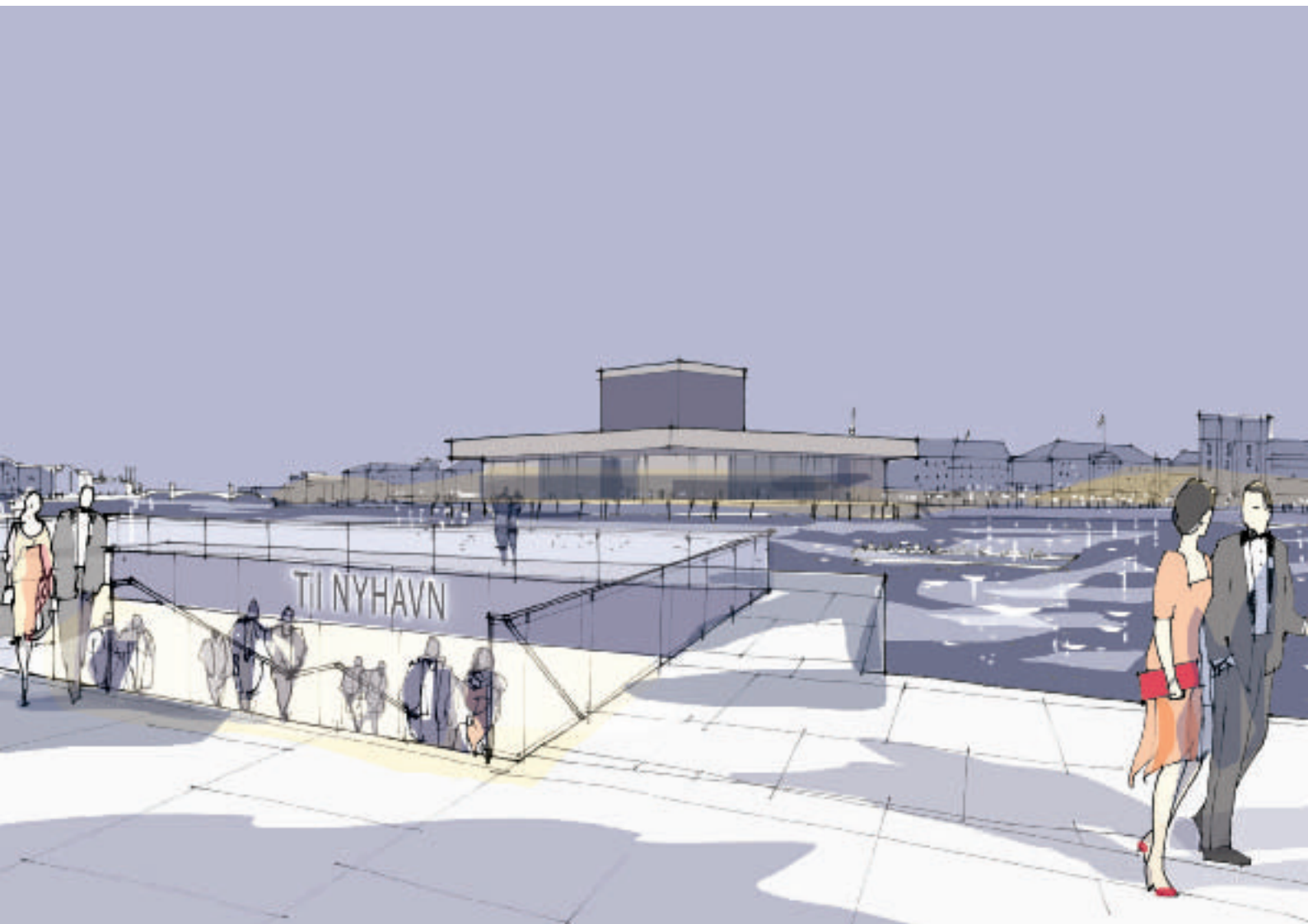
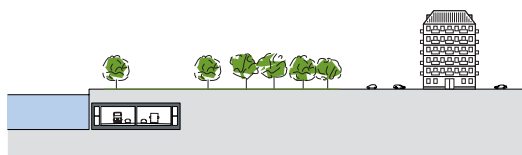


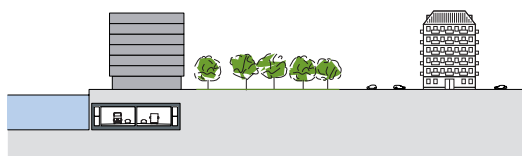
Illustration af fodgængeropgang på Dokøen med Operaen fra det underjordiske p-anlæg. Det nye skuespilhus og Københavns Centrum i baggrunden.



