

5. HOVEDALTERNATIV LINJEFØRING B4 BORET

5.1 Indledning

På baggrund af undersøgelsen og indstillingen som resultat af fase 2, arbejdes der videre i fase 3 med en linjeføring baseret på løsning B i nord og på tværs af havneløbet, kombineret med løsning 4 under Amager til et nyt forbindelses anlæg til Amagermotorvejen i syd. Linjeføringen base-res som hovedprincip på en boret tunnel løsning, idet der dog er større delstrækninger, der skal etableres som cut-and-cover, fx i forbindelse med tilslutningsanlæggene.

Den borede løsning er primært valgt på grund af den skånsomme passage af indre Amager, hvor en cut-and-cover løsning ville få store implikationer både i anlægsfasen og efter. Valget af den borede løsning betyder tillige, at der kan arbejdes med reelle motorvejs lignende standarder svarende til en skiltet hastighed på 90 km/t. Der er dog regnet med en overgangshastighed på 70 km/t fra Nordhavnsvej til passagen af tilslutningen på Nordhavn. Tværprofilerne er beskrevet ovenfor i afsnit 4.3.2.

Løsningen er etapevenlig og kan etableres med en første etape fra Nordhavnsvej til Kløverparken ved Prags Boulevard. Herfra kan de eksisterende veje anvendes til fordeling af trafikken på terræn.

5.2 Beskrivelse af hovedalternativet – B4 Boret

Den borede tunnel i linjeføring B4 kan udføres i flere etaper. I denne undersøgelse er der identificeret 2 etaper, der hver især vil leve op til forbindelsens primære formål, nemlig at binde det overordnede statslige vejnet sammen. Etaperne består hhv. af:

1. Den nordlige havneforbindelse fra Nordhavnsvej via Nordhavn og Refshaleøen til Kløvermarken
2. Forlængelsen fra Kløverparken under indre Amager til Amagermotorvejen i syd.

De trafikale undersøgelser viser, at de to etaper skal udføres i denne rækkefølge, samt at etape 1 vil kunne stå alene som en selvstændig løsning.

5.2.1 Linjeføring, tværprofil og tilslutninger

Linjeføringens stationering starter i nord ved Nordhavnsvej. Herfra er hastigheden 70 km/t og fortsætter mod øst i en ret linje indtil den kommer ud under Svanemøllehavnen, hvor den i en kurve $R=1.200\text{m}$ drejer mod syd under Nordhavn. Hele strækningen udføres som en forlængelse af Nordhavnsvejen i en cut and cover tunnel. Linjeføringen dykker til ca. kote -11,4 for at passere under Svanemøllehavnen uden at påvirke dybden af denne betydeligt.

Passage af Yderhavnen sker i en boret tunnel. På østsiden af Nordhavn etableres en skakt til nedsænkning/optagning af en tunnelboremaskine (TBM), hvorefter tunnelen fortsætter som boret tunnel mod syd. Herfra og videre mod syd er dimensioneringshastigheden 90 km/t med en minimumradius på 2100m i kurverne.

På Refshaleøen etableres ligeledes en skakt til tunnelboremaskinen, og linjeføringen fortsætter i en ret linje som cut and cover tunnel i sydlig retning i kote -9,3. Dette medfører en delvis opfyldning af Margretheholm Havn. Linjeføringen passerer vest om Østhavnen og fortsætter mod syd-vest under Kløvermarken. Ved dennes begyndelse etableres endnu en skakt til TBM, hvorefter tunnelen fortsætter som boret tunnel med det laveste punkt omkring kote -35,2. Denne dybde nås for at passere under den eksisterende metro ved Amagerbro.

Linjeføringen fortsætter i en ret linje under bl.a. DR Byen, hvorefter en kurve med $R=2.000$ drejer linjeføringen mod syd. Ved starten af Amager Fælled etableres endnu en skakt til TBM og tunnelen fortsætter under Amager Fælled som cut and cover, idet der skal etableres tilslutningsanlæg til Artillerivej.

Linjeføringen forsætter i en ret linje mod syd under Amager Fælled indtil umiddelbar før Amagermotorvejen, hvor linjeføringen drejer svagt mod sydvest for at slutte hertil. Længdeprofilet nærmer sig terræn i takt med, at tilslutningen til Amagermotorvejen nærmer sig.



Figur 5.2-1 Foretrukket hovedalternativ – B4 Boret

Tilslutningsanlæg Strandvænget

Tilslutningen udføres som beskrevet i projektet for Nordhavnsvej.

