

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*

Max

TEKNISK BIBLIOTEK

Bro eller Tunnel

ved

Masnedø

Kjøbenhavn i Marts 1909.

~~625.132~~ 624.69
Sm

g/l

Trykfejl.

- Side 1 Linie 4 f. o. anseer læs ansér.
Side 4 Linie 3 f. n. udsete læs udséte.
Side 5 Linie 8 f. n. Materialiet læs
Materialet.
Side 6 Linie 10 f. o. hede læs hedde.
Side 6 Linie 12 f. o. kan læs kunde.
Side 7 Linie 4 f. o. Integralfomler læs
Integralformler.
Side 9 Linie 5 f. n. Talen læs Tale.
Side 11 Linie 1 f. o. Autoriteterne læs
Autoriteterne.
-

O mendskøndt vel de fleste Mennesker ansè en Bro for den bedste Forbindelse mellem Sjælland og Falster, og Trafikministeren — maaske med Rette — anseer den for den billigste Løsning af Dagens brændende Spørgsmaal, saa turde det dog være gavnligt i dette Øjeblik, da Folkethingets Udvalg beskjæftiger sig med Sagen, at belyse den med alle pro og contra.

De fleste Mennesker — her til Lands — have en vis Aversion mod at kjøre gennem en Tunnel. De holde ikke af at skulle ind i dette sorte Hul, især ikke, hvis det fører dem ned under Vandet. De foretrække en Bro, hvorfra der haves fri Udsigt og frisk Luft.

Og dette er meget forstaaeligt.

De have ogsaa en dæmpet Følelse af, at der kan „ske noget“ i Tunnelen, hvorimod de trygt kjøre over en Bro.

At en vel udført Tunnel er mange Gange sikkrere end en Bro, skulle vi nedenfor bevise. Og hvad har det iøvrigt at sige, at kjøre gennem en 4 Kilometer lang Tunnel. I Udlandet vrimler det jo ligefrem med Tunneler af denne og af meget større Længder. Og dem tænker man aldrig paa, eller lader sig afskrække af.

Naar Farten gennem Tunnelen bliver den samme som den, hvormed vore Exprestog gennemføres, nemlig ca. 60 Kilometer pr. Time, saa vil hele Turen vare 4 a 5 Minutter, og naar Tunnelen er bygget efter alle Kunstens Regler og med let Adgang til hyppig Inspection, saa er en Tunnel sikkrere end ethvert Stykke Frilandsbane.

Desværre kan man ikke med samme Ret sige dette om en Jernbanebro, især da det uheldige Element — Svingbroen — ifølge Forholdenes Natur *er* og *maa* være en integrerende Bestandél af samme. Thi at bygge Broen saa høj, at alle Fartøjer og Sejlskibe, som frekventere dette Farvand, kunne sejle uhindret under den, vil gøre den betydelig dyrere.

Brigger og Skonnerter behøve mindst 32 m Lysmaal over Vandet, ja enkelte meget store Lystyachter saagar over 40 m.

Og at bygge den halvt højt op, er det rene „makeshift“ og tilfredsstillende hverken den Ene eller den Anden.

Skal der bygges en Bro, saa kan kun en lavtliggende med ca. 20 Fods fri Højde tages alvorligt under Overvejelse.

Helt afset fra Beskadigelser, som opstaa ved, at større Fartøjer tørne imod Broen og saaledes kunne forårsage Driftsforstyrrelser, hvad Kommandeur Hammer træffende gjør opmærksom paa i Berlingske Tidende, saa kan der indtræffe Omstændigheder, der afstedkomme de frygteligste Ulykker.

Svingbroen skal drejes med elektriske Motorer.

Her er straks et usikkert Element.

Man tænke sig, at Svingbroen staar i sin „Normalstilling“ — det er altsaa, hvad Kommandeur Hammer med Rette insisterer paa, den Stilling, som lader Broen aaben for Sejlads — og just skal drejes ind for et Jernbanetog. Hvis nu det elektriske Maskineri nægter at functionere, saa kan, selv om Signalerne vise Stop, disse sidste lades uændsede af Locomotivføreren, og Katastrofen bliver næsten uundgaelig.

Men med saadanne Eventualiteter *maa* man regne. Locomotivføreren kan være beskjenket, han kan være ædru, men have sét fejl, det kan være taaget og diset, saa at Signalerne ere vanskelige at skjelne, den automatiske Forbindelse mellem Svingbroen og Signalerne, som gjør det umuligt at vise fri Fart for Toget, før Svingbroen er helt lukket, kunne komme i Uorden, saa at de vedblive at vise fri Fart, selv om Broen svinges tilbage i sin Normalstilling.

