

## Povijesni razvoj laboratorija za ispitivanje konstrukcija

### 1. Osnivanje i povijesni razvoj laboratorija

Nepunu godinu dana nakon osnutka Tehničke visoke škole u Zagrebu na prijedlog Proforskog vijeća, Naredbom «Kraljevske hrvatske slavonske zemaljske vlade» broj 41611 od 6. studenoga 1920. osnovan je na istoj školi Zavod za ispitivanje gradiva, koji je bio preteča današnjeg Laboratorija za ispitivanje konstrukcija u Zavodu za tehničku mehaniku Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Osnivač laboratorija i prvi predstojnik Zavoda za ispitivanje gradiva bio je i svijetu poznati znanstvenik, profesor za tehničku mehaniku, dr. Stjepan Prokofijević Timošenko, prije toga profesor na Politehničkoj školi u Kijevu i Institutu za prometne inženjere u Petrogradu. Nakon emigracije iz Rusije, u četrdeset drugoj godini života, prof. Timošenko preko Carigrada i Sofije dolazi 15. ožujka 1920. u Beograd. Na poziv prvog rektora Tehničke visoke škole u Zagrebu, prof. Šena, 6. srpnja 1920. Timošenko dolazi u Zagreb, gdje je 8. studenog 1920. izabran za redovitog profesora. Kao prvi nastavnik iz područja mehanike predavao je Nauku o otpornosti materijala, Ispitivanje gradiva, Specijalna poglavlja iz tehničke mehanike i Građevnu statiku. Radi organizacije katedre i uređenja Zavoda za ispitivanje gradiva, Proforskog vijeće škole šalje ga u Zapadnu Europu, gdje obilazi sve važnije tehničke visoke škole i institute. Nakon povratka nabavlja strojeve i uređuje laboratorij za ispitivanje gradiva. Njegov rad je u Zagrebu trajao samo dvije godine. Teške i bezizgledne stambene prilike, te skućene prilike za znanstveni rad prisilile su Timošenka da nastupi Zagreb i prihvati poziv u SAD. Tijekom boravka u SAD-u, Timošenko dosiže znanstvenu slavu s epitetom 'otac inženjerske mehanike'. Međutim, iako je u Zagrebu boravio svega dvije godine, iza sebe je ostavio neizbrisiv trag.

Nakon odlaska prof. Timošenka u SAD za predstojnika Zavoda izabran je prof. dr. Konstantin Čališev, također poznati znanstvenik iz Ukrajine koji je u Zagreb došao na poziv prof. Timošenka i ostaje na tom položaju punih 37 godina sve do rujna 1959., kada je za predstojnika izabran prof. dr. Zlatko Kostrenčić, koji tu dužnost obnaša do 1976. godine. Oba se bave ispitivanjem i vezani su za laboratorij. Prof. Čališev nakon odlaska profesora Timošenka u SAD, preuzima predavanja iz predmeta Nauka o čvrstoći i Ispitivanje materijala. Godine 1930. izabran je za redovitog profesora. Jedan je od osnivača Udruženja za ispitivanje građevnog materijala, prve naše stručne udruge, preteče Saveza jugoslavenskih laboratorija za ispitivanje materijala, čiji je prvi počasni član. Također je osnivač Jugoslavenskog društva za mehaniku.

Nakon diobe Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 1956. godine, Zavod za ispitivanje gradiva s laboratorijem ostaje pri Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Nakon reforme Građevinskog fakulteta 1974. osnovan je Zavod za tehničku mehaniku i ispitivanje materijala i konstrukcija u čijem sastavu djeluje laboratorij, a kojeg vodi Prof. Kostrenčić sve do kraja 1976. godine.

Nakon udruživanja Građevinskog fakulteta s Institutom građevinarstva Hrvatske u Građevinski institut, razvitak Zavoda za tehničku mehaniku ide u dva osnovna smjera: razvitak numeričkih metoda, te eksperimentalnih postupaka u području tehničke mehanike i ispitivanja konstrukcija. Ispitivanje materijala (cementa, agregata, betona, kamena itd.) prelazi u Zavod za betonske konstrukcije.

