

# НИКОЛА ХАЈДИН: ЖИВОТ И СТВАРАЛАШТВО

Предавање на мастеркласу

Огранак САНУ у Нишу

2017









# НИКОЛА ХАЈДИН: ЖИВОТ И СТВАРАЛАШТВО

## Предавање на мастеркласу

Никола Хајдин<sup>1</sup>

*Ајсџиракџи.* У овом раду даје се скраћена верзија предавања на Мастеркласу Српске академије наука и уметности, при чему је обухваћен део научне и стручне активности у периоду од 1948. до данашњих дана. У том дугом периоду од скоро 70 година бавио сам се различитим областима током боравка у иностранству и Београду. Изабране су углавном оне области које су имале непосредну примену у пројектовању и грађењу великих мостова и других конструкција.

### 1. Увод

Добро вече. Хтео бих, пре него што почнем са излагањем, да нешто кажем као увод. Изабрао сам две ствари које се много не тичу оних који седе овде, пошто је то ипак старија генерација.

#### 1.1. Учење

Прва ствар се односи на моје учење. Ја не знам да ли се неко од вас сећа, али после рата постојала је јака пропаганда да се учи и сти-чу знања како би се наша земља, која је била нападена ратом и оштећена на сваки могући начин, што пре обновила, како би се започело са нормалним животом. Фаворизовали су се они који су хтели да уче. Међутим, проблем није баш био тако лак. На једном скупу појавио се, сећам се, један студент из старије године извесни Младен Борели. На питање како је он учио,

зачуђено и изненађено је погледао и одговорио једноставно да је учио, и то је била цела његова дискусија.

#### 1.2. Приступ научном раду

Почетак научног рада је можда био инте-ресантнији. Ја сам на трећој години факултета први пут имао прилике да чујем једног Руса, професора Јакова Хлитчијева који је почео да прича нешто, апсолутно другачије од оно-га што сам ја до тада слушао. Слушао сам о лопати, колицима и свим стварима које слу-же за грађевинарство. Он је дошао, међутим, да предаје Теорију еластичности. Појавио се, почео да пише по табли и заинтересовао ме, слушао сам га, после се са њим спријатељио и добио да радим неке ствари. У почетку нам је скренуо пажњу на то какав је то предмет и чему служи. Ја сам био фасциниран да мно-га решења која је он предлагао, а базирају се

<sup>1</sup> Члан САНУ.



на Теорији еластичности, имају фантастичну примену у реалним конструкцијама, у ономе што се дешава око нас. Али, пошао сам погрешним правцем и мислио да математика и физика могу да објасне све, па само треба њих учити, а после ће све само од себе доћи. То није нажалост било тако, живот је много богатији, наука много већа и није се ишло тим правцем. То су била два догађаја врло интересантна за младог човека. Први је о учењу, а други је о приступу научном раду.

Е сад, како сам ја пришао научном раду? Професор Хлитчијев ми је предложио да ми да један задатак из торзије цеви па да пробам да дам решење, предлог. Пошто сам знао и много више од онога што сам слушао, пристао сам и почео да пишем. Предао сам му готов рад у свесци на 16 страна, на шта се он захвалио и рекао да ће то погледати. После извесног времена позвао ме је да дођем. С врата сам видео да је моја хартија пуна црвене боје, више је било црвене него црне и плаве. Погледао ме је и рекао: „Знате колега, у науци се не пише све што човек зна. Треба да пишете оно што је по Вашем мишљењу можда ново, што сте Ви на неки начин пронашли.” То је била поука и упозорење младом човеку, на трећој години, шта је у ствари права наука и ако желим у животу нешто да направим морам да радим у том смислу. Ти Руси, емигранти, имали су великих научника који су знали шта је наука, а шта је оно што ми причамо. Узео сам тих мојих 16 страна и свео их на 4. Професор Хлитчијев је био благонаклон и прегледавши поново рад дао га је да се штампа заједно са радовима професора Грађевинског факултета [1]. После објављивања рада, можете мислити, професори из стручних предмета ме нису уопште много питали. То је био почетак мог бављења науком. Почео сам са професором Хлитчијем и тим радом. Штампање тог рада и једног сличног у иностранству и њихова цитираност означили су почетак мог озбиљнијег приласка науци.

