

Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKO ZBORNICE SLOVENIJE

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774
Ljubljana, november 2007, letnik 56, str. 277-304

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Leskova 9a, 1000 Ljubljana, telefon 01 52 40 200; faks 01 52 40 199
v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani** in **Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**
izr. prof. dr. **Matjaž Mikoš**
Jakob Presečnik
MSG IZS: **Gorazd Humar**
mag. Črtomir Remec
doc. dr. Branko Zadnik
FGG Ljubljana: **doc. dr. Marijan Žura**
FG Maribor: **Milan Kuhta**
ZAG: **prof. dr. Miha Tomaževič**

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Sodelavec pri MSG IZS:

Jan Kristjan Juteršek

Lektorica:

Alenka Raič Blažič

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Anka Holobar

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

3000 izvodov

Podatki o objavah v reviji so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA (The Int. Construction Database) ter na

<http://www.zveza-dgits.si>

Letno izide 12 števk. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 22,95 EUR; za študente in upokoјence 9,18 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 169,79 EUR za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80,00 EUR. V ceni je všteti DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:
SI56 0201 7001 5398 955

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

- Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
- Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
- Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.
- Besedilo mora biti izpisano z znaki velikosti 12 pik z dvojnimi presledkom med vrsticami.
- Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.
- Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); oznako ali je članek strokoven ali znanstven; nazive, imena in priimke avtorjev ter njihove naslove; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY, in povzetek v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ..., naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so dodatki označeni še z A, B, C, itn.
- Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.
- Slike, preglednice in fotografije morajo biti omenjene v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Vse slike in fotografije v elektronski obliki (slike v običajnih vektorskih grafičnih formatih, fotografije v formatih .tif ali .jpg visoke ločljivosti) morajo biti v posebnih datotekah, običajne fotografije pa priložene.
- Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
- Kot decimalno ločilo je treba uporabiti vejico.
- Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki: (priimek prvega avtorja, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itn.
- V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime prvega avtorja (lahko okrajšano), priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
- Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
- Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA oz. janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V spremnem dopisu mora avtor članka napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren. Prispevke je treba poslati v enem izvodu na papirju in v elektronski obliki v formatu MS WORD in v 8. točki določenih grafičnih formatih.

Uredništvo

Vsebina • Contents

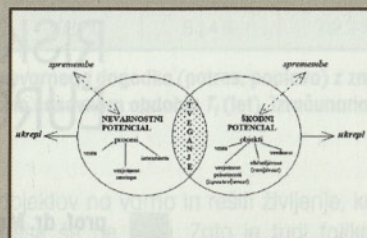
Članki • Papers

stran **278**

prof. dr. Matjaž Mikoš, univ. dipl. inž. grad.

UPRAVLJANJE TVEGANJ IN NOVA EVROPSKA DIREKTIVA O POPLAVNIH TVEGANJIH

RISK MANAGEMENT AND THE NEW EUROPEAN DIRECTIVE
ON FLOOD RISKS



stran **286**

Igor Čuš, spec., dipl. inž. grad.

ČRPALNA HIDROELEKTRARNA KOZJAK

PUMPED STORAGE POWER PLANT KOZJAK



stran **291**

izr. prof. dr. Tomaž Tollazzi, univ. dipl. inž. grad.

MONTAŽNO KROŽNO KRIŽIŠČE

ASSEMBLED ROUNDABOUT



stran **297**

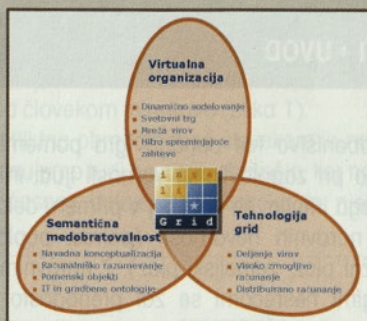
asist. dr. Matevž Dolenc, univ. dipl. inž. grad.

Robert Klinc, univ. dipl. inž. grad.

prof. dr. Žiga Turk, univ. dipl. inž. grad.

InteliGrid – SEMANTIČNA GRID TEHNOLOGIJA ZA PODORO INŽENIRSKIM VIRTUALNIM ORGANIZACIJAM

InteliGrid – SEMANTIC GRID TECHNOLOGY IN SUPPORT OF
ENGINEERING VIRTUAL ORGANISATIONS



Novi diplomanti gradbeništva

J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.

Koledar prireditev

J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.

Slika na naslovnici: Montažno krožno križišče v Slovenj Gradcu, foto Aljoša Krivec

UPRAVLJANJE TVEGANJ IN NOVA EVROPSKA DIREKTIVA O POPLAVNIH TVEGANJIH

RISK MANAGEMENT AND THE NEW EUROPEAN DIRECTIVE ON FLOOD RISKS

prof. dr. Matjaž Mikoš, univ. dipl. inž. grad.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova c. 2, 1000 Ljubljana
matjaz.mikos@fgg.uni-lj.si

Strokovni članek

UDK 627.51: 341.17(4): 699.83

Povzetek | V zvezi z naravnimi in drugimi nesrečami se pogosto uporabljajo različni strokovni izrazi, kot so nevarnost, tveganje ali ogroženost. Pristop sodobne družbe na tem področju lahko opišemo kot upravljanje tveganj (poimenovano tudi rizični menedžment). Za kaj pravzaprav gre? V prispevku podajamo opise teh izrazov, prikažemo njihove medsebojne odnose in podrobneje predstavimo vsebino upravljanja tveganj z vidika nove evropske direktive o poplavnih tveganjih.

Summary | Related to natural and other disasters, different terms such as hazard, risk or specific risk are often used. The modern-day approach to this issue can be described as risk management. What is this all about? In this paper, we give a description of these terms, we show their interrelations and the contents of risk management in more details with regard to the new European Directive on flood risks.

1 • UVOD

Gradbeništvo kot panoga igra pomembno vlogo pri zagotavljanju varnosti ljudi in njihovega imetja, še posebej v primeru delovanja naravnih nevarnosti (potres, poplava, snežni plaz, zemeljski plaz). Z naravnimi in drugimi nesrečami se žal prepogosto soočamo, ko zaradi nevarnega dogodka najbolj ranljive (izpostavljene) osebe umrejo ali so poškodovane oziroma lastniki imetja in

premoženja utrpijo materialno škodo. Podroben pregled o naravnih in drugih nesrečah in varstvu pred njimi v Sloveniji je zbran v posebni monografski publikaciji (Ušeničnik, 2002). Podrobnejši pregled o poplavah in zemeljskih plazovih v Sloveniji je podan drugje (Mikoš in ostali, 2004).

Seveda vodne ujme niso edina oblika neposredne nevarnosti. V praksi gre lahko za zelo

različne oblike neposredne nevarnosti, kot je nevarnost ob potresu in možni porušitvi objekta (npr. mnogi starejši objekti v Ljubljani, zgrajeni pred skopskim potresom 26. 7. 1963 in spremembo zakonodaje), plazovna (lavin-ska) nevarnost (cesta čez Vršič), poplavna nevarnost v urbanem okolju (npr. v delih Laškega, Celja in na jugozahodnem delu Ljubljane), nevarnost padajočega kamenja, odloma skal in podorov na prometnicah (npr. cesta Kalce-Col, odsek ceste med Podbrdom in Bačo pri Modreju, cesta v Trenti, zasavska cesta).

2 • O NEVARNOSTI

Zanimiva je primerjava med potresno in poplavno nevarnostjo, saj sta v Sloveniji obe prisotni. Zaradi potresne nevarnosti, ki je različna v različnih delih Slovenije, je po gradbeni

zakonodaji nujno novozgrajene objekte preventivno dimenzionirati na predpisane vrednosti pospeška tal, ki ga lahko povzroči potres v določenem območju in s tem dodatno

obremeniti objekt. Tak računski projektni pospešek tal je izražen v deležu zemeljskega težnostnega pospeška g ($9,81 \text{ m/s}^2$) in je določen za povratno dobo dogodka (potresa) 475 let (P_{475} , www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/projektني_pospešek_tal.jpg). Gradbeniki morajo objekte dimenzionirati tako, da nosilna konstrukcija prenese po-

tresno obtežbo in se ne poruši. Ob tem je treba upoštevati mikrolokacijo in lokalno sestavo tal, na katerih temeljimo objekt. Človek ima torej v protipotresno zgrajenem objektu dobro možnost preživetja, čeprav je objekt ob močnem potresu s povratno dobo 475 let zelo poškodovan (močno poškodovani ali porušeni so nenosilni deli objekta in objekt se mora praviloma nadomestiti). Objekte dimenzioniramo tudi na potres s povratno dobo 95 let (P_{95}), pri čemer zahtevamo, da so objekti v tem primeru relativno nepoškodovani (škoda je omejena) in ponovno uporabni v kratkem času.

Poplavno nevarnost običajno v naseljenih območjih ocenjujemo z dogodkom (poplavo) s povratno dobo 100 let (Q_{100}). Prikažimo podobnost med obravnavo obeh pojavov še z verjetnostjo, da v določenem obdobju nastopi dogodek, ki po svoji intenziteti preseže dogodek, na katerega dimenzioniramo objekte. V preglednici 1 je za različno dolga obdobja prikazana vsotna verjetnost prekoračitve dogodka, na katerega dimenzioniramo objekte.

Čeprav gre seveda za stohastične (slučajne) dogodke, lahko sklepamo, da smo v primeru pogostih poplav izpostavljeni manjšemu tveganju, predvsem če objekte gradimo izven

Nevarni dogodek	1 leto	30 let	50 let	100 let	475 let
potres P_{475}	0,21 %	6,1 %	10,0 %	19,0 %	63,4 %
potres P_{95}	1,05 %	27,2 %	41,1 %	65,3 %	99,3 %
poplava Q_{300}	0,33 %	9,5 %	15,4 %	28,4 %	79,5 %
poplava Q_{100}	1,00 %	26,0 %	39,5 %	63,4 %	99,2 %

Preglednica 1 • Verjetnost prekoračitve P_r (-) nastopa nevarnega dogodka (potres, poplava) z znano povratno dobo T_r (let) v izbranem daljšem časovnem obdobju T_i (let), izračunana po enačbi: $P_r = 1 - (1 - 1/T_r)^{T_i}$

dosega poplav s stoletno povratno dobo Q_{100} . Če ne upoštevamo priporočil prostorskega planiranja in vseeno gradimo v poplavnem območju stoletnih poplav in objektov ne dimenzioniramo na poplavno obtežbo, lahko tvegamo v takih objektih tudi bolj kakor pri potresih. To še posebej velja za ekstremne (katastrofalne) poplave ($> Q_{100}$), ki sežejo na območje, kjer objekti ne izpolnjujejo posebnih pogojev protipoplavne gradnje. V takih primerih je poplavno tveganje večje od potresnega tveganja, saj protipotresna gradnja objektov zagotavlja relativno varnost v objektih do potresa P_{475} . Morda bistvena razlika je ta, da poplave vse bolj in bolj uspešno napovedujemo in da se je v večini primerov možno pred poplavo pravočasno umakniti

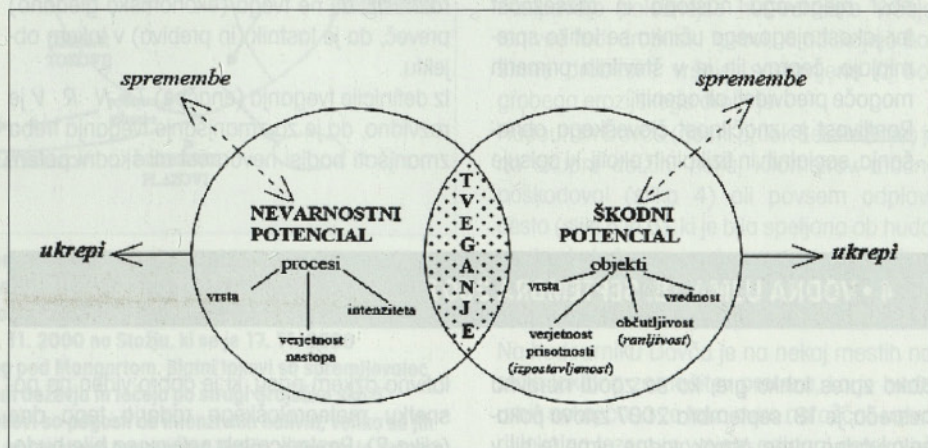
iz objektov na varno in rešiti življenje, kar za potrese še ne velja. Zato je tudi toliko pomembnejše izpolniti zahteve protipotresne graditve objektov. Vendar vseeno velja razmisliti o prikazani razliki v protipotresni in protipoplavni gradnji in začeti s poplavami živeti in poplavno tveganje sprejeti in ga obvladovati, in to ne le s tehničnimi ukrepi, saj ti lahko odpovedo pri ekstremnih poplavah ($> Q_{100}$) ter ob slabem vzdrževanju in napačnih predpostavljenih obtežbah in so škode toliko bolj katastrofalne. Zato tudi odločitev v nekaterih alpskih državah (npr. v Švici), da za oceno poplavne nevarnosti upoštevajo tudi poplave s povratno dobo 300 let (Q_{300}), saj je preostalo tveganje ali verjetnost prekoračitve v 100 letih kar 28,4 %.

3 • O TVEGANJU

V slovenskem jeziku se uporablja v zvezi z naravnimi in drugimi nesrečami precejšnje število strokovnih izrazov, kot so na primer hazard, nevarnost, ranljivost, tveganje, rizik, riziko, ogroženost in drugi (Đurović in Mikoš, 2006). Nekateri od izrazov v uporabi so sopomenke in se lahko uporabljajo enakovredno, nekaterih izrazov pa v strokovnih razpravah morda ne uporabljamo povsem posrečeno. Tako govorimo o upravljanju tveganj (angl. *risk management*) oziroma rizičnem menedžmentu, čeprav s tveganjem dejansko težje upravljamo, lažje pa ga na primer obvladujemo (angl. *risk governance*). Sodobna družbena ureditev predpostavlja odgovornost države pri varovanju človeških življenj in materialnih dobrin pred naravnimi nevarnostmi in še posebej naravnimi nesrečami. Tako je naravna nevarnost (angl. *natural hazard*, nem. *Naturgefahr*) potencialnega značaja in vedno nastopa v odnosu z določenim škodnim potencialom. Naravna

nevarnost (potres, zemeljski plaz, drobni tok, snežni plaz) se udejadi v naravni nesreči (angl. *natural disaster*, nem. *Naturkatastrophe*), ki ogrozi elemente prostora (ljudi, imetje) in jo spremlja večja ali manjša

dejanska škoda. Zaznavanje in odnos posameznika ali skupine posameznikov ter njihov vrednostni sistem so ključ do pravnega razumevanja tveganja (angl. *risk*, nem. *Risiko*), ki nastane na konfliktnih območjih med človekom in naravo (slika 1). Konfliktna območja med človekom in naravo imenujemo tudi nevarna območja, ker na njih (občasno) delujejo za človeka in njegovo



Slika 1 • Nastanek konfliktnih območij med človekom in naravo (prirejeno po (Romang, 2004))

imetje nevarni naravni procesi. V preteklosti je prevladovalo prepričanje, da je možno nevarne procese »omejiti« v njihovem delovanju. Šlo je za poskuse, da bi s tehničnimi ukrepi zmanjšali magnitudo nevarnosti v nevarnem območju in včasih tudi spremenili verjetnost nastopa nevarnosti na takem območju. Pogosto se je v omejenem času dejansko zmanjšalo nastopanje nevarnih pojavov, toda obenem se je zato v takem, tehnično varovanem območju, povečeval škodni potencial. To je pripeljalo do paradoksa, da se je obseg dejanskih škod ob nastopu naravnih nesreč vseeno povečeval. Zato je pomen pridobila preventiva (angl. *prevention*, nem. *Vorbeugung* ali *Prävention*), ki temelji na principu zmanjšanja škodnega potenciala. Toda ker vseh človekovih dejavnosti ni možno preseliti na varna območja, je treba prevzeti princip obvladovanja tveganj (angl. *governance*, nem. *Risikobeherrschung*). Posebej pomemben je pojem preostalega tveganja (angl. *rest risk*, nem. *Restrisiko*), ki je pri upravljanju tveganj posebej pomembno. Ne gre torej le za obvladovanje sprejemljivega tveganja, temveč tudi za preostalo tveganje ob nastopu ekstremnih dogodkov.

Tveganje so pričakovane izgube (smrtne žrtve, poškodovanci, škoda na premoženju in motnje v ekonomski dejavnosti) zaradi določene nevarnosti za neko območje in v izbranem časovnem obdobju. Tveganje T je odvisno od treh osnovnih dejavnikov: nevarnosti N , ranljivosti R in vrednosti ogroženca V ter ga je možno matematično oceniti kot njihov zmnožek $T = N \cdot R \cdot V$:

– Nevarnost je dogodek ali fizikalno stanje, ki je potencialni vzrok smrtnih žrtev, poškodovancev, škode na premoženju, škode na infrastrukturi, izgub poljščin, okoljskih škod, prekinitve poslovanja ali drugih vrst poškodb ali izgub. Magnituda pojava, verjetnost njegovega nastopa in razsežnost ter jakost njegovega učinka se lahko spreminjajo, čeprav jih je v številnih primerih mogoče predvideti ali oceniti.

– Ranljivost je značilnost človeškega obnašanja, socialnih in fizikalnih okolij, ki opisuje

stopnjo dovzetnosti (ali odpornosti) za učinke naravnih nevarnosti. Ranljivost je določena s kombiniranjem zavedanja o nevarnosti, stanja človeških naselbin in infrastrukture, javne politike in administracije in organizacijske moči pri obvladovanju nesreč.

– Vrednost ogroženec je vrednost naravnih in družbenih prostorskih elementov ter je stvar subjektivne presoje ali objektivnega ekonomskega vrednotenja.

Zmnožek nevarnosti N in ranljivosti R iz enačbe $T = N \cdot R \cdot V$ imenujemo tudi specifično tveganje ali ogroženost (angl. *specific risk*, nem. *spezifisches Risiko*), zmnožek ranljivosti R in vrednosti ogroženca V pa škodni potencial (angl. *damage potential*, nem. *Schadenspotential*).

Odločitev, da človek (ogroženec) tvega in sprejme tveganje, imenujemo tveganost ogroženca, podobno kot lahko govorimo na primer o tveganosti naložbe za investitorja. Na videz paradoksalna situacija se pojavi, kadar obstoji dejanska nevarnost in objektivna ogroženost, vendar tveganosti ni. Do tega pride, če npr. lastnik potresno ali poplavno zavaruje svoj objekt, ki je na potresnem ali poplavnem območju objektivno ogrožen, subjektivne tveganosti pa za lastnika ni, saj kljub nesreči (z izključno materialno škodo), tj. udejanjeni objektivni ogroženosti, lastnik dobi povrnjeno materialno škodo. Torej je tveganost ogroženca (objekta) za lastnika z materialnega stališča nična. Zakaj? Ker je nastalo dejansko škodo pokrila zavarovalnica iz prispevka drugih zavarovancev, ki niso uveljavljali zavarovalne police. Opisani primer lepo pokaže, da je zavarovalništvo lahko le dober način razpršitve tveganja, če ne deluje obenem tudi preventivno. Višja kot je višina zavarovalne police za potresno ali poplavno zavarovanje (npr. na novo vrednost), bolj bo lastnik razmislil, ali ne tvega (ekonomsko gledano) preveč, da je lastnik (in prebiva) v takem objektu.

