

## Notat

### Kattegatforbindelsen Priser for cut & cover-tunnel

---

#### 1. Indledning

Nærværende notat har til formål at komme med et overordnet estimat af prisen på at etablere cut & cover tunnel eller overdækning anlagt som en del af landanlæggene enten i det åbne land eller omkring bebyggede områder, baseret på erfaringer fra andre danske cut & cover tunnel-projekter.

Det er som udgangspunkt ikke forventningen, at der skal etableres cut & cover-tunnel som en del af Kattegatforbindelsen ud over ved ilandføring af en sænketunnel eller boret tunnel, som forbindelse fra den undersøiske del af tunnelen frem til tunnelportalen.

Det kan imidlertid ikke udelukkes, at der kan opstå ønske om at overdække lokale strækninger af en Kattegatforbindelse, for at minimere støjgener og barrierevirkning, hvor forbindelsen passerer tæt forbi tæt bebygget område, som det eksempelvis er sket ved Silkeborgmotorvejen og ved Tårnbyoverdækningen på Øresundsmotorvejen. Det er prissætningen af denne type cut & cover-tunneler/overdækninger som dette notat giver en vurdering af.

Det er relativt sjældent, at der i Danmark bygges denne type tunnelkonstruktioner og der er derfor ikke mange referenceprojekter, som dette estimat kan bygges på. Hertil kommer at de referenceprojekter der er fundet, varierer både i længde og bredde, er konstruktivt forskellige og alle er bygget i bynær bebyggelse, hvilket har sat begrænsninger eller kompliceret udførelsen i forhold til valg af udførelsesmetoder, arbejdspladsareal, trafikafvikling under udførelse, hensyntagen til nærliggende eksisterende infrastruktur eller bygninger, m.v.

Forskelligheden i både referenceprojekterne og i de mulige anvendelsesscenarier for cut & cover-tunneler i forbindelse med en Kattegatforbindelse betyder, at prisestimatet i nærværende notat er forbundet med betydelig usikkerhed og derfor bør betragtes som et indikativt prisniveau for denne type tunnelkonstruktion.

Alle priser i notatet er angivet i prisniveau 2020-K3.

#### 2. Referenceprojekter

Der er i forbindelse med nærværende analyse identificeret 4 danske referenceprojekter udført inden for de seneste 25 år, hvortil det har været muligt at tilvejebringe overordnede tekniske oplysninger om konstruktionen og dens geometri, udførelsesmetode, m.v., samt oplysninger om anlægsomkostninger.

Ud over de 4 udførte referenceprojekter anvendes også referencepriser fra anlægsoverslag fra Femernforbindelsen's portal og cut & cover-strækninger som referencepriser.

### 2.1. Silkeborgtunnelen

Silkeborgtunnelen blev opført i perioden 2013-2016, som en del af Silkeborgmotorvejsprojektet. Tunnelen er beliggende i den østlige del af Silkeborg omkring Gødvad og er 326m lang, hvoraf de østligste 26m udgør overføring af Søholt Parkvej.

Tunnelen er ca. 40,5m bred og har 2x2 kørespor, samt nødspor i begge retninger. Den er udført med spunsvægge, midtervæg i beton og dæk i beton og er indrettet med overvågning og M&E-installationer i henhold til tunnelsikkerhedsdirektivet.

Silkeborgtunnelen blev udført som en del af en totalentreprise, som også indeholdt vejarbejde og øvrige broer og anlægsoverslaget for cut & cover-tunnelen er derfor beregnet ud fra entreprisensummen og tunnelens forholdsmæssige andel heraf baseret på bygherreoverslaget.

Baseret på priser fra Silkeborgtunnelen med dens tværsnitsgeometri er prisen for 1 km cut & cover-tunnel beregnet til ca. 1,2 mia. kr. inkl. PTA og reserver (prisniveau 2020).



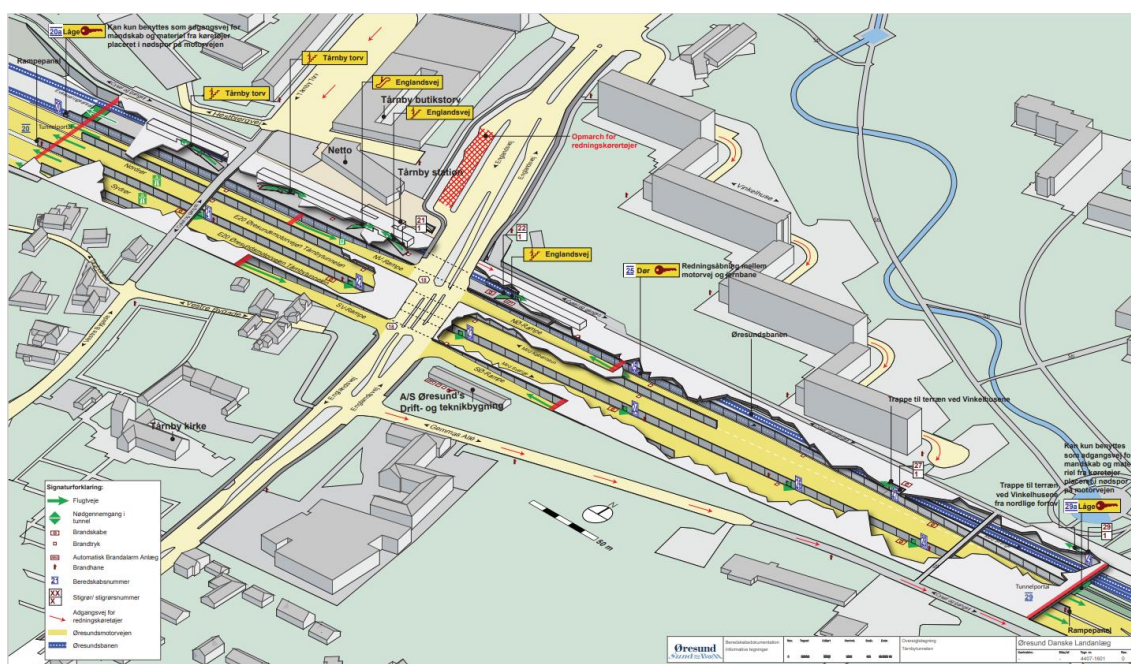
Figur 1: Foto af Silkeborgtunnelen (Foto: Vejdirektoratet)

