

Simpozij s međunarodnim sudjelovanjem

“GOSPODARENJE VODAMA U HRVATSKOJ”

12. veljače 2009.

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Organizator:

Akademija tehničkih znanosti Hrvatske (HATZ)

Suorganizatori:

Hrvatske vode

Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje

ZBORNİK SAŽETAKA PROCEEDINGS

Symposium with International Participation

“WATER MANAGEMENT IN CROATIA”

February 12, 2009

Faculty of Civil Engineering of the University of Zagreb

Organizer:

Croatian Academy of Engineering (HATZ)

In cooperation with:

Croatian Waters

Ministry of Regional Development, Forestry and Water Management
of the Republic of Croatia

Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia
Faculty of Civil Engineering of the University of Zagreb
Croatian Society for Drainage and Irrigation

Izdavač/Published by:

Croatian Academy of Engineering, 28 Kacic Street, Zagreb, Croatia

Glavni i odgovorni urednik/Editor-in-Chief:

Prof. Josip Marušić, Ph.D.,

Tehnički urednik/Technical Editor:

Vladimir Pavlič

Grafička priprema/Prepress:

GRAPA d.o.o., Zagreb,

Tisak/Printed by:

Denona d.o.o., Zagreb,

Naklada/Circulation:

500

Suorganizatori/Coorganizers:

- Croatian Academy of Engineering
- Croatian Waters
- Ministry of Regional Development, Forestry and Water Management of the Republic of Croatia
- Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia
- Faculty of Civil Engineering of the University of Zagreb
- Croatian Society for Drainage and Irrigation

Organizacijski odbor/Organizing Committee:

President: Prof. Josip Marušić, Ph.D., Faculty of Civil Engineering of the University of Zagreb

Members:

- Prof. Vladimir Andročec, Ph.D., Faculty of Civil Engineering of the University of Zagreb
- Prof. Božidar Biondić, Ph.D., Faculty of Geotechnical Engineering Varaždin
- Prof. Juraj Božičević, Ph.D., President of the Croatian Systems Society
- Ružica Drmić, Graduate Civil Engineer, Head of Department for Water Policies and International Projects, Ministry of Regional Development, Forestry and Water Management
- Goran Granić, Ph.D., Head of the Energy Institute Hrvoje Požar
- Prof. Zlatko Kniewald, Ph.D., President of the HATZ
- Prof. Darko Mayer, Ph.D., Faculty of Mining, Geology, and Petroleum Engineering, University of Zagreb
- Siniša Širac, Ph.D., Deputy Manager, Croatian Waters, Zagreb.

Podupiruće organizacije/Supporting Institutions:

- Croatian Waters,
- Ministry of Regional Development, Forestry and Water Management of the Republic of Croatia,
- Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia,
- Faculty of Civil Engineering of the University of Zagreb,
- Croatian Society for Drainage and Irrigation,
- Hidroprojekt – ing d.o.o., Zagreb,
- Vodoprivredno -projektni biro d.d., Zagreb,
- Vodogradnja d.d., Varaždin,
- Aqua-promet d.d., Zagreb

Tehnička podrška / Technical Support:

Marija Pačar, Business Secretary

Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, kao organizator
i Hrvatske vode; Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva
i vodnog gospodarstva; Ministarstvo znanosti, obrazovanja
i športa; Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
i Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje,
kao suorganizatori organiziraju

Simpozij s međunarodnim sudjelovanjem

“GOSPODARENJE VODAMA U HRVATSKOJ”

sastavni dio Programa obilježavanja 90 godina
Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Simpozij će se održati 12. veljače 2009. godine
na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
(od 08³⁰ do 18³⁰ sati),
velika predavaonica AGG fakulteta

1. Značenje vode i vodnog gospodarstva

Čovjek svih razdoblja povijesti, svih kultura i civilizacija, pisanim i slikovnim tragom posvjedočuje svoju svijest o vrijednosti vode kao bitnog elementa života. Prepoznavajući vrijednosti i značenje vode, čovjek je od davnine pokušao vodom upravljati i gospodariti. Čovjek se vode bojao, vodi se radovao, osjećao njen blagoslov i prokletstvo – ovisno o tome da li mu je voda činila dobro ili zlo? Visoke kulture starog svijeta, koje su se pojavile i razvile upravo u dolinama velikih rijeka Srednjeg Istoka, vjeruju kako je razvoj svega božanskog i ljudskog potekao iz vode i voda mu trajno daje život i plodnost.

Od korisnika, upravitelja i gospodara, čovjek je vremenom postao onečišćitelj i uništitelj stvorene stvarnosti u kojoj je voda najosjetljiviji prirodni resurs. Naime, u prošlosti i danas, čovjek je nastojao i nastoji gospodariti vodnim resursima. Tako je čovjek razvio organizirani sustav upravljanja vodama kojega nazivamo vodnim gospodarstvom koje se sastoji od važnih komponenata ljudske djelatnosti povezan s vodama: – korištenje voda, zaštita od voda i zaštita voda.

Osim stalnih životnih potreba stanovništva kao i potreba gospodarskog razvoja, državne institucije su iznalazile motive i razloge za brigu o vodama – zbog ekonomskih, zdravstvenih, socijalnih i društvenih razloga i potreba. Nažalost u prošlosti kako stanovništvo tako i vladajuće strukture kao i poslovni subjekti, nisu u dovoljnoj mjeri vodili brigu i pravovremeno rješavali probleme i zadatke u svezi voda. Dio potrebnih aktivnosti je uslijedio tek nakon destruktivnog djelovanja vode, nje-

nog nedostatka ili kada ona postane onečišćena i preskupa. Međutim, u bližoj će budućnosti, kao posljedica promjena u umjetnim i prirodnim sustavima koje utječu na dostupnost vode, cijenu i kvalitetu, izazovi povezani s upravljanjem vodama s kojima se čovječanstvo suočava postati još složeniji – zbog količine i kakvoće vode te njene stalne potrebe u životu čovjeka i razvoju gospodarstva.

Gotovo u svim gospodarskim djelatnostima sudjeluje voda, bilo kao sirovina ili materija bez koje se ne mogu odvijati proizvodni i ostali procesi. Tehnološki razvoj i urbanizacija dovode s jedne strane do velikog porasta potreba za vodom, a s druge strane do ugrožavanja vodnih resursa i vodnog okoliša. U prirodi su pojave i količine vode kao i njihova kvaliteta često prostorno i vremenski različite od potreba ljudi i gospodarstva. Sadašnja ulaganja u zaštitu od štetnog djelovanja voda te korištenje i zaštita vodnih resursa sastavni su dio sadašnjih i budućih programa i potreba održivog gospodarenja vodama. Važan uvjet održivosti korištenja voda jest u realnoj procjeni sadašnjih, ali i budućih korisnika uz stalno očuvanje kvalitete voda. Vodnogospodarske djelatnosti imaju osobito gospodarsveno, infrastrukturno i društveno značenje za razvitak svake države. U razvojnoj praksi je potvrđena tehničko-tehnološka i društveno-ekonomska povezanost vodnogospodarskih i velikog broja gospodarskih i drugih djelatnosti, a u prvom redu: – poljoprivrede, energetike, prometa, turizma, većine industrijskih djelatnosti te urbanog kao i komunalnog razvoja, športa, rekreacije i ekologije.

Posebna obveza vodnog gospodarstva Hrvatske je u zajedničkom i stalnom rješavanju zadataka i problema prekograničnih vodotoka sa susjednim državama te provedba Okvirne direktive o vodama Europske Unije.

Povećanje potreba za vodom, povećanje broja onečišćitelja te povećanje broja ljudskih dobara što ih je potrebno zaštititi od štetnog djelovanja voda izazivaju sve veće teškoće zbog kojih su vodnogospodarski sustavi sve složeniji i značajniji za cjeloviti gospodarski i društveni razvitak. *Bez svestranog vrednovanja i uvažavanja vodnog gospodarstva kao temeljne djelatnosti i njene provedbe putem osmišljene nacionalne vodne politike kao i strategije njenog razvoja te održivog gospodarenja vodama, nije moguć niti uspješniji gospodarski i društveni razvitak Hrvatske.*

2. Glavne teme SIMPOZIJA – GOSPODARENJE VODAMA HRVATSKE (24 rada)

- 1) *Strategija upravljanja vodama Hrvatske (1),*
- 2) *Hidraulični aspekti međunarodne suradnje na projektu revitalizacije rijeka (1),*
- 3) *Voda i proizvodnja hrane (4 podteme),*
- 4) *Voda i proizvodnja energije (6 podtema),*
- 5) *Voda – izvozni proizvod Hrvatske, (1 tema),*
- 6) *Unutarnji plovni putovi i luke u Hrvatskoj (3 podteme),*
- 7) *Sustavi javne vodoopskrbe u Hrvatskoj (3 podteme),*
- 8) *Zaštita voda u Hrvatskoj (5 podtema)*

3. Raspored izlaganja radova

- 08³⁰ – 09³⁰ **Prijava sudionika i podjela ZBORNIKA SAŽETAKA 24 rada (hrvatski i engleski)**
- 09³⁰ – 10¹⁵ *Predsjedavajući: Zlatko Kniewald i Josip Marušić*
- 09³⁰ – 09⁴⁵ **Otvaranje SIMPOZIJA i pozdravi suorganizatora**
- 09⁴⁵ – 10¹⁵ **1. Strategija upravljanja vodama u Hrvatskoj**
– Zdravko Krmek, Ružica Drmić, Jadranko Husarić, Siniša Širac i Danko Biondić
- 10¹⁵ – 10²⁰ **Radna pauza**
- 10¹⁵ – 11⁴⁵ *Predsjedavajući: Vladimir Andročec i Mate Sršen*
- 10²⁰ – 10⁵⁰ **2. Hidraulični aspekti međunarodne suradnje na projektu revitalizacije rijeka**
– Andrej Šoltész, Bratislava, Slovačka
- 10⁵⁰ – 11³⁰ **3. Voda i proizvodnja hrane**
- 10⁵⁰ – 11⁰⁵ **3.1. Voda u poljoprivredi – prirodni raspored, potrebe, gospodarenje i zaštita voda**
– Davor Romić, Josip Marušić
- 11⁰⁵ – 11²⁰ **3.2. Stanje i mogućnosti razvoja hidromelioracijskih sustava odvodnje u Hrvatskoj**
– Lidija Tadić, Josip Marušić, Elizabeta Kos
- 11²⁰ – 11³⁵ **3.3. Županijski planovi navodnjavanja – temeljni dokumenti realizacije Nacionalnog projekta navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama (NAPNAV)**
– Danko Holjević, Elizabeta Kos, Josip Marušić
- 11³⁵ – 11⁴⁵ **3.4. Određivanje optimalne veličine izgradnje akumulacije vode za navodnjavanje**
– Josip Petraš
- 11⁴⁵ – 12⁰⁰ **PAUZA**
- 12⁰⁰ – 14⁰⁰ *Predsjedavajući: Juraj Božičević i Goran Granić*
- 12⁰⁰ – 13³⁰ **4. Voda i proizvodnja energije**
- 12⁰⁰ – 12²⁰ **4.1. Hidroelektrana Gabčíko – tehnički i ekološki problemi**
– Andrej Šoltész, Bratislava, Slovačka

12 ²⁰ – 12 ³⁵	4.2. <i>Mogućnost korištenja preostalog vodnog potencijala u Hrvatskoj</i> – Željko Pavlin, Boris Beraković, Sandro Štefanac
12 ³⁵ – 12 ⁵⁰	4.3. <i>Male hidroelektrane i korištenje vodnog potencijala u Hrvatskoj</i> – Vladimir Andročec, Alfredo Višković, Ante Ćurković
12 ⁵⁰ – 13 ⁰⁵	4.4. <i>Geotermalna voda kao energetska mineralna sirovina</i> – Slobodan Kolbah, Mladen Škrlec, Ismet Kulenović, Svjetlana Ščurić, Miroslav Golub
13 ⁰⁵ – 13 ²⁰	4.5. <i>Mogući utjecaji provedbe Okvirne direktive o vodama EU na energetske korištenje voda u Hrvatskoj</i> – Mladen Petrićec, Zoran Stanić, Tamara Tarnik
13 ²⁰ – 13 ³⁰	4.6. <i>Nove spoznaje o rušenju nasutih brana</i> – Goran Gjetvaj
13 ³⁰ – 14 ⁰⁰	5. Voda – Hrvatski izvozni proizvod – Božidar Biondić, Juraj Božićević, Vladimir Andročec, Ranko Biondić
14 ⁰⁰ – 15 ⁰⁰	PAUZA
15 ⁰⁰ – 16 ¹⁵	<i>Predsjedavajući: Darko Mayer i Ivan Kolovrat</i>
15 ⁰⁰ – 15 ³⁰	6. Unutarnji plovni putovi i luke u Hrvatskoj <i>Vodnogospodarsko i prometno značenje Višenamjenskog kanala Dunav – Sava</i> – Josip Marušić, Marko Pršić, Duška Kunštek <i>Razvoj riječnih luka u Republici Hrvatskoj</i> – Neven Kuspilić, Damir Bekić, Duška Kunštek <i>Stanje i budućnost hrvatske unutrašnje plovidbe</i> – Marko Pršić, Eva Ocvirk, Dalibor Carević – Izvjestitelj za podteme: 6.1.–6.2.–6.3. Neven Kuspilić
15 ³⁰ – 16 ¹⁵	7. Vodoopskrba naselja u Hrvatskoj
15 ³⁰ – 15 ⁴⁵	7.1. <i>Sustavi javne vodoopskrbe u Hrvatskoj</i> – Ivan Kolovrat, Želimir Pekaš, Mihaela Lukinić
15 ⁴⁵ – 16 ⁰⁰	7.2. <i>Vodoopskrbni sustav Istočne Hrvatske</i> – Luka Jelić, Dragutin Mihelčić
16 ⁰⁰ – 16 ¹⁵	7.3. <i>Kritička analiza učinkovitosti investicija u izgradnji sustava vodoopskrbe i odvodnje</i> – Davor Malus, Dražen Vouk

16 ¹⁵ – 16 ³⁰	PAUZA
16 ³⁰ – 17 ⁴⁵	<i>Predsjedavajući: Božidar Biondić i Davor Malus</i>
16 ³⁰ – 17 ⁴⁵	8. Zaštita voda u Republici Hrvatskoj
16 ³⁰ – 16 ⁴⁵	8.1. <i>Zaštita podzemnih voda za javnu vodoopskrbu u Hrvatskoj</i> – Želimir Pekaš
16 ⁴⁵ – 17 ⁰⁰	8.2. <i>Novi pristup zaštiti podzemnih voda u Hrvatskoj prema zahtjevima europskih direktiva i smjernica</i> – Zoran Nakić
17 ⁰⁰ – 17 ¹⁵	8.3. <i>Promjena kakvoće vode rijeke Save kao rezultat izgradnje centralnog uređenja za pročišćavanje otpadnih voda grada Zagreba</i> – Zlatko Ivaniš, Valerija Musić
17 ¹⁵ – 17 ³⁰	8.4. <i>Gospodarenje vodama u zaštićenim područjima</i> – predavači Zlatko Pletikapić, Boris Beraković, Ivan Martinić i Stjepan Mišetić
17 ³⁰ – 17 ⁴⁵	8.5. <i>Uspostava modela ekološkog stanja Jadranskog mora</i> – Vladimir Andročec, Goran Lončar, Nenad Leder
17 ⁴⁵ – 18 ³⁰	RASPRAVA I ZAKLJUČCI SIMPOZIJA

Sažetci radova na hrvatskom i engleskom jeziku bit će objavljeni prije *Simpozija u Zborniku sažetaka*, a cijeli radovi predani na engleskom jeziku najkasnije do 9. veljače 2009. godine će se tiskati u publikaciji **“Annual of the Croatian Academy of Engineering 2008”**.

**The Croatian Academy of Engineering together with the organizer
Croatia Waters, Ministry of Regional Development, Forestry
and Water Management, Ministry of Science, Education and Sports,
Faculty of Civil Engineering University of Zagreb,
Croatian Society for Drainage and Irrigation,
as co-organizer, are preparing**

Symposium with international participation

“WATER MANAGEMENT IN CROATIA”

**integral part of the program of celebrating 90 years
of the Civil Engineering Faculty in Zagreb.**

**The Symposium will be held on February 12, 2009
at the Faculty of Civil Engineering University of Zagreb
(from 8³⁰ to 18³⁰);
big lecture hall at the AGG faculty**

1. Meaning of Water and Water Management

The importance of water as an essential part of life can be traced in all periods of human history, throughout all the cultures and civilisations, both in written and illustrative forms. As the man has recognized the value and significance of water since time immemorial, he has tried to rule it and manage it. The man feared water, took delight in it, and sensed its blessings and curse – depending on its beneficial or harmful effects. Ancient cultures, developed in the valleys of Middle East's large rivers, used to believe that the evolvement of all divine and human stemmed from water, and that it was the water giving the life and fertility.

*In the past man was the waters' user, ruler and manager becoming through time a polluter and destroyer of given reality with water as the most sensitive natural resource. The man has tried to manage the water resources throughout the history. In this way he developed an organized system of water ruling which we call water management. Water management covers significant components of human activities related to water: – **utilization of water, flood protection and water resources protection.***

To meet permanent populations and economic requirements the state institutions have been continually taking care of waters – due to financial, communal and social reasons. Unfortunately, in the past neither the population nor the government or companies took satisfying measures to solve issues concerning waters on time. Some necessary activities followed the destructive water effects, its deficien-

cies, pollution and excessive price. However, the water related challenges facing the mankind threaten to become even serious in the near future. There will be modifications in the artificial and natural systems which will affect the water's availability, price, and quality— due to water's quality and quantity, and its permanent necessity in the life of humans and economy development.

The water is extraordinary important item in all economic activities, either as raw material or a material required for processing and production. The technological and urban development has led to increased water requirements on one side, endangering thus water resources and water environment on the other side. The water amounts and their quality are often physically and temporary different in nature from the human's and economic requirements. Current investments into protection from water's harmful effects, along with water resources preservation are an integral part of present and future programmes and requirements of sustainable water management. An important condition of water utilization sustainability is a real evaluation of current and future users while maintaining the water quality. Water management activities have economic, infrastructure and social implications for any state's development. The practice confirmed technical, technological, social and economic relationship between water management and a large number of economic and other activities, in the first place such as:

– Agriculture, power supply, traffic, tourism, the majority of industry branches, urban and communal development, sports, recreation and ecology.

A special obligation of the Croatian water management is joint and continual tasks solving, solving of issues of cross-border water courses with neighbouring countries, and the carrying out of *Framework directive*.

The increase in water supply, pollutants and in human goods that should be protected from water's harmful effects progressively give rise to more and more difficulties making water management system more complicated and more significant for the complete economic development. Without versatile evaluation and respect of water management as the basic activity and without its running as planned national waters policy the economic and social development of Croatia can not be realized. The water's strategy development and sustainable water management are indispensable in the successful economic development of Croatia.

