

Til  
**Københavns kommune**

Dokumenttype  
**Rapport**

Dato  
**August, 2014**

# ÅBOULEVARD FORUNDERSØGELSE

# ÅBOULEVARD FORUNDERSØGELSE

Revision **1**  
Dato **22-08-2014**  
Udarbejdet af **CW/TSTA/JRR/JRO/VB/Tonh/Jal**  
Kontrolleret af **JRR**  
Godkendt af **CW**

Ref. 1100012295  
Document ID 1100012295-3-30  
Version 0

## INDHOLD

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>1</b>
1.1	Sammenfatning	1
<b>2.</b>	<b>forudsætninger</b>	<b>2</b>
2.1	Bindinger ifølge planloven	3
<b>3.</b>	<b>Strækningen i dag</b>	<b>4</b>
3.1	Trafik	4
3.1.1	Lokal trafikstruktur	4
3.1.2	Cykler	5
3.1.3	Fodgængere	5
3.2	Parkering	5
3.3	Kollektiv trafik	6
3.4	Byrummet	6
3.5	Vejbredde	7
<b>4.</b>	<b>Fremtidig trafikløsning</b>	<b>8</b>
4.1	Trafikmodeller	8
4.1.1	Tunnel uden tilslutninger	10
4.1.2	Tunnel med tilslutninger	12
4.2	Trafikale konsekvenser	14
4.3	Videre analyser	15
<b>5.</b>	<b>Trafikal udformning</b>	<b>15</b>
5.1	Linjeføring af tunnel	18
5.2	Tunneladgang	19
5.3	Tunneltilslutninger	19
5.5	Trafikstyring og ITS	20
5.6	Videre analyser	20
<b>6.</b>	<b>Skybrudssikring</b>	<b>21</b>
6.1	Konkretisering af skybrudsplaner	21
6.2	Forudsætninger	22
6.2.1	Afstrømningsoplade	23
6.2.2	Skybrud	23
6.2.3	Rammer for Å-park - fremtidig vejprofil	24
6.2.4	Åbning af Ladegårds Å	24
6.3	Tunnels mulige bidrag til klimasikring	26
6.3.1	Scenarier	27
6.3.2	Landskabelig løsning	29
6.4	Mulighed for takstfinansiering	32
6.5	Forslag til videre analyser	32
<b>7.</b>	<b>Tunnel og konstruktion inkl. anlægsoverslag</b>	<b>33</b>
7.1	Skitsedesign og udførsel	33
7.2	Anlægsoverslag	43
7.3	Alternative konstruktionsmetoder	45
7.4	Alternative linjeføringer	46
7.4.1	Alternative tunnellængder	46
7.4.2	Alternativt tracé	46
<b>8.</b>	<b>Samfundsøkonomi</b>	<b>48</b>
<b>9.</b>	<b>Efterfølgende analyser</b>	<b>52</b>

## 1. INDLEDNING

I forbindelse med konkretisering af skybrudsplaner for Københavns og Frederiksberg Kommune er et af de mulige løsningsforslag for oplandet til Ladegårds Å at ændre funktionen af Åboulevard til, ud over at føre trafik, også at kunne bortlede regnvandet i forbindelse med kraftige skybrud.

En løsning kan være at etablere en biltunnel under Åboulevard, som dels vil frigive plads på overfladen til rekreative og skybrudssikringsformål, og dels kan aflaste recipienter ved, at ét eller flere tunnelrør kan fungere som forsinkelsesbassin.

En biltunnel kombineret med en åbning af Ladegårdsåen giver mulighed for at etablere en ny væsentlig å-park til centrum af København, hvilket bl.a. vil tilføre en stor rekreativ og naturmæssig værdi til området. En udfordring ved etablering af en tunnel vil dog være håndteringen af den eksisterende trafik på Åboulevard. Foruden trafikafviklingen i anlægsperioden, beskriver rapporten også de overordnede konsekvenser for den eksisterende trafik, både lokalt og mere regionalt.

Nærværende rapport belyser overordnet de trafik- og anlægsmæssige udfordringer ved etableringen af vejtunnel for omlægning af trafikken på Åboulevard og belyser samtidigt sammenhængen mellem en "trafikal" løsning og en del af løsningen på skybrudsproblematikken.

Foruden de trafikale og konstruktionsmæssige konsekvenser, beskrives også, hvorledes en genåbning af Ladegårds Å i samme tracé som Bispeengbuen, Ågade og Åboulevard løber i dag. Genåbningen vil kunne bidrage til dannelsen af et rekreativt parkbælte langs kommunegrænsen mellem Frederiksberg og København, som vil kunne bringe nyt liv til området omkring Åboulevard.

Rapporten beskriver ikke forhold på overfladen, som ikke har relation til trafik- og eller skybrudshåndtering. Således beskriver rapporten udelukkende, hvilken plads der vil være til rådighed på overfladen, når en tunnel etableres.

Foruden ovenstående beskrivelser, indeholder rapporten også en overordnet samfundsøkonomisk analyse, baseret på de effekter det på nuværende tidspunkt er muligt at fastsætte.

Indenfor rammerne af opgaven, er det ikke muligt at belyse alle forhold i forbindelse med etableringen af en biltunnel. Derfor er der i hvert afsnit udarbejdet en liste over yderligere analyser, som ses nødvendige for at få lavet en mere tilbundsående og fyldestgørende rapportering.

### 1.1 Sammenfatning

Der er i denne rapport undersøgt forskellige løsninger for etablering af en tunnel under Åboulevard, der foruden at kunne håndtere trafikken, også vil frigive store arealer på overfladen, som bla. kan anvendes til skybrudssikring.

Der arbejdes primært med en hovedløsning (Søpavillonen-Hillerødgade) og en alternativ løsning 1 (Søpavillonen-Jernbanen over Bispeengbuen). Begge løsninger giver positive værdier i den foreløbige samfundsøkonomiske analyse, så umiddelbart er begge løsninger brugbare.

De undersøgte alternativer er desuden suppleret med muligheder for tilslutninger til tunnelen undervejs. Umiddelbart vil en tunnel med tilslutninger undervejs, kunne flytte mere trafik fra overfladen end en tunnel uden tilslutninger. Desuden vil en tunnel med tilslutninger if. OTM beregninger blive udnyttet bedre, hvilket vil understøtte anlægsinvesteringen.

Umiddelbart vil både hovedløsningen og alternativ 1, kunne håndtere en 100 års regnhændelse bare i kræft af det volumen der er muligt at etablere på overfladen når trafikken lægges i en tunnel under terræn. Det vil således ikke være en forudsætning at ét eller flere tunnelrør skal

anvendes i forbindelse med skybrud, for at erstatte skybrudsledningen som vedtaget i Masterplan 1 "Konkretisering af skybrudsplaner for Ladegårds Å, Frederiksberg Øst og Vesterbro, 2013".

Anlægsomt skønnes det at etableringen af henholdsvis hovedløsningen og alternativ 1, vil koste 5,1-4,1 mia. kr. og tage godt 5 år. Det vil således betyde gener for trafikken på Åboulevard i anlægsperioden, som dermed også umiddelbart vil have negativ indflydelse på store dele af trafikken i hele området. Nærmere analyser af trafikafvikling i anlægsperioden bør udføres for at belyse dette. Begge løsninger udføres som traditionelle cut- and cover projekter. En alternativ boret tunnel på samme strækning, har ikke vist sig mulig, grundet div. Bindinger som metro og kalkoverfladens dybe beliggenhed.

## 2. FORUDSÆTNINGER

Nærværende rapport arbejder ud fra den forudsætning, at der etableres en tunnel fra Hillerødgade i nordvest til Rosenørns Allé i sydøst (Hovedforslag). Etablering af tunnel under S-banen ved Fuglebakken st./Bisbeengbuen, kan dog vise sig yderst bekostelig grundet banearbejder, hvorfor der også behandles en alternativ løsning (Alternativ 1), hvor tunnelen slutter umiddelbart ved tilslutning til banebroen som vist på Figur 1. en mulig forlængelse af tunnelen helt frem til Ring 02 ved Hulgårdsvej belyses også kort (Alternativ 2), mens andre alternative linjeføringer kun vil blive overfladisk beskrevet.



Figur 1. linjeføring af tunnel med indikation af alternativ slutning ved S-banen.

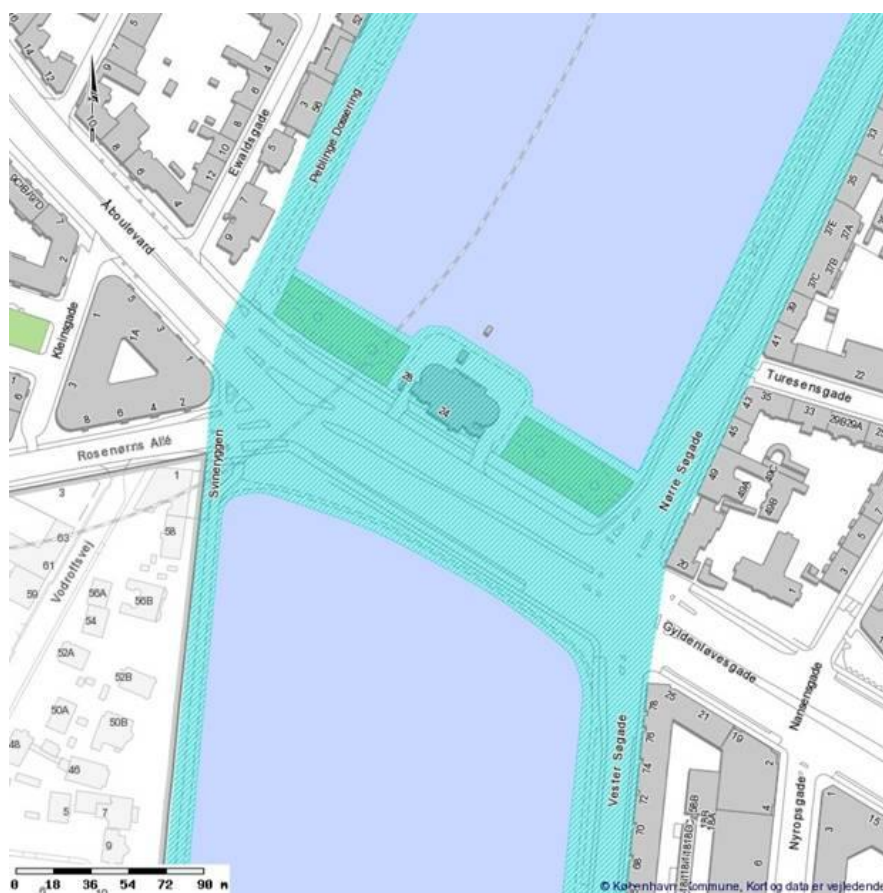
Generelt er det forsøgt at planlægge tunnelloøsningen med respekt for de eksisterende forhold, hvilket bl.a. betyder, at linjeføringen er lagt på en sådan måde, at tunnelprojektet umiddelbart kan gennemføres uden nedrivning af eksisterende bygninger. Der vil dog, især i tilslutningspunkterne ved henholdsvis Søsnettet og Hillerødgade, blive lavet større ændringer i de eksisterende byrum, for at kunne tilgodese trafikafviklingen i forbindelse med tunnelen.

De to nævnte tunnelloøsninger beskrives konstruktionsmæssigt hver for sig, mens den mere trafikalte beskrivelse af en tunnelloøsning beskriver to alternativer, hvor det ene er en tunnel uden tilslutninger på strækningen, og det andet alternativ arbejder med flere til- og frakørsler undervejs. I forhold til de udarbejdede trafikmodeller, har det ikke den største betydning om det er hovedløsningen eller alternativ 1, der regnes på.

Hovedløsningen har dog umiddelbart den trafikale fordel, at krydset ved Hillerødgade ikke skal afvikle gennemkørende trafik på overfladen i Borups Allé linjen.

## 2.1 Bindinger ifølge planloven

Langs strækningen er der ikke umiddelbart større bindinger, foruden de tilstødende bygninger, hvorfor der vil være et vist manøvrerum i forhold til placering og indretning af en tunnel.



Figur 2. Søbeskyttelseslinjer

Ved søsnittet er der søbeskyttelseslinjer, der skal tages med i det videre arbejde, for at belyse, hvorledes et tunnelprojekt kan udarbejdes med respekt for netop disse. I nærværende rapport, er søbeskyttelseslinjerne ikke yderligere beskrevet, og der er ikke taget hensyn til disse i udformningen af tunnelprojektet. Der vil skulle søges dispensation for etablering af konstruktioner i søbeskyttelseslinjerne. Dette skal dog først foretages, når projektet har en mere fastlagt påvirkning af det visuelle miljø.

### 3. STRÆKNINGEN I DAG

#### 3.1 Trafik

Strækningen er i dag meget trafikalt belastet med en HVDT på ca. 64-77.000. Hermed er strækningen en af de mest betydende indfaldsveje til og gennem København. Andelen af gennemkørende trafik anslås til ca. 85 % af trafikken (udtræk fra OTM modellen), hvorfor det vil være oplagt at sende denne trafik i en tunnel. Den højeste andel af gennemkørende trafik ses i snittet mellem H.C. Ørsteds Vej og Borups Plads. En gennemkørende trafikandel på 85 % er umiddelbart meget høj. Normalt ligger større gennemkørende trafikmængder på ca. 65 % af trafikken, hvilket tyder på, at der er tale om en meget høj andel af gennemkørende trafik.

Den store mængde trafik på strækningen giver dagligt gener for både trafikanter og beboere, og et udbredt problem er især trafikstøjen. Beregninger viser, at der langs strækningen ligger ca. 3.500 støjplagede boliger (over 58dB). Etableringen af en vej-tunnel vil kunne reducere antallet af støjplagede boliger med godt 50 %. Det skønnes ikke at der kan opnås en større reduktion, grundet øvrige veje i området der også er støjbelastede.



Figur 3. Støjkortlægning over Åboulevard og tilstødende veje (MiljøGIS)

##### 3.1.1 Lokal trafikstruktur

Som det fremgår af Figur 4, er der i dag kun tre vejforbindelser, der krydser Åboulevard. Disse tre forbindelser tænkes bibeholdt i en fremtidig løsning. Men det bør dog overvejes at lukke krydsningen mellem Bülowsvej og Brohusgade, da den i dag ikke bærer særligt meget trafik.



**Figur 4. Trafikal struktur i lokalgader mod Åboulevard**

Borups Allé og Nordre Fasanvej vil i fremtiden krydse Åboulevard i niveau, hvorfor antallet af skærende veje på strækningen kan komme op på 4-5 veje, alt afhængig af om krydsningen ved Bülowsvej bibeholdes.

### 3.1.2 Cykler

Antallet af cykler er relativt lavt i forhold til antallet på de parallelle gader. Tal fra Københavns Kommune viser, at der dagligt kører 5-10.000 cyklister på strækningen, alt efter hvor på strækningen man tæller. Det må formodes, at en fremtidig situation, hvor store dele af biltrafikken føres i en tunnel, vil betyde en væsentlig vækst i cykeltrafikken på strækningen. Den fremtidige løsning bør derfor tage hensyn til cyklisterne og der kan eventuelt arbejdes med konfliktfrie krydsninger mellem de større tværgående veje og cyklister.

### 3.1.3 Fodgængere

Antallet af fodgængere er forholdsvis begrænset på stort set hele strækningen. Fra H.C. Ørstedes Vej og ind mod byen er der dog flere fodgængere end på den resterende del af strækningen. Det må derfor forventes, at den fremtidige løsning vil generere en væsentlig større mængde fodgængere, end det er tilfældet i dag, hvorfor dette skal tages i betragtning ved krydsning af større tværgående veje samt ved indretning af fodgængerområder og pladsdannelser.

## 3.2 Parkering

På strækningen er der i dag spredt parkering, og langt det meste af parkeringen er placeret på p-pladser i lommer langs med strækningen. Bl.a. er der to store p-pladser ved Jærggade samt en mindre p-plads ved Falkoner Allé og ved Skotterupgade/Ågade. Derudover er der kantstensparkering langs den inderste del af Åboulevarden og et p-hus på hjørnet af Åboulevarden og Blågårdsgade. Det skønnes, at langt det meste parkering er beboerparkering, hvorfor p-udbuddet bør forsøges bibeholdt i en fremtidig løsning.



### 3.3 Kollektiv trafik

Åboulevard anvendes i dag af flere forskellige buslinjer. De fleste linjer anvender dog kun en del af Åboulevard, og er således ikke gennemkørende på hele strækningen.

Buslinjer i dag.

- Linje 12
- Linje 66
- Linje 68
- Linje 250 S

Flere højfrekvente linjer krydser desuden Åboulevard:

- Linje 3A (H.C. Ørsteds Vej)
- Linje 18 (Jagtvej)

I Byenet 2018 ligger der planer for en S-bus på strækningen, som skal inddrages i planlægningen og udformningen af den fremtidige løsning på Åboulevard.



**Figur 5. Eksisterende buslinjer omkring og på Åboulevard.**

Som det fremgår af Figur 5 er det kun linje 250S og 68, der i dag benytter Åboulevard. Hvorvidt de to buslinjer stadig er beliggende her i en fremtidig situation med en tunnel under Åboulevard vides ikke, hvorfor der i denne rapport ikke er arbejdet videre med fremtidig omlægning af buslinjer.

### 3.4 Byrummet

Åboulevard er en af de mest befærdede indfaldsveje i København, der består af Åboulevard, som ændrer navn til Ågade i krydset ved Bülowsvej. Den starter ved Peblinge Sø, slutter ved Bispeengbuen og afgrænser Indre Nørrebro med Frederiksberg Kommune. Navnet kommer fra Ladegårdsåen, som i dag er rørlagt under Åboulevard.

Åboulevard er et af de mest markante byrum i København, da den byder på mange oplevelser med sit buede forløb, som følger det oprindelige å-løb. Fra Peblinge Sø til Jagtvej indrammes vejrummet på begge sider af markante bygningskroppe med et sammenhængende facadeudtryk. Desuden er rummet beplantet med vejtræer, der både virker som et "formildende" grønt element i det trafikerede vejrum, men også understreger den klassiske boulevard-stemning.

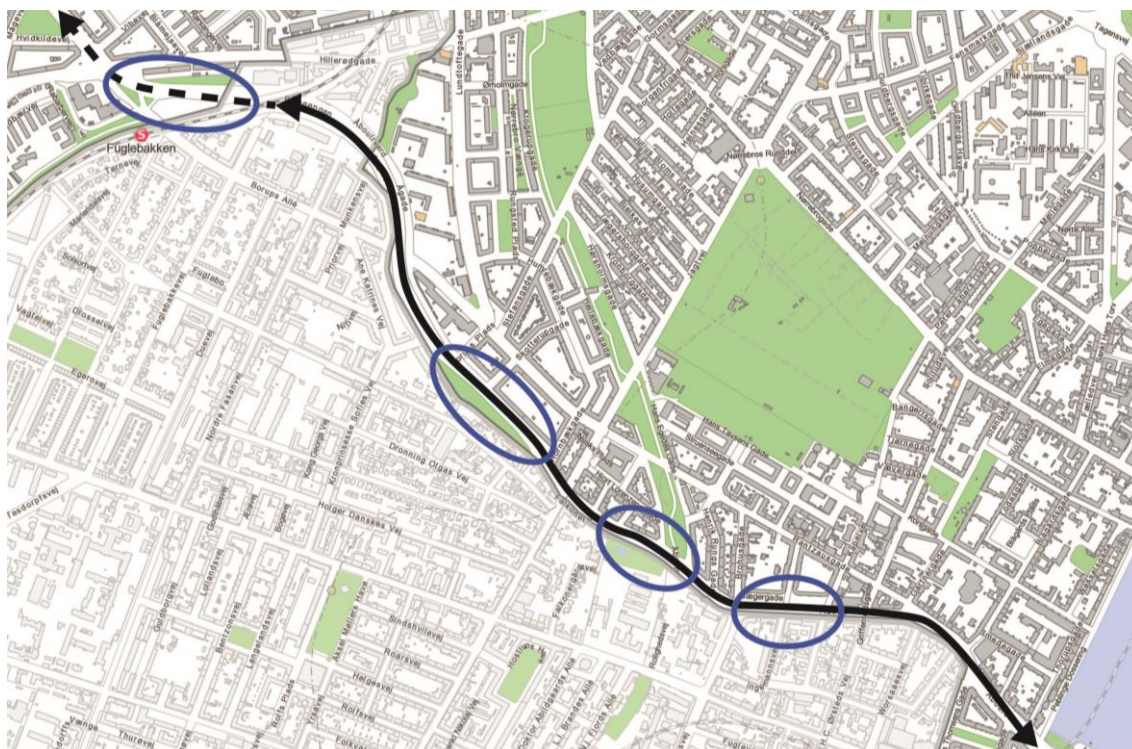
Fra Jagtvejen til Bispeengbuen ændrer vejen karakter, idet bygningskanten opløses i sydsiden af grønne friarealer og punktvis bebyggelse. På nordsiden af Ågade ligger en femetages storkarré, Hornbækhus, der blev tegnet i 1923 af Kay Fisker, og er et af de mest markante etagebyggerier i København med sin velproportionerede og taktfaste facader. Karréen danner en klar front mod vejen og er et identitetsskabende bygningsværk som indgang til indre by.

Ved Ågade med kig mod Bispeengbuen udgør Telefonhusets tårn et synligt vartegn i kraft af dets størrelse og karakteristiske antenntårn, og dette kan ses fra store dele af København.

I en diagonal bevægelse over Ågade ligger cykel- og fodgængerbroen fra 2008, "Åbuen", som er en populær cykelrute, der forbinder ydre Østerbro med Valby.

### 3.5 Vejbrede

Strækningen har generelt en bredde på ca. 36 m. mellem bygningsfacaderne. Flere steder på strækningen, er der parkanlæg eller større p-pladser ud til Åboulevard, hvilket giver en noget bredere tværprofil på strækningen. Visse steder er tværprofilen op mod 60 m, hvorfor der her vil være mulighed for at udforme byrummet anderledes og eventuelt bruge pladsen til skybrudssikring, rekreative formål eller tilslutninger til vej-tunnelen under Åboulevard.



Figur 6. Områder på strækningen med mulighed for at inddrage tilstødende arealer

## 4. FREMTIDIG TRAFIKAL LØSNING

Etableringen af en tunnel under Åboulevard, vil kunne frigive et større byrum, som fremadrettet kan få mange funktioner, herunder rekreative og miljømæssige funktioner, der vil kunne bidrage væsentligt til københavnernes hverdag.

Den fremadrettede udformning af overfladen ved en etablering af en vej tunnel, bliver kun kortvarigt berørt i denne rapport, da nærværende rapport kun skal afdække udfordringerne i forhold til trafik og skybrudssikring. Der vil dog i forbindelse med etableringen af en tunnel, fortsat skulle være vejadgange til bygninger mod Åboulevard, hvilket vil inddrage lidt af overfladearealet. Dette er nærmere beskrevet i afsnit 5.

### 4.1 Trafikmodeller

For at komme med et kvalificeret skøn på de trafikale konsekvenser og udfordringer ved at lægge trafikken i en tunnel under Åboulevard, er der udført en række OTM beregninger<sup>1</sup>. OTM beregningerne er baseret på forskellige alternativer, som er med til at underbygge, hvilke trafikale konsekvenser en tunnelloøsning måtte have.

En tunnelloøsnings trafikale konsekvenser vil bl.a. være afhængige af, hvor tunnelen startes og stoppes, og hvorvidt der etableres til- og frakørselsmuligheder undervejs på strækningen. Etablering af til- og frakørsler på strækningen vil øge brugen af tunnelen og dermed påvirke den trafikale situation på de tilstødende gader, både lokalt og mere regionalt.

Der er gennemført flere forskellige OTM-beregninger som beskrevet nedenfor:

- Dagens vejnet (basis 2009)
- Dagens vejnet fremskrevet (basis 2032)
- Tunnelloøsning uden tilslutninger på strækningen (2032)
- Tunnelloøsning med tilslutninger på strækningen (2032)

En generel forudsætning for beregningerne er, at der ikke er tilladt gennemkørende trafik i Åboulevards tracé. Således er alt trafik, der ikke benytter tunnelen, tvunget til at vælge andre ruter. Det betyder at der kan blive presset trafik ud på lokalgader og mindre bydelsgader. Konsekvenserne af det øgede pres på det øvrige vejnet er belyst i følgende afsnit.

De to basiskørsler af OTM kan ses af nedenstående figurer, som viser trafikmængder i 2009 samt forudsete trafikmængder i 2032 uden omlægning af det eksisterende vejnet. Alle trafiktal fra OTM-beregningerne er angivet i HVDT.

Som det fremgår af Figur 7 og Figur 8 vil den generelle trafikudvikling medføre en stigning i trafikken på Åboulevard samt det tilstødende vejnet.

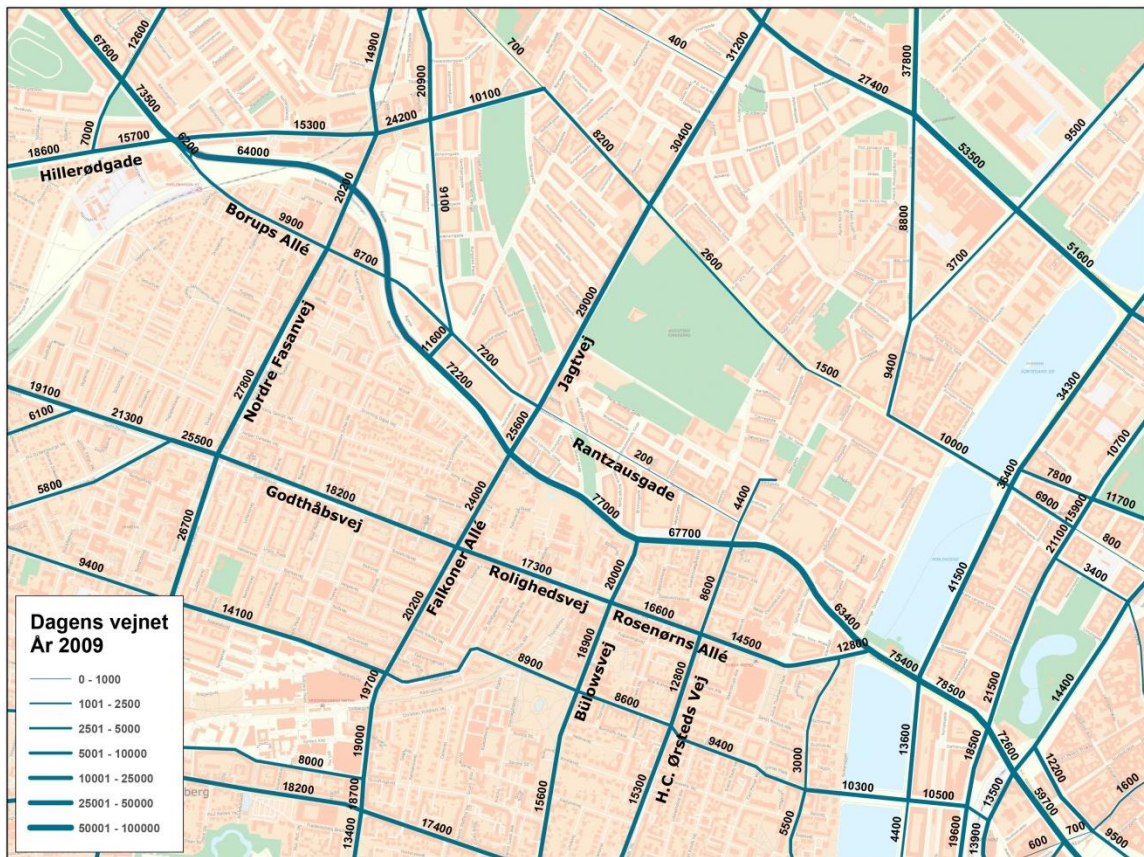
Udformes en tunnel uden tilslutninger vil den gennemkørende trafik kunne køre uhindret gennem tunnelen, mens den tværgående trafik, der i dag benytter Åboulevard, vil belaste det lokale vejnet.

