

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*

B. U. H.

Edvard Froderup.

Monierkonstruktioner.

1893.

OVERFØRT
FRA
UNIVERSITETSBIBLIOTEKET
TIL
TEKNISK BIBLIOTEK

TB Gl.

624.4 Kol

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

MONIERKONSTRUKTIONERNE

DEN NYE BYGGEMETHODES EPOKEGJØRENDE BETYDNING OG ANVENDELSE

I

HUS-, BRO-, VAND-, VEI-, JERNBANE- OG SKIBS-BYGNINGSKUNSTENS,
BJERGVERKSDRIFTENS, INDUSTRIENS, GARTNERIETS OG LANDBRUGETS TJENESTE,
I SANITERE OG ANDRE ØIEMED SAMT I DEN PERMANENTE FORTIFIKATION
OG DEN PROVISORISKE BEFÆSTNINGSKUNST

AF

EDVARD KOLDERUP

INGENIØRKAPTEIN, LÆRER VED DEN MILITÆRE HØISKOLE

(Med 27 Tegninger i Texten)



H. ASCHEHOUG & CO.s FORLAG

HOVEDKOMMISSIONÆR FOR DANMARK: H. HAGERUP

1893

DET MALLINGSKE BOGTRYKKERI

FORTALE

Der findes ikke alene i vort Land, men ogsaa i Sverige og Danmark, meget faa Mennesker, der kjender nærmere til den nye Byggemethode i Jern og Cement, som efter Opfinderen benævnes *Monierkonstruktionerne*.

Disse Konstruktioner har imidlertid i Udlandet faaet en overordentlig stor Udbredelse i de sidste 5 Aar og vil komme til at faa det end mere i Fremtiden, da de er i Besiddelse af saamange udmærkede Egenskaber, at de vil blive af *epokegjørende* Betydning.

De betegnes ogsaa nu af fremragende Autoriteter som «*Fremtidens Byggemethode*».

Den Anvendelse, de har faaet, er overordentlig alsidig og omfatter næsten alle Grene af saavel den civile som den militære Bygningskunst.

Specielt skal fremhæves deres Anvendelse i Husbygningskunsten, Brobygningskunsten, Vei- og Jernbanebygningskunsten, Vandbygningskunsten, Bjergværksdriften, Skibsbygningskunsten, i Industriens, Gartneriets og Landbrugets Tjeneste, i sanitære og andre Øiemed samt i den permanente Fortifikation og den provisoriske Befæstningskunst.

Det vilde derfor være ønskeligt, om denne nye epokegjørende Byggemethode snart kunde blive almindelig kjendt og anvendt ogsaa i vort Land.

I Haab om at bidrage hertil tillader jeg mig at udgive nærværende Bog, efterat jeg i indeværende Aar med offentlig Stipendium har foretaget en Reise i Tyskland, Østerrige, Italien og Schweiz for nøiere at studere Monierkonstruktionerne.

Til den nærmere Redegjørelse for disse Konstruktioners Anvendelse i de forskjellige Grene af Ingeniørvidenskaben m. m. har jeg føiet et eget Afsnit, der viser, hvorledes man kan beregne deres Styrkeforholde og Dimensioner.

Jeg har endvidere fundet det hensigtsmæssigt at ledsage Fremstillingen med en kortfattet Meddelelse om de mærkeligste og interessanteste Forsøg, som i de senere Aar har været foretagne i Udlandet med Monierkonstruktionerne; thi disse Forsøg lægger klart for Dagen Konstruktionernes overordentlig store Fordele og epokegjørende Betydning.

Hvad sidstnævnte angaar, saa kan man vistnok med fuld Ret fremsætte den Paastand, at Monierkonstruktionerne er den mest geniale og den mest betydningsfulde Opfindelse, som endnu har seet Dagens Lys paa Bygningskunstens Omraade.

Den Rolle, som de i Fremtiden vil komme til at spille, er saa omfattende og alsidig, at snart sagt hver praktisk Mand kan komme til at faa Brug for dem og derfor bør studere dem.

Jeg vil udtrykkelig fremhæve denne Omstændighed, fordi der findes mange Mennesker, som, naar de hører Navnet «Monierkonstruktioner», hertil knytter en dunkel Forestilling om, at dette maa være en Specialitet, som ikke vedkommer dem, og som det derfor ikke kan være Umagen værdt at studere.

Blandt de mange, hvem jeg vil anbefale Studiet af Monierkonstruktionerne, skal her særlig fremhæves: Arkitekter, Ingeniører i de forskjellige Grene, Bygmestere, Bygherrer, Huseiere, Industridrivende, Fabrikeiere, Fabrikbestyrere, Skibsbyggere, Bjergværksdrivende, Gartnere, Gaardbrugere, Læger og Officerer; men fremfor alt bør der ved vore tekniske Skoler undervises i denne nye Konstruktionsmethode.

Hvad Fabrikdriften og Industrien angaar, saa er det især følgende Brancher, som med store Fordele kan anvende Monierkonstruktionerne: Ølbryggerier, Brænderier, Træsliberier, Papirfabriker, Garverier, Farverier, Spinderier, Væverier, Sukkerfabriker, Saltkogerier, Trankogerier, Appreturanstalter, kemiske Fabriker, Guanofabriker, Gasværk, Vaskerier, Badeanstalter o. s. v.

Kristiania 25de September 1893.

Edvard Kolderup.

1ste Afsnit.

Om Monierkonstruktionerne i sin Almindelighed.

a. Deres historiske Udvikling og fremtidige Betydning.

Man skulde nærmest tænke sig, at Monierkonstruktionerne, der er en høist sindrig og paa ingeniørvidenskabelige Grund-sætninger dannet Kombination af Smedejern og Cement, maatte være opfundne af en Ingeniør; men saa er ikke Tilfældet; thi de skylder Gartner *J. Monier* i Paris sin Tilblivelse.

Dette skede for ca. 20 Aar siden, idet Gartner Monier først forarbejdede Blomsterpotter efter det nye Konstruktions-princip.

Da Resultatet var meget tilfredsstillende, gik han over til Forfærdigelsen af Vandbeholdere efter samme Methode.

Det varede selvfølgelig ikke længe, førend Ingeniørernes Opmærksomhed henleddes paa Sagen, og man fik det nu i Frankrig travlt med at konstruere Vand- og Gasbeholdere af Moniermasse.

Der skal være over 1000 Stkr. saadanne Beholdere i Frankrig. Enkelte er af betydelige Dimensioner, idet de har en Diameter af indtil 20 m. og en Høide indtil 9 m.

En større Anvendelse i forskellige Retninger har Monierkonstruktionerne faaet, efterat Ingeniør *G. A. Wayss* i Berlin i 1880 paatog sig Patentets Udnyttelse for Tyskland og Nabolandene. Han dannede Aktieselskaber i Berlin og Wien.

Wayss paaviste, hvorledes de nye Konstruktioner kunde anvendes ikke alene til Vand- og Gasbeholdere, men ogsaa i Husbygningskunsten, Brobygningskunsten, Vandbygningskunsten o. s. v.

Han redegjorde nærmere for sine Anskuelser i en i Wien 1887 udgiven Bog, betitlet «Das System Monier». Denne Bog, der vakte stor Opsigt blandt Fagmænd, er for lang Tid siden udsolgt og derfor ikke mere tilgængelig i Boghandelen.

En anden Mand, der har arbeidet meget med Monierkonstruktionerne og i høi Grad bidraget til deres Udvikling og Anvendelse, er Regjeringsbygmester *M. Koenen* i Berlin.

Han har især gjort sig fortjent ved at begrunde Konstruktionernes Stabilitets Theori og opstille matematiske Formler, hvorefter Styrkeforholdene kan beregnes.

Efterat Ingeniør Wayss havde solgt sin Forretning i Berlin for at flytte til Wien, er nu Bygmester Koenen ansat som Direktør for Aktieselskabet for Monierkonstruktionerne i Berlin, hvilket Selskab efter 1ste April 1893 har sit Kontor i «Equitable Haus».

Selskabet har Underafdelinger i Dresden, Hamburg, Hannover, Köln, Königsberg, Leipzig—Plagwitz, München, Neustadt, Basel og Kjøbenhavn.

Af stor Betydning for Monierkonstruktionernes Anvendelse og Udbredelse er de offentlige Forsøg, som foretoges med samme i 1886 og 1887 i Berlin, Wien og flere andre Steder.

Endvidere maa Professor *Bauschingers* Forsøg i München 1887, 1891 og 1892 ansees som betydningsfulde.

De anstillede offentlige Forsøg har ikke alene tjent til at fjerne de Betænkeligheder, som enkelte Ingeniører i Begyndelsen havde imod Monierkonstruktionerne, men de har ogsaa klart lagt for Dagen, at disse Konstruktioner er i Besiddelse af saa mange udmærkede Egenskaber, at de vil blive af rent epokegjørende Betydning for Ingeniørvidenskaben.

De betegnes nu som «Fremtidens Byggemethode» og vil komme til at faa Anvendelse paa alle mulige Omraader.

b. En nærmere Redegjørelse for Monierkonstruktionernes Anordning.

Monierkonstruktionerne bestaar af to forskellige Bestanddele, nemlig *Smedejern* og *Cement*.

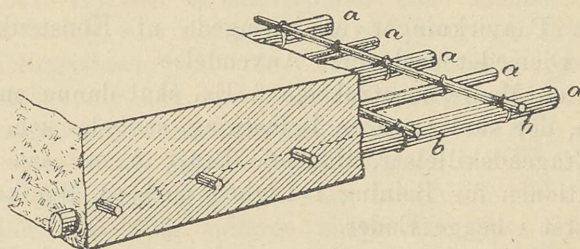
Smedejernet anvendes i Almindelighed i Form af tynde runde Stænger eller som tyk Jerntraad.

Man maa adskille mellem de saakaldte *Bærestænger*, der udsættes for den største Kraftpaavirkning, og som derfor er tykke, og de saakaldte *Fordelingsstænger*, der er ganske tynde, da deres Øiemed kun er at fordele Kraftpaavirkningen jævnt over Bærestængerne.

Bærestængernes Dimensioner maa bestemmes ved Beregning, idet man for Smedejernets Vedkommende kan gaa ud fra en tilladelig Kraftpaavirkning (Tryk eller Stræk) af 750 kg. pr. cm^2 . (Smedejernets Brudfasthed er som bekjendt for Stræk 4040 kg. pr. cm^2 . og for Tryk 3232 kg. pr. cm^2).

De almindeligst forekommende Tværsnitsdimensioner af Bærestængerne varierer ved de hidtil udførte Monierkonstruktioner mellem 0,5—2,5 cm.

Fig. 1.



Deres Længder afpasses saaledes, at de naar fra det ene Understøttelsespunkt (Vederlag) til det andet.

Hvis Stængerne er for korte, saa kan de med største Lethed skjødes paa den nedenfor nærmere angivne Maade.

De lægges parallelt med hinanden (lodret paa Vederlagene) i en indbyrdes Afstand fra hinanden, der i Regelen varierer mellem 5—10 cm.

Fordelingsstængerne, der bestaar af 0,3—0,6 cm. tyk Jerntraad, lægges parallelt med hinanden i 5—10 cm. indbyrdes Afstand ovenpaa Bærestængerne saaledes, at de krydser disse under rette Vinkler.

Herved fremkommer altsaa et Net med Maskevidder fra 5×5 cm. til 10×10 cm.

I flere af Krydsningspunkterne surres Bærestængerne og Fordelingsstængerne fast sammen ved Hjælp af 0,1 cm. tyk Jerntraad.

Efterat Jernnettet eller Jernskelettet paa denne Maade er færdig tildannet, anbringes Cementmørtel paa begge Sider af samme saaledes, at Nettet altsaa ligger indesluttet i Cementmassen.

Anordningen er skitseret i Fig. 1, hvor *a* fremstiller Bærestængerne og *b* Fordelingsstængerne.

Af nævnte Figur vil man ogsaa se, at Jernnettet ikke ligger midt i Cementmassen, men nærmest den undre Begrænsningsflade.

Det er nemlig ikke ligegyldigt, paa hvilket Sted i Cementmassen Jernnettet befinder sig.

Det er tvertimod en Sag af allerstørste Betydning ved Monierkonstruktionerne paa Forhaand at bestemme Nettets Beliggenhed, idet man i saa Henseende maa gaa ud fra, hvilke Kraftpaavirkninger vedkommende Konstruktion er udsat for.

Disse Paavirkninger er betingede af Konstruktionernes Form og Øiemedet med deres Anvendelse.

Hvis en Monierkonstruktion f. Ex. skal danne en horizontal Flade, der skal bære en Belastning, saaledes som Tilfældet er ved Etageadskillelser, liggende Broer m. m., saa udsættes Konstruktionen for Bøining i Lighed med en Bjælke, der er understøttet i begge Ender.

Konstruktionens egen Vægt og den paahvilende Belastning frembringer da i den indre Masse Kræfter, der virker som Tryk ovenfor og som Stræk nedenfor den neutrale Axe, medens der i denne Axe ingen Kraftpaavirkning finder Sted.

Tager man nu i Betragtning Materialernes Evne til at modstaa Tryk og Stræk, saa vil man se, at denne er høist forskjellig for Smedejernet og Cementen.

Medens den tilladelige Paakjending for Smedejernet kan sættes lige stor for Tryk og for Stræk, nemlig som foran nævnt til 750 kg. pr. cm²., saa er derimod Cementens Modstandsevne mod disse to forskjellige Kraftpaavirkninger høist ulige.

Naar nemlig Cementmørtelen er tilberedt af 1 Del Portland Cement og 3 Dele skarp, grov, ren Sand, hvilket Blandingsforhold er det sædvanlige ved Monierkonstruktionerne, saa vil dens Brudfasthed efter Hærdningen være 250 til 270 kg. pr. cm². for Tryk, medens den for Stræk kun er ca. $\frac{1}{10}$ heraf, nemlig 25 til 30 kg. pr. cm².

Man sætter i Henhold hertil den tilladelige Paakjending for Tryk til 30 kg. pr cm². og for Stræk til 3 kg. pr. cm².

Det vil som en Følge heraf være indlysende, at naar de to Materialier skal anvendes paa en fornuftig Maade, saa maa de anbringes i Konstruktionen saaledes, at de udsættes for de Kraftpaavirkninger, som de bedst taaler, altsaa Cementen for Tryk og Smedejernet for Stræk.

I Konstruktioner, der udsættes for Bøining, maa derfor Jernnettet anbringes nedenfor den neutrale Axe paa det Sted, hvor Resultanten af alle Strækspændinger befinder sig, altsaa i Strækkets statiske Middelpunkt, hvilket ligger i en Afstand fra den neutrale Axe = $\frac{1}{3}$ af den hele Plades Tykkelse eller i en Afstand fra den undre Begrænsningsflade = $\frac{1}{6}$ af Plade-tykkelsen.

Man kan da give Bærestængerne i Nettet saadan Styrke, at den undre Halvdel af Monierpladen faar samme Modstandsevne mod Stræk, som den øvre Halvdel har mod Tryk.

Fordelingsstængerne sættes ved Styrkeberegningen ganske ud af Betragtning; thi deres Hensigt er kun at fordele Kraftpaavirkningen jevnt over Bærestængerne.

Det er intet til Hinder for at skjøde saavel Fordelingsstængerne som Bærestængerne, naar Længderne ikke passer.

Saadan Skjødning udføres simpelthen paa den Maade, at Enderne af Stængerne, alt efter Maskevidden, løber 3 til 7 cm. forbi hinanden og surres sammen med samme Slags Bindetraad som den, der anvendes i Krydsningspunkterne.

I Konstruktioner, der kun udsættes for Tryk, saaledes som Tilfældet er med jevnt belastede Hvælv, anbringes Jernnettet saaledes, at Bærestængerne overtager det hele Tryk.

Cementens Rolle er da den at holde Jernstængerne urokkelig paa sin Plads og forebygge deres Knækning.

I Konstruktioner, der udsættes for saadanne Kraftpaavirkninger, at der kan opstaa Stræk snart til den ene og snart til den anden Side af det neutrale Felt, hvilket f. Ex. kan være Tilfældet ved cylindriske Rør, der afvejlende udsættes for vertikale og horizontale Tryk, maa der anbringes to Net i Cementmassen, et i Nærheden af hver Begrænsningsflade.

Monierkonstruktionerne udføres enten paa selve Arbejdsstedet, eller de leveres i fuldt færdig Stand fra Aktieselskabet i Berlin eller en af dets Filialafdelinger.

Sidstnævnte kan være Tilfældet med Monierplader og Monierrør.

Hvælvkonstruktioner m. m. falder derimod lettest at udføre paa Arbejdsstedet.

Den praktiske Udførelse af Arbejdet er temmelig simpel og gaar meget hurtig for sig.

Skal man f. Ex. danne et Monierhvælv, saa anbringer man først en Bordforskaling, understøttet af de fornødne Lærebuer m. m.

Ovenpaa nævnte Forskaling lægges Jernnettet, idet Bærestængerne selvfølgelig krummes efter Buens Form.

Naar Nettet er færdigt, løftes det ved Hjælp af flade Stene eller Trækiler et lidet Stykke op fra Forskalingen, saa det faar den Plads, som det skal have i Cementmassen.

Derefter tilberedes Cementmørtelen med lidet Vand, saa dens Konsistens bliver omtrent som fugtig Jord eller kram Sne.

Cementen spredes ud over Jernnettet og bankes med brede Jernstødere saa længe, indtil Vand træder ud paa Overfladen, og den hele Masse kommer i en gyngende Bevægelse.

Man gaar gradvis frem fra Vederlagene op mod Buens Toppunkt med lagvis Stampning, indtil hele Cementmassen faar den Tykkelse, som den efter Beregningerne skal have.

Forskalingen og Underlaget maa ikke fjernes, førend Cementen er hærdnet. Man bør vente 5 à 6 Dage.

Naar Forskalingen er borttagen, kan selvfølgelig Hvælvets undre Flade pudses glat og jevn med Cement, Kalk eller Gips, saa alle Mærker efter Forskalingsbordene fjernes.

Ovenpaa Hvælvet anbringes i Regelen en Bagfylding af Beton.

Blandingsforholdet mellem Cement og Sand er, som foran anført, i Regelen 1 Del Cement til 3 Dele Sand.

Ved Forarbejdelse af Vandbeholdere og Gasreservoirer bruges 1 Del Cement til 2 à 2½ Dele Sand.

Ved Gjenstande eller Konstruktioner, som ikke skal bære nogen stor Belastning, kan man anvende 1 Del Cement til 5 eller flere Dele Sand.

Den anvendte Sand bør være ren, skarp, grov Elvesand.

Hvis den indeholder større Sten, saa maa den først sigtes gjennem et Sild med Maskevidde paa ca. 2½ cm.

c. Betænkeligheder mod Monierkonstruktionerne.

De Betænkeligheder, som Mange har havt imod Monierkonstruktionerne, grunder sig paa følgende 3 Formodninger:

- 1) At Jernet skulde ruste i Cementmørtelen.
- 2) At Cementen ikke vilde hefte sig fast til de glatte Jernstænger, og at der som en Følge heraf ikke kunde være Tale om noget Samarbejde mellem disse to forskjellige Materialier.
- 3) At Udvidelsen og Sammentrækningen ved Temperaturforandringer skulde være forskjellig.

Man har troet, at Jernet havde en større Udvidelseskoefficient end Cementen, saa at det ved lave Temperaturer vilde løsne fra Cementen og ved høiere Temperaturer sprænge samme.

Hvis disse Formodninger, der kan forekomme noksaa rimelige, skulde være rigtige, saa vilde Monierkonstruktionerne være aldeles betydningsløse.

Talrige Forsøg gennem 20 Aar har imidlertid paa det klareste bevist, at de anførte Indvendinger er urigtige, og at det i Virkeligheden forholder sig stik modsat af, hvad man har tænkt.

Da Sagen er af epokegjørende Betydning, skal vi nærmere redegjøre for hvert enkelt Punkt:

ad. 1. Blandt de mange Forsøg, som godtgjør, at Jernet ikke rustet i Cement, men at det holder sig aldeles blankt og uforandret i enhver Henseende, skal her anføres, at man i Amiens undersøgte en Vandledning af Monierrør, som havde ligget i 13 Aar i Jorden. Jernrørene i denne Ledning viste sig lige saa blanke og rustfrie, som da de kom lige fra Valseværket.

Samme Resultat fremgik af Forsøgene i Breslau 1886, hvor man, ifølge den under Forsøgene førte offentlige Protokol, sonderlemmede 12 Aar gamle Monierplader.

Endvidere har Professor Bauschinger i 1887 og nu senest i 1892 undersøgt Jernnettets Beskaffenhed i Monierplader etc., der har ligget i 6 Aar i urent Vand under de ugunstigste Omstændigheder.

De Ender af Jernstængerne, som stak frit udenfor Cementmassen, var aldeles gennemrustede, medens derimod alt Jern,

som var indesluttet i Cement, var fuldstændig rustfrit og af uforandret Styrke.

Aarsagen til, at Jernet ikke rustet i Cement, maa formentlig være den, at Luften er udelukket, og at Cementen under Hærdningen kemisk binder Vandet saaledes, at Jernet ikke kan tage Surstof til sig fra dette. Hertil kommer, at der udenpaa hver Jernstang afsætter sig et tyndt Cementlag, der danner en Silikatforbindelse med Jernet.

Cement viser sig altsaa at være det bedste Beskyttelsesmiddel for Jern mod Oxydation, som findes. Den overgaar alle andre hidtil anvendte Beskyttelsesmidler, saasom metalliske Overdrag og forskellige Slags Overstrygninger med Maling, Asfalt etc.

Disse Midler er kostbare og uvarige, medens Cementen derimod gjør Jernet uforørgængeligt.

Denne Opdagelse er selvfølgelig af overordentlig stor Betydning.

Det lader til, at man i Amerika allerede for flere Aar siden har havt Kundskab om, at Jern holder sig uforandret i Cement; thi man har i Chicago ved Fundamenteringsarbejder under store Bygninger paa blød Grund brugt at lægge Skinner eller Dragere af Jern eller Staal ned i Betonmassen for at hindre Fundamentblokkenes Brydning og forebygge Farerne ved en ujevn Synkning.

ad. 2. Hvis Cementen ikke heftede sig fast til Jernstængerne, saa kunde disse to Materialier ikke arbeide sammen. Jernnettet vilde da ikke bidrage til Bæreevnens Forøgelse, men tvertimod.

En Monierplade maatte, hvis denne Antagelse var rigtig, briste for en mindre Belastning, udsat for Bøining, end en Cementplade af samme Tykkelse; thi ethvert Indlæg, som ikke forenede sig med Cementen, vilde kun bidrage til at svække Cementtversnittet.

Det er imidlertid nu ved talrige Forsøg bevist, at der er en overmaade stærk Sammenhæng eller Adhæsion mellem Jern og Cement.

Man forsøgte saaledes i Breslau i 1886 at trække en 7 mm. tyk Jerntraad ud af en 12 Aar gammel Cementplade; men det viste sig umuligt. Traaden blev siddende urokkelig fast, og den Ende af samme, som stak udenfor Cementen, blev slidt tvers af ved et Træk af ca. 1300 kg.

I Berlin forsøgte man samme Aar at trække en 8 mm. tyk Jerntraad ud af en 20 cm. tyk Monierplade; men Forsøget lykkedes ikke, uagtet man gjorde Pladen glødende og anvendte en Kraft = 1200 kg. paa Traaden.

Professor Bauschinger angiver paa Basis af sine Forsøg *Adhæsionen mellem Jernet og Cementen til den enorme Værdi af 40—47 kg. pr. cm².*

Han siger, at ved en Monierplade af 1 m. Bredde og 1,5 m. Længde med 13 Stkr. 7 mm. tykke Bærestænger er den samlede Adhæsion af disse Stænger = $13 \times 150 \times \pi \times 0,7 \times 40 = 183000$ kg. eller pr. Stang 14100 kg.

Man antager, at denne overmaade stærke Sammenhæng mellem Jernet og Cementen maa skrive sig fra den kemiske Forbindelse, som man tror finder Sted mellem Cementens Silikater og Jernet.

Denne store Adhæsion bidrager selvfølgelig til et udmærket Samarbejde, hvilket med Klarhed fremgaar af følgende Belastningsforsøg af lige tykke Cementplader med og uden Jernindlæg.

Saaledes anstillede man i 1886 i Berlin sammenlignende Forsøg mellem 2 Stkr. 4,5 cm. tykke Cementplader, den ene uden Jernindlæg og den anden med et indlagt Jernnet af 6 mm. tykke Traade.

Pladerne var 1 m. brede og lagdes ovenpaa I-formede Jernbjælker, der var anbragte i 1 m. Afstand fra hinanden. (Spændvidden altsaa 1 m.).

Forsøget viste, at Cementpladen brast ved en Belastning af 517,5 kg. pr. m²., medens Monierpladen udholdt en Belastning = 2763,3 kg. pr. m²., altsaa 5,3 Gange saameget.

Monierpladen bøiede sig 13 mm. under denne svære Belastning, og Cementen brast, men Jernnettet bar fremdeles hele Belastningen, saa nogen Nedstyrtning ikke fandt Sted.

Endnu mere forbausende Resultater viste sig ved et Forsøg, som nylig er udført i Budapest.

Spændvidden for den lige tykke Cementplade og Monierplade var her 1,5 m. Cementpladens Brud fandt Sted ved en Belastning = 660 kg. pr. m²., medens Monierpladen derimod udholdt 8000 kg. pr. m²., altsaa 12 Gange saameget.