Желео бих да кажем и да вас уверим да не спадам у генерацију оних који су ишли путем

од грађевинске технике, машинства од технике ка науци и који су се стицањем великог искуства приближили науци. Нисам имао ту част и прилику. Почео сам са Теоријом еластичности, математиком, физиком, а оно што се зове практична примена била ми је слабија страна. Али, убрзо сам видео да ту има много посла за „копање” што је био пресудан тренутак да се преоријентишем на примену теорије у практичним проблемима технике уопште, посебно грађевинарства, машинства, електротехнике итд.

## 2. Метод интегралних једначина

Са тим схватањима сам касније почео да пишем, радим и то је био почетак мог озбиљнијег научног рада. Као што сам рекао, почео сам са теоријом. У то доба наша земља је корачала сигурним путем у прогрес. Почели смо да правимо велике бране. То су били објекти које ми нисмо били зрели да радимо, али су мене привукли. Видео сам да је то у свету врло интересантна теоријска материја, да се она базира на парцијалним диференцијалним једначинама које могу на неки начин да се приближе том проблему. У то доба сам се заинтересовао и почео озбиљно да радим. Мислећи, у почетку генерално, о Теорији конструкција, настао је први рад под насловом *Метод интегрална једначина* [2–3]. То је био врло озбиљан теоријски прилаз код кога су нумеричка интеграција и коришћење математике довели до решења конкретних проблема. Испоставило се, пошто сам имао тај дух, да том теоријом могу да се рачунају велике бране, објекти који су били врло важни за развој земље. Једна оваква брана (Слика 1), као што је овде иза мојих леђа, огромна је конструкција и ако би се „недајбоже” срушила, потопила би толико, једноставно незамисливо у глави обичног човека.

Позната је трагедија француске бране Фрежис на обали мора итд. Тако сам се одмах потом покренуо, користећи доста храбро и безо-

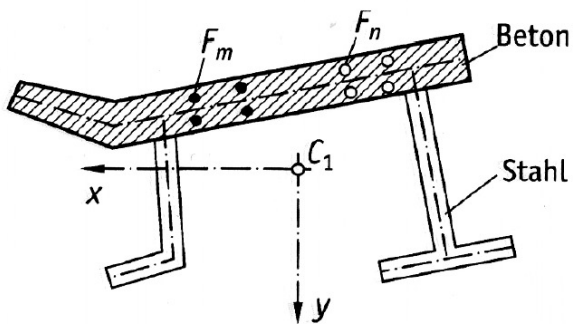


Слика 1. Лучна брана Глажња код Куманова

бразно теорију, и почно да се бавим анализом тих конструкција, да препоручујем како да се граде, иако смо у то доба ми били врло питома земља где су долазили страни стручњаци који су нам говорили шта је добро, а шта рђаво. Ово је био почетак.

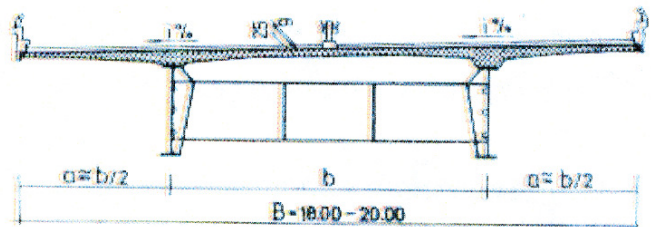
### 3. Спрегнуте конструкције

После тога сам се заинтересовао у научном смислу за материјале који улазе у техничке објекте. Они су се састојали углавном од два најјефтинија материјала, челика и бетона. И дан-данас грађевине и највећи део грађевинских објеката се раде у те две технологије или челик или бетон или комбинација. После рата, разуме се, постала је већа оријентација ка науци тако да смо дошли до закључка да не би било рђаво да се та два материјала ставе у садејство ако се они заједно следе један до другог, и тако праве конструкције. Почело се са тзв. спрегнутим конструкцијама (Слика 2).