Etableres der tilslutninger ved Borups plads, Bülow'svej, H.C. Ørsted's Vej og Hillerødgade vil trafikken i tunnelen skulle flette med trafikken fra ramperne. Derved påvirkes flowet gennem tunnelen. Det må følgende sikres, at indflettende trafik ikke reducerer trafikafviklingen i tunnelen. Dette kan bl.a. gøres ved etablering, af lange flettestrækninger samt evt. rampedosering.

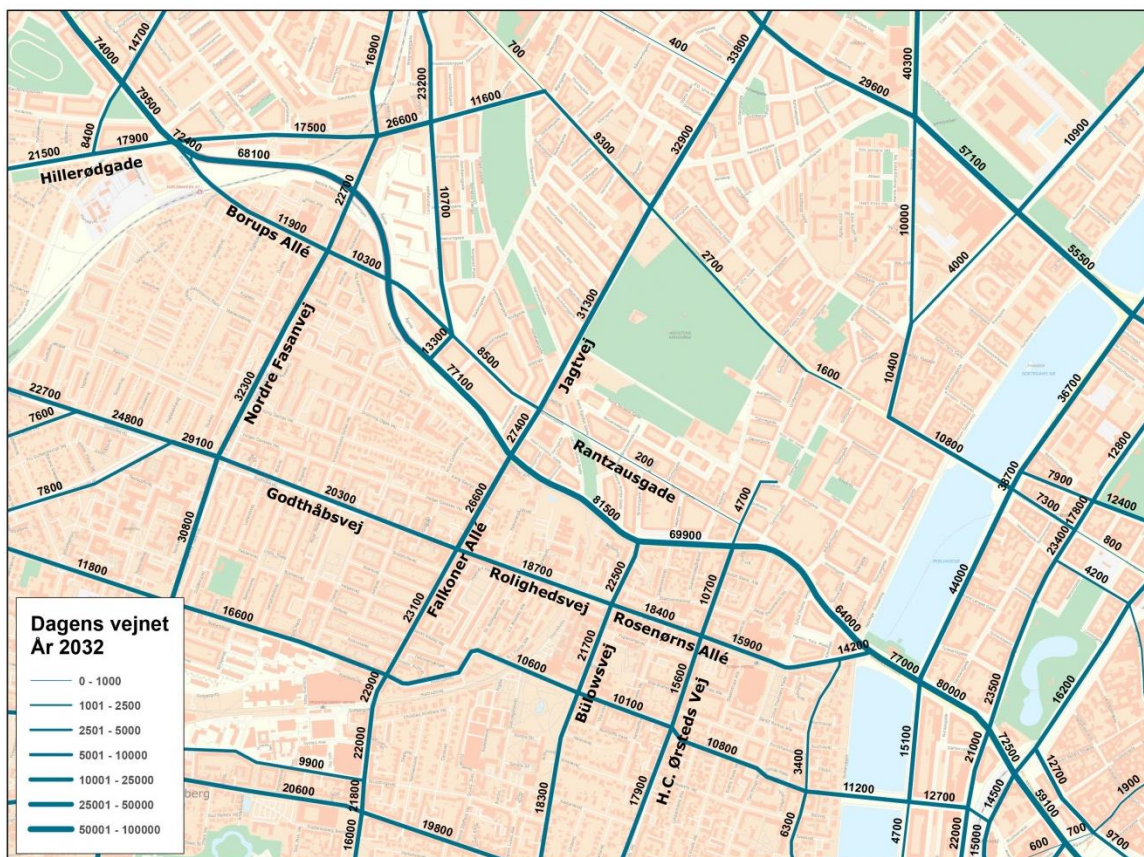
Tunnelens kapacitet vil bl.a. være afhængig af signalerne, der doserer trafikken ind og ud af tunnelen samt flettestrækninger frem mod tunnelen. Flettestrækningerne før og efter tunnelen vil være bestemmende for udnyttelsen af tunnelens kapacitet.

---

<sup>1</sup> OTM beregningerne er beskrevet yderligere i bilag 1



Figur 7 Basisvejnet 2009



Figur 8 Basisvejnet 2032

#### 4.1.1 Tunnel uden tilslutninger

Etableres der en tunnel uden tilslutninger på strækningen vil flere trafikstrømme flyttes fra Åboulevard til det omkringliggende vejnet.

I det Åboulevard lægges i tunnel, vil strækningen Godthåbsvej, Rolighedsvej og Rosenørns Allé og Borups Allé blive det bedste alternativ for en stor del af trafikken fra områderne langs tunnelen. De nævnte vejstrækninger vil blive belastet med yderligere trafik i størrelsesordenen 2000-8000 HVDT, hvilket er betydelige stigninger på op til 30 %. Sådanne trafikstigninger vil nok blive udjævnet, da trafikanter vil finde andre veje med tiden, men der er tale om store stigninger i trafikmængden.

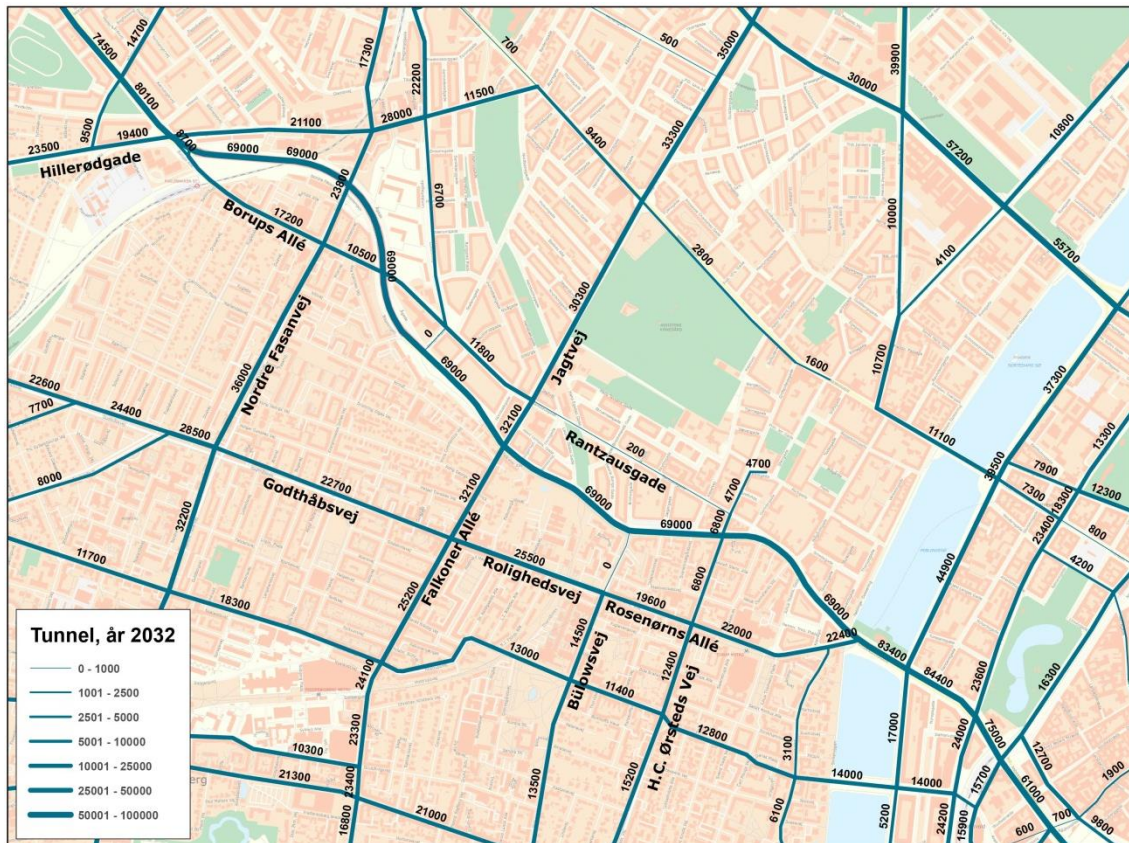
På differencekortet Figur 11 fremgår det, hvorledes trafikken vil søge til alternative ruter, når der ikke længere etableres adgang til Åboulevard.

Både Falkoner Allé og Nordre Fasanvej vil opleve stigninger i trafikmængder, da trafikanter vil søge mod Borups Allé for at komme til og fra områderne langs Åboulevard.

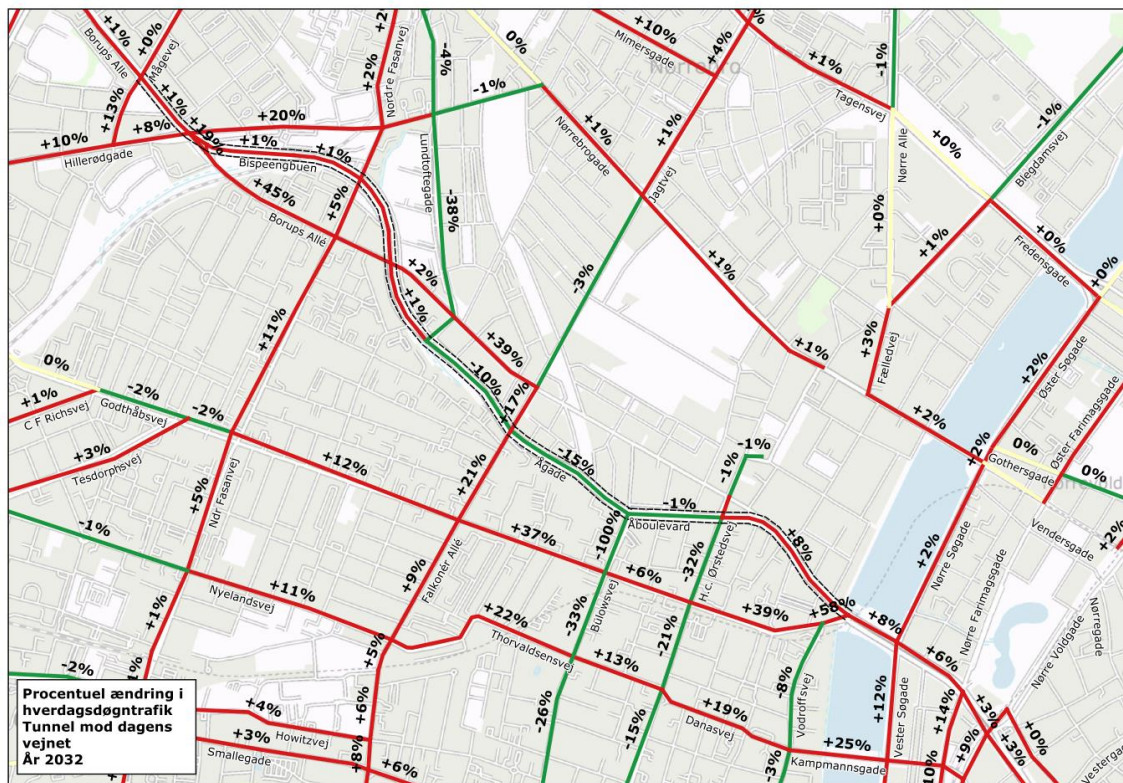
Nogle vejstrækninger vil også opleve markante fald i trafikken, da deres nuværende funktion ikke længere vil være efterspurgt i samme omfang. Det gælder fx Bülowsvej, H.C. Ørsteds Vej, Lundtoftegade og Borups Plads, der i dag fungerer som adgangsveje til Åboulevard.



Figur 9. Linjeføring af tunnel



Figur 10. Trafiktal i år 2032 ved anlæggelse af tunnel uden tilslutninger på strækningen (OTM)



Figur 11 Difference på trafiktal fra basis i år 2032 og til vej i tunnel i år 2032

#### 4.1.2 Tunnel med tilslutninger

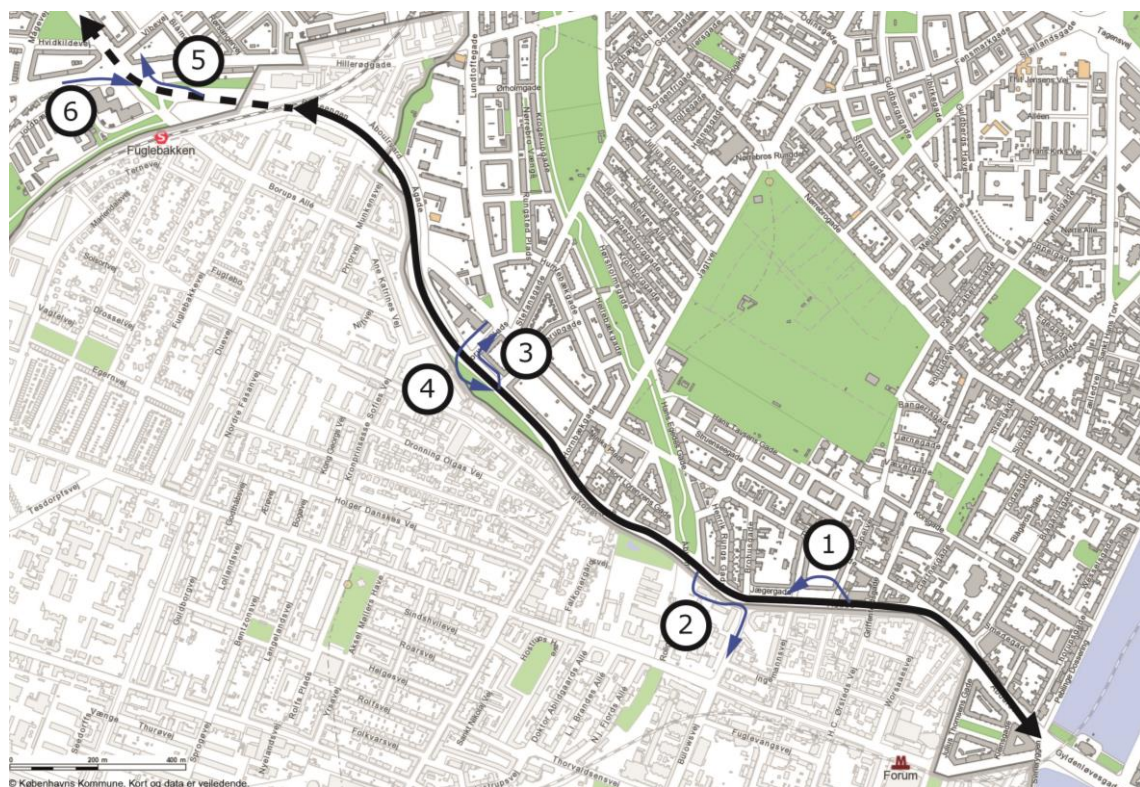
For at udnytte etableringen af en tunnel yderligere vil det give god mening at etablere én eller flere tilslutninger undervejs.

Der er derfor undersøgt hvilke tilstødende veje der i dag bidrager mest med trafik på Åboulevard. Denne undersøgelse sammenholdt med muligheder for etablering af tilslutningsanlæg rent fysisk, har givet anledning til at foreslå følgende til/frakørselsmuligheder på strækningen.

Tilslutning nr.	Fra	Til	Kt/spidstimer Morgen	Kt/spidstimer Eftermiddag
1	HC. Ørstedsvej	Åboulevard	341	370
2	Åboulevard	Bülowsvej	556	535
4	Borups Plads	Åboulevard	475	497
3	Åboulevard	Borup Plads	339	395
5	Åboulevard	Hillerødgade	**	**
6	Hillerødgade	Åboulevard	**	**
7	Åboulevard	Jagtvej	290*	393*

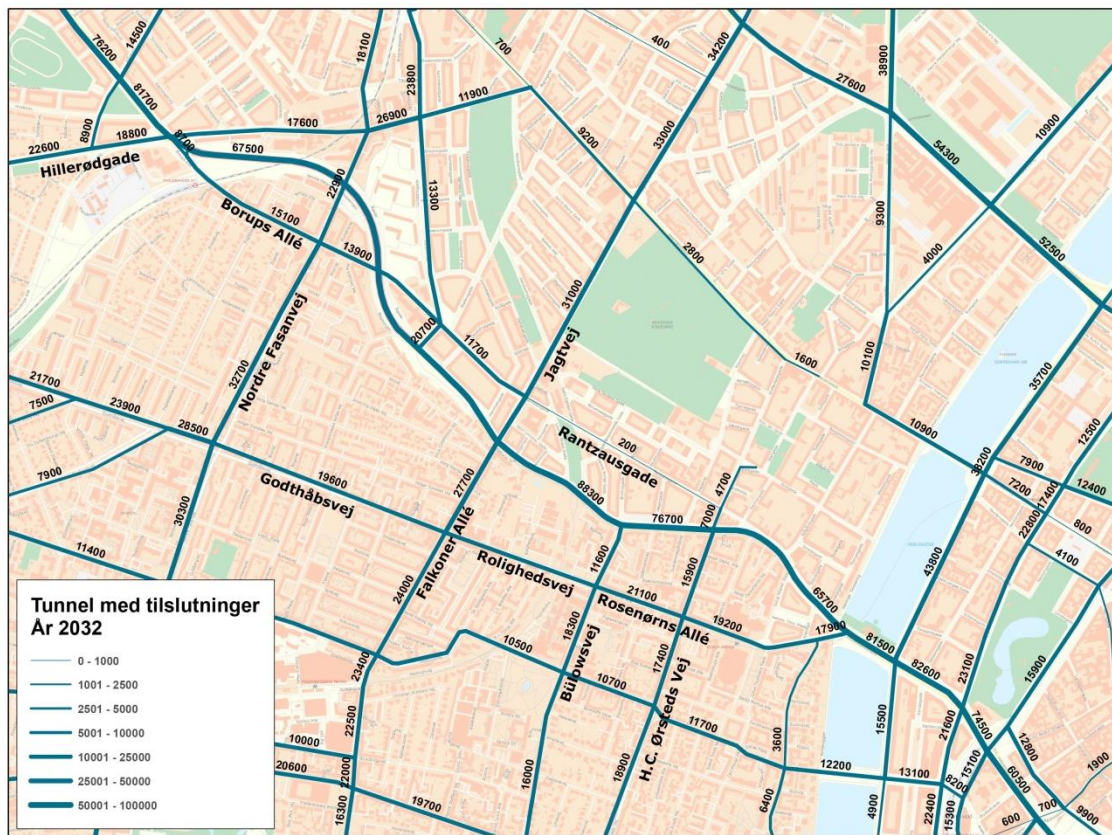
**Figur 12 Svingbevægelser fra Basis 2009 \*) tilslutning til Jagtvej er ikke behandlet yderligere i denne rapport, da det ikke skønnes muligt at etablere en tilslutning her. \*\*) trafiktal ikke trukket ud af OTM, men tilslutninger vil være vigtige, for den fremtidige trafikafvikling.**

Udtræk af eksisterende svingbevægelser fremgår af Bilag 1.

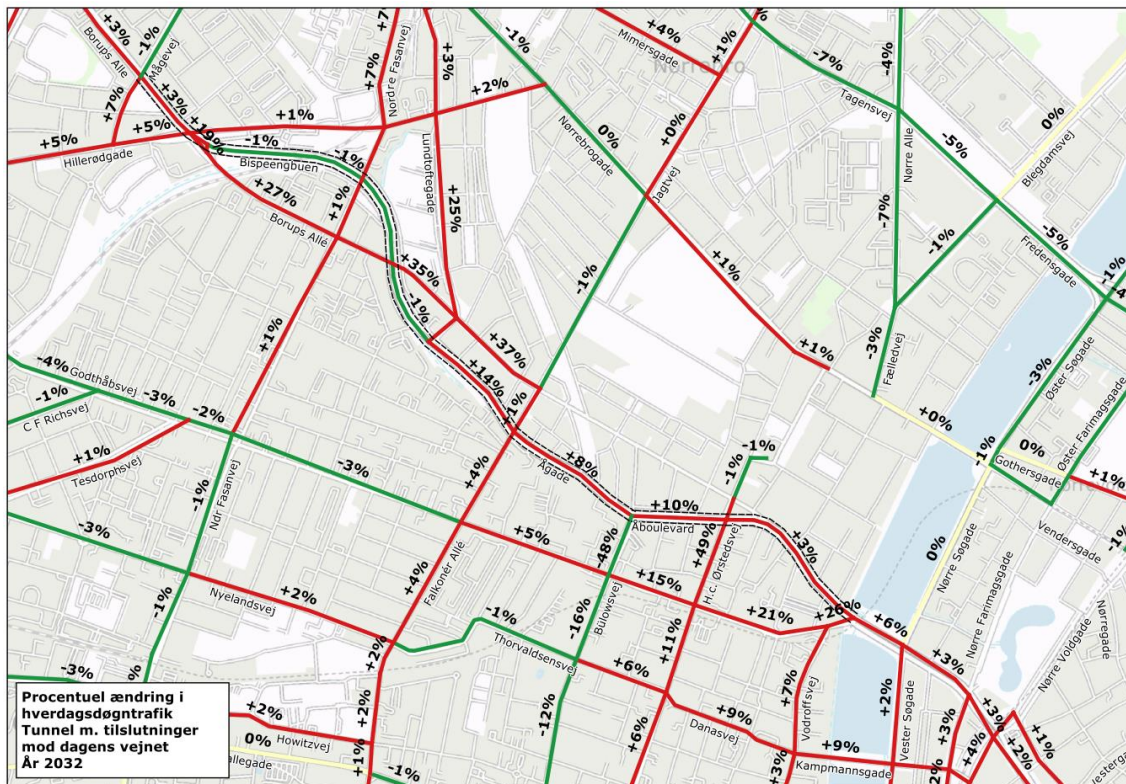


**Figur 13. Tunnel med tilslutninger (illustrativ visning af til- og frakørsler)**

Til- og frakørsel ved Hillerødgade, etableres ikke i Alternativ 1.



Figur 14. Trafiktal i år 2032 ved anlæggelse af tunnel med tilslutninger på strækningen (OTM)



Figur 15. Difference på trafiktal i forhold til basis og vej i tunnel med tilslutninger i år 2032

Når der etableres til- og frakørsler til tunnelen på strækningen, viser beregningerne ikke overraskende, at trafikken på de veje, der fører til, til- og frakørslerne stiger. Tydeligst ses det på Bo-



rups Allé, Borups Plads og Lundtoftegade, mens også H.C. Ørsteds Vej, Rosenørns Allé og Grif-fenfeldsgade belastes med yderligere trafik.

Stigningerne i trafik er dog som oftest langt mindre, end det ses ved løsningen uden tilslutninger, da trafikken ikke skal køre samme omveje. Samtidig flytter en tunnel med tilslutninger på den mest belastede del af strækningen også ca. 25 % mere trafik.

På differencekortet på Figur 15 ses det, at Åboulevards kapacitet kan udnyttes bedre end det er tilfældet med en tunnel uden tilslutninger på det meste af strækningen.

På Jagtvej vil den manglende mulighed for at komme fra Åboulevard medføre et mindre fald, idet trafikanter vælger nye ruter.

## 4.2 Trafikale konsekvenser

Udtræk fra OTM viser, at etableringen af en tunnel (med eller uden tilslutninger) ikke umiddelbart vil få den store indvirkning på trafikarbejdet i henholdsvis Københavns og Frederiksberg Kommune.

Således viser antallet af køretøjs km. pr. hverdage, at differencen mellem Basis 2032 og de forskellige tunnelscenarier er en stigning på 2-4 ‰ (lavest ved tunnel med tilslutninger), hvilket ikke er nogen signifikant værdi. Derfor vil trafikarbejdet ikke umiddelbart stige i forbindelse med etablering af en tunnel.

Den samme tendens er ikke helt gældende for antallet af køretøjstimer, hvor der er tale om en meget lav stigning i tidsforbruget for tunnel uden tilslutninger på godt 1 ‰ mens en tunnello-sning med tilslutninger vil bidrage med en mindre reduktion i tidsforbruget på godt 5 ‰.

Da en forudsætning for trafikmodelberegningerne har været, at der er lukket for gennemkørende trafik på Åboulevard, har rapporten kunne vise, hvordan trafikken primært overflyttes til parallelle gader i Frederiksberg Kommune. Primært Rosenørns Allé, Rolighedsvej og Godthåbsvej vil skulle håndtere mere trafik. Videre analyser vil kunne belyse, hvorledes den overflyttede trafik kan minimeres, hvis der etableres mulighed for gennemkørende "lokaltrafik" langs Åboulevard. En eventuel mulighed for gennemkørende lokaltrafik, vil selvfølgelig give mindre arealer til Åpark og skybrudsløsninger, hvorfor overfladens udformning i en sådan situation skal detaljeres mere for at sikre, at den kan håndtere både trafik og skybrudsløsninger.

Foruden de førnævnte veje i Frederiksberg Kommune, vil en tunnello-sning også umiddelbart have stor indflydelse på den trafikale situation på især Borups Allé, hvor trafikstigninger op mod 30-40 % kan blive en realitet. Der bør derfor arbejdes videre med løsninger, der kan afhjælpe en så stor stigning på Borups Allé.

Suppleres tunnelen med en lokalgade på overfladen mellem HC. Ørstedsvej og Jagtvej vil en del af trafikken, som ellers belaster Falkoner allé og Rolighedsvej, overflyttes til denne.

