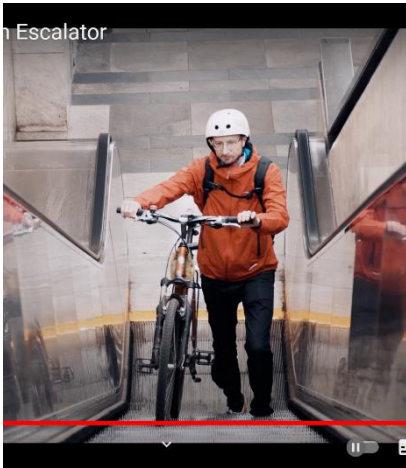


Cykel tunnel?

Ja tak!



Indhold

Introduktion	4
Hvad er en cykeltunnel?	7
Hvad er en cykeltunnel ikke?	8
Eksempler	9
Rendsburg "fodgængertunnel"	15
Inspiration i København	16
Cykeltunnel - hvorfor?	18
Udgangspunktet	18
Cykelinfrastruktur og metro	19
Argumenter imod den planlagte bro som cykelvej	20
Argumenter imod den planlagte bro som del af havnen	21
Argumenter imod den planlagte bro som visuelt element i Yderhavnen	22
Argumenter for en tunnel. Eller to	22
Fem designkriterier for cykelinfrastruktur: en analytisk ramme	24
Økonomi	25
Cykeltunnel - hvordan?	27
Brugergrupper, transportmidler, trafikal funktion	27
Placering	28
Højdeforskellen	29
Lodret transport	29
Rampe: hvorfor og hvordan	29
Greb nr. 1: dobbelt spiralrampe	30
Elevatore	32
Rulletrapper	33
Overdækning	34
Stationen som helhed	35
Tunnelen - type	35

Tunnelen - tværsnit	36
Greb nr. 2: to rør	36
Længdeprofil	37
Greb nr. 3: skråning, bund, skråning	37
Cykel- og gangsti: tunnelens gulv	37
Indretning og design.....	38
Kommunikation og interaktion.....	39
Integration i byens trafik	40
Organisation	40
Tidsramme	41

Introduktion

Formålet med denne tekst er

- at bidrage til, at politikerne i Københavns Kommunes Teknik- og Miljøudvalg (TMU) og/eller Økonomiudvalget kan stille præcise spørgsmål til en forundersøgelse af muligheder og omkostninger ved en tunnelløsning, og
- at danne grundlag for en diskussion af emnet fremover med forvaltningen og andre, der stiller spørgsmål.

Teksten er oprindeligt mest skrevet til politikere – og tænkt som en lille opslagsbog, hvor det er nemt at finde fakta, argumenter og inspiration vedrørende de enkelte aspekter – men den er også blevet så detaljeret, så jeg håber at den kan informere og inspirere medarbejderne i TMF og andre, der inddrages i forundersøgelsen. Og at den kan bruges af cykelaktivister og planlæggere, der interesserer sig for emnet, både i København og andre steder.

Dele af den er direkte relateret til trafikproblemet "Østhavnen", men den kan også læses som en generel introduktion til fænomenet cykeltunnel.

Jeg præsenterer ikke én samlet løsning – det er der ingen grund til i den nuværende fase, og jeg er ikke et ingeniørfirma. Teksten indeholder

- argumenter for valget af en cykeltunnel
- inspiration og eksempler
- tre markante "greb" for en bedre og billigere løsning
- og et stort antal mindre ideer og anbefalinger.

Hvorfor har jeg gjort det?

Fordi cykeltunneler er så sjældne, at de næsten ikke er beskrevet generelt, og ikke forekommer som hverken ingeniørdisciplin eller standardprodukt. Alle kender cykelbroer – ikke mindst politikere og teknikere i Københavns Kommune - og alle kender de typiske korte fodgængertunneler. Men meget få danskere har nogensinde cyklet gennem en lang, dyb cykeltunnel.

- Valget mellem bro og tunnel er, helt fra udgangspunktet, ikke et valg mellem to ligeværdige alternativer. Tunnelen behøver lidt hjælp.

En interessant udfordring, et komplekst problem, som jeg har brugt et års hobbyresearch på.

Jeg kan ikke påstå, at jeg har skrevet en fagbog, men jeg har ikke kunnet finde andre kilder af denne type. Så måske er den, i mangel af bedre, den bedste generelle kilde på ikke-fagligt niveau.

Budskabet:

Cykeltunnelerne findes derude, de fungerer fint og bliver brugt. To cykeltunneler vil være en god løsning på problemet grøn mobilitet omkring Østhavnen. Og det er reelt inden for rækkevidde, at Cykelbyen København om nogen år har verdens mest velfungerende og mest trafikerede cykeltunnel.

Jeg har i et vist omfang været nødt til at genopfinde konceptet "cykeltunnel", altså helheden, trafikløsningen.

IJ Klopper

Jeg har fundet meget inspiration i et bestemt projekt – den eneste "vision" af en moderne cykeltunnel, jeg har kunnet finde: Arkitektfirmaet Syb van Breda's visionære forslag til en tunnelloøsning i Amsterdam, [IJ Klopper](#). (Man bør se animationen øverst på siden.)

Amsterdam har en endnu skarpere konflikt mellem sejlads og cykling. Og, som bekendt, en klar vilje til at bruge de beløb, som "højklasset cykelinfrastruktur" reelt koster. Og på et tidspunkt så det ud til, at denne løsning faktisk ville blive realiseret:

"But business interests and central government say a tunnel would be better for everyone, including cyclists. Read more at DutchNews.nl"¹

Københavns Kommunes eget Inspirationskatalog "Innovative cykelløsninger - Infrastruktur, services og værktøjer" (Rambøll 2022) citerer også Syb van Breda:

'Projektet er omkostningseffektiv. "En tunnel er tre gange billigere end en bro i løbet af sin levetid," siger Van Breda.'

Jeg har korresponderet med ham. Han påpeger, at udtalelsen var møntet på det konkrete projekt, og han vil ikke citeres for det som en helt generel påstand. Men han har en pointe mht. drifts- og vedligeholdelsesudgifter. Se afsnittet Økonomi.

Grundlaget

Udgangspunktet er COWI's foranalyse som beskrevet i notatet

Resultat af foranalyse af cykel- og gangbro mellem Ndr. Toldbod/Langelinie og Refshaleøen,
Indre By
24-05-2022
Sagsnummer i F2 2022 - 3561
Dokumentnummer i F2 1431090
Sagsnummer i eDoc 2022-0076790

Magasinet KBH skrev i juni 2022 tre artikler, der giver en fin introduktion til problematikken, inkl. kapacitetsproblemer ved en dobbelt svingbro:

[Anbefaling: 'Toldbodbroen' skal ligge nord for Kastellet | Magasinet KBH](#)

[Analyse: Ny bro ved Langelinie bør være drejebro | Magasinet KBH](#)

[Bro ved Langelinie kan være oppe 7½ time om dagen | Magasinet KBH](#)

Mit personlige mål

er helt enkelt at sikre, at projekt Østhavnen – alt andet lige – bliver et positivt bidrag til Cykelbyen København. Altså: at få anlagt en moderne, effektiv cykeltunnel fra Sjælland til Refshaleøen. Sagt på en anden måde: at undgå, at forbindelsen over havnen, Danmarks dyreste enkeltstående investering i cykelinfrastruktur nogensinde, bliver en tragikomisk fiasko.

¹ [As Amsterdam rediscovers its north, should it be a tunnel or a bridge? - DutchNews.nl](#)

Eller sagt endnu mere personligt: jeg læste beskrivelsen i de tre artikler i Magasinet KBH i juni 2022, især forslaget om en dobbelt svingbro, og tænkte ”det der går ikke. Det er simpelthen for dumt! Byens cyklister har fortjent en bedre løsning.”

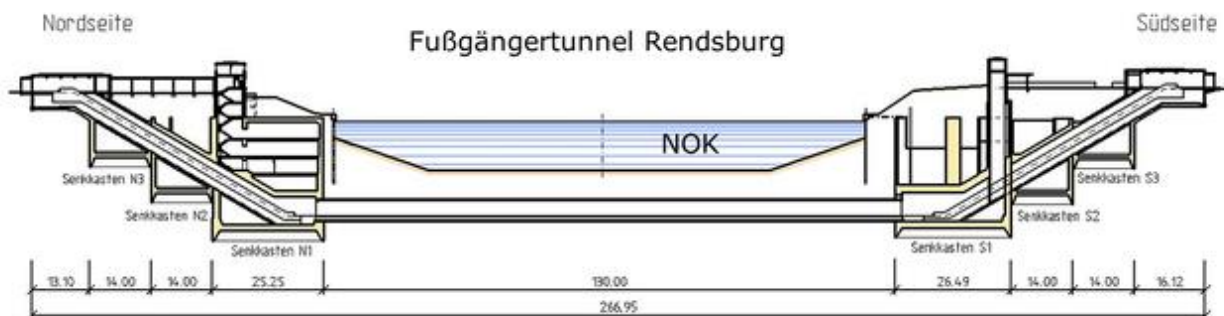
Hermed et oplæg.

-

*... til nogen begynder at bygge
en by der er blød som en krop*

(Inger Christensen)

Hvad er en cykeltunnel?



I denne redegørelse betyder "cykeltunnel" en

*dyb tunnel under vand,
med elevator og/eller rulletrappe og evt. ramper,
til cyklister og div. mindre køretøjer, og evt. fodgængere.*

Alle ved, hvad en cykelbro er, og cyklisterne passerer de små broer uden at skænke dem en tanke. Arkitekter, ingeniører og entreprenører har erfaring med at bygge dem, og forvaltningerne – især i København – har efterhånden meget stor erfaring med at planlægge dem og tage dem i brug.

Helt modsat forholder det sig med cykeltunnelen: De færreste danskere har nogensinde oplevet en egentlig, dyb cykeltunnel. Men vi kender jo faktisk alle elementerne:

- cykelsti, eller gang- og cykelsti, opdelt eller fælles for trafikarterne, med eller uden niveauforskel, enkeltrettet eller dobbeltrettet
- elevator
- rulletrappe
- rampe
- selve tunnelen: en lang, overdækket forbindelse uden sideveje og uden dagslys. Dette er min tillempede definition; der findes mange andre. En lang kældergang er jo fx de facto en tunnel.
- "stationerne": der er altid en overgang fra terræn til bevægelsen nedad². En metrostation har fx et elevatortårn, en trappe, en ventilations-skakt og et cykelparkeringsproblem. I denne sammenhæng vil jeg foreslå en samlet overdækning, mere herom i kapitlet "Hvordan".

Jeg har fundet 10 eksempler i Nordeuropa, der svarer til min definition af "cykeltunnel" (Skotland, England, Belgien, Holland og Tyskland.) Der er mange flere, hvis man medregner tunneler gennem bjerge (hvor man kører lige ind, dvs. tunneler uden lodret transport). Og endnu flere perrontunneler under stationer, og langt flere korte viadukter under jernbaner og veje.

Den typiske korte viadukt ("underpass") er nok den, der får folk til at tænke på en tunnel som noget utrygt: et mørkt og lidt skjult byrum, grå beton med kold belysning, der bliver brugt som overdækket mødested eller rygeskur, graffiti-værksted, pissoir, overnatning for hjemløse osv. Med risiko, eller i hvert fald oplevet

² Helle Fast:

Metrostation - en undersøgelse af mødet mellem by og metro, arkitekturspeciale 2014 Arkitektskolen Aarhus

risiko, for tyveri, voldtægt mv.

Det er et problem i sig selv: det er jo slet ikke sådan et rum, der er tale om at anlægge, men det er en almindelig association.

Viadukten, typisk 30-50 meter lang under en vej, er den type der foreligger gennemarbejdede anbefalinger for som en kategori af cykelinfrastruktur. Dem har jeg støttet mig til, men de kan ikke anvendes slavisk.

En særskilt pointe er, at de ingeniører, der i givet fald skal bygge en cykeltunnel, vil skulle støtte sig til litteratur om fodgængertunneler, når de skal planlægge de sekundære elementer: belysning, ventilation, afvanding, overvågning, mulighed for alarm, nødberedskab, design, udsmykning, skilte.

Der er grundlæggende tre kategorier i litteratur og databaser: biltunnel, jernbanetunnel og fodgængertunnel. Også her er cyklen et stedbarn, og en større cykeltunnel skal, uanset hvor simpelt konceptet er, på visse måder "opfindes" på ny. Hvilket så til gengæld også indebærer muligheder for innovation, design og PR-værdi.

Hvad er en cykeltunnel ikke?

