

Rapport

# FAST FÖRBINDELSE MELLAN HELSINGBORG OCH HELSINGÖR

Fördjupad studie



---

Ett samarbete mellan:

---

Dokumenttitel: Fast forbindelse mellem Helsingborg och Helsingör, fördjupad studie

Författare: Karsten Fick, projektleder, NIRAS

Dokumentdatum: 2020-10-25

Version: 1.0

Kontaktperson:

Henrik Sylvan, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen

Andreas Hult, Trafikverket

Projektet er støttet af Interreg Øresund-Kattegat-Skagerrak programmet 2020.

# Indhold

1. BAGGRUND.....	4
2. KONKLUSION.....	4
3. TUNNELANLÆG.....	5
3.1. Generelt om tunnel på en HH-forbindelse.....	5
3.2. Sorgenfrei-Tornquist Zonen.....	5
4. BASISLØSNINGEN.....	5
4.1. Generelt om tunnelarbejdsplads.....	6
4.2. Arbejdsplads til både tunnel og station i Helsingør.....	6
4.3. Rampe mod Snekkersten.....	10
4.4. Vurdering af skift mellem højre- og venstrekørsel.....	11
4.5. Möbius-tunnel.....	11
4.6. Mulig fly-over syd for Snekkersten.....	14
5. ENKELTSPORET TUNNEL.....	15
5.1. Enkeltsporet eller dobbeltsporet tunnel.....	15
5.2. Flugt- og redningsveje for enkeltsporet tunnel.....	16
5.3. Kapacitet af enkeltsporet tunnel.....	17
5.4. Fall-Back og vedligehold.....	19
6. KORTERE TUNNEL.....	20
6.1. Tunnel med munding i Maria.....	20
6.2. Tunnelboring fra Stubbedamsvej til Maria.....	22
7. ANLÆGSARBEJDER.....	23
7.1. Vurdering af omfang af ekspropriationer.....	23
7.2. Vurdering af anlægspris.....	24
8. TRAFIK.....	26
8.1. Sammenligning af de to driftsoplæg for trafikering.....	26
8.2. Banedrift.....	27
8.3. Færgedrift.....	27
8.4. Anden trafik.....	28
9. ALTERNATIV LØSNING.....	28
REFERENSER, BILAGOR.....	30

# 1. Baggrund

Denne analyse baserer sig på et arbejde gennemført af WSP, som har resulteret i dokumentet "Fast förbindelse mellan Helsingborg och Helsingør; Teknisk Utredning; Förhandskopia" dateret 15. oktober 2019.

Supplerende er udleveret et antal bilag til denne rapport, samt andet baggrundsmateriale. Den modtagne dokumentation er oplistet i Appendix 1.

Basis for opgaven er opgavebeskrivelsen indeholdt i dokumentet "Strategisk analyse af en fast HH-forbindelse, Vejdirektoratet" dateret 9. januar 2020. Den aktuelle opgave dækker kun jernbaneforbindelsen.

Supplerende blev der på informationsmødet den 20. januar rejst nogle supplerende spørgsmål, som er indarbejdet i nærværende analyse.

# 2. Konklusion

Ud fra det arbejde, der er gennemført, vurderes basisløsningen at være bygbar.

Man skal være opmærksom på det væsentlige indgreb i lokalområdet ved Stubbedamsvej i Helsingør og tildels også ved opmarcharealerne på havneområdet og på sporterrænet, som bliver konsekvenserne af byggearbejdet i forbindelse med etablering af en jernbanetunnel mellem Helsingør og Helsingborg. Arbejdet må forventes at afbryde banetrafikken mellem Helsingør og Snekkersten i mindst 3 år, sandsynligvis op mod 4 år.

Der er i nærværende studie set på varianter af basisløsningen for en fast forbindelse. Disse løsninger reducerer ikke umiddelbart de nævnte konsekvenser af byggearbejdet på dansk side.

En variant af projektet, hvor den dobbeltsporede løsning erstattes med en enkeltsporet tunnel, giver alt andet lige et ringere trafikalt driftsoplæg, uden at der er identificeret besparelsesmuligheder af signifikans. Dette grundet i at den enkeltsporede tunnel vil kræve tiltag for at sikre flugt og redning, som medfører at en eventuel besparelse for en enkeltsporet løsning bliver begrænset.

En anden variant med en mere direkte linjeføring under Sundet kan afkorte længden af tunnelen fra kyst til kyst betragteligt. Løsningen betyder, at stationen i Helsingborg kommer til at ligge dybere, og når der inkluderes en tilkobling til det svenske banenet betyder det, at tunnelen frem til et punkt ved Maria Station nord for Helsingborg svarer til længden af basisløsningen Helsingør-Helsingborg C. En økonomisk sammenligning på tværs af varianter vil dermed involvere dele af andre potentielle projekter, herunder især det svenske projekt med at tunnellægge strækningen Helsingborg – Maria.

Derudover er konklusionen i denne rapport, at Møbius-konstruktionen i basisløsningen er et fordyrende element, der ikke synes behov for at integrere i tunnelboringen. Udfordringen med at skifte mellem trafik ad højre spor (i Danmark) og ad venstre spor (i Sverige) kan løses på andre og simple måder.

## 3. Tunnelanlæg

### 3.1. Generelt om tunnel på en HH-forbindelse

Det sejlbare farvand mellem Helsingør og Helsingborg er omkring 3½ km bredt.

Det er et af de mest trafikerede farvande i verden, når man sammenholder trafik med plads. Desuden er Øresund den sidste adgang til Østersøen uden højdebegrænsning for international skibstrafik. Dette vil i givet fald medføre krav om en meget væsentlig frihøjde for en eventuel bro.

Det længst kendte frie spænd for en jernbanebro er knapt 1.700 meter.

Dette kombineret med en vanddybde på omkring 35 meter medfører at etablering af en jernbanebro, hverken med frit spænd eller med en central pylon, er en umiddelbart realiserbar mulighed.

Det er svært at se, at en fast HH-forbindelse kan etableres på anden måde end med en tunnel.

### 3.2. Sorgenfrei-Tornquist Zonen

Sorgenfrei-Tornquist zonen er en forkastningszone, der forløber fra Sortehavet og ud i Nordsøen.

I Sverige forløber denne zone diagonalt gennem Skåne fra sydøst til nordvest. Ved Helsingborg befinder den vestlige kant af denne zone sig i Øresund, tæt på den svenske kyst. Det vil sige, at den sidste del af tunnelboringen mod Sverige vil forløbe gennem denne zone.

At kalde det en forkastningszone kan give forkerte associationer. Den er teknisk set kaldt en geologisk svaghedszone. Der har dog, også i nyere tid, været små jordskælv langs denne zone.

I forbindelse med tidligere undersøgelser af en HH-tunnel er der foretaget en del boringer i området, men ikke boringer i de linjeføringer der overvejes nu. Derfor er den præcise geologi for de betragtede linjeføringer ikke kendt.

På det foreliggende grundlag og med det aktuelle detaljeringsniveau vurderes det, at der ikke er behov for at medregne omkostninger til specielle tiltag til sikring af tunnelen i det område, hvor den befinder sig i Sorgenfrei-Tornquist Zonen. Det kan dog ikke udelukkes at dette kan blive aktuelt, når projektet bliver yderligere detaljeret, og der foreligger bedre geotekniske data.

Det må anbefales at der udføres supplerende boringer, der fastlægger de præcise geologiske forhold, når den endelige linjeføring for tunnelen er fastlagt.

## 4. Basisløsningen

Basisløsningen er beskrevet i WSP's rapport; Fast förbindelse mellan Helsingborg och Helsingør; Teknisk utredning, se annex 1.

Den her beskrevne undersøgelse har dels detaljeret en række forhold omkring basisløsningen, dels set på to alternative løsninger; en enkeltsporet version af basisløsningen, og en direkte linje, der forkorter tunnelen mest muligt.

#### 4.1. Generelt om tunnelarbejdsplads

Med placeringen af Helsingborg Station i den samlede trafikterminal Knutpunkten vil det være en stor udfordring at etablere et startkammer til tunnelboring i Helsingborg. Forholdene i Helsingør er bedre, men ikke meget.

Arbejdspladsen der skal fungere som basis for tunnelboringen, skal være ret omfattende. Der er behov for bufferlager af tunnelelementer. Der er behov for adskillige store tanke til slurry, både slurry der er klar til brug i boremaskinen, og brugt slurry, der skal oparbejdes til genbrug. Slurry er det medie, som opretholder trykket mod det man borer igennem, der "smører og køler" selve tænderne i borehovedet, og som transporterer det udgravede materiale væk fra boremaskinen. Der er behov for faciliteter, der adskiller slurry og muck. Der er behov for faciliteter til afskibning / bortkørsel af tunnelmuck, dvs. den substans der er bearbejdet ud af undergrunden, efter at slurry og muck er adskilt. Der er behov for faciliteter til at forberede grout, der anvendes til at stabilisere undergrunden, hvor man skal til at bore. Der skal være plads til en omfattende trafik med lastbiler, der kommer med forsyninger til arbejdet. Der skal placeres kontor- og medarbejderfaciliteter tæt på arbejdspladsen, for at sikre nemme adgangsveje for mandskabet i tunnelen såvel som den omfattende supportorganisation tæt på begivenhederne.

En basisarbejdsplads for tunnelboring er et omfattende anlæg med megen trafik og mange aktiviteter.

#### 4.2. Arbejdsplads til både tunnel og station i Helsingør

Der skal bores mellem Helsingør og Helsingborg. Men der skal også bores fra stationen i Helsingør og sydpå. Den nye station ligger i cirka 25 meter dybde. Da det nuværende spor mod syd fra den nuværende station stiger kraftigt, bliver tunnelen cirka en kilometer lang, da den både skal vinde den højde som den nye station ligger lavere end den nuværende, samt den stigning terrænet medgiver. Der skal bores så langt, at det er muligt at udføre resten af arbejdet mod Snekkersten som en dybtliggende rampemed plads til 2 spor, der på det sidste stykke grener sammen med de bestående to spor på Kystbanen.

I WSP's tekniske udredning er der forudsat en løsning, hvor der først skal bores fra arbejdspladsen ved Helsingør Station og mod Syd. Derefter tænkes de to boremaskiner skilt ad i en arbejdsplads et sted på strækningen mellem Helsingør og Snekkersten. De adskilte maskiner vil der dernæst være behov for at transportere tilbage til arbejdspladsen ved Helsingør Station for at kunne samles igen og bore mod Helsingborg.

Den plads, der er nødvendig for at modtage og demontere maskinerne, er af samme dimensioner og kompleksitet som hvis man anvender pladsen på strækningen som startkammer. Dette vil have den fordel, at man undgår at adskille boremaskinerne og samle dem igen.

Det vil stadig være arbejdspladsen ved stationen, der er den primære arbejdsplads, det vil sige at forsyninger, slurry, tunnelelementer og meget andet skal transporteres fra pladsen ved stationen til startkammeret. Det er imidlertid simplere end at skulle adskille maskinerne og samle dem igen. Den distance, der skal bores, er under en kilometer, så den logistisk kritiske fase, hvor borearbejdet skal forsynes fra basepladsen ved stationen via arbejdspladsen ved Stubbedamsvej, bliver forholdsvis kort.

