

EKSPPRESGRUPPEN

# EKSPPRESTUNNEL TIL S-TOG UNDER KØBENHAVN - IDEFASE.

TEKNISK NOTAT

ADRESSE COWI A/S  
Parallelvej 2  
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

## INDHOLD

1	Introduktion	2
1.1	Anlægs og planmæssige udfordringer	2
1.2	Forkortelser	3
2	Undersøgte scenarier	4
3	Overordnet Design Basis	5
3.1	Rullende materiel og BEST installationer	5
3.2	Design hastighed	6
4	Delementer af forbindelsen	6
4.1	Boret tunnel	6
4.2	Nedkørsler	6
4.3	Stationer / forgreningskamre	10
5	Projekt usikkerheder	15
5.1	Arealinddragelse og anlægsproces.	15
5.2	Fritrumsprofil	16
5.3	Ramper	16
5.4	Udarbejdelse af anlægsoverslag	16
6	Anlægsoverslag	16
6.1	Baggrund	16
6.2	Resultat	17
7	Referencer	18
8	Appendix	19

PROJEKTNR.

DOKUMENTNR.

A214348

N01

VERSION

UDGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

KONTROLLERET

GODKENDT

1.0

11-10-2020

Idefase og anlægsoverslag

SSO/CMN

CMN/SDE/ERAM

SSO

## 1 Introduktion

Dette notat er udarbejdet efter anmodning fra Ekspresgruppen.dk /v Steen Koefoed og omhandler en anlægsteknisk vurdering af en mulig eksprestunnel til nye S-tog under København.

Notatet indeholder en overordnet vurdering af selve anlægsprojektet samt anlægsøkonomien i forbindelse med etablering af en Eksprestunnel til næste generation S-tog via en ny tunnel fra Hellerup i nord via Rigshospitalet, Forum og med forbindelser mod S-togslinjerne mod syd og vest.

Det meget grove anlægsoverslag er baseret på regler om 'Ny Anlægsbudgettering' [1] og erfaringer fra COWIs arbejde med større tunnelprojekter i København og Nordeuropa.

Notatet er udarbejdet for Ekspresgruppen.dk uden beregning og indeholder alene COWIs objektive analyse af forhold, løsninger og anlægsøkonomi.

COWI har valgt at bidrage til den offentlige debat om den samfundsøkonomiske værdi af et sådant anlæg via denne overordnede analyse af, hvad et sådant anlæg måtte koste og hvordan anlægsarbejderne vil påvirke byen.

### 1.1 Anlægs og planmæssige udfordringer

Der er ingen tvivl om, at et projekt som en S-togs Eksprestunnel bliver et forstyrrende projekt i anlægsfasen. Projektet skal tilsluttes det eksisterende S-togs net og krydser København og Frederiksberg, hvor der ikke er mange ubrugte pladser og arealer.

De arealer og pladser, der måtte være, er eller kan blive disponeret til andre formål som kommende metro projekter eller lignende.

Det har ikke inden for rammerne været muligt at lave en detaljeret analyse af lokalforhold omkring de identificerede lokationer for ramper, skakte og stationer. Der er alene taget hensyn til de etablerede underjordiske anlæg som Metro M1/M2 og Cityringen med dens afgreninger mod Nordhavn og Sydhavn, samt større Fjernvarme tunneler og Skybrudstunneler. Hvor det måtte være kendt er eventuelle fremtidige konflikter med andre anlæg – som Metro M5 Vest også nævnt.

Her er alene opremset de væsentligste konflikter, der er identificeret, samt medtaget en reserve i anlægsoverslagt til lokationer som COWI vurderer ekstra komplekse.

COWI har således ikke på nuværende stadie lavet en detaljeret screening af plan og miljøforhold, herunder om der f.eks. er fredninger eller områder, der betragtes som meget sårbare, og som måtte besværliggøre anlæg i en grad, hvor en placering af station eller skakt vil blive valgt fra.

## 1.2 Forkortelser

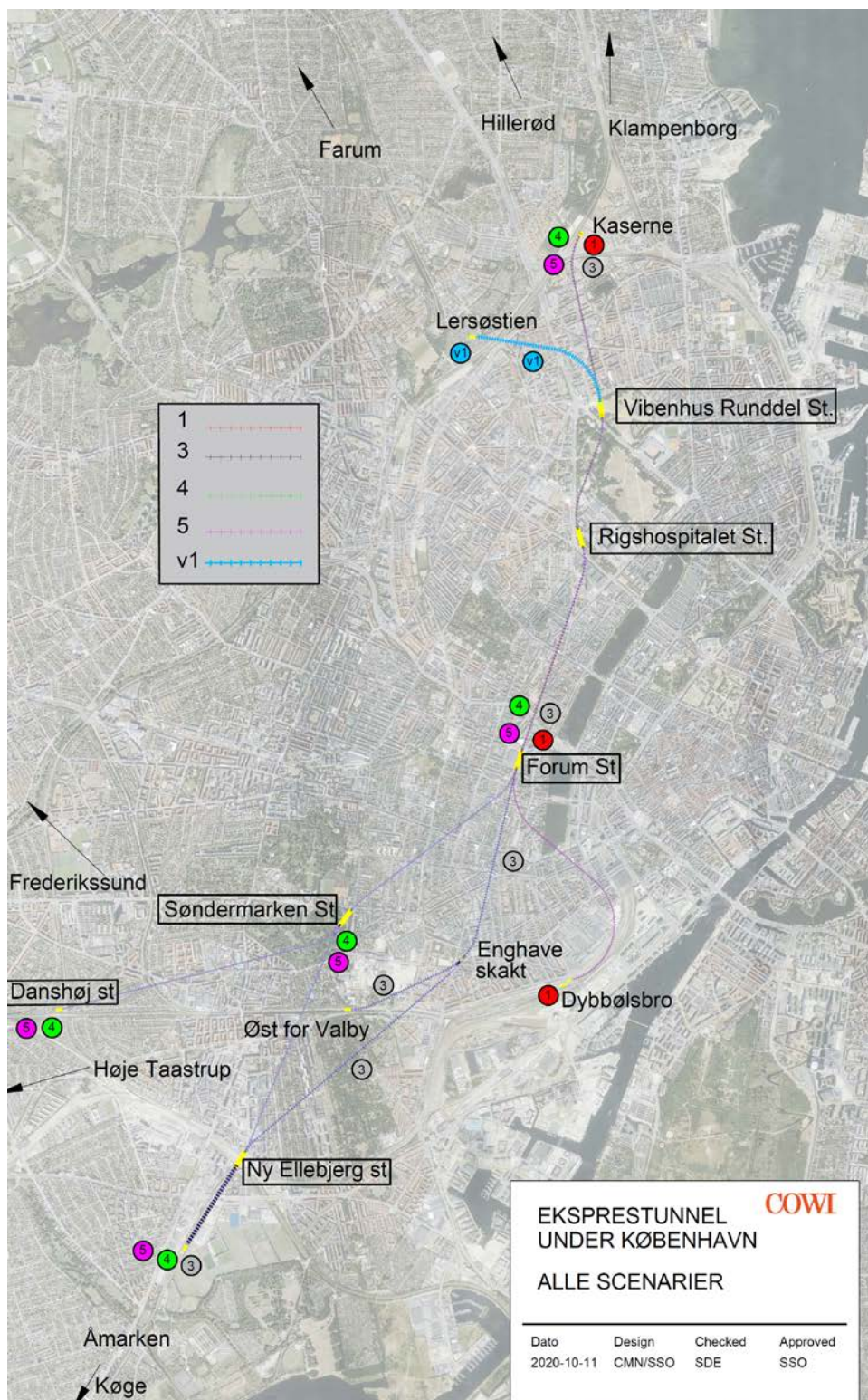
Følgende forkortelser er anvendt i notatet:

BEST	<u>Installationer til:</u> <b>B</b> ane, <b>E</b> lektrificering, <b>S</b> ignaler og <b>T</b> ele
Fa	Farum
Hi	Hillerød
Fr	Frederikssund
Kø	Køge
HT	Høje Taastrup
TBM	Tunnel boremaskine

## 2 Undersøgte scenarier

Efter aftale med Ekspresgruppen er der regnet på fire forskellige linjeføringer (fire scenarier), samt én variant som kan kombineres med de fire linjeføringer.