Слика 2. Спрегнута конструкција

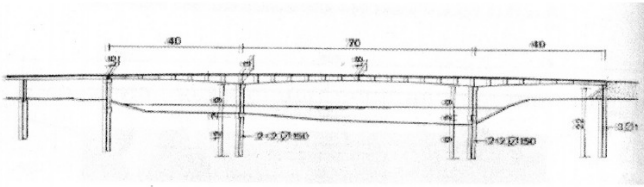
Немци су пропагирали прављење мостова тако што су горе ставили бетонску плочу, коју су добро повезали челиком (Слика 3). Они су бетон и челик заједно користили, али на њихову велику несрећу без науке то није могло да се ради, јер бетон има сасвим друге особине у односу на челик. Наиме, челик је инертан, не мења се кроз време, а бетон временом мења и запремину и облик. То је био почетак тзв. спрегнутих конструкција и вискозног течења бетона. Разуме се, то није било само вискозно течење, то је био много сложенији процес али ми смо га упрошћавали и решавали као вискозно течење и тако су настале Теорије спрегнутих конструкција. Требала је теорија и начин како да се рачуна, односно како да се направи мост од бетона и челика, а да не падне. Ми који смо то знали одмах смо се нашли у првом плану. Тако сам се посветио тим тзв. спрегнутим конструкцијама, углавном у теоријском смислу. Мој први прилог у тој области био је тај што сам уочио да се комбинација бетона и челика може богато искористити у индустрији и грађевинарству.



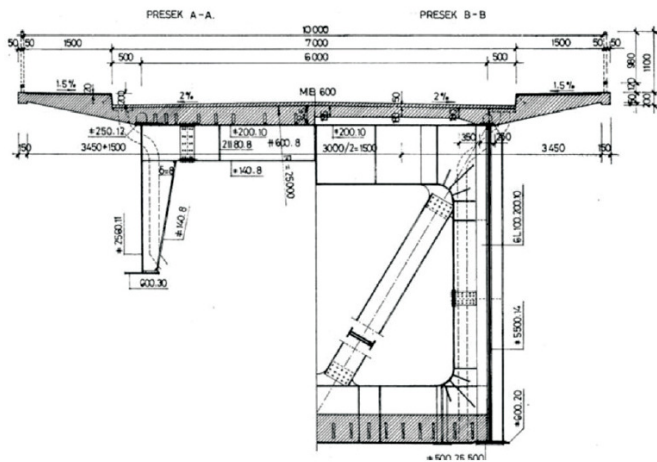
Слика 3. Класични спрегнути мост

Дошао сам на идеју да направим општу теорију засновану на математичкој анализи [4] која би узимала у обзир и бетон и челик тако да они могу да се појаве свуда, и горе и доле, и лево и десно, а да ипак све то заједно може да уђе у оквир једне теорије. И почео сам, у то доба, да то и примењујем. Моја размишљања била су да ако теорија има своју примену и покаже се реалном, имаће и будућност. Радио сам и дању и ноћу, дању теорију, а ноћу сам размишљао како да то применим и обрнуто, и у том процесу настале су спрегнуте конструкције.