2. Major themes of the SYMPOSIUM – WATER MANAGEMENT IN CROATIA (24 presentations)

- 1) Strategy of Water Management in Croatia (1),
- 2) Hydraulic Aspects of Cross – Border Cooperation in River Restoration Project (1),
- 3) Water and food production (4 sub-themes),
- 4) Water and energy production (6 sub-themes),
- 5) Water – Croatian export item (1 theme),
- 6) Inland navigable waterways and ports in Croatia (3 sub-themes),
- 7) Public water supply systems in Croatia (3 sub-themes),
- 8) Water protection in Croatia (5 sub-themes)

3. Schedule of Lectures

08 ³⁰ – 09 ³⁰	Registration of the Participants and Distribution of the PROCEEDINGS of 24 Abstracts
09 ³⁰ – 10 ¹⁵	<i>Chairmen: Zlatko Kniewald and Josip Marušić</i>
09 ³⁰ – 09 ⁴⁵	Opening Ceremony of the SYMPOSIUM and Welcoming Speeches of the Co-organizers
09 ⁴⁵ – 10 ¹⁵	1. Strategy of Water Management in Croatia – Zdravko Krmek, Ružica Drmić, Jadranko Husarić, Siniša Širac and Danko Biondić
10 ¹⁵ – 10 ²⁰	Working Break
10 ¹⁵ – 11 ⁴⁵	<i>Chairmen: Vladimir Andročec and Mate Sršen</i>
10 ²⁰ – 10 ⁵⁰	2. Hydraulic Aspects of Cross-Border Cooperation in River Restoration Project – Andrej Šoltész, Bratislava, Slovakia
10 ⁵⁰ – 11 ³⁰	3. Water and Food Production
10 ⁵⁰ – 11 ⁰⁵	3.1. Water in Agriculture – natural formation, requirements, management and protection of waters – Davor Romić, Josip Marušić
11 ⁰⁵ – 11 ²⁰	3.2. State and Possibilities of Land Drainage Systems Development in Croatia – Lidija Tadić, Josip Marušić, Elizabeta Kos
11 ²⁰ – 11 ³⁵	3.3. County Irrigation Plans – basic documents for the implementation of the National Project of Irrigation and Land and Water Management in the Republic of Croatia (NAPNAV) – Danko Holjević, Elizabeta Kos, Josip Marušić
11 ³⁵ – 11 ⁴⁵	3.4. Determination of Optimal Accumulation Water Storage for the Irrigation Requirements – Josip Petraš
11 ⁴⁵ – 12 ⁰⁰	Coffee Break
12 ⁰⁰ – 14 ⁰⁰	<i>Chairmen: Juraj Božičević and Goran Granić</i>
12 ⁰⁰ – 13 ³⁰	4. Water and Energy Production
12 ⁰⁰ – 12 ²⁰	4.1. Gabčiko Hydropower Plant – Technical and Ecological Issues – Andrej Šoltész, Bratislava, Slovakia

12 ²⁰ – 12 ³⁵	4.2. <i>Available Croatian Hydropower Potential Harnessing Options</i> – Željko Pavlin, Boris Beraković, Sandro Štefanac
12 ³⁵ – 12 ⁵⁰	4.3. <i>Small Hydropower Plants and the Utilization of Hydro Potential in Croatia</i> – Vladimir Andročec, Alfredo Višković, Ante Ćurković
12 ⁵⁰ – 13 ⁰⁵	4.4. <i>Geothermal Water as Energetic and Mineral Source</i> – Slobodan Kolbah, Mladen Škrlec, Ismet Kulenović, Svjetlana Ščurić, Miroslav Golub
13 ⁰⁵ – 13 ²⁰	4.5. <i>Possible Impact of EU Water Framework Directive on Energy Utilisation of Water Resources in Croatia</i> – Mladen Petrićec, Zoran Stanić, Tamara Tarnik
13 ²⁰ – 13 ³⁰	4.6. <i>New Achievements in Understanding of Embankment Dam Failure</i> – Goran Gjetvaj
13 ³⁰ – 14 ⁰⁰	5. Water – Croatian Export Product – Božidar Biondić, Juraj Božičević, Vladimir Andročec, Ranko Biondić
14 ⁰⁰ – 15 ⁰⁰	Coffee Break
15 ⁰⁰ – 16 ¹⁵	<i>Chairmen: Darko Mayer and Ivan Kolovrat</i>
15 ⁰⁰ – 15 ³⁰	6. Inland Navigable Waterways and Ports in Croatia <i>Water Management and Traffic Significance of the Danube</i> – Sava Multipurpose Canal – Josip Marušić, Marko Pršić, Duška Kunštek <i>Development of River Ports in the Republic of Croatia</i> – Neven Kuspilić, Damir Bekić, Duška Kunštek <i>The Current Situation and Future of Inland Navigation</i> – Marko Pršić, Eva Ocvirk, Dalibor Carević – Reporter for sub-themes: 6.1.–6.2.–6.3. Neven Kuspilić
15 ³⁰ – 16 ¹⁵	7. Public Water Supply Systems in Croatia
15 ³⁰ – 15 ⁴⁵	7.1. <i>Public Water Supply Systems in Croatia</i> – Ivan Kolovrat, Želimir Pekaš, Mihaela Lukinić
15 ⁴⁵ – 16 ⁰⁰	7.2. <i>Public Water Supply System in Eastern Croatia</i> – Luka Jelić, Dragutin Mihelčić
16 ⁰⁰ – 16 ¹⁵	7.3. <i>Critical Analysis of Investment Efficiency in Water Supply and Sewerage Projects</i> – Davor Malus, Dražen Vouk

16 ¹⁵ – 16 ³⁰	Coffee Break
16 ³⁰ – 17 ⁴⁵	<i>Chairmen: Božidar Biondić and Davor Malus</i>
16 ³⁰ – 17 ⁴⁵	8. Water Protection in Croatia
16 ³⁰ – 16 ⁴⁵	8.1. <i>Groundwater Protection for Public Water Supply in Croatia</i> – Želimir Pekaš
16 ⁴⁵ – 17 ⁰⁰	8.2. <i>New Approach to Groundwater Protection in Croatia according to the Requirements of EU Directives and Guidelines</i> – Zoran Nakić
17 ⁰⁰ – 17 ¹⁵	8.3. <i>Changes in Water Quality of the Sava River as a Result of the Construction of the Central Wastewater Treatment Plant of the City of Zagreb</i> – Zlatko Ivaniš, Valerija Musić
17 ¹⁵ – 17 ³⁰	8.4. <i>Water Resource Management in Designated Areas</i> – Zlatko Pletikapić, Boris Beraković, Ivan Martinić and Stjepan Mišetić
17 ³⁰ – 17 ⁴⁵	8.5. <i>Development of the Basic Models of the Adriatic Sea Quality State</i> – Vladimir Andročec, Goran Lončar, Nenad Leder
17 ⁴⁵ – 18 ³⁰	Discussion and Conclusions of the Symposium

Abstracts of the works in Croatian and English will be published prior to the *Symposium* itself in the *Proceedings*, while complete works in English to be delivered up to February 9, 2009 will be published in the **“Annual 2008 of the Croatian Academy of Engineering”**.

PREDAVANJA
LECTURES

Zdravko Krmek, dipl.ing.,

Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: zdravko.krmek@voda.hr

Ružica Drmić, dipl.ing.građ.,

Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: rdrmici@voda.hr

Jadranko Husarić, dipl.ing.građ.,

Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: jadranko.husaric@voda.hr,

dr.sc. **Siniša Širac**,

Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: ssirac@voda.hr

doc.dr.sc. **Danko Biondić**,

Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: danko.biondic@voda.hr

STRATEGIJA UPRAVLJANJA VODAMA

Strategija upravljanja vodama dugoročni je planski dokument kojim se utvrđuju: vizija, misija, ciljevi i zadaće državne politike upravljanja vodama. Na temelju odredbi *Zakona o vodama* (NN 107/95, NN 105/05), *Strategija upravljanja vodama* (NN 91/08), donesena je 15. srpnja 2008., na 5. sjednici *Hrvatskog sabora*. To je dokument po kojem će se provoditi reforme vodnog sektora u cilju ostvarenja europskih standarda u upravljanju vodama, a ima veliko značenje za pripremu strategija i planova prostornog uređenja, zaštite okoliša, zaštite prirode te razvoja ostalih djelatnosti koje ovise o vodama i utječu na stanje voda. Poslovi upravljanja vodama obuhvaćaju niz aktivnosti, od donošenja legislative, razvoja i održavanja vodnogospodarskih sustava te nadzora nad stanjem voda. Temeljni cilj vodnoga gospodarstva istaknut u *Strategiji upravljanja vodama* jest ostvarenje cjelovitog i usklađenog vodnog režima na području Republike Hrvatske.

U radu su prikazani osnovni pokazatelji stanja upravljanja vodama i strateški ciljevi, a to su:

- osiguranje dovoljnih količina kvalitetne pitke vode za vodoopskrbu stanovništva,
- osiguranje potrebnih količina vode odgovarajuće kvalitete za različite gospodarske i ostale namjene,
- zaštita ljudi i materijalnih dobara od poplava i drugih oblika štetnog djelovanja voda,
- postizanje i očuvanje dobrog stanja voda zbog zaštite vodnih i o vodi ovisnih ekosustava.

Strategijom upravljanja vodama predviđena su područja posebne zaštite voda.

Dati su glavni pokazatelji za nacionalne strateške vodnogospodarske projekte, a to su:

- *Jadranski projekt* – zaštita prijelaznih i priobalnih voda,

Zdravko Krmek, Graduate Engineer,
Ministry of Regional Development, Forestry and Water Management,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: zdravko.krmek@voda.hr

Ružica Drmić, Graduate Civil Engineer,
Ministry of Regional Development, Forestry and Water Management,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: rdrmic@voda.hr

Jadranko Husarić, Graduate Civil Engineer,
Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: jadranko.husaric@voda.hr

Siniša Širac, Ph.D.,
Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: ssirac@voda.hr

Danko Biondić, Assist. Prof. Ph.D.,
Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
e-mail: danko.biondic@voda.hr

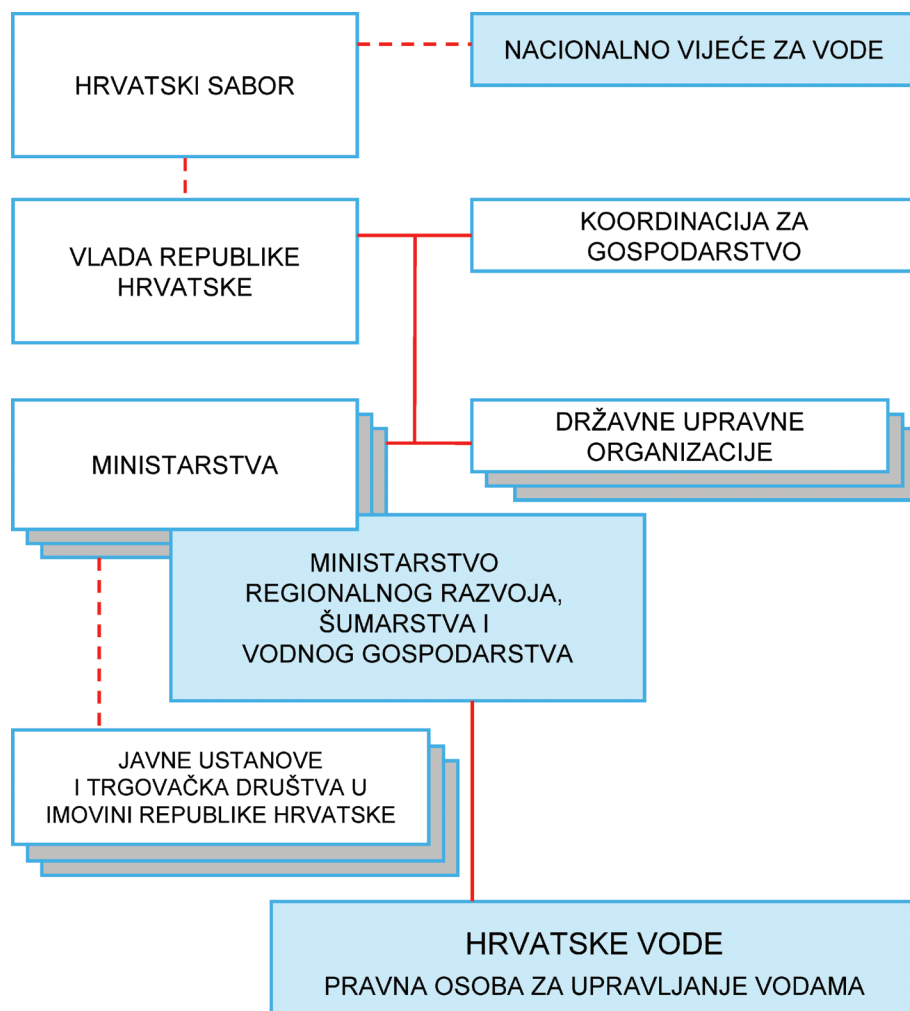
WATER MANAGEMENT STRATEGY

The Water Management Strategy is a long-term planning document which determines the vision, mission and goals of the national policy in the field of water management. Based on the provisions from the *Water Act* (OG 107/95, OG 105/05), *The Water Management Strategy* (OG 91/08) was enacted on 15 July 2008 during the 5th session of the *Croatian Parliament*. This document will be the basis for implementation of water sector reforms which are aimed at achievement of the European standards in water management and will have a major significance for preparation of strategies and plans in the fields of physical planning, environmental protection, nature protection and development of other activities which depend on water or have impact on water state. Tasks in water management include a number of activities, from enactment of legislation, development and maintenance of water management systems to supervision of water state. The main goal of water management, which is emphasized in the *Water Management Strategy*, is the achievement of an integrated, harmonized water regime on the territory of the Republic of Croatia.

The paper presents the main indicators of state of water management and its strategic goals, which are as follows:

- securing sufficient quantities of quality drinking water for population water supply,
- securing necessary water quantities of adequate quality for different economic and other uses,
- protection of people and material goods from floods and other forms of adverse effects of water,
- achievement and preservation of good water status for protection of water and water-dependent ecosystems.

The Water Management Strategy anticipates areas of special water protection.

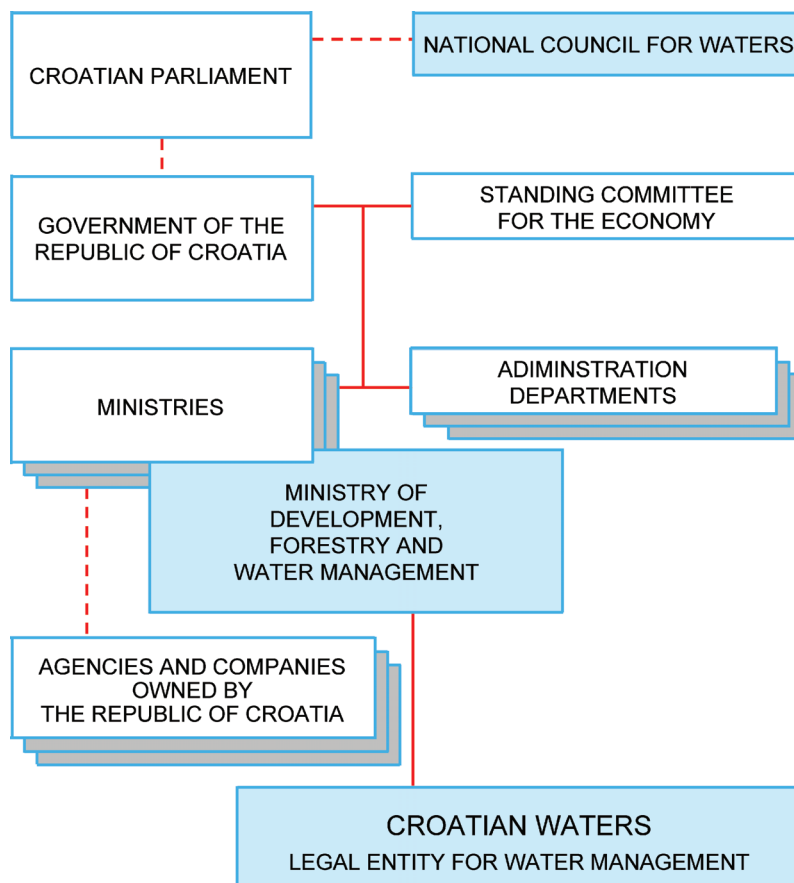


Upravljanje vodama u državnom ustrojstvu Hrvatske

- *Projekt Unutarnje vode* – razvoj sustava zaštite od poplava, javne vodoopskrbe, odvodnje i pročišćavanja komunalnih otpadnih voda,
- *Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama* (NAPNAV) – Vlada RH prihvatila u studenom 2005. g.,
- *Višenamjenski kanal Dunav-Sava* – dovršenje studijske i projektne dokumentacije i Odluka o pripremama za izgradnju (veliko značenje za vodni promet i sastavni dio ostvarenja NAPNAV).

Na kraju rada dat je prikaz institucionalnog ustroja upravljanja vodama koje će se temeljiti na načelima docentralizacije s definiranim nadležnostima u nacionalnom i lokalnom vodnom sektoru.

Ključne riječi: strategija, vodno gospodarstvo, upravljanje vodama, projekti, strateški ciljevi, troškovi, institucionalni ustroj.



Water Management in the State Organization of Croatia

It determines the main indicators for national strategic water management projects, which are as follows:

- *The Adriatic Project* – protection of transitional and coastal waters,
- *The Inland Waters Project* – development of systems of flood protection, public water supply, collection and treatment of urban wastewater,
- *The National Project of Irrigation and Land and Water Management (NAPNAV)* – adopted by the Government of the Republic of Croatia in November 2005,
- *The Multipurpose Danube – Sava Canal*– completion of study and project documents and the Decision on the preparations for construction (major significance for water transport and integral part of the NAPNAV implementation).

The end of the paper offers an overview of the institutional organization of water management, which will be based on the decentralization principles with defined competences in water sector on the national and local levels.

Key words: strategy, water management sector, water management, projects, strategic goals, costs, institutional organization

Prof. **Andrej Šoltész**, Ph.D.,
Slovačko tehnološko Sveučilište u Bratislavi,
Građevinski fakultet, Odjel hidrauličkog inženjerstva,
e-mail: andrej.soltesz@stuba.sk

HIDRAULIČNI ASPEKTI MEĐUNARODNE SURADNJE NA PROJEKTU REVITALIZACIJE RIJEKA

Prikazani project razrađen je u okviru INTERREG IIIA inicijative između Mađarske i Republike Slovačke. Naglasak inicijative je na području između rijeke Latorica na sjeveru, rijeke Tise na jugu, Bodrog rijeke na zapadu i slovačko-ukrajinske granice na istoku. Mjesto sutoka rijeka Tise i Bodrog je čuveni grad Tokay. Inicijativu je potakao Odbor za vode obiju zemalja – Mađarske i Slovačke. Glavni razlog pokretanja projekta je činjenica što su pet rijeka u tom području bile “žive” prije 50 godina.

Osim gore spomenutih rijeka Latorice, Bodrog i Tise tu su postojale i druge dvije rijeke – Tica i Krčava – koje su zbog mjera uređenja voda između 1946. i 1964. više manje isušile. Razlog tome bio je vrlo jednostavan – to je bila gradnja zaštitnih nasipa na rijekama Latorica i Tisa, a slijedio je pad nivoa podzemnih voda u području između te dvije rijeke zbog smanjene obnove podzemnih voda s površinskih dotoka. Cilj projekta je izrada studije izvedivosti u smislu mogućnosti i projekta mogućih tehničkih mjera za revitalizaciju rijeka Tica i Krčava.

Slovačko tehnološko Sveučilište u Bratislavi, Institut za istraživanje voda – kao i Institut za hidrologiju Akademije znanosti sudjeluju u tom projektu. Nakon više rasprava i konzultacija osnovan je Ekövizig – Sjeverno – istočna Komisija za vodu i problem okoliša na slivu rijeke u Miskolcu kao glavni predlagatelj projekta na Mađarskoj strani, te Slovačko tehnološko Sveučilište u Bratislavi na drugoj strani.

Cilj je projekta ostvariti različite važne ciljeve, no najvažniji se mogu opisati ukratko na slijedeći način

- Ekološki ciljevi i upravljanje vodama (s odgovarajućim tehničkim rješenjem),
- krajolik (ovisno o odluci upravljanja vodama),
- društveno-ekonomski (usko povezani s prethodnim točkama).

Naglasak je na prvom cilju – a on je za nas i najznačajniji. To je rješenje kontrole upravljanja vodama – i to s kvantitativnog, kao i kvalitativnog aspekta.

Prvi zadatak radnog tima je bio da prouči nedavno hidrološko stanje površinskih i podzemnih voda, kao i vode u tlu u određenom području, te da se pronađu izvori vode za rješenje problema upravljanja vodama u cilju revitalizacije starog rječnog korita i pritoka rijeke Tice. Međupokrajinska i zajednička “točka” bili su izvori voda smješteni uglavnom sa Slovačke strane. Slijedeće posebne stavke projekta su već provedene mjere upravljanja vodama na obje strane područja Medzibodrožie. Primjena predloženog upravljanja vodama predviđenog projektom omogućuje da se postigne suradnja u upravljanju vodama na obje strane.

Ključne riječi: upravljanje vodama, zaštitni nasipi, sniženje razine podzemne vode, okoliš, ekologija, krajobraz, revitalizacija vodotoka, studija izvedivosti, gospodarstvo.

Prof. **Andrej Šoltész**, Ph.D.,
Slovak University of Technology in Bratislava,
Faculty of Civil Engineering, Department of Hydraulic Engineering,
e-mail: andrej.soltesz@stuba.sk

HYDRAULIC ASPECTS OF CROSS-BORDER COOPERATION RIVER RESTORATION PROJECT

Presented project was elaborated in frame of the INTERREG IIIA Initiative between the Hungarian and Slovak Republic. It focused on the region within the Latorica River from the North, the Tisa River from the South, Bodrog River from the West and the Slovak-Ukraine border from the East. The confluence point of the Tisa and Bodrog rivers is the famous town Tokay. The initiative came out from the Water Board enterprises of both countries – Hungary as well as Slovakia. The main reason for the project proposal was that in this region five flowing rivers were “alive” in this area fifty years ago. Except for the above mentioned Latorica, Bodrog and Tisa rivers there were another two rivers – Tice and Krčava – which were, due to water management measures in the years 1946-64, more or less dried out. The reason for that is very simple – it was the construction of protection dykes on the Latorica and Tisa rivers and the consequent groundwater level decrease in the region between these two rivers due to decreased recharge of groundwater from the surface flows. The goal of the project is the feasibility study of possibilities and design of possible technical measures for revitalisation of Tice and Krčava rivers.

The Slovak University of Technology in Bratislava, the Water Research Institute as well as the Institute of Hydrology of Academy of Sciences have been involved into the project. After several discussions and consultations Ekövizig (North-Eastern Board on Water and Environmental Issues in the River Basin in Miskolc) as the principal project proposer was established on the Hungarian side and the Slovak University of Technology in Bratislava on the other side.

The project has several very important objectives to be reached, but the most important one can be characterised shortly as follows:

- water management – ecological (with appropriate technical solution),
- landscape (depending on water management solution),
- socio-economic (closely connected with previous two items).

The emphasis was put on the first goal – which is most important for us – the solution of water management control – from quantitative as well as from qualitative point of view.

The first task for the working team was to analyse the recent hydrological state of surface-, ground- as well as soil water in the given area, and to find the water source for the water management solution for revitalisation of the old river bed and branches of the Tice River. The interregional and “the joint” point, as well, was the water source located mostly on the Slovak side. The next specific points of the project are the already conducted water management measures on both sides of the Medzibodrožie region. Utilising the proposed water management planned in the project makes it possible to achieve the cooperation in water management on both sides.

Key words: water management, protection dykes, groundwater decrease, river revitalisation, feasibility study, environmental, ecology, landscape, socio-economy.

