

Pretisci iz graditeljskog tiska

VIESTI
HRVATSKOGA DRUŽTVA INŽINIRA I ARHITEKTA
U ZAGREBU
Godina XXXII, broj 7., 1911.

Prof. dr. sc. **Dražen Aničić**, dipl. ing. građ. redoviti član Akademije tehničkih znanosti Hrvatske

ISPITIVANJE GLINENIH OPEKA (Đuro Domaćinović)

*Počeci znanosti o materijalima u sveučilišnoj nastavi u srednjoj Europi sežu na početak dvadesetoga stoljeća. Godine 1908. na praškoj je visokoj tehnici uveden novi predmet **Tehnologija i ispitivanje gradiva** za građevne inženjere i arhitekta. Autor članka, bivši praški student, iznosi podatke o postupcima ispitivanja fizikalno-mehaničkih svojstava opeke. Oni su gotovo jednaki današnjima. Kod opeke se prvo provjerava izgled, oblik, jednoličnost strukture na površini, na prelomu te boja. Upijanje vode važno je za ostvarenje veze s mortom. Uzorkovanjem se mora dobiti prosječni uzorak (uzimaju se 32 opeke s raznih mjesta s odlagališta). **Pri uzimanju uzoraka mora biti osoba kojoj se može vjerovati... a sve to mora zapisnički potvrditi. Ako je tvornica u pokrajini, onda je to obično župnik, liječnik ili učitelj.** U laboratoriju se utvrđuju ova svojstva: izgled, zvuk pri udaru čekićem (jasan – mukao), specifična težina, obujamska težina, stupanj gustoće (omjer obujamske i specifične težine), **stupanj porovitosti (sadržaj pora), prividna porovitost (upijanje vode), postojanost pri djelovanju mraza i soli (-10 °C, 25 ciklusa), postojanost pri požaru (opeku ražariti u kovačkoj vatri, pak uroniti u vodu).** Ispituje se zatim prisutnost **rastopljivih soli** (tj. slobodnih soli – iscvjetavanje), tlačna čvrstoća opeke (ispituju se dvije cementom spojene polovice) u **hidrauličkom tlačilu** i otpornost na habanje - **stalnost protiv izrabe** – na Böhmovu aparatu za brušenje po istom režimu kojim se donedavno ispitivalo habanje kamena. Gotovo da ni nove europske norme ne traže više!*

CLAY BRICK TESTING (Đuro Domaćinović)

The formal establishment of the science of materials, marked by its introduction in the curriculum of Central European universities, dates back to the early 20th century. The new course for civil engineers and architects "Technology and testing of materials" was established in 1908 at the High Technical School in Prague. The author of the article, a former Prague student, describes procedures that were used for testing physical/mechanical properties of bricks. They are almost identical to procedures that we use today. In case of brick, the testing would start by inspecting the appearance, form, textural uniformity at brick surface and at break points, and the brick color. The water absorption is significant for establishing proper connection with mortar. The sampling was rather extensive (32 brick samples were taken from various points of the stockpile). A trustworthy person had to be present during the sampling ... and all had to be confirmed by written minutes. If the plant was located in the countryside, such person was usually a priest, doctor or teacher. The following properties were determined in laboratory: appearance, brick sound when struck by hammer (clear - muffled), relative density, bulk density, density ratio (ratio of the bulk density to the relative density), porosity (void content), apparent porosity (water absorption), resistance to frost and salt action (-10 °C, 25 cycles), heat stability (brick was heated in forge and then submerged in water). The testing would continue by determining presence of free salt (the so called anhydrous salt - efflorescence), compressive strength of the brick (two cement-bound halves were tested) in hydraulic compression machine, and the resistance to wear - ability to withstand wear - on Bohm grinding machine, based on the same procedure that was up to recently used for stone wear testing. It may almost be stated that new European standards are hardly more demanding!

VIJESTI HRVATSKOGA DRUŠTVA INŽINIRA I ARHITEKTA U ZAGREBU

GODINA XXXII. BROJ 7.

ZAGREB, 1. SRPNJA 1911.

Ispitivanje glinenih opeka.