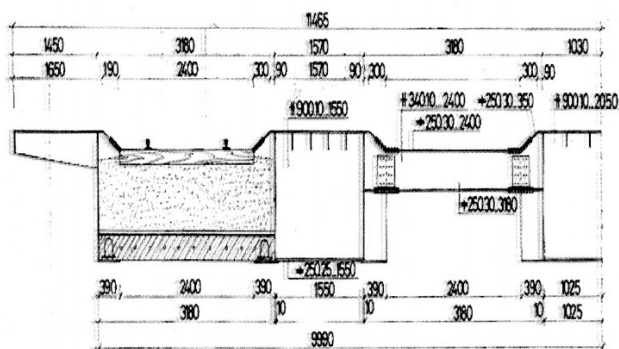
Слика 4. Друмски мост њреко реке Саве код Орашја



Слика 5. Појречни њресеци друмској моста њреко реке Саве код Орашја



Слика 6. Друмски мост њреко реке Саве



Слика 7. Појречни њресек железничкој надвожњака у Љубани

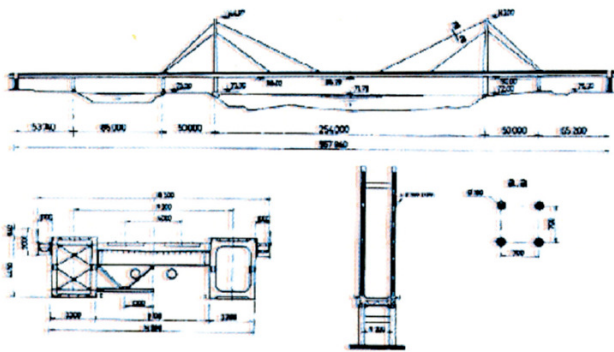
Разлика између оног што се радило у нас и у Европи, код Немаца и др. је што сам, могу слободно да кажем, први дошао на идеју за то њихово спајање у различитим облицима. И та Општа теорија спрегнутих конструкција, оно је што сам предложио и што смо били храбри да то и примењујемо. Разлика између моје примене и примене у другим неким наукама јесте што је мој експеримент био у размери 1:1. Теоријска решења су испробана на реалним конструкцијама (Слике 4, 5, 6, 7).

#### 4. Мостови са кабловима

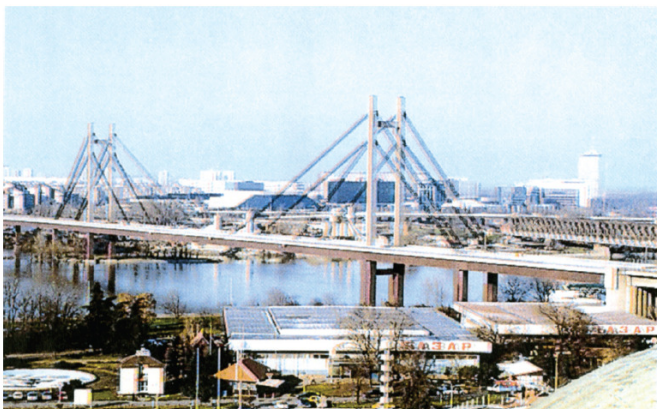
Друга фаза мога рада односи се на специјалну врсту конструкција, углавном применљивих на мостовима. Наиме, развојем технологије оно што раније није било могуће постало је могуће. Челик се могао спајати заваривањем у различите облике, што раније није било могуће. Различити облици тражили су различите теорије, па се тако проширио и наш рад у тој области. Ја сам се 1960. године заинтересовао за нову врсту мостова који су ницали у Европи. Пре свих код нас и пре многих у свету уочио сам да је почетак примене мостова са кабловима у ствари, ипак, сасвим нешто ново, да ће обележити епоху која долази, а да је то тачно можете и сами да се уверите, данас је то апсолутни приоритет [5]. Данас у свету има неколико хиљада мостова ове врсте. Они су добили апсолутну превласт. Када сам ја пришао том проблему, тек је почела да се развија теорија. Приступало се веома опрезно и са страхом, који је био оправдан. А ево због чега. Наиме, није била шала направити челичну конструкцију са кабловима од високо вредног челика који су у стању да издрже велике силе. Ви сте видели тај кабл на железничком мосту, па ако сте га добро погледали могли сте да запазите и на мосту Ада да је то нова тенденција. Један тај кабл је у стању да издржи да се на њега обеси композиција од 20 вагона. Значи, реч је о релативно малим