Denne fremgangsmåde medfører, at stationsrummet for den nye Helsingør Station skal være etableret, når boremaskinerne ankommer. De vil så blive slæbt igennem dette rum, og starte boringen igen i den anden ende af rummet.

Nedenstående udgør en skitse af, hvordan arbejdspladsen ved Helsingør Station kan indrettes. Denne skitse findes også som bilag til denne rapport.



Figur 1 Helsingør Station som arbejdsplads for boringen.

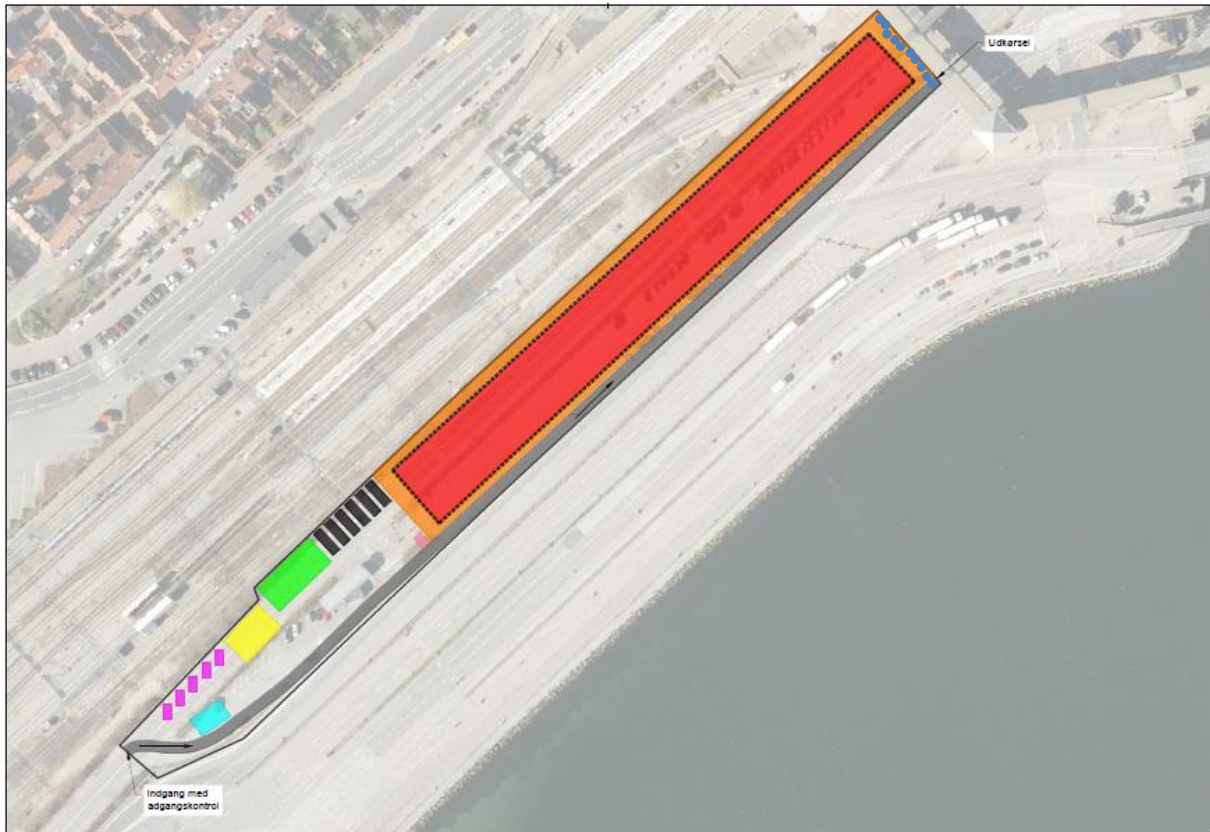
Der er ingen tvivl om at pladsen er meget kneben. Det vil være nødvendigt at etablere en forbindelse via en gangpassage hen over sporene mellem de to arbejdspladser. Det skønnes at være muligt at opretholde færgedriften i hele anlægsperioden, men arbejdet ved Stubbedamsvej (se i det følgende) vil medføre, at togtrafikken afbrydes i 3 til 4 år. Det skal overvejes om det i den periode, hvor der alligevel ikke kører tog, vil være fordelagtigt at gennemføre nogle af de meste pladskrævende arbejder, og i den forbindelse midlertidigt inddrage et antal opstillingsspor eller store dele af stationsområdet, som så kan retableres, når togtrafikken genoptages.

For at mindske kørslen med udgravet materiale på lastbiler gennem byen tænkes etableret anløbsfaciliteter til pramme, der kan modtage materialet, der transporteres over opmarchområdet på transportbånd. Som det kan ses vil adgangen til det nordligste af de tre færgelejer være meget snæver, og det vil næppe være muligt at etablere til- og frakørsel med vogntog og sættevogne. Det vil sandsynligvis være den bedste løsning kun at anvende det nordligste leje som oplæggerleje, og så afvikle al trafik fra de to sydligste lejer.

Det synes vigtigt for områdets funktion, både som opmarchareal og som tunnelarbejdsplads, at der etableres et meget tæt og konstruktivt samarbejde mellem færgedriften og tunnelarbejdet. Dette vil

være af så afgørende betydning, at det kraftigt må anbefales at der både i kontrakten med tunnelentreprenøren og i aftalen med rederiet indarbejdes en væsentlig økonomibonus for et velfungerende samarbejde.

I den indledende fase i anlægsperioden vil arbejdspladsen primært være indrettet til at etablere stationsrummet. Det vil være muligt at banke sekantpælene i "indefra", det vil sige at man arbejder i det område, der senere skal udgraves. Man kan alligevel først udgrave området, der er indhegnet af sekantpæle, når pælerækken er komplet og vandtæt.



Figur 2 Etablering af Stationsrummet til Ny Helsingør Station

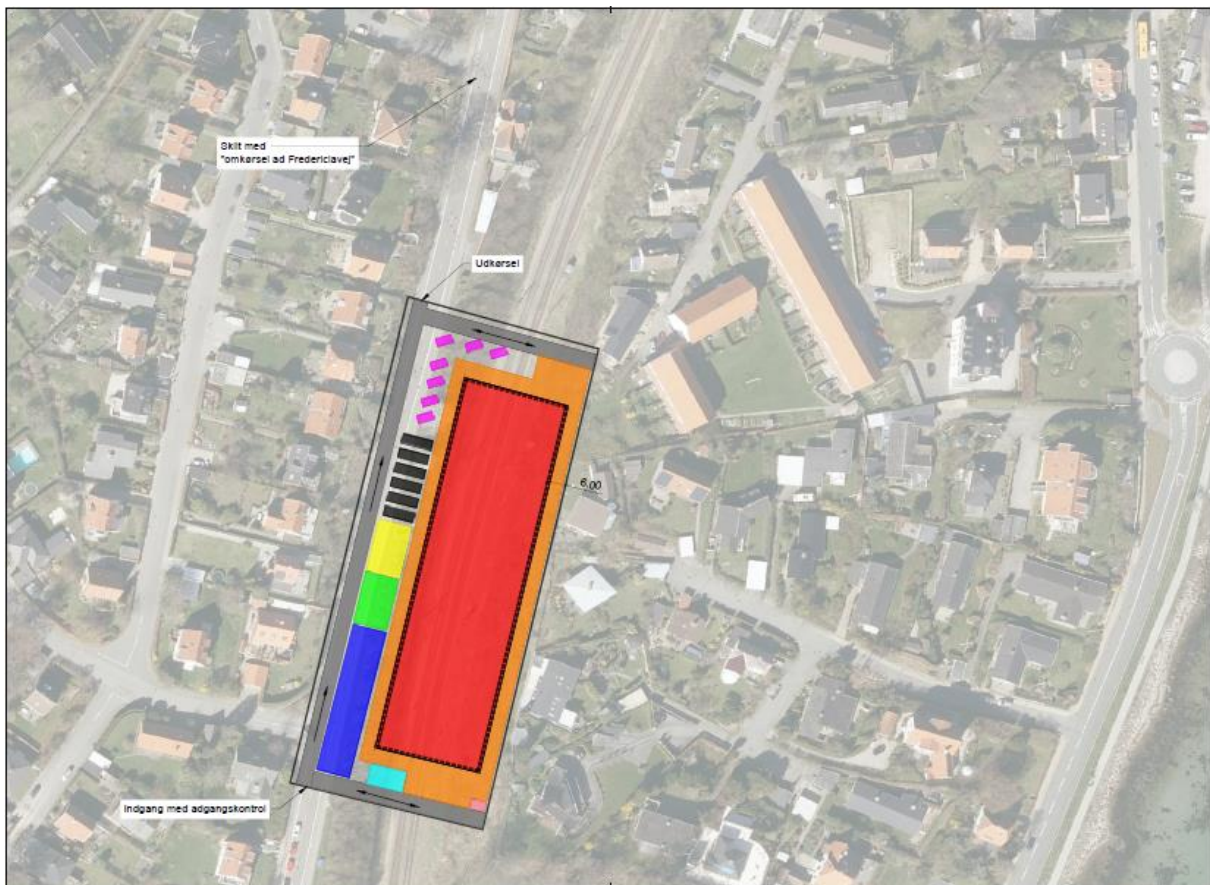
Pladskravene i denne fase er mindre omfattende end når pladsen skal fungere som base for tunneleringen.

Et startkammer syd for Helsingør station må nødvendigvis placeres i kystbanetraceen, hvor arbejdspladsen får adgang fra Stubbedamsvej.

Et startkammer på dette sted kommer til at ligge meget dybt. Ideelt set havde det været ønskeligt med en placering nogle hundrede meter længere mod syd, men adgangsforholdene og arbejdspladslogistikken er så udfordret, at dette ikke synes at være en mulig løsning. Alternativet ville være at placere startkammeret ved Snekkersten station, men det ville medføre at den borede tunnel blev unødvendigt meget længere, samt at det næppe ville være muligt at opretholde banetrafik til Snekkersten.



Som det fremgår nedenfor er der tale om et omfattende indgreb i lokalområdet. Detailstudier må senere afgøre, hvordan man mest optimalt kan etablere denne arbejdsplads, som uundgåeligt vil få konsekvenser i nærmiljøet i anlægsperioden.



Figur 3 Eventuel placering ved Stubbedamsvej for startkammeret mellem Helsingør og Snekkersten stationer.