### 2.2. Tårnbyoverdækningen

Tårnbyoverdækningen er en del af Øresund Landanlæg og blev opført i midten af 1990'erne. Konstruktionen er en 700m lang tunneloverdækning uden bund og i varierende bredde. Tunnelstrækningen indeholdende motorvej med adskillende væg i midterrabatten. Motorvejen har i dag 2 vognbaner i begge retninger, samt nødspor, men tunnelen er forberedt for en udvidelse af motorvejen og har derfor tilstrækkelig indvendig bredde, til at motorvejen kan udvides til 3 spor og nødspor i hver retning. Hertil kommer at overdækningen indeholder rampeanlæg til den overførte Englandsvej. Desuden indeholder overdækningen 2 jernbanespor med en perron beliggende i den vestlige ende.

Grundet rampeanlæg, perronø og overførte veje er tunnelens tværsnitsgeometri varierende i hele tunnelens længde, samtidig er opførelse sket tæt på naboejendomme ligesom overførte vej og øvrige de lokale veje skulle holdes i drift i hele anlægsperioden.

Baseret på priser fra Tårnbyoverdækningen med dens tværsnitsgeometri er prisen for 1 km cut & cover-tunnel beregnet til ca. 2,15 mia. kr. inkl. PTA og reserver (prisniveau 2020).



Figur 2: Oversigt over Tårnbyoverdækningen (Figur: Sund & Bælt)

### 2.3. Nordhavnsvejstunnelen

Nordhavnsvejstunnelen er opført i perioden 2014-2017, med Københavns Kommune som byggherre.

Tunnelen er beliggende i det nordlige København og forbinder Helsingørmotorvejen med Kalkbrænderrihavnsvej og passerer under Svanemølle Kasserne og under både S-bane- og Kystbanesporene mellem Svanemølle Station og Hellerup Station.

Tunnelen er ca. 700m lang og ca. 20m bred og har 2 kørespor uden i begge retninger. I tunnelens østlige ende er der etableret afgrening til frakørsler, hvorfor tunnelens tværsnitsgeometri ændrer sig.

Den er udført med ydervægge og midtervæg, samt bund og dæk i beton og er indrettet med overvågning og M&E-installationer i henhold til tunnelsikkerhedsdirektivet.

Tunnelen er relativt dybtliggende på en væsentlig del af strækningen, fordi den passerer under jernbanespor, som ligger i udgravning, da disse føres under Østerbrogade og adgangsvej til Kasserneområdet tæt ved, hvorfor projektet indeholdt omfattende byggegrubeindfatning. Endvidere indeholdt projektet midlertidige brokonstruktioner til jernbanespor grundet krav om oprettholdelse af jernbanedriften under anlæg af tunnelen.

Baseret på de oplyste tilbudspriser fra entreprisekontrakten korrigeret for arbejder som ikke vurderes at være relevante i næsværende analyse er prisen for 1 km cut & cover-tunnel beregnet til ca. 2,0 mia. kr. inkl. PTA og reserver (prisniveau 2020).



Figur 3: Nordhavnsvejstunnelen (Foto: Københavns Kommune).

#### **2.4. København-Ringsted – TP4**

I perioden 2010-2018 anlagde Banedanmark den dobbeltsporede højhastighedsjernbane København-Ringsted som bl.a. indeholdt entreprisen TP4, Urban tunnels. Entreprisen omfattede størstedelen af den bymæssige jernbanestrækning i København og indeholdt bl.a. to tunnelstrækninger, Kulbanetunnellen på 700 m og Hvidovrevejstunnellen på 570 m.

Byggeriet af begge tunneler foregik i tæt bymæssig bebyggelse og i nærheden af trafikerede vejanlæg, hvilket stillede store krav til såvel design og anlægsteknik og -logistik. Konstruktivt er de 2 tunneler forskellige, idet Kulbanetunnellen er bygget med spunsvægge og præfabrikerede beton-topplader, mens Hvidovrevejstunnelen er bygget med sekantpæle som understøtning til de præfabrikerede topplader.