En cykeltunnel er overhovedet ikke en anledning til cykelstativer, pumpe og anden cykelservice, toiletter, siddepladser etc. En cykeltunnel er ikke et "sted", den er bare et lidt specielt stykke af en cykelsti. Med mindre man vil med elevatoren, er der ingen grund til at standse.

Og dog: En fodgængertunnel (en gang- og cykeltunnel med mange fodgængere) kan være en god placering af et busstoppested.

Eksempler

Eksempler/forbilleder kan fx besøges i Rendsburg ved Kiel, Hamburg, Rotterdam, Antwerpen og London.

Her følger en kort gennemgang, der nok mest har interesse for cykeltrafik-”nørder”. Men se billederne, og læs lidt om Rendsburg.

Links går til informative kilder, i nogen tilfælde Wikipedia. På Youtube kan du finde cykelvideoer af de fleste af dem, af varierende kvalitet.

Bedste video: en velredigeret video (2:59) om den smukke gamle Sint Anna-tunnel (Scheldt, Antwerpen) fra den kendte hollandske cykeltrafikblogger [BicycleDutch](#), der også har skrevet gode artikler om flere cykeltunneler.

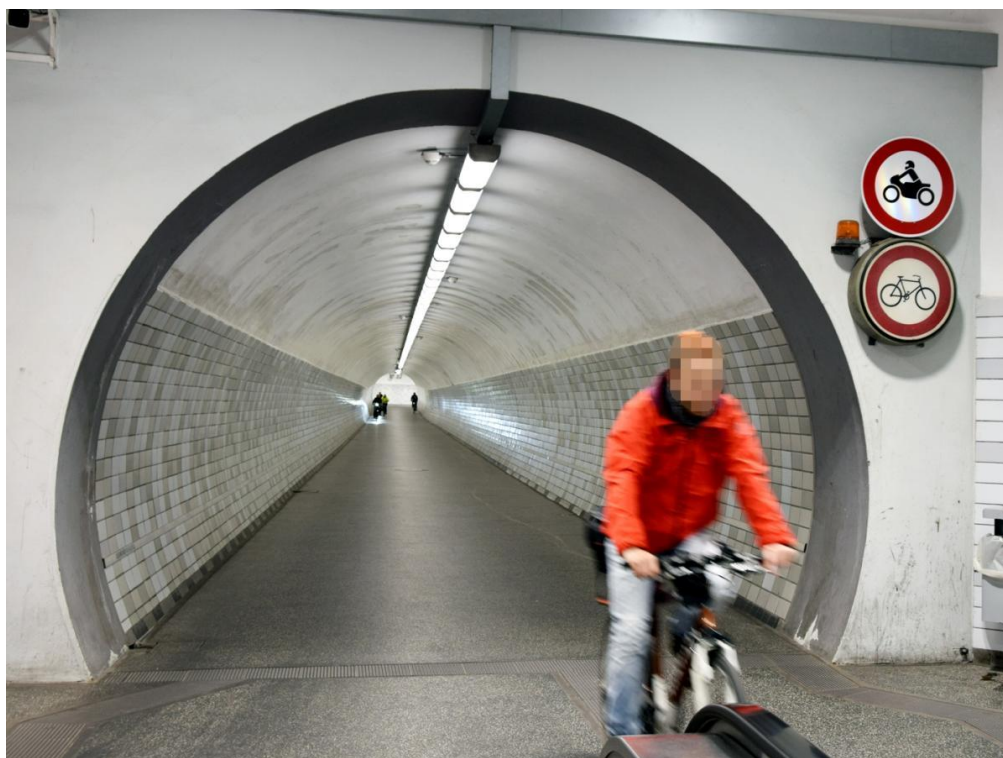
Videoen viser en 90-årig cykeltunnel-tradition med bl.a. en uendelig strøm af cyklister på vej ud fra en stor elevator og på de gamle, originale rulletrapper:

<https://www.youtube.com/watch?v=yX4Kd1w2ZFE>



Ensartede beskrivelser af fem tunneler kan findes hos European Cyclists' Federation:

[ecf Cycling Underwater at DuckDuckGo](#)



En cyklist har kurs mod rulletrappen, 27 m under Kielerkanalen i Rendsburg. Der er også en elevator, men rulletrappen er populær. Tunnel fra 1963

De ældste

[Greenwich](#) (1902) og dens lillesøster [Woolwich](#) (1912), under Themsen: formentlig verdens første cykeltunneler med elevator. Selv om de er tænkt om fodgængertunneler og faktisk har forsøgt, med kameraer og IT, at "detektere" cyklister for at kunne give dem bøder. Det har man opgivet. Lidt som med cykler i gågader. Smukt gammelt håndværk, ekstremt dårlig akustik. Nye, store elevatorer. Faste trapper rundt om dem, vindeltrapper. Hhv. 370 og 504 m lange. Små! Den ene er kun 2,7 m i diameter, måske 2,2 m stibredde.



God walk through video: [GB LONDON 4K - Greenwich foot tunnel walk, UK - YouTube](#)

[Hamburg](#) (1911): Alte Elbtunnel (St. Pauli)



Bygget til hestevogne! Som flere af de ældre tunneler midt i gamle byer bygget til (gående) havne- og skibsværftsarbejdere, men i Hamburg også til godstransport. 426 m lang, 6 m diameter, 24 m ned. 4 oprindelige elevatorer til køretøjer: 2 a 9,5 m længde og 2 a 7,3 m. Plus to nye mindre passagerelevatorer. I dag brugt af lokal cykeltrafik og turister. Tunnelen har status af ingeniørhistorisk mesterværk.



Samme princip som Greenwich, bare meget større: en cylindrisk skakt med vindeltrapper rundt om elevatorerne. Ikke så fjernt fra det koncept, jeg foreslår her.

Rulletrappens epoke

Sint Anna, Maas og Tyne fremstår som cykeltunnelens anden storhedstid, fra tiden før smukt håndværk blev for dyrt eller måtte vige for økonomisk effektivitet, og før bilismen tog magten.

Rulletrappen gav nye muligheder:

[Sint Anna](#) (Scheldt tunnel, i det centrale Antwerpen, Belgien): 1933. Et tunnelrør til både cykler og fodgængere, 4,3 m i diameter. To sæt rulletrapper af træ, opdelt i to i et zig zag forløb, og (cykel-)elevator til 40 personer.

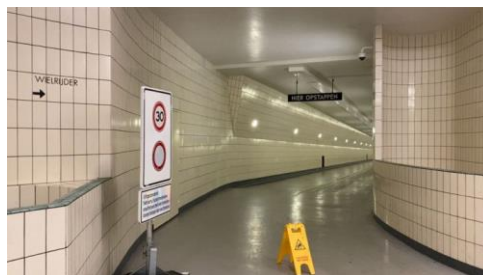
572 meter lang, 30 meter under vandniveau.

Betragtes som et monument. Nyligt restaureret.

[Maas](#), Rotterdam: 1942. Separate tunneller for biler, cykler og fodgængere.

Cykeltunnel: 552 m lang, 4.95 m bred. 20 m under vandniveau. Verdens første firkantede sænketunnel. Special tværsnitsprofil: Øverste halvdel af væggene skråner indad.

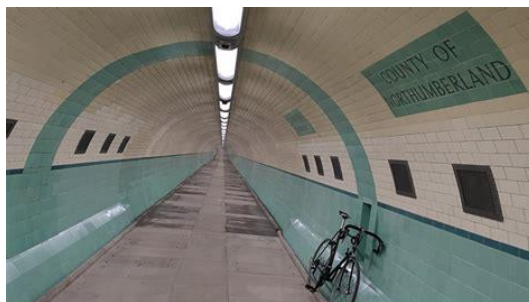
Tunnelen minder på mange måder om Sint Anna, men er bygget sammen med en vej tunnel og er meget større anlagt: den har fire rulletrapper i et stræk, med mulighed for retningsskift (tilpasning til myldretidstrafik). Rulletrapperne er designet specifikt til at passe til cykler.



En lille, moderne elevator. Plads til to-tre cykler.

Renoveret 2020. "Byens stolthed".

[Tyne](#), ved Newcastle: 275 m, 12 m nede, cykeltunnel 3,7 m bred. Separate rør for cykler og fodgængere. Originale rulletrapper i skrå tunnelrør, ny skrå lift i samme rør med plads til 6 cykler.



Smukke runde bygninger fra 1951. Også denne tunnel betragtes som et historisk klenodie.

Motorvejenes epoke

Kennedy, Benelux og Heinenoord er på hver sin måde moderne, og skabt på bilismens præmisser som tilbehør til motorvejtunneler.

[Kennedy-tunnelen](#) (1969) er en tunnel for bil-, jernbane- og cykeltrafik under Schelde syd for Antwerpen. Nogle km fra Sint Anna i bykernen, i motorvejsudfletningsmiljø. Cykeltunnelen er opstået som nødtunnel for biltunnelen, mellem de to bilrør. Indgår som en del af flere cykelruter, men har kun faste trapper og små elevatorer.

690 meter. 4 meter bred. Rektangulært tværsnit, hvid/grå beton, 1 stribe lysstofrør midt i loftet: funktionel, men grim. Kælder karakter.



App, hvor man kan tjekke om elevatoren virker 😊.

[Heinenoord](#) (Oude Maas) er ikke placeret midt i en storby, den tager ikke højde for fodgængere, og den er ikke helt optimal mht. implementering af elevatorer og rulletrapper. Men den er formentlig en af verdens største rørformede cykeltunneler, og en af de længste.

Første borede tunnel i NL. Del af kompleks med flere biltunneler, 1999.

3 lange rulletrapper og 1 elevator i åben, udgravet box, delvist overdækket. (Se ill. på forsiden.)



770 meter. Stejleste hældning 5,3%! Diameter 7,6 m, kørebane med fortov måske 6 m.

[Benelux cycling tunnel](#) (Nieuwe Maas, ved Rotterdam) opstod i 2002 som del af udvidelse af biltunnel fra 1967, med i alt 8 rør, men fremstår som skabt til cykeltrafik og med et bevidst design. Se foto i afsnittet Indretning og design.

850 meter lang, 4 meter bred. 2 baner til cykel- og fodgængertrafik, men bruges næsten kun af cyklister pga. beliggenheden.

1 lille elevator (lang nok til to cykler) og 1 rulletrappe, placeret på linje på grund af snæver plads mellem biltunnellerne. Overdækket. Enorm struktur af høje betonsøjler som kendemærke, i et stort fladt motorvejsområde.

Klart den smukkeste af tunnelerne fra denne epoke. Loft af rustfrit stål med spejleffekt, og gennemlyst glas (bred lysstribe). Hvide fliser + et digt skrevet med enorme bogstaver af mørke fliser.

Andre udvalgte eksempler

[Glasgow](#) (Clyde Tunnel): 1963. 762 m lang. Måske det eneste eksempel på en tunnel under vand, der kun har ramper. Opstået som tilbehør til en vej tunnel. Stejl hele vejen ned og op, netop fordi den følger biltunnelen.

Smal dobbelt tunnel, rektangulær, hvid beton, med rækværk mellem cykler og fodgængere. Snoet, så forløbet minder om Cykelslangen – men væsentligt grimmere.



[Fyllingsdalen](#) (Fyllingsdalstunnelen), åbnet april 2023: "Verdens længste cykeltunnel". 3 km absolut højklasset gang- og cykeltunnel fra terræn (bjergtunnel, ingen lodret transport) med markant udsmykning og farvet lys: farveskalaen er fordelt over strækningen, som signal om hvor langt man er kommet, "så det ikke bliver for monotont". Dynamisk lys, der reagerer på personer. Tekstiler som loftsbeklædning, der bl.a. giver en god akustik.

3,5 meter cykelsti og 2,5 meter gangsti med forskellig belægning (støddæmpende materiale på gangsti, for at gøre den attraktiv som løbebane!).

Kameraer, højttalere, mobildækning.

I det hele taget et virkelig ambitiøst projekt. Oprindeligt planlagt som nødtunnel til letbane, men nu integreret i lang supercykelsti med to tunneler og to mindre broer, der forbinder forstæder "omme bag bjerget" med selve byen Bergen.



[Lyon](#), Tunnel de la Croix-Rousse, 2013: 1,7 km tunnel til fodgængere og cyklister samt busser (høj kant midt i tunnelen). Bjergtunnel, dvs. uden lodret transport, oprindeligt kun tænkt som nødtunnel langs biltunnel. Nu en scene for lys- og videokunst. Næsten for meget oplevelse til en daglig tur - men absolut relevant inspiration.

[Video](#): Se som minimum starten og slutningen.