Iz definicije tveganja (enačbe) $T = N \cdot R \cdot V$ je razvidno, da je za zmanjšanje tveganja treba zmanjšati bodisi nevarnost ali škodni poten-

cial bodisi oboje hkrati. Optimizacija teh razmerij sledi principu koristi in stroškov (angl. *cost – benefit*) in je odvisna od stopnje sprejemljivega tveganja. Ta kategorija je močno odvisna od vrednostnega sistema posameznika ali skupine posameznikov (dela družbe) in zato sprejemljivo tveganje določamo znotraj procesa vrednotenja tveganja (angl. *risk analysis*, nem. *Risikoanalyse*). Če je dejansko tveganje večje od sprejemljivega, je treba zmanjšati nevarnost, ranljivost in/ali vrednost ogroženca v obsegu, da se dejansko tveganje izenači s sprejemljivim tveganjem. Obvladovanje tveganja, ki je osnovni namen tovrstnega upravljanja, je lahko:

– preventivno (z zmanjšanjem verjetnosti nastopa nevarnosti ali škod na raven sprejemljivega tveganja),

– reaktivno (z ukrepanjem ob naravni nesreči) ter

– neaktivno (s preprosto ohranitvijo in nadzorom statusa quo).

V smislu preventivnega obvladovanja tveganja lahko država zaradi varovanja ljudi in premoženja na nevarnih območjih popolnoma prepove dejavnost, npr. gradnjo objektov na poplavnih območjih, kar bo v skladu s posebnim pravilnikom o njihovem določanju (MOP, 2007). V Švici so na primer precej pred nami, saj so že pripravili posebna strokovna priporočila za zagotavljanje poplavne varnosti na vodotokih (BWG, 2001), obenem pa so posamezni kantoni že začeli izdelovati podrobne strokovne podlage, ki se uporabljajo v postopku podeljevanja gradbenih dovoljenj (FNG, 2004).

Možna pa je tudi rešitev, da država odločitev o tem prepusti posamezniku in njegovemu razumevanju sprejemljivega tveganja ob upoštevanju predpisanih pogojev za gradnjo. Starih srednjeveških mest ob večjih evropskih rekah (npr. Köln, Passau) ni smiselno preseliti, treba se je prilagoditi poplavam in se naučiti z njimi živeti ob čim manjših škodah. V takih razmerah postaja pomembno zgodnje opozarjanje na nevarne dogodke, kot so poplave. V vsakem primeru igra pomembno vlogo tudi preostalo tveganje.

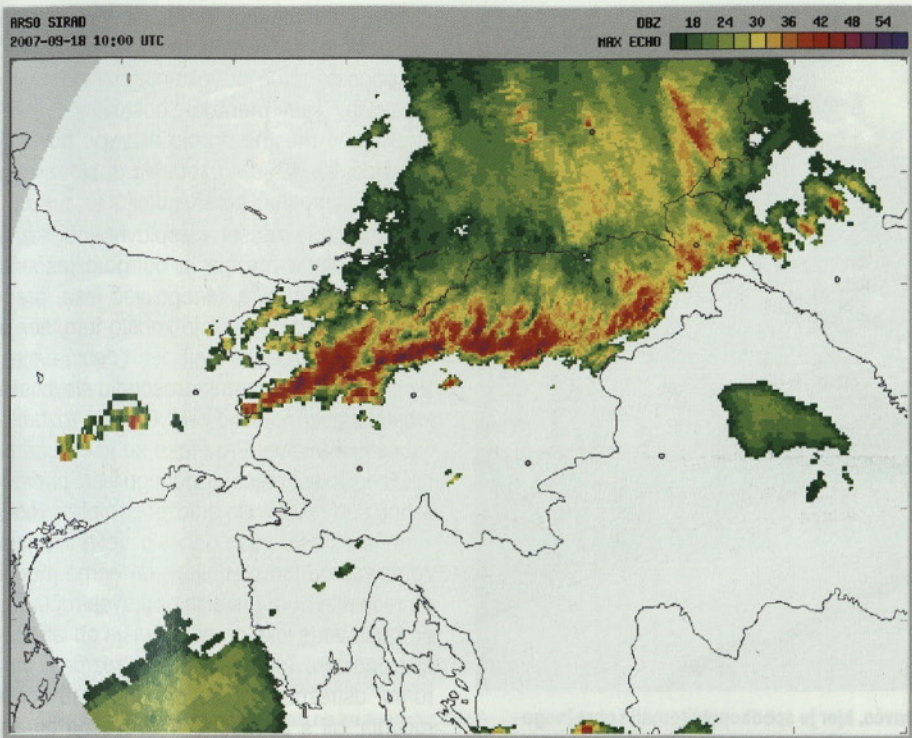
lokalno omejene splazitve zemljine in posamezni usadi.

Pri hudourniških poplavah se srečujemo z večfaznimi tokovi (slika 3), kjer ne nastopa le voda, temveč je v poplavni vodi na površini še plavljen les (plavje), po dnu se premeščajo rinjene plavine (bolj grob erozijski drobir), v vodi pa je obilna količina lebdečih plavin (bolj

4 • VODNA UJMA 18. SEPTEMBRA 2007

Kako zares lahko gre, ko se zgodi naravna nesreča, je 18. septembra 2007 znova pokazala vodna ujma. Vzrok vodne ujme je bil v izrednih kratkotrajnih intenzivnih nalivih v re-

lativno ozkem pasu, ki je dobro viden na posnetku meteorološkega radarja tega dne (slika 2). Posledica teh nalivov so bile hudourniške poplave in poplave zalednih voda ter



Slika 2 • Radarska slika odboja na dan 18. 9. 2007 ob 10.00 UTC, ki kaže na intenzivne padavine v ozkem pasu od zahoda na severovzhod Slovenije, v katerem je ta dan prišlo do največje škode

tudi hitrost vode, ki začne erodirati v globino in odnašati erozijski drobir (zemljine) bistveno večjih velikosti. Predvsem v erozijskih jarkih in manjših pobočnih hudournikih (vzdolžni padec $>10\%$) se lahko struge poglobijo za meter in več in s seboj voda prinese na cesto ali v strugo glavnega hudournika velike količine drobirja. Marsikdaj je za zasuto cesto kriv hudournik, ki je na cesto naplaval erozijskih drobir in na njej ustvaril manjši vršaj. Takrat ne moremo govoriti o plazu, ki je zasul cesto, razen če ni ob cesti viden manjši zemeljski usad ali splazitev, ki je zasula cesto. V večjih hudournikih (vzdolžni padec $<10\%$) se poglobljanju pridruži še bočno erodiranje brežin.

Drobirski tokovi so oblika masnega gibanja sedimentov, ki se lahko razvijejo na pobočju ali v strugi hudournikov. Zanje je značilna večfaznost toka (voda, sediment, humus, vegetacija) in pulzirajoče gibanje z oblikovanim strmim čelom. Drobirski tokovi so lahko zelo različne gostote in predstavljajo vmesni pojav med počasnim gibanjem relativno suhega zemeljskega plazu in hitrim gibanjem hiperkoncentriranega (prezasičenega) toka mešanice vode in sedimenta, značilnega za strme hudourniške struge. Drobirske tokove lahko delimo na grobozrnate gruščnate tokove in drobnozrnate blatne tokove.

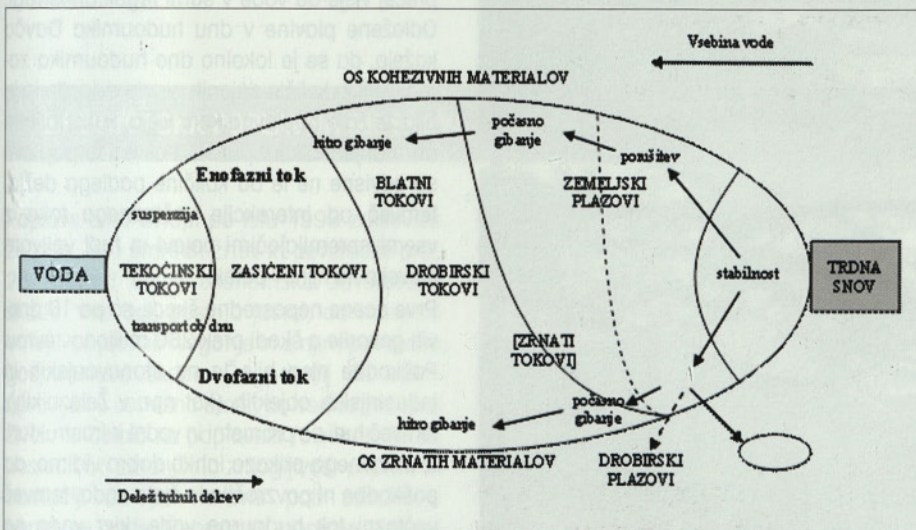
Hudourniški ali naplaviniski (aluvialni) vršaj je posebna površinska geomorfološka oblika, ki se oblikuje na prehodu iz strme hudourniške struge v položnejše in širše dolinsko dno. Zaradi zmanjšanja premestitvene zmogljivosti toka vode v hudourniku ob zmanjšanju njegovega vzdolžnega padca se iz toka izločijo bolj groba zrna hudourniških plavin, ki tvorijo vršaj. Zaradi spreminjanja položaja hudourniške struge na vršaju se običajno vršaj oblikuje v obliki stožca. V Sloveniji vršaje lahko oblikujejo ne le hudourniški tokovi, ki nasipavajo položnejše hudourniške vršaje, temveč tudi drobirski tokovi, ki oblikujejo bolj strme drobirske vršaje, sestavljene iz bolj grobega erozijskega drobirja.

Hudournik Davča (desni pritok Selške Sore) je na skupni dolžini nekaj kilometrov močno poškodovan (slika 4) ali povsem odplaval (sliki 5 in 6), ki je bila speljana ob hudourniku. Lokalno se je struga poglobila tudi za več metrov in ves material z dna se je premestil v dolinske dele hudournika.

Na hudourniku Davča je na nekaj mestih nastala lokalna zamašitev prereza, ko je hudournik nekaj časa za tako oviro naraščal, ustvaril lokalno jezero in v njem odlagal dotekajoči erozijski drobir. Nato je uspel preletiti ali delno

droban erozijski drobir). Po površini oteka-joča padavinska voda na svoji poti v manjše erozijske jarke in hudournike na površini spira

delce zemljine, ki zaradi velike pretočne hitrosti vode ostanejo v vodi v lebdečem stanju. Z zbiranjem voda se povečuje količina in



Slika 3 • Razvrstitev masnih gibanj trdne snovi (zemljine, kamnine, erozijskega drobirja) glede na vsebnost vode oziroma delež trdne snovi (povzeto po (Cousot in Meunier, 1996)). Tretja faza je pogosto še les. Primeri podorov so znani po potresih v Posočju leta 1998 in 2004, drobirski plaz je bil dogodek 15. 11. 2000 na Stožju, ki se je 17. 11. 2000 preoblikoval v drobirski tok, ki je zasul Log pod Mangartom. Blatni tokovi so spremljevalec zemeljskega plazu Slano Blato ob močnem deževju in tečejo po strugi Grajščka skozi Lokavec. Zasičeni dvofazni prodonosni tokovi so pogosti ob intenzivnih nalivih, veliko se jih je razvilo v zadnjem deževju 18. 9. 2007, npr. v strugi hudournika Davča, eden pa je deloma zasul Zali Log



Slika 4 • Močno poškodovana cesta ob hudourniku Davča, kjer je spodkopalo temelje obrežnega podpornega zidu, poglobilo strugo hudournika in poškodovalo dovodni cevovod za MHE (foto: avtor, 22. 9. 2007)



Slika 5 • Porušeni most na cesti ob hudourniku Davča (foto: avtor, 22. 9. 2007)

porušiti oviro in še bolj silovito kreniti v dolino. S tako povečanim pretokom je imel hudournik večjo razdiralno moč, ki je nato pod lokalno zamašitvijo porušila dno in močno poškodovala brežine in cesto.

Naravna hudourniška struga Davče poteka po različno širokih delih in kjer se struga zoži (soteska, tesen), nastane nad lokalno zožitvijo zaježitev in dvig gladine. Podobno lahko nastane začasna zaježitev na sotočju

s stranskim pritokom, ki v hudournik prinese veliko plavin in dvigne dno glavne struge. Žal pogosto pride do lokalnih zamašitev ob mostovih, kjer prenizko postavljena konstrukcija in mostna ograja ulovi na površini plavajoči les, ki se na začetku poplave hitro zagozdi in prepreči prosto odtekanje.

Del lesa se je znašel v poplavni vodi, ko je voda erodirala brežine in odtrgala raščena drevesa in grmovje. Mnogo več lesa, predvsem v hudourniku, se je znašlo tam, ker je voda sprala zapadli gnili les (debla, veje). Vzrok je v intenzivnem zaraščanju slovenske krajine z gozdnatostjo prek 60 % in razdrobljenosti lastništva. Prav tako se je v hudourniku znašlo kar precej žaganega lesa, pripravljenega za spravilo in odloženega blizu vode, ki ga je narasla voda odnesla. Take razmere zahtevajo od hidrotehnikov, da bomo morali ob rečnih in hudourniških poplavah računati, da bodo vode lokalno precej višje ob isti količini padavin. Take zelo realne razmere moramo ustrezno upoštevati pri hidravličnih računih: ali s povečano hrapavostjo ali, še bolje, v obliki lokalnih izgub tam, kjer obstaja realna nevarnost, da lahko ob visoki vodi pride do zamašitve z vejevjem in drugim lesnim plavjem. Torej smo dobili zelo nazoren primer, da poplavne kote niso le stvar količine vode (pretoka), temveč tudi količine plavja, ki ustvarja zaježitev, dviga vodo in povzroča prelivanje. Voda v Kropi je po cestišču drla precej višje od vode v sami regulirani strugi. Odložene plavine v dnu hudournika Davča kažejo, da se je lokalno dno hudournika zaradi velikih količin rinjenih plavin dvignilo in je bila že zato poplavna kota višja, kakor bi bila ob manjši količini plavin. Posledice poplave so odvisne ne le od količine padlega dežja, temveč od interakcije večfaznega toka z vsemi spremljajočimi pojavi in tudi vplivom človeka na njihov potek.

Prve ocene neposredne škode so po 10 dnevih govorile o škodi prek 260 milijonov evrov. Poškodbe niso bile le na stanovanjskih in industrijskih objektih (kot npr. v Železnikih), temveč tudi na prometni in vodni infrastrukturi. Iz slikovnega prikaza lahko dobro vidimo, da poškodbe ni povzročila le čista voda, temveč večfazni tok hudourne vode, kjer voda na površini ali na čelu poplavnega vala vali različno plavje (drevje, vejevje) in obenem s seboj premešča velike količine plavin (zemljin, kamnin, erozijskega drobirja).

V alpskem svetu prevladuje tak pristop k varovanju pred delovanjem vodnih ujm (FNG, 2004), pri katerem ukrepi po prioritetah padajo v naslednjem vrstnem redu:



Slika 6 • Porušeni most na cesti ob hudourniku Davča (foto: avtor, 22. 9. 2007)

sta zelo povečala škodni potencial. Ker niso bili sprejeti ustrezni standardi gradnje, kakor to velja npr. na področju požarnosvarne gradnje objektov, so objekti ranljivi in je škoda večja, kakor bi lahko bila. Vzrok katastrofalnih posledic je nadalje ta, da ne vzdržujemo že zgrajenih varovalnih objektov (vodna infrastruktura, namenjena varstvu pred škodljivim delovanjem voda v javno korist), v katere smo v preteklosti vložili velika finančna sredstva in se je njihova funkcija zaradi pomanjkljivega vzdrževanja razvrednotila. Svoje je nedvomno prispevalo tudi stanje v slovenskih gozdovih, ki so vse bolj zanemarjeni, zaradi česar ob močnih nalih voda v hudournike odplavi obilne količine lesa. Nujno bi bilo v pasu neposredno ob erozijskih jarkih in ob hudourniških strugah počistiti gozdove, da ne bi plavje zamašilo prepustov, premajhnih mostnih odprt in dvigalo gladine že tako naraslih rek. Ker je gozdnatost Slovenije presegla 60 %, s širjenjem gozdnega pokrova nimamo več veliko možnosti na ta način povečevati varnosti dolin. Če gremo po prej navedeni prioritetni lestvici ukrepov naprej, sledi kot vzrok premalo intenzivna gradnja tistih tehničnih rešitev, ki bi lahko omilile posledice besnenja narave. Če smo na področju zaščite in reševanja dokaj dobro organizirani, je nujno vsaj izboljšati sistem zgodnjega opozarjanja ob napovedani možnosti katastrofe in zagotoviti boljše strokovno koordiniranje dela enot civilne zaščite in gasilcev.

- 1) preventivna vloga prostorskega načrtovanja,
- 2) vzdrževanje obstoječih varovalnih objektov in ureditev,
- 3) nega varovalnih gozdov,
- 4) gradnja novih varovalnih objektov in naprav,

- 5) krepitev zaščite in reševanja za primere naravnih nesreč.

Razvoj poselitve v Sloveniji v zadnjih desetletjih, ki je posegel v poplavna območja in na pogojno stabilna zemljišča, ter zelo gosta cestna in komunalna infrastruktura

5 • EVROPSKA POPLAVNA DIREKTIVA

Poplave so v Evropi po letu 1998 zahtevale že prek 700 smrtnih žrtev in povzročile prek 25 milijard evrov ekonomske zavarovane škode. Vse bolj postaja jasno, da moramo omejiti poplavno tveganje in z njim povezane gospodarske škode. Če porečij ne bomo upravljali v ustrezno smer, bo vedno več ljudi živelo in delalo na poplavnih ravninah. To bo posledično zmanjšalo zmogljivost poplavnih območij, da po naravni poti zadržujejo poplavne vode. Čeprav so poplave naravni pojav in jih popolnoma ne moremo preprečiti, lahko jasna in dolgoročna strategija upravljanja poplavnega tveganja obrne trend povečevanja poplavnih škod. Tudi podnebne spremembe naj bi vse bolj vodile k bolj intenzivnim neurjem in dvigovale morsk gladino. V Evropi lahko pričakujemo, da se bodo brez ustreznega ukrepanja v prihodnjih desetletjih

poplavne škode le povečevale. Poudarek pri upravljanju poplavnega tveganja mora biti na preventivi in prilagajanju gradbenih posegov tej nevarnosti, kar je ugotovila tudi posebna analiza Alpske konvencije o naravnih nesrečah, ki so prizadele dele Evrope po letu 1998 (ARE, 2003).