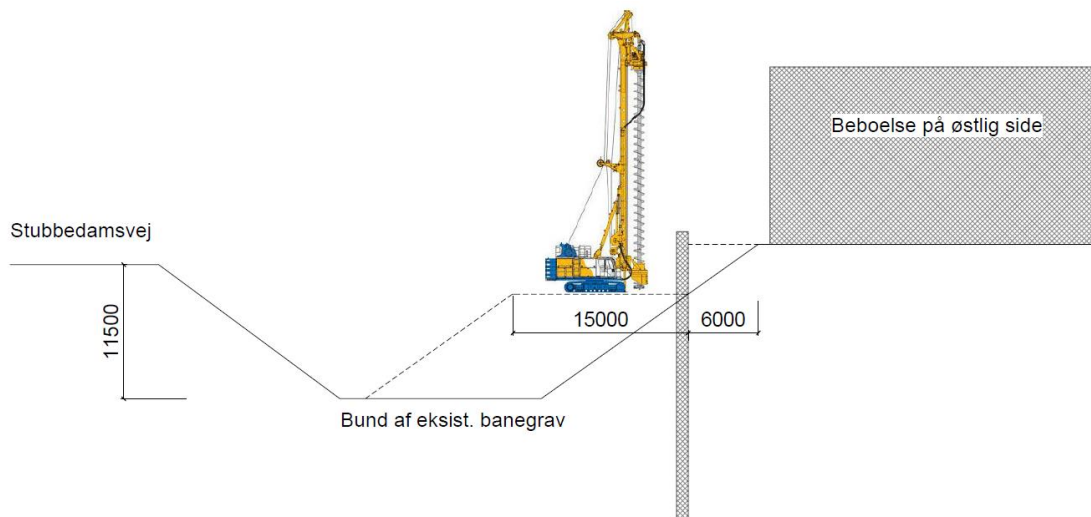
Den røde udgravning skal have et bundniveau på omkring 10 meter under normal nul. Den helt store udfordring i at etablere denne udgravning bliver etableringen af den østlige sekantpælevæg, det vil sige væggen ud mod Øresund. Banen ligger i en dyb nedskæring, og på toppen ud mod Øresund ligger en række ejendomme ganske tæt på.

Der er to fremgangsmåder til at etablere denne sekantpælevæg, principperne er skitseret på nedenstående ikke-målfaste skitse.

Enten eksproprieres og nedrives der en række ejendomme på østsiden af banen. Derefter er der plads til at etablere den nødvendige række sekantpæle.

Eller der fyldes jord op i den nuværende banegrav, så det er muligt for sekantmaskinen at komme tilstrækkeligt højt op af skrænten (og stadig stå på et plant underlag) til at etablere sekantpælene med maskinen vest for den kommende sekantpælevæg.

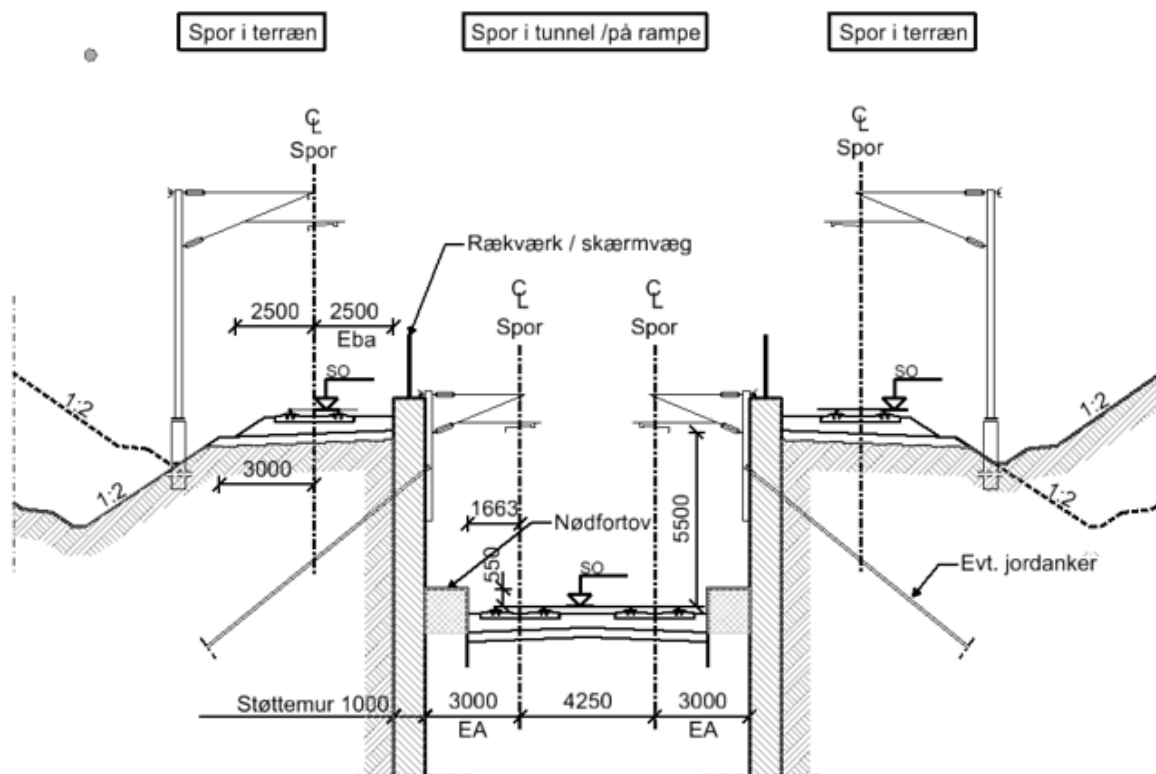
Det vil være muligt at skaffe rigeligt med jord fra den nedgravning, der skal udføres som del af rampeanlægget mod syd, selv om de nødvendige jordmængder er meget betydelige.



Figur 4 Principskitse for etablering af startkammer

#### 4.3. Rampe mod Snekkersten

Fra arbejdspladsen ved Stubbedamsvej og sydover skal der etableres en dyb grav for de to spor, der fører til og fra tunnelen. Udgangspunktet er, at de to spor, der skal forbinde til den eksisterende Helsingør station, placeres på hver sin side af de to spor i graven. Så snart banen er forbi området ved Stubbedamsvej, kan de to spor trækkes sammen, så de forbinder til de nuværende spor syd for Helsingør station. Princippet i nedskæringen fremgår af nedenstående skitse.



Figur 5 Principskitse for nedskæring. Ikke målfast. Mål i millimeter

Det skal bemærkes, at denne nedskæring, tættest på startkammeret, vil blive meget dyb, omkring 30 meter under niveauet øst for banen. Det ventes at være nødvendigt med tværgående forstærkninger i toppen af støttevæggene, indtil banen er steget til et niveau så støttevæggene har en højde på under 10 meter.

#### 4.4. Vurdering af skift mellem højre- og venstrekørsel

Jernbanerne i Sverige kører som hovedregel i venstre spor. Jernbanerne i Danmark kører altid i højre spor. Der er derfor behov for at tog mellem Danmark og Sverige skifter side et eller andet sted på grænsestrækningen.

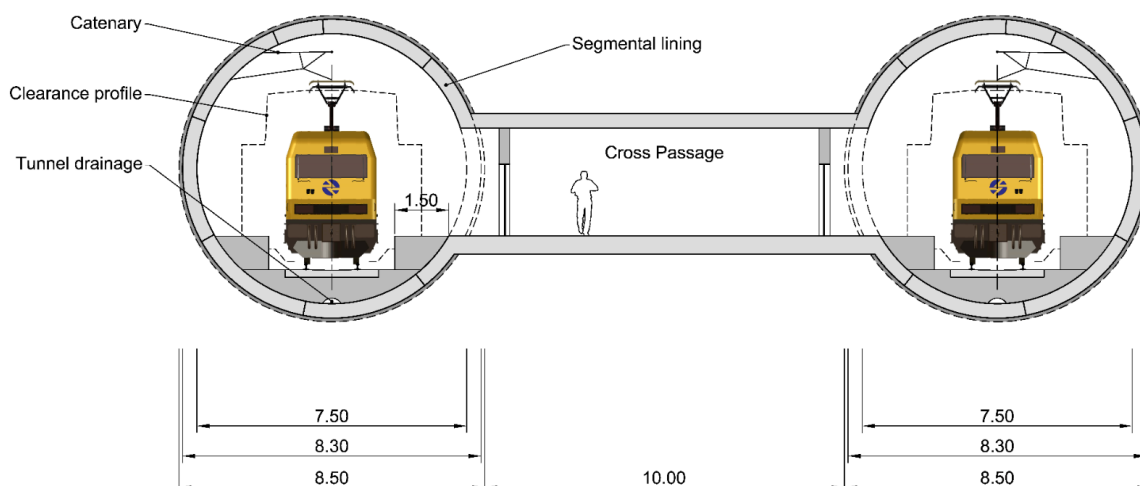
Praksis for trafikafviklingen synes mere fleksibel i Sverige end i Danmark, hvilket bl.a. ses på sporbenyttelsen på stambanen fra Malmø mod Stockholm. Denne bane er forsynet med transversaler til en rimelig høj hastighed med passende afstand, og under visse situationer ses et godstog rykke over i højre spor, således at der kan foretages flyvende overhaling af et efterfølgende X2000, med væsentligt højere hastighed i venstre spor.

Dette kan også ses i Malmøområdet. Tog over Øresundsbroen og ind til Malmø station kører i højre spor, men skiftet sker ved en fly-over i Arlöv, nord for Malmø station og banegårdsområde. Dette medfører, at der er højrekørsel på stationerne Hyllie, Trianglen samt Malmö C.

Det skal bemærkes, at med implementeringen af ERTMS er der ingen begrænsninger på at anvende højre/venstre spor frit. Den eneste binding vil ligge på stationer med sideliggende perroner, hvor passagererne forventer, at et tog i en given retning afgår fra den "normale" perron. Dette kan i vid udstrækning kompenseres ved en god skiltning og anden passagerinformation.

#### 4.5. Möbius-tunnel

Der er i det følgende taget udgangspunkt i en tunneldimensionering som angivet nedenfor.



Figur 6 Dobbeltsporet klassisk løsning

Møbius-tunnelen er en løsning på ovennævnte forhold, at på en dobbeltsporet bane kører jernbanen i Danmark i højre spor, mens jernbanen i Sverige kører i venstre spor.

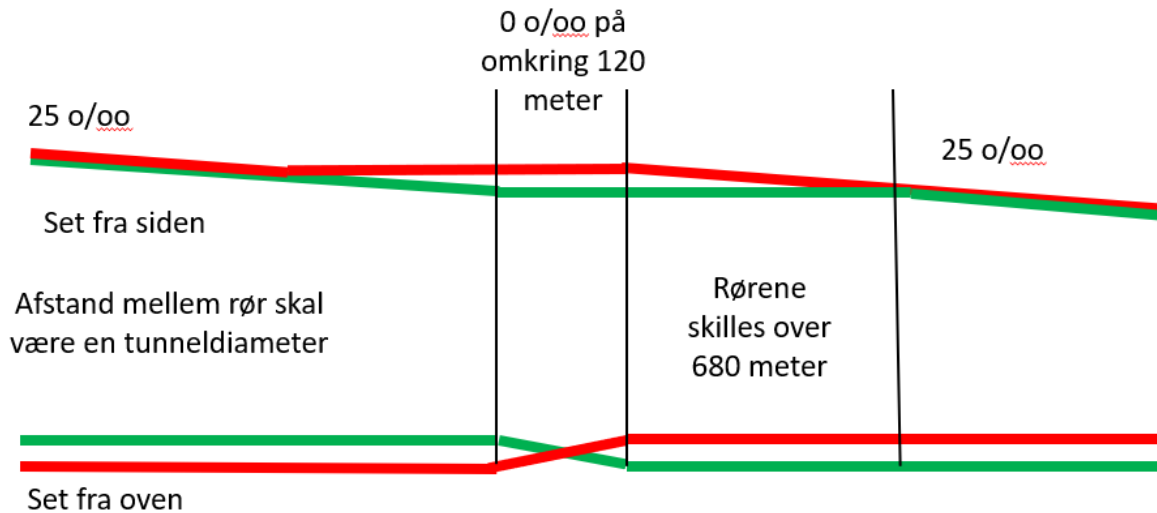
Ved en Møbius-tunnel skifter de to tunnelrør plads før de munder ud ved Helsingborg station.

