

INŽENIR

SLOVENSKA INŽENIRSKA ZVEZA

2. 2010

INŽENIR, Vol. 3: letnik 2010, številka 2

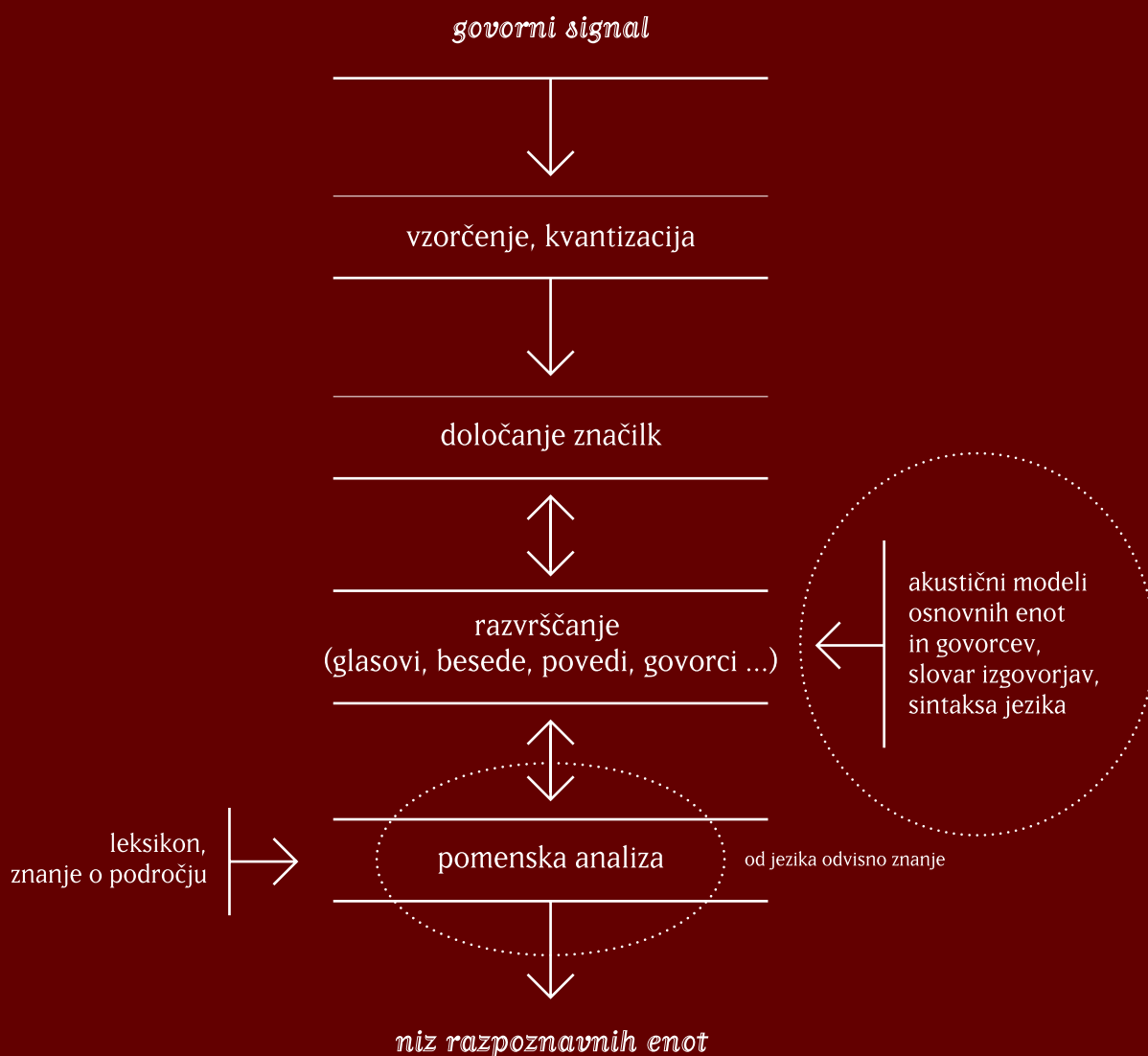
Izdaja Slovenska inženirska zveza - SIZ

Published by the Association of Engineering Societies in Slovenia

2.2010

Kar je človeku duša, to je narodu jezik.

– Napis na spominski plošči Matije Majarja Ziljskega



VSEBINA

Predgovor urednika	3
Uvodni nagovor dr. Peter Gašperšič, državni sekretar na Ministrstvu za okolje in prostor	4
Pogovor z mag. Iztokom Seljakom, predsednikom poslovnega odbora Hidrie d.d.	6
Društvo za namakanje in odvodnjo se predstavi	10

STROKOVNI ČLANKI

Stanje hidromelioracij v Sloveniji Marjeta Jerič, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano	18
Zagotavljanje poplavne varnosti mag. Rok Fazarinc, Inženiring za vode d.o.o.	24
Legionela v vodnih sistemih Mitja Lenassi, Lenassi d.o.o.	30
Športni Center Stožice v Ljubljani, Ponos slovenskega gradbeništva Andrej Lavrič, GREP d.o.o.	38
Visokoizolacijski materiali v sodobnih stavbah dr. Matjaž Žnidaršič, CBS inštitut d.o.o.	44

STROKOVNI PREGLEDNI PRISPEVEK

Samodejna obdelava slovenskega govora prof. dr. France Mihelič, Laboratorij za umetno zaznavanje sisteme in kibernetiko, FE UL	54
--	----

INŽENIR

izdaja Slovenska inženirska zveza - SIZ

v sodelovanju z Inženirsko zbornico Slovenije - IZS

ENGINEER

published by the Association of Engineering Societies in Slovenia

in cooperation with the Slovenian Chamber of Engineers - IZS

UDK (UDC): 62 ISSN: 1855-0290

Vol. 3: letnik 2010, številka 2

Uredništvo in uprava / Editor Office: Slovenska inženirska zveza, Karlovska cesta 3, 1000 Ljubljana, Slovenija, zveza.ing@siol.net

Naročnine po e-pošti ali na spletnih straneh: <http://www.siz.si/inzenir/narocila.php>

Glavni in odgovorni urednik / Editor: prof. dr. Baldomir Zajc, baldomir.zajc@fe.uni-lj.si

Uredniški odbor: mag. Črtomir Remec, dr. Branko Zadnik, dr. Željko Vukelič, Marija Šadl – Sraka,
doc.dr. Jože Kortnik, Aleš Rastko in prof.dr. Marko Jagodič

Strokovni svet: vsi predsedniki posameznih Zvez - članic SIZ

Transakcijski račun / Bank Account: 19140-5000016063 – DBS d.d. Ljubljana

Davčna številka: SI15627799

Oblikovanje / Design: studiobotas

Tisk / Press: Somaru, Ljubljana

PREDGOVOR UREDNIKA



Z drugo številko letnika 2010, ki je sedaj pred vami, smo zaključili tretje leto izdajanja revije INŽENIR. Odzivi bralcev so, kolikor sam slišim, dobri, morda celo zelo dobri. Torej smo lahko zadovoljni, dokler ne govorimo o financah, oglasih in naročnikih, tam pa smo povsem odvisni od pomoči.

To izdajo smo posvetili vodnemu gospodarstvu, melioraciji in poplavam v precejšnjem delu razpoložljivega prostora.

Zato nas najprej nagovarja dr. Peter Gašperšič, državni sekretar na Ministrstvu za okolje in prostor, z analizo celovitega načrtovanja in usklajevanja dejavnosti v prostoru pri nas.

Sledi naša običajna rubrika pogovorov z uspešnimi gospodarstveniki in sicer teče pogovor tokrat z mag. Iztokom Seljakom, predsednikom poslovnega odbora HIDRIE d.d. Sledimo lahko pogovoru o vodenju in razvoju v tem podjetju v današnjem težkem času.

V nadaljevanju je predstavljeno Slovensko društvo za namakanje in odvodnjo. Ob njegovih 60. obletnici piše prof. dr. Brane Matičič, generalni sekretar društva, stanje melioracij v Sloveniji pa opisuje gospa Marjeta Jerič z Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, in sicer s pomočjo zemljevidov, ki prikazujejo to tematiko. V vsaki številki doslej smo tako predstavili drugo inženirsko društvo.

O poplavni varnosti piše nato mag. Rok Fazarinc iz Inženiringa za vode d.o.o., letošnji nagrajenec IZS za inženirske dosežke, ker je ta tematika danes še prav posebej aktualna.

Sledijo še trije strokovni članki: Legionela v vodnih sistemih, Mitje Lenassija, univ. dipl. inž. str., Športni center Stožice, Andreja Lavriča, univ. dipl. inž. grad. in Visokoizolacijski materiali v sodobnih stavbah, dr. Matjaža Žnidaršiča, CBS Inštitut d.o.o.

Zato smo za konec izbrali povsem drugačno tematico: Samodejno obdelavo slovenskega govora, ki jo je predstavil prof.dr. France Mihelič, UL, Fakulteta za elektrotehniko. Gotovo nas prav vse zanima, kako bo stroj govoril po slovensko; morda nam ostaja sploh le taka bodočnost, saj sami vsak dan bolj uporabljamo druge jezike, vse samo zaradi neke odmevnosti. Lahko bi se jeziku odrekli že pred stoletji, zaradi takratnih koristi, tako pa smo s tem nam ohranjenim jezikom dosegli svoj prostor; celo v Evropi je danes uporabljan. Na platnico sem napisal nekje slišano misel: Kar je človeku duša, to je narodu jezik. Ali to vsi vemo?

S spoštovanjem,
prof. dr. Baldomir Zajc,
urednik revije Inženir

UVODNI NAGOVOR

DR. PETER GAŠPERŠIČ

Državni sekretar na Ministrstvu za okolje in prostor

Obilno deževje v slovenskih pogojih prinaša nove inženirske izzive. Kako zaustaviti plazeče se hribovje, kako primerno upravljati z vodotoki, kako umeščati vodnogospodarsko in komunalno infrastrukturo v prostor, kako zagotoviti varnost ljudi in premoženja, kako predvideti prihodnje delovanje voda v prostoru – vse to je samo del vprašanj, na katere pomagamo najti odgovore inženirji različnih strok. Zato že uvodoma ugotavljam, da je potrebno zagotoviti sistemsko podporo sodelovanju med različnimi strokami, če želimo kakovostne, dolgotrajne in stroškovno učinkovite rešitve.

O potrebnosti celovitega načrtovanja in usklajevanja med dejavnostmi v prostoru so nas prepričale tudi nedavne poplave. Podnebne spremembe ter pritiski po posegih in rabi prostora na poplavno ogroženih območjih imajo za posledico, da so poplave čedalje pogostejše in bolj obsežne, škoda ob poplavah pa čedalje večja. Premalo strokovno utemeljeni in preambiciozno zastavljeni razvojni načrti spodbujajo občine k načrtovanju poselitve tudi na poplavno ogroženih območjih, občine pa ob tem zatrjujejo, da je za zagotavljanje poplavne varnosti izključno pristojna država oziroma – če smo bolj natančni – Vlada, kar pa seveda že v temelju ne drži vode.

Načrtovanje rabe prostora je namreč v pristojnosti lokalne skupnosti, kakor tudi odgovornost, da

se pri tem ne povečuje poplavne ogroženosti na območju poselitve. Država je dolžna zagotavljati karto poplavne ogroženosti (v merilu 1:50.000), občine, ki kljub potencialni poplavni ogroženosti načrtujejo poselitev na teh območjih, pa morajo izdelati posebne strokovne podlage za zagotavljanje poplavne varnosti in protipoplavnih ukrepov. V postopkih priprave novih občinskih prostorskih načrtov na ministrstvu, kljub pogostim pomislekom občin, da gre pri izvajanju Uredbe o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja za dodatno podaljševanje in podražitev postopkov priprave prostorskih dokumentov, dosledno vztrajamo, da se pri predlogih za načrtovanje posegov v prostor na potencialno ogroženih območjih dosledno upoštevajo določila omenjene uredbe.

Pri tem načrtovalce tudi opozarjamo, da je prostorsko načrtovanje z upoštevanjem naravnih omejitev prostora, kar poplave so, najcenejši in najbolj učinkovit preventivni ukrep za zmanjševanje ogroženosti pred poplavami. Računamo pa seveda tudi na vas strokovnjake, da tovrstna ravnanja pomagata uveljaviti v prostoru.

Poleg sredstev za redno vzdrževanje in sanacijske programe moramo v prihodnje namenjati znatna sredstva za investicijsko vzdrževanje in investicije ter optimizirati ukrepe izboljšanja poplavne



varnosti na terenu, h katerim sodijo tudi ukrepi odkupovanja zemljišč, zagotavljanje večjega prostora vodi in renaturacije.

Za kakovostno opravljanje vseh navedenih nalog, smo predlagali Vladi RS, da že v tem letu odobri dodatna sredstva za zagon izdelave projektov in pospešitev gradnje vodne infrastrukture, prioriteto za obrambo pred poplavami.

Pomembna je tudi gradnja hidroenergetskih objektov. Ta trenutek so aktivnosti države usmerjene v izgradnjo hidroelektrarn na spodnji Savi, nastaja pa tudi Nacionalni energetski program, ki bo predvidel bodoči razvoj na tem področju.

S stališča države je izredno pomembno zagotavljanje pogojev za učinkovito upravljanje z vodami. Države Evropske Skupnosti so se odločile za skupen pristop pri spodbujanju trajnostne rabe vodnih virov in leta 2000 sprejele vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES), ki je vnesla veliko spremembo v dotedanji način upravljanja z vodami. Vodna direktiva zahteva celovito upravljanje z vodami na ravni porečij. Osrednji cilj vodne direktive pa je vzpostavitev dobrega stanja površinskih, podzemnih in obalnih voda najpozneje do leta 2015.

Celovitost upravljanja voda poteka kot šestletni ciklični načrtovalski proces, ki se vsakokrat

zaključi z načrtom upravljanja voda (NUV). Načrt upravljanja z vodami je nacionalni dokument, ki opredeljuje mehanizme za vodenje politike na področju voda in s katerim bomo dosegli, da bodo vode v Republiki Sloveniji, leta 2015, v dobrem stanju. V Sloveniji s pripravo tega dokumenta nekoliko zamujamo, njegovo sprejetje smo predvideli za konec letošnjega leta, vendar se bo sprejetje Načrta upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja, tudi zaradi zahtevnega medsektorskega usklajevanja, premaknilo v začetek leta 2011. Dokument bo sprejet z Uredbo in bo vseboval tudi Program ukrepov, ki jih je potrebno sprejeti za izboljšanje stanja voda do leta 2015. Z njim bo Vlada RS naslovila in zavezala nosilce ukrepov k njihovem izvajanju. Prvo preverjanje izvajanja ukrepov s strani komisije bo v letu 2012.

Nalog na področju upravljanja z vodami je kot vidite veliko. K njihovem izvajanju bodo na ravni institucij in posameznikov prispevali inženirji in inženirska združenja. Naša medsebojna komunikacija je obvezna in neizogibna. Obstoj inženirskih medijev, kot je ta, ki ga pravkar držite v rokah, je orodje našega sporazumevanja in predstavljanja trajnostnih rešitev za posege v okolje.

KAKŠNA JE PRIHODNOST SLOVENSKEGA GRADBENIŠTVA?

Kako v vašem podjetju občutite krizo? V kolikšni meri se vas je dotaknila? Je kakšna razlika med sektorjema gradbeništva in avtomobilske industrije?

Finančna in posledično gospodarska kriza se je tako ali drugače dotaknila vseh panog. Tudi Hidria pri tem ni bila izvzeta, nasprotno, kot del avtomobilske industrije smo jo občutili med prvimi. K sreči je naša usmeritev na dve industriji, ena divizija korporacije Hidria namreč pokriva avtomobilsko industrijo, druga pa industrijo profesionalne klimatizacije, gretja in hlajenja stavb, ublažila vpliv. Udarec se je najprej pokazal pri občutnem zmanjšanju naročil v avtomobilski industriji, padec proizvodnje, ki je temu sledil, pa je bil ustrezno visok, tudi 40 - 50 %. V tem prvem obdobju smo pomanjkanje naročil blažili s skoraj nezmanjšanim obsegom v diviziji Klima. Na tem področju se je prava kriza pričela šele takrat, ko se je avtomobilska divizija že pobirala iz najhujšega, to je v drugi polovici leta 2009. Medtem na avtomobilskem segmentu že dosegamo in presegaмо predkrizne prodajne rekorde. Na drugi strani pa bodo vplivi krize na gradbeni sektor precej bolj dolgotrajni, saj so investicijski cikli v gradbeništvu bistveno daljši in imajo drugačno dinamiko kot cikli v avtomobilski industriji.

Potrebnost prenove gradbenega/avtomobilskega sektorja? Kako?

Gradbeni sektor v Sloveniji je v zadnjih letih prosperiral zaradi velikih notranjih državnih projektov, predvsem zaradi obširne izgradnje avtocest, pa tudi obsežne stanovanjske izgradnje in sicer-

šnje vsesplošne konjunktуре. Seveda pa taka situacija ne more trajati v nedogled, kar je, skupaj z od zunaj pripeljano finančno in gospodarsko krizo, še dodatno vplivalo na intenziviranje težav v gradbeni industriji. Je pa dejansko vsaka kriza, še posebej tako globoka, predvsem priložnost za hitro in učinkovito prestrukturiranje. Prenova gradbeništva v segmentu učinkovite organizacije, posledičnega dviga produktivnosti in konkurenčnosti v dodelanem tržnem nastopu, poslovnih modelih in uvajanju novih tehnologij in procesov, v takih razmerah ni le opcija, ampak nuja. Ne smemo pozabiti niti na dejstvo, da danes trg zahteva celovit pristop v koncipiranju in izgradnji sistemov, kar se odraža v vse večjem vključevanju »Life Cycle Analysis« modela, ki investicijske projekte v gradbeništvu obravnava skozi njihovo celotno življenjsko dobo. Gledano širše gre torej za priložnost sprememb v načinu razmišljanja, s ciljem vzpostavitve novih temeljev za naše konkurenčno pozicioniranje v prihodnje. Nedavno sem tako imel priložnost obiskati mednarodno srbsko gradbeno družbo, ki je v projektiranje uvedla visoko učinkovite 3D principe načrtovanja in gradnje ameriških vojaških objektov, v operativno izvedbo gradnje pa principe avtomobilske industrije, pri čemer sem bil, nad posledičnimi pridobitvami produktivnosti in konkurenčnosti, navdušen. Skratka, ogromno je še prostora za izboljšave. Pri tem je potrebno izpostaviti nekaj ključnih elementov, predvsem povezovanje preveč fragmentiranega sektorja v projektne konzorcije, kjer bi bili skupaj bistveno močnejši in bi lahko maksimalno izkoristili siner-



mag. Iztok Seljak, predsednik poslovnega odbora Hidrie d.d.

gije v skupnem nastopu, uvajanju novih poslovnih modelov in predvsem realizirali za vse koristno partnerstvo z državo ter bili v stanju nastopiti na tretjih trgih. Tu vidimo velike priložnosti v sodelovanju z velikimi srbskimi gradbenimi družbami v Rusiji in bošnjaškimi v Libiji ter širše v arabskem svetu; konkretno delamo na povezovanjih v tej smeri. Pravi odgovor za rešitev nakopičenih problemov se skriva v našem organiziranem skupnem učinkovitem nastopu na zunanjih trgih.

Kaj lahko za izboljšanje stanja naredite v podjetjih sami? Kaj bi morala narediti država?

V Hidrii se vedno zavedamo dejstva, da smo sami odgovorni za naše poslovne rezultate in da moramo v skladu s tem vedno iskati optimalne poslovne rešitve. Veliko energije vlagamo v optimizacijo poslovnih procesov in s tem namenom smo oblikovali tudi program. Poimenovali smo ga »Hidria Leadership System«, in je namenjen iskanju najboljših rešitev na posameznem področju poslovanja. Druga pomembna vsebina pa je pokrita z oblikovanjem Inovativnega centra Hidrie, katerega del so naši trije razvojni inštituti in v okviru

katerega iščemo vedno nove inovativne rešitve za vsa naša področja poslovanja. Predvsem pa je ključna zaveza posloводства, da podpre take procese in aktivnosti.

Hkrati pa velja, da je gradbeništvo panoga, v kateri poslovne odločitve velikokrat, še posebej neposredno seveda pri javnih naročilih in investicijah, posredno pa še marsikje drugje, sprejema država oziroma politika. Tam, kjer je na zunanjih trgih temu tako, je nujna tudi podpora naše države. V stalnem dialogu z državnimi inštitucijami poskušamo sooblikovati take pogoje za slovensko gospodarstvo, ki odpirajo nove poslovne priložnosti doma in v tujini. Predvsem vidimo močno vlogo države v procesih internacionalizacije slovenskih podjetij. Izredno pozitivna izkušnja je zadnji obisk gospodarske delegacije v Rusiji, ko smo imeli priložnost predstaviti vrhunske dosežke in potenciale vrhu ruske vlade, med drugim smo se pogovarjali tudi s predsednikom Medvedjevom. Žal pa so potem naše vladne službe še vse preveč okostenele pri realizaciji tovrstnih zastavljenih priložnosti. Posli se hitro oddajajo, mi pa tedne dolgo neproduktivno diskutiramo o tem, kako bodo napisana vladna priporočilna pisma in kdo jih bo poslal..., medtem pa nas prehitevajo po levi in po desni.

Drugo področje, kjer bi država lahko bistveno več naredila za slovensko gospodarstvo, so javna naročila. Prednost bi morala imeti t.i. zelena javna naročila, preko katerih bi država v kriznih razmerah na gradbenem trgu ubila dve muhi na en mah: oživila gradbeni sektor (in s tem prilive v proračun...) in hkrati izvedla tako ali tako prepotrebno energetska prenova javnih stavb ter radikalno zmanjšala porabo energije (in zmanjšala stroške proračuna...). Ob upoštevanju dejstva, da vse države v prvi vrsti ščitijo svoja nacionalna gospodarstva, bi na primeren profesionalen način to morala početi tudi naša. Seveda gre samo za pozicijo prvega med enakimi, na področjih kvalitete in cene. S tem smo v boju z našimi konkurenti



Stadion miru in prijateljstva, Atene, vir: www.wikipedia.org

vedno soočeni pri našem nastopu zunaj. Lahko si predstavljate koliko boljši smo morali biti od domačih konkurentov pri opremljanju Buckinghamske palače, parlamenta EU v Strassbourgu, rezidence predsednika vlade Ruske federacije v Sankt Peterburgu,... Ob tem pa bi doma lahko izpostavili številne primere, ko gredo naročila, kljub našim konkurenčnim ponudbam, po očitno neki drugi logiki ozkih interesnih skupin, v roke tujih, manj kvalitetnih in dražjih proizvajalcev, kar je z narodnogospodarskega vidika večkratno škodljivo.

Poleg navedenega je seveda še cela vrsta ukrepov, ki bi jih naša država lahko sprejela v podporo svojemu gospodarstvu, od poenostavitve izjemno zbirokratiziranega črpanja evropskih sredstev, večjih davčnih olajšav za razvojna vlaganja, preoblikovanja izobraževalnega sistema v podporo ključnim nosilnim panogam,...

Se strokovno lahko primerjamo s tujino? Kakšne so vaše izkušnje?

Nedvomno vse več slovenskih podjetij izkazuje poslovno in tehnološko odličnost na evropskem in svetovnem nivoju. Številna podjetja so vodilna v svojih tržnih nišah in so prepoznana kot »skriti šampioni«, saj zavzemajo vodilne globalne tržne deleže. Strokovno znanje je na visokem nivoju, vendar pa se zavedamo dejstva, da ga je potrebno stalno nadgrajevati in se ves čas zavedati enakih ali celo večjih ambicij naših konkurentov. Ne glede na dosežene položaje, Hidria AET je na primer s svojimi vžignimi sistemi na tretjem mestu global-

no, Hidria Rotomatika pa, z lamelami za elektromotorje, med petimi največjimi svetovnimi proizvajalci. Na področju profesionalne klimatizacije stavb smo, s Hidrio IMP Klimo, med petimi najpomembnejšimi proizvajalci v Evropi... in vsak dan znova tekmujemo z nekaterimi najpomembnejšimi svetovnimi korporacijami. Na obeh segmentih, tako na avtomobilskem kot na gradbenem, imamo sami velikokrat premajhno kritično maso, zato je povezovanje strateškega pomena. Temu so med drugim namenjeni tudi naši skupni dodelani projekti v dveh razvojnih centrih SIEVA (Sinergijski Ekološki Varen Avtomobil) in NELA (Napredna Elektroindustrija) ter v dveh kompetenčnih centrih TIGR (Trajnostno in Inovativno Gradbeništvo) in SURE (Sistemi za Učinkovito Rabo Energije). Na strani moramo pustiti majhna področja medsebojne konkurenčnosti in skupaj razviti velika področja medsebojnih sinergij.

Zakaj je v stroki premalo inovativnosti?

Za inovativnost niso dovolj samo ideje, pač pa inovativnost zajema celoten proces, pri čemer je ideja samo začetek. Nujno potreben, a nikakor ne zadosten. Vsako smiselno inovativno idejo je nareč potrebno tudi udejaniti, kar pa v večini primerov zahteva veliko znanja, denarna sredstva, tehnično opremljenost, odlične kadre in seveda trg. Šele obvladovanje in pokritost celotne verige inovativnosti pripelje do resnično inovativnih in prebojnih rešitev, ki se odražajo v izboljšanih poslovnih rezultatih. Sami bomo letos samo na naših novih inovativnih rešitvah, na hladnem štartu



Hotel Sacher, Dunaj, vir: www.wikipedia.org

dizelskih motorjev za naš novi sistem za norme Euro 6, ki ga bomo proizvajali po letu 2014, registrirali okrog deset patentov. Vlaganje v inovativnost je strateška odločitev, ki smo jo v Hidrii sprejeli kot izziv in ki ji posvečamo ustrezno pozornost. Samo načrtno uvajanje inovacijske kulture, in vlaganje v nove in nove razvojne projekte, prinaša dolgoročno stabilen položaj pri kupcih.

Trajnostno gradbeništvo in zelena javna naročila kot priložnost za razvoj in napredek strok in izhod iz krize?

Prihodnost gradbeništva je v uvajanju celovitih okolju prijaznih rešitev, torej v celovitem obravnavanju stavbe, tako z vidika učinkovitejše rabe naravnih virov, uvajanja obnovljivih virov energije v stavbe, uporabi reciklažnih materialov in uvajanju novih tehnologij ter poslovnih modelov. Rezultat tega zavedanja ter našega strateškega partnerstva z nekaterimi ključnimi slovenskimi podjetji in inštitucijami, med njimi so Trimo, Pri-

morje, TKK, Helios, Zavod za gradbeništvo, Kemijski inštitut ter fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, kemijo in kemijsko tehnologijo ter strojništvo, je ustanovitev Zavoda za trajnostno in inovativno gradbeništvo (TIGR), preko katerega bomo, ob podpori evropskih in slovenskih sredstev sofinanciranja, razvijali nove rešitve na področju trajnostnega gradbeništva. Če bo k temu država končno le pristopila tudi z zelenimi javnimi naročili in jih produktivno usmerila tako, da bodo dobra slovenska podjetja s svojimi razvojnimi rešitvami ustrezno udeležena v obnovi ali izgradnji novih stavb, bomo za slovensko gradbeništvo naredili bistven korak naprej in mu, tudi tako, s pomembnimi domačimi referencami omogočili hitrejši prodor na mednarodne trge.

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA NAMAKANJE IN ODVODNJO SE PREDSTAVI

I. KRATKA ZGODOVINA

Slovenska sekcija Jugoslovanskega društva za odvodnjo in namakanje (JDON) je začela delovati 1950. leta, hkrati z ustanovitvijo Mednarodne komisije za namakanje in odvodnjo – ICID (International Commission on Irrigation and Drainage). Jugoslavija je bila ena od 11 držav (Indija, Pakistan, Indonezija, Egipt, Irak, Sirija, Jordanija, Gana, Italija, Nizozemska, Jugoslavija), ki so leta 1950 ustanovile to Mednarodno komisijo s sedežem v New Delhiju, torej je bila slovenska sekcija skupaj z JDON soustanoviteljica ICID. Danes je v tej organizaciji včlanjenih preko 100 držav.

Slovenska sekcija JDON je začela delovati 1950. leta najprej v okviru Komiteja in Glavne uprave za vodno gospodarstvo SRS (1950-1953) in nato nadaljevala v okviru Uprave za vodno gospodarstvo SRS (1954-1960), kjer je bil direktor Lojze Kerin. Kasneje, s formiranjem Zavoda za vodno gospodarstvo SRS (1961-1974), so se aktivnosti sekcije prenesle na Zavod, ki je najprej spadal pod Republiški sekretariat za kmetijstvo in gozdarstvo (1961-1964), kasneje pa pod Republiški sekretariat za urbanizem (1965-1974). Prvi predsednik sekcije je bil Lojze Kerin, direktor Zavoda, zelo aktivni člani sekcije pa so bili: Lado Gorišek, Davorin Burja, Jože Brus, Rudi Tancik, Viktor Herman itd.

Domicil sekcije je bil pri Zavodu. Od ustanovitve sekcije v okviru JDON so se aktivnosti v obdobju od 1950 do 1965. leta odvijale izključno kot aktivnosti JDON, saj je bil predsednik sekcije Lojze Kerin med najbolj aktivnimi člani JDON. Prva večja manifestacija sekcije je bila »konferenca o melioracijah« v Kopru 1965. leta z množično udeležbo iz cele Jugoslavije. Predsednik sekcije je postal Drago Mišič, direktor VGP Drava-Mura.

Leta 1965 je prešel Zavod za vodno gospodarstvo pod Sekretariat za urbanizem SRS do 1974, ko je bila namesto Zavoda ustanovljena Zveza vodnih skupnosti Slovenije; ta je v obdobju 1975-1979 še delovala pod okriljem Republiškega sekretariata za urbanizem, od 1980. leta dalje pa pod Republiškim komitejem za varstvo okolja in upravljanje prostora. Zavod za vodno gospodarstvo SRS je bil torej ukinjen 1974. leta, ustanovljena pa je bila Zveza vodnih skupnosti Slovenije (1975-1990), s tem je Sekcija kot SDON dobila nov domicil na Zvezi. Vmesno obdobje, od leta 1990 do sprejetja novega Zakona o vodah v letu 2002, je bilo zaznamovano s spremembo političnega sistema in iskanjem nove vloge vodarstva v Sloveniji v skladu z Evropsko vodno direktivo.