Predavanje Ing. Dure Domaćinovića
u H. D. I. A. dne 25. veljače 1911.

Uvod.

Do nedavno se nije bavilo u velike umjetnosti kamenjem kao posebnim predmetom. Našlo se stručnih djela tu i tamo, ali većinom su bila namijenjena u prvom redu obrtniku i industrijalcu. U novije doba posvećuju inžinirski krugovi sve veću pažnju tvoridbi građevnog materijala, osobito umjetnog kamena i njegovu ispitivanju. Pred tri godine počeo je na češkoj visokoj tehničkoj u Pragu predavati kao izvanredan predmet poznati stručnjak prof. dr. teh. Josef Burlina pod naslovom „Technologie u zkušeni stavky“ nov predmet, koji se bavi specijalno tvoridbom i ispitivanjem umjetnog kamena. Nije prošlo ni dvije godine, uveden je isti predmet na spomenutoj tehničkoj kao obližatan za slušatelje građevnog inžinirstva i arhitekture. Predmet je to vanredno interesantan i poučan. Jedno što je nov, a drugo što je zbilja potrebno svakom graditelju, da pozna dobro karakter materijala, koji rabi, da izmogne bolje ocijeniti i izrabiti njegova korisna svojstva. Mislim, da mi se ne će zamjeriti, što sam si uzeo slobodu, da iznesem nekoje stavke iz toga predmeta. Počinjam s kratkim historijskim pregledom opekarskog materijala i prelazim odmah in medias res, na ispitivanje glinenih opeka. Zgodnije osvrnut ću se na tvoridbu opekarskih produkata, pri čemu su osobito zanimljive kružne peći i proces paljenja, a i eventualno na koji drugi dio ovog predmeta.

Historijski pregled opekarskog materijala.

(Vidi O. Boek: Die Ziegelfabrikation.)

Gradnje od opeka poznate su kod najstarijih naroda. Već prije 12.000 godina pravili su glinene opeke u Egiptu, kako to pokazuju iskopine nilskoga nanosa a i piramide. Ruđevine Babilona i Nive te biblija svjedoče, da su i drugi stari narodi opeke poznavali. Svuda gdje su bili Rimljani nailazimo na ostatke njihovih gradnja od opeke. S krasno bojadrsanim glinenim pločama zvanim „azulechos“ oblagali su Mauri osobito donje dijelove svojih gradnja, kako najbolje svjedoči o tom lavlje dvorište u Alhambri. U mlado kršćansko doba došlo je do plastičnih glinenih oblika u arhitekturi. Crkve u Cremi, Bologni, Paviji, Ravenni mnogo toga pokazuju. Tek u srednjem vijeku razvio se je glineni materijal konstruktivno i ornamentalno. U gotskoj su periodi u 13. i 14. stoljeću upotrebljavane u Lombardiji već ornamentirane opeke. Krasan primjer jest crkva St. Maria del Carmine u Cremi (građena 1373.). U doba renaissance glineni je materijal dosta zastupan. Na „Palazzo Farnese“ je po Sangallu vidljiva površina stijena od složenih opeka vrlo lijepo izrađena. U 17. i 18. sto-

ljeću bio je u cijeloj tehnici zastoj, pa tako i u glinenoj industriji. Tek u novo doba poslije franceske revolucije pošlo je na bolje. Po iznašaću kružne peći zaslugom Hoffmanna i Lichta 1858. god. i glinena je industrija kročila rapidnim korakom naprijed uspoređo sa ostalim granama moderne tehnike. Pošto za kružne peći bijaše nemoguće nasmagati ručno dosta materijala, to su bili izumljeni strojevi za pripravu gline, te je danas ciglarska industrija tako savršena, da se može takmičiti sa svim granama moderne industrije. Značaj industrije opeka je danas opsežan te obuhvaća u glavnom:

1. Opeke za zidove, kamo spadaju i šuplje opeke, zvonive opeke (Klunkersteine), kanalke, opeke za dimnjake, zdenice itd.
2. Crijepovi za pokrivanje krovova.
3. Drenažne cijevi.
4. Vatrostalne opeke, koje su osobito važne za staklovitne tehničke obrte.
5. Pješćane opeke, koje se sastoje od vapna i pijeska, pa premda nijesu iz gline, ne može ih se mimoći, kad se o opekama govori.

