

Meddelelser fra Veidirektøren.

Nr. 32.

Erfaringsrapporter, avhandlinger m. v. trykkes paa denne maate saa ofte som dertil er anledning.

jan. 1920.

To Veibroer i Buskerud Fylke.

Efter meddelelse av overingeniør K. Bugge.

Særtryk av Teknisk Ukeblad.

I. Krøderen bro.

Indtil 1873 var der ved Snarumselvens utløp av Krøderen kun et sundsted og den omkringliggende tætbygelse hadde herav navnet Sundvolden. Da Randsfjord- og Krøderenbanen var bygget, kom forøket krav ogsaa paa forbedrete veikommunikationer langs banen, og ved Sundvolden (Krøderen jernbanestation) blev bygget en pælebro av træ. Broens længde var ca. 140 m med 18 brospænd, hvorav 2 enkelte og 2 dobbelte hængverk paa henholdsvis 9,0 og 12,5 m, forøvrig enkelte mastebroer. I tidens løp var der selvsagt foretat nogen mindre reparationsarbeider paa broen, der som bygdeveibro blev vedlikeholdt av Krødsherred kommune, men omkring aar 1900 begyndte broen gjennemgaaende at bli saa medtat at der maatte bli tale om en hovedreparation. Saken blev dog utskutt nogen aar ved midlertidig forsterkning av hængverkene og indlægning av nogen ekstra master.

I 1908 utarbeidet amtsingeniøren et forslag i 4 alternativer for reparation eller ombygning av broen:

I. *Hovedreparation* av den gamle bro med bibehold av grundpælene og den gamle spændinddeling (største spænd 12,5 m). Omkostninger kr. 15 000.

II. *Hel ombygning*. Mastebro av helvalsete jernbjelker og otte trøpæleak, 1 fløtningsspænd à 21 m og 8 spænd fra 12,25 til 17 m. Omkostninger kr. 42 000.

III. *Hel ombygning*. 1 spænd jernfagverksbro à 34 m, 8 spænd jernbjelkebroer 9 til 15,5 m, 2 stenpillarer og 6 trøpæleak. Omkostninger kr. 64 300.

IV. *Hel ny ombygning* med 3 stenpillarer, 3 spænd jernfagverk à 34 m og

et spænd à 28 m. Omkostninger kr. 89 500.

For samtlige alternativens vedkommende var broen projektert paa den gamle bro's plass; noget andet brosted kunde der forøvrig efter forholdene ikke være tale om.

Efter forhandling med trælasthandlerdireksjonen, der forlangte minst 20 m fløtningsaaening, blev av Krødsherred herredstyre den 8de februar 1909 endelig fastslaaet at broen skulde bygges efter alternativ III, altsaa 2 stenpillarer med fløtningsløp ca. 34 m fagverk jernspænd, forøvrig jernbjelkebroer paa pæleak av træ. Brodække av farved, ler og grus, jernrækverk. Omkostninger kr. 64 300. Amtstinget bevilget i 1909 som bidrag $\frac{1}{4}$ av overslagssummen, likesom der blev stillet i utsigt statsbidrag $\frac{1}{2}$ part eller allerminst $\frac{1}{3}$ part.

I november 1909 paabegyndtes de forberedende arbeider med fundamentgravning for landkarrene, stempukning for beton, stenuvtvinding for landkar og pillarer m. v. De nye brokar er som fig. 1 viser anbragt inde i de stenjeteer som dannet den gamle bro's landfæster; under disse jeteer var der sand som var temmelig slem til at rase ut. For trafikken skyld maatte derfor broen ved begge ender opstøttes og forlænges noget indover de gamle brokar. Der blev slaaet en enkelt spundvæg rundt landkarfundamentene før disse blev utgravet; betonstøpningen blev saa utført, indstillet litt før jul paa grund av en sterk kuldeperiode (optil $\div 30^{\circ}$ C) og avsluttet snart over nytaar (1910). Under støpningen blev vandet opvarmet ved en veivæsenet tilhørende dampkjel; sand blev direkte fremkjørt fra tælefrit grustak.

Imidlertid var man blit enig med statsbanene om kjøp av et gammelt jernbanespænd fra Hensfos bro ca. 50 ton med spændvidde ca. 36,25 m for kr. 3100. Brospændet var skjevt saa det maatte forandres, delvis nye tverbærere anskaffes og bærevæggene indbyrdes forskyves til ret bro.