Leta 1974, s spremembo Ustave SFRJ, se je sekcija preoblikovala v samostojno Slovensko društvo za



Brane Matičič, dolgoletni predsednik društva



Nova predsednica društva Stanka Koren

osuševanje in namakanje (SDON). Z ostalimi republikimi društvi je tvorilo Zvezo JDON (Zvezo Jugoslovanskih društev za odvodnjo in namakanje). V tem obdobju je Drago Mišič postal predsednik Zveze JDON (1978-1984), Herman Viktor pa predsednik SDON (1978-1988), Franci Avšič je bil predsednik SDON v obdobju od 1988 do 1992.

SDON je bil sprejet v Zvezo Inženirjev in Tehnikov Slovenije (ZITS) leta 1991. Istega leta je prenehala povezanost SDON z JDON, ker se je tega leta SDON registriral pri Ministrstvu za notranje zadeve kot samostojno društvo in je bilo leta 1992 sprejet v ICID kot Slovenski nacionalni komite te svetovne organizacije. 1993. se je društvo preimenovalo v Slovensko društvo za namakanje in odvodnjo (SDNO) in kot tako se vodi v Registru društev pri Upravni Enoti Ljubljana, Sektorju za Upravne Notranje Zadeve, Oddelku za Javni Red, pod zaporedno številko 184. Matična številka društva je 5102944.

V okviru ICID se društvo vodi v registru ICID kot »Slovenian National Committee on Irrigation and Drainage – SINCID« od 1992. leta dalje.

Spletna stran društva je
<http://www.drustvo-sdno.si>.

Z izvolitvijo Braneta Matičiča za predsednika SDON (1992-2006) in z mandatom predsednika A. Horvat & L. Nenadič (2006-2010), je bil domicil SDNO na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani (1992-2010), z izvolitvijo predsednice SDNO Stanke Koren pa je domicil prešel na Agencijo RS za okolje (2010).

Slovensko društvo za namakanje in odvodnjo - SDNO v letošnjem letu praznuje diamantni jubilej, šestdeseto obletnico delovanja.

2. DELOVANJE DRUŠTVA V JAVNEM INTERESU

Slovensko društvo za namakanje in odvodnjo združuje strokovnjake kmetijstva in vodnega gospodarstva s področja urejanja kmetijskih zemljišč z agrarnimi operacijami (odvodnja, namakanje, prostorsko urejanje s komasacijami in arondacijami), varovanja zemljišč pred poplavi, vodno-zadrževalnih ukrepov (vodne akumulacije), zaščite zemljišč pred delovanjem erozije z namenom, da bi pripomogli k ustvaritvi optimalnih razmer za kmetijsko pridelavo ob varstvu narave in okolja. Člani društva si prizadevajo uporabiti optimalne in racionalne načine urejanja kmetijskih zemljišč in voda, načine za ceneno in kakovostno rastlinsko pridelavo ob

uporabi naj sodobnejših dosežkov znanosti in tehnologije.

Društvo spremlja vse strokovne aktualne dogodke v državi in zunaj nje, ki imajo neposredno ali posredno zvezo z urejanjem kmetijskih zemljišč in voda, okolja in pridelovanjem hrane, ter sodeluje pri oblikovanju ključnih predlogov in zavzema do njih kritična stališča.

Člani društva se opredeljujejo pri društvenem delu zgolj po svojem strokovnem znanju in vesti, brez drugih vplivov zunaj stroke in to za dobrobit naroda in države Slovenije.

Društvo skrbi predvsem za medsebojno izmenjavo znanj in za pridobivanje novih znanj ter za obveščanje javnosti o strokovnih dosežkih na svojem strokovnem področju. Zato društvo organizira predavanja, seminarje, konference, kongrese, ekskurzije, publicira strokovno periodiko in literaturo, ter objavlja in nastopa v javnih medijih. Društvo opravlja tudi dejavnost, ki je v funkciji izvajanja temeljnega programa in v skladu z 22. členom Zakona o društvih; to je strokovno svetovanje s področja urejanja kmetijskih zemljišč in voda na zahtevo poljubnih naročnikov in to na neprofitni osnovi.

Društvo izdaja tudi časopis NOVICE SDNO. Novice izhajajo občasno, njihov namen pa je, da priobčajo vedno neko zanimivo strokovno in aktualno tematiko iz domačih in mednarodnih virov, saj člani društva aktivno sodelujejo v delovnih telesih ICID (Mednarodne komisije za namakanje in odvodnjo), kjer obravnavajo vsako leto najbolj aktualne probleme urejanja kmetijskih zemljišč in voda, s posebnim poudarkom na rabi vode v kmetijski pridelavi na sonaravni način.

Zato je pomembno, da so strokovnjaki, ki so združeni v SDNO, s specifično opredeljeno dejavnostjo, aktivno vključeni v tekoča dogajanja Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije in Ministrstva za okolje in prostor Republike Slovenije, in pomagajo pri uresničevanju njihovega programa za učinkovito vključevanje v Evropsko skupnost. SDNO z dolgoletno delovno tradicijo in izkušnjami v Slovenskem prostoru je lahko učinkovit dejavnik pri teh

aktivnostih in to na področju snovanja politike, izobraževanja, načrtovanja, izvajanja, nadzora. SDNO želi biti tvorni in aktivni udeleženec na področju urejanja kmetijskih zemljišč in voda, v okviru uresničevanja programov, ki sta jih zasnovali Ministrstvu.

Člani SDNO so aktivni na vseh področjih dejavnosti: na študijsko-raziskovalnem področju kot projektanti namakalnih in drenažnih sistemov ter sistemov za zaščito zemljišč pred poplavami, kot projektanti malih vodnih akumulacij, kot izvajalci teh investicij in kot nadzorni inženirji pri izvajanju in vzdrževanju investicij za urejanje vodnega režima za potrebe kmetijske pridelave. Zavedajoč se dejstva, da na življenje ljudi vpliva sprememba klime s povečano pogostostjo in intenzivnostjo pojavljanja suš in poplav, zmanjšanje razpoložljivih vodnih virov, zmanjševanje prostora za pridelavo hrane itd., kar predstavlja močnejšo spodbudo za aktivnosti članov SDNO ter zavedajoč se pomembnosti vplivov klimatskih sprememb na ranljivost kmetijstva in gozdarstva (požari v naravi) in na življenje ljudi, je SDNO v preteklosti izvedel obširno akcijo nadomeščanja izgubljenih površin zaradi urbanizacije, z izvajanjem drenažnih ukrepov (1970-1990: 85.000 ha nadomestnih zemljišč) ter na podlagi zaključkov Mednarodne konference o »možnostih obvladovanja suš in preprečevanja degradacije okolja« (Bled, 2002) v tem obdobju, usmerilo veliko svojih aktivnosti v uresničevanje zaključkov konference predvsem na organizacijo »Sub-Mediterranskega Centra za Suše« in »Nacionalnega Komiteja za Suše«.

Slovensko društvo za namakanje in odvodnjo – SDNO je pridobilo status društva, ki deluje v javnem interesu na podlagi Odločbe Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije števil. 35502/0016/98 0008 46 z dne 20. 11. 2000 ter Odločbe MKGP s podaljšanjem brez časovne omejitve števil. 215-4/2008.

3. DEJAVNOSTI DRUŠTVA V OBDOBJU 1950

— **2010**

SDNO je v preteklem obdobju izvajalo naslednje pomembne aktivnosti v Sloveniji:

3.1 JDON

Od ustanovitve Slovenske sekcije v okviru JDON so se aktivnosti v obdobju od 1950 do 1965. leta, kot že omenjeno, odvijale izključno kot aktivnosti JDON, saj je bil predsednik Slovenske sekcije med najbolj aktivnimi člani JDON.

3.2 Obdobje izvajanja »melioracij«

Pomembno je izpostaviti določena pozitivna in negativna stališča SDNO na trende izvajanja »melioracij«. Izpostaviti je potrebno tudi izredne aktivnosti SDNO v obdobju od 1965. leta dalje, ko je bil predsednik društva Drago Mišič, direktor VGP DRAVA-MURA. V tem obdobju so se začele priprave na izvajanje melioracij v Sloveniji; v to obdobje sovpada mandat takratnega Republiškega sekretarja za kmetijstvo, ki je igral pomembno vlogo pri realizaciji celotnega programa »melioracij«. Problemi nevzdržne urbanizacije najboljših kmetijskih zemljišč in rapidno zmanjševanje površin za pridelavo hrane v Sloveniji (akcija B.Matičič & A.Stritar) so predstavljali osnovo za aktivnosti pri urejanju kmetijskih zemljišč s hidro- in agromelioracijami. To obdobje je bilo čas mednarodnih političnih konfliktov, in ker je obstajala določena krizna situacija ter nevarnost invazije v Jugoslavijo, je Zvezni Izvršni Svet sprejel Sklep o t.i. »zelenem planu«, na podlagi katerega republike ne bi bile več odvisne od uvoza hrane iz drugih republik (npr. iz Vojvodine), pač pa bi morale republike poskrbeti za možno zagotovitev samooskrbe v prehrani prebivalstva republike.

V Sloveniji je vse po drugi svetovni vojni obstajal negativni trend v stanju kmetijskih obdelovalnih površin. V tistem času (1970) smo ugotovili, da se je fond obdelovalnih površin v Sloveniji po drugi svetovni vojni zmanjševal povprečno za 1.500 ha letno in to zaradi hitre in nepremišljene urbanizacije (širitve naselij, gradnje industrijskih objektov, gradnje prometnic itd.). Najbolj rodovitna obdelovalna zemljišča so bila na obronkih naselij in na teh površinah se je običajno širila urbanizacija. Na podlagi teh dejstev, in upoštevajoč »zeleni plan«, so se zahvaljujoč Republiškem sekretariatu za kmetijstvo, oz. takratnemu Republiškem sekretarju Milovanu Zidarju, začele priprave za nadomeščanje urbaniziranih kmetijskih zemljišč s

hidro- in agromelioracijskimi deli močvirnih travnikov. Vpeljana je bila taksa v obliki »prispevne stopnje zaradi spremembe namembnosti kmetijskih zemljišč zaradi urbanizacije«, ki je od vsakega m² urbaniziranega kmetijskega zemljišča dala zadostno finančno osnovo za ureditev manj rodnega močvirnega zemljišča s hidro- in agromelioracijskimi deli. Prispevna stopnja se je zbirala na občinah, ki so izdajale gradbena dovoljenja in so imele podatke o površinah, ki se jim spreminja namembnost. Občine so odvajale sredstva na Ministrstvo za finance. To je preusmerjalo sredstva na Zvezo vodnih skupnosti Slovenije, kjer je deloval »Odbor za melioracije«, ki je odobral financiranje melioracijskih del na podlagi komisij-sko ugotovljene namembnosti projekta, ki ga je predlagal v financiranje investitor.

Dela izvajanja melioracij po letu 1971 so bila dobro smiselno zastavljena in organizirana v sodelovanju s projektantskim birojem VGP Drava-Mura, ki je izdelovalo načrte drenažnih sistemov, Katedro za urejanje kmetijskih zemljišč in melioracije pri Biotehniški fakulteti, ki je izvajala vsa potrebna predhodna terenska in laboratorijska raziskovalna in meritvena dela, na podlagi katerih so načrtovalci pri biroju VGP izdelovali načrte v okviru VGP Drava-Mura. Dela so v letih do 1980. odlično potekala. V tem času je bilo melioriranih približno 25.000 ha zemljišč.

V začetku 80-ih let so bila zakonsko uvedena interventna sredstva za potrebe urejanja kmetijskih zemljišč z melioracijami. Žal je nekako v to obdobje sovpadla kriza v gradbeni stroki. Gradbena podjetja (projektantska, izvajalska) naenkrat niso imela dela in sredstev za preživetje. Zavedajoč se tega kriznega stanja na eni strani ter razpoložljivih visokih zneskov za intervencijska dela v melioracije, ki jih je nudila vlada, se je mnogo gradbenih podjetij lotilo projektantskih in izvajalskih del urejanja kmetijskih zemljišč, pa četudi niso bila za to usposobljena. Nastal je nekakšen evforični napad na interventna sredstva. To pa je bilo usodno za kvaliteto del izvajanja melioracij. Marsikatera investicijska dela urejanja zemljišč z melioracijami, ki jih ni izvajal VGP Drava-Mura, so bila nekvalitetno izvedena. K temu je veliko pripomogla visoka inflacija (preko 2000 %), zaradi katere se dela niso mogla izvesti po načrtu. V 80-ih letih je

bilo v takih pogojih izvedenih nadaljnjih 60.000 ha melioriranih zemljišč (skupno torej ca 85.000 ha). Raziskave in evidenca učinkovitosti drenažnih sistemov, ki jih je v letih 1994-1997 izvedla katedra za melioracije in urejanje kmetijskih zemljišč pri Biotehniški fakulteti, so dokazali, da je le približno 25.000 ha melioriranih kmetijskih površin v dobrem stanju in te bi bilo možno v prihodnje uporabiti oziroma opremiti z dodatnimi ukrepi (fitoremediacije). Pretežni del od približno 60.000 ha dreniranih površin bi potreboval sanacijska dela, da bi drenaža v celoti lahko nudila pogoje za varovanje podzemnih in površinskih voda pred onesnaženjem.

Nestrokovno delo meritev strokovnih podlag (delo inštitucije iz sosednje republike) v 80-ih letih je bil sicer en razlog za nekvaliteten pristop pri načrtovanju in kasneje izvajanju melioracijskih sistemov, še večji razlog pa je bilo vključevanje raznih nepoklicnih gradbenih organizacij pri teh delih zaradi krize v gradbeništvu. Velik problem je ustvarila tudi huda inflacija. Pomembni dejavnik v sklopu negativnih pogojev pri izvajanju melioracij pa je bilo tudi pomanjkanje kadrov za izvajanje strokovnega nadzora.

Nestrokovni pristop izvajanja melioracij v 80-ih letih je upravičeno začel motiti marsikoga v Sloveniji in tako so naravovarstveniki uspeli izglasovati v parlamentu »moratorij« na izvajanje melioracij v letu 1990, zaradi katerega je bila za nekaj let prekinjena aktivnost na tem področju. Seveda so bila ukinjena tudi interventna sredstva in melioracije, ki so se v nadaljevanju izvajale v zelo omejenem obsegu, skladno z razpoložljivimi sredstvi pri Enoti za razvoj podeželja pri Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.

O vseh teh problemih je SDNO na konferencah obveščal javnost. V Sloveniji je SDNO organiziral vsakoletna posvetovanja od 1965. leta dalje z aktualno problematiko s področja »melioracij tal«, poleg njih pa še številne druge pomembne posvete, simpozije in konference.

3.3 Obdobje po letu 1990

Ker so v zadnjem času zaradi klimatskih sprememb aktualni problemi zagotavljanja stabilne

pridelave hrane zaradi pogostih pojavljanj suš, so bile aktivnosti članov SDNO po letu 1990 pretežno usmerjene v reševanje problematike namakanja in spremljajočih aktivnosti, povezanih z možnostjo obvladovanja suš in preprečevanja degradacije okolja, kot sledi:

- člani SDNO so sodelovali pri izdelavi »Nacionalnega programa namakanja – NPN« v Sloveniji (1993-1994);
- organizacija letnih posvetovanj (1993, 1995, 1996) na temo »Realizacija Nacionalnega Programa Namakanja (NPN)«; posvetovanja so bila organizirana v okviru Radgonskega sejma;
- izdajanje publikacij »Namakanje v Sloveniji«;
- organizacija strokovnih tematskih ogledov v sosednjih deželah;
- aprila 2002 je SDNO na Bledu organiziral mednarodno konferenco o "možnostih obvladovanja suš in preprečevanja degradacije okolja" (Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification). http://www.wg-crop.icidonline.org/bled_cont.pdf.

Konferenca na Bledu je podala izhodišča za ustanovitev »Sub-Mediterranskega Centra za Suše«, ki ima sedaj sedež v Sloveniji in koordinira delo Nacionalnih komitejev za suše, dežel mediteranskega bazena.

- SDNO je sodeloval v okviru programa PEKO pri izdelavi mednarodne študije »O vplivu kmetijstva na onesnaževanje voda z NO₃ in NO₂« (možnosti in potrebe po obvladovanju »nitratne direktive« EU),
- SDNO je izdelal v letu 1999/2000 dolgoročno vizijo "Voda v razvoju kmetijstva in pridelavi hrane",
- SDNO je sodeloval pri načrtovanju, izgradnji in nadzoru pilotne izgradnje vodnih akumulacij – kalov.

3.4 Izobraževalne aktivnosti SDNO

SDNO sodeluje s Slovensko Inženirsko Zvezo - SIŽ, katere član je. Jeseni leta 1995 je bila ta zveza sprejeta kot enakopravna članica v FEANI (Federation des Associations Nationales des Ingenieurs). V skladu s tem je potekalo vključevanje članov SDNO za pridobitev naslova Evropski inženir - EUROING.



Nekaj članov društva, s konference ob praznovanju 60. obletnice delovanja

V večini držav po svetu delujejo na področju urejanja kmetijskih zemljišč in vodnega režima tal posebej za to dejavnost izobraženi strokovnjaki ("kulturtechnik"-Avstrija, Švica, Nemčija, "genie rural"-francosko govoreče dežele, "Agricultural Engineers"-ZDA in angleško govoreče dežele itd.); tovrstnega izobraževanja v Sloveniji (kljub naporom v preteklosti) žal še nimamo. Vključevanje v FEANI je zato za marsikoga dobrodošla prilika.

SDNO organizira seminarje za pripravo kandidatov na strokovni izpit v okviru dejavnosti, ki jih obvladuje SDNO.

SDNO koordinira uvedbo kandidatov Slovenije v izobraževalne programe ICAMAS (International Center for Advanced Mediterranean Agricultural Studies) v Bariju, Italija, Montpellieru, Francija, Zaragoza, Španija in v Caniji, na Kreti. Ti izobraževalni programi so nadgradnja (specializacija, magistrski študij) za inženirje in diplomirane inženirje agronomije, gradbeništva-hidrotehnike in gozdarstva.

3.5 Mednarodne aktivnosti

Društvo SDNO je včlanjeno v mednarodni organizaciji ICID (International Commission on Irrigati-

on and Drainage), kjer s štirimi vidnimi člani aktivno sodeluje v njenih delovnih telesih in skrbi za prenos najnovejših dosežkov urejanja voda na domače področje.

4. NEKATERE POMEMBNE PRIHODNJE AKTIVNOSTI SDNO ZA ZAGOTAVLJANJE SAOOSKRBE S HRANO V SLOVENIJI

Zavedajoč se dejstev in izhodišč, ki kažejo na trende padajoče samooskrbe s hrano v Sloveniji, se je potrebno soočiti s temi problemi in vzajemno pristopiti k akcijam za rešitev težav. Namreč:

1.) Stopnja samooskrbe s hrano se iz leta v leto zmanjšuje. Slovenija je neto uvoznik hrane in na agregatni ravni je stopnja samooskrbe padla že pod 50 %. Glede najpomembnejših poljščin, pšenice in koruze, Slovenija pridelava le okoli 50 % teh, ostalo uvozi. Leta 2006 je znašal delež uvoza vseh poljedelskih in živilskih proizvodov iz EU kar 81 % (Delo 17. 9. 2007). In prav v tem letu je imela EU zelo malo zalog žit, kar bi lahko bilo kritično za našo prehransko bilanco in pomeni, da bi lahko v času globalne krize ostali brez teh proizvodov. S tega stališča je pomembno ohranjanje in podpiranje domače pridelave.

2.) Njivske površine v ravnini, ki spadajo med najboljše kmetijska zemljišča, so v Sloveniji najbolj ogrožena zaradi pozidave. Zaradi nizkih stroškov gradnje urbane in industrijske infrastrukture se v Sloveniji vse po letu 1945, zadnjih dvajset let pa najbolj intenzivno, delež najboljših njivski površin drastično zmanjšuje.

Med evropskimi državami sodi Slovenija nedvomno v krog držav z najbolj neugodnim kmetijskim prostorom: več kot 3/4 kmetijskih zemljišč je na območjih, kjer so zaradi izrazite reliefne razgibanosti, neugodnih klimatskih in talnih razmer ter oddaljenosti in težje dostopnosti, proizvodne sposobnosti kmetijstva skromnejše, pridelava pa dražja. Neugodne okoliščine za kmetijsko dejavnost pa so tudi v ravninskih predelih, saj v Sloveniji 3/5 prebivalstva živi v najgosteje naseljenih, prostorsko omejenih ravninskih območjih, kjer je zato močno povečan pritisk urbanizacije in nekmetijskih gospodarskih dejavnosti na kmetijska zemljišča. Ti so prav v teh območjih praviloma med najboljšimi v državi. Zato se konflikti med kmetijstvom in urbanimi ter gospodarskimi razvojnimi interesi pojavljajo pretežno le za najkakovostnejša kmetijska obdelovalna zemljišča najvišjih kategorij ob mestih in naseljih. Dejstvo, da imamo obdelovalnih površin na prebivalca cca. 880 m², za preživetje pa bi po grobi oceni potrebovali vsaj cca. 2000 m², od nas nujno zahteva racionalen odnos do kmetijskih zemljišč in trajnosten razvoj v prostoru. Slovenija je po obsegu kmetijskih obdelovalnih površin (njive in vrtovi) na repu držav članic Evropske unije, saj je uvrščena šele na 24. mesto; v uporabi ima namreč samo še 8,8 % obdelovalnih površin in 25,9 % kmetijskih površin glede na vse ozemlje. V Evropski uniji je teh površin 25,9 oziroma 43,7 %.

Spremembo namenske rabe je kmetijstvo v preteklosti spremljalo na podlagi sprememb in dopolnitev prostorskih sestavin občinskih planov ter po vplačani odškodnini v lokacijskih postopkih. Po sprejetju Zakona o varstvu kmetijskih zemljišč pred spreminjanjem namembnosti leta 1982 in po uskladitvi prostorskih planskih aktov občin in republike s predpisi o varstvu kmetijskih zemljišč, se je letni obseg spreminjanja namenske rabe kmetijskih zemljišč postopno zmanjševal; od prvotnih 1.500 ha v letih

pred 1982, na 400-500 ha v letih med 1982-1989. Po ukinitvi Kmetijskih zemljiških skupnosti, od leta 1990 dalje, tega podatka v občinah nihče več ne vodi, vendar opažamo, da se je z ustanovitvijo novih občin ponovno močno povečal pritisk na spreminjanje namenske rabe varovanih kmetijskih zemljišč v urbane namene. Pri tem je zlasti zaskrbljujoče to, da gre v pretežni meri za poseganja na kmetijska zemljišča brez proučene razvojne vizije.

Slovenija je imela leta 2006 490.342 ha kmetijskih zemljišč, od tega je bilo njiv in vrtov le 177.803 ha (Statistični letopis Slovenije, 2007). Za primerjavo naj povemo še, da je bilo leta 1971 še 921.201 ha kmetijskih zemljišč oziroma 87,9 % več kot jih je danes. Po podatkih KIS-a smo v obdobju 2002 – 2005 zaradi urbanizacije izgubili kar 33.000 ha njiv oziroma 15,9 %. Če se bo delež kmetijskih zemljišč zmanjševal s takim trendom, potem jih čez 50 let ne bo več. Nesprejemljiv in brezobziren odnos do kmetijskih zemljišč bo pripeljal do popolne izgube njivskih površin, kar za prihodnje generacije lahko pomeni, da že čez 50 let ne bodo imele več njiv v ravninah.

Kljub temu, da podatkov o zmanjševanju površine kmetijskih zemljišč ni mogoče interpretirati le kot izgubo zemljišč zaradi urbanega razvoja, vsi podatki nedvomno kažejo, in tega bi se morali Slovenci najresneje zavedati, da narašča pritisk na življenjsko pomembno, in za pridelovanje hrane nenadomestljivo, naravno dobrino. Zavedati bi se torej morali, da je hrana strateška surovina. Globalizacija na tem področju ni rešitev, ta vodi v ekonomsko in politično odvisnost. Streznitev bo torej čez približno 50 let (ob nadaljevanju dosedanjih navad pozidave najboljših kmetijskih zemljišč) za Slovence boleče razočaranje.

3.) Kmetijska zemljišča v Sloveniji so bila v preteklosti (od 1970. dalje) ustrezno zaščitena, oziroma varovana pred urbanizacijo, s pomočjo izvedene kategorizacije vseh kmetijskih zemljišč, določitve zazidalnih območij naselij in s tem v zvezi ustreznih zakonskih določil. Vendar v zadnjih desetih letih, predvsem na podlagi nekaterih aktivnosti prostorskih planov občin (kot primer MOL v zadnjem času 2008) ter obnašanja oddelkov za okolje in prostor pri UE po Sloveniji, si dovolim

izjaviti, da je varovanje kmetijskih zemljišč pred urbanizacijo v Sloveniji »ušlo iz vajeti«.

Danes torej kmetijska zemljišča niso več varovana pred pozidavo in ni možno jamčiti, da kmetijska zemljišča v bližnji prihodnosti ne bodo pozidana ali da vsaj ne bodo v neposredni bližini stavbnih zemljišč. Slednje jih dejansko vodi v pozidavo, če se upravni organi z vso resnostjo ne lotijo teh problemov in se dogovorijo za ustrezne rešitve.

Zavedati bi se morali resnosti stanja glede kmetijske pridelave in zagotavljanja samooskrbe s hrano vsaj na področjih, kjer bi to lahko dosegali.

Ta dejstva zahtevajo takojšnje ukrepanje in Zakonsko regulativo v smeri smiselne zaustavitve nekontrolirane urbanizacije in pozidave kmetijskih zemljišč. Naj navedem nekaj možnih ukrepov: ponovna revizija prostorskih planov občin in planov zazidljivih območij naselij (»zoningov«) ter opredelitev varovanih kmetijskih območij izven »zoningov«. Znotraj »zoningov« bi bila potrebna, za spremembo namembnosti kmetijskih zemljišč v urbana zemljišča, ponovna uvedba »prispevne stopnje«, ki je bila v preteklosti že v veljavi (prispevna stopnja bi nedvomno zavrla težnje po pozidavi kmetijskih zemljišč), ta bi nudila materialno osnovo kmetijski stroki za namene urejanja zemljišč in podeželja in urejanje zemljišč in vodnega režima za namene zagotavljanja varne pridelave in samooskrbe s hrano brez vpliva vremenskih nevarnosti zaradi klimatskih sprememb.

To je le nekaj opažanj na podlagi spremljanja aktualnih dogodkov. Menim, da bi morale prizadete stroke (kmetijska, naravovarstvena) pravočasno reagirati na predvidene ukrepe, in skupaj s stroko za »okolje in prostor«, najti ustrezne vzajemno dogovorjene rešitve ter jim dati zakonske osnove.

prof. dr. Brane Matičič
generalni sekretar Slovenskega društva
za namakanje in odvodnjo

STANJE HIDROMELIORACIJ V SLOVENIJI

Marjeta Jerič

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

I. UVOD

Hidromelioracijski sistemi so osuševalni in namakalni sistemi, namenjeni usposobitvi kmetijskih zemljišč za učinkovito kmetijsko pridelavo, s tem, da načrtno vplivajo na režim vlage v tleh. Zakonska izhodišča za melioracije se nahajajo v Zakonu o kmetijskih zemljiščih - uradno prečiščeno besedilo (Uradni list RS, št. 55/2003).

Vseh trenutno evidentiranih hidromelioracijskih sistemov je 874, od teh je 478 osuševalnih in 396 namakalnih (velikih in večina malih) sistemov. Od vseh HMS se okoli 300 osuševalnih in velikih namakalnih sistemov redno vzdržuje. Za ostale HMS MKGP nima ažurnih podatkov o njihovem delovanju. Delujoči osuševalni sistemi obsegajo okoli 50.000 hektarjev, veliki delujoči namakalni sistemi pa okoli 5.700 hektarjev.

Hidromelioracijski sistemi so bili zgrajeni po večini v 80. in 90. letih prejšnjega stoletja. Za večino sistemov iz takratnega obdobja niso bili izpeljani postopki pridobitve uporabnega dovoljenja. Leta 2003 in 2004 so na upravnih enotah in občinah, skupaj s pristojnimi službami, potekale verifikacije obstoječih hidromelioracijskih sistemov, na podlagi katerih se je na novo zarisal obseg izvedenih melioracij.