De er præsenteret samlet på Figur 2-1 og i Tabel 2-1. Hvert enkelt scenarie er desuden præsenteret separat i Kapitel 8 Appendix.



Figur 2-1 Oversigtskort med alle de undersøgte scenarier for eksprestunnel til S-tog.

De enkelte linjeføringer vil forbinde (servicere) alle eller en delmængde af S-togs linjerne i nord hhv syd. Linjerne er i dette notat er forkortet efter endestationerne som følger:

Syd: Fr-Frederikssund  
Kø-Køge  
HT-Høje Taastrup

Nord: Fa-Farum  
Hi-Hillerød  
Kl-Klampenborg

For stationer og skakte skal "Alle" forstås som alle de forbundne på ramper i syd hhv nord.

Tabel 2-1 Oversigt over scenarier

Scenarie	Reference	Ramper syd		Stationer		Skakte		Ramper nord		Kommentarer	Samlet tunnel længde km	Samlet anlægsoverslag ekskl. Arealerhvervelse, baneomlægninger og BEST [mia. kr. 2020K2]
		Placering	Servicerer	Placering	Servicerer	Placering	Servicerer	Placering	Servicerer			
1		Vest for Dybbølsbro	Fr Kø HT	Forum Røgshospitalet Vibenhush runddel	Alle			Kassernen	Hi Kl		7.0	11.0
3		Nord for Åmarken	Kø	Ny Ellebjerg	Kø	Enghave Plads	Alle	Kassernen	Hi Kl		10.8	17.0
		Øst for Valby	Fr HT	Forum Røgshospitalet Vibenhush runddel	Alle							
4		Nord for Åmarken	Kø	Ny Ellebjerg	Kø	Søndermarken	Alle	Kassernen	Hi Kl		12.1	19.5
		Vest for Danshøj	HT	Danshøj	HT							
5		Nord for Åmarken	Kø	Ny Ellebjerg	Kø			Kassernen	Hi Kl		12.2	20.5
		Vest for Danshøj	HT	Søndermarken Forum Røgshospitalet Vibenhush runddel	Alle							
v1	1,2,3,4,5	-	-	Vibenhush runddel	Alle	Vibenhush runddel	Alle	Lersøstien	Fa	Vibenhush rundel station inkl. forgrening	2.0	3.0

### 3 Overordnet Design Basis

#### 3.1 Rullende materiel og BEST installationer

BEST installationer står for Bane, Elektrificering, Signaler og Iele.

Det har været en forudsætning, at der skal arbejdes ud fra næste generations S-tog som har mulighed for at køre med en 3. skinne, når togets normale strømaftager ikke benyttes. Det er aftalt, at analysen baseres på togsæt à 60 m længde, som kan sammenkobles til op til 3 sæt. For Eksprestunnelen arbejdes dog alene med tog sammenkoblet til 2 sæt, altså 120 m lange tog.

### 3.1.1 Overordnede dimensioner

Der er anvendt følgende dimensioner:

- > Fritrumsprofil: 3.8 m (B) x 4.0 m (H) fra Skinneoverside (SO).
- > Nødfortov: 800 mm til ensidig nødfortov i tunneler

## 3.2 Design hastighed

På baggrund af erfaringer med anvendelse af 3. skinne er det valgt at anvende en design hastighed på 100 km/t. Alle kurver er etableret herefter.

## 4 Delementer af forbindelsen

I nærværende analyse er de banetekniske udfordringer under anlæg ikke analyseret. Dette bør gøres i fællesskab med DSB og Banedanmark. Der er således primært set på om der er plads til det endelige anlæg.

### 4.1 Boret tunnel

Den borede tunnel og dens diameter er styrende for alle de efterfølgende delementer.

Anlægsoverslaget er udarbejdet på basis af en tunnel boremaskine (forkortet TBM) diameter på 7.55 m.

### 4.2 Nedkørsler

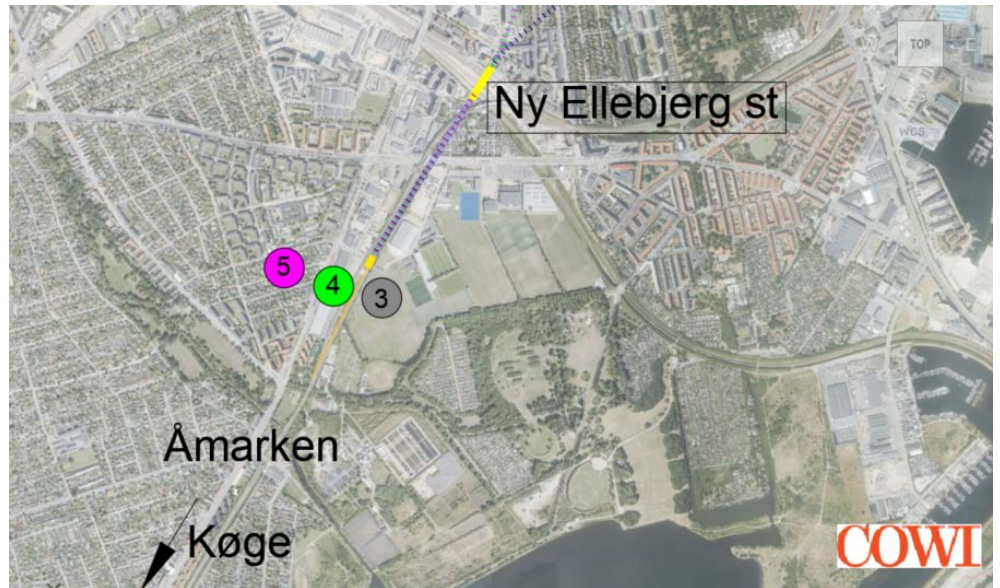
I det følgende er sammenfattet de mulige nedkørsler mod en Eksprestunnel som p.t. er overordnet analyseret.

Det er antaget, at for områder, hvor der er risiko for skybrudsoversvømmelser skal skinneoverkant (SO) først føres op til 1 m over eksisterende SO før nedkørsel i tunnel påbegyndes.

Dette vurderes ikke nødvendigt for de strækninger, hvor nedkørslerne påbegyndes fra en banedæmning, hvorved disse nedkørsler bliver kortere.

#### 4.2.1 v/ Åmarken (Scenarie 3, 4, 5)

Umiddelbart nord for Åmarken etableres en nedkørsel for S-tog fra Køge. Det antages etableret i forbindelse med det eksisterende baneterræn, således at overgangen til TBM kan ske i god afstand til Ellebjergvej.



Figur 4-1 Nedkørsel nord for Åmarken St.

#### 4.2.2 v/Dybbølsbro Vest (Scenarie 1)

Vest for Dybbølsbro er der i dag et større baneterræn, der anvendes som deponi/klargøringsanlæg for S-tog og fjerntog. En nedkørsel her ville kunne etableres, således at S-tog fra alle de 3 syd/vest lige linjer kan serviceres (Køge, Høje Taastrup, Frederikssund).



