

Проф. др инж. Војислав Д. Вукмировић
Инж. Снежана Даковић

ИНСТИТУТ ЗА ХИДРОТЕХНИКУ

Историјски развој

Институт за хидротехнику у садашњој организационој форми постоји од 1976. године, када се звао Завод за хидротехнику, односно од 1978. године под називом Институт.

Први Завод за хидротехнику основан је 1894. године на Техничком факултету, у време када је професор Никола Стаменковић изабран за декана Техничког факултета, у форми факултетске јединице која се брине о настави из хидротехнике, како теоријске тако и теренске. Тај Завод би пре могао да буде сродан појму катедра, него данашњем Институту за хидротехнику.

Пре формирања садашњег Института наставници и сарадници Катедре за хидротехнику обављали су научноистраживачку и стручну делатност кроз одговарајуће факултетске лабораторије, у којима је радио и један број ненаставног особља (лаборанти, техничари и др.). То су биле Хидрауличка лабораторија (основана пред Други светски рат), Лабораторија санитарне технике (основана 1947. године) и Лабораторија за мелиорације, која је због недостатка простора и кадра радила у саставу Хидрауличке лабораторије. У лабораторијама се одвијао и један део наставе, као и истраживања намењена изради магистарских и докторских радова, односно лабораторије су биле наставна база за експерименталне радове и лабораторијска мерења. Међутим, та је проблематика обрађена кроз поглавље „Катедра за хидротехнику“, па се о наставној делатности лабораторија и Института неће говорити у овом тексту.

Београдски универзитет 1958. године доноси Правилник о пословању факултетских и универзитетских установа (лабораторије, заводи, институти и др.) са установама привредног карактера и привредним организацијама ван Универзитета. Трећи члан овог Правилника гласи: „Сарадња факултетских и универзитетских установа са привредним организацијама може се спроводити само ако је проблематика која је предмет сарадње на нивоу научноистраживачког рада.“

Овај принцип је поштован у Хидрауличкој лабораторији и Лабораторији санитарне технике, а исто тако и у Заводу односно Институту за хидротехнику. Организована научноистраживачка и стручна делатност у лабораторијама заправо и почиње после 1955. године, при чему се до данас ове две делатности не могу стриктно раздвојити, јер једна другу иницирају и допуњавају.

Како је од половине шездесетих година дошло до све интензивније делатности у области комплексних студија и пројеката, искристалисала се потреба да се целокупна делатност Катедре за хидротехнику обједини, посебно са аспекта набавке опреме, распореда рада ненаставног особља и повезивања наставника и сарадника кроз тимски рад, чије резултате прате и анализирају сви чланови Катедре за хидротехнику. Зато је 1976. године донета интерна одлука да се три поменути лабораторије обједине у Завод за хидротехнику, чијим радом руководи један од наставника Катедре за хидротехнику, у својству управника Завода.

Две године касније, Грађевински факултет овакву форму рада прихвата као правило, оснива девет радних јединица одредбама Статута, усвојеног 18. децембра 1978. године, и Завод за хидротехнику постаје Институт за хидротехнику.

Током 50 година рада лабораторија, односно Института за хидротехнику, дошло је до изузетног кадровског јачања, набавке савремене опреме за теренска и лабораторијска мерења, као и рачунарске опреме, али проблем недостатка одговарајућег простора и поред свих уложених напора није решен.

У приказу рада и развоја Института за хидротехнику, прво наводимо рад и развој лабораторија чијим је обједињавањем Институт настао.

Хидрауличка лабораторија

Оснивање Хидрауличке лабораторије (1934–1945)

Први хидраулички модел у Србији израђен је 1934. године за уставу на реци Босут пред ушћем те реке у Саву. Модел је био саграђен у магацину предузећа „Југословенско Ганц“, које је финансирало овај пионирски подухват. Носиоци овог посла били су тадашњи доцент за хидраулику Богић Кнежевић и професор хидротехнике Милан Нешић. Ово моделско испитивање није било само један ваљано обављен практичан задатак него и важан корак у остваривању настојања да се у Београду, у оквиру Универзитета, оснује Хидрауличка лабораторија. То настојање, осим поменутих наставника, помагао је и управник Београдског водовода Слободан Петровић, који је 1937. године прешао за професора Универзитета, за предмет Снабдевање водом и каналисање насеља.

Настојања да се на Факултету оснује Хидрауличка лабораторија остварена су непосредно пред почетак Другог светског рата, тако да се, због прекида рада Универзитета у ратним условима, може сматрати да је рад Лабораторије започео после завршетка рата.

Први управник Хидрауличке лабораторије био је професор Богић Кнежевић, све до одласка у пензију 1965. године, када управник постаје професор Младен Борели, који остаје на тој функцији до 1976. године, а тада Лабораторија улази у састав Завода, односно Института за хидротехнику.

Хидрауличка лабораторија у периоду 1945–1976.

Општи приказ делатности Лабораторије

Потреба за што бржом обновом оштећених објеката и изградњом нових потребних за живот и развој земље разорене у Другом светском рату, довела је у области хидротехнике до изградње различитих водопривредних система (хидроенергетских, мелиорационих, система за водоснабдевање насеља и индустрије) без постојања претходних искустава.

Невелики број искуснијих стручњака и младих, тек дипломираних инжењера, морао је паралелно да стиче и примењује теоретска знања, у пројектовању и у изградњи и експлоатацији хидротехничких објеката.

Такав развој хидротехничке струке одражава се и на рад Хидрауличке лабораторије, посебно у погледу потребе за испитивањем на тзв. физичким моделима.

Почев од 1950. године, поред професора Боггића Кнежевића, као асистенти, а касније и наставници, доллазе млади и способни људи (Младен Борели 1950, Георгије Ухајдин 1955, Божидар Батинић 1961) који прате савремена збивања у овој

области и успешно примењују нове методе у решавању конкретних проблема.

Хидрауличка лабораторија Грађевинског факултета је имала, а има и данас, врло успешну сарадњу са истоименом лабораторијом Института „Јарослав Черни“. Тако је Геза Бата, један од изузетних стручњака из области хидраулике, са места начелника Хидрауличке лабораторије Института „Јарослав Черни“, изабран 1960. године за ванредног професора Грађевинског факултета. Он је дао значајан допринос развоју наше Лабораторије, нажалост у току само четири године, када је прерана смрт (1964) прекинула његов рад.

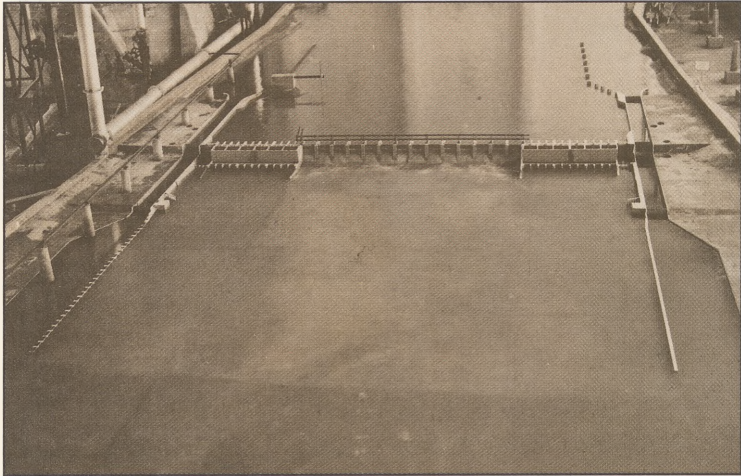
Делатност Хидрауличке лабораторије може се поделити на неколико области, али без обзира коју поделу усвојили, увек остаје један број нестандартних испитивања, која се тешко могу сврстати само у једну већ усвојену групацију.

Према научностручним областима и врсти истраживања, издвајамо следеће групе:

- Моделска испитивања на тзв. физичким моделима хидротехничких објеката кроз које тече вода. То су пре свега били евакуациони органи (преливи и испусти) уз бране. Ова испитивања су почела међу првим да се реализују захваљујући интензивној изградњи хидроелектрана после Другог светског рата, па се, примера ради, могу поменути бране „Батлава“ и „Грачаница“ на Косову, брана „Модрац“ на реци Спречи код Тузле, брана „Сјеница“ у сливу Увца, „Телије“ на Расини, „Барје“ код Лесковца и многе друге.
- Изучавање флукуације притисака на хидротехничке објекте, односно изучавање оптерећења објеката услед флукуације притисака. Тако су урађене студије о флукуацијама притисака на:
разним врстама прелива (широки праг, шахтни прелив, прелив практичног профила, итд.) и слапиштима (дно, зуби и зидови слапишта).
- Електроаналогни модели за изучавање проблема филтрације око објеката, струјање ка бунару узгонске силе притиска којим подземна вода оптерећује објекат. Ова врста истраживања примењена је за све објекте на Хидросистему Дунав–Тиса–Дунав (преводнице, бране, црпне станице) као и за брану „Бердап“.
- Изучавање и пројектовање објеката за мерење протицаја у: отвореним токовима (притоке Дунава, канали, испусти постројења за пречишћавање, и др.) и системима под притиском (у цевоводима за водоснабдевање, наводњавање и сличним хидротехничким објектима).

Области из којих су рађене студије и лабораторијско-теренска истраживања су *струјање подземних вода и хидраулика уз хидротехничке објекте*.