Arbeidet med begge pillarer paabegyndtes i begyndelsen av januar 1910. Der blev nedslaat enkelt spundvæg av 2^{1/2}" pløiete planker, og fundamentet blev utgravet og delvis utmudret; mudringen og senere pælning med to haandrambukker samt betonstøpning blev for en væsentlig del drevet dag og nat og var avsluttet noget over midten av mars. Da det viste sig vanskelig at faa fundamentene tørlagt blev betonen støpt under vand med støpetragt, kun det øverste lag blev støpt tørt, efterat vandet var utpumpet.

Først i april — like over paaske — paabegyndtes muringen. Det er ved Krøderen meget vanskelig at skaffe brukbar mursten; sten maatte saaledes tas paa flere steder med delvis temmelig lang kjøring, og man hadde adskillig ekstra utgift med prøvesprængningen og forsøksdrift. Paa grund av den ujevne og daarlige mursten bestemte man sig til at mure pillarene i cementmørtel. Murkransen rundt hvert skift blev raat tilpasset og nedlagt i mørtel, »indmaten« blev saa efterhvert enten muret av større og mindre sten i cement, eller støpt av beton, eftersom avfaldssten haddes for haanden. Paa denne maate gik pillarmuringen forholdsvis raskt, og man holdt sig klar av den stigende vandstand, indtil pillarene sist i mai var muret helt opunder den gamle brosmaster.

Samtidig med forannævnte arbeider foregik ogsaa muringen av landkarrene; de blev utført som tømur, paabegyndtes sist i januar og indstilledes i de første dager av april, idet man da ikke bekvemt kunde mure høiere opunder den gamle bro, likesom den uttatte og fremkjørte sten da var opbrukt. Stenutvinning samt muring av landkar og pillarer utførtes paa akkord.

Den hele vinter hadde man et lett transportstillas (kjørebro) like paa oversiden av broen og med kjørebanen 1,0 à 1,5 m over vandet, idet der over bro-

stedet omtrent aldrig ligger is. Om vaa- ren da vandet steg og denne stillasbro maatte rives, maatte alle materialer for pillarmuringen m. v. kjøres efter den gamle bro og ved buk og krabbekran heises ned til arbeidsplassen. Et lite stillas for lagring av nogen murstener samt cementbænker blev anlagt paa oversiden av broens kjørebane ved hver pillar.

Trafikken gik for den væsentligste del i tiden først i februar til begyndelsen av april over isen ovenfor broen. Gaaende trafik hadde man omtrent den hele tid over den gamle bro, en kortere tid under en mildveirperiode med usikker is ogsaa kjørende trafik, idet man over de spænd som var revet for pælning til pillarene, anbragte lette flytbare broer med enkel kjørebredde. Først i april blev den gamle bro sat i fuld stand igjen for sommertrafik og for sten og materialkjørsel til pillarer m. v. som før omtalt.

Sommeren 1910 var arbeidet helt indstillet med undtagelse av at man under de gunstigste veirforhold midtsommers fik utført skrapning og maling (grunding) av Hensfos-spændet; likeledes blev jernrækverket for mastebroene utført ved amtets smie paa Burud.

Imidlertid var man ved amtsingeniørkontoret begyndt at overveie en mulig forbedring av planen for den nye bro. De store vedlikeholdsutgifter for tråbrodækkene hadde i de siste aar ført til at man mer og mer var gaat over til monierdækker paa jernbroene; men ogsaa tråpøleaakene var det ønskelig at faa ombyttet med en varigere konstruktion. I skrivelse av 31te oktober 1910 foreslog amtsingeniøren for Krødsherred herredsstyre at forsyne broen med monierdække og utføre pøleaakene i jern og beton. (Se fig. 1). Der saa ut til at bli saa stor besparelse ved anlægget at monierdækket kunde erholdes uten ekstravilgning; for jern og betonpøleaak forutsattes ekstrautgift kr. 4000. Planen fandt enstemmig tilslutning i Krødsherred herredsstyre.

Tegninger for jernbetonpillarene m. v. blev nu utarbeidet ved amtsingeniørkontoret, og fundamentgravning, mudring og pælning i disse pillarfundamenter paabegyndtes først i november. Man maatte

Disposition

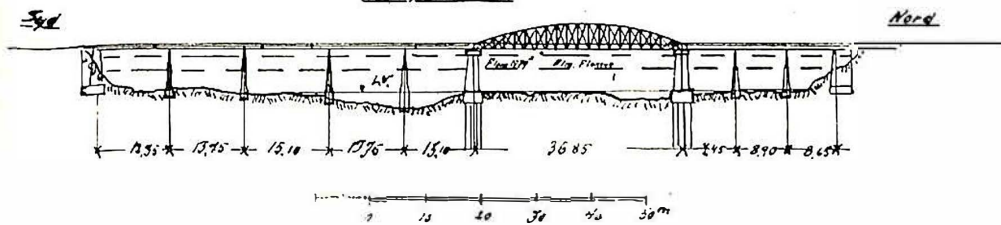


Fig. 1. Krøderen bro. I broens søndre del anvendes jernbjelker I j N. 40 utkraget over to og to pillarer og mellemliggende ophængt bjelke, ogsaa I j N. 40. I broens nordre del anvendes I j N. 32, skjott over pillarene.