Tilslutningsanlæg Nordhavn

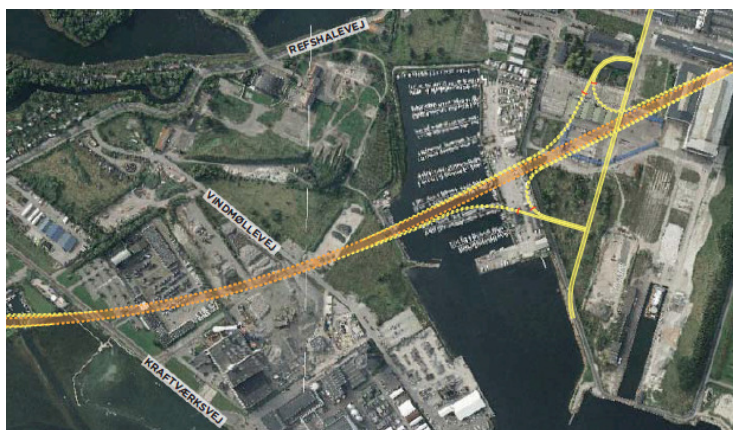
Anlægget laves som et traditionelt ruderanlæg med tilslutning til Færgenhavnvej. En del af rampeanlægget mod vest kommer til at ligge så højt, at det indskrænker indsejlingen Kalkbrænderiløbet, hvormed udformningen af havnens indsejling formentligt skal ændres. Øst for Færgenhavnvej passerer ramperne igennem Skudehavnen, der skal opfyldes.



Figur 5.2-2 Tilslutningsanlæg Nordhavn

Tilslutningsanlæg Refshaleøen

Tilslutningsanlægget på Refshaleøen etableres som et B-anlæg, hvor ramperne ligger på den sydlige side af den skærende vej. Dette er gjort for at have plads til at etablere skakten til tunnelboremaskinerne på land og for at få den længst mulige borede tunnel mellem Nordhavn og Refshaleøen. Rampernes placering betyder, at det sandsynligvis bliver nødvendigt at fylde en stor del af den nuværende Margretheholm Havn op.



Figur 5.2-3 Tilslutningsanlæg Refshaleøen

Tilslutningsanlæg Kløverparken

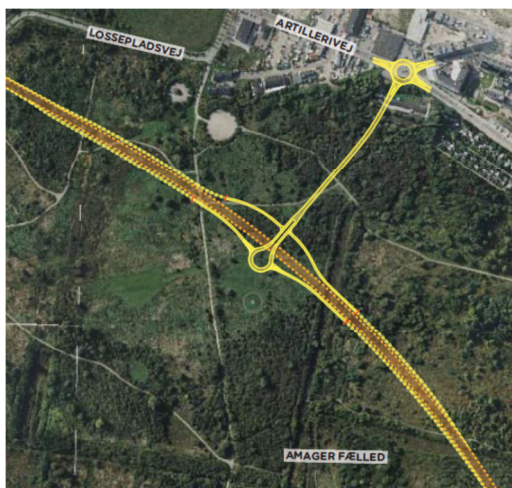
Anlægget etableres som et S-anlæg, hvor tilslutningerne føres til den eksisterende vej Forlandet og en ny vejstrækning, der etableres i forlængelse af Amager Strandvej til Forlandet. Det vestlige rampeanlægs placering betyder, at en nuværende go-cart bane må nedlægges eller ændres betydeligt. Placeringen af det østlige rampeanlæg betyder et indgreb i Haveforeningen Prøvestestens arealer hvor mindst halvdelen af arealerne berøres.



Figur 5.2-3 Tilslutningsanlæg Kløverparken

Tilslutningsanlæg Artillerivej

Der etableres en rundkørsel på Artillerivej og tilføjes et fjerde ben ca. 500 m ind over Amager Fælled. Tilslutningen til Østlig Ringvej sker i et traditionelt ruderanlæg. Det forsøges at holde tilslutningsanlægget og vejen fra Artillerivej lavt i terrænet for at mindske anlæggets visuelle indtryk på fælleden samt for at begrænse støjdbredelsen herfra.