Po izrednih poplavah, ki so leta 2002 prizadele dele Evrope, se je leta 2004 začela pripravljati posebna direktiva o poplavnih tveganjih tudi kot nadgradnja evropske direktive o vodah (2000) kot temelja evropske politika varstva voda. Nova direktiva Evropskega parlamenta in sveta o ocenjevanju in upravljanju poplavnih tveganj (2007) tako določa v postopkovnem smislu 3 korake za svojo uveljavitev:

1. Predhodna ocena poplavnega tveganja (do 22. 12. 2011)

2. Karte poplavnega tveganja (do 22. 12. 2013)
3. Načrti upravljanja poplavnega tveganja (do 22. 12. 2015).

Vsebina posameznih elementov poplavne direktive je:

1. Predhodna ocena poplavnega tveganja – izvede se tam, kjer obstaja danes ali v prihodnosti pomembno potencialno poplavno tveganje. Ta korak pri uveljavitvi poplavne direktive omogoča, da se določijo območja, kjer tega poplavnega tveganja ni, in jih tako izločiti iz nadaljnje obravnave. Omenjena predhodna ocena poplavnega tveganja obsega najmanj naslednje korake:

- **karte** vodnih območij z mejami porečij, povodij in, kjer je to nujno, tudi pripadajočih obalnih območij, pri čemer te karte prikazujejo topografijo in rabo tal;
- opis poplav, ki so se dogodile v **preteklosti**;
- **opis poplavnih pojavov** in njihove občutljivosti za spremembe, vključno z vlogo

poplavnih območij kot naravnih retencij za poplave in prikaz poplavnih tokov danes in v prihodnosti;

- opis **razvojnih načrtov**, ki bi imeli za posledico spremembo rabe tal ali premik prebivalstva in porazdelitve ekonomskih aktivnosti s posledičnim povečanjem poplavnega tveganja na samem območju ali na dolvodno oziroma gorvodno ležečih območjih;
- oceno verjetnosti prihodnjih poplav na podlagi hidroloških podatkov, vrst poplav in napovedanega vpliva podnebnih sprememb in trendov spremembe rabe tal;
- napoved ocenjenih posledic poplav na človekovo zdravje, okolje in ekonomsko aktivnost ob upoštevanju dolgoročnega razvoja, vključno s podnebnimi spremembami.

2. Karte poplavnega tveganja – upoštevajoč možne izjeme, ki jih določi predhodna ocena poplavnega tveganja, se poplavno tveganje kartira za porečja in podpovodja s pomembnimi potencialnimi tveganji poplavljanja z namenom, da:

- povečamo zavedanje v javnosti;
- podpremo proces določanja prednostnega vrstnega reda, opravičujemo in določimo cilje investicij ter razvijamo trajnostne politike in strategije;
- podpremo načrte upravljanja poplavnih tveganj, prostorsko planiranje in načrte zaščite in reševanja.

Če karte, ki ustrezajo zahtevam direktive za porečja in obalne predele že obstajajo, članice lahko take karte uporabijo za izpolnitev direktive.

Poplavne karte naj pokrivajo geografska področja, ki so lahko poplavljeni v skladu z naslednjimi scenariji:

- poplave z veliko verjetnostjo (možna povratna doba enkrat vsakih 10 let),
- poplave s srednjo verjetnostjo (možna povratna doba enkrat vsakih 100 let),
- poplave z majhno verjetnostjo (ekstremni dogodki).

Za vsak scenarij se pokažejo naslednji elementi:

- zamišljene pretočne globine,
- pretočna hitrost, kjer je to primerno,
- območja, ki so lahko podvržena bočni eroziji in odlaganju drobirskih tokov.

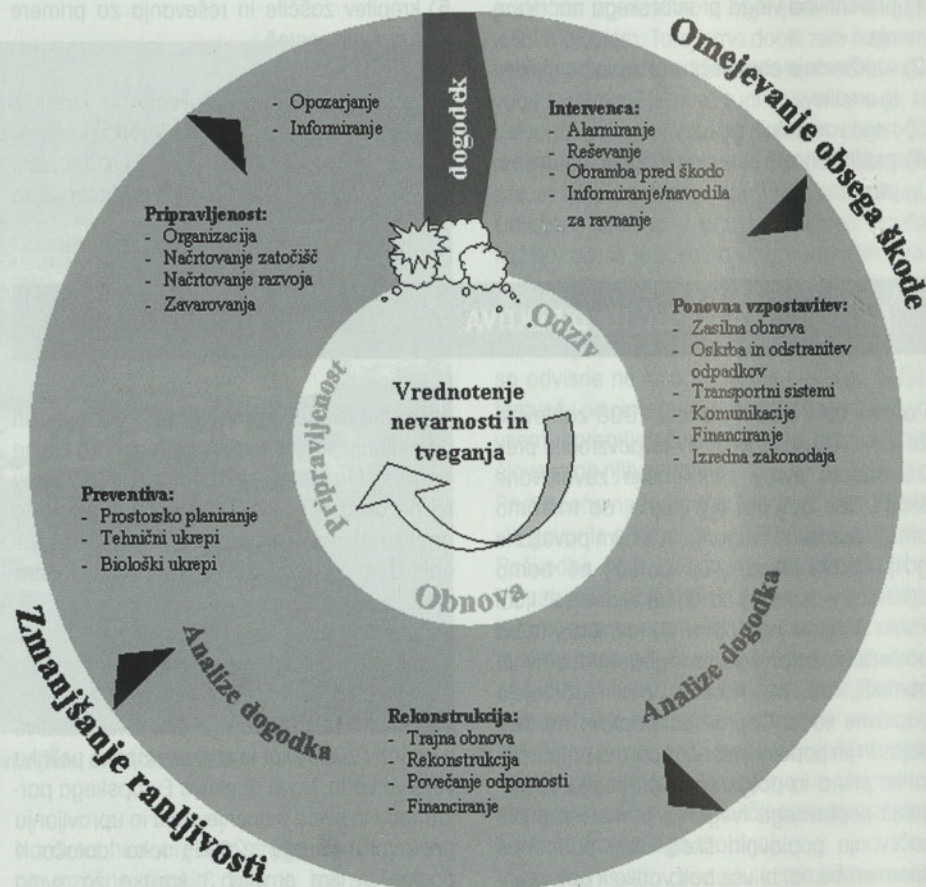
Karte poplavnih škod naj prikazujejo potencialno škodo, povezano s poplavami po posameznih scenarijih in naj se prikazujejo glede na:

- število potencialno prizadetih prebivalcev,
- potencialno ekonomsko škodo na območju,
- potencialno škodo v okolju.

3. Načrti upravljanja poplavnega tveganja – upoštevajoč možne izjeme, ki jih določi predhodna ocena poplavnega tveganja, se načrti upravljanja poplavnega tveganja razvijejo in izvedejo na nivoju porečja/podpovodja z namenom, da se zmanjša in upravlja poplavno tveganje. Ti načrti bodo obsegali analizo in oceno poplavnega tveganja, določitev stopnje varstva ter prepoznavanje in uresničitev trajnostnih ukrepov ob uporabi solidarnostnega principa: da problemov ne prelagamo na gorvodna ali dolvodna območja (predvsem velja to za mednarodna porečja) in po možnosti pripomoremo k zmanjšanju poplavnih tveganj na gorvodnih in dolvodnih območjih.

Vsi deležniki morajo dobiti možnost aktivnega sodelovanja pri razvoju in novelaciji načrtov

upravljanja poplavnega tveganja. Ocene tveganja, karte in načrti morajo biti javno dostopni. Omenjeni 3 koraki se po prvem sprejetju ponavljajo vsakih 6 let, da bi s tem zagotovili upoštevanje dolgoročnih razvojnih sprememb. Načrti upravljanja poplavnega tveganja naj obsegajo ukrepe za zmanjšanje verjetnosti poplavljanja in njenih potencialnih posledic. Načrti bodo obravnavali vse faze kroga tveganja upravljanja poplavnega tveganja (slika 7), vendar se bodo posebej osredotočili na preventivo (tj. preprečevanje poplavnih škod z izogibanjem gradnji stanovanjskih stavb in industrije v današnjih in bodočih poplavno ogroženih območjih ali s prilagajanjem prihodnjega razvoja poplavnemu tveganju), varstvo (z ukrepanjem v določenih območjih za zmanjševanje verjetnosti poplav in/ali delovanja poplav, kot je z obnovitvijo poplavnih ravnin in mokrišč) in pripravljenost (npr. podajanje navodil javnosti, kako se obnašati v primeru poplave).



Slika 7 • Koncept celostnega upravljanja tveganj kot stalnega kroga, ki ga zaznamujejo nevarni naravni dogodki (nesreče) (povzeto po www.naturgefahren.ch)

6 • NOVI IZZIVI

Za sodobno obvladovanje tveganj na področju naravnih nevarnosti predlagamo ustanovitev **slovenske platforme za naravne nesreče**. Ta naj, podobno kot Slovenski komite za vprašanja spremembe podnebja (www.gov.si/mop/kdosmo/delovnatelesa.htm), na ravni države usklajuje delovanje na področju vseh segmentov upravljanja tveganj (glej sliko 7). Upravljanje tveganj naj bo usmerjeno v obvladovanje tveganj na

dogovorjenem sprejemljivem nivoju, saj popolna odprava nevarnosti v splošnem ni možna. Pri delu platforme naj ob pristojnih državnih organih (npr. Uprava RS za zaščito in reševanje MO, Agencija RS za okolje MOP, Inštitut za vode RS, druga resorna ministrstva) sodelujejo še raziskovalno-strokovne ustanove (univerze, raziskovalni inštituti, SAZU, IAS). Delo platforme naj bo predvsem posvetovalno in usmerjevalno, interdiscipli-

narno in naj temelji na obstoječih ustanovah. Njena naloga je tudi spodbujanje močnejšega povezovanja slovenske stroke na tem področju v mednarodnem raziskovalnem in strokovnem prostoru, pri izmenjavi izkušenj in primerov dobre prakse ter s tem pomoč pri usklajevanju pobud in nove evropske direktive o ocenjevanju in upravljanju poplavnih tveganj (po nekem naključju sprejete prav na dan zadnje vodne ujme v Sloveniji, 18. 9. 2007) ter evropske direktive o varstvu tal (prsti), ki je v pripravi in kjer sta kot dejavnika tveganja za tla omenjena tudi erozija in potresi.

7 • LITERATURA

- ARE, Natural hazards and the Alpine Convention, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bern, 51 str., 2003.
- BWG, Hochwasserschutz an Fließgewässern, Wegleitung des BWG, Bundesamt fuer Wasser und Geologie, Biel, 72 str., 2001.
- Cousot, P., Meunier, M., Recognition, classification and mechanical description of debris flows, *Earth-Science Review*, letnik 40, 209–227, 1996.
- Đurović, B., Mikoš, M., Ali smo ogroženi kadar tvegamo? – pojmi in izrazje teorije tveganj zaradi naravnih nevarnosti = Are we under threat when we risk? – notions and terminology of risk theory due to natural hazards, *Geologija*, letnik 49, št. 1, 151–161, 2006.
- FNG, Naturgefahren berücksichtigen im Rahmen von Baubewilligungen, Fachkommission Naturgefahren FNG, Amt für Wald und Energie, Kanton, Nidwalden, 20 str., 2004.
- Mikoš, M., Brilly, M., Ribičič, M., Poplave in zemeljski plazovi v Sloveniji = Floods and Landslides in Slovenia, *Acta hydrotechnica*, letnik 22, št. 37, 113–133, 2004.
- MOP, Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti, Uradni list RS, št. 60, 8375–8386, 2007.
- Romang, H., Wirksamkeit und Kosten von Wildbach-Schutzmassnahmen, *Geographica bernensia*, Geographisches Institut der Universität Bern, Bern, 2004.
- Ušeničnik, B., Nesreče in varstvo pred njimi, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, Ministrstvo za obrambo, Ljubljana, 569 str., 2002.

ČRPALNA HIDROELEKTRARNA KOZJAK

PUMPED STORAGE POWER PLANT KOZJAK

Igor Čuš, spec. dipl. inž. grad.
Dravske elektrarne Maribor

Strokovni članek
UDK 621.311.214 + 627.8

Povzetek | Slovenska energetska poraba preteklih let ter napoved porabe električne energije je prevelika. Prevelika so odstopanja med trendom porabe in zagotavljanjem novih zmogljivosti. Napoved porasta porabe električne energije za obdobje 2007–2023 ter napoved povečevanja energetske kapacitete ni ugodna. V Sloveniji pa še obstajajo možnosti in obveznosti energetske izrabe voda, kar narekuje tudi nacionalni energetski program zagotavljanja električne energije. Dravske elektrarne Maribor (DEM) tako nameravajo na hribovju Kozjaka na levem bregu Drave zgraditi črpalno hidroelektrarno (ČHE), ki bo delovala v okviru verige hidroelektrarn na Dravi. Sedanja izraba Drave predstavlja verigo osmih elektrarn od Dravograda do Ormoža. Načrtovana ČHE je tako smiselno nadaljevanje energetske izrabe te reke v okvirih podeljene koncesije. Nove tehnologije, ideje in možnosti na področju energetike so ključnega pomena za načrtovanje bodoče oskrbe z energijo. To pa je možno zagotoviti z nadaljnjim tehnološkim in organizacijskim razvojem na področju izvajanja projektov proizvodnje električne energije.

Summary | Based on the electric power consumption in Slovenia in the recent years and considering its projection for the future, it is obvious that for the period 2007–2023 there is a considerable gap between the trend of consumption and the planned provision of new supply capacities. There are, however, still some possibilities to additionally increase the electric power generation by using the available water potential, as also required by the National Energy Plan. So, the company Dravske elektrarne Maribor (DEM) is planning to construct a pumped storage hydroelectric power plant (PSHPP) on the left side of the Drava on the Kozjak hill range. This power plant is going to operate within the framework of the Drava river power plants chain, which consists of eight power plants from Dravograd to Ormož. The planned PSHPP is a reasonable extension of the use of this river for electric power generation within the framework of the obtained concession. New technologies, ideas and possibilities in the field of power generation and supply are of key importance for the planning of the future power supply capacities. This can be assured by further technological and organizational development in the field of implementation of electric power generation projects.

1 • UVOD – KONCEPT IZVEDBE PROJEKTA – ČHE IN OKOLJE

Namen ČHE je, da bo proizvajala najkvalitetnejšo vršno energijo v času dnevnih konic, bo pa tudi pomembna za potrebe hitre rezerve v elektroenergetskem sistemu ter za sisteme primarne in sekundarne regulacije ter regulacije napetosti. Optimizacije instalirane moči objekta kažejo smiselnost izgradnje ČHE z močmi agregatov ca. 2 x 220 MW. Za elek-

trarno takih moči je tehnično primerno, da se vključi in predaja energijo v 400 kV omrežje. Projekt prinaša Dravskim elektrarnam Maribor konkurenčno prednost in dodano vrednost, saj je usklajen z vidika cilja povečanja energetske izrabe reke Drave. Načeloma je pri umeščanju hidroenergetskih objektov v prostor ob znanih in opredeljenih

vplivih na okolje potrebno upoštevati optimalno razmerje med koristmi in škodo. Ob vseh prestopih izvedbe energetskega objekta je potrebno upoštevati finančne koristi investitorja ter okoljske škode, ki jih objektivno ni možno vrednotiti. Nove tehnologije ter tehnična in organizacijska ustvarjalnost nam omogočajo zmanjšanje vplivov na okolje. DEM si niso nikoli lastile reke Drave. Podpiramo tudi prizadevanja za različnostno izrabo reke drugih uporabnikov. Koncipiranje in snovanje novih objektov mora upoštevati takšne tehnološke rešitve, da je po-

stavitev elektrarn v prostor in vpliv na okolje zmanjšan in nadzorovan.

Projekt izvajamo s sprejemanjem takih odločitev, ki bodo v prihodnje imele pozitivne posledice za izvedbo projekta in njegovo postavitve v prostor na okolje. Največja bo stopnja usklajevanja aktivnosti projekta med

državnim prostorskim načrtom in zunanjimi vplivi na projekt. Vsi ti vplivi se izkazujejo kot tveganja. Tveganja ogrožajo vsak projekt, še posebej pa velike, tehnično kompleksne projekte, kakršna je črpalna hidroelektrarna, za katere so značilni veliko število izvajalcev, dolgo trajanje projekta v pripravljalni in

izvedbeni fazi in veliki finančni vložki. Ker je uspešno obvladovanje tveganj eden izmed pogojev za uspešno dokončanje projekta, je namen obvladovanja projekta zmanjševanje verjetnosti in posledic dogodkov, ki negativno vplivajo na uresničevanje zastavljenega.

2 • DOSEDANJE AKTIVNOSTI

Prve ideje o izgradnji ČHE v dolini reke Drave so se pričele že pred več kot 30 leti. Preverjenih in analiziranih pa je bilo devet možnih lokacij na Pohorju in Kozjaku. Vse variante so kot spodnji akumulacijski bazen uporabile štiri obstoječe bazene DEM. Rezultat primerjav je konec sedemdesetih let prejšnjega stoletja dal prednost lokaciji v bazenu HE Fala in akumulacijo na Kolarjevem vrhu. Za ta objekt je bila v začetku osemdesetih let prejšnjega stoletja opravljena takrat pomembna predlokalicijska razprava. Projekt pa je zastal zaradi pomanjkanja sredstev v sistemu energetike, saj so sredstva odtekla v druge podobne objekte v takratni Jugoslaviji. Leta 2003 je bila sprejeta odločitev o ponovni preveri tega objekta. Na podlagi sprejetih odločitev se je

tako pričel nov postopek za umestitev tega objekta v prostor. Na podlagi znanih idej so bile izdelane nove idejne zasnove z enakim izhodiščnim konceptom lokacije ter uporabo sodobnih tehnologij na gradbenem, elektro in strojnem področju.

Za potrditev optimalne lokacije je bilo preverjeno devet drugih možnih lokacij črpalne hidroelektrarne v porečju reke Drave. Kot najugodnejša za energetske izrabo se je izkazala lokacija z akumulacijo na Kolarjevem vrhu in strojnico ob bazenu HE Fala, ki predstavlja spodnji akumulacijski bazen.

2.1 Umeščanje objekta v prostor

Na podlagi predloga Dravskih elektrarn Maribor ter pobude Ministra za gospodarstvo se je

začel postopek priprave državnega lokacijskega načrta za črpalno hidroelektrarno na Dravi in daljnovidno povezavo ČHE-RTP Maribor. Predmet izdelave državnega lokacijskega načrta je ČHE na Dravi s svojimi osnovnimi elementi in daljnovidna povezava od ČHE do razdelilno-transformatorske postaje Maribor. Objekt ČHE na reki Dravi je zajet v strateških dokumentih R Slovenije: Odloku o strategiji prostorskega razvoja Slovenije (Ur. l. RS, št. 76/04), Uredbi o vrstah prostorskih ureditev državnega pomena (Ur. l. RS, št. 54/03, 68/05), Resoluciji o nacionalnem energetskem programu (Ur. l. RS, št. 57/04). Dravske elektrarne Maribor imajo s koncesijsko pogodbo za energetske izrabo Drave možnost izkoriščanja tudi te vrste vodne energije s ciljem, da se poveča energetska izraba reke Drave.

3 • OPIS NAČRTOVANEGA POSEGA

Lokacija strojnice ČHE je predvidena ob obstoječem bazenu HE Fala na Dravi, ki bo prevzel tudi vlogo spodnje akumulacije. Zgornji akumulacijski bazen bo na Kozjaku.

Za lokacijo Kolarjev vrh so bile izdelane idejne zasnove možnih različic:

- zgornji akumulacijski bazen v dveh velikostih in z različno zasedbo prostora,
- nadzemna zgradba strojnice ČHE ter glavna strojnica, ki je podzemne izvedbe,
- tlačni cevovod, v celoti podzemni,
- možnost več instalacij agregatov v podzemni strojnici elektrarne.

Predvidena je izvedba 400 kV – daljnovidne povezave strojnice ČHE z RTP Maribor. Trasa daljnovidnega priključka se je poiskala v smeri severnega koridorja prek Kozjaka in do trase 400 kV – daljnovoda Kainachtal – RTP Maribor.