-

Generel inspiration vedr. indretning af (fodgænger-)tunneler:

[interiors of pedestrian tunnels – Google Søgning](#)

Og endelig, med en mere detaljeret beskrivelse:

Rendsburg "fodgængertunnel"

Fußgängertunnel Rendsburg er måske det eksempel, der kommer tættest på at være et forbillede for København 2035. Nogenlunde moderne, og skabt til lokal trafik i en by. Pragmatisk, kedelig, velfungerende. Trods navnet klarer den op til 500 cyklister på en time, mange af dem børn på vej til skole, og mange af dem med cyklen på rulletrappen.



Den er også den geografisk nærmeste, ca. 100 km nord for Hamburg. (Toget fra Fredericia til Hamburg stopper i Rendsburg, 1 km fra tunnelen.) Sammen med St. Pauli-tunnelen i Hamburg fra 1911 (Alte Elbtunnel) er den et oplagt mål for en studietur.

Ét rør med en længde på 130 m. 4,5 m indvendig diameter, kørebredde ca. 4 m.

1 alm. elevator, 1x2 rulletrapper, i hver sin bygning.

Da tunnelen blev bygget i 1963, blev den berømt for at have Europas længste rulletrapper: Transporthøjden er 27 meter, faktisk længde 55 meter. (Turen ned tager 2 minutter.)

I sammenligning med "vores" måske kommende tunnel til Refshaleøen er den dobbelt så dyb, men en del kortere. Det har været helt irrelevant at diskutere ramper, fordi den er så dyb. Det har til gengæld betydet, at rigtig mange mennesker i Rendsburg er helt fortrolige med at tage cyklen med ned ad rulletrappen: de lærer det som børn.

To separate rørtunneler af den her størrelse vil være en god løsning til Refshaleøen: Det er en god form til fodgængere/cyklister, der er en oplevelse af albuerum og "højt til loftet", og det er nemt at skabe en god belysning.

Til gengæld er Rendsburg som æstetisk forbillede nok lige rigeligt monotont og kedeligt til en 500 m lang tunnel.

Video:

[Fußgängertunnel Rendsburg unterm Nord Ostsee Kanal. Verbindung zwischen Rendsburg und Westerröfeld - YouTube](#)

Kanalmyndigheden har en omfattende beskrivelse på nettet: [Rendsburg fodgængertunnel](#)

Her kan man bl.a. finde tal og tegninger og nogen fotos, bl.a. af børn med cykler på rulletrappen.



Brugerne kan abonnere på et nyhedsbrev, så man fx får besked hvis en elevator er ude af drift.

Inspiration i København

Spiralrampe: Ved lufthavnen kan man opleve, hvordan en cykelspiral løfter en cykelsti hen over jernbane og motorvej: [her](#). (se afsnittet Greb nr. 1)

Kom på cykel (evt. med metroen) og prøv både spiralen og den almindelige rampe på den anden side.

Rulletrappe: byens længste ubrudte rulletrappe finder du på metrostationen Gl. Strand. Den er 18 m høj. Cykeltunnelen behøver ca. 12 m. Til gengæld bør den være bredere, fx 100 cm, både for at kunne transportere mange mennesker og for at være cykelvenlig.

Rampe (stigning): Valby Bakke er en rigtig fin mulighed for at danne sig et indtryk af, hvordan tunnelrampen vil opleves (højder og stigninger). Se afsnittet Rampe, "greb nr. 1".

Tunneldesign: På Kongens Nytorv kan du opleve en tankevækkende, kompakt lille design-ekskursion: på en tur fra Danske Bank til Det Kongelige Teater kan du opleve ikke bare to forskellige metrostationsdesigns (M1 og M3) – som du jo kender - men også hele tre ekstremt forskellige tilgange til tunneldesign: et meget kunstnerisk, et område der kunne være et indkøbscenter eller en lufthavn (den brede del af tunnelen) og en ekstremt puritansk, grå udformning.

Som model for en lang cykeltunnel vil jeg klart foretrække det midterste område: lyst og åbent.

Under sporene på Hovedbanegården finder du en ca. 100 m lang fodgængertunnel, gammel men nyrestaureret, som måske er en af de smukkeste perrontunneler i byen med sin diskrete charme, brune gulvfliser og hvide og lyse- og mørkegrønne glaserede kakler, og fine detaljer. (Også på grund af ovenlyset, som en cykeltunnel naturligvis ikke kan konkurrere med.)

Den er nok det nærmeste, vi kommer de smukke gamle cykeltunneler, jeg har nævnt ovenfor.



Tunnelform: rund eller rektangulær? Mellem Jernbanebyen og Enghavevej, lige nord for de gamle træladler, finder du en halvrund tunnel, som måske er byens længste cykeltunnel: Ca. 100 m lang, måske 2,5 m bred. Lille, men netop i kraft af formen og belysningen ikke ubehagelig at køre igennem.

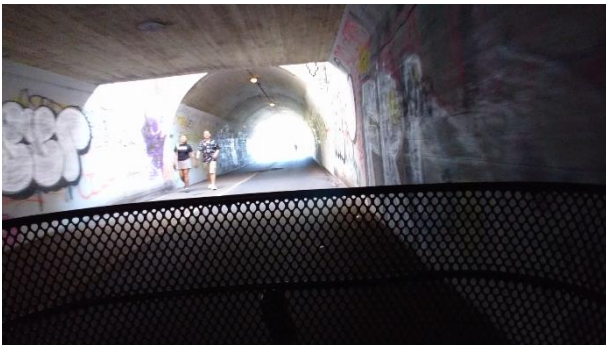


Tåstrup Station: en typisk bred, lavloftet perrontunnel (måske 2,2 x 5 m) med indirekte belysning i siderne. Men den er ret lang, næsten 100 m, og bruges også af gennemkørende cyklister og fodgængere. Dermed giver den et indtryk af, hvordan hverdagen i en dobbeltrettet havnetunnel kunne se ud.

Ikke et elegant forbillede, men interessant også fordi den har flere, meget forskellige dekorationer:



På stien gennem Vigerslevparken ved Hvidovre Station ([her](#)) er der to tunneler med forskellige tværsnit, og dermed kan man opleve den psyko-fysiske forskel på rektangulær og halvrund tunnel direkte: jeg er ret sikker på, at man vil foretrække den runde. Især på en 500 m strækning.



Cykeltunnel - hvorfor?

Udgangspunktet

- Byudvikling på Lynetteholm og Refshaleøen indebærer uundgåeligt Danmarks største enkeltinvesteringer i cykelinfrastruktur nogensinde
- Det er tydeligvis slet ikke gennemtænkt på niveau med biltunnelen og metroen
- Det er slet ikke en selvfølge, at det bliver en succes: det kan blive en tragikomisk fiasko
- Løsningens succes får væsentlig indvirkning på brugen af metro og bil, og formentlig indirekte på boligpriserne
- Og den får konsekvenser for den generelle opfattelse af Cykelbyen København, og af større cykelprojekter i almindelighed
- Det er reelt umuligt at modelberegne effekten på forhånd, især hvis man vælger en svingbro.

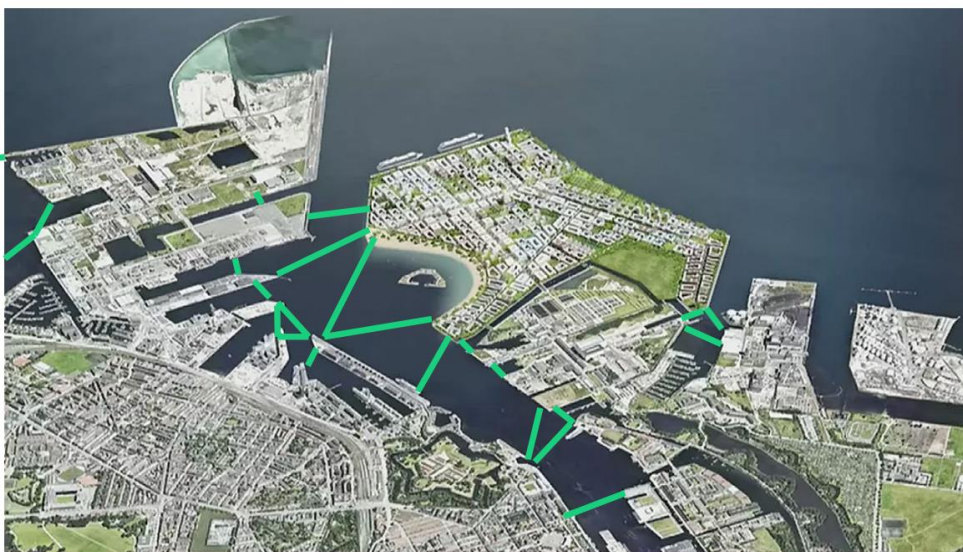
Geografien indebærer en helt speciel udfordring:

- man planlægger 50.000 beboere og 50.000 arbejdspladser, dvs. 100.000 "trafikpunkter", på en halvø med én firesporet biltunnel og en metrolinje
- den eneste forbindelse med egentlige cykelstier fra Refshaleøen mod centrum er Forlandet - Kløvermarksvej - Torvegade – Knippelsbro, det meste af strækningen med kun 2 m bred cykelsti (dele af den kan ses nederst til højre på illustrationen herunder)
- det er en omvej på 4-6 km, afh. af hvor man placerer A og B på kortet, i forhold til en direkte linje over havnen
- målt fra Christmas Møllers Plads er det yderste af Lynetteholm lige så langt væk som lufthavnen
- i det centrale København er der fem cykelforbindelser over havnen på en strækning af 2,5 km
- fra Inderhavnsbroen til den foreslåede forbindelse nord for Kastellet er der 2,0 km.

Trafikprofessor Otto Anker Nielsen har sat sagen på spidsen i en præsentation om Lynetteholms infrastruktur:



Kræver flere cykelbroer, hvis tilgængelighed skal være så god som i brokvartererne



Med andre ord: hvis man vil nøjes med én forbindelse mod vest (Langelinie) og én mod nord (Nordhavn), skal de være af virkelig høj kvalitet.

Trafikanalysen forventer 25.000 cyklister på et hverdagsdøgn - måske helt op til 35.000 - og 1.500 fodgængere, måske op til 3.500. Det er en del mere end trafikken på Inderhavnsboen.

Cykelinfrastruktur og metro

De to transportformer (og de øvrige kollektive trafikformer) anvendes af mennesker, der ikke har bil, og af mennesker, der helst ikke vil bruge deres bil til hverdag. Og mange bruger både cykel og metro hver dag, eller ofte. De fleste metrobrugere er også cyklister.

Derfor tænker metroplanlæggerne generelt på cyklen som et supplement til metroen, der øger dens dækningsområde: de kalder den "tilbringertrafik". I Østhavns geografi kan cykling være et alternativ.

Attraktive cykelmuligheder kan være med til at aflaste metrosystemet. Især i en så speciel geografi som her, hvor antallet af forbindelser ud af bydelen er så ekstremt lavt, og hvor en lang tur med metroen kan erstattes af en kortere cykeltur.

Den planlagte metro M5 skal aflaste tunnelen under Christianshavn, "havnesnittet", men den vil også bringe passagerer fra den nye bydel til M1/M2 – med mindre de har et godt alternativ. Alene derfor er der store gevinster for hele byen ved at gøre noget ekstraordinært for cykeltrafikken tværs over (eller under) havnen, når man nu placerer 50.000 mennesker på østsiden:

- Den billigste måde at aflaste havnesnittet på er at få flere mennesker til at cykle.

Den planlagte metro M5 kommer til Lynetteholm ca. 2045. Der er planer om videre udbygning mod vest (Østerport), og tidligere har man talt om en fortsættelse mod nord (Nordhavn, dvs. sammenkobling med M4 eller i hvert fald omstigningsmulighed). Min pointe her er, at

- Både mod vest og mod nord vil en effektiv gang- og cykelforbindelse være et godt alternativ til udbygning af metroen med en fjerde linje under havnen. Bl.a. fordi de også vil give adgang til M3 og/eller M4 indenfor ret kort afstand.

Metro er som bekendt dyrt. Gang- og cykeltunneler kunne dække en stor del af behovet for langt færre penge.

Hvis en effektiv gang- og cykelforbindelse i retning af Østerport har været i drift i ti år, når metroen når til Lynetteholm, og de nye beboere har vænnet sig til den, vil en fortsættelse af metroen til Østerport muligvis virke overflødig.

Omvendt: hvis man bygger en cykelforbindelse, som pendlerne oplever som håbløs, kan metroen blive så overbelastet, at man er nødt til at fortsætte den til Østerport.