Jeg savner Opgave over, hvilken Tykkelse Pladerne havde ved sidstnævnte Forsøg i Budapest, samt over Bærestængerens Tykkelse. Ved Professor Bauschingers Forsøg i München 1887

var største Belastning for en Monierplade med 1,5 m. Spændvidde og 5,4 cm. Tykkelse med Jernnet af 7 mm. Bærestænger og 5,5 mm. Fordelingsstænger (Maskevidde 6×7 cm.) 4573 kg. pr. m², og Monierpladen i Budapest maa derfor have havt en større Tykkelse end 5,4 cm.

Ved sammenlignende Belastningsforsøg paa Cementbuer med og uden Jernindlæg viste sig i Berlin 1886 følgende Resultat:

Man havde opsat 2 Buer, hver med en Spændvidde = 4,5 m., en Pilhøide = 0,40 m. og en Tykkelse = 5 cm. Jernnettet i Monierbuen indeholdt dels 14 mm. og dels 8 mm. tykke Bærestænger samt 6 mm. tykke Fordelingsstænger.

Cementen i den Bue, som ikke havde Jernnet, bestod af 1 Del Cement og 1 Del Sand.

Belastningen var ensidig, idet kun den ene Halvdel af hver Bue belastedes, hvilken Belastningsmethode jo er den farligste for Buerne.

Brudbelastningen viste sig at være for Cementbuen 800 kg. pr. m². og for Monierbuen 2109 kg. pr. m². Sidstnævnte Bue taalte altsaa en 2,6 Gange saa stor Belastning som førstnævnte.

Ved sammenlignende Forsøg i Budapest mellem 2 Stkr. 5 cm. tykke Hvælv med 2,65 m. Spændvidde og 0,26 m. Pilhøide viste Cementhvælvets uden Jernindlæg sig ikke istand til at udholde større ensidig Belastning end 1810 kg. pr. m²., medens derimod Monierhvælvets Brudbelastning beløb sig til 9358 kg. pr. m²., altsaa lidt over 5 Gange saameget.

ad. 3. Med Hensyn til den tredie Betænkelighed, at Jernet og Cementen skulde have forskjellig Udvidelseskoefficient ved Temperaturforandringer, saa er denne ved talrige Forsøg lige saa fuldstændig ihjelslaaet som begge de to første Betæneligheder, saa at enhver Indvending mod Monierkonstruktionerne har maattet forstumme.

Forsøg viser nemlig, at Jernet og Cementen ved Temperaturforandringer udvider og sammentrækker sig lige meget.

Udvidelseskoefficienten ved 1° C. Temperaturforandring er nemlig for Smedejern 0,0000145 og for Cement ifølge Professor Bouniceau's Forsøg (offentliggjorte i «Annales des ponts et chaussées» 1863 Side 181) 0,0000143 i Gjennemsnit.

Denne Forskjel er saa liden, at den praktisk ingen Betydning har.

Rigtigheden heraf stadfæstes ved de talrige Opvarmnings- og Afkølingsforsøg, som man har foretaget med Monierkonstruktionerne.

Man har udsat dem for meget store og hurtige Temperaturvexlinger, for stræng Kulde og for høi Varme, ja flere Timers direkte Paavirkning af Ild, saa Temperaturen har været 1200° C., og derefter pludselig Afkøling ved Paasprøitning med koldt Vand; men Monierkonstruktionerne har holdt sig uforandrede.

Dette vilde ikke have været Tilfældet, hvis Jernet og Cementen havde havt en forskjellig Udvidelseskoefficient; thi Materialierne vilde isaafald have skilt sig ad, idet Jernet vilde have sprængt Cementhylsteret under stærk Varme og løsnet under stræng Kulde.

De anstillede Forsøg viser, at Monierkonstruktionerne er *absolut ildfaste*. De er i denne Henseende alle andre Konstruktioner overlegne.

Et praktisk Bevis herpaa har man fra Ildebranden i Helbings Spritfabrik i Wandsbeck ved Hamburg ^{21/12} 1889; thi her bidrog et $4\frac{1}{2}$ cm. tykt Moniergulv i øverste Etage (Loftsgulvet) til at hindre Ildens videre Udbredelse og redde Spritoplaget.

Ilden var opstaaet i Tagværket, der ikke var ildsikkert; men uagtet dette brændte, og de brændende Tagspærrer faldt ned paa Moniergulvet, saa formaaede den ikke at forplante sig videre gennem dette.

Gulvet blev under Ildebranden oversprøitet med koldt Vand; men det viste sig bagefter at være uforandret og i lige god Stand som før Branden.

d. Anstillede Forsøg med Monierkonstruktionerne.

Foruden foran anførte Forsøg, der fjerner alle Betæneligheder mod Monierkonstruktionerne og beviser Urigtigheden af de fremførte Indvendinger, skal nedenfor yderligere nævnes enkelte Forsøg, specielt for at vise Monierkonstruktionernes store Bæreevne og deres absolute Ildsikkerhed.

1. Belastningsforsøg.

1) En 4 m. fritsvævende, $2\frac{1}{2}$ m. høi og $3\frac{1}{2}$ cm. tyk Moniervæg blev i Berlin i 1886 belastet med 10 000 kg. uden at lide

nogensomhelst Skade. Den hverken bøiede sig ud til nogen af Siderne eller i Vertikalplanet.

Jernnettet i denne Væg bestod af $5\frac{1}{2}$ mm. tykke Bære- og Fordelingsstænger med Maskevidde $= 6 \times 6$ cm.

Bærestængerne var givne en svag Bueform opad istedetfor at ligge horizontale. Fordelingsstængerne var vertikale.

2) Den 10de December 1889 samt 16de og 17de Mai 1890 anstilledes paa Matzleindorfer-Jernbanestationen ved Wien Belastningsforsøg med et Monier-Brohvælv, der var opført af det k. k. private Sydbane-Selskab 19de Oktober 1889.

Dette Hvælv dannede som alle Monierhvælv en meget flad Segmentbue. Det havde 10 m. Spændvidde og Pilhøide $\frac{1}{10}$, altsaa 1 m.

Hvælvtykkelsen var paa høieste Punkt 15 cm. og ved begge Vederlag 20 cm. Broens Bredde var 4 m.

Broen udsattes saavel for en mobil Belastning af tunge Godsvogne og flere svære Lokomotiver, der førtes langsomt over, som af en permanent Belastning, bestaaende af Jernbaneskiner, der stabledes ovenpaa hinanden paa den ene Halvdel af Broen.

Det viste sig herunder, at Broen udholdt de sværeste Belastninger, indtil man paa den ene Brohalvdel havde en Totalbelastning $= 196200$ kg., der svarer til 9810 kg. pr. m^2 .

Ved denne uhyre Belastning blev begge Vederlagsmure, der var 3 m. tykke (2 m. Teglstensmur + 1 m. Beton bagenfor denne), forskudt 20—40 mm. ud til Siderne, hvorved Hvælvets sænkede sig i Midten saameget, at det blev liggende paa Tømmerstilladset nedenfor. Samtidig opstod en Revne tvers gennem Hvælvet paa den ubelastede Brohalvdel i ca. 0,5 m. Afstand fra Toppunktet. Modstandsevnen var hermed udtømt.

3) Den 14de November 1890 prøvebelastedes en Monierbro i Schweiz. Denne Bro tilhører R. Zurlindens Portland-Cement-fabrik og ligger i Wildegg, hvor den fører over Fabrikens Kanal under 45° Vinkel med Strømretningen.

Den har en midlere Spændvidde $= 39,0$ m., en Pilhøide $= 3,5$ m. og en Bredde $= 3,9$ m. Buens Tykkelse er i Toppen 17 cm. og ved Vederlagene 25 cm.

Forsøget fandt Sted under Nærværelse af en stor Mængde Ingeniører fra Zürich og Aarau.

Den ene Halvdel af Broen blev først belastet med 18300 kg. eller 300 kg. pr. m²., uden at man kunde observere nogen-somhelst Nedsynkning.

Derefter kørte man over den en 3000 kg. tung Vogn for-spændt 4 Heste. Resultatet var det samme, idet Buen aldeles ikke sænkede sig.

Paa Grundlag heraf antages som aldeles givet, at Broen med Sikkerhed kunde taale den største forekommende ensidige Belastning, nemlig fuld Menneskeetrængsel = $65,1 \times 450$ kg. = 29295 kg.

4) Den 18de August 1890 prøvede man en Monierbro i Steyr (Øvre-Østerrige).

Denne Bro, der fører over en Grav foran Villa Werndl, har 16 m. Spændvidde, 2,94 m. Pilhøide, en Hvælvtykkelse i Toppen = 20 cm. og ved Vederlagene = 30 cm.

Man kørte over Broen en svær Vogn, læsset med 16 Cementfoustager à 250 kg. og forspændt 4 Heste. Den samlede Vægt var 8500 kg.

Største Nedsynkning var kun 2 mm.

Endvidere forsøgte man en ensidig Belastning af 800 kg. pr. m²., hvilken Belastning Broen viste sig med fuld Sikkerhed at udholde.

5) Den 16de til 20de April 1888 foretog man i Königsberg i Preussen Belastningsforsøg med et 1,5 m. langt Monierrør af 2 m. Diameter.

Rørvæggene indeholdt 2 Jernnet, et ved indre og et ved ydre Flade.

Røret udsattes først for en Belastning = 9600 kg. pr. m².

Det viste sig frit for Revner, og Diameteren havde kun forandret sig 6 mm. saaledes, at den var 6 mm. mindre i vertikal og 6 mm. større i horizontal Retning.

Derefter øgedes Belastningen til 12900 kg. pr. m²., hvorved Rørdiameterens Forandring beløb sig til + 14 mm. i horizontal og ÷ 14 mm. i vertikal Retning.

Ved den største Belastning af 21200 kg. pr. m². beløb Fladtrykningen sig til 60 mm.

Efterat Belastningen var fjernet, bibeholdt Røret en Fladtrykning af 46—50 mm. Det havde fine Sprækker, der naaede fra Yderfladen eller Inderfladen indtil Midten af Cementmassen, men var forøvrigt lige godt.

6) I Wien foretoges i 1887 Prøvebelastning med en underjordisk Kanal for den projekterede Wiener-Neustädter Vandledning.

Denne Kanal eller Prøvestol havde i Tværsnit Form af et Kvadrat med 3 m. Lysaabning, overhælvethet med en Halvcirkel saaledes, at Stollen indvendig havde en Bredde = 3 m. og en Høide = 4,5 m.

Væggene var 13 cm. tykke og indeholdt 3 Jernnet af respektive 15, 12 og 10 mm. tykke Traade, der var forenede med Tvertraade. Stollens Længde var 1 m.

Den udsattes for den enorme Belastning af 150 000 kg. i vertikal Retning uden at lide nogensomhelst Skade.

Først ved en Belastning af 151 100 kg. indtraadte et Brud ved høire Vederlag og en Bøining.

Det viser sig, at Monierkonstruktionerne tiltager overordentlig i Styrke ved Indlægning af 2 eller flere Jernnet, der indbyrdes forenes med hinanden ved krydsende Jerntraade.

Dette er imidlertid under den Forudsætning, at Godstykkelsen er stor.

Er den derimod ikke over 5 cm., saa hjælper Indlægning af flere Net ikke; thi da viser Forsøg, at en Bue med 1 Net og med 2 Net bærer omtrent ligemeget.

7) Som Bevis paa Bæreevnens Forøgelse med 2 Net, naar Tykkelsen er stor, kan anføres følgende Forsøg, der foretoges i Berlin 14de Mai 1886.

Man havde en 0,8 m. bred og 9 cm. tyk Monierplade, der laa frit mellem Understøttelserne paa 1,15 m. Den indeholdt 2 Jernnet, indbyrdes forbundne med Jerntraade. Det ene Net laa i Nærheden af undre Flade, det andet i Nærheden af øvre.

Pladen udsattes først for en Belastning = 4000 kg., hvorved den bøiede sig 6—7 mm., og derefter for 8000 kg., hvorved Nedbøiningen i Midten beløb sig til 12 mm. Den viste sig uden Ridser og uden nogensomhelst Beskadigelse.

II. Ildprøver.

1) Den 16de November 1886 foretoges i Breslau følgende Ildprøve med Monierkonstruktionerne:

Man havde et 2 m. langt Monierrør med 0,7 m. Diameter og 3 cm. Vægtykkelse. Dette Rør blev benyttet som Ovn, idet det opstilledes vertikalt og fyldtes halvveis med Ved, Kul og Koks, der antændtes.

Ovenfor Røret anbragtes 2 Monierplader, hvilende paa I-Jern. Hver Plade havde en Tykkelse = 5 cm., en Bredde = 0,65 m. og en Længde = 1 m.

Man vedligeholdte Ilden i Røret i 2 Timer, hvorved Monierpladerne opvarmedes til 500 à 700° C.

Man havde i Rørets Indre forskellige Metallegeringer til Bestemmelse af Temperaturen.

Pladerne havde under Ophedningen bøiet sig kun 4 mm.

De anbragtes i varm Tilstand ovenpaa 2 Understøttelser, der laa 0,8 m. fjernet fra hinanden, og belastedes hver med 260 kg., hvorefter de afkøledes ved Paasprøitning med koldt Vand.

Ved at forøge Belastningen til 625 kg. bøiede de sig kun 8 mm.

Efter fuldstændig Afkøling var Bøiningen 7 mm., og efterat Belastningen fjernedes, reducerede den sig til 6 mm.

Røret, der havde været udsat for en Temperatur af ca. 1000° C. i over 2 Timer, havde smaa Brandridser; men hverken det eller Pladerne havde forøvrigt lidt nogen Skade.

2) Den 20de November 1886 foretog man ved Franz Clouths Gummivarefabrik i Nippe (Forstad til Köln) en samtidig Ild- og Belastningsprøve med 2 forskellige Slags Etageadskillelser i en for Anledningen særskilt opført Bygning for at sammenligne de forskellige Konstruktioner med hinanden.

Man havde 2 Hvælvkonstruktioner af 4,28 m. Spændvidde og 0,28 m. Pilhøide. Det ene Hvælv var af Bølgeblik, overdækket med Beton, og det andet var et Monierhvælv af 4½ cm. Tykkelse i Toppen.

Belastningen paa begge beløb sig til 410 kg. pr. m².

Under begge Hvælv antændtes Ild paa Rister, der laa 80 cm. under Kæmpferlinierne.

Det viste sig da, at Bølgeblikket snart blev glødende, og at Hvælvet styrtede ned efter 20 Minutters Forløb, medens derimod Monierhvælvet hele Tiden holdt sig uforandret, uagtet Ilden vedvarede længere, og Paasprøitning med koldt Vand der- efter fandt Sted.

Monierkonstruktionernes store Overlegenhed fremgik heraf meget tydelig.

Under Ildprøven sprang der vistnok af med stærkt Knald en Del af Cementpuksen paa indre Flade; men dette kom deraf, at Cementen endnu ikke var tør, saa den indeholdt mekanisk bundet Vand.

Da man efter endte Prøver atter pudsede de Steder, hvor Cementen var afsprungen, var Hvælvet aldeles lige godt som nyt og i Besiddelse af samme Bæreevne som før.

3) Foran omtalte Ildebrand ved Helbings Spritfabrik ved Hamburg 21de December 1889 er ogsaa et eklatant Bevis paa Monierkonstruktionernes overordentlige Ildsikkerhed.

III. Forsøg for at vise Monierkonstruktionernes Modstandsevne mod Stød.

Man anstillede i Breslau 1886 følgende Forsøg for at vise Monierkonstruktionernes Modstandsevne mod Stød:

Et 20 kg. tungt, skarpkantet Jernlod blev kastet fra en Høide = 1,7 m. ned paa en 5 cm. tyk Monierplade, der var fritliggende paa 0,8 m. mellem Underlagene.

Det viste sig da, at den tunge Vægt blev kastet elastisk tilbage 2 Gange fra Pladen uden at beskadige denne i nogen-
somhelst Henseende.

Ved tredie Kast dannede sig paa Pladens Underside i Cementmassen en liden skaalformig Bule, ca. 15 cm. i Firkant.

Ved fjerde Kast faldt denne løsnede Del af Cementen af i en Tykkelse af 2 cm., og Loddet havde nu slaaet i Pladen et Hul, der var 3 cm. bredt og 7 cm. langt.

Forøvrigt var Pladen uforandret og i Besiddelse af sin fulde Bæreevne.

Mørtelen i denne Plade var sammensat af 1 Del Cement og 3 Dele Sand.

Hvis man havde valgt en stærkere Blanding, f. Ex. 1 Del Cement til 2 Dele Sand, saa vilde Pladen have vist en endnu større Modstandsevne mod Stød.

IV. Skydeforsøg.

Man har i den senere Tid i Tyskland og Østerrige anvendt Monierkonstruktionerne ogsaa i militære Øiemed.

De har blandt andet vist sig fortrinlige som bombesikre Hvælv, der kan modstaa Virkningen af de moderne Projektiler, fyldte med brisante Sprængstoffer, de saakaldte Torpedo- eller Minegranater.

Man begyndte ved Berlin i 1888 med Skydeforsøg mod bombesikre Monierhvælv og har senere fortsat hermed.

Da disse Forsøg holdes hemmelige, kan ikke her angives de nærmere Detaljer ved samme.

Dog ser jeg mig istand til at kunne meddele, at de Monierhvælv, som har vist sig fuldt modstandsdygtige mod Virkningen af Torpedogranaterne, har med 5 m. Spændvidde og 0,5 m. Pilhøide ($\frac{1}{10}$ af Spændvidden) kun havt en Tykkelse = 20 cm.

Jernnettet er da ikke sammensat af runde Jernstænger; men der er anvendt bueformede Gitterbjælker som Bærestænger.

Monierhvælvet overdækkes med Beton, men saaledes, at der anbringes et Lag Sand imellem Hvælvet og Betonmassen for at tilveiebringe mere Elasticitet og fordele Virkningen af Stødet jævnt over en større Flade.

Sandlagets Tykkelse angives til 0,6 m., og Betonlagets til 0,9 m.

Ovenstaaende 20 cm. tykke Monierhvælv med 5 m. Spændvidde har ved Belastningsforsøg vist sig istand til med 10-dobbelt Sikkerhed at kunne bære 10000 kg. pr. m².

Efter de heldige Resultater, som Skydeforsøgene har givet, har Keiseren af Østerrige, efter hvad Ingeniør Wayss i Wien fortalte mig, givet ham Eneret til Udførelsen af bombesikre Monierhvælv.

Jeg antager, at det store Aktieselskab for Monierkonstruktioner i Berlin har faaet samme Rettighed for Tysklands Vedkommende.

Foruden forannævnte Forsøg i forskellige Retninger henvises til de af Professor Bauschinger anstillede Forsøg, som findes nærmere beskrevne i hans i 1887 udgivne Brochure «Bericht über Versuche an verschiedenen nach dem System Monier hergestellten Objecten», da det vil føre for vidt her at gaa nærmere ind paa disse Forsøg.

e. Fordelene ved Monierkonstruktionerne.

Den nye Byggemethode i Jern og Cement medfører mange overordentlig store Fordele, som gjør Monierkonstruktionerne til en epokegjørende Opfindelse, der vil medføre en ren Omvæltning i Bygningskunstens forskellige Grene.

Fordelene vil for Størstedelen fremgaa af, hvad der foran er sagt.

De skal imidlertid her for den bedre Oversigts Skyld samles under et. De er følgende:

- 1) Varighed.
- 2) Ildsikkerhed.
- 3) Stor Bæreevne og samtidig liden Egenvægt.
- 4) Stor Modstandsevne mod Stød og Rystelser.
- 5) Rumbesparelse.
- 6) Besparelse paa Vederlag og Forankringer.
- 7) Hurtig Udførelse.
- 8) Sanitære Fordele.
- 9) Billighed i Anlæg.
- 10) Ingen Vedligeholdelsesudgifter.
- 11) Absolut Vandtæthed og Lufttæthed.
- 12) Skudsikkerhed.
- 13) Tørhed.
- 14) Sikkerhed mod Indbrud af Tyve.
- 15) Stor Anvendbarhed i alle Former.
- 16) Æstetiske Fordele.

Hertil skal knyttes følgende Bemærkninger til nærmere Begrundelse:

ad. 1. At *Varigheden* er stor, ja saa at sige ubegrændset, er en ligefrem Følge af de to Omstændigheder, at Jernet ikke rustet, men holder sig aldeles uforandret i Cementmørtelen, og at denne ikke aftager, men snarere tiltager i Godhed og Styrke med Tiden.

Opfinderen betegner selv Konstruktionerne som «uforanderlige».

ad. 2. Konstruktionernes overordentlige *Ildsikkerhed* fremgaar klart af foran omtalte Ildprøver.

*De staar i denne Henseende over alle andre kjendte Byggemethoder og er af offentlige Autoriteter, som f. Ex. Politipræsidiets i Berlin, antagne som *absolut ildsikre Konstruktioner*.

Man kan ved deres Hjælp ikke alene fremstille ildsikre Etageadskillelser og Vægge i Huse; men man kan ogsaa faa Jernsøiler, Jernbjælker, Jerntrapper og andre Konstruktionsdele af Jern ildsikre ved at omgive dem med en Mantel af Moniermasse uden Luftisoleringskikt.

ad. 3. Foran omtalte Belastningsforsøg viser, hvilken overordentlig *stor Styrke eller Bæreevne* Monierkonstruktionerne er i Besiddelse af; men de har samtidig hermed en *liden Egenvægt*, fordi der skal saa liden Tykkelse til for at give dem en stor Bæreevne.

Vi skal kun henvise til den $3\frac{1}{2}$ cm. tykke Væg, der kunde bære 10 000 kg. uden underliggende Understøttelse, og det 15 cm. tykke Monierhvælv med 10 m. Spændvidde, som udholdt en ensidig Belastning af indtil 9810 kg. pr. m².

Hvad Egenvægten angaar, saa vil et Monierhvælv kun veie ca. $\frac{1}{4}$ af et Teglstenshvælv.

Sammenligner man f. Ex. 2 Hvælv af 4,5 m. Spændvidde og 1 m. Bredde, saa vil man finde, at Monierhvælvet med 0,4 m. Pilhøide og 5 cm. Tykkelse veier 111 kg., medens et 1 Sten-tykt Murstenshvælv med $\frac{1}{8}$ Pilhøide har en Vægt = 416 kg.

Samtidig hermed kan et saadant Monierhvælv af de her angivne Dimensioner belastes ensidig med 1 200 kg. pr. m², førend den første mærkbare Nedbøining finder Sted.

Den ensidige Brudbelastning for samme er 2 109 kg. pr. m².

ad. 4. Monierkonstruktionernes store Modstandsevne mod *Stød og Rystelser* sees af det i Breslau foretagne Kasteforsøg med et tungt Jernlod fra en vis Høide.

Denne Egenskab gjør blandt andet Monierkonstruktionerne fordelagtige at anvende i Egne, hvor *Jordskjælv* hyppigt finder Sted.

Det er selvfølgelig ogsaa af stor Betydning under en *Ildebrand*, at en Væg eller et Gulv har Styrke nok til at modstaa Stødet af nedfaldende brændende Gjenstande.

Saaledes styrtede det brændende Trætag under Ildebranden i Helbings Spritfabrik i Wandsbeck ved Hamburg den 21de December 1889 ned paa Loftsgulvet; men da dette heldigvis bestod af Monierplader, hvilende ovenpaa Jernplader, saa modstod de Virkningen af Stødet og hindrede ved sin Ildsikkerhed Ildens videre Udbredelse til de lavere Etager.

ad. 5. At man ved Monierkonstruktionerne opnaar en stor *Rumbesparelse*, er en direkte Følge af den Omstændighed, at disse Konstruktioner kan være saa tynde, og at man ved Hvælvkonstruktioner kan bruge saa liden Pilhøide ($\frac{1}{10}$ af Spændvidden).

En Bygning's udvendige Dimensioner saavel i Høide som i Grundplan kan altsaa reduceres, uden at Værelserne derved formindskes, fordi Etageadskillelserne og Væggene bliver tyndere.

Det er en Selvfølge, at saadan Rumbesparelse ogsaa medfører direkte Pengebesparelse, da jo hver m². bebygget Areal eller hver m³. Rum koster en bestemt Sum.

I Fæstningsbygningskunsten spiller den ved Monierkonstruktionerne opnaaede Rumbesparelse i Høiden en vigtig Rolle i taktisk Henseende; thi et af de vigtigste Grundprinciper ved Batterikonstruktioner etc. er nu, at gjøre disse saa lidet synlige for Fienden som muligt.

Jo mindre høit de rager op over nærmeste Terræn, desto fordelagtigere er det altsaa.

Et Underbringelsesrum, der overdækkes bombesikkert med Monierhvælv, vil faa en betydelig mindre Høide fra Gulvflade til Overdækningens Overflade end et tilsvarende Rum, der overhævelses med Sten eller Beton, selv om begge Rums indvendige Høide i Lyset er den samme.

ad. 6. Da Monierhvælvene paa Grund af sin Lethed og Konstruktion udøver et betydelig mindre Horizontaltryk udad til Siderne end et Sten- eller Betonhvælv, saa kan man spare overordentlig paa Vederlag og Forankringer.