Prof. dr.sc. **Davor Romić**,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb,
e-mail: dromic@agr.hr

Prof. dr.sc. **Josip Marušić**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Ulica fra Andrije Kačića Miošića 26,
Zagreb, e-mail: marusicj@grad.hr

VODA U POLJOPRIVREDI **– prirodni raspored, potrebe, gospodarenje i zaštita voda**

Od ukupne površine Hrvatske 56.538 km², hidrografskom slivu Dunava odnosno Crnog mora pripada 35.131 km² (62,1%), a slivu Jadranskog mora 21.407 km² (37,9%). Površina hrvatskog dijela Jadranskog mora je 31.067 km². Prosječna godišnja oborina je 1.192 mm, a evapotranspiracija 700 mm/godišnje. Količine vlastitih voda u Hrvatskoj su 827 m³/s, od čega na slivu Crnog mora 376 m³/s, a Jadranskog mora 451 m³/s. Prosječno specifično otjecanje vode u Hrvatskoj je 14,63 l/s/km², a količina vode 5.679 m³/god/stanovnika. Posljednjih 20-ak godina sve su veće oscilacije oborina i temperatura u vegetacijskom periodu razvoja biljnih kultura. U prirodi se voda često pojavljuje u različitom vremenu trajanja i količini (poplave i suše) u odnosu na potrebe za optimalni razvoj biljnih kultura.

Međusobni odnos vode i ljudskih djelatnosti ima velikog utjecaja i značenje za razvoj poljoprivrede. U cilju sprječavanja (ili smanjivanja) štetnog djelovanja vode (poplave) grade se hidrotehnički objekti za zaštitu od štetnog djelovanja voda, a to su često i višenamjenski hidrotehnički sustavi. *Za optimalni razvoj te ostvarenje visokih i stabilnih prinosa biljnih kultura posebno je važna izgradnja objekata i sustava za navodnjavanje* – kada nedostaje prirodnih oborina i potrebne vlažnosti tla. Suša je normalna i učestala klimatska pojava čije posljedice su niži prinosi biljnih kultura odnosno štete u poljoprivrednoj proizvodnji. Zbog pojave sušnih razdoblja prijavljene štete u 1992., 1995., 1998., 2000., 2003. i 2007. godini iznosile su od 862.000.000 do 2.020.560.000 kn/godišnje.

Iako su i u prethodnim godinama rađene studije i planovi za navodnjavanje tek je završetkom i usvajanjem *Nacionalnog projekta navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama (studen 2005.)* započeta značajnija i sustavna izrada planske i projektne dokumentacije za navodnjavanje. Izradom županijskih planova i pilot projekata navodnjavanja uslijedila je izrada idejnih i glavnih projekata navodnjavanja u 2006., 2007. i 2008. godini.

Racionalno korištenje svih prirodnih raspoloživih resursa, a posebno vode je sastavni dio gospodarenja vodama, ali i održivog razvoja u području poljoprivredne proizvodnje. Za ostvarenje visokih i stabilnih prinosa biljnih kultura od posebnog značenja je stvaranje i održavanje optimalnog režima biljnih kultura, a to je moguće ostvariti izgradnjom i redovitim održavanjem objekata i sustava za odvodnju i navodnjavanje. *Istovremeno se u procesu uzgoja biljnih kultura dolazi i do pojave onečišćenja površinskih i podzemnih voda.* Zbog toga je važna provedba kontrole i monitoringa u cilju pravovremene zaštite vodnih resursa na poljoprivrednim, a posebno zaštićenim područjima (kontrola korištenja gnojiva i pesticida, otpadne vode stočarstva).

Ključne riječi: voda, poljoprivreda, tlo, poplave, suša, odvodnja, navodnjavanje, zemljište, biljne kulture, kontrola, gospodarenje, zaštita.

Prof. **Davor Romić**, Ph.D.,
Faculty of Agronomy University of Zagreb, Svetošimunska cesta 25, Zagreb,
e-mail: dromic@agr.hr

Prof. **Josip Marušić**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering University of Zagreb, Ulica fra Andrije Kačića
Miošića 26, Zagreb, e-mail: marusicj@grad.hr

WATER IN AGRICULTURE

– natural regime, requirements, management and water protection

From the total Croatian surface covering 56.538 km², the 35.131 km² (62,1%) belong to Danube's, e.g. Black Sea's hydrographic catchment, and 21.407 km² (37,9%) to the Adriatic Sea's catchment. The surface of the Croatian part of the Adriatic Sea is 31.067 km². The average annual precipitation is 1.192 mm, and evapotranspiration is 700 mm/ per year. Croatian own water quantities amount to 827 m³/s, with 376 m³/s belonging to the Black Sea's catchment, and 451 m³/s to the Adriatic Sea's catchment. The average specific runoff in Croatia is 14,63 l/s/km², and the water quantity 5.679 m³/year/inhabitant. Over the last twenty years there has been an increased temperature and precipitation oscillation in the vegetation period of plant cultures development. In nature, water often occurs in different duration periods and quantities (floods and droughts) in relationship to requirements for optimal development of vegetation cultures.

The relationship between water and human activities has a great impact and consequence on the agricultural development. In order to prevent (or reduce) the harmful water effects (floods) the hydro engineering facilities for flood protection are being built, along with multipurpose hydro engineering systems. *The construction of facilities and irrigation systems is particularly important for optimal development and production of high and stable crops* – especially with insufficient precipitations and required soil humidity. Drought is a normal and frequent climatic occurrence resulting in lower crops and damages in agricultural production. Due to drought periods the reported damages in 1992, 1995, 1998, 2000, 2003 and 2007 were ranging from 862.000.000 to 2.020.560.000 kn/per year

Although the studies and plans for irrigation had been carried out in previous years, it was only upon the completion and adoption of the *National Project of Irrigation and Agricultural Soil and Water Management (November 2005)* that more systematic and significant plan and project documentation concerning irrigation started. After the pilot projects and county plans were initiated, the carrying out of preliminary and working designs on irrigation started in 2006, 2007 and 2008.

The rational use of all available natural resources, and water in particular presents an integral part of water management, and of sustainable development of agricultural production. In order to achieve stable and high crops the emphasis should be placed on creation and maintenance of optimal vegetation cultures regime. It can be ensured with construction and regular maintenance of irrigation and drainage systems and facilities. At the same time, the crops growth implies the pollution of surface and ground waters. Therefore, the control and monitoring should be conducted to protect water resources on agricultural, and particularly on confined areas (control of manure and pesticide use, of waste waters and of cattle breeding).

Key words: water, agriculture, soil, floods, drought, drainage, irrigation, earth, vegetation cultures, control, management, protection

Prof. dr.sc. **Lidija Tadić**,
Građevinski fakultet Osijek,
Crkvena 21, Osijek,
e-mail: ltadic@gfos.hr

Prof. dr.sc. **Josip Marušić**,
Građevinski fakultet Zagreb,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: marusicj@grad.hr

Elizabeta Kos, dipl.ing.agr.,
Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb,
e-mail: elikos@voda.hr

STANJE I MOGUĆNOSTI RAZVOJA HIDROMELIORACIJSKIH SUSTAVA ODVODNJE U HRVATSKOJ

U radu su prikazani podaci o stupnju izgrađenosti hidromelioracijski sustava površinske i podzemne odvodnje i njihovom značenju za stvaranje i održavanje vodnog režima poljoprivrednih zemljišta kao i podaci o sve nižoj razini održavanja hidromelioracijskih sustava za odvodnju površinskih voda zbog čega više ne funkcionira dio hidromelioracijskih sustava podzemne odvodnje. Po vodnim područjima su prikazane površine s potpuno i dijelom izgrađenim te površine bez objekata i sustava za odvodnju. Dat je opis osnovnih poslova redovnog održavanja melioracijskih kanala te potreban iznos minimalnih sredstava za njihovo izvršenje u cilju ostvarenja uvjeta za efikasnu odvodnju suvišnih voda.

Kako su sve veći pritisci na hidromelioracijske sustave u pogledu njihovog utjecaja na okoliš, posebice vodu, tlo i biološku raznolikost u zemljama Europske unije se pokreće niz istraživanja s ciljem prilagođavanja postojećih hidromelioracijskih sustava površinske i podzemne odvodnje novim zahtjevima zaštite okoliša. Pri tome su nezaobilazni sljedeći propisi: Nitratna direktiva (1991), FFH direktiva (1992), Okvirna direktiva o vodama (2000) i Direktiva o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima (2007). Inženjeri se suočavaju s problemom kako usuglasiti tehničke, ekonomske i ekološke zahtjeve.

Time se konvencionalnim zahtjevima koje otvoreni kanali moraju zadovoljiti, a to su dostatan protočni profil i stabilnost korita dodaju i uvjeti zaštite okoliša koji uključuju nejednoliki poprečni profil, menadre, obraslost kanala vegetacijom koja uzrokuje pojavu različitih dubina i brzina strujanja, a time i pojavu različitih staništa.

Sustavi podzemne odvodnje smatraju se osnovnim putevima dolaska nitrata i fosfata u površinske vode, te se za redukciju onečišćenja preporuča kontrolirana odvodnja s mogućnošću subirigacije.

U budućnosti će se sustavi površinske i podzemne odvodnje mijenjati i razvijati u ekološkom smjeru i intenzivniji razvoj hidromelioracijskih sustava se ne može očekivati.

Ključne riječi: površinska i podzemna odvodnja, održavanje, zaštita okoliša

Prof. **Lidija Tadić**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering Osijek,
Crkvena 21, Osijek,
e-mail: ltadic@gfos.hr

Prof. **Josip Marušić**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering Zagreb,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: marusicj@grad.hr

Elizabeta Kos, Graduate Engineer of Agronomy,
Ministry of regional development, forestry and water management,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb,
e-mail: elikos@voda.hr

STATE AND POSSIBILITIES OF DEVELOPMENT LAND DRAINAGE SYSTEMS IN CROATIA

This paper deals with data of construction level of surface and subsurface drainage system and their importance for keeping soil water regime in optimal level. Besides, the inappropriate maintenance also has an important impact on malfunctioning of the system. For each drainage basin

There is a description of regular annual maintenance activities and their cost as well.

Public pressure on the land drainage is getting higher last years due to its potential impact on the environment, especially on soil, water and biological diversity. In the most of the European countries there are a lot of investigations which have to find out new approach to development of the drainage systems and adjust them to a lot of constrains and very restrictive directives. The most important are Nitrates Directive (1991), FFH Directive (1992), Water Framework Directive (2000) and Flood Risk Management Directive (2007). Engineers are facing a challenging problem how to balance technical, economical and ecological tasks. The conventional channel design tasks, conveyance and channel stability is now expanded with extra features such as non-uniform cross sectional profiles, meanders and natural vegetation which increase the heterogeneity of depths and velocities and thus create variable habitats. Subsurface drainage systems are considered to be the major paths of nitrates and phosphates to the watercourse and the possibilities of their development are in the controlled drainage and subirrigation.

In the future land drainage systems are going to change and develop in the more ecological way and intensive enlargement of drained agricultural area can not be expected.

Key words: surface drainage, subsurface drainage, environment, maintenance

mr.sc. **Danko Holjević**,
Hrvatske vode – Direkcija,
ul. grada Vukovara 220, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: dholjev@voda.hr

Prof. dr.sc. **Josip Marušić**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
ul. Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: marusicj@grad.hr

Elizabeta Kos, dipl.ing.agr.,
Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva,
ul. Grada Vukovara 220, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: elikos@voda.hr

ŽUPANIJSKI PLANOVI NAVODNЈAVANJA **temeljni dokument realizacije Nacionalnog plana navodnјavanja i** **gospodarenja zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV-a)**

Usvojenim Nacionalnim planom navodnјavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj sagledane su mogućnosti i ograničenja razvoja navodnјavanja. Izrađena je prostorna analiza raspoloživog poljoprivrednog zemljišta, vodnih resursa te prostornih ograničenja (zaštićenih područja, vodozaštitnih i miniranih zona). Izrada županijskih planova navodnјavanja uz pokretanje pilot projekata, predstavlja prvu fazu realizacije NAPNAV-a. Sadržaj i struktura županijskih planova navodnјavanja načelno prati NAPNAV-a, odnosno prvenstveno sagledavaju potencijale tla i vode, kao i ograničenja na području županija. Nakon provedenih analiza županijski planovi navodnјavanja rangiraju prioriteta područja za razvoj navodnјavanja unutar županije, te nominiraju nove razvojne projekte. Početak izrade plana započinje definiranjem projektnog zadatka i njegovog sadržaja, u čemu sudjeluju stručnjaci hidrotehničko-građevinske, agronomske i prostorno planerske struke. Tijekom same izrade ovog planskog dokumenta aktivno su uključeni revidenti i stručni savjetnici iz redova eminentnih stručnjaka iz navedenih struka. Županijski planovi navodnјavanja predstavljaju sastavni dio prostorno planske dokumentacije svake županije, te su kao specijalitički dio, u potpunosti usklađeni sa usvojenim prostorno-planskim rješenjima. Na taj se način stvara prostorno planska osnova za jednostavnu realizaciju predloženih razvojnih projekata, odnosno ishodovanje lokacijskih dozvola u kratkom roku. U ovom radu dat je pregled do sada izrađenih županijskih planova, njihova struktura i sadržaj, te uobičajeni tijek i način izrade. Nadalje dat je prikaz rezultata izrađenih planova uspoređen sa rezultatima NAPNAV-a, prikaz procedure javne rasprave i usvajanja planova, kao i prikaz prepoznatih prioriteta u razvoju pojedinih projekata. Na kraju rada dat je osvrt na uočene probleme i nedostatke do sada izrađenih planova, odnosno prijedlog načina i procedura za njihovo noveliranje i aktualiziranje, u cilju realizacije ukupnog NAPNAV-a..

Ključne riječi: NAPNAV, županijski plan navodnјavanja, potencijali poljoprivrednog tla i voda, ograničenja i prioriteta razvoja sustava navodnјavanja, razvojni projekti sustava navodnјavanja

M.S. **Danko Holjević**,
Hrvatske vode – Head Office,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, Croatia,
e-mail: dholjev@voda.hr

Prof. **Josip Marušić**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb,
Kačićeva 26, Zagreb, Croatia,
e-mail: marusicj@master.grad.hr

Elizabeta Kos, Graduate Engineer of Agronomy,
Ministry of Regional Development, Agriculture, Forestry and Water Management,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, Croatia,
e-mail: elikos@voda.hr

COUNTY IRRIGATION PLANS **as basic documents for implementation of the National Project of Irrigation** **and Land and Water Management in the Republic of Croatia (NAPNAV)**

The adopted National Project of Irrigation and Land and Water Management in the Republic of Croatia (NAPNAV) takes under consideration the potentials and limitations of irrigation development. The spatial analysis of available land, water resources and spatial limitations (protected areas, water protection and mined zones) has been carried out. The preparation of county irrigation plans together with the initiation of pilot projects form the first phase of the NAPNAV implementation. The contents and structure of county irrigation plans generally follow the NAPNAV, i.e. primarily consider land and water potentials and limitations on county level. After analyses have been carried out, county irrigation plans rank priority areas for irrigation development within county and nominate new development projects. The plan development starts with the definition of the Terms of Reference and their content, in which hydrotechnical / civil engineering, agricultural and physical planning experts take part. Reviewers and expert advisers from the ranks of renowned experts from the stated fields are actively involved in the preparation of this planning document. County irrigation plans form an integral part of physical planning documentation of each county and are, as a specialist segment, fully harmonized with adopted physical planning solutions. In this manner, a physical planning base is established for simple implementation of proposed development projects, i.e. obtaining of location permits in a short time frame. This paper offers an overview of county irrigation plans that have been developed to date, their structure and contents as well as the usual course and manner of preparation. Additionally, an overview is given of the developed plans' results as compared with the NAPNAV results, of public hearings and adoption of plans as well as of identified priorities in the course of development of individual projects. Finally, comments are made on the observed problems and shortcomings of the plans developed to date, i.e. proposal of methods and procedures for their novation and update in view of the implementation of the entire NAPNAV.

Key words: NAPNAV, county irrigation plan, land and water potentials, limitations and priorities of irrigation system development, irrigation system development projects

Prof. dr.sc. **Josip Petraš**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: jpetras@grad.hr

ODREĐIVANJE OPTIMALNIH ZALIHA VODE U AKUMULACIJI ZA POTREBE NAVODNЈAVANЈA

Za navodnjavanje kao melioracijsku mjeru koja ima za cilj nadoknaditi moguće manjkove vode u uzgoju poljoprivrednih kultura, osnovna je pretpostavka raspolagati odgovarajućim količinama vode. Kako se ova pretpostavka često ne ostvaruje u uvjetima prirodnog hidrološkog režima, potrebne vodne zalihe osiguravaju se izgradnjom akumulacija. Za određivanje potrebnih količina vode za navodnjavanje, tj. norme navodnjavanja, u svijetu je razvijeno više metoda utemeljenih na klimatološkim parametrima, posebice na podacima o oborinama u vegetacijskom razdoblju. Ukoliko su količine tih oborina manje, utoliko će veća biti količina vode koju je potrebno dodati biljci navodnjavanjem. Činjenica da su pojave oborina stohastičkog karaktera upućuje na probabilistički pristup određivanja potrebnih količina vode za navodnjavanje. Izgradnja akumulacije za osiguranje tih vodnih količina podrazumijeva dakako određene godišnje troškove, tj. anuitete investicijskih troškova te troškove održavanja i korištenja akumulacije, koji su to veći što je veća količina vode koju je potrebno akumulirati. S druge strane, agronomska su istraživanja pokazala da je specifično povećanje uroda navodnjavanih poljoprivrednih kultura po jedinici volumena utrošene vode to manje, što se više približavamo 100% podmirenju proračunate norme navodnjavanja. Ta činjenica i stohastički karakter pojave oborina nameću pitanje usporedbe godišnjih troškova akumulacije za osiguranje vodnih zaliha i koristi od navodnjavanja pri različitim stupnjevima osiguranja, tj. različitim iznosima tih zaliha. U članku se opisuje probabilistički postupak određivanja optimalnog stupnja osiguranja vodnih zaliha za navodnjavanje na osnovu ekonomskog kriterija. Obzirom na suvremene vodno-gospodarske trendove izgradnje višenamjenskih akumulacija, u članku se daje i osvrt na uklapanje ove problematike u problematiku određivanja optimalne veličine izgradnje višenamjenskih akumulacija.

Ključne riječi: navodnjavanje, evapotranspiracija, oborine, norma navodnjavanja, vodne zalihe, akumulacija, stupanj osiguranja, godišnji troškovi, koristi od navodnjavanja.

Prof. **Josip Petraš**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering University of Zagreb,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: jpetras@grad.hr

THE DETERMINATION OF OPTIMAL ACCUMULATION WATER STORAGE FOR THE IRRIGATION REQUIREMENTS

The disposal of suitable water quantities is the main pre-requisite of the irrigation system intended to make up for possible water shortages in agriculture. As such pre-condition is not often existing in the natural hydrological regime, the accumulation's construction can make up for the required water storage. There are several methods developed basing on climatologic parameters, and particularly on the data on precipitations in the vegetation periods determining irrigation water requirements. The lower the precipitation amounts, the higher are the irrigation water demands. The fact that precipitation's nature is of stochastic character points at the probabilistic approach for determination of needed irrigation water requirements. The construction of accumulation for water storage involves certain annual expenses, e.g. the annual investment, maintenance and usage expenses rising with the needed water which is going to be accumulated. On the other hand, the agricultural researches indicated that the specific crops increase of irrigated agricultural items per used water unit is the lower the more we satisfy 100% the irrigation water requirements. This fact and the stochastic character of the precipitations impose the issue of comparison of accumulation's annual expenses and the benefits from the irrigation at different supplying degrees, e.g. with different water storage amounts for irrigation requirements. The paper describes a probabilistic procedure of determining the optimal degree of water storage for the irrigation based on economic criteria. The paper also addresses the issues referring to determination of optimal construction size of multipurpose accumulations taking into account current water management trends of multipurpose accumulations construction.

Key words: irrigation, evapotranspiration, precipitations, irrigation norm, water storage, accumulation, safety degree, annual expenses, irrigation benefits.

Prof. **Andrej Šoltész**, Ph.D.,
Slovačko tehnološko Sveučilište u Bratislavi,
Građevinski fakultet, Odjel hidrauličkog inženjerstva,
e-mail: andrej.soltesz@stuba.sk

HIDROELEKTRANA GABČÍKO – TEHNIČKI I EKOLOŠKI PROBLEMI

Hidroelektrana Gabčíkovo u pogonu je od 1992. To je najveći projekt hidro-energetskog postrojenja na rijeci Dunav u Srednjoj Evropi. Cilj je ovog priloga prikazati hidrološke aspekte uređenja rijeke Dunav na slovačko – mađarskoj granici, to jest režim površinskih i podzemnih voda u rijeci, te na okolnoj poplavnoj dolini s mnogo račvanja na obje strane Dunava. Slijedeći korak jest naglasiti potrebu izgradnje prema projektu Gabčíkovo na području Slovačke nakon što su Mađari 1989. napustili projekt. Članak prikazuje različite hidro-ekološke i vodoopskrbne aspekte provedenih tehničkih mjera na tom području. Isto tako bavi se posljedičnim utjecajem na hidrosferu i potkrepljuje ih mnogim slikama i podacima prema praćenjima na slovačkoj i mađarskoj strani koja se još uvijek provode.

Za Slovačku je vrlo važna ekonomska uloga elektro-energetske proizvodnje. Zahvaljujući dovršenju pogona Gabčíkovo elektroneenergetska proizvodnja bila bi podvostručena. Proizvodnja u povoljnim hidrološkim uvjetima dovela bi do veće proizvodnje energije nego što je proizvodi nuklearna elektrana u Slovačkoj.

Ključne riječi: Projekt Gabčíkovo, hidroelektrana, hidrolški aspekti, vodni režim, površinske vode, podzemne vode, poplavno područje, hidro-ekološki aspekti, tehničke mjere, monitoring.