Alt efter vejens udformning og hastighedsbegrænsning vil denne strækning blive mere eller mindre attraktiv, afvejningen mellem et roligt rekreativt overflade miljø og en ny vejforbindelse bør derfor overvejes nøje.

Vejudformningen bør bære præg af lokalvej, men en maksimal hastighed på 40 km/t, hvorved den gennemkørende trafik holdes naturligt nede. Lokalgaden vil være med til at aflaste de dele af vejnettet der kommer til at blive merbelastet på grund af manglende tilslutningsmuligheder til tunnelen. Samtidig kan lokaltrafikken tilgodeses ved at forbinde til parkeringsområder langs strækningen.

### 4.3 Videre analyser

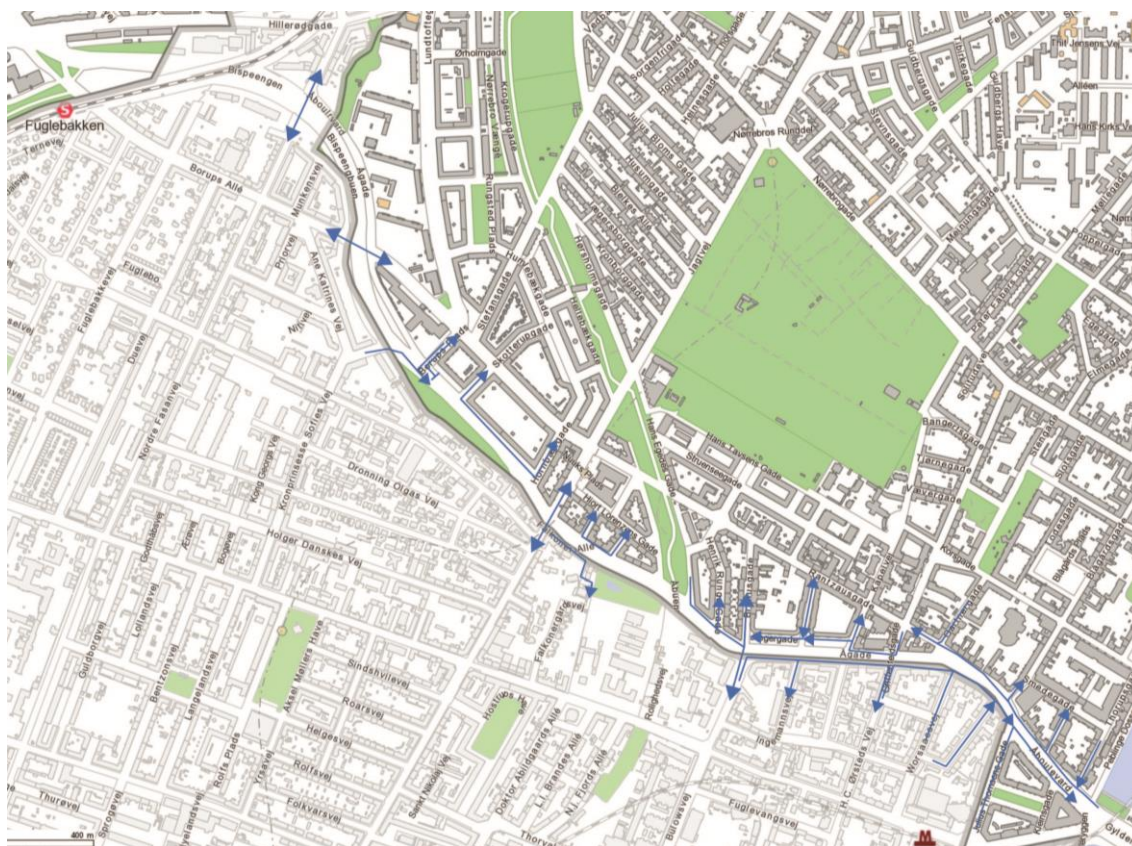
Der er flere forhold, som det ikke har været muligt at afdække i denne rapport. Derfor er der i nedenstående liste angivet forslag til videre analyser og udredninger, der sammen kan danne et endnu bedre grundlag for fremtidige beslutninger om eventuel tunnel under Åboulevard.

Problemstilling	Forslag til analyse
<b>Lokaltrafik på overfladen</b>	Grundigere beskrivelse af den lokale trafik på overfladen, både for nuværende scenarier, men også alternativt for scenarier hvor der tillades mere lokaltrafik mellem betydende tværforbindelser på overfladen. evt. gennem OTM-kørsler eller anden form for trafiksimulering
<b>Trafikale konsekvenser, ved en alternativ tunneløsning, helt frem til Frederikssundsvej</b>	OTM kørsler for belysning af konsekvenser af denne løsning
<b>Trafikale gener i anlægsperioden</b>	Hvorledes vil en ca. 5-årig anlægsperiode, påvirke den trafikale situation i og omkring København. Udarbejdelse af anlægsscenarier og OTM kørsler.

## 5. TRAFIKAL UDFORMNING

For at sikre mest muligt plads til rekreative formål når Åboulevard lægges i en tunnel, er der arbejdet med en løsning for lokal trafik, hvor det ikke er muligt at køre langs Åboulevard over en længere strækning. Forbindelse til bebyggelse beliggende ud mod Åboulevard vil blive betjent af veje, som ligger i mindre "loops" omkring de enkelte karrébebyggelser.

Vejene skal foruden vejadgang også fungere som redningsveje ved brand. Desuden skal vejene opfylde forskellige funktioner, såsom fortov, mulighed for korttidsparkering, butiksadgang mv.



Figur 16. Vejadgange til bebyggelse mod Åboulevard

Ovenstående figur illustrerer, hvorledes der kan skabes fremtidig vejadgang til bebyggelser langs Åboulevard uden, at der etableres mulighed for gennemkørsel.

Åboulevard måler ca. 36 m i bredden på den smalleste del, som er beliggende fra H.C. Ørsteds Vej og ind mod søerne. På den øvrige strækning er Åboulevard væsentligt bredere.

For at leve op til bl.a. redningskrav skal vejadgange være mindst 7 m brede. Således vil det typiske tværsnit for den inderste strækning se ud som på Figur 17, hvor der er et 22 m bredt bælte i midten af Åboulevard, der kan indrettes til forskellige formål.



**Figur 17. Typisk tværsnit på den inderste del af Åboulevard med 36 m profil**

Fra H.C. Ørsteds Vej og ud af byen er tværprofilen bredere, hvilket igen betyder, at der er flere muligheder for at indrette "midten" af Åboulevard.

En mulig udformning af en lokalvej kunne minde om udformningen som vist på Figur 18. Det skal dog overvejes, hvorvidt der skal etableres mere separerede cykelstier, da der må forventes en stigning i antallet af cyklister på strækningen.

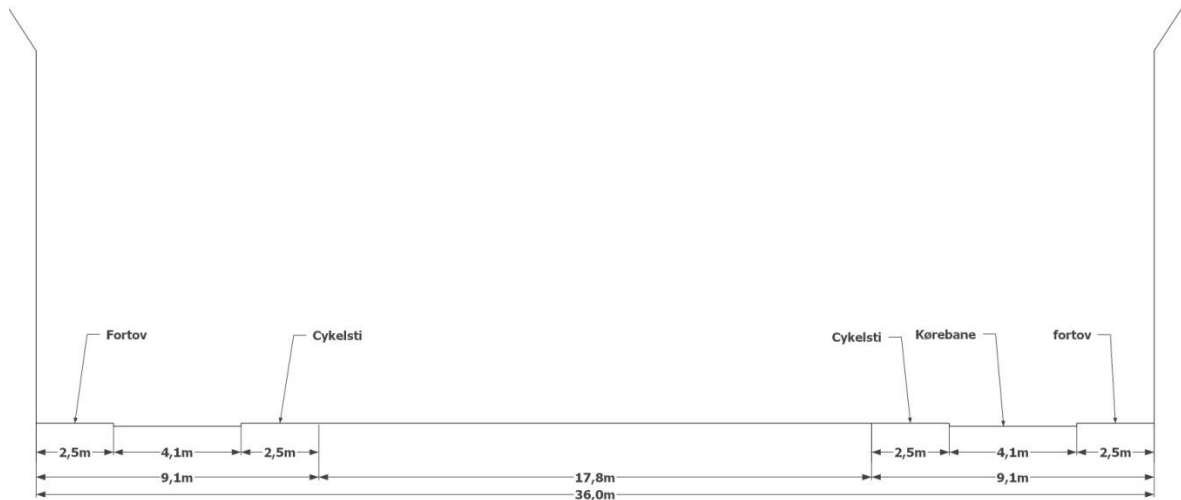


**Figur 18. Eksempel på ensrettet sivegade "Kilde: Google Street View" (Sønder Boulevard)**

Alternativt kan der etableres mere gennemgående cykelstier i "Å-parken", hvilket også vil friholde cyklister for konflikter med den lokale trafik. En gennemgående sti kunne etableres som en

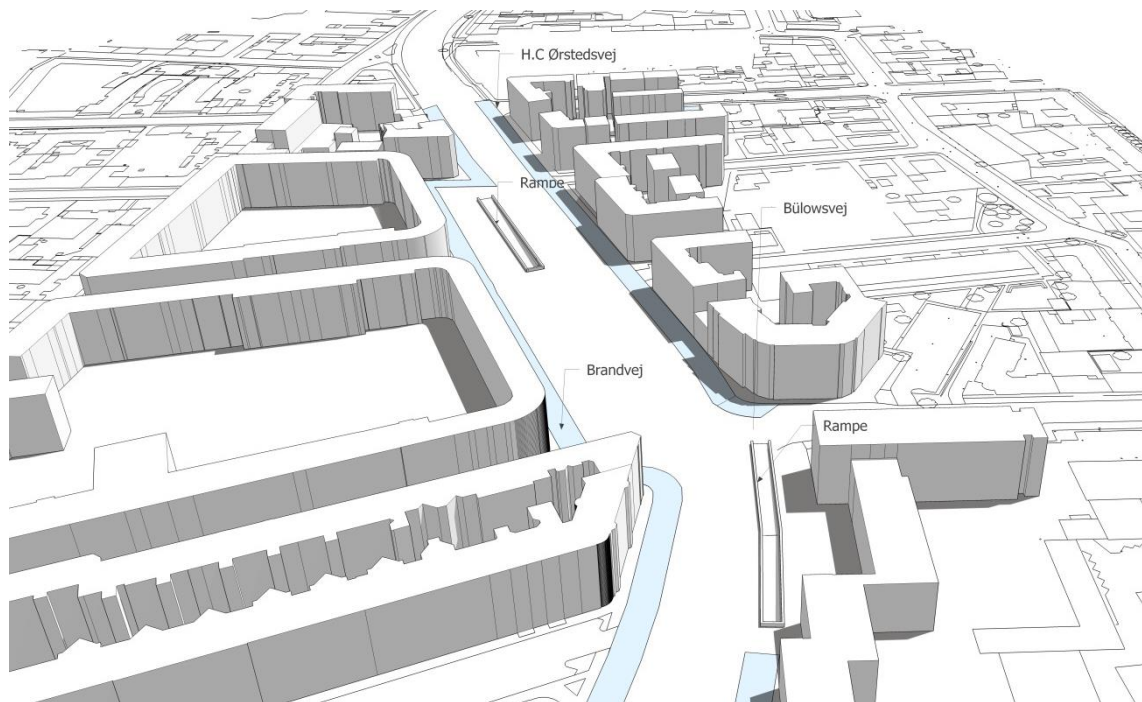
del af Supercykelstinet, og på den måde også fungere som aflastningsrute for Nørrebrogade og Farumruten.

Såfremt der etableres cykelstier langs lokalvejene, kunne de etableres på en måde, hvor de både er i kontakt til "Å-parken" og bebyggelserne, som vist på nedenstående Figur 19.



**Figur 19. Cykelstier langs "Å-parken"**

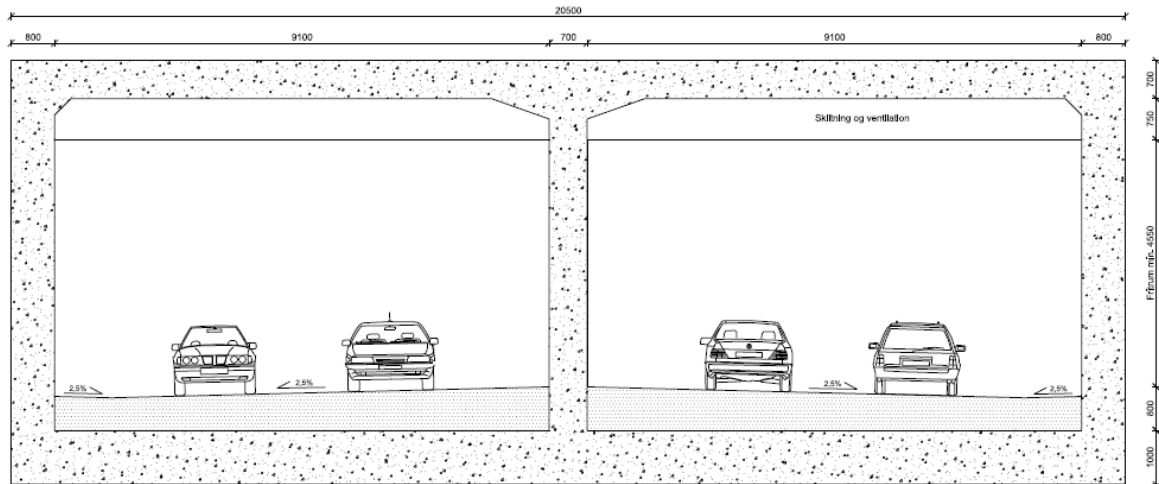
Bredden på "sivegaden" tillader passage af to personvogne, hvilket vil muliggøre korttidsparkering ved beboelse og butikker, mens det stadig vil være muligt at opretholde sivetraffic. Hvis tværsnittet, vist i Figur 17, tænkes anvendt, vil den tilbageværende plads på overfladen være som vist på nedenstående figur. I viste tilfælde området mellem Bülowvej og H.C. Ørsted Vej.



**Figur 20. Overfladearealer mellem Bülowvej og H.C. Ørsted Vej, set fra vest mod søerne**

## 5.1 Linjeføring af tunnel

Der er udarbejdet et indledningsvist forslag til linjeføring af en mulig tunnel for at belyse pladskrav og geometri. Tunnellen er indrettet med 2 spor i hver retning og nødspor som vist på Figur 21. Mere information omkring tunneltværsnit kan findes i afsnit 7.



Figur 21. Typisk tunneltværsnit

Linjeføringen er udarbejdet efter følgende designparametre:

- Ønsket hastighed: 60 km/t
- Horisontalradier:
  - 60 km/t
  - Minimumsradius 227 m
  - Exceptionel minimumsradius 113 m
- 50 km/t
  - Minimumsradius 126 m
  - Exceptionel minimumsradius 76 m

Tunnellen designes, så den kan håndtere, at der står kø i tunnelen, hvad angår Luftskitte, varsling mv.

Grundet de mange bindinger på strækningen i form af eksisterende bygninger, skal der et enkelt sted etableres lokal hastighedsbegrænsning på 50 km/t. Alternativt skal der etableres sidehældning på vejen på 60 ‰ for at tilgodese en behagelig gennemkørsel af kurven. Etablering af kurver med sidehældning på 60 ‰ kan dog være uønskelige, hvor der er chancer for kø eller langsomkørende trafik, da sidehældningen så opleves som ubehagelig.

- Vertikalradier: min. 1300 m anbefalet min. 3000 m

Forslag til linjeføring af tunnel under Åboulevard fremgår af Bilag 2.

- 5.1.1 Ønsket om en tunnel, som geometrisk kan leve op til den ønskede hastighed, har vist sig at være en svær øvelse, da der gennem forløbet er flere steder, hvor eksisterende bygninger gør det svært at efterleve ønsker til den geometriske udformning.

Som det fremgår af nedenstående figur, kommer selve tunnelkonstruktionen meget tæt på eksisterende bygninger, hvilket igen betyder, at det planlagte arbejdsareal langs tunnelvæggen bliver yderligere begrænset.



**Figur 22 Tunnelprofil og arbejdsareal (grøn skravering er nødvendigt arbejdsareal)**

Det har dog vist sig muligt at efterleve krav til minimumsradier til 60 km/t på langt det meste af strækningen. Som det fremgår af Figur 22, er der visse steder, hvor kurveradius er på 200 m. på grund af bindinger i forhold til eksisterende byggeri. Det vil enten betyde, at der skal etableres en lokal hastighedsbegrænsning eller en større hældning (60 ‰) gennem kurven.

## 5.2 Tunneladgang

Afhængig af, om der arbejdes med hovedløsningen eller alternativ 1, vil de to løsninger henholdsvis have følgende adgange:

- **Hovedløsning:** Tunnel med adgangsramper ved Søpavillonen og Borups Allé umiddelbart vest for vejkrydset Hillerødgade/Borups Allé
- **Alternativ 1:** Tunnel med adgangsramper ved Søpavillonen og Bispeengbuen umiddelbart øst for S-togsringbanen.

## 5.3 Tunneltilslutninger

Afhængig af, hvilken tunnelloøsning, der vælges, skal/kan der etableres til- og frakørsler på strækningen.

I hovedløsningen, som ender umiddelbart før Mågevej, vil der foruden de ovenstående til- og frakørselsanlæg også skulle etableres anlæg ved Hillerødgade i henholdsvis nord (frakørsel) og sydgående retning (tilkørsel) for at tilgodese trafikafviklingen.

I alternativ 1, som ender umiddelbart før jernbanen, vil der kunne etableres til- og frakørselsanlæg ved Borups Plads samt ved H.C. Ørsteds Vej og Bülowvej.

I alternativ 2, som ender ved den eksisterende tunnel under Frederikssundsvej, vil der ligeledes skulle etableres til- og frakørselsanlæg ved Ring 02.

## 5.5 Trafikstyring og ITS

For at etablere en trafiktunnel til så store mængder trafik, vil det være nødvendigt at installere flere ITS løsninger, der kan afhjælpe trafikale problemer og sørge for at give brugerne den trafikledelse, der er nødvendig for, at trafikken kan afvikles.

Der bør derfor ses mere indgående på, hvordan trafikledelse af tunnelen kan etableres, så den spiller sammen med trafikledelse af de øvrige indfaldsveje til København. Dette kunne være igennem etablering af en fælles trafikledelsescentral for København/VD – og tilstødende kommuner - som vil sikre en fornuftig trafikafvikling i hovedstadsområdet.

Etablering af en vej-tunnel vil betyde, at den gennemkørende trafik får bedre forhold på strækningen, hvilket kan give øget trafik. Det bør derfor - i en efterfølgende analyse – belyses, hvorledes det sikres, at løsningen ikke vil generere mere biltrafik, da det ikke er hensigten med at lægge trafikken i en tunnel under Åboulevarden.

## 5.6 Videre analyser

Der er flere forhold, som det ikke har været muligt at afdække i denne rapport. Derfor er der på nedenstående liste angivet forslag til videre analyser og udredninger, der sammen kan danne et endnu bedre grundlag for fremtidige beslutninger om eventuel tunnel under Åboulevard.

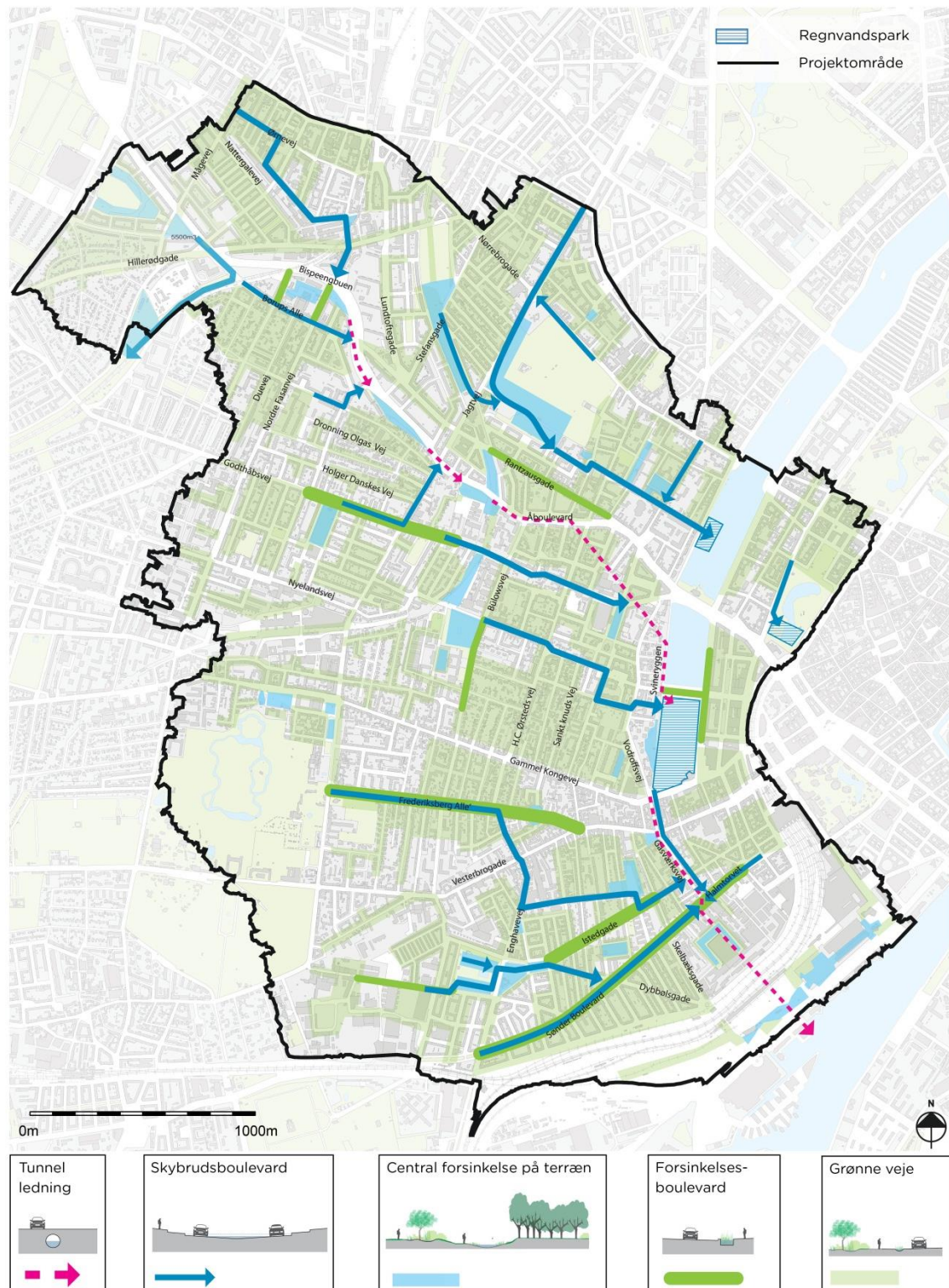
Problemstilling	Forslag til analyse
<b>Arealbehov til ramper og tunnel, kontra bygninger og andre bygværker?</b>	Nøjere fastlæggelse af linjeføring, gennem detaljeret bearbejdning, og indhentning af mere detaljeret tegningsgrundlag, landinspektøropmålinger mv.
<b>Trafikal udformning</b>	Hvorledes skal tunneludmundinger og kryds ved start og slut udformes. Hvordan etableres der adgange til ramper og sideveje.
<b>Kollektiv trafik, hvordan skal bustrafik afvikles i fremtiden?</b>	
<b>Risiko (trafikspring) for flere bilister når Åboulevard lægges i tunnel, hvordan kan det imødegås?</b>	
<b>Detaljerede støjberegninger</b>	Det bør fastlægges i hvilken udstrækning der kan opnås støjreduktion på Åboulevard og det omkringliggende vejnet, som følge af trafik i tunnel. Den indledende analyse giver en grov indikation af støjreduktionen, men især boliger på Frederiksberg hersker der usikkerheder om, hvorfor en mere detaljeret analyse vil være nødvendig for at få et mere fyldestgørende billede af støjreduktionen.
<b>Nødvendighed af brandveje langs facader mod Åboulevard</b>	Det skal fastlægges hvilke bygninger der skal have brandveje mod Åboulevard.
<b>Trafikstyring og ITS</b>	Fastlæggelse af ITS strategi og trafikledelse i forskellige scenarier for tunnelen, bør udarbejdes. Ligeledes bør niveau for udstyr mv. fastlægges og prissættes.

## 6. SKYBRUDSSIKRING

I nærværende afsnit er beskrevet trafiktunnelløsningens mulige synergi med den planlagte skybrudssikring af København, kombineret med en evt. åbning af Ladegårds Å.

### 6.1 Konkretisering af skybrudsplaner

I forbindelse med "Konkretisering af skybrudsplaner for Ladegårds Å, Frederiksberg Øst og Vesterbro, 2013" er der udarbejdet flg. masterplan for en mulig skybrudshåndtering.



Figur 23. Skybrudskonkretisering Ladegårds Å, Frederiksberg Øst og Vesterbro, Masterplan 1



Masterplanen er udarbejdet ud fra en række analyser og vurderinger af bl.a. topografi, oversvømmelsesområder, hydraulisk analyse m.m. som et forslag til, hvordan byens rum (pladser og veje) og regnvandsafledning kan tilpasses de fremtidige ekstreme nedbørshændelser, så skaden ved oversvømmelse bliver minimeret mest muligt.

Masterplanen består af en række skybrudselementer:

**Skybrudsledning/tunnelledning**, som er en større samlende underjordisk ledning, der fungerer som en af hovedstrømningsvejene under skybrud.

**Skybrudsboulevard**, som er en overfladebaseret løsning for større veje (f.eks. ændring af vejprofil fra tagprofil til v-profil, åbne kanaler, sænkning af cykelsti m.m. til håndtering af skybrudsvandet)

**Central forsinkelse**, som er centrale områder (parker, pladser, etc.), der kan omdannes til håndtering/forsinkelse af regnvand.

**Forsinkelsesboulevard**, som er større veje, hvor der kan etableres større vejbede mm.

**Grønne veje**, som er lidt mindre veje, hvor der kan etableres mindre vejbede m.m.

Deloplandene, der topografisk afvander mod Åboulevarden, har resulteret i et forslag til en skybrudsvej bestående af en skybrudsledning i Ågade/Åboulevard i dim.  $\varnothing 2,0 - \varnothing 2,5$  m fra Bispeengbuen til Bülowvej/Vodroffsvej. På strækningen langs Åboulevard forbindes skybrudsledningen til grønne forsinkelses-områder ved Bispeengbuen, i Ågadeparken og på Frederiksberg Campus (se Figur 23). Herved reduceres behovet for ledningskapacitet, og løsningen bliver mere robust.