Figur 5.2-4 Tilslutningsanlæg Artillerivej

Forbindelsesanlæg til Amagermotorvejen

Forbindelsesanlægget til Amagermotorvejen på figuren nedenfor er relativt kompliceret, idet centerlinjerne for hovedretningerne ikke danner en ret vinkel. Figuren viser at der i princippet kan etableres et fuldt forbindelsesanlæg. I realiteten vil anlægget kunne forenkles, da ikke alle forbindelsesretninger er nødvendige. I et senere projekteringsforløb skal det afklares, hvilke retninger skal forbindes.



Figur 5.2-5 Forbindelses anlæg Amagermotorvej. Alle forbindelser er mulige, men senere undersøgelser skal vise hvilke der er relevante at etablere.

5.3 Resumé af anlægstekniske løsninger

Der er ved valg af metoder taget hensyn til geometri af veje og omgivelser, jordbundsforhold samt miljø.

Byggegruber er således forudsat udført med skånsomme metoder, og ved de to lange tunnelstræk uden tilslutninger er det forudsat at anvende borede tunneler.

Ved krydsningen af Svanemøllehavnen og Magretheholm havn er tunnelerne forudsat udført som cut and cover, idet byggegruben for de tilstødende strækninger anvendes som støbeplads for tunnelelementerne.

Tunnelstrækninger med afgreninger og tilslutninger udføres i dybe åbne byggegruber, der etableres med indfatningsvægge af sekantpæle eller slidsevægge. Efter støbning af tunnelsektionerne tilfyldes der over tunnelerne med jord.

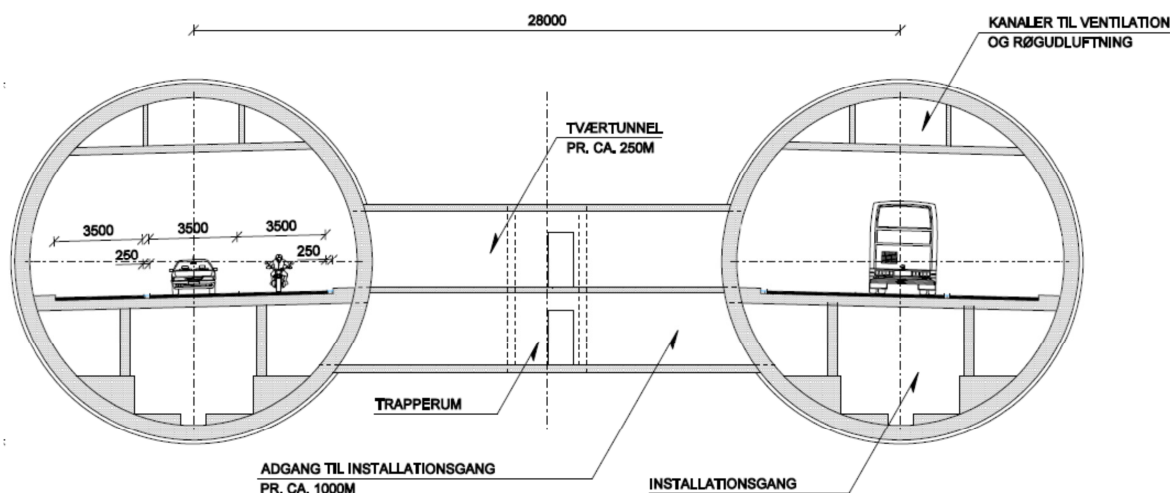
Tilslutninger og afgreningerne udføres ligeledes i åbne udgravninger, hvor forholdene tillader det anvendes der spuns som byggegrube og indfatningsvægge.

På den foreslåede linjeføring er knap 5 km boret tunnel, mellem 0,5 og 1,0 km er sænketunnel mens de resterende 5,5-6,0 km samt til og fra frakørsler udføres i åbne udgravninger.

5.3.1 Boret tunnel

I en boret tunnel foretages udgravningen af en tunnelboremaskine. Det udgravede tunnelrør føres i takt med borearbejdet med præfabrikerede betonelementer. Den borede tunnel skal have et vist jorddække, og tunnelboremaskinen opstilles derfor i et dybt åbent startkammer, som også danner modhold for boremaskinen på den indledende strækning af tunnelen. Mellem de borede strækninger af tunnelen udføres tunnel som en cut & cover tunnel.

Med de foreslåede tværprofiler for vejen vil den indre diameter af tunnelen blive ca. 13 m, hvilket er i den høje ende af de tunneldiametre, der er erfaringer med. Baseret på tidligere erfaringer med boring i Københavnerkalken, vurderes det imidlertid, at denne diameter kan etableres med en passende anlægsøkonomi.