Zadnjih 20 let se v okviru velikih melioracijskih sistemov izvajajo zgolj investicije v velike namakalne

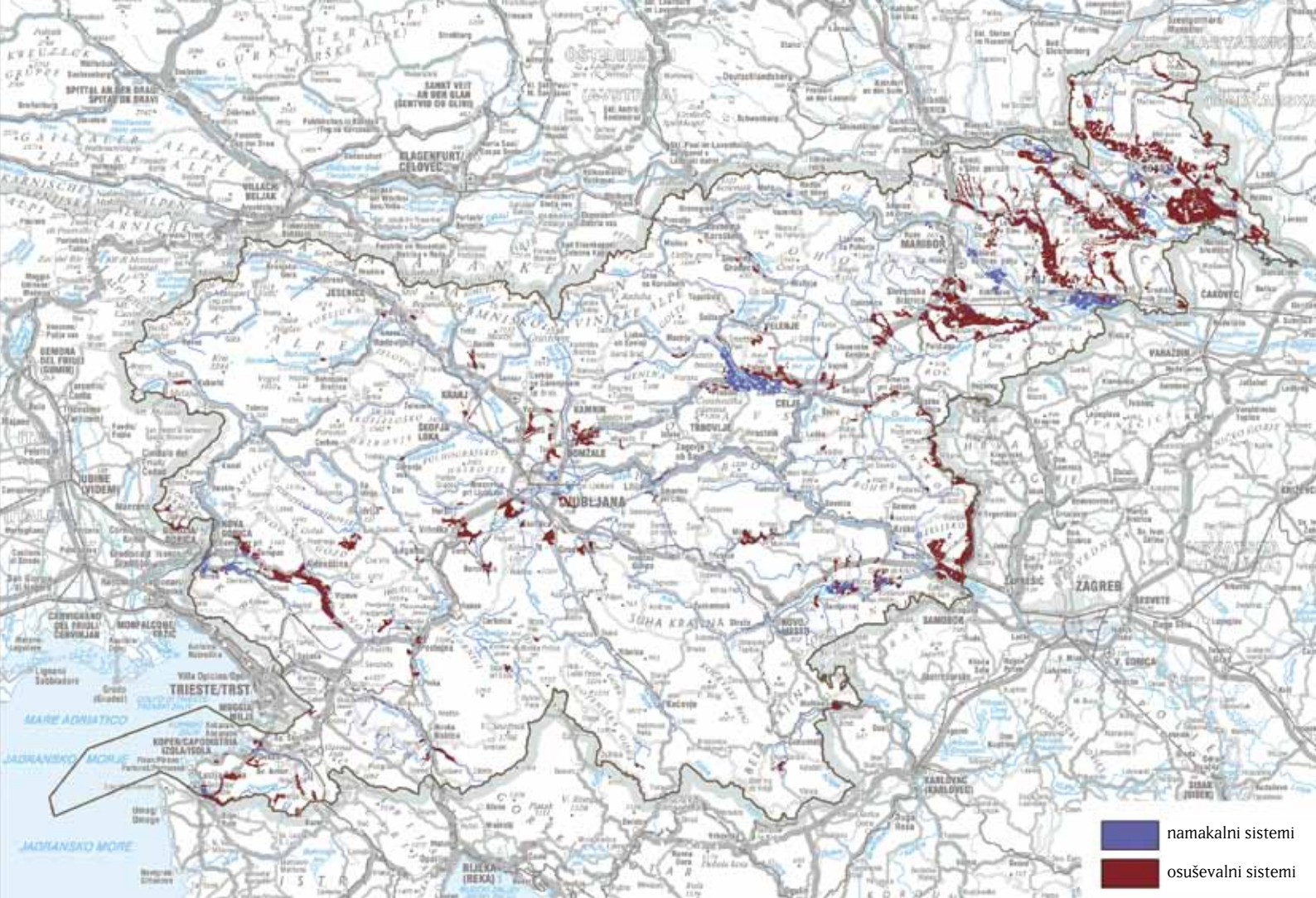
sisteme in agromelioracije. Osuševalni sistemi se po sušnih letih 1992 in 1993 niso izvajali, saj je bil zaradi naravovarstvenih razlogov uveden moratorij. Novih investicij na področju namakanja je bilo v zadnjih 20 letih relativno malo. V obdobju od 1993 do 2006 so se sicer razvijali nekateri veliki namakalni sistemi (Miklavž, Osluševci, Ivanci, Kalce - Naklo). Več pa je v zadnjem desetletju malih namakalnih sistemov, kjer je lastnik namakanih zemljišč posameznik.

2. SISTEM UPRAVLJANJA IN VZDRŽEVANJA HMS V SLOVENIJI

Upravljanje in vzdrževanje v Sloveniji je ločeno na osem sklopov hidromelioracijskih sistemov, ki so razdeljeni na podlagi administrativnih meja upravnih enot, približno po mejah porečij večjih slovenskih rek:

Podravske, Koroške, Savinjske – zasavske, Dolenjske – posavske, Centralne in Gorenjske, Obalne – kraške – notranjske in Goriške.

MKGP ima za upravljanje in vzdrževanje hidromelioracijskih sistemov po sklopih sklenjene okvirne sporazume za opravljanje teh storitev za obdobje v letih 2008 do 2011. V nekaterih sklopih upravljanje in vzdrževanje HMS opravljajo ista podjetja, v nekaterih primerih so že s sporazumom določeni drugi izvajalci vzdrževalnih del. Vsaka melioracijska skupnost pa ima tudi možnost, da izbere cenejšega podizvajalca del.



Karta 1: Hidromelioracijski sistemi v Sloveniji, vir: MKGP, GURS
kartografija: Marko Premelč, Marjeta Jerič, leto: 2010

Za način opravljanja javne službe je v pripravi koncesijski akt, na podlagi katerega se bo podelilo koncesijo za izvajanje javne službe upravljanja in vzdrževanja hidromelioracijskih sistemov. Akt bo določil predmet koncesije, organizacijo in območje izvajanja te javne službe idr.

2.1 Vzdrževanje HMS v Sloveniji

Sredstva za vzdrževanje hidromelioracijskih sistemov zagotavljajo lastniki oziroma zakupniki kmetijskih zemljišč znotraj hidromelioracijskih sistemov, v sorazmerju s površino zemljišč. Zbiranje sredstev za redno delovanje in vzdrževanje se izvaja preko odmere Davčne uprave RS, na podlagi sprejetega predpisa o določitvi višine nadomestila za kritje stroškov za vzdrževalna dela na skupnih objektih in napravah na melioracijskih območjih za tekoče leto. Sredstva, zbrana v odmeri, se vplačujejo v proračun Republike

Slovenije, nato pa se knjižijo na strogo namensko proračunsko postavko MKGP. Zbrana sredstva se evidentirajo za vsak hidromelioracijski sistem posebej in se nato v višini zbranih sredstev porabijo izključno za namene vzdrževanja in rednega delovanja na določenem melioracijskem območju, v skladu s sprejetimi programi vzdrževanja. Za posamezen sistem izbrani upravljavci pripravijo letne programe vzdrževanja, ki jih uskladijo z melioracijskimi skupnostmi na terenu.

Odmera sredstev za vzdrževanje in redno delovanje hidromelioracijskih sistemov se izvaja od leta 2003. Prvič leta 2003, s številnimi procesnimi zapleti, predvsem z vidika pravilnosti podatkov in samo za fizične osebe, drugič v letu 2004 za pravne in fizične osebe ter z bistveno manjšimi napakami. Zaradi predvidenih zakonskih sprememb se nato odmera dve leti ni izvajala. Odmera se je nato ponovno izvedla v letih 2007, 2008 in 2009.



Karta 2: Sklopi hidromelioracijskih sistemov

Vzdrževanje sistemov se je tako vsaj v okrnjeni obliki izvajalo na aktivnih hidromelioracijskih sistemih v letih 2004, 2005 in nato spet v letih 2007 do 2010. V letu 2010 se preko sredstev, zbranih v odmeri, vzdržuje 183 sistemov. Predvidevamo, da se bo sedaj potek zbiranja sredstev ustalil. Zaradi večletnega zastoja pri vzdrževanju melioracijskih sistemov, so bili nekateri v zelo slabem stanju.

Naloge vzdrževanja osuševalnih sistemov so zlasti:

- košnja trave na brežinah jarkov,
- posek zarasti na brežinah jarkov,
- popravilo obstoječih poljskih poti z navozom in utrditvijo,
- čiščenje cevnih prepustov z odvozom materiala na deponijo,
- izpiranje drenaž,
- ročno čiščenje brežin jarka ob izlivki in čiščenje izlivke, zamenjava poškodovanih izlivk,
- čiščenje jarkov - zakoličba in določitev nivelete jarkov, strojni izkop,...

Naloge vzdrževanja namakalnih sistemov pa obsegajo:

- preglede in redno vzdrževanje črpališč, vozlišč, odzemnih jaškov, blatnikov,
- preglede zasunov in hidrantov,
- sanacijo pokrovov,

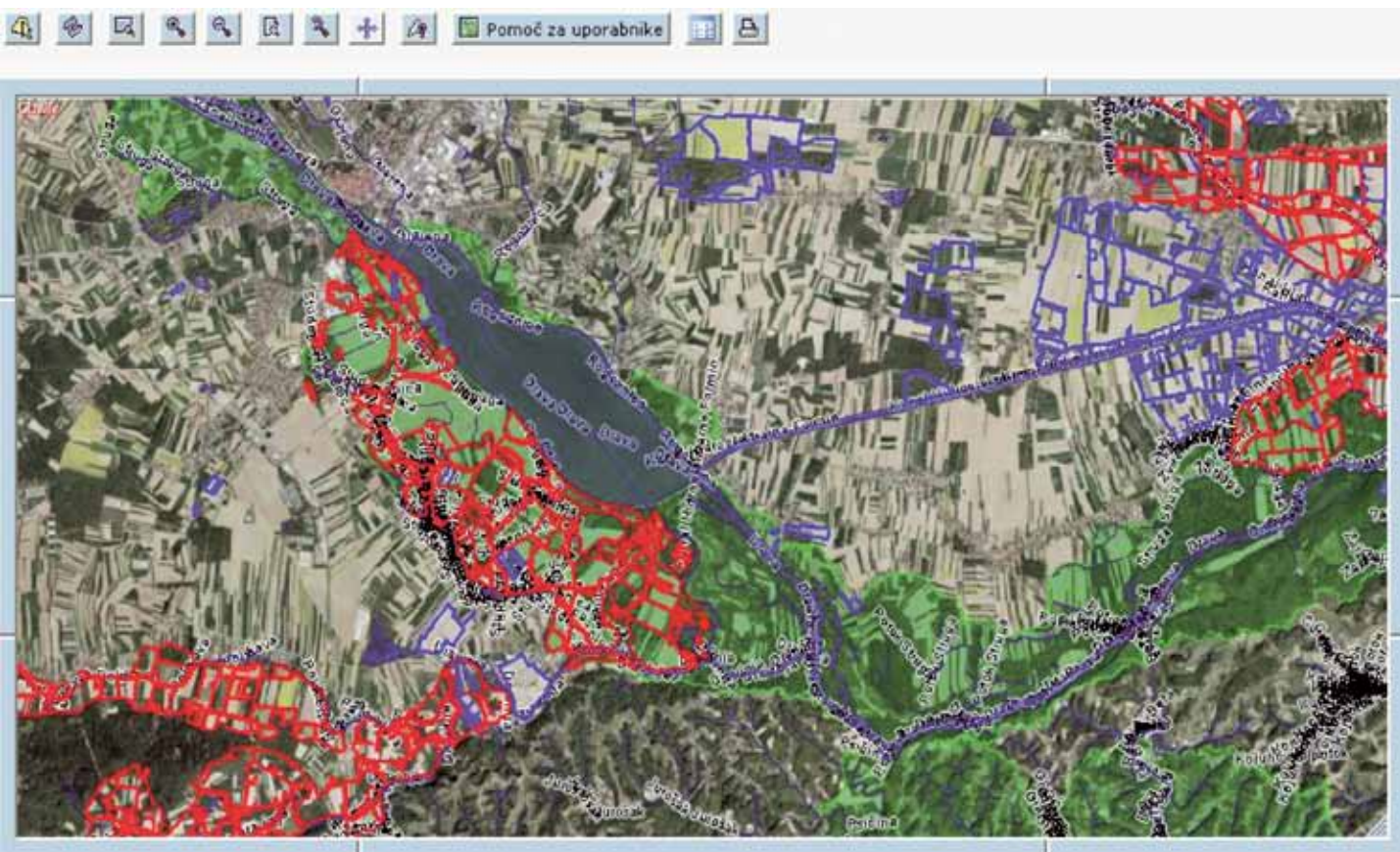
- košnja trave,
- vzdrževanje cevododov,
- polnjenje in odzračevanje cevododov,
- praznjenje namakalnih sistemov - konzerviranje črpališč,
- odstranjevanje mulja iz usedalnikov in filtrov,
- meritve katodne zaščite,
- vzdrževanje električne opreme črpališč,
- vzdrževanje TP in VN voda,
- zimska zaščita črpalk in elektro omar.

2.2 Vzdrževanje HMS nasproti drugim ukrepom rabe ali varovanja prostora

Hidromelioracijski sistemi se nahajajo na območjih, kjer veljajo tudi drugi ukrepi rabe prostora oziroma varovanja le-tega.

Na kmetijska zemljišča, tudi HMS, posega vrsto interesov za pozidavo (graditev avtocest, industrijskih con,...). Na podlagi Zakona o kmetijstvu (Ur. l. RS, št. 45/2008) ima MKGP vlogo soglasodajalca pri postopkih poseganja v prostor, ki pa se pogosto zaobide, zato se projekti izvajajo brez soglasja MKGP, kar vodi do uničenja HMS.

HMS ležijo na območjih, ki so zavarovana kot Natura 2000, krajinski parki ali ožja zavarovana območja. Na podlagi Uredbe o izvajanju na-



Slika 1 : Grafični prikaz HMS in drugih slojev podatkov v KatMeSiNi

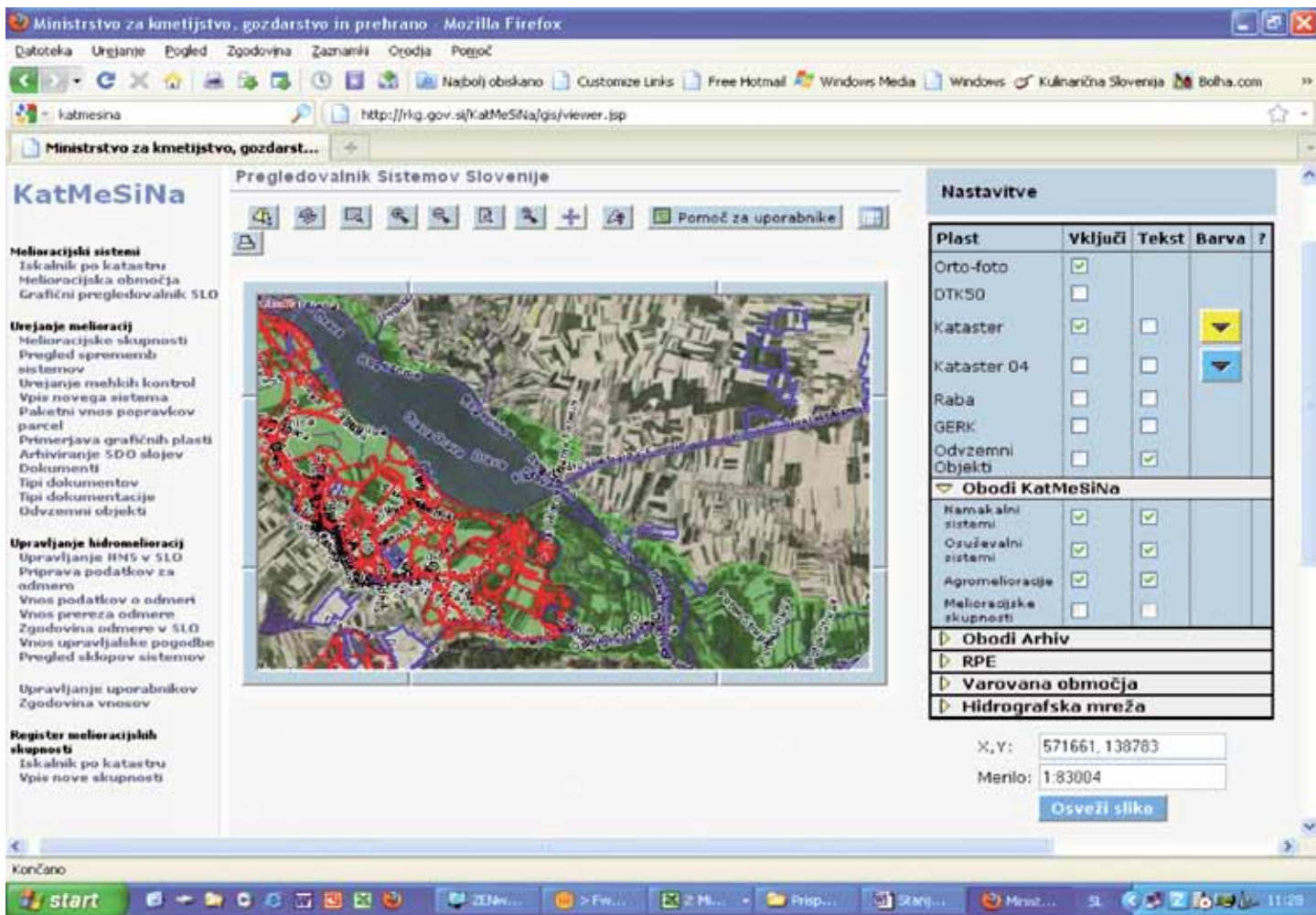
log na hidromelioracijskih sistemih (Ur. l. RS, št. 108/2005), mora programe vzdrževanja, ki se nanašajo na varstvena, varovana in zavarovana območja ter ogrožena območja, poleg MKGP potrditi tudi Ministrstvo za okolje in prostor (v nadaljnjem besedilu MOP). V letu 2010 je bilo v programih upravljanja in vzdrževanja 70 HMS, ki ležijo znotraj Nature 2000 oziroma drugih območij varovanja narave. Postavljeni pogoji in smernice za vzdrževanje, ki so jih postavili pristojni Zavodi RS za varstvo narave, so naleteli na velik odpor lastnikov zemljišč, ki plačujejo odmero nadomestila za vzdrževanje HMS in se s pogoji ne strinjajo, zato izvajalcem preprečujejo izvajanje vzdrževalnih del, v skladu s postavljenimi pogoji kot so ročna košnja trave, košnja le ene strani brežin, košnja v 2 – 3-letnih cikliih, jarki naj se ne bi poglabljali, košnja brežin jarkov v pasovih, omejitev sečnje dreves idr.

Ovira pri učinkovitejšemu delovanju HMS je tudi pomanjkanje sredstev za vzdrževanje hidromelioracijskih jarkov in vodotokov. Tako melioracijski

jarki kakor tudi vodotoki so bili v preteklosti pod pristojnostjo Zveze vodnih skupnosti, danes pa so prvi pod pristojnostjo upravljanja MKGP, drugi pa v pristojnosti MOP-ARSO. Sredstva za vzdrževanje hidromelioracijskih jarkov zagotavljajo lastniki in zakupniki zemljišč, ta pa ponekod ne zadoščajo za vsa potrebna vzdrževalna dela in za celotno območje HMS. Finančni vir za vzdrževanje vodotokov se črpa iz Vodnega sklada, ki pa ravno tako ne omogoča zadostnega vira za vzdrževanje vseh vodotokov. Tako je odvodnja melioracijskih jarkov ponekod neučinkovita in vodi do obdobjih poplav kmetijskih zemljišč in posledično do škode na kmetijskih pridelkih.

3. EVIDENCA MELIORACIJSKIH SISTEMOV IN NAPRAV

MKGP vodi evidenco o melioracijah kmetijskih zemljišč. Spletna aplikacija, imenovana KatMeSiNa (Kataster melioracijskih sistemov in naprav), se je v sedanji obliki vzpostavila leta 2003 na



Slika 2 : Grafični prikaz možnosti izbora podatkov v KatMeSiNi

osnovi prejšnje baze EviMeS (Evidenca Melioracijskih Sistemov). Aplikacija KatMeSiNa je od leta 2004 osnovana na bazi podatkov Oracle kot na spletnih brskalnikih temelječe orodje (za pregledovanje in polnjenje podatkov v njunih atributnih in grafičnih delih). Aplikacija je osnovana na grafični tehnologiji Giselle in predstavlja zasnovo za vrsto nalog, ki se navezujejo na upravljanje, redno delovanje ter vzdrževanje melioracijskih sistemov.

KatMeSiNa vsebuje grafični in pisni del. V grafičnem delu jo sestavljajo obodi melioracijskih območij. Podlage za grafični pregledovalnik so digitalni katastrski načrti (DKN) in digitalni ortofoto načrti (DOF). Obode HMS se je v evidenco vrisalo na podlagi obstoječe projektne dokumentacije (PGD, PZI). Grafični vpogledovalnik je javno dostopen na <http://rkg.gov.si/KatMeSiNa/>

gis/autoLogin.jsp. V internem delu, dostopnem z geslom, je dostopen tudi pisni del aplikacije, ki ga sestavljajo ključni podatki o HMS in so dostopni obstoječi dokumenti (skenirani) in vsa obstoječa dokumentacije, s katero razpolaga MKGP.

V grafični pregledovalnik so vključeni tudi drugi sloji podatkov: sloji varovanih območij in GURS-ova hidrografska mreža, s pomočjo katerih se lahko kontrolira in usklajuje z drugimi režimi, tako varovanje narave kot upravljanje z vodami.

Na podlagi Zakona o kmetijskih zemljiščih in Zakona o kmetijstvu sta bila sprejeta tudi dva podzakonska akta: Pravilnik o registru melioracijskih skupnosti, ki določa vsebino, način in postopek vodenja ter vpisa in izbrisa iz registra melioracijskih skupnosti ter Pravilnik o evidenci melioracij-

skih sistemov in naprav, ki določa vsebino, način vodenja in postopek vodenja evidence melioracijskih sistemov in naprav.

Aplikacija se sproti dopolnjuje in nadgrajuje. V aplikacijo bo potrebno vrisati melioracijsko infrastrukturo in jo povezati z drugimi podatkovnimi bazami (Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture, Zemljiška knjiga, ...) ter bazo nadgraditi v smislu programske podpore za strateška planiranja in poročanja.

4. ZAKLJUČEK

Sistem upravljanja in vzdrževanja HMS, se je v sedanji obliki vzpostavil v letu 2003. Po vzpostavitvi javne službe upravljanja in vzdrževanja pričakujemo, da naj bi vzdrževanje HMS v prihodnje potekalo kontinuirano. Ob vse večjih pritiskih na kmetijska zemljišča pa bo potrebno veliko dogovarjanja z drugimi resorji in uporabniki prostora za uspešno delovanje HMS. Vzpostavljena je evidenca melioracijskih sistemov in naprav, ki pa jo je potrebno nadgraditi z vrisom melioracijske infrastrukture in povezati z drugimi bazami.

5. VIRI

1. Banovec, P., 2008. Hidromelioracije v Sloveniji – Modra knjiga, Ljubljana, Inštitut za vodarstvo, 68 str. (arhiv MKGP, neobjavljeno)
2. Katmesina. URL: <http://rkg.gov.si/KatMeSiNa/gis/autoLogin.jsp> (citirano 24. 11. 2010)
3. Revizija informacijskega sistema KatMeSiNa, 2007. Trzin, 5Element, 95 str. (arhiv MKGP, neobjavljeno)
4. Stražar, S., Institucionalna ureditev hidromelioracij – pregled stanja in načrti za v bodoče. 13. Mišičev vodarski dan, 2002. Zbornik referatov. Maribor, Vodnogospodarski biro, str. 56 – 67
5. Uredba o izvajanju nalog na hidromelioracijskih sistemih, Uradni list RS, št. 108/2005
6. Zakon o kmetijskih zemljiščih (uradno prečiščeno besedilo), Uradni list RS, št. 55/2003
7. Zakon o kmetijstvu, Uradni list št. 45/2008

ZAGOTAVLJANJE POPLAVNE VARNOSTI

mag. Rok Fazarinc, univ.dipl.inž.grad.
Inženiring za vode d.o.o.

UVOD

V prispevku je opisana poplava jugozahodnega in južnega dela Ljubljane med 17. in 23. septembrom 2010. Posamezna območja Ljubljane so poplavili trije ločeni pojavi, ki so bili posledica intenzivnih padavin v treh valovih med petkom 17. septembra in nedeljo 19. septembra. Ljubljano so v različnih časovnih obdobjih poplavljal visoke vode Glinščice, Gradaščice in Ljubljanice. V nadaljevanju je prikazan predlog ukrepov za zagotovitev poplavne varnosti zahodnega in jugozahodnega dela Ljubljane ter ukrepi za zmanjšanje poplavne ogroženosti južnega dela Ljubljane.

POPLAVNA NEVARNOST JUŽNEGA DELA LJUBLJANE

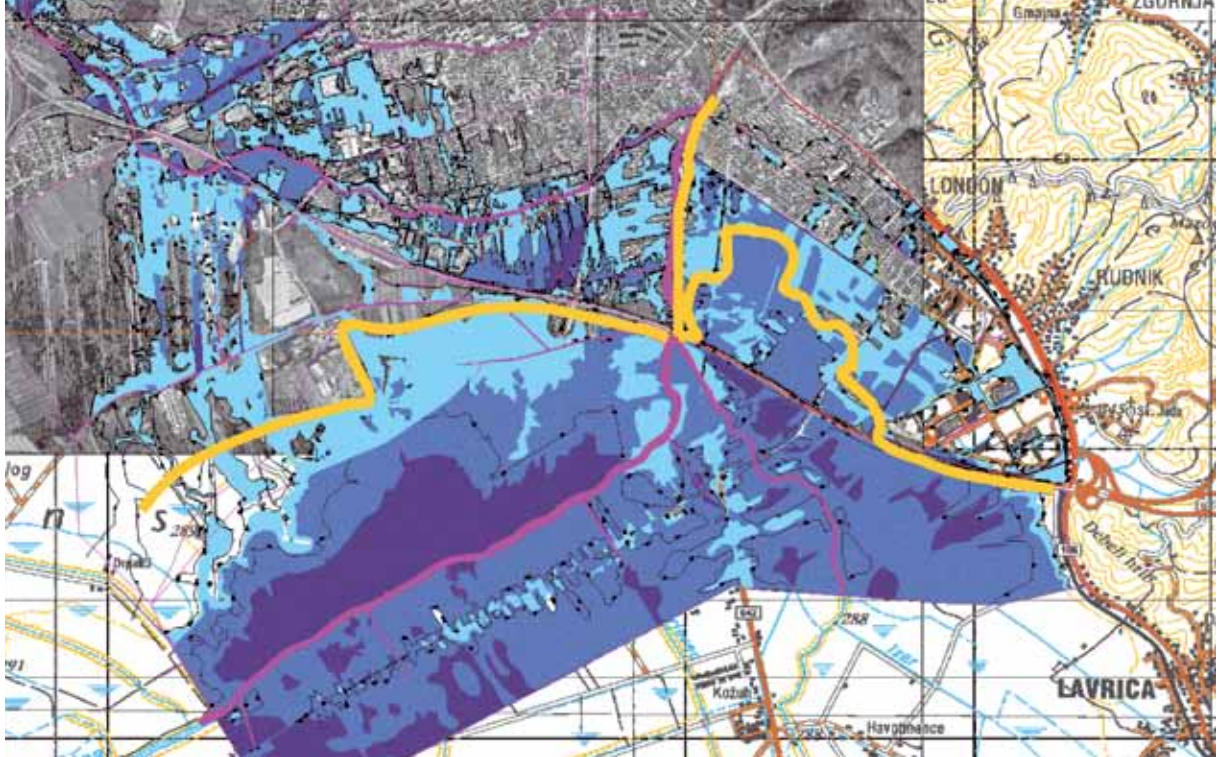
Južni del Ljubljane poplavno ogroža več pojavov. Zahodni del med Podutikom in Rožno dolino ogrožajo visoke vode Glinščice in pritokov, jugozahodni del Ljubljane (celoten Vič) do Ljubljanice ogroža Gradaščica s Horjulko, južno obrobje in južni del Rudnika poplave na Ljubljanskem barju ter osrednji in severni del Rudnika pritoki z Golovca in notranje vode. Med poplavo od 17. do 24. septembra so Ljubljano prizadele predvsem poplave Gradaščice, Ljubljanskega barja in Glinščice. Na Sliki 1 je prikazana karta poplavne

nevarnosti za južni del Ljubljane, na kateri rume-na črta predstavlja približno ločnico med posameznimi vplivnimi območji.

POPLAVA GLINŠČICE 17. SEPTEMBRA 2010 IN NAČRTOVANI UKREPI ZA ZMANJŠANJE POPLAV

Porečje Glinščice obsega severozahodno in zahodno obrobje Ljubljane (Dravlje, Koseze, Šišenski hrib, Glince in Podutik). Zaradi relativno majhnega porečja ($F= 19,23 \text{ km}^2$) so kritične predvsem visoke vode krajših, nekaj urnih intenzivnih padavin. V petek podnevi je Glinščica poplavila vse razlívne površine zahodno in vzhodno od Zahodne obvoznice, prelila Brdnikovo cesto in ogrozila prostore Nacionalnega biološkega inštituta na levem bregu in Biotehnične fakultete ob Jamnikarjevi ulici v Ljubljani. Obseg poplav Glinščice je bil manjši od računsko določenih poplav kart poplavne nevarnosti za zahodno območje Ljubljane.

Za zmanjšanje poplavne ogroženosti območja ob Glinščici na območju Rožne doline je predvidena izgradnja zadrževalnika na Brdnikovi cesti v Ljubljani. Načrtovani nasip – nadvišanje Brdnikove ulice do 1,40 m bo dodatno aktiviral sedanje poplavno območje med Brdnikovo cesto in zahodno obvoznico. Konica pri pretoku Q_{100} se bo znižala



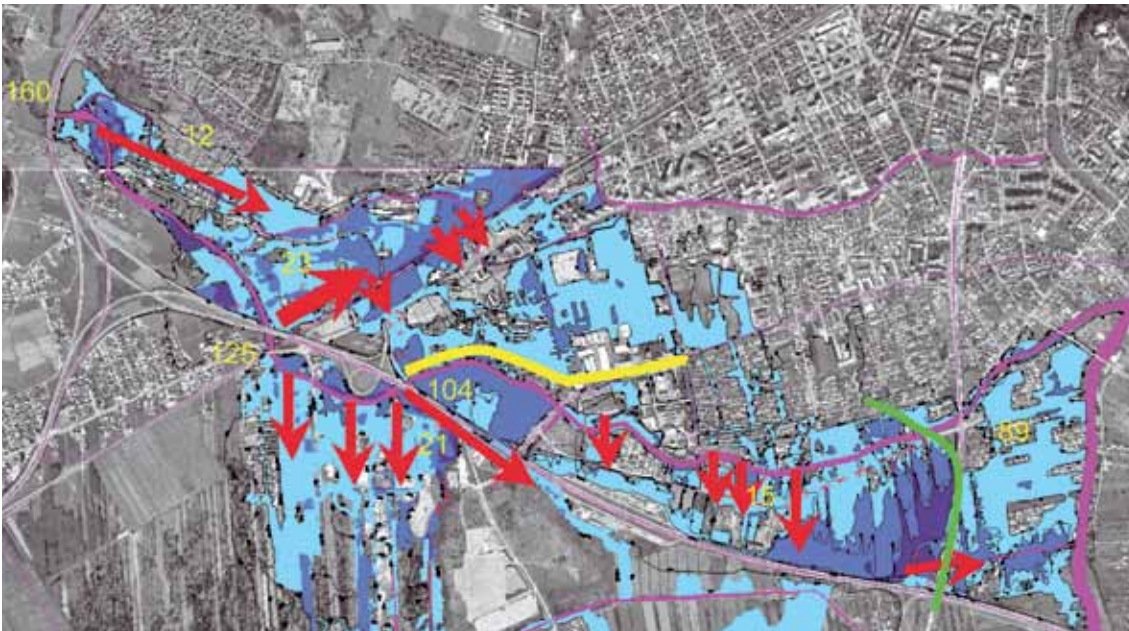
Slika 1: Karta poplavne nevarnosti za jugozahodni in južni del Ljubljane

la v prerezu Brdnikove ulice s sedanjih $38 \text{ m}^3/\text{s}$ na 18 do $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Prostornina zadrževalnika je 484.000 m^3 . Projektant zadrževalnika je g. Franci Rojnik, univ.dipl.inž.grad., investitor pa Mestna občina Ljubljana.