Kort sagt, man kan tænke sig saa mange Betingelser opfyldte for en Katastrofes Mulighed, som ikke ere tænkelige, hvis der ingen Svingbro fandtes, at Chancerne for Uheld og Ulykker tiltage i en betænkelig Grad.

Og det er jo dog ikke Meningen, at Toget, for at kunne bremse i Tide, skal krybe afsted hen over Broen med samme Sneglehastighed, som karakteriserer Farten over Broen mellem Sjælland og Masnedø og over Limfjorden ved Aalborg.

Toget bør kunne kjøre med fuld Fart over Broen, hvis der da skal være Tale om at opnaa en klækkelig Tidsbesparelse i Sammenligning med Færgedriften.

Lad være at der anbringes Reserve-Maskineri (og dette er i ethvert Tilfælde aldeles nødvendigt); men selv da ere Katastrofer mulige.

Maskineri er Maskineri.

Det kan faa Nykker just dér, hvor der ingen Reserve er; det kan gaa i Stykker; det kan løbe varmt; eller den elektriske Strøm kan af en eller anden Grund udeblive; der kan opstaa Kortslutninger osv. osv.

En Tunnel er fra Begyndelsen til Enden fri for alskens Maskineri; højst kan der blive Tale om et Pumpeværk; men saameget Vand kan der fra Tog til Tog aldrig samle sig i Tunnelen paa dens dybeste Sted, at der ikke bliver Tid til at forhindre Ulykker.

Denne en Tunnels Enkelthed vejer svært til i Vægtskaalen ligeoverfor en Bro med Svingbro.

Jo mindre man behøver at forlade sig paa Funktionærernes Paalidelighed, Paapasselighed og Intelligens, desto større Sikkerhed opnaaer man.

Men ikke alene Svingbroen kan blive skjæbnesvanger. Nej hele den øvrige Del af Broen er ikke farefri.

Man maa huske paa, hvormange Broer der ere styrtede sammen mellem Aar og Dag i alle mulige Kulturlande lige op til den nyeste Tid.

I Tiaaret 1878—1887 styrtede ialt 251 Gitterbroer sammen i Amerika. Alle disse Ulykker kunde, ifølge Ingenieur *Ch. F. Stowell*, have været undgaa-

ede, hvis man havde konstrueret, bygget, eller ledet Driften omhyggeligere.

Ikke faa Jernbanebro-Ulykker skyldes den Omstændighed, at Toget af en eller anden Grund (f. Ex. Brud paa Vognaksler) kommer ud af Sporet og vælter henimod Gitterdragerne.

Det er paavist, at en amerikansk Gitterbro styrtede ned, fordi Lokomotivet slyngede en Ko henimod Siden af Broen.

Man tør være spændt paa at se den Ko eller jyske Stud — den være sig nok saa fed — som kan give Anledning til, at en Tunnel styrter sammen, hvis den overhovedet hitter paa at spadserere ind i det mørke Tunnel-Hul.

Det er næsten rørende at observere Publikums blinde Tro paa Bro-Fagmænds Ufejlbarlighed i deres Beregninger. Og dog styrter den ene Bro ned efter den anden, selv om de ere konstruerede af Verdens berømteste Ingeniører paa dette Omraade.

Bagefter læser man saa i de tekniske Tidsskrifter, at den og den Professor har regnet ud, at der var begaaet store Fejl.

Jal „Hinterher ist klug reden“. Men hvad hjælper Beregningerne til, naar man først finder Fejlene, *efter* at Ulykken er sket. Se herom ogsaa „Ingeniøren 30 Januar 1909 pag 36“.

Broen over *Birs ved Mönchenstein* styrtede ned i 1891, fordi den var for svag beregnet, og den var endda konstrueret og bygget af det verdensbekjendte Firma *G. Eiffel & Co. i Paris*.

Den store *Ruhrbro ved Hohensüburg* styrtede ned, fordi Pillerne underskylledes ved Højvande.

Man tænke sig, at Strømmen i Storstrømmen virkelig, som nævnt i Lovforslaget, kan opnaa en Hastighed af 8 Fod, (det er ca. $2\frac{1}{2}$ m) i Secundet, saa har man jo med Strømforhold at gjøre aldeles som paa Rhinen og dens Bifloder.

En saadan Strøm kan afstedkomme aldeles uforudsete Tilstande, og den trodser enhver Beregning med Hensyn til Funderingerne, især da de 3 Dæmninger, den ene ved Kysten af Masnedø, den næste

ved Kalvegrunden, og den tredie ved Kysten af Falster, muligvis bringe forandrede Strømforhold med sig, som kunne være skadelige; thi det er jo en bekjendt Sag, at Strømmens Virkninger, navnlig paa Floder og i Sunde, ikke med Sikkerhed kunne forudsiges.

