

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Jensen, E.

JERNBANEFORBINDELSEN

SJÆLLAND - LOLLAND -

FALSTER

VED

MASNEDØ.
(Tunnel).

u/A.

TB 62.

T.B. 624.19 L

770

E. Jensen



Jernbaneforbindelsen
Sjælland—Lolland-Falster
ved Masnedø.
(Tunnel.)



7B Gl.
624.19.2

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK



Det store Spørgsmaal om en bedre Forbindelse mellem Sjælland og Falster, der i en Række af Aar har været fremme, og som dels fra Statsbanernes Side, dels fra nogle faa Firmaers Side har fremkaldt Projekter til Løsning, er nu, efter at Landstinget har udskudt Sagen, indtraadt i en Fase, der giver danske Teknikere og Politikere Tid til fortsat omhyggelig Overvejelse og Diskussion.

Dette glædelige Faktum kan kun betegnes som en for Sagens heldige Udfald lykkelig Vending.

Thi denne Sag er af saa stor Vigtighed og for dansk Ingeniørkunst af saa indgribende Betydning, at man ikke noksom kan anvende det gamle tyske Ordsprog: „Erst gründlich wägen, dann wagen“.

Statsbanerne begyndte ganske vist allerede omkring Aaret 1889 at arbejde paa Sagen. Men mon ikke Statsbanerne dengang begik den samme Fejl, som de endnu stadig — om end i mindre Grad — gjør sig skyldige i. Istedetfor at kalde paa den danske Ingeniørstand i sin Heelhed og saaledes æske, hvad der findes i Landet af teknisk Intelligents og praktisk Erfaring, til at arbejde med paa Løsningen, nøjedes de med selv at lave meer eller mindre grundige Projekter, bestaaende af nogle Billeder med kjønt skraverede Granitsteen og kalkulatoriske Overslag, ved hvilke der hænger nogle mindre Tal bagved Millionerne. Nogle faae Tunnelprojekter fra Udenforstaaende, som af egen Drift og uden Opfordring udarbejdede saadanne i de Aar, da Lovforslagene af 1908 og 1910 om en Jernbanebro beskæftigede Sindene, fik ganske vist naadigst Lov til at ligge paa Statsbanernes Arkivhylder. Men iøvrigt stod den danske Ingeniørstand — afseet fra nogle private Samtaler og nogle Foredrag hist og her — udenfor Sagen, indtil endelig Statsbanerne, før det store Statsbaneforslag forelagdes Thin-

get ifjor, fik den Idé at henvende sig til *et eneste* dansk Firma om Udarbejdelse af Projekter til Højbroer og Tunneler.

Naar Statsbanerne forud for Lovforslaget af 1910 havde indhentet Tilbud paa en lav Bro og samtidigt givet de ganske bestemte og forud udvalgte Firmaer Lejlighed til at indgive Tilbud paa af disse sidste selv udarbejdede Projekter, saa kan det ikke kaldes at opfordre hele den danske Ingeniørstand til at komme frem med Udtalelser, Meninger, Idéer, Projekter, Overslag, Motiveringer og Oplysninger, der kunde tjene som Grundlag for Gjennemgranskning, Studium, Belæring og sluttelig Extract til at støtte en endelig Afgjørelse paa.

Det er ikke første Gang i Verden, at et stort interessant Byggeforetagende først efter mange Aars Diskussion, og først efter at megen Intelligents, Oplindsomhed og Idérighed fik Lov til at træde i Dagens Lys, naaede saa vidt, at man skred til Udførelse.

Et ret slaaende og i flere Henseender, med Storstrøm-problemet analogt Exempel, er

Detroit-Tunnelen

i de Forenede Stater.

Det var dér ligesom her en bydende Nødvendighed at forbedre Forbindelsen.

Navnlig spillede Isgangen en stor Rolle. Thi allerede i December kan den indfinde sig og holde sig til op i Marts Maaned.

Vinteren 1887—88 sad en Færge fast i Isen i 4 Dage, Skaden fordrede en heel Maanedes Reparation. Trafikken maatte heelt høre op i 14 Dage og Forbindelsen tilvebringes ad Omveje, hvorved Jernbaneselskabet „The Michigan Central Railroad“ led store Tab.

Allerede i Aaret 1872 søgte dette Selskab om Koncession paa Anlæg af en Bro, og i Aaret 1873 blev der udnævnt en Kommission af amerikanske Ingeniører til under krigsministeriel Ledelse at undersøge, hvad der kunde gøres. Den arbejdede hele Sommeren og kom til det Resultat, at

- 1) en Bro med Klapper ikke burde tillades af Hensyn til Skibsfarten.
- 2) at en Vinterbro, der brydes af om Sommeren, ikke vilde forårsage Skibsfarten Hindringer af Betydning. Broen

skulde om Sommeren brydes af for saa stor en Del, at et Sejlløb med 700 Fods (214 m) fri Gjennemfart stod aabent for Skibsfarten og Pillerne fjernes ned til 18 Fod ($5\frac{1}{2}$ m) under laveste Vandstand, medens Trafikken paa denne Aarstid skulde besørges af Trajektfærger. Om Vinteren derimod skulde Broen igjen lægges i sin Heelhed med 2 Klapbroer, hver med 100 Fods (31 m) Aabning.

- 3) at en Højbro med 150 Fods (46 m) fri Højde over Vandet og 400 Fods (122 m) Gjennemsejlingsaabning heller ikke vilde foraarsage Hindringer af Betydning for Skibsfarten.
- 4) at en Tunnel i alle Henseender opfylder de Krav, der kan stilles.

I 1879 anstrængte man sig paanye for at faae Sagen realiseret, og en nye teknisk Kommission blev udnævnt. Den foretrak ligeledes en Tunnel, men var dog af den Anskuelse, at fra 300 til 400 Fod (92 til 122 m) mellem Pillerne af en Bro ogsaa var tilstrækkelig.

Congressen tog imidlertid ingen Beslutning.