Figur 4-2 Nedkørsel ved Dybbølsbro

#### 4.2.3 v/ Danshøj St. (Scenarie 4 og 5)

Øst for Danshøj station vil der kunne etableres en tilslutning som peger mod den gamle afkørsel mod Nord-Øst under den nyere Danshøj station på Ringbanen.

En nedkørsel her vil alene servicere S-togs linjen mod Høje Taastrup.



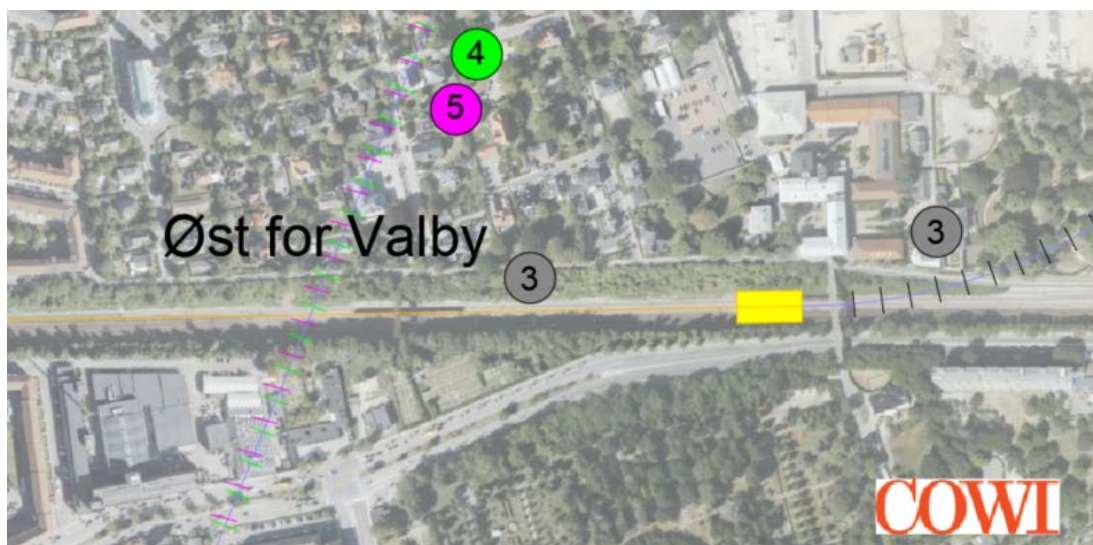
Figur 4-3 Tilslutning ved Danshøj (rampelængde kun vist skematisk)

#### 4.2.4 v/ Valby St. Øst (Scenarie 3)

Imellem Valby St. og Ny Carlsberg St. er der tilstrækkelig afstand til, at en nedkørsel vil kunne anlægges. Den store udfordring her er plads i bredden. Der er på nordsiden en høj skrænt som muligvis vil kunne afgaves og etableres med støttevæg. Dette vil være ganske komplekst og kræve mange foranstaltninger.

Samtidigt må det forventes at påvirke togdriften på S-togs linjerne i en længere periode, og muligvis også fjerntogsdriften i en kortere eller længere periode. Et alternativ – i tilfælde af at der kan findes tilstrækkelig kapacitet på Ny Bane Kbh H til Ringsted - kunne være at omlægge Fjernspor midlertidigt til S-togs spor. Denne vurdering overlades til DSB og Banedanmark i en kommende forprojekt fase.

En nedkørsel her vil servicere S-togs linjerne til Høje Taastrup og Frederikssund.



Figur 4-4 Nedkørsel øst for Valby st.

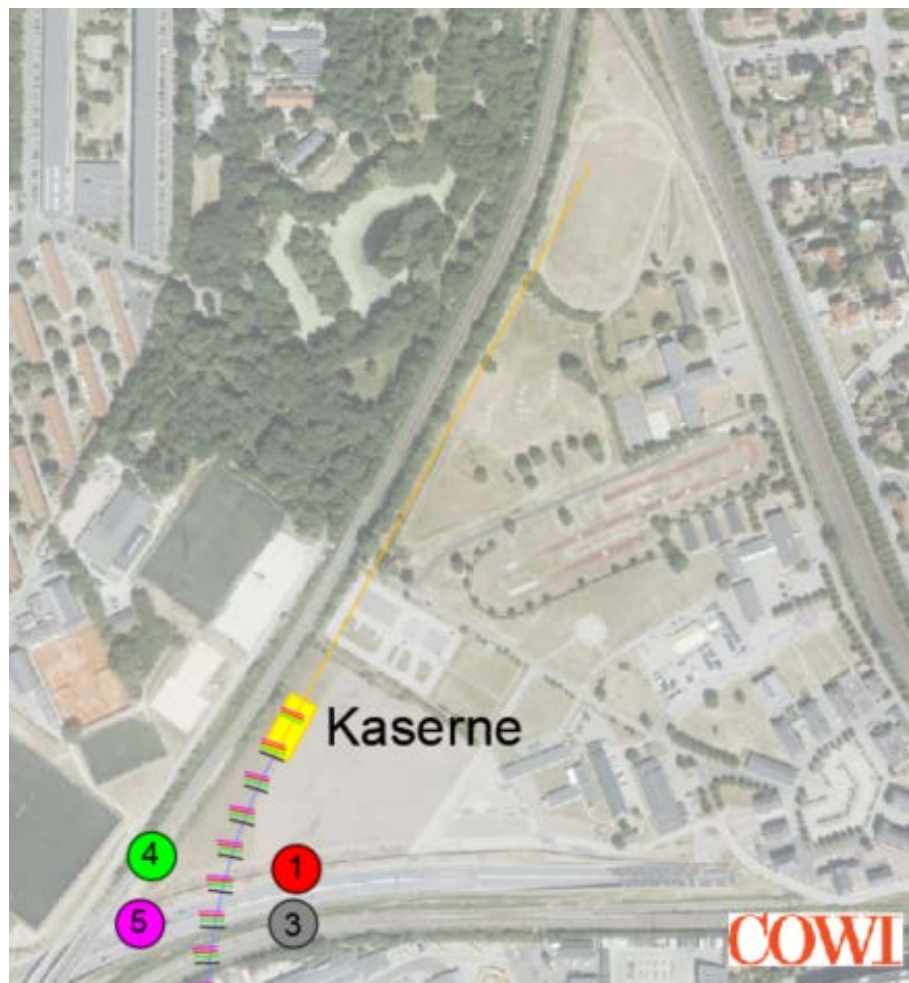


#### 4.2.5 v/ Svanemøllen Kaserne (Scenarie 1, 3, 4, 5)

En mulig nedkørsel i nord ville være langs ringbanens sving mod vest som ligger syd for Hellerup Station.

Der arbejdes med et projekt til en skakt til den kommende Svanemøllen Skybrudstunnel i den nordlige ende af kaserne, hvormed dette projekt muligvis kan komme i konflikt. Fra skakten vil der tilgå 2 tunneler med skybrudsvand fra vest, som samles og løber videre i én samlet tunnel mod øst.

Denne nedkørsel vil servicere S-tog mod Hillerød og Klampenborg (og evt. videre mod Helsingør).



Figur 4-5 Nedkørsel ved Svanemøllen (rampelængde kun vist skematisk)

#### 4.2.6 v/ Lersøstien (Variant v1)

En nedkørsel vil kunne etableres inden Farumbanen krydser Lersø Park Allé.

Den vil kræve inddragelse af et antal kolonihaver og muligvis også en erhvervsbygning for enden af Klædemålet. Der er ikke p.t. foretaget en egentlig vurdering af nødvendigt areal (under anlæg og permanent) i området.