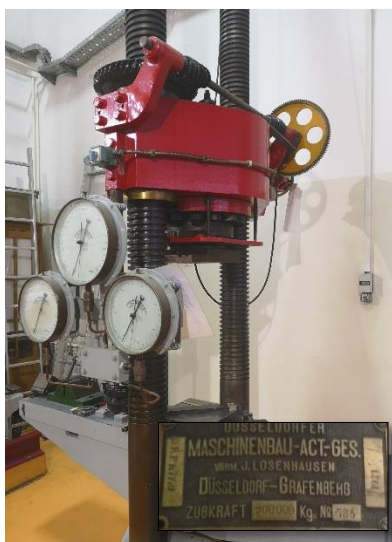
## 2. Nabavka prve opreme

U prvo je vrijeme laboratorij Zavoda imao samo ručnu prešu za ispitivanje cementa prema austrijskim normama s uređajem za nabijanje kocaka i osmica (Klebe-Tetmayer). S vremenom je laboratorij Zavoda nabavio osnovnu opremu za ispitivanje građevnih materijala od kamata Zaklade Tehničke visoke škole i raznih doprinosa.

Godine 1920. upotpunjena je oprema za ispitivanje cementa: preša, nabijači, miješalice, Vicatov aparat, konzistometar, automatski registrator brzine vremena vezanja, Michaelisove vage, sita, razni volumenometri te vibrometar Stoppani koji je još u upotrebi, a služi za mjerenje dinamičkih karakteristika tehničkih konstrukcija.

Od njemačke tvornice Losenhausen u Düsseldorfu nabavljena je 1921. hidraulična preša visine 4.0 m, kapaciteta 3 MN (Slika 1a), hidraulična univerzalna kidalica kapaciteta 300 kN (obje su još u uporabi) (Slika 1b), te uređaj za ispitivanje žice na uvijanje, koji je još u upotrebi. Od tvrtke Mohr&Federhart u Mannheimu nabavljen je 1923. Charpyjevo klatno kapaciteta od 100 Nm za ispitivanje udarne čvrstoće (žilavosti) duktilnih materijala (Slika 1c). Proizveden je 1922. i još je u upotrebi. Brinellov mikroskop, progibomjeri i 300 kN dinamometar tipa Amsler za kontrolu manometara nabavljeni su 1923. godine.

Föpplov bat kapaciteta od 2.5 kNm za ispitivanje udarne čvrstoće krhkih materijala (kamena, opeka itd.) nabavljen je 1929. i još je u upotrebi (Slika 1c). Time je oprema laboratorija bila upotpunjena tako da je mogla služiti osnovnim zadaćama postavljenim Statutom. Studenti uglavnom svih odjela ondašnje Tehničke visoke škole (Arhitektonski, Građevno-inženjerski, Kulturno-inženjerski, Geodetsko-inženjerski, Strojarsko i Elektro-inženjerski, Brodograđevno i Brodostrojarsko-inženjerski i Kemijsko-inženjerski) u prvim godinama studija imali su vježbe iz ispitivanja materijala u laboratoriju Zavoda. Istodobno se počinje kontrolirati kakvoća materijala, te Zavod izdaje ateste i daje mišljenja.



a) hidraulična preša, 1921 g.



b) hidraulična univerzalna kidalica, 1921 g.



c) Föpplov bat, 1929 g.

Slika 1. Kapitalna oprema laboratorija iz 1921. – 1929. godine



### 3. Laboratorij u periodu od 1942 do 1991 godine

Nešto nove opreme stiže prije početka Drugog svjetskog rata, kada se dovršava nova zgrada Tehničkog fakulteta u Kačićevoj ulici 26. Zavod je 1942. preselio u nove, veće prostorije u prizemlju dvorišne zgrade u Kačićevoj 26, gdje se i danas nalazi. Te su prostorije zauzimala površinu od 780 m<sup>2</sup>, a sastojale su se od tri kabineta, jedne prostorije za instrumente i prijam studenata, mehaničke i stolarske radionice, fotolaboratorija, te dvije veće i dvije manje dvorane, gdje su smješteni strojevi i ostala oprema za ispitivanje (Slika 2), te središnjeg dvorišta za odlaganje i skladištenje materijala. U najveću je dvoranu moguć pristup kroz široki kolni ulaz, tako da se teži elementi mogu dovesti izravno kamionom do strojeva za ispitivanje.