I Masterplan 1 ledes hovedparten af deloplandene Bispeengbuen samt Frederiksberg Allé og Vodroffsvej til Sankt Jørgens Sø under skybrud. For at opnå dette samt mulighed for afvanding af det lavtliggende område omkring Vodroffsvej er det foreslået at sænke vandspejlet i den sydlige del af Sankt Jørgens Sø og udnytte denne som forsinkelsesvolumen under kraftig regn.

Vurdering af åbning af Ladegårds Å var ligeledes indledningsvist udført i forbindelse med konkretiseringsplanerne. Projektgruppen bestående af deltagere fra Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune aftalte på baggrund af de indledende vurderinger, at selvom der i vej-tunnel under Åboulevard skabes et betydeligt potentiale for forsinkelse og afledning af vand, er denne variant i høj grad et trafikprojekt, der i sig selv kræver en investering, som ligger betydeligt over implementeringen af en samlet masterplan. Variationsforslaget vurderes således hovedsageligt relevant, såfremt der af andre årsager træffes beslutning om at lægge trafikken under Åboulevard i tunnel – som jo så er en del af denne analyse.

## 6.2 Forudsætninger

Der tages udgangspunkt i de forudsætninger og de forslag til skybrudsløsninger, som er beskrevet i Masterplan 1 i "Konkretisering af skybrudsplaner for Ladegårds Å, Frederiksberg Øst og Vesterbro, 2013".

For at kunne udnytte Åboulevarden som mulig skybrudsvej forudsættes, at de tilstødende oplande og veje tilpasses i nødvendig omfang således, at skybrudsvandet ledes til den nye skybrudsvej samt det nye tværprofil af vejen.

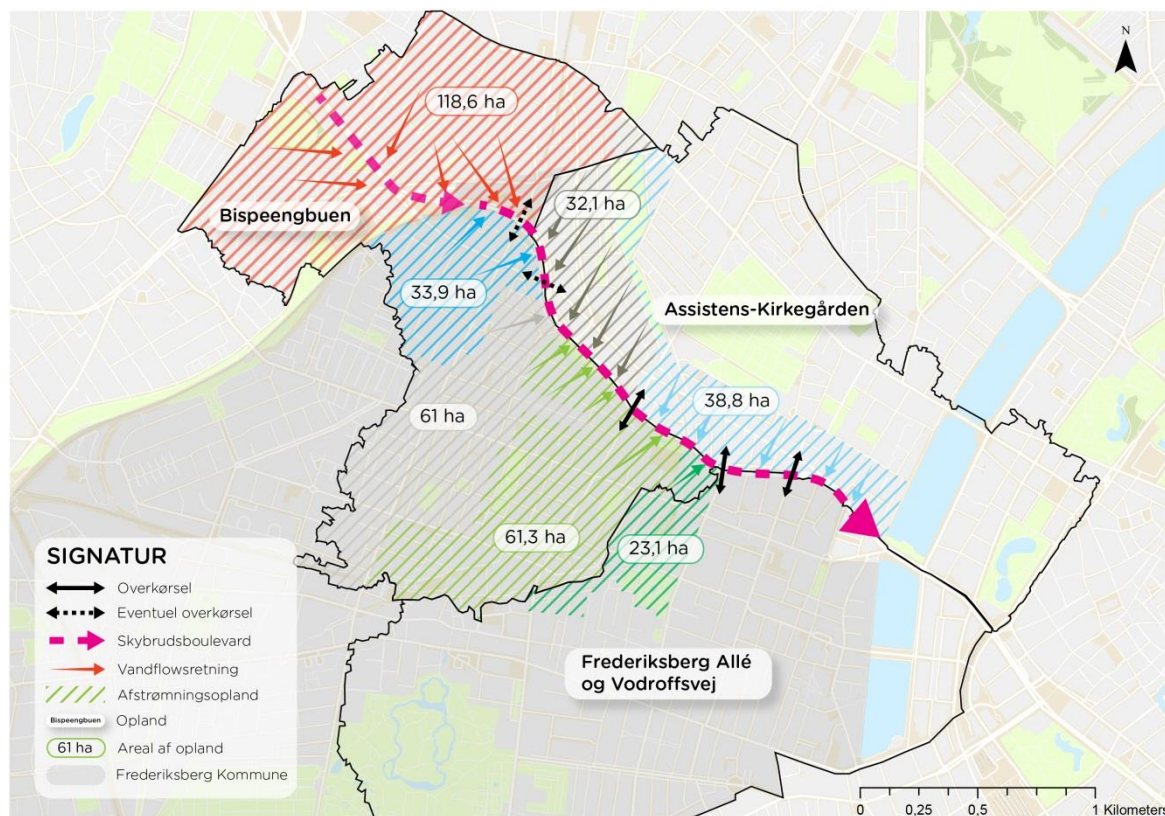
Det forudsættes, som tidligere nævnt, at der gennemføres en fuld tunnelloøsning med en række tilslutninger. Det vil være forudsætningen for, at der kan skabes et større sammenhængende grønt byrum på overfladen uden at skabe trafikale problemer på de omkringliggende veje.

Etablering af regnvandsafledning på terræn, og evt. sænkning af Ladegårds Åens forløb i vejen, skal koordineres med en eventuel samtidig sænkning af udløbet til Sankt Jørgens Sø. Det skal således sikres, at koten for åen er i overensstemmelse med udløbskoten ved recipienten.

Tilslutningsanlæggene til tunnelramperne skal sikres mod skybrud, f.eks. ved etablering af terrænhævnning inden nedkørselsrampe. Fastlæggelse af acceptkriterier for oversvømmelse skal fastlægges – evt. kan det være efter samme princip som nedgangene til de underjordiske metrostationer.

### 6.2.1 Afstrømningsoplande

De områder i byen, der i forbindelse med skybrud umiddelbart vil kunne afstrømme mod Åboulevards tracé, er angivet på Figur 24.



**Figur 24 Afstrømningsoplande**

Områdets nordlige del omkring Bispeengbuen er beliggende således, at et større kloakopland afvander via ledninger gennem Bispeengen. Kloaksystemet afleder dels mod Lygten og Lersøgrøften og dels langs Ågade/Åboulevard.

Den nordlige del af området, nord for Bispeengbuen, afvander normal regn mod en pumpestation ved Lygten, hvorfra der ved kraftige regn er overløb til den nu rørlagte Lersøgrøften, der har udløb til Øresund ved Strandvænget. Ved kraftige regnhændelser overbelastes hele dette system, og vand kan stuve tilbage og løbe op på terrænen ved dybdepunktet ved Bispeengbuen.

Den sydlige del af området afvander til ledninger langs Åboulevard og videre via ledninger i Forhåbningsholms Allé.

Samlet er der med oplandsinddelingen angivet i Figur 24 et afstrømningsopland på ca. 370 ha. Der er i forbindelse med denne undersøgelse antaget en gennemsnitlig afløbskoefficient (under skybrud) på 0,8 for de pågældende oplande, hvilket medfører et reduceret areal på ca. 300 ha.

### 6.2.2 Skybrud

Dimensioneringskriterier for skybrudsløsningerne siger, at der højst må stå 10 cm vand på terrænen ved regnhændelse med 100 års gentagelsesperiode.

I forbindelse med skybrudskonkretiseringen er der ved udførelse af håndberegninger for oversvømmelserne antaget, at eksisterende kloaksystem håndterer op til en 10 års hændelse – hvilket antages at svare til ca. 50 % af en 100 års hændelse. Under antagelse af en 100 års regn med en varighed på 60 min. (dette giver en regnintensitet på ca. 150 l/s/ha) vil der umiddelbart være et volumen-behov på ca. 80.000 m<sup>3</sup> for hele stækningen

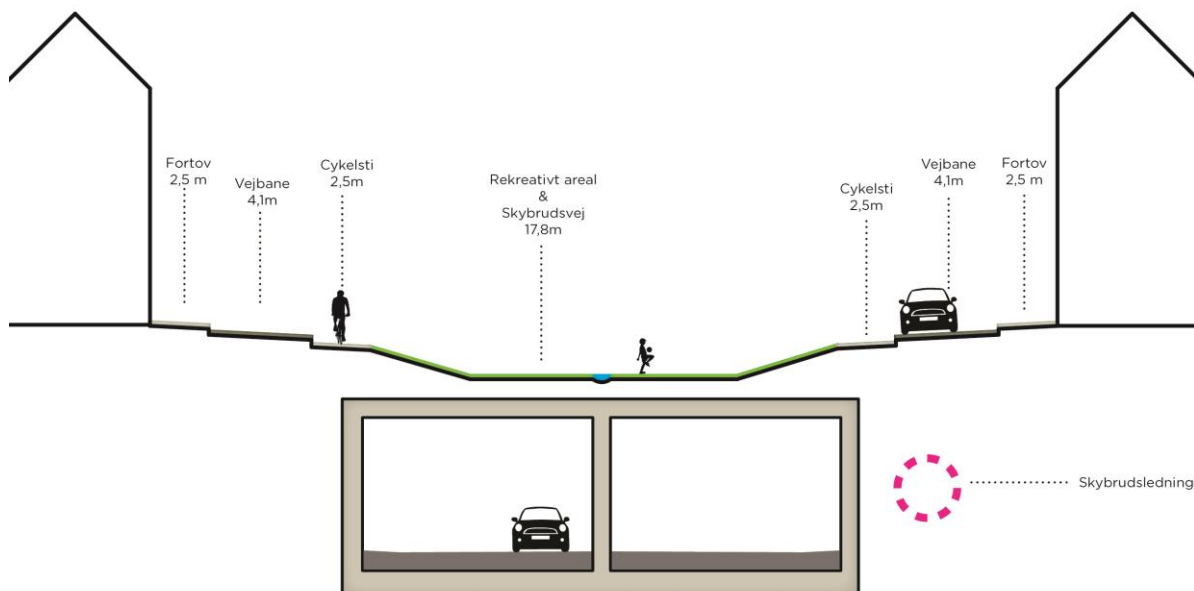
### 6.2.3 Rammer for Å-park - fremtidig vejprofil

Hvis hele strækningen etableres som en grøn korridor, vil det umiddelbart kun være nødvendigt at tillade sivetrafik langs bygningerne, så det fortsat er muligt for beboere og erhvervsdrivende at komme til boliger og forretninger.

Der etableres sivegader i varierende bredde langs bygningsfacaderne. Sivegaderne kan etableres som enten gennemgående sivegader eller som små loops, hvorved trafikken i parkrummet mindskes endnu mere. Gennemkørende cykeltrafik kan enten benytte sivegaderne, eller der kan anlægges cykelstier i eget tracé igennem det grønne parkrum eller langs åens forløb. Yderligere detaljering af Å-park med sivegader m.m. kan udføres i efterfølgende projekt.

Afstand mellem bygningsfacaderne er forudsat til min. 36 meter. Minimumsbredden for en sivegade (brandvej) er 7 meter – dvs. det kan antages, at der er min. 22 meter til etablering af grøn Å-park. Der antages ligeledes et minimumsjorddække på 2 meter over tunnelelementerne.

Ved at antage en gennemsnitlig bredde på 25 meter (Å-park inkl. lidt af sivegaderne) - og en gennemsnitlig mulig opstuvning på maks. 1 meter – fås et gennemsnitligt tværsnit på 25 m<sup>2</sup>/m. På den 2800 meter lange strækning vil det give et muligt skybruds-bassinvolumen på i alt ca. 70.000 m<sup>3</sup>. Se eksempel i Figur 25



Figur 25. Eksempel på tværsnit af Åboulevard

### 6.2.4 Åbning af Ladegårds Å

Herunder er kort beskrevet mulighed for åbning af Ladegårds Å – under hensyn til vandkvalitet, geometri og flow under forudsætning af udledning til Sankt Jørgens Sø.

Den fremtidige å gennem Åboulevarden vil tilnærmelsesvis være sammenfaldende med den oprindelige Ladegårds Å. Ladegårds Å har oprindeligt modtaget vand fra både Lygte Å og Grøndals

Å. Lygte Å og Grøndals Å er begge rørlagte og løber sammen under Bispeengbuen umiddelbart øst for Nordre Fasanvej.

Bidrag fra Lygte Å og Grøndals Å vil udgøre basis-flow i den fremtidige å. Desuden kan åen modtage regnbetinget afstrømning fra tagflader og befæstede områder. Åen vil desuden kunne indgå som et magasinerings volumen og en transportkorridor i forbindelse med skybrud. Disse funktioner beskrives herunder.

### Basis-flow

Basis-flow for et vandløb er normalt vandføringen hidrørende fra indstrømmende vand gennem jordmatricen herunder grundvand. Basis-flow er således den strømning, der forekommer i et vandløb uafhængigt af nedbøren. Idet Lygte Å, Grøndals Å samt Ladegårds Å i dag er rørlagte, og den fremtidige Å vil blive anlagt ovenpå en vej tunnel (samtidig med, at overfladen i oplandet til vandløbene er befæstet og i stor udstrækning drænet), ville denne nederste del af å-systemet ikke have nogen væsentlig kontakt til grundvandsmagasinerne. Basis-flow skal derfor i denne sammenhæng betragtes som basis-flow genereret opstrøms i vandløbssystemet. Det opstrøms basis-flow er reguleret bl.a. ved Emdrup Sø og beskrives kort herunder.

1. Ladegårds Å modtager vand fra Utterslev Mose og Gentoft Sø, hvor det via Emdrup Sø ledes gennem den rørlagte Lygte Å. Ladegårds Å kan desuden i forbindelse med lav vandstand modtage vand fra Damhussøen via den rørlagte Grøndals Å "Københavns Kommune, Styringsstrategi på søer og vandløb, 31-01-2007". Med udgangspunkt i "Københavns Kommune, De Indre Søer i København, Skt. Jørgens Sø, Peblinge Sø Sortedams Sø, Miljøtilstand 1989-1995, Statusrapport, November 1996" vurderes bidraget fra Damhussøen dog at være lille.

Figur 26 viser en oversigt over sø- og vandløbssystemet i København.



Figur 26. Oversigt over recipienter i København

Det væsentligste bidrag af vand til Ladegårds Å i den nuværende situation er således vand fra Emdrup Sø. Dette system styres ud fra en overordnet strategi om, at der kun ledes vand via Lygte Å / Ladegårds Å til De Indre Søer med en tilstrækkelig vandkvalitet (fosforindhold lavere end 0,10 mg tot-P/l).

Som følge af den aktuelle styring bliver der i dag ikke ledt urensset søvand fra Emdrup Sø til De Indre Søer - heller ikke i tilfælde af kraftig regn.

I perioder, hvor der tilledes vand til Lygte Å / Ladegårds Å (De Indre Søer), er det samlede afløb under 400 m<sup>3</sup>/time eller 110 l/s. Dertil kommer en tydelig sæsonvariation. Til sammenligning svarer en vandstrøm på 110 l/s ca. til kapaciteten af en fuldtløbende ø500 mm ledning med 1 promilles fald. Så ved eksisterende basisflow og eksisterende faldforhold vil en åbnet Ladegårds Å kun have en begrænset dimension. Ved antagelse om et større tværsnitsareal på f.eks. 2 m<sup>2</sup> opnås en strømningshastighed på 0 – 5 cm/s, hvilket er ret lave strømningshastigheder.

### **Nedbørsbetinget vandføring**

Der er ikke kendskab til, at Lygte Å eller Grøndals Å (og dermed heller ikke Ladegårds Å) i deres nuværende udformning modtager direkte tilledning af regnvand.

Dette kan dog i fremtiden ændres. Det vil dels medføre, at å-systemet vil kunne have en vandafledende funktion i forbindelse med nedbør og skybrud. Det vil desuden medføre, at vandløbet gennem Åboulevarden kan have en mere dynamisk karakter. Det skal dog sikres, at en evt. forøget vandmængde kan håndteres i De Indre Søer.

Det skal samtidig påpeges, at Ladegårds Å, af hensyn til De Indre Søer, selektivt tilledes vand med lavt fosforindhold. Det formodes derfor, at det er muligt at opnå et æstetisk tilfredsstillende vandløb, mens det ikke vil være muligt at opnå et biologisk varieret liv, da af bunden antages enten at bestå af beton (tunnel-overside) eller et begrænset jorddække oven på tunnel. Det anbefales dog, at udledningen til De Indre Søer udformes på en måde, der muliggør, at flora og fauna kan brede sig ind i åen. Det vil ikke være muligt at opnå fri passage mod Emdrup Sø, da Lygte Å er rørlagt.

### **Fremtidig funktion**

En fremtidigt åben Ladegårds Å kan i forbindelse med skybrudsikring bidrage til forsinkelse og afledning. Åen kan således helt eller delvist erstatte tunnelledningen under Åboulevarden og Svineryggen frem til Skt. Jørgens Sø Syd. Konceptuelle muligheder for inddragelse i skybrudssikringen fremgår af det efterfølgende.

## **6.3 Tunnels mulige bidrag til klimasikring**

Hvis der etableres en biltunnel under Åboulevard, vil der som nævnt ovenfor kunne forsinkes 60-80.000 m<sup>3</sup> regnvand på terræn, set i forhold til det samlede behov ved en 100 års hændelse på 80-150.000 m<sup>3</sup>. Den resterende del kan enten afledes til søerne – ved Masterplan 1 eller til det ene biltunnelrør som forsinkelsesbassin under helt ekstreme regnhændelser. Herved kan sandsynligvis skabes yderligere 40-60.000 m<sup>3</sup> forsinkelsesvolumen.

Udfordringen ved en løsning, hvor åen/skybrudsvejen er lagt forholdsvist lavt i terrænet, kan dog være, at tunnelkonstruktionen kan komme i vejen, hvorfor åens niveau skal koordineres med den måde som vej-tunnelen udformes på. Desuden kan en del af åen komme til at ligge under søens vandspejl, hvorved en del af forsinkelsesvolumenet bliver optaget af tilbagestuvning fra søen. Dette kan enten accepteres, eller der kan etableres en pumpning fra et lavere å-vandspejl til søen.

### 6.3.1 Scenarier

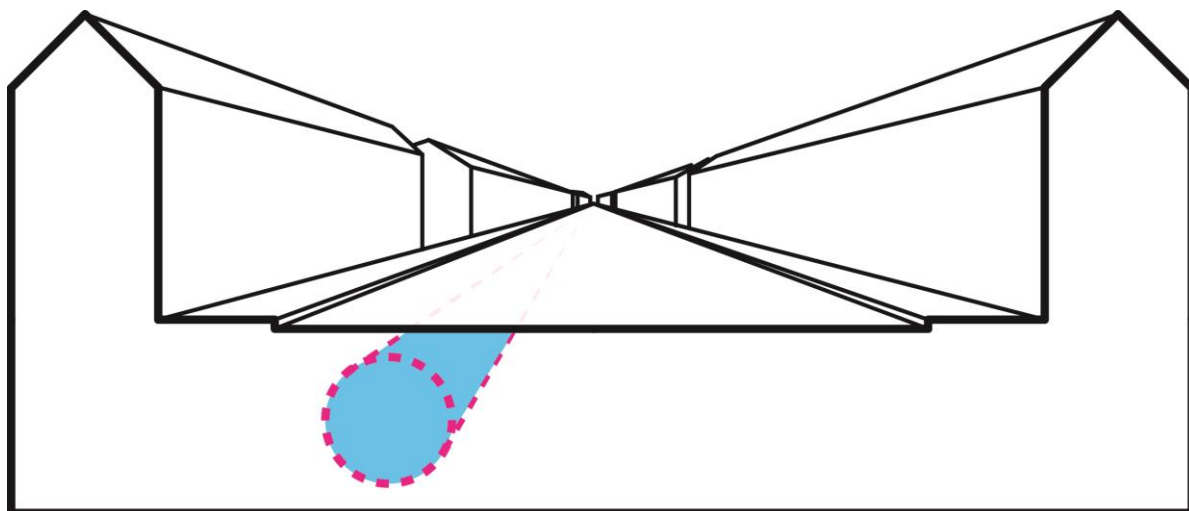
Herunder er kort beskrevet 3 scenarier for udformning af skybrudsløsning i Åboulevarden. **0-løsningen** er løsningen beskrevet i Masterplan 1, **Overfladeløsningen**, er løsningen baseret med omlægning af trafik til en tunnel under Åboulevarden og udnyttelse af overfladen som Å-park og det tredje scenarie undersøger muligheden for at anvende ét af tunnelrørene som supplerende bassinvolumen i forbindelse med skybrud.

#### 0-løsningen

*Åboulevard samt Rolighedsvej – Rosenørns Allé*

Skybrudsløsningen fra Masterplan 1 omkring Åboulevard består af to parallelle skybrudsveje, se Figur 23. Den ene er Rolighedsvej/Rosenørns Alle og den anden er Ågade/Åboulevard, hvor der i M1 etableres en skybrudsledning i dimension  $\varnothing 2,0-2,5$  m fra Bispeengbuen til Bülowvej/Vodroffsvej. På strækningen langs Åboulevard forbindes skybrudsledningen til grønne områder ved Bispeengbuen, i Ågadeparken og på Frederiksberg Campus. Herved reduceres behovet for ledningskapacitet, og løsningen bliver mere robust.

I denne løsning forbliver trafikken på Åboulevarden uændret.



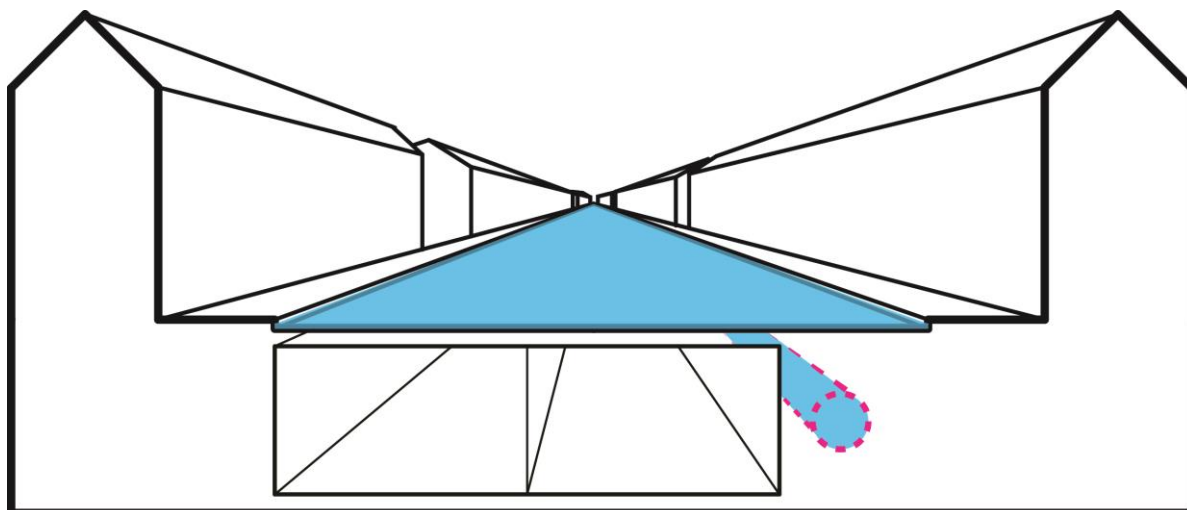
Figur 27. Illustration af 0-scenarie, skybrudsledning jf. masterplan 1

#### Overfladeløsning, biltunnel

Hvis langt størstedelen af trafikken derimod ledes til en biltunnel under Åboulevard, vil der som nævnt ovenfor kunne etableres i størrelsesordenen  $60-80.000$  m<sup>3</sup> regnvand på terræn, set i forhold til det samlede behov ved en 100 års hændelse på  $80-150.000$  m<sup>3</sup>. Den resterende del kan derefter enten afledes til den sænkede Sankt Jørgens Sø eller ledes til skybrudstunnellen mod Kalveboderne.

Som beskrevet i afsnit 6.2 vil etablering af Å-park i Åboulevarden ved maksimal udnyttelse af tværprofilen kunne håndtere en stor del af regnvandet i forbindelse med skybrud. Løsningen vil blive kombineret med en parallelt løbende mindre supplerende skybrudsledning.

Udfordringen ved en løsning, hvor Ladegårds Åen er lagt forholdsvist lavt i terrænet, kan dog være, at tunnelkonstruktionen kan komme i vejen, hvorfor åens niveau skal koordineres med den måde, som vej-tunnellen udformes på og der kan være behov for at pumpe den daglig vandstrøm op til Ladegårds Å. Alt efter om recipienten bliver Peblinge Sø (som i dag) eller en sænket Sankt Jørgens Sø, kan det endvidere være nødvendigt at pumpe vandet til Peblinge Sø.



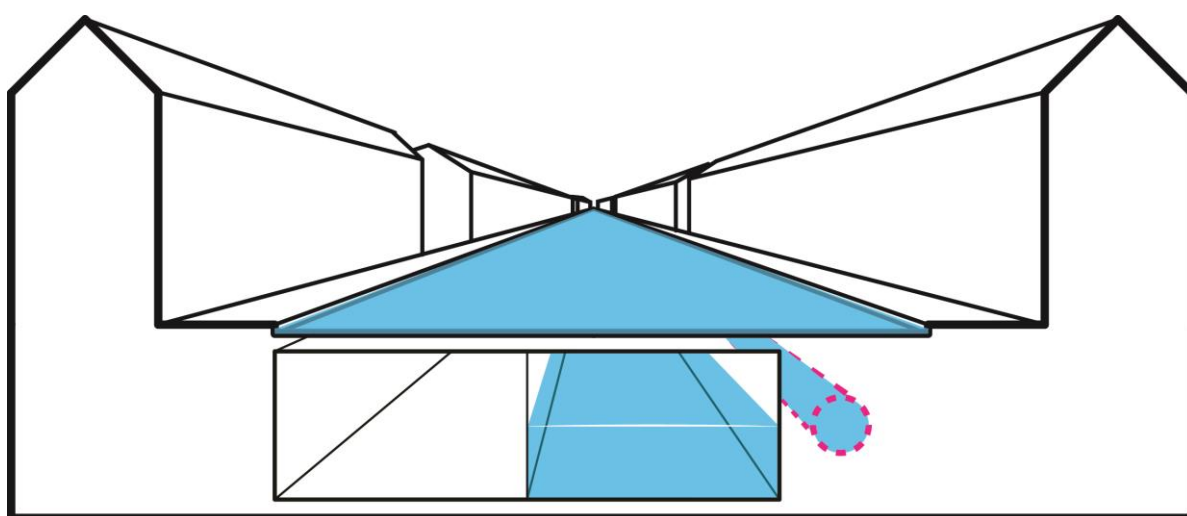
**Figur 28. Overfladeløsning**

#### **Anvendelse af tunnelrør som supplerende skybrudsløsning**

Ved at indrette det ene tunnelrør som supplerende skybrudsbassin kan der opnås et betydeligt ekstra bassinvolumen. Dette bassinvolumen skal først bruges i meget ekstreme regnhændelser – dvs. sjældnere end en 100 års regn.