Denne nedkørsel vil servicere S-tog mod Farum.



Figur 4-6 Nedkørsel ved Lersøstien (rampelængde kun vist skematisk)

### 4.3 Stationer / forgreningskamre

I det følgende gennemgås lokationerne, hvor der kan anlægges stationer og/eller forgreningskamre.

En typisk stationsboks vil have ydre mål på: 150 m længde og 26 m bredde.

#### 4.3.1 Danshøj

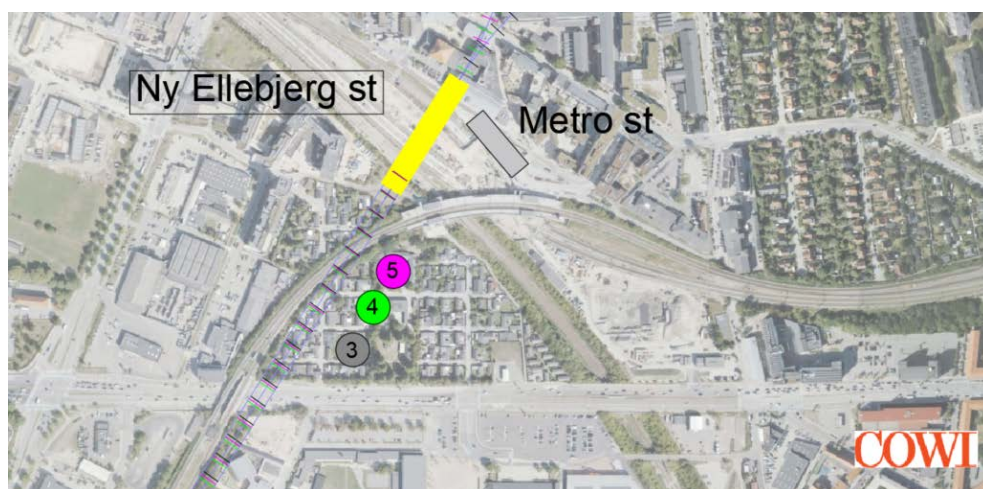
Ved Danshøj vil overgangen til boret tunnel (TBM) kunne ske vest for Danshøj station på Ringbanen. Optimalt vil det kunne ske øst for stationen, hvis dette område vurderes at kunne være til rådighed for projektet, og det vurderes driftsmæssigt muligt at lave en overfladenær station. Dette vil formentlig kræve en afbrydelse af Ringbanen i kortere perioder.



Figur 4-7 Danshøj station (rampelængde kun vist skematisk)

### 4.3.2 Ny Ellebjerg

En station under Ny Ellebjerg kræver sandsynligvis en dyb kavernestation i kalkformationen. Metro til Sydhavnen er anlagt som Cut & Cover station i den nordlige del af banearialet og er forberedt for forlængelse mod Hvidovre / Frederiksberg. Det vurderes ikke omstigningsmæssigt interessant at lægge tunnelen længere mod syd-øst, idet den vil skulle i endnu større dybde pga. Metro tunnelen mod Mozarts plads.



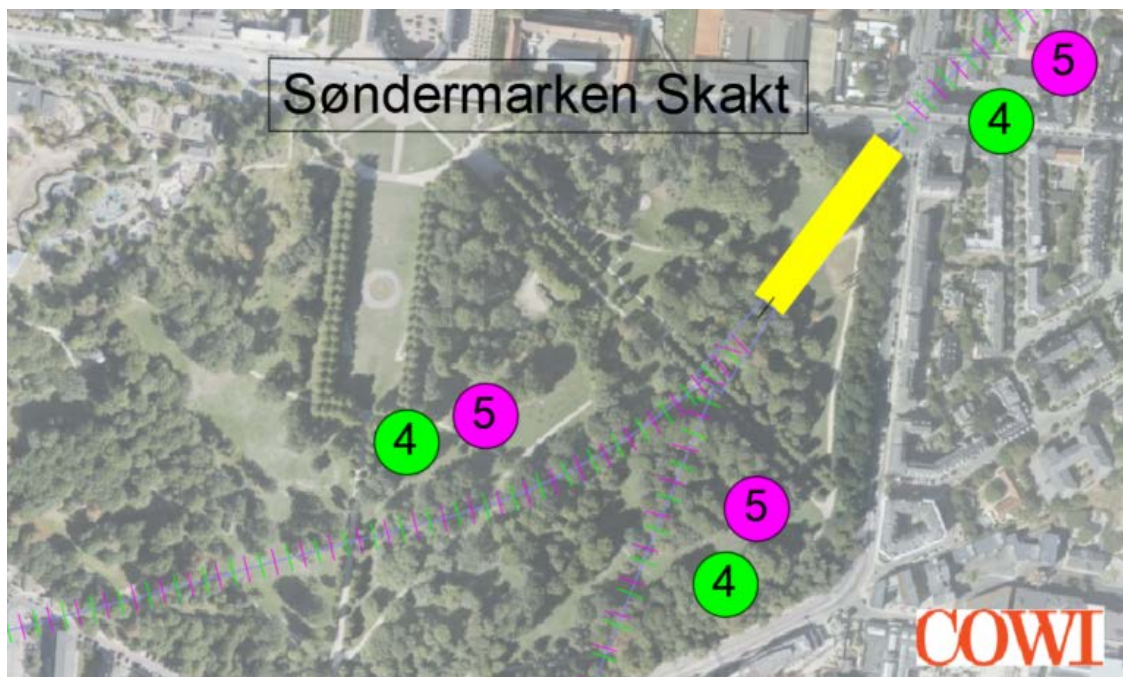
Figur 4-8 Ny station ved Ny Ellebjerg (Metrostation kun vist skematisk)

### 4.3.3 Søndermarken

Under Søndermarkens nordøstlige hjørne kunne anlægges enten 2 forgreningskamre med skakt eller en station med tilhørende forgreningskamre.

I nærværende overordnede analyse er begge løsninger estimeret. Vi har p.t. ikke vurderet om et midlertidigt eller permanent indgreb i Søndermarken vil være acceptabelt.

Skakten ved Søndermarken vil fungere som evakuerings-skakt, som er påkrævet på grund af afstand til nabostationerne i de relevante scenarier.



Figur 4-9 Skakt og forgreningskammer ved Søndermarken (kun vist skematisk)

#### 4.3.4 Enghave Plads

Under Enghave plads umiddelbart øst for Enghavevej kunne anlægges enten 2 forgreningskamre med skakt eller en station med tilhørende forgreningskamre.

Hvis man vælger at etablere en station, kunne denne med fordel forbindes med stationen for Metro Cityring.

I nærværende analyse er alene en skakt med 2 forgreningskamre vurderet. Disse vil sandsynligvis skulle passere under Metroens linjeføring.

Skakten på Enghave Plads vil fungere som evakueringsskakt, som er påkrævet på grund af afstand til nabostationerne i de relevante scenarier.