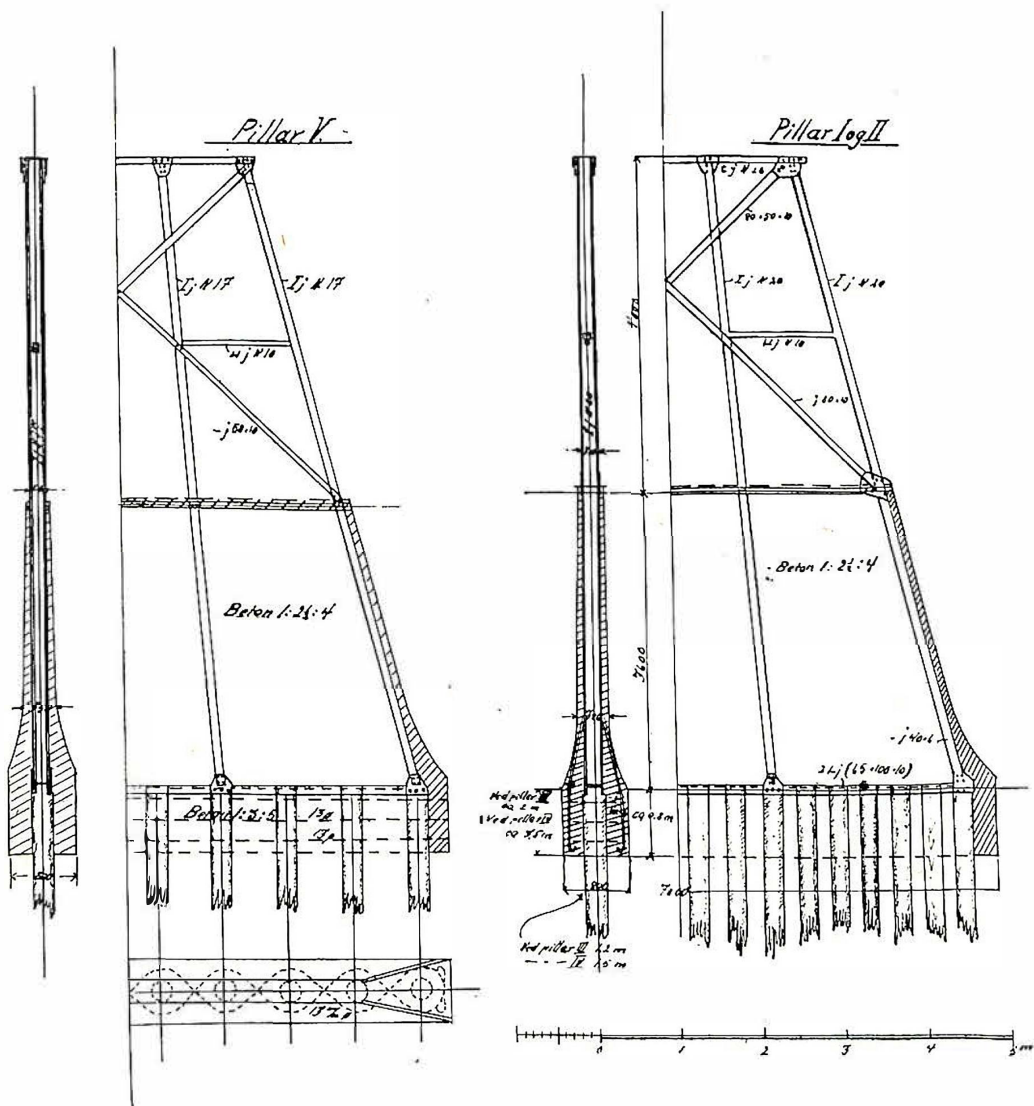


Fig. 2. Pillarer for Krøderen bro.