Atter i 1889 blev der udnævnt en Kommission, som navnlig skulde beskæftige sig med Vinter-Projektet, idet man foreslog, at hele Broen skulde inddeles i 11 Spænd (Floden er paa det betræffende Sted 805 m bred og fra $5\frac{1}{2}$ til $14\frac{1}{2}$ m dyb), og at de 4 Spænd skulde borttages om Sommeren, hvorved der opstod en fri Gjennemsejlingsaabning af 1000 Fod (305 m), med en Vanddybde af 40 Fod ($12\frac{1}{4}$ m) over Pillernes Fodstykke. Man kom til det Resultat, at en saadan Bro meget vel lod sig bygge, men at en Hængebro efter det Lindenthalske System dog var den bedste Løsning, omendskjønt Vinterbroen var billigst.

I 1896 tog man atter fat paa at søge Lovgivningsmagtens Bevilling til en Højbro, men forgjæves. Endelig lykkedes det i 1904, efter at imidlertid elektrisk Jernbanedrift var naaet til større Fuldkommenhed og praktisk Anvendelse, et Samarbejde mellem Michigan Central Railroad og Grand Trunk Railway at faae en teknisk Kommissions Undersøgelser og Planer godkendte af Lovgiverne, og i Efteraaret samme Aar erholdt det saakaldte „Detroit River Tunnel Co.“ Koncession.

Tunnelen skulde have en Stigning af 1:50 i vestgaaende Retning og en Stigning af 1:66 i den østgaaende Retning.

Det viste sig endvidere, da Tunnelen var bleven færdig, at Overslaget fuldstændig dækkede over Omkostningerne.

I over 30 Aar havde saaledes dette Spørgsmaal staaet paa Dagsordenen, inden man kom til et Resultat, idet der bestandigt rejstes *uovervindelig Opposition mod en Bro*.

Man havde allerede i 1872 begyndt at grave smaa Stik-Tunneler fra begge Bredder, og der manglede kun nogle faa hundrede Fod; men det viste sig, at Tunnelboring vilde blive for dyr, og at der udviklede sig svovlagtige Gasarter til Skade for Arbejderne. Stiktunnelen fyldte sig efterhaanden igjen med Vand og blev liggende saadan.

Man bør derfor heller ikke undre sig over, at det tog lang Tid at træffe det rigtige Valg.

Først da Elektriciteten traadte til som Drivkraft for Togene, toges der Bestemmelse, og det viste sig, at Udfaldet var usædvanlig godt.

Detroit-Tunnelen er en ganske fortrinlig Tunnel. Den er fuldstændig tæt og der siver ikke en Draabe Vand ned i den.

Den vældige Skibsfart paa Detroitfloden, som i 1908 androg 27,883 Skibe med Ladning til en Værdi af ca. 2300 Millioner Kroner, bliver ikke i mindste Maade gênert, og man er fuldstændig uafhængig af Isgangen.

I en væsentlig Henseende er der Forskjel mellem Forholdene ved Detroit og ved Masnedø.

Detroit er en Flod, medens Storstrømmen er et Sund. Strømmen i Floden gaaer altid i samme Retning og Sejlskibe trafikere som Regel ikke Farvandet. Der bliver altsaa ikke Tale om at krydse op imod Vinden eller at sejle med Sejl op imod Strømmen. Paa en Flod, saaledes som vi kjender det fra Tydskland, Rusland og andre Lande i Europa, drives Fartøjerne af Strømmen ned ad Floden endog hurtigere end Strømmen, hvorfor de ere istand til at styres uden nogetsomhelst andet Fremdrivningsmiddel. Og op ad Floden bliver de enten slæbte af Dampere, eller de have deres egne Fremdrivningsapparater. Vanskeligheden ved at komme igjennem en Broaabning er derfor langt fra saa stor her, og Dampskibe ere jo meget mere manøvredygtige end Sejlskibe.

Men Storstrømmen trafikeres hovedsagelig af Sejlskibe, og derfor stiller en Bro ved Masnedø sig endnu ugunstigere end ved Detroit, hvor man dog ikke vilde have den.

Hvis man ved Masnedø ikke havde andet Valg end en

Bro, saa maatte man i ethvert Tilfælde være klar over, hvor stor Afstand der mindst maae være mellem Pillerne.

Ved Masnedø vexler Strømmen endvidere ofte, endog ret pludselig. og Storstrømmen er ganske anderledes udsat for haardt Vejr og Søgang med vestlige Vinde end Detroit-floden.

Et bestemt Svar fra Søfolkene paa, med hvilken *mindste Afstand* mellem Pillerne de kan nøjes for at sejle uhindret, respective krydse sig frem uden Bugsérhjælp, foreligger ikke. Det er Sejlskibene og deres Rhederier, som ere værst farne. Det er dem og de smaa Skippere, som gjøre den heftigste Opposition, og fra dem bør et bestemt Svar først haves.

At Fællesrepræsentationen for dansk Skibsfart i sin Tid gik ind paa et Kompromis siger ikke meget. Det laae ganske simpelt i, at den troede det umuligt at løse Spørgsmaalet med en Tunnel eller paa anden Maade end med den af Statsbanerne foreslaaede lave Bro.

Statsbanerne havde under den geniale Ledelse af Hr. Generaldirektør Ambt og hans Factotum Hr. Kommitteret Ernst velvilligst i Forvejen sørget for at male Fanden paa Væggen ved at fable om 50 Millioner Kroner til et Tunnelanlæg og 25 $\frac{1}{2}$ Millioner til en Højbro. Nu, da man er kommen under Vejr med, at en Tunnel dog nok ikke ligger udenfor Mulighedens Grændser, begynder Skipperne imidlertid igjen at røre paa sig. Og denne Opposition er saamænd vel begrundet, thi det er simpelthen en Skandale at obstruere denne fra Arilds Tid benyttede stærkt trafikerede Alfar-Søvej.

Indvendingerne mod en Tunnel.