Figur 4-10 Skakt og forgreningskammer ved Enghave Plads (kun vist skematisk)

#### 4.3.5 Forum

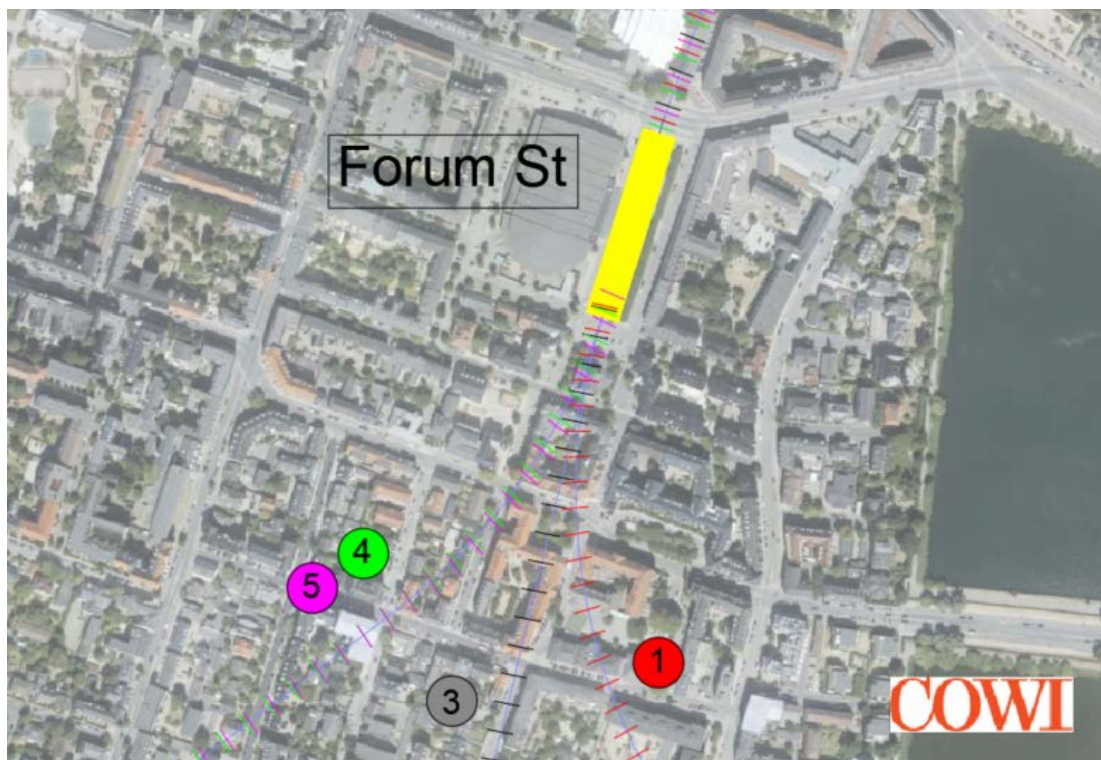
Ved Forum station vil en stationsboks på 150 m x 26 m fylde stort set hele pladsen øst for Forum Arena.

Nord for Arenaen ligger Forum metrostation for M1/M2 med tilsluttende tunnelrør i østlig retning, som en Eksprestunnel skal passere over eller under.

Den seneste analyse fra Metroselskabet af en mulig M5 Vest linje påtænker at anvende samme areal, som vi ser på her.

Et interessant perspektiv i tilfælde af at både M5 Vest og Eksprestunnelen anlægges ville være at kombinere de to stationer. De kan ikke være med 4 spor i et plan, men må anlægges i to sporplan.

I tilfælde af at man kombinerer de to stationer, ville en brugervenlig konfiguration være, at man havde et enkelt skift på den anden side af perronen fra S-tog til Metro i den retning, der måtte findes mest relevant i trafikanalyserne.



Figur 4-11 Station ved Forum (Metrostation ikke vist)

#### 4.3.6 Rigshospitalet

Nord-øst for hjørnet af Tagensvej og Nørre allé kunne der placeres en station. Syd for vil tunnelen passere under Panuminstituttet. Dybden, der kræves for dette, bør analyseres nærmere. Det er p.t. ikke undersøgt, hvordan disse bygninger er funderet eller hvor dybe deres kældere er.

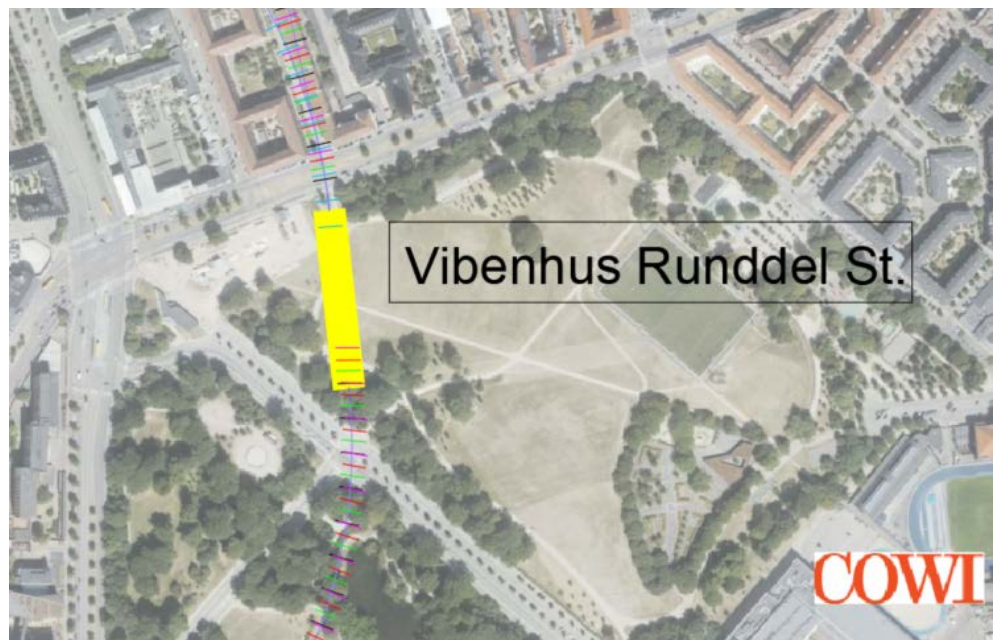


Figur 4-12 Ny station ved Rigshospitalet

### 4.3.7 Vibehus Runddel

Ved Vibehus Runddel kan der etableres en station øst for Øster Allé og øst om Metrostationen. I tilfælde af at der skal etableres en afgrening mod Farum banen, vil denne afgrening muligvis kræve, at stationen flyttes yderligere mod syd for at skabe tilstrækkelig plads til station og afgreningskammer inden passage af Jagtvej. Alternativt kunne stationen etableres med 4 spor og sporskifter syd for stationen. Dette vil være en fordyrelse af stationen, men omskiftning til Metro og kapacitet ville blive forbedret.

I nærværende analyse er alene en 2 spors station prissat.



Figur 4-13 Ny station ved Vibehus Runddel (Metrostation ikke vist)

## 5 Projekt usikkerheder

Dette notat er udarbejdet på et meget tidligt projektstadium. I sagens natur er der et større antal ubekendte som ikke har kunne kvantificeres i denne analyse.

I det følgende er opsummeret de usikkerheder som beregning af anlægsoverslaget indeholder.

### 5.1 Arealinddragelse og anlægsproces.

Der er ikke lavet en egentlig arealdisposition, hverken for anlægsfasen eller driftsfasen. Der er heller ikke lavet et budget for arealerhvervelse og ekspropriation.

Etableringen af de anlægstekniske løsninger er afhængig af, at de foreslåede arealer kan stilles til rådighed. Det overlades til DSB og Banedanmark i eventuelt kommende arbejde at vurdere dette.

Der kan således være løsninger, der efter nøjere analyser af DSB og Banedanmark ikke vurderes forenelige med krav til drift under anlæg. Igen overlades dette til DSB og Banedanmark at vurdere ulemper i relation til de fordele det endelige projekt vil medføre.

## 5.2 Fritrumsprofil

I sagens natur kender vi ikke den næste generation S-tog. Analysen her er derfor baseret hvad der kunne være et realistisk profil optimeret til tunneldrift.