Det samlede volumen i ét tunnelrør (2 kørebaner) er ca. 100.000 m<sup>3</sup>. Hvis man påtænker at anvende tunnelrørene til bortledning af vand, skal disse dimensioneres og designes til at kunne klare regnvandet, og der skal samtidigt etableres pumpestationer der kan håndtere en efterfølgende tømning af tunnelrøret. Det vil formentlig ikke være muligt at udnytte volumenet fuldt ud så det antages i det efterfølgende, at det vil være muligt at udnytte 40-60.000 m<sup>3</sup> forsinkelsesvolumen i det ene tunnelrør.

Under forudsætning af, at vandet i tunnelen efterfølgende skal afledes til rens anlægget kan tømning af tunnel igangsættes når der igen er kapacitet i kloaksystemet – forventeligt 6 – 12 timer efter skybruddets ophør. Ved en tømpepumpe på 500 l/s vil det tage yderligere et døgn at tømme et tunnelrør med 50.000 m<sup>3</sup> vand. Inkl. efterfølgende rensning og klargøring af tunnelrøret skønnes det, at tunnelrøret dermed vil være lukket for trafik i 3 – 4 døgn i forbindelse med anvendelse som skybrudsbassin.



**Figur 29. Anvendelse af tunnelrør som skybrudsmagasin**

### 6.3.2 Landskabelig løsning

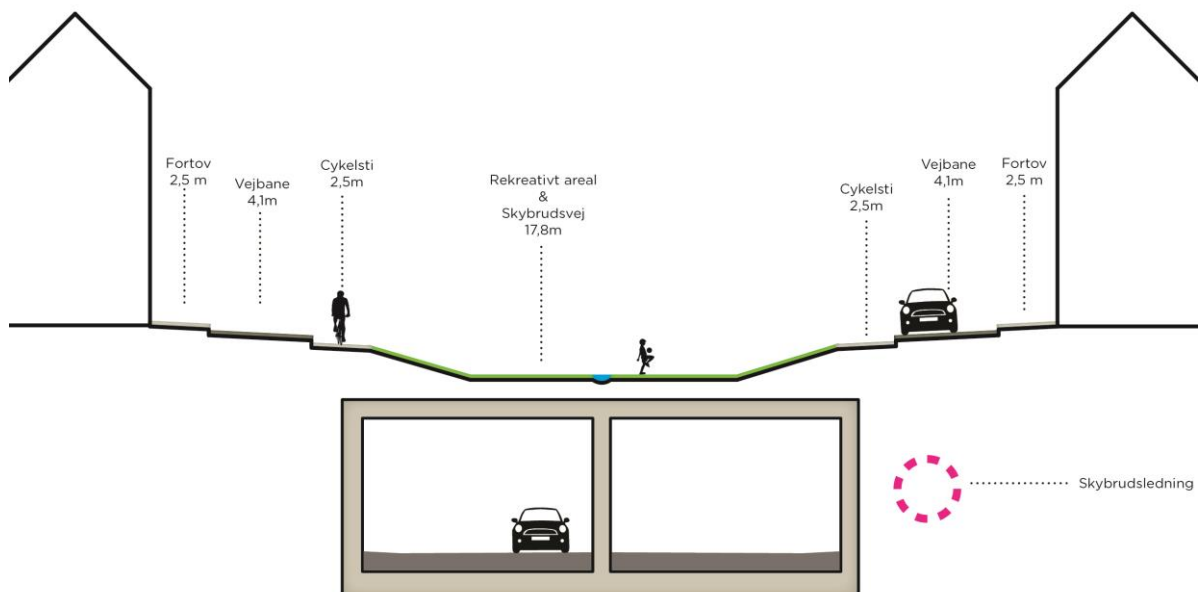
Nedenfor er skitseret eksempler på anvendelse af overfladen til regnvandshåndtering i henholdsvis tørvejr, hverdagsregn samt skybrud.

#### Tørvejsituation

I nedenstående Figur 30 og Figur 31 er eksempel på overfladeløsning i en tørvejrssituation – med fritlagt Ladegårds Å.



Figur 30. Tørvejr, plan



Figur 31. Tørvejr, snit

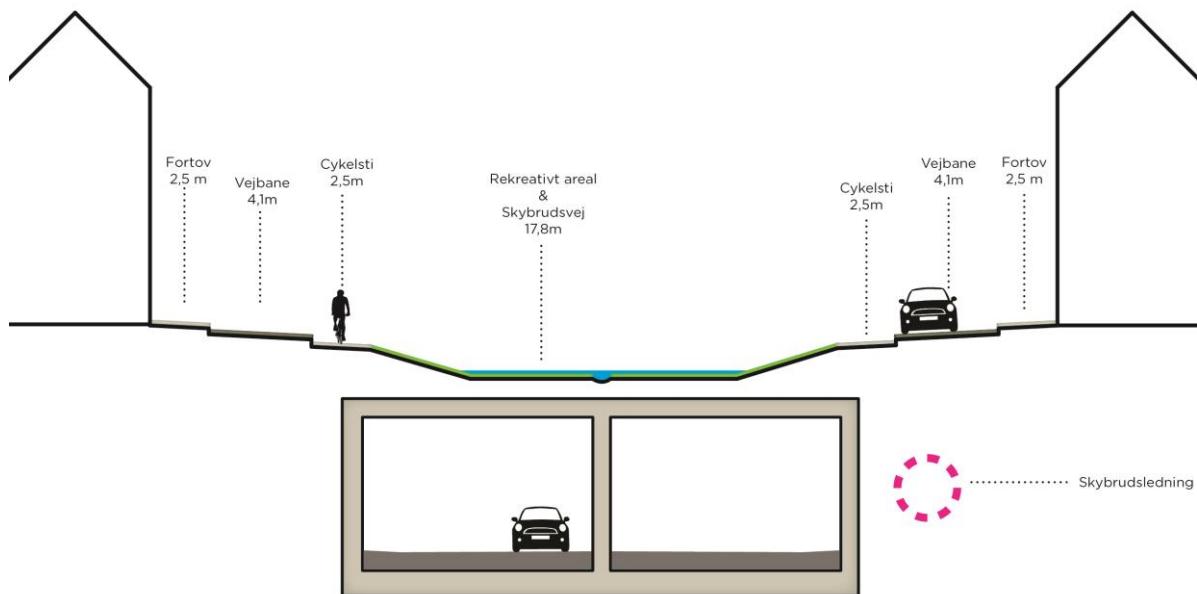


### Hverdagsregn

I nedenstående Figur 32 og Figur 33 er eksempel på overfladeløsning i en situation med hverdagsregn. Ud over den fritlagte Ladegårds Å er der som minimum forudsat bidrag fra de omkringliggende tagarealer.



Figur 32. Hverdagsregn, plan



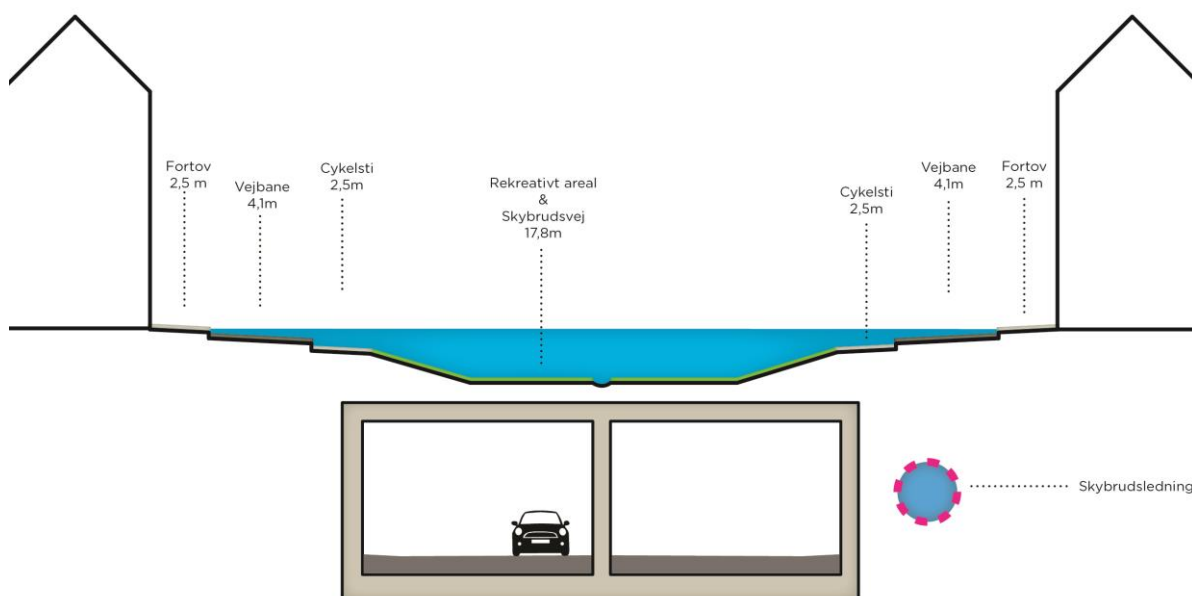
Figur 33. Hverdagsregn, snit

## Skybrud

I nedenstående Figur 34 og Figur 35 er eksempel på overfladeløsning i en situation med skybrud. Ud over den fritlagte Ladegårds Å er der bidrag fra de omkringliggende skybrudsoplande. For at udnytte Å-parkens rum mest muligt til tilbageholdelse af skybrudsvandet kan der etableres et antal reguleringer på strækningen således, at der opnås en funktion af en række serieforbundne bassiner.



Figur 34. Skybrud, plan



Figur 35. Skybrud, snit

#### 6.4 Mulighed for takstfinansiering

I forbindelse med projekter, der bidrager til byens klimasikring vil det formentlig være muligt at opnå takstfinansiering for forsyningsselskaberne (Frederiksberg Forsyning og HOFOR) for den hydrauliske del af løsningen - som angivet i f.eks. "Bekendtgørelse om spildevandsforsyningsselskabers medfinansiering af kommunale og private projekter vedrørende tag- og overfladevand, nr. 89 af 30.01.2013.

Alle omkostninger relateret til selve klimatilpasningsprojektet dvs. etablering af selve regnvands-håndteringen på overfladen i Å-parken skal afholdes af forsyningsselskaberne.

Etablering af selve tunneldelen kan som udgangspunkt ikke medfinansieres af forsyningsselskaberne, undtaget de tiltag, der evt. er nødvendige for at det ene tunnelement kan fungere som skybrudsbassin under ekstrem regn inkl. efterfølgende tømning og renholdelse.

Generelt vil forsyningsselskabet skulle afholde udgifter til den drift og vedligeholdelse, som sikrer den hydrauliske funktion i klimaprojektet. Hvorimod kommunen varetager al drift og vedligeholdelse af overfladen generelt.

De specifikke principper for takstfinansieringsprojekter skal aftales med forsyningsselskaberne og beskrives samlet inden indsendelse til Forsyningssekretariatet.

#### 6.5 Forslag til videre analyser

Problemstilling	Forslag til analyse
<b>Grundlag til vurdering af vandmængder fra Emdrup Sø</b>	Der bør indhentes længere og opdateret tidsserie af data fra bygværket ved Strødamvej for at få en mere præcis bestemmelse af vandføringerne. Data bør desuden analyseres for at bestemme sæsonvariationen.
<b>Supplerende vandmængder til Ladegårds Å</b>	Vurdering af mulighed for tilledning af vandmængder fra afværgeboringer Vurdering af mulighed for tilledning af recirkulering af vand
<b>Hvordan skal Å-parken udformes?</b>	Visualisering af et forslag til udformningen af overfladen, med sivegader, grønne rekreative byrum og en mere urban å-løsning. Alt afhængig af hvor meget vand der i en normal situation ønskes i åen, skal selve å-forløbet dimensioneres herefter
<b>Andel af takstfinansiering som følge af klimatilpasningsprojekt</b>	Udarbejdelse af projektbeskrivelse i samarbejde med forsyningsselskaberne
<b>Kan anvendelse af tunnel til skybrudssikring reducere behov for skybrudselementer i Masterplan 1</b>	Beregne effekten af at anvende den ene tunnel som skybrudselement - i forhold til f.eks. at etablere skybrudstunnel til Havnen
<b>Mulighed for tilledning af regnvand fra andre oplande end angivet i Masterplan 1 - og derved reducere skybrudstiltag i disse oplande</b>	Undersøge muligheden for og effekten af, at tillede skybrudsvand fra nærliggende oplande - f.eks. Nørrebro ved Assistens Kirkegård og Hans Tavsens Park

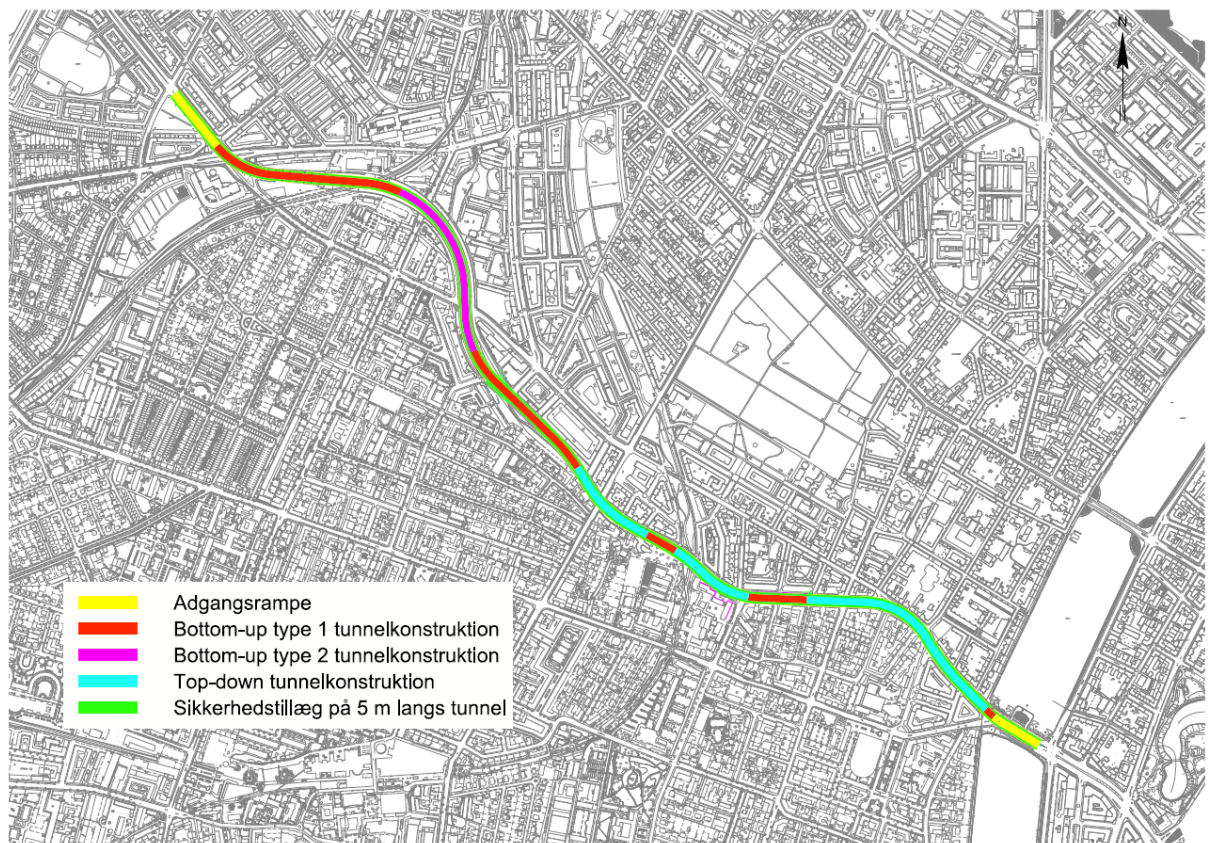
## 7. TUNNEL OG KONSTRUKTION INKL. ANLÆGSOVERSLAG

### 7.1 Skitsedesign og udførelse

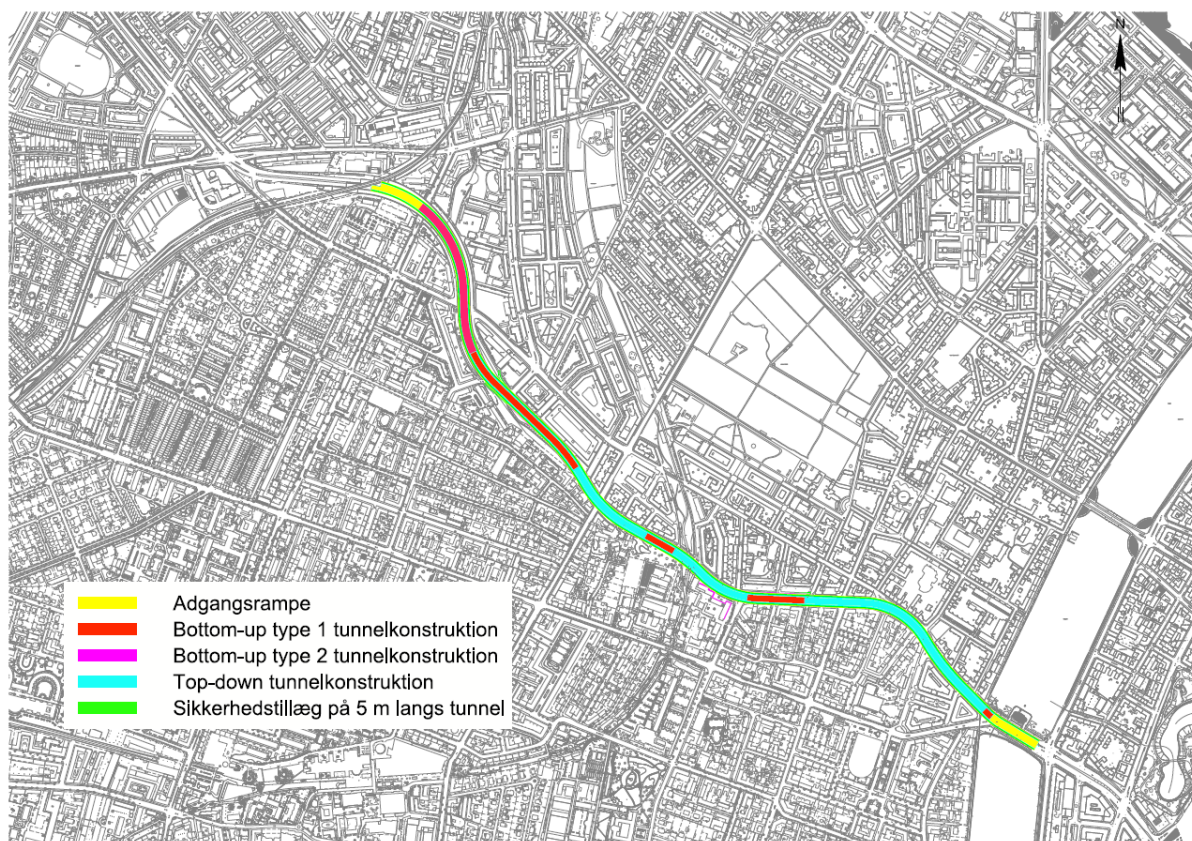
Der er udarbejdet et skitsedesign for følgende 2 løsninger af tunnelkonstruktionen under Åboulevard, Ågade og Bispeengbuens tracé:

- **Hovedløsning:** Tunnel med adgangsramper ved Søpavillonen og Borups Allé umiddelbart vest for vejkrydset Hillerødgade/Borups Allé (bilag 4)
- **Alternativ løsning 1:** Tunnel med adgangsramper ved Søpavillonen og Bispeengbuen umiddelbart øst for S-togsringbanen. (bilag 3)

Linjeføringen af de 2 løsninger er vist i de 2 følgende figurer:



Figur 36. Linjeføring for Hovedløsningen. Linjeføring med vejstationering er vist i bilag 4.



**Figur 37. Linjeføring for Alternativ Løsning 1. Linjeføring med vejstationering er vist i bilag 3**

Som det fremgår af Figur 36 og Figur 37 anvendes der følgende 3 hovedudformninger af tunnelkonstruktionen:

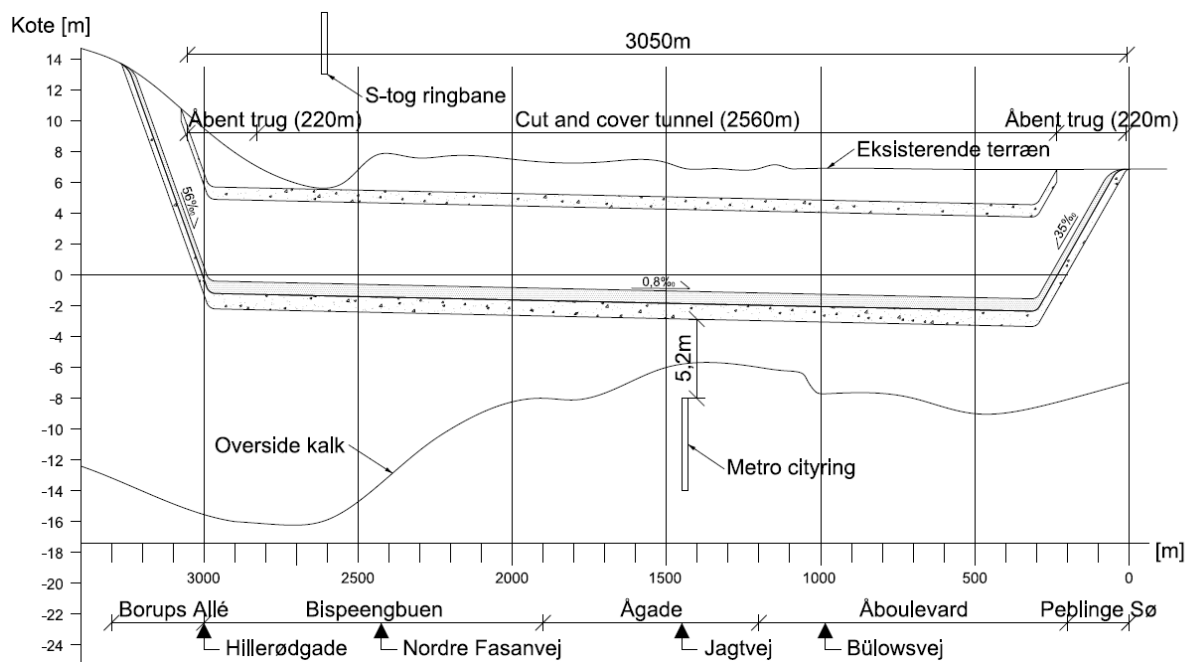
- Cut-and-Cover tunnel, Bottom-up type 1
- Cut-and-Cover tunnel, Bottom-up type 2
- Cut-and-Cover tunnel, Top-Down

De 3 typer af Cut-and-Cover tunnel udformning er vist på Figur 40, Figur 41 og Figur 42.

Nedenstående viser et længdeprofil af Hovedløsningen og Alternativ Løsning 1. Placering af Cut-and-Cover tunnelen er forbundet med flere bindinger:

1. Afstanden mellem tunnel og Metrocityringen skal være minimum 5,2 m. Dette er et krav fra Metroselskabet.
2. Tunnelen bør ligge så dybt, så der er plads til vejbelægninger, beplantning og krydsende ledninger.
3. Af hensyn fra vandafstrømning bør tunnelen placeres med fald. Vandafstrømning inde i tunnelen kan komme fra brandslukning. Hvis tunnelen anvendes som overløbsledning i forbindelse med ekstreme regnhændelser er det også en fordel at have fald mod søerne, så en pumpestation placeret her ville kunne tømme tunnelen for vand.

Ovenstående bindinger giver følgende længdeprofiler:

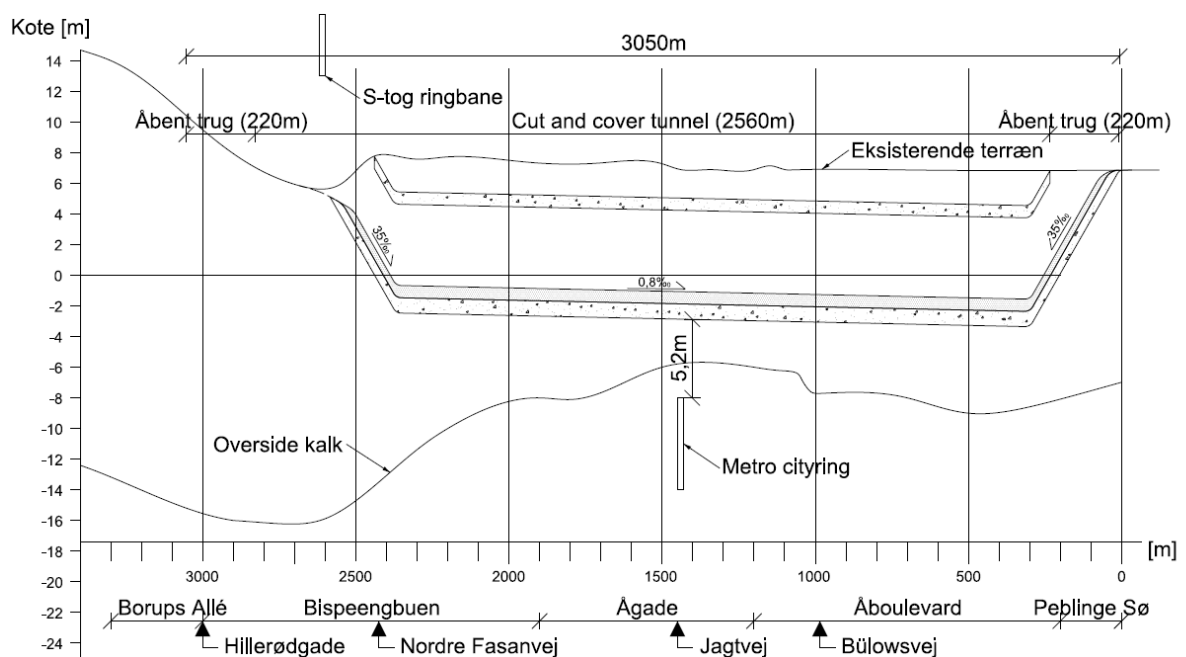


**Figur 38. Længdeprofil for Hovedløsningen.**

Ved løsningen på Figur 38 afsluttes tunnel øst for Hillerødgade. Pga. terrænets hældning ved adgangsrampen øst for Hillerødgade bliver det nødvendigt at lave rampens hældning ekstra stejl (56 ‰), da rampen bør etableres på Borups Allé mellem Hillerødgade og Mågevej.