Det er endnu et argument for, at cykelforbindelsen skal være af virkelig høj kvalitet.

Argumenter imod den planlagte bro som cykelvej

En dobbelt svingbro – med 12-18 minutters rødt lys for cyklister for hver 30 minutter om sommeren – kan slet ikke betegnes som en "højklasset" cykelforbindelse. Pendlere vil aldrig acceptere de vilkår. (Det ville bilister jo heller ikke.)

Mange cyklister accepterer regn og kulde – men ikke at skulle stå stille i en lang kø i regn og blæst i så lang tid hver anden morgen!

- Hverdagscyklister, som jo er de mennesker Københavns Kommune ønsker at tiltrække, vil slet ikke ønske at bo på Lynetteholm på de præmisser, hvor cykelforbindelsen kan være afbrudt i op til 70% af tiden.

Problemet er udmærket beskrevet her:

[Bro ved Langelinie kan være oppe 7½ time om dagen | Magasinet KBH](#)

Teknik- og Miljøforvaltningens konklusion ved fremlæggelsen af COWI's foranalyse siger det også ret tydeligt:

"... det er vanskeligt at forestille sig en tilfredsstillende trafikafvikling for cyklende, især i sommermånederne."

Dertil kommer start/stop effekten: COWI's beregninger beskriver ret direkte en flodbølge af hundredvis af utålmodige, stressede cyklister, der strømmer ud over Refshaleøen en gang hver halve time, når forbindelsen åbner. Det er ikke et godt bymiljø.

En uattraktiv cykelforbindelse vil øge antallet af bilister ("bilejerskabet") og dermed også risikoen for, at man sidder i kø hver morgen på vej til biltunnelen. Dermed vokser også usikkerheden af trafikprognoserne for metroen.

- Lynetteholm kan blive kendt som et sted, det er svært at komme væk fra.

Det vil også have betydning for boligværdierne, og for interessen for at placere virksomheder i Østhavnen: både medarbejderne og kunderne skal jo helst kunne komme frem på en fornuftig måde.

Den helt overordnede betragtning, som bliver meget tydelig, når man studerer Hollands og Belgiens arbejde med kombinationen sejlads + cykling:

- En moderne havne-storby, der gerne vil respektere både de sejlede og hverdagscyklisterne, kan bedst udtrykke den respekt ved at bygge tunneler.

Jf. Kommuneplan 2019, Overordnede målsætninger for trafik, s. 28:

"At cykel- og fodgængeradgang på langs og tværs af havnen binder byen sammen *samtidig med(!)*, at havnen bruges aktivt til både daglig transport og til færdsel og ophold i fritiden."

Argumenter imod den planlagte bro som del af havnen

Jeg har ingen særlig interesse i havnens funktion, men jeg ved, at de maritime aktører har givet udtryk for deres bekymring: der er væsentligt mere sejlads af mange slags i den nordlige del af havnen.

Jeg har fx bemærket, at Foreningen af Lystbådehavne i Danmark og Dansk Sejlunion har haft kontakt med overborgmesteren om emnet.³

Som almindelig københavner kan jeg frygte, at den vil tage livet af *købenHavn* som en by for fritidssejlere. Måske vil fritidssejlerne helt opgive Københavns Havn? Det vil ikke bare være et væsentligt tab for dem, men også et kulturelt tab for os andre. Og for turisterne: det vil gøre byen kedeligere.

En del af problemet, som måske er overset, er at broen vil presse trafikken sammen på midten af havneløbet og dermed gør det umuligt at sejle på langs af havnen tæt på kysterne – dvs. den gør faktisk et meget stort vandareal ubrugeligt eller uattraktivt. Kun robåde og kajaker vil komme tæt på Refshaleøen.

En dobbelt svingbro er bedre end en hængefærgebro⁴, en flydebro⁵ eller en svævebane⁶ – men ikke ret meget.

Men lad mig tilføje to perspektiver fra den tunge ende af risikoanalysen, som måske ikke nævnes af andre:

De meget lange, spinkle brofag vil være sårbare i stormvejr. Dvs. med fremtidens kraftigere storme kan det blive nødvendigt at holde broen lukket af sikkerhedsgrunde (dvs. spærre havnen for sejlads) i mange timer, måske hele døgn ad gangen.

Hvis man en dag venter for længe med en sikkerhedslukning, og et åbentstående brofag rammes af et ekstremt vindstød, vil både brofaget og fundamentet kunne påvirkes, så det bliver umuligt at lukke broen igen. Dvs. broen kan sættes helt ud af spillet i mange måneder. Inderhavnsbroen er en nyttig erfaring.

Hertil kommer påsejlingsrisikoen, som ikke er helt lille. Jernbanebroen i Aalborg er omkring 80 år gammel. Den er blevet påsejlet fire gange. Og krydstogtskibe er som bekendt heller ikke ufejlbarlige.

Den foreslåede placering af en cykelbro er *meget* tæt på krydstogtskibenes kajplads ved Langelinie.

- *Worst case* er virkelig alvorlig.

Især fordi, som nævnt, Østhavns trafikale geografi er så speciel: hvis broen pludselig er ude af drift, vil mange tusinde mennesker pludselig stå med meget begrænsede alternativer.



Costa Concordia

³ [Overborgmester åben for at undersøge alternativer til cykelbro \(dansksejlunion.dk\)](http://overborgmester.abenforatundersogealternativertilcykelbro.dansksejlunion.dk)

⁴ Planlagt i detaljer sidst i 1800-tallet. En smuk tegning kan ses i Havnebygmesterens Studiesamling hos By&Havn

⁵ Bombroen var i funktion mellem Nordre Toldbod og Elefanten til i hvert fald efter 1. verdenskrig. Foto: [Yderhavnen ved indsejlingen til Inderhavnen - kbh.billeder.dk](http://yderhavnen.vedindsejlingen.til.inderhavnen-kbh.billeder.dk)

⁶ Analyseret grundigt i Kbh. Kommune frem til 2017 (jf. KIK2)

Argumenter imod den planlagte bro som visuelt element i Yderhavnen

Cykelbroer kan være et markant arkitektonisk bidrag til mere anonyme bolig- og erhvervsområder. Men Københavns ydre havn er på mange måder nationens mest centrale og mest symboladede farvand: det er omkranset af Kastellet, Nordre Toldbod, Amalienborg og Marmorkirken, Skuespilhuset og Operaen, Holmen med Flådens Leje og Chr. IV's Mastekran og kanonbatteriet på spidsen af Nyholm, og den vigtige værftshistorie på Refshaleøen. Og med udsigt til Trekroner.

Med Den Lille Havfrue som trækplasteret, der lokker turisterne til et glimt af central Danmarkshistorie.

- I dette farvand vil en 500 meter lang bro, uanset design, få karakter af visuel støj. Det er udmærket beskrevet i Miljøvurderingen af Lynetteholm (SMV) (bl.a. 7.4.1).

Også i betragtning af den massive mur af nyt byggeri, der er på vej længere mod nordøst, bør man prioritere at friholde det centrale, historiske havnerum. Især fordi der jo faktisk er et meget diskret alternativ til en bro.



Et eksempel på, hvad en "spinkel" cykelbro kan gøre ved et kulturhistorisk miljø: det verdenskendte 1700-tals postkortmotiv Nyhavn, som det tager sig ud set fra Christianshavn. I gamle dage en smuk udsigt, i dag ødelagt af Inderhavnsbroen.

Argumenter for en tunnel. Eller to

- Tunneler er altid tilgængelige, ligesom almindelige veje og broer.
- De afmonterer konflikten mellem transportformer, ligesom fx en viadukt.
- De er næsten usynlige i landskabet: den minimale løsning vil se ud omtrent som en metrostation.

- Elevatorer og rulletrapper er kendt teknik, deres problemer kan løses hurtigt, og med to elevatorer vil det så godt som altid være muligt - for alle slags mennesker - at krydse havnen.
- På langt sigt vil den være den billigste løsning. (Se fx Inspirationskatalog Innovative cykelløsninger, udgivet af Københavns Kommune i 2022, s. 21.) Se også afsnittet Økonomi.
- En tunnel kan også blive noget, som Cykelbyen København gerne viser frem, og som beboerne i Østhavnen er stolte af. Brandingværdien for cykelbyen vil være unik, fordi der er så få tunneler af denne type, og fordi den vil fremstå som en markant og innovativ satsning på hverdagscykling. I den henseende kan den måske få større betydning end Cykelslangen og Cirkelbroen.
- Den kan designes smukt, som en arkitektonisk og cykel-fysisk kropslig oplevelse, med udsmykning og digital belysningsteknik mv., men den vil først og fremmest bare være den mest afslappede del af den daglige transport: ingen biler, ingen sideveje, ingen støj, ingen vind, ingen regn eller hagl eller sne. En daglig påmindelse om at man bor i en ambitiøs cykelby, på samme måde som fx Cykelslangen.

(Bemærk i øvrigt, at de nævnte "argumenter imod bro" i høj grad kan læses spejlvendt som argumenter for en tunnel: jævnt trafikflow, langt flere brugere, færre bilister i Østhavnen og mindre belastning af metroen, et mere attraktivt område generelt etc.)

Men det allerstærkeste argument for tunnelloøsningen er helhedsbilledet inkl. Nordhavn:

- De to planlagte gang- og cykelforbindelser krydser den samme sejlroute.

Og netop derfor vil en løsning med to broer, der spærrer for sejlads to steder med to kilometers afstand, være voldsomt utilfredsstillende for alle grupper af sejlede. Området mellem de to broer vil blive et kaotisk venteområde, især for sejlbåde uden motor, men også for store skibe. Der ligger som bekendt også en stor krydstogtskaj ved Langelinie, dvs. der kommer mange flere store skibe forbi den skitserede bro/tunnel til Nordhavn. Og de mange forskellige interessenter i havnens funktion er jo i forvejen ikke ligefrem begejstrede, hverken for status quo (bl.a. Tranegravsbroen) eller for udsigten til konsekvenserne af Lynetteholm.

Hvis en øst-vest cykeltunnel bliver en succes, vil det være helt oplagt at gentage succesen mellem Lynetteholm og Nordhavn, måske et par årtier senere. Med 40.000 beboere på den ene side og 50.000 beboere på den anden er behovet indlysende, især for lokal trafik, men også muligheden for at gå eller cykle til M4.

Den vil være væsentligt kortere og dermed billigere end øst-vest forbindelsen, og mange erfaringer fra den første tunnel vil kunne anvendes direkte. Og den vil være enklere at anlægge, især mht. ramper, fordi der ikke skal tages så mange hensyn til eksisterende forhold.

Fem designkriterier for cykelinfrastruktur: en analytisk ramme

En god ramme for en sammenligning af bro og tunnel i byplanlægningsperspektiv kan hentes i den anerkendte hollandske [Design Manual for bicycle traffic - CROW](#):

Her præsenteres fem designprincipper for cykelinfrastruktur⁷, som i øvrigt indgår i alle mine analyser og vurderinger:

Cohesion

Dette er den generelle netværkskvalitet: sammenhæng mellem cykelstier mm. Og i det aktuelle tilfælde er der ingen forskel: vi taler om to løsninger på samme strækning.

Directness

Næsten samme pointe – strengen på kortet er den samme - men en tunnel indebærer lidt mere lodret bevægelse. Dvs. enten bliver turen lidt længere (på ramper) eller tager lidt længere tid (elevator). Til gengæld er der ingen usikkerhed: man risikerer ikke forsinkelse, som ved svingbroen.

Det har også betydning, når forbindelsen ses som en del af Havneruten (for turister) og som en del af "Østerbro-Amagerruten" (for pendlere).

Safety

Der er moderate risici ved begge løsninger, men de afhænger meget af detaljer i designet. Er man fx beskyttet mod vindstød på broen?

Tunnelen vil nok i starten blive mødt af en forestilling om utryghed, men den vil fortage sig når brugernes hverdagserfaring (og deres cykelvideoer) dominerer fortællingen om den.

Comfort

Broen er usædvanligt lang og dermed mere åben for vind end de kendte cykelbroer. Højdeforskellen er (i COWIs oplæg) den samme som de eksisterende broer, og dermed bliver stigningen meget overkommelig.

Oplevelsen af at stå og vente foran et rødt lys i 12-18 minutter, evt. i regn og blæst, med risiko for at komme for sent til arbejde eller fx et tog, er til gengæld en helt usædvanligt lav grad af komfort. Den vil uden tvivl dominere opfattelsen af broen i hele dens levetid.

I tunnelen kan man vælge mellem den større højdeforskel (anstrengelse, eller daglig træning) – eller man kan vælge den nemme mekaniske løsning.