Spændes Kappenhvælv mellem Jernbjælker, saa kan man ved Anvendelse af Monierhvælv spare adskillige Jernbjælker, fordi de kan lægges i større indbyrdes Afstande fra hinanden, end naar Kappenhvælv af Sten slaaes mellem samme.

ad. 7. Man sparer ved Monierkonstruktionerne megen Tid, ikke alene fordi disse Konstruktioner er meget hurtige at udføre, men ogsaa af den Grund, at Monier-Bygværker kan tages meget tidligere i Brug uden Skade for Soliditeten end Bygværker, udførte af Mursten med Kalkmørtel som Binde-middel.

Hvad Udførelsens Hurtighed angaar, kan eksempelvis meddeles, at man ved 8 Stkr. i 1890 udførte Monier-Buebroer med Spændvidder 8,81—11,26 m. paa Jernbanestrækningen Wien—Felixdorf kun brugte 1 Dag til hvert Monierhvælv.

Et andet Exempel skal anføres fra en Monierbro, som udførtes for Haandværks- og Industri-Udstillingen i Bremen 1890.

Denne Buebro havde en Spændvidde = 40 m. Pilhøiden var 4,5 m. Buens Tykkelse i Toppen 25 cm. og ved Vederlagene 55 cm. Broen var i Midten 3 m. bred og ved Vederlagene 8 m. Den var beregnet med 6-dobbelt Sikkerhed at taale en Belastning = 1000 kg. pr. m².

Til Udførelsen af dette store Hvælv brugte man kun 36 Timer.

Den hele Bro med Vederlage, Trappeopgange fra begge Sider til disse etc. fuldførtes paa 6 Uger.

Med Hensyn til den anden her anførte fordelagtige Egenskab ved Monierkonstruktionerne, at de kan tages tidligt i Brug, bemærkes, at denne er betinget af den Omstændighed, at Cementmørtelen hærder saa hurtigt, og at Konstruktionerne er saa tynde, hvorved Hærtningsprocessen med Raskhed foregaar gjennem den hele Tykkelse.

Ved Opførelsen af tykke Vægge eller Hvælv af Mursten i Kalkmørtel er man derimod nødt til at vente mangedobbelt saa lang Tid, inden Bygværket kan tages i Brug, fordi Hærdningen og Udtørringen foregaar med saadan Langsomhed.

Hvis man her vil forcere Arbeidet ved tidlig Borttagelse af Lærebuerne under Hvælvingerne eller tidlig Anbringelse af Puds etc., saa gaar det ud over Soliditeten, og Bygværket vil lide Skade i mange Henseender.

Hertil kommer, at saadant Murarbeide ofte maa afbrydes om Vinteren paa Grund af Frost, medens derimod 4 à 5 Dage gammel Portlandcementmørtel ingensomhelst Skade lider herved.

Den store Tidsbesparelse, som Monierkonstruktionerne medfører paa Grund af deres raske Udførelse og hurtige Brugbarhed, spiller selvfølgelig en stor Rolle paa alle Steder, hvor Tiden er kostbar; thi «Tid er jo Penge».

Foruden økonomiske Hensyn kan der selvfølgelig ogsaa være andre Omstændigheder, der gjør en hurtig Udførelse af Byggearbeidet ønskelig, ja absolut nødvendig, og Monierkonstruktionerne kan da være ligefrem uerstattelige, idet Opgaven alene kan løses ved deres Hjælp.

End mere betydningsfulde kan Forholdene blive, naar man sammenholder Tidsbesparelsen med Rumbesparelsen.

Saaledes skulde man i Østerrige i 1890 udføre en Del Broer for det private østerrigske Sydbane-Selskab.

Disse Broer havde store Spændvidder, og Ingeniøren havde til sin Raadighed kun en meget kort Tidsfrist samt en bestemt Konstruktionshøide, som ikke maatte overskrides.

Han kom da til det Resultat, at Vanskelighederne kun kunde løses ved Monierkonstruktionernes Hjælp; thi hvis man opførte Stenbuebroer, saa vilde man ikke alene bruge længere Tid, men man vilde ogsaa komme høiere tilveirs, end man skulde.

Monierbuerne kunde derimod udføres saa hurtigt og gjøres saa flade, at de opstillede Fordringer lod sig tilfredsstille.

Kostbare Jernkonstruktioner havde ikke kunnet lade sig udføre i den knappe Tid.

ad. 8. Monierkonstruktionerne frembyder store *sanitære Fordele*, naar de anvendes i Husbygningskunsten som Etageadskillelser.

Sagen er nemlig den, at den gammeldagse og vistnok billigste Maade at konstruere Etageadskillelser paa, nemlig med Anvendelse af Træbjælker, Stubbeloft, Stubbeloftsfyld og Plankegulv, er overmaade skadelig for Sundheden.

Denne Omstændighed er i den nyere Tid paavist af flere Autoriteter, som f. Ex. Dr. *R. Emmerich* i Leipzig i «Tidsskrift for Biologi», 13de Bind, 2det Hefte, af Arkitekt *W. Wagner* i «Deutsche Bauzeitung» for 1886 Side 3—6, af Bygningsinspektør *Haesecke* i «Centralblatt der Bauverwaltung» for 3die April 1886 og Dr. *Recknagel*, hvis Undersøgelser er offentliggjorte af Arkitekt *Wagner*.

Trægulvenes Skadelighed for Sundheden beror dels paa deres Gjennemtrængelighed for usund Luft, der stiger nedenfra op gennem de høiere Etager, dels paa Stubbeloftsfyldens Indblanding med skadelige Substanser og sygdomsvækkende Bakterier og dels paa Træmaterialernes Angreb af Sop og Raaddenhed.

Den usunde Luft, som baner sig Vei nedenfra tvers gennem Gulvene, kommer dels fra Grunden og dels fra Beboernes Uddunstninger.

Dr. *Recknagel* anfører dette som Aarsag til, at Dødeligheden blandt Beboerne i høie Bygninger er størst i Kjælderen, 1ste og øverste Etage, men mindst i de mellemliggende.

Stubbeloftsfylden kan være i høieste Grad farlig.

Den kan nemlig enten være uren og blandet med Sygdomspirer fra første Begyndelse af, eller den kan blive tilført saadanne ved Nedtrængelse af Støv, Vaskevand o. s. v. gennem Sprækker og Fuger mellem Gulvplankerne.

At Tømmersop og Raaddenhed i Tømmeret kan fremkalde flere Sygdomme hos Beboerne, er en bekjendt Sag. Soppens Uddunstninger og Afsondringer fremkalder nemlig en fugtig, klam, raadden og ligagtig Lugt, der i Forening med de i Luften svævende Soppespirer kan være Aarsag til nervøse Lidelser, Feber, Betændelse i Halsens Slimhinde o. s. v.

Det synes, som om Dannelsen af Tømmersop bliver mere og mere almindelig i moderne, hastigt opførte Huse.

Aarsagen hertil er den tiltagende Benyttelse af daarlige og raa Træmaterialier.

Soppen har saameget lettere for at udvikle sig mellem Gulvbjælkerne, fordi Luften her er stillestaaende og mørk samt passende varm.

De bedste Betingelser for dens Trivsel og Udvikling er alt-saa her netop tilstede.

Ved Etageadskillelser af Monierkonstruktioner er man fuldstændig befriet for alle her anførte Ulemper, fordi de er *ugjennemtrængelige for Luft og Vand*.

Disse sanitære Fordele ved Monierkonstruktionerne er betydningsfulde ikke alene for Beboelseshuse, men ogsaa for mange Slags landøkonomiske Bygninger.

Det er saaledes en bekjendt Sag, at naar man har Oplag af Hø over Fjose, Stalde, Svinehuse etc., saa vil Uddunstningerne fra Dyrene stige op gjennem Etageadskillelsen og trænge ind i Høet, hvorved dette lider Skade og bliver usundt for Dyrene.

Hvis Trægulvet erstattes med et Moniergulv, saa vil dette paa Grund af sin Ugjennemtrængelighed for Luft holde Høet friskt og sundt.

Der foreligger mange gunstige Udtalelser herom fra Landmænd i Udlandet.

ad. 9. Monierkonstruktionerne er forholdsvis billige.

Hertil kommer, at de paa Grund af sin Lethed og sine mange andre fordelagtige Egenskaber medfører Besparelser i kostbare Fundamenteringsarbejder, i Vederlag, Forankringer, Jernbjælker, Grundareal o. s. v.

Man har i Udlandet fundet, at Monierkonstruktionerne i mange Retninger medfører betydelige økonomiske Fordele.

Saaledes er blandt andet store Gas- og Vandbeholdere af Moniermasse meget billigere, end om de opføres af tykt Murværk.

I Husbygningskunsten falder de ogsaa ofte billigere end Konstruktion af Sten og Jern.

Hvorledes Prisforholdene vil stille sig hos os, er umuligt at sige af den Grund, at Monierkonstruktionerne endnu ingen Anvendelse har faaet i Norge.

Da det imidlertid kan have sin Interesse at se, hvorledes Pri-serne stiller sig i Udlandet, skal nedenfor anføres enkelte faa, der er opgivne af Regjeringsbygmester *Gaul* i Qvedlingen.

Saaledes koster i denne By et Murhvælv af 1 Stens Tykkelse og 4,5 m. Spændvidde i fuldt færdig Stand med til-

hørende Bagmuring 11,0 Reichsmark pr. m²., medens et Monierhvælv af samme Spændvidde med 5 cm. Tykkelse kun kommer paa 9,00 Mark par m². som Maximum.

I Berlin koster et saadant Monierhvælv 8,50 Mark pr. m².

Ved Etageadskillelser af I-formede Jernbjælker og Murstens-kapper eller I-Bjælker og Monierkonstruktioner er Prisen i Berlin pr. m². fuldt færdig Etageadskillelse, heri ogsaa indbefattet Jernbjælkerne, følgende:

Murhvælv og Gulv af Træ	19,70 Mark.
do. med Asfaltbelæg	17,90 —
Monierhvælv og Gulv af Træ	17,00 —
do. med riflet Cementgulv	13,90 —
do. med Asfaltgulv	15,00 —
do. med Linoleumbelæg	16,00 —
Monierplader paa I-Bjælker med Asfaltbelæg	13,85 —
do. paa Bjælkernes undre Flanger og Trægulv	17,60 —
Dobbelt Moniergulv for Beboelseshuse, altsaa med Hulrum mellem Jernbjælkerne, og med Linoleumbelæg	16,85 —
Murhvælv med Linoleumbelæg og Puds paa Undersiden til Fremstilling af en plan Tagflade	19,40 —
Etageadskillelse udelukkende af Træ mellem Jernbjælkerne	13,15 —

Naar man undtager den sidst anførte mangelfulde Konstruktionsmaade, saa ser man altsaa, at Monierkonstruktionerne er billigere end Sten- og Jernkonstruktionerne.

ad. 10. Den Omstændighed, at man ved Monierkonstruktionerne er fritaget for fremtidige Vedligeholdelsesudgifter, er selvfølgelig en stor Fordel, som man maa tage væsentlig Hensyn til.

Det er jo en Følge af Konstruktionernes ubegrænsede Varighed og Uforanderlighed.

Hverken Luft, Jord, Vand eller Ild har nogen skadelig Indflydelse paa dem.

ad. 11. Monierkonstruktionernes absolute Vandtæthed og Lufttæthed er ikke alene vigtig i sanitær Henseende, naar disse Konstruktioner anvendes som Etageadskillelser, men selvfølgelig ogsaa af stor Betydning for deres Anvendelse i mange andre Retninger, som til Vand- og Gasbeholdere, Vand- og Kloakledninger o. s. v.

ad. 12. Det er Monierkonstruktionernes *Elasticitet*, som i væsentlig Grad gjør dem saa *skudsikre* og saa fordelagtige at anvende som bombesikre Hvælv.

Anordningen maa imidlertid være saadan, at Projektilerne ikke slaar direkte ned paa Monierhvælvene.

De maa derfor gives en Overdækning først med Sand og derefter med Beton, saaledes som senere nærmere skal beskrives.

ad. 13. *Tørheden*, der selvfølgelig er en fordelagtig Egenskab ved Monierkonstruktionerne, skriver sig fra deres Ugjennemtrængelighed for Vand og den hurtige Hærdning, der yderligere paaskyndes ved Massens ringe Tykkelse.

ad. 14. Det er et meget vanskeligt og langvarigt Arbeide at anbringe et større Hul gjennem en Moniervæg; thi det gjælder ikke alene om at gjennembryde Cementmassen, men ogsaa om at overskjære den store Mangfoldighed af hinanden krydsende Jernstænger, som er indesluttet i samme.

Der maa mange forskellige Slags Redskaber til for at udføre et saadant Gjennembrydningsarbeide.

Enhver vil derfor let forstaa, at Monierkonstruktionerne yder stor *Sikkerhed mod Indbrud af Tyve*, især da den Slags Individer i Regelen har knap Tid til sin Raadighed og ikke vover at frembringe den Støi og Larm, som et saadant Arbeide kræver.

ad. 15. Monierkonstruktionerne kan *gives hvilken som helst ønskelig Form*; thi Cementmørtelen er jo plastisk og Jerntraaden bøielig.

Denne Lethed i Formdannelsen er selvfølgelig af stor Betydning saavel for Arkitekten som Ingeniøren.

Saavel kunstneriske som rent tekniske Opgaver er lette at løse ved Monierkonstruktionernes Hjælp, medens derimod andre Bygningsmaterialier kan lægge store Hindringer iveien dels ved sin Stivhed og dels ved sine andre Egenskaber.

Tager man f. Ex. i Betragtning Konstruktioner af Sten og Jern, saa vil man finde, at en harmonisk Forening af disse 2 Materialier er vanskelig, ja ofte rent umulig paa Grund af deres ulige Dimensioner; thi Jerndelene er tynde og smekre, medens Stenene er svære og tykke.

Ved Anvendelse af de tynde Monierkonstruktioner falder det derimod let at tilveiebringe en konstruktiv Gjennemarbejdelse og faa de rette Forholde mellem Understøttelser, Overdækninger og Omslutninger.

Naar Ingeniøren vil anvende Monierkonstruktionerne f. Ex. til underjordiske Arbejder, det være sig Vandledninger, Stikrender, Tunneler, Brønde etc., da er det vigtigt, at han med Lethed kan give Konstruktionerne den Form, som de for Tilfældet helst bør have for bedst at modstaa de Kraftpaavirkninger, hvorfor de er udsatte.

ad. 16. Monierkonstruktionernes lette Formdannelse spiller ikke liden Rolle ogsaa i *æstetisk Henseende*, naar Arkitekten ønsker at fremstille smukke, rige Former og en stor Vexling i Linieføringen.

Hertil kommer, at det er let at anbringe Gips- og Stukornamenter paa Monierkonstruktionerne.

Saadanne Ornamenter binder sig meget fast til Cementen, selv om de er store og tunge.

Ønsker man en større Sikkerhed, saa kan de knyttes sammen med Jernnettet i Massens Indre.

Man kan paa denne Maade tilveiebringe rige Loftdekorationer.

Hertil kommer, at Monierkonstruktionerne kan males saa rigt og smukt, som man ønsker, naar man blot iagttager visse Forsigtighedsregler, som vi senere nærmere skal omtale.

Til samtlige her anførte Fordele ved Monierkonstruktionerne kunde man ogsaa føie flere andre.

Vi skal her kun indskrænke os til at paapege *Lettelse i Transportforholdene*.

Skal man f. Ex. opføre Bygværker paa Steder, hvortil Transporten af Sten eller tunge Jernkonstruktioner er vanskelig, saa vil Vanskeligheden være løst, naar Monierkonstruktioner vælges; thi Jerntraaden og Cementen er let at faa frem, og Sand vil man som oftest finde i Nærheden af Byggestedet.

2det Afsnit.

Monierkonstruktionernes Anvendelse i den civile Bygningskunst.

a. I Husbygningskunsten.

Monierkonstruktionerne kan i Husbygningskunsten anvendes ikke alene til enkelte Bygningsdele, saasom Etageadskillelser, Vægge, Trapper, Tagkonstruktioner, Opvarmnings- og Ventilationskanaler, Søiler m. m., men ogsaa til hele Bygninger.

Af sidstnævnte er i den nyeste Tid flere opførte i vulkanske og tropiske Egne.

Den keiserlige tyske Regjering, som interesserer sig levende for Monierkonstruktionerne, har saaledes givet Aktieselskabet i Berlin 10 Aars Enerettighed til Opførelse af Monierbygninger i de tyske Kolonier.

Som en Følge heraf er i Afrika opført en keiserlig Regjeringsbygning og et Sygehus i Kamerun, en keiserlig Regjeringsbygning og 5 andre store Bygninger for forskjellige Funktionærer samt 4 Lagerbygninger i Dar-es-Salaam.

Der er selvfølgelig ogsaa i Europa opført flere Bygninger udelukkende af Monierkonstruktioner, som f. Ex. den offentlige Badeanstalt i Ohlmüller Strasse i München, en Kirke i Nærheden af denne By o. s. v.

1) Naar Monierkonstruktionerne anvendes som *Etageadskillelser*, saa vil Fremgangsmaaden blive forskjellig, alt efter Bygningens Art og Bestemmelse m. m.

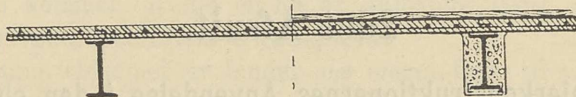
Man kan saaledes enten slaa et Monierhvælv over hele Rummet fra den ene Ydervæg til den anden, eller man kan

understøtte Monierkonstruktionerne i visse Afstande fra hinanden ved Hjælp af I-formede Jernbjælker.

I sidstnævnte Tilfælde kan man enten slaa Monierhvælv mellem Bjælkerne eller anbringe horizontale Monierplader paa samme.

Den simpleste Methode, der undertiden kommer til Anvendelse i Fabrik- og Lagerbygninger, er fremstillet i Fig. 2.

Fig. 2.

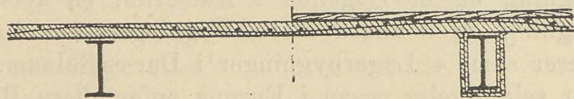


Man lægger her simpelthen ovenpaa Jernbjælkerne Monierplader, der leveres fuldt færdige fra Fabriken.

Pladerne har langs Kanterne Falser, hvormed de forenes med hinanden, idet Fugerne under Lægningen tættes med Cement.

Man kan ogsaa forarbejde Gulvet paa selve Arbejdsstedet som en sammenhængende Monierflade uden Fuger, saaledes som fremstillet i Fig. 3, men man maa da ved Jernnettets Anbringelse tage Hensyn til den Omstændighed, at naar sammenhængende Flader understøttes paa flere Punkter, saa veksler Tryk- og Strækspændingerne ved Bøiningens Vende-punkter.

Fig. 3.



Forat Jernnettet overalt skal komme til at ligge paa det Sted i Cementmassen, hvor der opstaar Stræk, maa man derfor iagttage at hæve det midt over hver Bjælke saameget, at det bliver liggende i den strukne Pladehalvdels statiske Middel-punkt.

Imellem Bjælkerne vil Nettet sænke sig ned ved sin egen Tyngde.

For at beskytte Jernbjælkerne mod Ild og Rust samt for at forebygge Neddrypning af Kondensationsvand i varme, fugtige Rum, som i Vaskerier, Køkkener etc., bør man omkring Bjælkerne anbringe enten et Lag Cement eller en Monierkappe, saaledes som vist paa høire Side ved Fig. 2 og 3.

Uden Iagttagelse af denne Forsigtighedsregel kan man ikke faa nogen ildsikker Etageadskillelse; thi hvis Ilden faar Anledning til at virke nedenfra opad, vil Jernbjælkerne blive glødende, hvorved de taber sin Bæreevne, saa Gulvet styrter ned.

Hvis Ilden derimod kun virker paa Oversiden, saa er selvfølgelig Konstruktionen absolut ildsikker.

Monierpladernes Tykkelse kan variere fra 3 til 10 cm., alt efter den Belastning, de skal bære, og den Afstand, som man vælger mellem Jernbjælkerne.

Sidstnævnte kan gaa op til 3 m.

Som Gulvflade kan man enten direkte benytte Monierpladerne, eller man kan ovenpaa samme anbringe Linoleum paa Papunderlag, Cementpuds, Asfalt, Terrazzo, Parkettavler, Bordguld i Asfalt o. s. v. Dette beror paa, hvad Lokalet skal bruges til.

Paa høire Side af Fig. 2 og 3 er eksempelvis fremstillet Parketgulv i Asfalt.

Paa Undersiden af Monierpladerne anbringes i Regelen en tynd Puds af Cement- eller Gips-Kalkmørtel.

Hvis man ønsker at skjule Jernbjælkerne og fremstille en jevn, glat Tagflade, saa kan dette ske paa den Maade, at man anbringer Monierplader paa Bjælkernes undre Flanger (Fig. 4).

Disse Plader, der benævnes *Indskuds-* eller *Underplader*, behøver ikke større Tykkelse end 1—2 cm., da de kun har sin egen Tyngde at bære. Deres Bredde er i Regelen 1 m. Længden maa selvfølgelig svare til Afstanden mellem Bjælkerne.

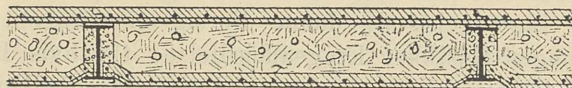
Pladernes undre Flader rager lidt nedenfor Jernbjælkerne, i hvilken Hensigt Pladerne gives en Bøining eller Fals langs de Sider, der skal hvile paa Underflangerne.

Hele Loftsladen pudses glat med Gipskalkpuds.

For at faa denne til at sidde fast under Jernbjælkerne, lader man nogle Traadender eller særskilt indlagte Traade springe frem 12—15 cm. Disse Traade forenes indbyrdes med hinanden under Flangerne.

Jernbjælkerne indhylles i Cement for at frembringe fuld Ildsikkerhed og forebygge Rustdannelser.

Fig. 4.



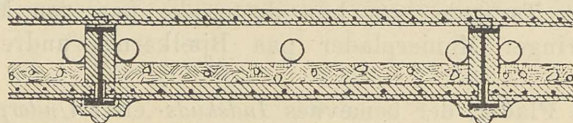
Skal Loftsladen ikke være glat, saa kan Underpladerne lægges ovenpaa Bjælkernes undre Flanger uden Fals eller Bøining, saaledes som fremstillet i Fig. 5.

Man kan derefter anbringe en profileret Puds under Flangerne og derved faa Loftsladen inddelt i Felter (Kasetteloft).

Det hule Rum, som fremkommer mellem begge Monierplader, kan i mange Tilfælde komme til stor Nytte, idet man her kan anbringe skjulte Luftkanaler og Rørledninger.

Dette er anskueliggjort i Fig. 5, hvor der er fremstillet Varmeledninger i Hulrummet. Rørene hviler her for den bedre Isolations Skyld ovenpaa et Lag Iufusoriejord, der er udbredt over Underpladerne.

Fig. 5.



I Beboelseshuse, hvor man ønsker i størst mulig Grad at hindre Lydens Forplantning fra den ene Etage til den anden, pleier man at fylde Hulrummet, f. Ex. med Koksaffald eller Slagger.

Underpladerne bør da være lidt tykkere end 1—2 cm., eftersom de faar en Belastning at bære, ligesom Afstanden mellem Jernbjælkerne formindskes en Del af samme Aarsag.

Gulvfladen bliver at bedække med Linoleum eller at behandle paa en af de Maader, som ovenfor er nævnt.

Man kan forøvrigt variere paa mange Maader ved Anvendelsen af plane Monierplader til Etageadskillelserne.

Saaledes finder man Exempler paa, at der er benyttet saadanne Plader kun paa Jernbjælkernes undre Flanger og ingen Plader ovenpaa Bjælkerne.

I dette Tilfælde har man paa nævnte Underplader anbragt først en Fyldning med Koksaffald og derpaa et almindeligt Trægulv, idet Svillerne, hvori Gulvplankerne spigres, hviler delvis paa Koksfyldningen og delvis paa Jernbjælkerne.

En anden Methode er først Koksaffald ovenpaa Underpladerne, derpaa Beton, der overstryges med Asfalt, hvori anbringes et Parketgulv.

Naar Etageadskillelserne skal fremstilles ved *Monierhvælv* istedetfor ved plane Monierplader, saa anvendes i Regelen flade Segmentbuer med Pilhøide lig $\frac{1}{10}$ af Spændvidden.

Hvælvene hviler enten paa Jernbjælkernes undre Flanger, eller de føres 10—25 cm. ind i Vederlagsmuren, hvor Jernbjælker ikke benyttes.

Man udfører saadanne Hvælvkonstruktioner bedst paa selve Arbejdsstedet, da det vilde falde vanskeligt at transportere dem i fuldt færdig Stand fra Fabrikanten.

Fig. 6.

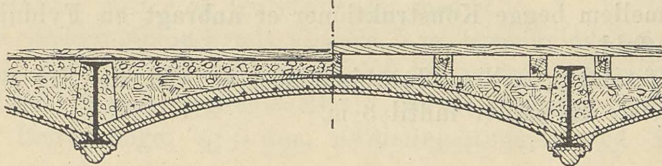


Fig. 6 viser et Exempel paa Monierhvælv mellem Jernbjælker.

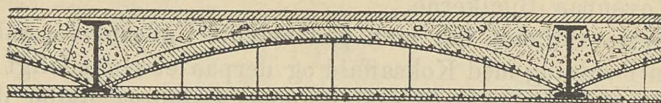
Gulvfladen kan dannes paa en af de før omtalte Maader.