У периоду од 1960. до 1976. године, на Катедри за хидротехнику повећан је број наставника и сарадника, тако да је



Слика 2 – Модел ХЕ „Бердај“ 1

да реке Мали Пек, затим хидрауличка анализа на основу испитивања на физичком моделу и, на крају, завршна студија: Студија о тунелском провођењу реке Мали Пек, која је да-

ла коначно решење, да се првобитно предвиђен тунел дужине 4,5 km дислоцира из самог тока реке, и скрати на 0,6 km. Ово решење је реализовано, и данас добро функционише (аутори: Г. Хајдин, С. Јовановић, Б. Батинић, Ч. Максимовић).

- Један од објеката који је комплексно обрађен у Хидрауличкој лабораторији је свакако канал Chica-Piuga у Перуу, и то у периоду 1974. и 1975. године. Прво је електроаналогним испитивањем решен проблем дренаже канала, затим је урађена Студија филтрације око канала, с обзиром на то да се канал налази у насипу. На крају је електроаналогним моделом испитан узгон на темељну плочу сигурносног прелива (аутори: М. Борели, М. Радојковић и сарадници).

Сигурно је да би и о другим проблемима који су кроз студије и пројекте решавани у Хидрауличкој лабораторији, могло доста да се каже, али су датим прегледом обухваћени најкарактеристичнији проблеми, који истовремено показују ширину делатности чланова Лабораторије, односно развој хидротехничке праксе у нашој земљи.

Лабораторија санитарне технике

Оснивање Лабораторије санитарне технике и почетак рада (1947–1957)

Лабораторија је основана крајем 1947. године као наставна и научна установа Грађевинског одсека Техничког факултета Универзитета у Београду. У њој је рад започео у 1948. години на овим задацима:

- извођење и усавршавање наставе из предмета Снабдевање насеља водом и каналисање насеља, и Хемије, ради упознавања студената с теоријским и практичним знањима из хемије, бактериологије, микробиологије и технологије воде, и с научним методама рада уопште у области санитарне технике;
- развијање научноистраживачког рада у области санитарне технике и хигијене насеља.

У моменту оснивања Лабораторије, једини њен члан и управник био је проф. Слободан Петровић, који је као дугогодишњи управник Водовода града Београда уочио да Снабдевање насеља водом и каналисање насеља поред чисто грађевинских проблема обухвата и низ других који потичу из додирних научних и техничких области: хемије, биологије, технологије, машинства, електротехнике. Организовање наставе с оваквом садржином, и, нарочито, оснивање Лабораторије санитарне технике на Грађевинском факултету, јесу животна дело професора Слободана Петровића, дело трајне вредности, и остављају неизбрисив траг његовог плодносног деловања у нашој техничкој пракси.

Почев од 1953. године Лабораторија ради интензивније. Стручни кадар се увећао. Као асистенти раде Милоје Мило-

јевић, дипл. грађ. инж., и Стеван Јанковић, дипл. хем., а благодарећи помоћи Дирекције војне индустрије ФНРЈ омогућена је набавка знатног дела опреме, и то како инструмената и прибора, тако и лабораторијских столова, ормана и сл. Набављена опрема омогућавала је хемијско и бактериолошко испитивање квалитета воде, за оно време савременим методама, а то је тада представљало далеко већи успех него што може да се замисли са данашњег становишта. Крајем овог периода почиње у Лабораторији санитарне технике интензивнија сарадња са привредним организацијама на решавању конкретних проблема и научноистраживачки рад, који се међусобно допуњују и прожимају. Професор Слободан Петровић



Слика 3 – Изградња главног водоводног тунела „Безанија“ у Београду – I етапа

остаје управник Лабораторије до одласка у пензију 1965. године, а затим управник постаје професор Милоје Милојевић и остаје на тој функцији до формирања Завода за хидротехнику, 1976. године.

Лабораторија санитарне технике у периоду 1957–1976.

Лабораторија санитарне технике у овом периоду прати све озбиљније проблеме који се појављују у области снабдевања водом, одвођења отпадних вода, затим квалитета вода у најширем смислу речи, као и пионирске подухвате у заштити животне средине. Истовремено се посебна пажња поклања развоју нових методологија за испитивање квалитета вода и провери савремених поступака за пречишћавање вода, како оних за пиће, тако и отпадних.

У даљем тексту хронолошким редом наводимо значајније радове из овог периода.

- Почетком 1957. године извршена је комплетна анализа могућности употребе јоноизмењивача Амберлита JP-120, у процесу деминерализације воде за потребе индустрије „Вискоза“ (Лозница), која је тада била у изградњи. То је била прва примена јоноизмењивача у нашој индустријској пракси.
- У 1958. години урађена је студија о могућности деминерализације воде за парне котлове у Комбинату за прераду и експлоатацију косовског лигнита. Исте године у Вреоцима се отварају површински копови и сушара лигнита, па се у Лабораторији испитује квалитет воде која ће се користити у технолошком процесу. Такође се ради студија о месту водозахвата и транспорту воде.
- Један од значајнијих момената у развоју Лабораторије је позив World Health Organisation (WHO) упућен професору Слободану Петровићу 1959. године, да он као личност и Лабораторија санитарне технике као факултетска лабораторија учествују у избору методологије за испитивање квалитета вода, при доношењу интернационалних стандардних метода за испитивање квалитета вода. Ова сарадња се одвијала тако што је WHO слала узорке непознатог квалитета, са упутством за испитивање одређених параметара у њима. Поређењем резултата добијених у више лабораторија широм Европе и САД, бирања је најбоља метода за одговарајући параметар квалитета воде. Улазак Лабораторије санитарне технике у овај пројекат био је у то време велико признање и за Грађевински факултет и за нашу земљу. Ова сарадња је трајала више од 10 година, до изласка тринаестог издања Стандардних метода за испитивање вода и отпадних вода (1970. године). Изузетно залагање у овом раду показали су доценти др Милоје Милојевић и др Стеван Јанковић.
- Такође, у 1959. години, поменути доценти започињу студију нових стандарда за мутноћу воде, која је рађена више година, и која је као резултат дала и неколико запажених реферата, саопштених на конгресима и саветовањима.

Почетком шездесетих година појављује се све већи број проблема у пракси, који се решавају кроз одговарајуће студије и лабораторијска испитивања, и започиње рад на пречишћавању отпадних вода. Да би се систематизовали проблеми и боље организовао научноистраживачки рад, донет је први пут план рада за следећих пет година (1960–1965), у којем су следеће области истраживања наведене као приоритетне:

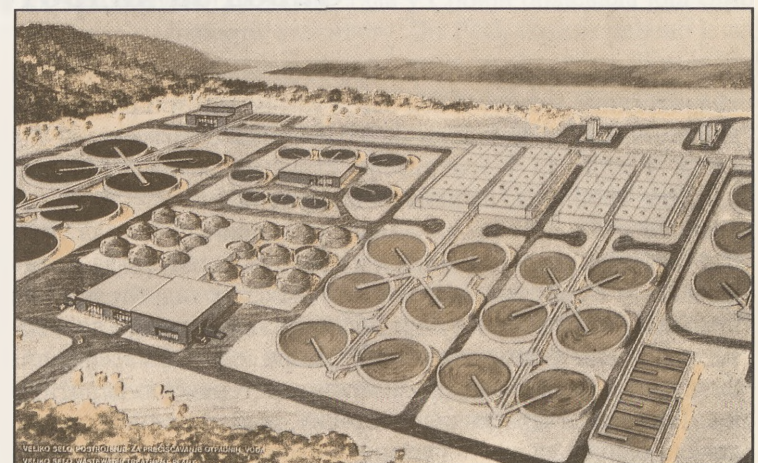
- методологија испитивања квалитета отпадних вода;
- пречишћавање вода;
- разблаживање каналског садржаја у пријемнику;
- кородивно дејство воде на објекте и
- утврђивање токсичности отпадних вода.

На тим истраживањима су радили др Милоје Милојевић, др Стеван Јанковић, Снежана Даковић и мр Војислав Вукмировић.

У 1961. години урађена је Студија о снабдевању водом фабрике полуцелулозе и хартије у изградњи (Владичин Хан). Ако се узме у обзир да овај технолошки процес захтева велике количине воде, а за поједине делове процеса и висококвалитетну воду, онда је јасно колики је степен сложености имала та студија.

Неколико веома значајних студија и лабораторијских испитивања започети су у 1962. години, и трајали су више година, пратећи развој конкретне проблематике. Поменућемо само неке од њих:

- Студија степена загађености реке Саве и притока на територији Србије. Ова Студија је рађена четири године у сарадњи са Хигијенским заводом Србије и обухватила је укупно 3000 узорака вода, обрађених на терену и лабораторијски. Добијени резултати су коментарисани и систематизовани у посебној студији, на крају свих испитивања (1966. године).
- Студија снабдевања водом индустрије „Прва искра“ у Баричу, и идејно решење индустријског водовода. Започета сарадња са овом индустријом траје до данас и обухвата решавање свих проблема снабдевања водом, прикупљања, пречишћавања и испуштања отпадних вода.