Disse ere:

- 1) At der enten strax eller i en nær Fremtid bør bygges 2 enkeltsporede Tunneler, og at Anlægget derfor bliver for dyrt;
- 2) at det paa Grund af Fugtighed inde i Tunnelen bliver sværere at trække Togene end paa aaben Bane;
- 3) at Stigningen derfor ingenlunde bør overskride 1:100 eller endog 1:125, hvad der igjen gjør Tunnelen dyr;
- 4) at Røgplagen ikke alene er gênerende for de Rejsende og Personalet, men ogsaa angriber Tunnelens Vægge og derfor betinger dyre Ventilationsanlæg og diverse Vedligeholdelses-Omkostninger;

- 5) at det er meget vanskeligere at foretage de nødvendige Reparaturer i en Tunnel end paa en Bro.

Disse Indvendinger vil jeg i det følgende een for een besvare.

1) *Enkelt- eller dobbeltsporet Tunnelanlæg.*

Det er lidt vanskeligt at forstaae, at det skulde være absolut nødvendigt at have dobbelt Spor, naar man vedblivende kan nøjes med enkelt Spor over Masnedsundbroen.

Ja, siges der maaske, Turen kommer ogsaa til den. Nuvel! Er man først kommen saa vidt, at der er Dobbeltspor paa hele Linien ned til Gjedsen — eventuelt Rødby Havn — inclusive Masnedsundbroen, og dertil vil der vel nok medgaae nogle Aar, saa er Tiden ogsaa inde til at tænke paa en Tunnel Nr. II, endskjønt man saamænd meget godt kan nøjes med paa *et eneste Sted* af hele Linien at have enkelt Spor uden derved i nogen væsentlig Grad at lægge Toggangen og Driften Hindringer i Vejen.

Desuden! Hvem kan med Bestemthed forudsige, i hvilken Grad Trafikken vil stige i den kommende Tid, saa at Bevillingen til en Tunnel Nr. II er paa sin Plads. Foreløbig — i disse Krigsaar — er Trafikkens Tilvæxt ikke alene hørt op, men den tager endog af. Hvor er nu den store Profet, som kan forudsige, hvad Tiden vil bringe.

Samfundsformerne og det oekonomiske Samkvem mellem Folkene er i Færd med at revolutioneres i en saadan Grad, at Trafikken med Udlandet mod al Forventning kan ledes ind i heelt andre Baner. Saa umaadelig mange Factorer ere bestemmende for Udviklingens Gang, baade af politisk og nationaloekonomisk Art, at Ingen kan sige, hvor vi staae om 10 eller 20 Aar. Og just i denne Tid skride Omvæxlingerne fremad med en forbausende Hurtighed, mange Gange i en Haandevending.

Der er et andet væsentlig Moment, som taler til Gunst for foreløbigt at nøjes med een enkeltsporet Tunnel. Det er den Risiko, som der fra et reent teknisk Synspunkt er ved at bygge en Tunnel. Man maa vel huske paa, at undersøiske Tunneler er noget temmeligt nyt, medens store Broer dog have en ældre Historie at see tilbage paa.

Med Undtagelse af *Detroit-Tunnelen* — og en lignende Konstruktion tænker man at bringe i Anvendelse under Storstrømmen — og nogle faa andre undersøiske Tunneler

have de fleste saadanne mangfoldige Uheld og Calamiteter at opvise.

Ikke fordi Broforetagender ere frie derfor. Tværtimod! Der er saamænd nok af Broulykker at henvise til, der skyldes Konstruktionsfejl, Orkaner eller Forsømmelighed (den store Ulykke ved St. Lawrence-Broen er et nyere eclatant Exempel). Men Bygningen af undersøiske Tunneler fordrer dog — om jeg saa maae sige — større Dristighed hos de projekterende og udførende Ingeniører og Arbejdere. Man bevæger sig her paa et Felt, der er mindre betraadt. Den Ingeniør, paa hvem Ansaret i første Linie kommer til at hvile, maae prise sig lykkelig ved at see Tunnelen brugsfærdig uden nævneværdige Uheld eller Tab af Menneskeliv.

Hvorfor da strax give sig i Lag med begge Tunneler?

De første undersøiske Tunneler under Themsen og under Hudsonfloden har man under Tab af store Kapitaler maattet lade ligge for atter med fornyet Mod og Risiko efter flere Aars Forløb at tage fat paa dem igjen.

Ikke fordi jeg er af den deciderede Mening, at en undersøisk Tunnel ved Masnedø ikke nok vil lykkes. Tværtimod! Jeg nærer endog den Anskuelse, at en Konstruktion af noget lignende Art som Detroit-Tunnelen vil blive en Succes.

Men Risikoen er der, og man gjør derfor bedst i at nøjes med den Risiko, som Bygningen af een Tunnel fører med sig, og ikke — som Statsbanerne vilde bilde Rigsdagen ind (see Lovforslag af 17. December 1908, Side 3, Linie 12 fra oven) — fremholde det som en formentlig Nødvendighed strax at skride til Anlæget af 2 Tunneler.

Lykkes det at bygge een virkelig god Tunnel, saa vil Tiden vel nok komme over den Vanskelighed at bestemme, om det er nødvendigt og gjørligt at bygge en Tunnel Nr. II, og den vil nok sørge for, at Midlerne skaffes tilveje.

Sluttelig turde det ikke være omsonst at tage den Mulighed med i Betragtning, at man ad Aare finder Tunnelens og Liniens Beliggenhed uheldig. Da vil man sikkert fortryde, at der ligger 2 istedet for 1 Tunnel paa et uheldigt Sted.

2) Fugtighed i Tunnelen.

