

# ESTRASE DIN ZIARE STREINE

## PODURI DE PEATRĂ BOLTITE CU ARTICULAȚIE

**Extras din Zeitschrift für Bauwesen.**

de D-lă Inginer STEOPOE.

### Introducere.

Indemnați prin succesele obținute în Franța la construirea podurilor de piatră cu lumina mare, au început și Inginerii Germani a prefera acest sistem de construcție, celui de fier.

În Württemberg unde materialul de piatră este escelent s'au făcut cele dintâi încercări de felul acesta.

Podul peste Nagold la Teinach, construit în anul 1882, a fost cel dintâi și cel mai mare construit în Württemberg după acest sistem. Experiențele făcute la construcția acestui pod au format punctul de plecare pentru progresele făcute în arta construcție bolților la podurile ce le vom descrie mai jos, de aceea credem a nu fi fără interes a espune mai întâiu principiile după care s'a executat podul sus numit.— Podul e construit cu culee perdue, el are o lumină vizibilă de 33<sup>m</sup> și o săgă de 33<sup>m</sup> deschiderea la nivelul fundamentelor însă este de 46<sup>m</sup>, lărgimea lui este de 6<sup>m</sup>,20.

Partea nevădută a bolței este executată la fundament din beton ear mai sus din zidărie de piatră brută cu mortar de ciment de Portland; partea vădută a ei, din boltări de piatră cu mortar de ciment de Portland. Cintrele au fost încărcate regulat cu toți boltării înainte de a se începe executarea bolței, pentru a evita mișcări ulterioare.

Rosturile la nascerea părții vădute a bolței nu s'au umplut imediat cu mortar ci distanța între petre s'a obținut prin intercalarea de sipci de lemn. În cele următoare s'a întrepus repede mortar de ciment în mod uniform de ambele părți. De odată cu cele din urmă opt straturi de la cheia s'au umplut cu mortar și rosturile de la nascere lăsate până atunci gole.— Bolta s'au lăsat 42 de zile pe

cintre pentru ca mortarul să se p<sup>o</sup>tă întări. Cu t<sup>o</sup>te că esecutarea bolței s'a făcut cu cea mai mare îngrijire, totuși la descintrare, ea s'a lăsat cu 43<sup>m</sup> și s'au produs și ôre cari crăpături la nașcerea din partea dr<sup>e</sup>ptă provenite din compresiunea terenului nisipos din fundament și a zidăriel din culée.

Cu t<sup>o</sup>te că aceste crăpături nu a periclitat intru nimic soliditatea podului, totuși se născu idea ca la viit<sup>o</sup>rele construcțiuni de poduri boltite ar fi necesar a se lua dispozițiuni cari se permită ôre-care mobilitate a bolței la descintrare.

Se știe că dacă curba de presiune este cuprinsă în treimea din mijloc a bolței nu se produc crăpăturile. Acest cas s'ar obține fără îndoială când am introduce articulațiuni în boltă. — În acest mod ar dispăre ori-ce nesiguranță în privința pozițiunii curbei de presiune și a travaliului materialului.

La podurile ce le vom descrie mai jos, nu s'au pus în boltă articulațiuni, dar s'au intercalat în rosturile de la cheie și naștere, plăc de plumb, cari ocupa cel mult treimea din mijloc a rostului. S'a ales pentru acest scop plumbul de ôre-ce la o presiune f<sup>o</sup>rte mare el cedează în sens lateral, fără ca prin ac<sup>e</sup>sta să și peardă coesiunea. Cedând în lături se mărește suprafața de presiune și prin urmare presiunea specifică devine mai mică

În prima vară anului 1885, s'au făcut mai multe experiențe asupra rezistenței plumbului în laboratorul Scoalei Polytechnice din Stuttgart.—Deși aceste experiențe nu sunt încă suficiente, totuși s'a putut constata până acum, că plăci de plumb m<sup>o</sup>le laminat de 1.5<sup>c</sup>m până la 2<sup>c</sup>m grosime pot suporta fără să se deforme o presiune de 120 atmosfere.