Hvis Hovedløsningen vælges, vil det være nødvendigt at rive den eksisterende bro til S-togsringbanen ned før en tunnel under S-togsringbanen kan etableres. Dette skyldes at broens eksisterende fundamenter ikke gør det muligt at etablere en tunnel uden at disse fjernes.

Hvis ikke der etableres en midlertidig omlægning af S-togsringbanen inkl. en midlertidig bro over Bispeengbuen vil det være nødvendigt at lukke togdriften det pågældende sted i ca. 1 år. Det er tvivlsomt om DSB/myndigheder vil godkende dette. Det er samtidigt dyrt og besværligt at etablere en Cut-and-Cover tunnel under S-togsringbanen.



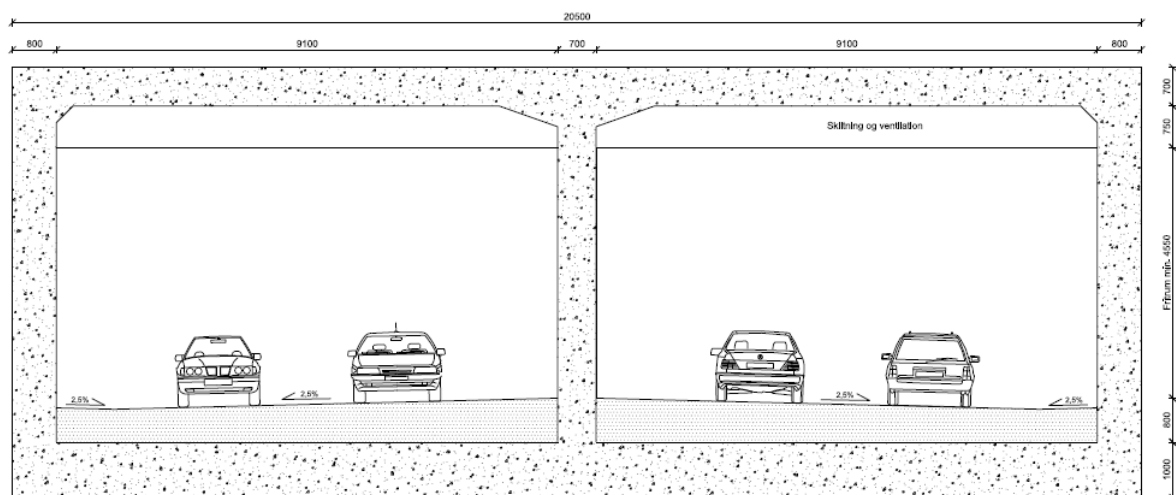
**Figur 39. Længdeprofil for Alternativ Løsning 1.**

Ved løsningen på Figur 39 afsluttes tunnel mod vest før S-togsringbanen. Desuden er de eksisterende terrænniveau gunstige, da vejen under S-togsringbanen ligger lavt. Derved er det muligt at reducere rampens længde. Det er muligt at krydse Nordre Fasanvej med tunnel uden at ændre koterings på Nordre Fasanvej.

Ovenstående længdeprofiler viser, at det er ønskværdigt, at tunnelkonstruktionens højde bliver så lille som muligt. Derved skabes de bedste betingelser for etableringer af vejbelægninger, beplantning og krydsende ledninger.

På Figur 40, Figur 41 og Figur 42 vises snit af tunnelkonstruktionen. Tunnelkonstruktionens højde er 7,8 m. Til sammenligning er højden på tunnelkonstruktionen på den nye Nordhavnsvej 8,5 m. Tunnelen på Nordhavnsvej har samme bredde, som tunnelen under Åboulevarden og ca. den samme belastning fra jord og grundvand. Til reduktion af konstruktionshøjden for tunnelen under Åboulevarden er der gjort følgende forudsætninger:

1. Toppladen er reduceret fra 800 til 700 mm ved at øge armeringsmængden.
2. Pladen til placering af ventilation og skiltning er reduceret fra 1000 til 750 mm, ved at lave lokale forhøjninger af toppladen, hvor ventilatorerne placeres. Desuden forventes det at skiltning laves skrånstillet.
3. Krav til fri højde er 4500 mm. Her til lægges normalt et tillæg på 130 mm til sne og ny belægning. Bortset fra enderne af tunnelen er der ingen grund til at tage bidrag fra sne med. Frihøjden er reduceret fra 4630 til 4550 mm.
4. Vejopbygning er reduceret fra en højde på 870-1070 mm til 600-800 mm. Drænrør forventes at indstøbes i bundpladen. Vejopbygning vil bl.a. indeholde installationer som brandledning og afløbsinstallationer.
5. Bundpladens tykkelse på 1000 mm på Nordhavnstunnelen bibeholdes på tunnelen under Åboulevarden. Bundpladen skal designes til et grundvandstryk på 9-10 m og dens dimension kan derfor ikke reduceres.

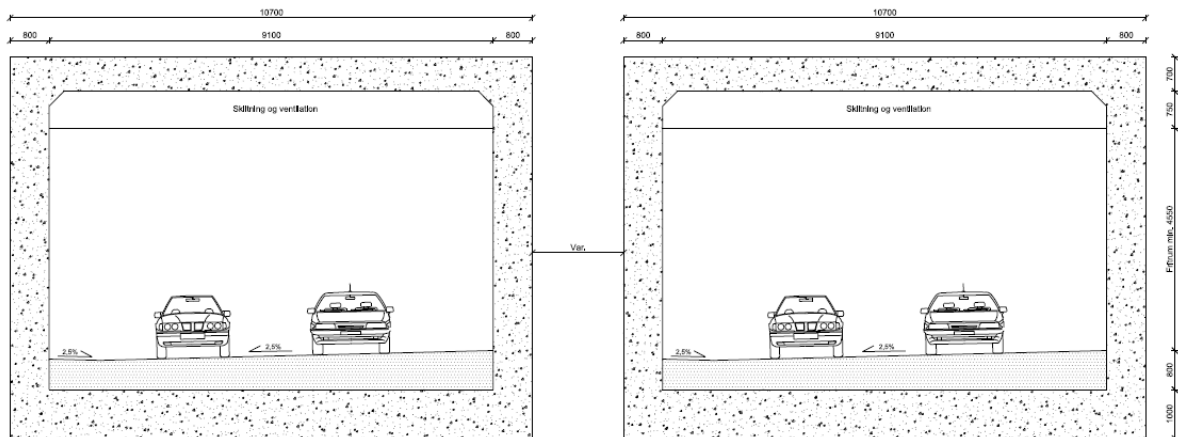


**Figur 40. Snit af tunnel. Bottom-up type 1 udførsel med fælles midtervæg.**

Tunnelkonstruktion, bottom-up type 1, er den billigste og bør udføres, hvor der er mulighed for dette. Den viste bottom-up løsning kræver dog mere anlægsplads end top-down metoden vist på Figur 42 og kan derfor med få undtagelser ikke benyttes i de smalle byrum mellem Søerne og Jagtvej.

**Bottom-up metoden:** Denne metode er den mest traditionelle metode for anlæg af Cut-and-Cover tunneler. Bottom-up metoden har følgende anlægsfaser:

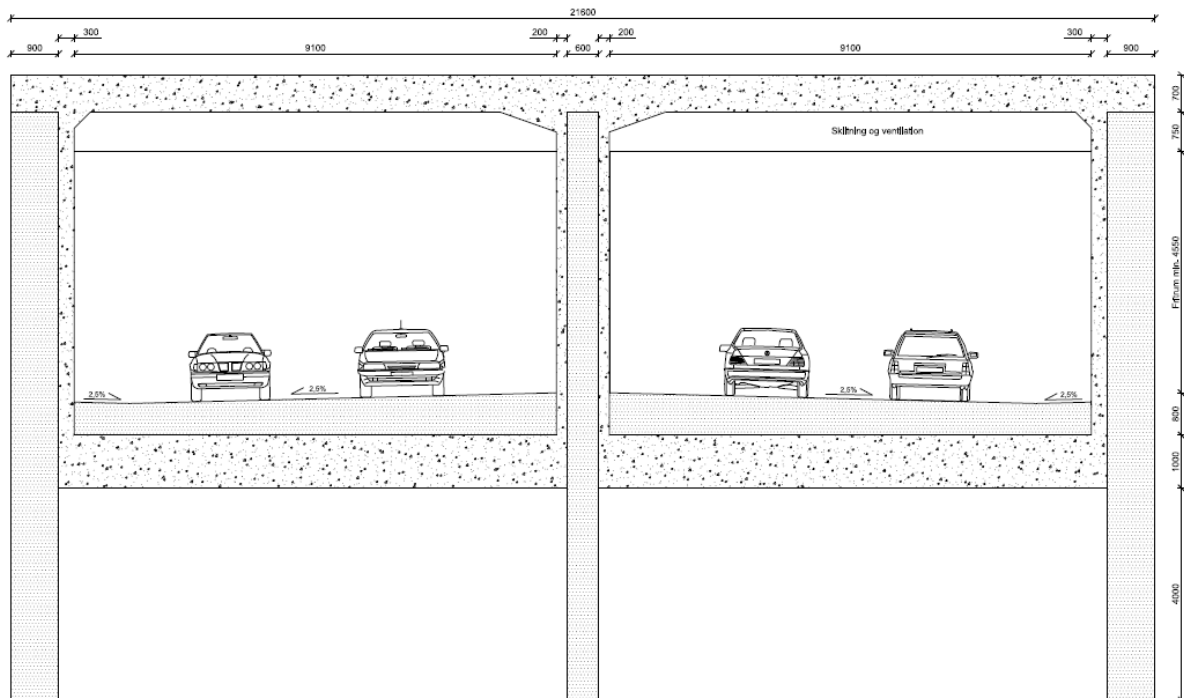
1. Etablering af indfatningsvægge ved tunnelens ydrevægge.
2. Udgravning.
3. Støbning af bundplade.
4. Støbning af vægge.
5. Støbning af topdæk.
6. Jordpåfyldning og retablering af terræn, belægninger m.m.



**Figur 41. Snit af tunnel. Bottom-up type 2 udførelse med 2 separate tunnelrør. Denne tunneludformning vil benyttes i området, hvor den nuværende brokonstruktion for Bispeengbuen ligger.**

Bispeengbuen består bl.a. af 2 parallelt liggende brokonstruktioner liggende fra vejstationering 2/000 til 2/450. For at afvikle trafikken vil det være nødvendigt i en del af anlægsperioden at etablere dobbeltrettet trafik med 2 spor i hver retning på den ene af de 2 brokonstruktioner, mens nedrivning af den anden pågår. Når den ene brokonstruktion er nedrevet kan der etableres tunnel og en ny midlertidig vej over tunnel. Herefter kan trafikken ledes over i tunnelen og/eller den nye midlertidige vej mens nedrivning af den anden brokonstruktion og etablering af det andet tunnelrør pågår.





**Figur 42. Snit af tunnel. Top-down udførelse.**

Top-down metoden er den dyreste af de 3 metoder, men det er den eneste brugbare metode for etablering af tunnelkonstruktionen i de tætte byrum (hovedsageligt mellem Søerne og Jagtvej), hvis der skal opretholdes trafik i 3 spor i begge retninger. Top-down udførelsen og trafikafviklingen i de forskellige anlægsfaser er vist på Figur 43 til Figur 48

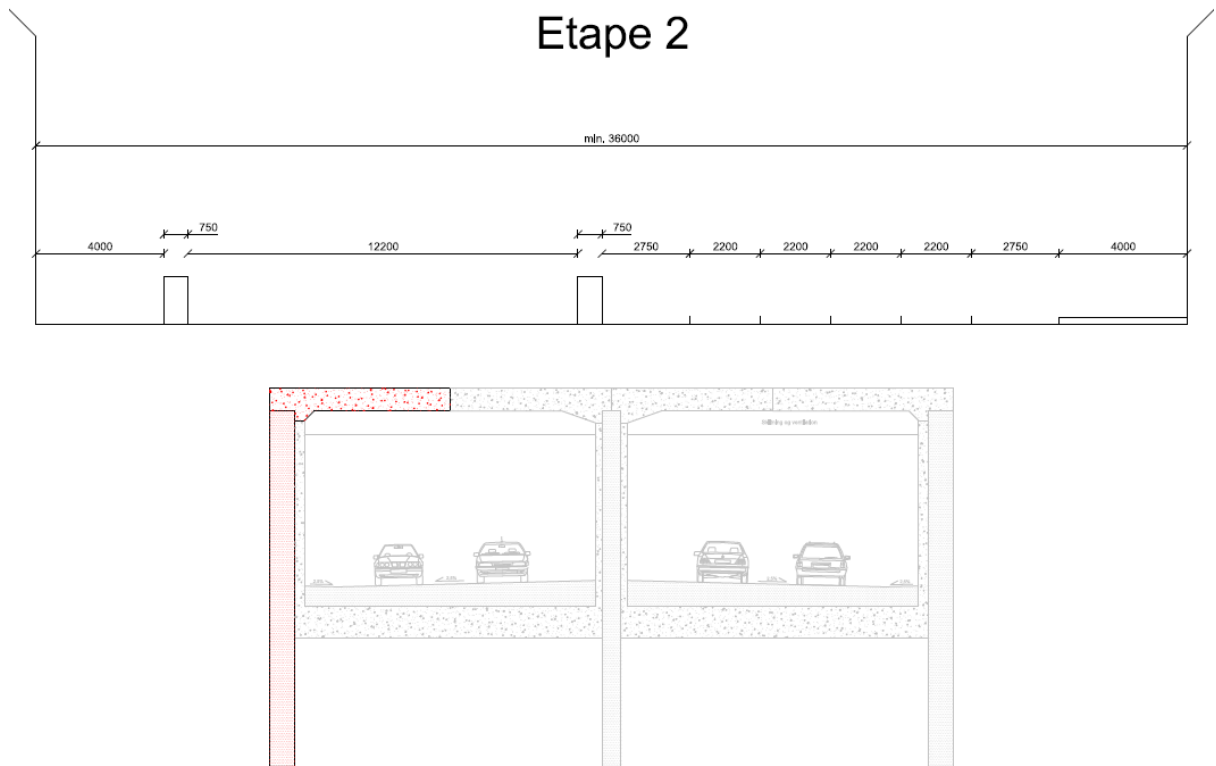
Top down metoden: Denne metode er normalt dyrere end bottom up metoden, men kan være den eneste mulige løsning i områder med begrænset plads. Top down metoden har følgende anlægsfaser:

1. Etablering af ydervægge og midtervæg. Væggene kan bestå af sekantpæle eller slidsevægge. En væg af gangen kan etableres og belægning kan efterfølgende retableres, så trafikken kan flyttes inden arbejdet med en nye væg fortsætter.
2. Der udgraves til underside af topdæk. Denne proces kan gøres i etaper, hvis man gerne vil bibeholde så meget plads som muligt til trafikafvikling.
3. Topdæk støbes.
4. Jordpåfyldning og retablering af terræn, belægninger m.m.
5. Der udgraves under topplade. Dette kan foretages samtidig med at trafikken afvikles på normalvis over topplade.
6. Bundpladen støbes.
7. Der støbes et afretningslag på indervæggene og evt. på undersiden af topdækket.

I det følgende er etablering af Top-Down Cut-and-Cover tunnelen beskrevet, da denne udformning er den mest komplicerede. Anlægsarbejdet opdeles i 7 hovedetaper, hvor etape 2-7 er vist på Figur 43 til Figur 48. Etape 1 er forberedende arbejder så som grundvandssænkning, ledningsomlægning og indledende arkæologiske undersøgelser.

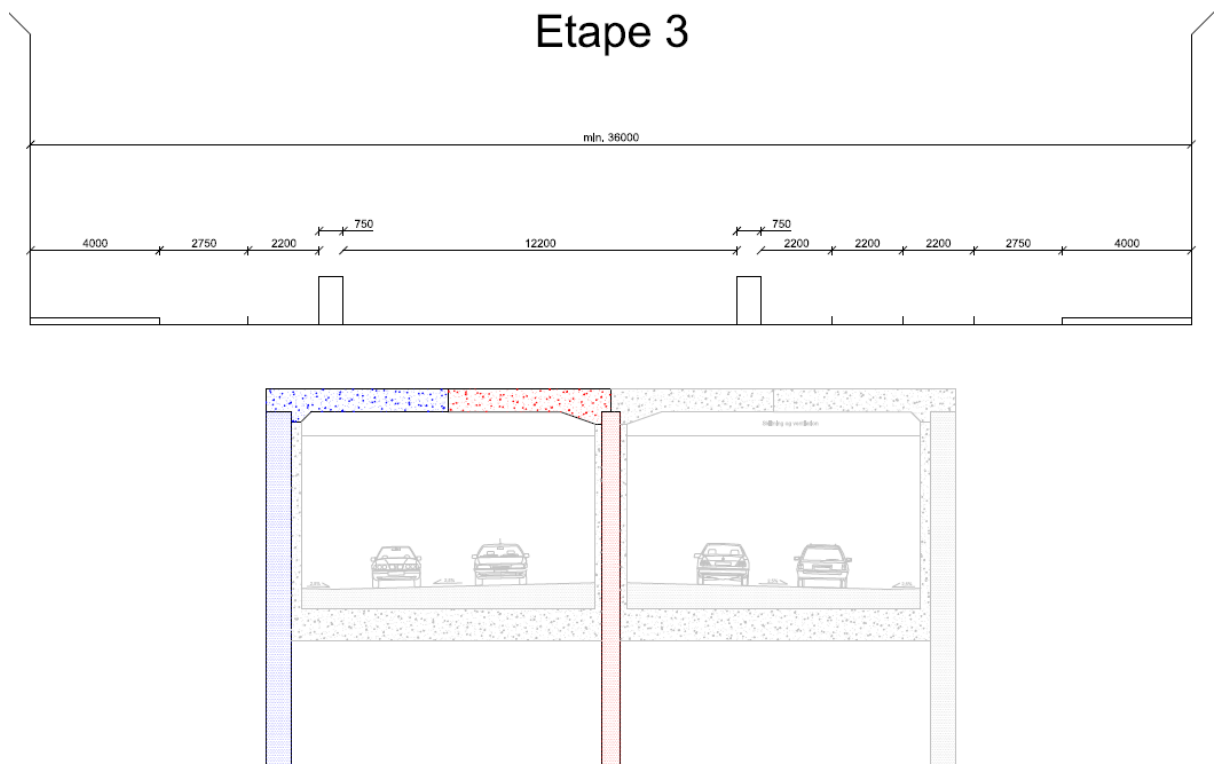
Boreriggen til boring af sekantpælene skal have et arbejdsareal på godt 12 m. Der ud over skal reserveres plads til afspærring på hver side af arbejdsarealet.

Der etableres 4 m ved hver husfase til fortov og cykelsti, som også vil kunne benyttes som brandvej. Køresporbredden bliver lokalt, der hvor boreriggene arbejder, reduceret til 2 m. Dog etableres der et spor i hver retning med en bredde på 2,75 m til store køretøjer.



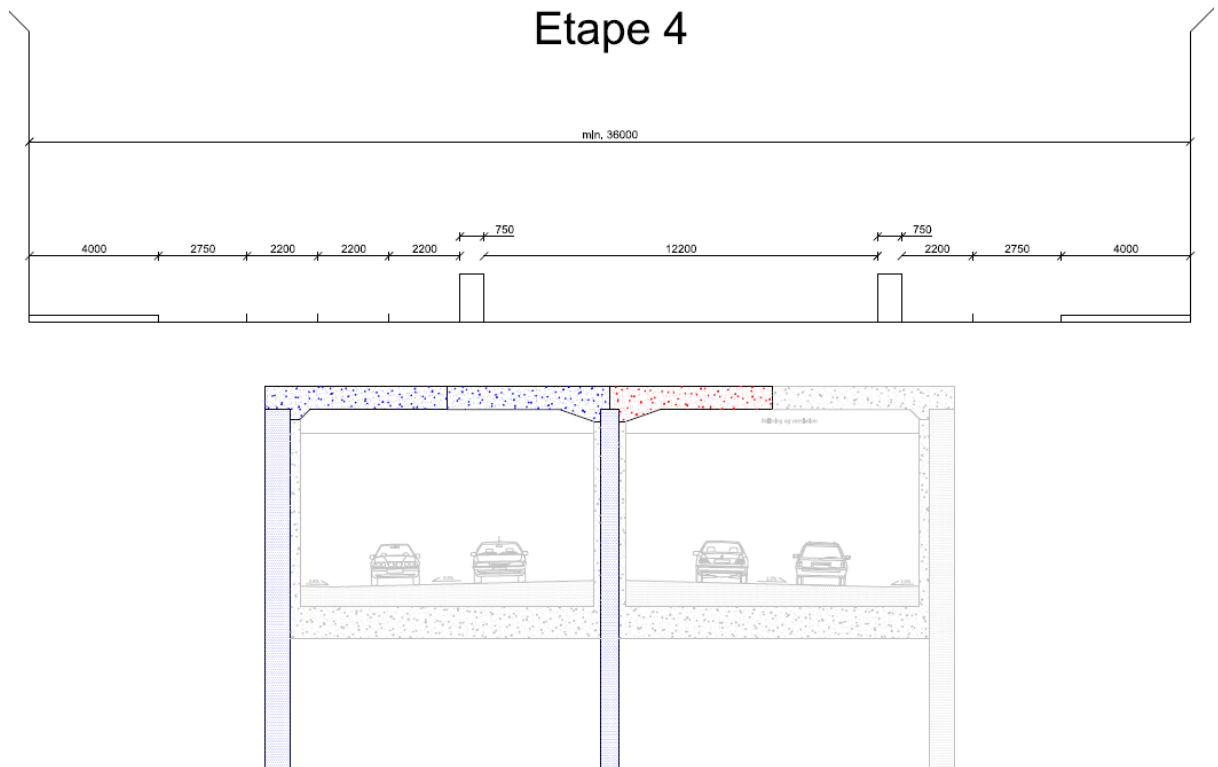
**Figur 43. Snit af tunnel. Top-down udførsel – etape 2.**

Sekantpælevæg etableres og halvdelen af toppladen på det ene tunnelafsnit støbes.

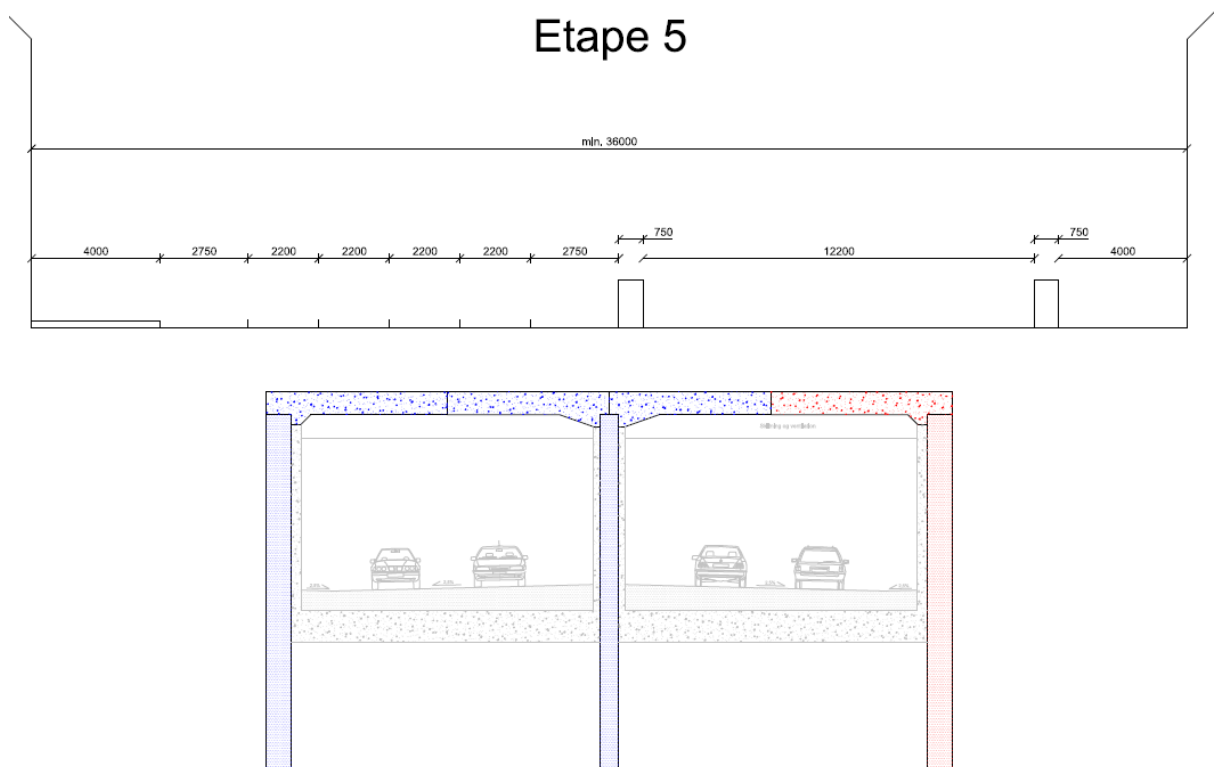


**Figur 44. Snit af tunnel. Top-down udførsel – etape 3.**

Sekantprælevæg etableres og den resterende halvdel af topladen på det ene tunnelafsnit støbes.