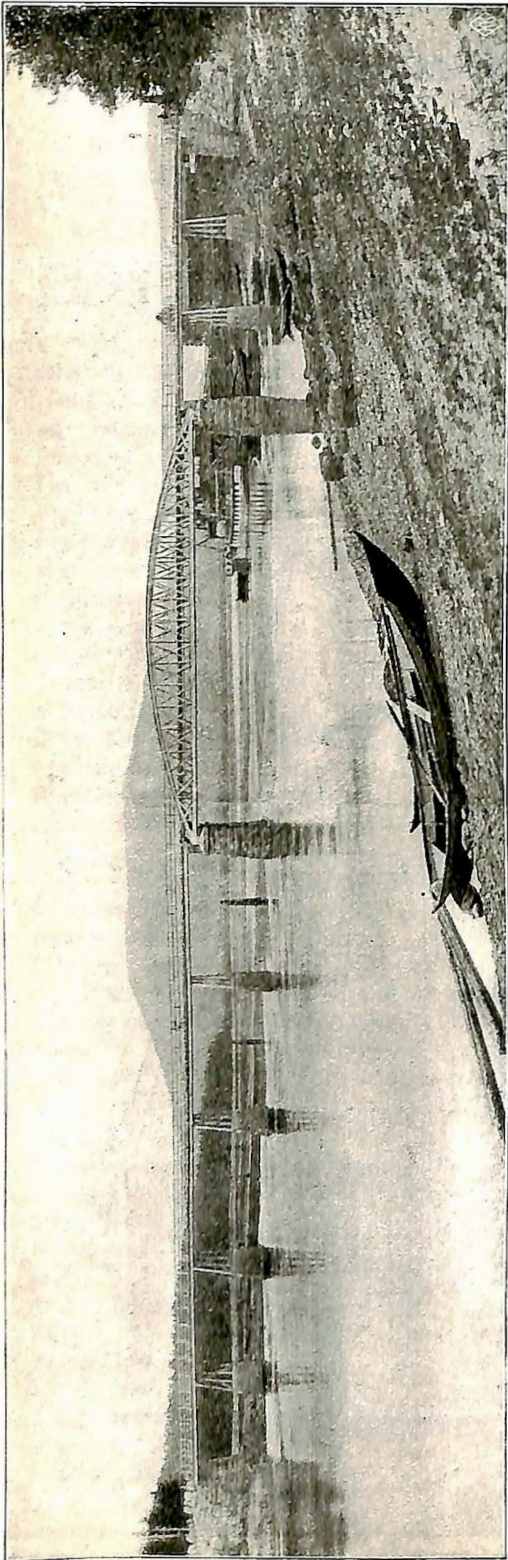


Fig. 3. Krøderen bro.

etterhvert for hver pillar rive ned maste-spændene i den gamle bro. Disse spænd blev erstattet med en smal og let flytbar bro som omtalt under pølearbeidet for stenpillarene. Henimot jul og over nyt-aaar gik hovedtrafikken paa isen noget ovenfor broen, gaaende trafik mest over den lave og smale stillasbro (bibro), der straks over nytaar blev bygget like ovenfor broen for transport av alle materialer til jern og betonpillarene. Denne bro var dog saa god at al trafik kunde gaa her en kortere tid om vaaren, efterat isen var blit usikker.

Straks over nytaar 1911 paabegyndtes stenutvinding og fremkjøring samt muring av det resterende paa stenpillarer og landkar, idet brospændene da kunde rives og trafikken over broen avbrytes. Disse arbeider blev avsluttet sist i mars.

Rivning av de gamle brospænd mellem stenpillarene og opførelse av monteringsstillas her blev utført i januar og ombygning og montering av jernbetonspændet paabegyndtes.

Dette arbeide blev utført av veivæsenets folk, smeder og haandlangere, likeledes verkstedsarbeide for tveravstivninger mellem jernbjelkene i mastespændene, arrangement av masteskjøtene m. v. samt senere ogsaa montering av jernbjelkene, disse siste var bestilt direkte fra utlandet og kom til Krøderen vaaren 1910.

Jernmaterialene til *betonpillarenes* jernskelet maatte av tidshensyn tas »fra lager« og blev bearbeidet paa brostedet av veivæsenets smeder. De eneste maskiner der haddes til hjelp var en haandbormaskin — der forøvrig er helt uundværlig ved saadanne arbeider hvis ikke kraft og mer fuldkomne maskiner kan skaffes — samt en lokkemaskin for haandkraft; denne var ogsaa meget nyttig. — Jernskelettene for samtlige pillarer blev sammenklinket liggende paa stillasene eller paa land, og siden, naar pillarfundamentene var færdig, trukket frem paa plass og opheist i riktig stilling paa pølehodene. Se tegninger av pillar I og II samt V (fig. 1). Pillarene III og IV er noget kraftigere konstruert, likesom der er sat en særlig kraftig pillotasje av hensyn til mulig undergravning av pillarene. En saadan undergravning, om den skulde indtræffe, bør dog selvsagt snarest utbedres ved stenfyldning.