For at dette kan lade sig gøre, er det nødvendigt at stigningen af det ene rør stopper, mens stigningen af det andet rør fortsætter, indtil højdeforskellen er tilstrækkelig til at de to rør kan skifte side. Det er af tunneleksperter angivet til at skulle være en tunneldiameter, når det tages i betragtning, at vi befinder os i den Sorgenfrei-Tornquist Zone, der er nævnt indledningsvis.

Først herefter kan det laveste rør genoptage stigningen, mens det øverste nu fortsætter vandret, indtil de to rør igen har samme kote, hvilket skal opnås inden udmundingen ved Helsingborg station.

Dermed får begge de to tunnelrør vandret stykke. Dette gør tunnelen længere end hvis de to rør ikke havde skiftet plads. Det vurderes at denne ekstra længde af tunnelen er på cirka 800 meter. Der skal således medregnes boring af ekstra 2 x 800 meter tunnel, samt mindst en ekstra redningsvej til overfladen.

Dette er illustreret på nedenstående skitse.



Figur 7 Principskitse af en møbiusløsning

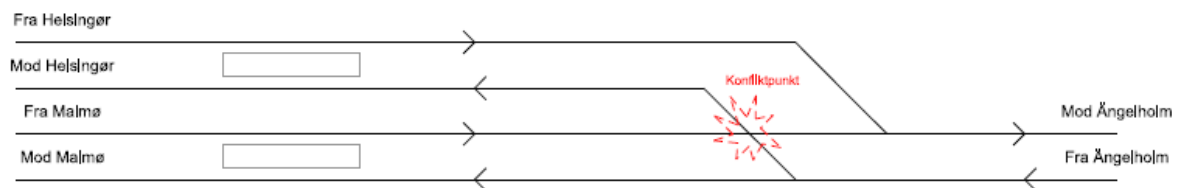
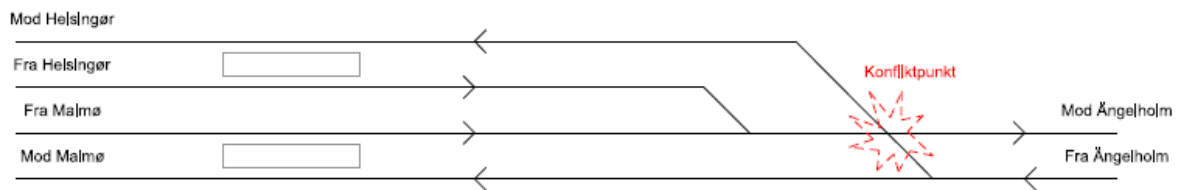
Tunnelboring og udstyr er kostbart, så det er givet at dette højre/venstre problem kan løses simplere og billigere med andre midler.

Desuden løser Møbius-konstruktionen ikke noget "problem".

I hovedløsningen anlægges den nye perron i Helsingborg parallelt med den nuværende og i omtrent samme niveau.

Det betyder, at der nord for de to perroner skal være en sammenfletning af sporene, så de kan fortsætte mod Maria station som et dobbeltspor.

Som det kan ses af tegningen nedenfor, vil der være et konfliktpunkt mellem modkørende tog, som giver en vis reduktion af kapaciteten i sammenfletningen lige nord for stationen. Dette gælder både i løsningen med en Møbius-snoning af tunnellerne og i løsningen uden denne snoning. Problemet vil eventuelt mest enkelt kunne løses på anden vis, se senere. Omfanget af udfordringer vedr. trafikretning vil afhænge af de endelige konkrete valg for HH-tunnelens tilslutning til Helsingborg C.



Figur 8 Principskitse af sammenfletning af to dobbeltsporede baner ved Maria station med 2 forskellige trafikretninger

#### 4.6. Mulig fly-over syd for Snekkersten

Som alternativ til den beskrevne Møbius-tunnel tæt på den svenske kyst, er der set på andre muligheder for at skifte side for jernbanen.

Nord for Snekkersten, det vil sige i forbindelse med rampen op fra den dybe Helsingør station, vurderes det vanskeligt og kostbart at etablere en fly-over. Pladsen er meget kneben, og da en fly-over vil kræve ekstra højde for det ene spor, vil det være vanskeligt at etablere en fly-over nord for Snekkersten, uden at der kommer problemer med for stejle stigninger eller en længere rampe.

Syd for Snekkersten er der to muligheder som synes at være relevante til en eventuel nærmere vurdering.

Den ene er på strækningen mellem Klostermosevej og Mørdrupvej. Her er en strækning uden væsentlige gradienter, og hvor den eneste nabo er en tennisbane. Jernbanens tracé ser ud til at kunne udvides en smule, således at fly-over broen ikke blive alt for lang.





*Figur 9 Den bedste mulige plads til fly-over. Snekkersten i øverste højre hjørne.*

Den anden mulighed er syd for Espergærde, på banestykket nord for Krogerupvej. Her er lidt flere naboer, men det er muligt at afskærme en fly-over bro, både visuelt og støjmæssigt, så generne minimeres. Denne løsning vurderes som knapt så god som den førstnævnte, da der er flere naboer, og en station mere hvor togene vil køre i "den forkerte side".

De to nævnte løsninger vil medføre, at der er venstrekørsel på Helsingør og Snekkersten stationer, og ved den sidste mulighed, også på Espergærde station. Desværre har både Snekkersten og Espergærde sideliggende perroner.

Da dette projekt ikke realiseres før der er indført ERTMS på strækningen, vil der hverken være en signalteknisk eller trafikal udfordring. Med ERTMS er der ikke trafikstyringsmæssig forskel på om der køres i højre eller venstre spor.

## 5. Enkeltsporet tunnel

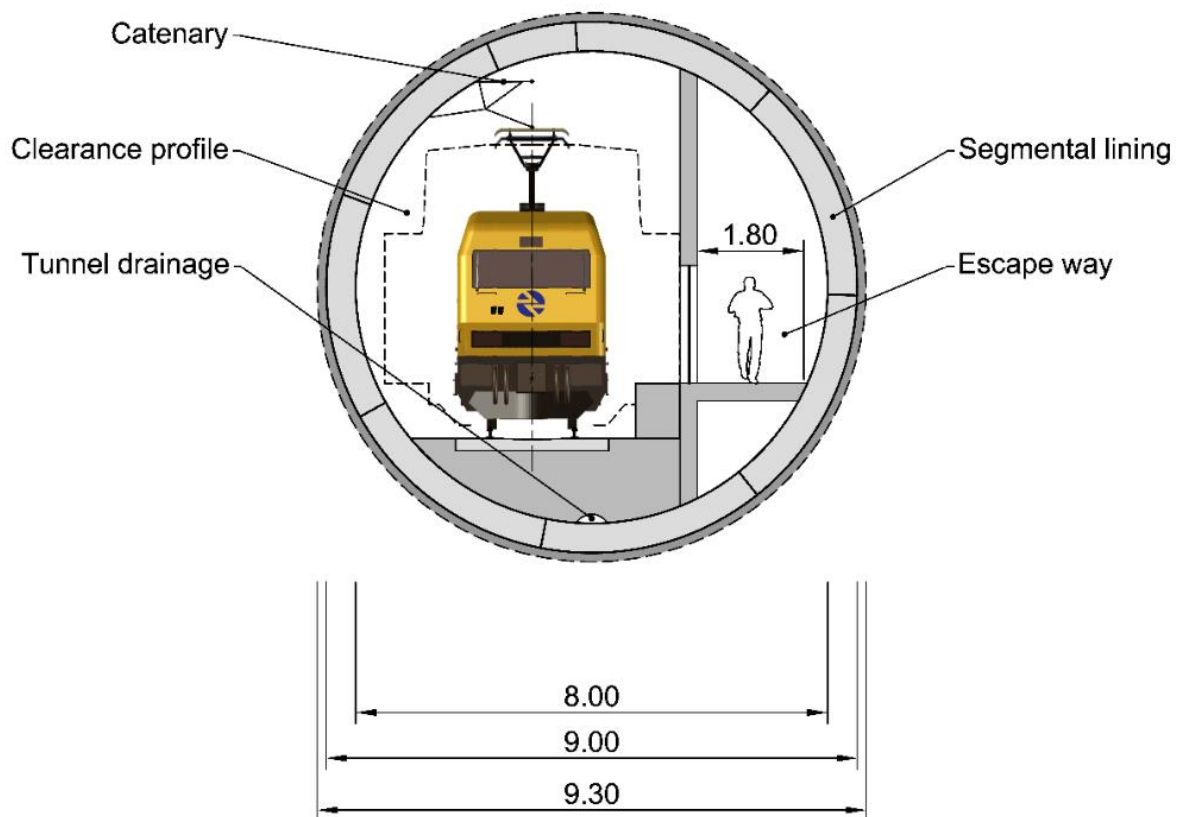
### 5.1. Enkeltsporet eller dobbeltsporet tunnel

Som alternativ til en fuldt dobbeltsporet forbindelse med to enkeltsporede tunnelrør, overvejes det om en enkeltsporet tunnel vil kunne være et rimeligt men billigere alternativ.

En løsning med to tunnelrør vil typisk blive udført med tværforbindelser mellem de to tunneller. Disse tværforbindelser udgør primært flugtveje, hvor det er muligt i tilfælde af et uheld eller anden hændelse, at evakuere passagerer og personale fra det ene tunnelrør til det andet. Dette er af special afgørende betydning i tilfælde af brand i et tog, hvor der skal kunne evakueres til sikkert område indenfor et nærmere defineret antal minutter. Tværtunnelerne bruges i øvrigt til at placere nogle af de installationer, der er nødvendige for driften i tunnelen.

## 5.2. Flugt- og redningsveje for enkeltsporet tunnel

Hvis forbindelsen udføres med kun et enkeltsporet tunnelrør, skal diameteren af dette rør være tilstrækkelig stor til at man kan sektionere røret med en brandsikker lodret væg, således at den del af tunnelen, som er afskærmet fra banen, kan fungere som et sikkert område. For at dette skal kunne lade sig gøre, skal denne væg udføres meget solidt. Den skal ikke bare kunne tåle en betragtelig brand- og fysisk belastning. Hvis der er et tog, der afsporer eller på anden måde belaster denne væg, skal den både kunne tåle den fysiske påvirkning og alligevel kunne tåle en brandbelastning i tilstrækkelig lang tid til at kriterierne for at kunne flygte kan opfyldes.