Figur 4: TP4, Kulbanetunnelen (Foto: COWI, SSO).

## 2.5. Femernforbindelsen

Femernforbindelsen er en ca. 18km lang sænketunnel mellem Rødbyhavn i Danmark og Puttgarden i Tyskland, som gik i anlægsfase i 2021 og forventes åbnet i 2029. Ved ilandføring af sænketunnelen i begge ender opføres portal- or rampekonstruktioner, som indeholder korte strækninger af dyb cut & covertunnel af ca. 500m, som forbinder sænketunnelen, med selve tunnelportalen.

Kontrakten for portal og ramper er tildelt i en samlet totalentreprise for både dansk og tysk side og omfatter ud over den vandtætte cut & covertunnelkonstruktion også en portalkonstruktion med teknikrum og rampekonstruktioner. Cut & Covertunnelens andel af den samlede pris er på denne baggrund skønsmæssigt vurderet til i størrelsesordenen 1,2-1,3 mia. kr. pr. km.



Figur 5: Femerntunnelen (Illustration: Femern A/S).

### 3. Enhedspriser for Cut and cover-tunnel på Kattegatforbindelsen

Som nævnt i indledningen er formålet med dette notat at give en vurdering anlægsprisen på cut & cover-tunnel udført som en del af landanlægget for en Kattegatforbindelse.

Der vil være en række anlægstekniske og geometriske faktorer som har væsentlig indflydelse på prisen af en cut & cover-tunnel eller overdækning, hvorfor en anlægspris på det nuværende stadie vil være forbundet med meget stor usikkerhed. Disse faktorer er eksempelvis:

- Udføres konstruktionen som tunnel med bund, eller som overdækning uden bund.
- Byggepladsforhold og hensyn til omgivelser og trafik
- Geotekniske- og grundvandsforhold
- Materialevalg af vægge (spuns, sekantpæle eller støbte betonvægge)
- M&E (Mekaniske og Elektriske installationer), trafikinformation og overvågning m.m.
- Omfang (prisoptimering ved skallering af projektet)

Hertil kommer, at der vil kunne overvejes at foretage designoptimeringer med henblik på nedbringelse af prisen som vil kunne have nogle landskabsmæssige konsekvenser. Det kunne eksempelvis være en delvis nedgravning, hvor kun den nedre halvdel af tunnelen ligger under terræn, og hvor den bortgravede jord fra tunneltracéet benyttes til at dække den øvre halvdel af tunnelen. Denne løsning vil minimere jordarbejdet, ligesom håndtering af grundvand kan blive nemmere, men den overdækkede tunnel vil åbenlyst have en landskabelig konsekvens.

Som det fremgår af førnævnte overordnede beskrivelse af referenceprojekterne, er disse relativt forskellige, både i forhold til konstruktive og geometriske forhold og i conditionerne under hvilke projekterne blev udført.

Fælles for projekterne er dog, at de alle er forholdsvis korte tunnelstrækninger (300-700m) og at de alle er udført i tæt bebygget område, hvilket på forskellig vis har tilført betydelig kompleksitet i projekterne, som naturligt afspejler sig i priserne.

Hertil kommer at flere af tunnelerne uensartet tværsnitsprofil, eksempelvis som følge af rampe-anlæg for tilslutning, ligesom af tunnelernes længdeprofil er tilpasset lokale forhold omkring skærende veje/jernbaner, hvilket er med til at drive prisen i vejret.

Som nævnt indledningsvist er formålet med dette notat, at komme med et overordnet estimat af prisen på at etablere cut & cover tunnel eller overdækning anlagt som en del af landanlæggene for en Kattegatforbindelse enten i det åbne land eller omkring bebyggede områder.

Da linjeføringen for forbindelsen af hensyn påvirkning af naboer og lokalområder må formodes lagt med nogen afstand til bymæssig bebyggelse vil et projekt for en cut & covertunnel eller overdækning have betydelig mindre kompleksitet end referenceprojekterne i forhold til design, anlægsteknik og anlægslogistik, ligesom det må formodes at projektet generelt vil kunne optimeres i forhold til at opnå en jordbalance, som vil holde prisen på jordarbejde nede.

Dette til trods vil der fortsat være en række forhold, som nævnt først i dette afsnit, som på dette stadie ikke kan fastlægges, men som vil have væsentlig indflydelse på prisen for en tunnel eller overdækning, hvorfor vurderingen af en pris på disse konstruktioner kun kan gives som et interval.

På denne baggrund er det vurderingen af en cut & cover-tunnel eller en overdækning i forbindelse med Kattegatforbindelsen, som sammenlignet med referenceprojekterne må betragtes som udført i det åbne land med god afstand til bymæssig bebyggelse kan udføres for:

- Cut & cover-tunnel/overdækning for kombineret vej og bane forbindelse: 1,0-1,5 mia. kr./km
- Cut & cover-tunnel/overdækning for kombineret ren vejforbindelse: 0,75-1,25 mia. kr./km