Ispitivanje glinenih opeka.

Od koje je važnosti glineni građevni materijal danas, a napose glinene opeke u graditeljstvu nije potrebno ni razlagati. Što se pako kakvoće tiče velika je razlika između opeke i opeke. S toga razloga probni ću ovdje, što se sve od dobre opeke traži i kako se ispituje njezina kakvoća. Razlaganje ovo temeljno u prvom redu na predavanjima spomenutog stručnjaka u ispitivanju građevnog materijala, mog bivšeg profesora dra. Josefa Burlina, dalje na djelu poznatog ciglarskog inžinira Otta Boeka „Die Ziegelfabrikation“, te na djelu prof. J. P. Paeolda „Staviva a jiti výroba“.

Dobra opeka mora imati lijep oblik, ploste ravne (ali ne glatke, jer se ne bi žbuka na glatkim ploham dobro vezala), a uglove i bridove oštre. Razlomimo li opeku, mora biti na lomu gusta i istozrna. Ne smije imati pukotina ni većih kamenčića, jer bi oko njih nastale radilne pukotine. Nesmije sadržavati žrn kalcijev oksida ili sulfata uopće. Kalcijev oksid bi se vezao s vodom na kalcijev hidroksid; za vrijeme toga procesa povećao bi svoj obujam, te bi i opet nastale pukotine, dočim bi se sulfati izlučili u obliku cvijetova na površinu i ishlapljujući škodili zdravlju stanara zgrada od takovih opeka. Pri udaru mora dobra opeka dati jasan zvuk. Čim je zvuk jasniji, tim je opeka čvršća. Boja opeke ne upliviše uvijek na njenu čvrstoću. Boja obično zavisi o množini željeznih spojeva u glini pred paljenjem i na tome, pri kakvom se žaru gлина pali. Čvrstoća u tlaku smije minimalno iznositi 70 kg/cm². Opeke srednje kakvoće nesu 100 kg/cm², dobre opeke 150—180 kg/cm². Dobra opeka mora se dati lahko sjeći a pri tome se ne smije raspasti ili u nepravilnim komadima izvrcvati. Mora biti dobro paljena. Prepaljena opeka ne upija ništa

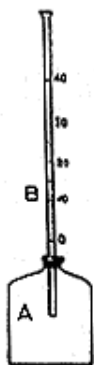
vodu ili vrlo malo vode, a nedopaljena opet premnogo vode. Dobro paljene opeke smiju maksimalno 24% od svoje težine vode upit. Prepaljene se opeke staklenu te daju hladne zidove. Dobre su za pločnike, u kanale i za temelje, uopće tamo gdje je više vlage, jer ih se cement izvrsno prima, pošto su slabo porovite i ne oduzimaju kroz to vodu cementu. Dalje mora dobra opeka odolijevati svim utjecajima vremena osobito smrzavici i ognju.

Pri ispitivanju opekā mora se dobro paziti na to, da ispitamo prosječnu kakvoću njihovu, što je dosta teško, jer svaka opeka daje drugi rezultat. Prema tome trebali bi ispitati mnogo komada, čim bi uništili mnogo materijala. Obično se za pojedine ispitivačke operacije uzima stanoviti broj opeka. Recimo za ispitivanje čvrstoće deset komada, porovitosti deset komada, stalnosti proti smrzavanju deset komada itd. Mora se dobro paziti kod uzimanja opeka za ispitivanje, da se ne uzima s reda u skladištu već s raznih mjesta i to se ne smiju možda izabirati bolji komadi, već uzimati što dođe pod ruku, da se tako dobije prosječna kakvoća opekā. Pri uzimanju uzoraka za ispitivanje mora biti osoba, kojoj se može vjerovati, da su uzorci zbilja uzimani kako je to navedeno, dalje mora doći osoba vjerodostojna osoba navesti, kako su uzorci pakovani i jamčiti, da nijesu možda prije otposlani na ispitivanje raspakivani i izmjenjivani s brojim I da su u istnu iz one tvornice. Sve to mora doći osoba (još je bolje, ako li je više), zaplunčiki potvrditi. Ako je tvornica u pokrajini, onda je to obično župnik, liječnik ili učitelj, već prema lokalnim okolnostima. Potpnom ispitivanju opekā nužno su 32 komada paljenih a 2 komada nepaljenih. Ispitivanje se dijeli na čio niz opažanja, te je s toga nužno za brzo rješanje šest do osam tjedana.