Slika 1 • Pregledna situacija ČHE z akumulacijskim bazenom na Kolarjevem vrhu, tlačnim cevovodom ter strojnico ob akumulacijskem bazenu HE Fala; arhiv DEM

3.1 Strojnica ČHE

Strojnica elektrarne je na levem bregu reke Drave, na dravski terasi gorvodno od elektrarne Fala, ob glavni cesti Dravograd – Maribor. Okoli strojnice je elektrarniško dvorišče, ki omogoča vstop v strojnično zgradbo s treh strani.

Strojnico elektrarne sestavljajo podzemni jašek za vgradnjo agregatov in nadzemni del z montažno dvorano, prostori splošnih in skupnih naprav in SF6 stikališče. Strojnica je z vtočno-iztočnim objektom povezana s spodnjim akumulacijskim bazenom HE Fala.

Podzemni jašek strojnice ima cilindrično obliko z notranjim premerom 30 m, globino približno 80 m, na vrh katerega je postavljena stavba tlorisnih dimenzij približno 55 x 70 m v dveh etažah, od katerih je kletna etaža v celoti vkopana v teren. Agregata elektrarne sta vgrajena na dnu strojničnega jaška. Ob primarni elektrostrojni opremi je tu še vsa potrebna oprema za delovanje stojnih naprav elektrarne, vključno s krogelnima zasunoma na cevovodih. V nadzemnem delu strojnice je na koti približno 284,30 (to je kota okoliškega terena) montažna dvorana, na katere celotni površini deluje mostni žerjav. Na isti etaži so tudi prostori z elektro opremo: stikališče, vzbujevalni sistemi, startne naprave in transformatorji, blok transformatorjev in stikališče. Oblika nadzemnega dela strojnice je prilagojena morfologiji terena in sega povsem v vznožje vzpetine Kolarjevega vrha. Tej legi je podrejena tudi arhitektonska zasnova objekta, ki bo zagotavljala dobro vklopitev v prostor.

V prvi kletni etaži sta generatorska odklopnika s transformatorji za lastno porabo, prostor za črpalke tehnološke vode ter trase glavnih komunikacij elektro vodov in strojnih naprav.

Elektrostrojna oprema

V strojnici je predvidena vgradnja dveh prečrpovalnih hidroagregatov, sestojčih iz reverzibilne črpalne turbine in direktno spojenega sinhronskega oziroma asinhronskega motorja/generatorja ter pripadajoče opreme agregatov in pomožnih sistemov. Agregati so nameščeni v podzemnem delu strojnice.

Črpalni turbini sta zasnovani ustrezno razpoložljivemu padcu (700 m) in nazivnemu pretoku v turbinskem režimu 32,5 m³/s ter v črpalnem režimu 22,9 m³/s. Celotno količino vode za črpanje zagotavlja obstoječi spodnji bazen HE Fala v okviru sedanje denivelacije vode v bazenu v obratovalnem režimu HE Fala. Nazivna moč ene črpalne turbine v turbinskem režimu znaša približno 200 MW, maksimalna moč približno 220 MW, nazivna

moč v črpalnem režimu pa znaša približno 180 MW.

Za potrebe montaže agregatov in pomožnih sistemov bosta v nadzemnem delu strojnice montirana glavni mostni žerjav z dvema mačkoma nosilnosti po 1750 kN ter pomožni mostni žerjav nosilnosti 200 kN. Mostna žerjava pokrivata strojnični jašek in montažno plato. Nad kroglastima zasunoma je za montažo zasunov predvidena vgradnja mostnega žerjava nosilnosti 850 kN.

Vsak motor/generator bo priključen preko odklopniške naprave na svoj blokovni transformator 18/412 kV, 230 MVA. Transformatorja bosta v prizidku strojnice. Transformatorja bosta priključena direktno v pripadajoče polje SF6 stikališča, nameščenega v zaprtem prostoru nadzemne strojnice. Izvodi DV polj so podaljšani na streho prostora, kjer bo izveden prostoiztočni priključek na portal 400 kV daljnovoda proti RTP Maribor.

3.2 Vtočno-iztočni objekt strojnice

Vtočno-iztočni objekt povezuje strojnico s spodnjim akumulacijskim bazenom. Iz dna strojničnega jaška vodita dve vertikalni cevi premera 4 m, ki se združita v iztočni kanal.

Na začetku iztočnega kanala je par jeklenih zapornic na hidravlični pogon in par vtočnih rešetk. Iztočni kanal ima pravokotno obliko v dolžini 24 m. Od vtočnih rešetk do Drave je

izveden brez pokrovne plošče razen na delu, kjer ga prečka glavna cesta Dravograd–Maribor. Izток kanala proti dravski strugi je opremljen s potopno steno.

V času gradnje vtočno-iztočnega objekta je predvidena prestavitev glavne ceste G1/1 Maribor–Dravograd. Začasna trasa te ceste bo potekala po bodočem elektrarniškem dvorišču. Po izgradnji vtočno-iztočnega objekta se bo cesta prestavila na obstoječo traso in premostila vtočno-iztočni objekt z novim mostom.

Vtočno-iztočni objekt je torej skoraj v celoti vkopan pod nivo okoliškega terena, le del pred Dravo poteka v odprtem koritu. Na tak način je objekt skrit in ne degradira okolice.

Dostop do strojnične zgradbe ČHE, ki je na dravski terasi levo od glavne ceste G1/1 Dravograd–Maribor, bo omogočen z odcepom z glavne ceste, od koder je predvidena dostava vse potrebne opreme in večina gradbenega materiala v času gradnje.

3.3 Spodnja akumulacija

ČHE Kozjak uporablja kot spodnjo akumulacijo akumulacijski bazen HE Fala, kjer je v okviru dovoljenega znižanja gladine za 1 m na razpolago okoli 850.000 m³ uporabne prostornine. V okviru gradbenih posegov v bazen je poleg izvedbe vtočno-iztočnega objekta predvidena še izvedba obrežnih



Slika 2 • Zračni posnetek območja predvidene gradnje ČHE; Arhiv DEM

zavarovanj levega in desnega brega Drave v območju vtočno-iztočnega objekta ČHE Kozjak.

Zavarovanja bregov se izvede predvsem zaradi varovanja objektov (železniška proga na desnem bregu nad Dravo in cesta na levem obrežju) in v manjši meri zaradi pričakovanih povečanih erozijskih vplivov.

Izgradnja ČHE Kozjak zahteva obnovitev obstoječe glavne ceste Maribor–Dravograd, ki se bo s svojim robom nasipa naslanjala na novo obrežno črto.

Na nasprotni strani Drave, na desnem bregu, je predvideno zavarovanje s kamnitim nameštom (poravnani kamnomet), ki bo segal še 0,2–0,5 m nad koto normalne zaježitve. Ta kamnomet se bo izvedel na obe strani strojne osi dol in gorvodno.

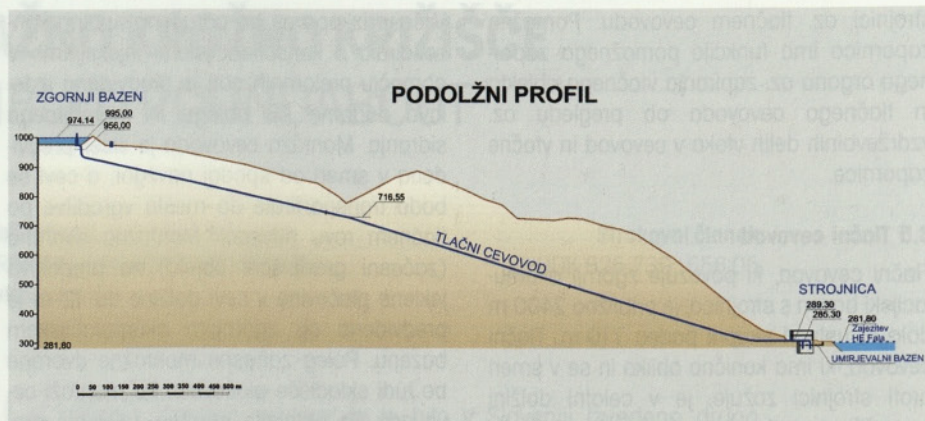
3.4 Zgornja akumulacija

Zgornji akumulacijski bazen z uporabno prostornino 2,9 milijonov m³ bo na Kolarjevem vrhu. Bazen se pridobi z izravnavo obeh vrhov Kolarjevega vrha z vgrajevanjem izkopenega materiala v nasipe po obodu nastale ravnine. Bazen nima nobenega naravnega dotoka vode in se izključno polni z vodo iz doline.

Normalni profil nasipa predvideva najprej odstranitev in deponiranje vrhnje humusne plasti. Nato se odkoplje nenosilna površinska preperina, ki se odpelje v deponijo. Telo čelnega nasipa deponije se zgradi iz izkopenega nosilnega materiala. Deponija se po končanem zgsutju humusira in zatravi, tako da je primerna za pašnike. Pobočje nasipa zgornjega akumulacijskega bazena se na zračni strani izvede v naklonu 1 : 1,5 na vodni 1 : 2. Obodni nasip akumulacije se gradi v plasteh debeline 20 do 30 cm s sprotim komprimiranjem z vibracijskimi valjarji. Na zračni strani se pobočje nasipa humusira z materialom, ki je bil predhodno deponiran in zatravi.

Na vodni strani nasipa bo izdelana gramozna podlaga debeline 50 cm, ki ima nalogo zanesljivega dreniranja. Pod gramoz se položi sloj geotekstila, nad gramozni sloj pa 15 cm debela plast poroznega betona, pod katerim bodo drenažne cevi. Na porozni beton se položi dvoplastna vodotesna asfaltna obloga, ki sega do kote 996 m torej 1 m nad maksimalno koto gladine vode v akumulacijskem bazenu.

Krona nasipa bo široka 5 m, na njej bo 4 m široka asfaltna cesta za potrebe vzdrževanja. Krona je nagnjena proti vodi, da se padavinske vode stekajo v bazen in ne zamakajo zalednega dela nasipov. Dno bazena bo pod



Slika 2: Zračni posnetek območja predvidene gradnje ČHE; Arhiv DEM

obstoječo koto terena. Po odstranitvi humusa in nenosilne plasti se bo izvršil izkop. Dno bazena se po izkopu poravna, položi sloj geotekstila, sledi gramozni filter in porozni beton ter zaključni asfaltni sloj. Dno bazena pada od severa proti jugu v naklonu 2 ‰ ter dodatno proti iztočnemu delu, kjer se rob pred poglobitvijo zaključi na koti 974 m n.m.

Pod dnom bazena bo v vzdolžni smeri pohodni drenažni hodnik, v katerega se priključujejo drenažne cevi, ki so položene v drenažnem sloju konstrukcije dna bazena. Za dodatno varnost bazena služijo dodatne drenažne cevi, ki so speljane po obodu dna bazena, nanje so priključene drenažne cevi, ki potekajo pod asfaltnimi sloji na vodni strani bočnega nasipa. Tako je dana možnost učinkovite kontrole tesnjenja dna bazena in takojšnje intervencije na ogroženem mestu, ki je s takim sistemom natančno določljivo.

Drenažni hodnik se bo iztekal na vzhodnem delu bazena. V območju izhoda bo rezervoar, v katerega se stekajo precejne vode, prestrežene z drenažnim sistemom.

Sistem tehničnega opazovanja zajema tudi vgradnjo piezometrov v obodni nasip in v pobočje pod nasipom zgornje akumulacije. Sistem monitoringa objekta akumulacije bo avtomatiziran in povezan v centralni sistem tehničnega opazovanja gradbenih objektov Dravskih elektrarn Maribor. Na vodni strani krone nasipa je predvidena zaščitna ograja. Dodatno varnost tvori ograja ob vznožju nasipa. Prostor pod nasipom se bo pogozdil, s čimer se bo zakrila monotona oblika jezua. Po nasipu ni predvidena pogozditev, saj bi le-ta varno vplivala na njegovo stabilnost, je pa predvidena zasaditev z avtohtonimi grmičevjem.

Na zahodnem delu akumulacije je predvidena izgradnja razgledne ploščadi, ki bo proti

bazenu ločena z ograjo. Ploščad bo na mestu, kjer dostopna cesta doseže krono nasipa in predstavlja najvarnejšo povezavo med dostopno cesto in krono. Dostop obiskovalcem do bazena bo onemogočala transparentna ograja. V nasipu bazena na jugovzhodni strani je vtočni objekt, ki ga tvori poglobljena vtočna rampa, vtok lijakaste oblike in vtočna komora, ki se zapira s tablasto zapornico na hidravlični pogon. Nad vtokom je na vodnem robu nasipa zgradba, v kateri je nameščena elektrostrojna in merilna oprema. Dostopna bo s ceste, ki vodi po kroni nasipa. Objekt je pritičen, stoji pa na jaških (zaporniškem, odzračevalnim in dostopnim). V okviru projekta so predvidene tudi rekonstrukcije cest Selnica Duh na Ostrem vrhu in izvedbe ter rekonstrukcije še drugih potrebnih dostopnih nadomestnih cest

Hidromehanska oprema vtoka v akumulacijskem bazenu

Ustrezno z zahtevami in pogoji delovanja in obratovanja v turbinskem oz. črpalnem režimu je predviden obseg in tehnična izvedba posameznih delov hidromehanske opreme. Gradbena konstrukcija vtočnega objekta na zgornjem akumulacijskem bazenu pri vtoku v cevovod je sestavljena iz vtočnega dela iz zgornjega akumulacijskega bazena do zapornične komore. V tem delu so vgrajene fiksne zaščitne rešetke, ki preprečujejo plavajočim in lebdečim naplavinam vstop v tlačni cevovod in pretočni trakt agregata. Vtočna zapornica kotalne izvedbe je namenjena kot zapornica v sili (zapira tudi pri pretoku) v primeru nepredvidenih dogajanj pri delovanju predturbinskih zapornih elementov turbine v strojnici, morebitnih poškodb oz. dogajanj na tlačnem cevovodu ter kot pomožna – servisna zapornica v času remonta oz. vzdrževanja v

strojnici oz. tlačnem cevovodu. Pomožna zapornica ima funkcijo pomožnega zapornega organa oz. zapiranja vtočnega objekta in tlačnega cevovoda ob pregledu oz. vzdrževalnih delih vtoka v cevovod in vtočne zapornice.

3.5 Tlačni cevovod

Tlačni cevovod, ki povezuje zgornji akumulacijski bazen s strojnico, je približno 2400 m dolg in ustvari skupni padec 710 m. Tlačni cevovod, ki ima konično obliko in se v smeri proti strojnici zožuje, je v celotni dolžini nameščen v podzemnem tunelu. Razdeljen je na tri odseke z različnimi premeri cevi od 4,00 m, preko 3,80 m do 3,60 m. Sprva poteka trasa cevovoda 40 m v vertikalni smeri, sledi 2300 m dolg odsek z naklonom 32 %. Pred podzemno strojnico je kratek 42 m dolg horizontalni del cevovoda, ki se razcepi v dva kraka premera 2,10 m, ki horizontalno vodita v podzemni jašek strojnice. Izkopi hribine za tlačni cevovod bodo potekali iz smeri strojnice proti zgornjemu akumulacijskemu bazenu. Izkop rova tlačnega cevovoda premera 5,20 bo potekal s čelnim napredovanjem. Ves izkopani material se bo transportiral v dolino, kjer se bo začasno deponiral in vgrajeval v obrežna zavarovanja. Del izkopanega hribinskega materiala bo namenjen prodaji.

V času izkopa se bo porušena hribina konsolidirala s konsolidacijskimi injekcijami. V območju prelomnih con je predvidena izdelava dodatne AB obloge in morebitnega sidranja. Montaža cevovoda je sicer predvidena v smeri od spodaj navzgor, a cevi se bodo transportirale do mesta vgraditve po tlačnem rovu navzdol. Montažna dvorana (začasni gradbišni objekt) za predelavo jeklene pločevine v cevi dolžine do 12 m je predvidena ob zgornjem akumulacijskem bazenu. Poleg začasne montažne dvorane bo tudi skladišče pločevine. Po montaži cevovoda bo potekalo sprotno zalivanje prostora med izkopanim rovom in cevovodom s samozgoščujočim betonom. Beton se bo pripravljaval v začasni mobilni betonarni na gradbišču ob zgornjem akumulacijskem bazenu in se bo na mesto vgradnje transportiral po izkopanem rovu za tlačni cevovod.

3.6 Daljnovodna povezava ČHE – RTP Maribor

Za vključitev ČHE Kozjak v elektroenergetski sistem je predvidena 400 kV daljnovodna povezava med ČHE Kozjak in razdelilno transformatorsko postajo RTP 400/110 kV Maribor. Za določitev najugodnejše trase povezave sta bili primerjani dve možni varianti koridorja, severna preko Kozjaka in

južni koridor po dolini reke Drave, kjer že potekajo 110 kV vodi.

Za vključitev ČHE Kozjak v EES je bila kot ugodnejša izbrana trasa 2 x 400 kV daljnovoda med ČHE Kozjak in vključitev v DV 2 x 400 kV od RTP Maribor do RTP Keinachtal. Trasa daljnovoda po severnem koridorju poteka po razgibanem področju Kozjaka. Nato se spusti v ravninski predel ter se vključi v koridor obstoječe trase DV 2 x 400 kV Maribor – Avstrija (Kainachtal).

Obravnani koridor daljnovodne povezave je postavljena v prostor tako, da upošteva najpomembnejše prvine prostora. V največji možni meri se izogiba izpostavljenim točkam v prostoru, zazidanim površinam, rekreacijskim rezervatom in kulturnim spomenikom. Trasa daljnovoda po severnem koridorju poteka po razgibanem področju Kozjaka. Nato se spusti v ravninski predel ter se vključi v koridor obstoječe trase DV 2 x 400 kV Maribor – Avstrija (Kainachtal). Prečka hitro cesto Maribor – Šentilj ter železniško progo ter bodočo avtocesto proti Lendavi. Del trase, ki poteka po hribovitem območju obronkov Kozjaka, je težje dostopen, zato bo potrebno urediti posamezne obstoječe dostopne poti oz. predvideti tudi nove. Potek daljnovoda se skuša v največji možni meri izogniti razpršenim kmetijam in bivalnim objektom.

4 • SKLEP

Za ČHE je v teku državni prostorski načrt, za katerega je sprejet program priprave. Trenutno poteka dopolnjevanje idejnega projekta s pomembnim delom poteka daljnovodnih povezav od ČHE do RTP Maribor ter druge strokovne in tehnične podlage, potrebne za po-

stopek državnega prostorskega načrta ter javne razgrnitve projekta. V tem procesu umeščanja v prostor bomo ovrednotili vse realne alternativne možnosti, ki nam bodo na voljo. V izvedbi projekta bomo sprejemali take odločitve, ki bodo imele v prihodnje pozitivne

posledice za izvedbo projekta. Največja pa bo stopnja usklajevanja aktivnosti projekta med državnim prostorskim načrtom in zunanjimi vplivi na projekt. Projekt ČHE na Dravi je bil prvič predstavljen na Mišičevih dnevih v decembru 2006.

5 • LITERATURA

DEM, Fotodokumentacija v arhivu.

Državni zbor RS, Resolucija o Nacionalnem energetskega programu (ReNEP).

IBE, Idejni projekt ČHE Kozjak, 2007.