POPLAVE GRADAŠČICE IN HORJULKE

Reki Horjulka in Gradaščica sta začeli poplavljanje že v petek, in sicer na območjih vsakoletnih poplav. Popoldanske, predvsem pa nočne padavine s petka na soboto so povzročile dodatno naraščanje pretoka, ki je svoj prvi vrh dosegel v nočnih urah s petka na soboto. Na Bokalškem jezu ob Zahodni obvoznici, pod sotočjem Horjulke in Gradaščice se Gradaščica razdeli na Mali graben, po katerem teče večina voda skupne Gradaščice, in Mestno Gradaščico, ki do sotočja z Glinščico na Viču deluje kot mlinščica, v katero se stekajo meteorne vode z Vrhovcev in osrednjega Viča. Na območju Viča je v petek zvečer dotok po Malem grabnu že dosegel pretočnost struge. V nočnih urah s petka na soboto so se aktivirali razbremenilni tokovi, in sicer severno do Dolgega mostu proti vzhodu (Vrhovci, Rožna dolina), južno od Dolgega mostu pa proti Ljubljanskemu Barju. V jutranjih urah se je aktiviral še poplavni tok proti Vrhovcem. Za poplavo na Viču sta usodna predvsem poplavna tokova, ki se izlivata iz

struge Malega grabna, severno od Dolgega mostu. Poplava se sprva širi proti vzhodu do Viške ceste in jo mestoma preljuje. Vendar se je ob tokratnem dogodku tok proti Rožni dolini zaradi relativno nizke konice zaustavil. Skozi odprtine pod železniško progo Ljubljana-Divača (struga Mestne Gradaščice, podhod na Poti in Fajferjevi ulici) se je nato poplava širila proti jugu in zjutraj okoli 5. ure zalila območja ob Tržaški, vključno s križiščem pri Dolgem mostu. Zaradi velike dolžine vala, so se poplavne kasete postopoma polnile in dopoldne, okoli 10. ure, je voda poplavlila območje Tbilisijske in Jamove ceste. V soboto popoldan je poplava predvsem preko kanalizacijskega sistema napredovala proti Koprski cesti in v nedeljo zjutraj naprej proti Murglam. Objekti v Murglah niso bili poplavljeni. Tokovi, ki so se izlivali iz struge Malega grabna, južno od Dolgega mostu, so, preko Ceste dveh cesarjev, odtekali proti jugu. Na območju zahodno od deponije Barje je poplavna voda odtekala neposredno proti Curnovcu. Poplavljeni sta bila industrijsko obrtna cona ter občutljivo območje deponije in sortirnice odpadkov. Na območju Sibirije (južno od Murgel) se je razlita voda iz Malega grabna ujela v sistem odvodnje ob Južni obvoznici in polnila kaseto med Južno obvoznico in Barjansko cesto. AC priključek Ljubljana Center je bil poplavljen v nedeljo opoldan, kot skrajni doseg poplave Malega grabna. Spodnji tok Malega grabna, od Barjanske ceste



Slika 2: Poplavna karta Viča s smermi poplavnih tokov in ocenjenimi vrednostmi pretokov na posameznih območjih. Poplava 19.9.2010 je segla do zelene črte.

do Ljubljanice, ni poplavljal, ker se so se vsi viški vode izlili iz rečne struge.

Poleg že 20 let znanih poplavnih površin na območju znotraj AC obroča, je Horjulka poplavela skrajni zahodni del Ljubljane na širšem območju razcepa Kozarje. Odvodni jarek na območju Kosovega polja s poddimenzioniranimi premostitvami ni bil zmožen prevajati vod, ki so se izlile iz struge Horjulke pod Razori in se pretakale na južno stran Ceste Dolomitskega odreda zahodno od AC.

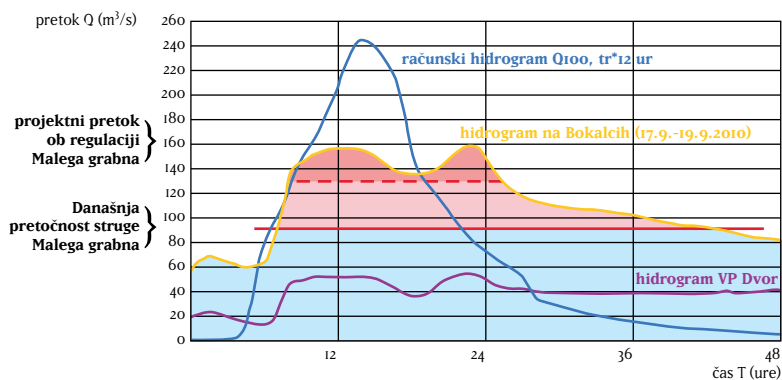
Zabeležene poplave so površinsko praktično sovpadale z izračunanimi poplavami v dosedanjih analizah s povratno dobo 100 let, vendar so bile zaradi nižjih pretokov globine poplavnih vod

manjše. Poplavna območja se razlikujejo le na območju Rakove jelše. Na Sliki 2 so prikazana poplavna območja jugozahodnega dela Ljubljane, z izrisom smeri potovanja poplavnih tokov in maksimalnega dosega zabeležene poplave.

Na podlagi primerjave dosega poplav v obeh dolinah in na območju mesta Ljubljane so bili maksimalni pretoki v dolini Gradaščice med 90 in 100 m³/s, kar predstavlja visoko vodo z 10-letno povratno dobo. Pretoki na Horjulki so bili okoli 60 m³/s, kar predstavlja 100-letno povratno dobo. Na Bokalcih je na podlagi dosega poplavnih vod ocenjen pretok Q_{l.2010} = 160 m³/s, kar je približno Q₂₀. Na Sliki 5 so prikazani 3 hidrogrami, in sicer računsko določen visokovodni val Q₁₀₀ s tra-

Sliki 3 in 4: Poplave nove soseke na Viški cesti in na Dolgem mostu (avtor slike 4: dr.Boštjan Pulko)





Slika 5: Vstopni hidrogram na Bokalcih. Rumena črta predstavlja skonstruiran poplavni val med 17. in 19. septembrom. Modro pobarvana površina predstavlja pretok po Malem grabnu brez poplavljanja, rdeča površina pa del visokovodnega vala, ki je poplavljal Ljubljano ali odtekel na barje.

janjem 12 ur, sestavljen hidrogram od 17. do 19. septembra na prerezu Bokalci in zabeležen hidrogram na VP Dvor. Pri tem je potrebno poudariti, da je mesto VP Dvor zelo slabo in da visoke vode Gradaščice nad pretokom $40 \text{ m}^3/\text{s}$ obteka vodomerne postaje. Na podlagi posnetkov domačinov in hidravličnih analiz je ugotovljeno, da je po poplavnih območjih mimo vodomerne postaje teklo med 30 in $40 \text{ m}^3/\text{s}$. Meritve v času visokih vod ni možno izvajati, saj je bila vas Dvor nedostopna od petka popoldne do nedelje zvečer.

VZROKI POPLAV MALEGA GRABNA OZIROMA GRADAŠČICE

Mali graben oziroma Gradaščica na območju mesta Ljubljane ne poteka po najkrajši in najnižji poti proti Ljubljani. Zaradi morfoloških značilnosti in posledic urbanizacije ter predvsem izgradnje prometnic se voda, ki se izlije iz struge Malega grabna, ne more več vrniti nazaj v strugo. Poplavni tokovi, ki se izlivajo iz struge Malega grabna nad Dolгим mostom in so pri tej poplavi dosegli vrednosti približno $25 \text{ m}^3/\text{s}$, lahko odteka le po strugi Mestne Gradaščice, s pretočnostjo $5 \text{ m}^3/\text{s}$, in po mestni kanalizaciji. Pri poplavah z večjim dotokom vode na območje mesta, bi po teh koridorjih odtekalo še bistveno več vode ($60 \text{ m}^3/\text{s}$).

Pretočnost struge Malega grabna je med 85 in $110 \text{ m}^3/\text{s}$. Projektirana pretočnost pred 30-imi leti je

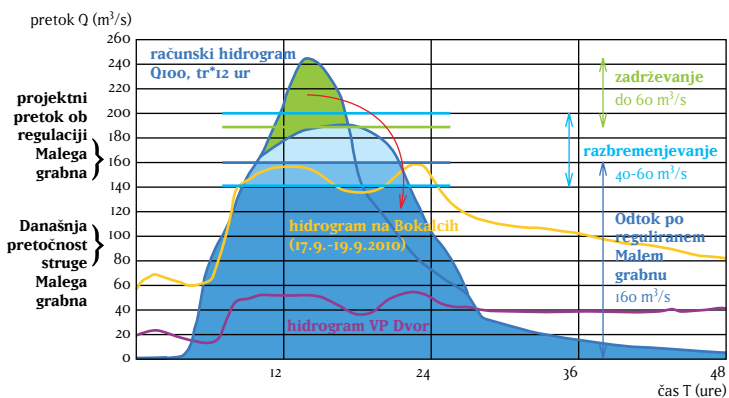
bila $164 \text{ m}^3/\text{s}$. Pričakovane visoke vode Gradaščice v prerezu Zahodne obvoznice so $Q_{100} = 243 \text{ m}^3/\text{s}$. Struga je slabo vzdrževana. Zaradi naravovarstvenih pogojev struge ni možno vzdrževati v stanju, kot je bilo predvideno v projektih regulacije. Z rednim vzdrževanjem bi se pretočnost povečala za približno $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Večina premostitev je poddimenzioniranih. Ključna ovira je železniški most pri Dolgem mostu, ki je evidentiran tudi kot kulturna dediščina.

Z ureditvami v porečju Gradaščice se je povečal odtok. Ob pogostih poplavah, ki smo jih zabeležili leta 1989, 1990, 1993, 1994, 1996, 2004, 2007 in 2009, površine ob Gradaščici na območju Dobrove še niso bile poplavljenе, v Ljubljani pa so že bila poplavljenа urbana območja na Dogem mostu, ob Cesti dveh cesarjev ter na območju Bonifacije (vrtec). Melioracije in regulacijska dela v okviru melioracij so slabo vzdrževana. Predvsem zaradi treh prečnih dolinskih nasipov in poddimenzioniranih premostitev pri Brezjah, proti Lesnem Brdu in Horjulu se ustvarjajo zelo velika poplavna območja s prostornino med $1,8$ in $2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Ta poplavna območja imajo zelo veliko zadrževalno sposobnost in jih je potrebno ohraniti.

PREDLOG UKREPOV ZA ZAGOTAVLJANJE POPLAVNE VARNOSTI JUGOZHODNEGA DELA LJUBLJANE

Ukrepi, ki se načrtujejo v okviru DPN, obsegajo tri ključne elemente, in sicer:

- Povečanje pretočnosti struge Malega grabna, od izliva do Bokalc, na prvotno projektirano pretočnost $160 \text{ m}^3/\text{s}$. Ureditev Malega grabna mora zagotavljati, da bodo visoke vode do računskih pretokov ostale znotraj struge, brez dodatnih varovanj kot so nasipi in zidovi. Predvsem na odseku med Bokalci in Dolгим mostom je potrebno dodatno preprečiti odtok dela visokih vod proti Vrhovcem. Količina vode, ki jo je možno brez poplav voditi skozi Ljubljano, je odvisna od pretočnosti železniškega mostu na Dolgem mostu.
- Razbremenjevanje dela visokih vod proti Ljubljanskem barju oziroma Curnovcu. Predvidena količina razbremenjevanja je $40 \text{ m}^3/\text{s}$ in sicer po koridorju, ki poteka od Dolgega mostu vzpore-



Slika 6: Vstopni hidrogram na Bokalcih po izvedenih ukrepih. Zelena površina visokovodnega vala se zadrži v zadrževalniku, svetlomodra razbremeni in temnomodra vodi po regulirani strugi Malega grabna.

dno z Južno obvoznico in pri bencinskem servisu Barje jug zavije proti Curnovcu. Dodatno razbremenjevanje je možno zagotoviti po koridorju, ki poteka od Dolgega mostu proti jugu, zahodno od deponije Barje. Vendar je potrebno v tem primeru porušiti en stanovanjski objekt.

- Zadrževanje visokih vod daljše povratne dobe (nad $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$) v suhem zadrževalniku severozahodno od Razorov. Načrtovan je zadrževalnik s prostornino $1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Višina nasipa na spodnjem (najvišjem) delu je 4 m.
- Poleg posegov, ki vplivajo na poplavno varnost Ljubljane, so predvideni tudi ukrepi za zagotovitev poplavne varnosti občinskega središča Dobrove in Polhovega Gradca (regulacijska dela, dodatne premostitve, preusmeritve visokih vod Horjulke) ter sanacija hudourniškega zaledja Božne nad Polhovim Gradcem in ostalih pritokov z območja Polhograjskih dolomitov. Zaradi značilnosti hudourniškega območja bi ob podobnih situacijah, kot je bila leta 2007 na območju Železnikov, hudourni voda katastrofalno prizadela Polhov Gradec, Belico in še nekatere zaselke v zgornjem toku Gradaščice. Podoben pojav je bil zabeležen leta 1926.

Vpliv posameznih ukrepov na poplavno varnost Ljubljane je prikazan na Sliki 6 z delitvijo vstopnega hidrograma po predlaganih ukrepih (kakšen delež visokovodnega vala bo prevzel posamezni ukrep). Na Slikah 7 in 8 je prikazano urejanje na območju MOL (regulacija Malega grabna, razbre-

menjevanje) ter zadrževanje na območju Razorov oziroma Dobrove.

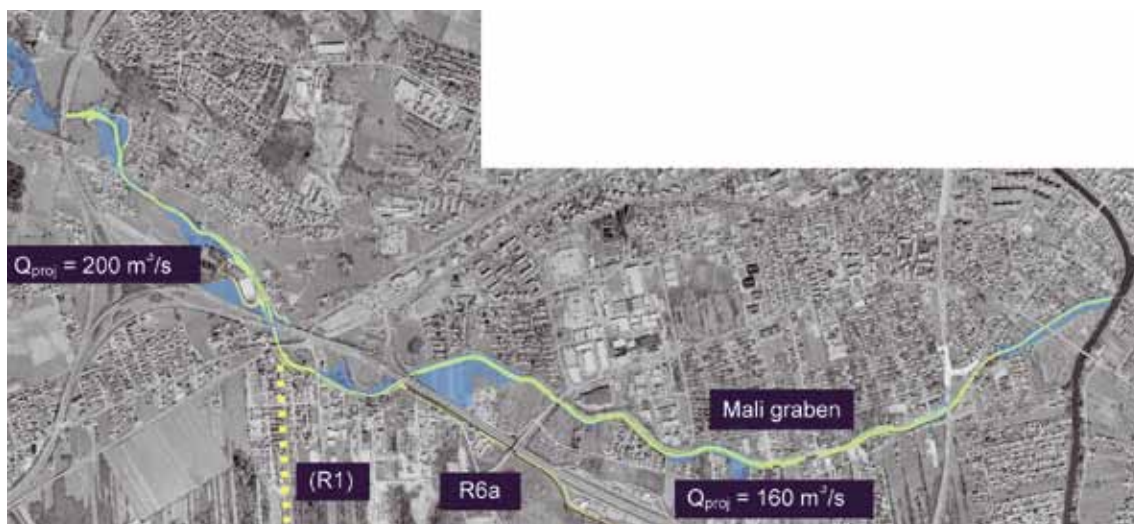
Ukrep zadrževanja in podaljševanja poti visoke vode Gradaščice z razbremenjevanjem je ključno za poplavno varnost Rudnika in območja ob spodnjem toku Ljubljanice. Če bi vse visoke vode Gradaščice po regulirani strugi speljali neposredno v Ljubljano, bi se gladina Ljubljane ob podobnih situacijah kot letos septembra, dodatno dvignila za do 0,5 m, kar bi bilo katastrofalno predvsem za Rudnik in Vevče.

POPLAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU

Poplave, ki so prizadele Ljubljansko barje, so dosegle maksimum v ponedeljek in torek, 20. in 21. septembra. Obseg poplav je bil podoben poplavam leta 1933. Zakasnitev poplav glede na padavine, in poplave na območjih z neposrednim površinskim odtokom, so posledica akumulacije v kraškem obrobju. Poplave na Ljubljanskem barju so predvsem posledica razlike med dotoki na barje in odtoki z barja. Za poplavo leta 1933 je značilno, da je bil dotok na barje skoraj $800 \text{ m}^3/\text{s}$, odtok z barja pa le 50 % te vrednosti. Na barju se je aktiviralo poplavno območje s prostornino $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Med letošnjo poplavo je bila najbolj izdatna lžica s kombinacijo kraških izvirov in hudourniškega zaledja jugovzhodnega obrobja barja.

Večina poplavljenih objektov na območju Črne vasi je grajenih brez ustreznih dokumentov, predvsem pa brez ustreznih hidroloških izhodišč. Nad poplavno gladino so bili samo objeti staroselcev in novograjeni objekti z ustreznimi hidrološkimi izhodišči, ki so izdelana na podlagi zabeležene poplave leta 1933 in že izdelane Karte poplavne nevarnosti za območje Črne vasi.

Odtok z Ljubljanskega barja je odvisen od pretočnosti Ljubljane na območju mesta, oziroma od poteka dna Mestne Ljubljane in Gruberjevega prekopa. Vendar bi bilo poplavnost možno zmanjšati le na odseku od Špice do križanja z Južno obvoznico. Ob normalnih hidroloških razmerah je režim vode na barju umetno vzdrževan z zapornicama na Ambroževem trgu in Gruberjevem prekopu.



Slika 7: Predlog ureditve Malega grabna in razbremenilnikov na območju MOL s prikazom poplavnih površin po ureditvi

Poplava Ljubljanice oziroma Ižice na Ljubljanskem barju, povzroča tudi poplavo na južnem delu Rudnika znotraj AC obroča.

Poplav na Ljubljanskem barju ni možno zmanjšati ali jih celo preprečiti. Pozidavo na barju je potrebno omejevati. V primeru, da se zidava novih objektov ali rekonstrukcija starih dovoli, je potrebno upoštevati ustrezna hidrološka izhodišča. Gladina poplavnih vod je lahko višja še za nekaj 10 cm.

Slika 8: Suhi zadrževalnik Razori pri Dobrovi s prostornino $1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$



SKLEP

Poplava, ki je 18. in 19. septembra prizadela jugozahodni del Ljubljane, je predvsem posledica neupoštevanja 20-letnih opozoril stroke. Škoda, ki jo je povzročila poplava na Ljubljanskem barju, pa je predvsem posledica nepoznavanja in neupoštevanje naravnih zakonitosti. Ali se bo v bodoče zaupanje v stroko kaj spremenilo?

VIRI:

1. Zagotavljanje poplavne varnosti JZ dela Ljubljane, IdZ, IZVO d.o.o., št. 366-2-FR/09, 2010, naročnik Ministrstvo za okolje in prostor, Dunajska 48, Ljubljana
2. Ljubljansko barje, hidrologija in analiza poplavnosti, študija, Vodnogospodarski inštitut, 1983
3. Karte poplavne nevarnosti za območja Rudnika, Ižanske ceste in Črne vasi, študija, IZVO d.o.o., št. 976-FR/09, 2009, naročnik, Mestna občina Ljubljana, Mestni trg 1, Ljubljana
4. Izdelava kart poplavne nevarnosti za območje DPN za zagotavljanje poplavne varnosti JZ dela Ljubljane, študija, A71-FR/09, 2010, naročnik Ministrstvo za okolje in prostor, Dunajska 48, Ljubljana

LEGIONELA V VODNIH SISTEMIH

Mitja Lenassi, univ.dipl.inž.str.

Lenassi d.o.o.

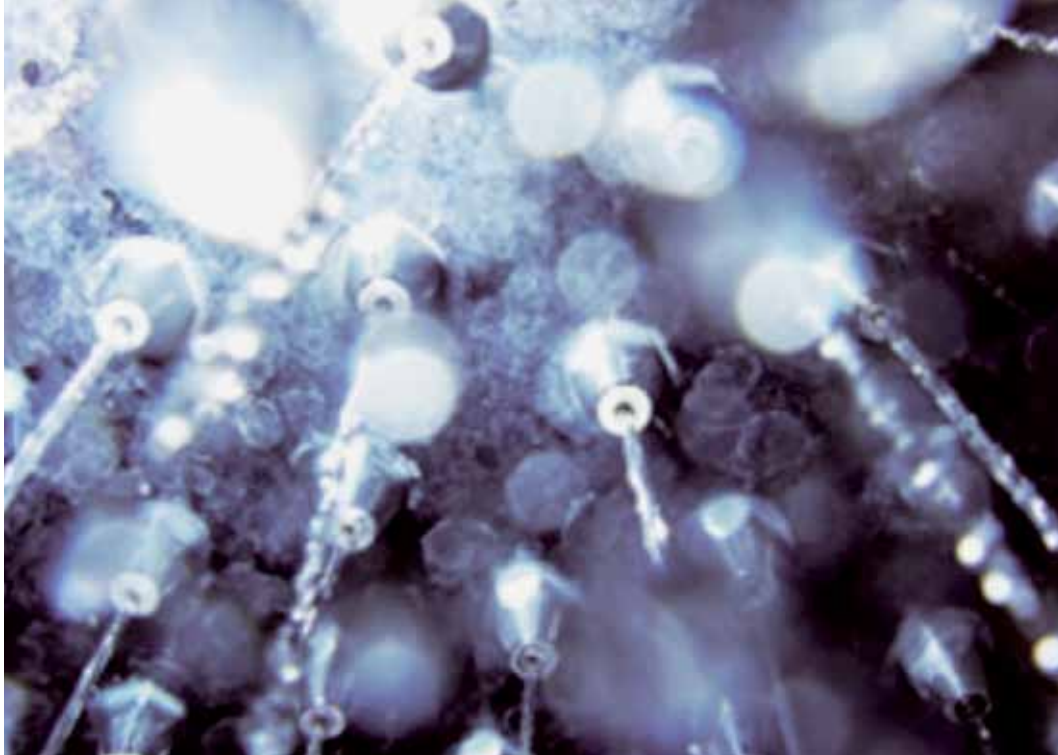
UVOD

Kaj mora pooblaščen strojni inženir vedeti o legioneli in legionarski bolezni? Ali lahko že samo z nerodnim načrtovanjem in/ali izvedbo vzpostavi pogoje, ki pripomorejo k rasti bakterije legionele v vodnem sistemu? Ali s tem povzroči nevarnost tveganja za obolelost ljudi z legionarsko boleznijo? Ali ga mora vse to skrbeti? Kaj lahko inženir stori, da zmanjša nevarnost tveganja? Ali je napeljavo vodovoda stavbe potrebno voditi skozi postopek usposobitev? To je samo nekaj vprašanj, ki si jih je pooblaščen strojni inženir pri svojem delu dolžan postaviti in nanje tudi odgovoriti.

Odkritje in opredelitev bakterije »Legionella pneumophila« izhaja od izbruha bolezni v zvezni državi Pennsylvania, ki se je zaključila s smrtjo 34 oseb od 231 obolelih. Izbruh se je zgodil leta 1976 okoli hotela v Philadelphii, ki je gostil Zbor Ameriških Legionarjev – vojakov najemnikov (American Legion Convention). Izkazalo se je, da so se vsi okužili z bakterijami iz delujočega zanemarjenega hladilnega stolpa, postavljenega v bližini vhoda hotela. Od tod tudi prvi del imena bolezni – »legionarska«, drugi del imena »pnevmofilija«, pa je bakterija dobila po grški skovanki »ljubiteljica pljuč«.

Voda v mestnih vodovodih je, preko sistema za njeno obdelavo, razkužena z uporabo klora. Ta

uniči žive organizme, kljub temu pa voda, ki vteka v hišne vodovodne napeljave, tudi ni sterilna. Prav tako ustrezna kvaliteta vode v mestnih vodovodih sama po sebi tudi ne zagotavlja ustrezne kvalitete vode na iztočnih mestih v stavbah. Mrtvi cevni odcepi in dolgi vodoravni razvodi, posebno s prevelikimi preseki glede na dejanske pretoke, kot tudi preveliki zalogovniki hladne vode in zbiralniki tople vode, lahko privedejo do daljših obdobjev zastajanja vode. Če so ob tem v ceveh prisotna še ustrezna hranila in temperatura (med 20 in 50°C), se lahko ustvari tudi biofilm. Biofilm je sloj živih mikroorganizmov na notranjih površinah vodovodnega sistema. Hranila so lahko prisotna že znotraj sistema oskrbe z vodo, lahko pa jih tvorijo izluženi organski materiali in drugi dodatki za mehčanje cevi iz umetnih mas ter gumijeva tesnila. Biofilm se lahko ustvari v novo izvedenem vodovodnem sistemu že v samo štirinajstih dneh. Bolj kot čas teče, bolj se organizmi razmnožujejo in nekateri deli biofilma se tudi odtrgajo ter tako povzročijo izredno razraščanje mikroorganizmov v celotnem sistemu, kar se nato pozna v kvaliteti vode, ki priteče skozi iztočna mesta. Če iztečena voda tvori aerosole, to je meglo drobnih kapljic, ki vsebuje legionelo, in se ta vdihuje v pljuča, je to lahko ključno za nastop legionarske bolezni. Predvsem hladilni stolpi, prhe in masažne kadi lahko predstavljajo visoka tveganja. Tveganje za porast legionele v odvisnosti od temperature prikazuje slika 1.



NARAVNO OKOLJE IN OKOLJSKI VIRI LEGIONELE

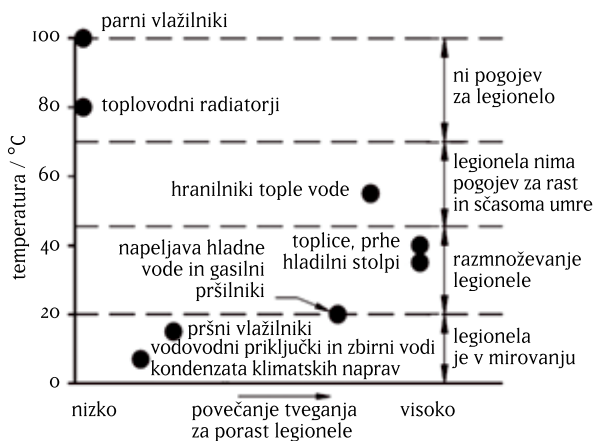
Razumevanje naravnega okolja legionele, to je njene povezave z življenjskim okoljem in ostalimi vrstami bakterij, pomaga k razumevanju dejavnikov, ki spodbujajo njeno preživetje in rast v umetnih vodnih sistemih. Legionela je prisotna v vseh naravnih in umetnih vodnih sistemih po vsem svetu in preživi v številnih življenjskih pogojih. Bakterija prenese kislo okolje (za kratek čas celo pH 2,0) in je bila odkrita v okoljih z območjem pH vrednosti med 2,7 do 8,3. Moč jo je najti v zelo različnih vrstah vod, v vodi na listih v deževnem gozdu, v podzemnih vodah in v morski vodi. Preživi lahko celo v umetnih izvorih slane vode. V določenih naravnih vodnih okoljih, na primer v podzemnih vodah onesnaženih s prstjo ali z zemeljskimi plastmi izpod površja in s temperaturo pod 20°C, je legionela lahko prisotna v tako nizkih koncentracijah, da jih z običajnimi preizkušnji na prisotnost bakterij niti ni zaznati. Takšna voda lahko vnese legionelo v zalogovnike vode in vodovodne sisteme z izdelanim okoljem, kjer kemični in fizikalni pogoji omogočajo njen nadaljnji porast.

Temperatura ima na porast legionele močan vpliv. Legionela je bila najdena v vroči vodi s temperaturo celo do 66°C, vendar pa je bakterija pri temperaturi vode 70°C uničena skorajda v trenutku. Dokazano je, da se porast seva le-

gionele zniža pri temperaturah med 45 in 50°C, nad temperaturo 50°C pa se že povsem zaustavi. Merilo termične odpornosti oziroma »D vrednost«, ki predstavlja čas pri določeni temperaturi, potreben za pomoritev 90 % preučevanih mikroorganizmov, znaša za bakterijo legionele pri 50°C 80-124 minut in pri 60°C samo 2 minuti. Sevi bakterije legionele živijo in se razširjajo pri temperaturah med 25 in 45°C, najugodnejše temperaturno območje pa predstavlja območje med 37 in 42°C. Pri temperaturah pod 20°C se porast seva bakterije tudi povsem zaustavi. Vsled ugotovljenega predstavlja vzdrževanje hladne in tople vode v vodovodnih omrežjih, pod 20°C oziroma nad 60°C za preprečevanje ali vsaj nižanje razširjanja seva legionele, pomemben ukrep za preprečevanje tveganja za okužbo.

Legionela ima za porast potrebo po hranilih, ki so v vodi pridobljene neposredno ali posredno preko ostalih vrst bakterij ali drugih mikroorganizmov, v obliki raztopljenih organskih sestavin, preko odvečno pridobljenih hranil ali preko razpada mikroorganizmov.

Legionela je prilagodljiv znotrajcelični parazit in se lahko razmnožuje v kar štirinajstih vrstah protozoe, zato je ta pomemben dejavnik za njeno preživetje in porast. Preživetje bakterij legionele, prebavljene s strani amebe, je odvisno od temperature. Pri 22°C zaužite bakterije se pri 35°C pričnejo znotraj amebe razmnoževati.