Her er eksempelvis paa Figurens venstre Halvdel vist først en Fyldning med Koksaffald, derpaa et Lag Beton, derefter Asfalt, og i denne er nedlagt et Parketgulv. Paa Figurens høire Side er antydnet først en Koksfyldning ovenpaa Monierhvælvet, hvorefter er anbragt et almindeligt Trægulv med Svillerne hvilende paa Koksen.

Jernbjælkerne indhylles i Cement.

Skal Loftsladen være horizontal og glat, saa kan man anbringe Underplader paa Bjælkernes nedre Flanger. Ved større Spændvidder kan saadanne Plader ophænges i Hvælvet, saaledes som fremstillet i Fig. 7.

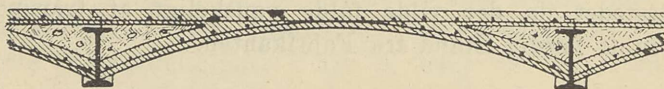
Fig. 7.



Gulvfladen er i Fig. 7 dannet af Cement ovenpaa en Fyldning med Koksaffald.

Hvis man ønsker at anvende Monierkonstruktionerne i Form af Hvælv mellem Jernbjælkerne og desuden som horizontale Plader ovenpaa disse, saa kan man bruge en af de i Fig. 8 eller 9 viste Metoder, ved hvilke Jernnettene er anbragte i direkte Forbindelse med hinanden.

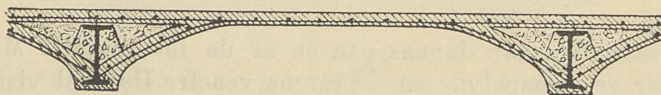
Fig. 8.



Imellem begge Konstruktioner er anbragt en Fyldning af Koksaffald.

Afstanden mellem Jernbjælkerne er ved de Fig. 6, 7, 8 og 9 viste Exempler indtil 3 m.

Fig. 9.



Hvis man sløifer Bjælkerne og spænder et eneste Monierhvælv over det hele Rum fra den ene Ydervæg til den anden, saa kan betydelig større Spændvidder anvendes.

Anordningen beror selvfølgelig paa, hvor stor Belastning Hvælvet skal taale at bære, og hvorledes denne Belastning virker, samt paa Spændviddens Størrelse.

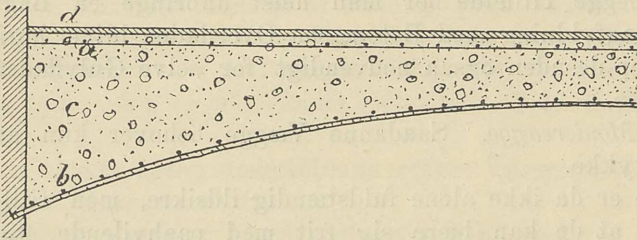
Hvis saaledes Belastningen ikke overstiger 1200 kg. pr. m²., og Spændvidden ikke er over 5 m., saa kan man nøie sig med et Jernnet.

Ved større Spændvidder og sværere Belastning bør man anvende 2 Jernnet i Cementmassen, især hvis Belastningen ikke er jævnt fordelt, men større paa den ene Side end paa den anden.

I dette Tilfælde anbringes det ene Jernnet langs undre Hvælvsflade, medens det andet lægges horizontalt i saa lang Afstand fra førstnævnte som muligt. Mellemrummet mellem begge Net fyldes med Beton.

Fig. 10 viser et Exempel herpaa.

Fig. 10.



Det øvre Net er her betegnet med *a*, det nedre med *b*, Betonmassen med *c* og Gulvbelægget med *d*.

Et saadant Monierhvælv vil med 5 m. Spændvidde og 0,5 m. Pilhøide taale en Belastning af 5000 kg. pr. m²., naar Hvælvtykkelsen i Toppen gøres = 24 cm., og Jernnettene dannes af 7 mm. Bærestænger og 5 mm. Fordelingsstænger med Maskevidde = 6 cm.

Fig. 11.

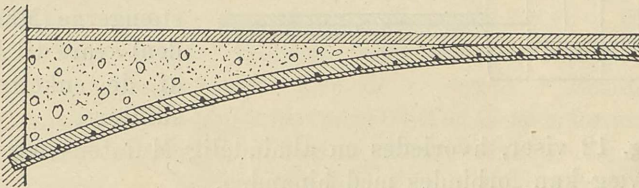


Fig. 11 viser Exempel paa et Monierhvælv med kun et Net. Med Hvælvtykkelse af kun 4 cm., en Spændvidde = 5 m., Pilhøide = 0,5 m. og et Net, dannet af 7 mm. tykke Bærestænger, 5 mm. Fordelingsstænger og 6 cm. Maskevidde, vil et saadant Hvælv taale en Belastning = 500 kg. pr. m².

Naar man kun lægger ind et Net i Monierhvælv, saa anbringes det i Nærheden af og parallelt med Hvælvets undre Flade, saafremt Belastningen er jævnt fordelt over det hele.

Er kun den ene Halvdel af Hvælvet belastet og den anden ikke, saa anbringes Nettet afvexlende saaledes, at det ligger nærmest undre Hvælvflade ved den belastede Halvdel og nærmest ydre Flade ved den ubelastede. Dette sker selvfølgelig, forat Nettet kan lægges langs Kraftlinien.

Naar Belastningen optræder varierende saaledes, at snart den ene og snart den anden Halvdel kan være belastet eller ubelastet, saa anbringes Nettet langs Hvælvets Midtlinie.

I begge Tilfælde bør man helst anbringe en Bagmuring eller Bagfyldning med Beton, saa Overfladen bliver horizontal. Dette er desuden ogsaa nødvendigt for selve Gulvfladens Anbringelse.

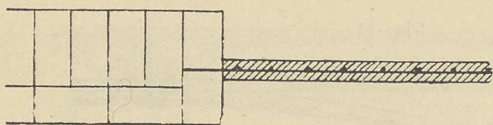
2) *Moniervægge*. Saadanne Vægge behøver kun at være 3 cm. tykke.

De er da ikke alene fuldstændig ildsikre, men tillige saa stærke, at de kan bære sig frit med paahvilende store Belastninger uden at tyngde paa underliggende Etageadskillelse.

Jernnettets Bærestænger kan enten anbringes horizontalt, eller de kan gives en svag Bueform opad. I sidstnævnte Tilfælde forøges Væggens Bæreevne i betydelig Grad.

Disse Stænger stikkes saa dybt ind i det tilstødende Murværk, at man faar et Slags Forband istand.

Fig. 12.



Ved almindelige Teglstensmure lader man derfor Afstanden mellem Bærestængerne (Maskevidden) svare til Høiden af de enkelte Murskikter.

Fig. 12 viser, hvorledes en almindelig Murstensvæg og en Moniervæg kan forbindes med hinanden.

Ved Murværk af huggen Sten, hvor Skiktehøiden er for stor til, at ovennævnte Fremgangsmaade kan benyttes, pleier man at hugge en Vertikalnot i Væggen paa det Sted, hvor Moniervæggen skal støde til. I denne Not opstilles lodret en 10 mm. tyk Jernstang, som fæstes ved Jernklamre til Stenvæggen. Til denne Stang fæstes Bærestængerne.

Selve Moniervæggen udføres paa den Maade, at man først danner Jernnettet og forbinder dette med den tilstødende Væg eller Gjenstand, hvorefter man opstiller en Bordforskaling paa den ene Side i en Afstand fra Nettet, der er lig Moniervæggens halve Tykkelse.

Nu udfyldes Nettet med Cement til lige Tykkelse paa begge Sider.

Efter 4 à 5 Dages Forløb tages Bordforskalingen væk, og Væggen pudses glat paa begge Sider med Kalk- eller Cement-mørtelpuds.

Til Ydervægge benyttes som oftest $3\frac{1}{2}$ cm. tykke Monierplader, der anbringes mellem et Bindingsværk af Jern.

For at faa tilstrækkelig Isolation kan man anvende to Lag Monierplader med Luftrum imellem, idet det ene Lag anbringes paa ydre og det andet paa indre Side af Bindingsværket.

Man bruger ogsaa undertiden at opføre Vægge af *hule Stene*, dannede af *Monierkonstruktioner*.

Saadanne Stene er meget lette samtidig med, at de har stor Styrke og en god Isolationsevne.

De konstrueres som Kasser, der er aabne i begge Ender, og gjøres enten 50 cm. lange, 30 cm. høie og 20 cm. tykke, saa at de med Lethed kan haandteres af en Mand, eller de gives større Dimensioner, idet Længden kan være 1 m., Høiden 60 cm. og Tykkelsen 25 cm.

Saadanne Stene er hensigtsmæssige at anvende ved frem-springende Karnapper.

I Forbindelse med Monierkonstruktionerne anvendes ogsaa meget i den nyeste Tid til Beklædning af Vægge m. m. de saakaldte «Haardgipsplanker» («*Hart-Gipsdielen*»); thi disse er ikke alene meget ildsikre, lette, sunde, billige og behagelige i alle Henseender; men de er ogsaa i Besiddelse af en overmaade stor Isolationsevne mod Temperaturforandringer.

Af denne Grund har ogsaa Aktieselskabet for Monierkonstruktioner i Berlin anvendt Haardgipsplanker ved de Bygninger, som de har opført for den tyske Regjering i Afrika (i Kamerun), idet de til Ydervæggene har brugt et dobbelt Lag 7 cm. tykke Hartgipsdielen, adskilte ved et Luftskikt.

De indvendige Vægge bestaar af et enkelt Lag saadanne Gipsplanker.

Væggene i den tilstødende Fængselbygning er derimod udførte af Monierkonstruktioner for at forebygge Udbrud af Fangerne.

3) *Moniertrapper*. Monierkonstruktionerne egner sig fortrinlig til Trapper paa Grund af deres Lethed, Styrke, Ildsikkerhed, lette Formdannelse o. s. v., og de har derfor ogsaa faaet en stor Anvendelse i dette Øiemed saavel til hele Trappehuse som til enkelte Dele.

Man kan fremstille alle mulige Trappeformer efter Moniers System, lige fra de simpleste og enkleste til de mest elegante og komplicerede.

Ved enkelte Trapper, hvis Vanger bestaar af Jernbjælker, kan man slaa lette Monierhvælv mellem Vangerne og Omslutningsmuren.

Ovenpaa disse Hvælv kan man anbringe Trappetrinene enten af Beton eller af Monierplader.

Jernbjælkerne bær for Ildsikkerhedens Skyld indhylles i Moniermasse.

Man kan ogsaa slaa Monierhvælv fra den ene Trapperepos til den anden og derved undvære Jernvangerne.

Indtrinene kan efter Behag belægges med Træ, Sten, Marmor o. s. v.

4) Ved *Tage* kan Monierkonstruktionerne anvendes paa forskjellig Maade.

Man kan enten bruge Monierplader, der anbringes ovenpaa almindelige Tagspærrer eller Tagaaser, og hvorved de altsaa erstatter Bordtaget, eller hele Tagværket kan bestaa udelukkende af Monierkonstruktioner.

I sidstnævnte Tilfælde konstrueres Taget i Regelen paa den Maade, at man spænder et Monierhvælv over hele Bygningen og ophæver Horizontaltrykket ved Hjælp af Jernstænger.

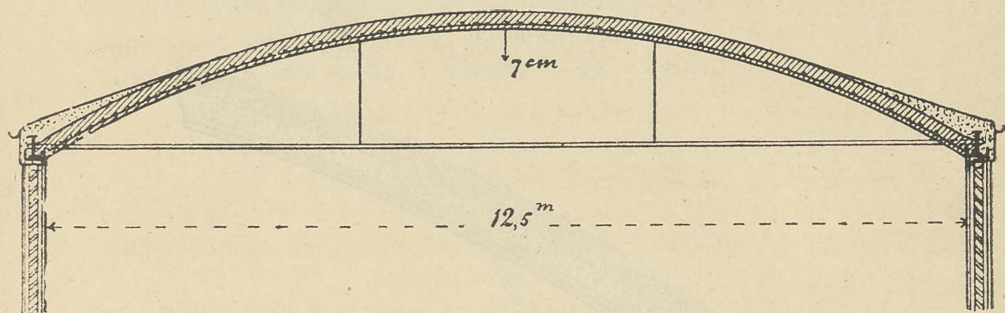
Et Exempel herpaa sees af Fig. 13, der fremstiller Moniertaget over Hellerups Glasværk ved Kjøbenhavn.

Spændvidden er her 12,5 m. og Buens Tykkelse i Toppen kun 7 cm.

Tagfladen er her overstrøget med Goudron.

Man finder det nemlig rettest at anvende en saadan Overstrygning over Moniertagene eller ogsaa at benytte et eller andet Tagtækningsmaterial ovenpaa samme, uagtet de i og for sig er fuldstændig vandtætte og veirbestandige.

Fig. 13.



Til Tækning kan da efter Omstændighederne vælges Tagpap, Skifer, Metalplader eller Træcement, idet Tagfladernes Heldning bestemmes efter det Tækningsmaterial, som man ønsker at anvende.

Ved Træcementtage faar som bekjendt Tagfladerne kun en Heldning af 1 paa 20 à 1 paa 30, hvorved Taget bliver saa fladt, at man kan anlægge Haver paa samme og skaffe et behageligt Opholdssted om Sommeraftenerne.

Paa denne Maade har man blandt andre Steder indrettet sig ved de nye Monierhuse for den tyske Regjering i Kamerun.

Anvendes Skifer, saa lægges denne ned i Cementmørtel eller i en mager Mørtel.

Vil man have Metaltag, saa bør man ikke lægge Metalpladerne ned paa Cement eller Kalk; thi derved opstaar kemiske Reaktioner, der ødelægger Pladerne, men man bør anvende enten et Mellemlag af Tagpap eller ogsaa først overstryge Moniertaget med Olie eller Harpix.

Benyttes ingen anden Tagtækning end Goudron eller Asfalt, saa bliver disse Materialier simpelthen at anbringe direkte paa Moniertaget.

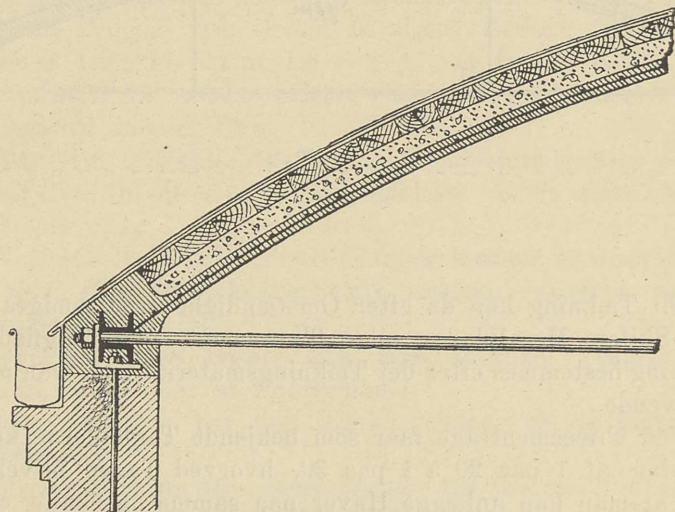
I Fig. 14 er fremstillet et andet Exempel paa et fritbærende Moniertag.

Spændvidden er i dette Tilfælde = 17 m. og Pilhøiden = 2 m. Monierhælvets Tykkelse er 8 cm. Jernnettet er dannet af 10 mm. tykke Bærestænger med 7 cm. Maskevidde.

For at tilvejebringe en god Varmeisolation er ovenpaa Hælvet anvendt først et 5 cm. tykt Lag Koksaffald, og der-

paa er anbragt de tidligere omtalte 7 cm. tykke Haardgipsplanker («Hartgipsdielen»).

Fig. 14.



Selve Tækningsmaterialet bestaar af et dobbelt Lag af Tagpap, af hvilken det underste Lag er spigret paa Hartgipsdielerne og det øverste klæbet ovenpaa undre Lag ved Asfaltkomposition.

Hvis man anvender Monierkonstruktionerne som plane Flader, hvilende ovenpaa et almindeligt Spærre- eller Aase-tagværk, saa bør disse Plader gøres muligst kontinuerlige for at undgaa Fuger.

Afstanden mellem Spærreerne eller Aaserne kan være 2,5—3,0 m.

5) *Monierhuse*. Naar det hele Hus udføres udelukkende af Monierkonstruktioner, saa bliver Anordningen af de enkelte Dele overensstemmende med foranstaaende Bestemmelser for Etageadskillelser, Vægge, Trapper o. s. v., saa nogen speciel Beskrivelse af Monierhuse her ansees som overflødig.

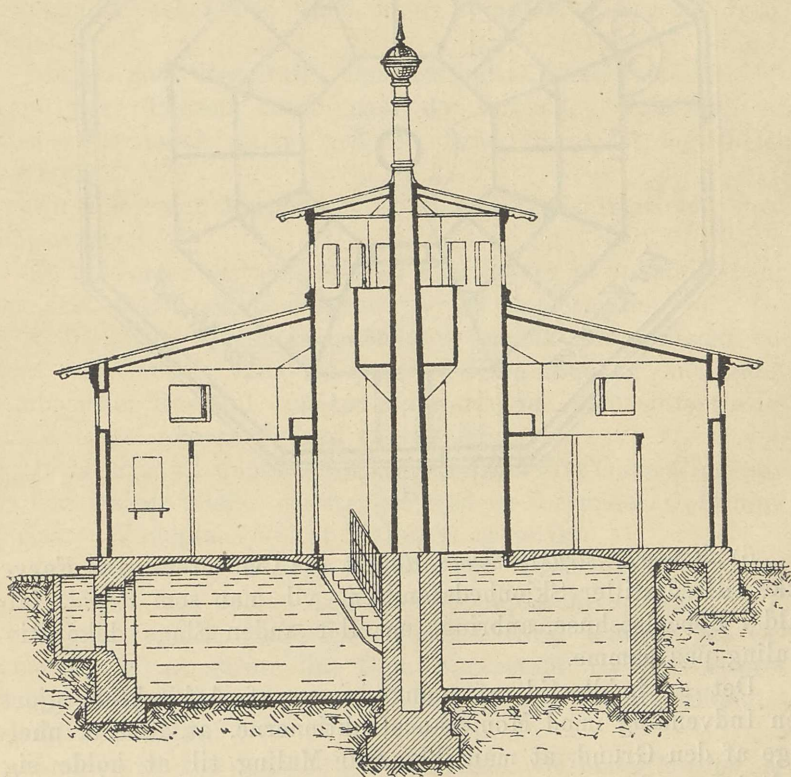
Som et Exempel paa saadanne Bygninger er i Fig. 15 og 16 fremstillet i Snit og Grundplan den offentlige Badeanstalt i Ohlmüller-Strasse i München.

Ved dette Bygværk bestaar Fundamenterne af stampet Beton, medens alle Hvælv, Vægge, Tag og Vandreservoirer er af Monierkonstruktioner.

Væggen og Taget er dobbelt for Isolationens Skyld.

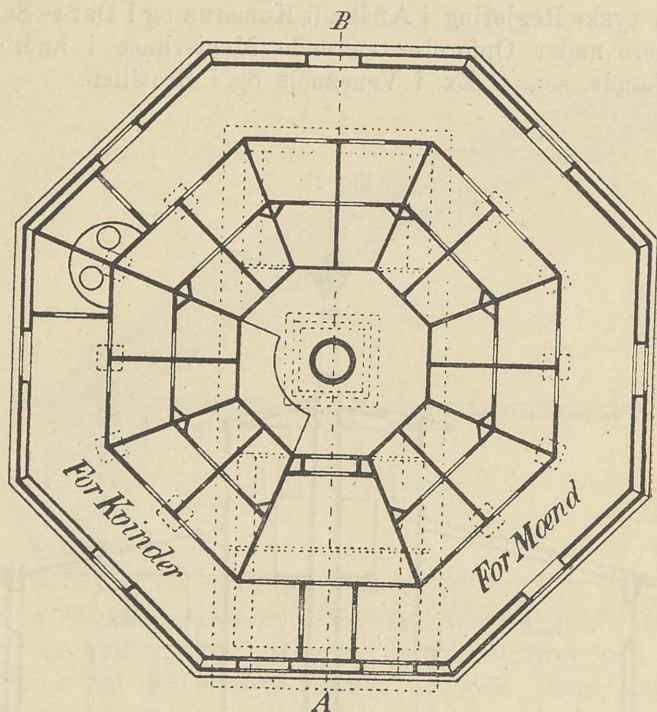
Af andre Monierhuse kan nævnes foran omtalte Bygninger for den tyske Regjering i Afrika (i Kamerun og i Dar-es-Salaam) samt flere under Opførelse værende Monierhuse i andre tropiske Lande, som f. Ex. i Venezuela og i Brasilien.

Fig. 15.



Endvidere kan noteres Kuppelen over Keiser Friderichs Mausoleum i Potsdam, en Udstillingsbygning i Hamburg, en Kirke ved München, en Iskjælder for Lehr-Infanteribataljon i Eiche ved Potsdam, en Iskjælder for Jernbanebestyrelsen i Metz, Cirkuslokalet og Dioramaet ved Krystalpaladset i Leipzig o. s. v.

Fig. 16.



6) *Monierkonstruktionernes Maling.* Da Cementens graa Farve ikke tilfredsstiller Skjønhedssandsen, vil man som Regel, ialfald i Beboelseshuse, anbringe en eller anden Slags dekorativ Maling paa samme.

Det er imidlertid af mange, især af Arkitekter, gjort den Indvending imod Monierkonstruktionerne, at disse er uheldige af den Grund, at man ikke faar Maling til at holde sig godt i Længden paa cementpudsede Flader.

Det forholder sig ganske rigtigt saaledes, at man flere Steder har gjort uheldige Erfaringer i saa Henseende, idet Cementen er slaaet igjennem, og Malingen er faldt af som fint Støv. Den maledede Flade har faaet et stygt, skjoldet Udseende.

Disse Ulemper kan imidlertid fuldstændig undgaaes, naar man kun iagttager visse Forsigtighedsregler, som vi nedenfor nærmere skal angive:

Cementpudsen maa ikke tilberedes med formeget Vand, og dette maa være ganske rent.

Den maa endvidere ikke være for fed, og Fladen maa ikke pudses fuldstændig glat, men have et porøst Ydre.

Endvidere maa man, hvis Oliemaling skal anvendes, vente med denne, indtil Pudsen er tør. Den bør staa mindst 4 Uger, før den males.

Førend man gaar igang med Malingen, bør Cementpudsen omhyggelig vaskes med Vand, hvori er opløst 1 Procent Jernvitriol.

Meget gode Resultater opnaaes ogsaa, hvis man istedet overstryger Pudsen enten med en fortyndet Opløsning af kulsur Ammoniak eller med en tynd Syreopløsning (helst Svovlsyre).

En udmærket Methode er at blande Cementmørtelen med Pimpstensmel.

Dette koster vistnok en Del; men det er at anbefale, naar man skal skaffe god Undergrund for en rig Bemaling.

Sidstnævnte Fremgangsmaade er blandt andre Steder anvendt ved Clouths Villa i Nippe ved Köln 1886 og har givet et udmærket Resultat, uagtet Malerarbeidet blev udført allerede 4 Dage, efterat Pudsen var færdig.

Hvis man vil anvende Kalkfarver istedetfor Oliemaling, saa bør den malede Flade overstryges med en fortyndet Opløsning af Natron-Vandglas, efterat Malingen er tørret.

Der danner sig nemlig isaafald paa Cementpudsens Overflade et fast Lag kulsur Kalk, der er uopløselig i Vand.

Man kan ogsaa fremstille en meget varig Maling paa Cementpuds ved at udrøre lige Dele Farvestoffe og pulveriseret Chalcedon eller Ildsten i tynd Kalkmelk og tilsætte Blandingen lidt Vandglas.

Endvidere har man i den Keim'ske veirfaste Maling et udmærket godt og billigt Hjælpemiddel.

Den Keim'ske Methode som Mineralmaleri er blandt andre Steder anvendt ved Dioramaet over Krystalpaladsets Cirkus i Leipzig.

Ydervæggene smukke Maling er her udført efter Tegninger af Arkitekt Rossbach.

For indvendige Vægge og Lofte af Monierkonstruktioner i Vaaningshuse kan man paa letteste Maade løse Vanskelighederne ved Maler-Spørgsmaalet ved at pudse Fladerne med

Kalk- eller Gipsmørtel; thi Malingen staar godt paa saadan Puds uden særegne Foranstaltninger.

b. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Brobygningskunsten.

Monierkonstruktionerne har siden 1890 faaet en udstrakt Anvendelse i Brobygningskunsten, saavel ved Opførelsen af Veibroer som af Jernbanebroer.

Den første Anledning hertil blev givet af det østerrigske Sydbane-Selskab, som i 1890 skulde foretage en Ombygning af 10 ældre Veibroer, der førte over Jernbanelinien paa Strækningen mellem Wien og Felixdorf.

Efterat Wien—Gloggnitzer Banen var bygget, var Gjennemfartshøiden under disse 10 Broer bleven for liden, hvorhos ogsaa en Udvidelse i Bredden var nødvendig.

Den Opgave, som forelaa Ingeniørerne, var her meget vanskelig; thi man fik paa den ene Side ikke Tilladelse til at lægge Brobanen høiere tilveirs af Hensyn til Kjøretrafiken paa Veien, og man kunde paa den anden Side ikke sænke Jernbanskinnerne de 30—40 cm. længere ned, som var nødvendig for at skaffe den forlangte Gjennemfartshøide, idet dels Grundvandstanden og dels andre Hensyn lagde Hindringer iveien for en saadan Sænkning.