Som det vil sees av tegningene har pillarene nederst en utvidelse for solid indstøpning av fundamentpælene, likesom pillarene derved ogsaa blir mer motstandsdygtige mot mulig isskuring, frostpaa-kjending m. v. Ved pillarene I, II, V og VI er tykkelsen nederst 0,8 m, mens ved pillar III og IV, hvor vanddybden er henholdsvis ca. 1,5 og 3,0 m i lavvand, tyk-

at man med temmelig sikkerhet kunde gaa ut fra at faa kassen pumpet lens, saa resterende beton kunde støpes tørt.

For de 4 øvrige pillarer blev nedslaat en enkelt spundvæg rundt fundamentet, og den aller væsentligste gravning og støpning kunde foregaa tørt. Til opvarming av vand under støpningen benyttes det lille dampskib »Hallingen«, der

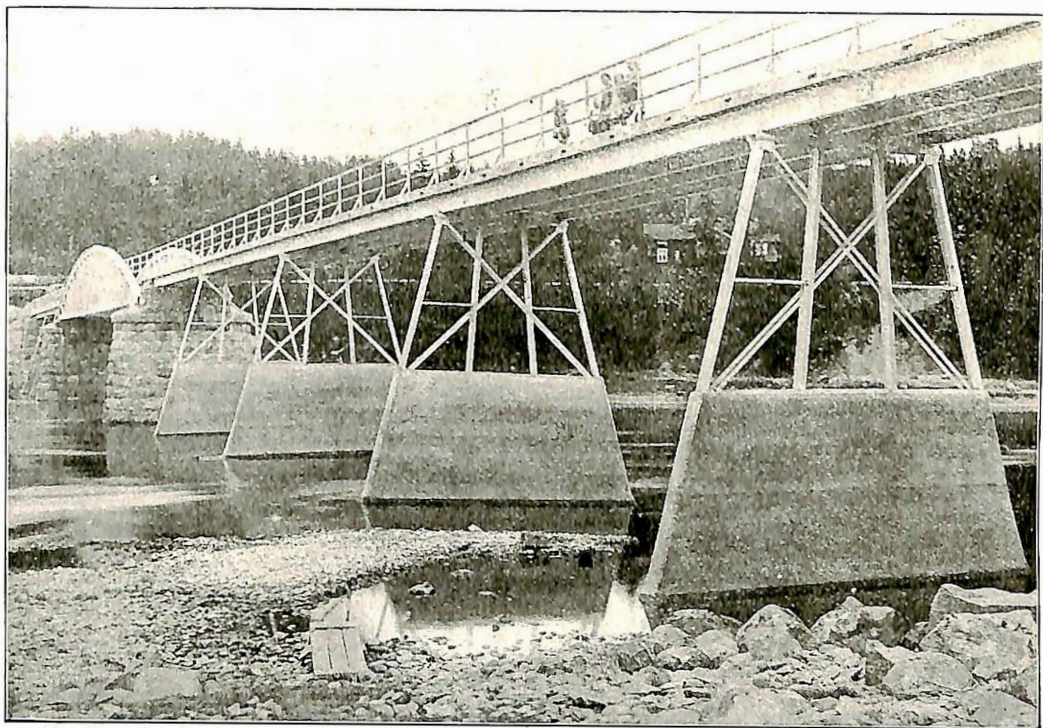


Fig. 4. Pillarene med betonstøpning.

kelsen er gjort 1,2 og 1,5 m for at faa det mest betryggende resultat av undervandsstøpningen. For sistnævnte to pillarer blev der bygget sænkasser uten bund av $2\frac{1}{2}$ " pløiete planker; disse sænkedes paa plass efter at fundamentet var utmudret noget, og støpningen utførtes med to trakter der samtidig førtes paa hver side av pælerækkene. Den liggende armering rundt pælene las ned efterhvert; for forbindelse mellem betonfundamentet og pillarenes jernskelet var anbragt staaende flatjern 40×6 saaavidt nær fundamentets ytterplate at støpetraktene kunde passere mellem jernindlægget og pælene, saa traktene under støpningen aldrig blev trukket op, før man hadde støpt saa høit

var lagt op for vinteren; dampskibet forhaltes ned til broen, og ved rørledninger ledes dampen ind i store tønder paa stillasset nær betonbænkene. — Sand og delvis sten blev oppvarmet paa store jernplater opplagt paa jernbaneskiner, hvorunder fyredes med ved.