Det er vel sandt, at man ofte, meest i Bjærgtunneler, finder stor Fugtighed. Det ligger i, at Bjærgtet fører større eller mindre Vandaarer, og at den deraf betingede Udforing ikke er tæt. Ere undersøiske Tunneler ikke vandtætte, vil de naturligvis ogsaa være fugtige. Er Tunnelen derimod

tæt, saa er Forholdet heelt anderledes. Da kommer kun den Fugtighed i Betragtning, som indeholdes i Luften, og da er Tunnelen gunstigere stillet end den aabne Banelinie. Sagen er den, at Temperatursvingninger i en undersøisk Tunnel ere smaae. Om Vinteren er der luunt derinde, og de varme Vægge opvarme istedetfor at afkøle den indstrømmende Luft, saa at den, istedetfor at udskille Vanddraaber, tværtimod bliver istand til at absorbere dem og anden lignende Fugtighed. Man kan derfor om Vinteren blive Vidne til det interessante Fenomen, at, medens det udenfor er taaget og diset, saa er Luften klar derinde. Hertil kommer, at det om Vinteren blæser mere end om Sommeren, og at den deraf foranledigede naturlige Træk snarere medvirker til at tørre fugtige Vægge. Om Sommeren er Forholdet omvendt. Da er Tunnelen sval og kjølig, og da den varme Luft udefra er svanger med Fugtighed, vil den, efter at være kommen ind i Tunnelen, udskille saadan. Men det Antal af Maaneder, hvor Tunnelen er koldere end udenfor, er mindre end det Antal Maaneder af Aaret, hvor Tunnelen er varmere end udenfor. Riim, Sne og Is vil der aldrig, naar man undtager Mundingerne af Tunnelen, kunne danne sig, thi Temperaturen synker aldrig under Nul derinde. Og Herregud! Nogle faae Vanddraaber paa Skinnerne, skulde de virkelig være saa skadelige som Plaskregn, Vinterfrost, kolde Foraars- og Efteraarsnætter, Dug om Sommeren etcetera paa den aabne Bane?

Hele denne Indvending om Skinnefugtighed og deraf betingede mindre Stigning og dyrere Tunnel holder ikke Stik.

Det haandhæves imidlertid fra visse Sider, at Tunnelen kan blive utæt, at Cementen kan slaae Revner, og at den inde i Cementen eller Betonen liggende Jerncylinder da vil blive udsat for saa store Paavirkninger, at enten Nitterne blive utætte, eller at Jernpladerne revne.

Hertil er at svare, at saa er det dog mærkeligt, at Detroit-Tunnelen stadigt holder tæt.

Man maae vel huske paa, at Tunnelrørene under Nedsænkningen i Renden ikke veje stort mere end Opdriften, som er fordelt over hele Rørets Længde, og at der derfor ikke kan blive Tale om store skadelige Paavirkninger. Og naar Tunnelrenden fyldes til igjen, lægger og skyder Fyldmaterialet sig ind under og rundt omkring Tunnelen, saa at den kommer til at hvile paa Havbunden i hele sin Længde og Bredde med jævnt Tryk.

I Vandet er Temperatursvingningerne desuden saa smaae, og Tunnelen ikke udsat for Frost eller Solstraaler, saa at der ikke kan blive Tale om Revneslag af Betydning.

Og endelig bliver Betonen armeret saa stærkt, at Røret kan taale Paavirkninger.

Indvendingerne om, at Tunnelrøret vil slaae saadanne Revner, at det bliver utæt, holder heller ikke Stik.

3) Stigningsforholdene

stiller sig altsaa af Hensyn til Fugtighed ikke ugunstigere end udenfor Tunnelen.

For ikke at gjøre Tunnelen altfor lang og dyr, er det meget ønskelig, at Stigningen ikke holdes indenfor saa snævre Grændser, som Statsbanerne ere tilbøjelige til at fordre her.

At man i Detroit-Tunnelen har kunnet gaae op til 1 : 50 ligger ganske vist i, at Driften er elektrisk. Men det var dog vel ikke heelt umuligt, at elektrisk Drift gennem Masnedø-Tunnelen i det lange Løb er billigst. Bedst er den i ethvert Tilfælde, hvorom jeg senere vil udtale mig.

Man hører fra Statsbanerne ingen aldeles afgjørende Udtalelse om, hvorvidt det er muligt med det forhaandenværende Lokomotivmateriel at kjøre igjennem en Tunnel med større Stigning end 1 : 125 eller eventuelt 1 : 100.

Hvor stor Indflydelse Stigningsforholdet har, kan man danne sig et Begreb om ved at sammenligne Prisen paa en Tunnel med 1 : 75 Stigning og Prisen, naar Stigningen er 1 : 125.

Den sidste Stigning gjør Tunnelen mindst 1000 m længere, og da Prisen pr. løbende Meter er fra 3000 til 4000 Kroner, saa følger deraf, at den sidste Stigning gjør Tunnelen fra 3 til 4 Millioner dyrere. Saafremt det altsaa er praktisk gennemførligt, at give Tunnelen en saa stor Stigning som 1 : 75, saa vilde det være ganske uforsvarligt at holde fast ved den ringere Stigning. Og skulde det ikke lade sig gjøre at komme nogenlunde hurtigt igjennem Tunnelen med de forhaandenværende Lokomotiver, hvorfor saa ikke anskaffe nye. Til Godstog og de langsomme Persontog maa det vel antages, at Lokomotiverne ere stærke nok; thi hvad spiller det vel for en Rolle, at et i Forvejen langsomt kjørende Tog bruger nogle Minutter meer til sin Rejse. Til Exprestogene derimod mellem Kjøbenhavn og Gjedser, der kun kjøre 2 Gange i Døgnet i hver Retning, og af

hvilke man forlanger mindst ligesaa megen Fart som hidtil, vil vel 4 kraftige nye Lokomotiver til en Pris af ca. 125,000 Kr. Stykket række en Deel Aar ud i Fremtiden. Altsaa sparer man 3 à 4 Millioner minus $4 \times 125,000$ eller fra $2\frac{1}{2}$ til $3\frac{1}{2}$ Million Kroner ved at vælge den store Stigning. At holde paa den ringe Stigning er at spare paa Skillingen og lade Daleren gaae, hvad Anlægskapitalen angaaer. Og hvad Driften angaaer, saa vil den i det lange Løb ogsaa betale sig; thi selv om Statsbanernes Driftsconto voxer — lad os sige — ca. 100,000 Kr. om Aaret, svarende til en Grundkapital af 2 Millioner til 5 % Rente, saa har man paa den anden Side den Tilfredsstillelse at have moderne Materiale og endnu hurtigere Exprestog at byde paa.