Слика 4 – Макеја будућег постројења за пречишћавање отпадних вода Београда, „Велико село“

- Испитивање адсорпционих особина неких домаћих полу-коксова за дефенолизацију отпадних вода, озбиљан је научноистраживачки рад, спроведен у намери да се добије материјал који се може користити у пракси пречишћавања отпадних вода. Испитивања су трајала две године на пилот моделу, урађеном у Лабораторији санитарне технике. Резултати су приказани кроз неколико објављених радова и проверени на отпадним водама Железаре у Смедереву.
- Студија пречишћавања отпадних вода сепарације у Ресавско-моравском базену (1965), јесте специфично, нестандардно решење проблема, јер су отпадне воде сепарације изузетно „тешке“ за пречишћавање.
- У 1966. години урађена је студија о снабдевању водом Дивчибара, која је била од значаја због наглог туристичког развоја овог насеља, што условљава високе осцилације у потрошњи воде.
- Као једно од значајних остварења треба поменути изразу Водопривредне основе Топчидерске реке (1967. и 1968. године), која прихвата отпадне воде Раковичког базена и угрожава квалитет реке Саве код Београда.
- У периоду 1966–1970. обављен је низ испитивања квалитета већег броја отпадних вода индустрија, као што су Стаклара у Панчеву, комуналне отпадне воде Вучитрна, Железаре у Смедереву, Комбинат алуминијума у Титограду и др.
- Студија проблема колмирања бунара (1969. године) представља почетак рада на решавању ове проблематике и на изучавању њеног механизма, што постаје актуелно због снабдевања водом Београда из рени-бунара. И ова студија је дала резултате применљиве у пракси, као и неколико објављених радова.
- Прва испитивања квалитета воде и прогнозе његове промене, везано за изградњу и рад ХЕ „Бердап“, започињу 1968. и до данас чине сталну делатност Института за хидротехнику, која је проширена и на праћење утицаја ХЕ „Бердап“ на

промене нивоа подземних вода и на стабилност објеката у приобаљу Дунава.

У периоду од 1970–1976, поред свих осталих испитивања у Лабораторији санитарне технике, која је по Закону о водама овлашћена за праћење квалитета вода и давање одговарајућих атеста, треба издвојити неколико студија од посебне важности. Међу њима су:

- Основно решење канализације за употребљене воде града Титово Ужице (Београд, 1974). Ова студија је рађена у сарадњи са Институтом „Јарослав Черни“, с тим што је део о саставу и количини градских и индустријских отпадних вода, као и анализа њиховог утицаја на квалитет воде у реци Ђетини, урађен у Лабораторији санитарне технике (проф. Милоје Милојевић, Снежана Даковић, асистент).
- Програм изградње уређаја за пречишћавање употребљених вода предузећа „Прва искра“ у Баричу (Београд, 1975). Наслов ове студије не одговара њеном садржају, јер она обухвата анализу количине и квалитета свих отпадних вода ове индустрије, које су веома различите по саставу, а неке од њих високо токсичне и експлозивне. Утицај на реку Саву испитан је применом методе по Фролову и Родзилеру, чиме је одређен степен разблажења и потребан степен пречишћавања отпадних вода. На крају је дат предлог технологије пречишћавања, при чему су неки поступци проверени лабораторијским експериментом (аутори: проф. Милоје Милојевић, Снежана Даковић, асистент).

За цео разматрани период у Лабораторији санитарне технике су радили:

проф. Слободан Петровић
проф. Милоје Милојевић
доцент Стеван Јанковић
асистент Снежана Даковић
лаборант Новица Божовић.

Завод за хидротехнику (1976–1978)

Визионарска идеја професора Георгија Хајдина о развоју хидротехнике у свету и код нас, а самим тим и о развоју хидротехничких дисциплина на Грађевинском факултету и о улози Факултета у усмеравању струке и реализацији конкретних проблема, наишла је на пуну подршку Катедре за хидротехнику. Професор Хајдин је пошао од тога да „распарчана делатност појединаца и малих лабораторија“ не може да буде основ за решавање комплексних хидротехничких проблема, који захтевају организован тимски рад, а још мање може да се у тим условима формира солидна материјална база за даљи развој експерименталних и теренских испитивања. Тако је Катедра за хидротехнику, почетком 1976. године, донела одлуку да се Хидрауличка лабораторија и Лабораторија санитарне технике обједине у Завод за хидротехнику. Сви чланови Катедре за хидротехнику били су истовремено

и чланови Завода, као и ненаставно особље обе лабораторије. Заводом руководи један од наставника Катедре за хидротехнику, у функцији управника Завода.

У току две године рада Завод за хидротехнику је постигао тако знатна побољшања у организацији рада и резултатима рада да при изради новог Статута Грађевинског факултета у току 1978. године, овај облик организације улази у Статут као важећи за цео Факултет, и остаје непромењен до данас. Тим Статутом, Завод за хидротехнику постаје Институт за хидротехнику, али нема никаквих суштинских измена у раду у односу на Завод, па се зато ближа организација рада даје у следећем поглављу.

За првог управника Завода за хидротехнику изабран је др Војислав Вукмировић, доцент.

Институт за хидротехнику (1978–1996)

Организација рада и кадровска структура

Институт за хидротехнику је наставна база за извођење експерименталног дела наставе на редовним и последипломским студијама, затим омогућава реализацију научноистраживачког рада везаног за теренска и лабораторијска мерења, као и обраду тих података савременим рачунарским поступком, и организује и обједињава стручну делатност свих чланова Института.

Чланови Института за хидротехнику су сви наставници и сарадници Катедре за хидротехничке дисциплине, и ненаставно особље (лаборанти, техничари, в.к.в. радници и др.). У раду Института учествују и млади, тек дипломирани инжењери, које, захваљујући свом успеху на студијама, једним делом финансира Министарство за науку Републике Србије (у ранијем периоду одговарајући Републички фондови, односно СИЗ-ови).

Рад ненаставног особља планира се тако да се прво задовоље све потребе наставне и научноистраживачке делатности, па тек онда реализација стручне делатности.

Радам Института руководи управник Института, који део својих обавеза преноси на заменика управника.

Кроз стручну делатност, и делом кроз научноистраживачки рад, Институт стиче материјална средства, која улаже у побољшање услова рада, набавку опреме, израду лабораторијских инсталација и модела и за запошљавање високостручног и техничког кадра (на одређено или неодређено време), чиме се знатно доприноси развоју наставног и научноистраживачког рада.

Како су сви чланови Катедре за хидротехничке дисциплине истовремено чланови Института, њихова имена се овде не наводе, јер су сви релевантни подаци садржани у поглављу „Катедре за хидротехничке дисциплине“, већ се само наводи списак ненаставног особља.

Сарадници без изборног звања у Институту за хидротехнику у периоду 1978–1995. су:

Војин Поповић, инжењер
 Бранко Хркић, в.к.в. радник (пензионисан 1995)
 Драгутин Стевановић, к.в. радник (пензионисан 1989)
 Милорад Алексић, к.в. радник (пензионисан 1981)
 Владимир Јанковић, техничар
 Михајло Драшковић, техничар
 Новица Божовић, лаборант (пензионисан 1984)
 Мирјана Кмезић, лаборант
 Вера Тејић, технички секретар
 Невена Грбић, технички секретар
 Драгољуб Веселиновић, моделар (на одређено време, раскинуо радни однос 1994)

Зорица Тодоровић, дипл. инж., стручни сарадник у IRTCUD-у (на одређено време)

Мирјана Симић, технички секретар (на одређено време)
 Бранимир Нешић, моделар

У овом периоду, управници Института били су:
 др Драгутин Мушкатиновић (октобар 1979 – октобар 1981)
 др Божидар Батинић (октобар 1981 – октобар 1983)
 др Чедо Максимовић (октобар 1983 – октобар 1987)
 др Миодраг Радојковић (октобар 1987 – октобар 1989)*
 др Војислав Вукмировић (октобар 1989 – октобар 1996).

Развој Института за хидротехнику

Током 1976. и 1977. године Завод за хидротехнику улаже велики напор и материјална средства (највећим делом сопствена) у адаптацију постојећег простора, да би створио боље услове за рад у настави и за остваривање свих делатности. Просторије су адаптиране тако да се добију и две учионице – лабораторије за извођење наставе и да се оформи простор за смештај лабораторијске и рачунарске опреме.

Ништа мање напора и средстава није уложено у набавку опреме за теренска и лабораторијска мерења количине и квалитета природних и отпадних вода.

Израђено је неколико лабораторијских инсталација за потребе наставе, као што су филтарске колоне за праћење процеса таложења, аерације, као и уређај за праћење процеса коагулације. Затим су инсталирани хидролошки модел отицања у урбаним срединама са симулатором кише, отворени канал за проучавање дисперзије и др.

Увођење савремене рачунарске опреме у Институт за хидротехнику, почело је још 1979. године набавком, тада савременог, лабораторијског рачунара PDP 11/34. Иако карактеристике тог рачунара (64 KB меморије и две диск јединице са изменљивим дисковима капацитета по 5 MB) данас звуче више него сиромашно, овај рачунар је, са својим четвороканалним аналогно-дигиталним конвертером, омогућио моделска испитивања која се до тада нису могла обављати (на пример флукуације притисака). Ова мерења су представљала пионирски подухват, јер су се тада у Србији обављала још само на Војно-техничком институту. До 1983. године рађено је на проширењу капацитета и перформанси рачунара. Тада је достигао своје максималне могућности: 128 KB меморије, 8 канала за АД конверзију, 8 терминала и терминалска веза са Рачунским центром.

Повезивање терминала на рачунар PDP 11/34 омогућило је да Институт за хидротехнику 1983. године, први на Факултету, отвори терминалску учионицу и уведе рачунарске вежбе за студенте редовне наставе. Рачунарске вежбе су прво организоване за предмет Хидраулика, а затим за Механику флуида, Регулацију река и Стохастичку хидрологију.