Čim se opeke prime na ispitivanje, odmah se mora ustanoviti vrst i oblik, što obično već sam tvorničar naznači. Za tim se uzme barem deset komada opeka, te se svaku pojedince odmjeri koliko je teška, a od svih se onda mjenjenih opeka uzme aritmetička sredina, da se dobije prosječna težina. Ustanove se po tome omjere opet barem deset komada opekā pojedince, pak prosječno i to pomoću mjerila s nonijem. Popiše se izgled površine i struktura površine. Udaranjem čekića ustanovi se zvuk i označi se kao: vrlo jasan, jasan, skoro jasan ili mukao.

Po tom se uzmu dvije opeke, raspolove se i popiše se struktura loma.

Iza ovih procedura odredimo specifičnu težinu opeka. Specifična težina opeke jest težina jednog kubičnog centimetra materije bez pora a iznaša 1.45 do 1.6. Za određenje specifične težine moramo si pripraviti prašak od opeke, koji se kod 110° C isušiti do konstantne težine. Uzmemo nekoliko komadićih opeke i zdrobimo ih na grubi prah. Dobro je, ako je u posno uzeto takovih komadića od više raznih opeka. Dobiveni prah prosijemo sitom od 900 otvora. Ono što propadne opet se prosije sitom od 4900 otvora. Prašak, što još ostane u tome situ od 4900 otvora uzme se u posno. Prostim vagnjem stanovite količine ustanovi se njegova težina t . Radi se sad o tome, da se ustanovi volumen toga praška. To se ustanovljuje objamomjerom ili volumenometrom. Najjednostavniji jest Schumannov volumenometar. Sastoji se od posude A i birete B. Bireta se tijesno usadi u grlo posude. Na bireti je skala dijeljena na dijelove od $\frac{1}{10}$ cm. Nulova točka je u stanovitoj visini od zdoia. Bireta ima objam od prilike 40 cm³. Aparat taj napunimo do 0 vodom. Po



tom oprezno sipamo u biretu odvađnutu množinu praška. Više puta lahko biretu udarimo rukom, da odstranimo zrak, koji je pod tlakom praška ušao unutra. Po tom, što smo pridali prašak, dignu se voda u bireti za toliko cm³, koliko sadržaje objam toga praška. Dakle valja samo objam pročitati sa ljestvice, da se dobije specifična težina, jednaka težini praška dijeljenoj s volumenom:

$$s = \frac{t}{v}$$

Nakon što smo odredili specifičnu težinu ustanovimo objamnu ili volumen u težinu. Volumen težina jest težina 1 cm³ materije sa porama. Ustanovimo li težinu materijala pri 110° C isušena do konstantne težine i podijelimo li tu težinu volumenom materijala sa porama dobijemo volumen u težinu. Ako materijal koji ispitujemo ima pravilan oblik, ustanovimo lako njegov objam jednostavnim mjerenjem dimenzija, a znamo li i težinu pri 110° C, izračunat ćemo lagano volumen u težinu. Kod opekarskih produkata obično nije tako, da opeka ima pravilan oblik. U praksi uzme se sasvim po volji komad opeke, a pri ustanovljenju voluma radi se na dva načina.