Det var kun ved en af de ti Broer, at Skinnerne kunde sænkes.

Ved en anden Bro kunde Opgaven løses ved Hjælp af Jernkonstruktioner; men ved de øvrige 8 Broer var det umuligt at tilfredsstille de fastsatte Betingelser, hvad enten man valgte Sten eller Jern som Bygningsmaterial.

Man kom tilslut til det Resultat, at Opgaven alene kunde løses ved Monierkonstruktionernes Hjælp.

Førend man gik igang med Opførelsen af disse 8 Monierbroer, vilde man først anstille Forsøg i større Maalestok over saadanne Broers Bæreevne m. m., hvorfor man ved Matzleindorfer Fragtbanestation lod opføre en Prøvebro med 10 m. Spændvidde, 4 m. Bredde, 1 m. Pilhøide, 15 cm. Hvælvykkelse i Toppen og 20 cm. Tykkelse ved Vederlagene.

Denne Prøvebro blev fuldført 19de Oktober 1889 og prøvebelastet den 10de December 1889 samt den 16de og 17de Mai 1890.

Disse Prøvebelastninger, som vi tidligere har omtalt, viste saa glimrende Resultater paa Monierkonstruktionernes overordentlige Bæreevne (9810 kg. pr. m². ensidig Belastning), at man besluttede strax at gaa igang med Opførelsen af ovennævnte 8 Broer.

Efter denne Tid har Kunsten at bygge Monierbroer udviklet sig med raske Skridt.

Udviklingen er gaaet i to forskellige Retninger, idet man nemlig enten har bygget Buebroer, der bestaar af Monierhvælv med svære Spændvidder, eller man har opført liggende Broer med Bærevægge og Tverbjælker af Jern, mellem hvilke er spændt mindre Monierhvælv, der danner Brobanen.

Fodpassagerne paa begge Sider af Kjørebanelen udføres i Regelen af 5 cm. tykke horizontale Monierplader, hvilende paa Jernunderlag.

Da Konstruktionen af store *Monierhvælv* tidligere er detaljeret fremstillet, ligesom Fordelene ved samme er fremhævede, er det overflødigt her at give nogen nærmere Beskrivelse af, hvorledes man bygger en Monier-Buebro.

Idet vi henviser til det foregaaende, skal vi derfor her indskrænke os til kun at anføre nogle Exempler, specielt for at vise Dimensionerne, idet man af disse vil kunne se, hvor lette og elegante saadanne Broer ser ud paa Grund af Buernes ringe Tykkelse i Forhold til Spændvidderne.

Blandt den store Mangfoldighed af Monier-Buebroer, som er opførte siden 1890, er følgende de største:

1) Bro ved den nordtyske Haandværks- og Industriudstilling i Bremen 1890.

Denne Bro var opført særskilt i Anledning af nævnte Udstilling og førte over en Dam i Udstillingsparken.

Den havde 40 m. Spændvidde, 4,5 m. Pilhøide, 25 cm. Hvælvtykkelse i Toppen og 55 cm. ved Vederlagene.

Brobanens Bredde var paa Midten 3 m., men udvidede sig mod begge Vederlag til 8 m.

Den var beregnet for en Bæreevne af 1000 kg. pr. m². med sexdobbelt Sikkerhed.

Den toges væk igjen 1891.

2) Veibro ved Wildegg i Schweiz over en Fabrikkanal, tilhørende Zurlindens Cementfabrik i Aarau, opført 1890.

Spændvidde = 39 m. Pilhøide = 3,5 m. Hvælvttykkelse ved Toppen = 17 cm. og ved Vederlagene = 25 cm. Kjørebansens Bredde = 3,9 m.

Bæreevne = 450 kg. pr. m². (fuld Mennesketrængsel).

3) Veibro over Nadorkanalen ved Sarbogard i Ungarn, opført 1890.

Spændvidde = 18 m., Pilhøide = 2,15 m., Hvælvttykkelse i Midten 20 cm. og ved begge Vederlag = 30 cm.

Bæreevne = 3000 kg. Hjultryk og for 450 kg. pr. m².

Fundament, Vederlags- og Vingemure samt begge Sidemure ovenpaa Hvælvet udførte af stampet Beton.

4) Veibro ved Villa Wærndl i Steyr (Øvre-Østerrige), opført 1890.

Broen fører under 60° Vinkel over en Grav foran Villaen.

Dens Spændvidde er 16 m., Pilhøiden = 2,94 m., Hvælvttykkelsen i Midten = 20 cm. og ved Vederlagene = 30 cm.

Den er prøvebelastet saavel med 800 kg. pr. m². ensidig som ved Overkjørsel med en 1200 kg. tung Vogn, hvorpaa var anbragt 16 Cementfoustager à 250 kg., og forspændt med 4 Heste. (Samlet Vægt = 8500 kg.).

5) Veibro ved Aseod i Ungarn, opført 1891.

Spændvidde = 10,2 m., Pilhøide = 1,1 m., Hvælvttykkelse i Midten = 17 cm. Beregnet for 3000 kg. Hjultryk og for 450 kg. pr. m². ved Mennesketrængsel.

6) Veibro over Jernbanelinien paa Stationen Mödling ved Wien, opført 1890.

Broen har 3 Spænd, hvert paa 9 m., Pilhøiden er 1 m., Hvælvttykkelsen i Midten 15 cm. og ved Vederlagene 30 cm. Kjørebansens Bredde = 8 m.

7) Veibro over Jernbanelinien ved Guntramsdorf i Østerrige, bygget 1890, med 11,26 m. Spændvidde og forøvrigt i Lighed med ovennævnte Bre ved Mödling.

8) Bro i Slotsparken ved Laxenburg (Karolinebroen), bygget 1891.

Spændvidde = 10 m., Hvælvttykkelse i Midten = 10 cm. og ved Vederlagene 15 cm.

Denne Bro staar i Forbindelse med en 5 m. bred og 1,50 m. høi Damsluse, der ligeledes er opført af Monierkonstruktioner.

9) Jernbanebro over en Kanal ved Portland-Cementfabriken Neustadt i Westpreussen, opført 1890.

Spændvidden er 12,8 m., Pilhøiden = 2,12 m. Hvælvtykkelsen i Midten = 20 cm. og ved begge Vederlag 30 cm.

Fundamentet og Vederlagsmuren er af Beton, medens begge Sidemure ovenpaa Monierhvælvet er af almindeligt Teglstensmurværk.

Broen er beregnet at taale med tidobbelt Sikkerhed en Belastning af 1000 kg. pr. m².

Den er 4,25 m. bred og har 2 Jernbanespor med Sporvidde 71 cm. til Transport af læssede Jernbanevogne fra Fabriken til Stationen Neustadt.

Der findes endnu et stort Antal saavel Vei- som Jernbanebroer af Monierhvælv med mindre Spændvidder end ovenfor nævnt; men som vi her ikke skal gaa nærmere ind paa af Hensyn til Pladsen.

Den største Spændvidde har hidtil været 40 m.; men man vil sandsynligvis i den nærmeste Fremtid høre tale om endnu større Monier-Buebroer.

Under min Nærværelse paa Aktieselskabets Kontor i Berlin indeværende Aar (Marts 1893) saa jeg saaledes Tegning til en projekteret Bro over Peterthal i Luxemburg med den enorme Spændvidde af 80 m.

Monierkonstruktionerne lader sig ogsaa anvende med stor Fordel enten som smaa Hvælv eller plane Flader ved Jernbroer til Fremstilling af Brodækket.

Monierkonstruktionernes heldige Egenskaber og da specielt deres Lethed, store Varighed, Bæreevne, Bortfalden af Vedligeholdelsesomkostninger, Cementens beskyttende Evne ligeoverfor Jernbjælkerne o. s. v. spiller her en overmaade vigtig og betydningsfuld Rolle.

En af de mest praktiske Maader, hvorpaa Monierkonstruktionerne kan anvendes som Overdækning for Jernbroer, er fremstillet i Fig. 17 og 18, idet førstnævnte Figur viser et Længdesnit og sidstnævnte et Tversnit gjennem en saadan Bro (den ene Halvdel af Tversnittet).

Fig. 17.

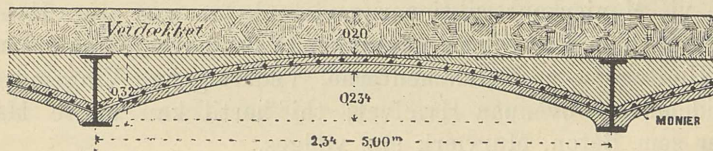
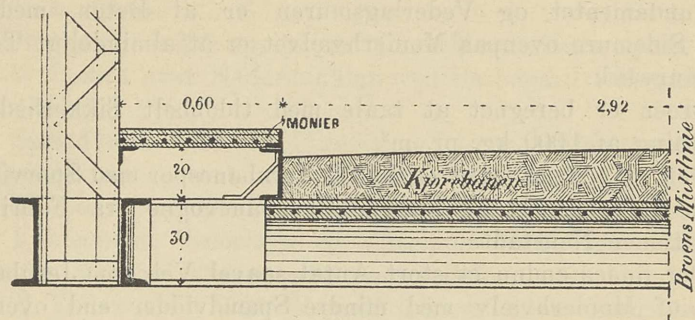


Fig. 18.



Man vil heraf se, at Monierhvælvene er spændt mellem Tverdragere, og at alle Mellemdragere er sloifede.

Til de ophøiede Fodpassager paa Siderne er anvendt 5 cm. tykke Monierplader.

Hvælvene bagfyldes med Beton, der beskytter Jernbjælkerne mod Rust.

Kjørebane kan dannes ved Makadamisering, Asfaltkonkret eller paa anden Maade efter Behag.

Man kan forøvrigt variere paa mange Maader.

Saaledes har man f. Ex. ved en i 1887 bygget Jernbro over Floden Lahn ved Buderus Jernværk i Wetzlar benyttet den Fremgangsmaade, at man ovenpaa Broens Tverdragere har lagt smaa I-formede Jernbjælker efter Broens Længderetning i en indbyrdes Afstand fra hinanden = 0,7 m. Mellem disse Langdragere er spændt 5 cm. tykke Monierhælv med 9 cm. Pilhøide.

Hvælvene er udjævnet med Beton og Jernbjælkerne omgivne med Cement, og derpaa er Chaussebanen anbragt.

Den i Fig. 17 og 18 fremstillede Konstruktionsmethode maa imidlertid ansees som den mest økonomiske og fordelagtigste, hvorfor vi ikke skal gaa nærmere ind paa de andre Variationer.

Størst Anvendelse og Betydning i Brobygningskunstens Tjeneste vil Monierkonstruktionerne vistnok faa som store Hælv, hvor den hele Bro altsaa udelukkende bestaar af Moniermasse med Undtagelse af Fundamentene, Vederlagene, Vingemurene og Sidemurene ovenpaa Hælvet; thi hertil kan andre Materialer som Beton, Murværk etc. vælges.

Det vilde være af megen Betydning, om Statens Veivæsen hos os begyndte med Monierbroer, og jeg vil derfor ikke undlade at henlede Opmærksomheden paa denne Sag.

c. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Vei- og Jernbanebygningskunsten.

Monierkonstruktionerne har siden 1889 faaet stor Anvendelse ved Vei- og Jernbaneanlæg, dels som Tunneler og dels som Gjennemløbsaabninger for Vandet under Vei- og Banelegemet, især ved store Fyldninger.

Det var ved Anlægget af den store Venezuela-Jernbane paa Banestrækningerne Guaira—Caracas og Caracas—Antimano, at man i 1889 først begyndte hermed, for derefter at fortsætte i Europa i stedse større og større Skala, især i Tyskland, Østerrige og Ungarn.

Ved Venezuela-Jernbanen var der Spørgsmaal om Bortledning af meget betydelige Vandmasser under Banelegemet; thi Jernbanen ligger nemlig paa ovennævnte Strækninger gennem Fjeldskraaninger over talrige Slugter og Forsænkninger, langs hvilke store Vandmængder strømmer ned under det voldsomme tropiske Regn.

Forat Gjennemløbsaabningerne for Vandet skulde faa det fornødne Tversnitsareal, maatte man derfor paa enkelte Steder gjøre dem indtil 10 m. brede og 5 m. høie.

Under saadanne Omstændigheder forslaaar jo ikke almindelige murede Stikrender eller Huldiger af Sten, saaledes som de bygges hos os; thi disse kan vanskeligt gives større Bredde end 1 m. af Hensyn til Dækhellerne.

Naar Dobbeltstikrender ikke strækker til, saa maa man jo gaa over til kostbarere Foranstaltninger (Broer, Hvælv etc.).

Saadanne kostbare Foranstaltninger kan undgaaes, naar man anvender Monierkonstruktionerne.

Man har derfor i disse et Hjælpemiddel af stor Betydning for den moderne Vei- og Jernbanebygningskunst; thi man kan ved dem paa en hurtig, bekvem og billig Maade skaffe Gjennemløbsaabninger af hvilkensomhelst Størrelse og hvilkensomhelst Form, som er uforgjængelige, og som kan bære de største Belastninger, altsaa ligge paa Bunden af høie Fyldninger etc.

Formen paa saadanne Monier-Stikrender kan være eliptisk, parabolisk, ægformet, cirkulær eller rektangulær.

Dette beror især paa den Størrelse, som Aabningen skal have, og den Belastning, hvorfor den er udsat.

Man foretrækker den halveliptiske eller paraboliske Form ved meget store Gjennemløbsaabninger, der skal bære svære Belastninger, medens man anvender Monierrør (cirkulære eller ægformede), naar Diameteren ikke behøver at overstige 2 m., og Fyldningen, altsaa Belastningen ikke er altfor svær.

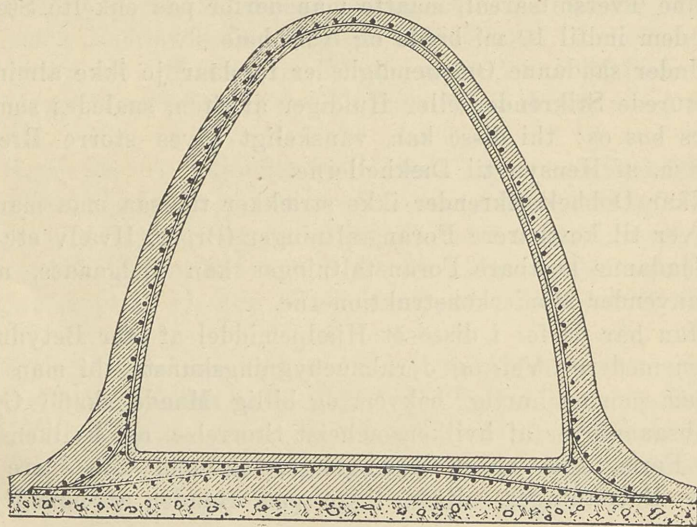
Ved det rektangulære Tversnit anvendes Monierkonstruktionerne i Regelen kun som horizontale Dækplader ovenpaa Vangemure af Sten og erstatter altsaa Dækhellerne.

Monierpladerne har da den Fordel fremfor Stenhellerne, at de kan taale at være fritliggende paa meget større Længder, hvorved Renderne altsaa kan gøres saa meget bredere.

Som Bevis herpaa kan anføres en 175 m. lang Forbindelsestunnel, som er anlagt 1889 ved det nye Palais (Slot Friedrichskron) i Potsdam.

Denne Tunnel overdækkes af 12 cm. tykke horizontale Monierplader, uagtet dens Bredde er 1,95 m. i Lyset, og uagtet Pladerne med kun en 18 cm. tyk Overfyldning med Puksten og Grus er udsat for den sværeste Chaussebelastning.

Fig. 19.



I Fig. 19 er fremstillet en Form, som man nutildags finder fordelagtigst for store Monier-Gjennemløbsaabninger, der har svære Belastninger at bære.

Naar Aabningens Vægge krummes paa den her fremstillede Maade, saaledes at man faar en overbøiet Bue, der er dannet enten som en Halvelipse eller som en Parabel, saa vil de under fuld Belastning ikke blive udsat for Bøiningsmomenter, og Tryklinien bliver altsaa liggende i Midten af Vægtykkelsen.

Man kan imidlertid under visse Omstændigheder, som f. Ex. under Jordmassens Paafyldning eller Overførsel af tunge Gjenstande ikke undgaa et ulige Tryk og altsaa Bøiningsmomenter.

Af denne Grund gjøres altid Væggene adskillig tykkere end den Tykkelse, man finder ud ved theoretiske Beregninger.

Det indlagte Jernnet tilbyder derhos fuld Sikkerhed, idet tilfældig opstaaende Strækspændinger optages af det.

Man har dels brugt at lægge Jernnettet saaledes, at det nøiagtig følger Midtlinien, og dels saaledes, at det ligger nærmest Buens indre Flade.

Sidstnævnte er det almindeligste i den nyeste Tid.

I Gjennemløbsaabningens Fodplade maa derimod Jernnettet indlægges afvexlende ved ydre og indre Flade, saaledes som Fig. 19 viser; thi her vexler Bøiningsmomenterne.

Bunden udsættes nemlig for et Tryk, der virker nedenfra opad, og som altsaa vil søge at bøie den op i Midten, medens Enderne holdes nede ved Sidevæggenes Tryk ovenfra nedad.

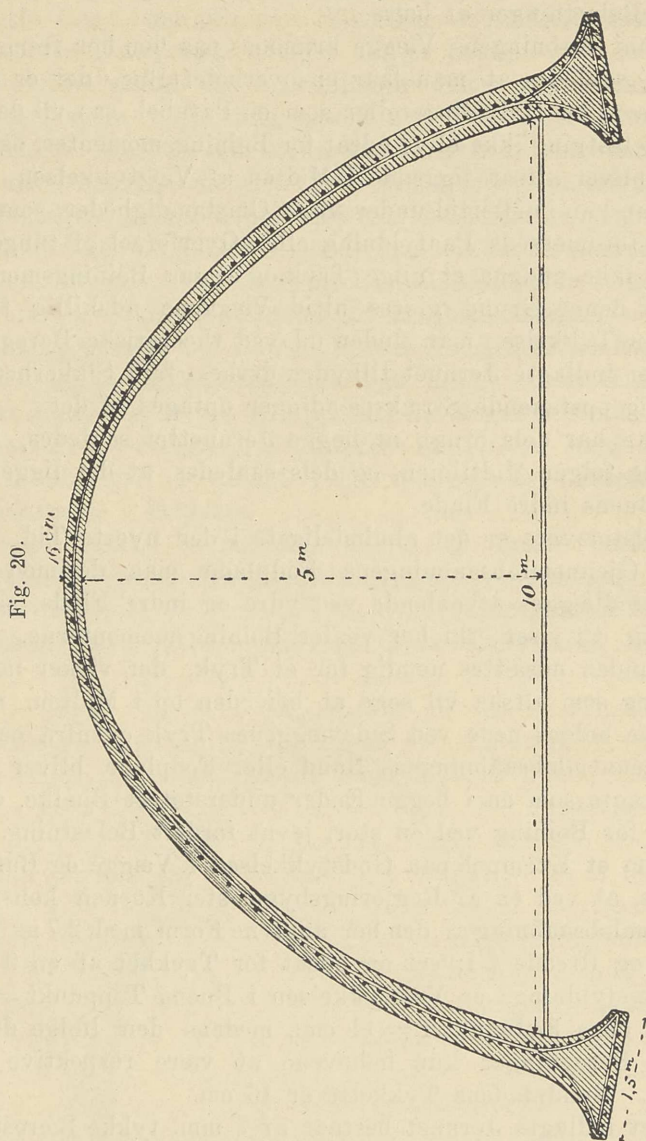
Gjennemløbsaabningens Bund eller Fodplade bliver altsaa at betragte som en i begge Ender understøttet Bjælke, der udsættes for Bøining ved en stor, jevnt fordelt Belastning.

Som et Exempel paa Godstykkelsen i Vægge og Bund kan anføres, at ved en af Regjeringsbygmester Koenen konstrueret Gjennemløbsaabning af den her angivne Form med 2,7 m. største Høide og Bredde i Lyset og udsat for Trykket af en 9 m. høj Jernbanefyldning, er Vægtykkelsen i Buens Toppunkt = 7 cm. og ved dens Fodpunkter = 14 cm., medens den ifølge de theoretiske Beregninger kun behøvede at være respektive 3,7 og 9,3 cm. Bundpladens Tykkelse er 16 cm.

Det indlagte Jernnet bestaar af 7 mm. tykke Bærestænger og 5 mm. tykke Fordelingsstænger. Maskevidden er 6,5 cm.

Ved en for Wickau—Warger Damanlæg i Königsberg (i Preussen) bygget Gjennemløbsaabning med 2 m. Bredde nedetil 1,9 m. Høide og udsat for et Tryk = 9000 kg. pr. m².

er Vægtykkelsen i Toppen kun 5 cm. og Bundpladens Tykkelse blot 10 cm.



Bundpladens Bredde er i dette Tilfælde 3 m., og i ovenstaaende Exempel 4,6 m.

Ved en i Feltow i Berlin under Dampsporvognbanens Fyldning anbragt 2 m. bred og 1,5 m. høi parabolisk Gjennem-

løbsaabning er Trykkelsen i Buens Toppunkt = 10 cm. og ved Foden = 15 cm.

Hvis Bunden, hvorpaa Gjennemløbsaabningen hviler, ikke er løs og sammenpresbar, men bestaar af fast Fjeld, saa er det overflødigt at anbringe nogen fælles Bundplade for begge Vægge til Trykkets jevne Fordeling.

Under saadanne Omstændigheder kan Gjennemløbsaabningen konstrueres, som vist i Fig. 20, der eksempelvis fremstiller en af de største Aabninger paa Venezuela-Jernbanen.

Tversnittet er her som ved alle Gjennemløbsaabninger og Tunneler ved nævnte Bane eliptisk.

Spændvidden er 10 m. og Pilhøiden 5 m. Buens Trykkelse i Toppen = 16 cm.

Da Bunden bestaar af Fjeld, saa har man kun at sørge for at skaffe hvert Bueben en fast Fod af saadan Størrelse, at Trykket pr. Fladeenhed mod Fjeldvæggen ikke overskrider den tilladelige Grændse.

Denne Fod er, som Figuren viser, let at fremstille ved en Udvidelse nedentil til begge Sider af Hvælvtrykkelsen samt Indlægning sammesteds af 2 Jernnet, som forenes ved et Tvernet ved Fodsaalen.

Naar Gjennemløbsaabningen ikke behøver at være større end 2 m., og Belastningen ikke er overdreven stor, kan man, som foran nævnt, med Fordel anvende cirkulære eller ægformede *Monierrør*, der leveres fuldt færdige fra Fabrikanten i Længder paa 1 m., og sammensættes saaledes, som nedenfor nærmere skal beskrives under Monierkonstruktionernes Anvendelse i Vandbygningskunsten.

Med Hensyn til Spørgsmaalet om, hvor store Belastninger saadanne Rør kan taale at bære, henvises til foran anførte Belastningsprøve i Königsberg i April 1888, ved hvilken Leilighed et Monierrør med 2 m. Diameter og 10 cm. Vægtykkelse udsattes for et Tryk af indtil 21200 kg. pr. m².; men dette Rør havde rigtignok ogsaa 2 Jernnet, et ved indre og et ved ydre Begrænsningsflade.

Professor Bauschinger i München har i November 1891 prøvet Styrken af mindre Monierrør med tyndere Vægge og kun 1 Net.

Han fandt, at Brudbelastningen for et Rør af 50 cm. Diameter og 1 m. Længde med 2,5 cm. Godstykkelse var 11130 kg., jevnt fordelt.

Ved en Belastning af 10560 kg. blev dette Rørs vertikale Diameter 27,7 mm. mindre og den horizontale Diameter 22,65 mm. større. Det blev altsaa en Smule fladtrykt.

Et ægformet Monierrør med Diameter = 20×30 cm. og Godstykkelse = 2 cm. samt Længde = 1 m. taalte at bære indtil 15340 kg. pr. m²., førend det brast.

Ved en Belastning af 14080 kg. blev dette Rørs vertikale Diameter formindsket med 7,05 mm. og den horizontale forøget med 9,8 mm.

For at vise, hvilken overordentlig Bæreevne Monierrørene har i Sammenligning med glasserede Lerrør, forsøgte Professor Bauschinger ogsaa et saadant med 18 cm. Diameter og 3,2 cm. Vægtykkelse; men dette brast pludselig, da Belastningen var naaet til 2930 kg. pr. m².

Ved en Belastning af 1530 kg. pr. m². havde dets Diameter forandret sig kun om 0,1—0,2 mm.

Naar Gjennemløbsaabningerne dannes af Monierrør, saa har man mange Steder, hvor Bunden bestaar af Fjeld, anordnet Ledningen saaledes, at Rørene følger Bundens naturlige Krumning og Fald, idet man blot har udjævnet mindre Ujevnheder med Beton.

En saadan Anordning er fremstillet i Fig. 21 i Længdesnit og Fig. 22 i Tversnit.

Indtagsaabningen udvides tragtformig for bedre at optage Vandet og hindre Undervaskning eller Omspyling.

Det er ikke forbundet med nogen Vanskelighed at fremstille saadanne krumme Former med stadige Overgange ved Anvendelse af Monierkonstruktioner.