Uden at paastaa Noget, kan man tænke sig, at Strømmen, trods Singels og Stenkastning, underskyller Bropillerne, selv om de staa paa fast Lerbund.

Hvis der i Nærheden af en Bropille — lad os sige 5 eller 10 m derfra — opstaar en Strømsreg (Stromstrich), eventuelt med rasende Hvirvler, som hidtil ikke have været i Farvandet, og som huler det dybere og dybere ud, indtil Stenene begynde at rutche eller glide ned eller synke, alt medens Sand og Singels lidt efter lidt skyllles ud til Siden, saa er Faren der.

Det er overhovedet en farlig Sag, at forandre et Strømløbs Retning og Hastighed med Dæmninger, som kastes tværs over en Del af Løbet, selv om det kun er henover Grundene, de komme til at ligge. Selv Ler lader sig i Aarenes Løb skylle og udhule mere og mere.

Dog er det ikke Meningen i denne Artikel at stemple de foreslaaede Funderinger som usikre, da det jo maa antages, at Projektet er grundigt gennemtænkt og støtter sig paa Erfaringer med Broer under lignende Forhold, men kun at henlede Læserens Opmærksomhed paa, at skulde det virkelig vise sig, at Funderingerne vare ufuldkomne, saa havde det været bedre at anvende en Tunnel, *thi den er fuldstændig uafhængig af Strømforholdene, af Isgang og af Sejlskeibe.*

En Gitterbro ved *Praunheim* styrtede sammen i 1892, fordi Materialiet ikke var paalideligt og paa Grund af Konstruktionsfejl.

En stor Gitterbro over *Missouri* ved *St. Charles* styrtede ned i 1882 af samme Grund.

Den kæmpestore *Tay-bridge* ved *Dundee* i Skotland, som vältede i næsten hele sin Længde, havde Konstruktionsfejl.

The high bridge over *Mississippi* on *Smith's*

Avenue, St. Paul, bygget i 1887, faldt ned i 1904, rimeligvis paa Grund af Vindstød.

Kort sagt, hvis man gav sig til at rode op i den tekniske Bro-Literatur for de sidste 30 Aar og ordnede Ulykker og Katastrofer i alle Lande systematisk under Angivelse af alle de Ingenieurer, Direktører, General-Direkteurer, Sub-Direkteurer, Chef-Ingenieurer, Fabrikanter, Kontrahenter, Entrepeneurer, Secretairer, Mestere, Teknikere, Monteurer, Professorer, Docenter — og hvad de Alle hede —, som have begaaet Bummerter, saa vilde man oprulle et sørgeligt Virkeligheds-Billede, der nok kan ryste Tilhøderen til selve den sorte Skole i Sølvgade og til dens Læremestre i Hannover, Karlsruhe eller Berlin i sine Grundvolde.

Dermed er det ikke Meningen at paastaa, at den foreslaaede Bro er for svagt konstrueret, eller at den har andre Fejl; thi denne Artikels Forfatter er ikke Bro-Fagmand; men saa meget tør man vel nok slaa fast, at Sikkerhedsfølelsen har sine Grændser, og at saadane Svagheder og Fejl, som altfor ofte vise sig *bagefter* — og for sent — umuligt kunne optræde i en Tunnel.

En Tunnel har den store Fordel, at enhver praktisk Mand kan tillade sig en Dom om den. Gjør blot Væggene tykke og stærke nok, og Tunnelen holder saa at sige *evigt*, det er sikkert.

Her behøver man ikke at være bange for, at den skal veje formeget, saadan som ved en Bro, hvor alle Bestræbelser og Beregninger gaa ud paa, og maa gaa ud paa, at reducere Egenvægten til det mindst mulige under Bibeholdelse af den fornødne Styrke.

Hertil kommer, at der, efter Sigende, skal forekomme Gittersystemer og Dragere, i hvilke enkelte af Stængernes Spændinger ere ubestemmelige, eller i ethvert Fald forudsætte matematiske Kundskaber af første Rang, der dog til syvende og sidst vise sig ikke at tilfredsstille Praksisen.

Men til at tænke sig ind i en Tunnels Konstruktion, bestaaende af Staalrør og udført med tykke

Betonvægge, er enhver nogenlunde dygtig Maskinkonstrukteur kompetent, og hans Forslag, selv om de baseres paa de bekjendte „*rule of thumb*“ Regler, ere mere værd, end alle Integralfomler satte i Glas og Ramme.