1. Metoda parafinova. Uzme se komadić opeke 8—12 cm³ od oka. Osuši se kod 110° C do konstantne težine, koju nazovimo I. Da uzmognemo ustanoviti objam sa porama, umočimo dole komadić u rastopljeni parafin tako, da se prevuče tankom vrstom. Parafin prođe i u pore. Sad opet odvađnemo ovaj komadić prevučeni s parafinom i nazovimo tu težinu II. Odbijemo li težinu I od težine II dobijemo težinu parafina. Specifičnu težinu parafina znamo a iznaša 0.93. Dijelimo li težinu parafina s njegovom specifičnom težinom dobijemo volumen parafina

$$V_p = \frac{II-I}{s_p}$$

Po tom ustanovimo objam ispitnog komadića i sa vrstom parafina pomoću volumenometra rečimo Segerova ili drugog, koji imamo pri ruci, jer ih je mnogo raznih konstrukcija. Po odbitku objama parafina od dobivenog objama, ustanovili smo objam samog komadića opeke sa porama. Dijelimo li težinu tim objamom, dobijemo volumen u težinu

$$t_0 = \frac{t}{v}$$

2. Drugi način je jednak, samo što puštamo, da se isušeni komadić opeke sasvim napije vodom dole, dok ne bude vodom nasličen. Tako priredeni uzme se za određenje objama. Dakle u prvom slučaju smo punili pore parafinom a u drugom vodom.

Važno je kod ispitivanja opeka odrediti stupanj gustoće (Dichtigkeitsgrad). Stupanj gustoće je dan razlomkom iz objamne težine t_0 i specifične težine s .

$$g = \frac{t_0}{s}$$

Pošto je objamna težina uvijek manja od specifične, mora biti $g < 1$, a čim se više taj omjer bliži jedinici, tim je i opeka gušća. Materija sasvim gusta imala bi gustoću $g = 1$.

Po tom se određuje stupanj porovitosti. Kod materije sasvim guste gdje je gustoća $g = 1$ jest porovitost $p = 0$. Razlika pako između jedinice i gustoće naznačuje stupanj porovitosti

$$p = 1 - g$$

Ako uzmemo za gustoću g vrijednost $\frac{t_0}{s}$ i uvrstimo u jednadžbu dobijemo

$$p = 1 - \frac{t_0}{s}$$

$$\text{ili } p = \frac{s - t_0}{s}$$

Što izraženo u postocima daje apsolutnu ili pravu porovitost.

Mimo toga imamo još prividnu porovitost, koja se u praksi obično uvoda, a ustanovi se iz množine upijene vode. Radi se to na slijedeći način:

Deset opeka se isuši pri 50°—60° C u koliko je moguće do konstantne težine, pak se tako isušene opeke djelomično urone od prilike do $\frac{1}{4}$ ili $\frac{1}{5}$ opeke u vodu. Poslije dva sata dolijemo u posudu vode od prilike toliko, da bude $\frac{3}{4}$ opeke u vodi, a za daljnja dva sata dolijemo opet vode i to toliko, da budu opeke sasvim pod vodom. Po malo se zato uronjuje, da se iščera sasvim zrak iz pora. U ustanovljenim vremenskim intervalima uzimamo opeke iz vode, brišemo ih krpom, te odvučemo ih svaku pojedince i zatim opet damo u vodu. To se opetuje tako dugo, dok se ne opazi, da opeke ne bivaju teže. Kad se to ustanovi, onda su opeke sasvim vodom nasićene. Za tim ustanovimo kod svake opeke prirast upijene vode i izrazimo ga u postocima po težini. K jednostavnosti pregleda prirasta u pojedinim vremenskim intervalima preporuča se prirediti slijedeću skrižaljku:

Tekući broj opeke	Pri pri- mitku	Težina u kg				Množina uglje. vode		
		Ležale pod vodom						
1	2	Osušene pri kod 30—60°	1 dan				kod polo- vine opeke	u pro- centima od težine
			1	2	3	4		
3	4							
5	6							
7	8							
9	10							
Pro- mjer								

Vrlo često upijaju opeke tako intenzivno vodu, da su težnjem jednog sata više nego $\frac{2}{3}$ napojene vodom. Poslije upijaju manje. To biva kod različitih opeka razno. U praksi se često puste uronjene samo 24 sata. Naravski, da se mora istaknuti, da je to upijena množina vode za 24 sata.