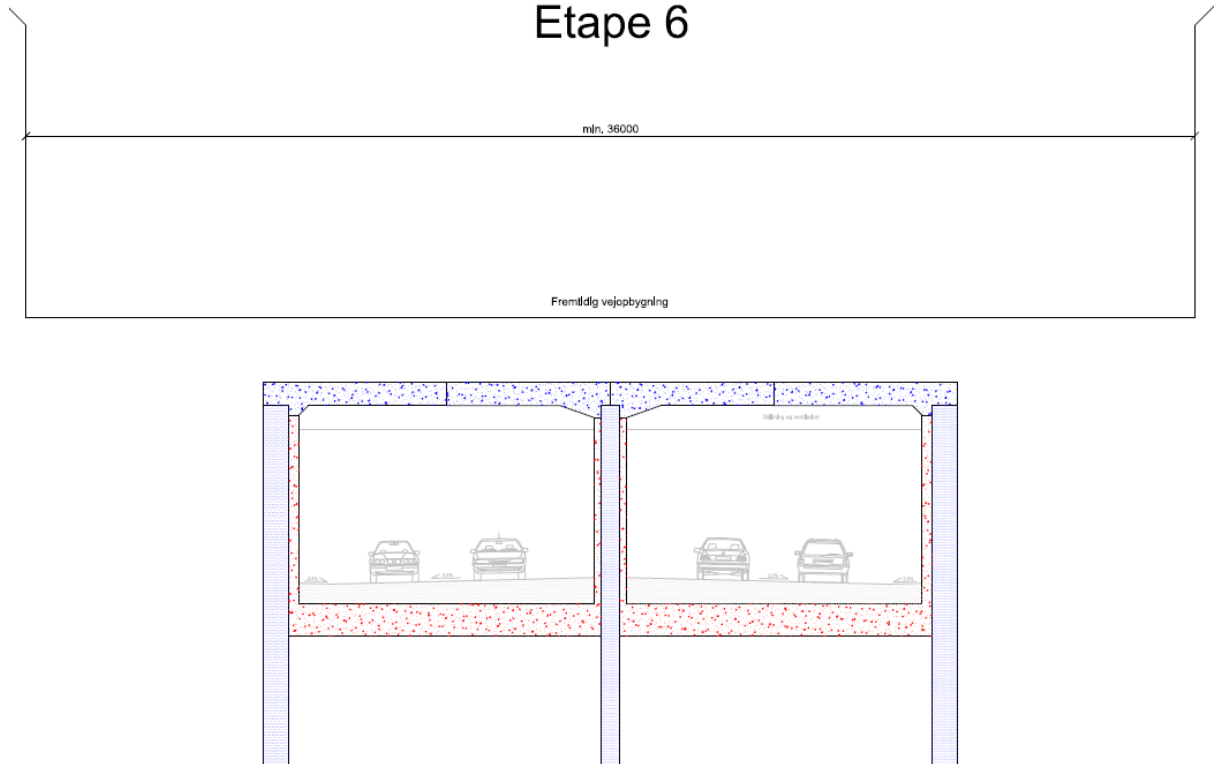
Figur 45. Snit af tunnel. Top-down udførelse – etape 4. Halvdelen af topladen på det andet tunnelafsnit støbes.



Figur 46. Snit af tunnel. Top-down udførelse – etape 5.

Den sidste sekantpælevæg etableres og den sidste halvdel af toppladen på anden tunnelafsnit støbes.

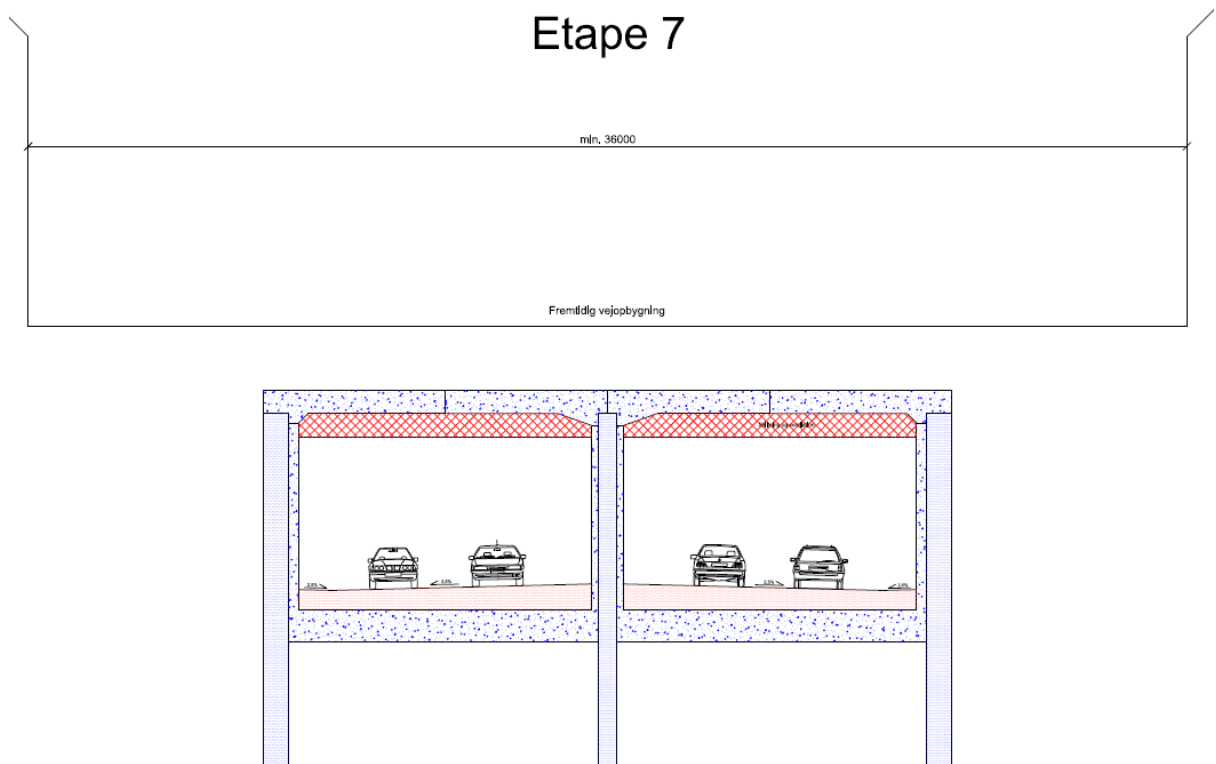
## Etape 6



**Figur 47. Snit af tunnel. Top-down udførsel – etape 6.**

Vej over tunnel kan etableres som før og ibrugtages mens følgende arbejds udføres: Udgravning under topplade til underside af bundplade, støbning af bundplade, støbning af afretningsbeton på vægge og evt. underside af topplade.

## Etape 7



**Figur 48. Snit af tunnel. Top-down udførsel – etape 7.**

Vejopbygning samt mekaniske og elektriske installationer etableres. Når tunnelen er færdig kan trafikken fra terræn flyttes i tunnelen og den nye vejopbygning og grønne arealer kan etableres på terrænniveau.

## 7.2 Anlægsoverslag

I bilag ses beregningen af anlægsoverslaget for tunneleringen af Åboulevard. Der er beregnet et anlægsoverslag på både Hovedløsningen og Alternativ Løsning 1. Hovedløsningens og Alternativ Løsning 1's linjeføringer og længdeprofiler er vist på Figur 37 til Figur 38. Desuden er der udregnet et anlægsoverslag for en alternativ løsning 2 som starter ved Søpavillonen og går helt ud til den østlige udmundning af den eksisterende tunnel under Frederikssundsvej – altså øst for Hulgårdsvej (Ring 2).

Anlægsoverslaget er lavet ud fra vejledninger i notatet "Ny anlægsbudgettering på Transportministeriets område, herunder om økonomistyring og risikohåndtering for anlægsprojekter", Transportministeriet, 20.10.2010, J. nr. 010-76, som opdeler anlægsoverslag i følgende 2 faser:

### Fase 1:

Her udføres foreløbige undersøgelser med henblik på at skaffe tilstrækkeligt grundlag for at gå videre med et projekt.

### Fase 2:

Her laves et beslutningsgrundlag med henblik på politisk beslutning om et projekts igangsættelse. Indeholder bl.a. en VVM undersøgelse.

Undersøgelser foretaget i forbindelse med udarbejdelse af dette notat er "fase 1" undersøgelser. I det følgende beskrives, hvordan anlægsbudgettet udregnes for "fase 1":

1. Der estimeres en anlægsudgift inkl. arbejdspladsomkostninger ud fra de forhold der i dag er kendt. Dette kaldes et **Fysikestimat**. Der er udregnet et fysikestimat både med og uden rådgiverydelser (forundersøgelse, projektering, tilsyn, byggeledelse og administration.)
2. Der tillægges et erfaringsbaseret korrektionstillæg niveau 1 (k1) på 50 % jf. "Ny anlægsbudgettering på Transportministeriets område". Herved udregnes et **anlægsoverslag**, eksklusiv moms. Korrektionstillæg niveau 1 (k1) indeholder de ubekendte udgifter i fase 1.

Anlægsoverslag for hovedløsningen	Mio. kr. i 2014-priser
Fysikestimat eksklusiv rådgiverydelser	<b>3.004</b>
Rådgiverydelser (15 %)	<b>451</b>
Fysikestimat inkl. Rådgiverydelser	<b>3.454</b>
Korrektionstillæg niveau 1 (K1) på 50 %	<b>1.727</b>
Anlægsoverslag	<b>5.181</b>

**Tabel 1. Anlægsoverslag for hovedløsningen. (Tunnel med adgangsramper ved Søpavillonen og Borups Allé umiddelbart vest for vejkrydset Hillerødgade/Borups Allé.)**

Anlægsoverslag for alternativ løsning 1	Mio. kr. i 2014-priser
Fysikestimat eksklusiv rådgiverydelser	<b>2.422</b>
Rådgiverydelser (15 %)	<b>363</b>
Fysikestimat inkl. Rådgiverydelser	<b>2.785</b>
Korrektionstillæg niveau 1 (K1) på 50 %	<b>1.393</b>
Anlægsoverslag	<b>4.178</b>

**Tabel 2. Anlægsoverslag for alternativ løsning 1. (Tunnel med adgangsramper ved Søpavillonen og umiddelbart øst for S-togsringbanen.)**

Anlægsoverslag for alternativ løsning 2	Mio. kr. i 2014-priser
Fysikestimat eksklusiv rådgiverydelser	<b>3.614</b>
Rådgiverydelser (15 %)	<b>542</b>
Fysikestimat inkl. Rådgiverydelser	<b>4.156</b>
Korrektionstillæg niveau 1 (K1) på 50 %	<b>2.078</b>
Anlægsoverslag	<b>6.234</b>

**Tabel 3. Anlægsoverslag for alternativ løsning 2 (Tunnel med adgangsramper ved Søpavillonen og ca. 100-150 m vest for Hulgårdsvej.)**

Det ses at de totale anlægsomkostninger er ca. 1 mia. kr. større for Hovedløsningen end for Alternativ Løsning 1. Hovedløsningen vil også give stor gene for S-togstrafikken også selvom der etableres en omlægning af denne med en midlertidig broforbindelse over Bispeengbuen.

Alternativ løsning 2 koster ca. 1 mia. kr. mere end Hovedløsningen.

En midlertidig omlægning af S-togsringbanen er ikke medtaget i anlægsoverslaget for Hovedløsningen og Alternativ Løsning 2, men vurderes groft at ville koste 100-200 mio. kr.

Anlægsperioden for alle løsninger vurderes at være ca. 5 år.

Følgende er indeholdt i anlægsoverslagene:

- Etablering af tunnelkonstruktioner
- Ledningsomlægninger
- Arkæologiske udgravninger
- Trafikomlægninger
- Mekaniske og elektriske installationer i tunnel
- Etablering af ITS system for den permanente løsning
- Forberede tunnelkonstruktion for last fra bygninger på strækningen Bispeengbuen
- Tunnel er forberedt på at kunne opmagasinere vand i tilfælde af skybrud.
- Nedrivning af ca. 450 m brokonstruktion på Bispeengbuen
- Nedrivning og opførsel af bro for S-togsringbanen (kun hovedforslag og alternativ 2)

Følgende er ikke indeholdt i anlægsoverslaget:

- Etablering af nye veje, grønne arealer m.m. i vejtræce over tunnel
- Etablering af ITS system for anlægsfasen
- Omlægning af togtrafik på S-togsringbane i anlægsfasen inkl. midlertidig bro (kun hovedløsning og alternativ 2)

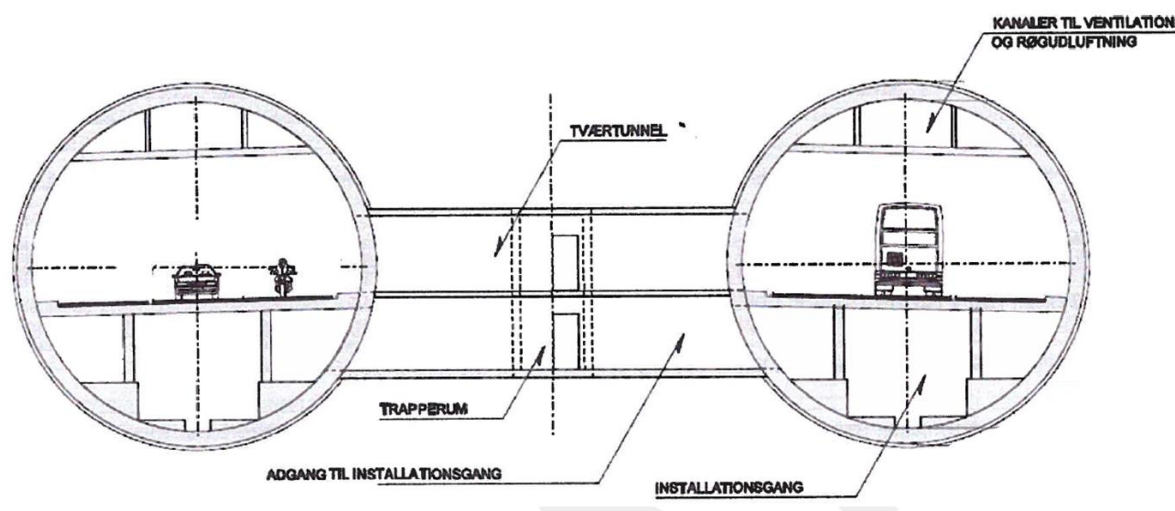
#### Driftsomkostninger

En tunnel under Åboulevard vil umiddelbart medføre højere driftsomkostninger end driften af den nuværende vej. Rambøll har estimeret, at de årlige driftsomkostningerne inkluderer: rådgivning, diverse forbrug (el, vand, tele mv.) forebyggende og afhjælpende vedligehold, samt diverse småudgifter. Hertil skal lægges reinvesteringer i installationer og konstruktioner, efterhånden som disse nedslides eller forældes. Rambøll estimerer, at driftsomkostningerne vil være hhv. ca. 19,1 mio. kr./år for Hovedløsningen og 15,4 mio. kr./år for alternativ 1. Nuværende driftsudgifter for vejstrækningen incl. Bispeengbuen (bro, drevet og vedligehold af Vejdirektoratet) kendes ikke, hvorfor de skal belyses nærmere for at klarlægge den egentlige driftmæssige forskel.

### 7.3 Alternative konstruktionsmetoder

Som alternativ til en cut and cover tunnel har en løsning med en boret tunnel været undersøgt. Anlægges en boret tunnel i kalken vil man være frit stillet mht. dens placering. Den behøver altså ikke ligge under eksisterende vejtracéer.

En boret tunnel vil bestå af 2 rør med tværtunneler. Hvert af de 2 tunnelrør vil have en ydrediameter på ca. 13 m. Et eksempel på et tværsnit af en boret vej tunnel taget fra et Feasibility Study på Østlig Ringvej er vist på Figur 49.



**Figur 49. Tværsnit af boret tunnel fra Feasibility Study for Østlig Ringvej. Østlig Ringvej består af 2 spor med bredt nødspor. Da tunnelen under Åboulevarden forventes at have et reduceret nødspor og en reduceret hastighed i forhold til Østlig Ringvej forventes det at tunneldiameteren kan reduceres til ca. 13 m.**

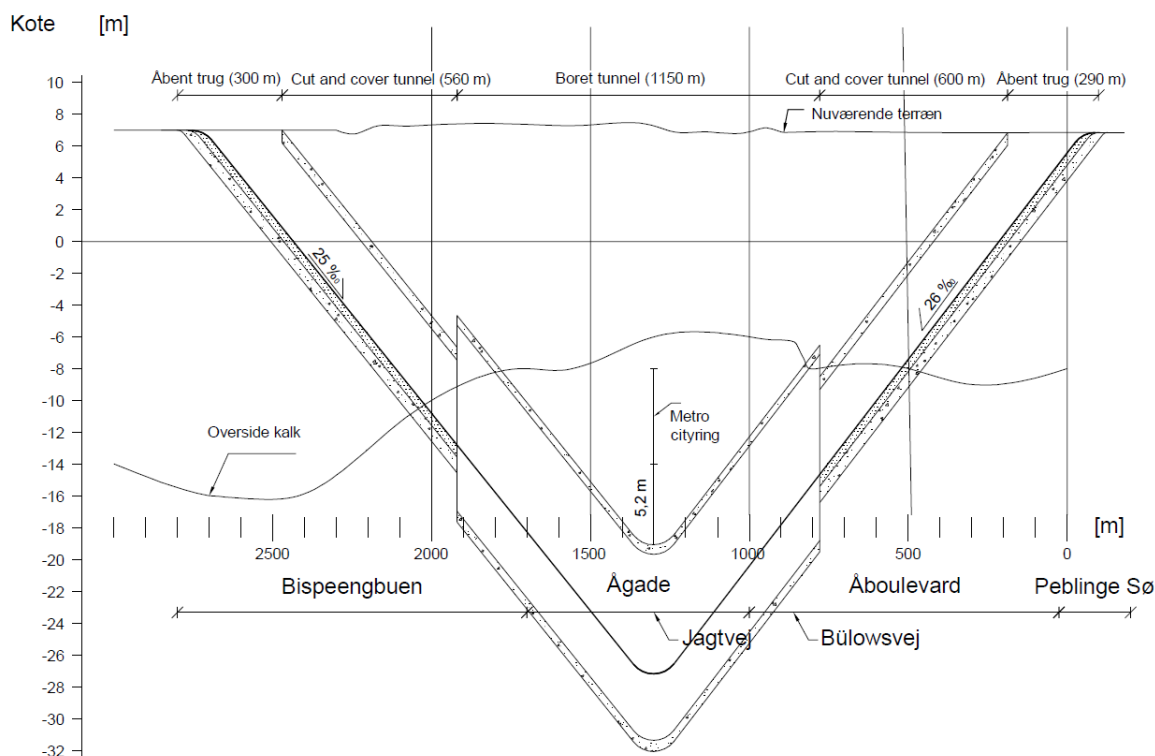
Den følgende figur viser et længdesnit en boret tunnel. Man skal have et jorddække på ca. 1 borediameter. Dette medfører, at der skal etableres en meget dyb byggegruppe, og der skal efterfølgende etableres lange tilstødende cut and cover tunneler i hver ende af den borede tunnel.

Det er ikke muligt at bore en tunnel over Metrocityringen og man bliver derfor nød til at bore under med en minimumsafstand på 5,2 m (krav fra Metroselskabet). Dette medfører en meget dyb tunnel, hvor det dybeste pkt. af vejbanen ligger ca. 35 m under terræn. Den borede tunnel giver følgende ulemper:

1. Ingen tilslutningsmuligheder (til- og afkørselsramper)
2. Større brændstofforbrug pga. stor dybde
3. Større forurening
4. Større krav til luftskifte
5. Ubehag for billister
6. Ringe anvendelse som skybrudsledning. Stort set intet vand kan afstrømme vha. gravitation. Det dybeste punkt ligger meget dybt og er langt fra søerne, hvilket medfører større omkostninger for bortledning af regnvand.

Løsning med en boret tunnel er for den pågældende strækning væsentlig dyrere end løsning med en Cut-and-Cover tunnel. Desuden har den borede tunnel en række ulemper som allerede beskrevet. Konklusionen er derfor at det ikke kan betale sig at anvende denne metode på den givne strækning.





**Figur 50. Længdeprofil af boret tunnel. En boret tunnel vil blive meget dyb pga. af respektafstanden til Metrocityringen ved Jagtvej.**

Løsningen med en boret tunnel vil være mere attraktiv, hvis den blev etableret over en længere strækning, fx fra det eksisterende tunneludløb ved Borups Allé under Frederikssundsvej og frem til en evt. kommende havnetunnel. En boret tunnel på en lang strækning som denne ville give langt færre trafikale gener end en Cut-and-Cover tunnel. Anlægsomkostningerne på en sådan strækning er hverken vurderet for en boret tunnel eller en Cut-and-Cover tunnel.

## 7.4 Alternative linjeføringer

### 7.4.1 Alternative tunnellængder

Følgende 2 alternative løsninger er givet til Hovedløsningen som er ca. 3,2 km:

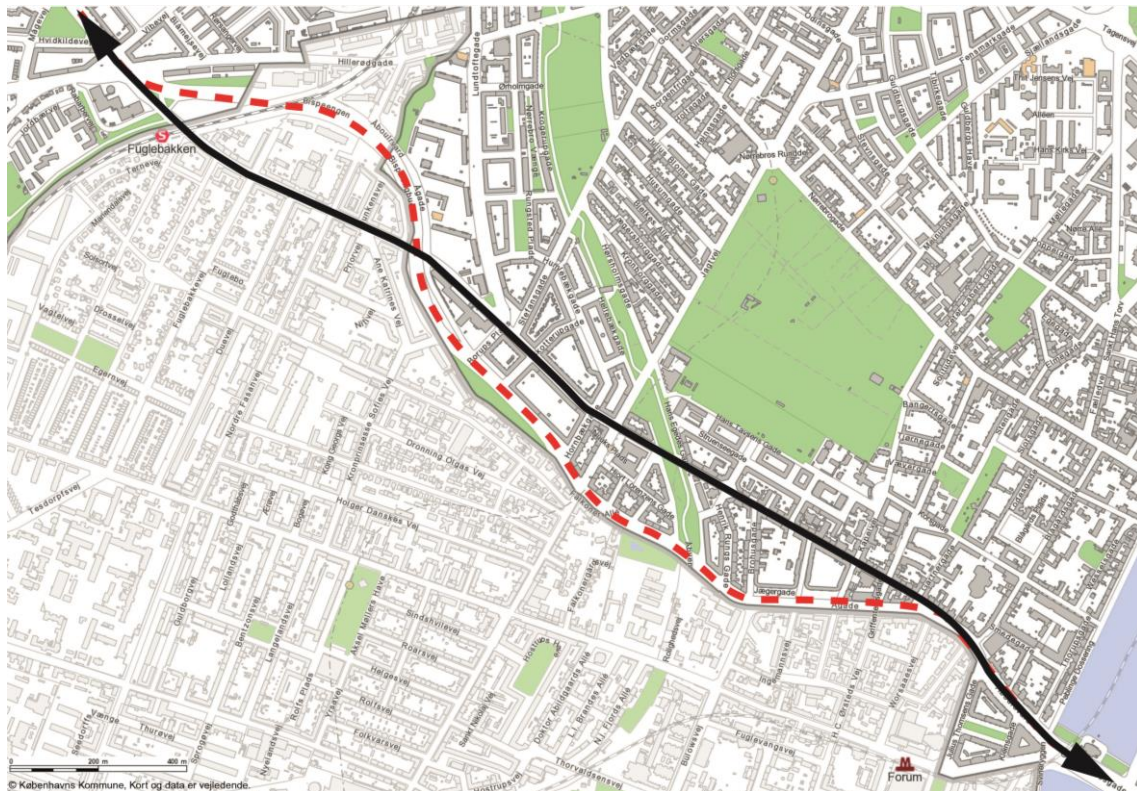
- **Alternativ løsning 1:** Tunnel med adgangsramper ved Søjvillonen og Bispeengbuen umiddelbart øst for S-togsringbanen, hvor linjeføringen er ca. 2,55 km (bilag 3)
- **Alternativ løsning 2:** Tunnel med adgangsramper ved Søjvillonen og østlige udmundning af den eksisterende tunnel under Frederikssundsvej dvs. øst for Hulgårdsvej (Ring 2), hvor linjeføringen er ca. 3,9 km

Som beskrevet i afsnittet om anlægsoverslag er alternativ løsning 1 ca. 1 mia. kr. billigere end hovedløsningen og alternativ løsning 2 ca. 1 mia. kr. dyrere end hovedløsningen.

Begge alternative løsninger har bedre terrænforhold og væsentlig kortere adgangsramper i tunnelens vestlige ende. Dette skyldes, at terrænet ligger relativt lavere her.

### 7.4.2 Alternativt tracé

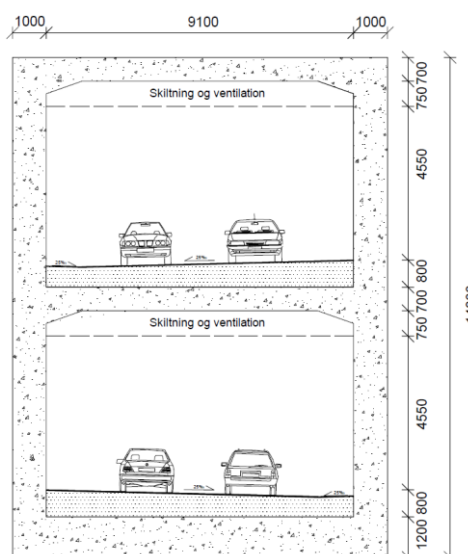
Det er også muligt at etablere en tunnel under Borups Allé og Rantzausgade, som alternativ belyste linjeføring. Den alternative linjeføring er vist i nedenstående figur



**Figur 51. Alternativ linjeføring for tunnel (sort streg). Tunnellen anlægges under Borups Allé, Rantzausgade og den østligste del af Åboulevarden. Pga. af meget begrænsede pladsforhold er det nødvendigt at placere de 2 tunnelrør for udadgående og indadgående trafik oven på hinanden, på dele af strækningen, se Figur 52**

Som det fremgår af figuren, vil en tunnel her, kunne anlægges med et mere retlinet forløb, og trafikafviklingen på Åboulevard vil i langt det meste af anlægsperioden kunne bibeholdes som i dag.

Afstanden mellem bygningerne på hver side af Rantzausgade er kun 15 m. Det er derfor ikke muligt at anvende et tunneltværsnit som det der er vist på Figur 40. De 2 tunnelrør for udadgående og indadgående trafik må placeres oven på hinanden, som vist på Figur 52. Tværsnit af tunnel under Rantzausgade (alternativ linjeføring).



**Figur 52. Tværsnit af tunnel under Rantzausgade (alternativ linjeføring).**

## 8. SAMFUNDSØKONOMI

Rambøll Management Consulting har udført et overslag på samfundsøkonomiske beregninger for de videre effekter for samfundet ved en tunnellsøsnings under Åboulevard. Dette notat opsummerer kort arbejdet.

Projektets hovedformål er en teknisk analyse af tunnellsøsnings for Åboulevard. Dette afsnits formål er at illustrere de samfundsøkonomiske konsekvenser ved at udføre en tunnellsøsnings under Åboulevard og frilægge arealet ovenpå.