### 5.2.1 Nødfortove

Der er antaget 800mm nødfortov. Der kan muligvis opstå et krav om øget bredde op til 1000mm.

### 5.2.2 Sporafstand

Der er anvendt en sporafstand på 3800 mm svarende til nyt materiel, hvor Banedanmarks nuværende norm foreskriver 4150 mm.

## 5.3 Ramper

Ramper kan enten anlægges med "fødder" til opdriftssikring eller med opdriftsankre. Her er antaget fødder, som kræver mere plads under anlæg. En alternativ opdriftssikring kunne etableres med permanente opdriftsankre, hvilket typisk kræver dispensation. Det er derfor ikke forudsat anvendt her.

## 5.4 Udarbejdelse af anlægsoverslag

Anlægsoverslaget er baseret på et skrivebordsstudie af løsningsrum baseret på COWIs kendskab til anlægsarbejder i København og Københavns undergrund. Der er ikke lavet et studie af f.eks. geotekniske forhold, hvor specielt niveauet af kalkoversiden vil påvirke anlægsøkonomien.

Det er valgt at betragte nogle gennemsnitlige niveauer repræsentativt for København, og der kan efterfølgende vise sig at være variationer fra den ene ende af Eksprestunnelen til den anden.

## 6 Anlægsoverslag

### 6.1 Baggrund

Anlægsoverslaget er etableret på baggrund af COWIs erfaring fra andre store tunnel projekter i København og Nord Europa.

Anlægsoverslaget er udarbejdet efter forskrifterne i [1].

Følgende elementer er medtaget:



- > Anlægskonstruktioner, herunder
  - > Materialer (beton, armering, stål, grus)
  - > Arbejdspladser
  - > Arbejdskraft
  
- > Forpladser oven på stationer og retablering af områder omkring byggegruber.

Følgende elementer er ikke medtaget:

- > Forbindelsestunneler til nærtliggende Metrostationer.

Følgende tillæg er medtaget:

- > Grundvandshåndtering
- > Forklassificering af jord ved ramper og Cut & Cover,
- > Bygherreomkostninger i form af PTA (Projektering, Tilsyn og Administration)
- > Korrektionstillæg på 50% jf. "Ny anlægsbudgettering".

Følgende tillæg er ikke medtaget:

- > Forklassificering af jord udgravet fra TBM (dette kræves sædvanligvis kun ved kendt eller forventet forurening)
- > Arealerhvervelse og ledningsomlægninger
- > Trafikomlægninger vej
- > Trafikomlægninger bane, herunder sporomlægninger og ændret drift under anlæg
- > Bane, elektrificering, signaler og tele (BEST)

## 6.2 Resultat

I *Figur 14* er sammenfattet COWIs meget overordnede analyse af anlægsoverslag for de 4 hovedscenarier (1, 3, 4, 5) samt variation v1. Variation v1 kan kombineres med alle de 4 hovedscenarier.

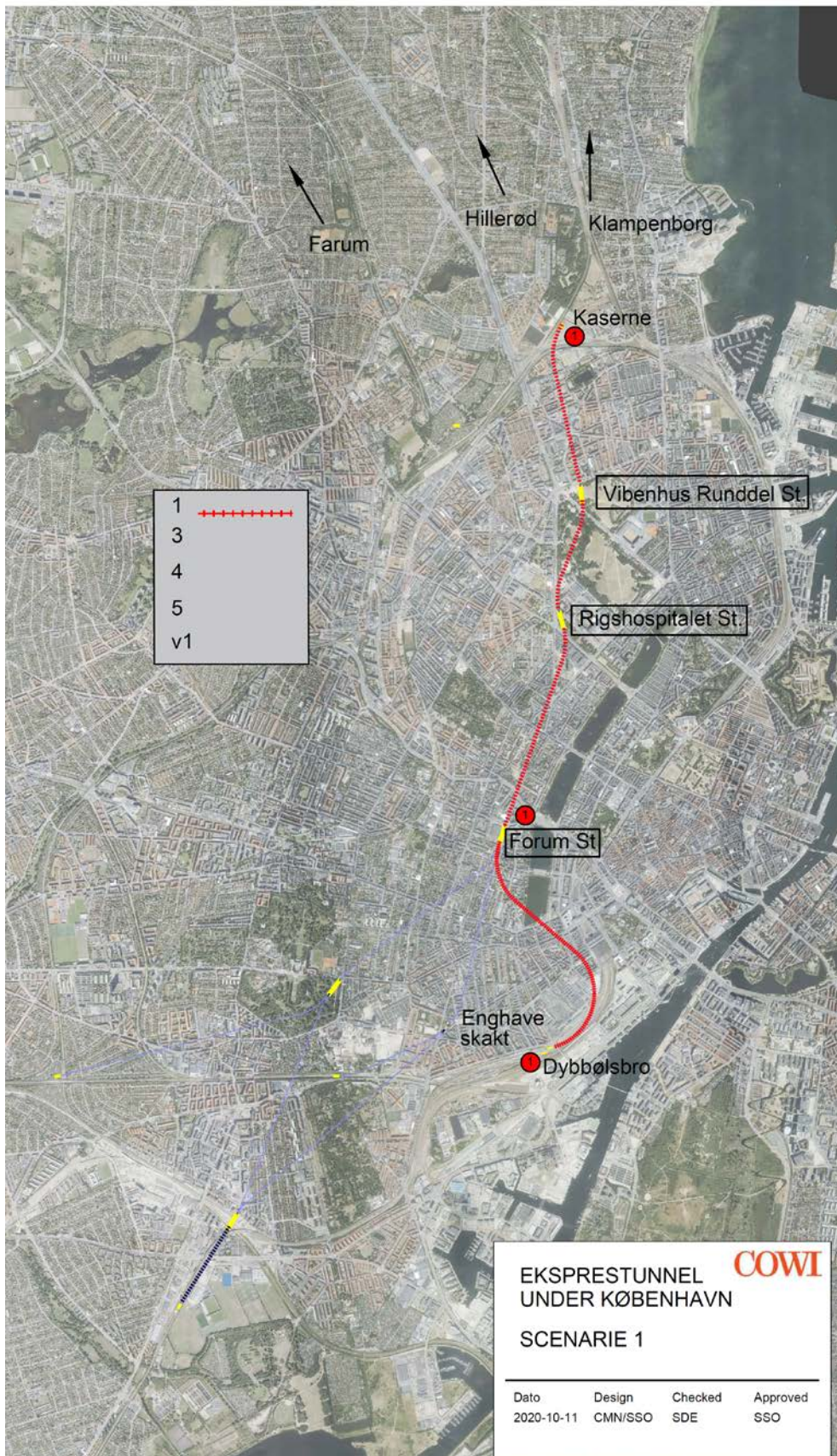
Figur 6-1 Groft anlægsoverslag for de analyserede scenarier

Scenarie	Reference	Ramper syd		Stationer		Skakte		Ramper nord		Kommentarer	Samlet tunnel længde km	Samlet anlægsoverslag ekskl. Arealhvervelse, baneomlægninger og BEST [mia. kr. 2020K2]
		Placering	Servicerer	Placering	Servicerer	Placering	Servicerer	Placering	Servicerer			
1		Vest for Dybbølsbro	Fr Kø HT	Forum Røgshospitalet Vibehus runddel	Alle			Kassernen	Hi Kl		7.0	11.0
3		Nord for Åmarken	Kø	Ny Ellebjerg	Kø	Enghave Plads	Alle	Kassernen	Hi Kl		10.8	17.0
		Øst for Valby	Fr HT	Forum Røgshospitalet Vibehus runddel	Alle							
4		Nord for Åmarken	Kø	Ny Ellebjerg	Kø	Søndermarken	Alle	Kassernen	Hi Kl		12.1	19.5
		Vest for Danshøj	HT	Danshøj	HT							
5		Nord for Åmarken	Kø	Ny Ellebjerg	Kø			Kassernen	Hi Kl		12.2	20.5
		Vest for Danshøj	HT	Danshøj	HT							
				Søndermarken Forum Røgshospitalet Vibehus runddel	Alle							
v1	1,2,3,4,5	-	-	Vibehus runddel	Alle	Vibehus runddel	Alle	Lersøstien	Fa	Vibehus rundel station inkl. forgrening	2.0	3.0