Dalje ustanovljuje se učinak promjene vremena na stalnost fabrikata. Uzmemo onih istih deset opeka što smo upotrebili kod ispitivanja prividne porovitosti. Stavimo ih u posebni za taj posao priredeni sandučić i pustimo ih smrznut pri mrazu od -10° C, te ih ostavimo tamo od prilike 4 sata. Za tim ih stavimo u vodu u toploj sobi, da se sasvim odmrznu, što traje oko tri sata. Po tom ih opet damo smrznut i razmrznut, što se opetuje 25 puta. Za smrzavanje upotrebimo smjesu od tri dijela leda i jednog dijela kuhinjske soli. Poslije svakoga smrznuća i odmrznuća opeka pregledamo im površine i tačno si približimo njihov izgled. Dobre opeke moraju toj cijeloj proceduri odoljeti. Najviše se smije dozvoliti, da otpadne par malih kamenčića, koje odvučemo i izrazimo u postocima težine opeka.

Osim ovog načina mogu se opeke na stalnost protivi učinku promjene vremena i tako ispitati, da se izlože kroz nekoliko zima pod okape krova.

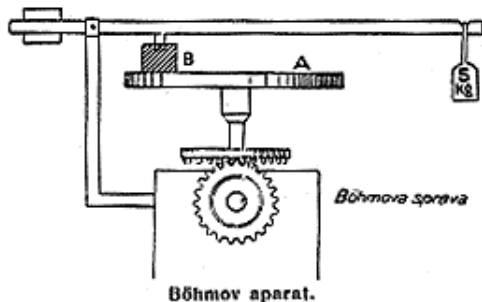
Često se ispituju opeke na stalnost protiv ognju i to tako, da se opeka ražari u kovačkoj vatri, pak se uroni u vodu. To se čini s više opeka. Dobra opeka izdrži takovu proceduru. Naravski, da poslije toga nešto izgubi od prvobitne čvrstoće.

Daljnja zadaća je ustanoviti prisutnost raspustili soli. Opeku postavimo na nekakvu posudu tako, da bude sa sviju strana pristupačna zraku. Tako postavljenu opeku poklopimo s bocom napunjenom destilovanom vodom i to tako, da bude dno boce okrenuto gore. Opeka plje vodu dok se sasvim ne napoji. To će biti u tom času, kad se počnu na dnojoj strani opeke praviti kapljice. Tako nasićenu opeku pustimo isušiti na zraku pri čemu je čuvamo pred prejakim suncem, da se ne bi prenaglo sušila. Opeka se na površini isparuje, a pore na površini sisaju novu vlagu i sa raspustenim solima iz untrine opeke. Tim načinom izvučemo soli na površinu. Po isparenju vode čine soli na površini opeke bijele, žute i zelene cvijetove. Taj pokus je vrlo osjetljiv.

Ako imamo ustanoviti i množinu tih soli upotrijebimo k tomu 25 gr. praška od opeka tako priredena, kako je to navedeno kod određivanja specifične težine. Prosije se sitom od 900 otvora, pak sitom od 4000 otvora i što u tom situ ostane, uzme se za ispitivanje. Taj prašak kuhamo jedan sat u destilovanoj vodi. Kuhanjem pređu soli u rastopinu. Za tim dobro procijedimo. Filter promijemo i odvučemo. Prirast na vagi znači množinu sadržanih soli. Radi li se o tome, da se ustanove te soli kakove su, valja to prepustiti kemičaru.