димензијама конструкција са огромном носивошћу. Каблови су доносили теоријске проблеме и развој више није ишао темпом као што се очекивало, јер је требало савладати читав низ проблема. Основни проблем, знају они који се баве материјалима и физиком материјала, јесте што је челик склон замору. Врло ружно име, али је тако, другим речима после извесног времена услед алтернативних напрезања он попушта и пуца, што је била главна сметња да се употребе каблови за конструкције. Ми смо кренули врло храбро. Што сам мање знао, утолико сам био храбрији да и ми кренемо са тим конструкцијама и прва проба, у ствари први експеримент 1:1, био је железнички мост у Београду (Слика 8).



Слика 8. Железнички мост преко реке Саве у Београду



Слика 9. Железнички мост преко реке Саве у Београду

Овај мост данас изгледа обично (Слика 9), али таквог до тада није било у свету. Рађен је бројним прорачунима да би се доказала ста-

билност моста. Наиме, особина каблова је да услед непрекидног алтернативног напрезања долази до њиховог пуцања. Било је много стручњака који би рекли: „Хер Хајдин није паметно правити мост за железнички саобраћај од тог материјала, каблови ће попуцати због прелаза возова преко моста, јер долази до различитих померања,гибања, удара”, што је са гледишта замора материјала убитачно. Ти каблови имају велику носивост. То је тачно. Они су јако добри али ако долази до алтернативне промене напрезања, онда њихова употребљивост, односно носивост знатно пада. Било је питање да ли да се за железнички мост где се управо то јавља, употребе такви каблови. Извршено је низ истраживања, чак два експериментална. Од експерименталних радова за железнички мост урађен је модел у размери 1:33, а преко њега је ишла једна мала локомотива. Експеримент смо радили на Грађевинском факултету у Београду. Знате, то је било доба по много чему рђаво, али по нечему је било боље него ово данас. Ја сам тада могао, са ауторитетом већ апсолутно признатог стручњака, да кажем: „Другови дајте паре да направимо тај модел, дајте да то испитамо овде”. Нико није правио питање, сви су ме слушали. Данас то не би било могуће. На том мосту проучено је неколико ствари које су касније ушле у литературу, и као прво поменут је замор. Друга ствар била је што кабл, с једне стране улази у пилон, а с друге стране улази у греду. Приликом тих улазака, због деформације греда и пилона он се савија на различите начине чиме се исцрпљује његова носивост на замор. Инжењери су рекли немојте професоре то да радите, ти каблови ће да попуцају, тај мост ће да падне. Остало нам је да видимо шта се то теоријски дешава. Рад ми је штампан у Немачкој и био је први рад који је требало да процени да ли тај замор може бити катастрофалан и како су ти каблови сложени. Каблови су били од жица 7 мм и један поред другог стављени у једну полиетиленску цев. Као што видите проблем је сасвим практичан инжењерски и по својој првој поставци је на-



учни, а постаје научни оног тренутка када се теоријски образложи и онда је то нова ствар.

У инжењерској пракси има много колосалних стручних радова. Ту спадају велики мостови, разне грађевине па се поставља питање шта је у томе наука, ко може као инжењер да претендује да буде научник – инжењер, а ко само високоразвијени стручњак. И то је есенцијално питање. А одговор је врло прост: научник у свакој грани па и према томе инжењерској, може да буде онај који је пронашао нешто ново. Према томе, ма како био велики мост, ма како био леп, ма како био интересантан, ако у њему нема нових елемената он није научно дело тога човека. И зато ми имамо јако много врских инжењера којима нажалост не можемо да припишемо научни капацитет. То је суштина. Ја бих поновио следеће: наука у техници је сложенија и на неки начин теобнија тиме што мора имати два елемента: солидну и нову теоријску базу која нешто ново открива заједно са експериментом или без експеримента, а ако тога нема онда је то високостручни рад за које инжењери добијају разне награде. Зато кад ви поштовани академици бирате инжењере у Академију, ако их уопште бирате, видите у којој су мери они научници, а у којој мери су само високоразвијени стручњаци који се разумеју у посао. Ја сам ово слободно испричао као интермецо у овом разговору. Знам да се многи неће сложити, али то је моје мишљење и понео сам га од професора Хличијева који ми је на то на почетку скренуо пажњу. Према томе и у техници научни рад је само оно што је ново.