Nakon drugog svjetskog rata, akademska. god. 1945. do 1947. još se ne osjeća znatniji priliv studenata, međutim od 1947. taj se broj vrtoglavo penje i brzo dostiže brojku od 600 studenata godišnje što polaze vježbe u Zavodu i na Katedri za mehaniku. Istodobno se povećava zanimanje za ispitivanje materijala i konstrukcija, jer se nakon rata pokazalo da je oprema laboratorija Zavoda jedina ostala pošteđena od pljačke i razaranja pa je Zavod obavljao ispitivanja materijala i konstrukcija iz čitave zemlje.

Iako je to razdoblje bilo vrlo korisno za stjecanje iskustava u planiranju istraživačkog i ispitivačkog rada i u usvajanju novih postupaka ispitivanja, ipak je opterećenje stručnog i pomoćnog osoblja, te strojeva i opreme bilo toliko, da je trebalo misliti na to da se rutinska ispitivanja, pošto su se na njima stekla mnoga iskustva i obrazovalo stručno i pomoćno osoblje, prepuste drugim institucijama. Tako je na poticaj Zavoda 1949. osnovan Laboratorij Ministarstva građevina NRH, koji je preuzeo dio rutinskih ispitivanja. Iz tog laboratorija postupno se razvio Institut građevinarstva Hrvatske (IGH).



Slika 2. Manja ispitna oprema, uređaji s lijeva: torzija, Brinell, Charpy, vlačna kidalica i mala preša

Valja istaknuti da su već 1953. u laboratoriju izrađivani prvi elektrootporni tenzometri za mjerenje deformacija te indikatorske ploče za mjerenje pomaka. Poslije su izrađeni i instrumenti za mjerenje velikih pomaka na principu matematičkog njihala, induktivni primači deformacija te uređaji za mjerenje i unošenje sila i pritiska.

Time je utemeljena djelatnost laboratorija Zavoda koju je zadržao sve do danas. Laboratorij se bavi u prvom redu istraživačkim i znanstvenim radom te nastavom, a tek potom i stručnim radom koji proizlazi iz suradnje s privredom.

Od 1990. nakon raspada Građevinskog instituta ispitivanje materijala, uglavnom betona, prelazi u novoosnovani Zavod za materijale, dok ispitivanje mehaničkih svojstava materijala i ispitivanje konstrukcija ostaju u Zavodu za tehničku mehaniku. Tako opći centralni laboratorij Građevinskog fakulteta postaje laboratorij za ispitivanje konstrukcija i mehaniku materijala.

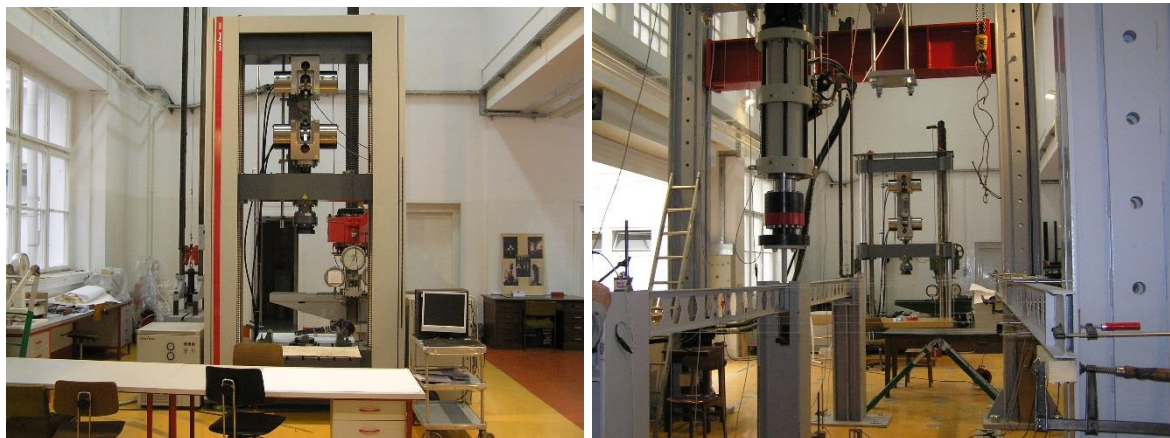
#### 4. Rekonstrukcija laboratorija 2003. godine

Budući je postojeća infrastruktura Laboratorija za ispitivanje konstrukcija u Zavodu za tehničku mehaniku, koju čini kapitalna oprema kao što su preše i kidalice za ispitivanje konstrukcija i materijala zastarjela (1921-1929) i više nikako nije zadovoljavala suvremene standarde koji zahtijevaju pojedina ispitivanja, pristupilo se izradi programa za nabavku nove suvremene kapitalne opreme.