Det synes derfor ganske forkeert at vrage en Tunnel, fordi dens Stigning t. Ex. er 1:75.

I nær Forbindelse med Stigningsforholdene staaer ogsaa

Spørgsmaalet om elektrisk eller Dampdrift.

Da elektrisk Drift er fri for Røgplage og, saa vidt man hidtil har hørt, heller ikke foraarsager væsentlig større Omkostninger, saa bør den foretrækkes.

Men, siges der, saa gaaer der Tid tabt til at koble Lokomotiverne til og fra, og den store Fordel ved den faste Forbindelse, nemlig Hurtighed, bliver da tildeels illusorisk. Ja, hvis Tidstabet var overmaade stort, kunde man sige, at Indvendingen var berettiget. Men skulde det da ikke være muligt, alt iberegnet (Togets Retardation, Fra- og Tilkoblingen af Lokomotiverne, Togets Igangsætning og Acceleration) at bringe det ned til 15 Minutter. Og Herregud. Om en Probenreiter nu kommer 15 Minutter før eller senere „von Berlin nach Copenhagen“ kan vel ikke i 99 af 100 Tilfælde spille nogen Rolle, naar Toget ellers paa hele den øvrige Strækning kører med den Expresfart, som man er vant til paa de europæiske Hovedlinier.

Jeg skal her bemærke, at man ved flere Tunneler i Udlandet, der fra første Færd bekjørtes med Damplokomotiver, er gaaet over til elektrisk Drift for at undgaae Røgplagen, t. Ex. ved Mersey Tunnelen og ved Park Avenue Tunnel i New York, og at man dér, omendskjønt Trafikken er meget større end ved Masnedø, ikke klager over den Smule Tidstab, som Omkoblingen af Lokomotiverne foraarsager. Det er næsten latterligt at gjøre saameget Væsen af dette Tidstab.

Da elektriske Lokomotiver bedre overvinde stærke Stigninger, er det meget forkeert af Statsbanerne at forkaste dem, saaledes som de i Indberetning til Folkethingets Udvalg (see Betænkning af 17de September 1917, Underbilag til Bilag 2, Side 5, Linie 22 fra neden) gjør. Der hedder det nemlig: „det kan neppe ansees for en Nødvendighed at benytte Elektricitet som Drivkraft, idet der i Udlandet findes *adskillige enkeltsporede* Tunneler med *større Længde* end den her omhandlede og med Damp som Drivkraft“. Som et Kuriosum skal her anmærkes, at Statsbanerne i Lovforslaget af 9. Marts 1910, Side 22, Linie 14 fra neden, udtaler sig i *lige stik modsat Retning*, nemlig: „Da Drivkraften formenes at blive Elektricitet, er der ikke forudsat særlige Anlæg for Ventilation“.

Man burde dog først og fremmest være klar over, hvor stor Kapital og hvilke Driftsudgifter der fordres til en kort Tunnel med stærk Stigning og elektrisk Drift, henholdsvis til en lang Tunnel med ringe Stigning og Dampdrift.

Fra Statsbanerne foreligger der kun ganske almindelige, utalmæssige Udtalelser om, at elektrisk Drift fordrer Remisseeanlæg ved begge Tunnelender, væsentlig større aarlige Driftsudgifter og en ret betydelig øget Udgift til elektriske Anlæg. (Underbilag til Bilag 2, Side 5, Linie 19 fra neden i Betænkning af 17. September 1917). Saadanne vage Ytringer uden Tal vildlede snarere end de vejlede.

Hele Historien om, at man om føje Tid bliver nødt til at have Dobbeltspor og at elektrisk Drift bliver altfor dyr og foraarsager megen Tidsspilde er saa lidet grundigt behandlet og fattes Tal til Sammenligning eller Oplysninger om lignende Forhold i Udlandet i saa høj Grad, at Rigsdagsmænd, Politikere og andre indflydelsesrige Factorer i Landets Styre ikke ere i Stand til at danne sig en Overbevisning. Og Herregud! Selv om ogsaa den enkeltsporede Tunnel med stærk Stigning og elektrisk Drift skulde blive noget dyrere i Anlæg og Drift, saa er man dog i ethvert Tilfælde slaaet ind paa den Vej, som man i andre Lande er i Lag med konsekvent at betræde. Og jeg kommer nu til

TEKNISK BIBLIOTEK

4) Røgulempen.

Af denne har man i Folkethingets Udvalg og i visse Teknikerkredse gjort et stort Nummer. Endskjønt Statsbanerne, som ovenfor nævnt, udtrykkelig erklærer, at det

ikke ansees for en Nødvendighed at benytte Elektricitet som Drivkraft for at undgaae Røgulempen, har Overingeniør Flensborg i et Foredrag i den tekniske Forening d. 14. Marts d. A. fremholdt Røgulempen som en væsentlig „draw-back“.

Jeg har i Teknisk Tidsskrift af 21. November 1917 henstillet, at man forsøger at fyre med Cokes eller med Kul, som ikke udvikler svovlholdige og lignende skadelige Gasarter, at Fyrbøderne sørger for klar Ild i Fyrboxen inden Tunnelen befares, at han ikke fyrer under Gjennemfarten, samt at Publikum lukker Vinduerne til. Det turde endvidere i denne Forbindelse ikke være uden Interesse at høre, hvad en amerikansk Ingeniør, Mr. C. L. Churchill, siger om Ventilation af Tunneler i et Foredrag, som han holdt ved den internationale Ingeniør-Congress i St. Louis i 1904.

Han siger — og det bedes alle Modstandere af en Tunnel ved Masnedø at bide vel Mærke i — at man kan lade indtil 60 Tog i Døgnet løbe igjennem en enkeltsporet Tunnel uden at behøve mekanisk drevne Ventilationssystemer. Naar kommer da det Herrens Aar monstro, da Forbindelsen mellem Sjælland og Lolland-Falster paa Grund af den verdensberømte Linie Gjedser—Warnemünde, som man troede uovervindelig af Sassnitz—Trelleborg Linien, kan opvise en Trafik af 60 Tog i Døgnet?