Der er noget fortryllende ved en Bro, især naar den er elegant konstrueret — det er sandt. Man kommer i dette Tilfælde til at kjøre „lige ud af Landevejen“, uden synderlige Ramper, Stigninger eller Fald, tværs over Vandet og aander stadigt i Guds frie Luft med Udsigt til alle Sider.

En Tunnel er skummel; man skal nedad i det dybe og sorte Hul og op igjen.

Dette tilligemed en Smule Røgulempe er dens eneste Fejl. „Voilà tout“.

Flere vil man vanskeligt kunne finde.

Broen derimod med den uundværlige Svingbro er Usikkerheden selv og Ophavet til Misfornøjelser og Forbandelser uden Ende fra de Søfarendes Side.

Vælger man en Tunnel, saa falder Smaaskippernes og Rhedernes Opposition med ét Slag til Jorden. Se Berlingske Morgenavis for den 26de Februar d. A. Det er et stort Spørgsmaal, hvis Broen bliver bygget, og Skipperne efterhaanden vænne sig til at finde sig i Ondet, om Sagen dermed er færdig.

Man tænke sig, at et Par større Skibe i Løbet af kort Tid enten strande paa de nærliggende Grunde, eller slaas i Stykker mod Bropillerne. Vil da Forsikringselskaberne ikke straks sagsøge Staten, som, hvis den ikke kan paavise, at Broen er uden Skyld, vil blive dømt til at betale.

Og kan overhovedet Loven lukke en Laas for den Slags Søgemaal engang for alle? Hvis ikke, saa kan det blive en dyr Historie for Staten, helt afsét fra den Erstatning til de Forulykkedes Efterlevende, som Staten (i ethvert Tilfælde moralsk) er forpligtet til at betale.

Efter at have forudskikket ovenstaaende Betragtninger, turde det være formaalstjenligt at gaa lidt nærmere ind paa en Tunnels Konstruktion og Pris.

Dette er saameget mere ønskeligt, som Trafikministeren med let Haand gaar hen over Tunnelen, saa at man næsten kunde fristes til at tro, at der ikke er arbejdet med den fornødne Grundighed i denne Henseende.

Hvis Kridtet egner sig til Anlæg af en Tunnel, uden at man støder paa Vanskeligheder i Form af vandførende Lag eller Aarer, saa er en Bekostning af fra 1000 til 1200 Kroner pr. løbende Meter rimeligvis ikke for lavt regnet.

Lægges Tunnelen under Storstrømmen — hvor der er ca. 14 m dybt Vand, hvorefter følger et ca. 12 m tykt Sand- og Lerlag, saa at man ialt skal mindst 26 m ned under daglig Vande for at støde paa Kridt, og ca. 35 m under daglig Vande med Tunnel-Bunden, saa vil den antagelig ikke blive stort længere end 6000 m; altsaa vil den komme til at koste fra 6 Millioner til 7,200,000 Kroner, og bliver altsaa billigere end en Bro.

Den kan til en Begyndelse ligesaa godt være enkeltporet, som Broen kan være det. Trafikministerens Argument synes i denne Henseende ikke at være logisk.

Han siger: „da det af Hensyn til Vanskeligheden ved at udføre indtræffende Reparationer af den enkeltsporede Tunnel, uden at standse Trafikken under Reparationsarbejdet, formentligt vil være nødvendigt straks at skride til Anlægget af 2 enkeltsporede Tunneler“ —.

Denne Udtalelse forudsætter enten, at en Tunnel hyppigere fordrer Reparationer end en Bro, og at den er mere udsat for Beskadigelser. Eller ogsaa tages der Sigte paa, at der ikke er Plads i en Tunnel til at lægge Værktøj og Materialier til Siden, naar Toget kommer. Men det er der jo heller ikke paa en enkeltsporet Bro.

En Tunnel paa ca. $5\frac{1}{4}$ m Diameter i Lysmaalet lader iøvrigt Plads paa begge Sider til en Gang, som lægges omtrent i Højde med Tunnelens Centrum og gives en Bredde af ca. 700 m/m, og hvortil der nu

og da fører Trin og Stiger op, saa at Arbejderne til enhver Tid kunne søge Tilflugt paa samme.

Gangen forsynes i hele Tunnelens Længde med Gelænder, og Værktøj og Materialier kan lægges paa den.