Lățimea plăcilor de plumb trebuie redusă la minimum ca se funcționeze ca articulațiune. Limita lățimei este ajunsă atunci, când presiunea pe 1<sup>c</sup>m<sup>2</sup> de plumb a atins 120 atmosfere — Acum se naște întrebarea dacă putem să admitem presiuni așa mari pe petrele bolței? — La aceasta. răspundem fără rezervă afirmativ. În adev<sup>e</sup>r va fi tot-dea-una posibil a pune plăcile de plumb între petre de o rezistență f<sup>o</sup>rte mare, ca Granitul și Basaltul precum se face la cusineții podurilor de fer, (la podul de la Coblenza peste Rin, avem pe cusineții de peatră 63 atmosfere, la podul de la Colonia peste Rin, avem 54 atmosfere). Afară de aceasta experiențele făcute de D. Durand — Claye în 1885, 86 asupra rezistenței petrilor încărcate parțial, au pus în evidență că presiunea specifică pe partea încăr-

cată din suprafață unui rost, pöte să fie cu mult mai mare de cât atunci când întregă suprafața rostului este uniform presată, fără ca să se sfărâme peatra.

Posițiunea cea mai favorabilă a curbei de presiune în boltă va fi atunci când placa de plumb de la cheie, va fi uniform presată la descintrare cu alte cuvinte când curba de presiune va trece prin mijlocul plăcei.—O atare procedare nu este posibilă a o esecuta în practica; se pöte însă cu siguranța face ca la inchierea bolței, boltari, să fie așezați ast-fel ca contactul lor cu placa să se facă uniform pe tóta suprafața ei. Curba de presiune se pöte acum muta de la mijlocul plăcei până ce presiunea la marginea ei a ajuns limita (la plăci de plumb möle 120 atmosfere). Dacă determinăm lăgimea plăcei de plumb ast-fel, că presupunënd o presiune uniform distribuită zesistența materialului să fie  $\frac{120}{2} = 60$  atmosfere, atunci zona în care se pöte deplasa curba de presiune este numai a șesea parte din lătimea plăcei, sau a opt-spre-đecea parte din grosimea bolței; și anume zona această se află la naștere de desubt de mijlocul plăcei ear la cheiă deasupra.

Cu determinarea zonei curbei de presiune în limite asa de înguste prin ajutorul plăcilor de plumb, suntem în stare a determina cu siguranța mult mai mare travaliul materialului din care se compune bolta,—și aceasta este valoarea principală a noului sistem de consirucție.—Urmarea logică este că putem acum cu material mai puțin să construim bolți de o deschidere cu mult mai mare, de cât cum s'a făcut până aci.

Ar mai fi în fine a se respunde la întrebarea, dacă nu este mai corespundător a se umplea rosturile unde se află plăcile de plumb, cu mortar după terminarea podului?

În general ar fi mai just a se lăsa rosturile libere pentru că atunci pentru ori-ce încărcare a podului, posițiunea curbei de presiune este limitată într'o zonă förte îngustă după cum am vedüt mai sus.—Dar de altă parte considerând influența eea mică ce o are greutate morta a podului, putem fără nici o grijă umplea rosturile unde se află plăcile de plumb cu mortar fără ca acesta să modifice posițiunea curbei de presiune.

Urmează acum descrierea celor patru poduri de peatră cari s'aü executat cele d'entăiü după principiile descrise mai sus, cu introducerea plăcilor de plumb în formă de articulație.

1) *Podul peste enz lahöfen construit la 1885.* Deschiderea liberă a podului este de 28m sageata de 2,80m, deschiderea la nivelul fundamentului este însă de 41m. Fundațiile sunt făcute pe stâncă.