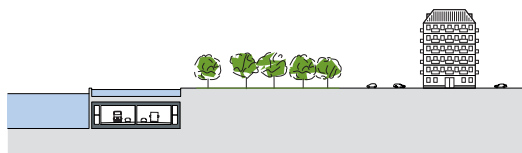
Et nyt trafik anlæg tager herlighedsværdi fra visse områder, men giver også nye udviklingsmuligheder. Internationale erfaringer er indhentet som led i forundersøgelsen. Her Düsseldorf Rheinufertunnel i Tyskland.



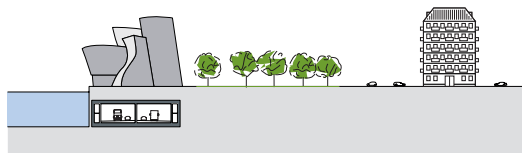
Havnepark



Bolig- og erhvervsbyggeri



Havnebad



Kulturinstitutioner

Principillustration af, hvad en udvidelse af kajanlæggene i havnen i forbindelse med bl.a. tilslutningsanlæg kan bruges til.

Udformning af de tilslutningsanlæg, der forbinder havnetunnelen med byens eksisterende vejnet, skal tilgodeses de trafikale funktionskrav. Det indebærer at tilslutningsanlæggene vil få en størrelse, som vil kunne virke dominerende i havnebilledet og have negativ effekt på den herlighedsværdi, som havnen giver Københavns borgere.

Det er derfor vigtigt, at der søges løsninger, som minimerer tilslutningsanlæggenes negative effekt på havnebilledet. Desuden kan den mistede herlighedsværdi eventuelt kompenseres ved etablering af nye byfunktioner i forbindelse med anlæg af en havnetunnel.

En havnetunnel med dens tilslutningsanlæg vil kunne tilføre København et potentiale i form af nye muligheder for etablering af f. eks. havnepark, havnebad, nye arealer til anlæg af bolig- og erhvervsbyggeri, institutioner, landmark eller andre funktioner, som alle kan tilføre København en øget herlighedsværdi.

Ved blandt andet at studere allerede eksisterende og sammenlignelige tunnelanlæg i Boston, Göteborg og Düsseldorf er der opstillet et idékatalog indeholdende en række byplanmæssige og arkitektoniske muligheder, som kan inddrages i en eventuel efterfølgende fase med en mere detaljeret analyse af de byplanmæssige forhold.

Idékataloget indeholder også trafikale løsningsmodeller for tilslutningsanlæg som er illustreret med eksempler på, hvorledes andre storbyer har forsøgt at udtænke nye ideer til at tilføre deres by yderligere herlighedsværdier ved at udnytte byens havnearealer.

De trafikale løsningsmodeller er afprøvet på et tilslutningsanlæg placeret ved Langebro. Analysen viser, at denne placering af et tilslutningsanlæg og dets tilslutning til det eksisterende vejnet er den æstetisk største udfordring ved udformning af en havnetunnel.

Havnetunnelen kan realiseres med etablering af en projektorganisation tilsvarende en række andre større infrastrukturprojekter, herunder de faste forbindelser og metroen. Projektet kan etableres med ejerskab af Staten/Københavns Kommune eller i samarbejde med en privat investor i et OPP projekt (Offentligt Privat Partnerskab).

Grundlæggende for de beskrevne organisationsformer er, at der etableres en selvstændig projektorganisation, der er ansvarlig for projektets tilblivelse, og at projektorganisationen optræder som bygherre i anlægsperioden og er ansvarlig for driften i en fastlagt koncessionsperiode.

Det antages, at havnetunnelen kan finansieres på følgende tre forskellige måder.

- Staten/Københavns Kommune forestår projektet med fuldt ejerskab af en projektorganisation, der har til formål at etablere havnetunnelen. Projektorganisationen tilvejebringer finansiering med baggrund i en statsgaranti, hvilket medfører den "billigste" finansiering. (Statsgaranti model).
- Projektorganisationen etableres af en privat investor, der får ansvaret for anlæg og drift af havnetunnelen i en fastlagt koncessionsperiode. Den private investor finansierer projektet med privat låntagning. Tilbagebetaling af gæld sker ved, at den private investor modtager en tilgængelighedsbetaling eller skyggetakst (dvs. fast betaling pr. køretøj fra stat og/eller kommune) i koncessionsperioden. Den private investor vil forlange et afkast på den investerede egenkapital i projektet. (OPP model).
- Projektorganisationen etableres af en privat investor, der får ansvaret for anlæg og drift af havnetunnelen i en fastlagt koncessionsperiode. Den

private investor tildeles billige lån fra specielle interessenter i projektet, der vil opnå særlige gevinster ved udvikling af de grundarealer, der støder op til havnetunnelen. Disse interessenter subsidierer halvdelen af lånene. Den private investor forudsætter et afkast af den investerede egenkapital. (OPP model med sponsorfinansiering).