Figur 5.3.1 Tværsnit i boret tunnel med tunneldiameter på ca. 13 m

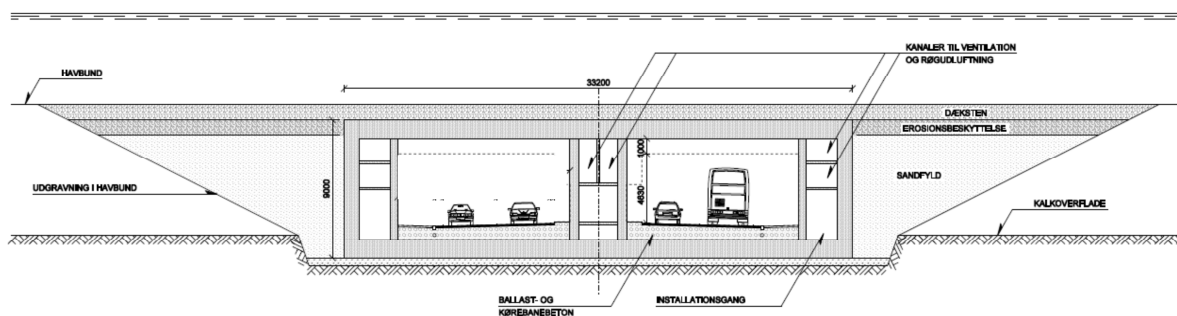
Længderne af de borede tunneler er begrænset af hvor kilestækninger ved fra- og tilgreninger starter og slutter.

Linjeføringen er optimeret således, at de borede tunneler holder sig i kalken. Dette reducerer risikoen for sætninger og giver et mere simpelt boremaskine design, da de kun skal håndtere kalk.

5.3.2 Sænketunnel

Ved krydsning af Svanemøllehavnen og Magretheholm er tunnelen forudsat udført som en sænketunnel.

Sænketunnelerne fremstilles af 100-200 m lange elementer, som støbes i tværsnittets fulde bredde i en dyb byggegrube. Efter at elementerne er støbt, lukkes de i enderne med vandtætte skot, og bringes til at flyde ved at fylde byggegruben med vand. Det enkelte element kan herefter sejles til placeringsstedet, hvor det sænkes ned i en udgravet rende i havbunden, og trækkes sammen i en tæt samling med den tidligere etablerede del af tunnelen. Der tilfyldes langs siderne af og over tunnelen.



Figur 5.3.2 Tværsnit i sænketunnel

5.3.3 Cut and cover tunneller og ramper

På strækninger, hvor tunnelen ikke etableres som boret tunnel eller sænketunnel, etableres den i åben udgravning. De åbne udgravninger har større flexibilitet end især de borede tunneler. De benyttes derfor ved tilslutninger og afgreninger og kommer derfor til at udgøre en betydelig andel af strækningerne.

5.3.4 Øvrige tekniske forhold

Arealanvendelse og ledningsanlæg

På baggrund af oplysninger om forhold i Københavns Havn, oplysninger om ledninger og kabler, som krydser havneområdet samt linieføring for metrolinie nr. 1 og 2 er der konstateret en række store ledningsanlæg, der skal håndteres enten før eller under udførelsen af tunnelen, bl.a.:

- Gastransmissionsledninger i Strandpromenaden/Strandvænget der forsyner Svanemølleværket
- Kloakledninger til Lynetteanlægget
- Hovedfjernvarmeledninger ved Amagerværket

Geologiske forhold

Ud fra geotekniske databaser og generel viden om de geologiske forhold forventes i grove træk følgende lag i tunneltracéerne:

- Fyldjord i variabel tykkelse overalt på land.
- Postglaciale marine aflejringer i områder uden for de oprindelige kystlinier.
- Glaciale lag af moræneler og morænesand/grus, samt smeltevands sand, grus og ler.
- Københavnerkalk, som ofte er forvitret i de øverste par meter. Kalkoverfladen ligger omkring kote -10 i Ryvangen, i Nordhavn og på Amagerbro, dog med lokale lavninger. I Yderhavnen, på dele af Refshaleøen og Margretheholm ligger kalkoverfladen mellem kote -15 og -20.