Partea nevădută a bolței s'a executat la fundament din beton compus in proporție de 1 ciment de Portland, 3 nisip și 6 peatră sfărâmată. Cantitatea întrebuintată de ciment a fost 20% din cubul zidăriei. Atât betonul cât și zidăria de peatră brută s'au executat în straturi după raza boltei. Tiparele boltei sunt susținute parte de parî bătuți, parte de pilastri de zid. Pentru descintrare sau dispus saci de nisip. Jncă înainte de a începe executarea bolței, tiparul a fost încărcat cu toți bolțari.

Pentru bolțari s'au întrebuintat petre de o rezistență medie contra sfărâmării de 935 atmosfere.

În mijlocul ambelor rosturi de la naștere s'au intercalat plăci de plumb moale laminat de 50cm lățime și 20mm grosime și de 1,05m ungime; distanța între plăci a fost de 10cm.

Fie-care placă a fost susținută la partea inferioară de câte 3 cure cari erau aplicate în găuri plumbuite. Plăcile de plumb au fost bătute ușor cu ciocane de lemn, pentru ca să se alipească bine de peatră.—Partea rostului rămasă goală s'a umplut cu câlți, și pe deasupra s'a spoit cu ciment, pentru ca să nu poată pătrunde nisip și murdărie în rost. La cheia bolței s'a introdus asemenea o placă de 35 cm. lățime și 20 mm. grosime, în trei bucăți.

La executarea boltei s'au lăsat rosturi de 15 mm. Cimentul pentru boltă a avut proporția de 1 ciment și 1 $\frac{1}{2}$  nisip. După ce s'a terminat bolta s'a lăsat două săptămâni pe tipar, pentru ca să se întărească mortarul. Descintrarea s'a făcut în trei intervale și anume la 15, la 28 și la 35 zile de la terminarea bolței.—În total s'a lăsat bolta la cheie în partea de la deal cu 59 mm. și în partea de la vale cu 52.5 mm.

De un interes deosebit sunt observările făcute la plăciile de plumb de la cheie și naștere.—Placa de la cheie a rămas în continuu în atingere cu boltarii, de unde se deduce că ea suportă presiunea de la cheie pe întreaga suprafață.

Dar fiind-că după constatările făcute, rostul l'a întredos s'a în-

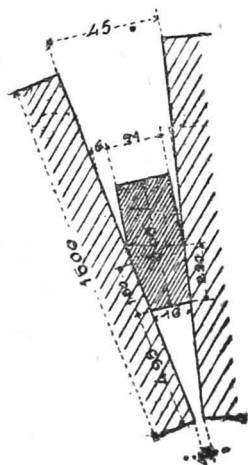
gustat cu 0.7 mm. iar la extradados cu 2.7 mm, presiunea pe placa de plumb nu poate să fie uniformă. O diformare a plăcii nu s'a putut constata. Decî dupe explicările date în introducere, curba de presiune se află într'o zonă a cărei limită poate se fie a șasea parte din lățimea plăcii adică 5.8 cm. deasupra mijlocului plăcii. Presiunea cea mai mare la marginea plăcii nu poate să fie mai mare de 120 atmosfere, iar rezistența materialului în rostul cel mai apropiat de cheia 28.2 atmosfere ceia ce se poate constata atât grafic cât și prin calcul.

La plăcile de plumb de la nașterea a fost însă alt-fel: aci rosturile la nașterea  $\frac{\text{stînga}}{\text{dreapta}}$  de la extradados s'aŭ lărgit cu  $1.8\text{mm}|0.4\text{mm}$  ear la intrados s'aŭ îngustat cu  $1.5\text{mm}|0.9\text{mm}$ . În urma aceștia plăcile pe partea superioară a devenit libere, așa că întreaga presiune a bolței s'a repartizat pe o lățime de 35 cm. a plăcii.