Opdraget har ikke været at lave en fuldblyrdet samfundsøkonomisk analyse. Men at foretage samfundsøkonomiske overslag som illustrerer konsekvenserne af en tunnellsøsnings. Beregningerne er foretaget som overslagsberegninger, hvorfor resultaterne skal tolkes med varsomhed.

Rambøll anbefaler, at der i tillæg foretages en dybdegående samfundsøkonomisk analyse af projektet for at tilvejebringe de rette beslutningsgrundlag. I afsnittet refereres til Hovedforslag og alternativ 1. Disse to differentierer sig fra hinanden ved at hovedløsningen er ca. 3,2 km lang og alternativ 1 er ca. 2,6 km lang.

Konkret er der lavet beregninger på følgende effekter:

- Anlægsomkostninger
- Restværdi
- Byggeret
- Reduceret skybrudsanlæg
- Driftsomkostninger
- Skatte- og arbejdsmarkedsudbudsforvridning
- Støj reduktioner
- Tid tabt/vundet
- Herlighedsværdi på ejendomme
- Ejendomsskatter
- Kørselsomkostninger
- Luftforurening
- Cykel

Grundlæggende har Rambøll fulgt Finansministeriets vejledning til udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensberegninger. Dette er sammenholdt med nyere opdaterede samfundsøkonomiske vejledninger fra Miljøministeriet og en anbefalet diskonteringsrente fra det Miljø Økonomiske Råd.

Data er indsamlet fra:

- Rambøll Danmark
- Finansministeriet
- Miljøministeriet
- TERESA
- COWI
- Københavns Kommune
- Statens Salgs- og Vurderingsregister
- Det Økonomiske Råd
- Naturstyrelsen, og Københavns Universitet
- Danmarks Statistik

Hver samfundsøkonomisk effekt er beskrevet kort nedenfor.

- Anlægsomkostninger
  - For anlægsomkostningerne er der medtaget en samlet investering på hhv. 4,2 milliarder og 5,2 mia. kr. for henholdsvis alternativ 1 og hovedløsningen. Dette er fordelt lineært udover en anlægsperiode på 5 år. Omkostningerne er derefter tilbagediskonteret, hvorfor nettonutidsværdien er mindre end det samlede anlægsoverslag. Omkostninger til etablering af blå og grøn byliv ovenpå Åboulevard er ikke medregnet da det ligger uden for dette projekts fokus.
- Restværdi
  - Restværdien er estimeret til at være nettonutidsværdien af anlægsinvesteringen. Dette er opgjort i år 50 og tilbagediskonteret til en nettonutidsværdi i 2014 priser.
- Byggeret
  - Værdien af byggeretten er opgjort i kr. pr. m<sup>2</sup> og på baggrund af ejendomsmæglervurderinger fra 2008 og fremskrevet ved hjælp af Danmarks Statistiks prisindeks for ejendomsalg. Prisen per m<sup>2</sup> er estimeret til at være 7.500 kr. Rambøll estimerer at en distance lig Bispeengbuen vil være relevant at kigge på i forhold til opførelse af nye bygninger. Arealet er ca. 1 km lang og ca. 50 meter bred. Rambøll estimerer yderligere at arealet kun bebygges med 25 pct. Totalt vil der være en gevinst på ca. 95 millioner kr. efter at området er blevet frigjort.
- Reduceret skybrudsanlæg
  - Det er estimeret, at der stadig er behov for en ledning mellem Åboulevard og de indre søer. Til at illustrere dette bruges forskellen mellem anlægsomkostninger i Masterplan 1 og Masterplan 2 for Delopland Vodroffsvej og Frederiksberg Allé for en skybrudsledning mellem Åboulevard og de indre søer. Forskellen er på ca. 500 mio. kr. Dette er fordelt lineært udover en anlægsperiode på 5 år. Det forventes, at besparelserne kan være større.
- Driftsomkostninger
  - En tunnel under Åboulevard vil medføre højere driftsomkostninger end driften af den nuværende vej. Rambøll har estimeret, at driftsomkostningerne inkluderer: rådgivning, diverse forbrug (el, vand, tele mv.) forebyggende og afhjælpende vedligehold, samt diverse småudgifter. Hertil skal lægges reinvesteringer i installationer og konstruktioner, efterhånden som disse nedslides eller forældes. Rambøll estimerer, at driftsomkostningerne vil være hhv. 15,4 og 19,1 mio. kr. om året. (alternativ 1 og hovedløsningen)
- Skatte- og arbejdsmarkedsudbudsforvridding af anlæg og skatter
  - Anlægs- og driftsomkostningerne skal finansieres af det offentlige. Ligeledes vil restværdien af anlægget plus de reducerede omkostninger til skybrudsanlæg blive inkluderet. I forbindelse med en øget skatteindtægt (se Ejendomsskatter) vil samfundet opnå en ekstra skatte- og arbejdsmarkedsudbudsforvridding. Denne effekt er estimeret til at være 20 pct.
- Støjreduktioner
  - Åboulevard er meget støjplaget. Ved en tunnelloøsning vil støjen blive reduceret, hvilket vil have store sundhedsgevinster for beboere i området. Rambøll har estimeret den årlige gevinst til at være mellem 20-21 mio. kr.
- Tid tabt/vundet
  - Der er stor trængsel på Åboulevard. En tunnelloøsning vil have stor effekt på hvordan trafikken bevæger sig i byen (se afsnit om trafik). Rambøll har estimeret at der årligt vil være en gevinst ca. 290 mio. kr.
- Herlighedsværdi på ejendomme
  - Ejendommene på og omkring Åboulevard er meget påvirket af den tunge trafik, forurening, støj, og manglen på grønne områder. Rambøll har konservativt vurderet, at ved en tunnelloøsning, vil det nye område på Åboulevarden have en herlighedsværdi på hhv. 3,4 og 4,3 mia. kr. for Alternativ 1 og Hovedløsningen.
- Ejendomsskatter
  - På baggrund af den forhøjede ejendomsværdi estimerer Rambøll, at Frederiksberg og Københavns kommuner samlet opnår en årlig forøgelse af ejendomsskatten på hhv. 125 og 156 mio. kr. Totalt set opnås en nettonutidsværdi på hhv. 2,6 og 3,3 mia. kr. for Alternativ 1 og Hovedløsningen.

tiv 1 og Hovedløsningen. Dette er dog ikke medregnet i den samlede samfundsøkonomiske beregning, da skatterne er et tab for borgerne. Samfundet som helhed bliver ikke rigere eller fattigere, da penge blot overføres fra en gruppe i samfundet til en anden.

- Kørselsomkostninger
  - I forbindelse med ændrede trafikmønstre vil de samfundsøkonomiske kørselsomkostninger også ændre sig. Rambøll estimerer, at der årligt vil være øgede kørselsomkostninger for 380 mio. kr.
- Luftforurening
  - Det nye areal der etableres på Åboulevard kan være med til at forbedre luftkvaliteten i nærområdet. Dette vil have en effekt på sundhedsmkostninger og dødelighed i København. Afhængigt af udformningen af dette areal vil der være store forskelle på rensningen af luften. Det forventes ikke at selve tunnelloøsningen vil bidrage til at nedbringe trafikens forurening ved filtrering. Rambøll estimerer at der årligt vil være en gevinst på hhv. 0,5 og 0,6 mio. kr. for alternativ 1 og hovedløsningen.
- Cykel
  - Åboulevard har meget lidt cykeltrafik. Det er uvist hvor meget et nyt grønt område vil betyde for cyklisterne i København. Det antages at der vil komme ca. 2000 ekstra cyklister dagligt på strækningen. Rambøll estimerer at dette vil betyde en gevinst på hhv. 7,2 og 8,9 mio. kr. årligt.

I nedenstående tabel er de samfundsøkonomiske effekter opstillet. Beregningerne er opgjort i nettonutidskroner (NPV) i 2014 priser. Beregningerne viser, at over en forventet livstidsperiode på 50 år vil der være samfundsøkonomiske gevinster ved at gennemføre projektet. Beregningerne er præsenteret i et spænd fra minimumsnettonutidsværdien til maksimumsnettonutidsværdien. Dette er gjort for at illustrere resultatet af den samfundsøkonomiske analyse og understrege de usikkerheder som forbinder sig med overslagsanalysen.

Effekt:	NPV (millioner kr.)			
	Hovedløsning		Alternativ løsning 1	
	Min	Maks.	Min	Maks.
<b>Anlægsomkostninger</b>	-4.500	-5.000	-3.500	-4.000
<b>Restværdi</b>	1.000	1.200	800	900
<b>Byggeret</b>	80	100	80	100
<b>Reduceret skybrudsanlæg</b>	450	500	450	500
<b>Driftsomkostninger</b>	-375	-425	-300	-350
<b>skatte- og arbejdsmarkedsudbudsforvridning</b>	-50	-75	-20	-50
<b>Støj reduktioner</b>	400	450	400	450
<b>Tid tabt/vundet</b>	250	300	250	300
<b>Herlighedsværdi på ejendomme</b>	3.500	4.000	2.750	3.500
<b>Kørselsomkostninger</b>	-350	-400	-350	-400
<b>Luftforurening</b>	5	15	5	15
<b>Cykel</b>	150	200	150	200
<b>Total</b>	<b>560</b>	<b>865</b>	<b>715</b>	<b>1.165</b>

Kilde: Rambøll Danmark, Finansministeriet, Miljøministeriet, TERESA, COWI, Københavns Kommune, Statens Salgs- og Vurderingsregister, Det Økonomiske Råd, Naturstyrelsen, og Københavns Universitet, egne beregninger

Note: Beregningerne af de samfundsøkonomiske effekter er udarbejdet som overslag. Rambøll anbefaler at der udføres en detaljeret samfundsøkonomisk analyse af alle effekterne. Tallene er opført afrundet.

**Tabel 4 Samfundsøkonomiske Effekter fremstillet i Nettonutidskroner (2014)**

Den samlede samfundsøkonomiske analyse viser, at der opnås det største samfundsøkonomiske overskud ved at vælge alternativ 1. Forskellen mellem hovedløsningen og alternativ 1 er 150 mio. kr. i minimumsscenerierne og 300 mio. kr. i maksimumsscenerierne.

Det skal dog endnu engang påpeges at tallene i stor grad bygger på overslagsberegninger og antagelser. Yderligere skal det bemærkes, at store samfundsøkonomiske udgifter såsom gener i anlægsperioden og påvirkninger af den kollektive trafik ikke er medregnet. Fra lignende studier af Metrobyggerierne, Nordhavnen, m.fl. er det kendt at der er ikke ubetydelige samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med store infrastrukturprojekter i anlægsfasen. Ligeledes er omkostninger til etablering af blå og grønt byliv ovenpå Åboulevarden ikke medregnet da det ligger uden for dette projekts fokus. Det anbefales, at der udføres en detaljeret samfundsøkonomisk analyse af tunnelloøsningerne.

I nedenstående tabel lister Rambøll elementer, som bør medtages i en detaljeret samfundsøkonomisk analyse.

Problemstillinger	Forslag til videre analyser
<p><b>Projektet har stor effekt på trafikken, beboerne, miljøet og det generelle daglige virke i København. Ovenstående analyse fanger ikke alle effekter retvisende. Ligeledes er flere effekter ikke analyseret da de har været uden for scoping.</b></p> <p><b>Der bør særligt kigges på udformningen af byrummet ovenpå Åboulevard samt værdien af bylivet. Dette vil tilføre en ikke ubetydelig samfundsøkonomisk gevinst.</b></p> <p><b>Ligeledes bør der være særdeles fokus på de samfundsøkonomiske konsekvenser for den kollektive trafik og de gener som opstår i anlægsfasen. Det anslås at disse vil have stor betydning for den samlede samfundsøkonomiske værdi.</b></p>	<p>Det foreslås at en detaljeret samfundsøkonomisk analyse foretages hvor alle elementer analyseres i detaljen. Dette vil sikre et detaljeret og fuldbyrdet beslutningsgrundlag. En videre analyse bør indeholde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlægsomkostninger</li> <li>• Driftsomkostninger</li> <li>• Restværdi</li> <li>• Gener i anlægsperioden</li> <li>• Reduceret skybrudsanlæg</li> <li>• skatte- og arbejdsmarkedsudbudsforvridning</li> <li>• Støj reduktioner</li> <li>• Tid tabt/vundet</li> <li>• Kørselsomkostninger</li> <li>• Cykel</li> <li>• Offentligtransport</li> <li>• Herlighedsværdi på ejendomme</li> <li>• Ejendomsskatter</li> <li>• Luftforurening</li> <li>• Bylivs eksternaliteter</li> <li>• Erhvervseffekter</li> <li>• Turisme</li> <li>• M.fl.</li> </ul>

Tabel 5 Videre analyser

## 9. EFTERFØLGENDE ANALYSER

Igennem udarbejdelse af denne rapport, har der været anledning til at flere temaer og problemstillinger skal belyses/analyseres mere dybdegående. Grundet rammerne for denne rapport, har det ikke været muligt at løfte, hvorfor der i følgende tabel er opstillet en samlet række analyser som der bør udføres efterfølgende

Problemstilling	Forslag til analyse
<b>Trafikale problemstillinger</b>	
<b>Lokaltrafik på overfladen</b>	Grundigere beskrivelse af den lokale trafik på overfladen, både for nuværende scenarier, men også alternativt for scenarier hvor der tillades mere lokaltrafik mellem betydende tværforbindinger på overfladen. evt. gennem OTM-kørsler eller anden form for trafiksimulering
<b>Trafikale konsekvenser, ved en alternativ tunnel-løsning, helt frem til Frederikssundsvej</b>	OTM kørsler for belysning af konsekvenser af denne løsning
<b>Trafikale gener i anlægsperioden</b>	Hvorledes vil en ca. 5-årig anlægsperiode, påvirke den trafikale situation i og omkring København. Udarbejdelse af anlægsscenarier og OTM kørsler.
<b>Arealbehov til ramper og tunnel, kontra bygninger og andre bygværker?</b>	Nøjere fastlæggelse af linjeføring, gennem detaljeret bearbejdning, og indhentning af mere detaljeret tegningsgrundlag, landinspektøropmålinger mv.
<b>Trafikal udformning</b>	Hvorledes skal tunneludmundinger og kryds ved start og slut udformes. Hvordan etableres der adgange til ramper og sideveje.
<b>Kollektiv trafik, hvordan skal bustrafik afvikles i fremtiden?</b>	
<b>Risiko (trafiksprung) for flere bilister når Åboulevard lægges i tunnel, hvordan kan det imødegås?</b>	
<b>Detaljerede støjberegninger</b>	Det bør fastlægges i hvilken udstrækning der kan opnås støjreduktion på Åboulevard og det omkringliggende vejnet, som følge af trafik i tunnel. Den indledende analyse giver en grov indikation af støjreduktionen, men især boliger på Frederiksberg hersker der usikkerheder om, hvorfor en mere detaljeret analyse vil være nødvendig for at få et mere fyldestgørende billede af støjreduktionen.
<b>Nødvendighed af brandveje langs facader mod Åboulevard</b>	Det skal fastlægges hvilke bygninger der skal have brandveje mod Åboulevard.
<b>Trafikstyring og ITS</b>	Fastlæggelse af ITS strategi og trafikledelse i forskellige scenarier for tunnelen, bør udarbejdes. Ligeledes bør niveau for udstyr mv. fastlægges og prissættes.
<b>Problemstillinger i forhold til Skybrud og afvanding</b>	
<b>Grundlag til vurdering af vandmængder fra Emdrup Sø</b>	Der bør indhentes længere og opdateret tidsserie af data fra bygværket ved Strødamvej for at få en mere præcis bestemmelse af vandføringerne. Data bør desuden analyseres for at bestemme sæsonvariationen.
<b>Supplerende vandmængder til Ladegårds Å</b>	Vurdering af mulighed for tilled-

	<p>ning af vandmængder fra afværgeboringer</p> <p>Vurdering af mulighed for tilledning af recirkulering af vand</p>
<b>Hvordan skal overfladen udformes?</b>	<p>Visualisering af et forslag til udformningen af overfladen, med sivegader, grønne rekreative byrum og en mere urban å-løsning. Alt afhængig af hvor meget vand der i en normal situation ønskes i åen, skal selve å-forløbet dimensioneres herefter</p>
<b>Andel af takstfinansiering som følge af klimatilpasningsprojekt</b>	<p>Udarbejdelse af projektbeskrivelse i samarbejde med forsyningselskaberne</p>
<b>Kan anvendelse af tunnel til skybrudssikring reducere behov for skybrudselementer i Masterplan 1</b>	<p>Beregne effekten af at anvende den ene tunnel som skybrudselement – i forhold til f.eks. at etablere skybrudstunnel til Havnen</p>
<b>Mulighed for tilledning af regnvand fra andre oplande end angivet i Masterplan 1 – og derved reducere skybrudstiltag i disse oplande</b>	<p>Undersøge muligheden for og effekten af, at tillede skybrudsvand fra nærliggende oplande – f.eks. Nørrebro ved Assistens Kirkegård og Hans Tavsens Park</p>
<b>Problemstillinger i forhold til samfundsøkonomi</b>	
<p><b>Projektet har stor effekt på trafikken, beboerne, miljøet og det generelle daglige virke i København. Ovenstående analyse fanger ikke alle effekter retvisende. Ligeledes er flere effekter ikke analyseret da de har været uden for scoping.</b></p> <p><b>Der bør særligt kigges på udformningen af byrummet ovenpå Åboulevard samt værdien af bylivet. Dette vil tilføre en ikke ubetydelig samfundsøkonomisk gevinst.</b></p> <p><b>Ligeledes bør der være særdeles fokus på de samfundsøkonomiske konsekvenser for den kollektive trafik og de gener som opstår i anlægsfasen. Det anslås at disse vil have stor betydning for den samlede samfundsøkonomiske værdi.</b></p>	<p>Det foreslås at en detaljeret samfundsøkonomisk analyse foretages hvor alle elementer analyseres i detaljen. Dette vil sikre et detaljeret og fuldbyrdet beslutningsgrundlag. En videre analyse bør indeholde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anlægsomkostninger</li> <li>Driftsomkostninger</li> <li>Restværdi</li> <li>Gener i anlægsperioden</li> <li>Reduceret skybrudsanlæg</li> <li>skatte- og arbejdsmarkedsudbudsforvridning</li> <li>Støj reduktioner</li> <li>Tid tabt/vundet</li> <li>Kørselsomkostninger</li> <li>Cykel</li> <li>Offentligtransport</li> <li>Hørlighedsværdi på ejendomme</li> <li>Ejendomsskatter</li> <li>Luftforurening</li> <li>Bylivs eksternaliteter</li> <li>Erhvervseffekter</li> <li>Turisme</li> <li>M.fl.</li> </ul>



## BILAG 1

# BAGGRUNDSDATA OG BESKRIVELSE AF ANALYSER

Om OTM-modellen

OTM er en macro-trafikberegningsmodel, der viser trafikale konsekvenser i forbindelse med ændringer af den trafikale infrastruktur eller plandata<sup>2</sup>.

I modelsammenhæng er der to sæt af forudsætninger, der skal fastsættes ved beregninger. På den ene side skal udbuddet af trafik beskrives - hvilken infrastruktur der stilles til rådighed - på den anden side skal efterspørgslen af trafik beskrives. Denne beskrives ud fra en række plandata, som kombineres med turrater for de enkelte turformål, for de enkelte oplandszoner.

En enkelt modelberegning eller et scenario består således af et planalternativ og et infrastrukturalternativ. For beregningerne er der benyttet plandata for år 2032, samt et vejnet for år 2009. Der er foretaget en del ændringer i vejnettet for at efterligne de påvirkninger som vejnettet er udsat for, og som inden for et rimeligt område påvirker resultatet af prognose beregningerne. I Modellen tilføjes vejnettet trafik i knuder. Det har således været nødvendigt at flytte de tilslutninger der er på tunnelstrækningen til nærliggende knuder.

Tunellen er udformet med 4 spor og en skiltet hastighed på 60 km/t.

Det vil være muligt at se mindre trafikmængder på lukkede strækninger i vejnettet dette er kollektivkørsel som ikke er omlagt.

OTM-beregninger

For at kunne identificere konsekvenserne af løsningsforslagene er der gennemført tre beregninger med OTM for år 2032. Beregningerne har resulteret i trafikbelastningskort for scenarierne samt to differencekort der viser forskellen mellem scenarier og sammenligningsgrundlag.

De tre kørsler:

- En kørsel med dagens vejnet for at danne et sammenligningsgrundlag.
- En tunnelløsning uden tilslutninger.
- En tunnelløsning med tilslutninger.

I scenariet med tilslutninger er der etableret tilslutninger ved Borups Plads, Bülowvej og H.C. Ørstedvej.

- Borups Plads: Til og fra Åboulevard
- Bülowvej: Fra Åboulevard nord-vest.
- H.C. Ørstedvej: Til Åboulevard nord-vest.
- Hillerødgade

---

<sup>2</sup> Plandata er de data der kan generere ture i de enkelte zoner. Det vil sige indbyggertal, indkomst, bilejerskab, erhverv, skoler mv.

Svingbevægelser fra OTM-modellen

Jagtvej, morgenspidstime, basis 2009

Fra	Til	Kt/time
Jagtvej Syd	Åboulevard vest	240
Jagtvej Syd	Jagtvej nord	480
Jagtvej Syd	Åboulevard øst	170
Åboulevard vest	Jagtvej Syd	270
Åboulevard vest	Jagtvej nord	20
Åboulevard vest	Åboulevard øst	3170
Jagtvej nord	Jagtvej Syd	480
Jagtvej nord	Åboulevard vest	100
Jagtvej nord	Åboulevard øst	260
Åboulevard øst	Jagtvej Syd	20
Åboulevard øst	Åboulevard vest	2810
Åboulevard øst	Jagtvej nord	290

**Markerede celler er ligudkørende**

Jagtvej, eftermiddag spidstime, basis 2009

Fra	Til	Kt/time
Jagtvej Syd	Åboulevard vest	230
Jagtvej Syd	Jagtvej nord	495
Jagtvej Syd	Åboulevard øst	122
Åboulevard vest	Jagtvej Syd	250
Åboulevard vest	Jagtvej nord	18
Åboulevard vest	Åboulevard øst	2761
Jagtvej nord	Jagtvej Syd	510
Jagtvej nord	Åboulevard vest	57
Jagtvej nord	Åboulevard øst	240
Åboulevard øst	Jagtvej Syd	65
Åboulevard øst	Åboulevard vest	3072
Åboulevard øst	Jagtvej nord	393

**Markerede celler er ligudkørende**

Borups Plads, morgenspidstime, basis 2009

Fra	Til	Kt/time
Åboulevard vest	Borups Plads	47
Åboulevard vest	Åboulevard øst	3032
Borups Plads	Åboulevard vest	113
Borups Plads	Åboulevard øst	<b>475</b>
Åboulevard øst	Åboulevard vest	2876
Åboulevard øst	Borups Plads	<b>339</b>

**Markerede celler er ligudkørende**

Borups Plads, eftermiddag spidstime, basis 2009

Fra	Til	Kt/time
Åboulevard vest	Borups Plads	34
Åboulevard vest	Åboulevard øst	2584

<b>Borups Plads</b>	Åboulevard vest	99
<b>Borups Plads</b>	Åboulevard øst	<b>497</b>
<b>Åboulevard øst</b>	Åboulevard vest	3029
<b>Åboulevard øst</b>	Borups Plads	<b>395</b>

*Markerede celler er ligudkørende*

Bülowsvej, morgenspidstime, basis 2009

Fra	Til	Kt/time
<b>Åboulevard vest</b>	Bülowsvej	<b>556</b>
<b>Åboulevard vest</b>	Åboulevard øst	3042
<b>Bülowsvej</b>	Åboulevard vest	<b>549</b> (flyttes til H.C. Ørsteds Vej)
<b>Bülowsvej</b>	Åboulevard øst	148
<b>Åboulevard øst</b>	Åboulevard vest	2543
<b>Åboulevard øst</b>	Bülowsvej	82

Bülowsvej, eftermiddag spidstime, basis 2009

Fra	Til	Kt/time
<b>Åboulevard vest</b>	Bülowsvej	<b>535</b>
<b>Åboulevard vest</b>	Åboulevard øst	2559
<b>Bülowsvej</b>	Åboulevard vest	<b>569</b> (flyttes til H.C. Ørsteds Vej)
<b>Bülowsvej</b>	Åboulevard øst	86
<b>Åboulevard øst</b>	Åboulevard vest	2951
<b>Åboulevard øst</b>	Bülowsvej	160

H.C. Ørsteds Vej, morgenspidstime, basis 2009

Fra	Til	Kt/time
<b>Åboulevard vest</b>	Åboulevard øst	3033
<b>Åboulevard vest</b>	HC. Ørstedsvej	179 (flyttes til Bülowsvej)
<b>Åboulevard vest</b>	Griffenfeldsgade	56
<b>Åboulevard øst</b>	Åboulevard vest	2260
<b>Åboulevard øst</b>	HC. Ørstedsvej	8
<b>Åboulevard øst</b>	Griffenfeldsgade	40
<b>HC. Ørstedsvej</b>	Åboulevard vest	<b>341</b>
<b>HC. Ørstedsvej</b>	Åboulevard øst	81
<b>HC. Ørstedsvej</b>	Griffenfeldsgade	37
<b>Griffenfeldsgade</b>	Åboulevard vest	71
<b>Griffenfeldsgade</b>	Åboulevard øst	54
<b>Griffenfeldsgade</b>	HC. Ørstedsvej	28

*Markerede celler er ligudkørende*

H.C. Ørsteds Vej, eftermiddag spidstime, basis 2009

Fra	Til	Kt/time
<b>Griffenfeldsgade</b>	Åboulevard vest	<b>70</b>
<b>Griffenfeldsgade</b>	HC. Ørstedsvej	31
<b>Griffenfeldsgade</b>	Åboulevard øst	54
<b>Åboulevard vest</b>	Griffenfeldsgade	68
<b>Åboulevard vest</b>	HC. Ørstedsvej	211 (flyttes til Bülowsvej)
<b>Åboulevard vest</b>	Åboulevard øst	2452
<b>HC. Ørstedsvej</b>	Griffenfeldsgade	46
<b>HC. Ørstedsvej</b>	Åboulevard vest	<b>370</b>
<b>HC. Ørstedsvej</b>	Åboulevard øst	65
<b>Åboulevard øst</b>	Griffenfeldsgade	53

<b>Åboulevard øst</b>	Åboulevard vest	2747
<b>Åboulevard øst</b>	HC. Ørstedvej	54

***Markerede celler er ligudkørende***