Slika 1: Povečanje tveganja za porast legionele v odvisnosti od temperature, vir: Plumbing Commissioning (2008)

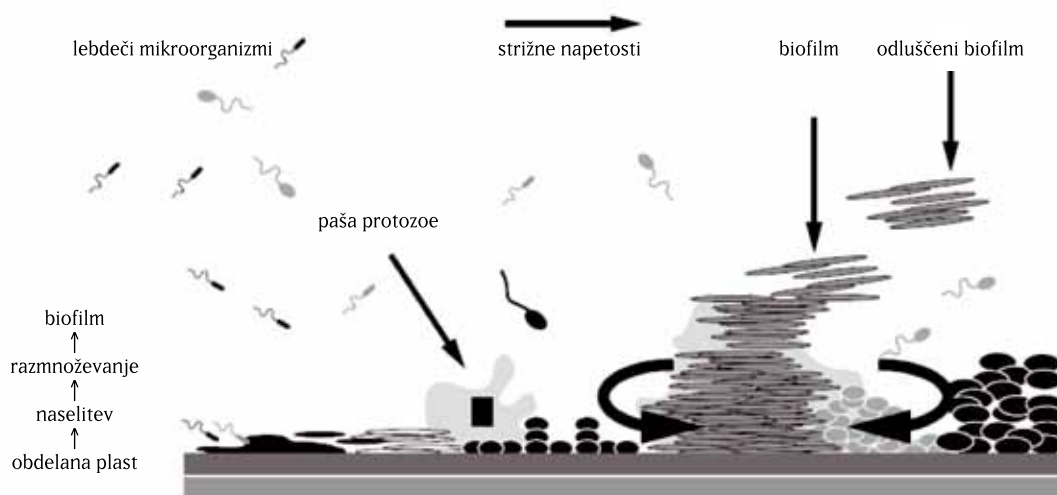
Protozoa tako pomaga zaščititi legionelo pred biocidi in termično dezinfekcijo. Legionela lahko preživi v zamehurjenih amebnih celicah, kar predstavlja obrazložitev, zakaj lahko preživi v drugačnih okoljih in tudi v znotraj zračnih aerosolov.

Biofilm predstavlja skupek mikroorganizmov in njihovih zunajceličnih produktov, kot vezni člen, ki so običajno pritrjeni na biogeno ali abiogeno podlago. Na površini povečana mikrobiološka aktivnost in poselitev oziroma »tvorba biofilma« se dogaja povsod v naravnih in umetnih okoljih in na nizu različnih podlag. Mikroorganizmi ustvarjajo biofilm kot način zoperstavljanja različnim pogo-

jem, kot na primer omejeni količini hranil ali temperaturnim skrajnostim. Površinska privrženost se običajno izvaja s pomočjo izven celičnih polisaharidnih snovi, izločenih iz samih celic. V vsaki stopnji razvoja se biofilm deloma odlušči zaradi strižnih napetosti, ki jih povzročajo različna hitrost gibanja vode.

Med nastajanjem biofilma se površina, na katero se plast pritrdi, najprej obdelava z nedoločenim vezivom, nakar se izvaja naselitev začetnih mikroorganizmov ter nadalje njihova razmnožitev po površini ali v kopicah. Mikrokolonije so zaščitene s sluzjo (glikokaliksom), vendar se kljub temu deli biofilma odluščijo in jih voda raznese na druga mesta, kjer se nato izvaja nova naselitev in tvorba novega biofilma. Voda okoli razmnoženih mikrokolonij (prikazana na sliki 2 z zaviti puščicami) nosi hranila. Na površini, če je prisotna, se pase tudi protozoa, ki sprošča hranila in očisti površino, kar še pomaga k nadaljnjemu razraščanju. Biofilm, ki vključuje legionelo in protozoo, se lahko ustvari na površinah vodovodov slabo upravljanjih stavb in v hladilnih stolpih. Biofilm olajša izmenjavo hranil in plinov ter ščiti mikroorganizme ne samo pred biocidi, ampak tudi pred občasnimi temperaturnimi povišanji in poskusi fizične odstranitve, še posebno v območjih, kjer je na površini izločen vodni kamen ali pa je površina razjedena. Biofilm se najlažje ustvari tam, kjer je pretok vode majhen in kjer je omogočeno njeno zastajanje. Bakterija legionele se lažje razmnožuje v plasti biofilma

Slika 2: Nastajanje biofilma, vir: Susanne Surman-Lee



kot v sami vodi. Slednje tudi obrazloži pojav legionele in njene porasti v vodovodnih omrežjih stavb, kljub temu, da jo je moč v javnih vodovodnih omrežjih najti v izredno majhnem številu.

FAKTORJI TVEGANJA ZA RAST BIOFILMA

Preprečitev nastajanja biofilma je pomemben ukrep proti porasti bakterije legionele. Slednje je še posebej pomembno, ker je njegovo odstranjevanje v razvejanih cevni sistemih vodovoda otežkočeno. Različni dejavniki pripomorejo k njegovi tvorbi in nato razraščanju, vključno z:

- prisotnostjo hranil, tako v sami vodi kot tudi v materialu vodovodnega sistema;
- izločanjem vodnega kamna in razjedanjem materiala;
- mlačnimi vodnimi temperaturami;
- zastajanjem ali majhnim pretokom vode v mrtvih rokavih cevnega omrežja in vodnih zalogovnikih ter zbiralnikih.

Na vsak način izločeni vodni kamen in/ali od rje razjeden cevni sistem poveča razpoložljivo površino in omogoči tvorbo mikronskih špranj, ki so zaščitene pred krožečimi razkuževalnimi sredstvi v sistemu. Vodni kamen in rja tudi povečajo nasičenost hranil in faktorjev za rast, na primer železo, v cevnem sistemu.

Material cevne sistema tudi vpliva na razraščanje biofilma. Določen vodovodni material podpira ali povečuje rast mikroorganizmov, vključno z bakterijo legionele. Naravna snov, kot na primer gumijasta tesnila, predstavlja s hranili bogato podlago in je prednostno poseljena z mikroorganizmi, določena plastika pa celo izluži hranila v cevni sistem. Večina načrtovanih vodovodnih sistemov, posebno močno razvejanih, imajo območja z biofilmom, čeprav je sistem dobro vzdrževan. Če nadzorni posegi, kot na primer upravljanje z razkuževanjem, postanejo ohlapni, se bodo mikroorganizmi hitro razširili na raven zaznavanja. Slednje velja tudi za bakrene cevovode, ki imajo veliko odpornost na pojav poselitve, če je le na površini ustvarjeno ustrezno stanje.

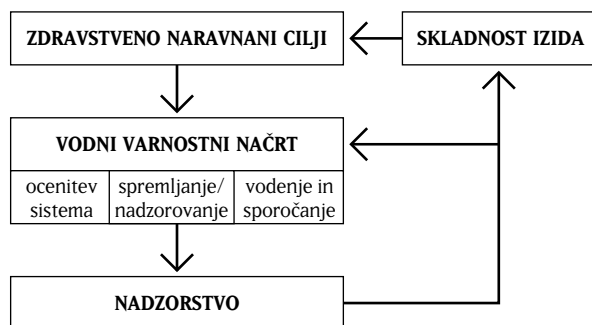
POT DO OBVLADOVANJA TVEGANJA

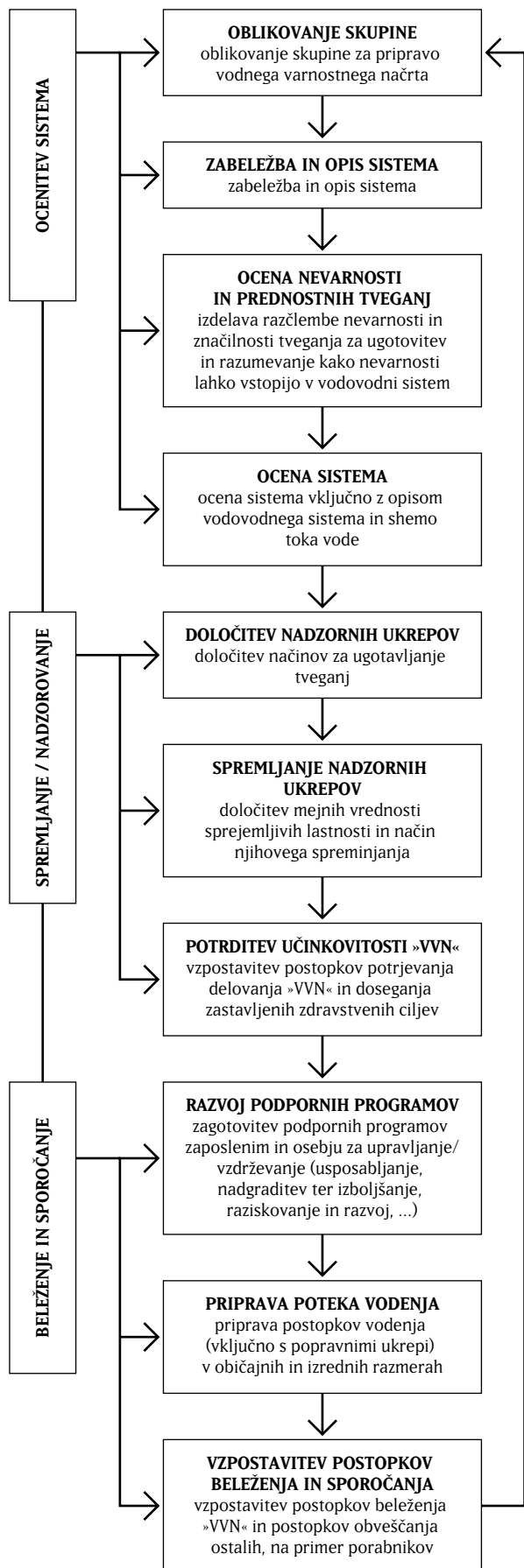
Svetovna zdravstvena organizacija (WHO - World Health Organization) je razvila okvir za zagotavljanje zdravstveno varne pitne vode, ki se lahko uporabi za ocenjevanje in obvladovanje tveganja, ki ga predstavlja legionela. Imenovani okvir, predstavljen na sliki 3, sestavljajo trije sklopi:

- zdravstveno naravnani cilji – ta je običajno izdelan na državnem nivoju, povsem ali pa ob sodelovanju, s strani pooblaščenih strokovnjakov iz zdravstvenega kroga;
- vodni varnostni načrt – načrt, izdelan s strani uporabnika, ki upošteva posebnosti vodnega sistema stavbe. Izdelati ga je potrebno za vsak vodni sistem posebej (vodovodna napeljava, sistem hladilnih stolpov, sistem vlaženja zraka, bazeni, ...);
- nadzorstvo – neodvisno preverjanje s strani nadzornega organa ali regulatorne agencije.

»Zdravstveno naravnan cilj« lahko predstavlja enostavna zahteva po »preprečitvi pojava legioneloze zaradi neustreznega vodovodnega omrežja«. V RS Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06 in 25/09) v tretjem členu navaja, da je voda zdravstveno ustrezna, če ne vsebuje mikroorganizmov, parazitov in njihovih razvojnih oblik v številu, ki lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi. Nadalje pa v tretjem odstavku 9. člena še navaja: V javnih objektih (vrtci, šole, bolnišnice, restavracije ipd.) je za odpravo neskladnosti, ki je posledica hišnega vodovodnega omrežja ali njegovega vzdrževanja, odgovoren lastnik ali upravljevec javnega objekta. Zato je pomembno, da ima prvi oziroma drugi izdelan »VVN - vodni varnostni načrt«, ki ga seveda tudi redno in strokovno izvaja.

Slika 3: Okvir za zagotavljanje zdravstveno varne pitne vode, vir: WHO (2004)





»VVN - VODNI VARNOSTNI NAČRT«

»VVN - Vodni Varnostni Načrt«, ki ga predlaga Svetovna Zdravstvena Organizacija (WHO) in katerega koraki so predstavljeni na sliki 4, je sestavljen iz treh ključnih sklopov:

- iz ocenitve sistema – določitev, ali je kvaliteta vode na izpostavljenih točkah uporabe ali stika z njo skladna z zdravstveno naravnanimi cilji, ki ima osnovo v oceni tveganja izpostavljenih oseb;
- iz spremljanja/nadzorovanja – ugotavljanje in nadziranje ustreznosti ukrepov zagotavljanja kvalitete vode (temperatura, pH, ...);
- iz vodenja in sporočanja – pisno beleženje ocenitve ter spremljanje/nadzorovanje vodovodnega sistema z opisovanjem rednih dejavnosti privzetih ob običajnem delovanju ter izrednih dejavnosti ob odstopajočih primerih, vključno z obveščanjem in sporočanjem (na primer popravilnih ukrepov ob zaznavi škodljivih izvidov).

Vodni varnostni načrt naj bo prednostno pripravljen skupaj z vsemi vpletenimi stranmi (zdravstveno inšpekcijo, upravnikom javnega vodovodnega omrežja, tehničnim upravnikom stavbe in izvajalcem postopkov obdelave vode) ter tudi vsem stranem na razpolago. Načrt naj se redno pregleduje zaradi morebitnih sprememb in izboljšav na sami napeljavi.

ZAHTEVE PRAVIL STROKE ZA PROJEKTANTA IN IZVAJALCA VODOVODNE NAPELJAVE STAVBE

Nemški predpis DVGW, Delovni zvezek W 551 (2004), ki se namensko nanaša na preprečevanje rasti legionele v vodovodnem sistemu stavbe, poenostavljeno in na kratko povzeto, od projektanta in izvajalca zahteva naslednje:

- v sistemu tople pitne vode izvedbo brez uporabe pocinkanih materialov¹;
- toplotno izolacijo cevodovodov hladne in tople vode najmanj po DIN 1988-2;

¹ Prostorska tehnična smernica TSG-12640-001: 2008 Zdravstveni objekti v poglavju 5.2 Strojno instalacijski sistemi pod priporočili dobre prakse za toplo pitno vodo uporabo pocinkanih cevi do nazivnega premera do DN 50 izrecno dopušča.

Slika 4: »VVN – Vodni Varnostni Načrt«, vir: WHO (2004)

- izvedbo krožnega voda s povratnimi temperaturami nižjimi ne več kot 5 K od izstopne temperature iz zbiralnika tople vode. Drugo možnost predstavlja gretje cevododov s povijanjem z grelnimi kablji;
- izvedbo odcepov tople vode brez krožnega voda ali povijanja grelnih kablov do prostornine 3 l;
- izvedbo zbiralnikov vode skladno z DVGW-VP 670, ki zagotavlja enako toplo vodo na vseh njegovih delih;
- zagotavljanje temperature najmanj 60°C na izstopu iz zbiralnika tople pitne vode in enako temperaturo najmanj 1-krat dnevno na sistemu predgrevanja vode.

Nemški predpis se poleg temperaturnega razkuževanja opredeljuje tudi do kemičnega razkuževanja s klorom in UV-sevanjem, pri čemer za slednjega ugotavlja, da ni nujno tudi uspešen.

Tehnični predpis nadalje od uporabnika zahteva redno izvajanje mikrobioloških preiskav vodovodne napeljave, zato morata projektant in izvajalec pripraviti merilna mesta temperatur in odvzemna mesta vode. Tehnični predpis ločuje »usmerjeno« in »nadaljnjo preiskavo«. »Usmerjena preiskava« se izvaja najmanj na enem iztočnem mestu vsakega od dvizhnih vodov, na izstopu in na vstopu krožnega voda v grelnik/zbiralnik vode. Pri »nadaljnji preiskavi« pa je potrebno vključiti še vstop hladne vode v grelnik/zbiralnik, iztočna mesta po vseh nadstropjih na vsakem dvizhnem vodu in pa mesto zaključka krožnega voda na vsakem dvizhnem vodu. Slikovno so merilna in odvzemna mesta prikazana na shemi – slika 5.

Ameriška smernica ASHRAE Guideline 12-2000, ki se prav tako namensko ukvarja s preprečevanjem rasti legionele v različnih vodnih sistemih, pa od istih dveh poenostavljeno in na kratko povzeto za vodovodno napeljavo stavbe zahteva naslednje:

- vzdrževanje hladne pitne vode pod 20°C in tople pitne vode nad 60°C, krožni vod pa sme imeti najnižjo temperaturo povratka 51°C;
- grelnik/zbiralnik vode s cevno kačo ne sme imeti »mrtvega« prostora z mlačno vodo;
- namestitev termostatskih mešalnih ventilov na prhah čim bližje pršnih glav – cev mešane mlačne vode od ventila do glave pa mora biti samoizpraznjevalna;

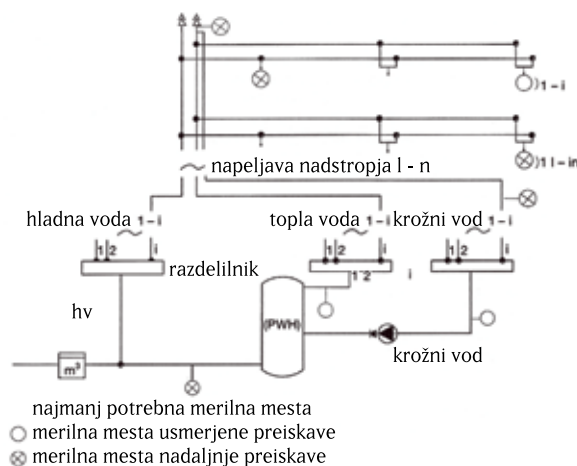
- izogibanje uporabi tesnil in zvijavih cevi iz naravne gume;
- uporaba orodij, ki čim manj poškodujejo cevni material in ne puščajo v njem ostankov;
- zagotovitev temeljitih izpiranj.

Ameriška smernica se poleg temperaturnega razkuževanja vodovodne napeljave stavbe opredeljuje tudi do kemičnega razkuževanja s klorom in pa baker-srebrovo ionizacijo.

Vezano na izpiranje izvedenih cevododnih sistemov nemški standard DIN 1988-2 (1988) v točki 11.2 zahteva, da se pri tem doseže hitrost vode v največjem premeru cevi vsaj 0,5 m/s. Nadalje poda izkustveno tabelo, kako se ta pogoj enostavno zagotovi z odpiranjem iztočnih mest DN 15, kar je prikazano na sliki 6.

Nemški standard DIN 1988-6, ki je bil prenovljen in zamenjan leta 2002 in se nanaša na požarne in gasilne sisteme, vsled zagotavljanja zdravstvene varnosti, zahteva izvedbo mokro/suhega hidrantsnega voda in popolno ločitev od napeljave pitne vode preko polnilno/praznilne ventilske postaje (in ne preko ločevalnika cevododa, ta ni dovoljen!) ali pa preko vmesnega zalogovnika s črpalno postajo. Izjemo od zapisanega predstavljajo samo hidrantsna omrežja s pretočnostjo požarne vode po 2x24 l/min (0,8 l/s), ki so lahko sestavni del samega vodovodnega omrežja pitne vode s stalnimi odvzemnimi mesti pitne vode. Isti standard tudi zahteva, da je zunanje hidrantsno

Slika 5: Shema merilnih mest pri »usmerjeni« in »nadaljnji preiskavi«, vir: DVGW Arbeitsblatt W551 (2004)



nazivna velikost največje razdelilne cevi DN	25	32	40	50	65	80	100
najmanjša potrebna količina iztečene vode v l/min	15	25	38	59	100	151	236
najmanjše število odprtih iztočnih mest DN 15	1	2	3	4	6	9	14

Slika 6: Potrebno število delujočih iztočnih mest za zagotovitev pravilnega izpiranja vodovodnega sistema, vir: DIN 1988-2 (1988)

omrežje v zemlji izvedeno povsem pretočno, brez tudi najkrajše nepretočne veje. Poleg tega DIN 1988-4 zahteva na notranji napeljavi pitne vode namestitve nepovratnih ventilov na priključku in od/dozračevalnih ventilov na dvižnih vodih.

Nemški standard DIN 1988-7, prenovljen in zamenjan leta 2004, ki obravnava zmanjšanje škode vsled nažiranja materiala in tvorbe vodnega kamna, pa podaja navodila glede izbire materiala cevovoda in cevne opreme, ki sta poenostavljeno tabelarično prikazana na sliki 7.

ZAKLJUČEK

Zavedati se je potrebno, da lahko v novi, vendar ne tudi dovolj uporabljeni, vodovodni napeljavi bakterije legionele porastejo že samo v 14-ih dneh. Zato je pomembno, da se ali razvejana napeljava napolni z vodo, ne predolgo pred dejansko uporabo stavbe, in se takrat izvedejo vsa potrebna izpiranja in njeno razkuženje, ali pa je potrebno v tem času za pretočnost in izplakovanje sistema neprestano skrbeti. Velja tudi razmisliti o izvedbi tlačnih in tesnostnih preizkusov v času izvedbe samo z zrakom.

Poleg samega vodovodnega sistema stavbe so tozadevne pozornosti pri načrtovanju in izved-

bi potrebni še gasilni pršilni sistemi, še posebej pri njihovih preizkušanjih, nadalje pa tudi masažne kopeli, arhitekturni vodnjaki in slapovi, sistemi hladilnih stolpov, hlapilni vlažilniki in pralniki zraka v prezračevalno-klimatskih sistemih. Vsak od njih je potreben posebne obravnave, in upoštevajoč navodilo Svetovne Zdravstvene organizacije (WHO), mora uporabnik za vsakega od teh izdelati tudi »VVN - Vodni Varnostni Načrt«. Slednje je še posebej pomembno za tiste pooblaščen inženirje, ki se ukvarjajo z vzdrževanjem različnih vodnih sistemov in so z vzdrževanjem od uporabnika prevzeli tudi odgovornost za zagotavljanje njihove zdravstvene varnosti.

Slika 7: Navodila glede izbire materiala cevovoda in cevne opreme, vir: DIN 1988-2 (1988)

cevná oprema	nerjavno jeklo	pocinkano jeklo	baker	pokositran baker
nerjavno jeklo	+	*	+	+
pocinkano jeklo	-	+	* **	-
baker	+	* **	+	+
bakrene zlitine	+	?	+	+
pokositran baker	+	*	+	+

+ dovoljeno
 - nedovoljeno
 * opomba glede bimetalnega nažiranja
 ** opomba glede točkastega nažiranja

ALI JE POSTOPEK USPOSOBITEV POTREBNO VODITI ZA SISTEM VODOVODNE NAPELJAVE STAVBE?

V zadnjih 25-ih letih so bile številne novosti vključene v stavbe, predvsem z namenom povečanja učinkovitosti, varovanja zdravja in zagotavljanja varnosti uporabnikom, zmanjšanja obratovalnih stroškov in znižanja negativnega vpliva na okolje. Te novosti so pripeljale do povečane prepletenosti tehničnih sistemov v stavbi. Kako naj nekdo ve, da so vse medsebojno prepletene vgrajene posebnosti tudi delujoče in/ali pripravljene na delovanje, ko je stavba zgrajena?

Običajni potek graditve, sestojec se iz načrtovanja in izvedbe, ni ohranil koraka po pričakovanjih z novo razvijajočimi se tehničnimi sistemi. Običajni potek graditve se je osredotočil na opremo – njen izbor in dimenzioniranje (načrtovanje) ter njeno postavitve in zagon (izvedbo) – z malo ali nič pozornosti na to, kako posamezni sklopi delujejo skupaj kot sistem.

Danes ne velja več, da pravilno nameščen in pod napetost dan posamezni sestavni del tudi že zagotavlja, da vgrajeni tehnični sistemi stavbe pravilno delujejo. Vpeljava računalniškega vodenja in mrežne povezave med sestavnimi deli je povzročila nastanek novega bistvenega systemskega dejavnika, ki ne more biti samo enostavno opazovan skozi postopek gradbene-ga nadzora.

Postopek usposobitev (Commissioning – Cx) je bil razvit ravno za zapolnitev vrzeli med postopkoma načrtovanja in izvedbe. Ta sistematični postopek zagotavlja, da so tehnični sistemi stavbe načrtovani, namešчени, medsebojno povezani, preizkušeni na delovanje skladno z zahtevami načrta in potrebami uporabnika. Je postopek, ki izboljšuje kakovost izvedenega projekta in zahteva povečano sodelovanje sodelujočih v projektni skupini za uresničitev vseh prednosti. Postopek usposobitve vodi investitorjev pooblaščenec (Commissioning Authority – CxA), ki je praviloma vključen v celoten potek projekta, sodeluje že pri pripravi projektne naloge, revidira vse faze načrta in skupaj s projektantom preverja in potrjuje izvedbo z zagoni. Ker pri postopku usposobitev v fazi izvedbe dejavno sodeluje tudi sam projektant, mu je na ta način omogočeno izvajanje (projektantskega) nadzora in izdelava projekta izvedenih del. Poleg tega pa projektant skozi vpletenost v izvedbo pridobi nujne povratne podatke, kako se načrtovana tehnična rešitev dejansko obnese pri delovanju. Postopek usposobitve tehničnih sistemov zahteva tudi 8. člen prenovljene evropske direktive o energetski učinkovitosti stavb (EPBD – Recast), vendar pa se odgovorni očitno (še) niso odločili vključiti ta postopek v slovensko zakonodajo. Verjetno je moteče pri po-

stopku usposobitev predvsem dejstvo, da v njem ni prostora tudi za »poklicne« nadzornike inštalacij, ki jih v Sloveniji ni malo. Da je gradbeni nadzor (vsaj pri inštalacijah) s svojim predpisanim obsegom nalog povsem odveč, posredno, vendar zelo jasno, pove tudi Obligacijski zakonik – UPB1 (Ur. l. RS, št. 97/07), saj v 12. poglavju Gradbena pogodba pozna samo dva odgovorna za napake: izvajalca in projektanta.

Kakorkoli, za odločitev o tem, ali je za določen tehnični sistem primerno voditi postopek usposobitev, je v pomoč naslednjih pet ključnih vprašanj?

- 1) Kje so se težave neprestano pojavljale pri prejšnjih projektih?
- 2) Kako visoka so tveganja za uporabnike pri napačnem delovanju sistema?
- 3) Kakšne so družbene posledice za slabo delovanje sistema?
- 4) Kako enostavno je najti pomanjkljivosti delovanja brez vodenja postopka usposobitve?
- 5) Koliko sodelujočih je udeleženih pri načrtovanju in izvajanju sistema?

Sistemi vodovodne napeljave dokazano povzročajo težave na že izvedenih stavbah in lahko predstavljajo tudi visoko zdravstveno tveganje za svoje uporabnike. Prav tako sodobni vodovodni sistemi niso več nujno načrtovani in izvedeni samo s strani enega ali dveh sodelujočih, saj se ti sistemi lahko sestojijo iz:

- zbiranja deževnice za izpiranje straniščnih školjk, zalivanje in drugih uporab nepitne vode;
- zbiranja sive odpadne vode za izpiranje straniščnih školjk, zalivanje in drugih uporab nepitne vode;
- priprave pitne tople vode preko sistemov sončnega ogrevanja;
- zajemanja odpadne toplote za predgrevanje tople pitne vode – na primer od kondenzatorjev hladilnikov vode, izpustov kalužne vode, dimnih plinov, ...;
- spremljanja pretokov in tlakov namakalnih sistemov;
- odštevalnega merjenja različnih porabnikov;
- krmiljenja razvoda vode v odvisnosti potreb porabnikov, in
- biološke straniščne školjke.

Prepletena vodovodna napeljava v stavbi zanesljivo predstavlja sistem, ki je primeren za vodenje skozi postopek usposobitev, še posebej, če upoštevam zahtevo Svetovne zdravstvene organizacije (World Health Organization – WHO) po pripravi in vodenju vodovodnega sistema v obratovanju po »VVN -Vodnem Varnostnem Načrtu« (Water Safety Plan), kar predstavlja neke vrste neprestano potekajočega postopka usposobitev (On-going Commissioning).

ŠPORTNI CENTER STOŽICE V LJUBLJANI PONOS SLOVENSKEGA GRADBENIŠTVA

Andrej Lavrič, univ.dipl.inž.grad.,
GREP d.o.o.

UVOD

Športni park Stožice, kot največji gradbeni projekt v letu 2010 v Sloveniji in širše, je bil deležen veliko medijske pozornosti. Žal ni bil predstavljen kot organizacijsko – tehnološki presežek ali največji projekt izveden na podlagi javno zasebnega partnerstva (JZP), ki se lahko primerja z največjimi dosežki slovenskega gradbeništva.

Kot direktor projekta, zaposlen v družbi GREP, ki je zasebni partner v JZP z Mestno občino Ljubljana, sem zadolžen za koordinacijo med izvajalci, projektanti in ostalimi udeleženci pri projektu, za organizacijo in logistiko ter za finančno – terminsko spremljavo projekta. V članku želim predstaviti kronološko vsebinski pregled projekta od podpisa pogodbe JZP, z dne 28.3.2008, do pridobitve uporabnega dovoljenja za stadion in večnamensko športno dvorano, z dne 10.8.2010.

ZAČETKI

Mestna občina Ljubljana je leta 2007, na podlagi objavljenega akta o javno-zasebnem partnerstvu, izvedla »javni razpis za izbor zasebnega partnerja«. Na podlagi objavljenega razpisne dokumentacije je prijave oddalo več potencialnih kandidatov,

med katerimi je bilo tudi podjetje Gradis skupina G, d.d. s partnerjema Energoplan, d.d. in Merkur, d.d.

Marca 2008 je bila podpisana pogodba o javno-zasebnem partnerstvu med Mestno občino Ljubljana in novoustanovljenim podjetjem GREP d.o.o. (GRadisEnergoPlan) za izgradnjo večnamenskega nogometnega stadiona, športne dvorane in spremljajočega poslovno-trgovskega objekta, potrebnih parkirnih mest, pripadajoče zunanje in prometne ureditve ter celotne komunalne infrastrukture, potrebne za normalno funkcioniranje objektov iz te pogodbe. Med partnerjema sta se formirali dve delovni telesi in sicer, projektna skupina z osmimi člani, zadolžena za izvajanje pogodbe, in projektni svet s petimi člani, zadolžen za sprejemanje ključnih odločitev.

Za izdelavo idejnih zasnov in nadaljnega projektiranja so si predstavniki MOL in predstavniki zasebnega partnerja ogledali referenčne objekte. Odločitev projektne sveta aprila 2008 je bila, da sta najprimernejša referenčna objekta:

- nogometni stadion Viking Stadion (Stavanger, Norveška) in
- večnamenska športna dvorana Hartwall Areena (Helsinki, Finska).



Slika 1: Panoramski pogled na Center Stožice, junij 2010

Na tej seji je bil izbran tudi projektant (zmagovalec urbanistično – arhitekturnega natečaja iz leta 1997) Sadar Vuga arhitekti z Akka d.o.o.. Na podlagi analize vsebinskih rešitev je bila s strani javnega partnerja postavljena zahteva, da mora imeti športna dvorana v svojem sklopu tudi dvorano za segrevanje, ki bo imela velikost rokometne dvorane. Sledila je izdelava projektne dokumentacije, pridobivanje soglasij in upravnih dovoljenj.