Prof. **Andrej Šoltész**, Ph.D.,
Slovak University of Technology in Bratislava,
Faculty of Civil Engineering, Department of Hydraulic Engineering,
e-mail:andrej.soltesz@stuba.sk

GABČÍKO HYDROPOWER PLANT – TECHNICAL AND ECOLOGICAL ISSUES

The Gabčíkovo power plant has been operating since 1992. It is the largest hydropower plant project on the Danube River in the Middle Europe. The aim of the contribution is to show hydrological aspects of the Danube River development on the Slovak-Hungarian border, i.e. surface and groundwater level regime in the river and in the adjacent floodplain area with lots of branches on both sides of the Danube. The next step is to emphasize the necessity of construction of the Gabčíkovo project on the Slovak territory after Hungarian abandoning the project in 1989. Several hydro-ecological and water-power supply aspects of conducted technical measures in the region with subsequent impact on hydrosphere will be presented and proved by means of a lot of figures and data according to the still running monitoring on Slovak and Hungarian sides.

Very important for Slovakia is the economic role of the hydropower production, as well. Due to completed Gabčíkovo hydropower plant the production of hydropower generation has doubled producing under adequate hydrological conditions more energy than the nuclear power plant in Slovakia.

Keywords: Gabčíkovo project, hydropower plant, hydrological aspects, water regime, surface water, groundwater, floodplain, hydro-ecological aspects, technical measures, monitoring.

Prof. dr.sc. **Boris Beraković**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: boris.berakovic@grad.hr

Željko Pavlin, dipl.ing.građ.,
Elektroprojekt, Alexandera von Humboldta 4, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: zeljko.pavlin@elektroprojekt.hr

Sandro Štefanac, dipl.ing.građ.,
Elektroprojekt, Alexandera von Humboldta 4, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: sandro.stefanac@elektroprojekt.hr

MOGUĆNOST KORIŠTENJA PREOSTALOG HIDROENERGETSKOG POTENCIJALA U HRVATSKOJ

U radu je uvodno i kratko opisan značaj vode sa energetskeg stajališta tijekom povijesti, te je istaknuta današnja uloga vode kao primarnog obnovljivog izvora energije. Danas se u nas i u svijetu energija vode dominantno koristi za proizvodnju električne (transformirane) energije, te je u radu dan pregled hidroenergetskog potencijala u Hrvatskoj s tog stajališta.

U Hrvatskoj je u drugoj polovini prošlog stoljeća, u razdoblju od 1950. do 1989. godine u kontinuitetu izgrađeno hidroenergetskih postrojenja ukupne instalirane snage 2000 MW što čini veći dio raspoloživih proizvodnih kapaciteta električne energije u Hrvatskoj. Obzirom da je to primarni obnovljivi izvor energije očigledan je značaj i uloga hidroenergije u energetskeg, a posebno elektroenergetskog bilanci.

U razdoblju od 1989. do 2005. godine nije se gradilo niti jedno novo hidroenergetsko postrojenje. Početkom 2005. godine započeta je izgradnja hidroelektrane (HE) Lešće, te je time, za sada, nastavljena orijentacija na korištenje raspoloživih vodnih snaga u Hrvatskoj. Uz dvije mikro hidroelektrane (Čabar-Čabranka (30 kW) i Mrežnica (6 kW)), jedino je u tom razdoblju obnovljena mala hidroelektrana (MHE) Roški slap (1,6 MW) u Nacionalnom parku Krka.

Posljednjih nekoliko godina u Europi su intenzivirane aktivnosti u cilju orijentacije na korištenje obnovljivih izvora energije uključivo i korištenje vodnih snaga (White paper 1997). Pri tome prvenstveno se potiče korištenje malih hidroelektrana (snage $P \leq 10$ MW). Prateći trendove u Europi u nas je pripremljena i donesena odgovarajuća zakonska regulativa.

Tijekom više desetljeća istraživanja hidroenergetskog potencijala u Hrvatskoj i mogućnosti njegovog korištenja izrađen je niz studija i rješenja koja čine osnovu za sagledavanje hidroenergetskog potencijala u Hrvatskoj i njegovog korištenja. Polazeći od postojećeg stanja i trenda korištenja obnovljivih izvora energije u radu je u daljnjem dijelu prikazan postojeći hidroenergetski sustav, te na osnovi raspoloživih dosadašnjih radova preostali hidroenergetski potencijal.

U posljednjih dvadesetak godina značajno su promijenjeni uvjeti izgradnje novih postrojenja, te su u radu ukratko prikazani današnji uvjeti i mogućnosti gradnje. Uzimajući u obzir ograničenja i očekivane zapreke u korištenju raspoloživog hidroenergetskog potencijala u radu je procijenjen dio hidroenergetskog potencijal koji bi se u danim uvjetima mogao koristiti. Na kraju rada dani su prijedlozi kako povećati korištenje raspoloživog hidroenergetskog potencijala.

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, hidroenergetski potencijal, električna energija, hidroenergetska postrojenja, mogućnost korištenja raspoloživog hidroenergetskog potencijala

Prof. **Boris Beraković**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: boris.berakovic@grad.hr

Željko Pavlin, Graduate Civil Engineer,
Elektroprojekt, Alexandera von Humboldta 4, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: zeljko.pavlin@elektroprojekt.hr

Sandro Štefanac, Graduate Civil Engineer,
Elektroprojekt, Alexandera von Humboldta 4, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: sandro.stefanac@elektroprojekt.hr

AVAILABLE CROATIAN HYDROPOWER POTENTIAL HARNESSING OPTIONS

In its introduction, the paper briefly describes a role of water in power generation through history, and highlights its present-day role of a primary renewable energy source. Today, water power is predominantly used for electricity generation (power transformation), so the paper gives an overview of the Croatian hydropower potential in this sense.

During the second half of the last century, between 1950 and 1989, Croatia built hydroelectric power plants with total installed capacity of 2000 MW, which is the majority of available electricity generation capacities in the country. Since water is primary renewable energy source, it harnessing in power generation clearly plays an important role in energy balance, particularly in electrical energy balance.

Between 1989 and 2005, no new hydroelectric power plants were built. Early in 2005, the Lešće Hydroelectric Power Plant project was launched, marking continued orientation to harnessing of available Croatian hydro power. The only project carried out during the period 1989-2005, in addition to two micro hydroelectric power plants (30 kW Čabar-Čabranka and 6 kW Mrežnica), was revitalization of 1.6 MW Roški Slap Small Hydroelectric Power plant in the Krka National Park.

During the recent period Europe has intensified activities towards use of renewable energy sources including the water power harnessing (White paper 1997.). Use of small hydroelectric power plants ($P \leq 10$ MW) is encouraged. Croatia prepared and passed necessary statutory regulations following the European trends in energy sector.

During decades dedicated to the research into the Croatian hydropower potential and its usage, a number of studies and concepts have been developed as the baseline for determination of the Croatian hydropower potential and its use. Based on the current state and the renewable energy sources use trend, the paper describes the existing hydropower system and, based on the data from the available documentation, presents the remaining hydropower potential.

During the past twenty odd years conditions for construction of new power plants have changed significantly, so the paper gives a brief description of the current conditions and options for construction. Having in mind restrictions and expected obstacles to use of the available hydropower potential, the paper assesses which part of the hydropower potential could be harnessed under the given conditions. The paper concludes with suggestions on how to increase use of the available hydropower potential.

Key words: renewable energy sources, hydropower potential, electricity, hydroelectric power plants, available hydropower potential harnessing options,

Prof. dr.sc. **Vladimir Andročec**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: androcec@grad.hr

Prof. dr.sc. **Alfredo Višković**,
HEP d.d. Sektor za strategiju, planiranje investicija i korporativni razvoj,
Ulica grada Vukovara 37, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: alfredo.viskovic@hep.hr

doc. dr.sc. **Ante Ćurković**,
HEP d.d. Sektor za strategiju, planiranje investicija i korporativni razvoj,
Ulica grada Vukovara 37, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: ante.curkovic@hep.hr

MALE HIDROELEKTRANE I KORIŠTENJE VODNOG POTENCIJALA U HRVATSKOJ

Tehnički iskoristivi vodni potencijal u RH procijenjen je na 12,45 TWh / godišnje, od kojeg se u hidroelektranama trenutno koristi 49%. Prema topografskim i morfološkim karakteristikama zemlje, računa se da oko 10 % ukupnog potencijala otpada na male vodotoke, odnosno oko 1 TWh / godišnje.

Pregled rezultata istraživanja iskazuje 20-tak malih vodotoka na kojima je moguće ukupno koristiti 60-tak mikro lokacija, za koje se sprovede analize ekonomičnosti izgradnje, kao i uvjeta uklapanja u okoliš.

Obzirom da takvi objekti imaju relativno malu instaliranu snagu i malu godišnju proizvodnju, uglavnom nisu isplativi. S toga se daje analiza novouvedenog programa poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora kao i usporedba s uvjetima u EU.

Realizacija preostalih potencijala u RH iziskuje usklađenje sa zatečenim i planiranim uvjetima korištenja prostora i vodotoka, kao i sa uvjetima zaštite prirodnih osobitosti lokacije i vodotoka, te sa uvjetima zaštite zatečene kulturno – povijesne baštine.

Stjecanjem uvjeta za izgradnju, instalirani kapacitet ovisan o padu i protoku vode uvjetuje dimenziju hidraulične opreme i postrojenja općenito. Osvrće se na mogućnosti pojednostavljenja postrojenja i njihove standardizacije u cilju minimiziranja troškova.

Zaključno se može izraziti postojanje realnih uvjeta i tehnologija ali i problema za efikasnu realizaciju programa izgradnje malih hidroelektrana u RH.

Ključne riječi: vodni potencijal, male hidroelektrane, uvjeti uklapanja, zakonodavni okvir RH, osobitosti lokacije, osobitosti postrojenja

Prof. **Vladimir Andročec**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb, Kačićeva 26, Zagreb, Croatia,
e-mail: androcec@grad.hr

Alfredo Višković, Ph.D.,
HEP d.d. Strategy, Investment Planning and Corporate Development Department,
Ulica grada Vukovara 37, Zagreb, Croatia,
e-mail: alfredo.viskovic@hep.hr

Ante Ćurković, Assist. Prof. Ph.D.,
HEP d.d. Strategy, Investment Planning and Corporate Development Department,
Ulica grada Vukovara 37, Zagreb, Croatia,
e-mail: ante.curkovic@hep.hr

SMALL HYDRO POWER PLANTS AND THE UTILIZATION OF HYDRO POTENTIAL IN CROATIA

Technically exploitable hydro potential in the Republic of Croatia has been estimated at 12.45 TWh/year, of which 49 percent is currently being exploited in hydro power plants. In view of topographical and morphological characteristics of the county, it has been estimated that minor waterways account for approximately 10 percent of total potential, i.e. for about 1 TWh/year.

An overview of research results has revealed about 20 minor waterways with about 60 micro locations that can be exploited, and for which economic analyses of construction are underway as well as of conditions for their environmental integration.

Taking into account the fact that such facilities have relatively low installed capacity and small annual output, in the majority of cases they are not cost-effective. Therefore, an analysis is presented of the newly introduced program to incentivize electricity generation from renewable energy sources, along with the comparison with EU requirements.

The exploitation of the remaining potential in the Republic of Croatia calls for the harmonization with present and planned land-use and waterway-use conditions, and conditions for the protection of natural values at site and the existing cultural and historical heritage.

After meeting the conditions for construction, the dimensions of hydraulic equipment and the plant in general will be determined by the installed capacity, which is dependent on water head and flow. The possibility is considered of plant design simplification and its standardization in order to minimize the costs.

The conclusion can be drawn that there are realistic conditions and technologies, but also problems to be resolved, for efficient realization of the small hydro plant construction program in the Republic of Croatia.

Key words: hydro potential, small hydro power plants, conditions for integration, legislative framework of the Republic of Croatia, specific site characteristics, specific characteristics of the power plant

Mr.sc. **Slobodan Kolbah**,

INA-Naftaplin, Istraživanje i proizvodnja nafte i plina, Šubićeva 29, Zagreb,
e-mail: slobodan.kolbah@ina.hr

Mladen Škrlec, dipl.ing. naft. rudarstva,

INA-Naftaplin, Istraživanje i proizvodnja nafte i plina, Šubićeva 29, Zagreb,
e-mail: mladen.skrlec@ina.hr

Ismet Kulenović, dipl.ing. naft. rudarstva,

INA-Naftaplin, Istraživanje i proizvodnja nafte i plina, Šubićeva 29, Zagreb,
e-mail: ismet.kulenovic@ina.hr

Svjetlana Šćurić, dipl.ing.matematike,

INA-Naftaplin, Istraživanje i proizvodnja nafte i plina, Šubićeva 29, Zagreb,
e-mail: svjetlana.scuric@ina.hr

Prof. dr.sc. **Miroslav Golub**,

Rudarsko Geološko Naftni Fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb,
e-mail: miroslav.golub@rgn.hr

GEOTERMALNA VODA KAO ENERGETSKA MINERALNA SIROVINA

Za korištenje geotermalne vode potrebno je cjelovito sagledati pored geološko, tehnoloških i ekonomskih uvjeta pridobivanja i tehnologiju njenog korištenja i tržišta.

Naša saznanja vezana su uz istraživanje i proizvodnju nafte i plina i geotermalne energije.

Ona ovisi o gustoći pritoka geotermalne topline na površinu, u nas od 10-100 mW/m². Najviša je u Panonu s geotermalnim gradijentom > 4,0°C/100 m, a ponekad i >7,0°C/100 m. Kod nas su hidro-geotermalna ležišta.

Objekte izdajavamo na osnovu povoljnih geoloških i proizvodnih obilježja i mogućnosti zaštite okoliša. S geološkog stanovišta definira se izolirajuće i rezervoarske značajke bazena, pa prema važnosti izdajavamo rezervoare u: mezozojskim i starijim karbonatima u podlozi tercijara, karbonatima oligocena, srednjeg miocena i pješćanim vodonosnicima gornjeg miocena te mlađim naslagama. Potencijal izražavamo kao **rezerve mineralnih sirovina. Izračunavaju se** prema zakonskim i podzakonskim aktima. **Kategoriziraju se** prema stupnju pripremljenosti za proizvodnju, odnosno istraženosti. **Klasificiraju se** prema mogućnosti proizvodnje. U proizvodnim mogućnostima razlikujemo bilančne i izvanbilančne rezerve, a prema ekonomskim kriterijima rentabilno i nerentabilne, što je transparentno s Europskim i svjetskim standardima.

Za te procjene koristimo tehno-ekonomsko modeliranje.

Da bi povećali dosad minimalnu proizvodnju pokušavamo naći rješenja za njeno povećanje na prostoru Zagreba, Podravine i Slavonije, s poljima kao što su Kutnjak – Lunjovec, Velika Ciglena i Beničanci.

Za postizanje uspjeha INA–Naftaplinu i RGN fakultetu je potrebna suradnja partnera, u financijskom i tehnološkom smislu to posebno na području korištenja pridobive geotermalne vode i potporu države ili svjetskih fondova za te nisko akumulativnog nacionalnog resursa. Obrazloženje možemo tražiti u smanjenju energetske ovisnosti zemlje, razvijanje tehnoloških, poljoprivrednih i turističkih potencijala i uklapanje u globalne trendove sačuvanja okoliša.

Ključne riječi: proizvodnja geotermalne vode, rezerve, zaštita okoline, ekonomika, Panonski bazen R. Hrvatske.

M.S. **Slobodan Kolbah**,

INA-Naftaplin, Oil & Gas Exploration and Production, Šubićeva 29, Zagreb, Croatia,
e-mail: slobodan.kolbah@ina.hr

Mladen Škrlec, Graduate Petroleum Engineer,

INA-Naftaplin, Oil & Gas Exploration and Production, Šubićeva 29, Zagreb, Croatia,
e-mail: mladen.skrlec@ina.hr

Ismet Kulenović, Graduate Petroleum Engineer,

INA-Naftaplin, Oil & Gas Exploration and Production, Šubićeva 29, Zagreb, Croatia,
e-mail: ismet.kulenovic@ina.hr

Svjetlana Šćurić, Graduate Engineer of Mathematics,

INA-Naftaplin, Oil & Gas Exploration and Production, Šubićeva 29, Zagreb, Croatia,
e-mail: svjetlana.scuric@ina.hr

Prof. **Miroslav Golub**, Ph.D.,

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb,
Pierottijeva 6, Zagreb,
e-mail: miroslav.golub@rgn.hr

GEOTHERMAL WATER AS ENERGETIC AND MINERAL SOURCE

Geothermal consumption depends on integrated geological, technological and economical feasibility on the market and environment acceptability.

Apply approach is on our oil and geothermal production experience.

Our chances depend on surface heat flow density, which varies in the country 10-100 mW/m². The best area is in the Pannonian, with geothermal gradient >4,0°C/100 m, sometimes >7,0°C/100 m. Production is hydro-geothermal.

The assessment is done by best geological, production considering environmental protection. We distinguish reservoirs in the: Mesozoic and older carbonates rocks, Oligocene and Middle Miocene carbonates and sandstone reservoirs in the upper Miocene and younger sediments. By national laws the potential is expressed as **raw mineral reserves**. They are **Categorized** according to the degree of exploration or preparation for production. They are **Classified** according to the possibilities for production. Since the production is defined through geological-technological-technical criteria, we find **Balanced** and **Unbalanced** reserves. According to economic criteria, they are **Profitable** or **Unprofitable**, and this is transparent with European or world-accepted standards.

Here we use the techno-economical modeling.

In attempt to rise in the production we wonder for best solution in Zagreb, Po-dravina and Slavonia, with the fields such as Kutnjak-Lunjkovec, Velika Ciglena and Beničanci.

In that attempt INA-Naftaplin and RGN university needs the partners. In financial and technological sense especially in solution of geothermal water consumption and in support of government, EU and world funds. The reason for this we can find in diminution country energetic dependence and secondary development technological, agricultural and touristic potential and finally fitting in to the global environment conservations.

Key words: geothermal energy production, reserves, environmental protection, economy, Pannonian basin in Croatia.

dr.sc. **Mladen Petrićec**,
Institut za elektroprivredu i energetiku d.d.,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37,
e-mail: mladen.petricec@ie-zagreb.hr

dr.sc. **Zoran Stanić**,
HEP – Obnovljivi izvori energije d.o.o.,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37,
e-mail: zoran.stanic@hep.hr

mr.sc. **Tamara Tarnik**,
Hrvatska elektroprivreda d.d.,
Sektor za održivi razvoj i unaprjeđenje kvalitete Zagreb,
Ulica grada Vukovara 37,
e-mail: tamara.tarnik@hep.hr

MOGUĆI UTJECAJI PROVEDBE OKVIRNE DIREKTIVE O VODAMA EU NA ENERGETSKO KORIŠTENJE VODA U HRVATSKOJ

Tijekom devedesetih godina prošlog stoljeća u okviru Europske unije, otvorena je rasprava o redefiniranju ključnih načela upravljanja vodama, koja je rezultirala usvajanjem novog pravnoga akta – Okvirne direktive o vodama (Water Framework Directive, 2000/60/EC). Dokument je stupio na snagu 22. prosinca 2000. godine, objavljivanjem u Službenom listu Europske zajednice.

Usvojena direktiva počiva na koncenzusu europskih država o temeljnim načelima sveobuhvatnoga upravljanja vodama ali i određenoj slobodi u procjeni razine primjene tih načela u danim prirodnim, društveno-gospodarskim i institucionalnim prilikama svake države.

Donošenje Okvirne direktive o vodama (ODV EU) predstavlja prekretnicu u razvoju europske vodne politike. Njome se uspostavlja okvir za djelovanje Zajednice na području politike voda radi zaštite kopnenih površinskih i podzemnih voda, prijelaznih voda, priobalnih voda.

Ciljevi utvrđeni ODV EU su uglavnom ekološke naravi, što dovodi do sukoba s povijesnim korištenjem voda, praktički svim državama članicama EU. Nastali problemi u primjeni direktive razlikuju od jedne do druge regije, pri čemu je korištenje hidroenergije jedno od najpogođenijih područja, budući da ono u većini slučajeva dovodi do hidroloških i morfoloških intervencija u vodnom režimu, a ODV EU definira "prirodno" kao ciljano stanje voda i vodnih ekosustava. Vezano za energetska korištenje voda, kao najveći problemi daljnjeg korištenja vodnog potencijala i provedbe ODV EU su zabrana pogoršanja stanja voda, povećanje minimalnih protoka, veća ograničenja maksimalne proizvodnje, te dodatni troškovi očuvanja vodnih ekosustava.

Republika Hrvatska kao država kandidat za članstvo u Europskoj uniji je dužna postupno preuzimati i provoditi sva zajednička pravila djelovanja i standarde, koji su uspostavljeni na razini Europske unije. U skladu s europskim pravnim sustavom, dužna je odredbe pojedinih direktiva iz pravne stečevine EU u potpunosti prenijeti u svoje nacionalno zakonodavstvo.

Mladen Petrićec, Ph.D.,
Energy Institute d. d.,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37,
e-mail: mladen.petricec@ie-zagreb.hr

Zoran Stanić, Ph.D.,
HEP – Renewable Energy Sources d.o.o.,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37,
e-mail: zoran.stanic@hep.hr

M.S. Tamara Tarnik,
Hrvatska Elektroprivreda d.d.,
Sustainable Development and Quality Improvement Department,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37,
e-mail: tamara.tarnik@hep.hr

POSSIBLE IMPACT OF EU WATER FRAMEWORK DIRECTIVE ON ENERGY UTILIZATION OF WATER RESOURCES IN CROATIA

During the nineties of the past century a debate was launched within the European Union on the re-definition of key water management principles. As a result, a new legal act – Water Framework Directive, 2000/60/EC, has been adopted. The document was published in the Official Journal of the European Communities on 22 December 2000, and entered into force the same day.

The adopted Directive rests on the consensus of European countries on basic principles of comprehensive water management, but also allows for a certain amount of freedom in the estimate of the level of implementation of those principles, given natural, socio-economic and institutional circumstances of individual countries.