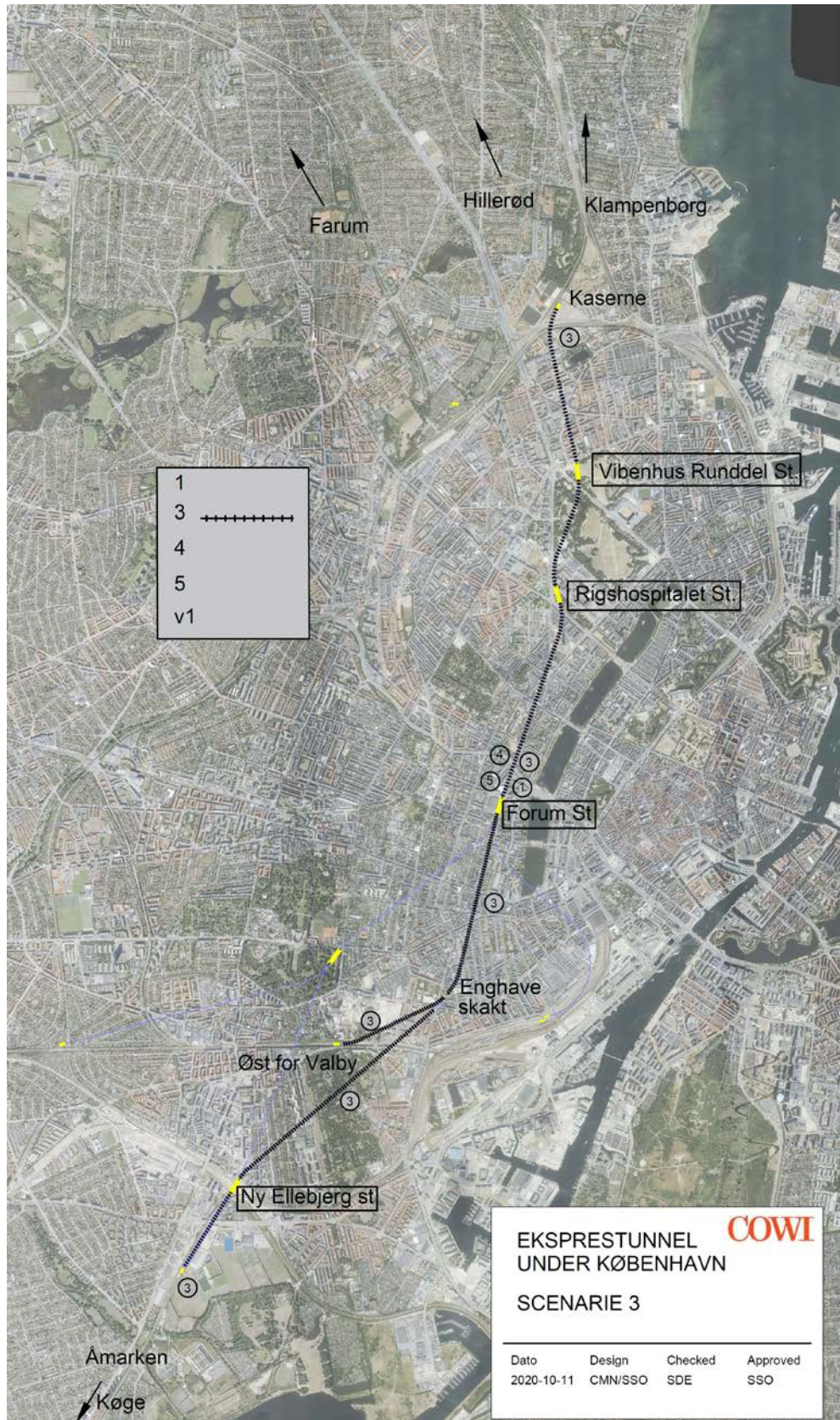
## 7 Referencer

- [1]. *Ny anlægsoverslag på Transportministeriets område, herunder om økonomistyringsmodel og risikohåndtering for anlægsprojekter*. nr. 010-76 20 oktober 2010, Center for Økonomi og HR, Transportministeriet