Attractiveness

er det mest subjektive punkt på listen: kan du lide den her cykelsti? Broen vil givet have en værdifuld udsigt, en oplevelse svarende til fx Langebro eller Inderhavnsbroen. Tunnelen kan gøres smuk og fysisk behagelig og en sjov cykeloplevelse, se mere under Hvordan. Og den vil være unik i Danmark.

⁷ Enkelt forklaret her: [5 design principles for successful bicycle infrastructure](#)

Økonomi

Jeg kan ikke beregne udgiften til at bygge en cykeltunnel. Jeg fokuserer på at pege på gode, omkostningseffektive løsninger, der kan give en bedre og billigere tunnel end den, COWI har regnet på. Men jeg har noteret mig, at TMF selv beskriver tallene for tunnelløsninger som "meget foreløbige og overordnede overslag" i det nævnte notat. Altså: spis brød til.

Det hører også med i billedet, at projekter med statslig finansiering skal regne med 50% tillæg, hvor man normalt bruger 30%.

Mere konkret kan jeg pege på de driftsudgifter⁸, der knytter sig til en bevægelig bro med (24/7) operatører:

Table 3.3 Lifetime costs of non-movable and movable bridges

	Non-movable	Movable
Construction	Bridge slopes possibly stairs, elevator	Bridge, machinery, operating system (local, central), communication system (cameras, sound system, signals), access barriers, slopes, possibly stairs, elevator
Maintenance	Bridge	Bridge, machinery, communication system (camera's, sound system, signals), access barriers
Operation	None	Operating system (local, central)

Tunnelløsningen er i sammenligning langt mere lavteknologisk og enkel. Driftsudgifterne består primært af drift af rulletrapper og elevatorer samt rengøring: det svarer til driften af to metrostationer, endda freregnet skydedøre og rejsekortinstallationer mv.

Som nævnt ovenfor er risikoprofilen for en tunnel langt mere beroligende end for en bro med bevægelige dele (jf. Inderhavnsbroen).

Prisen for tunnelen skal også ses i forhold til de samlede udgifter til at bygge en ny by, med Danmarkshistoriens formentlig største underskud af transportmuligheder: 50.000 beboere + 50.000 arbejdspladser = 100.000 trafikpunkter. Med foreløbig én cykelsti mod syd, to meter bred. Den situation er formentlig aldrig set før.

(Sml. Frederiksberg: 103.000 beboere. Se på et kort. Gæt på antallet af veje og cykelstier over kommunegrænsen.)

Prognoser og modelberegninger for antallet af brugere er så usikre i sådan en geografi, at jeg tillader mig at mene, at de er værdiløse. Alle brugere vil være nyindflyttere i en helt ny by. Deres valg af bolig afhænger af transportmulighederne. Forskellen på trafikoplevelsen med svingbro og tunnel, og den offentlige debat om dem, vil have betydning for, om hverdagscyklister vælger at flytte til Østhavnen: alle disse faktorer gør trafikmodeller (der er skabt til at vurdere enkelte ændringer i en eksisterende by) så usikre, at de er ubrugelige.

⁸ [Brief Dutch Design Manual - ipv Delft creative engineers](#)

Derfor er det især i tilfældet Østhavnen relevant at bruge den modsatte tilgang: "Build it, and they will come." (Sml. metroen, der lagde grunden til Ørestaden.)

Man kan tilføje, at de ældste kendte forbilleder, der stadig fungerer (tunneler med mekanisk transport, fx rulletrapper) er omkring 120 år gamle. Dvs. en kalkulation med afskrivning af byggeomkostninger kan tage udgangspunkt i den samfundsøkonomiske værdi af 25.000 cykelture (COWI-analysens grundlag) hver dag i 120 år. Og det faktum, at afskrivningen (slitagen) pr. personkilometer er så meget lavere end for metro og biltunnel.

Sparsommelighed er fornuftigt, og meget af denne tekst handler om bedre/billigere løsninger - men inden for den ramme er det ligegyldigt, hvad det koster: der *skal* skabes en god løsning.

Statens, jordejernes og andre interessenters evt. involvering i finansieringen skal ses i lyset af, at en god cykelløsning også aflaster biltunnel og metro – der til sammen løber op i ca. 35 mia.kr.

Fonde vil også kunne se en interesse i at medvirke. Realdania har fx allerede markeret sig med Lille Langebro, og Mærsk vil kunne se tunnelen som en hyldelse til Københavns søfartshistorie, friholdelse af farvandet for en barriere for sejlads – lige ved deres snart nybyggede hovedkvarter – og en beskyttelse af det historiske miljø mod visuel forurening (se ovenfor).

Virksomheder i området kan med det nye CSRD-direktiv (Corporate Sustainability Reporting Directive) se en ekstra motivation, ud over CSR-perspektivet, i at støtte bæredygtig mobilitet⁹.

EU har i de seneste år virkelig oprustet mht. cykelinfrastruktur, også med div. støtteordninger.

Hvis projektet planlægges og beskrives rigtigt, er det måske slet ikke så svært at få det finansieret.

⁹ [Virksomheders cykelfokus giver nye og barske krav til cykelstien | MobilityTech \(PRO\) \(ing.dk\)](#) (Jane Kofod, Vicedirektør, Cyklistforbundet)

Cykeltunnel - hvordan?

Brugergrupper, transportmidler, trafikaf funktion

Dimensioneringsgrundlaget for den nye bro er fastsat til 25.000 cyklister og ca. 1.500 fodgængere i døgnet¹⁰.

En tunnel vil i modsætning til en bro – placeret lige ved Den Lille Havfrue – ikke få en funktion som udsigtspunkt for turister. (Alene derfor, og ikke kun på grund af antallet, har jeg forestillet mig en bredde til fodgængere mv. på 2 m, eller 2 x 1 m.)

Men tunnelens helhed bør designes ud fra en bredt inkluderende opfattelse af målgrupper. Ikke bare "fodgængere og cyklister"! Netop fordi den forbindelse, vi taler om, er den eneste vej mod vest.

Rollatorbrugere, vuggestuebusser (trækvogne med 6-8 rollinger), barnevogne, lænestolsscootere, løbehjul, manuelle kørestole, kaffevogne, større cargo bikes – tunnelen skal kunne inkludere alt andet end benzinknallerter.

Fremtidens eldrevne køretøjer tegner til at blive et bredt mylder af typer, og det skal der tages højde for.¹¹

Dvs. brugergruppen skal kun afgrænses ved

- forbud mod forbrændingsmotorer

og et omhyggeligt valg af grænser for

- bredde (man kan fx udelukke de meget brede rickshaws)
- vægt
- hastighed.

Men netop fordi det er den eneste forbindelse, og en lang og dyr forbindelse, bør de centrale designkriterier være

- høj kapacitet: det skal være muligt og sikkert at cykle hele vejen uden at komme under en defineret hastighed som fx 15 km/t, altså uden stop
- høj sikkerhed: det skal være muligt og sikkert for fx en rollatorbruger, lidt forvirret, måske nærsynet, måske lettere dement – eller en flok børn - at komme ud af elevatoren meget tæt på cykelstien, stå stille og se sig om, og aflæse stedet og bevæge sig rigtigt.

Det kræver en let aflæselig indretning af området. Designet bør tage udgangspunkt i principperne

- den tilgivende vej
- den selvforklarende vej.

(Pædagogisk modeksempel: Afslutningerne af de større cykelbroer over havnen, fx Lille Langebro og Inderhavnsbroen – altså overgangene fra broens skråning til almindelig vej/cykelsti, hvor man meget nemt kommer op i høj fart – lever ikke ligefrem perfekt op til de krav.)

¹⁰ TMF's notat " Resultat af foranalyse af cykel- og gangbro mellem Ndr. Toldbod/Langelinie og Refshaleøen, Indre By"

¹¹ Se fx artiklen [Revision af cykelbekendtgørelsen: Er det tid til at gentænke arealanvendelsen i byerne? | PRO \(ing.dk\)](#) (Jane Kofod, Vicedirektør, Cyklistforbundet).

Placering

Jeg accepterer uden videre COWI's analyse og anbefalingen af forslag B. Set fra en cykelsadel - dvs. set i forhold til byens geografi, det kommunale cykelkort og supercykelstinetværket - er forslag B et godt valg.

På vestsiden rammer forslag B både Indiakaj, der fører direkte til O2 mod nord og syd, og Langeliniebroen, der fører til det indre Østerbro. Det er en placering, jeg også har set på gamle kort fra TMF. Og i det store billede er forbindelserne mod nord jo de vigtigste, fordi vi taler om den nordligste forbindelse over havnen.

Her kan det faktisk lade sig gøre at placere en "station", en nedkørsel med spiralrampe (se afsnittet Rampe) på østsiden af Langelinie-rampen (den rampe, som COWI har tegnet en viadukt igennem, hvilket er en oplagt god løsning). Her skal man lige bemærke, at jeg her taler om to "ramper" i samme sætning. Det vil gå ud over et lille træ, en lille græsplæne og en glemte statue af en grønlandsfarer (og meget få mennesker). Det behøver ikke påvirke lystbådehavnen, og det vil være muligt at anlægge en sti og nogen bænke på kystsiden. Og det kan blive et smukt sted. (Der er i øvrigt utroligt meget asfalt i området omkring lystbådehavnen, med meget lidt trafik. Det ligner 1960. Hvis man lukker for adgang med biler til havnen fra nordsiden¹², vil det muliggøre et omfattende redesign af området nord for havnen. Dette kan tænkes sammen med cykelforbindelsen hele vejen fra tunnelen til Langeliniebroen over jernbanen. Det kan ende med, at helheden bliver smukkere og mere attraktiv, også som udflugtsmål. Men det er jo ikke mit fokus.)



30 m tunnelstation markeret med grå cirkel. Den foreslåede viadukt er mellem rundkørslen og stationen (nedkørslen)

På østsiden er mulighederne mere åbne, men de skal indtænkes i den lokalplan, der er under forberedelse. Der skal naturligvis være en supercykelsti mod Lynetteholm og Nordhavn, og der skal træffes et klogt valg vedr. flaskehalsen på det sydlige Refshaleøen, i området omkring Quinti Lynette og lystbådehavnen. Jeg håber, det kan afklares med lokalplanen.

En særskilt pointe vedr. Refshaleøen er, at

- det lokale cykelstinet skal designes i forhold til skiftstederne: metrostationen, hvor man må forvente et busstoppested, og to P-pladser/-huse ved hhv. biltunnelen i nordøst og vejen ned mod Forlandet, dvs. Amager. De tre steder bliver der behov for cykelparkering
- supercykelstinet er et *alternativ* til metro og bil, og kan i princippet ignorere de tre steder. Det skal naturligvis ramme nogle hovedstrøg gennem Refshaleøen, men det skal orienteres mod tunnelerne mod vest og mod nord (fra Lynetteholm til Nordhavn) og supercykelstien mod Forlandet.

Denne pointe er en afspejling af den helt særlige trafikale geografi knyttet til Lynetteholm.

Jeg vil anbefale, at man i lokalplanen placerer rampen frit i forhold til de kommende cykelstier og byggeplaner, altså ikke nødvendigvis helt tæt på kajen. Men med tanke på, at den skal blive der i århundreder.

¹² Det vil være uproblematisk, iflg. uformel kontakt med havnefogeden: den sydlige adgangsvej er godkendt som brandvej. Og trafikken er meget begrænset.

Højdeforskellen

De to områder, der skal forbindes, har en terrænhøjde på 1-2 meter over vandfladen. Kravet til sejlrendens minimumsdybde er 8,5 meter (iflg. Krak nautical, den gratis kilde jeg som amatør har adgang til) eller måske 10 meter (iflg. havnefogeden, telefonisk til mig, skal tages med forbehold). Hertil kommer tunnelens egen højde og evt. havnetekniske krav: der er krydstogtskibe ved kaj meget tæt på.

Dvs. den samlede højdeforskel, brugerne skal passere, må formodes at ligge på 12-15 meter. Jeg har taget udgangspunkt i 15 meter. (Se også afsnittet om længdeprofil.)

(Til sammenligning: De kendte cykelbroer over havnen er på 5-6 meter. Valby Bakke: 16 meter fra Pile Allé. De dybeste metrostationer: 35 meter. De mest anvendte rulletrapper i metroen: 6 meter.)

Lodret transport

Med denne højdeforskel er elevator og rulletrappe omtrent lige hurtige, og cykling ned ad rampen er måske den hurtigste vej.

Faste trapper har jeg fravalgt fra starten, helt enkelt fordi behovet er stort nok til at retfærdiggøre mekaniske (elektriske) løsninger, svarende til en metrostation.