Forskjellen mellem Udgifterne ved et saadant krumliniet og et retliniet Gjennemløb er ogsaa ganske ubetydelige. Derimod vilde det koste meget mere at danne en Gjennemløbsaabning af Murværk eller af stampet Beton med trappetrinsformig Bund.

Konstruktioner af Jernbanetunneler efter Moniers System sker efter samme Principer som foran beskrevet ved Gjennemløbsaabninger for Vand og Brohvelv, saa nogen nærmere Beskrivelse her ansees overflødig.

Som Exempel kan anføres den 290 m. lange Calvario-Tunnel paa den store Venezuela-Jernbane.

Sluttelig bemærkes, at Monierkonstruktionerne ogsaa kommer til Anvendelse i Veibygningsteknikken ved Brolægningsarbejder,

Fig. 21.

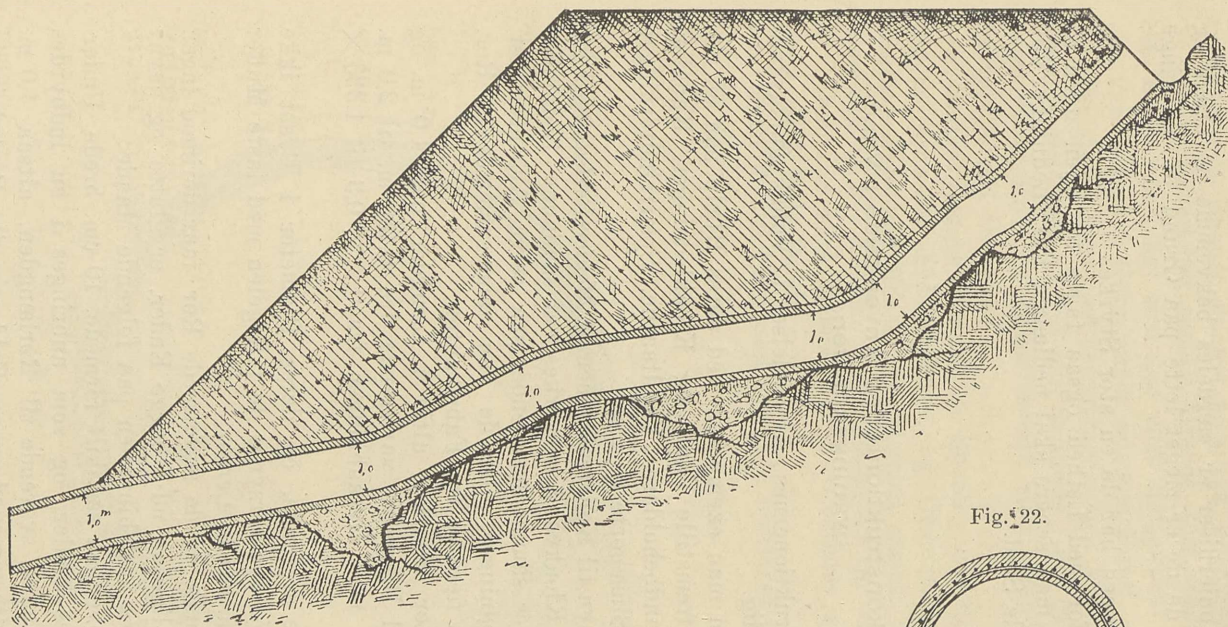
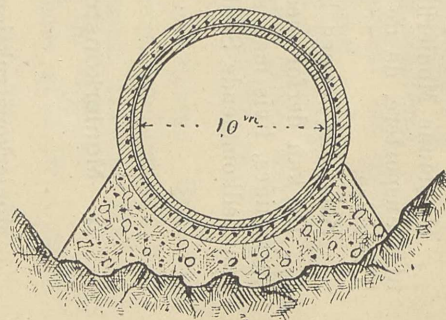


Fig. 22.



nemlig i Form af tynde Plader eller Fliser til Belægning af Fortouge og Gaardspladser.

Saadanne Monierfliser er særdeles bekvemme at bruge og at transportere, da de er meget lette paa Grund af sin ringe Tykkelse.

Samtidig hermed har de en stor Styrke.

De kan derfor med Lethed ogsaa tages op igjen uden at beskadiges, hvis man senere skal nedlægge Rør, Ledninger etc. paa vedkommende Sted.

d. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Vandbygningskunsten.

Monierkonstruktionernes Anvendelse i Vandbygningskunsten er mangesidig.

Saaledes kan man eksempelvis ved deres Hjælp paa en udmærket Maade fremstille Vand- og Kloakledninger, Kanaler, Vandbasiner, Vandbeholdere, Vandtaarne, Spærreindretninger ved Vandværk, Sluseporte o. s. v.

1) Med Hensyn til Konstruktionen af *Monier-Rørledninger* for rent Vand eller Kloakvand bemærkes, at saadanne Ledninger enten kan udføres sammenhængende paa selve Arbejdsstedet, altsaa uden Skjødninger, eller de kan sammensættes af Rør, der leveres fuldt færdige fra Fabrikanten.

Saadanne Rør tilvirkes altid i Længder paa 1,0 m. og enten runde med Diametre varierende fra 0,150 m. til 2,0 m. eller ægformede med Lysaabninger fra $0,2 \times 0,3$ til $1,333 \times 2,00$ m.

Naar Rørene er runde, og deres Diameter i Lyset ikke overstiger 0,50 m., saa forsynes de i Regelen med faste Muffer i Lighed med glasserede Lerrør.

De større runde og de ægformede Rør faar derimod ingen Muffer. De ser ligedan ud i begge Ender, er glatte og jevne overalt og forenes med hinanden paa følgende Maade:

De lægges ovenpaa særskilt formede, 10 cm. brede Underlag, der benævnes Sadler, og som anbringes i en indbyrdes Afstand fra hinanden, svarende til Rørlængden, altsaa 1,0 m. fra Midte til Midte, og med samme Fald som det, Rørledningen skal have.

Naar Sadlerne er anbragte i sin rette Stilling, smøres over den indre Sadelflade et ca. 2 cm. tykt Lag Cementmørtel, hvori nedlægges et Baand, dannet af stærk Jerntraadug (Rørvæv).

Dette Baand har samme Bredde som Sadlerne, altsaa 10 cm., og er saa langt som den ydre Rørperiferi, saa at det altsaa kan lægges 1 Gang rundt udenom Røret.

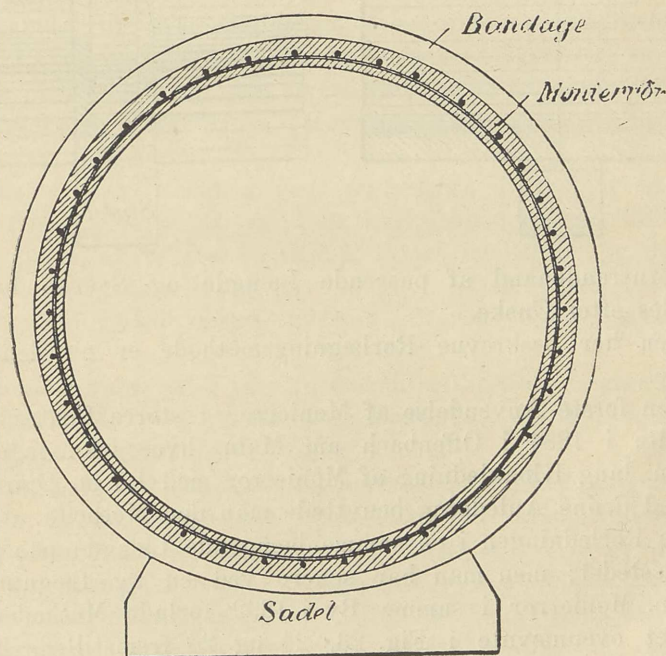
De glatte Rørender overstryges med Cementmørtel, hvorefter Rørene lægges ned paa Sadlerne i den friske Mørtelseng, saaledes at Enderne støder stumpt mod hinanden, og Fugerne er fyldte med Cement.

Derpaa lægges ovennævnte Baand rundt Rørene. Baandets Ender forbindes med hinanden, og Cementmørtel presses ned imellem Baandets Masker og udenpaa samme, saa man faar en Bandage af $2\frac{1}{2}$ à 3 cm. Tykkelse og 10 cm. Bredde.

Den anvendte Cementmørtel tilberedes af 1 Del Cement og 1 til 3 Dele Sand.

Ovennævnte Forbindelsesmaade forklares nærmere af Fig. 23, 24 og 25.

Fig. 23.



Denne Forbindelse er meget solid og god. Rørledningen bliver herved indvendig ganske glat.

Sadler medsendes altid Rørene fra Leverandøren uden særskilt Godtgjørelse.

Fig. 24.

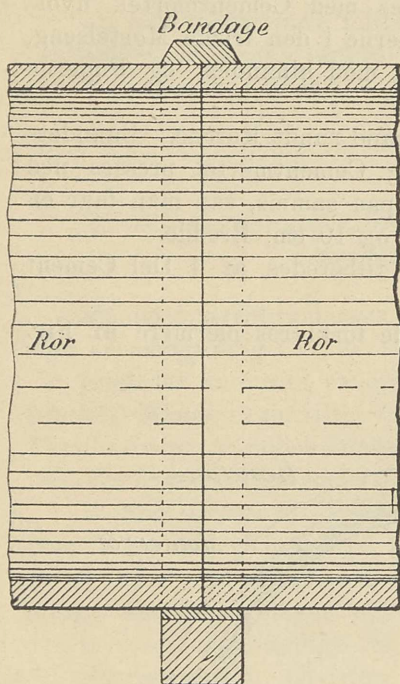
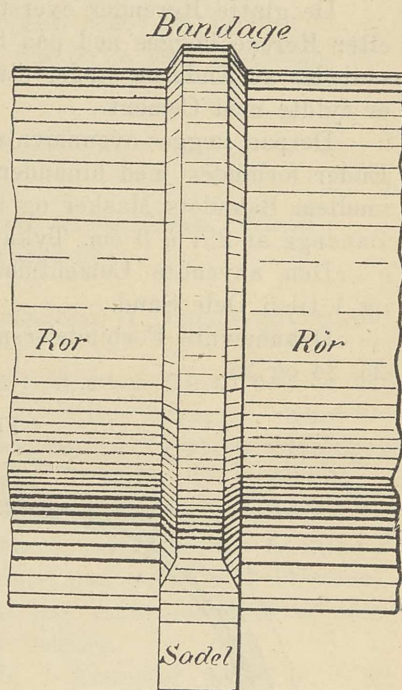


Fig. 25.



Jerntraadbaand af passende Længde og Styrke leveres ligeledes efter Ønske.

Den her beskrevne Rørlægningsmethode er nu den sædvanlige.

Den første Anvendelse af Monierrør i større Udstrækning begyndte i 1884 i Offenbach am Main, hvor man lagde en 1000 m. lang Kloakledning af Monierrør med 1,5 m. Diameter.

Ved denne Anledning benyttede man den Methode at forarbejde Rørledningen i en sammenhængende Længde paa selve Arbejdsstedet; men man har senere ved en ny Lægning af 8000 m. Monierrør i samme By i 1892 forladt Methoden og benyttet ovennævnte i Fig. 23, 24 og 25 fremstillede Fremgangsmaade, fordi at Rørene under Forarbejdelsen paa Stedet

blev lidt fladtrykte, idet de ved Vægten af den friske Cement forandrede sin Diameter i Høiden og Bredden med indtil 10 cm.

Med Hensyn til Jernnettets (Jernarmaturens) Anbringelse i Monierrør og Monierkanaler bemærkes, at Bærestængerne ligger i Planer, der staar lodrette paa Længdeaxen, medens Fordelingsstængerne ligger parallelt med denne.

Ved runde Rør faar altsaa Bærestængerne Cirkelform, medens Fordelingsstængerne er rette.

Nettet anbringes selvfølgelig paa det Sted, hvor Strækspændingen er størst. Ved Rør, udsatte for et ydre Tryk, lægges det derfor nærmest den indre Rørvæg, og ved Rør, paavirkede ved indvendigt Tryk, nærmest den ydre Begrænsningsflade.

Hvad Styrken eller Bæreevnen af saadanne Ledninger angaar, saa har vi tidligere under Redegjørelsen for Forsøgene i Königsberg i 1888 og Professor Bauschingers Forsøg i München 1891 paavist, hvor overordentlig stor denne er.

Her skal vi kun tilføie, at man ogsaa i Offenbach am Main i 1891 har foretaget en Række Belastningsforsøg med Monierrør.

Saaledes tog man blandt andet runde Rør med Diameter = 1,2 og 1,5 m. og belastede, førstnævnte med 7528 kg. og sidstnævnte med 16134 kg. paa hvert Rør, uden at disse undergik nogensomhelst Forandring. Godstykkelsen i disse Rør var respektive 5 og 6 cm.

Samme gode Resultat viste ægformede Rør, idet et saadant af Størrelse = $1,05 \times 0,7$ m. blev belastet med 6336 kg. og et andet af Størrelse = $1,5 \times 1,0$ m. med 9568 kg. pr. m².

Det er Sandsynlighed for, at man kunde have øget Belastningerne endnu mere, uden at Rørene vilde have forandret sig.

Monierrørene veier mindre end de glasserede Lerrør og har alligevel indtil 6 Gange saa stor Bæreevne, hvilket fremgaar af Professor Bauschingers Forsøg.

Naar man sammenligner Monierrørene med de i min «Haandbog for Husbygningskunst» Side 362—363 omtalte Betonrør, saa vil man finde, at Monierrørenes Vægt er betydelig mindre.

Dette fremgaar med Tydelighed af nedenstaaende Sammenligningstabel, der ogsaa har sin Interesse derved, at den viser Monierrørenes Godstykkelse samt deres Udsalgspris ved Fabriken i Berlin.

Form.	Dia- meter i Lyset mm.	Gods- tykkelse mm.	Vægt i kg. pr. løb. m.				Prisen paa Monierrør i Berlin.	
			Monier- rør.	Sadler til Monier- rørene.	Beton- rør.	Lerrør.	Mark.	Pfen- nige.
Runde Rør	150	15	18		38	25	1	70
med Muffe	175	16	24		47	30	2	—
—»—	200	18	34		62	35	2	40
—»—	250	20	44		90	50	3	—
Runde Rør	300	22	47	4	145	65	3	70
med Sadler	350	24	59	4	172	80	4	50
—»—	400	26	79	5	215	100	5	50
—»—	450	28	93	6	270	125	6	50
—»—	500	30	112	8	303	145	8	—
—»—	600	33	142	10	382	190	10	—
—»—	700	36	190	12	440	—	12	50
—»—	800	39	225	15	500	—	15	—
—»—	900	42	270	19	675	—	18	—
—»—	1000	45	320	26	—	—	21	—
—»—	1100	48	375	30	—	—	26	—
—»—	1250	53	470	38	—	—	33	—
—»—	1500	60	640	65	—	—	42	—
—»—	1750	75	935	88	—	—	56	—
—»—	2000	90	1280	110	—	—	72	—
Ægformede	300	18	35	3	—	—	3	30
Rør	350	20	48	3	142	—	4	50
med Sadler	400	22	66	4	175	—	5	30
—»—	450	24	81	4	230	—	6	80
—»—	500	27	106	5	290	—	8	50
—»—	550	31	156	8	430	—	11	—
—»—	600	35	183	11	715	—	14	50
—»—	700	40	255	13	950	—	18	50
—»—	800	45	330	16	—	—	22	50
—»—	1000	60	550	29	—	—	33	—
—»—	1200	65	655	35	—	—	44	—
—»—	1400	70	765	41	—	—	50	—
—»—	1600	75	910	49	—	—	58	—

Man kan, som tidligere anført, faa runde Monierrør, forsynet med Muffer, ogsaa for Størrelser over 250 mm., nemlig indtil 500 mm. Rør; men de falder da lidt dyrere end Monierrør med Underlag eller Sadler, idet nemlig Prisen bliver følgende:

300 mm.	Monier-Mufferør	=	Mark 4,00	pr. Rør.
350	— — — — —	=	» 4,90	— — — — —
400	— — — — —	=	» 6,00	— — — — —
450	— — — — —	=	» 7,00	— — — — —
500	— — — — —	=	» 8,80	— — — — —

Deres Vægt er ogsaa lidt større.

Man foretrækker derfor at anvende Sadler, saasnart den indvendige Rørdiameter overstiger 250 mm.; thi Sadlerne leveres gratis fra Fabriken.

Man vil af Priserne se, at Monierrørledninger falder forholdsvis billige, især naar Hensyn tages til de mange store Fordele, som saadanne Rør frembyder, til hvilke Fordele endnu kan føies den Omstændighed, at Ledningerne bliver absolut vand- og lufttætte, saa at man, f. Ex. ved Kloakledninger ikke risikerer, at Grunden inficeres.

2) Med Hensyn til Konstruktionen af store *Vandbeholdere* eller *Reservoirer* efter Moniers System skal bemærkes, at Bærestængerne i Jernnettet her ligedan som ved Rør anbringes i Planer, lodrette paa Axen, altsaa horizontale, og Fordelingsstængerne, der altid krydser Bærestængerne under rette Vinkler, følgelig vertikale.

Naar Beholderne ikke er udsatte for Stød etc., saa pleier man at lade den indbyrdes Afstand mellem Fordelingsstængerne være 4—6 Gange saa stor som mellem Bærestængerne. Saaledes er i Regelen sidstnævnte 4 til 6 cm., medens Afstanden mellem Fordelingsstængerne er 25 til 30 cm.

Godstykkelsen i Væggene er meget liden. Den pleier saaledes ved meget store Beholdere at være kun 5—7 cm. ovenfor og 12—13 cm. nede ved Bunden.

Det største hidtil konstruerede Monier Reservoir er et for Byens Vandværk i Leipzig med Rumindhold = 8000 m³.

Blandt andre store Vandreservoirer efter Moniers System kan noteres et for Vandværks-Selskabet i Paris med 16 m. Diameter, 5 m. Høide og 2000 m³. Rumindhold, et i Landau paa 800 m³. og et i Haddersdorf ved Neuwied paa 600 m³.

Forøvrigt findes et stort Antal Reservoirer med Indhold

fra 50—500 m³. i en Mangfoldighed af tyske og østerrikske Byer, som det vil føre for vidt her at regne op.

I Frankrig har man over 1000 Stkr. saadanne Monier-Vandbeholdere.

e. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Bjergværksdriften.

Monierkonstruktionerne kan i Bjergværksdriften være meget værdifulde at anvende ved vandtæt og gastæt Udbygning af Schakter og Stoller.

f. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Skibsbygningskunsten.

Ved forskellige Slags Transportskibe, saasom Petroleums- og Kornskibe, er Konstruktionen af store, vandtætte Beholdere efter Moniers System til Opbevaring af Petroleum, Korn o. s. v. af megen Betydning.

g. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Industriens Tjeneste.

Monierkonstruktionerne har faaet en udstrakt Anvendelse ved Fabrik anlæg og industrielle Etablissementer, blandt hvilke specielt skal fremhæves Bryggerier, Brænderier, Sukkerfabriker, Saltkogerier, Papirfabriker, Træsliberier, Garverier, Spinderier, Væverier, Farverier, Appreturanstalter, Gasværk, kemiske Fabriker, heri ogsaa indbefattet Træimpregnerings-Anstalter, Guano-fabriker, Gjødseltilberednings-Anstalter o. s. v.

Blandt den store Mangfoldighed af Gjenstande, hvortil Monierkonstruktionerne ved alle disse Anlæg med overmaade stor Fordel lader sig anvende, skal her kun noteres enkelte, saasom Stofkasser, Rørebøtter, Filtreringsbassin, forskellige Slags Hollændere, Gjæringskar, Maltkar, Tjæregruber, Gasometre, store Vandbeholdere, Sprittønder, Øltønder og mange andre Slags Beholdere saavel for flydende som for faste Stoffe.

Som Exempler paa udførte Anlæg i denne Retning vil vi kun henpege paa et Træsliberi i Waldhoff, en Papirfabrik og et Træsliberi i Unterkochen samt Spiritus-Brænderiet i Montières-les-Amiens.

Paa sidstnævnte Sted er bygget et Monier-Gasometer med 10 m. Diameter, 4 m. Høide og 340 m³. Rumindhold.

Endvidere skal noteres, at der i Leipzig er opført 24 store Monier-Fiskebeholdere og hos Müller i Kvittau 2 Sirupsbeholdere, hver paa 130 m³. Rumindhold.

Ved forskellige Fabriker anvendes ogsaa Monierkonstruktioner med stor Fordel ved Turbinanlæg og Vandledninger.

Saaledes er der f. Ex. ved Vaabenfabriken i Steyr (i Østerrige) udført 2 Monier-Turbinanlæg med 500 m. Vandledningsrør. Lignende Anlæg er udførte ved et Spinderi Urach og ved et Træsliberi i Dickenau.

Den Anvendelse, som Monierkonstruktionerne forøvrigt kan faa ved Fabrikbygningernes Opførelse, er tidligere behandlet under Husbygningskunsten, og skal derfor her kun nævnes.

h. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Gartneriets og i Landbrugets Tjeneste.

Da Monierkonstruktionernes Opfinder er Gartner, saa var det rimeligt, at de først kom til Anvendelse i Gartneriet til store Blomsterpotter og Vandbeholdere.

Senere har man med stor Fordel konstrueret Monier-Drivbænke og Monier-Drivhuse.

Disse har dobbelte Vægge og Gulv for Varmeledningerne.

I Landbrugets Tjeneste kommer Monierkonstruktionerne i væsentligst Grad til Anvendelse ved Opførelsen af Fjose, Stalde etc. for at beskytte ovenforliggende Hø- eller Halmbeholdninger mod Ødelæggelse ved de opstigende Dunster, saaledes som tidligere forklaret; men man har ogsaa draget stor Fordel af dem i mange andre Retninger, saasom ved Dræneringsanlæg, ved Opførelse af Gjødselgruber, Gjødselvandsbeholdere, Foderkrybber, Saltebaljer for Nedsaltning af Kjød o. s. v.

i. Monierkonstruktionernes Anvendelse i sanitære og i andre Øiemed.

De ved Ventilations- og Opvarmningsanlæg fornødne Friskluftskanaler, Varmekanaler, Evakuationskanaler og Røgkanaler lader sig med stor Fordel udføre efter Moniers System.

Saadanne Monier'ske Kanaler er navnlig udmærkede, naar de skal anbringes i Grundvandsterræn.

Ved den Anhalt'ske Bly- og Sølvhytte i Alexisbad ved Harzgerode Anhalt er opført en meget stor saakaldet «Flyvestøv-Kondensationskanal» efter Moniers System. Denne Kanal ligger paa Terrænets Overflade og har en Længde af over 500 m. Den har et kvadratisk Tversnit med ca. 3 m. Bredde og Høide.

Af andre Anvendelser af Monierkonstruktionerne i Hygienes Tjeneste maa nævnes Badeanstalter, hvor især Svømmebassiner, Badekar, Vandreservoirer og lette, tørre Skillevægge med stor Fordel kan udføres efter Moniers System.

Hvad Svømmebassiner angaar, skal bemærkes et, som er anlagt i 1891 ved Krigsskolen i Karlsruhe. Det er 13 m. langt, 7 m. bredt og 2,6 m. dybt.

Flere private Godsbesiddere har ogsaa anskaffet sig saadanne Monier'ske Svømmebassin.

Saaledes, f. Ex. Alfred Faber i Bränn, hvis Bassin er 14 m. langt, 10 m. bredt og 1,8 m. dybt, samt Weber i Clarens-Montreux, som har et Bassin paa 330 m³. Indhold.

Man har ogsaa flere Steder anlagt store Fiskebassiner og Aquariums-Beholdere efter Moniers System.

I Renovationsvæsenets Tjeneste anvendes Monierkonstruktionerne med Fordel som Klosetgruber og store Gjødselbeholdere ved Pudretfabriker udenfor Byerne.

De udenlandske Læger har fundet, at Monier'ske Operationssale er fortrinlige af den Grund, at de er saa lette at holde rene og at desinficere.

Hele Lazareth-Barakker af Monierkonstruktioner anbefales ligeledes af denne Aarsag.

Af andre Anvendelser af den Monier'ske Byggemethode skal sluttelig nævnes Indhegninger, Brønde, Vandspringbække-ner, Brolægning af Gaardspladse, Terrasser og Fortouge m. m.

3die Afsnit.

Monierkonstruktionernes Anvendelse i militære Øiemed.

Monierkonstruktionerne har blandt de udenlandske Ingeniør-officerer vakt en levende Interesse; thi det viser sig, at man i disse Konstruktioner har faaet et for den moderne Befæstningskunst fortrinligt Hjælpemiddel, der er tilfredsstillende, saavel fra et teknisk som taktisk og økonomisk Standpunkt betragtet.

Den Monier'ske Byggemethode kan med største Fordel anvendes saavel i den permanente som i den provisoriske Befæstningskunst, og vi skal derfor behandle hver enkelt af disse.

a. Den permanente Fortifikation.

Monierkonstruktionernes Anvendelse i den permanente Fortifikation er overmaade alsidig.

Man kan saaledes ved deres Hjælp fremstille Hvælv, der er fuldstændig skudsikre ligeoverfor Virkningen af de moderne Torpedo- eller Minegranater, endvidere Underbringelsesrum, Magasiner, Poterner, Rørledninger, Kanaler, Sænkbrønde, Broer og alle de andre Konstruktioner, som er omtalt i de foregaaende Afsnit, og hvortil vi derfor her maa henvise.