Efterat støpningen var kommet op henimot lavvand, blev den for samtlige pillarers vedkommende avbrutt, pælehodene blev kappet litt over lavvand og nøiagtig tildannet for de to vinkeljern der bærer pillarens jernskelet; dette blev montert og nøiagtig indrettet, og de før omhandlede jern 60×4 fra fundamentet blev tilpasset og fastklinket til jernstænderne. Samtidig med at nu montering av bro-

mastene kunde paabegyndes gik man — straks over paaske — igang med forskaling og støpning av pillarernes øvre del. Mens blandingsforholdet for pillarfundamentet var 1 : 3 : 5 benyttedes i pil-

Den 17. april maatte den undre stillas og bibro rives paa grund av stigende vandstand, og trafikken maatte derfor en kortere tid avbrytes; der blev arrangeret en færgeforbindelse, og anlæggets folk var — om nødvendig — trafikanter behjælpelig med bagasje og varefragt m. v. Forøvrig var der paa grund av førefald liten trafk. Efter at monierdækket paa de østre mastespænd og fagverksspændet var støpt og hadde staaet et par dager, blev der lagt sagmug over monierdækket og ovenpaa lagt en let bro, hvorpaa trafikken kunde gaa. For de søndre mastespænd blev imidlertid lagt en let bibro ut paa oversiden av de gamle pøleaak og forbundet med disse, og trafikken kunde den 28de april atter aapnes paa broen. Det resterende monierdække, rækverk m. v. kunde nu fuldføres uten væsentlig ulempe for trafikken.

Efterat monierdækket var tilstrækkelig avbundet, blev det partivis helt avdækket, tørket i solen og overstrøket med petroleumsbek. Brodække av lere, puk og grus blev nu paalagt broen.

Den 1ste juli 1911 var saaledes broen fuldt færdig for trafk; der gjenstod da noget maling samt puss av pillarene. Betonpillarene blev nemlig paalagt et lag staaipuss 1 : 2; dette arbeide blev utført om sommeren og høsten ved lavvandstand. (Fig. 3 og 4).

Nedenfor er utarbeidet en sammenstilling av arbeidsutgiftene.

Med hensyn til arbeidsfortjenesten meddeles:

Landkar- og pillarmurer blev drevet paa akkordarbeide med fortjeneste for folk ca. kr. 4,90 pr. 10 timers dag. Forøvrig blev det allermeste arbeide utført paa dagløn efter kr. 4,00 à kr. 3,00 pr. dag for mer eller mindre øvete folk, for flinke smeder for monteringsarbeidet omkring kr. 5,00 og for et enkelt tilfælde kr. 7,00 pr. dag.

Arbeidet bestyrtes under overingeniør Bugges overledelse av avdelingsingeniør Hartmann. Opsynsmand ved anlaget var Corneliusen og en kortere tid Alvim.

I de 8 aar som er gaat siden broens fuldførelse, er spesielt jernbetonpillarene

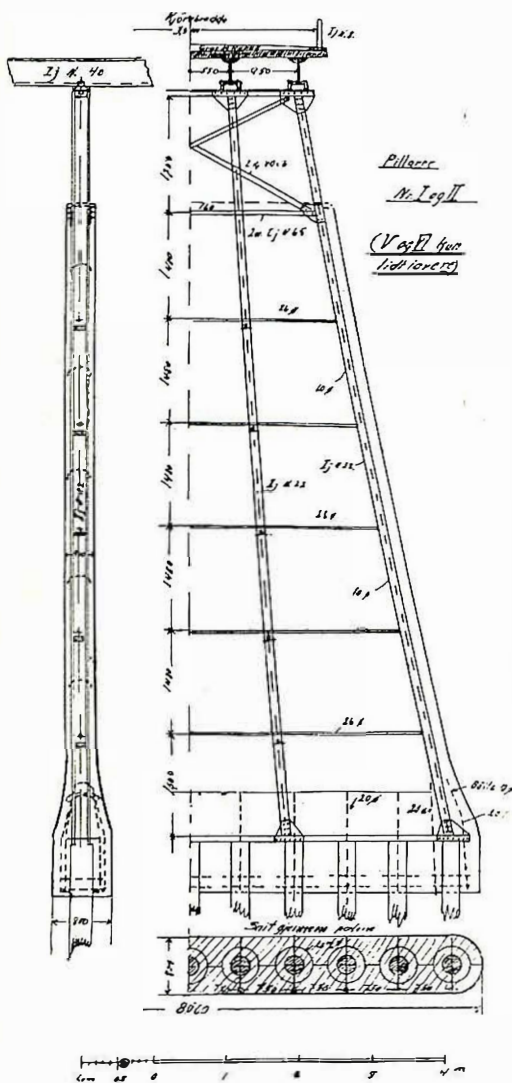


Fig. 5. Pillarer for Stryken bro.