Najobičnije se pri ispitivanju opeka ustanovljuje čvrstoća u tlaku. K tomu se upotrijebe opeke isušene, s vodom nasićene, a također i one, koje su prošle proceduru smrzavanja i ognja. Uzme se deset komada opeka. Svaku opeku raspolovimo te postavimo polovice jednu na drugu tako, da rez jedne polovice bude na jednoj strani u prvij vrsti, a rez druge polovice na drugoj protivnoj strani u drugoj vrsti. Objje polovice stijeplimo čistim cementom. Time dobijemo približno kocku. Taj način je propisan. U rijetkim slučajevima se provoda pokus na kocki iz jednog komada opeke, koji ima stranice jednake visini opeke. Tlačene plohe gore naznačene kocke moraju se sasvim ugladiti inače bi dobili niže rezultate. Pomazemo si tim, da te plohe prevučemo slabom vrstom cementa. Uzme se staklena ploča namočena u vodu. Na nju se položi procjedni papir, a na taj se način rijetka cementna kaša, na koju se postavi kocka na tlačnu plohu i pusti isušiti. Drugi dan okrenemo kocku i uklonimo staklenu ploču. Tako dobijemo glatku ravnu plohu. Da se ne bi cement drobio, pošto bi mu opeka oduzimala vodu, moramo opeku pred gladenjem namočiti. Pred samim pokusom isušimo opeku sasvim i tako pripremljenu uložimo pod hidraulično tlačilo. Tlačimo ju tako dugo dok ne pukne ili dok manometar ne pokaže maksimum. Tim smo odredili potrebni tlak k razdrobljenju. Tlačna ploha nam je poznata, te ako tlak podijelimo sa plohom dobit ćemo čvrstoću u kg/cm². To činimo sa svih deset opeka; aritmetička sredina podaje pravu vrijednost. Na isti način bi se odredila čvrstoća napojenih opeka. To je osobito važno, ako se opeke imaju upotrebiti kod vodogradnja. Dokazano je, da opeke pokazuju manju čvrstoću u vodi, nego na suhu. Omjer čvrstoće opeka isušenih i vodom nasićenih naziva se koeficijentom odmekšanja, a iznosi 1.1—1.2. Sličnim se načinom ispituju opeke, koje su prošle proceduru smrzavanja ili ognja. Prema tome koliko su izgubile opeke na čvrstoći po 25 kratnom smrznuću ili poslije ognja odredimo stalnost opeke protiv promjeni vremena i protiv ognju.

Važno je kod opeka koje treba da su osobito tvrde i koje moraju odoljevati udarcima ili ribanju ispitati stalnost protiv izrabe. Pokus se provada na strojevima za brušenje, koji su različitih konstrukcija. Najjednostavniji je stroj Böhmov. Šematična prilježna slika dovoljna je, da se shvati princip. Stroj se sastoji



Böhmov aparat.

od horizontalne daske A proti kojoj se tlači pokusni komad opeke B priredjen u kocku, koja ima stranice od prilike sedam centimetara. Ploha, koja se ima brusiti mora biti ugladena. Horizontalna se daska A vrti pomoću dva zupčana kotača, čije su osovine okomite na sebe ili rukom ili strojem pri čemu brusi kocku. Da učinak daske A bude veći, pospemo ju prije pokusa sa 20 grama šmirgla broj 3. Poslije svaka 22 okretaja zaustavi se stroj, pa se opet daska pospe sa šmirglom i zatim opet stroj uvede u vrtnju. Iz 110 okretaja se kocka odvaguje i opet dalje brusi. To se opetuje četiri puta. Daske se dakle A okrene 440 puta. Poslije konačnog vaganja dijelimo gubitak težine objamnom težinom te dobijemo izradbu (izglodavanje), izraženu u kubičnim centimetrima. Isto provedemo sa još jednom kockom od druge polovine opeke, te iz oba rezultata uzmemo promjer. Prema izgledanju, koje treba da je što manje, sudimo na kvalitet materijala.

Preostaju još dvije nepaljene opeke. Pošto kanim jednom zgodom opširnije se pozabavit opekarskom glinom, a ovdje bi se stvar razvukla, to ispuštam za sada ispitivanje nepaljenih opeka.

Svi se navedeni pokusi obično u praksi ne provode već samo nekost. Najobičnije se zahtjeva ispitivanje čvrstoće u tlaku, stalnosti protiv promjena vremena i prividna porovitost.

Polumost od armiranog betona na zemaljskoj cesti Zagreb—Poličani (Podsused).

Osnovao ing. O. Baldauf (Zagreb).
Piše dipl. ing. A. Carnelutti (Zagreb).

U zamjenu lošeg drvenog objekta, koji na dužinu od 60 m sačinjava polovicu zem. ceste Zagreb—Poličani, između km 13—13:50, odlučila je kr. zem. vlada na predlog kr. kotarske oblasti u Zagrebu, gradnju polumosta od armiranog i nabijenog betona.