Slični programi su napravljeni i u drugim laboratorijima Građevinskog fakulteta također s ciljem modernizacije i osuvremenjivanja istih. Čelništvo fakulteta tijekom 2003. godine donosi odluku o nabavci nove opreme za sve zavode i laboratorije od čega najveći iznos otpada na opremanje i rekonstrukciju Laboratorija za ispitivanje konstrukcija u Zavodu za tehničku mehaniku. Radi se o najstarijem i najvećem laboratoriju na Građevinskom fakultetu. To je laboratorij kroz koji po nekoliko puta tijekom studija prođu sve generacije studenata Građevinskog fakulteta i koji permanentno održava laboratorijske vježbe iz kolegija: Otpornost materijala I i II, Mehanika materijala, Mehanika loma, Polimeri, Kompoziti, Ispitivanje konstrukcija te Eksperimentalne metode I i II.

Osim toga u njemu se odvijaju sva eksperimentalna istraživanja iz područja građevinskih konstrukcija i mehanike materijala, te služi kao eksperimentalna potpora brojnim magistarskim i doktorskim radovima iz područja građevinskih konstrukcija. Najveći dio financijskih sredstava potrebnih za realizaciju programa renoviranja ovog laboratorija namiren je iz vlastitih sredstava Građevinskog fakulteta koji su ostvareni u suradnji s gospodarstvom. Program renoviranja i osuvremenjivanja je obuhvatio nabavku kapitalne opreme, odgovarajuće građevinske radove za kvalitetan smještaj te opreme, te uređenje prostora laboratorija na način da se stvore preduvjeti za njegovu eventualnu akreditaciju koja je provedena 2008. godine.

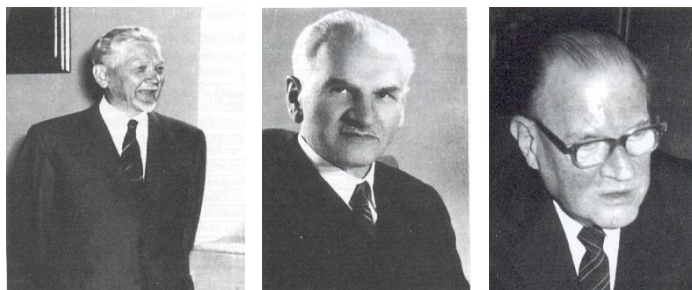
Primarnim programom nabave kapitalne laboratorijske opreme nabavljene su dvije višenamjenske univerzalne ispitne mašine Z600E i ACTUATOR 600/250 tipa ZWICK iz Ulma SR Njemačka namjenjene za statička i dinamička ispitivanja mehaničkih karakteristika građevinskih materijala i konstrukcija.



Slika 2. Kapitalna oprema laboratorija iz 2003. godine

## 5. Istaknuti voditelji i djelatnici laboratorija

Dakle u povijesnom razvoju današnjeg Laboratorija za ispitivanje konstrukcija u Zavodu za tehničku mehaniku Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, posebno treba istaknuti prof. Timošenka kao njegova osnivača, zatim prof. Čališeva kao njegova nasljednika i prof. Kostrenčića koji je nastavio taj slijed (Slika 3). Veliki doprinos u razvoju laboratorija imali su i svi ostali djelatnici koji su kroz njega prošli od osnutka do danas, primjerice: doc. Modor, prof. Kiričenko, prof. K.T. Herman, prof. V. Šimić, ing. Ž. Špringer, ing. J. Kršul, ing. V. Škrobot, ing. H. Duboković, prof. Ž. Šimunić, prof. Lj. Herceg, prof. M. Rak, prof. J. Krolo, ing. V. Čalogović, i laboranti V. Boltek, J. Kecerin, Dragutin i Marinko Kelković itd.



Slika 3. Istaknuti voditelji laboratorija kroz povijest, s lijeva: prof. Timošenko, prof. Čališev,



Slika 4. Voditelji laboratorija od 1990 godine do danas, s lijeva: prof. dr.sc. Lj. Herceg, prof. dr.sc. M. Rak, prof. dr.sc. J. Krolo, izv.prof.dr.sc. D. Damjanović

Zagreb, siječanj 2019 godine