Og hvad Reparatur af Tunnelens Vægge angaaer, som ganske vist vanskeligere lader sig udføre uden Driftsforstyrrelser, end af Dragerne paa en Bro, saa er dertil at svare, at Væggene forhaabentlig meget sjældent ville tage Skade. At en Tunnel ogsaa kan beskadiges, det er en Selvfølge; men med samme Ret kan man ogsaa paastaa, at den sædvanlige Jernbane-linie paa fast Land bør være dobbeltsporet, for at der ikke skal opstaa Driftsforstyrrelser; thi Chancerne for „breakdowns“ ere ikke væsentlig større i en Tunnel end paa Land.

Nej! I den Henseende behøver man ikke at være bange.

Kun det finansielle Spørgsmaal kan gjøre Udsagnet, og der staar Tunnelen ikke tilbage for en Bro; ja den har endog den Fordel, at dens Amortisation kan fordeles paa en betydelig længere Aarrække.

Skulde en Forundersøgelse af Kridtlagene under Havbunden opvise stærkt vandførende Lag, saa kan ganske vist Tunnelen blive en Del dyrere end en Bro.

Men derfor er Teknikkens Resourcer ingenlunde udtømte.

Den i „Ingeniøren af 27de Februar 1909“ af Nemo foreslaaede Bygningsmaade af en Tunnel under Store Belt kan under en lidt modificeret Form bringes i Anvendelse her ved Masnedø.

Tunnelrenden kan her helt og holdent graves og muddres op af Sugeskibe af sædvanlig Konstruktion. Der bliver altsaa ikke Talen om Experimenter, og Tunnelen vil her blive lidt billigere pr. Længdeenhed end ved Store Belt.

Tunnelen tænkes bygget omtrent paa samme Sted som foreslaaet for Broen. Men den føres natur-

ligvis under Vandet i en ret Linie uden Buer og Bugter.

Slipen tænkes anlagt paa Masnedø, tæt ved Tunnelens Ende.

De Fangedæmninger, som ere nødvendige for at nedlægge Tunnelringene ved Kysten paa lavt Vand, benyttes ogsaa til at anlægge Slipens Skinner ud paa dybt Vand.

Der forudsættes endvidere, at den af Sugeskibet gravede Rende ikke sander til under Bygningen, inden Ringene ere nedlagte. Forsøg i denne Retning ere meget ønskelige, og Forundersøgelser af Havbundens Beskaffenhed af dens Konturer og Profiler ere nødvendige.

Mellem Masnedø og Kalven er Strømløbet saa dybt, at Tunnelringene kunne flyde og derfra bugseres ud til Arbejdsstedet.

Arbejderne kunne bo dels i Orehoved dels paa Masnedø og i Masnedsuud.

Omkostningerne ved at bygge en saadan Tunnel ville blive noget mindre pr. Længdeenhed end kalkuleret for Store-Belts Tunnelen, og de kunne formentlig anslaaes til 2400 Kroner pr. løbende Meter. Altsaa vil den 4000 m lange Tunnel med Tilslutningsbaner kunne bygges for $9\frac{1}{2}$ Millioner Kroner.

Tunnelen vil, efter den for Store Belt anslaaede Methode, kun komme til at naa fra Kyst til Kyst, og altsaa kun blive 4000 m lang.

Der vil antagelig gaa mindst 2 Aar for at gjøre Tunnelen færdig.

Efter at vi saaledes have anført alle de os bekendte Fordele og Ulemper, som kunde komme i Betragtning ved et Valg imellem en Bro og en Tunnel, synes Tunnelen at skulle gaa af med Sejren. Skulde Folkethinget ogsaa komme til samme Resultat, saa er det en let Sag hurtigt at faa Forarbejderne i Gang og detaillerede Projecter udførte. Dertil behøves der højst $\frac{1}{2}$ Aar. Og saa længe maa det vel være muligt at vente, især naar man husker paa

den Vigtighed, som Authoriteterne — med Rette eller Urette — tillægge denne Forbindelse, og at det gjælder om at præstere noget fremragende og godt, som gjør Landet Ære i Udlandets Øjne.

Der paatrænger sig nu et Par andre Spørgsmaal, nemlig, er den Trafik, som vi have her sydpaa, en saadan Udgift, som Bro eller Tunnel vil være, værd; kan den bære denne Udgift, og er Sagen i det hele taget grundigt undersøgt.

Desværre synes det, som om alle disse Spørgsmaal maa besvares med et ubetinget Nej.

Vi tro ikke, at hele Trafiken giver mere end en tarvelig Dækning af Driftsudgifterne.

Maaske tage vi Fejl. Men lad os faa dette oplyst, og lad os i det hele taget faa grundigere Undersøgelser foretagne. Summens Størrelse berettiger til at vente dette, selv om Afgjørelsen derved vilde blive udskudt et Aarstid eller mere.

Max.