Brugerbetaling

I lyset af diskussionen om indførelse af brugerbetaling for bilister i bl.a. Københavns-området, ville det være naturligt at undersøge, om brugerne kunne finansiere en havnetunnel.

Brugerfinansiering kan udmøntes på flere forskellige måder og den tekniske udvikling på området går stærkt. Derfor vil der i fremtiden være betydeligt flere og mere fleksible systemer at vælge imellem.

Det har ikke inden for denne undersøgelses rammer været muligt at belyse mulige modeller for brugerfinansiering og de trafikale konsekvenser, som dette måtte medføre.

Umiddelbart kan det dog konstateres, at det ville medføre en ganske høj passageafgift, hvis trafikanterne i havnetunnelen alene skulle betale de beregnede anlægs- og finansieringsomkostninger.

En høj betaling vil utvivlsomt "flytte" trafik væk fra havnetunnelen. Med andre ord vil en direkte brugerbetaling for benyttelsen være i modstrid med et af de overordnede mål med havnetunnelen, nemlig at medvirke til gennemførelsen af en trafikalfredeligggørelse af det indre København.

Af tabel 10 og 12 fremgår, at det med en anlægsomkostning på 17,5 mia. kr. er nødvendigt at tilvejebringe et beløb på mindst 1,2 mia. kr. pr. år i 30 år.

Som illustration af en eventuel kørselsafgiftsstørrelse kan følgende regneeksempel opstilles:

Hvis ca. 500.000 køretøjer på hverdage i 2017 kører ind i København, og de betaler 10 kr. (2004 priser) pr. passage, så vil gælden på ca. 27,5 mia. kr. i 2017 ved åbningen af havnetunnelen kunne afvikles på 30 år. I dag kører omkring 700.000 biler ind i København på hverdage.

Tabel 10 | Investering og investeringsperioder

Anlægsperiode	7 år
Tilbagebetalingsperiode	30 år
Anlægsomkostninger	17,5 mia. kr.
Omkostninger til projektorganisation	1,0 mia. kr.
Omkostninger til drift og vedligehold	100 mio. kr. pr. år

Prisniveau juli 2004

Tabel 11 | Renteniveauer i procent

	Statsgaranti model	OPP model	OPP model med sponsorfinansiering	
			50%	50%
Realrente	3,5	3,5	3,5	1,0
Risikopræmie	1,0	1,0	1,0	
Inflation	2,5	2,5	2,5	2,5
Nominel rente	6,1	7,1	7,1	4,6