Korona, Ocena potencialnih ekonomskih učinkov obratovanja ČHE Kozjak, 2007.

Ministrstvo za gospodarstvo RS, Energetska bilanca Republike Slovenije za leto 2007, April 2007.

MONTAŽNO KROŽNO KRIŽIŠČE

ASSEMBLED ROUNDABOUT

izr. prof. dr. Tomaž Tollazzi, univ. dipl. inž. grad.
UNIVERZA V MARIBORU, Fakulteta za gradbeništvo,
Center za prometne gradnje

Strokovni članek
UDK 625.739 : 656.05

Povzetek | V začetku meseca septembra je bilo v Sloveniji izvedeno drugo montažno krožno križišče. Izvedba montažnega krožnega križišča v Slovenj Gradcu je sestavni del eksperimentalnega dela raziskovalne naloge, ki obravnava alternativne tipe krožnih križišč in primernost njihove uvedbe na cestnem omrežju v Sloveniji. Omenjeno montažno krožno križišče je tretji terenski eksperiment s tem tipom krožnih križišč, zato je že možno izvesti povzetek nekaterih glavnih splošnih ugotovitev v zvezi z učinkovanjem tega tipa krožnih križišč v naših razmerah. Pri načrtovanju in postavitvi montažnih krožnih križišč, ki so po definiciji načeloma začasna, je kljub temu treba upoštevati enake tehnične pogoje kot za končne rešitve.

Summary | At the beginning of September 2007, the second Slovenian assembled roundabout was installed. The installation of the assembled roundabout in Slovenj Gradec was the experimental part of a research study on the alternative types of roundabouts and the evaluation of their use within the Slovenian road network. This is the third practical experiment with this particular type of roundabout, therefore, it is possible to abstract some main basic statements on the effectiveness of this type of roundabout under the existing conditions. In spite of being considered as temporary solutions, designing and building of assembled roundabouts should fulfill the same technical requirements as in permanent roundabouts.

1 • UVOD

Uspešnost uvedbe krožnih križišč v Sloveniji je danes strokovno in znanstveno že dokazana, v praksi pa popolnoma očitna (Tollazzi, 2004). Meseca julija 2007 smo imeli v Sloveniji po neuradnih podatkih izvedenih že čez 100 krožnih križišč. Ker ustvarjajo velike pozitivne učinke, se v prihodnosti upravičeno pričakuje še nadaljnji porast njihovega števila. V Sloveniji imamo izvedena praviloma le »običajna« krožna križišča, ki so tudi v svetu najbolj razprostranjena. To je prav in iz vidika začetnega poznavanja problematike tudi edino možno. Od alternativnih tipov krožnih križišč pa poznamo le nekatere tipe, od katerih pa imamo v praksi izvedene le posamezne

primere. Izkušnje in nova spoznanja pa kažejo, da bo njihova uporaba tudi pri nas v bodoče nadvse aktualna.

V procesu uvedbe neke novosti je potrebno začeti »od črke A«, z osnovami, splošnimi primeri, premišljeno in s primernim tempom. V nasprotnem primeru lahko pride do hipne preobremenjenosti končnih uporabnikov z novostmi, do občutka nepotrebne vsiljevanja, nerazumevanja, neustreznega seznanjanja z novostmi in nepravočasnega izobraževanja, kar vse lahko privede do zmanjšanja ravni prometne varnosti in do upravičenega odpora uporabnikov do novosti. Take so tudi izkušnje drugih držav z dolgoletnimi izkušnjami na

področju krožnih križišč. Skupna lastnost vseh držav je, da so začele z uvedbo »klasičnih« krožnih križišč, da so strokovno in poglobljeno spremljale njihovo delovanje v realnosti ter vsakih nekaj let (odvisno od pridobljenih izkušenj) dopolnjevale pravilnike in navodila za projektiranje (v Nemčiji in na Nizozemskem so spremenili celo prometno signalizacijo v krožnih križiščih). Alternativne tipe krožnih križišč pa so začele uvajati šele po izvedenih poglobljenih strokovnih študijah, izmenjavi tujih izkušenj, analizah teoretičnih izhodišč in izvedbi posameznih eksperimentalnih primerov na testnih poligonih in na lokacijah, ki niso bile »na očeh javnosti«.

2 • ALTERNATIVNI TIPI KROŽNIH KRIŽIŠČ

Alternativni tipi krožnih križišč so v splošnem nekoliko novejšega datuma, izvajajo se le v posameznih državah in so mnogo manj številčni od »običajnih« krožnih križišč. Ena od njihovih osnovnih lastnosti je, da po enem ali več projektno – tehničnih elementih odstopajo od »običajnih« krožnih križišč. Druga je, da so večinoma namenjena reševanju le ene določene vrste problemov in ne sodijo v »splošne« rešitve. Med alternativne tipe krožnih križišč sodijo krožna križišča kvadratne oblike, krožna križišča s kvadratnim sredinskim otokom, s povoznim sredinskim otokom (»mini-krožna križišča«), s prevoznim sredinskim otokom (t.i. »hamburger«), par krožnih križišč (»dumb-bell«), krožna križišča, namenjena le kolesarjem, krožna križišča s spiralnim potekom krožnega vozišča (t.i. »turbo-krožna križišča«), krožna križišča v dveh ravninah ... (Tollazzi, 2007).

Danes, več kot petnajst let od uvedbe prvega krožnega križišča »novega vala«, v trenutku, ko imamo izvedenih več kot 100 krožnih križišč, ko je tehnična specifikacija za krožna križišča v fazi dopolnjevanja in posodabljanja, v času, ko že imamo veliko število usposobljenih projektantov za projektiranje krožnih križišč in ko ugotavljamo, da tudi drugi (avtošole in prometna policija) že dalj časa s pridom izvajajo svoj del obveznosti v tem procesu, je po mnenju strokovnjakov s tega

področja nastopil čas za naslednjo »stopničko« v procesu uvajanja krožnih križišč – pričetek uvedbe drugih, alternativnih tipov krožnih križišč.

Temu mnenju je najprej prisluhnila občina Maribor in lansko leto oddala v izdelavo raziskovalno nalogo razvojnega tipa z naslovom Alternativni tipi krožnih križišč in možnosti njihove uvedbe v R Sloveniji – primer mesta Maribor. Ni naključje, da je prav

občina Maribor podprla navedeno raziskavo. Pristojne službe mesta Maribor (Komunalna direkcija, Prometni urad) so namreč zelo naklonjene novostim in spodbujanju razvoja, ne glede na to, ali gre za krožna križišča ali kakšno drugo novo projektno rešitev, namenjeno izboljšanju pretočnosti ali prometne varnosti. V Mariboru je bilo tako izvedeno prvo dvopasovno krožno križišče v urbanem okolju (pred »Štukom«), drugo slovensko »mini krožno križišče« (Meljski hrib), drugo »dumb-bell« krožno križišče (sl. 1) in prvo slovensko montažno krožno križišče (na Glavnem trgu).



Slika 1 • »Dumb-bell« na zahodni obvoznici mesta Maribor (foto S. Medved)

3 • MONTAŽNO KROŽNO KRIŽIŠČE – LASTNOSTI

Montažno krožno križišče je začasna projektna rešitev, postavljena v gabarite obstoječega »klasičnega« križišča in izvedena z elementi, prometno signalizacijo in opremo, ki je v skladu s prometnovarnostnimi zahtevami, namenjena pa je izboljšanju pretočnosti prometa ali/in prometne varnosti.

Navedeno »definicijo« je potrebno nekoliko boljše razčleniti in obrazložiti. Najpomembnejše dejstvo je, da gre za *začasno* (kratkotrajno) in nikakor ne za stalno (dolgoročno) projektno rešitev. Kot začasna projektna rešitev se misli v primeru:

- začasno spremenjenih prometnih razmer oz. začasne spremembe poteka glavne in stranske prometne smeri (npr. v času sejmov, daljših prireditev ...),

- začasno oviranega poteka prometa (npr. gradbišče v samem križišču, izvedba četrtega kraka v obstoječem trikrakem križišču ...),
- z namenom takojšnje omilitve slabih prometnovarnostnih razmer (v primeru pomanjkanja finančnih sredstev za takojšnjo izvedbo dolgoročne rešitve),
- v procesu dokazovanja primernosti izvedbe krožnega križišča kot dolgoročne rešitve in
- v času gradnje krožnega križišča kot stalne rešitve na tistem mestu (za nemoteno delovanje križišča v času izgradnje oz. za zaščito gradbenih delavcev pri izvedbi sredinskega otoka in uvoznih ter izvoznih radijev).

Umeščenost v gabarite obstoječega »klasičnega« križišča pomeni izvedbo mon-

tažnega krožnega križišča znotraj meja obstoječega križišča oz. »med obstoječimi robniki«. Pri izvedbi montažnega krožnega križišča torej niso predvideni prestavitve robnikov obstoječega križišča, rušenje asfalta, ukinjanje ločilnih otokov ali kaj drugega podobnega. Finančno ali gradbeno zahtevni posegi torej niso potrebni. Ta kriterij je najpogostejša glavna ovira, ko se načrtuje izvedba montažnega krožnega križišča. Montažno krožno križišče mora biti izvedeno z *elementi, prometno signalizacijo in opremo*, ki je v skladu z veljavno zakonodajo ter prometnovarnostnimi zahtevami. To pomeni, da mora montažna rešitev vsebovati enake elemente kot stalna rešitev (polmeri ustreznih velikosti, sredinski otok, ločilni otoki, prehodi za pešce, prometna signalizacija ...). Razlika je le v tem, da so ti elementi montažni, prometna signalizacija pa začasna.

4 • TUJE IZKUŠNJE

Med državami z najbolj razširjenimi montažnimi krožnimi križišči izstopata Francija in Italija.

V Franciji, ki je že sicer tradicionalno naklonjena krožnim križiščem, montažna krožna križišča najpogosteje izvajajo kot ukrep za umirjanje prometa in izboljšanje pretočnosti (lažje priključevanje iz stranskih prometnih smeri) v turističnih krajih v času turistične sezone (torej v času močno poslabšanih prometnih razmer).

Izvajajo jih tako v semaforiziranih kot nesemaforiziranih »klasičnih« križiščih. Izvedejo jih na dva načina: ali kot začasno »mini krožno križišče« (sl. 2) ali pa kot majhno montažno krožno križišče.

V primeru, ko se odločijo za začasno »mini krožno križišče«, izrežejo asfalt na mestu predvidenih ločilnih otokov, ki jih izvedejo iz »položeni« cestnih robnikov ali pa jih zgolj samo narišejo (sl. 3), v sredini križišča pa – po predhodnem izrezu asfalta – izvedejo 3 cm dvignjen krog iz granitnih kock ali novega asfalta in križišče opremijo z novo prometno signalizacijo.

Če pa se odločijo za majhno montažno krožno križišče, ga v celoti izdelajo iz montažnih plastičnih varnostnih ograj. To velja tako za ločilne otoke (sl. 4) kot tudi za sredinski otok (sl. 5).

Kakšne posebne dodatne opreme v montažnih krožnih križiščih ne izvajajo. Isto

velja tudi za prometno signalizacijo. Za naše razmere bi lahko celo rekli, da je pomanjkljiva. Še dlje so z montažnimi krožnimi križišči prišli v Italiji. V pokrajinah Ligurija in Imperija (turistična riviera) je skoraj že vsako drugo »klasično« križišče predelano v montažno krožno križišče. Enako kot v Franciji tudi v Italiji ne delajo izjem glede tega, na kakšnem obstoječem križišču ga bodo izvedli. Izvajajo jih ne glede na to, ali so ta obstoječa križišča nesemaforizirana ali na semaforiziranih križiščih pa tudi, ali so trikraka ali štirikraka. Načeloma izvajajo tri vrste montažnih krožnih križišč:

Prvi tip je sestavljen iz betonskih prefabriciranih elementov (sl. 6), ki tvorijo sredinski otok, ločilni otoki pa so le narisani. Betonski elementi segmentne oblike so izdelani v različnih zakrivljenostih, kar omogoča svobodno izbiro velikosti polmera sredinskega otoka.



Slika 2 • Začasno »mini krožno križišče«; Digne



Slika 3 • Začasno »mini krožno križišče«; Digne



Slika 4 • Ločilna otoka v montažnem krožnem križišču; Cannes



Slika 5 • Sredinski otok v montažnem krožnem križišču; Cannes



Slika 6 • Montažno krožno križišče, izvedeno iz prefabriciranih betonskih elementov; Genova



Slika 7 • Montažno krožno križišče, izvedeno iz delineatorjev; Cinque Terre

Drugi tip montažnega krožnega križišča je v celoti (tako ločilni otoki kot sredinski otok) izveden iz montažnih vodilnih robnikov za kanaliziranje prometa – delineatorjev (sl. 7), notranjost sredinskega otoka pa je poljubno opremljena (skulpture, lončnice, panoji ...). Tretji tip italijanskega montažnega krožnega križišča je v celoti (tako ločilni otoki kot sredinski otok) izveden iz začasnih ločilnih ograj iz

umetnih snovi (sl. 8). Ta tip montažnih krožnih križišč izvajajo na prometno bolj obremenjenih cestah. Temu primerno sta tudi prometna signalizacija in oprema nekoliko bolj »bogati« (znaka na uvozu se postavlja obojestransko, na sredinskem otoku nameščajo rumene utripajoče cestarske luči, pred krožnim križiščem izvajajo zvočne ovire iz debeloslojnih premazov ...).

V primeru izvedbe montažnega krožnega križišča na obstoječem semaforiziranem križišču se vedno pojavi vprašanje, kaj narediti s semaforji. Obstajata dve možnosti: ali so semaforске glave pokrite s črnimi vrečami in semaforji izključeni (glej sl. 7) ali pa semafor deluje v režimu »rumena utripajoča« (sl. 9). Zanimivo je, da v obeh prej navedenih državah glede tega nimajo enotnega pristopa. Uporabljajo obe rešitvi.



Slika 8 • Sredinski otok montažnega krožnega križišča, izveden z začasnimi ločilnimi ograjami iz umetnih snovi; San dona di Piave



Slika 9 • Semafor v režimu »rumena utripajoča« v trikrakem montažnem krožnem križišču; San Dona di Piave

5 • DOMAČE IZKUŠNJE

V zadnjem času tudi v Sloveniji pridobivamo izkušnje z montažnimi krožnimi križišči. Teoretični in analitični del raziskave montažnih

krožnih križišč (namen, pomen, prednosti in pomankljivosti, tuje izkušnje...) je bil v okviru že omenjene raziskovalne naloge izveden v

letu 2006, eksperimentalni del pa še poteka. Pri eksperimentalnih zasnovah so uporabljene ugotovitve in spoznanja o delovanju takih rešitev v tujini in nova znanja, pridobljena pri obdelavi teoretičnega dela naloge. Meseca junija lanskega leta smo v Sloveniji izvedli prvo montažno krožno križišče na



Slika 10 • Prvo slovensko montažno krožno križišče; Maribor, Glavni trg (foto R. Perunović)

Glavnemu trgu v Mariboru (sl. 10). O tem je bil že objavljen prispevek tudi v Gradbenem vestniku, zato strokovni javnosti znanih zadev ne gre ponavljati. Omenimo le, da je bilo – glede na dejstvo, da je bilo to prvo montažno krožno križišče v našem prostoru – deležno nekoliko večje pozornosti. Opravljeno je bilo štetje motornega prometa, pešcev in kolesarjev, izmerjene so bile vstopne hitrosti vozil, izdelana je bila računalniška simulacija vpliva pešcev na prepustnost krožnega križišča (Tollazzi, 2006), izvedeno anketiranje udeležencev v prometu in izdelana analiza »prej – pozneje« ter še vrsta drugih raziskav, ki jih pri raziskavah na križiščih običajno ne delamo.

Dobre izkušnje z mariborskim eksperimentom so botrovale tudi nastanku montažnega krožnega križišča na vpadnici v Opatijo v sosednji Hrvaški (sl. 11). Postavljeno je bilo nekaj mesecev po izvedbi mariborskega eksperimenta. V času pisanja tega prispevka še vedno obratuje, na njem pa se izvajajo iste raziskave kot v Mariboru.

Tretje montažno krožno križišče, ki je postavljeno v okviru eksperimentalne faze pri izdelavi raziskovalne naloge, je v Slovenj Gradcu. Postavili so ga letos, konec meseca avgusta, in to na obstoječem štirirakem semaforiziranem križišču (slika na naslovnici) pred bivšo trgovino NAMA. Pobudo za to je dal Referat za promet mestne občine Slovenj Gradec.

Montažno krožno križišče v Slovenj Gradcu je prvo slovensko montažno krožno križišče na državni cesti. Izvedeno je po vzoru italijanskih krožnih križišč (z začasnimi ločilnimi ograjami iz umetnih snovi), znotraj gabaritov obstoječih robnikov in brez kakršnega koli gradbenega posega v križišču. Naj kot zanimivost na-

vedemo, da je delovanje montažnega krožnega križišča možno spremljati po spletu preko video kamere, nameščene nad enim od krakov križišča (naslov spletne strani je naveden na koncu prispevka).

V dveh primerih, v Mariboru in v Opatiji, so bile izvedene predvidene meritve in izdelane analize. Pri tretjem eksperimentu v Slovenj Gradcu to delo še traja. Zato je za kakšno poglobljeno analizo prometne varnosti še prezgodaj. Vsekakor pa se med splošnimi skupnimi lastnostmi vseh treh montažnih krožnih križišč že da izpostaviti nekatere pomembne učinke: znatno izboljšanje pretočnosti (še posebej stranskih prometnih smeri), zmanjšanje hitrosti na uvozi v križišča ter izredno pozitivno mnenje vseh vrst udeležencev v prometu.

V vseh treh primerih je Fakulteta za gradbeništvo Univerze v Mariboru imela vodilno oz. aktivno vlogo tako pri nastanku in snovanju idej kot tudi v fazi sodelovanja s projektanti pri izdelavi projektne dokumentacije in z izvajalci del na terenu. Fakulteta za gradbeništvo Univerze v Mariboru vodi ali aktivno sodeluje tudi pri nastajanju dveh novih montažnih križišč:

- v Mariboru v križišču Pobreške in Osojnikove (v neposredni bližini Doma starejših občanov),
- v Poreču v križišču industrijske ceste in ceste Poreč–Pazin.



Slika 11 • Montažno krožno križišče pred Opatijo (foto M. Beniger)

6 • POSTOPEK IZVEDBE MONTAŽNEGA KROŽNEGA KRIŽIŠČA

Postopek izvedbe montažnega krožnega križišča je identičen postopku izvedbe krožnega križišča kot stalne rešitve. Sestoji iz treh faz:

- preveritev ustreznosti (smiselnosti) izvedbe montažnega krožnega križišča,
- projektiranje montažnega krožnega križišča,
- izvedba montažnega krožnega križišča.

Preveritev ustreznosti (smiselnosti in/ali upravičenosti) izvedbe montažnega krožnega križišča je popolnoma enaka kot pri izvedbi stalne rešitve s krožnim križiščem. V tej fazi se

preveri izpolnjevanje splošnih kriterijev za smiselnost izvedbe montažnega krožnega križišča kot začasne rešitve.