The passing of the Water Framework Directive (WFD EC) represents a turning point in the development of European water policy. It establishes the framework for Community's actions in the field of water policy with the purpose of protecting inland surface and ground waters, transitional waters and coastal waters.

The goals set by WFD are mainly of environmental nature, which contradicts with historical use of water in almost every EU Member State. The problems related to the implementation of Directive differ from one district to another, whereby the use of hydro power is one of most affected fields since in the majority of cases it results in hydrological and morphological interventions in the water regime, while WFD defines "natural" as the targeted status of water and aquatic ecosystems. As for energy utilization of water, the most significant problems related to future utilization of water potential and the implementation of WFD are the ban on further deterioration of water status, possible increasing minimum flows, more stringent restrictions on maximum output, and the additional costs to preserve water ecosystem.

Being an EU candidate country, the Republic of Croatia is required to progressively adopt and implement all common rules of conduct and standards established at the level of the European Union. In line with the European legal system, Croatia is required to fully transpose the provisions of particular directives contained in the EU *acquis communautaire* into its national legislation.

Preuzete međunarodne obveze utječu na politiku upravljanja vodama u Hrvatskoj, koja dolazi pod sve veći izravni ili neizravni nadzor međunarodnih institucija i susjednih zemalja. Ključni instrument toga nadzora bit će zajednički (koordinirani) planovi upravljanja međunarodnim vodnim područjima, s programom mjera za ostvarenje postavljenih ciljeva.

Budući da je Hrvatska elektroprivreda veliki korisnik voda u Republici Hrvatskoj, zainteresirana je za participaciju u izradi planova upravljanja vodnim područjima, koji čine osnovu upravljanja vodama. Ona je i specifični korisnik voda i, kao takav, je zainteresirana za utvrđivanje ekonomske važnosti i učinkovitosti elektroenergetskog korištenja voda. Ciljevi energetske politike, poput promocije energije iz obnovljivih izvora i/ili poboljšavanja sigurnosti opskrbe, mogu se ostvariti jedino uz najbolje moguće korištenje hidroenergije (postojeće elektrane i potencijalno širenje).

Ključne riječi: Okvirna direktiva o vodama EU, hidroenergetika, troškovi vodnih usluga, plan upravljanja vodnim područjem

The undertaken international obligations have influence on the water management policy in Croatia, which is increasingly being directly or indirectly controlled by international institutions and neighboring countries. Key instrument of such control will be common (coordinated) management plans for international aquatic districts with a program of measures to meet the set objectives.

Since Hrvatska Elektroprivreda is a significant user of water in the Republic of Croatia, it is interested in participating in the development of water management plans for aquatic districts that constitute the basis of water management. Hrvatska Elektroprivreda is also a specific user of water and as such it is interested in determining economic significance and efficiency of use of water for electricity generation purposes. The objectives of energy policy, such as promoting energy from renewable energy sources and/or improving security of supply, can be met only by using hydro power in the best possible way (in the existing power plants and potential new capacities).

Key words: Water Framework directive EU, hydropower, cost of water service, river basin management plan

Prof. dr.sc. **Goran Gjetvaj**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: goran@grad.hr

NOVE SPOZNAJE O RUŠENJU NASUTIH BRANA

Brane su vrlo korisni hidrotehnički objekti, ali poplave nastale njihovim rušenjem su izazvale neke od najvećih katastrofa u posljednja dva stoljeća. U slučaju rušenja brane, materijalna šteta je neizbježna a broj ljudskih žrtava ovisi o veličini plavljenog područja, njegovoj naseljenosti kao i o raspoloživom vremenu za zabunjivanje i evakuaciju stanovništva. Odgovarajuće modeliranje širenja otvora u nasutoj brani i pripadajućeg poplavnog vala sa detaljnim informacijama o brzina i razinama vode u plavljenom području su ključne za ocjenu kao i smanjivanje šteta uzrokovanih mogućim rušenjem brane. Osnovni cilj ovog članka je prikaz novih spoznaja vezanih uz mehanizme formiranja otvora u nasutoj brani, modeliranje propagacije poplavnog vala kao i metoda određivanja djelovanja poplavnog vala na stanovništvo i objekte. Na osnovu pregleda literature koja uključuje analize zabilježenih slučajeva rušenja brana, provedenih laboratorijskih ispitivanja i postojećih fizikalnih modela, u radu je opisano pet faza formiranja otvora u nasutoj brani. Nove metode predviđanja formiranja otvora se zasnivaju na odnosu hidrauličkog gradijenta i erodibilnosti materijala iz kojeg je izrađen nasip. Iz Navier-Stokesovih jednažbi se mogu formirati jednažbe po dubini osrednjenih plitkih voda koje su prikladne za modeliranje propagacije poplavnog vala. Numerička simulacija propagacije poplavnog vala nije trivijalna te su razvijeni neki novi softverski paketi čija je točnost, stabilnost i pouzdanost provjerena na nizu različitih primjera uključujući podatke sa zabilježenih primjera rušenja brana kao i podatke dobivene fizikalnim modeliranjem. Poplavni valovi imaju značajnu energiju te mogu napraviti veliku štetu a zbog značajne brzine i dubine vode mogu biti opasni za osobe koje se u njemu nađu. Provedenim istraživanjima je definirano do koje mjere se čovjek može nositi sa raznim uvjetima toka te je određena dubina i/ili brzina vode koja može ugroziti ljudski život. Istraživanjima su određeni mjerodavni hidraulički parametri kojima se može predvidjeti utjecaj poplavnog vala na objekte u plavljenom području. Kao rezultat provedenih istraživanja je u plavljenom području moguće razlikovati inundaciju u kojoj dolazi samo do vlaženja objekata, područje u kojem nastaje djelomična šteta kao i područje u kojem dolazi do potpunog razaranja.

Ključne riječi: prolomi brana, nasute brane, otvori, poplavni val

Prof. **Goran Gjetvaj**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: goran@grad.hr

NEW ACHIEVEMENTS IN UNDERSTANDING OF EMBANKMENT DAM FAILURE

Dams provide many benefits for our society, but floods resulting from the failure of constructed dams have also produced some of the most devastating disasters in the last two centuries. When dams fail, property damage is certain, but loss of life can vary dramatically depending on the inundation area, size of the population at risk and the amount of warning time available. Appropriate simulation of embankment dam breach events and the resulting floods with detailed information about the water levels and velocities at downstream locations are crucial for characterizing and reducing threats due to potential dam failures. The goal of the presented paper is to review the state-of-the-art dam breach analysis tools, surge parameters and procedures for predicting the influence of flood waters on structures and human subjects. According to the literature survey that include results given in the previously documented dam failure case studies, prior laboratory testing and the existing physically-based models, the entire breach erosion process can be divided in five stages. Current breach prediction methods are based on relations between hydraulic energy dissipation rate and dike erodibility. The depth averaged shallow water equations are useful and reliable for flood modeling. The CFD simulation of this flow is a non-trivial technique and some new software packages are developed. Accuracy, stability and reliability of new codes are tested with various types of examples, real life case of flood wave propagation and experimental data obtained by the physical modeling. Flood waves have a potential to cause heavy damage. Flood can be dangerous for an individual due to the depth and velocity of water. It is defined how human subject can cope with different flow conditions. As a result we know when the velocity and/or depth of flood flow pose a life threatening hazard. Some projects are achieved to develop a procedure for predicting the interaction of flood waters and structures in the flood plain. As a result of the achieved researches it is possible to distinguish inundation, area with partial damage and area with total destruction of structures in flooded area.

Keywords: dam failure, embankment dam, breach, flood wave

Prof. dr.sc. **Božidar Biondić**,
Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Hallerova aleja 7, Varaždin, Hrvatska,
e-mail: bbiondic@usa.net

Prof. dr.sc. **Juraj Božičević**,
e-mail: juraj.bozicevic1@zg.t-com.hr

Prof. dr.sc. **Vladimir Andročec**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Savska 16, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: androcec@grad.hr

Doc. dr.sc. **Ranko Biondić**,
Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Hallerova aleja 7, Varaždin, Hrvatska,
e-mail: ranko.biondic@zg.t-com.hr

VODA – HRVATSKI IZVOZNI PROIZVOD

Voda u svijetu postaje sve veći problem, jer enormna koncentracija stanovnika, poljoprivredna proizvodnja i rastuća industrija traže sve veće količine, a kvalitetne vode je sve manje. Hrvatska ima značajne vodne resurse, koji količinom i kvalitetom pokrivaju sve sadašnje i razvojne potrebe države i krajnje je vrijeme da svojim viškovima pokuša zauzeti primjereno mjesto na tržištu vode u širem prostoru Mediterana. To nije jednostavan posao, jer osim postizanja tržišnih prednosti neophodno je efikasno zaštititi vodne resurse i potencijalnom tržištu dugoročno garantirati odgovarajuću kvalitetu vode. Drugi cilj projekta je bio opskrba vodom naših otoka ekonomičnijim načinom nego što se to radi danas cjevovodima i brodovima vodonoscima.

Raspoloživi kapaciteti vode za plasman na komercijalna tržišta su prvenstveno vodni resursi vezani uz obalno područje zbog ekonomičnosti transporta. Pri tome treba istaći slobodne kapacitete izvorske vode (Rječina, Novljanska Žrnovnica, Jadro i Žrnovnica, Ombla), ali i velike količine vode u hidroenergetskim sustavima (HE Vinodol, HE Senj, HE Zakučac, HE Plat), koji nakon proizvodnje energije neiskorištene otječu u more, pa čak i negativno utječu na morski okoliš. Zsigurno ima prostora za razmišljanja o korištenju barem dijela tih voda za izvoz u vodom deficitarna područja Mediterana i Bliskog istoka.

Kada se govori o raspoloživim kapacitetima vode za međunarodno tržište neophodno je razmišljati o stanju vodnih resursa tijekom ljetnih sušnih razdoblja, kada osim vodoopskrbe treba osigurati i količine vode za biološku održivost prostora. Najveći dio slobodnih kapaciteta stoji u postojećim ili planiranim akumulacijama vode nakon proizvodnje električne energije. To su respektabilne količine kvalitetne vode od oko 265 m³/s. Za ilustraciju treba istaći da svi vodoopskrbni sustavi u Jadranskom obalnom području u maksimumu potrošnje koriste oko 10 m³/s vode.

Indeksi kvalitete vode odabranih lokacija pokazuju najbolje stanje na izvoru Rječine i Novljanskoj Žrnovnici s visokim planinskim područjem u slivu. Istraživanje kvalitete vode iz akumulacijskih prostora hidroelektrana nije rađeno, ali poznato

Prof. **Božidar Biondić**, Ph.D.,
University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering,
Hallerova aleja 7, Varaždin, Croatia,
e-mail: bbiondic@usa.net

Prof. **Juraj Božičević**, Ph.D.,
e-mail: juraj.bozicevic1@zg.t-com.hr

Prof. **Vladimir Andročec**, Ph.D.,
University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering,
Savska 16, Zagreb, Croatia,
e-mail: androcec@grad.hr

Ranko Biondić, Assist. Prof. Ph.D.,
University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering,
Hallerova aleja 7, Varaždin, Croatia,
e-mail: ranko.biondic@zg.t-com.hr

WATER – CROATIAN EXPORT PRODUCT

Water has become an increasing problem, because the enormous concentration of population, agricultural production and the growing industry need increasing quantities of water and the qualitative water is increasingly reduced. Croatia has important water resources, which cover all the present needs of the state as well as the developing ones concerning the water quality and quantity. It is the last time that the state, with its surpluses, tries to take the appropriate position on the water market in the broader area of the Mediterranean. It is not an easy job, because, except achieving the market advantages, it is necessary to protect the water resources successfully and to guarantee the appropriate quality of water to the potential market for a long term. The second aim of the project is the water supply for our islands in more economical way than it is done today by pipelines and water bearing ships.

The available water capacities for the placing on the commercial market are primarily the water resources connected with the costal area because of the economical quality of the transport. The free capacities of the spring waters (Rječina, Novljanska Žrnovnica, Jadro and Žrnovnica, Ombla) have to be pointed out as well as great quantities of water in hydro-electric systems (Vinodol, Senj, Zakučac, Plat), which flow unused into the sea after the production of electric power and which even negatively influence the sea environment. There is surely space for consideration of using at least part of these waters for export into the areas of the Mediterranean and Middle East which have generally shortage of water.

When speaking of the available water capacities for the international market, it is necessary to think about the state of our water resources during the longer dry periods when, except for the water supply, it is necessary to provide water for biological sustainability of the area. The greatest part of the free capacities is in the existing water storages or in the planned ones, after the production of the electric power. The water quantities are respectable, somewhat about 265 m³/s. To illustrate this, it must be pointed out that all the water supply systems in the

je da iz sustava HE Plat uzima voda za vodoopskrbu Boke Kotorske i da se dio vode HE Senj koristi za vodoopskrbu Podvelebitskog kraja i otoka Rab i Pag.

Značajan prostor u radu posvećen je obradi tržišta vode u svijetu s posebnim naglaskom na područje Mediterana. Vodeću ulogu na svjetskom tržištu imaju Kanada i Aljaska, koje prevoze velike količine vode u Japan. Za područje Mediterana to su kompanije iz Francuske i Njemačke, koji ostvaruju prihode veće od 50 milijardi US\$ svaka godišnje. Prema tome, tržište postoji, potrebe za vodom rastu i osnovni je problem kako sa svojim raspoloživim količinama ući u posao sa vodom. U svijetu se koriste četiri osnovna načina transporta vode na velike udaljenosti. To su klasični načini transporta cjevovodima i kaminima, brodovima vodonoscima i velikim tankerima i zasigurno nova ideja transporta morem u posebno konstruiranim "vrećama" za vodu. Zbog komparativnih prednosti transporta vrećama (Spregg-ove vreće), čije su dimenzije fleksibilne i tegle se morem tegljačima, zaključuje se da su one perspektivni izbor što može biti posebno interesantno i za vodoopskrbu naših otoka.

Smatramo da što hitnije treba raditi na komercijalizaciji dijela raspoloživih vodnih resursa i što brže uključiti naše slobodne kapacitete vrlo kvalitetne vode u svjetsko tržište vode, jer za to postoje uvjeti i interes potencijalnih korisnika.

Ključne riječi: zaštita vodnih resursa, raspoloživi kapaciteti, hrvatski izvozni proizvod, nove metode transporta

Adriatic coastal area use about 10 m³/s water at the maximum of their consumption.

The quality indexes of water of the chosen sites show best the state in the springs of the river Rječina and Novljanska Žrnovnica with the high mountain area in the catchment. The investigation of the water quality from the storages areas of the hydro-electric power plants has not been done but it is known that the water from the hydro-electric power plant Plat is used for the water supply of the area of Boka Kotorska and that the part of the water from the hydro-electric power plant Senj is used for the water supply of the area at the foot of the mountain Velebit and for the islands Rab and Pag.

Considerable part of the work is dedicated to the processing of the water market in the world with a special emphasis on the area of the Mediterranean. Canada and Alaska have the leading role in the world water market. They transport great quantities of water into Japan. In the area of the Mediterranean the companies from France and Germany are the leading ones which realize each year the income greater than 50 multibillion US\$. According to that, the market exists, the needs for water are growing and the main problem is how to enter into the business with water with the own available water quantities. There are four main water transports ways long distances used in the world today. There are the classical ways of transport by pipelines and trucks, water bearing ships and great tankers. The new idea is surely the water transport by sea in specially constructed "water bags". Because of the comparative advantages of the bag transport (Spregg's bags) which have flexible sizes and which are towed in the sea by towboats it can be concluded that they are promising choice, which can be especially interested for the water supply of our islands.

We think that the work on the commercialization of the part of our available water resources must be increased and our free water capacities of very high quality have to be included into the world water market, because the conditions and the interest of the potential users exist.

Key words: water resources protection, available capacities, Croatian export product, new way of transport

Prof. dr.sc. **Josip Marušić**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Ulica fra Andrije Kačića Miošića 26, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: marusicj@grad.hr

Prof. dr.sc. **Marko Pršić**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Ulica fra Andrije Kačića Miošića 26, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: mprsic@grad.hr

mr. sc. **Duška Kunštek**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Ulica fra Andrije Kačića Miošića 26, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: kduska@grad.hr

VODNOGOSPODARSKO I PROMETNO ZNAČENJE VIŠENAMJENSKOG KANALA DUNAV-SAVA

Aktualni idejni projekt *Višenamjenskog kanala Dunav-Sava* (VKDS) po parametrima V.b klase međunarodnih unutarnjih plovni putova završen je 1998. g. Potpisivanjem *Ugovora o glavnim unutarnjim plovnim putovima od međunarodnog značenja* (AGN-ugovor) 27. lipnja 1997. u Helsinkiu te njegovom potvrdom u Saboru 12. studenog 1998., Hrvatska je preuzela obvezu ostvarenja projekta VKDS po parametrima V.b klase. Po *AGN-ugovoru* u Hrvatskoj je u sustav europskih plovni putova *uvršten i projekt VKDS od Vukovara pored Vinkovaca do Šamca*. Na izvršenju terenskih poslova, izradi studijske, projektne i ostale dokumentacije VKDS od 1993. do 2000. godine sudjelovalo je 156 u praksi s potrebnim referencama potvrđenih stručnjaka i znanstvenika iz 22 institucije *te konzultanti iz tvrtke "Rhein-Main-Donau", München*. Nakon prekida u 2001. g., nastavak aktivnosti uslijedio je u 2005. g., a poslovi novelacije te dopune studijske i projektne dokumentacije u 2006. i 2007. godini – potrebne za ishođenje lokacijske dozvole VKDS. Kako u prethodnoj tako i u aktualnoj studijskoj i projektnoj dokumentaciji potvrđeno je značenje projekta VKDS za:

1. *Vodno gospodarstvo i poljoprivreda* – stvaranje uvjeta za dogradnju postojećih i izgradnju novih sustava površinske odvodnje na 173.000 ha, dogradnju postojećih na 44.000 ha i izgradnju novih sustava podzemne odvodnje na 18.000 ha, oplemenjivanje malih voda rijeka Vuke, Bosuta i Biđa, stvaranje uvjeta za navodnjavanje 35.750 ha poljoprivrednih zemljišta.

2. *Vodni promet* – sastavni dio kombiniranog prometnog povezivanja Podunavlja i Jadrana, *skraćenje plovnog puta Savom i Dunavom za 417 km u smjeru Srednje i Zapadne Europe te 85 km u smjeru Crnog mora*.

3. *Šumarstvo* – stvaranje uvjeta za uređenje vodnog režima prema potrebama optimalnog razvoja šumske vegetacije na slivnom području Biđa, Bosuta, Spačve i Studve.

4. *Urbani i infrastrukturni razvoj naselja* na gravitirajućem području VKDS.

Pored osnovnih pokazatelja o izradi studijske i projektne dokumentacije i tehničkih podataka o glavnim građevinama, u radu je dat i prikaz četiri faze izgradnje VKDS s glavnim opisnim i financijskim podacima kao i grafičkim prikazima.

Ključne riječi: višenamjenski kanal, Dunav, Sava, projekt, značenje, vodno gospodarstvo, poljoprivreda, vodni promet, izgradnja.

Prof. **Josip Marušić**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering University of Zagreb,
Ulica fra Andrije Kačića Miošića 26, Zagreb, Croatia, e-mail: marusicj@grad.hr
Prof. **Marko Pršić**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering University of Zagreb,
Ulica fra Andrije Kačića Miošića 26, Zagreb, Croatia, e-mail: mprsic@grad.hr
M.S. **Duška Kunštek**,
Faculty of Civil Engineering University of Zagreb,
Ulica fra Andrije Kačića Miošića 26, Zagreb, Croatia, e-mail: kduska@grad.hr

WATER MANAGEMENT AND TRAFFIC SIGNIFICANCE OF THE DANUBE-SAVA MULTIPURPOSE CANAL

The preliminary design *Danube-Sava multipurpose canal* (DSMC) designed according to the V.b class parameters of international navigable waterways was completed in 1998. Croatia took the obligation to realize the DSMC according to the V.b class parameters upon signing the *Contract on major navigable waterways of international importance* (AGN- contract) on June 27, 1997 in Helsinki, and upon its confirmation at the Parliament on November 12, 1998. According to the *AGN-contract the DSMC from Vukovar, near Vinkovci to Šamac* was listed into navigable waterways network in Croatia. The field works and completion of study, design and other documentation of DSMC between 1993 and 2000 involved 156 highly regarded experts and researcher from 22 institutions and consultants from the *“Rhein-Main-Donau” company, Munich*. Following the interruptions in 2001 the activities were resumed in 2005, and supplementation works, studies and design documentation were accomplished in 2006 and 2007 – in order to obtain a construction site permission for the DSMC. As well as the previous, the actual study and design documentation confirm the DSMC's significance for:

1. *Water management and agriculture* – conditions development for the rebuilding of the existing and construction of the new surface drainage systems on 173.000 ha area, the rebuilding of the existing systems on 44.000 ha, and construction of new ground drainage systems on 18.000 ha, enrichment of small waters of Vuka, Bosut and Biđ rivers, formation of conditions for irrigation of 35.750 ha of agricultural soils.

2. *Water traffic* – the integral component of the traffic connection between Podunavlje and Adria, *shortening of the navigable waterway along the Sava and Danube for 417 km in direction of the Middle and West Europe, and for 85 km in the direction of the Black Sea*.

3. *Forestry* – producing conditions to establish the water regime according to the needs of the optimal development of the forest vegetation on the catchment area of Biđ, Bosut, Spačva and Studva.

4. *Urban and infrastructural development of settlements on the DSMC surrounding area*

In addition to the basic indicators on study, design documentation and technical data on major structures the work presents four Canal's construction phases, along with main descriptions, financial data and graphs.