Упркос веома брзом развоју рачунарске технологије, лабораторијски рачунар PDP 11/34 је све до 1992. године био у

* Др Миодраг Радојковић је преминуо у току мандата, па је др Миодраг Јовановић обављао дужност управника Института.

употреби, поготово за моделска испитивања. Мерења и анализе обављене уз помоћ овог рачунара су били основа за израду шест магистарских и више дипломских радова.

Први РС рачунар је набављен крајем 1986. године. Његовом набавком омогућен је квалитативан напредак у погледу визуелизације резултата (графика, боја) и могућности трансфера софтвера. Уз помоћ тог рачунара први софтверски пакет Института, UDM Data Base (база података о урбаним сливовима) са програмом VEMUS (београдски модел урбаних сливова) изашао је ван оквира Југославије. Од тада Институт за хидротехнику, уз помоћ IRTCUD-а (UNESCO центра који ради у оквиру Института), издвајањем значајних материјалних средстава и великим личним ангажовањем појединаца, успева да прати напредак рачунарске технологије. Са РС сервером (32 MB меморије, 2 диска по 2 GB), 12 прикључених РС рачунара, ласерским, колор и матричним штампачима, црно-белим и колор скенером, дигитајзером, плотером, CD читачем, стримером и модемском везом са Рачунским центром, Институт је данас оспособљен да изађе у сусрет свим захтевима савременог образовања, научноистраживачког рада и сарадње са привредом.

У току 1981. године Институт за хидротехнику формира на Миљаковцу тзв. *експериментални слив – ошшии полигон*, за мерење падавина и отицаја. Овај слив, за сада једини у земљи, формиран је у намери да буде наставна база за редовне и последипломске студије, али да истовремено омогућава тестирање нових метода и опреме, који се затим примењују у пракси. Данас се обављају и мерења квалитета вода које отичу са слива, а од 1992. године Хидрометеоролошки завод Србије врши и метеоролошка мерења. Подаци, прикупљени у току десетак година континуалног мерења, стоје на располагању домаћој и међународној стручној јавности у оквиру међународне UDM базе. Ови подаци су драгоцени при решавању проблематике прикупљања, одвођења и пречишћавања атмосферских вода са различитих локалитета.

Под покровитељством UNESCO-а на Грађевинском факултету у Београду, а у оквиру Института за хидротехнику, 1987. године формиран је *Међународни центар за урбано одводњавање* (IRTCUD – International Research and Training Centre for Urban Drainage). Формирање центра иницирали су др Чедо Максимовић и пок. др Миодраг Радојковић. Првенствена намена центра у моменту оснивања био је рад на развоју и примени метода и средстава за трансфер знања и технологије у земље којима је то потребно, а у области заштите урбаних средина од поплава и заштите водопријемника од загађења.

Од оснивања, IRTCUD је учествовао у већем броју међународних научних пројеката, организовао серије међународних курсева и семинара, објавио већи број публикација у земљи и у иностранству. Развио је сопствене програме за анализу процеса падавине–отицај у урбаним срединама и формирао међународну банку података UDM (Urban Drainage Modelling). Ова база послужила је као основа за већи број истраживања у земљи и у иностранству и за развој хидрауличких модела и моделирања квалитета воде. У последњих неколи-

ко година доста је рађено на повезивању извора информација, комерцијалних пакета за ГИС (Географски информациони системи) и симулационих модела у интегралне пакете за пројектовање и управљање радом комуналних инфраструктурних система.

Почев од 1979. године Институт за хидротехнику издаје редовну годишњу публикацију под називом *Годишњак Института за хидротехнику*. У овој публикацији садржане су све релевантне информације о Институту, почев од наставне до стручне делатности. Поред списка свих објављених радова чланова Института и саопштених радова на домаћим и међународним конгресима и саветовањима, приложени су и резимеи тих радова. На исти начин обрађене су све научноистраживачке теме, студије и пројекти. Публикација је до 1990. године штампана и на енглеском језику, а у периоду 1990–1993. само на српском, због познатих материјалних тешкоћа у целој земљи и редуцираних контаката са међународном научном и стручном јавношћу.

Делатност Института за хидротехнику

Општи подаци

Делатност Института је знатно проширена у односу на период до 1976. године, сагласно и развоју хидротехничке струке у целини.

Може се слободно рећи да нема већег пројекта у чијој реализацији није учествовао Институт, без обзира на начин учествовања (део пројеката, идејна решења, експертисе и сл.), самостално или у сарадњи са другим институцијама. Један од најчешћих облика делатности јесте израда студија које дефинишу све потребне услове за пројектовање и изградњу хидротехничких објеката и система, или разматрају могућност побољшања рада већ постојећих.

Институт за хидротехнику је у протеклом периоду имао интензивну сарадњу са многим институцијама, међу којима су: Институт „Јарослав Черни“, „Енергопројект“, Београдски водовод и канализација, Новосадски водовод, ХЕ „Бердап“, „Хидропројект“, Републички и Савезни хидрометеоролошки заводи, СИЗ-ови за водопривреду (до њихове трансформације у фондове), Фонд за воде, јавна водопривредна предузећа, и многе друге. Сарадња са свим институцијама била је обострано веома коректна и корисна.

За реализацију сваког задатка, Институт формира радни тим, водећи рачуна о томе да у тиму учествују најкомпетентнији наставници сагласно врсти задатка, али и млађи сарадници како би проширили своја знања и стекли искуства у пракси. У радном тиму учествују и чланови других организационих јединица Факултета, као и стручњаци ван Факултета из струка које нису заступљене на Факултету, ако то захтева мултидисциплинарност задатка (на пример биолози, метеоролози, демографи и сл.).

При реализацији стручне делатности Институт се стриктно придржава неколико основних принципа, који се могу исказати кроз следеће ставове:

- Вода, која је основни услов за опстанак људског друштва у целини, нема неисцрпне резерве у природи, и мора се крајње рационално користити.
- Сваки хидротехнички објекат је део једног хидротехничког система (за снабдевање водом, мелиорационог, хидроенергетског, канализационог и др.), а сви заједно су повезани у водопривредне системе у најширем смислу те речи, и њихова функционалност је међусобно условљена и повезана.
- Ангажовање факултетских сарадника на сложеним стручним задацима нужно је ради што чвршћег повезивања науке и праксе и ради што свестранијег образовања млађих сарадника.
- Сви елементи потребни за успешно извршење постављеног задатка (студије, пројекти и сл.) почев од теренских радова, лабораторијских испитивања, обраде података, до пројектовања било које појединости система, подједнаког су степена важности за успешан рад система, независно од његове намене.

Овакав приступ Институт је заступао и у свим ревизијама и експертизама, трудећи се да стручна јавност прихвати ове принципе, у чему је до сада имао делимичног успеха. У последњих десетак година појавио се појам „ревизија у ходу“, при чему се подразумева да су ревиденти у суштини главни консултанци, па такве ревизије далеко надилазе класичну контролу пројекта, и пружају могућност да се утиче на све фазе пројектовања, односно израде студија. Институт за хидротехнику обавља знатан број оваквих ревизија, посебно за комплексне проблеме.

Преглед укупне стручне делатности Института у периоду 1976–1995, исказан кроз број реализованих задатака, дат је у табели 1.

ТАБЕЛА 1

Година	Укупан број реализованих уговора	Студије и пројекти	Остало
1976.	8	6	2
1978.	11	6	5
1979.	20	12	8
1980.	17	14	3
1981.	17	12	5
1982.	21	15	6
1983.	33	21	12
1984.	34	17	17
1985.	49	25	24
1986.	46	22	24

Година	Укупан број реализованих уговора	Студије и пројекти	Остало
1987.	44	14	30
1988.	46	16	30
1989.	47	20	27
1990.	37	16	21
1991.	10	3	7
1992.	11	3	7
1993.	8	4	4
1994.	29	15	14
1995.	50	22	28

Из табеле 1 се види да почев од 1979. године Институт за хидротехнику стално проширује своју стручну делатност, с тим што треба нагласити да је знатан број студија обухватио низ теренских мерења и лабораторијских испитивања. Период од 1991. до 1995. године довео је прво до значајног застоја у стручној делатности, сагласно општој ситуацији у земљи, да би од 1994. године опет дошло до повећања броја студија и пројеката. С друге стране, овај период је искоришћен да се интензивира научноистраживачки рад, а то је резултирало бројним радовима као и одбраном више докторских и магистарских теза.