Grundvandsspejlet i det primære grundvandsmagasin i kalken ligger under havnen i niveau med vandstanden i havnen. I Nordhavn ligger vandspejlet op til en meter højere, mens vandspejlet på Amagerbro varierer på grund af dybtliggende utætte kloakledninger. I den sydlige del af tunneltracéerne ved Vejlands Allé er grundvandsspejlet sænket op til ca. en meter på grund af den permanente tørholdelse af Vestamager.

Miljøforhold

Tunneltracéerne ligger på større strækninger i tidligere kystnære områder, som må påregnes at bestå af fyldjord. Erfaringer har vist, at denne fyldjord sædvanligvis er forurenset i forskellig grad dog mindst som klasse 2 jord (lettere forurenset jord).

Der er indhentet oplysninger fra Københavns Kommune Center for Miljøes database for de involverede områder. Oplysningerne foreligger på et overordnet niveau. De generelle oplysninger er kombineret med erfaringsdata fra lignende områder og industri typer fra tilsvarende kendte sager. Der er således gjort en række forudsætninger til brug for den overslagsmæssige vurdering af både fyldjordsmængder og koncentrationer af miljøfremmede stoffer.

Indholdet af kviksølv i udvalgte områder af Københavns Havn kendes i grove træk. Derimod er kendskabet til sedimenternes indhold af TBT afgivet fra skibenes bundmaling ikke kendt.

En udførelse som sænketunnel vil medføre betydelige udgravninger, og vil derfor hvirvle en del bundsediment op. Dette vil i perioder med sydgående strøm føres ind i havnen. Blandt andet af denne grund ses en sænketunnel løsning mellem Nordhavnen og Refshaleøen ikke som den mest optimale, hvorfor der i forslaget er arbejdet videre med en boret tunnel i havnepassagen.

5.4 Trafik

5.4.1 Grundlæggende forudsætninger for trafikberegninger

Der er foretaget trafikberegninger af den potentielle anvendelse af Østlig Ringvej samt af betydningen for det omgivende vejnet. Beregningerne er foretaget i et prognoseår 2032 hhv. med en første etape af Østlig Ringvej til Kløverparken samt en fuld udbygning af Østlig Ringvej.

Beregningerne er foretaget med beregningsmodellen OTM, som har været anvendt til de øvrige strategiske trafikanalyser i Hovedstadsområdet. Beregningerne er foretaget uden kørselsafgifter, men med indregning af den trængsel, som trafikken og vejnettets aktuelle kapacitet giver.

5.4.2 Byplandata

År 2018

Befolkningstallet i Københavns Kommune forudsættes at stige med 76.000 fra 2009 til 595.000 i år 2018. Næsten halvdelen af væksten påregnes at ske i byudviklingsområderne med Ørestad som det største (12.000 nye indbyggere). Også betydelig vækst i Indre Nordhavn

(7.000) og i Sydhavnen (6.000). Resten af befolkningstilvæksten forudsættes jævnt fordelt over den øvrige by.

Antallet af **arbejdspladser** i Københavns Kommune forudsættes at stige med 15.000 til 368.000. Ørestad er det største vækstområde med 6.000 nye arbejdspladser, Indre Nordhavn bliver det næststørste med 2.000 nye arbejdspladser.

År 2032

Befolkningstallet stiger med 78.000 indbyggere fra 2018 til 2032. Hovedparten af befolkningstilvæksten sker i byudviklingsområderne. Sydhavnen med 11.000 nye indbyggere og i Ørestad med 10.000 nye indbyggere. Ydre Nordhavn med 19.000. Der forudsættes også en betydelig befolkningstvækst På Refshaleøen (4.400), Kløverparken og Godsbaneterrænet.

Antallet af **arbejdspladser** i Københavns Kommune forudsættes at stige med 28.000 til 396.000. Ørestad er også i denne periode det største vækstområde med 9.000 nye arbejdspladser, Ydre Nordhavn får en vækst på 5.000 arbejdspladser, derefter følger Indre Nordhavn, Valby og Sydhavnen.

	2009	2018	2032
Befolkningstal	519.000	595.000	673.000
Arbejdspladser	346.000	368.000	396.000

Tabel 5.4-1 Plandata for Københavns Kommune

5.4.3 Trafikberegninger

På figur 5.4-1 nedenfor er vist diagrammer med angivelse af trafikmængder i Østlig Ringvej, mens diagrammerne på figur 5.4-2 viser hhv. trafikl vækst og aflastning på det omliggende vejnet. Grønne farver angiver mindre trafik, og røde farver angiver mere trafik. Det skal nævnes, at i år 2032 er Nordhavnsvej etableret som en eksisterende vej. Trafiktallene er opgjort som hverdagsdøgnetrafik.