Položaj te detalj ovog mosta objasnjuju fotografija i detaljni nacrti.

U slijedećem bit će naveden točan statički proračun ovog objekta.

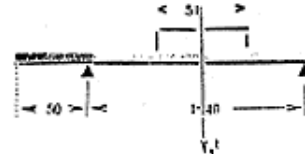
Opterećenje.

- vlastita težina konstrukcije;
 - kola ukupne težine 12^t uz istodobno opterećenje sa 480 kg/m².
- Težina jednog kotača od 3^t razdijeli se na površinu od $b_1 = b_2 = 10 + 2 \times 20 = 50$ cm

I. Ploča.

a) Momenat u sredini ploče. Ploča djeluje kao djelomice ugrađeni nosilac, s toga će biti momenat

u sredini ploče $q \frac{l^2}{12}$ dakle $\frac{8}{12} \left(\frac{2}{3} \right)$ nengrađenog nosioca. Povoljno djelovanje konzolne ploče zanemaruje se.



$$\begin{aligned} \text{Ploča } 16 \text{ cm} \times 2.4 &= 384 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Šljunak } 20 \text{ cm} \times 1.8 &= 360 \text{ "} \\ \hline &744 \text{ " } \approx 750 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$M_g = \frac{1}{12} 750 \times 1.40^2 \times 100 = 12300 \text{ cmkg}$$

$$M_p = 1500(0.700 - 0.125) = 86250 \text{ "}$$

$$\text{na 1 m širine } \frac{86250}{0.50} = 172500 \text{ "}$$

$$\text{obzirom na } \frac{1}{2} \text{ ugradbe } \frac{8}{12} 172500 = 115000 \text{ "}$$

$$\max M = M_g + M_p = 127300 \text{ cmkg}$$

Najveće napetosti.

$$d = 16 \text{ cm } h = 14.5 \text{ cm } f_c = 11 \text{ (p } 12 \text{ mm)} = 12.44 \text{ cm}^2$$

$$\frac{f_c}{b} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2bh}{f_c}} \right] = \frac{15 \times 12.44}{100}$$

$$\left[-1 + \sqrt{1 + \frac{200 \cdot 14.5}{15 \cdot 12.44}} \right] = 5.7 \text{ cm}$$

$$\sigma_h = \frac{2M}{b \cdot x \left(h - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 127300}{100 \times 5.7 \times 12.6} = 35.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{M}{f_c \left(h - \frac{x}{3} \right)} = \frac{127300}{12.44 \cdot 12.6} = 814 \text{ kg/cm}^2$$

b) Momenat na uporn. Konsola.

Težina ograde zamjeni se opterećenjem sa 480 kg/m²

Vlastita težina Ploča 0.16 × 2.4 = 385 "

Šljunak 0.15 × 1.9 = 285 "

Ograda = 460 "

1130 kg m²

$$M_k = 1130 \times 0.50 \times 0.25 \times 100 = 14,100 \text{ cmkg}$$

Konzola opterećena težinom kotača daje max. momenat. Momenat upora od ugrađene ploče jest na 1.00 m širine

$$M_k = \frac{q l^2}{12} = \frac{1}{12} 750 \cdot 1.40^2 \times 100 = 12300 \text{ kgcm}$$

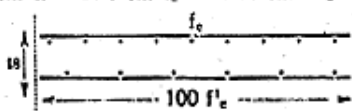
$$M_p = \frac{P l}{8} = \frac{3000 \times 1.40}{8} \cdot \frac{1}{0.50} = 105000 \text{ "}$$

117300 kgcm

$$\max - M = 117.300 + 14.100 = 131400 \text{ kgcm}$$

na uporu imade dvostruko armirana ploča slijedeći prosjek:

$$d = 18 \text{ cm } h = 16.5 \text{ cm } f_c = 10.60 \text{ cm}^2 f'_c = 5.65 \text{ cm}^2$$



Za ustanovljenje neutralne osi slijedi jednadžba momenta

$$\frac{100 x^2}{2} + 15.5.65 \cdot (x - 2) = 15.10.60 (16.5 - x)$$

$$x = 5.1 \text{ cm}$$