1) Med Hensyn til *bombesikre Monierhvælv* skal først bemærkes, at Forskjellen mellem disse og de tidligere beskrevne Monierhvælv for Broer m. m. kun bestaar deri, at Jernskelettet anordnes paa en noget forskjellig Maade.

Istedetfor at man ved almindelige Monierhvælv benytter tyk Jerntraad eller tynde, runde Jernstænger som Bærestænger,

saa anordnes disse ved de bombesikre Hvælv som smaa Gitterdragere.

Disse, der leveres færdige fra Fabriken, indlægges i Cementmassen paa samme Maade som Bærestængerne, kun med den Forskjel, at der anvendes et dobbelt Sæt Fordelingsstænger, idet nemlig saavel Gitterdragernes øvre som nedre Flanger forbindes med saadanne.

Forøvrigt er den praktiske Fremgangsmaade med Hvælvets Tildannelse aldeles, som før beskrevet.

Hvælvets Form bliver en Segmentbue med Pilhoide = $\frac{1}{10}$ af Spændvidden.

Dets Tykkelse i Toppen sættes ifølge de anstillede Skydeforsøg ved Cosel og Cummersdorf i Tyskland til 20 cm. for 5 m. Spændvidde.

For hver Meters Forøgelse eller Formindskelse af Spændvidden kan Hvælvtykkelsen forøges eller formindskes med 2 cm.

I Henhold hertil faar man altsaa følgende Hvælvtykkelser til nedenfor anførte Spændvidder.

Spændvidde i m.	Hvælvtykkelse i cm.
2 m.	14 cm.
3 —	16 —
4 —	18 —
5 —	20 —
6 —	22 —
7 —	24 —
8 —	26 —

Disse Hvælv kan taale med 10-dobbelt Sikkerhed en Belastning af 10 000 kg. pr. m².

De bør imidlertid ikke ligge blotstillede, saa at de kan udsættes for direkte at rammes af de fiendtlige Projektiler; men gives en Overdækning, der bestaar først af et Lag Sand af Tykkelse = 0,6 m., og derpaa af et 0,9 m. tykt Betonlag, dannet af den saakaldte $\frac{1}{4}$ -Beton, altsaa 1 Del Cement, 2 Dele Sand og 4 Dele Puksten.

Man har altsaa yderst et haardt Beskyttelseslag; derpaa et Sandlag, hvis Rolle er at fordele Trykket jævnt og absorbere

en stor Del af Stødets levende Kraft, og inderst Monierhvælv.

Ved denne Anordning faar man Hvælv, der har fornøden Modstandskraft mod Virkningen af de moderne Torpedogranater.

Det er især den Egenskab ved Monierkonstruktionerne, at de er elastiske, som gjør dem saa overordentlig modstandsdygtige.

Hvælvene kan blive deformede under Skydningen; men de styrter ikke sammen.

De udenlandske Skydeforsøg holdes vistnok hemmelige; men de skal have givet et overmaade tilfredsstillende Resultat.

Herfor taler ogsaa den Omstændighed, at Monierkonstruktionerne nu i stor Udstrækning anvendes som bombesikre Hvælv i Tyskland og Østerrige, hvor man har de to store Firmaer for Udførelsen af den Slags Konstruktioner, nemlig Aktieselskabet i Berlin med Regjeringsbygmester Koenen som Direktør og Ingeniør Wayss i Wien.

For nu at kunne faa en klar Forestilling om de Fordele, som opnaaes ved Monierkonstruktionernes Anvendelse som bombesikre Hvælv i den permanente Fortifikation, er det nødvendigt at fæste Opmærksomheden ved de Forandringer, som foregik med denne omkring 1886; thi da nødvendiggjorde som bekjendt Artilleriets Udvikling en fuldstændig Omvæltning paa Befæstningskunstens Omraade.

Det er især 2 Udviklingsfaser ved Artilleriet, som her kommer særlig i Betragtning, og som maatte fremkalde 2 tilsvarende Forandringer i Fortifikationen.

Man staar for det første ligeoverfor den forbausende Sikkerhed, hvormed Artilleriet skyder, selv paa de længste Afstande og mod de mindste Maal, og for det andet ligeoverfor Torpedogranaternes overordentlige Ødelæggelseskraft paa Grund af deres mineagtige Virkning.

Den første af disse farlige Egenskaber, nemlig Skudsikkerheden, tvinger Ingeniørofficeren til at gribe til det Middel at gjøre Befæstningerne saa lidet synlige som muligt med Minimums-Høide over Terrænet, og den anden Egenskab, Ødelæggelseskraften, søger han at neutralisere ved Hjælp af svære Overdækninger med Cementbeton, hvis ikke Høideforholdene tvinger ham til at gribe til de kostbare Panserkonstruktioner.

Disse to Hjælpemidler staar imidlertid i konstruktiv Henseende paa en vis Maade i Strid med hinanden; thi de svære Beton-Overdækninger kræver en stor Konstruktionshøide, altsaa en Hævelse tilveirs, hvilket jo direkte strider mod Usynligheds-Principet.

Før at raade Bod herpaa maa Ingeniøren gaa ned i Dybden med sine Arbeider; men en saadan Sænkning medfører jo mange Ulemper saavel i økonomisk Retning som i andre Henseender; thi store Jordmasser maa udgraves og bortføres, Rumene bliver fugtige og mørke, Transporten af Ammunition etc. besværlig, hvortil kommer, at Grundvandsforholdene kan lægge absolute Hindringer iveien for Sænkningen.

De anførte Modsætningsforholde vil klarest fremgaa ved Talexempler.

Før 1886 var Værkernes Kommandement (Relief) over Terrænet fra $5\frac{1}{2}$ til 13 m. eller i Gjennemsnit 8 m. Efter 1886 skal Ildlinien ikke hæve sig mere end $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ m. over Terrænet eller i Gjennemsnit 4 m.

Artilleriets Skudsikkerhed har altsaa bevirket, at Ingeniøren maa gjøre sine Værker i Gjennemsnit 4 m. lavere end før 1886, hvorhos han ved en hensigtsmæssig Udnyttelse af Terrænet og ved andre Foranstaltninger maa søge at gjøre Værkerne mindst muligt synlige; thi dette er det vigtigste Grundprincip i den moderne Befæstningskunst.

Hvad Bombesikkerheden angaar, saa kunde man før Torpedogranaternes Tid, før 1886, nøie sig med en Hvælftykkelse af ca. 1 m. Sten, medens man efter denne Tid anser det nødvendigt at anvende følgende Tykkelser af Hvælv, dannede af Cementbeton (1 Del Cement, 2 Dele Sand og 4 Dele Puksten):

2 m. Tykkelse i Toppen for Spændvidder fra	1— $2\frac{1}{2}$ m.	
$2\frac{1}{2}$ m.	—»—	—»— $2\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$ —
3 m.	—»—	—»— $5\frac{1}{2}$ —8 —

Disse Fordringer er opstillede af General Brialmont i hans sidste store Værk «les régions fortifiées» paa Basis af de nyeste Skydeforsøg og da navnlig Forsøgene i Bourges.

Man vil heraf se, at Fordringen til Bombesikkerhed efter 1886 nødvendiggjør en Forøgelse af Konstruktionshøiden med indtil 2 m., medens Artilleriets Skudsikkerhed fordrer en Formindskelse med 4 m.

Man tvinges følgelig til at gaa i Gjennemsnit ca. 6 m. dybere ned og støder da paa foran anførte Ulemper.

Hvis Grundvandsforholdene umuliggjør Sænkningen til den forønskede Dybde, og man som en Følge heraf maa slaa af noget paa Fordringerne, saa er Spørgsmaalet, hvilken af de to Fordringer man skal anse som den vigtigste, og da er de fleste nu enige om, at man først og fremst maa holde paa Usynligheds-Princippet som det vigtigste og stille Bombesikkerheden i 2den Række.

Det maa jo i og for sig selv ogsaa være en klar Sag, at hvis man kan unddrage sig for direkte Træffere ved at gjøre sig usynlig, saa er det den heldigste Løsning af Spørgsmaalet.

Gaar vi nu tilbage til Monierkonstruktionerne og lægger Mærke til Eiendommelighederne ved samme i Sammenligning med ovennævnte Fordringer og Modsætningsforholde, saa vil Monierkonstruktionernes store Betydning for den moderne Fortifikation med Tydelighed fremgaa.

Den Omstændighed, at Monierhvælvene er saa tynde og saa flade (Pilhøiden kun $\frac{1}{10}$ af Spændvidden), medens Betonhvælvene er saa tykke og saa høje (Pilhøiden ofte Halvparten af Spændvidden), bevirker nemlig, at Monierhvælvene med Bibehold af fuld Bombesikkerhed kræver en meget mindre Konstruktionshøide end Betonhvælvene, hvortil ogsaa kommer den Fordel, at det indre Rum kan udnyttes bedre.

Ved en mindre Konstruktionshøide kan Usynligheds-Princippet med større Lethed tilfredsstilles, uden at man behøver at gaa saameget ned i Dybden, hvorved man sparer Penge og opnaar mange andre Fordele med Hensyn til Rummenes Brugbarhed og Bekvemhed.

Den bedre Udnyttelse af de indre Rum er en direkte Følge af Hvælvenes Fladhed, hvorved man med Bibehold af samme Høide i Midten fra Gulv til Tag faar meget høiere lodrette Sidevægge (Vederlag).

Ja, selv om man formindsker Høiden i Midten adskillig i det Rum, som er overhvælvet med Monierhvælv, saa vil man alligevel faa meget bedre Plads i dette Rum til Opstabling af Krudtkoggere, Projektiler etc. end i et med fuldt Tøndehvælv overhvælvet høiere Rum; thi det ubenyttede Rum vil i sidstnævnte beløbe sig til ca. 33 Procent af det samlede Tver-snitsareal, medens der i førstnævnte kun tabs ca. 15%.

Herom vil enhver med Lethed overbevise sig ved at tegne op to saadanne Rum ved Siden af hinanden.

Skal man under Hvælvene i Projektilmagasiner ophænge Løbekraner med dobbelt Vandring for Projektilernes Manipulation, saa vil Fordelene ved de flade Monierhvælv i endnu stærkere Grad træde frem.

Hvis man istedetfor Monierkonstruktioner vilde vælge Panserkonstruktioner, saa vilde man vistnok opnaa Fordele i Retning af en yderligere Formindskelse af Konstruktionshøiden, men en saadan Foranstaltning vilde være meget uheldig i økonomisk Henseende og derfor ikke anbefalelsesværdig; thi Panserkonstruktionerne koster betydelig mere end Monierkonstruktionerne.

Ved sidstnævnte kan man i Virkeligheden fremstille bombesikre Hvælv paa den billigste Maade.

Samtidig hermed spares megen Tid, fordi Monierhvælvene er saa raske at udføre og tilsteder saa hurtig Benyttelse af Rummene.

2) *Poterner* lader sig med stor Fordel udføre efter Moniers Methode.

Man giver dem hensigtsmæssigst den foran i Fig. 19 fremstillede halveliptiske Form.

Naar den indvendige Bredde er 1,8 m. og Høiden 2,2 m., saa kan Buens Tykkelse være 13 cm. i Midten og 20 cm. i Nærheden af Fodpladen.

De bør omgives først med Sand og derefter med Beton.

Ved Monierpoternerne opnaar man stor Rumbesparselse, absolut Vandtæthed og fuld Bombesikkerhed samt mange andre Fordele, som vil fremgaa af det tidligere anførte.

Det er en Selvfølge, at Monierkonstruktionerne ogsaa er fortrinlige til Fremstilling af Kommunikationer under Gravbunden eller bag Contreescarpen.

Af andre Anvendelser af Monierkonstruktionerne i den permanente Fortifikation skal her paapeges følgende:

3) Alle Slags *Underbringelses- og Magasinrum*.

4) *Kordonafdekninger* over fritstaaende Mure og Beklædningsmure.

Saadanne Afdækninger kan let formes og bøies efter Murenes Tracé. De faar ingen Fuger og er derfor langt at foretrække for Sten.

5) Alle Slags *Skydehuller, Observationsaabninger, Lysschakter, Damp- og Røgaftrekskanaler* o. s. v. dannes med største Lethed

efter Moniers System som særskilt formede Kasser eller Rør, som i en Fart kan anbringes paa sin Plads i Murværket, medens det derimod kan være et vanskeligt, kostbart og tidsspildende Arbejde, at lade en Murer udføre nævnte Aabninger ved Murarbejde paa gammeldags Vis.

6) Smaa *Ammunitionsbeholdere* for Opbevaring af Gevær- eller Kanonammunition i en Jordfyldning lader sig med Fordel fremstille af Moniermasse.

De beskytter bedre mod Jordfugtigheden og har større Varighed end lignende Konstruktioner af Træ etc.

7) *Broer*.

8) Alle Slags *Kanaler og Rørledninger*, det være sig for rent Vand, Kloakvand, Ledninger for Damprør, for elektriske Kabler m. m.

I Berlin har man i sidstnævnte Øiemed nylig lagt 7 000 m. Monierrør.

9) *Sænkbrønde*, hvad enten det gjælder Brønde eller Cisterner for Opsamling af Vand, Brønde for Fjernelse af Overvand, de saakaldte «absorberende Brønde», eller Fundamenteringsbrønde, ved hvis Hjælp man trænger gennem et løst Bundskikt ned paa fast Byggegrund.

De «absorberende Brønde» eller «Faldschakterne» kan ofte være overmaade nyttige at have ved Fæstninger, hvor man paa Grund af Jordbundens Beskaffenhed og Terrænformationerne har vanskelig for at blive kvit alt overflødigt Overvand (Regn og smeltende Sne).

Naar en saadan Brønd nemlig føres gennem et vandstandsende Lerlag ned til et nedenfor liggende vandførende Grus- eller Sandlag, saa absorberer sidstnævnte Vandet, og man faar det derved væk ad korteste Vei.

Sænkbrønde af Monierrør er meget lettere at faa ned, end om man vil danne dem af Murværk etc. paa gammeldags Maner; thi man maa i sidstnævnte Tilfælde anvende Brøndkrands af Træ og Jern, medens saadan Krands ikke behøves ved Monierrørene. Disse er ligesaa lette at faa ned som Jernrør og samtidig meget billigere.

10) Monierkonstruktionerne lader sig med Fordel anvende i *Forbindelse med I-formede Jernbjælker* til en Mængde forskellige Konstruktioner, saaledes som allerede tidligere beskrevet.

Som bekjendt foreslog Oberstløjtnant Schumann i Anhanget

til sit Værk om Panserlavetter i 1885 en Række Konstruktioner af I-formede bøiede Jernbjælker og Murstenskipper, som han kaldte «Bugelkonstruktionen».

Schumann fremhævede, hvilke store Fordele han opnaaede ved disse Buekonstruktioner.

De skulde blandt andet ogsaa være modstandsdygtige mod Torpedogranaterne, fordi de var elastiske, hvorhos de var billige og raske at udføre.

Afstanden mellem de bueformede I-Bjælker var i Regelen 1 m., og Murstenskipperne mellem disse havde en Tykkelse = 25 cm. (1 Sten).

De anvendtes til Underbringelsesrum af alle Slags, til Gallerier bag Contreescarpen o. s. v.

Hvis man nu indfører den Forandring ved de Schumann'ske Buekonstruktioner, at man anvender Monierkapper mellem I-Bjælkerne istedetfor Teglstenskipper, saa opnaaes uhyre Fordele; thi Afstanden mellem Bjælkerne kan forøges til 2,5 m. og Monierkapperne behøver ikke større Tykkelse end 8 cm.

De kan da med 10-dobbelt Sikkerhed taale et Tryk af 7500 kg. pr. m².

Naar denne Konstruktionsmaade benyttes ved Underbringelsesrum, som man vil have særdeles tørre og luftige, enten fordi de skal beboes, eller fordi de skal tjene som Opbevaringsrum for Gjenstande, der ikke taaler Fugtighed, saa bør man indvendig anvende en Beklædning med de tidligere omtalte Gipsplanker («Gipsdielen»), der kun behøver at være 5 cm. tykke, og som med største Lethed anbringes saaledes, at man faar et Luftrum mellem Monierkapperne og Gipsklædningen.

Da Gipsplankerne i Almindelighed leveres fra Fabrikanten (Ingeniør Wayss i Wien) i Længder paa 2,5 m., saa svarer de netop til Afstanden mellem Bjælkerne. Deres Bredder er 20—25 cm.

Jernbjælkerne omgives fuldstændigt af Cement og faar derved den virksomste Beskyttelse mod Rust.

Det er en Selvfølge, at denne Kombination af I-Bjælker og Monierkapper ogsaa bør omgives af et Sandlag og Beskyttelsesdække, saa den ikke udsættes for direkte Træffere.

11) Der kan forøvrigt i den permanente Fortifikation forekomme en *Mængde andre Ingeniørarbeider*, hvortil Monierkonstruktionerne med største Fordel kan anvendes.

Nogen Opregning af alle saadanne Arbeider ansees her uforfødt, da man i 2den Afsnit vil finde den fornødne Veiledning i denne Henseende.

12) Vi maa til Slutning kun fremhæve, at Monierkonstruktionernes Anvendelse i Fortifikationens selvfølgelig er fuldstændig uafhængig af, hvilket Befæstningssystem man vælger.

Den Lethed, hvormed Monierkonstruktionerne kan fremstilles i alle mulige Former, gjør dem i lige høj Grad anvendelige overalt, hvad enten Befæstningerne er byggede efter den tyske eller den franske Skole, efter Schumann's, Brialmont's eller andre Ingeniørers Ideer.

b. Den provisoriske Befæstningskunst.

Vi har tidligere seet, med hvilken overordentlig Hurtighed Monierkonstruktionerne kan udføres, naar man har de fornødne Materialier paa Arbejdsstedet.

Det kan være tilstrækkeligt i saa Henseende at henvise til de store østerrigske Broarbeider, hvor svære Monierhvælve er fuldførte i Løbet af 1 Dag.

Allerede 4 à 5 Dage efter Fuldførelsen har Konstruktionerne opnaaet saadan Styrke og Tørhed, at de er færdige til at tages i Brug.

Disse heldige Omstændigheder bevirker, at Monierkonstruktionerne ogsaa maa komme til at faa en stor fremtidig Betydning for den provisoriske Befæstningskunst.

Man maa da kun sørge for paa Depoterne at have Oplag af Cement og Jern i Form af Jerntraad, tynde, runde Jernstænger og Buegitterdragere. Herfor kan intet være til Hinder.

Transporten af disse Materialier fra Depoterne til det Sted, hvor Befæstningerne skal anlægges, vil heller ikke medføre Vanskeligheder, da de ikke indeholder store, tunge og vanskeligt transportable Gjenstande, men kun Smaating, der kan trækkes af en enkelt Hest.

Man vil maaske gjøre den Indvending, at det ikke kan nytte at anvende Monierkonstruktionerne i Felten af den Grund, at man vil mangle Folk, der forstaar sig paa Arbejdets praktiske Udførelse.

Hertil skal imidlertid bemærkes, at det er en saa simpel Sag at udføre Monierkonstruktionerne, at det kan ske ved Hjælp af almindelige Arbeidere uden særskilt Haandværkskyndighed, naar blot den, der leder Arbeidet, forstaar sig paa Sagen.

Et klart Bevis herpaa har man ved Udførelsen af foran omtalte store Monierbygninger i Kamerun i Afrika 1891. Den svære Regjeringsbygning sammesteds udførtes i fuldt færdig Stand i Løbet af $3\frac{1}{2}$ Maaned, uagtet man kun havde indfødte Arbeidere, altsaa rent vilde Mennesker uden nogen Haandværkskyndighed.

Aktieselskabet for Monierkonstruktioner i Berlin sendte kun Cement, Jern, Gips, Haardgipsplanker, Jernkonstruktioner, Døre og Vinduer med et Dampskib. Hermed fulgte Ingeniør Schran samt en Opsynsmand.

Disse ledede Arbeidet og fuldførte samme i den korte Tid uden anden Hjælp end de Indfødte.

Man staar altsaa ikke ved Monierkonstruktionernes praktiske Udførelse ligeoverfor saadanne Vanskeligheder som ved mange andre Arbeider, som f. Ex. et almindeligt Murarbejde, hvortil kræves særskilt øvede Murere.

Heri ligger ogsaa netop en af Fordelene ved Monierkonstruktionerne, som gjør dem anbefalelsesværdige til Anvendelse i den provisoriske Befæstningskunst.

Denne Gren af Befæstningskunsten vil vistnok komme til at spille en betydningsfuld Rolle i Fremtiden.

Den er jo forholdsvis ny og tilhører vort Aarhundrede, idet den bragtes i Anvendelse første Gang 1809—1810 af Wellington ved Befæstningen af Linierne Torres-Vedras.

Senere saa man den anvendt ved Sebastopols Forsvar 1853—1855.

De sidste 40 Aars Krigshistorie viser, at de provisoriske Befæstninger har spillet en større og større Rolle.

Man behøver saaledes kun at kaste Blikket paa Dannevirkestillingen i 1864, paa Befæstningerne ved Dresden, Verona og Brohovedet ved Florisdorf for Dækningen af Wien 1866, paa de provisoriske Befæstninger ved Paris, Belfort og Langres under den tysk-franske Krig 1870—1871 samt paa Befæstningerne ved Plewna, Adrianopel og Tschataldscha under den russisk-tyrkiske Krig 1877—1878.

Den mest berømte af disse er jo Plewna-Stillingen.

Efter den Tid har flere Autoriteter paa Befæstningskunstens Gebet endog gaaet saa vidt, at de har anbefalet, at man for Fremtiden burde slutte med Anlægget af permanente Befæstninger og kun holde sig til de provisoriske à la Plewna, idet man skulde sørge for at have Oplag af de fornødne Byggematerialier liggende fuldt færdige paa Depoterne.

Det forholder sig jo ogsaa saaledes i Virkeligheden, at Anlægget af permanente Befæstninger har sine Betæneligheder af den Grund, at den uafbrudte Kamp, som finder Sted mellem Artilleristerne og Ingeniørerne om Overlegenheden i Angrebet eller i Forsvaret medfører, at Konstruktioner, som Ingeniørerne idag finder udmærkede, imorgen ikke længere duer.

Som en Følge heraf maa der stadig foretages Forandringer, Ombygninger og Forstærkninger, der har slugt uhyre Pengesummer.

Den permanente Befæstningskunst har derfor faaet sine ivrige Modstandere, som mener, at alle de bortkastede eller nedgravede Millioner kunde have været anvendt paa en langt bedre Maade til rigere Udrustning og Bevæbning for Hærvæsenets mobile Elementer, for Tropperne.

Vi skal ikke her gaa ind paa nogen nærmere Drøftelse af disse vidtløftige Forholde; men kun fremhæve, at alt tyder paa, at den provisoriske Befæstningskunst vil komme til at spille en stor Rolle i Fremtiden.

Hertil vil ogsaa Monierkonstruktionerne i væsentlig Grad bidrage, saa de ogsaa i denne Henseende kan blive af epokegjørende Betydning; thi der er ved disse indført et nyt Konstruktionselement, som bringer den provisoriske Befæstningskunst ud af den slemme Knibe, hvori den kom i 1886 ved Torpedogranaternes Fremtræden.

Uden Monierkonstruktionernes Hjælp vilde det ikke være godt at vide, hvorledes man skulde kunne tilveiebringe fornøden Beskyttelse mod ovennævnte moderne Ødelæggelsesmidler; thi de Materialier, som man tidligere har benyttet i den provisoriske Befæstning, er utilstrækkelige i dette Øiemed.

Ved Monierkonstruktionerne kan man derimod paa en meget let Maade skaffe fuldstændig bombesikre Underbringelsesrum, saaledes som vi foran har seet.

Man kan faa disse Konstruktioner saa stærke, som man vil. Der er saa at sige næsten ingen Grændse herfor.

Det beror da paa de forhaandenværende Omstændigheder, specielt paa den Tid, man har til sin Raadighed, hvor langt man i denne Retning vil gaa ved de provisoriske Befæstninger.

Hvis man f. Ex. ikke opstiller strengere Fordringer, end at Konstruktionerne skal yde fuld Beskyttelse mod den Utaalighed af Granatsplinter, som udsendes fra exploderende Torpedogranater, eller mod Kardætschekugler, Geværprojektiler og andet saadant smaat Djævelskab, saa kan Jernnettet i Monierkonstruktionerne sammensættes kun af Jerntraad og tynde, runde Jernstænger; men hvis man forlanger fuld Beskyttelse mod direkte Træffere af Torpedogranaterne og disses mineagtige Virkning, saa maa de runde Stænger i Nettet ombyttes med Gitterdragere.

Naar der spørges om, hvad Monierkonstruktionerne egentlig skal bruges til i den provisoriske Befæstning, saa vil Svaret herpaa selvfølgelig blive, at den væsentligste Anvendelse vil være ved deres Hjælp at fremstille *skudsikre Underbringelsesrum af enhver Sort*, indrettede saaledes, at ikke alene Tropperne sammesteds bekvemt kan opholde sig og faa sikker Dækning for kortere eller længere Tid, men ogsaa saaledes, at de kan tjene som Opbevaringsrum for Ammunition og Forsyninger af forskellig Slags, for Materiel, Udrustning, Heste o. s. v.