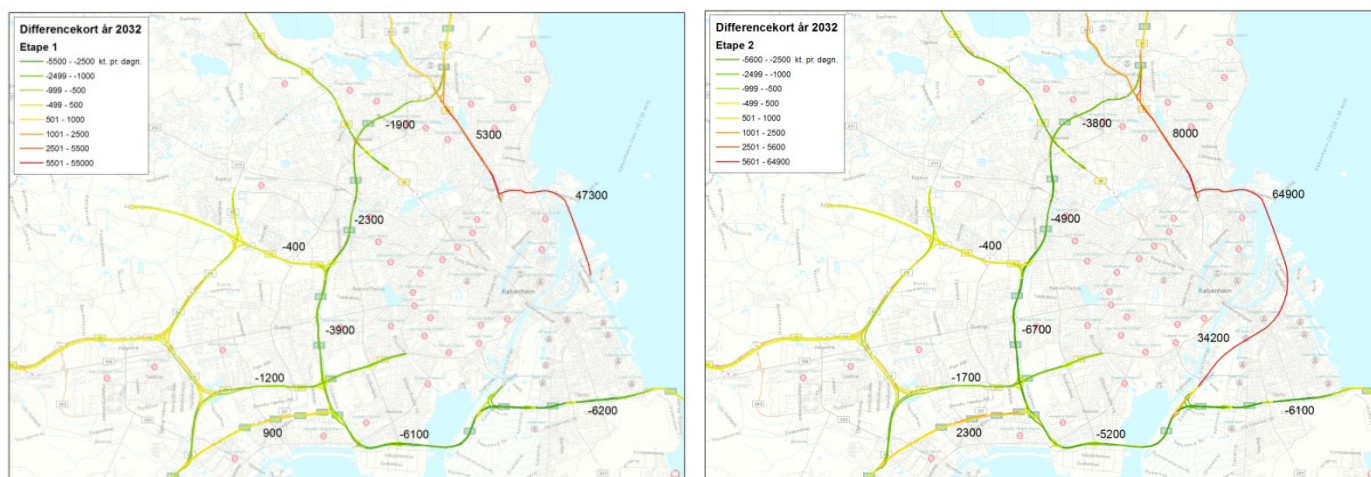
På figurerne nedenfor ses effekterne på det omgivende vejnet i de to udbygningsetaper i 2032 af hhv. etape 1 og den fulde udbygning. På hver figur illustreres de trafikale ændringer i år 2032 hhv med en Østlig Ringvej og uden en Østlig Ringvej. De rødlige farver angiver øget trafik og de grønne mindre trafik.



Figur 5.4-1. Trafikal effekt i prognoseåret 2032 af hhv 1. etape og den fulde østlige ringvej. Grønne og grønlig vil få en reduceret trafik, mens røde og rødlig veje vil få en forøget trafik.

På figurerne nedenfor er vist, hvilken trafikal effekt etableringen af en Østlig Ringvej vil have på det statslige vejnet omkring København. Effekten er vist for hhv en første selvstændig etape fra Nordhavnsvej via Nordhavn og Refshaleøen til Prags Boulevard samt en fuld Østlig Ringvej tilsluttet til Amagermotorvejen i syd.

Umiddelbart ser effekten ikke stor ud, men aflastningen af de eksisterende statsveje udløser en kædereaktion. Trængselsproblematikken i dag betyder at trafikanter finder alternative veje til fx Ring 3 – nogle skifter endda transportmiddel. Når en Østlig Ringvej aflaster fx Ring 3 vil trængslen på denne reduceres og den tidligere afviste trafik vil flytte tilbage. Derfor ser den umiddelbare effekt på det øvrige statslige vejnet ikke så stor ud som man umiddelbart kunne forvente. Denne effekt er resultatet af et opbygget behov for ekstra infrastruktur.



Figur 5.4-2. Trafikal effekt på det statslige vejnet i prognoseåret 2032 af hhv 1. etape og den fulde østlige ringvej. Grønne og grønlig vil få en reduceret trafik, mens røde og rødlig veje vil få en forøget trafik.

5.5 Anlægsoverslag

Overslagene er baseret på omtrentlige mængder opgjort på grundlag af foreløbige skitser og enhedspriser ekskl. moms i prisniveau juli 2011.