Хронолошки приказ важнијих студија и пројеката

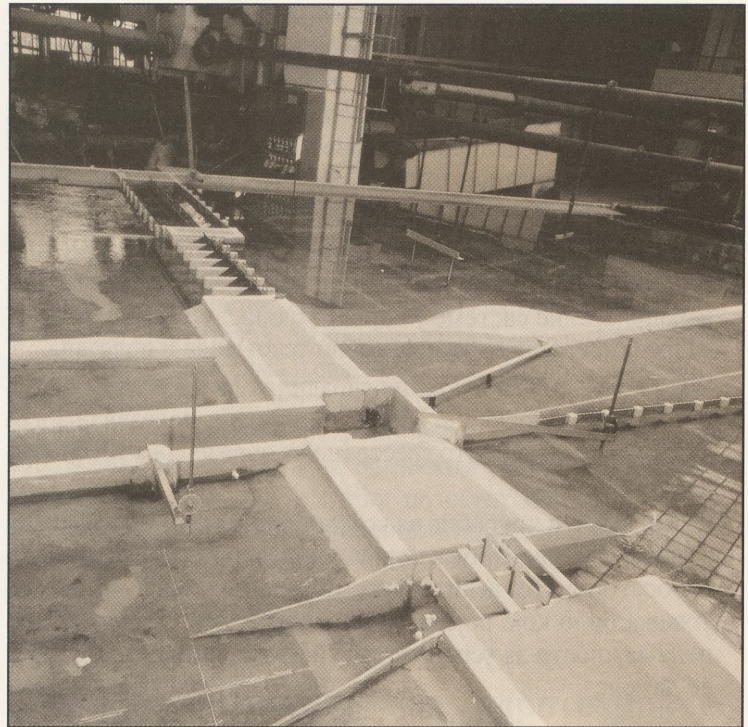
Због ограничења обима *Монографије*, није могуће дати ни најкраћи приказ свих 260 студија и пројеката урађених у последњих 20 година, већ се само неки од радова могу укратко изложити, а неки само набројати. С друге стране, сви значајнији радови су мултидисциплинарног карактера, па је њихово сврставање по областима само условно, јер свака озбиљнија студија, на пример о могућности и потреби изградње вишенаменске акумулације, захтева веома сложена и конкретна хидрауличко-хидролошка теренска и моделска испитивања, затим сагледавање квалитета воде, оптимизацију режима рада и коришћења воде из акумулације, техно-економску анализу и др. Исто тако, цитирање свих учесника у изради студија и пројеката, с обзиром на тимски рад, оптерећује текст, па се аутори наводе само генерално, за читаве комплексе истраживачких задатака који су решавани.

Хидрауличка истраживања

Највећи број хидротехничких објеката захтева претходну хидрауличку анализу, а сам пројекат, односно студија, и одговарајуће коректне хидрауличке прорачуне, тако да је ова област заступљена безмало у свим студијама и пројектима. На истраживањима из те области били су ангажовани професори Младен Борели, Георгије Хајдин, Божидар Батинић, Чедо Максимовић, Миодраг Радојковић и Марко Иветић, као и асистенти Дубравка Покрајац, Душан Продановић и Сло-

бодан Ђорђевић. Наводе се само нека истраживања намењена конкретним објектима.

- Моделско испитивање оптичног тунела бране „Стражево“ (1979). Моделским испитивањем је утврђена пропусна моћ оптичног тунела, умирење млаза у слапишту, степен ерозије у природном току иза слапишта и др. Предложена је одговарајућа измена геометрије на брзотоку, због повећања пропусне моћи оптичног тунела и лакшег извођења објекта.
- Моделско испитивање шахтног прелива, темељног испуста и слапишта акумулације „Барје“ (1981).
- Моделско испитивање губитака на пригушивачу водостана реверзибилног постројења „Бистрица“ (1982).
- Моделско испитивање прелива уз брану „Клак“ (1982).
- Електроаналогна моделска испитивања ХЕ „Бук Бјела“ у циљу димензионисања антифилтрационих конструкција на лучној бетонској брани, на два модела, капиларни електроаналогни модел у размери 1:200 и модел слапишта у размери 1:50 (1986).
- Хидрауличка студија проблема филтрације за јаловиште флотације бакра у Мајданпеку. Прорачун провирних линија за различите нивое у акумулацији урађен је моделом КЕ-ТИ, који је развијен у Институту за хидротехнику (1986).
- Из области хидраулике подземних вода, свакако, посебно место заузима рад на решавању проблема депонувања пепела великих термоелектрана започет 1981. године. Термоелектране у Србији користе нискокалоричан угаљ, због чега производе веома велике количине пепела. Депоније пепела су зато великих површина, па су стандардни проблеми заштите околине и стабилности доста озбиљни. Изучаване су могућности рационалне заштите подземних и површинских вода од загађења са депоније пепела и шљаке, проблеми аерозагађења, стабилности насипа депоније, као и неки специфични проблеми истакања пепела. Истраживања су рађена највише за потребе ТЕ „Никола Тесла“ А и Б у Обреновцу, а такође и за ТЕ „Костолац“ и „Дрмно“. На терену и у лабораторији мерени су коефицијенти филтрације пепела, као основа за хидрауличке прорачуне. Рађена су два основна типа хидрауличких прорачуна. Рачунате су провирне линије кроз насипе, да би се одредили положаји хоризонталних дренажа, а такође и као подлога за прорачун стабилности. Други тип прорачуна биле су симулације утицаја инфилтрације воде из депоније на режим подземних вода, како би се одредио што повољнији режим рада заштитних ободних бунара. Као резултат вишегодишњег рада 1992. године објављена је монографија *Загађење и заштитна површинских и подземних вода од опашадних вода са депонија пепела и шљаке*, чији су аутори: М. Борели и Д. Попрајац, а из Института „Јарослав Черни“ Л. Поповић и М. Димкић. На основу свих ових резултата планиран је систем заштите пепелишта.
- У протеклом периоду урађено је више хидрауличких анализа прелазних појава у цевоводима и дистрибуционим мрежама. Посебно се могу истаћи два пројекта: Магистрални



Слика 5 – Моделско испитивање додатне електричне ХЕ „Ђердаи“ 1

цевовод Петлово брдо–Младеновац и цевоводи за хидраулички транспорт руде бакра Церово–Бор. Магистрални цевовод Петлово брдо–Младеновац, укупне дужине 50 km, састоји се из две деонице: резервоар „Петлово брдо“ – резервоар „Врчин“ и резервоар „Врчин“ – Младеновац. Да би се обезбедило поуздано функционисање цевовода у свим редовним и ванредним условима експлоатације, урађен је пројекат заштите цевовода од хидрауличког удара. Током израде пројекта, који је рађен упоредо са реализацијом, неколико пута је мењан материјал за израду цевовода. То је значајно компликовало анализе, јер су те промене углавном доносиле нова ограничења, а било је неопходно сачувати компатибилност са изведеним делом цевовода. За цевовод за хидраулички транспорт руде бакра Рудник „Церово“ – Бор, дужине 13 km, постојао је урађен пројекат заштите од хидрауличког удара, који није био реализован због превелике цене. Посебном анализом, која је узела у обзир савремена сазнања о понашању флуида у условима кавитације, примењена је заштита од хидрауличког удара, пројектована је нова заштита. Показало се да је решење, предложено накнадном анализом, значајно јефтиније и поузданије.

Хидролошке студије

На хидролошким истраживањима и пројектима највише су радили професори Славољуб Јовановић и Војислав Вукмировић, доцент Зоран Радић и асистенти Јасна Петровић, Јован Деспотовић и Драгутин Павловић.

Од многобројних хидролошких студија, намењених пројектовању хидротехничких и саобраћајних објеката и система, као и за друге сврхе, поменућемо:

- Хидролошка анализа слива реке Груже (1979). Овом студијом обрађени су хидрометеоролошки подаци за слив Груже, као потенцијалног изворишта за снабдевање водом Крагујевца. У току последњих десетак година извршена је модернизација постојеће мреже хидролошких станица, па је добијен низ веома корисних и коректних података са потребном дужином периода осматрања. Тај пројекат је РХМЗС прихватио као „угледни пројекат“ како би се савремени примењени поступци и методе користили и у другим пројектима.
- Хидрологија црноморског слива Црне Горе (са РХМЗ Црне Горе, 1982).
- Хидролошка анализа региона дуж пруге Ваљево–Лозница (1985).
- Студија *Меродавне мале воде на рекама у Србији*, урађена је као основа за израду Катастра загађивача Србије (1988).
- Мале воде на рекама у Црној Гори (1990).
- Велике воде на рекама у СР Југославији (1993).
- Анализа краткотрајних јаких киша у Србији (1994).

Хидрометријска мерења

Проблемима хидрометријских мерења највише су се бавили професори Георгије Хајдин, Божидар Батинић, Чедо Максимовић и Миљивоје Симић, као и асистенти Душан Продановић, Слободан Ђорђевић и Ана Томановић. У почетку су мерења најчешће вршена на индустријским постројењима, тако да се већ од 1986. године према пројектима за конкретне локације и услове постављају бројни мерачи протока (испусти индустријских отпадних вода Светозарева, Рекавца, Добановаца, Охрида, Зрењанина, Крагујевца и других места). Мерачи протока се такође пројектују и за мање водотоке, као што су извор „Булет“ у Истри, река Криваја, устава I – Фекетић итд. Наводе се само неки правци истраживања у тој области.

- Направљена је инсталација која омогућава калибрисање свих типова мерача протока у цевима. На тој инсталацији са стручњацима из Института „Михаило Пупин“ радило се на сталној калибрацији електромагнетних мерача протока. Вршене су одређене модификације постојећих, као и испитивања других типова мерних уређаја (лог сонде, ултразвучне сонде итд.). Ради провере исправности рекалибрисања већ уграђених мерача протока, обављено је низ теренских мерења (калибрација) различитим методама, волуметријским мерењима, мерењем распореда брзина Питот-Прандтловом сондом или електромагнетном сондом, или мерењима пада притиска на познатим локалним поремећајима (РТБ Бор, Београдски водовод и канализација, ТЕНТ Обреновац Б, црпне станице на систему ДТД, итд.).
- Мерење притиска и разлика притисака представља веома битан фактор за утврђивање разних параметара неког система. Посебан проблем представљају мерења величина које се брзо мењају кроз време (притисак током хидрауличког удара, итд.), за шта је направљен посебан програм који омогућава прикупљање свих мерних величина на персонални

рачунар (програм ADA и QUART). У последњих пар година Институт је учествовао на низу веома комплексних дијагностичких мерења, од којих су најинтересантија следећа: мерења флукуација притисака на преводници ХЕ „Ђердап“ 1;

испитивање пропусне моћи доводног цевовода од прекидне коморе до багер станице на ТЕНТ Б, блокови 1 и 2;

устаљено и неустаљено течење на водоводном систему Мала и Велика Врбица и

дијагностика рада постројења за пречишћавање воде града Смедеревска Паланка.