Postopek projektiranja montažnega krožnega križišča je identičen postopku projektiranja stalne rešitve oz. je celo nekoliko zahtevnejši, saj je potrebno upoštevati tudi t.i. »človeški faktor«, ki se izraža v:

- navajenosti uporabnikov na prejšnjo rešitev (vožnja »na pamet«),
- zmedenosti uporabnikov zaradi dvojne talne signalizacije (v primeru, da upravljavec ceste ne zahteva odprave prejšnjih, belih talnih označb),

– nujno potrebni izvedbi »kanaliziranja« poti pešcev (preprečitev prečkanja krakov križišča zunaj območij prehodov za pešce) ter

– v zahtevi po nespremenjenem poteku robnikov (preveritev krivulje sledi odločujočega vozila za najbolj kritičen vozni manevar).

Sama izvedba montažnega krožnega križišča je odvisna od izbire montažnih elementov. Najenostavnejša je, če se odločimo za ločilne ograje iz umetnih snovi, saj ni nobenega posega v voziščno konstrukcijo. Zakolčbi glavnih elementov krožnega križišča takoj sledi postavitve praznih elementov ločilnih ograj, ki se kasneje napolnijo z vodo, in izrisovanje talne ter postavitve začasne vertikalne signalizacije. Dejavnosti iz zadnjega stavka so v Slovenji Gradcu trajale štiri ure.

7 • SKLEP

Danes, nekaj več kot petnajst let od izvedbe prvega krožnega križišča »novega vala«, v trenutku, ko imamo v Sloveniji izvedenih že več kot 100 krožnih križišč, ko je tehnična specifikacija za krožna križišča v fazi novelacije, v času, ko že imamo veliko število usposobljenih projektantov za projektiranje krožnih križišč in ko ugotavljamo, da tudi drugi (avtošole in prometna policija) že dalj časa s pridom izvajajo svoj del obveznosti v tem procesu in smo priče dobre prilagojenosti končnih uporabnikov krožnim križiščem, je nastopil čas za naslednjo fazo v procesu uvajanja krožnih križišč – pričetek uvedbe drugih, alternativnih tipov krožnih križišč. Alternativni tipi krožnih križišč so v splošnem novejšega datuma in se praviloma izvajajo le

v posameznih državah. Seveda so manj številčni od »običajnih« krožnih križišč. Med alternativne tipe krožnih križišč sodijo poleg krožnih križišč kvadratne oblike, krožnih križišč s kvadratnim sredinskim otokom, s povoznim sredinskim otokom (»mini-krožna križišča«), s prevoznim sredinskim otokom (t.i. »hamburger«), par krožnih križišč (»dumbbell«) in podobnih tudi montažna krožna križišča.

Montažno krožno križišče je začasna projektna rešitev, umeščena v gabarite obstoječega »klasičnega« križišča in izvedena z elementi, prometno signalizacijo in opremo, ki je v skladu s prometnovarnostnimi zahtevami, namenjena izboljšanju pretočnosti ali/in prometne varnosti.

V članku je podan kratek pregled nad tujimi izkušnjami z montažnimi krožnimi križišči, pogoji za smiselnost in primernost njihove izvedbe ter navedene nekatere glavne splošne ugotovitve glede učinkov prvih izvedenih primerov tega tipa krožnih križišč v naših razmerah.

Glede na poglobljeno prednost montažnega krožnega križišča (nizka cena in izjemno kratek čas za izvedbo) je v prihodnosti upravičeno pričakovati precejšnje povečanje števila takih križišč.

Opomba:

Projektno dokumentacijo za izvedbo montažnih krožnih križišč so izdelali:

Maribor: Lineal d.o.o.

Opatija: Promet milenijum d.o.o., Rijeka

Sl. Gradec: MBI d.o.o., Sl. Gradec

8 • LITERATURA

Spletne strani Mestne občine Slovenj Gradec: <http://www.slovenj-gradec.si/>

Tollazzi, T., Lerher, T., Šraml, M., Analiza vpliva prometnega toka pešcev na prepustno zmožnost krožišča z uporabo diskretnih simulacij, An analysis of the influence of pedestrians' traffic flow on the capacity of a roundabout using the discrete simulation method. *Stroj. vestn.*, letn. 52, št. 6, str. 359–379, 2006.

Tollazzi, T., Maher, T., Renčelj, M., Habjanič, S., Laković, S., Zajc, L., Smolej, B., Raziskava uvajanja učinkovitosti izboljšav na nivojskih križiščih cest (Učinek uvedbe krožnih križišč v Republiki Sloveniji), razvojno raziskovalni projekt, končno poročilo (naročnik Direkcija RS za ceste), Maribor, Fakulteta za gradbeništvo, Center za prometno tehniko in varnost v prometu, 2004.

Tollazzi, T., Renčelj, M., Toplak, S., BPI d.o.o. Maribor, APPIA d.o.o. Ljubljana: Prihodnost razvoja krožnih križišč v RS – Alternativni tipi krožnih križišč in možnosti njihove uvedbe v slovenski prostor – »primer Maribora«, razvojno raziskovalna naloga, prvo vmesno poročilo (naročnik Mestna občina Maribor, Komunalna direkcija), Maribor, Fakulteta za gradbeništvo, Center za prometno tehniko in varnost v prometu, 2007.

InteliGrid – SEMANTIČNA GRID TEHNOLOGIJA ZA PODPORO INŽENIRSKIM VIRTUALNIM ORGANIZACIJAM

InteliGrid – SEMANTIC GRID TECHNOLOGY IN SUPPORT OF ENGINEERING VIRTUAL ORGANISATIONS

asist. dr. Matevž Dolenc, univ. dipl. inž. gradb.

Robert Klinc, univ. dipl. inž. gradb.

prof. dr. Žiga Turk, univ. dipl. inž. gradb.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Katedra za gradbeno informatiko, Jamova 2, Ljubljana
{mdolenc,rklinc,zturk}@itc.fgg.uni-lj.si

Znanstveni članek

UDK 007.5 : 624

Povzetek | EU projekt InteliGrid (2004–2007) je združil ter nadgradil najnovejša tehnološka in znanstvena spoznanja s področij semantične medobratovalnosti, virtualnih organizacij in tehnologije grid z namenom zagotoviti inženirsko informacijsko platformo za prilagodljiv, varen, robusten, medobratovalnen dostop do informacij, komunikacij in računske infrastrukture. V članku je predstavljena sistemska arhitektura izdelane platforme ter nekatere njene osnovne komponente. Opisan je tudi demonstracijski scenarij, ki je bil uporabljen za oceno uporabnosti predstavljenega pristopa.

Summary | The EU project InteliGrid (2004–2007) combined and extended the state-of-the-art research and technologies in the areas of semantic interoperability, virtual organisations and grid technology to provide diverse engineering industries with a platform prototype for flexible, secure, robust, interoperable, pay-per-demand access to information, communication and processing infrastructure. This paper describes the system architecture of the developed platform as well as the key components it offers. A short summary of an integrated demonstration from an architecture, engineering and construction sector that has been a basis for validation of the results is presented at the end.

1 • UVOD

Problem integracije gradbene industrije in medobratovalnosti množice programskih inženirskih aplikacij za projektiranje in gradnjo je znan kot problem *otokov avtomatizacije* (angl. *islands of automation*; (Hannus, 2002)), s katerim so se v zadnjih dveh

desetletjih ukvarjali številni nacionalni in EU projekti. Razdrobljenost gradbene industrije, nestandardizirane podatkovne strukture ter nekompatibilne informacijsko tehnološke rešitve so le nekateri od vzrokov za avtomatizacijske otoke, ki onemogočajo kvalitetno

izmenjavo informacij in sodelovanje med projektnimi partnerji. To je še posebej kritično v primeru dinamičnih virtualnih organizacij, ki so kot organizacijska shema značilne za industrije z razvejeno mrežo dobaviteljev in podizvajalcev (npr. gradbena, avtomobilska, ladjarska, itd.). Cilj projekta InteliGrid je bil zagotoviti informacijsko komunikacijsko infrastrukturo za podporo inženirskim virtualnim organizacijam.

Zanimivo je, da lahko definicija *tehnologije grid* (ang. *grid technology*; (Foster, 2002)), predstavljena v drugem kontekstu, zelo dobro opisuje tudi osnovne zahteve inženirske informacijske infrastrukture za sodelovanje, ki naj bi, v okviru dinamičnih virtualnih organizacij, omogočala koordinirano deljenje virov in reševanje problemov. Pri tem ne gre samo za izmenjavo datotek, temveč predvsem za

neposreden in neomejen dostop do računalnikov, programske opreme, podatkov in ostalih virov, ki so potrebni za uspešno reševanje nalog. Deljenje virov mora biti kontrolirano, vloge in pogoji, pri katerih pride do deljenja, pa jasni in natančno določeni.

V prvem delu članka so predstavljeni osnovni koncepti oziroma tehnologije: virtualne organizacije, tehnologija grid in semantična med-

obratovalnost. Osrednji del članka opisuje osnovne zahteve, zasnovo in arhitekturo izdelane semantične grid platforme, predstavljene pa so tudi osnovne komponente platforme. V zadnjem delu članka je opisan uporabniški scenarij, ki je predstavljal vodilo za zasnovo in izvedbo integrirane demonstracije. Le-ta je bila uporabljena za oceno uporabnosti predstavljene ideje semantične grid platforme.

2 • UPORABLJENE TEHNOLOGIJE IN KONCEPTI

V projektu IntelliGrid so bila (z namenom zagotovitve ustrezne inženirske informacijske infrastrukture za sodelovanje) združena in nadgrajena najnovejša tehnološka in znanstvena spoznanja s področij semantične medobratovalnosti, virtualnih organizacij in tehnologije grid (slika 1).

Ugotovljeno je bilo, da, v kolikor se od tehnologije grid zahteva zagotovitev infrastrukture za medobratovalnost in sodelovanje v zapleteni inženirski virtualni organizaciji, mora slednja podpirati *deljeno semantiko*, to pa je področje, kjer je potrebno največ inovacij, nadgradenj in izboljšav obstoječe tehnologije grid.

2.1 Virtualne organizacije

S prehodom v informacijsko družbo so se pričele razvijati nove organizacijske paradigme, ki so prilagojene globalizaciji poslovanja ter vse večjim zahtevam trga (kvaliteta, dostopnost, unikatni izdelki, itd.). *Virtualna organizacija* je že dobro uveljavljen termin, ki označuje začasno organizacijsko obliko, ki jo sestavljajo (pravno) neodvisne organizacije, ki si med seboj delijo vire in znanje z namenom doseči zadani poslovni cilj. Poudariti velja, da komunikacija med različnimi partnerji v virtualni organizaciji običajno poteka s pomočjo informacijskih tehnologij.

Virtualne organizacije so bile predmet številnih raziskav (Browne, 1994), (Charbuck, 1992), (Rabelo, 1996), (Walton, 1996). Filos (Filos, 2001) jih je označil celo za *pametne organizacije*. Kazi (Kazi, 2001) je zbral nekaj definicij virtualnih organizacij:

1. »Virtualna organizacija je v splošnem medsebojno povezana mreža obstoječih podjetij, ki delujejo s skupnim ciljem, kot enotna realna organizacija.« (Afsarnesh, 1997).

2. »Virtualna organizacija je začasen konzorcij ali zveza podjetij oziroma organizacij, ki so povezane z namenom delitve stroškov in znanja ter z namenom identificiranja in izkoriščanja hitro pojavljajoče se priložnosti.« (NIIP, 1998).

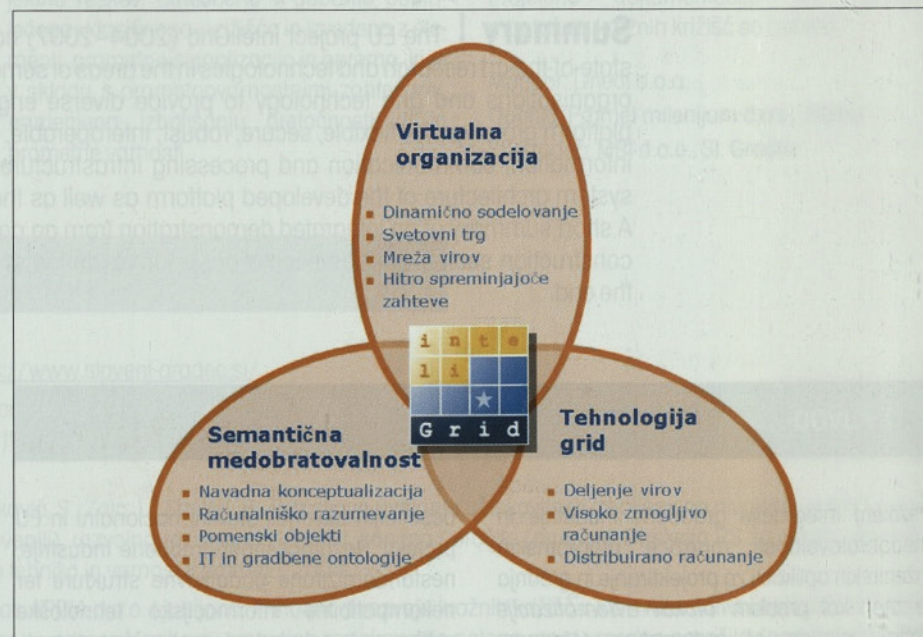
3. »Virtualna korporacija je začasna mreža neodvisnih podjetij (dobaviteljev, kupcev, celo tekmecev), povezanih s pomočjo informacijskih tehnologij (IT) za namen širjenja izkušenj, stroškov in dostopa do drugih trgov. Taka organizacija nima osrednje pisarne in organizacijske sheme kot tudi ne hierarhije ter vertikalne integracije.« (Byrne, 1993).

4. »Virtualna organizacija je sestavljena iz več sodelujočih vozlišč kompetenc, povezanih v oskrbovalno verigo z namenom izkoriščanja specifičnih priložnosti na trgu.« (Walton, 1996).

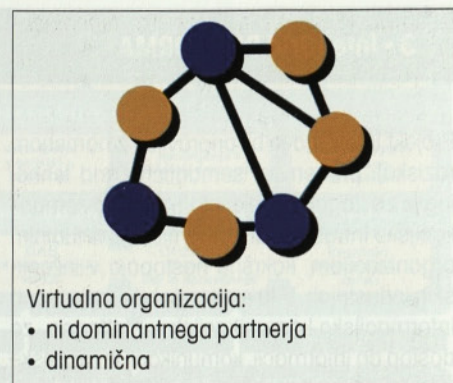
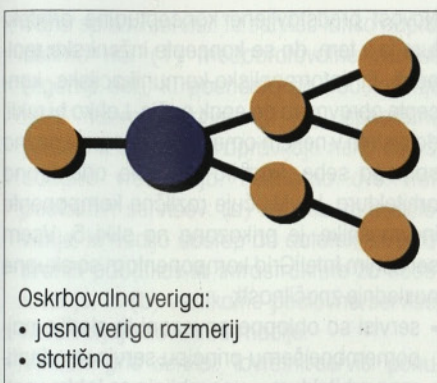
Virtualna organizacija je torej organizacijska oblika, ki podpira medorganizacijsko sodelovanje v neponovljivih okoliščinah, pri čemer je lahko več partnerjev neznanih. Slika 2 prikazuje nekaj najpogostejših organizacijskih shem.

2.2 Tehnologija grid

Tehnologija grid, ki je bila v preteklih letih predmet številnih raziskav, se počasi prebija tudi v različne veje industrije – predvsem v tiste, v katerih že uporabljajo visoko zmogljiva računska okolja. Splošno lahko grid okolja razdelimo glede na osnovno namembnost, npr. računska, podatkovna, raziskovalna idr. grid okolja (Foster, 2002). Tehnologijo grid lahko označimo kot tehnologijo za distribuirano računalništvo. Temelji na strojni in programski infrastrukturi, ki vsak trenutek omogoča zanesljiv, skladen, prodoren in poceni dostop do računalniških virov kjerkoli in kadarkoli. Od zametkov tehnologije grid naprej (Baxter, 2002) se je termin *vir* (angl. *resource*) razvijal in danes opisuje širok spekter konceptov, med



Slika 1 • Tri glavna tehnološka področja projekta IntelliGrid



Slika 2 • Evolucija organizacijskih shem – od oskrbovalne verige do virtualne organizacij

njimi fizične vire (računalniki, računalniška omrežja, diskovna polja), informacijske vire (podatkovne baze, arhivi, inštrumenti), posameznike (ljudi in strokovno znanje, ki ga predstavljajo), zmožnosti (programski paketi, posredovalne servise in servise razporeda opravil) in ogrođa za dostop in kontrolo teh virov (Foster, 1999).

Obstaja več definicij tehnologije grid. Konstrukcijske definicije govorijo o tem, kako delujejo tehnične rešitve, medtem ko funkcijske definicije opisujejo poslovne vidike nove računalniške paradigme. Tehnologija grid je označena kot (InteliGrid, 2006a):

1. Tehnologija, ki omogoča (a) koordinacijo necentraliziranih virov in (b) odkrivanje prostih virov na internetu (npr. proste računalnike, računske in pomnilniške kapacitete), ki jih je mogoče uporabiti za določen namen. Pogojuje ustrezno varnostno politiko ter dosledno upoštevanje pravil za deljenje virov.
2. Tehnologija, ki uporablja, nadgrajuje ter vključuje nove standardne, odprte, splošno namenske protokole in vmesnike. Obstojča testna grid okolja uporabljajo obstojča računalniška omrežja in servise.
3. Tehnologija, ki omogoča zagotavljanje *ne-trivialne kakovosti storitev* (angl. *nontrivial quality of service*). Grid viri so lahko uporabljeni za koordinirano zagotavljanje kakovosti storitev (kot je recimo odzivni čas, proizvodnja, dostopnost in varnost, dodeljevanje virov, ipd.) končnim uporabnikom.

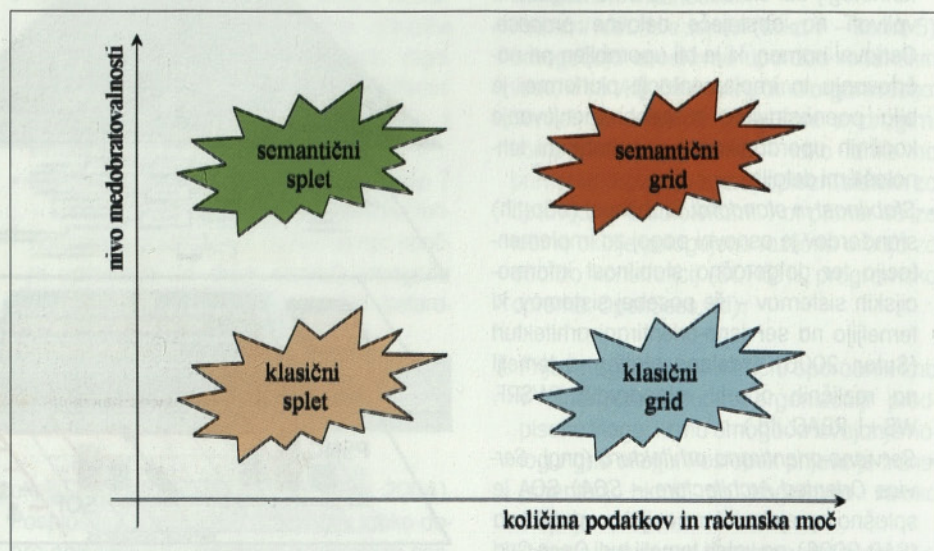
Trenutna tehnologija grid omogoča kvalitetne rešitve za vzpostavitev računskih in podatkovnih grid okolij, ki omogočajo poleg visoko zmogljivih računskih virov tudi dostop do razpršenih podatkovnih virov (podatkovne baze, datotečni sistemi, itd.). Funkcionalnost podatkovnih grid okolij je podobna sistemom za informacijsko proizvodnjo. Pri tem je po-

trebno vedeti, da je veliko raziskovalnih in komercialnih aplikacij odvisnih od podatkov, ki so shranjeni v kompleksnejših sistemih za upravljanje s podatkovnimi bazami z visoko razvitimi mehanizmi za dostop in procesiranje podatkov. Zahteve po transparentnem dostopu do naraščajočega števila raznolikih porazdeljenih virov so v zadnjem času vzpodbudile razvoj semantične grid infrastrukture (protokolov, servisov, sistemov, orodij).