Der findes forbilleder, der kun har rulletrapper, men de udelukker jo et antal brugerkategorier. Den mest almindelige løsning er en kombination af rulletrapper og elevatorer, altså uden ramper.

Det kan give mening generelt, også for en moderne, cykelmæssigt ambitiøs løsning,

- hvis højdeforskellen er større end i Københavns havn
- og/eller hvis behovet for cykelkapacitet er mindre
- og/eller hvis der er meget lidt plads på land.

I det tilfælde bør man overveje at udvikle en dedikeret cykelevator med høj kapacitet, hvilket primært kræver at den er meget lang.

Rampe: hvorfor og hvordan

Men en tunnellsøsnung med virkeligt høj kapacitet kræver en rampe, altså en skrånende cykelsti, hvor cyklisterne selv gør arbejdet, og hvor man slet ikke behøver at standse undervejs.

Det betyder, at man undgår kødannelser og stress, det giver den kortest mulige rejsetid, og samtidig indebærer det, at hele turen under havnen bliver en behagelig oplevelse af flow og "fremkommelighed".

Og 12-15 meter er en realistisk højde for københavnske hverdagscyklister, hvis den bliver designet rigtigt.

Typiske anbefalinger (fx danske "vejregler", som netop kun er anbefalinger) siger, at en niveauforskel på over 10 meter bør opnås med en hældning på omkring 3,5%. Og det er formentlig baggrunden for COWI's omtale af ramper på 350 meters længde, hvilket både lægger beslag på et stort areal (vejareal) og kan gribe ind i meget infrastruktur (rør og kabler langs boligområder). Det kan genere beboerne voldsomt i en længere periode, og det kræver fjernelse af meget store mængder jord.

Og dermed er ramperne en stor del af forklaringen på den meget høje pris, de når frem til. Tilsyneladende omkring 300 mill. kr. brutto i ekstraomkostninger (fra 900 til 1200 mill.)

Greb nr. 1: dobbelt spiralrampe

Mit forslag er inspireret af IJ Klopper (se Introduktion), et forslag hvor rampen er udformet som en spiral (eller mere korrekt: en helix, dvs. en cylinderformet rampe). Denne løsning er et svar på alle de nævnte problemer, fordi den kræver et meget mindre og mere kompakt areal og udnytter volumen mere effektivt. Den samlede mængde jord, der skal udgraves, bliver meget mindre. Men også fordi den på det specifikke sted nordøst for Kastellet (se afsnittet Placering) ([luftfoto](#)) er adskilt fra bygninger og trafik og formentlig også uden infrastruktur i jorden.

Men jeg anbefaler i modsætning til IJ Klopper en

- dobbelt spiralrampe, altså med helt adskilte spor op/ned

- et princip, der bl.a. kendes fra P-huse for biler.



Hvorfor? Cykler på vej op kører langsomt og af og til slingrende. Det kan forekomme, at svage cyklister vil standse undervejs, hvilket fører til overhalinger. Mens cykler på vej ned kører (for) stærkt. Risikoen for kollision, i en kurve hvor man ikke kan se langt frem, er indlysende.

Adskilte ramper vil både give langt bedre sikkerhed og højere kapacitet. Og det kan lade sig gøre, med en diameter på 30 meter og en højdeforskel mellem banerne (inkl. konstruktion) på 2,5 meter.

Et særligt argument, der kræver lidt matematisk analyse: en dobbeltrettet sti vil være dobbelt så bred, og derfor vil det inderste spor få en meget mindre krumningsradius og derfor blive meget stejlt. Løsningen med adskilte ramper udnytter også pladsen mere effektivt, både i højden og indadtil: rummet inden for rampen bliver større, og der bliver bedre plads til elevatorer og rulletrapper.

En cykelspiral er ikke helt almindelig infrastruktur, men heller ikke så usædvanlig. En meget relevant inspiration kan faktisk findes lige vest for terminal 3 i Københavns Lufthavn, 200 m fra metrostationen, hvor en cykelspiral løfter en cykelsti hen over jernbane og motorvej (bygget af Sund & Bælt i 1997 som en del af Øresundsbro-projektet.)

Den er 25 m i diameter med en stibredde på 3,0 m og har en stigning på 4,5%, og den fungerer fint.



Denne løsning kræver altså kun en rund udgravning på omkring 30 m diameter, måske 12 meter dyb. En form som en kagedåse. Med to elevatorer og to rulletrapper i midten - hvor man altså vil kunne stå på en rulletrappe og se cyklister trille op og ned til alle sider.



Det er et rumfang, der svarer til en typisk ikke særlig dyb metrostation (som er 40 x 20 m i gulvareal). Det typiske "zig zag" set up af to rulletrapper i M1/M2 er præcis 12 m højt.

Stigning: Til gengæld vil jeg mene, at netop tilstedeværelsen af alternativer - elevatorer og rulletrapper – gør, at man kan tillade sig at gøre rampen lidt stejlere end normen: 4-4,5% eller måske mere. Også fordi der nede i "kagedåsen" ikke er vindmodstand, som jo er et af argumenterne for normen.

På gode dage kan man tage den som god motion, på en dårlig dag kan man vælge de nemme løsninger. Eller sagt på en anden måde: de friske og de elektriske kører op ad rampen, de andre tager elevatoren eller rulletrappen.

Både Lille Langebro og spiralen ved lufthavnen er omkring 4,5%, på lidt kortere stigninger. Valby Bakke er mellem 6 og 7% på den stejleste strækning. Og netop Valby Bakke er interessant her, også for lokalpolitikere m.fl., fordi den er omkring 16 meter høj, dvs. lidt mere end de 12-15 meter, der er tale om ved tunnelen.

- Valby Bakke er en rigtig fin mulighed for at danne sig et indtryk af, hvordan tunnelrampen vil opleves.

Valget af stigningsprocent vil være ret afgørende for brugernes tilfredshed. Det kunne være interessant at få tal for de forskellige delstrækninger på bakken! Så vidt jeg kan se, er der to jævne strækninger på østsiden, som jeg vil anslå til hhv. ca. 4 og 7%, og en lang jævn strækning på vestsiden på måske 3%. Måske kan Valby Bakke bruges til en "brugertest", før man fastlægger hældningen.

Materialer: En spiralrampe kan udføres i beton, stål eller glasfiber – men jeg vil foreslå, at man overvejer at udføre den i træ.

Træ vinder frem i disse år som byggemateriale i boliger og kontorer, flere steder i København også i høje bygninger¹³. I forbindelse med metro M5 overvejes det at bygge stationerne i træ, så vidt muligt, og det kunne være interessant at spille op til det design.

Flere cykelbroer er i de seneste år udført i træ. Det mest relevante eksempel er måske Birkelspitze gang- og cykelbro i Weinstadt, Tyskland¹⁴. En tilsyneladende prunkløs lille bro, men prisbelønnet innovation.

Strukturen kan opbygges som en fritstående struktur efter stigereol-princippet – det ses også med motorvejsspiraler i bjergområder – men der er rige muligheder for variation, og konstruktionen vil være meget synlig, også fx fra rulletrappe og elevator. Det kan helt sikkert give spændende svar i en arkitektkonkurrence.

Strukturen skal kunne klare, at et "tungt" køretøj (kaffevogn, blodprøvecykel etc.) bremser hårdt eller forulykker. Det er derfor, jeg angiver vægt som en del af definitionen for, hvilke køretøjer der tillades. Men det kan blive en meget spinkel, elegant løsning, en meget organisk form.

¹³ Magasinet Kbh har flere artikler om træbyggeri. Her fx et boligbyggeri Hedehusene: [Stort byggeri i træ ude og inde viser måske vejen frem | Magasinet KBH](#)

¹⁴ Birkelspitze: [Birkelspitze Footbridge \(Weinstadt, 2019\) | Structuræ](#)
[German Bridge Construction Prize 2020: Award goes ... | Structuræ](#)

NB De køretøjer, der skal bruges til rengøring og vedligeholdelse af tunnelen, skal bruge enten rampe eller elevator. Det er et valg, der har betydning for dimensioneringen, og det vil medvirke til at definere vægtgrænser for køretøjer, der bruger tunnelen.

En anden mulighed end "stigereolen" er den, der foreslås til IJ Klopper: en tilsyneladende svævende, selv bærende helix, der er fastgjort til rummets ydervæg. Nærmest som en lang æbleskræl. Det ser fascinerende ud, indtil man begynder at tænke på afskærmning. Og den skal støbes i beton på stedet, hvorimod en trækonstruktion kan opdeles i moduler, der hejses ned med kran og samles på få dage.

Sider og belægning: Belægningen skal først og fremmest være skridsikker og kunne holde til en fejmaskine gennem mange år. Gerne med en midterlinje, eller flere linjer, der antyder "kørebaner" og hjælper til at følge kurven.

Siderne skal være "glatte" i den forstand, at det ikke må være muligt, at fx et styr eller hjørnet af en ladcykelkasse rammer en lodret kant. Hvis man kommer for langt til siden, skal man så vidt muligt skubbes tilbage. Det princip, der hedder "den tilgivende vej", er særligt vigtigt på en stejl nedkørsel.

Et andet vigtigt krav er, at der ikke må kunne falde ting ned i stationsrummet, fx bagage fra en væltet cykel. Dvs. der bør være en skærm af fx plexiglas eller et finmasket net, i fx 120 cm højde.

Rumlig form: Det er nærliggende at gøre rampen cirkulær (set ovenfra), som forbilledet IJ Klopper også har valgt. Men det er ikke nødvendigt! Tænk på Cykelslangen: en varieret form er med til at gøre den daglige cykeltur lidt sjovere. Små variationer af kurven - og evt. også stejlheden - kan give en organisk oplevelse af form og rum, både for cyklisten (især børn og barnlige sjæle) og for dem, der ser på. Og det er en vigtig kvalitet i en by med så mange rette linjer. Det gør byen lidt mere "blød som en krop", og det er en næsten gratis kvalitetsgevinst.

Man kan fx tage udgangspunkt i en oval eller en superellipse – men jeg vil foreslå en æg-form, hvor den "spidse" ende peger mod vandet og giver plads til rulletrappen, især nederst.

Dette aspekt vil helt sikkert også gøre en arkitektkonkurrence interessant.

Elevatorer

En cykelvenlig elevator er

- bred: 2,5 m vil give plads til to brede køretøjer, fx ladcykler. Og det er vel at mærke kun dørenes bredde, der er interessant: elevatoren skal ses som et lille stykke cykelsti. Man kører frem, stopper, kører videre.
- lang: 2,5 x 5 m vil give plads til i alt fire ladcykler. (Bemærk også, at flere og flere prof. transportcykler og -anhængere er meget lange.)
- beskyttet: dørene bør beskyttes med "autoværn" i fx 10-40 cm højde, både udenfor og i elevatoren, for at skabe en passage der er lidt smallere end dørene. Det vil betyde meget for antallet af driftsstop
- og kan betjenes med en tryknap eller fotocelle placeret på en stander mindst 2 meter fra elevatoren (også det er mest for at beskytte dørene. Tænk på en long john.)



Og der bør være mindst to elevatorer, for at sikre en høj driftssikkerhed. Det princip har Metroselskabet også valgt at følge fra og med M3. De svageste brugere af tunnelen, fx dem med rollator og rullestol (og barnevogne) vil være helt afhængige af elevatorerne.