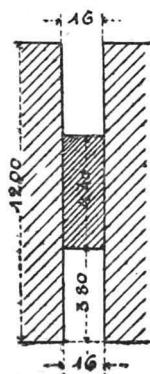
Curba de presiune, va fi în cazul cel mai nefavorabil, deplasată de la mijlocul plăcii cu 13.3 cm. în jos, iar presiunea la marginea

## Partea de la Deal.-

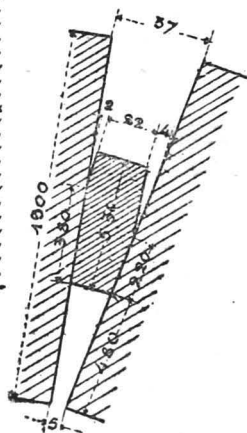
Nașterea la stînga



Cheia



Nașterea la dreapta

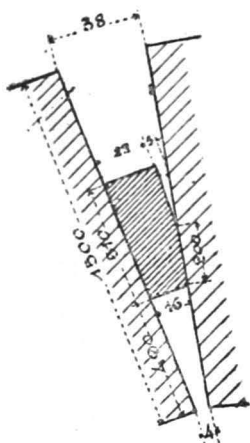


dedesupt a plăcii va fi 130 atmosfere și de aci se și explică că placa nu a fost diformată de loc.

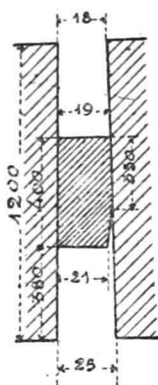
Presiunea cea mai mare a materialului din boltă este 23 atmosfere. Presiunea cea mai mare pe suprafața fundamentului, este 6,9 atmosfere, Travalul cel mai mare a materialului de piatră cu 120 și 130 atmosfere la marginea plăcilor de plumb nu însușă nici o grijă, după cum s'a observat în introducere, pentru că nu s'a observat nici o vătămare a petrelor în acele puncte.

## Partea de la vâlă

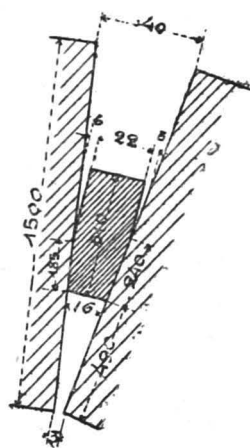
Partea la stânga



Clăvia



Partea la dreapta



- 2) Podul peste Enz lângă Wild-Bad.
- 3) Podul peste Glatt la Neuneck.
- 4) Podul peste Mur la Marbaak

Toate aceste poduri s'a construit după sistemul descris mai sus, le trecem însă cu vederea, neoferind particularități deosebite. Desemnul de mai sus arată pozițiunea resturilor plăci de plumb, după descintrarea podului al 4-lea.

### Concluziune :

Din cele ce preced se poate vedea că întrebuițând plăci de plumb în trei rosturi potrivite a bolței, putem să determinăm cu mare si-

siguranță atât pozițiunea curbei de presiune cât și travaliul materialului.— O atare boltă fiind supusă chiar la óre-cari mișcări în decursul executării sau după descintrare, póte să suporte aceste mișcări fără să crape. Acum este posibil a construi poduri de peatră, cu deschideri mult mai mari de cât s'a făcut până aci și cu siguranță deplină.

Lațimea plăcilor de plumb trebuie să fiá mică cât permite rezistența plumbului. Pentru poduri până la 40<sup>m</sup> deschidere, este suficient de a întrebuița plumb móle laminat cu o rezistență de 120 atmosfere. La poduri cu deschidere mai mare va trebui să se întrebuițeze plumb mai tare, care să aibă o rezistență până la 300 atmosfere.—

Pentru ca plăcile de plumb să aibă efectul dorit, este necesar ca ele să fie de ambele părți în atingere uniformă cu bolțari până la încheierea bolței.

Rosturile nu trebuie să fie mai mici de 15<sup>mm</sup> séu 20<sup>mm</sup> pentru ca mortarul să se póté aplica cu ușurință.—

Materialele întrebuițate trebuie să fie de calitate escelentă, suprafețele bolțarilor trebuie să fie curate, tiparele trebuie foarte solid construite. Înainte de construirea bolței trebuie să încercăm tiparul cu toți bolțari.

Descintrarea se face numai după ce mortarul s'a întărit deajuns