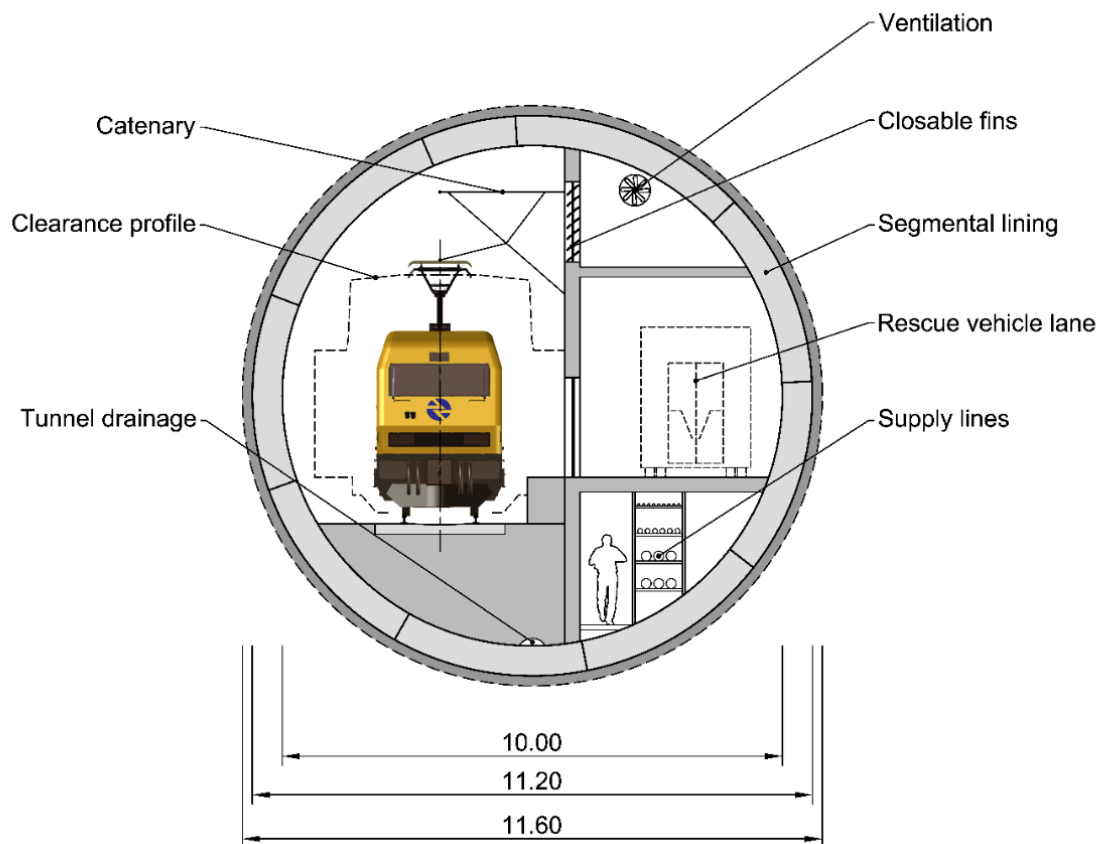


Figur 10 Minimumsprofil for kort tunnel.

Den flugtvej, der er skærmet bag væggen, skal ikke bare opfylde de krav til flugtvejsbredde som gælder. Tunnellen er så lang, at det ubetinget vil blive et sikkerhedskrav, at det er muligt at undsætte og redde passagerer fra flugtvejen med køretøjer af en eller anden art. Den borede tunnel er 7,7 km fra efter Helsingør station til lidt før Helsingborg station uden andre flugtmuligheder. Det vil næppe være sikkerhedsmæssigt forsvarligt at skulle evakuere et tog med mulige let og svært tilskadekomne, via et gangareal på 3½ km. Længden af denne redningsgang er altså afgørende. Det vil ydermere blive et krav, at to af disse køretøjer kan passere hinanden, således at man kan have flere af disse køretøjer i gang med en redningsaktion samtidigt.



Med en vejbredde af redningsvejen på 2½ meter, vil den enkeltsporede tunnel få en diameter der er så stor, at den enkeltsporede tunnel tilnærmelsesvis får samme pris som løsningen med to spor i to tunnelrør.



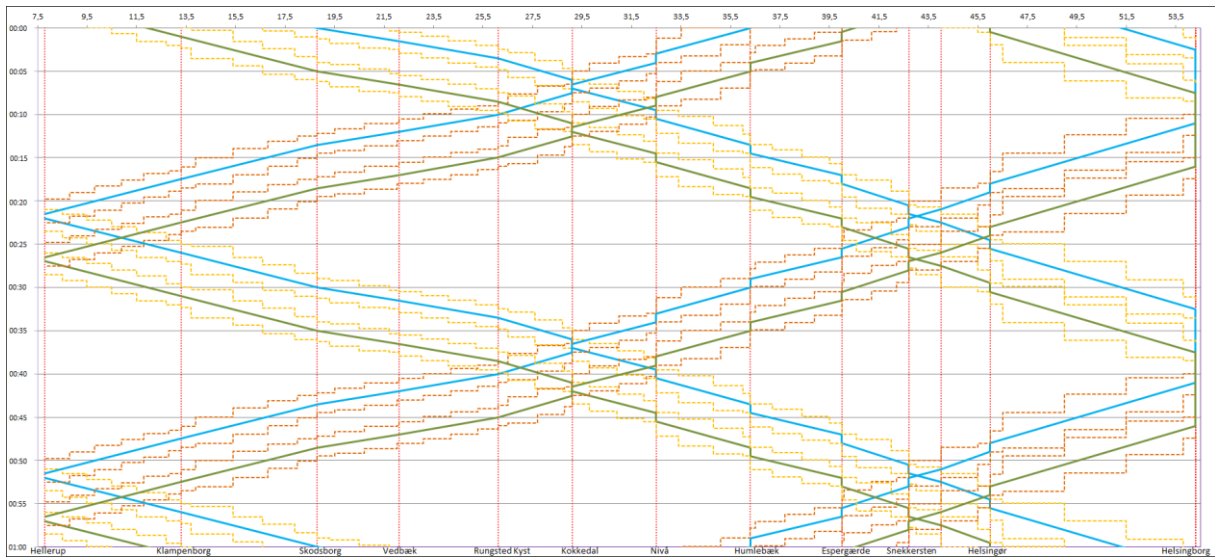
Figur 11 Profil af en tunnelstørrelse, hvor en sikkerhedsgodkendelse er sandsynlig

Alternativet til det afskærmede service- og redningsrum, er at bore en separat tunnel parallelt med den enkeltsporede jernbanetunnel. For at have den nødvendige kapacitet til service- og redningskøretøjer, skal denne parallelle tunnel have en diameter, så der er plads til at udstyre denne med et separat "smalspor" til et mini-redningstog, eller alm. redningskøretøj på gummihjul. En sådan separat tunnel anses for dyr, og vil ikke kunne bidrage til billiggørelse af det samlede projekt.

### 5.3. Kapacitet af enkeltsporet tunnel

Vi har gennemført en række analyser af kapaciteten af en enkeltsporet tunnel i samme tracé som basisløsningen. Forudsætningen i alle scenarier har været, at der køres i faste minuttal.

Det er muligt at køre 4 tog i timen, omend dette ikke er et tog hvert kvarter. Her bliver der tale om konvojkørsel med to tog mod Helsingborg, efterfulgt af to tog fra Helsingborg. Da der kun forventes at være to spor på Helsingborg Station, og med en forventet vendetid på 9 minutter, er der kun to minutter mellem at tog nummer to i konvojen ankommer til Helsingør, til tog nummer 1 i konvojen skal afgå fra Helsingør, som følger.



Figur 12 Køreplan med konvojkørsel for enkeltsporet tunnel, principskitse uden øvrige tog på kystbanen

Da de to tog til og fra tunnelen kommer lige efter hinanden, bør dette kombineres med at det første tog i sydgående retning og det sidste tog i nordgående retning skal være delvist gennemkørende.

Der skal ikke meget forsinkelse til for at det vil være nødvendigt at vende det ene tog i Helsingør. Dette skal nødvendigvis være det senest ankommende, da det ellers ikke vil afhjælpe forsinkelsen. Det medfører, at passagererne fra dette tog skal afvente det næste tog mod Helsingborg, der vil køre omkring 20 minutter senere.

Dette vurderes som en meget sårbar køreplan. En eventuel videreførelse af nogle tog fra Helsingborg og videre op i Sverige vil indebære risiko for regelmæssige forstyrrelser.

Alternativt er det analyseret om det er muligt med en køreplan baseret på 20 minutters drift.

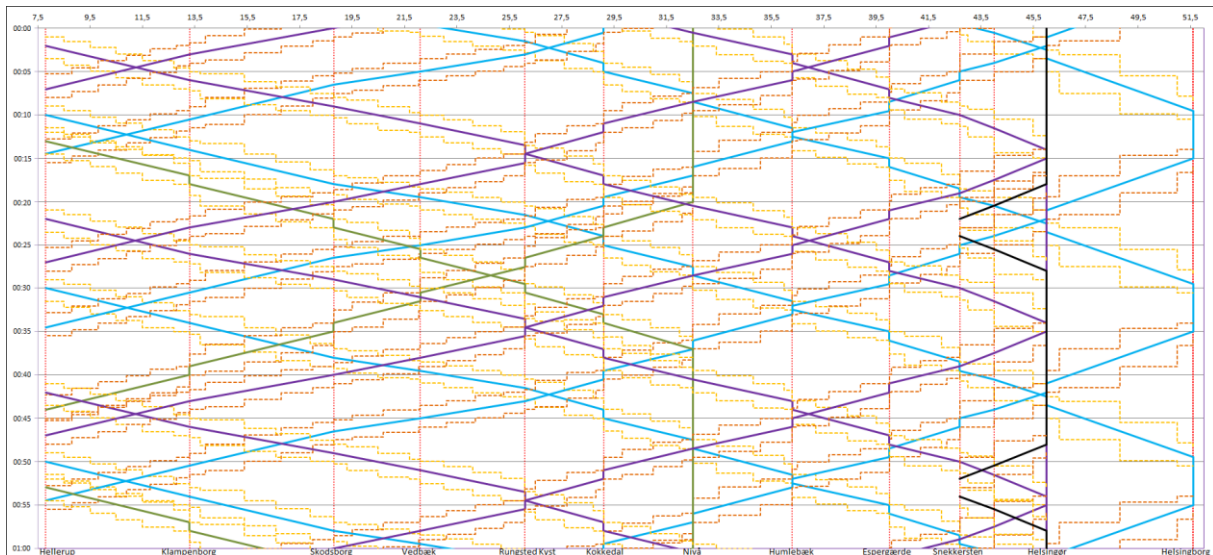
Basis for dette er at der holder et tog i Helsingborg, som er klar til afgang, når toget fra Helsingør ankommer. Med en kalkuleret køretid gennem tunnelen på 6 minutter med tillæg, er det teoretisk muligt at have godt 3 minutter fra ankomst af et tog til Helsingborg, til afgang af det ventende tog fra Helsingborg.

Dette medfører tilsvarende omtrent 3 minutter fra ankomst af et tog til Helsingør, til afgang af et tog fra Helsingør.

Også en 20-minutters køreplan er trafikeringsmæssig sårbar, og en forsinkelse lader sig kun indhente ved at aflyse et togpar Helsingør – Helsingborg – Helsingør.

Dette koncept har så yderligere den komplikation, at en 20 minutters køreplansstruktur fra og til Helsingborg, ikke er mulig at få til at passe med en 30 minutters struktur på de tog, der vender i Nivå.

Ingen af disse muligheder kan anbefales.



Figur 13 Køreplan i 20-minutters interval for enkeltsporet tunnel.

Tilbage står reelt kun en model med to togpar per time i trafikken Helsingør – Helsingborg, som følger.

Dette kan så i en given ½ times periode suppleres med enten et Nordgående tog, der fortsætter i Sverige, eller et Sydgående tog der kommer længere væk fra, således at der kører to tog i konvoj i en af de to retninger, for hver ½ times modul. Men ikke i begge retninger og ikke i alle ½ times moduler. Det vil blive for presset.