Уређење речних токова и развој пловидбене инфраструктуре

У области уређења речних токова, заштите од поплава и развоја речне пловидбе урађене су бројне студије и идејни пројекти практично за све важније водотоке на територији Србије. На томе су били стално ангажовани професори Драгутин Мушкатиновић, Божидар Батинић и Миодраг Јовановић и асистент Дејан Коматина. Поменуће се студије комплексног уређења Дунава, Саве, Мораве, Дрине, Београдског хидрочвора. У оквиру студија уређења Дунава, израђени су сложени прорачуни опште деформације корита Дунава на појединим секторима, за потребе пројектовања регулационих радова за пловидбу. Урађене су бројне студије локалне ерозије око мостовских стубова (мост на Дунаву у Новом Саду; мост „25. мај“ на Дунаву; мост на прузи Београд–Бар на Лиму; мост на Дрини у Вишеграду).

- За потребе хидротехничког уређења Смедеревске аде (1983) примењен је један од најсавршенијих рачунских модела раванског струјања, за чију су калибрацију коришћени резултати сопствених теренских мерења.
- У периоду 1970–1990. израђени су и бројни пројекти уређења мањих река, као што су Нишава, Топлица, Босна, Колубара, Ликодра и др.
- Чланови Института ангажовани су дуги низ година као експерти и ревиденти главних пројеката уређења Дунава у зони утицаја ђердапске акумулације, као и система за заштиту приобаља Саве у зони дејства ђердапског успора.
- Почев од шездесетих година, у Институту је урађен велики број студија хидрауличких последица рушења брана. Овим



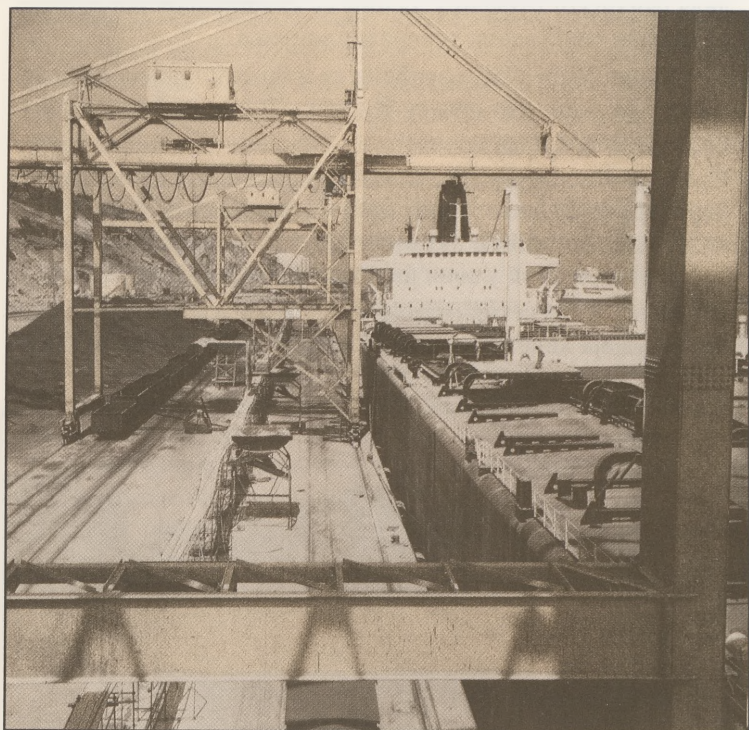
Слика 6 – Регулација Вардара у Скопљу



Слика 7 – Бродска преводница код Новог Сада

студијама обухваћен је низ великих и малих брана, као и брана на депонијама јаловине.

- У области пловних путева и пристаништа, чланови Института су учествовали у изради идејних решења пристаништа за течне терете у Новом Саду (1979), пристаништа у Осијеку (1980) и луке Смедеревске железаре (1985). Такође је израђен и идејни пројекат пловног канала Дунав–Смедеревска железара (1985). Ревидовани су идејни пројекти пристаништа у Шапцу, Банатској Паланци и Прахову, као и пројекат бродске преводнице ХЕПС-а „Бердап“ 2.



Слика 8 – Лука Бар – вез за расуше Шереше

Хидротехничке мелиорације

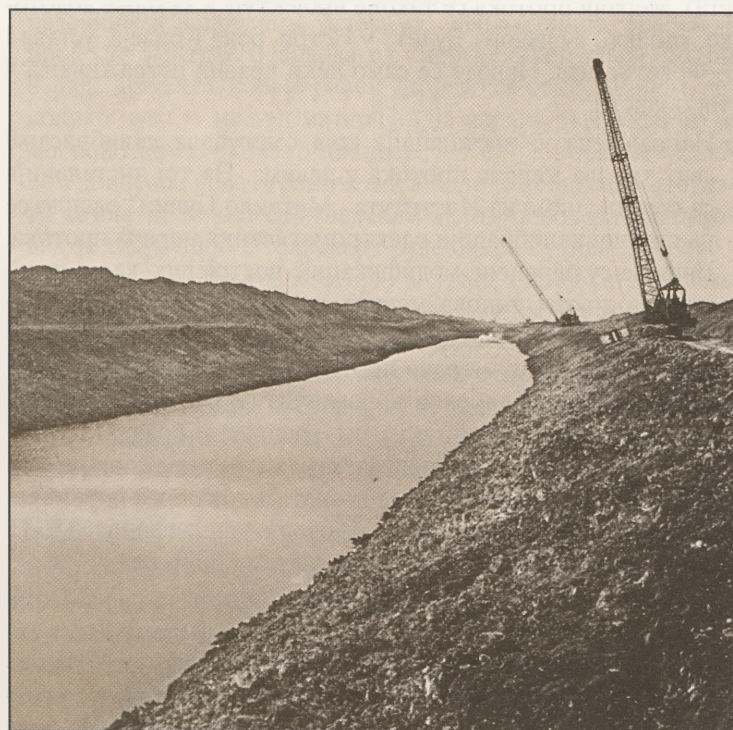
Ова област у нашој земљи дуго је била запостављена. Тек је након Другог светског рата схваћен њен значај. У Институту су праћена достигнућа у другим земљама и кроз научно-истраживачки рад и стручну делатност припремљени су кадрови за интензиван рад у овој области.

Од стручне делатности у којој су стално учествовали професори Живко Владисављевић, Димитрије Авакумовић и асистент Милош Станић, посебно се наводе:

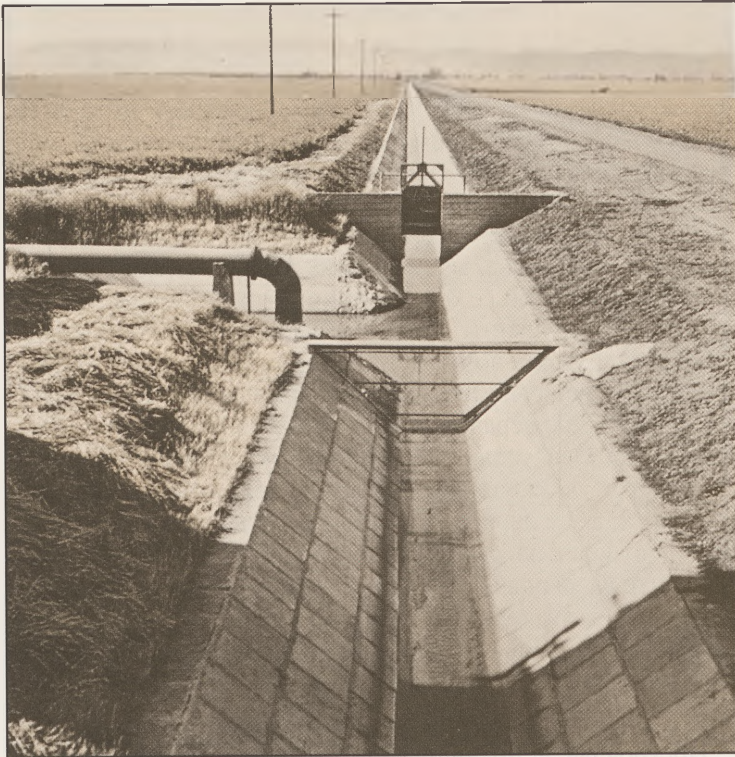
- Идејни пројекат наводњавања Иригационог система Радина у Истри (1978).
- Идејни и главни пројекат система за наводњавање Јаме 1 и Јаме 2 код Зајечара (1986). Предложена је оптимална опрема за натапање, с обзиром на карактеристике земљишта и култура. Пројектоване су одговарајуће пумпне станице и разводна мрежа.
- Експертиза одводњавања и наводњавања Великог Вршачког Рита (1980).
- Ревизија главног пројекта наводњавања Улциња (1983).
- Ревизија генералног решења регионалног хидросистема Морава (1995).
- Ревизија током израде генералног решења за наводњавање Мачве (1995). Ревизија је активно учествовала у свим фазама израде студије, посебно у процесу врло сложеног избора оптималне варијанте система.