2.3 Semantična tehnologija

Lahko rečemo, da tehnologija grid predstavlja korak naprej od klasičnega spleta, podobno pa velja tudi za semantični grid, ki pomeni korak naprej od semantičnega spleta (slika 3). Kljub temu pa sta si koncepta podobna – tako semantični grid kot tudi semantični splet se ukvarjata s sestavljanjem različnih komponent in virov iz mreže informacij, pri čemer so te komponente povezane na način, ki omogoča enostavno strojno procesiranje v globalnih razmerah.

Tehnologijo grid se tradicionalno povezuje z distribuiranim visoko zmogljivim računanjem, medtem ko je pri semantični tehnologiji grid poudarek na uporabi metapodatkov in konceptov kot so pravila, logika in zaupanje. Skupaj sestavljajo osnovo za učinkovito upravljanje z raznolikimi porazdeljenimi grid viri. Bistvo razvoja semantične tehnologije grid je ideja, da bo uporaba metapodatkov za opis grid virov in semantičnih tehnologij poenostavila in strukturirala sistematično gradnjo grid servisov in aplikacij, kar lahko dosežemo (Petrinja, 2007): s sestavljanjem in ponovno uporabo programskih komponent, odkrivanjem virov v grid okolju, s pravilnim zbiranjem podatkov iz heterogenih podatkovnih virov, pravilno uporabo zahtev o kakovosti storitev, učinkovitim izvrševanjem delovnih procesov, ravnanjem z izvornimi podatki ipd. Ena izmed osnovnih predpostavk projekta InteliGrid je bila, da mora biti pomen virov ekspliciten, kar vodi k uporabi ontologij in semantičnih tehnologij.



Slika 3 • Primerjava spleta in grid okolja (De Roure, 2003)

3 • IntelliGrid PLATFORMA

Projekt IntelliGrid je bil pripravljen z namenom raziskati primernost semantične grid tehnologije za zagotavljanje informacijsko-komunikacijske infrastrukture dinamičnim virtualnim organizacijam, kakršne nastopajo v inženirskih industrijah. V ta namen je bila zasnovana informacijsko-komunikacijska platforma za dostop do informacij, komunikacij in računske infrastrukture. Tehnologija grid je že v samem začetku temeljila na konceptu virtualnih organizacij, vendar pa je bila definicija in tudi implementacija le-te preveč statična in ni ustrezala takojšnji uporabi v inženirski industriji, kjer so virtualne organizacije praviloma zelo dinamična organizacijska struktura.

3.1 Sistemske zahteve

Zajem in analiza sistemskih zahtev (Katranuschkov, 2006), ki naj bi jih razvita platforma izpolnjevala, kot tudi povratne informacije s številnih predstavitev in demonstracij IntelliGrid platforme ter neformalnih razgovorov s člani inženirskih organizacij, so pokazale, da lahko zahteve dobro opišemo z naslednjimi lastnostmi:

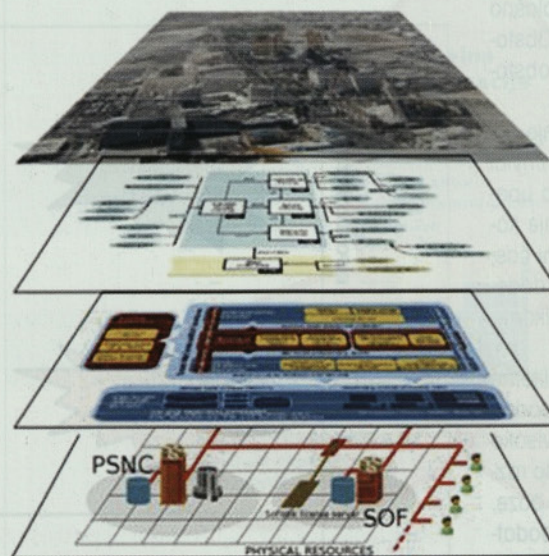
- **Varnost.** Varnost podatkov in komunikacij na vseh ravneh je v času pospešene digitalizacije poslovanja ključnega pomena (Deloitte, 2005). IntelliGrid platforma vključuje standardno grid infrastrukturo in integrira RBAC model (angl. *Role Based Access Control*) v vse procese preverjanje istovetnosti (Adamski, 2006).
- **Enostavnost.** Vpeljava novih informacijskih tehnologij oz. sistemov ne sme negativno vplivati na obstoječe delovne procese. Osnovni namen, ki je bil uporabljen pri načrtovanju in implementaciji platforme, je bila poenostavitev in neobremenjevanje končnih uporabnikov z nepotrebnimi tehnološkimi detajli.
- **Stabilnost in standardi.** Stabilnost (odprtih) standardov je osnovni pogoj za implementacijo ter dolgoročno stabilnost informacijskih sistemov – še posebej sistemov, ki temeljijo na servisno-orientirani arhitekturi (Sutor, 2006). Izdelana platforma temelji na različnih odprtih standardih (WSRF, WS-I, RBAC, itd.).
- **Servisno-orientirana arhitektura** (angl. *Service Oriented Architecture – SOA*). SOA je splošno sprejeta informacijska arhitektura (SAP, 2006), na kateri temelji tudi Open Grid Service Architecture – OGSA (Foster, 2005).

- **Semantika.** Za končnega uporabnika je bistvenega pomena, da so podprti specifični koncepti, ki jih uporablja pri vsakdanjem delu (npr. stena, stavba, graditev, itd.) in ne samo informacijski koncepti, ki se običajno povezujejo s semantično grid tehnologijo (Turk, 2005).

3.2 Arhitektura

Koncepti servisno-orientirane arhitekture ter spoznanja, pridobljena v uspešno zaključenih sorodnih projektih (Scherer, 1997), (Katranuschkov, 2001), so predstavljali osnovne smernice za razvoj konceptualne arhitekture platforme. Zaradi tehnološke neodvisnosti lahko s predstavljeno arhitekturo opišemo različne obstoječe arhitekturne sisteme. Konceptualna arhitektura vključuje različne sloje (slika 4):

1. **Realni sloj.** Pri tem je opis omejen z obravnavano inženirsko panogo: npr. stavba, most, organizacija, inženir, proces, itd.
2. **Konceptualni sloj.** Konceptualni sloj določa ontologije, ki definirajo koncepte, uporabljene v ostalih slojih arhitekture.
3. **Sloj programske opreme.** Programsko opremo, ki jo je mogoče namestiti, uporabljati, povezovati ... Programska oprema uporablja koncepte, definirane v ontologijah, ki jih določa konceptualni sloj.
4. **Sloj osnovnih virov.** Viri, ki so potrebni za delovanje programske opreme – npr. strojna oprema, računalniška omrežja, itd.



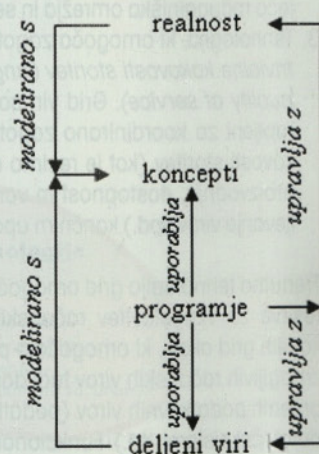
Slika 4 • Konceptualna arhitektura IntelliGrid platforme

Novost predstavljene konceptualne arhitekture je v tem, da se koncepte inženirske realnosti in informacijsko-komunikacijske koncepte obravnava na enak način. Lahko bi rekli, da sistem v nekem omejenem pomenu pozna samega sebe. Razvita servisno orientirana arhitektura, ki vključuje različne komponente in vmesnike, je prikazana na sliki 5. Vsem servisnim IntelliGrid komponentam so skupne naslednje značilnosti:

- servisi so ohlapno povezani in sledijo najpomembnejšemu principu servisno orientirane arhitekture – uporabljajo se lahko vsak zase, lahko pa se združijo in omogočajo naprednejšo uporabo,
- servisi so modularne komponente, ki so lahko semantično opisane, registrirane, odkrite in uporabljene s strani klientov,
- servisi lahko sodelujejo v posebnih poslovnih procesih, kjer vrstni red poslanih in sprejetih podatkov vpliva na rezultat operacij, ki jih izvaja servis,
- servisi so lahko popolnoma avtonomni, lahko pa so odvisni od dostopnosti do nekaterih drugih servisov,
- servisi so sposobni objaviti lastne podatke, kot so denimo zmogljivosti, podprti vmesniki in komunikacijski protokoli in
- komunikacijski in podatkovni kanali med servisi in odjemalci so kodirani ter zaščiteni z drugimi varnostnimi mehanizmi.

Komponente IntelliGrid platforme lahko logično razvrstimo v naslednje skupine (slika 5):

- **Uporabniške aplikacije.** Uporabniške aplikacije so uporabniki ostalih servisov in so običajno dostopne preko spletnega vmesnika.



- **Varni spletni servisi.** Te servise lahko naprej delimo na: (1) medobratovalne servise (zgornji del), ki poenostavijo sodelovanje med vsemi servisi in (2) specifične poslovne servise, ki opravljajo neko delo z dodano vrednostjo. Poznamo dve vrsti poslovnih servisov: (a) servise za sodelovanje, ki nudijo dostop do datotek, strukturiranih podatkov in infrastrukture za sodelovanje, in (b) vertikalne poslovne servise, ki ustvarjajo nove informacije.

- **Vmesni grid servisi.** Tovrstni servisi ponujajo standardne grid programske vmesnike, ki so bili za podporo dinamičnim virtualnim organizacijam ustrezno funkcijsko razširjeni.
- **Drugi viri.** Spodnjo plast arhitekture sestavljajo različni fizični viri (računalniki, računalniške gručice, računalniška omrežja, podatkovne baze, itd.), ki so dostopni specifični virtualni organizaciji.

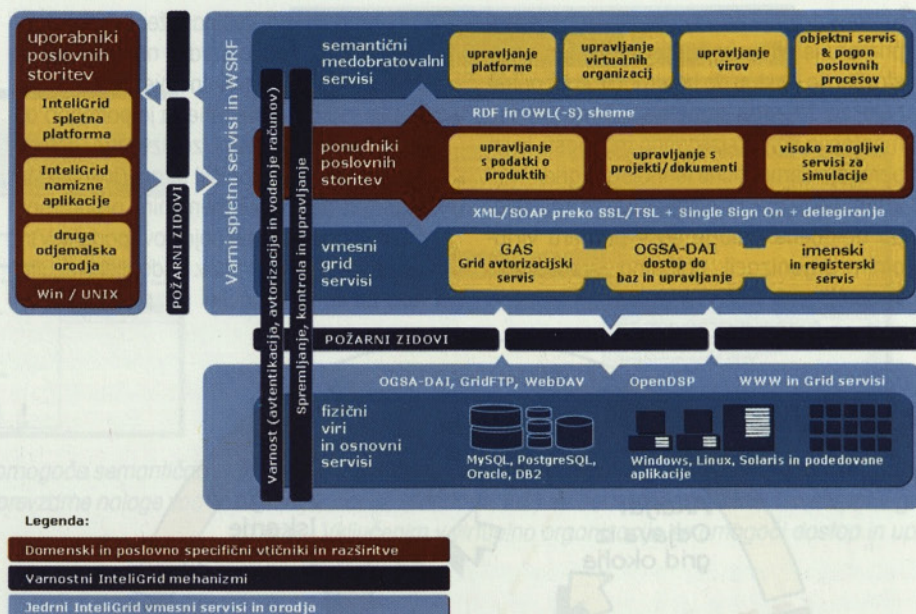
Predstavljeni konceptualni in arhitekturni model platforme s komponentami sistema, ki so predstavljene v naslednjem poglavju, prinašata končnim uporabnikom in razvijalcem inženirske programske opreme dve bistveni prednosti:

1. Z uporabo tehnologije grid eksplicitna določitev lokacije informacij oziroma servisov ni več potrebna. Informacije in servisi so »dostopni v grid okolju« in ne na določenem Internet naslovu.
2. Z uporabo semantične tehnologije (uporaba metapodatkov, koncepti definirani v ontologijah, ...) se zmanjša nivo zahtevanega eksplicitnega znanja o uporabljenih virih (podatkovni modeli, dostopnost spletnih in grid servisov, idr.).

3.3 Komponente sistema

V okviru projekta so bili razviti številni spletni in grid servisi ter uporabniški programi, ki jih lahko splošno poimenujemo komponente platforme. Celovita predstavitev komponent sistema je dostopna na spletni strani <http://www.InteliGrid.com/products> – v nadaljevanju so opisane le nekatere najpomembnejše:

- **InteliGrid komunikacijska platforma** (slika 7 – korak 1) omogoča dinamično ustvarjanje



Slika 5 • Komponente InteliGrid platforme. Slika ne prikazuje odvisnosti med posameznimi komponentami, temveč le njihovo logično razdelitev

in upravljanje dinamičnih virtualnih organizacij, v katere so lahko vključeni heterogeni viri – podjetja, osebe, podatkovne baze, različni inženirski servisi, itd. Platforma temelji na odprtih standardih in protokolih ter je implementirana neodvisno od specifičnih tehnoloških rešitev, kar omogoča njeno uporabo neodvisno od partnerjev, vključenih v specifično virtualno organizacijo.

- **Semantični medsebojno obratovalni servisi** omogočajo upravljanje s semantičnimi metapodatki (Gehre, 2007) ter skupaj z definiranimi ontologijami predstavljajo jedro semantične grid tehnologije.
- **Servisi in aplikacije za upravljanje z virtualnimi organizacijami.** Dinamične virtualne organizacije predstavljajo osnovni organizacijski koncept v InteliGrid platformi. Različni servisi omogočajo upravljanje z virtualnimi organizacijami.
- **Sistem za upravljanje z datotekami** (slika 7 – korak 2 in 6) uporablja semantično tehnologijo in odjemalcem (lahko so npr. končni uporabniki ali drugi servisi) omogoča transparentno sočasno uporabo hetero-

genih razpršenih sistemov za upravljanje z datotekami. To pomeni, da odjemalec ni več obremenjen s poznavanjem natančnega mesta iskanih datotek, temveč lahko z uporabo semantičnega poizvedovanja poišče iskane vire oz. datoteke. Prav tako pri shranjevanju in deljenju datotek z drugimi v virtualni organizaciji ni več pomembno, kam je potrebno shraniti določene datoteke – shranijo se preprosto v grid okolje. Razvoj opisanega sistema je zahteval razširitev nekaterih pomembnih grid servisov – OGSA-DAI (Antonioletti, 2005) vmesna programska operama je bila razširjena s podporo za WebDAV protokol in številnimi varnostnimi možnostmi.

- **Različni računski servisi** (slika 7 – korak 5) omogočajo enostavno uporabo računskih virov, ki so vključeni v virtualno organizacijo. Servisi so v celoti integrirani z drugimi komponentami sistema – tako lahko na primer uporabljajo zgoraj opisani sistem za upravljanje z datotekami. Kot primer so za testno okolje prilagojena različna orodja za analizo konstrukcij (SOFISTIK programska oprema, OpenSees, itd).

4 • DEMONSTRACIJA InteliGrid PLATFORME

V procesu načrtovanja InteliGrid platforme so bili predvideni številni uporabniški scenariji in ob tem definirani tudi številni tipični uporabniški profili, ki nastopajo v informacijskem

okolju (Katranuschkov, 2006), (Turk, 2004). Posplošitev predvidenih scenarijev lahko dobro opišemo s t.i. splošnim inženirskim scenarijem (slika 6):

1. **Prijava v grid okolje.** Končni uporabnik ima v dinamični virtualni organizaciji predpisano vlogo, ki mu omogoča izvajanje nalog v grid okolju. Postopek prijave je transparenten, hkrati pa zagotavlja visoko stopnjo varnosti.
2. **Iskanje informacij.** Kombinacija uporablenih tehnologij omogoča uporabnikom in-

tuitiven dostop do informacij. V idealnem primeru je uporabniku omogočen in predstavljen le dostop do informacij, ki jih potrebuje za izvedbo trenutne naloge. Implementacija koraka izkorišča možnosti, ki jih ponujajo semantične tehnologije grid.

3. *Izbira ustreznega orodja.* Orodja za izvedbo določene naloge so v primeru virtualnih organizacij običajno predpisana vnapij.

4. *Uporaba orodja.* Večina inženirskih programov se še vedno izvaja na uporabniški strani in ni neposredno vezana na grid okolje. Zaradi navedenega je potrebno objekte, ki so potrebni za izvedbo naloge, shraniti na uporabniški strani (lokalno) ter s tem omogočiti omenjenim programom dostop do ustreznih objektov (podatkov).

5. *Skupna raba rezultatov.* Pridobljeni rezultati oz. nove informacije so posredovani v

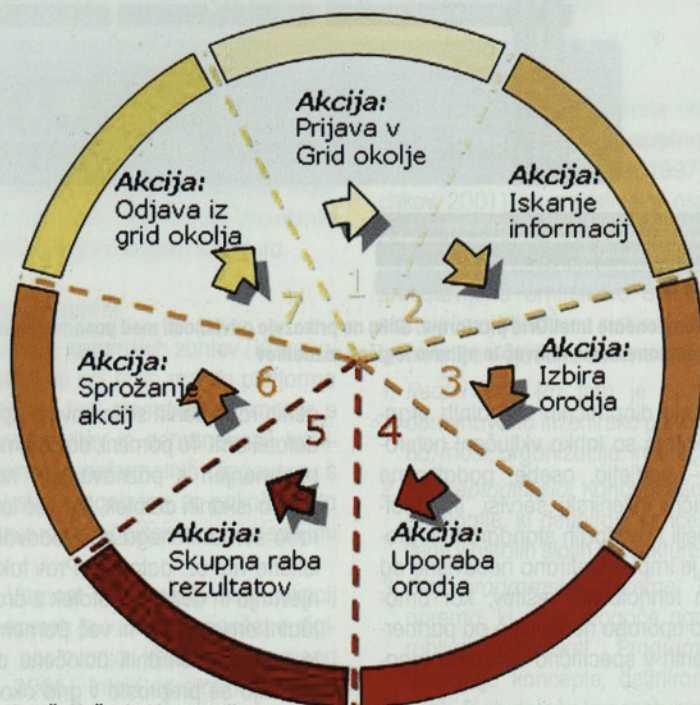
skupno rabo in s tem dostopni sodelujočim v dinamični virtualni organizaciji. V ta namen se rezultati semantično označijo ter shranijo v grid okolje.

6. *Sprožanje akcij.* Dostopnost novih informacij lahko sproži različne nove naloge in s tem omogoči drugim sodelujočim v virtualni organizaciji izvedbo novih nalog in procesov.