Key words: Danube, Sava, multipurpose canal, design, significance, water management, water traffic, construction, agriculture

Prof. dr.sc. **Neven Kuspilić**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: kuspa@grad.hr

mr.sc. **Damir Bekić**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: dbekic@grad.hr

mr.sc. **Duška Kunštek**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: kduska@grad.hr

RAZVOJ RIJEČNIH LUKA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Luke unutarnjih voda ključni su elementi cjelokupnog sustava transporta unutarnjim plovnim putovima o kojima umnogome ovisi uspješnost kompletnog transportnog procesa od mjesta proizvodnje do mjesta krajnje potrošnje. Luke unutarnjih voda locirane na europskim plovnim putovima imaju s obzirom na jedinstvenost prometno-transportnog i ukupnog gospodarskog tržišta na kojem djeluju posebno značenje. Dugoročno, orijentacija Europske zajednice je uspostavljanje ravnoteže u prometnom razvitku s naglaskom na unutarnje plovne putove i željeznicu kao alternativne načine prijevoza. Otuda se ukazuje prilika za ekspanziju luka na unutarnjim vodama. To se poglavito odnosi na luke u istočno-europskim podunavskim zemljama gdje se očekuje da će upravo ta činjenica utjecati na usmjeravanje prometnih tokova iz blisko-istočnih prometnih tržišta prema dunavskom koridoru i dalje prema zapadno-europskim zemljama.

U Hrvatskoj su na unutarnjim plovnim putovima organizirane četiri lučke uprave i to u Vukovaru za javne luke na Dunavu i budućem višenamjenskom kanalu Dunav-Sava, Osijeku za luke na Dravi, dok je nadležnost nad lukama na rijeci Savi podijeljena između Lučke uprave Sisak i Lučke uprave Slavonski Brod. Hrvatski lučki sustav praktički čine četiri luke otvorene za javni promet od državnog značaja: Sisak, Slavonski Brod, Osijek i Vukovar. Tri se od njih (Slavonski Brod, Osijek i Vukovar) nalaze u neposrednoj blizini Vc prometnog koridora, dok se luka Sisak i Luka Slavonski brod nalaze uz X prometni koridor. Njihov razvoj uvelike će biti uvjetovan značajem prometnih koridora u cjelokupnom prometu regije i obrnuto. Za luke Slavonski Brod, Osijek i Vukovar izrađeni su master planovi razvoja, koji podrazumijevaju njihovo proširenje, kako u pretovarnom kapacitetu, tako i u prostornom proširenju. Svaka od njih ima svoje specifičnosti koje proizlaze iz postojećeg stanja, raspoloživog prostora i fizičkih i prometnih karakteristika plovnih putova na kojima se nalaze. Za luku Sisak još nije izrađen plan razvoja. Planirani razvoj luke Vukovar podrazumijeva modernizaciju i izgradnju dodatnih kapaciteta luke na postojećem lučkom području, proširenje lučkog područja i integracija sa industrijsko-gospodarskom zonom Borovo, investicije na lučkoj infrastrukturi, stavljanje luke u funkciju razvitka gospodarskog zaleđa, modernizaciju cestovno-željezničke infrastrukture u luci i na prilazima luci, uključujući i povezivanje na glavne promet-

Prof. **Neven Kuspilić**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: kuspa@grad.hr

M.S. **Damir Bekić**,
Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: dbekic@grad.hr

M.S. **Duška Kunštek**,
Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: kduska@grad.hr

DEVELOPMENT OF RIVER PORTS IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Inland water ports are key components of the entire transport system on inland waterways, and the success of complex transport process from the point of production to the point of final consumption is greatly dependent on them. Inland ports, situated on European waterways, with regard to the integral character of the transport and general economic market, are of particular importance. On the long-term basis, orientation of the European Community is to establish balance of transport development, stressing inland waterways and railways as alternative means of transport. This opens the opportunity for expansion of ports on inland waters. This refers mainly to ports in Eastern European Danubian Countries, where this fact is expected to influence directing of transport from Near East transport markets to the Danubian corridor and further to Western European countries.

In Croatia, four port authorities are organized on inland waterways, as follows: in Vukovar for public ports on the Danube and the future Danube-Sava multipurpose canal, in Osijek for the Drava ports, while the jurisdiction on the Sava river is shared by the port authorities Sisak and Slavonski Brod. The Croatian ports system practically consists of four ports open to public transport of national importance: Sisak, Slavonski Brod, Osijek and Vukovar. Three of them (Slavonski Brod, Osijek and Vukovar) are situated in the close vicinity of the transport corridor V c, while the ports Sisak and Slavonski Brod are situated along the transport corridor X. Their development will be greatly influenced by the importance of the transport corridors in the general traffic of the region, and vice versa. Master plans have been prepared for the ports Slavonski Brod, Osijek and Vukovar which imply their expansion, both as regards the reloading capacity and the operating space. Each of them has its specific properties resulting from the present situation, available space and physical and transport characteristics of their respective waterways. For the Sisak port the development plan has not been elaborated yet. Planned development of the Vukovar port includes modernizing and construction of additional port capacities in the existing port area, expansion of the port perimeter and integration with the industrial and economic zone of Borovo, investments in port infrastructure, inclusion of the port in the development of the industrial hinterland, modernizing of road and railway infrastructure in the port and in the access

ne koridore (Vc, X). Razvojnim planom luke Osijek predviđeno je proširenje lučkog područja na ukupno 110 ha i uključivanje poteza Drave od dravskog riječnog km 12 + 600 do 15 + 490. Uključit će i otok nastao prokopom starog dravskog meandra, tako da će se današnja luka površine 58,3 ha (akvatorij 20,4 ha + teritorij 37,9 ha) povećati na novi teritorij površine 10 ha. Razvoj luke Slavonski Brod uvelike je povezan uz pouzdanost i sigurnost plovidbe rijekom Savom. Današnja jedina aktivnost u luci odnosi se na pretovar sirove nafte koja se prevozi u domaćem prometu do luke Sisak. Luka Slavonski Brod bi u konačnoj razvojnoj fazi imala 9 vezova koji bi bili specijalizirani za prekrcaj generalnog tereta, kontejnera, šljunka i pijeska, za prekrcaj vozila (ro-ro tereta), za pretovar žitarica, te za prekrcaj. Nova luka Vukovar na 9 km kanala Dunav-Sava predviđena je u sklopu realizacije projekta VKDS. Razvoj te luke ovisi o stvaranju prometno-gospodarskih potreba i tehničkih uvjeta. Prognoza budućeg prometa luke kreće se oko 5,7 milijuna tona godišnje u 30 godišnjem razdoblju (4,16 mil. t. godišnje vodni promet i 1, 56 kopneni). Priobalna lučka zona za vodni promet (prekrcaj tereta) imala bi 3 lučka bazena s 24 veza. Zaobalna lučka zona bila bi vezana na kopneni promet i sastojala bi se od kopnenog robnog terminala, proizvodne zone, trgovačko-poslovne zone i robnih rezervi. Poslovni prostor koji će se pojaviti gradnjom ove poslovne zone omogućio bi povećanje prometa i proizvodnje preko 8 milijuna tona godišnje.

Ključne riječi: hrvatske luke unutarnjih voda, luka Vukovar, luka Osijek, luka Slavonski Brod, kanalska luka Vukovar

to the port, including connection to the major transport corridors (V c, X). The development plan of the Osijek port includes expansion of the port area to the total of 110 hectares and inclusion of the stretch from the Drava river km 12+600 to 15+490. The Plan also envisages inclusion of the island created by shortcutting the old Drava meander, and the present port area of 58.3 ha (aquatory 20.4 ha + territory 37.9 ha) will be extended to 10 ha of new territory. The development of the port Slavonski Brod is greatly dependent on the reliability and safety of navigation in the Sava river. The only present capacity in this port is reloading of crude oil in local transport to the Sisak port. In the final stage of development, the port Slavonski Brod would include 9 berths, specialized for reloading of general cargo, containers, gravel and sand, ro-ro transport, reloading of cereals, and for trans-shipment. The new Vukovar port on km 9 of the Danube-Sava Canal is envisaged within the scope of the Multipurpose Danube-Sava Canal Project. Development of this port depends on the development of transport and economic requirements and technical conditions. The forecast of future port traffic is about 5.7 million tons per annum in 30-years period (4.16 million tons per annum of water transport, and 1.56 tons of land transport). The port zone for water transport (trans-shipment) would consist of 3 port basins with 24 berths. The hinterland port zone would be connected to land transport, and would include the land terminal, production zone, trade and business zone, and commodity reserves. The facilities resulting from construction of this business zone would allow the increase of the traffic and production over 8 million tons per annum.

Key words: Croatian inland waters ports, Vukovar port, Osijek port, Slavonski Brod port, Vukovar canal port

Prof. dr.sc. **Marko Pršić**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26,
e-mail: mprsic@grad.hr
mr.sc. **Eva Ocvirk**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26,
e-mail: ocvirk@grad.hr
Asist. **Dalibor Carević**, dipl.inž.građ.,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26,
e-mail: car@grad.hr

STANJE I BUDUĆNOST HRVATSKE UNUTRAŠNJE PLOVIDBE

Članak daje stanje unutrašnjih plovni putova u Republici Hrvatskoj, s posebnim osvrtom na njihove tehničke karakteristike.

Na početku se prikazuje sadašnje stanje uključujući službeni hrvatsku klasifikaciju usklađenu sa Savskom komisijom i sa AGN sporazumom Ujedinjenih naroda – Gospodarstvene komisije za Europu. Hrvatska je AGN potpisala 1997, a ugovor je stupio na snagu 1999. godine. Prema *Ugovoru* u Hrvatskoj su u sustav Europskih plovni putova uvršteni plovni putovi: E 80, rijeka Dunav, VI.c klase; E 80-08, Drava do Osijeka, IV. klase; E 80-12, rijeka Sava od Jamene do Siska, IV. klase i E80-10 – budući višenamjenski kanal Dunav-Sava od Vukovara do Šamca, dužine 61,5 km, V-b klase. Današnje realno stanje klasa hrvatskih plovni rijeka u potpunosti ne zadovoljava gore proklamirano u slučaju Save i Drave. U Strategiji prostornog uređenja RH klase plovni putova na Savi i Dravi za dugoročje planirane su i više; tj V.b. Rad uključuje osnovni prikaz Dunava, Save, Drave, Kupe i Une.

U nastavku se daje kratkoročna i dugoročna projekcija razvitka unutrašnjih plovni putova u Hrvatskoj, također sadržana u AGN sporazumu Ujedinjenih naroda. Kratkoročni razvitak predviđa unapređenje plovni putova na Dunavu, Savi i Dravi regulacijskim radovima, a dugoročni kanaliziranjem Save i Drave. Budući je hrvatska plovna mreža rijetka i povezana preko Srbije tek bi izgradnjom umjetnog višenamjenskog kanala Dunav-Sava bila povezana unutar RH i dobila na gustoći.

Hrvatski interes i razvojne aktivnosti Republike Hrvatske usmjerene su ka Višenamjenskom kanalu Dunav – Sava čija je gradnja započela, ali samo na segmentu navodnjavanja. Detaljnije će se prikazati aktivnosti i planovi koji se odnose na VKDS i Savu što je i državna politika RH. Vremenski plan gradnje 61,5 km kanala najvjerojatnije će se odvijati u 4 faze od koji svaka predstavlja jednu hidrotehničku cjelinu, koja može funkcionirati samostalno do nadogradnje u sljedećoj fazi. Razvoj unutar pojedinih faza moguće je poduzeti u više etapa, zavisno o razvoju područja i planiranom korištenju: navodnjavanje, odvodnja i plovidba. Prometna funkcija ostvaruje se djelomično u II. fazi (8-10 godina), a potpuno u IV. fazi (15-20 godina), dok će se funkcija navodnjavanja realizirati već za 2-3 godine.

Ključne riječi: plovni put, klasifikacija, Dunav, Sava, Drava, Kupa, Una, VKDS, parametri plovni puta

Prof. **Marko Pršić**, Ph.D.,
University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: mprsic@grad.hr

M.S. **Eva Ocvirk**,
University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: ocvirk@grad.hr

Research and teaching Assist. **Dalibor Carević**,
University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: car@grad.hr

THE CURRENT SITUATION AND FUTURE OF INLAND NAVIGATION

The paper addresses the situation of inland waterways in the Republic of Croatia, with special reference to technical characteristics.

First, the paper presents the current situation including Croatian official classification agreed both by the Sava Commission and the United Nations' The Economic Commission for Europe in AGN agreement. Croatia signed the AGN agreement in 1997, and the contract became effective in 1999. According to the *Contract* the following navigable ways are listed into the system of European navigable ways in Croatia: E 80, the Danube river, VI.c class; E 80-08, Drava to Osijek, IV. class; E 80-12, the river of Sava from Jamena to Sisak, IV. class and E80-10 – the future Danube-Sava multipurpose canal from Vukovar to Šamac, the length of 61,5 km, V-b class. In the cases of the rivers Sava and Drava the current actual condition of Croatian navigable rivers' classes does not meet completely the above mentioned requirements. In The Strategy of Croatian Republic's physical planning the navigable way classes of the Sava and Drava rivers are planned to be higher in the long-term period, e.g. V.b. The paper involves the basic presentation of the rivers of Danube, Sava, Drava, Kupa and Una.

Further follows the short-term and long-term development of inland waterways in Croatia, contained also in the AGN Contract of United States. The short-term development entails the improvement of navigable waterways on the Danube, Sava and Drava, by the river training works, while the long-term development involves the canalization of both the Sava and the Drava. As the Croatian navigable network is sparse and connected over Serbia, it would be the construction of artificial Danube-Sava multipurpose canal to connect it over Croatia and contribute to its density.

The Croatian interest and development activities are directed towards the Danube-Sava multipurpose canal, whose construction has begun, but only in the irrigation part. The activities and plans concerning the Danube-Sava multipurpose canal and the river of Sava as part of the state politics of the Republic of Croatia will be presented into details. The time period of 61,5 km Canal would stretch possibly throughout 4 phases. Each of proposed development phases represent one hydro-engineering unit that could independently function until the extension in the next phase. The development within each single phase could run throughout several stages depending on area development and scheduled utilization: irrigation, drainage and navigation. The traffic function would be partly introduced in the Phase II (8-10 years) and entirely in the Phase IV (15-20 years), whereas the irrigation function will become realized in only 2-3 years.

Key words: innland waterway, classification, Danube, Sava, Drava, Kupa, Una, DSMC, parameters of inland waterways

Ivan Kolovrat, dipl.ing.građ.,
Hrvatske vode,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, Hrvatska,
e- mail: ivan.kolovrat@voda.hr

Želimir Pekaš, dipl.ing.geol.,
Hrvatske vode,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, Hrvatska,
e- mail: zpekas@voda.hr

Mihaela Lukinić, dipl.ing.građ.,
Hrvatske vode,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, Hrvatska,
e- mail: mihaela@voda.hr

SUSTAVI JAVNE VODOOPSKRBE U HRVATSKOJ

Opskrba vodom stanovništva i gospodarstva je egzistencijalnog značenja u životu čovjeka, a istodobno je nužna u nizu proizvodnih procesa u gotovo svim gospodarskim i ostalim djelatnostima. Prosječna opskrbljenost stanovništva vodom iz javnih vodoopskrbnih sustava u Hrvatskoj iznosi 78% (2008.), a prosječna specifična potrošnja vode u domaćinstvima iznosi 149 l/st./dan. Stupanj opskrbljenosti znatno se razlikuje po županijama i kreće se od najmanje vrijednosti u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji od 31%, do najveće u Istarskoj županiji od 95% i Gradu Zagrebu od 96%. U 2008. godini na području Hrvatske bilo je organizirano 132 komunalnih društava za opskrbu stanovništva i industrije vodom. Cijena vode i odvodnje kretala za stanovništvo od 3 do 17,5 kn/m³, odnosno prosječno 9,85 kn/m³ a prosječna cijena za industriju iznosila je 17,8 kn/m³. Vrlo često utjecaj na visinu cijene vode osim stvarnih troškova imaju i političke strukture, što dovodi u poteškoće komunalna društva jer cijena vode ne pokriva ukupne troškove, a posljedica je nedovoljno održavanje sustava i niska pouzdanost vodoopskrbe i veliki gubici vode (prosječno 45 %). Uzimajući kriterij, da komunalna poduzeća trebaju ispunjavati određene uvjete za obavljanje djelatnosti opskrbe stanovništva vodom (stručni kadar, oprema, laboratorij itd..), možemo reći da su kvalitetnu uslugu i sigurnost u opskrbi vodom u mogućnosti pružiti uglavnom najveća komunalna poduzeća i da je stanje javne vodoopskrbe nezadovoljavajuće. Za unapređenje sustava javne vodoopskrbe u RH postavljeni su strateški ciljevi: osiguranje dovoljnih količina vode za sve korisnike iz postojećih i novih izvorišta, stvoriti uvjete za podizanje prosječne vodoopskrbljenosti u idućem investicijskom ciklusu na 85-90 %, odrediti distribucijska područja kao tehničko-ekonomske cjeline sa jednim komunalnim operaterom i jedinstvenom cijenom vode, postupno priključivati lokalne vodovode u sustav javne vodoopskrbe, većim ulaganjima smanjiti gubitke vode na tehničko-ekonomsko prihvatljivu razinu te postupno uvođenje ekonomske cijene vode poštujući temeljno načelo potrošač plaća.

Ključne riječi: opskrba vodom, javna vodoopskrba, voda, komunalna društva, cijena vode, gubici vode, distribucijska područja.

Ivan Kolovrat, Graduate Civil Engineer,
Water Management,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, Croatia,
e- mail ivan.kolovrat@voda.hr

Želimir Pekaš, Graduate Engineer of Geology,
Water Management,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, Croatia,
e- mail zpekas@voda.hr

Mihaela Lukinić, Graduate Civil Engineer,
Water Management,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb, Croatia,
e- mail mihaela@voda.hr

PUBLIC WATER SUPPLY SYSTEMS IN CROATIA

The supply of water to the population and industries has existential meaning in human life, and it is at the same time essential in a number of manufacturing processes in almost all of the economic and other activities. The average level of population supplied with water from public water supply systems in Croatia is 78% (2008), while the average specific consumption of water in households is 149 l/c/d. This level varies significantly between the counties, ranging from the lowest level of 31% in the County of Bjelovar-Bilogora to the highest level of 95% in the County of Istria and 96% in the City of Zagreb. In 2008 in Croatia there were 132 utility companies for supplying water to households and industries. Water and wastewater tariff for households ranged from HRK 3 to HRK 17.5 per m³, i.e. HRK 9.85 per m³ on the average, while the average water tariff for industries amounted to HRK 17.8 per m³. The level of the water tariff is very often affected not only by actual costs, but also by political structures, which causes difficulties to utility companies because the water tariff does not cover total costs, which leads to inadequate maintenance of the systems, low reliability of water supply, and huge water losses (on the average 45%). Having in mind the criterion that utility companies must meet certain conditions in order to carry out water supply activities (skilled personnel, equipment, laboratory, etc.), it can be said that it is only the largest utility companies that are able to provide proper service and safety in water supply and that the status of public water supply is not satisfactory. The following strategic objectives have been identified with the aim of improving the public water supply system in Croatia: to provide sufficient quantities of water for all users from the existing and new sources; to create conditions for raising the average percentage of population supplied with water in the next investment cycle to 85-90%; to identify distribution areas as technical and economic units with one municipal operator and a unique water tariff; to gradually connect local water pipelines to the public water supply system; to reduce water losses to the technically and economically acceptable level through higher investments; and to gradually introduce the economic price of water by adhering to the basic "polluter pays" principle.