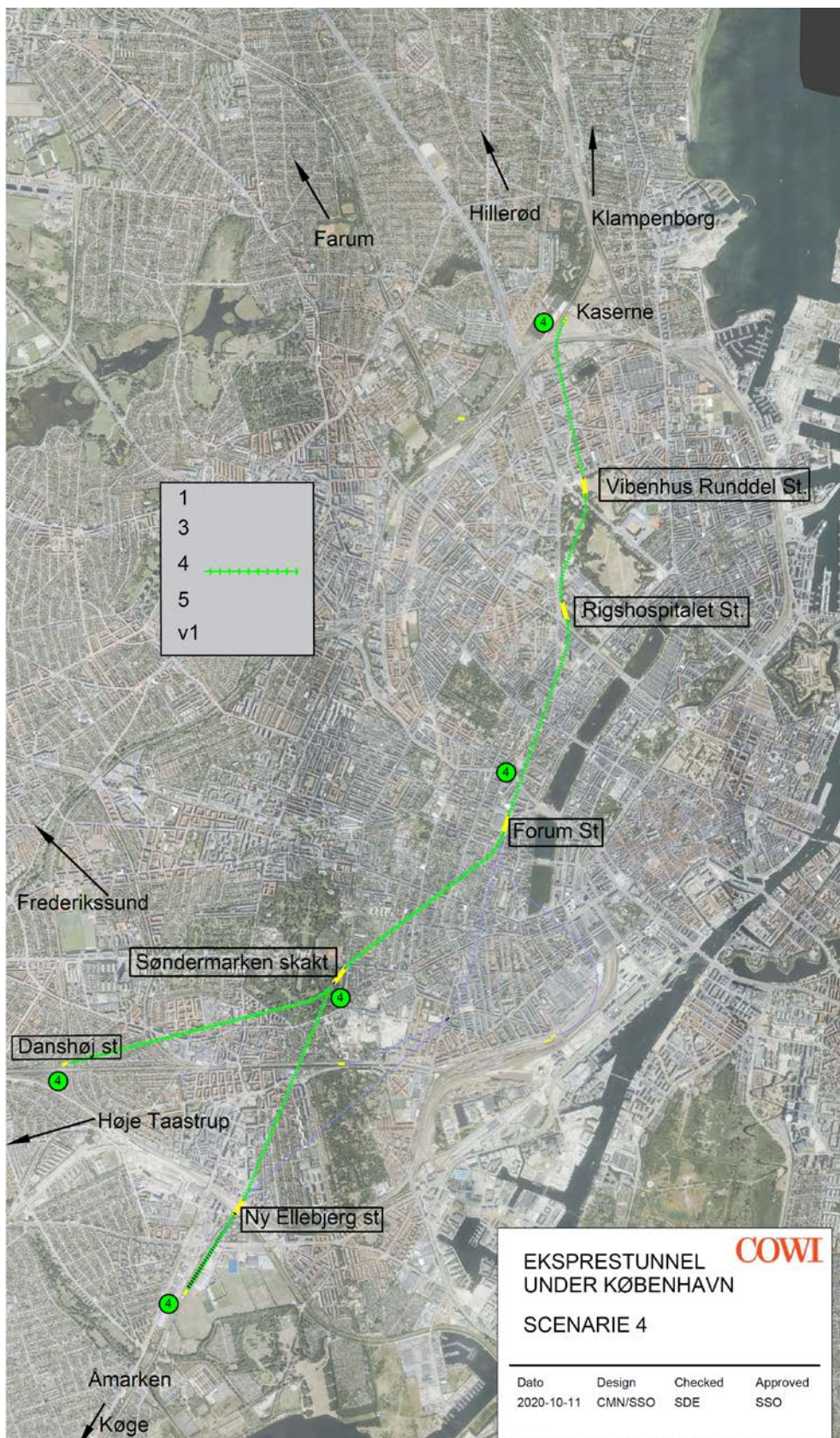
# 8 Appendix



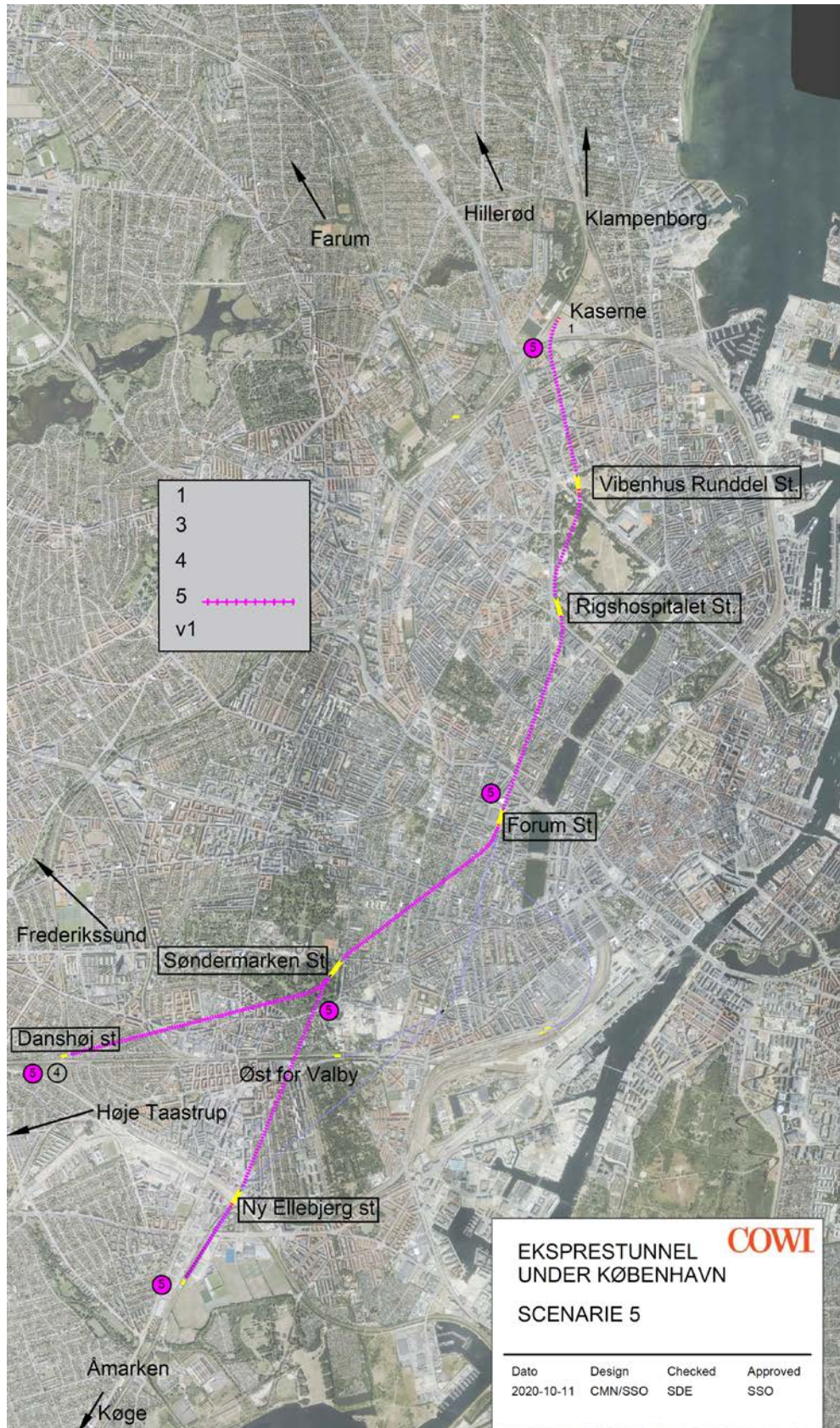
Figur 8-1 Scenarie 1



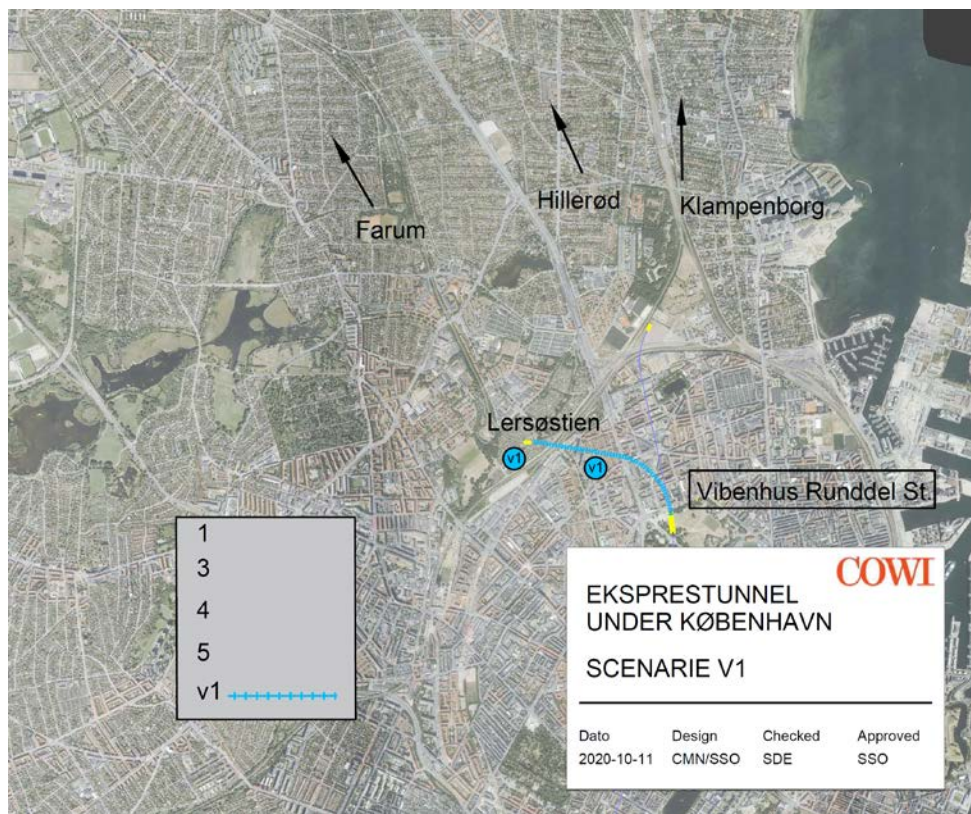
Figur 8-2 Scenarie 3



Figur 8-3 Scenarie 4



Figur 8-4 Scenarie 5



Figur 8-5 Scenarie V1