larenes øvre del 1 : 2 1/2 : 4. Betonen blev blandet paa det undre stillas og heist op i kasser. Støpningen var færdig omkring midten av april; da var ogsaa montering av jernbjelkene paa broens nordre del avsluttet, saa arbeidene med monierdækket her straks blev paabegyndt.

gjentagende besigtiget, og de har vist sig fuldt tilfredsstillende, idet man ikke kan merke nogen beskadigelse av beton eller puss. Den eneste ulempe man har hat av jernbetonpillarene har sin grund i at betonstøpningen ikke er ført over høieste flom. Tømmerløpet gaar mellem de to stenpillarer, og man mente det kunde være uten risiko, at vandet en kort tid

Snarum station paa Krøderbanen. Denne bro er utført omtrent paa samme maate som den ovenfor beskrevne Krøderen bro. Dog er, som det vil ses av fig. 5—6 indklædningen av pillarene ført høiere op end paa Krøderen bro. Ogsaa om Stryken bro kan det sies at den anvendte konstruktion i det hele og pillarkonstruktionen i særdeleshet har vist sig at være meget

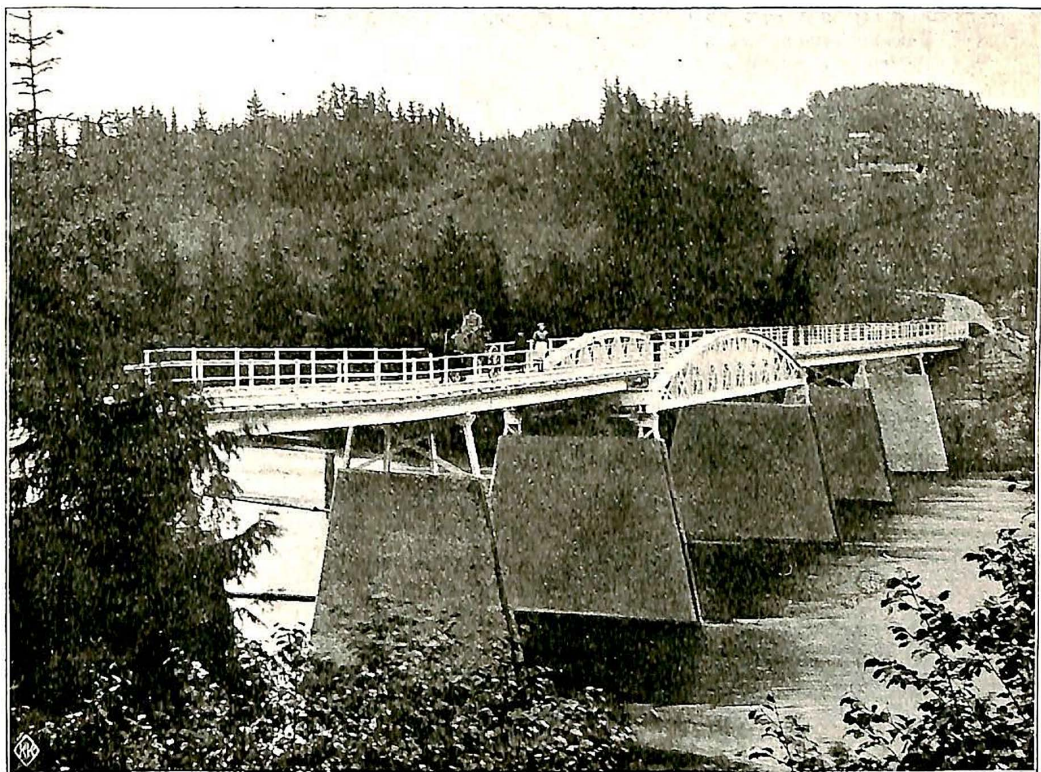


Fig. 6. Stryken bro.

i flom enkelte aar gik høiere end støpningen. Sandsynligvis vil man ved leilighet komme til at forhøie støpningen over høivand for sikker beskyttelse mot løstømmer under flom. Dette spørsmål vil sandsynligvis bli end mer aktuelt i forbindelse med en regulering av Krøderen, hvad nu er sterkt paa tale. Midlertidig er nu blit paasat lemmer av træ.