Evt. kan man overveje, også for at adskille brugergrupperne, at installere en helt almindelig lille standardelevاتور til fodgængerne og en større til

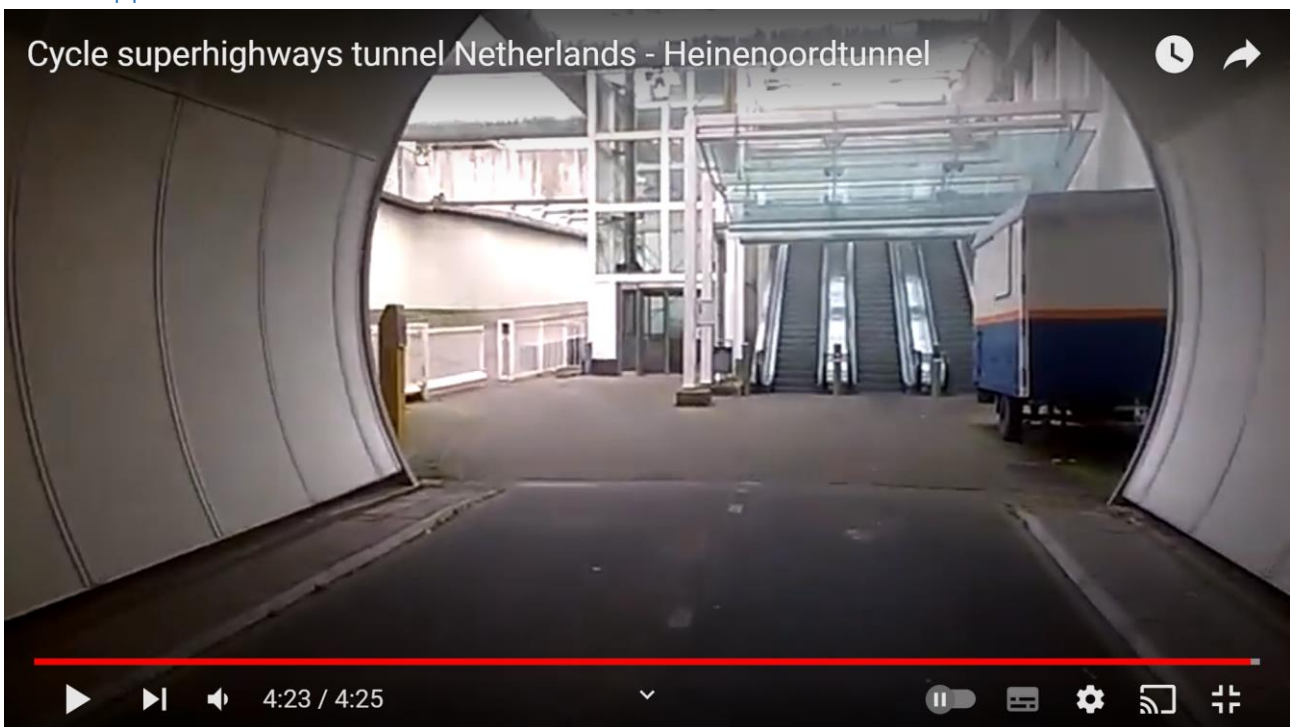
cyklerne.

Hvis det viser sig vanskeligt at få plads til to elevatorer og to rulletrapper, kan man overveje at fravige kravet om bredde: måske skal elevatorerne kun have plads til ét bredt køretøj, men til gengæld være meget lange. (Der er også tunneler, hvor man har placeret elevatorerne "efter" rulletrapperne, i samme linje, fx Benelux, for at reducere bredden af det samlede anlæg.)

Det er vigtigt at sikre, at ventende cykler gør plads til dem, der skal ud. Både foroven og forneden. Der bør markeres "opmarchbase" som det kendes fra bilfærger. I det hele taget er layoutet af området ved overgangen fra vertikal til horisontal måske det sværeste ved konceptet cykeltunnel, det er et kompliceret "vejkryds".



Rulletrapper



Alle myndigheder, operatører mv., som jeg har haft kontakt til eller læst materialer fra, fraråder cykler på rulletrapper. Og det er da også indlysende, at det aldrig må være den eneste løsning, når cykler skal passere en niveauforskel. (Og: myndighederne fraskriver sig ansvar ved at fraråde eller forbyde det.)

Men det er jo altså på den anden side en almindeligt forekommende praksis! Københavns S-togsstationer er et godt sted at iagttage fænomenet, fordi S-tog er cykelvenlige, og fordi elevatorerne typisk er meget små og ofte placeret ubejlige steder.

Jeg har gennemført én observation med video, en kold novemberdag ved 16.30-tiden på Østerport Station: I alt 25 cykler på 10 minutter, heraf 21 der stod på rulletrappen. Og det gennemgående billede var, at de stod tæt på andre fodgængere, helt uden konflikter eller risikosituationer. Københavnske cyklister kan faktisk det der!



Cykler på rulletrappen: drej forhjulet!

En statistik fra Hollands rulletrappe-autoritet siger, at ca. hver 10. cyklist gør det "af og til eller ofte". Og en hollandsk cykeltrafikekspert, jeg har talt med, sagde det omtrent sådan her: "Hollandske cyklister er ikke bange for rulletrapper, elevatoren er reserveløsningen." Uanset, at det ikke er helt ufarligt.

På den baggrund vil jeg anbefale, at man vejleder snarere end forbyder det. Fx med en video på nettet, med omtaler i tv ved åbningen, med et "kursus" dagen før åbningen o.l.

Stå rigtigt, brug håndbremsen eller drej styret, pas på med bagage og skuldertasker osv.

"Er du usikker? Så tag elevatoren!"

Fornuftig brug af rulletrapper vil øge systemets fleksibilitet.

En cykelvenlig rulletrappe er

- bred (100 cm)
- ubrudt (i modsætning til det typiske metro-layout, hvor man skifter retning undervejs)
- ikke særlig stejl (30 grader eller mindre).

En lang, ubrudt rulletrappe kan fx opleves ved Gammel Strand metrostation: den er 18 meter høj, dvs. en del højere/længere end behovet ved cykeltunnelen.

Overdækning

IJ Klopper er tegnet uden overdækning, og det ser jo pænt ud. Jeg anbefaler overdækning for at undgå støv, visne blade, regn og sne, hvilket reducerer behovet for rengøring og øger sikkerheden på rampen. Men også af hensyn til driften af rulletrapperne. Der findes rulletrapper designet til udendørs brug, men det ville være en satsning, der ligner en nødløsning, ikke en driftssikker "højklasset infrastruktur".

Frederiksberg Kommune valgte at føre rulletrapperne på deres tre M3 metrostationer op til terræn, og de har bygget tre ret forskellige (mere eller mindre tætte) overdækninger, udelukkende af hensyn til rulletrapperne. Tilsyneladende ret dyre løsninger.

Overdækning bør være

- gennemsigtig, fordi dagslys er en kvalitet, især på rampen – og for at få en gradvis overgang fra dagslys til kunstlys
- tæt (ift. støv, visne blade, sne) i de fleste retninger
- diskret – synes jeg.

Tunnelen må i sig selv gerne være smuk og tiltrække opmærksomhed – men der er ingen grund til at bygge noget spektakulært ”uden på” en cykelsti. Især fordi den er placeret i et så centralt og kulturhistorisk vigtigt område, som den ikke skal overdøve. Set fra Kastelsvolden, fra kanonbatteriet på Nyholm, fra bussen på vej til den lille havfrue eller fra en turistfærge må den gerne fremstå meget afdæmpet.

Man kan nævne [Spiralbroen](#) i Holstebro som demonstrativt modeksekempel: den er en praktisk forbindelse over et jernbaneterræn, men den er også en udsigtsplatform og et kunstnerisk vartegn for byen, der vil kunne ses på lang afstand – og det virker velbegrundet på stedet. Men det er også et helt andet sted.

Mit bedste bud er en lav plexiglaskuppel, som fx den kendte metrostation i Kyiv: måske kun 3-4 meter høj, afhængigt af valget af elevator.

En arkitektkonkurrence kan vise mange andre muligheder.



Stationen som helhed

Stationsrummet er et fordelingsrum mellem de tre lodrette transportformer og tunnelrøret. Det er her, man venter ved elevatoren. Og jeg forestiller mig et teknikrum placeret modsat tunnelindgangen. Måske en alarmtelefon, ellers ingen publikumsservicefunktioner og intet, der inviterer til ophold.

Der er ingen åbne vægflader der kan udsmykkes, og der er ikke behov for meget lys.

Indkørslen til tunnelen er en vigtig og svær overgang: den er tunnelens ”ansigt” eller port, lidt gemt under en forbipasserende cykelrampe, og det skal være et velbelyst og letforståeligt område.

Tunnelen - type

COWI anbefaler en sænketunnel¹⁵, og jeg har ingen grund til at mene noget andet. Danske virksomheder har mange erfaringer med denne type tunneler, som egner sig til den danske undergrund. Planer for Østlig Ringvej¹⁶ omtaler muligheden for at ”udnytte, at man netop nu er ved at bygge en tunnelelementfabrik til Femern Bælt-forbindelsen, som man kan genbruge til projekter som Østlig Ringvej.”

¹⁵ Simpel, pædagogisk forklaring af tunneltyper: se s. 14 i Forundersøgelse af Østlig Ringvej [Østlig Ringvej_Sammenfattende Rapport.pdf \(vejdirektoratet.dk\)](#) 2020

¹⁶ [Om Østlig Ringvej \(oestligringvej.dk\)](#)

Om det også gælder en cykeltunnel, afhænger nok af udformningen. Men for den nævnte elementfabrik er jeg ret sikker på, at vores cykeltunnel vil ligne et nemt lille søndagsprojekt.

Tunnelen - tværsnit

Mange cykeltunneler, især under veje og jernbaner, har et rektangulært tværsnit på fx 2,2 m x 5-6 m. De virker ofte trykkende lave, og med dårlig fordeling af lys.

Se afsnittene Eksempler og Inspiration.

Anbefalinger peger bl.a. på større loftshøjde (minimum højde 2,5 meter) og udadskrånede sider, evt. udad forneden og indad foroven. Det er også vigtigt, at den ikke virker "trang": bredde mindst 1,5 x højden.

Greb nr. 2: to rør

Mit bud er

- at opdele de to trafikretninger i separate tunneler
- at udføre dem som runde rør.

De to valg passer sammen: Det giver ikke mening at have ét stort rør med fx 7 m bred kørebane, det vil have en højde over kørebanen på næsten 6 m. Dvs. hele systemet skal graves længere ned, og den store højde vil ikke have nogen særlig værdi.

Det grundlæggende valg står mellem to mindre rør, med et meningsfuldt forhold mellem kørebanebredde og loftshøjde (se nedenfor) eller et mere eller mindre rektangulært tværsnit på fx 2,5 x 7 meter.

Trafikale fordele ved en løsning med to rør: Der er ingen gode funktionsmæssige (trafikale) grunde til at holde de to retninger samlet. (Det ville der måske være, hvis Østhavnen var tænkt som en soveby uden arbejdspladser: så ville der være meget trafik mod vest om morgenen, og modsat om eftermiddagen, og en samlet kørebane kunne udnyttes mere effektivt. Men Østhavnen vil få lige mange boliger og arbejdspladser, og dermed vil trafikken i de to myldretider være nogenlunde ens.)

Dertil kommer, at københavnske cyklister ikke er særligt vant til dobbeltrettede stier. Jeg ved ikke, hvor ofte der sker sammenstød, men der er i hvert fald stress og risiko, hvor de hurtigste cyklister pludselig kan blive nødt til at trække mod højre. I separate rør vil det være langt mere sikkert at køre hurtigt i venstre side. Det giver et uforstyrret flow, og dermed er kapaciteten ved en given bredde højere.

Konstruktionsmæssige fordele: rør er en simpel, solid, billig form. Den giver maksimal styrke i forhold til mængden af beton, især vridningsstyrke: en bred, rektangulær "kasse" kræver et perfekt plant underlag for at undgå vridning, og det er især vigtigt for en tunnel under vand. Et rør vil derimod kunne overføre kræfter i alle retninger.

De to valg betyder tilsammen, at det enkelte tunnelement dels kræver mindre udgravningsarbejde og dels bliver meget let og dermed nemt at manøvrere i havnen med mindre maskiner. En billig løsning, selv om antallet af elementer fordobles.

Rumlige fordele for brugerne: en rørformet tunnel giver en oplevelse af "albuerum", hvor man kan køre helt ud til kanten af kørebanen og alligevel have god plads til, ja, albuerne. Og samtidig giver den "højt til loftet", selv om tværsnitsarealet udnyttes ret effektivt. "Human scale": i den optimale størrelse, med en

diameter på omkring 4 meter og en loftshøjde i midten på omkring 3 meter, er det en meget kropsvenlig form. Se Eksempler og Inspiration.

En rørformet tunnel giver også en god fordeling af lys. De bedste eksempler, jeg har set, har en bred og ubrudt stribe af lys i toppen, fx 50 cm bred, og med tilsvarende lav intensitet og kontrast (modsat en tynd stribe af kraftigt lys eller enkelte lamper eller lysstofrør). Det giver en oplevelse, der kommer relativt tæt på diffust dagslys, og lyset spredes jævnt i hele tunnelens tværsnit.

Og endelig skaber formen et rum under kørebanen, der egner sig til afvanding og ventilation, kabler mv.

Længdeprofil

Greb nr. 3: skråning, bund, skråning

Havnen er opdelt i mange zoner med forskellige specificerede minimumsdybder. Den dybeste sejlrende (tænk krydstogtskibe) er lidt tættere på vest- end østsiden og normeret til 10 meter. I siderne er dybden 7 meter, enkelt sagt. Der er mange detaljer, og jeg har ikke adgang til alle data eller havnetekniske konsulenter. Jeg har talt en enkelt gang med havnefogeden. Se afsnittet Højdeforskellen.