Den nuværende Trafik er højst 25 Tog i Døgnet. Hvem tør da forfægte det Standpunkt, at det strax eller om nogle ganske faae Aar vil blive nødvendigt at have 2 Tunneler, som ventileres ad mekanisk Vej. Churchill siger endvidere, at enkeltsporede Tunneler fra $\frac{1}{4}$ til 1 Time efter, at et Tog er passeret, har reen Luft igjen.

Som typisk Exempel lad os tage Elkhorn Tunnelen ved Coaldale i West Virginia.

Den er *enkeltsporet*, medens *Jernbanelinierne* fra begge Sider ere *dobbeltsporede*. Dette bedes de Herrer Modstandere af Tunnelen ogsaa at bide Mærke i og dernæst at holde op med stadigt at raabe paa den snarlige Nødvendighed af Dobbeltspor under Storstrømmen.

Elkhorn Tunnelen befares af 100, siger og skriver hundrede Tog i Døgnet. Det er mindst 4 Gange saa meget som ved Masnedø, og dog kan man dér nøjes med enkelt Spor. Den er 915 m lang, $4\frac{1}{4}$ m bred og $5\frac{3}{4}$ m høj. (Masnedø-Tunnelen tænkes cirkelrund med 6 m indven-

dig Lysmaal.) Den har et Tværsnit af ca. 22 m² og hele Tunnelens Rumindhold er ca. 20,000 m³. Trods denne store Trafik kan det dog undertiden hænde, at Luften derinde 17 Minutter efter, at Toget passerede, er reen. Imidlertid kan den naturlige Ventilation dog ikke hamle op med de hyppige Tog. Thi selv om man om Vinteren kan regne med, at 20 Minutter i Gjennemsnit er tilstrækkelig Tid for Tunnelen til at ventilere sig selv, saa kan det dog om Sommeren undertiden vare henved 1 Time. Hertil kommer, at Temperaturen inde i Tunnelen paa Grund af de mange Togs og Lokomotivers Varmedudstraaling kan stige 16 til 17 Grader over det sædvanlige, saa at det bliver næsten uudholdelig at kjøre igjennem, og man har derfor anbragt et Ventilationsanlæg, hvis Drift koster Alt i Alt 12,000 Kr. om Aaret.

Det er maaske værd i denne Forbindelse at gjøre opmærksom paa en almindelig udbredt, men fejlagtig Anskuelse, nemlig at et Tog er sin egen Ventilator, idet det formodes, at Toget skubber den daarlige Luft frem foran sig og suger den rene Luft ind bagved sig.

Erfaringen viser, at dette ikke er Tiltældet. For det første fylder Toget langt fra Tunneltværsnittet ud i en saadan Grad, at der kan være Tale om, hvad man paa Engelsk kalder „plunger action“. For det andet bevirker det lille eller partielle Vacuum, som opstaaer bag ved Toget, og den Lufttrykforøgelse, som opstaaer foran Toget, at al Gas og Røg og daarlig Luft istedetfor at fare frem, farer eller strømmer tilbage, ialfald relativt til Toget.

Statsbanerne synes ogsaa at nære denne forkeerte Anskuelse, thi der siges i Lovforslaget af 9. Marts 1910, Bilag D, Side 22, Linie 13 fra neden: „idet Luften bliver fornyet, hver Gang et Tog kjører gennem Tunnelen“.

Hvordan kan nu nogen Tekniker eller Ikke-Tekniker paastaa, at vi med vore beskedne 25 Tog i Døgnet skulde blive saa meget gênert af Røgplagen, at en Tunnel paa Forhaand er „out of the question“, saafremt den ikke udstyres med et Ventilationsanlæg, som Folkethingsudvalget af 1917 er saa bange for skal foraarsage „store daglige Udgifter til Fjernelse af Røg fra Tunnelrøret“ (see Betænkningen af 17. September 1917, Side 3, 1ste Spalte, Linie 7 fra neden).

At Ventilationsspørgsmaalet fordrer megen Overvejelse er sikkert. Thi det er jo ikke heelt umuligt, at en under-

søisk Tunnel, der falder fra begge Ender mod Midten, er ugunstigere stillet end en Bjærgtunnel, der stiger fra begge Ender mod Midten. Kulrøg og en Del af de andre Skorstensgasser ere tungere end Luften og ville, saafremt Vind og Træk ikke forhindre dem deri, søge fra de høje Steder ned til de lave. Omvendt vil den varme Luft søge fra de lave Steder til de høje. Forholdene blive imidlertid mere complicerede og de forskellige Factorers Indflydelse anderledes, naar det blæser og Temperatursvingningerne gjøre sig gjældende.

I det Hele frembyder Tunnel-Ventilation et, selv for Fagmænd, uberegneligt Problem, og selv de dygtigste Ingeniører famle sig frem.

Men en Ting er sikkert, at vi med vore fattige 25 Tog roligt kan lade Ventilationsspørgsmaalet hvile, indtil Tunnelen er bygget. Nogen nævneværdig Plage bliver Røgen ikke. Senere kan man altid gjøre nogle billige Forsøg paa at forbedre Luften (hvis det overhovedet i ringeste Maade skulde blive ønskeligt) ved Anbringelse af Vindsejl ved Tunnelenderne, eventuelt ved Opførelse af en Skorsteen i Forbindelse med Døre ved Portalerne, der ved Hjælp af automatiske Signaler og Sikkringer ere saaledes indrettede, at Toget ikke kører ind i Tunnelen, før Døren er aaben.

Iøvrigt maae man ikke tro, at man med elektrisk Drift opnaaer fuldstændig reen Luft. I enkelte saadanne Tunneler klages der over muggen Luft.

I Arlberg Tunnelen, der sikkert befares af flere Tog end ved Masnedø, var man meget inkommoderet af Dampdriften. Man forsøgte at fyre med Cokes, men det hjalp ikke tilstrækkeligt, om end noget. Man forsøgte at tørre Cokesen før Brugen. Heller ikke det hjalp, og et dernæst forsøgt Ventilationsanlæg viste sig langt fra fyldestgjørende. Endelig forsøgte man i 1894 at fyre med Petroleum. Det hjalp, og siden er man bleven ved dermed (ialfald op til Krigen).