Det skal bemærkes, at der ikke er set nærmere på de videre forbindelser syd for Hellerup, dvs. sammenhængen med den sjællandske regionaltrafik og eventuelle konflikter omkring Hovedbanegården.

#### 5.4. Fall-Back og vedligehold

Modellen med kun et spor i tunnelen er sårbar. I den køretid, der går når et tog er undervejs i tunnelen, samt den tid der er sat ny togvej hvor toget afventer afgang fra perron eller er på vej ind på en perron, vil tunnelen ikke kunne anvendes i den modsatte retning. Dette medfører at der konstant er perioder på mindst 10 minutter, hvor afgang fra én side ikke er mulig.

Ved enhver form for vedligeholdsarbejder skal tunnelrøret lukkes for trafik. Det er ikke muligt at gennemføre selv de mest simple inspektioner, som kræver adgang til installationerne, mens der er trafik i røret.

Man kan overveje hvad den optimale strategi er, men der bør være en fast plan for spærringer af tunnelen. Det vurderes at der mindst en gang om ugen skal være en lang spærring på 5-7 timer. Dette kan for eksempel være fast fra søndag klokken 22:00 til mandag klokken 05:00. En sådan spærring tillader selv rimeligt store vedligeholdsarbejder, og det vil være muligt at kombinere et stort vedligeholdsarbejde med adskillige mindre inspektioner eller småopgaver, da de forskellige arbejds hold vil have gode muligheder for at arbejde parallelt, hvis aktiviteterne planlægges omhyggeligt. Udfordringen er, at det er en dyr arbejdsform.

## 6. Kortere tunnel

HH-projektets basisløsning tager udgangspunkt i en S-formet linjeføring med et stort sving mod syd nær den svenske kyst.

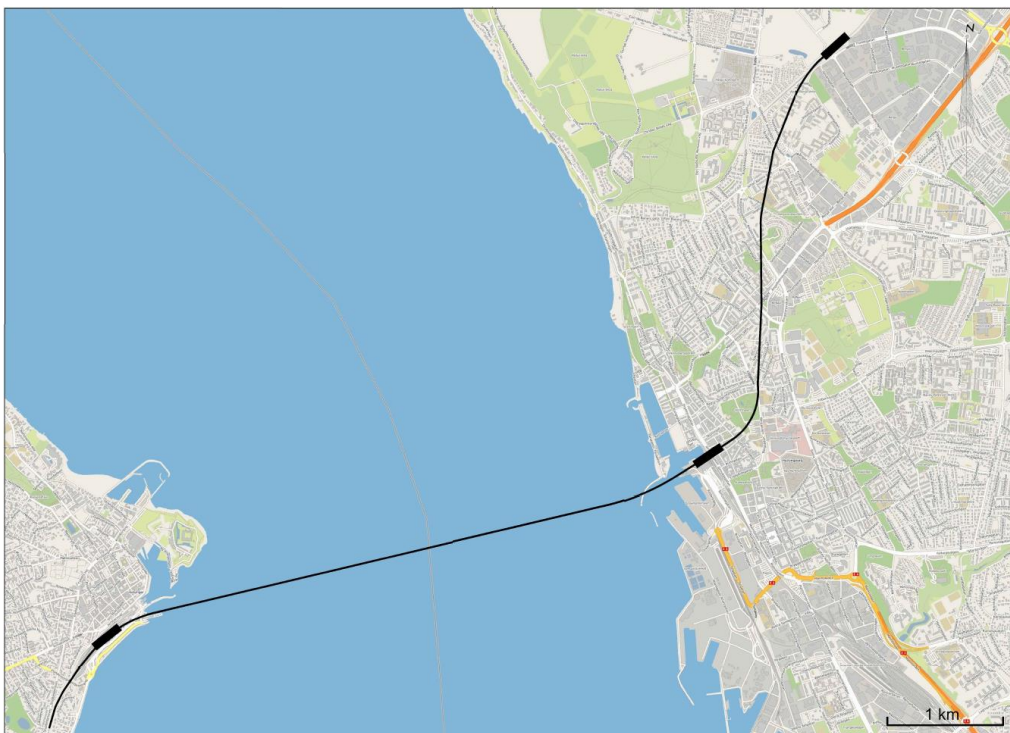
Dette skyldes at ved Helsingborg er Øresund dybest, og med stejle skranter tæt på kysten. Da banen er begrænset til en stigning på 25 o/oo, er det nødvendigt med denne omvej for at have længde nok til at vinde den nødvendige højde op til niveauet for Helsingborg station.

### 6.1. Tunnel med munding i Maria

Hvis der anvendes den korteste vej fra Helsingør til Helsingborg, vil den nye Helsingborg station komme til at ligge vinkelret på den nuværende station, men i en væsentligt større dybde. Dette medfører, at det ikke er muligt at udføre stationsrummet som en cut & cover-løsning. Det vil være nødvendigt at etablere stationsrummet med NATM byggemetode eller tilsvarende, da adgang til overfladen begrænses til få skakte.

NATM - New Austrian tunnelling method. Dette er en metode, der kan anvendes, når der etableres kamre i en boret tunnel, eller til tunnelgravning i stabil undergrund.

Se følgende principskitse.



Figur 14 Kort tunnel forlænget til Maria

Banen antages at få forbindelse til den svenske Västkostbane ved et punkt omkring Maria station. Den borede tunnelstrækningen fra kyst til kyst er omkring 2,9 km kortere end basisløsningen. Tunnellen fra Helsingborg C dyb station vil have lidt forskellig længde afhængig af om stationer ligger

parallelt med bestående station eller i en retning mere direkte mod Maria. Forskellen mellem de to linjeføringsforløb vil være omkring 3½ km. Den korte, direkte linjeføring vil have en længde på omkring 10,7 km.

Strækningsslængderne er som følger:

Strækning	Længde
Basisløsning boret tunnel kyst-til-kyst i S-kurve (inkl modtagekamre, men excl stationer, ramper mm)	8,0 kilometer
Den direkte linje Helsingør-Helsingborg (excl stationer)	5,1 kilometer
En eventuel fortsættelse fra Helsingborg dyb station (inkl) til Maria (excl perron)	3,9 kilometer
Den korte strækning fra rampe ved Stubbedamsvej til Maria (excl perron)	10,7 kilometer
Basisløsning i S-kurve fra rampe ved Stubbedamsvej til Maria (excl perron)	14,3 kilometer

Afstanden til Maria er ikke helt tilstrækkelig til at banen kan komme op i niveau med den eksisterende bane. Der vil mangle af størrelsesorden 5 meter.

Der er flere løsninger på dette forhold.

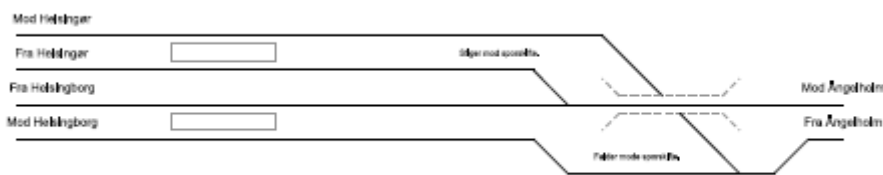
Man kan sænke den eksisterende bane så snart broen over Kullavägen er passeret, således at den eksisterende bane er i niveau med banen fra Danmark ved Maria. Denne løsning åbner for, at den eksisterende banes to spor spiles ud, så de to nye spor fra Danmark kan komme op i den plads, der bliver imellem.

Der kan også overvejes en løsning, hvor en "Maria Dyb"-station bygges ved siden af den nuværende (på nordsiden). Denne station er i så fald kun til tog til og fra Danmark.

Hvilken løsning, der vælges, vil afhænge af en nærmere analyse af Helsingborgs planer for udvikling i dette område samt af, hvordan det endelige projekt for etablering af en tunnelloøsning for den nuværende forbindelse Helsingborg – Maria kommer til at se ud.

Imidlertid er der en fordel ved løsningen med en "Maria Dyb"-station parallelt med den nuværende station, men beliggende omkring 8 meter lavere. Fra Maria Dyb Station og mod øst stiger sporet mod Ängelholm op for at kunne kobles til sporet fra "Maria Høj"-station. Dette forenede spor fortsætter så mod øst i det nuværende niveau.

Sporet fra Ängelholm dykker i god tid før Maria, således at det er så meget lavere i niveau, at et sporskifte kan dele trafikken mod Maria Dyb og Maria Høj. Fra dette sporskifte fortsætter sporet mod Maria Dyb i samme niveau, mens sporet mod Maria Høj stiger igen for at nå nuværende kote ved Maria Høj. Dermed er der skiftet mellem trafik i højre og venstre spor.



Figur 15 Skitse af Maria Station delt i en dyb og en høj. Bemærk at denne løsning har højrekørsel mod Helsingør, og venstrekørsel mod Helsingborg og Ängelholm,

Længere mod øst i retning Ängelholm bør der være en dobbelt transversal, så det er muligt at skifte mellem de to spor. Dette vil være nødvendigt i tilfælde af at et spor, enten mod Helsingør eller Helsingborg, er spærret af vedligeholdsarbejder, eller af andre grunde. Det vil også være relevant at placere et mindre antal opstillings- og vendespor øst for Maria.

## 6.2. Tunnelboring fra Stubbedamsvej til Maria

Det er muligt at bore Helsingborg-Helsingør-tunnelen med to maskiner per tunnelrør. Den ene starter fra den danske side og den anden fra den svenske side, således at de borer imod hinanden. Dette fortsætter indtil de næsten mødes. Derefter borer man en maskine til siden og forlader den der. Denne metode anbefales ikke. Proceduren kan være miljøfarlig, risikabel og dyr, da maskinen vil forblive i jorden ved siden af den færdige tunnel.

Der er stillet spørgsmålstejn ved, om det er muligt at en boremaskine kan bore den fulde strækning fra Stubbedamsvej til Maria, uden at skulle gennemgå en omfattende renovering, som ikke lader sig gøre midt under Øresund.

Det er muligt at komme til at udføre service og vedligehold på maskinerne i stationskammeret i Helsingør, og i givet fald i et stationskammer i Helsingborg, hvis det ender med en løsning, hvor boringen skal fortsætte mod Maria.

Man skal dog under alle omstændigheder have mulighed for at udføre også ret omfattende reparationsarbejder undervejs. Det er normalt ikke nødvendigt, men et havari kan aldrig udelukkes.

I det følgende er redegjort for hvordan dette gøres.

For at være i stand til at kontrollere det ydre skæreværktøj og om nødvendigt justere eller skifte disse, er en 1/3 sænkning, dvs. en reduktion af bentonit fyldningen omkring skærehovedet (slurry) med 1/3, tilstrækkelig. Der er fastgjort trin til væggen ud mod skærehovedet, hvilket giver adgang til kammeret bag selve skærehovedet. Skærehovedet kan drejes af inspektionspersonalet i kammeret, så de fremadvendte skæreværktøjer kan kontrolleres, og graden af slid kan fastlægges.