Област коришћења водних снага

На хидроенергетском коришћењу вода стално су радили професори Милан Верчон и Бранислав Ђорђевић, касније



Слика 9 – Ископ основне каналске мреже на каналу ХС ДТД, Меленци



Слика 10 – Доводни канал за наводњавање, Фушиг



Слика 11 – Брана ХЕ „Мрашње“

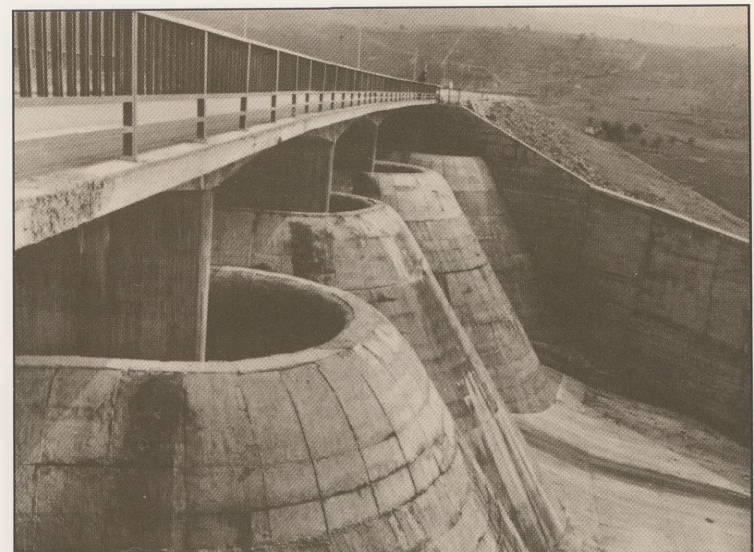
асистенти Данило Хајдуковић и Тина Милановић. Активно-сти су биле приоритетно усмерене на студије водних потенцијала, анализе варијантних решења, студије вредновања потенцијала и објеката, ревизије пројеката великих објеката. У новије време стручна делатност у овој области све више је усмерена на праћење рада постојећих објеката, оптималну експлоатацију и анализу њиховог утицаја на животну средину.

Из ове области могу се издвојити следеће активности:

- Ревизија пројектне документације за ХЕПС „Бердап“ (професор Милан Верчон је био председник југословенског дела југословенско-румунске комисије за ревизију целокупне пројектне документације овог система).
- Ревизија Главног пројекта ХЕПС „Бердап“ 2 (председник комисије академик Н. Хајдин).
- Експертисе и ревизије документације за реконструкцију и ревитализацију ХЕ „Бердап“ 1.
- Студија искористивог хидроенергетског потенцијала СФРЈ (аутор: Б. Ђорђевић) која је служила за сва стратешка планирања у области енергетике.
- Математички модел оптималне експлоатације хидроенергетског система ХЕПС „Бердап“ 1 и 2.
- Студија искоришћења хидроенергетског коришћења хидросистема у Војводини.
- Студија изградњу МХЕ „Мочиоци“ на реци Велики Рзав. Разрађено је техничко решење мале хидроелектране, за два случаја деривације на читавом потезу (око 650 m), и дата је

одговарајућа техно-економска анализа, те је студија доведена до финалних економских показатеља.

- Професор Бранислав Ђорђевић је учествовао у реализацији више великих хидроелектрана у СФРЈ, као извештач стручних савета, у експертисама, као члан ревизионих комисија, и слично (ХЕ „Бочац“ на Врбасу, ХЕ „Требиње“ 2, ХЕ „Вишеград“, хидроелектране на Неретви – ХЕ „Грабовица“, ХЕ „Селаковац“, ХЕ „Мостар“, РХЕ „Чапљина“). Учешће у свим кључним одлукама о новој концепцији ре-



Слика 12 – Чунастии преливи на брани „Кокин Брод“ на реци Увац

шења ХЕ „Лонци“ на Комарници, као и ХЕ „Бук Бијела“ на Дрини, система хидроелектрана на Морачи. У оквиру Водопривредне основе Црне Горе предложено је решење отклањања горућег проблема превођења вода Таре у Морачу сасвим новом концепцијом, са реверзибилном ХЕ „Коштаница“.

Комунална хидротехника

Ова област представља комплексно поље стручног рада, које обухвата испитивање квалитета вода, пројектовање целиовитих система за снабдевање водом (од изворишта, преко дистрибутивне мреже, црпних станица, до постројења за припрему воде за пиће), система за одвођење употребљених и атмосферских вода, како за индустрију тако и за урбане целине, који такође обухватају постројења за пречишћавање отпадних вода, канализацију, мрежу и друге објекте. На задацима из те области стално су били ангажовани професори Милоје Милојевић, Дејан Љубисављевић, као и сарадници Снежана Даковић, Бранислав Бабић и Александар Ђукић.

- У периоду 1976–1995. обављен је низ испитивања квалитета речних и отпадних вода, од којих, примера ради, помињемо студију *Анализа стања воде у акумулацији на Злајибору*, која је обухватила теренска и лабораторијска мерења, и стохастичку анализу добијених резултата (1982).
- У процесу пројектовања и изградње свих већих водоводних система у Србији, а делом и у Југоаславији, Институт је учествовао кроз студије и ревизије, или су поједини чланови Института били консултанти пројектантског тима (Крагујевац, Ужице, Крушевац, Лесковац, Зрењанин и др.).

Ради илустрације наводе се само нека решења која су усвојена на основу обимних теренских и лабораторијских испитивања:

- Пилот постројење за пречишћавање подземне воде у воду за пиће на изворишту „Шалинац“, које је инсталирано на терену, при чему је праћено уклањање Fe, Mn и смањење ХПК процесом филтрације и аерације током дужег периода континуалног рада (1985).

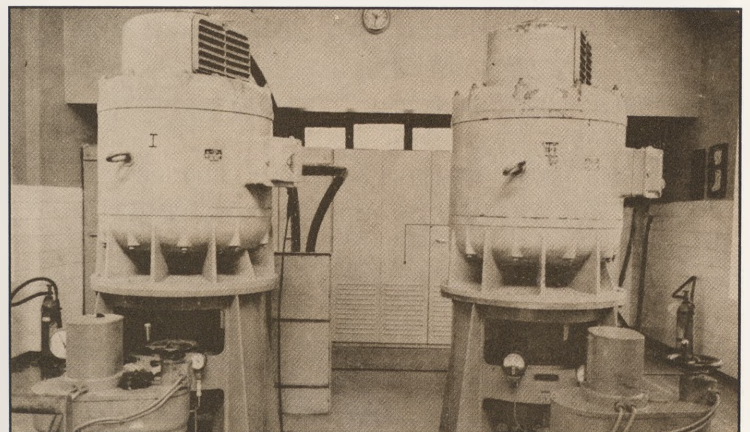


Слика 13 – Постојење за пречишћавање воде „Баново брдо“ у Београду – филтерско постројење

- За потребе снабдевања водом града Крагујевца изграђена је акумулација на реци Гружи и постројење за пречишћавање воде. Пуњење акумулације је започето у лето 1983. године. Експлоатација воде из акумулације започета је лета 1984. године. Већ у првим данима коришћења воде из акумулације појавио се проблем превелике концентрације мангана и ХПК, и њиховог уклањања на постројењу за пречишћавање. Због тога су извршене допуне технолошког процеса пречишћавања, међутим, оне нису показале довољну ефикасност. Да би се отклонили ови проблеми, морало се приступити активностима на побољшању квалитета воде у самом акумулационом језеру. Тако, од 1987. године примењује се аерација акумулације удубљањем ваздуха при дну, а од 1992. године аерација само дубљих слојева воде – хиполимниона. Овакав поступак је први пут примењен у нашој земљи, док се успешно примењује на неколико акумулација у свету. У току периода у којем је вршена аерација изведене су модификације и побољшања поступка аерације. Постигнути су значајни резултати: смањене су концентрације мангана у захваћеној води из акумулације и побољшан је квалитет пречишћене воде. Испитивања на акумулацији и систему за аерацију се настављају.

Постројења за пречишћавање отпадних вода су један од основних видова заштите вода од загађења, и углавном захтевају претходне студије и теренска мерења, али истовремено су и елементи комплексних студија из области заштите животне средине. Институт је учествовао у различитим видовима у пројектовању свих већих канализационих система Србије као и постројења за пречишћавање отпадних вода већих насеља и градова. Из ове области овде се издваја постројење за пречишћавање отпадних вода Велике Планае.

- Идејни пројекат постројења за пречишћавање отпадних вода у Великој Плани урадио је Грађевински факултет – Институт за хидротехнику 1989. године. При изградњи и пуштању у рад поменутог постројења Институт за хидротехнику је учествовао у виду консултативног надзора, и у раду комисије за избор испоручиоца опреме. Ово постројење је



Слика 14 – Унутрашњост рени-бунара на Сави код Београда



Слика 15 – Изградња главног фекалног колектора у Ужцу

друго у Србији оваквог типа (прво је у Димитровграду). Разликује се од стандардних постројења у томе што су базени за аерисање и таложење отпадне воде направљени у земљи уместо у бетонским објектима, што знатно појефтиније инвестициону вредност уређаја. Овакво постројење („аерисана лагуна“) обично се примењује за мања насеља, али је овде успешно примењено за насеље средње величине (30000 еквивалентних становника). Ово је стога што је пројектант узео у обзир локално расположиво земљиште на коме су егзистирале старе обичне лагуне и успешно их адаптирао у аерисане лагуне. Оцењено је да је инвестициона вредност овог постројења око 50% нижа од класичног решења, док су годишњи трошкови погона исти као код класичних постројења.