Мостови са косим затегама су брзо напредовали. Могу са дужном скромношћу да кажем да спадам међу пионире развоја технологије мостова са косим затегама у европским размерама и да су моји мостови ушли у литературу као један од почетака развоја те технологије. На пример, железнички мост у Београду [6] рађен је на бази теоријског решења и први је мост за железнички саобраћај те врсте. Пре њега није постојао ниједан, а касније тих мостова је било све више. Техноло-

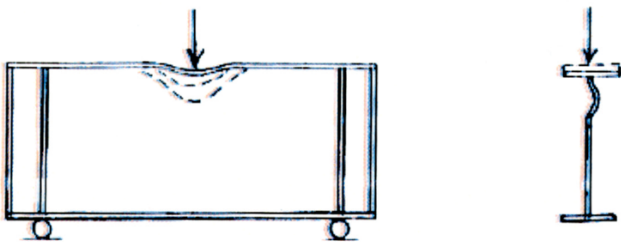
гија у коју сам имао срећу да се умешам, тако млад и зелен, јесте технологија са мостовима са косим затегама и данас је апсолутно доминирајућа. Постоје божанствени часописи о великим мостовима. Београдски железнички мост је био изузетно велики, дугачак 260 метара са огромним распоном од стуба до стуба. Међутим, данас се праве мостови од 1000 метара од стуба до стуба. Хоћу рећи да се од 1960. до данашњег дана много штошта променило. У нашој земљи дошло је до трагичних тренутака, док смо се ми тукли, други су радили мостове и док смо се тако побили и видели ко је јачи, дотле су у свету настале многе конструкције. Наши људи од великог капацитета и значаја који су били способни да нешто створе изгубили су везу и бачени су у запећак јер нису имали шта да раде. Ја бих могао много да пишем о тим мостовима и сад видите једну интересантну ствар. Мене мало ко зна као теоретичара, а ја себе тако највише ценим. Видите, то је једна сасвим супротна ствар. Решење замора, решење спрегнуте конструкције, питање је течења, питање је многих теоретских и експерименталних проблема који припадају научној области. Захваљујући томе што сам теоријски решио неке проблеме који су се односили управо на мостове, људи из те области су ми дали приоритет. Рекао сам себи па ти мостови су ипак важни па нека будем „мостовија”. Сада ме сви зову „Мостовија” иако сам у ту област ушао са стране, као теоретичар. То се дешавало и са неким другим областима. Технологија се развијала, крупне ствари су постале интересантне.

Као професор, консултант и сарадник, провео сам читавих 15-так година у Цириху и био у контакту са Швајцарцима, Немцима и Французима, објавивши више од 1000 страна у немачким и енглеским научним часописима. Прелазео сам из једне области у другу како је шта било интересантно. Што сам био старији то сам све упорније улазио у те области. На то ме нико није терао. Могао сам да останем на овоме и усавршававам ово што сам овде урадио у по-

четку, рецимо да наставим даље са мостовима са косим затегама.

## 5. Стабилност при концентрисаним оптерећењима

У нашој инжењерској пракси захваљујући баш модерним челичним конструкцијама у многим стварима долазило је до проблема који су на први поглед били минорни, на пример како треба један носач да пренесе неку силу по средини и ако се он понаша другачије у односу на распоређена оптерећења. Тако су настали проблеми у вези са концентрисаним оптерећењима који и дан-данас интересују научнике у области челичних конструкција посебно са укрућењима. Ми смо, захваљујући интересовању и памети колеге Ненада Марковића који овде седи, почели да се бавимо стабилношћу ових конструкција.