For kontrol og udskiftning af værktøjer i midten af skærehovedet er en sænkning til halvt niveau nødvendigt. Ved en halv sænkning kommer niveauet af bentonit under boremaskinens akse. Det kan også være nødvendigt at foretage en fuldstændig tømning af kammeret for bentonit. Det medfører, at skærefladen kun understøttes af trykluft. Dette kræves for eksempel, når man arbejder på de elementer centralt på maskinen, hvor det afgravede materiale knuses og suges væk.

Ved tunnelering såvel som ved skift af værktøj er det nødvendigt at have et tryk imod skærefladen, enten ved bentonitniveauet eller med trykluft. Størrelsen af dette tryk afhænger af dybden af tunnelen under jordoverfladen, vandstanden og egenskaberne for jorden over og ved skærefladen. En nøjagtig undersøgelse af jorden over hele tracèet er derfor en vigtig del af planlægningen, og bør udføres med stor præcision.

For den givne tracè er trykket under boring beregnet til 5,0 bar, mens det ved 1/3 reduktion af bentonit skal være 5,4 bar. Det tryk er så højt, at kun en ganske kort inspektion kan gennemføres uden specielt udstyr. Hvis der skal gennemføres egentligt arbejde i fronten af maskinen skal det udføres af mætningsdykkere.

Ved mætningsdykning skal mandskabet umiddelbart før og efter arbejdsprocessen ind i et dekompressionskammer. Ved mere end 4,5 bar bliver dekomprimeringstiden lang i forhold til det effektive arbejde, så det specielle mandskab vil skulle opholde sig i disse kamre i hele arbejdsperioden, som kan vare op til 28 dage. Arbejder under tryk på fronten af maskinen skal derfor planlægges og organiseres omhyggeligt og tidligt.

På byggepladsen skal det nødvendige udstyr være til rådighed og være forsynet med et komplet nødstrømsanlæg. Udstyret omfatter opholds- og soverum under tryk, to specielle transportenheder til transport til boremaskinen, observationsrum og lægerum. Således kan to hold mætningsdykkere afløse hinanden i 12-times skift.

Denne procedure er gennemarbejdet, og er anvendt med succes i mange store projekter. Et eksempel er Eurasia-tunnelen – en 5,4 km lang vej tunnel i en dybde på 61 m, som blev udgravet 25 m under havbunden med et maksimalt tryk på 9,2 bar ved skærehovedet.

Det kan konkluderes, at en tunnelering fra den ene side er mulig og gennemførlig. Forud for start er det dog nødvendigt med en detaljeret jordundersøgelse. Baseret på dette skal der derefter fastlægges et koncept til trykluftarbejde. Maskinen og dekompressionsudstyret skal derefter konstrueres, så de passer til de betingelser, der kræves til trykluftarbejde.

## 7. Anlægsarbejder

### 7.1. Vurdering af omfang af ekspropriationer

Med WSP's tekniske udredning som kilde har Niras fået information om, at en foreløbig vurdering af ekspropriationsbehovet omfatter godt 60 ejendomme i Helsingør. Dette på strækningen Stubbedamsvej – Snekkersten, det vil sige rampen mod Snekkersten som beskrevet i afsnit 4.3.

Niras har foretaget egen optælling og efterprøvning af ekspropriationsomfanget.

Det står klart, at hvilke præcise ejendomme, der vil skulle eksproprieres, synes meget afhængigt af om den endelige linjeføring af banen på den berørte strækning rykkes en smule mod øst eller vest. Uanset dette ender Niras på et tal, der er sammenfaldende med WSP's vurdering. Dette er dog eksklusive de ejendomme på Skansørevej og Trykkerdammen som eventuelt bliver berørt af



etableringen af kammeret ved Stubbedamsvej, som beskrevet i afsnit 4.2. Dette vurderes at være yderligere 3 – 5 ejendomme.

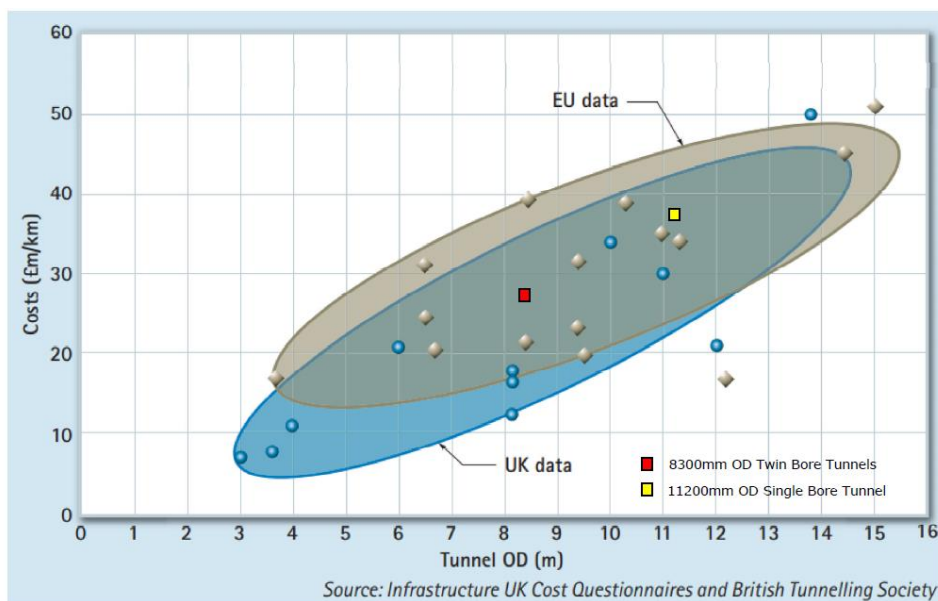
## 7.2. Vurdering af anlægspris

### **Enkeltsporet basisløsning**

NIRAS har foretaget en sammenligning af basisløsningen (to enkeltsporede tunneller) med alternativet bestående af en enkeltsporet tunnel, som vil have større diameter på grund af behovet for adskilt mulighed for redning og service.

Konklusionen er, at for kyst-kyst strækningen alene vil de to enkeltsporede tunneller være 40-50% dyrere at bygge end den ene enkeltsporede tunnel.

Priserne på tunnelerne er sammenlignet med en engelsk undersøgelse af priser på 26 tunneller i UK & EU. Set i den sammenhæng ligger de af NIRAS vurderes omkostningsniveauer på et fornuftigt niveau, en smule over gennemsnittet hvilket tager højde for nogle af de geologiske udfordringer, som præger et tunnelprojekt i den nordlige del af Øresund. De kalkulerede priser er angivet med hhv. rød og gul på nedenstående oversigt.



Ved sammenligning med WSP's priskalkulation (som kun haves på et overordnet niveau) ligger NIRAS-vurderingen noget lavere. Der skal meget specifikt gøres opmærksom på, at en vurdering af prisen for en boret tunnel er meget afhængig af hvilken borehastighed per dag, der er forudsat som basis for beregningen. Inden for et temmeligt bredt spænd, jf. den engelske undersøgelse, er den ene forudsatte borehastighed ikke et bedre bud end en anden forudsat hastighed. På nuværende stadi af undersøgelserne for en HH-forbindelse er det svært forudsigeligt. Den endelige pris for boringen vil blandt meget andet være stærkt afhængig af forhold som boreentreprenørens forventninger til de geologiske forhold, herunder Sorgenfrei-Tornquist zonen, samt til hvilke andre tunnelprojekter world-wide, der er i udbud eller planlagt på udbudstidspunktet.

Det skal tages i betragtning, at der forudsættes etableret dobbeltspor fra afgrening på Kystbanen og på Vestkystbanan, dvs. dobbeltsporet føres ned af ramperne og videre ad cut-cover tunneler frem til



de respektive stationer på begge sider. En besparelse ved etablering af en enkeltsporet tunnel vil kunne realiseres på sektionen fra kyst til kyst. Da denne del udgør omkring 30% af de samlede omkostninger for hele forbindelsen, indsnævres besparelsen ved at der er enkeltspor på forbindelsen til i bedste fald 10%, men her skal dog bemærkes, at kompleksiteten øges ved, at der bliver behov for at anvende forskellige typer boremaskiner på forskellige afsnit af den samlede forbindelse.

#### ***Kortere linjeføring***

NIRAS har som alternativ til den S-kurvede basisløsning set nærmere på en kortere, direkte linjeføring som beskrevet i kapitel 6. Der er ikke her bygget en priskalkulation op fra grunden, men gennemført en forholdsmæssig vurdering af besparelsesmulighederne. En forudsætning for vurderingen er, at den korte linjeføring antages dobbeltsporet.

Når der sammenlignes til den S-kurvede basisløsning, vil den afkortede strækning fra kyst til kyst indebære en reduktion i anlægsomkostningerne. Antages hovedforslaget i runde tal at koste op mod 19,0 mia DKK at bygge, inkl. tillæg til bygherre- og projekteringsomkostninger samt korrektionstillæg, vil der kunne hentes en besparelse i størrelsesorden 3,2 mia. kr. ved at etablere den korte løsning, svarende til en reduktion på 17%.

I ovennævnte besparelse er ikke vurderet, om den dybtliggende station i Helsingborg, som kommer vinkelret ind på Knutpunkten vil have øgede omkostninger, sammenlignet med den station som basisløsningen foreslår. Umiddelbart synes en dybtliggende station i forhold til en udgravet station som i basisløsningen at være mindre kompleks – alt andet lige.

#### ***Andre forhold***

Gennemgang af Basisprojektet har rejst et par andre forhold, hvor der synes at være dimensioneret meget rigeligt, eller hvor der af andre grunde er mulighed for at reducere overslaget.

#### ***Möbius tunnelen***

Som nævnt andetsteds er snoningen af de to tunneller en meget dyr og kompleks løsning på det forhold, at de to lande normalt har banetrafik på hhv. højre og venstre spor. Denne snoning forlænger tunnelen med omkring 800 meter. Dette endda i det område hvor der er udfordringer i forhold til Sorgenfrei-Tornquist zonen. Denne forkastningszone forventes ikke at præsentere de store udfordringer for tunnelboringen, men det er alligevel ikke ønskeligt at udføre den komplekse snoning af tunnellerne i denne zone, og dermed forlænge længde af tunnelarbejde i zonen.

Som angivet er der simplere og langt billigere alternativer, der kan løse højre / venstre udfordringen.

#### ***Stationer***

Her er primært fokuseret på stationen i Helsingør. Stationen har i WSP's undersøgelse en perronbredde der ligger et stykke over, hvad der er nødvendigt i forhold til den forventede trafik. Da bredden af perronen direkte er en del af den totale bredde af arbejdsområdet, vil der kunne hentes en mindre besparelse på anlægsbudgettet ved ikke at etablere denne perron bredere end nødvendigt.

Længden af perronen synes også at være rigeligt dimensioneret, men dette er stærkt afhængig af den forventede trafik, og dermed af løsningen på den svenske side.

Hvis banen i Sverige ikke tilknyttes det øvrige banenet, så er dette at betragte som "En yderligere station på Kystbanen" og perronlængden skal ikke være længere end det kan berettiges af de tog der på sigt forventes at trafikere Kystbanen.

Hvis der derimod tages udgangspunkt i at HH-forbindelsen har direkte tilknytning til det eksisterende banenet på begge sider sundet, så skal det overvejes hvad det er for en togtrafik, der skal muliggøres. Skal forbindelsen f.eks. kunne håndtere fjerntrafik (eventuelt kun i fall-back ved forstyrrelser på Øresundsbroen). Dette kan tale for ikke at "afkorte" perronlængden.