Saavidt jeg veed, har man i Rusland og Rumænien Locomotiver, hvis Fyrboxer ere indrettede til at brænde baade Kul og Petroleum. Om Krigen ikke havde lært os, at man kan komme i meget stor Petroleums-Forlegenhed, saa vilde det maaske være en Overvejelse værd at gjøre Brug af saadanne Locomotiver, endskjønt jeg anseer det for unødvendigt at give dette Spørgsmaal en omhyggeligere Prøvelse.

I St. Clair-Tunnelen, som er undersøisk, *enkeltsporet*, 1830 m lang, 6,10 m indvendig Diameter, Stigning ved

begge Ender 1:50, Kubikindhold 51300 cbm, var der fra første Færd anlagt kunstig Ventilation. Men endskjønt det viste sig mindre effectivt, hjælper man sig alligevel, fordi Tunnelen af sig selv hjælper til, og fordi man nu kun brænder Anthracitkul. Man lader endvidere Tenderen løbe foran Lokomotivet, saa at Betjeningen paa Lokomotivet ikke faaer Røgen i Ansigtet.

Et andet Moment er under Diskussionen om Bro eller Tunnel bragt frem. Man paastaaer nemlig, at Røgen angriber Tunnelvæggene.

Skulde denne Paastand være vel begrundet, saa kan man jo udføre Tunnelen med glacerede Steen eller Klinker. Det kan gøres for ca. 200,000 Kr., højst 300,000 Kr., altsaa kun $2\frac{1}{2}\%$ af hele Udgiften, naar Tunnelen fremstilles for 12 Millioner.

Mærkeligt nok synes Statsbanerne ikke at nære nogen Frygt for, at en Jernbetonsudføring angribes, thi i Lovforslaget af 9. Marts 1910, Side 22, Linie 26 fra neden foreslaa de en indre Beklædning af armeret Beton af 20 centimeters Tykkelse.

Vil man imidlertid paa Forhaand være ganske sikker paa, at Tunnelens Indre ikke angribes af Røgen, kan man jo anvende elektrisk Drift.

5) *Reparation i en Tunnel.*

Herom vil jeg tillade mig at gentage følgende Udtalelser fra en af mig skrevet Artikkel i den tekniske Forenings Tidsskrift af 21. November 1917. Naar Broer af armeret Beton med meget svagere Godstykkelse og udsat for Sol, Regn, Frost, Vind og Vejr kunne taale Jernbanetogs Rystelser uden alvorlig Beskadigelse, hvorfor skulde et Tunnelrør med ca. 1 m tykke Vægge saa ikke ogsaa kunne det.

De væsentligste Reparationer vil formentlig kun blive Fornyelse eller Udbedring af den invendige Skæl eller Istandsættelse og Fornyelse af Skinner, Sveller, Gelænder, Rør og andre Ledninger.

Men alle disse Reparationer kunne udføres uden Standsning i Trafikken, naar blot Rørets Lysmaal er tilstrækkelig stort til Anbringelse af en Gang paa hver Side for at Arbejderne kunne staa til Side, og til Henlæggelse af Materialier og Værktøj.

Paa en Broe er der uden Tvivl mere frit Rum for Reparationer, thi man kan bygge og hænge Stilladser op uden

for Normalprofilen, medens der i Tunnelen kun er lidt tilovers af frit Spillerum. Men dette har ingen væsentlig Betydning, da alle Reparationer formentlig dog og alligevel lader sig udføre uden Driftsforstyrrelse og til næsten samme Pris, især naar man tager i Betragtning, at Tunnelen fordrer færre Reparationer, der som Regel ere af mindre alvorlig Natur.

Folkethingets Udvalg er i sin Betænkning heller ikke uvillig til at gaae ud fra, at Tunnel og Højbro ere lige driftssikre, men det kunde saamænd roligt have udstrakt sin Vurdering af Reparationsspørgsmaalet til at falde lige tungt til begge Sider.

Æstetiske Hensyn.

Det er bleven sagt, at en Bro af elegant og imponerende Konstruktion vil gjøre et skønt Indtryk, medens en Tunnel er et usynligt, uskønt Kryb. Hertil er at svare, at hvad man ikke kan see, kan ikke være uskønt. Tværtimod bliver Landskabet i hele sin Naturlighed uberørt, medens der kan være forskellige Meninger om, hvordan en Bro med højere eller lavere Dæmninger paa Land og taarnhøje Piller stikkende ganske unaturligt op ad Vandet tager sig ud midt i det smilende frodige danske Slettelandskab.

Hvorvidt en Højbro, bygget efter Firmaet Christiani & Nielsens kjønne Billede, der virkelig fortjener at blive udstillet paa Charlottenborg, bliver en Pryd, er vel heller ikke saadan paa Forhaand givet.

Og jeg kommer nu til Hovedindvendingen mod en Tunnel, nemlig at den er den dyreste Løsning. Som Resultat af Overingeniørs Flensborgs Foredrag d. 14. Marts i den tekniske Forening vilde man slaae fast og syntes den største Deel af Tilhørerne ogsaa at gjøre det, at Omkostningerne i store Træk vilde beløbe sig til

omkring 10 Millioner til et lavt Broeanlæg

” 20 ” ” ” højt ”

” 30 ” ” ” godt Tunnelanlæg.

Jeg haaber imidlertid med nærværende lille Skrift at have vundet Tilhængere for det Faktum, at en enkeltsporet Tunnel i mange Aar vil fyldestgjøre alle rimelige Krav, og at den ikke lider af de Mangler, man har villet paadutte den.

En enkeltsporet undersøisk Tunnel kan med en Stigning af 1:75 sikkert bygges for 12 Millioner Kroner —

eventuelt mindre (Fredspriser forudsat) og kan uden næneværdig Gêne befares af Damplokomotiver.

Sammenligningen stiller sig da helt anderledes.