URBANISTIČNO ARHITEKTURNA ZASNOVA

Športni park Stožice je hibrid objektov, ki združujejo šport, rekreacijo, zabavo in nakupovanje. Degradirano območje bivše gramoznice je bilo revitalizirano na način, da so vsi trije objekti (stadion, dvorana, trgovski center) umeščeni v prostor tako, da so 'pogreznjeni' v obstoječi nivo terena. Iz nivoja terena oziroma parka sta tako vidni samo streha stadiona in fasada ter streha dvorane. Tako se podoba krajine najmanj spremeni in omogoča razvoj različnih dejavnosti v parku, ki je urejen na strehi trgovskega centra.

Park, ki prekriva streho trgovskega centra spaja kulturno krajino Bežigrada in naravno krajino - na severu reka Sava, na jugu Pot okoli Ljubljane. Po besedah arhitekta stadion spominja na vulkan, dvorana pa na školjko, ki se dviguje nad nivojem parka.

ZEMELJSKA DELA

Konec leta 2008 se je, na področju bivše gramozne jame SCT d.d., začelo rušenje obstoječih objektov in izkop gradbene jame v tlorisni površini cca. 188.000 m². Izkop se je izvajal v dveh fazah. V prvi fazi (do marca 2009) so bila pripravljena temeljna tla za začetek gradbenih del na stadionu in dvorani. Za izkop gradbene jame je več izvajalcev potrebovalo malo manj kot pol leta, da so odstranili ves material v povprečni globini 12 m pod nivojem Vojkove ceste in sanirali temeljna tla. Pred začetkom gradnje so na tej lokaciji izkopani gramoz nadomeščali z jalovino, smetmi in drugimi odpadki. Ugotovili smo, da so bili sekundarni nasipi sestavljeni pretežno iz prodno peščenih zemljin ter »organskih zemljin«, ki so vsebovali organske in gradbene odpadke. Vsebnost odpadkov v sekundarnih nasipih je bila do 40 % in vsebnost gorljivih snovi 15,5 %. Ponekod je bilo potrebno zamenjati več desetmetrske sloje in jih nadomestiti s kvalitetnim gramoznim nasutjem, ki se je vgrajeval v 40 cm plasteh z ustrezno komprimacijo. V drugi fazi so bila pripravljena temeljna tla za trgovski center, na uradne deponije pa je bila odpeljana slabonosilna zemljina.

STADION

Stadion je »angleškega« tipa, kar pomeni, da je stik med igralci in gledalci čim bolj direkten. Stadion je certificiran s strani predstavnikov UEFA, ki so Stožiški stadion vključili v »standard book



Slika 2: Panoramski pogled na bivšo gramoznico in betonarno (pred začetkom gradnje)

UEFA», kot primer dobre prakse za stadione do 20.000 sedežev, in ga ocenili s štirimi zvezdicami.

Razdalja med robom igrišča in prvo vrsto je približno 10 metrov. Večnamenski nogometni stadion ima 16.038 sedežev in je namenjen nogometnim tekmam ali spremljanju drugih dogodkov, ki se odvijajo na travnati površini. Travnna površina je ogrevana in ima vgrajen sodoben namakalni sistem, kar omogoča naravni travi rast tudi v hladnejših mesecih. Dimenzije igrišča so 115 x 75 m. Pod tribunami so umeščene garaže minimalne višine 4,50 m, namenjene parkiranju avtobusov.

Stadion je zgrajen v štirih nivojih in sicer:

- prvi nivo je nivo igralne površine in garderob za igralce, sodnike, sobe za doping, dvorane za ogrevanje, prostora za pridržanje in drugih prostorov, ki so pod zahodno tribuno,
- drugi nivo je ravno tako pod zahodno tribuno in je namenjen sedmi sili, novinarjem,
- tretji nivo je nivo »concoursa« obodnega hodnika, ki je glavna komunikacijska povezava med tribunami in dostopi do stadiona. Vseh vhodov je osem. Na »concoursu« se nahajajo kioski namenjeni gastronomski ponudbi in toaletni prostori.
- četrti nivo so VIP lože na zahodni strani stadiona. Na stadionu je približno 20 poslovnih lož velikosti 20 m², super VIP lož velikosti 400 m² ter nadzorna in komentatorska soba.

Gradnja stadiona (vgradnja podložnega betona) se je začela marca 2009. Armirano betonska konstrukcija je razdeljena na osem dilatacijskih enot in je plitvo temeljena. Na žagaste AB nosilce smo

vgradili prefabricirane tribunske elemente, na katere so pritrjeni sedeži. Na stebre krožne tlorisne oblike je pritrjena jeklena strešna konstrukcija. Odvodnjavanje s strehe je podtlačno, s sistemom »pluvia«. Projektirana kritina so bile bitumenske skodle s posipom, ki smo jih kasneje spremenili v aluminijaste skodle dimenzij 40 x 80 cm.

Med gradnjo je delalo do 200 gradbenih delavcev ter 200 obrtnikov in inštalaterjev. Znotraj objekta sta bila na tračnicah postavljena dva stolpna žerjava, ki sta z vertikalnim transportom pokrivala praktično ves stadion. Za betoniranje vogalnih jeder in sten so se uporabljali manjši, samopostavljivi žerjavi, pri montaži jeklene konstrukcije pa so sodelovala avtodvigala.

DVORANA

Večnamenska športna dvorana lahko sprejme 12.484 gledalcev in ima tribune, ki so višinsko razporejene v štirih nivojih. Najvišji (četrti) nivo ima 4.500 sedežev in se lahko v primeru nezasedenosti dvorane zastre z namenskim zavesami in tako daje občutek manjšega prostora oz. večje zasedenosti ob dogodkih. Na tem nivoju je tudi kontrolna soba, iz katere je pregled nad celotno dvorano. Tretji nivo je v celoti namenjen 1000 VIP gostom, ki si dogodke lahko ogledujejo iz privatnih lož oziroma stolov pred njimi. Na tem nivoju je 45 poslovnih lož 30 m², ki sprejemajo med 10 in 30 obiskovalcev, ter prostor super VIP, ki je lociran na vzhodni strani in vertikalno direktno povezan z garažami. Spodnja dva nivoja sta deljena na fiksni in teleskopski (spodnji) del. Teleskopske tribune omogočajo pridobitev doda-



Slika 3: Montaža jeklene strešne konstrukcije na stadionu

tnega prostora, saj se v primeru koncertov te lahko pospravi tako, da naredijo večji prostor v parterju oziroma poskrbijo za več prostora nastopajočim, v primeru hokejskih ali drugih prireditev. Igralna površina je večnamenska, saj je na betonsko ploščo nameščen demontažni parket. Igralna površina ima zaradi racionalizacije ogrevanja vgrajeno talno ogrevanje, ki vzdržuje konstantno temperaturo zraka v dvorani, ki je 16°C. Pod tribunami so prostori namenjeni garderobam, sodnikom in medijem. Najnižji nivo je nivo dvorane za ogrevanje, ki je locirana na južnem delu v nivoju garaž in ima dva vhoda; prvi je iz recepcije po stopnicah ali z dvigalom, drugi je nivojski iz garaž. Ogrevalna dvorana sprejme 500 obiskovalcev. Igrišče je veliko kot rokometno igrišče, kar pomeni da meri v dolžino več kot 52 metrov, v širino skoraj 27 metrov in v višino dobrih 8 ali ravno 7 metrov do stropnih nosilcev. V celotnem kompleksu dvorane sta torej dve igrišči in kar osem opremljenih garderob s tuši, kar omogoča organizacijo najzahtevnejših športnih prireditev, kot na primer »final four« v košarki. Površina dvorane meri skoraj 100 x 120 m. Višina od igriščne parketa do najvišje točke na strehi je 35 metrov. Dvorana je, tako kot stadion, izvedena kot armiranobetonska konstrukcija brez dilatacijskih enot. To pomeni da se je betoniralo vsako drugo kampa (npr. 1 in 3, ko so skrčki končani, se zabetonira vmesno, ki je zaradi skrčenja sosednjih dveh nekoliko večja kot bi bila sicer), plošče so prednapete. Betonski del je skeletna konstrukcija, ki vodoravno silo potresa prevzame s 14. (komunikacijskimi) je-



Slika 4: Pogled na gradbišče dvorane

dri, v katerih so dvigala in stopnišča. Dvojni stebri sledijo stranicam igrišča, v kotih pa četrtinskim krožnim lokom.

Kupola strešne lupine je nizka, zato so osne sile v palicah jeklene konstrukcije velike, kar se pozna na ležiščih. Vsako ležišče prevzame 270 ton, kar pomeni, da jekleni del vsakega takega ležišča tehta približno pet ton. Silo z ležišča prevzame dvojni steber. Streha je, tako kot na stadionu, pokrita z aluminijastimi skodlami dimenzij 40 x 40 cm. Gre za lahko kritino, prevlečeno z barvo iz dveh komponent, zaradi katerih se odtenki, v odvisnosti od vpadnega kota svetlobe, spreminjajo. Nosilna strešna konstrukcija je posebnost. Ker je njena debelina v primerjavi z razponom zelo majhna, nosi sebe in vso dodatno obremenitev z obliko. Sestavljajo jo glavni štirje jekleni loki vzhod - zahod in dva sever - jug. V zimskem času je možna dodatna obremenitev 40 ton.

Med gradnjo je delalo do 350 gradbenih delavcev ter do 350 obrtnikov in inštalaterjev. Zaradi pomanjkanja prostora (sosednja zemljišča) je bila znotraj objekta uprava gradbišča in skladišča. Na zunanji zahodni in južni strani sta bila na tračnicah postavljena dva stolpna žerjava, druga dva sta bila postavljena na severovzhodni in vzhodni strani. Za betoniranje nepokritih delov so se uporabljali manjši, samopostavljivi žerjavi. Najbolj zahtevna je bila montaža 160-tonskega loka v dveh delih, ki je bil sestavljen na tleh, potem pa dvignjen in medsebojno spojen v enem



Slika 5: Priprava temeljnih tal, zasip med temelji trgovskega centra

dnevu in sicer 6.2.2010. Pri tem sta sodelovali dve 160-tonski avtodvigali in eno 300-tonsko.

TRGOVSKI CENTER S PRIPADAJOČIMI GARAŽAMI

Ker gre pri Športnem centru Stožice za tri objekte v enem, je bilo zaradi zagotovitve funkcionalnosti dvorane in stadiona nujno sočasno izvajanje del na armiranobetonski konstrukciji trgovskega centra.

Dela so se začela oktobra 2009. Na podlagi PGD dokumentacije je izvajalčevo projektivno podjetje izdelalo vso izvedbeno dokumentacijo. Na pripravljena temeljna tla so zabetonirali temelje in temeljne čaše, v katere so vgrajevali prefabricirane stebre. Vsa konstrukcija je prefabricirana, izdelana

na v obratih in prepeljana ter vgrajena na Stožice (stebri, nosilci, PVP plošče). Monolitne izvedbe sta samo krovna plošča, ki je, zaradi obtežbe »parka«, izvedena na licu mesta, debeline 40 cm, in talna plošča, vgrajena s finišerjem in finalno obdelana. Zaradi izredno izpopolnjene tehnologije in organizacije so dela potekala zelo hitro, tako da je bilo 200.000 m² konstrukcije izvedeno v komaj pol leta. Med tem časom je bilo na gradbišču do 550 gradbenih delavcev (tesarji, železokrivci in zidarji). Konstrukcija je potresno ojačana z vertikalami (požarna vertikalna jedra) in dodatnimi stenami. Razmik med stebri je rastra 12 x 8 metrov. Višina konstrukcije je 6 metrov, razen na delu garaž, kjer ima garaža dodatno medetažo za osebna vozila in znaša svetla višina 2,5 m. Obremenitev plošč je 500 kN/m², razen na delu t.i. tehnične trgovine, kjer je s sistemom stebrov večjih dimenzij obremenitev 3.500 kN/m². Zagotavljanje vodotesnosti je izvedeno po sistemu t.i. bele kadi, kar pomeni, da je garažni del vodotesen samo z dodatki vgrajenih betonov in dilatacijskimi vložki.

Izrednega pomena pri gradnji konstrukcije je bila logistika. Dnevno so usklajevali dostavo betonskih elementov in mikserjev z betoni, z ostalimi aktivnostmi na gradbišču.

TITOVA CESTA

Med marcem in junijem je potekala gradnja Titove ceste z navezavo na križišče Tomačevo na severni strani in navezavo ceste Petra Božiča na Vojkovo cesto. Zaradi sočasnosti izgradnje – rekonstrukcije križišča Tomačevo, je bil edini gradbiščni vhod/izhod na gradbišče, križišče med Vojkovo in Ulico P.

Stožice v številkah

<p>Naročnik: GREP d.o.o., v sodelovanju z javnim partnerjem Mestno občino Ljubljana Projektanti: Sadar Vuga arhitekti d.o.o. Inženir: LUZ d.d. Nadzor: DDC d.o.o. Izvajalci: Stadion: Gradis skupina G d.d. s podizvajalci Dvorana: Energoplan d.d. s podizvajalci Trgovski center – armirano betonska konstrukcija: Primorje d.d. Titova cesta: Gradis skupina G d.d. in Energoplan d.d. s podizvajalci</p>	<p>Stadion Beton: 28.000 m³ Armatura: 4.100 t Jeklena konstrukcija: 2.100 t</p>
	<p>Dvorana Beton: 32.820 m³ Armatura: 4.370 t Jeklena konstrukcija: 1.037 t</p>
	<p>Trgovski center Beton: 100.000 m³ 1.200 kosov stebrov 1250 kosov nosilcev 110.000 m² PVP plošč</p>



Slika 6: Pogled na kompleks ŠRC Stožice s severne strani

Božiča. Titova cesta je zgrajena kot štiripasovnica in bo nova vpadnica proti mestnemu središču. Zaradi določenih problemov pri sosednjih zemljiščih je bilo potrebno izvesti šet opornih zidov. Poleg zidov je izvajalec izvedel še nadhod nad Titovo cesto, sovprežno konstrukcijo nadhoda – Pot okoli Ljubljane in podvoz pod Titovo cesto, v sklopu dostopne ceste do Športno rekreacijskega centra Stožice.

ZAKLJUČEK

ŠRC Stožice je fenomen:

- od začetka projekta – sprejetja Občinskega prostorskega načrta in objave razpisne dokumentacije leta 2007, do prve otvoritvene tekme avgusta 2010 so minila tri leta,
- sočasno je bilo na gradbišču 1.700 delavcev, dnevno se je vgradilo tudi več 1.000 m³ betona,

Slika 8: Notranjost stadiona.



Slika 7: Notranjost večnamenske športne dvorane

- projekt se zaradi začetka svetovne gospodarske krize ni ustavil, vsem problemom navkljub,
- eden večjih projektov javno zasebnega partnerstva.

Da je bil projekt potreben, oziroma nujen za Slovenijo, povedo podatki, da se je na stadionu in v dvorani že v času gradnje zvrstilo ogromno obiskovalcev, od avgusta do danes se je zvrstilo več deset športnih in drugih kulturnih prireditev, ki jih je obiskalo že več kot 200.000 obiskovalcev. Glede na navedeno družba GREP pričakuje, da bo tudi trgovski center tako zaživel; tako po ponudbi kot po številu obiskovalcev/kupcev. V prihodnje je potrebno dokončati dela na strehi trgoškega centra (vstopni paviljoni, svetlobniki, krajinska ureditev parka), izvesti fasade ter finalizirati ulico in lokale ter razviti sodoben koncept upravljanja centra kot celote, v katerem se bosta prepletala javni in zasebni interes, kar predstavlja izziv v prihodnje.

VISOKOIZOLACIJSKI MATERIALI V SODOBNIH STAVBAH

dr. Matjaž Žnidaršič, univ.dipl.inž.str.,
CBS inštitut d.o.o.

1. UVOD

Temeljna načela trajnostne gradnje stavb so medsebojno vplivni vidiki graditve objektov: okoljski, ekonomski in družbeni. To pomeni, da je potrebno za vse materiale, tudi izolacijske, poznati in ovrednotiti okoljski vpliv, kar je neposredno povezano z ekonomskim vplivom in družbeno sprejemljivostjo. To še posebej velja za nove materiale, ki se čedalje bolj uveljavljajo tudi na področju gradnje stavb, čeprav je splošno znano, da se gradbeništvo kot stroka pri velikih novostih pogosto počasi odziva.

Prispevek obravnava sodobne izolacijske materiale, ki se uporabljajo v gradbeništvu, pa tudi tiste, ki imajo izvrstne lastnosti, a so ekonomsko manj, oziroma komaj, sprejemljivi. Prikazano bo stanje tehnike izolacijskih materialov kot so mineralna volna, polistiren, fenolne pene in trendi razvoja novih izolacijskih materialov, ki se uveljavljajo kot na primer aerogel, nanopene, vakuumski panel in plinsko polnjeni panel.

2. STANJE TEHNIKE TOPLOTNO IZOLACIJSKIH MATERIALOV

Trajnostna gradnja sodobnih stavb zahteva učinkovito in trajno toplotno izolacijo stavbnega ovoja, ki je nujno tudi ekonomsko upravičena. V stanju tehnike obstaja potreba po izolacijskih

materialih s toplotno prevodnostjo boljšo od zraka ($\lambda=0,024$ W/mK). Pravzaprav je toplotna prevodnost zraka mejnik za merilo učinkovitosti toplotno izolacijskega materiala.

Velika večina trenutno uporabljenih trdnih izolacijskih materialov na osnovi mineralne ali steklene volne ($\lambda=0,036$ do $\lambda=0,044$ W/mK) in polistirenov ($\lambda=0,032$ do $\lambda=0,036$ W/mK), se vrednosti toplotne prevodnosti $0,024$ W/mK ne more niti približati, saj so steklena vlakna, oziroma polimerna osnova, prevelik toplotni prevodnik, ki služi kot podpora izolacijskemu materialu, v katerem so ujeti zračni mehurčki. Vendar so ti materiali poceni in zadosti trajni ter učinkoviti za standardno izvedbo izolacije stavbe.

V gradbeništvu se pogosto uporabljajo izolacijske pene na osnovi poliuretana (PUR in PIR), ki imajo zelo dobre toplotno izolacijske lastnosti ($\lambda=0,028$ do $\lambda=0,036$ W/mK), vendar so zaradi načina aplikacije najpogosteje uporabljane kot polnilo v pločevinastih panelih.

Pri trdnih toplotnih izolacijah na osnovi fenolnih pen (PF) je bil v zadnjih letih storjen velik korak naprej, saj je dosežena toplotna prevodnost ($\lambda=0,018$ do $\lambda=0,022$ W/mK), zelo konkurenčna penastim toplotnim izolacijam, na osnovi poliuretana (PUR, PIR). Ob ugodni požarni obstojnosti (Bi) je vprašljiva le trajnost izolacijskih sposobnosti, saj so največkrat uporabljeni penilni plini na



Slika 1: Izolacijski materiali - mineralna volna (levo), ekspandiran polistiren (na sredini) in ekspandiran polistiren z absorberji toplotnega sevanja znotraj materiala (desno)

osnovi CO₂ ali pentana. Kljub kovinskim (aluminijastim) folijam, v katere so tovrstni izolacijski materiali oblečeni, je zelo težko zagotoviti trajno plinotesnost na stikih med posameznimi ploščami. To pomeni, da se izolacijske sposobnosti v nekaj mesecih ali letih zmanjšajo na nivo, ki ga že na začetku ponujajo izolacije na osnovi polistirenov.

Poleg trdnih toplotno izolacijskih materialov se za primere, kjer se toplotno izolacijski material vgrajuje kot polnilo kavitet v konstrukciji stavbe v razsutem stanju, pogosto uporablja materiale v vlaknasti ali zrnati obliki kot so bombaž, pluta, celuloza, volna idr. ($\lambda=0,030$ do $\lambda=0,045$ W/mK).

Resnično velik preboj, z vidika izjemnih toplotno izolacijskih lastnosti, je bil storjen z vakuumskimi ali z aerogelom polnjenimi paneli. Slednji je primeren predvsem za prosojne rešitve. Oboji omogočajo izjemno laboratorijsko toplotno prevodnost ($\lambda=0,004$ W/mK). Praktično uporabne toplotne prevodnosti vakuumskih panelov pa so dejansko v rangi 0,012 do 0,015 W/mK, predvsem

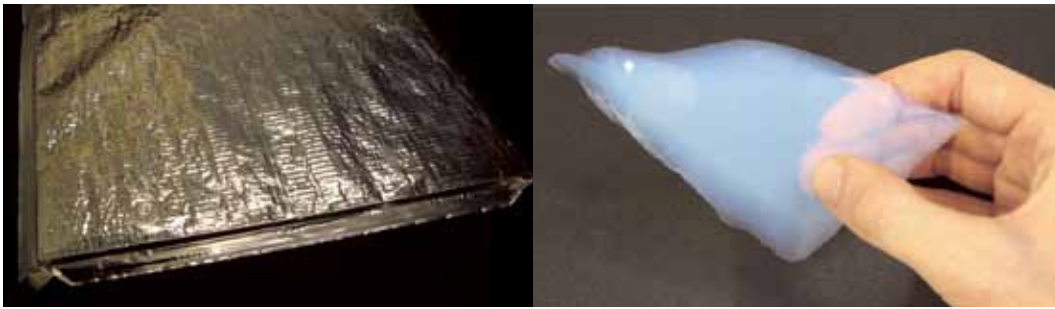
zaradi izgub vakuumu ter vpliva robov nosilne konstrukcije panela. Tudi komercialni aerogel, ki je odporen na atmosfero, ima toplotno prevodnost precej višjo od nazivne, in sicer tudi do $\lambda=0,020$ W/mK.

3. IZOLACIJSKI FASADNI PANELI V GRADBENIŠTVU

V gradbeništvu so fasadni paneli plošče, s katerimi izdelamo fasadni ovoj stavbe, ki, poleg funkcionalnih lastnosti, zagotavlja tudi primeren estetski učinek. Sodobna gradnja poslovno trgovskih stavb temelji na predfabriciranih elementih, ki so vnaprej izdelani in vsebujejo vse potrebne elemente za vgradnjo. Izjema je gradnja stanovanjskih objektov, kjer še vedno prevladuje klasična izvedba, vendar se tudi na tem področju pričakuje še večji porast po principu montažne gradnje. S tehničnega stališča pa moramo, v vseh primerih vgradnje izolacijskega materiala, zadostiti zahtevam sodobne gradnje po:

Slika 2: Toplotna izolacija iz poliuretana (levo) in fenolne pene (desno)





Slika 3: Vakuumska izolacija (levo) in aerogel iz 99,9% SiO₂ (desno)

- toplotni izolativnosti,
- zvočni izolativnosti,
- vodotesnosti,
- požarni obstojnosti,
- trajnosti in življenjski dobi.

Sodobni fasadni sistemi združujejo funkcije toplotne izolacije, zvočne izolacije in požarne varnosti, hkrati pa morajo s primerno izvedbo montaže zagotavljati zadostno vodotesnost. Trajnost nominalnih lastnosti naj bi bila vsaj 20 let, življenjska doba pa vsaj 50 let.

V tabeli 1 je primerjava lastnosti v gradbeništvu uporabljenih panelov z vgrajenimi trdnimi izolacijskimi materiali.

3.1 Toplotna izolacija

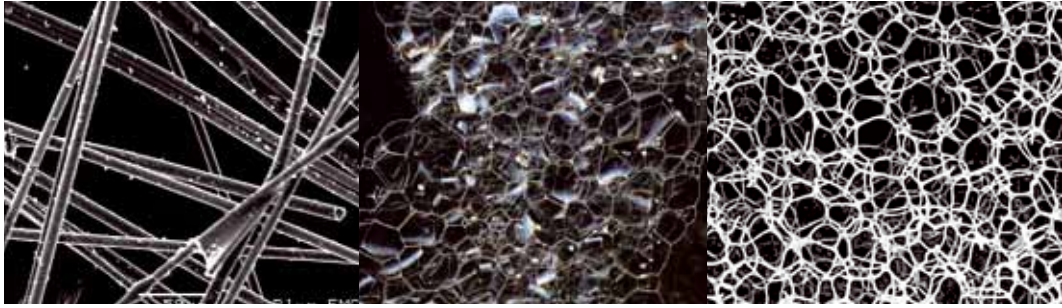
Uporabniško gledano pričakujemo od toplotne izolacije stavbe trajno zagotavljanje znižanja toplotnih izgub v zimskem in toplotnih dobitkov v

poletnem času. Oboje seveda v smislu karseda visokega udobja bivanja ob še sprejemljivih stroških. Splošno pravilo je, da se toplotna izolacija vgradi na zunanji obod tako, da se prepreči toplotne mostove skozi betonske plošče in druge dele konstrukcije, ki so slabi uporniki prehoda toplote. Okvirne toplotne prehodnosti stavb so 0,2 W/m²K skozi stene, 0,3 W/m²K skozi tla, 0,15 W/m²K skozi strop in 1,1 W/m²K skozi okna. Vrednosti veljajo za sodobno energetske varčno stanovanjsko gradnjo, kar pomeni betonske oziroma opečnate stene s 15 do 20 cm debelim slojem toplotne izolacije in standardno kakovostna toplotnoizolacijska okna.

S stališča toplotne prevodnosti se v gradbeništvu najpogosteje uporabljajo materiali s toplotno prevodnostjo 0,025 W/mK in več, izjema so izolacijski plini v oknih. Širša uporaba aerogelov je omejena predvsem zaradi visoke cene (cca 2000 €/m²). Uporabnost vakuumskih panelov v gradbeništvu pa je poleg cene (cca 60 €/m² panela debeline 4 cm) omejena predvsem s trajnostjo. Problem je predvsem trajnost vakuuma v panelih, ki so zaščiteni s kovinskimi folijami. Vakuumskega panela, ki bi resnično vsaj 10 let zadržal izolacijske sposobnost na trgu izolacijskih materialov za gradbeništvu praktično ni. Zato je smiselno razvijati izolacijske materiale s sposobnostjo trajne toplotne prevodnosti vsaj okoli 0,020 W/mK ali manj. To praktično pomeni prihranek pri prostoru, saj je zadostna debelina izolacijskega sloja do 15 cm, pri klasični izolaciji pa tudi ni najbolj smiselno graditi s slojem izolacije debeline 30 cm ali več. To še najbolj velja za večnadstropne poslovne in stanovanjske zgradbe v središčih mest, kjer je zemljišče še posebej drago.

Tabela 1: Toplotne prevodnosti izolacijskih materialov

Vrsta izolacije	Toplotna prevodnost λ [W/mK]	Razred požarne zaščite panela z izolacijo
Mineralna volna	0,036 do 0,044	Negorljivo, A2
Ekspaniran polistiren	0,032 do 0,040	Gorljivo, C ali slabše
Poliuretani (PUR)	0,033 do 0,036	Gorljivo, C ali slabše
Poliizocianurat (PIR)	0,027 do 0,032	Težko gorljivo B2
Fenolna pena (PF)	0,018 do 0,036	Težko gorljivo B2
Aerogel - komercialni	0,016 do 0,020	Negorljivo, A2
Vakuumski panel	0,005 do 0,015	Slabo gorljivo, C



Slika 4: Struktura mineralne volne (levo), zaprtocelične (na sredini) in odprtocelične izolacijske pene (desno)

V splošnem popišemo prenos toplote skozi toplotno izolacijski material z vsoto prevoda toplote, sevanja in konvekcije.

1. Prevod ali kondukcija toplote skozi pline v izolaciji in skozi nosilno strukturo izolacije. Prevod toplote vedno nastopi v vsakem materialu, če sta temperaturi na obeh straneh različni, in sicer v smeri od toplejše strani proti hladnejši.

Doprinos polnilnega plina v izolaciji je odvisen od velikosti celic. Pri izolacijah z značilno makrostrukturo je velikost celic v rangu 1mm, kar pomeni, da je prevodnost plina v taki celici enaka nazivni. Popolnoma drugačne razmere pa so pri nanoceličnih materialih, saj je toplotna prevodnost na primer zraka, pri velikosti celic 50 nm, samo polovična, pri 25 nm pa le še četrtnina začetne toplotne prevodnosti.

Doprinos prenosa toplote skozi strukturo izolacijskega materiala ocenimo s pomočjo njegove gostote, oziroma faktorja penjenja, ki znaša približno $1/(K\sqrt{2})$. K je razmerje med začetno in končno gostoto materiala, ki ga penimo, $1/\sqrt{2}$ pa oblikovni dejavnik velikosti celic.

2. Sevanje ali radiacija toplote med komponentami izolacije. Prenos toplote s sevanjem lahko v pretežni meri omejimo s kovinskimi ali metaliziranimi folijami v gradbenem elementu. Doprinos sevanja je v običajnih toplotno izolacijskih materialih 0,006 W/mK pri sobnih pogojih.
3. Prenos toplote s konvekcijo oziroma gibanjem fluidov – plinov ali tekočin, ki so v izolaciji. Konvekcijo lahko izredno omilimo z debelino komore, v kateri se na primer nahaja izolacijski plin. Tako je na

primer tipična debelina komore v učinkovitih enoslojnih izolacijskih oknih 16 mm, če gre za izolacijski plin argon in srednjeevropske zimske razmere (do -20°C). S stališča prevoda toplote je ugodno, da pri večslojnih oknih lahko povečamo razdaljo med stekli, saj je konvektivna sila zaradi manjše temperaturne razlike med stekli ustrezno manjša.

3.2 Zvočna izolacija

Vpliv zvočne izolativnosti materiala je še najbolj pojasniti z znižanjem jakosti zvoka, ki se prebije skozi izolacijski material. Glasnost, oziroma jakost, zvoka merimo v decibelih (dB). Najnižja vrednost 0 dB pomeni prag slišnosti, 30 dB jakost zvočnih virov v naravi, 60 dB normalna jakost govorjenja na sestanku, 75 dB jakost hrupa v prometu, 90 dB ropot v tovarni, 115 dB hrup letala, 120 dB pa je že bolečinska meja. Zvočna izolacija, na primer $R_w=30$ dB, pomeni, da se za 30 dB zmanjša jakost zvoka pri prehodu skozi steno. V sodobni gradnji je v resnici nujna zvočna izolacija vsaj 30 dB, pa še to le za objekte, kjer v bližini ni večjih virov hrupa. Za večino stavb v strnjениh naseljih, kjer je prisoten promet in drugi izvori hrupa, pa je nujna zvočna izolacija sten vsaj 50 dB, če govorimo o zaščiti pred hrupom v notranjosti stavbe.