Der er på nuværende projektstade ikke mulighed for at vurdere, hvilken af disse muligheder, der skal medregnes.

#### ***Rampe i Helsingør***

De foreliggende estimater for meterprisen på rampen i Helsingør ligger omkring 0,7 mio kr. NIRAS vurderer denne pris som værende i underkanten. Alene den udgravning, der skal udføres for at etablere et start- eller slutkammer til boremaskinerne vurderes til et beløb af denne størrelsesorden, og til dette skal så lægges arbejdet med hele rampen op mod Snekkersten.

#### ***Boret tunnel i Helsingør***

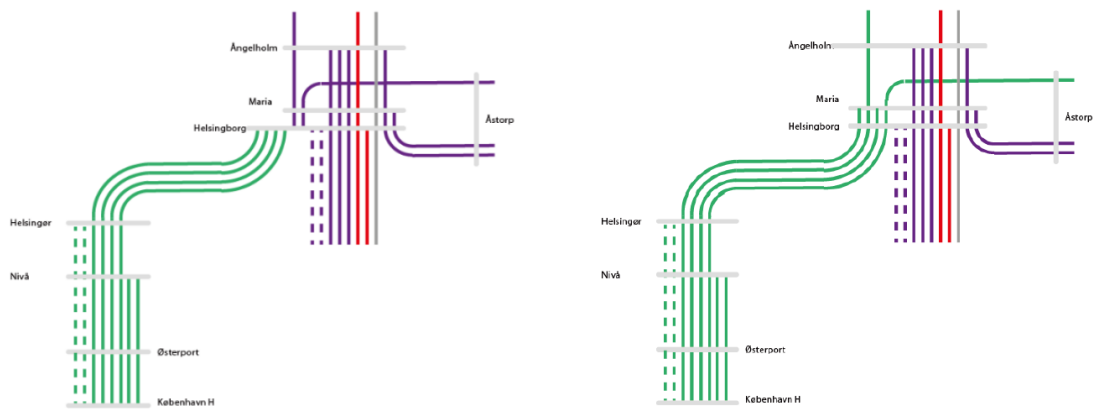
Den borede tunnel fra Stubbedamsvej til stationsrummet ved Helsingør Station er væsentlig mere kompleks end boringen under Øresund. Strækningen er kort, hvilket medfører mange initialomkostninger.

Hvis der bores mod Syd skal der tillægges arbejdet med adskillelse, transport og samling af boremaskinerne. Hvis der bores mod Nord skal der tillægges omkostninger med den omfattende logistik, der skal forsyne boringen fra arbejdspladsen i Helsingør. Det vurderes, at der er merudgifter på 2 – 300 mio kr., oveni den kalkulerede meterpris, ved ikke at etablere startkammer på Stubbedamsvej.

## **8. Trafik**

### **8.1. Sammenligning af de to driftsoplæg for trafikering**

I bilagsmaterialet til nærværende analyse er skitseret følgende to principielle trafikeringsmodeller. Det drejer sig kort opsummeret enten om at forlænge den danske Kystbane med en ekstra svensk station, eller at etablere integrerede linjer for passagertog, på begge sider af Øresund.



- Forlængelse af kystbanen

- Tog mod Göteborg/Hässleholm

Figur 16 De to forskellige trafikeringsprincipper

Som det ses af afsnit 4 ovenfor, er det ikke muligt med en enkeltsporet tunnel i samme tracé som basisløsningen at køre 4 togpar til Helsingborg. Trafikken på den model, der er en forlængelse af Kystbanen, omfatter et tog hver halve time fra København til Helsingborg – og omvendt. Det synes umiddelbart at være meget lidt ekstra trafik for en stor investering.

Hvis denne løsning skal forfølges yderligere, bør det være i form af en tunnel, der er så kort som mulig, med tilhørende ny station dybt under den nuværende Helsingborg station. Det vil både reducere omkostningen og reducere køretiden.

Både basisløsningen og modellen med den kortere tunnel (med en forlængelse til Maria) vil kunne virkeliggøre trafikeringsmodellen med gennemgående tog. Modellen med den korte-direkte men forlængede tunnel, og en sammenfletning af de to baner i Maria, er simpel.

Basisløsningen, kombineret med en sammenfletning bag Helsingborg station, er væsentligt kompliceret af planerne om at tunnellægge den nuværende bane til Maria. De underjordiske sammenfletningsanlæg nord for Helsingborgs nuværende station vil blive temmelig kostbare, og vil medføre at togtrafikken mellem Helsingborg og Maria må lukkes i en længere byggeperiode.

## 8.2. Banedrift

Byggegruben og aktiviteterne ved Stubbedamsvej vil totalt spærre for enhver form for banetrafik mellem Helsingør og Snekkersten. Det vurderes, at der vil gå mindst 3 år, sandsynligvis op mod 4 år, før trafikken kan genoptages.

## 8.3. Færgedrift

Selv om arbejdspladsen ved Helsingør station har meget kneben plads, vurderes det at færgedriften med det nuværende område til opmarching kan fortsætte. Det bliver dog nødvendigt at indskrænke pladsen, således at de nuværende opmarchbaner 1, 2 & 3 fremover anvendes til at køre fra færgen.

Adgangsforholdene til det nordligste af de tre færgeløjer vil blive vanskelig. Det skal undersøges om det er muligt ikke at anvende dette som driftsleje, men kun som reserveleje. Alternativt, om det er muligt kun at bruge dette leje til mindre biler.

Som nævnt ovenfor, vil jernbanetrafikken til Helsingør station blive spærret i en årrække.

Helsingør station vil ikke fremover blive terminalstation for den grænseoverskridende trafik over Øresundsbroen. Denne trafik vil vende ved Østerport. Dermed reduceres behovet for opstillingsspor i Helsingør. I et scenarie, hvor der er trafik under Øresund i en HH forbindelse, vil behovet for opstillingsspor reduceres yderligere.

Det bør derfor undersøges om der er mulighed for at sløjfe de to spor, der er tættest på Færgelvej, og dermed flytte arbejdsområdet (og den nye station) 10-12 meter mod Nordvest. Dette vil give lidt mere plads på opmarchområdet til færgerne.

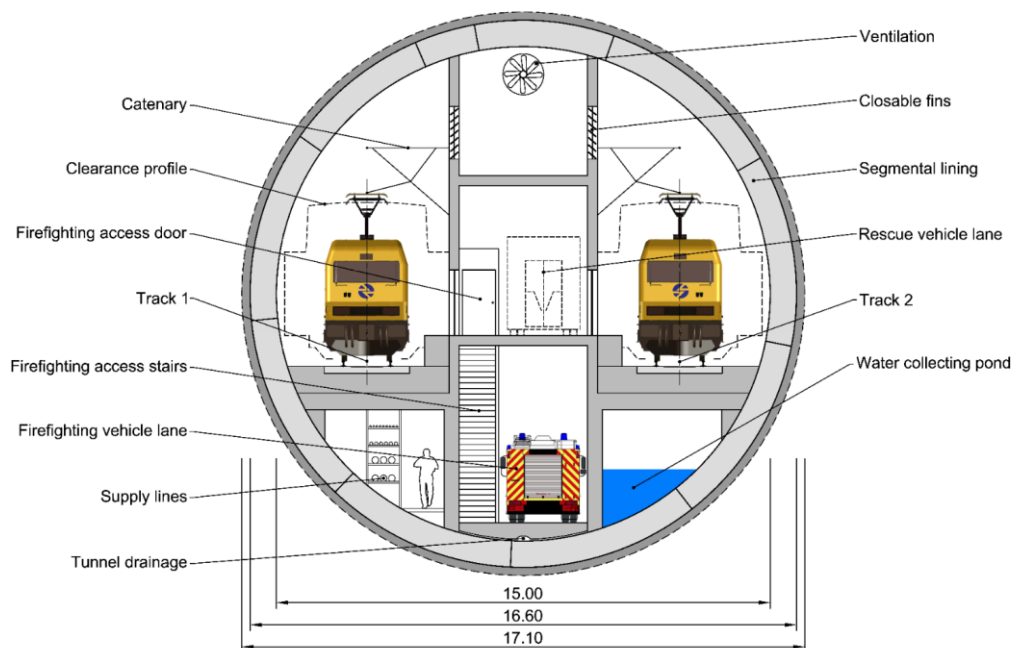
#### 8.4. Anden trafik

Færgelvej, der løber mellem Stationspladsen og den lille rundkørsel ved renseanlægget, vil blive lukket i hele anlægsperioden.

### 9. Alternativ løsning

Arbejdet med denne rapport har resulteret i en alternativ løsning, der dog læner sig op ad løsningen med en kortere linjeføring.

Det har resulteret i nedenstående skitse til en stor tunnel, der kan rumme to adskilte spor, samt service- og redningsmuligheder af høj validitet.



Figur 17 En alternativ tunnelloøsning

Tunnelen er stor, men ikke rekordstor. Den er lidt mindre end den tunnel, der er bygget under Bosporus Strædet ved Istanbul, og med en yderligere bearbejdning af pladsforholdene kan den endda nok reduceres i forhold til skitsetegningens dimensioner.

Den er så stor at det er muligt at få plads til en perron mellem de to spor, hvilket vil sige at man kan bore igennem både i Helsingør og Helsingborg, og så efterfølgende grave trappeskakte ned og etablere stationsrum. Pladsen bliver snæver, og det bliver ikke et arkitektonisk monument, men det vurderes på dette skitseniveau, at det er muligt.

Der er mange enkeltkomponenter, der kan spares eller bliver billigere, men selve tunnellen i denne størrelse er temmelig kostbar. Dette opdrag har ikke omfattet en prissætning af det skitserede alternativ.

## Referenser, Bilagor

- [1] Fast förbindelse mellan Helsingborg och Helsingør; Teknisk utredning; Förhandskopia; Trafikverket; 15. oktober 2019
- [2] Bilaga 1; Plan- och profilritning, Järnväg
- [3] Bilaga 2; Plan- och profilritning, Väg
- [4] Bilaga 3; Referensprojektmatris
- [5] Bilaga 4; Konceptuell geologisk modell; SGU dnr: 35-1098/2019; August 2019
- [6] Bilaga 5; HH-Fast Förbindelse, TBM specific review; Amberg Engineering; 3. maj 2019
- [7] Bilaga 6; Dimensioneringsförutsättningar Sverige och Danmark för väg; WSP; 9. oktober 2019
- [8] Bilaga 7; Översiktlig Miljöanalys; WSP; 7. oktober 2019
- [9] Bilaga 8; Workshop; Helsingborg – Helsingør; Trafikverket PPT præsentation; 26. februar 2019
- [10] Bilateral studie över HH förbindelsens utredningar; Trafikverket/Ramböll Malmö; 21. december 2018
- [11] Strategisk analyse, Infomøde PPT præsentation; TBST / Vejdirektoratet; 20. januar 2020
- [12] Järnvägstunnlar i Helsingborg; Söderdelegationen / Helsingborg Kommun; april 2006

BILAG:

**HH-baneprojektet**  
Eksempel på opstilling af  
byggeplads i Helsingør

Udkast 2020-04-23



BILAG:

### HH-baneprojektet

Eksempel på tværsnit for  
den direkte, korte linjeføring

Udkast 2020-09-04