1 Lavbro med enkelt Spor 8 til 9 Millioner.

1 Højbro " " " ca. 15 "

1 Tunnel " " " ca. 12 "

En Tunnel bliver derfor ca. 3 Millioner billigere end en Højbro (af Beton) og der bliver derfor Raad til at anskaffe og anvende elektrisk Drift, inden man naaer op til Højbro-Omkostningerne, hvad jeg haaber vil bevæge Statsbanerne til at komme frem med Tal til Bedømmelse af en saadan Drift.

Men selv om en Tunnel med elektrisk Drift virkelig skulde gjøre Tunnelen dyrere end en Højbro — hvad jeg foreløbig ikke troer — saa er det virkeligt smaaligt i disse Tider, hvor Gullasch-Baronernes Skatter vælter ind i Statskassen og vestindiske Kolonier sælges som fiint luurmærket Smør, at vride og vaande sig over en Million eller to, naar det handler sig om at skaffe „noget godt“ tilveje.

Thi god skal og bør den Forbindelse være.

TEKNISK BIBLIOTEK

Premie-Konkurrence.

Da der er saa mange Maader at løse Problemet om en god Forbindelse paa, og da der ved en Premie-Konkurrence tormentlig kan skaffes alle de Idéer og Forslag frem, som kunne bringes tilveje af danske Ingeniører, saa vil en saadan være i høj Grad ønskelig; og det er meget forkeert at nøjes med en overordnet Statsbane-Funktionairs Skjøn og et enkelt eller nogle meget faae private Firmaers ikke *heelt uinteresserede* Meninger og Forslag.

Naar en Premie-Konkurrence giver frit Spillerum for nye Idéer, vil der sikkert komme mange frem, som er værd at tage under Overvejelse, og som ellers Offentligheden var gaaet glip af.

Naar Indenrigsministeriet i Januar 1899 fandt det ønskeligt, at afholde en Premie-Konkurrence om en Bro over Lille-Bælt, saa burde Trafikministeriet nu finde en saadan mindst ligesaa ønskelig for Storstrømsforbindelsen.

Hvem veed, om ikke en Vinterbro, som foreslaaet ved Detroit, kunde komme i Betragtning. Det bliver maaske et meget dyrt Alternativ, thi Bro og Færger tilsammen er jo dyrere end en Broe alene. Men da det kan blive en lav

Bro, er det slet ikke umuligt, at det dog stiller sig ret gunstigt sammenlignet med en Højbro. Ere Færgerne forsynede med moderne Diesel-Elektrisk Maskinerie, saa er Driften tillige billigere. Medens man paa Dampfærgerne stadig maa holde Dampen oppe, fortærer Diesel-elektrisk Drift ingensomhelst Brændsel, naar Skibet ligger stille.

Hertil kommer, at Propellerne kunne gives et passende, langsomt oekonomisk Omdrejningstal, medens Maskineriet arbejder med et højt Omdrejningstal, der gjør dets Dimensioner og Vægt mindre og Prisen mindre. Disse Fakta bør vejes og vurderes i Tal.

En fortsat forbedret reen, ublandet Færgesart er heller ikke utænkelig. Man kunde t. Ex. føre en extra Jernbanelinie hen til et andet Sted, hvor Isgangen ikke er saa slem, hvor Færgeren da ogsaa skulde sejle hen, naar Isgangen tegner til at komme. At man nogle faa Dage, og det kun i strenge Vintre, maae føre Rejsende og Gods en lille Omvej, vil sikkert ikke — forudsat at Forsinkelsen ikke andrager Dage og Timer — staae til Hinder.

Hvis t. Ex. Isgangen langt ude i Smaalands havet som Regel er betydelig mindre end i Storstrømmen, saa at man altid kan komme igennem Isen med en Færge, der har Isbryder-Form, saa kunde man tænke sig en kort Stiklinie ud til Spidsen af Knudshoved, en Færgesart over til Bandholm eller et endnu nærmere Punkt paa Lolland samt en Stiklinie derfra til Hovedaaren.

Jeg fremsætter kun ovenstaaende som et Spørgsmaal, ikke som et Forslag.

Sluttelig er det heller ikke udelukket, at det paa en eller anden nogenlunde billig Maade bliver muligt at udvide Forbindelsen til ogsaa at omfatte Fodgængere, Kjøretøjer og navnlig Automobiler, og det er absolut forkeert af Statsbanerne i deres Indlæg til Folkethingets Udvalg (See Betænkning af 27. September 1917, Bilag 1, Side 1) saa at sige heelt at forkaste den.

Der vil komme en Tid, da man fortryder ikke at have været forudseende nok til ialfald at indrette sig paa Automobilkjørsel, thi disse have aabenbart en kolossal Fremtid for sig som Kommunikationsmiddel.

Afsluttende Bemærkninger.

Vi kan herhjemme lære meget af Norge. Der er Premie-Konkurrencer til Havne- og Jernbaneanlæg nu paa Dags-

ordenen, og det vimler med Udvidelser og Anlæg af Skibsbyggerier, store Fabrikker og store Foretagender.

Penge er der nok af. I en saadan mindre By som Haugesund er den skattepligtige Indtægt steget fra $6\frac{3}{4}$ Millioner Kr. i 1915—16 til $56\frac{1}{3}$ Millioner i 1917—18.

Men herhjemme skriger man Ak og Ve, naar et stort og stolt Byggeforetagende skal koste en Million eller to mere for at opnaae noget virkeligt godt, man kan være tjent med.

Lad det nu blive Alvor med at smide Smaaligheden op paa den støvede Hylde.

Vi er af Krigen bleven tvungen til at staae paa egne Been og har lært, hvor nødvendigt det er at stole paa sig selv.

Og der findes vel ogsaa i Danmark Andre end Statsbanerne og et Par ansete Privatfirmaer, som kan tale med om denne Sag og præstere Noget.

Lad nu den danske Ingeniørstand i sin Heelhed vise, hvad den formaar.

Kjøbenhavn i Marts 1918.

Ernesto Jensen.