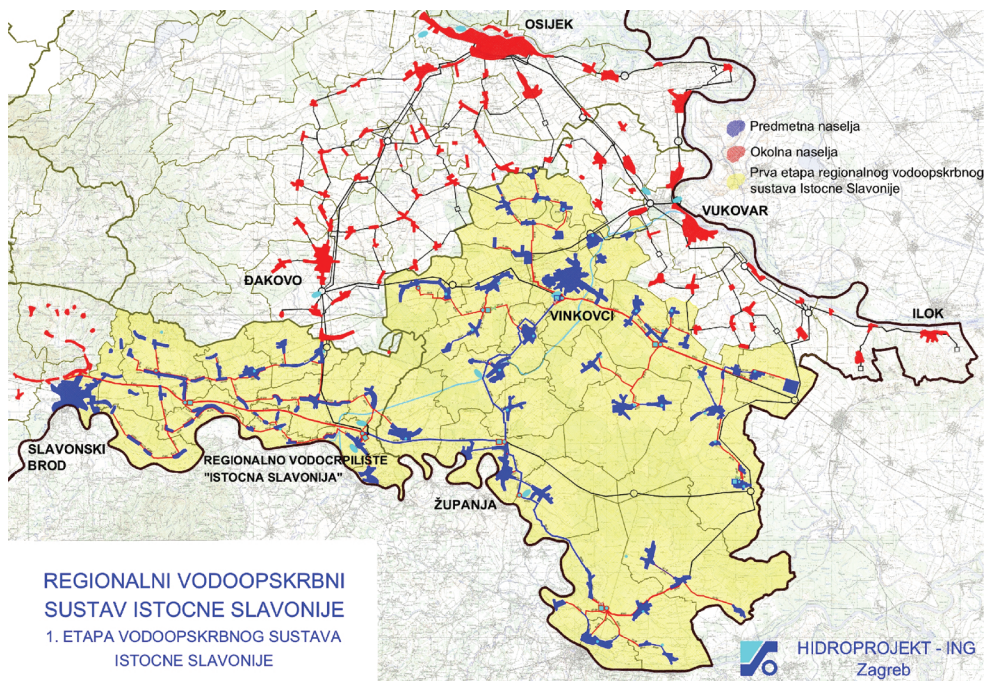
Key words: water supply, public water supply, water, utility companies, water tariff, water losses, distribution areas

Luka Jelić, dipl.ing.građ.,
Hidroprojekt-ing d.o.o.,
Draškovićeva 35, Zagreb,
e-mail: ljelic@hp-ing.hr

Dragutin Mihelčić, dipl.ing.građ.,
Hidroprojekt-ing d.o.o.,
Draškovićeva 35, Zagreb,
e-mail: dmihelcic@hp-ing.hr

VODOOPSKRBNI SUSTAV ISTOČNE SLAVONIJE

Razvoj regionalnog sustava kroz vrijeme i njegova 1. etapa (slika), opći podaci i administrativni ustroj; specifičnost područja obzirom na koncepciju vodoopskrbe i izrazito nizinsko područje. Problematika opskrbe odgovarajućom količinom i kvalitetom vode obzirom na Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće; postavljanje vodoopskrbne konstrukcije na način da se omogućuje daljnje širenje i izvan granica 1. etape. Problem upravljanja velikim vodoopskrbnim sustavom što zahtjeva jačanje komunalnog sektora u smislu potrebne opreme i kadrova sposobnih da vode evidenciju i bazu podataka o sustavu (GIS), da provode mjerenja na sustavu, ispravno koriste podatke od nadzorno upravljačkog sustava (NUS-a) i provode modeliranja. Osnovni pokazatelji o postojećim i planiranim vodocrpilištima i sustavima: Bošnjaci (Županja), Kanovci (Vinkovci) i Jelas (Slavonski



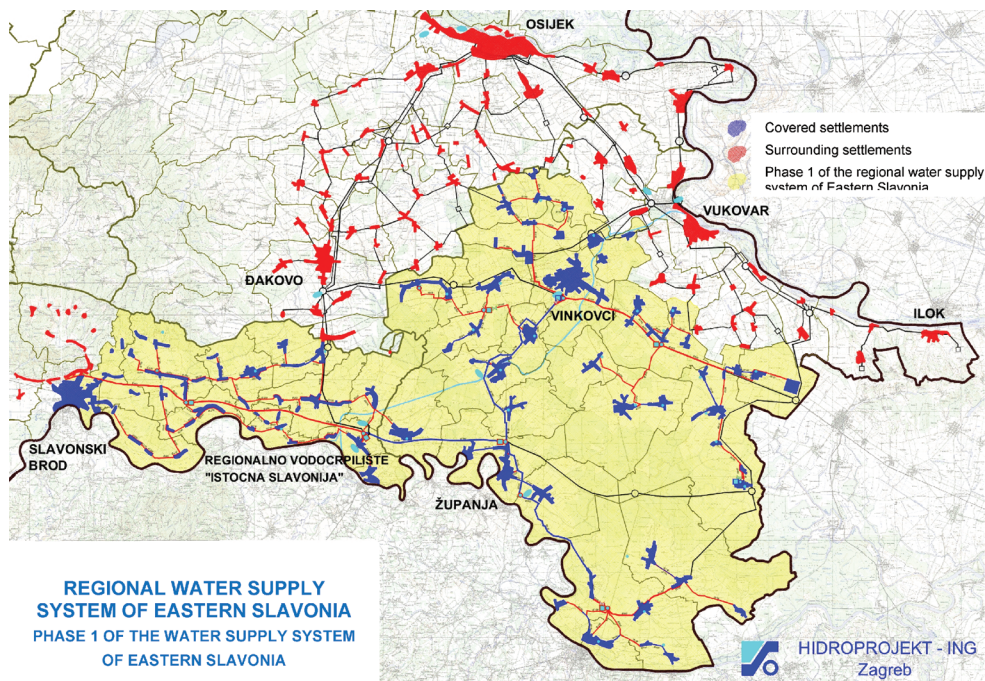
Luka Jelić, Graduate Civil Engineer,
Hidroprojekt-ing d.o.o.,
Draškovićeva 35, Zagreb,
e-mail: ljelic@hp-ing.hr

Dragutin Mihelčić, Graduate Civil Engineer,
Hidroprojekt-ing d.o.o.,
Draškovićeva 35, Zagreb,
e-mail: dmihelcic@hp-ing.hr

WATER SUPPLY SYSTEM OF EASTERN SLAVONIA

Development of the regional system through time and Phase 1 of the system (image). General data and administrative organization; specific characteristics of the area in relation to the concept of water supply – marked lowland area.

Problems: supply of adequate quantity of water of adequate quality in terms of the Regulations on the Sanitary Quality of Drinking Water; setting up of water supply infrastructure in a manner that would enable further expansion outside the reach of Phase 1. The problem of managing a large water supply system, which requires strengthening of the utility sector in terms of necessary equipment and staff capable of keeping records and maintaining a database about the system (e.g. GIS), conduct measurements within the system, properly use the data obtained from the supervisory management system and conduct modelling.



Brod), lokalna vodocrpilišta; težište na regionalnom vodocrpilištu "Istočna Slavonija" (Gundinci – Sikirevci) uz tablični prikaz najznačajnijih parametara na izbušenim zdencima. Ograničenja u razvoju: nizinski sustav, veličina, nepoznanice u smislu potreba za vodom u vremenu, širenje sustava izvan zadanih granica 1. etape (Osijek, Vukovar, Ilok, Đakovo). Opis triju razina vodoopskrbne konstrukcije: temeljna, magistralna i lokalno distributivna.

Pristup rješavanju: maksimalno korištenje postojeće temeljne konstrukcije, smanjenje broja objekata, formiranje modularne konstrukcije sustava. Modeliranje provedeno programom EPANET 2 (funkcija pojedinih cjevovoda – niskotlačni/srednjetlačni, korištenje dolaznih tlakova, sheme objekata po fazama – mogućnosti naknadne interpolacije). Osvrt na zakonsku regulativu, važnost kvalitetnog upravljanja (NUS, GIS, baza podataka, model) obzirom na veličinu i složenost sustava, te opis mogućih problema bez toga (predimenzioniranost, zakašnjela reakcija, nestacionarne pojave u sustavu – oštećenja, zrak u cijevima). Potreba za educiranjem kadrova, ali i promišljanjem o mogućem okrupnjivanju komunalnih poduzeća. Vrijednost investicije (tablica). Odluka Vlade RH o financiranju ovoga sustava.

Stanje radova: ugovorena izrada projektne dokumentacije, priprema lokalnih mreža za spajanje, izgradnja zdenaca na regionalnom vodocrpilištu, gradnja pojedinih dionica, dezinfekcija, NUS, automatizacija. Specifikum sustava: veliki, nizinski, mogućnost proširenja, modularna nadogradnja. Nužnost kvalitetnog upravljanja i prilagodba EU standardima. Daljnje aktivnosti i prioriteti. Očekivani rezultati ovoga projekta.

Ključne riječi: Izdašnost vodocrpilišta, kvaliteta vode, modeliranja, pogonska stanja, GIS, NUS, automatizacija

Current rate of construction, current manner of functioning, description of water quality, current consumption and connection rate. About the existing and planned well fields: Bošnjaci (Županja), Kanovci (Vinkovci) and Jelas (Slavonski Brod) + local well fields; focus on the regional well field "Eastern Slavonia" (Gundinci – Sikirevci) with a table containing the most significant parameters at drilled wells. Limitations: lowlands system, size, unknowns in the sense of water demand through time, expansion of the system outside the set reach of Phase 1 (Osijek, Vukovar, Ilok, Đakovo). Description of the three levels of water supply infrastructure: basic, main and local-distributive. Approach to solution: maximum use of existing basic infrastructure, reduction of the number of facilities, formation of a modular construction. Modelling conducted using EPANET 2 software (function of individual pipelines – low/medium pressure, use of incoming pressure, schemes of facilities by phases – options of subsequent interpolation). Review of the legal regulations. Importance of high-quality operation (supervisory management system, GIS, database, model) due to the size and complexity of the system, and description of potential problems in its absence (over-dimensioning, delayed reaction, nonstationary occurrences in the system – damage, air in pipes). Necessity of staff education, but also of a discussion on potential agglomeration of utility companies. Investment value (table). Decision of the Croatian Government on financing this system. Status of works: contracted preparation of design documents, preparation of local networks for connection, construction of wells at the regional well field, construction of individual sections, disinfection, supervisory management system, automatic equipment. System specifics: large, lowlands, optional expansion, modular additions. Necessity of high-quality operation and adaptation to EU standards. Further activities and priorities. Expected results of this project.

Key words: Abundance of waterwells, quality of water, modelling, status of power, GIS, NUS, automation.

Prof. dr.sc. **Davor Malus**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: malus@grad.hr
mr.sc. **Dražan Vouk**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb,
e-mail: dvouk@grad.hr

KRITIČKA ANALIZA UČINKOVITOSTI INVESTICIJA U IZGRADNJI SUSTAVA VODOOPSKRBE I ODVODNJE

Zadnjih desetak godina je period intenzivnog ulaganja u izgradnju sustava vodoopskrbe i odvodnje u RH. Veći gradovi i gospodarski jaka središta oslanjaju se na kredite i vlastita sredstva, dok su manja naselja ovisna o sredstvima iz različitih izvora kao što su: državni proračun, međunarodni krediti, sredstva Hrvatskih voda, donacije.

Na temelju velikog broja recenzija projektne dokumentacije za potrebe Ministarstva regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva (prije Ministarstva mora, turizma, prometa i razvitka), Hrvatskih voda i drugih naručitelja, autori su stekli uvid u učinkovitost ulaganja značajnih sredstava za razvoj vodoopskrbe i odvodnje, analizirajući relevantne činitelje. Analizirano je stanje u vodoopskrbi i odvodnji, mehanizmi planiranja i donošenja odluka o pokretanju projekata, planska i zakonodavna oblast i psihološko-sociološka ishodišta.

Prve greške mogu se identificirati već u fazi planiranja kroz prostorno-plansku dokumentaciju i nedostatak strateškog pristupa u tehničko-tehnološkom rješavanju odvodnje na globalnoj razini. Projektanti koje unajmljuju lokalne zajednice pod njihovim su snažnim utjecajem, a s druge strane isti nemaju uporište u čvrstim tehničkim normama i kriterijima.

Ocijenjeni su projektanti i kvaliteta projektiranja, njihovi odnosi s investitorima i najčešće greške i nedostaci u projektnoj dokumentaciji. Općenito se može konstatirati nedopušteno niska razina kvalitete projektiranja, a najčešći nedostaci su u neadekvatnom odabiru ulaznih podataka, pretjeranoj procjeni kapaciteta preko ne-realno odabranog broja korisnika i jediničnih normi potrošnje i ispuštanja otpadnih voda, iz čega slijedi predimenzioniranje instalacija i uređaja.

Upozorava se na postojeći Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 8/06) koji ne raspoznaje kategoriju seoskog vodovoda pa su vodovodi za mala naselja i zaseoke neopravdano predimenzionirani i preskupi zbog zahtijevanog visokog izlaznog tlaka i dobavne količine vode na hidrantima.

Glavni razlog nezadovoljavajućeg stanja učinkovitosti investiranja autori vide u nepripremljenosti odgovornih državnih tijela, institucija i struke, prevelikoj dozi populizma i nepoznavanju ekonomskih zakonitosti u komunalnom sektoru.

Obzirom na veličinu ulaganja, predlaže se veći stupanj racionalizacije i angažiranja državnih institucija u pripremi i realizaciji projekata, sve u okvirima pravila tržišnog gospodarstva.

Ključne riječi: vodoopskrba i odvodnja malih naselja, učinkovitost investicija, projektiranje, lokalne zajednice

Prof. **Davor Malus**, Ph.D.,
Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb,
Kačićeva str.26, Zagreb, Croatia,
e-mail: malus@grad.hr

M.S. **Dražan Vouk**,
Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb,
Kačićeva str.26, Zagreb, Croatia,
e-mail: dvouk@grad.hr

CRITICAL ANALYSIS OF INVESTMENT EFFICIENCY OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE PROJECTS

Last decade is period of intensive investments in water supply and sewerage in Croatia. Bigger cities and economic centers rely on their own financial funds and loans, while small settlements depend on other financing sources like state funds international loans, Croatian Waters' funds, donations.

Analyzing relevant factors collected from reviewing documentation for Ministry for Regional Development, Forestry and Water management (former Ministry of the Sea, Tourism, Transport and Development), Croatian Waters and others, authors of the paper got insight in efficiency of substantial public investments in water supply and sewerage. Situation in water supply and sewerage, mechanisms of planning and decision making, legal and planning sphere and psycho-sociological issues were analyzed.

First errors can be identified in the phase of the physical planning and shortage of strategic approach in technical-technological solutions of sewerage and drainage on the global scale. Designers that are hired by local communities are under their strong influence, and on the other side don't have support in solid technical standards and criteria.

Designer and quality of design documentation were evaluated, as well as the relationship between designers and investors, and the most common errors in design documentation. Generally, the quality of documentation is poor, and the most frequent drawbacks are: wrong choice of input data, excessive capacity estimation caused by inadequate consumer number and unit volumes of water consumption assessment that leads to over dimensioning of installations and facilities.

Lack of criteria for so called village waterworks in the Rulebook on hydrant installation for fire extinction (NN 8/06) was mentioned as a cause of excessive constructive costs due to over dimensioning because of great pressure and water discharge required.

The main cause of unsatisfactory state of investment efficiency is according to the authors, unpreparedness of responsible governmental offices and institutions and profession as a whole, too much populism and lack of knowledge in economy in communal sector.

Respecting large investments, higher degree of rationalization and evolution of state institutions is required in preparation and realization of the projects, respecting in the same time rules of free market economy.

Key words: water supply and sewerage of small settlements, investment efficiency, designing, local communities

Želimir Pekaš, dipl.ing.geol.,
Hrvatske vode,
Ulica grada Vukovara, Zagreb,
e-mail: zpekas@voda.hr

ZAŠTITA PODZEMNIH VODA ZA JAVNU VODOOPSKRBU U HRVATSKOJ

Voda je jedinstven i nezamjenjiv prirodni resurs ograničenih količina i neravnomjerne prostorne i vremenske raspodjele. Gospodarski razvoj i urbanizacija do vode, s jedne strane do velikog povećanja potreba za vodom, a s druge do ugrožavanja vodnih resursa i vodnoga okoliša. Voda tako može postati ograničavajući čimbenik razvitka i prijetnja ljudskom zdravlju i održivosti prirodnih ekosustava.

Hrvatska se ubraja u skupinu vodom relativno bogatih zemalja. Podzemne vode čine oko 12% ukupnih količina vode u Hrvatskoj, međutim u javnoj vodoopskrbi sudjeluju sa oko 90% zahvaćenih količina.

Prirodna kakvoća podzemnih voda je uglavnom dobra. Određene probleme u crnomorskom slivu predstavlja kakvoća vode iz nekih aluvijalnih vodonosnika zbog povećanog sadržaja željeza, mangana i pratećih elemenata, koji su posljedica reduktivnih uvjeta u vodonosnicima. U jadranskom slivu određene probleme predstavljaju povremena zamućenja i mikrobiološka zagađenja vode nakon jakih oborina.

Zaštita podzemnih voda koje se koriste za javnu vodoopskrbu ima već dugu tradiciju, a zakonski je regulirana od sredine osamdesetih godina prošlog stoljeća.

Osnovni preduvjet za provođenje zaštite izvorišta je uspostavljanje vodozaštitnih područja svakog izvorišta i provođenje propisanih mjera zaštite. Važeći zakon u pogledu gospodarenja i zaštite podzemnih voda na području Republike Hrvatske je Zakon o vodama. On predstavlja krovni, ali ne i jedini dokument, koji se bavi zaštitom podzemnih voda.

Odluku o proglašenju zona sanitarne zaštite donose jedinice lokalne samouprave. Najveći problem u zaštiti podzemnih voda predstavlja nedosljedno provođenje propisanih mjera zaštite, odnosno prvenstveno neprovođenje sanacije postojećih zagađivača.

Na području Hrvatske 62,8% vodozahvata ima proglašene zaštitne zone, čime se štiti oko 85% ukupno zahvaćenih količina podzemne vode za javnu vodoopskrbu.

Spoznaja o brojnim područjima na kojima ne postoje značajniji vodni resursi, neravnomjernom prostornom rasporedu vodonosnika velike izdašnosti i njihovoj ugroženosti od različitih vidova onečišćenja, te procjene budućih potreba za vodom nametnula je potrebu definiranja strateških rezervi podzemne vode kako bi se dugoročno osigurala vodoopskrba na cjelokupnom području Hrvatske. Ta područja predstavljaju temelj postojeće, a posebno buduće vodoopskrbe u Hrvatskoj i njihovo očuvanje za buduća pokoljenja nema alternativu.

Naznake klimatskih promjena, sve veće korištenje podzemnih voda za različite namjene, osobito očekivano povećanje zahtjeva za potrebe poljoprivrede u skoroj budućnosti te zahtjevi za usklađivanje s europskim zakonodavstvom nameće potrebu integralnog gospodarenja podzemnim vodama kako bi se omogućio održivi razvoj, pri čemu javna vodoopskrba treba zadržati apsolutni prioritet.

Ključne riječi: javna vodoopskrba, zaštita podzemnih voda, zone sanitarne zaštite, strateške rezerve podzemnih voda

Želimir Pekaš, Graduate Engineer of Geology,
Hrvatske vode,
Ulica grada Vukovara 220, Zagreb,
e-mail: zpekas@voda.hr

GROUNDWATER PROTECTION FOR PUBLIC WATER SUPPLY IN CROATIA

Water is a unique, irreplaceable natural resource of limited quantities and uneven spatial and temporal distribution. Economic development and urbanization lead, on one hand, to a great increase in water demand and, on the other hand, to endangerment of water resources and water environment. Water can thus become a limiting factor for development and a threat to human health and sustainability of natural ecosystems.

Croatia belongs to a group of countries which are relatively abundant in water. Groundwater makes approximately 12% of total water quantities in Croatia, but participates in public water supply with only about 90% of abstracted quantities.

Natural quality of groundwater is generally good. Water quality from some alluvial aquifers poses certain problems in the Black Sea basin due to increased contents of iron, manganese and accompanying elements, which is a consequence of reductive conditions in these aquifers. In the Adriatic basin, certain problems are posed by turbidity and microbiological contamination after heavy precipitation.

Protection of groundwater used for public water supply has a long tradition and is legally regulated from mid-1990s.

The main prerequisite for implementation of the protection of the source is the establishment of water protection areas for each source and implementation of prescribed protection measures. The main, although not the only, law in force which governs groundwater management and protection in the Republic of Croatia is the Water Act.

The decision on the declaration of sanitary protection zones is made by local self-government units. The greatest problem in groundwater protection is inconsistent implementation of prescribed protection measures, particularly a failure to perform rehabilitation of the existing polluters.

In Croatia, there are 62.8% of water abstraction sites with declared protection zones, through which about 85% of total groundwater quantities abstracted for public water supply is protected.

Insights into numerous areas without significant water reserves, uneven spatial distribution of aquifers with high yield and their endangerment through different types of pollution as well as estimates of future water demand have created a need for a definition of strategic groundwater reserves in order to ensure long-term water supply on the entire territory of Croatia. These areas form the basis of present and particularly future water supply in Croatia and there is no alternative for their preservation for future generations.

Indications of climate changes, increasing groundwater use for various purposes and particularly the expected increase in demand in the field of agriculture in the near future as well as the requirements for harmonization with the EU legislation have created the need for integrated groundwater management in order to enable a sustainable development, in which public water supply should retain absolute priority.

Key words: public water supply, groundwater protection, sanitary protection zones, strategic groundwater reserves

Doc. dr.sc. **Zoran Nakić**,
Rudarsko-geološko-naftni fakultet,
Pierottijeva 6, Zagreb,
e-mail: zoran.nakic@rgn.hr

NOVI PRISTUP ZAŠTITI PODZEMNIH VODA U HRVATSKOJ PREMA ZAHTJEVIMA EUROPSKIH DIREKTIVA I SMJERNICA

Usvajanjem Okvirne Direktive o vodama (2000/60/EC) u prosincu 2000. godine značajno se promijenila koncepcija upravljanja vodnim resursima u Europi. Ova Direktiva propisuje da se vodnim resursima mora upravljati na integralan način, na razini riječnih bazena. Do 2015. godine, sve zemlje članice Europske unije moraju poduzeti maksimalne moguće mjere kako bi njihovi vodni resursi zadovoljili standarde koji su propisani ovom Direktivom. Međutim, u okviru rasprava koje su vođene prilikom usaglašavanja konačnoga teksta Okvirne direktive o vodama, pokazalo se da u zemljama članicama EU postoje vrlo različiti konceptualni pristupi u zaštiti podzemnih voda. Upravo iz navedenoga razloga, u završnom tekstu ove Direktive, u članku 17, od Europske komisije traži se prijedlog posebnih mjera za sprečavanje i kontrolu onečišćenja podzemnih voda u okviru nove Direktive za podzemne vode.

Nova Direktiva za podzemne vode europskoga Parlamenta i Vijeća (2006/118/EC) usvojena je 12. prosinca 2006. godine, a osnovna odrednica ove Direktive je da se njome utvrđuju specifične mjere za ispunjenje ciljeva zaštite okoliša u dijelu koji se tiče sprečavanja i kontrole zagađenja podzemnih voda. Ove mjere odnose se prije svega na definiranje zajedničkih kriterija i procedura za određivanje kemijskoga stanja cjelina podzemnih voda na temelju standarda kakvoće iz drugih EU direktiva te graničnih vrijednosti koncentracija tvari, koje se mogu određivati na nacionalnoj razini, na razini riječnih bazena ili na razini cjelina podzemne vode.