S stališča zvočne izolacije je klasična gradnja z opeko in/ali betonom s toplotno izolirano fasado v veliki prednosti, saj že v osnovni izvedbi ponuja zvočno izolativnost 50 dB in več (npr. opečnat zid z 10 cm toplotno izolativnim fasadnim ovojem). Montažna gradnja s predfabriciranimi, relativno lahkimi paneli, pa omogoča le 30 do 36 dB. Zato se na področju montažne gradnje stanovanjskih stavb in tudi pri proizvajalcih predfabriciranih fasadnih sistemov kaže velika



Slika 5: Testiranje zvočne izolativnosti visokoizolacijskih tankoslojnih panelov, $R_w=48$ dB



Slika 6: Testiranje požarne obstojnosti visokoizolacijskih tankoslojnih panelov, EI60

potreba po zvočni izolaciji sten iz predfabriciranih panelov, podobnim zvočni izolaciji toplotno izolirane opečnate oziroma betonske stene, oziroma $R_w \approx 50$ dB.

Vprašanje je seveda, kako s čim manj materiala zagotoviti visoko zvočno izolativnost. S povečevanjem mase, oziroma debeline stene, je mogoče, vendar ne najbolj smotrno. Zdi se, da trenutno v tehnologiji izolacijskih oken ekonomsko najbolj učinkovito izkoriščajo materiale s stališča zvočne izolativnosti. Zvok je v resnici mehansko valovanje v območju slišnih frekvenc (20 do 20000 Hz). Udarna energija zvočnega vala skuša premakniti trdne stene stavbe. Pri tem je pomembno dejstvo, da se zvok najbolj oslabi pri prehodu skozi plasti z veliko razliko v gostoti. Plast plina v izolacijskem oknu na primer uspešno zaduši valovanje steklene plošče. Dušenje zvoka pri standardnem oknu z izolacijskim steklom (4-16-4) in polimernim okvirjem je 32 dB, že kombinacija z masivnejšim ali lepljenim steklom pa poveča zvočno izolativnost na 40 dB in več.

3.3 Požarna varnost

Požarno varnost stavbnega ovoja opredeljuje več dejavnikov:

- sposobnost stene z izolacijo vred pri zadrževanju napredovanja ognja od znotraj navzven in napredovanje požara po fasadi v druga nadstropja,
- količina pri gorenju sproščene energije oziroma entalpija gorenja,

- škodljivost pri gorenju nastalih dimnih plinov in drugih produktov gorenja,
- vpliv požara na konstrukcijske lastnosti fasadnega ovoja in stavbe.

Predfabricirani fasadni elementi in montažne stene, izdelane iz mineralne volne in/ali mavčnih plošč so s stališča požarne varnosti najbolj zaželeni. Mineralna volna je praktično negorljiva in, zaradi dobre toplotne izolativnosti, zelo dobra ovira za napredovanje požara. Mavčne plošče so s stališča zaviranja požara izjemne. Mavec je kalcijev polhidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) in poleg tega, da za bivanje ugodno izravnava vlago v prostoru, izredno zavira napredovanje požara, saj učinkovito zavira porast temperature, vse dokler vsebuje kristalno vezano vodo.

Za požarno zaščito nosilne jeklene konstrukcije stavbe se največkrat uporabljajo požarno zaščitni premazi, ki so pogosto samoekspandirajoči pri povišani temperaturi, kar upočasni napredovanje požara. Opečnata ali betonska stena imata dobro sposobnost zaviranja požara, zato posebni ukrepi največkrat niso predvideni.

4. SMERI RAZVOJA TOPLOTNIH IZOLACIJ

Kot že povedano gre razvoj toplotnih izolacij v smeri toplotne prevodnosti, ki je manjša od toplotne prevodnosti zraka. Poleg toplotne prevodnosti so pričakovane lastnosti novih izolacij še trajnost, ekološka sprejemljivost, požarna obstoj-

Fasadni sistem s paneli z izolacijskimi jedri na osnovi:	Toplotna prevodnost jedra panela	Zvočna izolativnost	Cena izolacijskega jedra
Nanopene na osnovi polimerov	> 0,004 W/mK, trajna	Ni znano	Predvidoma nizka
Nanopene na osnovi aerogelov	0,004 do 0,020 W/mK, trajna	Več kot 25 dB	> 100 €/m ²
Vakuumski paneli	0,005 do 0,015 W/mK, omejena trajnost	Največ 25 dB	> 100 €/m ²
Polimerne pene	0,018 do 0,025 W/mK, malo izgublja	Majhna ≈ 25 dB	< 10 €/m ²
Plinsko polnjeni paneli	0,014 do 0,023 W/mK, zelo malo izgublja izolativnost	Več kot 40 dB	> 7 €/m ²

Tabela 2: Pregled polnil fasadnih sistemov s toplotno prevodnostjo boljšo od zraka

nost in, za najširšo uporabo, nizka cena. Toplotne izolacije, ki sploh lahko imajo nižjo toplotno prevodnost kot zrak, morajo biti izdelane na osnovi:

- nanopen na osnovi polimerov,
- nanopen na osnovi aerogela,
- vakuum,
- polimerne pene z izolacijskimi plini in
- panelov z izolacijskim plinom.

V tabeli 2 je pregled različnih polnil v fasadnih sistemih. Za vsako izmed omenjenih izvedb bo v nadaljevanju predstavljeno trenutno stanje raziskav in usmeritve razvoja posamezne toplotne izolacije.

4.1 Nanopene na osnovi polimerov

V primerjavi z izdelavo običajnih pen se nanopene izdelujejo zelo hitro iz tekočine, v kateri je snov za penjenje popolnoma raztopljena v penilnem sredstvu. Nastajanje pene mora biti tako hitro, da ni možno nastajanje večjih mehurčkov, ampak so le ti na nivoju velikosti pod 100 nm,

največkrat med 10 in 100 nm. Trenutno v gradbeništvu resnično uporabnih nanopen za izolacijo ni, obstaja pa na področju splošne nanotehnike veliko komercialnih izdelkov z nanodelci za različne namene:

- zaščitni nanopremazi za vpojne in nevpojne površine,
- samočistilni premazi za stekla in druge materiale ter
- anti-grafitna zaščita z nanopremazi.

Na področju nanopen je vodilni Bayer. PUR nanopene, z velikostjo celic pod 150 nm, so še v eksperimentalni fazi, vendar s prvimi obetajočimi rezultati, saj je toplotna prevodnost približno za polovico manjša kot pri običajni PUR peni.

4.2 Nanopene na osnovi aerogelov

Aerogeli so trdni materiali z najnižjo gostoto in zelo nizko toplotno prevodnostjo. Izdelani so neposredno iz tekočega gela, kjer tekočino nadome-

Slika 7: Primerjava velikosti celic poliuretanskih pen - od standardne pene do nanopene

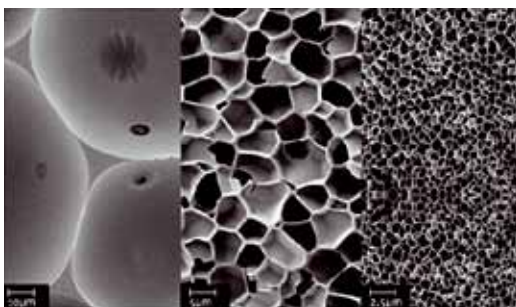


Tabela 3: Tehnične značilnosti polimernih nanopen

Toplotna prevodnost	Dosegljive toplotne prevodnosti nanopen na trgu so pod 0,02 W/mK, teoretično pa do 0,004 W/mK
Zvočna izolacija	Slaba, razen v povezavi s ploščami v panelih
Požarna obstojnost	Polimerne nanopene zelo gorijo, potrebni so zaviralci ognja
Stroški izdelave	Stroški izdelave mineralnih nanopen bodo lahko primerljivi z nizkimi stroški penjenja PUR ali PIR pene.



Slika 8: Fleksibilne toplotne izolacije iz aerogela

Toplotna prevodnost	Toplotne prevodnosti kremenčevih aerogelov so od 0,004 (plošče) do 0,015 W/mK (Spaceloft®). Toplotna prevodnost je trajna.
Zvočna izolacija	Zvočna izolativnost aerogelov je dobra vendar močno odvisna od izvedbe nosilne konstrukcije izolacije.
Požarna obstojnost	Kremenčevi aerogeli so negorljivi.
Stroški izdelave	Stroški izdelave aerogelov so zelo visoki, vendar vezani na tehnologijo izdelave. Stroški materiala so zanemarljivi.

Tabela 4: Tehnične značilnosti aerogelov

stimo z zrakom. Od tod tudi ime zamrznjen dim (angl. frozen smoke). Gel se mora v postopku izdelave posušiti z nadkritično ekstrakcijo tekočine, kar pomeni, da se gel lahko posuši v obstojen penast material le s povečanjem temperature in tlaka nad kritično točko gela. Prav zahtevnost in energetska potratnost pridobivanja najbolj omejujeta široko uporabo aerogelov v gradbeništvu. Aerogel je toplotni izolator, saj lahko izredno omili konvekcijo, prevajanje in sevanje, seveda odvisno od izvedbe oziroma materiala aerogela. Poznamo več vrst aerogelov:

- silikonski aerogel je dober toplotni izolator, saj silicijev oksid slabo prevaja toploto,
- kovinski aerogel je na drugi strani boljši toplotni prevodnik,
- ogljikov aerogel je dober izolator, saj ogljik absorbira infrardeče sevanje,
- najboljši izolator je kremenov aerogel z dodatnim ogljikom (na trgu je v obliki izolacijskih mehkih trakov).

Vodilno podjetje za gradbeništvu zanimivih produktov iz aerogelov je Aspen Aerogels INC iz

ZDA. Z izdelavo aerogelovega zdroba, kjer je lahko proces veliko hitrejši na račun neprosojnosti nastalega materiala, so nastale tržno zanimive toplotne izolacije. Pod znamko Spaceloft® tržijo trpežno in vremensko obstojno izolacijo v obliki fleksibilnih plošč za toplotno izolacijo tal ter notranjih in zunanjih sten stavb. Pravzaprav predstavlja največjo omejitev uporabe, poleg cene (zaenkrat), dejstvo, da aerogela ni možno uporabiti samostojno. V obliki trdnih prosojnih plošč mora biti na primer med dvema stekloma, v primeru fleksibilnih toplotnih izolacij, pa je lahko le kot toplotno izolacijsko polnilo, podobno kot mehka steklena volna.

4.3 Vakuumski paneli

Vakuumski paneli za gradbeništvu so primerni le v izvedbi z mineralnim jedrom kot nosilcem strukture panela. Vzdrževanje vakuumu zagotavlja aluminizirana folija, v katero je mineralno jedro oblečeno. Podjetje Va-Q-Tec, na primer, ponuja tri različne tipe vakuumskih panelov, ki se razlikujejo po strukturi jedra panela:

- Stisnjen prah silicijevega dioksida (kremen) z dodatki. Toplotna prevodnost je manj kot 0,005 W/mK, za gradbeništvu se ne uporablja zaradi požarne neobstojnosti.
- S poliesterskim filcem zaščiten stisnjen prah silicijevega dioksida in anorganskega veziva. Toplotna prevodnost je manj kot 0,003 W/mK, primerna za toplotno izolacijo stavb (požarni razred B2).
- Anorganski oksidi, od katerih je največ (80 %) pirogenega silicijevega dioksida, z dodatki za odbijanje toplotnega sevanja. Toplotna prevodnost je pod 0,0035 W/mK. Izredna požarna obstojnost – požarni razred A2. Zelo pogosta uporaba v gradbeništvu, v sendvič izvedbah.

Toplotna prevodnost	Toplotne prevodnosti vakuumskih panelov so nominalno okrog 0,005 W/mK, vendar ni trajna. Zaradi izgube vakuumu se toplotna prevodnost v nekaj letih dvigne na nivo 0,01 do 0,015 W/mK.
Zvočna izolacija	Zvočna izolativnost vakuumskih panelov je slaba, vendar je končni rezultat močno odvisen od izvedbe nosilne konstrukcije izolacije.
Požarna obstojnost	V najboljšem primeru A2 – podobno kot mineralna volna.
Stroški izdelave	Stroški izdelave vakuumski panelov so zelo visoki, še posebej s stališča zagotavljanja plinotesnosti na robovih panelov.

Tabela 5: Tehnične značilnosti vakuumskih panelov



Slika 9: Vakuumski paneli z mineralnim jedrom

V večini primerov so vakuumski paneli zaščiteni z večslojno metalizirano PET folijo, ki funkcioni- ra pri relativni vlažnosti zraka do približno 60 %, pri vlažnosti kjer pride do kondenza, pa nastopi pospešena degradacija aluminijastega nanosa in s tem sčasoma popuščanje vakuumu. Za doseganje daljše življenjske dobe takšnih panelov je potrebna posebna izvedba vgradnje, ki pogosto precej podraži investicijo v fasadni ovoj.

4.4 Polimerne pene z izolacijskim plinom

Poliuretanske (PUR), fenolne (PF) in poliiocianuratne (PIR) zaprtocelične pene že nekaj časa omogočajo laboratorijske začetne toplotne prevodnosti do 0,020 W/mK. Toplotno izolativnost teh pen zagotavlja penilni plin, zato je pomembno, da ga čim dlje zadržimo v toplotno izolacijski

peni. To najpogosteje izvedemo z aluminijasto folijo, ki precej podaljša dobo zadrževanja težkega izolacijskega plina v celicah. Uporaba takšnih trdnih penastih materialov je preprosta za izolacijo objektov, saj se jo da enostavno rezati.

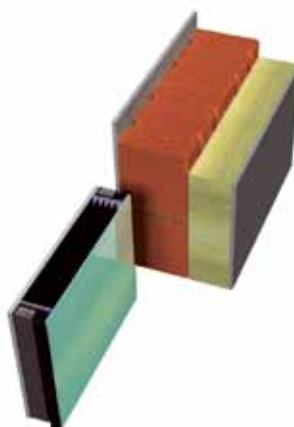
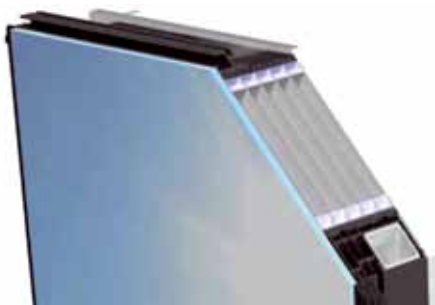
4.5 Toplotno izolacijski paneli polnjeni z izolacijskim plinom

V bistvu so toplotno izolacijski paneli, ki so polnjeni s plinom, po zasnovi podobni izolacijskim steklom. Glede na vrsto izolacijskega plina in temperaturno razliko je potrebno določiti primer- no debelino komore, da se prepreči prevelik vpliv konvektivnega prenosa toplote. Plinsko polnjeni paneli se izdelujejo iz več komor, ki so največkrat debele med 6 mm in 22 mm. Komore so med se- boj ločene s stekli, v primeru izolacijskih stekel in polimernimi, oziroma kovinskimi - največkrat aluminijastimi pregradami, v primeru netranspa- rentnih izolacijskih panelov. Posamezne komore morajo biti trajno plinotesne. Najpogosteje upo- rabljani izolacijski plini so argon, CO₂, kripton in fluorirani plini.

V tehnologiji izolacijskih oken je bil največji na- predek v zadnjih desetletjih storjen v zagotavljanju trajne plinotesnosti, tako da je garancijska doba sodobnih izolacijskih stekel že 10 let, živ- ljenjska doba pa vsaj 50 let. Izkazalo se je, da so izolacijska stekla ekonomsko najučinkovitejša v izvedbi z eno ali dvema komorama, sistemi z več kot tremi stekli pa so predragi in pretežki.

Tabela 6: Tehnične značilnosti polimernih pen

Toplotna prevodnost	Toplotne prevodnosti polimernih pen v obliki predizdelanih plošč so na začetku 0,024 W/mK, trajno pa 0,036 W/mK
Zvočna izolacija	Zvočna izolativnost trdnih plošč iz polimernih pen je slaba, vendar je končni rezultat močno odvisen od izvedbe nosilne konstrukcije izolacije.
Požarna obstojnost	Polimerne pene so samogasne, brezdimne, a gorljive ob dovajanju toplote.
Stroški izdelave	Stroški izdelave polimernih pen so zelo nizki, le nekaj €/kg.



Slika 10: VITP panel (levo) in primerjava s klasično izvedbo stene (desno)

Najpogosteje uporabljan izolacijski plin v oknih je argon. Kripton in ksenon sta največkrat predraga za standardno izvedbo okna. Prav zaradi uspešnega zagotavljanja plinotesnosti na robovih izolacijskega stekla so lahko na notranji strani izolacijskega stekla nanosi, ki odbijajo sevanje, kar še dodatno izboljša toplotnoizolacijske lastnosti. Visokokvalitetna okna imajo toplotno prehodnost v enokomorni izvedbi le $U_g=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, v najboljši dvokomorni pa le $U_g=0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V CBS Inštitutu, hčerinskem podjetju Trima d.d., smo v okviru projekta MAKSI, ki ga je delno sofinancirala EU, in sicer iz Evropskega sklada za regionalni razvoj, razvili visokoizolacijski tankoslojni panel – VITP. Gre za več komorni sistem, polnjen s toplotno izolacijskim plinom, kjer je izolacijsko jedro prilepljeno na zunanjo in notranjo ploščo.

Toplotna prevodnost izolacijskega jedra je v primeru ogljikovega dioksida kot polnilnega plina na

primer le $0,017 \text{ W/mK}$. Zunanja plošča je lahko kaljeno in emajlirano steklo ali visokotlačni laminat s plinsko/parno zaporo. Nanjo je s strukturnim lepilom v osnovni izvedbi prilepljeno petkomorno jedro (število komor je lahko med 2 in 7). Posamezne komore podpirajo hibridni distančniki (polimer in nerjavno jeklo), podobno kot v primeru najboljših izolacijskih stekel. Komore so podprte z distančniki višine 20 mm (za petkomorno izvedbo) in med sabo ločene z aluminijasto folijo debeline 20 mm, kar uspešno preprečuje prenos toplote s konvekcijo in sevanjem. Izolacijski plin v komorah je v osnovni izvedbi ogljikov dioksid ali argon, možne pa so tudi posebne mešanice še bolj izolacijskih fluoriranih plinov. Notranja plošča, z vlakni ojačana mavčna plošča, je prav tako prilepljena na izolacijsko jedro. VITP elementi so v celoti predfabricirani, kar omogoča večjo kakovost in hitrost montaže.

VITP panel v osnovni izvedbi sestavlja 8 mm kaljeno steklo za zunanjo ploščo, 100 mm toplotno izolacijsko jedro (pet komor po 20 mm) in 15 mm mavčna plošča na notranji strani. Ob straneh so ojačitveni poliamidni profili, v katerih so jeklene cevi, ki dodatno povečajo togost panela in omogočajo montažo po principu obešenih fasadnih sistemov. Po montaži VITP panelov se z notranje strani fugo (20 mm) med paneli zatesni s protipožarno poliuretansko peno. Nato se notranjo stran pokrije s še eno mavčno kartonsko ploščo debeline 10 mm. V takšni izvedbi omogoča zelo dobre tehnične karakteristike: toplotno prehodnost sistema $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$, zvočno izolacijo $R_w=48 \text{ dB}$, vodotesnost :900 Pa, požarno obstojnost EI60 in nosilnost 1,5 kPa.

Slika 11: Visokoizolacijski tankoslojni panel (VITP) – primer gradnje (levo) in vizualizacija (desno)



Toplotna prevodnost	Toplotne prevodnosti panela so lahko teoretično od 0,010 W/mK, praktična pa od 0,014 W/mK do 0,023 W/mK.
Zvočna izolacija	Zelo visoka, saj vedno nastopa sistem dveh masivnih plošč, med katerima je jedro, polnjeno z izolacijskim plinom, $R_w > 48$ dB.
Požarna obstojnost	Dobra, razen polimernih lepil.
Stroški izdelave	Stroški izdelave izolacijskega jedra so nizki, od 7 do 27 €/m ² .

Tabela 7: Tehnične značilnosti plinsko polnjenih panelov

5. ZAKLJUČEK

Stanje na trgu in čedalje višje zahteve po učinkoviti energetske varčni in trajnostni gradnji sodobnih objektov so razlog, da se bo na področju izolacij marsikaj zgodilo. To po eni strani pomeni investicije v razvoj novih materialov, po drugi pa vlaganje v pocenitev izdelave obstoječih. Če povzamemo trenutno situacijo na trgu izolacij lahko zaključimo:

- mineralna volna je učinkovita in trajna toplotna izolacija, večjega napredka v izolativnosti ne gre pričakovati,
- polistiren bo še nekaj časa prevladoval na področju klasičnih sistemov gradnje, saj za nizko ceno ponuja dobro toplotno izolativnost, razvoj je šel v smeri izboljšanja toplotne izolativnosti z dodajanjem delcev, ki blokirajo sevanje,
- polimerne pene (PUR, PIR in PF) so ravno tako poceni in dobro izolirajo toploto. Razvoj gre v smeri večje požarne obstojnosti in zagotavljanja plinotesnosti penilnih plinov,
- na področju nanopen se vlaga predvsem v pocenitev postopka izdelave, saj so s stališča uporabnosti za izolacijo izjemne,
- vakuumski paneli imajo izredno toplotno izolativnost, ki pa za sedaj ni trajna. Zagotavljanje obstoja vakuuma na dolgi rok je izredno zahtevna naloga, ki jo je težko ekonomsko upravičeno rešiti,
- plinsko polnjeni paneli so v kombinaciji z nosilnima ploščama na notranji in zunanji strani trenutno najbolj optimalni s stališča zelo dobrih toplotno in zvočnoizolativnih lastnosti za relativno nizko ceno. Razvoj gre v smeri popolne predfabrikacije panelov in s tem zagotavljanja maksimalne kakovosti. To velja tako za okna kot tudi netransparentne plinsko polnjene panele (VITP).

VIRI

1. <http://www.decibel.si/osnhrup.htm>
2. <http://www.kvalitetna-okna.info/category/okna/>
3. <http://www.nanosvet.com/Nanotehnologija/nanoporozni-materiali.htm>
4. A. Kralj, T. Šinkovec: Napredni izolacijski fasadni panel – VITP panel, CBS inštitut, Trimo d.d., Predlog poslovnega načrta, avgust 2008
5. A. Kralj, R. Hajdinjak: GAS FILLED INSULATION CONSTRUCTION PANEL, PCT/SI2010/000017
6. Bayer AG: Double the insulating performance, reduced energy consumption, Polyurethane Nanofoams for Thermal Insulation, <http://www.press.bayer.com/>, oktober 2010
7. NanoPore Incorporated: NanoPore™, Vacuum Insulation Panels and Inserts, <http://www.nanopore.com>
8. Aspen Aerogels, INC: Ultra Thin Spaceloft® Insulation, <http://www.aerogel.com/>, http://www.aerogel.si/t_aspen_aerogels.htm
9. Airglass aerogel, <http://www.airglass.se/>
10. Va-Q-Tec, AG Vakuumisolationspaneele (VIP), http://www.va-q-tec.com/downloadcenter_de,17685.html

SAMODEJNA OBDELAVA SLOVENSKEGA GOVORA

prof. dr. France Mihelič

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko,
Laboratorij za umetno zaznavanje, sisteme
in kibernetiko

france.mihelic@fe.uni-lj.si

POVZETEK

Govorne tehnologije predstavljajo relativno novo raziskovalno področje, ki zajema avtomatizacijo postopkov, povezanih z govorom. Med vidnejše postopke govornih tehnologij spadajo sistemi za razpoznavanje govora, sistemi za samodejno tvorjenje govora in sistemi za dialog, ki omogočajo vodenje delovanja samodejnih naprav z govorom v naravnem jeziku.

V prispevku so predstavljene aktualne raziskave in umestitev rezultatov na tem področju v prakso, kot tudi zahtevnost in interdisciplinarnost problematike. Ker slovenski jezik predstavlja enega izmed temeljev naše nacionalne identitete, je pomembno tudi vprašanje, kako lahko spoznanja s tega področja uporabimo v slovenskem govoru. Podana je problematika uporabe takih sistemov v slovenščini in doseženi rezultati na tem področju.

I. UVOD

Samodejno razpoznavanje, tvorjenje govora in razumevanje jezika so področja, ki so se začela razvijati hkrati s pojavljanjem digitalnih računalnikov v petdesetih letih prejšnjega stoletja. Kot so se v zvezi z razumevanjem jezika nadejali hitrih uspehov pri samodejnem prevajanju, tako so na področju razpoznavanja govora pričakovali, da bo v bližnji prihodnosti možno razviti »fonetični pisalni stroj«, ki bo prevzel naloge strojepisk. Vendar se je hitro pokazalo, da zgolj razpoznavanje glasov v nekem jeziku ne da uporabnih rezultatov. Naloga je podobna, kot če bi nekomu narekovali besedilo v tujem jeziku, ki ga ne zna, in ga prosili, naj zapiše glasove, ki jih sliši. Videli bi, da bi bili tudi rezultati razpoznavne podobni (slabi), kot pri samodejnem sistemu. Govorimo zato, da se sporazumevamo. Razumevanje govornih sporočil je zato pri ljudeh bistven dejavnik, ki vpliva na samo razpoznavo povedanega. V tem smislu so področja razumevanja in razpoznavanja ter sinteze povezana. Zato razvoja uspešnega univerzalnega sistema za razpoznavanje in sintezo govora, ki bo po svojih sposobnostih primerljiv s človekom, ne moremo pričakovati, dokler ne bo rešen problem razumevanja.

Trenutni dosežki na tem področju pa vsekakor močno presegajo začetne rezultate (Tabela 1). Samodejni postopki, ki temeljijo predvsem na statističnem modeliranju akustičnih lastnosti govora in sintakse jezika, omogočajo kvalitetno razpoznavanje tekočega govora z obsežnimi slovarji (več 100.000 besed), posebej, če govorjenje poteka v zvočno kontroliranih pogojih in se navezuje na specifičnega govornika. Pri omejitvi na ožje področje komunikacije z ustrezno skromnejšim slovarjem možnih besed in bolj določeno sintakso pa je mogoče razviti tudi samodejni sistem, ki zanesljivo deluje neodvisno od govornika. V taki preprostejši situaciji lahko razmeroma uspešno izvedemo tudi samodejno analizo pomena govora. Podobno so bili na področju samodejnega tvorjenja govora storjeni pomembni koraki, kjer prav tako že naletimo na uporabo takih sistemov v praksi. Žal se je pokazalo, da razviti postopki razpoznavanja in tvorjenja govora niso enako primerni za vse jezike. Učinkovitost obstoječih postopkov je v veliki meri odvisna od sintakse jezi-

- 50. leta	Začetni poizkusi
- 60. leta	Prvi sistemi in razvoj teorije
- 70. leta	Razpoznavanje ločeno izgovorjenih besed
- 80. leta	Razpoznavanje vezanega govora, tvorjenje govora iz besedil Začetek intenzivnejših raziskav za slovenski govor
- 90. leta	Razumevanje in razpoznavanje naravnega govora Sistemi za dialog Sistemi za narekovanje z obsežnim slovarjem besed Korpusna sinteza govora
- Trenutni	raziskovalni izzivi Robustnost Stabilno delovanje sistemov ne glede na zvočno ozadje, dialekte, način govora, vhodne enote, ... Porazdeljeni sistemi za razpoznavanje govora Mobilna telefonija Večjezičnost Sistemi za govorna poizvedovanja, sporazumevanja, učenje,... Obdelava zvočno heterogenih vsebin Iskanje izbranih vsebin, oseb, ključnih besed (browsing) Večmodalno razpoznavanje govora Vključitev vidne informacije (branje iz ustnic, usmerjenost pogleda, kretnje telesa,...) in ostalih modalnosti (tipkovnica, miška,...)

Tabela 1: Časovni pregled raziskav na področju govornih tehnologij in trenutni aktualni izzivi

ka, pri čemer jo slabše odnesejo jeziki z velikim številom pregibnih oblik (sklanjatve, spregatve, število, spol) besed. Tu je, žal, slovenščina, kakor tudi drugi slovanski in še marsikateri drugi jeziki, v bistveno slabšem položaju kot na primer angleščina.

Samodejni sistemi za razpoznavo in tvorjenje govora za svoje delovanje potrebujejo – tako kot živa bitja – učenje. Ker uveljavljeni postopki samodejne obdelave govora v veliki meri temeljijo na statističnih metodah, potrebujemo za uspešno učenje primerno obsežno količino učnega materiala (ustrezno označenega govora in besedil). Predvsem zbiranje in priprava zvočnih govornih posnetkov predstavlja zahtevnejše in zamudno opravilo, ki ga je potrebno opraviti za vsak jezik posebej. Pri tem je zaželeno, da tako zbrani podatki »pokrivajo« čim več raznolikosti, ki pri govorjenju nastopijo zaradi fizioloških, socialnih in drugih razlik med govorniki in tudi zaradi zunanjih okoliščin, ki vplivajo na način govorjenja. Ker gre za zahtevne in zamudne postope, je pridobivanje takih podatkovnih zbirk povezano z »visokimi« materialnimi vložki, ki pa so neodvisni od tega, koliko ljudi nek jezik govori.



Slika 1: Splošna struktura sistema za razpoznavanje govora



Slika 2: Splošna struktura sistema za samodejno tvorjenje govora

2. OSNOVNI POJMI IN UPORABA SISTEMOV GOVORNIH TEHNOLOGIJ

Govorne tehnologije označujejo raziskovalno in tehnološko področje, ki zajema avtomatizacijo postopkov, povezanih z govorom. V to področje spadajo sistemi za razpoznavanje govora, sistemi za samodejno tvorjenje govora, sistemi za govorno sporazumevanje, sistemi za obdelavo zvočno heterogenih vsebin itd.

2.1 Predstavitev nekaterih sistemov

Na slikah 1, 2 in 3 so prikazne osnovne strukture nekaterih takih sistemov

Razpoznavnik govora je možno udejaniti v več različnih funkcionalnih oblikah. V najpreprostejšem primeru gre lahko le za razpoznavanje omejenega števila ločeno izgovorjenih oseb izbranega uporabnika. To je opcija, ki jo lahko danes uporabimo že skoraj pri vsakem mobilnem telefonu. Lahko razpoznavamo le identiteto govornika, njegovo razpoloženje ali pa razpoznavamo besedilo po nareku. Najzahtevnejša naloga pa je od govornika neodvisno razpoznavanje spontanega govora.