Слика 10. Деформација под концентрисаним оптерећењем

Погледајте како изгледа та конструкција када под концентрисаним оптерећењем (Слика 10) почне да се деформише. Требало је за те проблеме имати неко теоријско и експериментално решење. Рађени су експерименти у Шведској, у Немачкој и у многим другим земљама па смо се и ми прикључили, са Чесима и са Белгијанцима, у та истраживања. И нас двојица смо углавном чепркали око тих носача и као ћорава кока набасали на право зрно. Велика је заблуда ако мислите да се то дешава свакој коки. Мора много да се ради и много

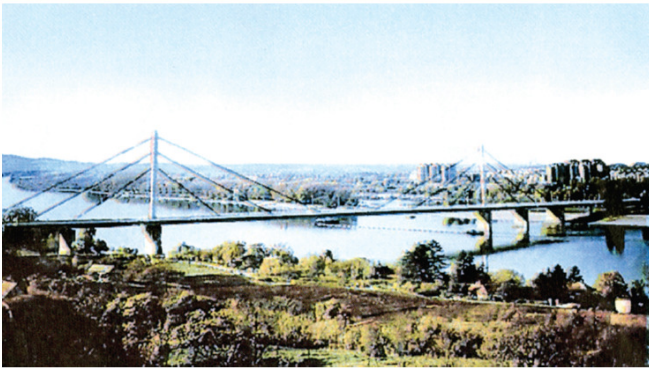
зна да би нешто случајно испало и дошло до задовољавајућих резултата. Ми смо бавећи се тиме дошли до закључка како се понашају те конструкције које имају, као што видите горе, танак лим, а преко њега разна укрућења и нашли смо решење којим можемо да се похвалимо да је било право и као такво ушло је у британски стандард [7]. А дозволите колеге, мислим да ћете се сложити, да се у британске стандарде врло тешко нешто уноси, поготово не из тако једне неразвијене земље као што је Југославија/Србија. Нас двојица можемо се похвалити да нам је решење овог питања унето у британске прописе који се продају по свету и по којима се морају правити конструкције.

## 6. Мостови

У челичним конструкцијама поред овога било је важно све оно што сам овде прескочио, рецимо као што је мост у Новом Саду [8] (Слике 11, 12, 13), као што је мост преко реке Висле у пољском граду Плоцку [9], највећи мост те врсте који сам са сарадницима пројектовао (Слике 14, 15, 16).

Изведен је у тој земљи за коју се може сматрати да је у технолошком погледу изнад нас. Али, ето, ми смо ипак добили пројекат да урадимо од почетка до краја. Морам искрено да признам да је то био анониман конкурс и да смо ми конкурисали не дајући своја имена. Отворивши коверте видели су да се поред осталих појављује један рад из Србије који им није уливао поверење, али с обзиром да су обилазили немачке земље и користили немачку литературу и видевши моје име у потпису, прихватили су пројектанта „Швајцарца” Николу Хајдина. Тако, захваљујући мом швајцарском имицу тај пројекат је прошао и мост је урађен. Он је дан-данас у Пољској и сматра се за једно од врхунских достигнућа у градњи мостова. Највећи је мост преко реке Висле, и уопште највећи мост те врсте са кабловима у једној равни.