II. Stryken bro.

Over samme vasdrag blev der i 1912 bygget en bro ved Stryken litt nedenfor

god og synes at ville skaffe lite vedlikeholdsarbeide. Broen har kostet kr. 51 550.00.

Det bør fremhæves at det i begge de nævnte tilfælder har lykket at faa istandbragt gode broforbindelser over et større vasdrag ved hjælp av en enkel og billig konstruktion. Skulde broene været utført som almindelige fagverksbroer paa stenpillarer vilde omkostningene blit betydelig høiere.

Sammenstilling av arbeidsutgifter ved Krøderen bro.

I. Underbygning.

a. 2 Landkar.

Fundamentgravning 310 m ³ à ca. kr. 2,30	Kr.	711,00
Spundvægger, enkelt væg av 2 ¹ / ₂ " plank 44 l. m. à 15,85	"	696,70
Betonfundament 84 m ³ à ca. 20,25	"	1 700,01
Bromur 198 m ³ à ca. 20,45	"	4 050,00
Stenkegler 118 m ³ à ca. 10,00	"	1 177,69
Stenfylding 160 m ³ à ca. 5,90	"	944,00

Kr. 9 279,40

b. 2 Stenpillarer.

Fundamentgravning (mudring) 118 m ³ à ca. 6,20	Kr.	731,53
Spundvæg, enkelt, av pløiet 2" plank, 50 l. m. à 21,85	"	1 092,26
Pillotasje 2 X 40 = 80 pæler 7,5 og 8,5 m, 640 l. m. à 5,53	"	3 536,93
Betonfundament 126 m ³ à ca. 25,00	"	3 154,46
Pillarmur i cement 234 m ³ à 30,10	"	7 049,70

" 15 564,88

c. 6 Betonpillarer.

Fundamentgravning og mudring ca. 50 m ³ à 11,00	Kr.	550,00
Pillotasje ca. 660 l. m. à 3,94	"	3 203,33
Sænkasser og spundvægger	"	1 586,27
Jernkonstruktion og jernindlæg i beton 10,6 ton à 254,70	"	2 699,51
Beton ca. 140 m ³ à 23,30	"	3 244,36
Cementpuss av pillarer 297 m ² à 2,17	"	643,40
Forskaling ca. 297 m ² à 1,95	"	580,00

" 12 506,87

Sum underbygning Kr. 37 351,15

II. Overbygning.

Jernbetonspændet, leveranse 50 ton à 62,00	Kr.	3 100,00
Langbærere, diverse jern, lasker m. v. ca. 4,6 ton à 132,00	"	607,93
Rækverkswire, skruer, nagler m. v.	"	497,58

Sum jernanskaffelser Kr. 4 205,51

Transport 54,6 ton à 6,07	"	330,83
Montering, ombygning 54,6 à 35,30	"	1 928,00
Maling, rensning m. v. 54,6 à 16,15	"	882,05

Kr. 7 346,39

Bjelkebroene med rækverk etc.

Jernanskaffelse 38,04 ton à 135,00	Kr.	5 124,90
Transport 38,04 ton à 8,56	"	282,76
Verkstedarbeide, montering 38,04 à 69,40	"	2 639,40
Maling 38,04 à 15,08	"	573,76

" 8 620,90

Monierdække, pukstendække m. v.

Forskaling m. v. 376 m ² à ca. 3,50	Kr.	1 318,53
Monierdække 80 mm tykt 376 m ² à 6,75	"	2 536,11
Bekning 376 m ² à ca. 0,35	"	133,12
Veidække, puk, lere og grus 110 l. m. à 2,92	"	321,25

" 4 309,01

Sum overbygning Kr. 20 276,30

III. Tilstøtende vei Kr. 684,17

IV. Stillasser. Monterings- og arbeidsstillasser, rivning av gammel
bro, bibro. — Monterings- og arbeidsstillasser. Kr. 2 141,44

Bibro, arrangement for trafik m. v. " 2 000,00

" 4 141,44

V. Material og redskap " 4 693,90

VI. Ulykkes- og sykeforsikring m. v. " 1 181,34

VII. Opsyn og regnskap " 2 200,00

Totalsum Kr. 70 529,21