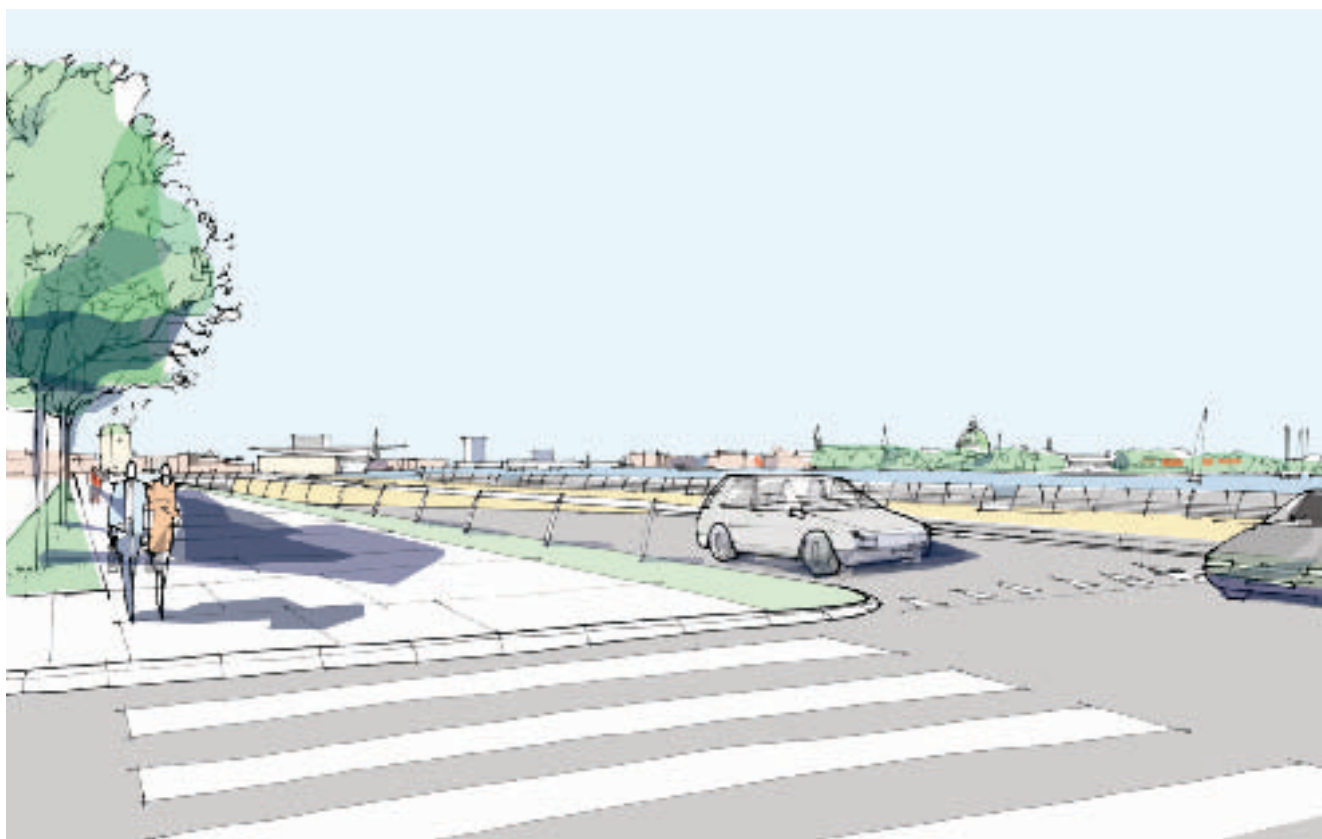


Illustration af tilslutningsanlægget på Refshaleøen, der giver adgang fra udviklingsområderne på Refshaleøen og Nordøstamager til det overordnede vejnet.

Tabel 12 | Finansiering af havnetunnelen, tre finansieringsmodeller

Mio DKK	Statsgarantimodel		OPP model		OPP model med sponsorfinansiering	
Egenkapital	-	0%	3.546	15%	3.546	15%
Fremmedkapital	23.639	100%	20.093	85%	20.093	85%
Kapitalindskud	23.639	100%	23.639	100%	23.639	100%
Renter	3.863	16%	3.869	16%	3.150	13%
Gæld ved åbning i 2017	27.502		27.507		26.789	
Fast årlig betaling i 30 år (2004 priser)	1.211		1.569		1.395	

Note: Ved åbning af havnetunnelen i 2017 vil anlægsomkostninger på 17,5 mia. kr. i 2004 priser (jfr. tabel 10) udgøre totalt ca. 26,8-27,5 mia. kr. i løbende priser (jfr. tabel 12) på grund af inflation og finansieringsomkostninger i udførelsesperioden.

Baggrundsrapporter

Cowi rapport: "Havnetunnel fra Nordhavn til Sjællandsbroen",
Teknisk undersøgelse, Maj 2005 med supplerende noter dateret
20. juli og 22. august 2005

SLA rapport (idékatalog): "København City Tunnel", Maj 2005

TetraPlan rapport: "Havnetunnel fra Nordhavn til Sjællandsbroen",
Trafikmodelberegninger, Juli 2005 med supplerende noter dateret
3. august 2005

Sund & Bælt Partner: "Finansielle beregninger for havnetunnel fra
Nordhavn til Sjællandsbroen", dateret 15. juni 2005 plus supple-
rende note af 25. august 2005



Udgivet af:

Sund & Bælt Partner A/S
Vester Søgade 10
1601 København V
Tlf. 33 41 63 00
www.sb-partner.com

Oplag: 1.000

Nærværende resumé samt
baggrundsrapporter findes også
på www.havnetunnel.dk

Design og produktion: Bysted A/S

Foto: COWI, Scanpix, Bysted

ISBN 87-90917-22-7