Nova Direktiva za podzemne vode također određuje zajedničke kriterije za identifikaciju i promjenu uzlaznih trendova tvari koje su označene kao zagađivala, a osim toga propisuje i mjere za sprečavanje ili ograničavanje direktnoga odnosno indirektnog unosa zagađivala u podzemne vode.

Prema Okvirnoj Direktivi o vodama, cjelina podzemne vode mora biti određena kao zaštićeno područje za pitke vode u svim onim slučajevima u kojima se koristi za ljudsku upotrebu i osigurava više od 10 m³/dan ili služi za vodoopskrbu više od 50 ljudi. Pri tome je potrebno istaknuti da Direktiva ne propisuje obvezu utvrđivanja zona sanitarne zaštite za crpilišta i kaptirana izvorišta. Međutim, smjernice za provedbu ove Direktive omogućavaju zemljama članicama EU, da, ukoliko to žele, mogu provoditi zaštitne mjere u okviru zona sanitarne zaštite.

Ključne riječi: zaštita podzemnih voda, Hrvatska, europske direktive, granične vrijednosti, prirodne bazne koncentracije tvari, zaštićena područja za pitke vode

Zoran Nakić, Assist. Prof. Ph.D,
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,
Pierottijeva 6, Zagreb,
e-mail: zoran.nakic@rgn.hr

NEW APPROACH TO GROUNDWATER PROTECTION IN CROATIA ACCORDING TO THE REQUIREMENTS OF EU DIRECTIVES AND GUIDELINES

By adopting the Water Framework Directive (2000/60/EC) in December 2000, the concept of managing the water resources in Europe has significantly been changed. The Directive stipulates that water resources should be managed in an integral way, at the level of river basins. Until 2015, all the countries members of the European Union must take maximal possible measures concerning their water resources in order to satisfy the standards prescribed by the Directive. However, within the discussions carried out while adjusting the final text of the Water Framework Directive, it turned out that in the EU member countries there were very different conceptual approaches to groundwater protection. For that particular reason in the final text of the Directive, in Article 17, the European Commission is requested to propose the special measures for the protection and control of groundwater pollution in the frame of the new Groundwater Directive.

The new Directive of the European Parliament and of the Council (2006/118/EC) on the protection of groundwater against pollution and deterioration has been adopted on 12th December 2006, and its basic guideline is that by it the specific measures for fulfilling the objectives of environment protection in the part relating to the protection and control of groundwater pollution are determined. These measures are primarily related to the definition of common criteria and procedures for determining the chemical state of groundwater bodies based on the quality standards from other EU directives and concentration threshold values which can be determined at national level, at river basins level or at the level of groundwater bodies.

The new Groundwater Directive also determines the common criteria for identification and change of the upward trends of the substances specified as pollutants, and in addition it prescribes measures for protecting or limiting the direct and indirect input of a pollutant in groundwater, respectively.

According to the Water Framework Directive, the groundwater bodies must be identified as a drinking water protected areas in all the cases when being used for human consumption and provide more than 10 m³/day or when being used as a water supply for more than 50 people. At the same time it should also be pointed out that the Directive do not imposes the obligation of determining the zones of sanitary protection for well fields or captured springs. However, the guidelines for carrying out this Directive enable the EU member countries to, if they wish, carry out the protection measures within the zones of sanitary protection.

Key words: groundwater protection, Croatia, EU directives, threshold values, natural background concentrations of substances, drinking water protected areas

Zlatko Ivaniš, dipl.ing.građ.,
Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220
e-mail: zlatko.ivanis@voda.hr

Valerija Musić, dipl.ing.biol.,
Hrvatske vode, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220
e-mail: vmusic@voda.hr

PROMJENA KAKVOĆE VODE RIJEKE SAVE KAO REZULTAT IZGRADNJE CENTRALNOG UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA GRADA ZAGREBA

Zaštita voda jedna je od osnovnih djelatnosti u gospodarenju vodama, a zbog životne važnosti vode za čovjeka i eksponencijalnog razvitka ljudskog društva, ima perspektivu preuzimanja vodeće uloge. Temelji se na odredbama Zakona o vodama, planovima upravljanja vodnim područjima i propisima iz područja zaštite voda od onečišćenja, te na uvažavanju drugih dokumenata koji, između ostalog, reguliraju i zaštitu voda, a to su: Zakon o zaštiti prirode, Zakon o prostornom uređenju i gradnji, Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske, Zakon o zaštiti okoliša, Nacionalna strategija zaštite okoliša i Nacionalni plan djelovanja na okoliš, te Zakon o komunalnom gospodarstvu.

Polazište za planiranje mjera zaštite voda jest informacija o ekološkom i kemijskom stanju površinskih voda, kemijskom i količinskom stanju podzemnih voda i kakvoći voda s obzirom na njihovu namjenu, te procjena utjecaja onečišćenja na vode iz točkastih (industrijski pogoni, kanalizacijski ispusti i/ili uređaji za pročišćavanje otpadnih voda) i raspršenih (poljoprivredne površine, oborinske vode s prometnih površina i sl.) izvora onečišćenja. Navedene informacije se prikupljaju sustavnim praćenjem kakvoće voda.

Cilj rada je utvrditi utjecaj provedbe mjere građenja građevine odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda grada Zagreba na kakvoću rijeke Save. Gradnja i stavljanje uređaja u funkciju odvijala se u nekoliko etapa. Dio uređaja za mehaničko pročišćavanje otpadnih voda, u pogonu je od travnja 2004. godine, a dio uređaja za biološko pročišćavanje i obradu nastalog mulja građen je u četiri etape od prosinaca 2004. do rujna 2007. godine, te je također u etapama stavljen u probni rad.

Obrađeni su rezultati mjerenja kakvoće voda rijeke Save na postajama Sava Petruševac (uzvodno od ispusta otpadnih voda grada Zagreba) i Sava Oborovo (nizvodno od ispusta) u razdoblju od 2002. do 2007. godine. Pokazatelji režima kisika i hranjivih tvari, te indeks saprobnosti indikatori su organskog onečišćenja vodotoka. Statističke vrijednosti 90-tih (odnosno 10-tih) percentila i srednjih vrijednosti koncentracija pokazale su da je na promatranim mjernim postajama bio prisutan trend poboljšanja kakvoće voda, koji je bio izraženiji na postaji Oborovo. Ovaj pozitivan smjer u promjeni kakvoće vode bio je najizraženiji kod pokazatelja otopljeni kisik, zasićenje kisikom i indeks saprobnosti. Budući da je riječ o indikatorima prisutnosti organskog onečišćenja, zaključeno je da je poboljšanje kakvoće voda s obzirom na ove pokazatelje posljedica smanjenja unosa organskih tvari u rijeku Savu zbog izgradnje i stavljanja u funkciju Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda grada Zagreba.

Ključne riječi: rijeka Sava, zaštita voda, kakvoća voda, režim kisika, hranjive tvari, indeks saprobnosti, Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda grada Zagreba

Zlatko Ivaniš, Graduate Civil Engineer, Hrvatske vode,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220, e-mail: zlatko.ivanis@voda.hr

Valerija Musić, Graduate Engineer of Biology, Hrvatske vode,
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220, e-mail: vmusic@voda.hr

CHANGES IN WATER QUALITY IN THE SAVA RIVER AS A RESULT OF CONSTRUCTION OF THE CENTRAL WASTEWATER TREATMENT PLANT OF THE CITY OF ZAGREB

Water protection is one of basic activities of water management and, considering water's vital importance to people and the exponential development of human society, it has a perspective of assuming the leading role. It is based on the provisions of the Water Act, river basin management plans and regulations in the field of water protection from pollution as well as compliance with other documents regulating, among other issues, water protection, as follows: the Nature Protection Act, Physical Planning and Construction Act, National Physical Planning Strategy, Environmental Protection Act, National Environmental Protection Strategy, National Environmental Action Plan and Public Utilities Act.

The starting point for planning water protection measures is information on ecological and chemical status of surface waters, chemical and quantity status of groundwater and water quality with regards to intended uses as well as the assessment of impact of pollution on water from point sources of pollution (industrial facilities, sewerage discharges and/or wastewater treatment plants) and diffuse sources of pollution (agricultural land, stormwater from traffic areas, etc.). The quoted information is collected through systematic monitoring of water quality.

The purpose of this paper is to identify the impact of implementing the measure of wastewater collection and treatment structure construction in the City of Zagreb on water quality in the Sava River in the period from 2002 to 2007. The construction and putting into operation of the entire plant was conducted in several stages. The part of the plant for mechanical treatment of wastewater has been operational since April 2004, while the part of the plant for biological treatment and for treatment of generated sludge, which was constructed in four stages from December 2004 to September 2007, was also put into operation in stages.

The assessment of changes in water quality in the period from 2002 to 2007 in the Sava River is based on test results from the gauging station upstream of the City of Zagreb's wastewater discharge (Petruševac) and from the gauging station downstream of the discharge (Oborovo). Data from the group of indicators of oxygen regime and nutrients and the saprobity index, which indicate organic pollution of watercourses, were processed.

Statistical values of the 90th (i.e. 10th) percentiles as well as mean concentration values at the two observed stations on the Sava River indicate that there was a present trend of water quality improvement, which was more pronounced at the station Oborovo. This positive trend is the most pronounced for indicators dissolved oxygen, oxygen saturation and saprobity index. As regards indicators of presence of organic pollution, improvement of water quality in relation to these indicators is a consequence of a decrease in input of organic matter into the Sava River due to the construction and putting into operation of the Central Wastewater Treatment Plant of the City of Zagreb.

key words: Sava River, water protection, nutrients, oxygen regime, saprobity index, Central Wastewater Treatment Plant of the City of Zagreb

Zlatko Pletikapić, dipl.ing.građ.,
Elektroprojekt,
Alexandera Humboldta 4, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: zlatko.pletikapic@elektroprojekt.hr
Prof. dr.sc. Boris Beraković,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: boris.berakovic@grad.hr
Prof. dr.sc. Ivan Martinić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: martinic@sumfak.hr
dr.sc. Stjepan Mišetić,
Elektroprojekt,
Alexandera Humboldta 4, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: stjepan.misetec@elektroprojekt.hr

GOSPODARENJE VODAMA U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA

Uspostavom Nacionalne ekološke mreže Republika Hrvatska je preliminarno u institucionalni sustav zaštite prirode uključila gotovo polovicu svog teritorija, što je značajno povećanje u odnosu na ranije zaštićene površine. Pri tome naša država još nema jasnu strategiju dugoročne održivosti takve zaštite, koja između ostalog donosi i značajne financijske obveze. Ulaskom Republike Hrvatske u Europsku zajednicu inzistirat će se na odgovornosti države u smislu preuzimanja svih njenih obveza proklamirane zaštite takvih područja, koja u načelu nisu dovoljno istražena pa niti posljedice takvih obveza nisu jasno definirane, što će se odraziti i na ukupno gospodarenje njenim prostorom, a direktno i indirektno i na vodno gospodarstvo. Neovisno o vrlo sukladnim interesima vodnog gospodarstva i zaštite prirode u području zaštite voda predviđa se da će buduća odgovornost države prema zaštićenim područjima i pred vodno gospodarstvo donijeti najmanje dva nova značajna izazova: zahtjev za participacijom u dijelu financijskih obveza Republike Hrvatske vezanih uz zaštitu ukupnih prirodnih vrijednosti njenog prostora zbog sukladnosti programa zaštite voda i zaštite vodenih i vlažnih prirodnih staništa, te usporavanje realizacije onih vodnogospodarskih programa koji su vezani uz zaštitu od voda i uz korištenje voda zbog zahtjeva zaštite prirode i složenijih procedura ishođenja dozvola za takve vodnogospodarske zahvate.

Do ulaska Republike Hrvatske u Europsku zajednicu ostalo je relativno malo vremena pa je nužno da vodno gospodarstvo sagleda ove, ali i druge buduće izazove vezane uz državnu strategiju u području zaštite prirode i odredi se i prema novoj zakonskoj regulativi iz tog područja i prema novim uvjetima obavljanja vlastitih djelatnosti u zaštićenim područjima. Polazeći od značaja vodnog gospodarstva kako u ukupnom sustavu zaštite života, zdravlja i imovine stanovništva tako i u stvaranju preduvjeta za daljnji održivi razvitak zajednice, te polazeći od primjera novijih konflikata u prostoru predlažu se neka rješenja usklađivanja interesa institucionalne zaštite prirode i gospodarenja vodama. Prijedlozi rješenja vezana su uz

Zlatko Pletikapić, Graduate Civil Engineer,
Elektroprojekt,
Alexandera von Humboldta 4, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: zlatko.pletikapic@elektroprojekt.hr

Prof. **Boris Beraković**, Ph.D.,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: boris.berakovic@grad.hr

Prof. **Ivan Martinić**, Ph.D.,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: martinic@sumfak.hr

Stjepan Mišetić, Ph.D.,
Elektroprojekt,
Alexandera von Humboldta 4, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: stjepan.misetec@elektroprojekt.hr

WATER RESOURCE MANAGEMENT IN DESIGNATED AREAS

Setting up of the National Environmental Network of the Republic of Croatia is a step in which almost half of the national territory has been included in the institutional protection system on a preliminary basis, which resulted in considerable increase in protected area compared to the previous situation. Croatia still has no clear strategy of long-term sustainability of such protection, which would also be a considerable financial commitment. After its accession to the EU, focus will be on the state assuming responsibility for protection of the designated areas. Since the obligations are generally not well looked into, the consequences of such commitments are not clearly defined. This will reflect on an overall management of the national territory and, either directly or indirectly, on the water management as well. Regardless of high compliance of interests that the water management and environmental protection sectors have in connection with the water conservation, future responsibility of the state for the designated areas will face the water management sector with at least two major new challenges. Firstly, it will be requested to participate in financial commitments of Croatia related to protection of overall natural assets on its territory, resulting from compliance between the water resources protection program and the program for protection of aquatic and wetland natural habitats. Secondly, the water resources management sector will face a slowdown in implementation of its programs focusing on water conservation and water usage because of the nature conservation requirements and more complex licensing procedures for the water resources management projects.

The time to the Croatia's accession to the EU is relatively short, so it is necessary that the water resources management sector understands these and other future challenges ensuing from the national nature conservation strategy. It should take its standing with regard to new statutory regulations in the field and new conditions for conducting private activities in the designated areas. Considering importance of the water resources management for a comprehensive sys-

usklađivanje važeće prostorno-planske dokumentacije, u kojoj su određeni najznačajniji vodnogospodarski interesi, s predloženom Nacionalnom ekološkom mrežom i s pratećom zakonskom regulativom iz područja zaštite prirode, kao i uz moguću uspostavu institucionalne i praktične suradnje vodnog gospodarstva i zaštite prirode.

Ključne riječi: Nacionalna ekološka mreža, zaštita prirode, gospodarenje vodama, usklađivanje s Nacionalnom ekološkom mrežom.

tem of protection of life, health and property of population and creating conditions for future development of a community, and having in mind examples of recent conflicts in land use, some solutions are proposed for harmonization of the interests of institutional nature conservation and water resources management. The proposed solutions are related to harmonization of the applicable land use plans stipulating the most important water resources management interests with the proposed National Environmental Network and the appurtenant nature conservation laws and regulations. The proposal also includes possible establishment of institutional and practical collaboration between the water resources management and nature conservation sectors.

Key words: the National Environmental Network, environmental protection, water management, harmonization of the water resources management interests with the proposed National Environmental Network.

Prof. dr.sc. **Vladimir Androćec**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Savska 16, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: androcec@grad.hr

doc. dr.sc. **Goran Lončar**,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Savska 16, Zagreb, Hrvatska,
e-mail: goran.loncar@grad.hr

Pomoćnik ravnatelja dr.sc. **Nenad Leder**, dipl.ing.fiz.,
Hrvatski hidrografski institut,
Zrinsko-Frankopanska 161, Split, Hrvatska,
e-mail: nenad.leder@hhi.hr

USPOSTAVA MODELA EKOLOŠKOG STANJA JADRANSKOG MORA

Definiranje ekološkog stanja Jadranskog mora temeljem provedbe numeričkog modeliranja predstavlja relativno novi pristup. U ovom radu daje se prikaz implementacije numeričkog modeliranja ekoloških parametara za potrebe provedbe znanstveno-istraživačkog projekta *Program praćenja stanja Jadranskog mora* sa osnovnim ciljem ekspertne procjene postojećih sustava monitoringa i njihovih usklađenosti sa europskom okvirnom direktivom za vode (2000/60/EC). U radu je dan kratki presjek kroz obim radova u sklopu projekta *Program praćenja stanja Jadranskog mora* a vezano na provedbu in-situ mjerenja parametara fizikalne, kemijske i biološke oceanografije, te osnovnih postavki i nekih od rezultata numeričkog modeliranja.

Oceanografska mjerenja u prvih šest mjeseci provedbe projekta odvijaju se u istočnom dijelu Jadrana na 20 strujomjernih ADCP i CTD postaja, 46 postaja na kojima se prate svi parametri predviđeni projektnim zadatkom, dodatnih 16 CTD postaja te na dva valografa. Za numeričko modeliranje korištena su 4 renomirana numerička oceanografska modela (ROMS, POM MIKE 3 i MIKE 3 FM). ROMS i POM modeli korišteni su za provedbu numeričkih analiza generalne cirkulacije cijelog Jadrana. Rezultati tih numeričkih modela korišteni su za generiranje rubnih uvjeta na 8 nepreklopljenih prostornih domena numeričkog modela MIKE 3 i 8 nepreklopljenih prostornih domena numeričkog modela MIKE 3FM. Za numeričku analizu prostornih i vremenskih promjena u koncentracijama otopljenog kisika (DO), fekalnih streptokoka (FS) i fekalnih koliforma (FK) korišteni su numerički modeli MIKE 3 FM i MIKE 3.

U radu je prikazana i usporedba nekih od rezultata mjerenja i modeliranja. Usporedba rezultata ukazuje na vrlo dobro slaganje između izmjerenih i modeliranih vrijednosti.

Ključne riječi: numeričko ekološko modeliranje, oceanografija, Jadransko more.

Prof. **Vladimir Andročec**, Ph.D.,
University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering,
Water Research Department, Savska 16, Zagreb, Croatia,
e-mail: androcec@grad.hr

Goran Lončar, Assist. Prof., Ph.D.,
University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Water Research Department,
Savska 16, Zagreb, Croatia,
e-mail: goran.loncar@grad.hr

Assistant Director **Nenad Leder**, Ph.D.,
Hydrographic Institute of the Republic of Croatia,
Zrinsko-Frankopanska 161, Split, Croatia,
e-mail: nenad.leder@hhi.hr

DEVELOPMENT OF THE BASIC MODELS OF THE ADRIATIC SEA QUALITY STATE

Numerical ecological modelling is relatively new approach in Croatia for determination of ecological state of the Adriatic Sea. In this article a description of numerical ecological modelling implemented in scientific–professional Project *The Adriatic Sea Monitoring Program* has been presented. The main goal of the Project is to make an expert assessment of the currently sea monitoring system and its compliance with the provisions of the EU Water Framework Directive (2000/60/EC). This article gives short insight in scope of works of *The Adriatic Sea Monitoring Program* related with in-situ physical, chemical and biological oceanographic measurements, numerical modelling implementation and its results.

Oceanographic measurements for the first six months of the Project were performed in the eastern part of the Adriatic Sea at 20 current meter and CTD sites, 46 sites occupied with all measured parameters, 16 CTD sites and 2 waverider sites. For the numerical modelling, four renowned numeric systems (ROMS, POM MIKE 3 and MIKE 3 FM) were utilized. ROMS and POM were used for the hydrodynamic analysis on the whole area of Adriatic Sea. The results of that analysis are used for the boundary conditions for MIKE 3 and MIKE 3 FM at 8 (MIKE 3) and 5 (MIKE 3 FM) unfolded spatial domains. For numerical analysis of the spatial and temporal dynamics of the dissolved oxygen (DO), faecal streptokok (FS) and faecal coliform (FK) concentrations MIKE 3 FM and MIKE 3 EcoLab module were used.

Finally, results of measurements and modelling were presented as well as their comparison. It has been concluded that very good agreement between measured and modelled values were obtained.

Key words: numerical ecological modelling, oceanography, Adriatic Sea.

KAZALO AUTORA/INDEX OF THE AUTHORS: – neki imaju više radova

Andročec, V.	36, 46, 76	Malus, D.	64
Bekić, D.	52	Martinić, I.	72
Beraković, B.	34, 72	Marušić, J.	24, 26, 28, 50
Biondić, B.	46	Mihelčić, D.	60
Biondić, D.	18	Mišetić, S.	72
Biondić, R.	46	Musić, V.	70
Božičević, J.	46	Nakić, Z.	68
Carević, D.	56	Ocvirk, E.	56
Ćurković, A.	36	Pavlin, Ž.	34
Drmić, R.	18	Pekaš, Ž.	58, 66
Gjetvaj, G.	44	Petraš, J.	30
Golub, M.	38	Petričec, M.	40
Holjević, D.	28	Pletikapić, Z.	72
Husarić, J.	18	Pršić, M.	50, 56
Ivaniš, Z.	70	Romić, D.	24
Jelić, L.	60	Stanić, Z.	30
Kolbah, S.	38	Šoltész, A.	22, 32
Kolovrat, I.	58	Ščurić, S.	38
Kos, E.	26, 28	Širac, S.	18
Krmek, Z.	18	Škrlec, M.	38
Kulenović, I.	38	Štefanac, S.	34
Kunštek, D.	50, 52	Tadić, L.	26
Kuspilić, N.	52	Tarnik, T.	40
Leder, N.	76	Vouk, D.	64
Lončar, G.	76	Višković, A.	36
Lukinić, M.	58		