Хидротехничке конструкције

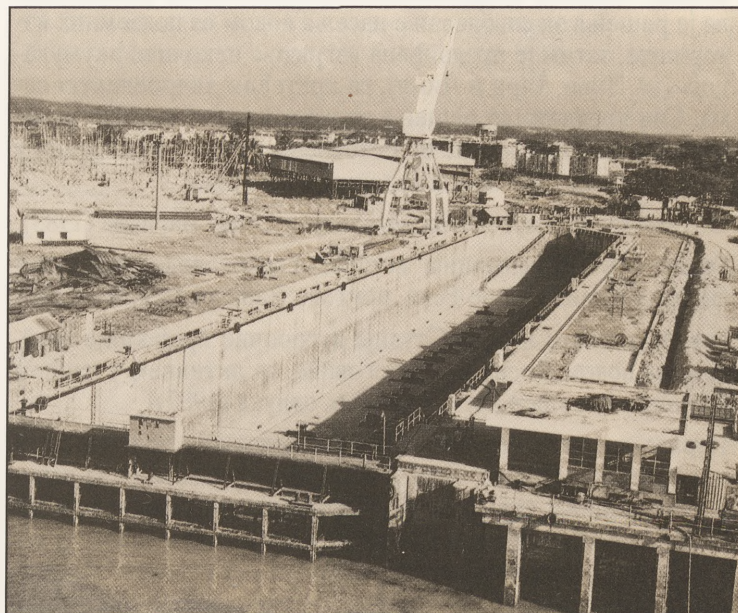
Стручна делатност у овој области, по организационој структури Факултета, припада Институту за хидротехнику тек од 1988. године. На тим задацима су радили професори Душан Миловановић и Петар Петровић, и сарадници Милан Симић, Душан Радојевић и Владан Кузмановић. У овој области су значајнија остварења:

- Идејно решење санације слапишта и тунела расхладне воде за термоелектрану „Никола Тесла“-А, Обреновац (1988).
- Гравитациона бетонска брана „Горњак“ са котом КМУ = КНУ = 225 мм, пројектовање, хидраулички и статички прорачуни бране, прелива, слапишта, темељних испуста, водозахватне грађевине и оптичног тунела (1989).



Слика 16 – Брана „Тиквеш“ на Црној реци у Македонији

- Гравитациона бетонска брана „Градац“, пројектовање, хидраулички и статички прорачуни бране, прелива, слапишта, темељних испуста, водозахватне грађевине и оптичног тунела.
- Насута брана „Бели Брег“, пројектовање, хидраулички и статички прорачуни бране, шахтног прелива, слапишта, темељног испуста, одвода воде и оптичног тунела.



Слика 17 – Суви док у Читагонгу – Бангладеш

- Студија *Снабдевање Аранђеловца водом до 2020. године*, пројектовање, хидраулички и статички прорачуни прелива, брзотока, слапишта, водозахватне грађевине и опточног тунела (1994).
- Пројекти техничког осматрања брана „Ливеровићи“, „Крупац“, „Славо“, „Вртац“ и ценовода ХЕ „Перућица“ и ХЕ „Мушовића Ријека“ (1995).

Водопривреда и водопривредни системи

У овој области кроз научноистраживачку делатност развијане су методе интегралног коришћења и заштите вода као и заштите од вода. Водопривредни системи постају све сложенији, са све бројнијим циљевима и компликованијим интеракцијама међусобно и са окружењем. То је захтевало развој сасвим нових метода планирања, применом метода операционих истраживања и технике кибернетике. На тим задацима, који су имали пионирску улогу не само у нашој земљи већ и у свету, радили су професори Бранислав Ђорђевић и Серафим Оприцовић, а у новије време и сарадници Милош Станић и Тина Милановић. Од низа стручних радова на решењима ових сложених система наводе се:

- Студија водопривредног система „Скопље“, са решењем и оптимизацијом система горњег Вардара, Треске и читавог вишенаменског система у најширој зони Скопља (1982).
- Израда Водопривредне основе црноморског слива Црне Горе (1982). У оквиру водопривредне основе обрађене су области: природни чиниоци разматраног подручја, друштвено-економски чиниоци развоја, постојеће стање водопривредних грана и избор и анализа водопривредних решења која се предлажу основом. Анализом постојећег водопривредног стања констатовано је да је ситуација критична, да изграђени објекти задовољавају само мали део потреба, и да су водни потенцијали тога подручја неоправдано запостављени. Анализа предложених водопривредних решења дала је решења за снабдевање насеља водом из подземних изворишта, затим је предвиђена изградња неколико акумулација (на Пиви, Тари и Лиму), са пратећим хидроелектранама. Сва предложена решења су усклађена са мерама за заштиту животне средине и обезбеђења услова за рекреацију и одржање ненарушене еколошке равнотеже.
- Оптимизација система акумулација у сливу Вардара (1983).
- Решење и оптимизација вишенаменског водопривредног система у сливу Црне Реке, притоке Вардара (1983).
- Ревизија током израде Студије дугорочне пројекције снабдевања водом Босне и Херцеговине, са активним учешћем у креирању решења и пројектних одлука (1987)).
- Израда концепције решења и оптимизација водопривредног система „Млава“ (1987). У студији су разматрана варијантна решења акумулације за коришћење водног ресурса реке Млаве, узводно од Горњачке клисуре. Извршено је вишекритеријумско рангирање варијантних решења и указано на најповољније, које би се реализовало у две етапе. Предложени систем акумулација на Млави представља јед-

но од изворишта за водоснабдевање регионалног система Морава–Млава.

- Студија решења водопривредног система „Кадина река“ у сливу Вардара (1993).
- Студија рангирања водопривредних објеката који конкуришу за финансирање из средстава државе (1994).
- Студија методологије за вредновање воде и водопривредних послова (1994).
- Ревизија током израде пројекта Водопривредног информационог система Србије, са активним учешћем на развој концепције система и његових модула (1995).
- Израда поглавља Просторног плана Републике Србије, који се односи на воде и водопривредну инфраструктуру (1995).
- Ревизија током израде Водопривредне основе Републике Србије, којом се током рада активно утицало на избор решења и оптимизацију система (1995).
- Развој информационог и експертног система за ажурно праћење поузданости високих брана (1996).

Заштита вода

Ова област се издваја као посебна у последњих 15-20 година, али сва решења и пројекти, који су обавезно резултат тимског рада стручњака различитих профила, са аспекта хидротехнике, односно водопривреде, базирају се на претходним вишегодишњим научноистраживачким и стручним радовима у проучавању карактеристика речних и подземних вода, као и водопривредног планирања. Институт је сва решења из заштите вода третирао као један од основних аспеката водопривреде. На овим задацима постојано су радили професори Милоје Милојевић, Војислав Вукмировић и Дејан Љубисављевић, и сарадници Снежана Даковић, Бранислав Бабић, Александар Ђукић, Драгутин Павловић. Из ове области издвајамо следеће:

- Еколошка студија о утицају индустрије „Прва искра“ – Барич, на извориште београдског водовода, квалитет реке Саве и животну средину. Ова студија обухватила је теренска мерења дисперзије помоћу радиоактивних обележивача, испитивање квалитета отпадних вода и, на крају, обраду свих измерених података и процену утицаја на реку Саву (I и II део; 1979–1986).
- Студија квалитета и количина отпадних вода шумадијско-поморавског региона, и процена њиховог утицаја на пријемнике (1982).
- Студија дисперзионих и самопречишћавајућих карактеристика водотока у региону Шумадије и Поморавља (1983).

На основу искуства у реализацији ове три студије, Институт је израдио *Методологију Кашастира отпадних вода Србије* (1985), која је усвојена од стране надлежних републичких органа, и чијом применом је формиран Катастар отпадних вода, а затим проширен на Катастар загађивача.

• Катастар отпадних вода Србије рађен је у периоду од 1985. до 1989. године, у заједници са РХМЗ Србије. Институт је обрадио све податке које је прикупио РХМЗ, како о загађивачима, тако и о пријемницима отпадних вода. Урађено је 130 извештаја о концентрисаним загађивачима и њиховом утицају на пријемнике и пет збирних извештаја по водопријетним подручјима и сливовима. Саставни, односно полазни извештај овог Катастра је студија *Меродавне мале воде Србије*. У даљем раду на Катастру загађивача, Институт је урадио *Методологију израде катастра дејонија*, на основу које је РХМЗ Србије начинио попис депонија у Србији.

На крају овог приказа, из кога се може сагледати веома широк дијапазон стручне делатности Института за хидротех-

нику, мора се још једанпут нагласити да је веома тешко одвојити научноистраживачки рад од стручне делатности, с обзиром да се савремене методе и резултати научноистраживачког рада примењују при решавању конкретних проблема у хидротехници, а, са друге стране, проблеми у пракси често захтевају претходно изучавање да би се дошло до одговарајућег решења. Резултати и једне и друге делатности користе се за осавременавање наставе, за увођење нових лабораторијских и теренских мерења као и рачунарске технике. За сагледавање целокупне делатности из области хидротехнике на Грађевинском факултету, неопходно је обједињено посматрати рад катедара за хидротехничке дисциплине и рад Института за хидротехнику, који представљају недељиву целину.