Min pointe er, at tunnelens længdeprofil ikke behøver at være én lang, vandret linje. Som jeg har COWI mistænkt for at gå ud fra.

En tunnel, der respekterer minimumdybderne, men i øvrigt tilpasser sig geografien og accepterer stigninger på fx behagelige 2%, kræver meget mindre udgravning. Dermed spares tid, penge, mudderspredning og problemer for havnens drift i anlægsfasen. Jeg forestiller mig en profil med minimum tre delstrækninger, dvs. tre rette linjer, hvoraf den ene udgør bunden af den dybe sejlrende.

(Ved Fehmern arbejder man med 200 m lange tunnelelementer. I Københavns Havn kan man tilpasse sig terrænet, men de kan jo altså være lange.)

Det vil samtidig give en mere fysisk og varieret oplevelse af turen og dermed en "sense of place": nu er vi nået hertil. Det vil meningsfuldt kunne understreges med udsmykning, farver og belysning. Det kan give en variation, der minder om oplevelsen af at cykle gennem en gade eller et landskab. Og der er jo faktisk ingen gode grunde til at gøre turen gennem tunnelen helt ensartet og monoton.

Samtidig vil en varieret længdeprofil betyde, at skakten og rampen for enden af tunnelen ikke behøver at være så dyb. Det er en ekstra, firedobbelt besparelse: mindre udgravninger, og kortere elevatorer, rulletrapper og ramper.

Altså: både en bedre oplevelse og en billigere konstruktion end en simpel, vandret profil.

Cykel- og gangsti: tunnelens gulv

Her er de samme muligheder som alle andre steder, fx mere eller mindre adskilte spor: malet stribe, forskelligt farvede spor, hævet gangsti – til og med muligheden for et traditionelt københavnerfortov med fliser og granitkant. Eller et rækværk, det er der også eksempler på.

Det er grundlæggende et valg mellem fleksibilitet (høj kapacitet) og sikkerhed, og valget afhænger bl.a. af, i hvor høj grad man forventer fodgængere i tunnelen. Løsningen med hævet kant forekommer i nogen få af de tunneler, jeg har set. Kun Maas-tunnelen har mig bekendt separate tunnelrør til cyklister og fodgængere.

Jeg vil foreslå en grænsemærkning, der er fysisk, men "blød". Der findes fx striber med "legoklods" overflade i 20-30 cm bredde, altså en slags rumlerille. De er også velegnede for synshandicappede.

Bredde: COWI's forslag til en bro lød på 5 m cykelsti og 3 m gangsti, bl.a. fordi man forventer at turister vil stå stille på broen og nyde udsigten. I tunnelen vil 1 m gangsti formentlig være nok.

Indretning og design

Jeg har nævnt lyset: det bør være en bred, ubrudt flade med svagt, varmt lys, så tæt på dagslys som muligt.

Lyd: der bør tages højde for efterklang. De værste eksempler – med hårde endeflader i tunnelen, som bunden af en dåse - er ubehagelige. Jeg har ikke set egentligt lydæmpende konstruktioner, med undtagelse af Fyllingsdalstunnelen (se Eksempler), men små lodrette flader på tværs af tunnelen, i sider eller loft, vil kunne gøre en forskel. Elementer af overfladebeklædningen bør være lydabsorberende. Enhver variation af form vil bidrage til en bedre akustik.



Randersvej, Århus: dagslys under jorden

Bepantning: en overraskende ide fra IJ Klopper. Det kunne være interessant, men bør nok afprøves et andet sted først, og installeres på bakker, der kan fjernes. Bedst egnet til en tunnel med udadskrånende sider. Jeg har forestillet mig noget lokalt genkendeligt og robust som en københavnsk strandeng, eller som de selvsåede planter på Prøvestenen Syd, men der er jo mange muligheder. "Den grønne cykeltunnel"?

Det vil bidrage til en behagelig akustik og rumoplevelse, forebygge graffiti – og det vil se godt ud i arkitekturmagasiner verden over. "Cycling through nature, under the harbour of Copenhagen ..." Hvis det fungerer.



"Verdens længste digt" i Benelux-tunnelen er over 800 meter langt, skrevet med mørke fliser

Udsmykning: skal egne sig til hverdagstrafik, men det må jo gerne være smukt. En god mulighed: flere steder i Holland har jeg set gamle træsnit/kobbertryk i store formater på siderne, lysegråt på hvidt. Det rummer både mange detaljer - til glæde for fodgængerne - og har samtidig et ensartet udtryk. Og netop fordi det er både smukt og diskret, formoder jeg, at det ikke inviterer til graffiti.

Det kunne være lokale historiske motiver: fra Københavns befæstning, fx Kastellet, skibe i havnen og fx slaget på Rheden, værftshistorie mv.

Overgang: En designmanual anbefaler en gradvis overgang til tunnelen, for at reducere klaustrofobi. Der bør ikke være nogen steder, der kan opleves som skjulesteder, men måske skal der være et område for enden af tunnelen, hvor man kan trække til side og fx fumle med bagage eller telefon uden at stå i vejen. Helhedsindtrykket bør være lyst og åbent.

Kommunikation og interaktion

Skilte, farver, belysning mv.: Man kan overveje en dynamisk belysning på nedad-rampen, der markerer en fornuftig hastighed. Og evt. en opbremsning til sidst. (Det kunne udvikles til en visuel iscenesættelse af spiralbevægelsen, der også er synlig oppefra, som en del af udsmykningen.)

Bortset fra det vil jeg anbefale, at turen gennem tunnelen så vidt muligt opleves selvforklarende og indlysende. Kommunikation kan foregå dels med skilte (plancher) på overfladen, udenfor trafikstrømmen og som det første man møder ved nedkørslen, og dels på nettet. Man kan lave turistvenlige videoer på flere sprog: en generel introduktion og evt. en lille særskilt video om kunsten at tage cyklen med på rulletrappen.

Flere steder¹⁷¹⁸ har man etableret hjemmesider med information og mulighed for at få besked om fx elevatorstop.

Overvågning: jeg går ud fra, at der vil blive installeret kameraer. Behovet er ikke væsentligt større end på andre cykelstier, måske mindre - men det har en tryghedsskabende effekt. Som kan modvirke den irrationelle utryghed knyttet til tunneler. Jeg forestiller mig, at der især i de første måneder er aktiv overvågning for at "lægge linjen", når folk tester, hvad man kan slippe af sted med.

Først og fremmest skal enhver form for ophold undgås.

Politiets cykelpatroljer kunne gøre det til rutine at trille igennem om aftenen, også især i de første måneder.

Det skal naturligvis være muligt at rapportere om tekniske problemer, men måske bare med et telefonnummer på et skilt ved enden af tunnelen.

Man kan overveje installation af højttalere. De kan både bruges til et overdrevet overvågnings-setup, hvor en vagt kan tale til personer i tunnelen – men også til generel kommunikation og bredere oplevelser, fx med lyd der bevæger sig gennem tunnelen i cykelhastighed.

Man kan overveje at "opdrage" brugerne med lyd i små højttalere i hele systemet. Jeg har forestillet mig selvironiske beskeder med stemmer som fx Anders Matthesen og Bodil Jørgensen.

På vej ud af elevatoren: "Kom så lidt kvikt!"

På vej ned ad spiralen: "Hvis bremserne hyler, skal man til doktoren!"

På vej op med elevatoren: "Se nu på dem, der står og venter. De står i vejen! Idioter. Men næste gang, du selv skal med ned, har du garanteret glemt det."

Det vil blive en del af tunnelprojektets identitet, det vil blive noget man taler om, og det skal naturligvis testes grundigt, før man tager det i brug. Det skal være sådan, at børnene i ladcyklen synes, det er en fest – og det skal være så afdæmpet, så de fleste brugere vil acceptere det, som man accepterer "Kombardo!" og den slags. Og "Husk venligst alle ejendele." Og hyppigheden skal være så lav, at pendleren vil høre en af sætningerne ca. en gang om ugen. Man kan starte med at installere højttalene, og så vente og se, hvordan kommunikationsbehovet udvikler sig.

¹⁷ Antwerpen: Via appen og hjemmesiden '[Cykelforbindelser Schelde](#)' kan brugerne få opdaterede oplysninger om to tunneler og en færge, med mulighed for notifikation ved fx elevatorstop

¹⁸ Rendsburg: [Fußgängertunnel Rendsburg](#) er et omfattende site, der også giver mulighed for notifikationer

Man kan have personale til stede i starten, og man kan afholde intro-arrangementer.

Generelt tror jeg, at emnet tryghed vil miste interessen, når tunnelen er i brug. Standardsvaret vil blive: Spørg dem, der bruger tunnelen hver dag. I løbet af en måneds tid vil tunnelen blive opfattet som en selvfølgelighed, en lidt speciel cykelsti.

Integration i byens trafik

(en opsummering af pointer fra andre afsnit:)

Man må formode, at fodgængere fra Østhavnen generelt vil vælge at bruge metro eller busser, men der vil formentlig også være pendlere, der vælger at gå fra Refshaleøen til busstoppestedet på Indiakaj. Tunnelen skal derfor også indtænkes ved planlægning af en lokal fordelingsbuslinje på Refshaleøen, selv om tunnelens længde formentlig vil betyde, at behovet ikke er særlig stort. (I alt vil det tage ca. 8 minutter at komme igennem tunnelen til fods.)

Supercykelstinetværket er derimod vigtigt, som tidligere nævnt: "Østerbro-Amagerruten", fra O2 til Kløverparken. Der skal være en virkeligt attraktiv forbindelse fra tunnelen ned mod det østlige Amager, og det skal indtænkes grundigt i lokalplanen for Refshaleøen. På vestsiden er der direkte forbindelse til O2 via Indiakaj, og der skal være en god forbindelse til Langeliniebroen over jernbaneterrænet til Østbanegade, der har status som grøn cykelrute. Det ser svært ud i området nord for Kastellet, men det kan blive en virkelig smuk strækning, der fortjener at blive kaldt "grøn". Der er bl.a. et meget bredt gammelt fortov, der egner sig, men der er et problem med turistbusser.

Lokal cykeltrafik ved Kastellet: man kan overveje årstidsbetinget begrænsning af cykeltrafikken (som der er eksperimenteret med flere steder i Danmark de senere år) på strækningen forbi den lille havfrue. Fx med barrierer, der gør det besværligt men ikke umuligt at cykle.

Metro: Cykeltunnelen vil for de fleste være et alternativ til at tage metro M5, og der er som nævnt ingen grund til at tænke de to sammen. Metrostationen Refshaleøen skal naturligvis integreres i det lokale cykelstinetværk med omfattende cykelparkering, men det er en helt anden problematik.

Cykelparkering: der er ingen grund til at parkere sin cykel ved en tunnel.

Byrumsinventar: overdækningen ("stationen", det store hul i jorden) skal beskyttes virkelig solidt mod påkørsel. Området foran elevatorer mv. skal have et minimum af belysning og som nævnt måske en informationstavle eller en skærm, men i øvrigt skal det ikke have karakter af "sted": det er bare en passage. Trafikken skal styres med markering af baner på jorden, evt. fodgængerkrydsninger over cykelstier.

Måske kan man gøre en pointe ud af muligheden for at sidde og se ned på "den roterende cykelsti" – det kunne blive en lille turistattraktion, lidt som et amfiteater – men ellers er det omgivelserne, der må afgøre, om man vil placere bænke og andet inventar.

Organisation

En cykeltunnel fungerer på mange måde som en metrostation. Faktisk er fællestrækkene så store, at det virker oplagt (uden særlig viden om kontrakter og udbud) at lade Metroservice stå for driften. Elevatorer, rulletrapper, rengøring, overvågning og opkaldsmulighed mv.: der er virkelig mange fællestræk, en oplagt mulighed for synergi.

Tidsramme

Behovet for en bro/tunnel vil vokse gradvis med udviklingen af området. Men metroen forventes at ankomme til Refshaleøen i 2035, og byggeriet af de 15.000 boliger og 15.000 arbejdspladser vil tilpasse sig metroen.

Byggerierne på Refshaleøen vil også i sig selv indebære massiv trafik sydfra, dvs. allerede i den første fase vil tunnelen kunne fungere som aflastning.

Så selv om beslutningen om tunnelbyggeriet er baseret på den by, man forventer at se i 2060-2070, vil jeg mene at der er en strategisk pointe i at sigte efter, at tunnelen skal ankomme samtidigt med metroen: som en markering af, at Østhavnen er tænkt som en cykelby.