Trangen til skudsikre Underbringelsesrum er jo voxet i overordentlig Grad siden 1886; thi man bliver nu udsat for en ganske anderledes Regn af Granatsplinter og Projektiler end tidligere, og endnu farligere bliver denne Regn derved, at Sprængstykkeerne og Kuglerne ikke alene kommer forfra, men ogsaa ovenfra, fra Siderne og endog bagfra, saa at det ikke hjælper, selv om man staar bag et Brystværn.

De moderne Torpedogranater har jo som bekendt en overordentlig Splintringssevne; thi de springer itu i ca. 30 Gange saa mange Stykker som Granater, der er fyldte med almindeligt Krudt.

Saaledes vil f. Ex. en 8,8 cm. Staalgranat af Vægt 6,64 kg., ladet med almindeligt Krudt, springe i 42 Stykker, medens samme Granat, fyldt med Skydebomuld, søndersplittes i ca. 1200 Stykker, der hvert kan virke dræbende.

Endnu farligere er maaske de nye østerrikske Granatkardætscher for 9 cm. Feltkanoner.

De er nemlig fyldte med 600 Smaakugler af 5 mm. Kaliber og har en central Ladning brisant Sprængstof. De har

Tidsbrandrør. Naar de springer, saa spredes Kuglerne rundt i alle Retninger. De farer frem i 800—1400 m. Afstand og tilbage 500—600 m. og har samme Virkning som Infanteriild.

En eneste saadan Granat svarer i Effekt til et Kompagni paa 200 Mand, der fremsendes til Granatens Explosionspunkt og her affyrer hver 3 Skud, altsaa ialt 600 Skud, med Repetergevær.

Enhver vil efter dette indse den absolute Nødvendighed af at have et meget stort Antal skudsikre Underbringelsesrum i provisoriske Befæstninger, og da der ikke findes nogen bedre Maade at danne disse Rum paa end ved Hjælp af Monierkonstruktionerne, saa vil man ogsaa samtidig faa det fulde Indtryk af disse Konstruktioners fremtidige Betydning.

Spørgsmaalet om, hvorledes man skal konstruere saadanne Monier-Underbringelsesrum i sine enkelte Detaljer, er besvaret allerede i de foregaaende Afsnit og skal derfor ikke her nærmere behandles.

Kun skal bemærkes, at Rummets Anordning selvfølgelig er betinget af Øiemedet med dets Anvendelse samt tildels ogsaa af, hvorledes den provisoriske Befæstning i sin Helhed skal anordnes, hvilket atter afhænger af Befæstningens Bestemmelse.

Det kommer jo i saa Henseende an paa, om den provisoriske Befæstningskunst skal anvendes til Fremstilling af et detacheret Fort, et Mellemværk eller til Dannelsen af Støttepunkter (Redutter) i en Position.

Sidstnævnte Anvendelse af den provisoriske Befæstningskunst vil sandsynligvis blive den, der kommer til at faa størst Betydning i Fremtiden.

Det er selvfølgelig ikke godt at sige, hvorledes man isaa-fald vil anordne Befæstningsanlæggene.

Tendensen synes at være den, at man vil anlægge Grupper af Redutter som Støttepunkter.

Afstanden mellem Redutterne inden hver Gruppe ansættes til 300—600 m., og mellem hver Gruppe til 1000—1200 m.

Sidstnævnte understøtter hinanden med Artilleriild, medens Understøttelsen mellem Redutterne inden hver Gruppe sker ved Geværild.

I Intervallerne mellem Redutterne i samme Gruppe anlægges Feltbefæstninger i Form af Stillinger for Infanteri og Batterier samt Trancheer, der danner dækkede Forbindelseslinier.

Ved en saadan Anordning af den provisoriske Befæstning vil Monierkonstruktionerne komme til Anvendelse som Underbringelsesrum i hver Redut samt tillige ogsaa i Intervallerne.

Hvilkensomhelst Methode man end maatte vælge for Befæstningernes Anordning, saa vil man under enhver Omstændighed stræbe efter at tilfredsstille det vigtigste Grundprincip, nemlig at gjøre dem saa lidet synlige som muligt ved en hensigtsmæssig Anvendelse af Terrænet og ved at give dem det mindst mulige Relief.

Da Monierkonstruktionerne ikke lægger Hindringer iveien for Tilfredsstillelsen af Usynlighedsprincippet, fordi de fordrer saa liden Konstruktionshøide, saa har man heri en yderligere Grund til at anvende dem i den provisoriske Befæstningskunst.

Man vil i Regelen klare sig med 15 cm. tykke Monierhvælv, for at faa fuld Bombesikkerhed.

Hvis man vil anordne de provisoriske Befæstninger i Overensstemmelse med Schumann's nyeste Forslag til saadanne, indtaget i «Internationale Revue» for 1886 (Juniheftet), saa kan dette ske ved simpelthen at sløife de Schumann'ske **I**-formede Buedragere med mellemliggende Murstenskapper og istedet anvende 15 cm. tykke Monierhvælv uden **I**-Dragere.

Det er en Selvfølge, at Monierkonstruktionerne vil faa Anvendelse i den provisoriske Befæstningskunst ikke alene til skudsikre Underbringelses- og Magasinrum, men ogsaa i mange andre Øiemed, som f. Ex. til Rørledninger, Brønde o. s. v.

4de Afsnit.

Monierkonstruktionernes Styrkeberegninger.

Det er selvfølgelig en Sag af aller største Betydning for Monierkonstruktionernes praktiske Anvendelse at have matematiske Formler, hvorefter deres Styrkeforholde kan beregnes.

Ingen forstandig Ingeniør eller Bygmester vil indlade sig paa at udføre den Slags Konstruktioner iblinde og lade det bero paa et Slumpetræf, om man har valgt de rette Dimensioner eller ikke.

Man vil jo under saadanne Omstændigheder enten komme til at begaa den Feil at gjøre Konstruktionerne for svage, eller man kan gaa for langt i modsat Retning og bruge mere Cement og Jern, end der i Virkeligheden behøves, hvilket jo kun er en Ødsling med Midlerne.

De anstillede Beregninger gaar hovedsagelig ud paa at bestemme Cementlagets Tykkelse og Tversnitsdimensionerne af Jernnettets Bærestænger, idet Belastningens Størrelse og Virke- maade paa Forhaand er given.

Jernnettets Fordelingsstænger sættes ved Beregningerne ganske ud af Betragtning; thi deres Rolle i Konstruktionerne er, som vi foran har seet, en ganske anden end Bærestænger- nernes.

Den Mand, som har Æren af at have grundlagt Theorien for Monierkonstruktionernes Beregning og udviklet de hertil fornødne Formler, der er i fuld Overensstemmelse med Resultatet af Belastningsprøverne, er Regjeringsbygmester M. Koenen i Berlin.

Han offentliggjorde sin Beregningsmethode 1886 i «Central- blatt der deutschen Bauverwaltung».

$$p : k = x : \frac{t}{2},$$

$$\text{altsaa: } p = \frac{2 \cdot k}{t} \cdot x,$$

hvor t betegner Monierpladens Tykkelse i cm.

Hvis alle Tryk summeres til en Resultant T , saa vil man ved Hjælp af Differential- og Integralregning finde dennes Størrelse at blive:

$$T = k \cdot \frac{t}{4}.$$

Man vil ved samme Slags Beregninger finde, at denne Resultant befinder sig i en Afstand fra den neutrale Axe = $z = \frac{t}{3}$.

Man kan paa samme Maade sammensætte alle Stræk til en Resultant S , og det er naturligvis en Selvfølge, at S og T for Ligevægtens Skyld maa være lige store og befinde sig i samme Afstand fra den neutrale Axe.

Da Monierkonstruktionerne er baserede paa det Princip, at Cementen skal overtage det hele Tryk og Bærestængerne i Jernnettet det hele Stræk, saa bliver selvfølgelig Stængerne indlagte netop paa det Sted, hvor Resultanten S befinder sig, altsaa i en Afstand fra den neutrale Axe = $\frac{t}{3}$ eller fra Pladens Underside = $\frac{t}{6}$, saaledes som tidligere nævnt.

Det Dreiningmoment, som disse Resultantkræfter fremkalder, og som svarer til Monierpladens Modstandsmoment, bliver = $T \cdot \frac{2}{3} t$.

Det er klart, at Modstandsmomentet maa være ligestort med det Maximummoment, som fremkaldes af de ydre vertikale Kræfter, altsaa med Brydningsmomentet; thi ellers vilde Ligevægt ikke finde Sted.

Betegnes dette Maximummoment af de ydre Kræfter med $M_{\max}$, saa har man altsaa den fundamentale Ligning:

$$M_{\max} = T \cdot \frac{2}{3} t,$$

$$= k \cdot \frac{t}{4} \cdot \frac{2}{3} t,$$

$$= k \cdot \frac{t^2}{6}.$$

Heraf faaes:

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{k}}$$

$$= 2,45 \sqrt{\frac{M_{\max}}{k}}$$

Hvis K betegner det største tilladelige Stræk i kg. pr. cm^2 . ved Bærestængerne og F disses samlede Tversnit i cm^2 , saa faar man følgende:

$$S = K \cdot F.$$

Da nu S er ligestor med T , og sidstnævnte er lig $k \cdot \frac{t}{4}$, saa har man:

$$K \cdot F = k \cdot \frac{t}{4},$$

$$\text{altsaa: } F = \frac{1}{4} \cdot \frac{k}{K} \cdot t.$$

Er Pladens Bredde i cm. = b , saa faar man:

$$M_{\max} = k \cdot b \cdot \frac{t^2}{6},$$

$$\text{altsaa: } t = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{k \cdot b}}.$$

Hvis Bærestængernes samlede Tversnit i cm^2 . for Bredden b betegnes med F_b , saa har man:

$$F_b \cdot K = k \cdot \frac{t}{4} \cdot b,$$

$$\text{følgelig: } F_b = \frac{k}{K} \cdot \frac{t \cdot b}{4}.$$

Vi har tidligere i 1ste Afsnit under den nærmere Redegjørelse for Monierkonstruktionernes Anordning omtalt, at man kan gaa ud fra følgende tilladelige Paakjendinger for Tryk og Stræk:

$$k = 30 \text{ kg. pr. cm}^2.$$

$$K = 750 \text{ —»—}$$

Indsættes disse Værdier i ovenstaaende Formler, og man for Simpeltheds Skyld gaar ud fra en Pladebredde $b = 100 \text{ cm.}$, saa faar man:

$$t = \sqrt{\frac{M_{\max}}{500}} \text{ — — — — — 1)}$$

$$\text{og } F_b = t \text{ — — — — — 2)}$$

Disse Formler giver t i cm. og F_b i cm².

De opstilles som de endelige af Regjeringsbygmester Koenen, og de er ogsaa meget enkle og greie at benytte.

Vi skal imidlertid udvikle dem noget videre og opstille to andre Formler, der kan være hurtigere at regne med:

Hvis Pladen er udsat for en jævnt fordelt Belastning, hvis samlede Størrelse i kg. sættes $= P$, og dens Længde i cm., altsaa Afstanden mellem Understøttelserne, betegnes med l , saa vil de ydre Kræfters Maximumsmoment, altsaa Brydningsmomentet antage Udtrykket:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} P \cdot l.$$

Dette er nærmere paavist i min «Haandbog i Husbygningskunst», Side 74, Fig. 111.

Indsættes denne Værdi i Formel No. 1, erholdes:

$$t = \sqrt{\frac{P \cdot l}{4000}},$$

eller, hvis man vil have l udtrykt i Meter, hvilket er det sædvanligste:

$$t = \sqrt{\frac{P \cdot l}{40}}.$$

Betegner p den jævnt fordelte Belastning pr. m², saa har man, da Pladens Bredde er 1 m.:

$$P = l \cdot p,$$

$$\text{altsaa: } t = \sqrt{\frac{p \cdot l^2}{40}},$$

$$\text{eller: } t = l \sqrt{\frac{p}{40}} \text{ — — — — — 3)}$$

I denne Formel betegner p den samlede jævnt fordelte Belastning pr. m², altsaa saavel den permanente som den tilfældige.

Den kan for almindelige Beboelsesværelser sættes til 500 kg. som Maximum (se herom min «Haandbog i Husbygningskunst» Side 75).

Er Pladen udsat for et koncentreret Tryk (f. Ex. et Hjultryk) istedetfor en jævnt fordelt Belastning, og dette Tryk i kg. betegnes med Q , saa har man, naar Trykket virker paa Midten:

$$M_{\max} = \frac{1}{4} Q \cdot l,$$

$$\text{altsaa: } t = \sqrt{\frac{Q \cdot l}{2000}},$$

eller, hvis l skal udtrykkes i Meter:

$$t = \sqrt{\frac{Q \cdot l}{20}} \text{ — — — — — 4)}$$

Saa vel Formel 3 som 4 vil da, alt efter de ydre Kræfters Virkemaade, angive Monierpladens Tykkelse i Centimeter.

Hvad Bærestængernes Dimensioner angaar, saa vil man af Formel No. 2 finde det samlede Tversnit i cm^2 . for 1 m. Pladebredde at være:

$$F_b = t.$$

Kaldes Antallet af Bærestænger n , og Tversnittet af hver enkelt Stang i cm^2 . sættes $= f$, erholdes:

$$f = \frac{F_b}{n}$$

eller, hvis man vil have f angivet i mm^2 ., hvilket falder bekvemmere:

$$f = 100 \cdot \frac{F_b}{n} = \frac{100 \cdot t}{n}.$$

Betegner d Diameteren af hver enkelt Bærestang i mm., saa er, som bekendt:

$$f = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2.$$

$$\text{Man har altsaa: } \frac{1}{4} \pi d^2 = 100 \cdot \frac{t}{n},$$

$$\text{følgelig: } d^2 = \frac{400 \cdot t}{\pi \cdot n},$$

$$\text{eller: } d = \sqrt{\frac{400 \cdot t}{\pi \cdot n}}.$$

Indsættes her Værdien af $\pi = 3,1416$, erholdes:

$$d = \sqrt{127,3 \cdot \frac{t}{n}} \text{ Millimeter — — — — — 5)}$$

Vi skal nærmere illustrere Beregningsmetoden ved et Exempel:

Har man et Moniergulv, dannet af Monierplader, hvilende paa Jernbjælker, og Afstanden mellem disse er $= 1,5$ m., og den jevnt fordelte Belastning pr. m^2 . er $= 500$ kg., altsaa $l = 1,5$ og $p = 500$, saa findes af Formlerne 3 og 5:

$$\begin{aligned} t &= l \sqrt{\frac{p}{40}} \\ &= 1,5 \sqrt{\frac{500}{40}} \\ &= 5,3 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{og: } d &= \sqrt{127,3 \cdot \frac{t}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{127,3 \cdot 5,3}{n}} \end{aligned}$$

Vælger man nu 10 Stænger pr. m. og altsaa sætter $n = 10$, faaes:

$$d = \sqrt{67} = 8,2 \text{ mm.}$$

Forøges Bærestængernes Antal, bliver selvfølgelig hver Stang tyndere. Sættes f. Ex. $n = 15$, faaes:

$$d = \sqrt{45} = 6,7 \text{ mm.}$$

b. Monierhvælv.

α) Naar Hvælvformen er en *Parabel*, og Belastningen er jevnt fordelt, saa udsættes Hvælvets Indre kun for Tryk, fordi Tryklinien falder sammen med Parabelen.

Sætter man:

l = Spændvidden i m.

h = Pilhøiden i m.

b = Bredden, der antages $= 1$ m.

t = Tykkelsen i mm.

p = Belastningen pr. m^2 . i kg. paa Horizontalprojektion.

F_b = Bærestængernes samlede Tversnit i mm^2 . for Bredden 1 m.

n = Antallet af Bærestænger for Bredden 1 m.

f = Tversnittet af en Bærestang.

d = Diameteren af en Bærestang.

k = det største tilladelige Tryk paa Cementen = 30 kg. pr. cm^2 .

K = det største tilladelige Tryk paa Bærestængerne = 750 kg. pr. cm^2 .

$\frac{1}{m}$ = en Koefficient, der kan variere mellem $\frac{1}{20}$ og $\frac{1}{100}$,
saa kan t og F_b ifølge Koenen beregnes ved Hjælp af følgende Formler:

$$t = \frac{p \cdot l}{2} \cdot \frac{\sqrt{1 + \frac{l^2}{16 h^2}}}{k + \frac{1}{m} (K \div k)}$$

$$\text{og } F_b = \frac{100}{m} \cdot t.$$

Sætter man $\frac{l}{h} = 10$, hvilket Forhold er det sædvanlige ved Tag- og Brohvælv, saa faar man:

$$t = 1,35 \cdot p \cdot l \cdot \frac{1}{k + \frac{1}{m} (K \div k)} \text{ — — — — — } 1)$$

$$\text{Nu er: } f = \frac{F_b}{n} = \frac{100 t}{n \cdot m}.$$

$$\text{altsaa: } d = \sqrt{\frac{400 t}{\pi \cdot n \cdot m}} = \sqrt{127,3 \cdot \frac{t}{n \cdot m}} \text{ — — — — — } 2)$$

Er f. Ex. $l = 10$ m., $p = 500$ kg., $m = 30$ og $n = 10$, saa faar man:

$$\begin{aligned} t &= 1,35 \cdot 500 \cdot 10 \cdot \frac{1}{30 + \frac{1}{30} (750 \div 30)} \\ &= 125 \text{ mm,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{og } d &= \sqrt{127,3 \cdot \frac{125}{10 \cdot 30}} \\ &= \sqrt{53} \\ &= 7,28 \text{ mm.} \end{aligned}$$

β) Er *Hvælformen* en *Cirkelbue* med *Pilhøide* = $\frac{1}{10}$ af *Spændvidden*, saaledes som ovenfor nævnt, og *Bogstaverne* har samme *Betydning* som før, saa kan man anvende følgende *Formler*:

$$t = \frac{p \cdot l}{k} \left(0,617 + \sqrt{0,38 + \frac{1}{117} \cdot \frac{k}{p}} \right) \text{ — — — — — 1)}$$

$$\text{og } d = \sqrt{\frac{4 \cdot t}{\pi \cdot n}} = \sqrt{1,273 \cdot \frac{t}{n}} \text{ — — — — — 2)}$$

hvor altsaa saavel t som d faaes udtrykt i mm.

c. Monierrør.

α) For *cylindriske Rør* med *indvendigt Normaltryk* opstiller *Koenen* følgende *Formel*:

$$t = \frac{p \cdot r}{k + \frac{1}{m} (K \div k)}$$

Bogstavernes Betydning er her:

r = Rørets indre *Radius*.

p = *Normaltrykket* pr. *Fladeenhed* mod indre *Rørvæg*.

t = *Godstykkelsen*.

k = *Cementens tilladelige Strækpaakjending*, der kun kan sættes til 3 kg. pr. cm^2 .

K = *Smedejernets tilladelige Strækpaakjending* = 750 kg. pr. cm^2 .

$\frac{1}{m}$ = en *Koefficient*, varierende fra $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{100}$.

Rørlængden er forudsat = *Enheden*.

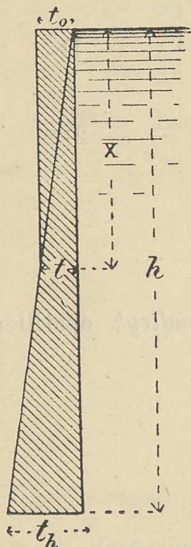
β) For *cylindriske Rør* med *Normaltryk udenfra* kan man anvende samme *Formel* kun med den *Forskjel*, at man for k og K indsætter *Værdierne* for de tilladelige *Trykpaakjendinger* altsaa $k = 30$ kg. p. cm^2 . istedetfor ovenfor 3 kg. og $K = 750$ kg. pr. cm^2 . *Smedejernet* taaler nemlig omtrent ligesaa stort *Tryk* som *Stræk*, medens *Forholdet* er ganske anderledes ved *Cementen*.

d. Fritstaaende Monier-Reservoirer.

Naar man skal beregne *Tykkelsen* af *Væggene* ved et fritstaaende *Vandreservoir* efter *Moniers System* (Fig. 27), saa

kan Tykkelsen t i Dybden x under Vandoverfladen beregnes af Formelen:

Fig. 27.



$$t = \frac{\alpha \cdot x \cdot r}{k + \frac{1}{m}(K \div k)} \quad \text{--- --- --- 1)}$$

hvor r betegner Vandbeholderens indre Radius, α = Vandets specifikke Vægt, k og K de tilfældige Stræk for Cement og Smedejern, og $\frac{1}{m}$ en Koefficient, varierende fra $\frac{1}{20}$ til $\frac{1}{100}$.

For Beholderens Bund vil man, naar den hele Vandhøide kaldes h , erholde:

$$t_h = \frac{\alpha \cdot h \cdot r}{k + \frac{1}{m}(K \div k)} \quad \text{--- --- --- 2)}$$

Naar $x=0$, saa skulde efter Formel 1 ogsaa t_o blive = 0; men da $\frac{t}{t_h} = \frac{x}{h}$, saa har man ved saadanne Konstruktioner kun at beregne Vægtykkelsen ved Beholderens Bund, altsaa t_h , medens Tykkelsen ovenil (t_o) giver den Størrelse, som er nødvendig for Konstruktionernes praktiske Udførelse, hvorefter Forbindelsen mellem disse Tykkelser, altsaa den ydre Reservoirflade, kan anordnes saaledes, som Fig. 27 viser.

INDHOLD

	Side
Fortale	III

1ste Afsnit.

Om Monierkonstruktionerne i sin Almindelighed

a. Deres historiske Udvikling og fremtidige Betydning	1
b. En nærmere Redegjørelse for Monierkonstruktionernes An- ordning	2
c. Betænkeligheder mod Monierkonstruktionerne	7
d. Anstillede Forsøg med Monierkonstruktionerne	11
e. Fordelene ved Monierkonstruktionerne	17

2det Afsnit.

Monierkonstruktionernes Anvendelse i den civile Bygningskunst

a. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Husbygningskunsten	27
b. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Brobygningskunsten	42
c. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Vei- og Jernbanebyg- ningskunsten	47
d. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Vandbygningskunsten	54
e. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Bjergværksdriften	60
f. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Skibsbygningskunsten	60
g. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Industriens Tjeneste	60
h. Monierkonstruktionernes Anvendelse i Gartneriets og Land- brugets Tjeneste	61
i. Monierkonstruktionernes Anvendelse i sanitære og i andre Øiemed	62

3die Afsnit.

Monierkonstruktionernes Anvendelse i militære Øiemed

a. Den permanente Fortifikation	63
b. Den provisoriske Befæstningskunst	71

4de Afsnit.

Monierkonstruktionernes Styrkeberegninger

a. Monierplader	78
b. Monierhælv	83
c. Monierrør	85
d. Fritstaaende Monier-Reservoirer	85

INDEX

Page

Introduction	1
Chapter I	10
Chapter II	20
Chapter III	30
Chapter IV	40
Chapter V	50
Chapter VI	60
Chapter VII	70
Chapter VIII	80
Chapter IX	90
Chapter X	100
Chapter XI	110
Chapter XII	120
Chapter XIII	130
Chapter XIV	140
Chapter XV	150
Chapter XVI	160
Chapter XVII	170
Chapter XVIII	180
Chapter XIX	190
Chapter XX	200
Chapter XXI	210
Chapter XXII	220
Chapter XXIII	230
Chapter XXIV	240
Chapter XXV	250
Chapter XXVI	260
Chapter XXVII	270
Chapter XXVIII	280
Chapter XXIX	290
Chapter XXX	300
Chapter XXXI	310
Chapter XXXII	320
Chapter XXXIII	330
Chapter XXXIV	340
Chapter XXXV	350
Chapter XXXVI	360
Chapter XXXVII	370
Chapter XXXVIII	380
Chapter XXXIX	390
Chapter XL	400
Chapter XLI	410
Chapter XLII	420
Chapter XLIII	430
Chapter XLIV	440
Chapter XLV	450
Chapter XLVI	460
Chapter XLVII	470
Chapter XLVIII	480
Chapter XLIX	490
Chapter L	500
Chapter LI	510
Chapter LII	520
Chapter LIII	530
Chapter LIV	540
Chapter LV	550
Chapter LVI	560
Chapter LVII	570
Chapter LVIII	580
Chapter LIX	590
Chapter LX	600
Chapter LXI	610
Chapter LXII	620
Chapter LXIII	630
Chapter LXIV	640
Chapter LXV	650
Chapter LXVI	660
Chapter LXVII	670
Chapter LXVIII	680
Chapter LXIX	690
Chapter LXX	700
Chapter LXXI	710
Chapter LXXII	720
Chapter LXXIII	730
Chapter LXXIV	740
Chapter LXXV	750
Chapter LXXVI	760
Chapter LXXVII	770
Chapter LXXVIII	780
Chapter LXXIX	790
Chapter LXXX	800
Chapter LXXXI	810
Chapter LXXXII	820
Chapter LXXXIII	830
Chapter LXXXIV	840
Chapter LXXXV	850
Chapter LXXXVI	860
Chapter LXXXVII	870
Chapter LXXXVIII	880
Chapter LXXXIX	890
Chapter LXXXX	900
Chapter LXXXXI	910
Chapter LXXXXII	920
Chapter LXXXXIII	930
Chapter LXXXXIV	940
Chapter LXXXXV	950
Chapter LXXXXVI	960
Chapter LXXXXVII	970
Chapter LXXXXVIII	980
Chapter LXXXXIX	990
Chapter LXXXXX	1000