Слика 11. Мостѝ преко Дунава у Новом Саду



Слика 14. Мостѝ у Плоцку



Слика 12. Срушени мостѝ у Новом Саду



Слика 13. Обновљени мостѝ у Новом Саду



Слика 15. Мостѝ у Плоцку

## 7. Закључак

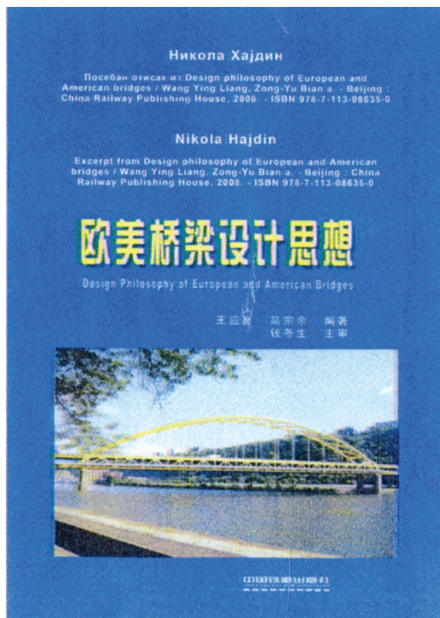
Додао бих још нешто, мада ће можда личити на хвалу. Реч је о монографији (Слика 17) на кинеском језику [10], која говори о историјском

развоју модерних мостова и која се продаје у великом броју примерака, при чему су укључене Европа и Америка.

Међу тим мостовима спомиње се 40 аутора. У тих 40 аутора поменуто је и моје име. Можете ту књигу видети у нашој библиотеци. Кинези су били пажљиви да опишу српске мостове и мостове рађене на Западу, који су представљали прогрес. Наведени су аутори који су нешто ново унели у градњи почевши од римских мостова са луковима, преко средњовековних мостова, челичних мостова у 19. веку до данашњих дана. То је за мене било велико признање од народа



који је ушао у област градње доста храбро и данас представља значајан фактор у свету. Ето, са овим бих завршио.



Слика 17. Кинеска монографија о мостовима

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hajdin, N.: Торзија троугласте цеви (Кручение трубом треугольного сеченик - Torsion of triangular tube), Годишњак Техничког факултета Универзитета у Београду 1946–1947 (1949) 27-29. Исто: Zbornik studentskih stručnih radova, Narodna studentska omladina Beogradskog univerziteta, jun 1948.
2. Hajdin, N., Krajcinovic, D.: Integral Equation Method for Solution of Boundary Value Problems of Structural Mechanics. Part I : Ordinary Differential Equations. International Journal for Numerical Methods in Engineering. 4 (1972) 509-522.
3. Hajdin, N., Krajcinovic, D.: Integral Equation Method for Solution of Boundary Value Problems of Structural Mechanics. Part II : Elliptical Partial Differential Equations. International Journal for Numerical Methods in Engineering. 4 (1972) 523-539.
4. Hajdin, N. : Različite mogućnosti spreznja betona i čelika u mostogradnji. Spregnute konstrukcije. Beograd : Izgradnja, 1973, str. 30-37.
5. Hajdin, N. : Application of Parallel Wire Cables in Cable-Stayed Bridges for Highways & Railways. 42nd Indian Roads Congress, Amritsar, December 1981. p. 1-19.
6. Hajdin, N. , Jevtović. Lj.: Eisenbahnschraeseilbriicke iiber die Save in Belgrad. Der Stahlbau. 48 : 4 (1978) 97-106.
7. Marković, N., Hajdin, N. : A Contribution to the Analysis of the Behaviour of Plate Girders Subjected to Patch Loading. Journal of Constructional Steel Research. 21 : 1 - 3(1992) 163-173.
8. Hajdin, N. : Strassenbriicke „SLOBODA” iiber die Donau in Novi Sad. Der Stahlbau (Berlin). 52 : 4 (April 1983) 97-103.
9. Hajdin N., Stipanić, B. : Cable-Stayed Bridge Across the Vistula River in Plock. Proceedings of the Conference Eurosteel '99. Praha : ČVUT, 1999. p. 459-462.
10. Design philosophy of European and American bridges/ Wang Ying Liang, Zong Yu ian
11. Beijing, China Railway Publishing House, 2008. ISBN 978-7-113-08635-0.

# АНАЛИ

## ОГРАНКА САНУ У НОВОМ САДУ





# АНАЛИ

## ОГРАНКА САНУ У НОВОМ САДУ

Број 12 за 2016.