Tudi pri tvorjenju govora se je dosedaj uveljavilo več načinov: od predposnetih delov govora, ki jih predvajamo v zelenem vrstenem redu, do sistemov, ki omogočajo branje poljubnega besedila v izbranem jeziku. Za uporabo takih sistemov je pomembna predvsem razumljivost, naravnost in možnost oblikovanja ustreznih besednih poudarkov, stavčne intonacije in izražanja emocij v umetno tvorjenem govornem signalu.

Pri sistemih za dialog veliko vlogo igra upravljanje takega sistema (angl. dialogue manager). To je lahko udejanjeno z uporabo menujskega sistema izbir, ki jih sistem ponuja, ali pa z uporabniku prijaznejšimi postopki, ki so bližje načinu, kot jih za medsebojno sporazumevanje uporabljamo ljudje. Uspešnost delovanja takega sistema zavisi od dobrega delovanja vseh komponent, ki ga sestavljajo, in je ni preprosto meriti. Osnovni cilj pa je seveda uspešno zaključen dialog s čim manj interakcijami in na uporabniku čim bolj prijazen način.

2.2 Uporaba sistemov govornih tehnologij

Govor je za človeka najnaravnejši način komunikacije, ki se ga nauči, še preden zna pisati in brati. Če bi človek s samodejnimi napravami lahko upravljal in komuniciral z govorom na način, kot ga uporablja za običajno sporazumevanje s sočlovekom, bi mu to v veliki meri olajšalo upravljanje in uporabo vedno novih naprav in sistemov, ki nas ob hitrem razvoju tehnologije vedno bolj obkrožajo. V tem smislu uporaba govornih tehnologij omogoča komunikacijo z napravami večjemu krogu uporabnikov ter hkrati večjo storilnost in človeku prijaznejše delovno okolje. Pomembna prednost uporabe govornih tehnologij je tudi, da omogoča upravljanje z napravami brez uporabe rok in/ali vida.

Uporaba govornih tehnologij je mogoča pri upravljanju in nadzoru samodejnih sistemov kot so: sistemi za samodejno poizvedovanje z govorom, komunikacija z računalnikom in drugimi napravami za invalidne, poškodovane ali bolne osebe, upravljanje podsistemov v vozilih, v »pame-



Slika 3: Struktura sistema za govorno sporazumevanje

tni hiši« itd. Na njihovo uporabo naletimo tudi pri podpori za govorno sporazumevanje v različnih jezikih, dokumentiranju informacij, podnaslavljanju in brskanju po internetnih vsebinah, ki vsebujejo zvočne podatke.

Uvajanje uporabe govornih tehnologij v prakso pa ima tudi slabosti. Kot pri vseh sistemih za razpoznavanje vzorcev, tudi samodejno razpoznavanje govora lahko deluje nezanesljivo. Pri oceni zanesljivosti delovanja smo v tem primeru ljudje še posebej neprizanesljivi, saj govorno sporazumevanje dobro obvladamo. Velikokrat zato že po prvem ponesrečenem poizkusu uporabe razpoznavalnika govora uporabnik tako možnost sporazumevanja opusti. Kljub temu, da je govor za človeka najbolj naraven način sporazumevanja, ljudje na komunikacijo z govorom s samodejnimi sistemi ne gledajo kot na nekaj neobičajnega. Zato je potrebno uporabnike v tak nov način komunikacije uvajati. Na negativen odnos ljudi do uporabe takih sistemov vpliva tudi sociološka komponenta, ki se odraža v nasprotovanju uvažanja avtomatizacije v naše življenje.

3. POMEN RAZISKAV IN RAZVOJA NA PODROČJU GOVORNIH TEHNOLOGIJ ZA SLOVENSKI JEZIK

Postopki za razpoznavanje govora, umetno tvorjenje govora in govorno sporazumevanje s samodejnimi sistemi, so od jezika odvisni in jih je v precejšnji meri – kar je odvisno tudi od zahtevnosti sistema – potrebno razviti za vsak jezik posebej. Nestvarno je pričakovati, da bodo tuji

razvili kompleksnejše sisteme za razpoznavanje in sintezo slovenščine, ker se to glede na naše majhno število uporabnikov ne izplača. Prave uporabnosti od zaprtih sistemov, ki so le površno prilagojeni za naš jezik, ne moremo pričakovati.

Slovenščina je eden najpomembnejših dejavnikov naše nacionalne identitete. Če bomo želeli v prihodnosti komunicirati z umetnimi sistemi v lastnem jeziku, se bo potrebno z znanjem o tem področju in razvoju takih sistemov intenzivneje ukvarjati tudi pri nas. Uporaba samodejnih sistemov za razpoznavanje govora, tvorjenje govora in govorno komunikacijo je marsikje že prešla v prakso in se bo po napovedih v prihodnosti močno razširila na številna področja. Če vmesnikov za govorno sporazumevanje, ki bi delovali v slovenščini, ne bo, bodo ljudje pri komunikaciji uporabili drug jezik – najverjetneje angleščino – kar pa je za opuščanje rabe maternega jezika veliko bolj nevarno kot na primer tuja imena trgovin ali posameznih artiklov.

Razviti postopki govornih tehnologij za slovenski jezik pa ne pomenijo samo, da si bomo na ta način lahko izboljšali kvaliteto bivanja in naše učinkovitosti pri opravljanju različnih nalog, ampak omogočajo tudi nove pristope za proučevanje materinega jezika z do sedaj še neuporabljenimi postopki. Z uporabo govornih tehnologij je namreč mogoče pregledati, ovrednotiti in raziskati posebnosti slovenskega govora na obširnih zbirkah podatkov in tako priti do relevantnih zaključkov v jezikoslovju, do katerih se ne moremo dokopati le s študijem majhnih fragmentov govornega jezika.

3.1 Trenutno stanje

V Sloveniji se z raziskavami in razvojem na področju govornih tehnologij intenzivneje ukvarjamo od sredine 80-ih let prejšnjega stoletja. Na tem področju so aktivne skupine na Fakulteti za elektrotehniko v Laboratoriju za umetno zaznavanje, sisteme in kibernetiko in v Laboratoriju za arhitekturo in procesiranje signalov na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, raziskovalna skupina v Laboratoriju za digitalno procesiranje signalov na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko na Univerzi v

Raziskovalne in razvojne skupine	Govorni podatkovni viri
- Univerza v Ljubljani (FE in FRI)	- Snabi (FERI)
- Univerza v Mariboru (FERI)	- Števkve (Univerza v Ljubljani, FRI)
- Institut Jožef Stefan	----- 1990 -----
- ZRC SAZU	- Mobiluz (FE)
- Alpineon d.o.o.	- SpeechDat - slovenski govor (FERI)
- Amebis d.o.o.	----- 2000 -----
- HERMES Softab	- VoiceTRAN (FE)
	- SiBN (FE)
	- BNSi (FERI)
Področja	Tekstovni podatkovni viri
- Razpoznavanje in potrjevanje identitete govornca	- FidaPlus 621 M besed (IJS, FF, Amebis d.o.o.,...)
- Razpoznavanje ločeno izgovorjenih besed	- Nova Beseda 162 M besed (ZRC SAZU)
- Razpoznavanje tekočega govora z omejenim slovarjem besed	----- 2000 -----
- Razpoznavanje tekočega govora z obsežnim slovarjem besed (TV informativne oddaje)	- SiBN tekst 2 M besed (FE)
- Razpoznavanje spontanega govora	- BNSi tekst 11 M besed (FRI)
	- Večer 17 M besed (FRI)
	----- 2010 -----
	- govorni korpus GOS, 1 M besed (FERI, Trojina - zavod za uporabno slovenistiko, Amebis d.o.o.)

Tabela 1: Raziskovalne skupine, sistemi in govorni ter tekstovni podatkovni viri na področju razpoznavanja govora v Sloveniji

Tabela 2: Uspešnost sistemov za razpoznavanje slovenskega govora

Področja	Ocena uspešnosti
- Razpoznavanje in potrjevanje identitete govornca	Razviti eksperimentalni sistemi. Primerni za prenos v prakso.
- Razpoznavanje ločeno izgovorjenih besed	
- Razpoznavanje tekočega govora z omejenim slovarjem besed	Razvoj eksperimentalnih sistemov. Trenutni rezultati slabši od primerljivih sistemov za druge jezike. Delež napačno razpoznanih besed: SLO 27% [3], CZ 19%, ANG 10%.
- Razpoznavanje tekočega govora z obsežnim slovarjem besed	
- Razpoznavanje spontanega govora	Razvoj eksperimentalnih sistemov. Odprt raziskovalni izziv tudi za ostale jezike.

Mariboru, skupina v oddelku za inteligentne sisteme na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani ter podjetji Alpineon d.o.o. in Amebis d.o.o. Kljub relativno velikemu številu skupin je skupno število raziskovalcev na tem področju pri nas majhno (manj kot 30) in v primerjavi s številom ljudi, ki se ukvarjajo s tovrstnimi raziskavami v tehnološko bolj razvitih državah, zanemarljivo. Žal pa zahtevnost od jezika odvisnih raziskav in razvoja na področju govornih tehnologij ni odvisna od števila ljudi, ki nek jezik uporabljajo. Opažamo lahko tudi, da ni dovolj trdne povezave med raziskovalci na tehniškem in jezikoslovnem področju,

kar je verjetno pogojeno z načinom financiranja raziskav v Sloveniji, ki ni naklonjeno multidisciplinarnim raziskavam.

Shematično so dosežki posameznih raziskovalnih skupin v Sloveniji na področju razpoznavanja, umetnega tvorjenja govora in govornega sporazumevanja v komunikaciji človek-stroj, prikazani v naslednjih tabelah (Tabele 2, 3, 4 in 3).

Dosežki niso zanemarljivi, kar kažejo tudi številne objave domačih raziskovalcev s tega področja v mednarodnih publikacijah, ki jih lahko najdemo v bibliografskem sistemu COBISS. Žal pa moramo ugotoviti, da v zadnjem času v napredku že zastajamo za državami (jeziki), ki pred 20 leti na tem področju niso imele za pokazati praktično nič.

Povsod na svetu bi si raziskovalci na področju govornih tehnologij želeli razpolagati z obsežnejšimi govornimi podatkovnimi zbirkami, kot jih imajo. V Sloveniji pa je stiska s premajhno količino kvalitetno pripravljenih govornih podatkov za slovenski govor še posebej velika. Pridobivanje ustreznih podatkov je časovno zahtevno opravilo, ki ga le deloma lahko avtomatiziramo, in je zato drago. Po drugi strani pa pridobitev podatkovne zbirke ne šteje za znanstveni dosežek. Raziskovalci – tudi mladi – so v vedno večji časovni stiski in se posledično delu z zbirkami govornih podatkov, če se le da, izogibajo. V veliki meri za pridobivanje in dokumentiranje podatkov ni potrebna specializirana visoka izobrazba. Ta je nujna predvsem pri zasnovi, določitvi dokumentiranja, razvoju programskih orodij in kontrole priprave podatkov. Zaradi časovne zahtevnosti pa za samo izvedbo potrebujemo primerno materialno podporo. Trenutno pri pridobivanju javnih finančnih sredstev kot pomembne štejejo le mednarodne objave v uveljaljenih revijah. Tudi objave rezultatov raziskav, posebej za slovenski govor, z mednarodnega stališča niso posebno zanimive. Zato se tudi slovenski raziskovalci na področju govornih tehnologij raje usmerjajo v raziskave od jezika neodvisnih postopkov in/ali razvite postopke preizkušajo na tujejezičnih govornih zbirkah, kar je koristno za razvoj znanosti nasploh, ne doprinaša pa k razvoju tehnologij za slovenščino. Tako smo se na tem področju znašli v zaprtem krogu.

Raziskovalne in razvojne skupine skupine:

- Univerza v Ljubljani (FE),
- Univerza v Mariboru (FERI),
- Institut Jožef Stefan
- Alpineon d.o.o.
- Amebis

Področja:

- Sinteza govora na osnovi predposnetih govornih enot (difonska, korpusna sinteza)
- Sinteza govora na osnovi akustičnih modelov (HMM)

Izdelki dostopni na tržišču:

- Govorec, Fonem (IJS – Amebis)
- Proteus (Alpineon)
- Jaka (FE)

Raziskovalne in razvojne skupine skupine:

- Univerza v Ljubljani (FE in FRI),
- Univerza v Mariboru (FERI),
- HERMES Softlab
- Alpineon

Sistemi:

- Eksperimentalni sistemi za govorna poizvedovanja:
 - letalske povezave (FE),
 - prireditvev Lent (FERI),
 - Sistem za govorno prevajanje (Univerza v Mariboru, FERI)
 - Sistem za govorno prevajanje "VoiceTRAN" (Alpineon, FE, FF, Amebis, IJS)
- vremenske napovedi (FE),
- turistične informacije (Uni. Mb., FERI),
- Sistem M-vstopnica (HERMES Softlab, FERI)

Tabela 3: Raziskovalne skupine, vrste sistemov in na tržišču dostopni izdelki na področju umetnega tvorjenja govora v Sloveniji

Tabela 4: Slovenske raziskovalne in razvojne skupine ter razviti sistemi za govorna poizvedovanja

4. RAZISKOVALNI IN RAZVOJNI IZZIVI

Večkrat smo že omenili, da so postoki, ki jih uporabljamo na področju govornih tehnologij, v veliki meri odvisni od jezika. Poglejmo si, kakšne so specifične težave pri samodejnem razpoznavanju slovenskega govora.

4.1 Razpoznavanje govora

Definirajmo problem razpoznavanja govora, kot je danes največkrat predstavljen, z Bayesovo enačbo v verjetnostnem računu.

Označimo z X akustični dogodek, ki ga želimo razpoznati in z w

$$w = w_1 w_2 \dots w_n$$

niz n izgovorjenih besed, kjer z w_i označimo i -to izgovorjeno besedo.

Pri razpoznavanju govora želimo za dani akustični dogodek X ugotoviti najbolj verjeten niz izgovorjenih besed w . Iščemo torej maksimum pogojne verjetnosti $P(w/X)$, da je pri danem akustičnem dogodku X prišlo do izgovorjave niza besed w .

Ker je

$$P(X, w) = P(w/X) P(X) = P(X/w) P(w).$$

Najverjetnejši niz mesed w poiščemo kot

$$P(w/X) = \max_v \frac{P(X/v) P(v)}{P(X)}$$

oziroma določimo w kot tisti niz izmed vseh možnih besed, ki maksimizira izraz $P(X/v) P(v)$:

$$\max_v P(X/v) P(v).$$

Kjer pogojno verjetnost, da je pri izgovorjenem nizu besed w prišlo do akustičnega dogodka X $P(X/w)$ ocenimo z akustičnim modeliranjem

in verjetnost, da v jeziku nastopi niz izgovorjenih besed w

$P(w)$ ocenimo z jezikovnim modeliranjem.

Samodejni postopki za razpoznavanje in tvorjenje govora temeljijo na rezultatih relativno zahtevnih statističnih postopkov, ki omogočajo ocenjevanje verjetnosti $P(X/w)$ in $P(w)$.

Za njihovo uspešno uporabo potrebujemo v fazi učenja dovolj obsežne (reprezentativne) zbirke govornih podatkov in besedil v izbranem jeziku.

Vzemimo na primer nalogo razpoznavanja govora, ki upošteva obsežen slovar možnih besed.

Za slovenski jezik je specifično veliko število pregibnih oblik (sklanjatve, spregatve, spol, ednina, dvojina, množina...). Eno slovarsko geslo ima običajno veliko pregibnih oblik, med katerimi je potrebno razlikovati že v fazi razpoznavanja. To pomeni, da je potrebno za vsako pregibno obliko oblikovati poseben akustični model.

V primerjavi z jeziki z majhnim številom pregibnih oblik, kot je na primer angleščina, se tako velikost števila enot, med katerimi je potrebno pri razpoznavanju, pri enakem številu gesel poveča tudi

za 10-krat. To posledično – pri enakem obsegu učnega gradiva (govornih posnetkov) – vodi do zamudnejšega in slabšega pravnega razpoznavanja.

Da bi dosegli primerljivost zahtevnosti razpoznavanja govora na akustičnem nivoju, je zato treba poiskati rešitve, s katerimi bi dosegli primerljivo število potrebnih akustičnih modelov z drugimi jeziki. V zadnjem času je bil s strani sodelavcev Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani, v več publikacijah [1,2], objavljen predlog za rešitev tega problema, ki omogoča pri metodologiji razpoznavanja govora s končnimi pretvorniki, učinkovito zmanjšanje števila stanj in povezav v predstavitvi slovarja besednih izgovorjav. Razpoznavalnik, ki bi na ta način deloval, trenutno še ni realiziran. Zato bo potrebno na končno potrditev uspešnosti predlaganega pristopa še počakati.

Prav tako se težave pojavljajo tudi pri določanju jezikovnega modela $P(w)$.

Zopet vzemimo zahtevnejši primer razpoznavanja govora z obsežnim slovarjem možnih besed in širokim tematski področjem komunikacije. Kako določamo $P(w)$?

$$P(w) = P(w_1 w_2 \dots w_m) = P(w_1) \prod_{i=2}^m P(w_i/w_1 w_2 \dots w_{i-1})$$

kjer je

w_i i -ta beseda in
 m število besed v stavku.

Ne moremo pričakovati, da bi tudi pri zelo obsežni množici učnega gradiva lahko zanesljivo ocenjevali pogojne verjetnosti $P(w_i/w_1 w_2 \dots w_{i-1})$ za daljši niz besed $w_1 w_2 \dots w_{i-1}$. Zaradi tega so se v praksi uveljavili tako imenovani n -gramski jezikovni modeli, kjer pogojne verjetnosti ocenimo s pogojnimi verjetnostmi, kjer v oceni upoštevamo le n nazadnje izgovorjenih besed:

$$P(w_i/w_1 w_2 \dots w_{i-1}) \approx P(w_i/w_{i-n+1} \dots w_{i-1}).$$

Dejansko za n največkrat za izberemo kar $n = 2$ (bigramski) ali $n = 3$ (trigramski jezikovni model).

Pogojne verjetnosti grobo ocenimo z relativnimi frekvencami nastopov kombinacij n -teric in $(n - 1)$ -teric besed v besedilu, ki je na razpolago kot učna množica:

$$P(w_i/w_{i-n+1} \dots w_{i-1}) \approx P'(\dots) = \frac{\text{frek}(w_{i-n+1} \dots w_{i-1} w_i)}{\text{frek}(w_{i-n+1} \dots w_{i-1})}$$

Za bigramski model so te ocene na primer kvocienti:

$$P(w_i/w_{i-1}) \approx \frac{\text{frek}(w_{i-1} w_i)}{\text{frek}(w_{i-1})}$$

Da bi dobili primerljivo dobre ocene pogojnih n -gramskih verjetnosti pri slovarju z enakim številom gesel, potrebujemo za slovenščino in primerljive jezike besedilne zbirke, ki morajo po velikosti približno obsegati za $M \cdot 10^n$ besed, kjer je M velikost besedilne zbirke za jezik z malo pregibnimi oblikami (npr. angleščino). Že za bigramski jezikovni model slovenščine ($n = 2$) to pomeni, da potrebujemo za primerljive rezultate po obsegu 100-krat večji besedilni korpus, kot bi ga za angleščino. Ocenjevanje pogojnih verjetnosti na način kot to počnemo z n -gramskimi jezikovnimi modeli je tem bolj uspešno, čim bolj je vrstni red besed v stavku v nekem jeziku slovnično določen. Žal so tudi pri tem jeziki z velikim številom pregibnih oblik besed na slabšem, ker je v tem primeru vrstni red besed v stavku, s skoraj povsem enako sporočilno vsebino, zelo odprt. V praksi se je pokazalo, da v takih primerih uporaba več kot bigramskega jezikovnega modela ne doprinese veliko. Glej na primer [3].

Za jezikovno modeliranje jezikov kot je sloveščina, bo potrebno zato poiskati drugačne učinkovitejše pristope. Nekaj poizkusov v tej smeri je bilo že tudi pri nas, in sicer na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru [4]. Čeprav je vrednotenje drugačnih jezikovnih modelov pri primerjavi perpleksnosti teh modelov pokazalo na izboljšave, pri samih poizkusih razpoznavanja to še ni privedlo do signifikantnih izboljšav. Preboj v tej smeri, ki ga bo potrebno doseči, bo gotovo zelo pomemben, saj bo jezikom kot je slovenščina, omogočil primerljivo uspešnost delovanja razpoznavalnikov govora z drugimi jeziki.

4.2 Samodejno tvorjenje govora

Kot pri razpoznavanju, tudi pri samodejnem tvorjenju govora ostaja še veliko nedoseženih ciljev kot so: doseganje večje naravnosti in boljše razumljivosti sintetiziranega govora, primerno oblikovanje prozodije, tvorjenje čustvenega govora in tudi razvoj samodejnih postopkov za vrednotenje takih sistemov, kjer se trenutno še

vedno naslanjamo na subjektivne ocene. Kvaliteta umetno tvorjenega govora je zaradi želje po doseganju čim večje naravnosti zelo občutljiva že na neupoštevanje drobnih specifičnih lastnosti jezika v katerem poteka, zato zahteva posebno skrb pri pripravi ustreznih besedilnih korpusov, ki jih potrebujemo za izgradnjo akustičnih modelov in vloženo jezikovno znanje pri snovanju sistema.

4.3 Materialni viri

Raziskav in razvoja na področju tehnične obdelave slovenskega govora ni mogoče financirati le s stališča gole tržne logike (sredstva naj se povrnejo s prodajo razvitih produktov uporabnikom) ali raziskovalne vrednosti (SCI članki). Gre za nacionalni družbeni interes, povezan z ohranjanjem in razvojem slovenskega jezika. Jezikoslovju v tem primeru namenjamo določene materialne stroške, medtem ko je podpora in vlaganje v tehnične rešitve na tem področju marginalna.

Eden redkih pozivov podpore za take raziskave, je s strani politike podal nekdanji minister Republike Slovenije za razvoj, dr. Žiga Turk, v intervjuju za Sobotno prilogo Dela, 7. 6. 2008:

"Meni osebno se, na primer, zdi zelo pomembna skrb za razvoj slovenskega jezika. Tega nihče drug na svetu ne bo naredil za nas, mi pa nujno potrebujemo, denimo, računalniško sintezo in razpoznavanje slovenskega jezika."

Kako se v zvezi s to problematiko odzivajo drugod?

Češka je pred 20 leti še močno zaostajala za Slovenijo. Trenutno pa je pred nami, tako po številu vloženi sredstev kot po številu raziskovalnih skupin in dosežkov. Večina raziskovalnih skupin deluje na javnih raziskovalnih ustanovah in univerzah (javno financiranje).

Na Nizozemskem, ki je industrijsko razvita država s precej večjim številom prebivalcev (potencialni uporabniki) kot Slovenija, je v zadnjih dveh desetletjih potekalo več multi-institucionalnih projektov, financiranih večinoma z javnimi sredstvi. Cilj je bil zbiranje in dokumentiranje obsežnih nacionalnih govornih in tekstovnih zbirk.

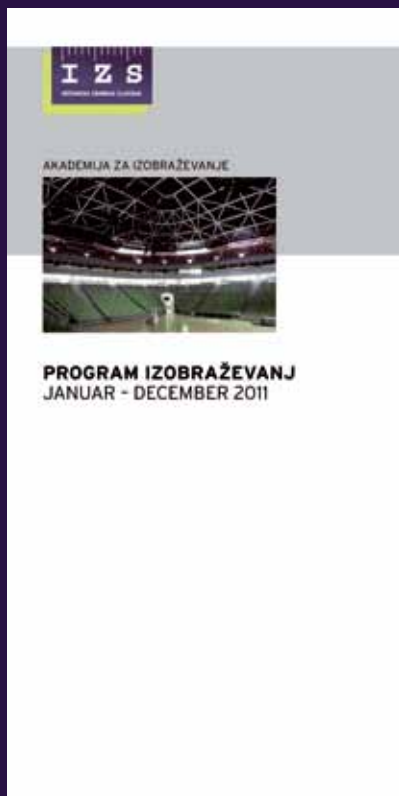
Japonska je ena najbolj tehnološko razvitih držav na svetu. V zadnjem desetletju je tam potekal do slej verjetno najbolj temeljit in obsežen projekt zbiranja in dokumentiranja govora s posebnim poudarkom na spontanem govoru. Proračun za projekt je znašal približno 200 milijard \$ in je bil večinoma podprt z javnimi sredstvi.

ZAKLJUČEK

V prispevku smo kratko predstavili področje govornih tehnologij ter kakšni so dosežki in izzivi pri tem v Sloveniji. Negativne ocene tega stanja niso mišljene kot prikaz trenutne podobe na tem področju. Delo na razvoju novih razpoznavalnikov, sistemov za sintezo slovenskega govora in drugih sistemov, ki vključujejo postopke govornih tehnologij, poteka dalje in prepričan sem, da lahko pri nas tudi na tem področju v prihodnosti pričakujemo nove uspehe. Za podrobnejšo sliko tovrstnih raziskav je na voljo mnogo dokumentiranih prispevkov v obliki člankov, objavljenih referatov, magistrstijev in doktorskih disertacij. Zanimivim bralcem svetujem, da si v ta namen ogledajo spletne strani v članku omenjenih raziskovalnih skupin.

VIRI

1. S. Dobrišek, B. Vesnicer, F. Mihelič. A sequential minimization algorithm for finite-state pronunciation lexicon models. *Interspeech 2009*, (720-723)
2. S. Dobrišek, F. Mihelič. Zmanjševanje odvečnosti končnih pretvornikov za učinkovito gradnjo razpoznavalnikov slovenskega govora z velikim besednjakom. *Zbornik Sedme konference Jezikovne tehnologije 2010*, (24-27)
3. A. Žgank, M. Sepesy Maučec. Razpoznavalnik tekočega govora UMB Broadcast News 2010: nadgradnja akustičnih in jezikovnih modelov. *Zbornik Sedme konference Jezikovne tehnologije 2010*, (28-31)
4. M. Sepesy Maučec, T. Rotovnik, Z. Kačič, J. Brest. Using data-driven subword units in language model of highly inflective Slovenian language. *Int. j. pattern recogn. artif. intell.* 2009, vol. 23, št. 2, (287-312)



- 20. in 21. 1. 2011
Strokovna ekskurzija BAU
- 26. 1. 2011
Požarna tehnika: požarne lopute po EB-13501-3 klasifikaciji
- 27. 1. 2011
Širjenje požara po stavbi in nosilnost konstrukcije
- 2. 2. 2011
Zakon o graditvi objektov - od gradbenega do uporabnega dovoljenja
- 9. 2. 2011
Variabilni sistemi regulacije količine zraka v tehniki KGH
- 14. 2. 2011
Nizkonapetostne električne inštalacije - meritve in pregledi izvedenih električnih inštalacij
- 17. 2. 2011
Sistem FIDIC in standardne pogodbe FIDIC - Rdeča knjiga s primeri iz prakse
- 9. 3. 2011
Požarna varnost stavb od projektiranja do gradnje in nadzora
- 17. 3. 2011
Zakon o umeščanju prostorskih ureditev državnega pomena v prostor (ZUPUDPP)
- 31. 3. 2011
Najkrajše o ključnih odgovornostih delodajalca
- 12. 4. 2011
Na kakšen način zavarovati svoje pravice, da ne bo prišlo do spora med ali po gradnji
- 13. 4. 2011
"Banke ledu" v sistemih hlajenja
- 21. 4. 2011
Zahteve za gradbene proizvode in harmonizacija
- 9. 5. 2011
Vpliv oken in naravne svetlobe na energijsko učinkovitost objekta po novem Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2)
- 10. 5. 2011
Standardne pogodbe FIDIC - Rumena in Srebrna knjiga s primeri iz prakse
- 12. 5. 2011
Proizvodnja električne energije ter predhodno potrebni postopki in pogoji
- 18. 5. 2011
Prilagodljive metode obračunavanja del pri gradnji predorov - uveljavitev matrične metode
- 26. 5. 2011
Zagotavljanje kakovostne pitne vode v stavbah in hišno vodovodno omrežje
- 31. 5. 2011
Zbiranje, odvajanje ter čiščenje odpadnih voda v visokogorju oziroma v hribovitih predelih Slovenije
- 7. 6. 2011
Uporaba tehničnih smernic za načrtovanje požarne varnosti
- 9. 6. 2011
Tehnološke značilnosti zaščite gradbenih jam
- 16. 6. 2011
Načrtovanje in izvedba zvočne izolacije in prostorske akustike pri novogradnjah in sanacijah s konkretnimi primeri
- 23. 6. 2011
Predstavitev diplomskih del študentov FGG - geodezija iz šolskega leta 2010/2011



PRAVA SMER TUDI V LETU 2011

SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO

I Z S

INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE

Inženirska zbornica Slovenije • Jarška cesta 10b, 1000 Ljubljana, Slovenija

Strokovnjaki so v dilemi, ali je trajnostna gradnja trend ali moda? Naš odgovor je, da bodo trajnostne stavbe že v kratkem standard!

Zato ves čas sledimo svetovnim trendom in novostim ter vam v prav vsaki številki revije predstavljamo:

- najnovejše dosežke s področij trajnostne gradnje,
- primere dobre prakse,
- dogodke, izobraževanja ter
- najnovejšo literaturo s področij trajnostne gradnje (za naročnike po 15 % nižjih cenah).

In zato smo tudi soustanovitelji ... DSG, društva za sonaravno gradnjo!



Objekt na sliki je delo angleškega arhitekta Jerryja Täte-a, ki s svojim projektiranjem sledi načelom biomimikrije, vede ki proučuje delovanje narave ter ga skuša prenesti v človeške stvaritve. Prikazani objekt lhub omogoča hitro in preprosto vzdrževanje, saj je izdelan iz pocelnega betona, ki ga je mogoče prebarvati v različne barve. To in druge zanimivosti si lahko preberete v reviji.

DSG, društvo za sonaravno gradnjo povezuje vse v gradnjo objektov vpletene subjekte na slovenskem tržišču, gradbenike, projektante, arhitekta, proizvajalce gradbenih materialov, ponudnike storitev, nepremičninske agencije, finančne inštitucije, lastnike nepremičnin, raziskovalno sfero ter izobraževanje. V okviru svetovnega združenja za zelene stavbe World Green Building Council (WGBC), v katerega smo bili sprejeti novembra lani, svoje izkušnje izmenjujemo z vsem svetom ter prenašamo izkušnje in povezave iz vsega sveta k nam.

NE DOVOLITE SI, DA SE ČAS ZA VAS USTAVI PRIDRUŽITE SE NAM NA POTI V ZELENO PRIHODNOST!

www.dsg.si