Udgifter til tunnelboremaskine, ledningsomlægninger og ekspropriation er fastsat på baggrund af grove skøn samt optimeret efter boremaskinernes levetid.

Ud over ekspropriationer på Refshaleøen og i Kløverparken er der ikke indregnet udgifter til erhvervelse af arealer.

Hvor tunnelen krydser og/eller afskærer havnebassiner i Nordhavn og på Refshaleøen er det forudsat, at tunnelen føres igennem uden hensyntagen til bassinet og at opfyldning af de afskårne bassinområder forestås af investorerne i området.

Der er ved tilslutningsanlæggene i Nordhavn, på Refshaleøen og ved Kløverparken ikke indregnet vejanlæg ud over i tunnel og på ramper. For tilslutningsanlæg ved Artillerivej og Amagermotorvejen er udgiften til tilslutning til eksisterende vejanlæg fastsat på baggrund af grove skøn. Desuden er der medregnet følgende tillæg:

Beskrivelse	Tillægsfaktor
Fysikestimat, inkl. arbejdsplads	1,00
Forundersøgelser, projektering og tilsyn (15 % af fysikestimat)	0,15
Byggherreorg., byggeledelse, komm. mv. (8 % af fysikestimat)	0,08
Basisoverslag, ekskl. moms	1,23

Anlægsoverslag Linjeføring B4 - Boret tunnel Prisniveau juli 2011, ekskl. moms.		
Etape og delstrækning	Længde	Anlægsoverslag i mia. kr.
Etape 1		
Delstrækning a: Strandvænget – Refshaleøen *)	4,4 km	6,6
Delstrækning b: Refshaleøen – Kløverparken	1,4 km	2,5
Etape 2		
Delstrækning a: Kløverparken – Artillerivej *)	4,2 km	5,8
Delstrækning b: Artillerivej – Amagermotorvejen	2,4 km	3,3
Basisoverslag total etape 1+2	12,4 km	18,2
Korrektionstillæg 1	50%	9,1
Indledende Anlægsoverslag etape 1+2		27,3

Tabel 5.5-1. Anlægsoverslag for hovedalternativet

Etape 1a og 2a inkluderer én tunnelboremaskine og afstandene her er optimeret til levetiden for én maskine. Det vurderes derfor at besparelserne ved at udføre hele anlægget på én gang er begrænset i forhold til at etablere de i to etaper hver for sig.

Eventuelle besparelser ved at udføre etape 1 og 2 samtidig vil begrænse sig til mere reducerede opgraderings- og tilpasningsarbejder på det eksisterende vejnet på Amager, idet stor del af trafikken holdes i tunnelen.

Derfor kan etape 1 betragtes som sit eget selvstændige løsningsforslag, mens etape 2 må betragtes som sammenhængende med etape 1.

Etape 1

En første etape fra Nordhavnsvej til Kløverparken med tilslutninger på Nordhavn, på Refshaleøen og på Prags Boulevard vil således kunne udføres for 13,6 mia kr inklusive korrektionstillæg på 50%, svarende til anbefalingen i 'Ny anlægsbudgettering'.

Denne første etape vil give den største trafikale effekt pr investeret krone.

Det må dog forventes, at der skal ske opgradering af overordnede veje på Amager. I denne analyse er det forudsat, at vejene omkring tilslutningerne opgraderes, så de kan afvikle trafikken. Men der kan opnås en større effekt ved opgradering af strategisk udvalgte eksisterende veje. For eksempel vil etape 1 kunne udvides med linjeføring 1, jf figur 3.0-1, enten som en forbindelse på terræn eller som en egentlig tunnelforbindelse. Omfanget og betydningen af opgraderingerne og eventuelle udvidelsesmuligheder skal undersøges nærmere i efterfølgende analyser.

Etape 2

Etape 1 kan forlænges til Amagermotorvejen for en anlægssomkostning på 13,7 mia. kr inklusive 50% korrektionstillæg. Denne forlængelse er relativt set billigere at udføre pr kilometer. Til gengæld er strækningen længere og den trafikale effekt er mindre end for etape 1. Dette kan skyldes, at Sjællandsbroen og Kalvebodbroen allerede i dag er stærkt belastet, og dermed er en barriere for overflytning af trafik. Etape 2 kan udvides med linjeføring 5, jf figur 3.0-1, der vil give en ekstra havneforbindelse syd for København.