7. *Odjava iz grid okolja.* Uporabnik konča delo in se odjavi iz grid okolja.

Osnova za oceno ustreznosti izbranih konceptualnih in tehnoloških rešitev za izvedbo inženirske informacijske platforme za prilagodljiv, varen, robusten, medobratovalen dostop do informacij, komunikacij in računske infrastrukture je bila integrirana demonstracija s področja graditeljstva. Demonstracija je bila namenjena (1) strokovnjakom s področja integriranih inženirskih sistemov, (2) razvijalcem inženirske programske opreme, (3) ponudnikom inženirskih storitev na internetu in (4) končnim uporabnikom. Integrirana demonstracija vključuje več ciklov predstavljenega standardnega inženirskega scenarija, s pomočjo katerih je predstavljena uporaba različnih orodij in servisov, ki so dostopni na InteliGrid platformi.

Demonstracijski scenarij prikazuje projekt študije prenovitve že obstoječega objekta in zajema vse običajne faze projekta. Demonstracijski koraki so podrobno predstavljeni v (Dolenc, 2007), zato so v nadaljevanju prikazani le zaslonski posnetki nekaterih izbranih korakov (slika 7).



Slika 6 • Splošni inženirski scenarij

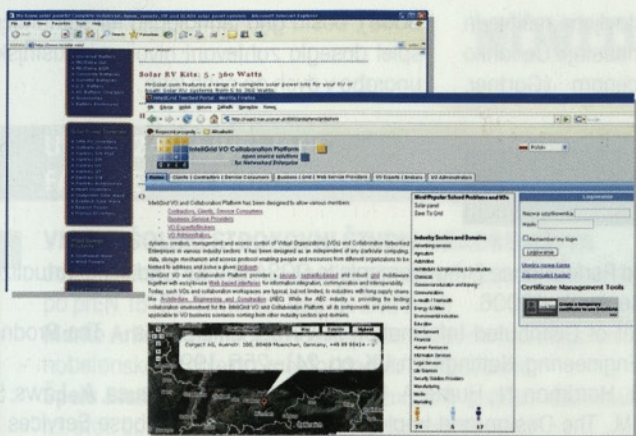
5 • SKLEPI

V članku je predstavljena inženirska informacijska platforma za prilagodljiv, varen, robusten, medobratovalen dostop do informacij, komunikacij in računske infrastrukture, ki je bila izdelana v okviru projekta InteliGrid. Platforma združuje in nadgrajuje najnovejša tehnološka in znanstvena spoznanja s področij semantične medobratovalnosti, virtualnih organizacij in tehnologije grid. Vzpostavljeno ogrodje, na katerem je bila izdelana platforma, je v veliki meri neodvisno od uporabljenih informacijskih tehnologij in ga je zato mogoče uporabiti za implementacijo različnih inženirskih medobratovalnih platform, ki so bile predstavljene do sedaj. Opisana visokonivojska arhitektura omogoča uporabo različnih programskih ogrodij. Rezultate raziskovalnega in razvojnega dela projekta InteliGrid lahko povzamemo v nekaj naslednjih točkah.

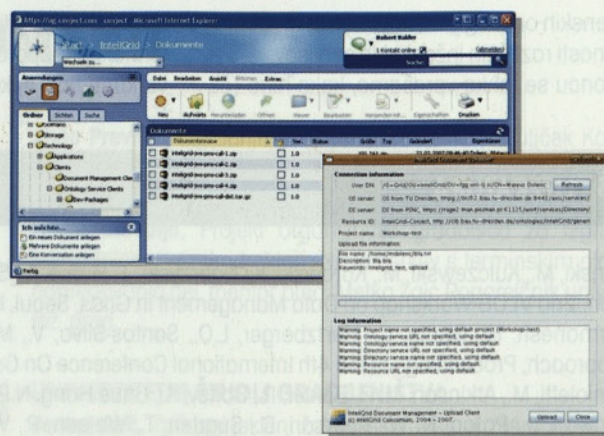
- Predstavljena visokonivojska arhitektura se lahko uporabi v različnih inženirskih panogah. Čeprav je graditeljstvo predstavljalo osnovo za zbiranje zahtev ter implementacijo platforme, so različni delni demonstracijski scenariji pokazali, da se lahko izdelana platforma uporabi tudi v panogah, kot so npr. ladjedelstvo, strojništvo, idr.
- Uporaba semantične tehnologije za označevanje različnih virov omogoča zasnovo odprtih in nadgradljivih informacijskih sistemov.
- Povsem verjetno je, da informacijska infrastruktura za podporo dinamičnim virtualnim organizacijam ne bo nikoli povsem temeljila na grid tehnologiji.
- Uporaba predstavljene platforme pogojuje, da so vsi viri, ki jih želimo deliti, registrirani in vključeni v dinamično virtualno organiza-

cijo. To ima vsekakor nekaj prednosti, kot je npr. razmeroma preprost poslovni model. Seveda pa se lahko vprašamo, ali je omejen način potreben oz. ali je možno vzpostaviti sistem, v katerem to ni zahtevano. Potrebno bi bilo preveriti, ali je P2P (*angl. peer-to-peer*) tehnologija bolj primerna za podporo dinamičnim virtualnim organizacijam.

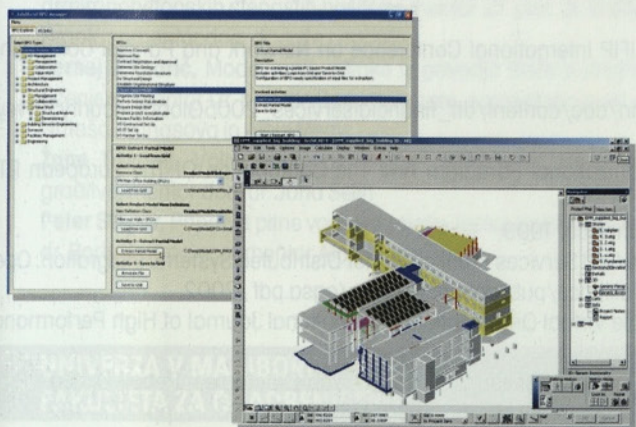
- Eden izmed osnovnih problemov inženirskih virtualnih organizacij ostaja še vedno medobratovalnost na nivoju podatkovnih struktur. Uporabljene tehnologije, kot so tehnologija grid, semantična medobratovalnost, virtualne organizacije, itd., se razvijajo zelo hitro in so v zadnjih letih dosegle velik napredek. Predstavljen prototip platforme za sodelovanje dokazuje pravilnost izbranih konceptualnih rešitev ter izbranih tehnologij in programskih orodij. Razumljivo je, da še vedno obstajajo različni problemi, ki zahtevajo raziskovalno in razvojno delo; predvsem na področju specifičnih



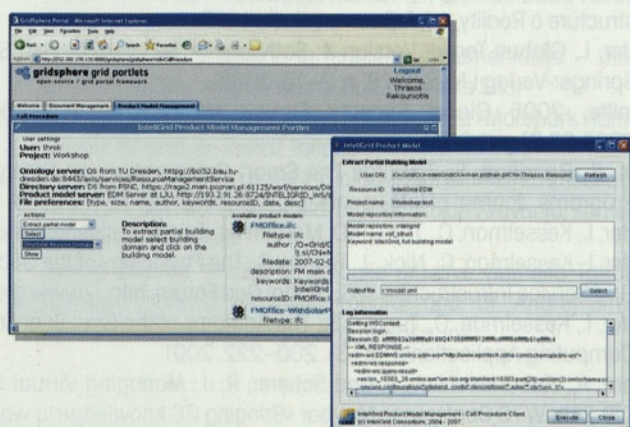
Korak 1 (naročilo študije) – InteliGrid platforma omogoča semantično iskanje ustreznega glavnega izvajalca študije, ki prevzame naloge vodje vzpostavljene virtualne organizacije.



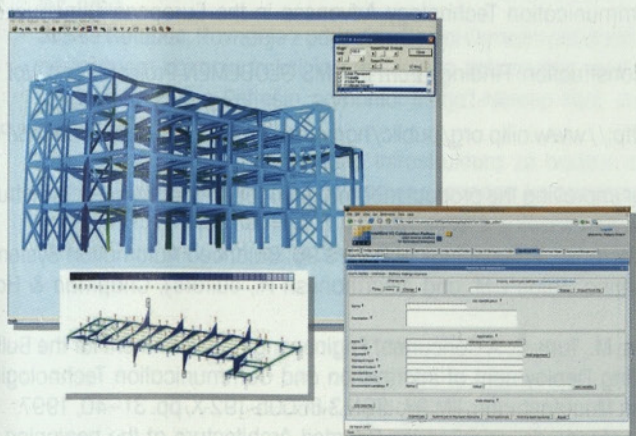
Korak 2 (dostop do potrebnih podatkov) – Začetne podatke (specifikacije, načrti, standardi, itd.) se semantično označi ter shrani v grid okolju. Vključenim v virtualno organizacijo se omogoči dostop in uporaba teh podatkov.



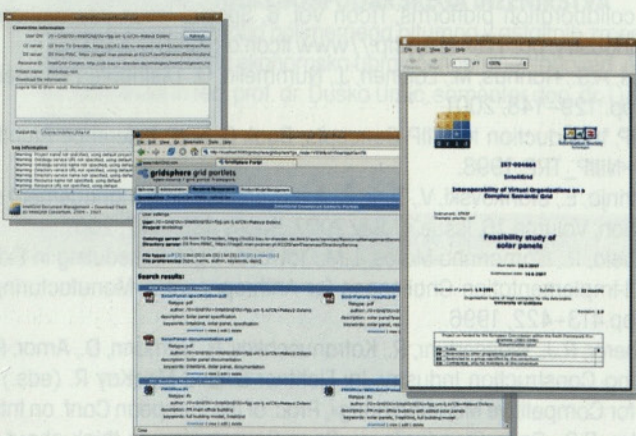
Korak 3 (iskanje in uporaba dokumentov) – Uporabnik, ki ima nalogo pripraviti arhitekturni načrt, poišče potrebne informacije ter pripravi spremenjene načrte.



Korak 4 (priprava podatkov) – Gradbeni inženir poišče na platformi servis za pripravo delnega modela konstrukcije, ki ga potrebuje za analizo konstrukcije.



Korak 5 (tudija zaključena) – Gradbeni inženir za izvedbo potrebnih analiz konstrukcije uporabi visoko zmogljive računalnike, ki so vključeni v virtualno organizacijo.



Korak 6 (rezultati študije) – Končno poročilo študije je predstavljeno naročniku, ki se odloči o nadaljnjih korakih morebitne investicije.

Slika 7 • Nekaj izbranih demonstracijskih korakov, ki prikazujejo nekatere izdelane InteliGrid servise oz. programe

domenskih ontologij, dostopnosti in medobratovnosti različnih inženirskih servisov. Na koncu se lahko vprašamo, kako hitro (če

sploh) bodo različne predstavljene rešitve tehnologije uporabljene v industriji. Če lahko verjamemo nekaterim ocenam (Gartner,

2006), bosta grid tehnologija ter semantični splet dosegla zahtevani nivo za industrijsko uporabo v dveh do petih letih.

6 • LITERATURA

- Adamski, M., Kulczewski, M., Kurowski, K., Nabrzyski, J., Hume, A., Security and Performance Enhancements to OGSA-DAI for Grid Data Virtualization, 2nd VLDB Workshop on Data Management in Grids, Seoul, Korea, 11 September 2006.
- Afsarmanesh, H., Garita, C., Hertzberger, L.O., Santos-Silva, V., Management of Distributed Information in Virtual Enterprises – The Prodnets Approach, Proceedings of the 4th International Conference On Concurrent Engineering, Nottingham, UK, pp. 241–255, 1997.
- Antiolelli, M., Atkinson, M. P., Baxter, R., Borley, A., Chue Hong, N.P., Collins, B., Hardman, N., Hume, A., Knox, A., Jackson, M., Krause, A., Laws, S., Magowan, J., Paton, N. W., Pearson, D., Sugden, T., Watson, P., Westhead, M., The Design and Implementation of Grid Database Services in OGSA-DAI, Concurrency and Computation: Practice and Experience, Volume 17, Issue 2–4, pp. 357–376, 2005.
- Baxter, R., A Complete History of the Grid. <http://www.nesc.ac.uk/talks/sdmiv/SDMIV-25Oct2002-Baxter.pdf>, 2002.
- Browne, J., Sackett, P. J., Wortmann, J. C., The System of Manufacturing: A Perspective Study, Report to the DG XII of the CEC, 1994.
- Byrne, J.A., Brandt, R., Port, O., Bureau reports, The Virtual Corporation, Business Week, February 8, 1993.
- Charbuck, D., Young, J.S., The Virtual Workplace, Forbes, Vol. 150, No. 12, 184–190, 1992.
- De Roure, D., Jennings, N.R., Shadbolt, N.R., »The Semantic Grid: a future e-Science infrastructure«, Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality, ed. F. Berman, G. C., 2003.
- Foster, I., Globus Toolkit Version 4: Software for Service-Oriented Systems. IFIP International Conference on Network and Parallel Computing, Springer-Verlag LNCS 3779, p. 2–13, 2006.
- Deloitte, 2005 Global Security Survey, http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/dtt_financialservices_2005GlobalSecuritySurvey_2005-07-21.pdf, 2005.
- Filos, E., Banahan, E., Towards The Smart Organization: An Emerging Organizational Paradigm And The Contribution Of The European RTD Programs, Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 12, No. 2, pp. 101–119, 2001.
- Foster, I., Kesselman, C., The GRID, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, 1999.
- Foster, I., Kesselman, C., Nick, J., Tuecke, S., The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration. Open Grid Service Infrastructure WG, Global Grid Forum, <http://www.globus.org/alliance/publications/papers/ogsa.pdf>, 2002.
- Foster, I., Kesselman, C., Tuecke, S., The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. International Journal of High Performance Computing Applications, 15 (3). 200–222. 2001.
- Gehre, A., Katranuschkov, P. and Scherer, R. J., Managing Virtual Organization Processes by Semantic Web Ontologies. Rebolj D. (Ed.) Proc. CIB 24th W78 Conference Maribor »Bringing ITC knowledge to work«, University Library Maribor, ISBN 978-961-248-033-2, pp. 177–182, 2007.
- Hannus, M., Silen, P., Islands of Automation, <http://cic.vtt.fi/hannus/islands/>, 2002.
- Katranuschkov, P., Gehre, A., Balaton, E., Balder, R., Bitzarakis, S., Dolenc, M., Ebert, C., Hans, C., Hyvarinen, J., Kurowski, K., Pappou, T., Petrinja, E., Stankovski, V., Turk, Z., Wagner, U., D12 Requirements Analysis, Rev. 1.4. The IntelliGrid Consortium, c/o University of Ljubljana, [www.intelgrid.com](http://www.intelgrid.com/data/works/att/d12.content.03122.pdf), <http://www.intelgrid.com/data/works/att/d12.content.03122.pdf>, 2006.
- Katranuschkov, P., Scherer, R. J., Turk, Ž., Intelligent services and tools for concurrent engineering: An approach towards the next generation of collaboration platforms, ITcon Vol. 6, Special Issue Information and Communication Technology Advances in the European Construction Industry, pp. 111–128, <http://www.itcon.org/2001/9>, 2001.
- Kazi, A.S., Hannus, M., Laitinen, J., Nummelin, O., Distributed Engineering in Construction: Findings from the IMS GLOBEMEN Project, ITcon, Vol. 6, pp. 129–148, 2001.
- NIIIP, Introduction to NIIIP Concepts, Book 0, NIIIP Reference Architecture http://www.niiip.org/public/home.nsf/fProjectHome?openform&PID=NIIIP_TRP, 1998.
- Petrinja, E., Stankovski, V., Turk, Ž., A provenance data management system for improving the product modelling process, Automation in Construction, Volume 16, Issue 4, July 2007, Pages 485–497, 2007.
- Rabelo, R., Camarinha-Matos, L.M., Towards Agile Scheduling in Extended Enterprise, Proceedings of BASYS'96: Balanced Automation Systems II-Implementation Challenges for Anthropocentric Manufacturing (Camarinha-Matos L.M. and Afsarmanesh H., editors), Chapman & Hall, pp.413–422, 1996.
- Scherer, R.J., Wasserfuhr, R., Katranuschkov, P., Hamann, D., Amor, R., Hannus, M., Turk, Ž., A Concurrent Engineering IT Environment for the Building Construction Industry. In: Fichtner D. and MacKay R. (eds.) »Facilitating Deployment of Information and Communication Technologies for Competitive Manufacturing«, Proc. of the European Conf. on Integration in Manufacturing, IIM'97, ISBN 3-86005-192-X, pp. 31–40, 1997.
- Sutor, R.S., Open Standards vs. Open Source: How to think about software, standards, and Service Oriented Architecture at the beginning of the 21st century, <http://www.sutor.com/newsite/essays/Sutor-OpenStdsVsOpenSrc-20060527.pdf>, 2006.
- Turk Ž., Understanding Grid semantics for virtual collaboration, <http://istresults.cordis.lu/index.cfm/section/news/tpl/article/BrowsingType/Features/ID/79773>, 2005.
- Walton, J., Whicker, L., Virtual Enterprise: Myth and Reality, Journal of Control, Vol. 22, No. 8, pp.22–25, 1996.
- Wilson, I.E., Harvey, S., Vankeisbelck, R., Kazi, A.S., OSMOS: Enabling the construction virtual enterprise. ITcon 6, pp. 85–110, 2001.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Janez Selan, Primerjalna študija porabe energije za razsvetljavo po prEN 15193-1, mentor doc. dr. Živa Kristl

Marko Arlič, Projektiranje nosilnih elementov montažnega armiranobetonskega objekta, mentor doc. dr. Jože Lopatič

Špela Blatnik, Temperaturna in vlažnostna analiza lesa, mentor izr. prof. dr. Goran Turk, somentor dr. Simon Schnabl

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Uroš Maršič, Vpliv parametrov cestne osi na prometno varnost, mentor doc. dr. Alojzij Juvanc

Blaž Velkavrh, Primerjava različnih pristopov k projektiranju armiranobetonskih stenastih nosilcev, mentor izr. prof. dr. Boštjan Brank, somentor doc. dr. Jože Lopatič

Jernej Mlinarič, Modeliranje odtoka iz povodja Soče s strojnim učenjem, mentor izr. prof. dr. Boris Kompare, somentorja asist. dr. Nataša Atanasova in Alojz Medic

Žane Trontelj, Vpliv javno-zasebnega partnerstva na proces graditve, mentor doc. dr. Jana Šelih

Peter Stopar, Priprava pitne vode na zajetju Jama, mentor izr. prof. dr. Boris Kompare, somentor Alojz Medic

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Matevž Cimerman, Projekt organizacije gradbišča za rekonstrukcijo križišča Breg pri Polzeli s terminskim planom napredovanja del, mentor pred. Metka Zajc Pogorelnik univ. dipl. inž. grad.

Jožica Gomboc, Ravnanje z odpadki v Občini Ormož s poudarkom na ločenem zbiranju frakcij in pripadajočo zakonodajo, mentor izr. prof. dr. Eugen Petrešin, somentor Matjaž Nekrep Perc, univ. dipl. inž. grad.

Janez Poš, Sodobna komunalna infrastruktura za nadzor razvejanih komunalnih omrežij na primeru Javnega komunalnega podjetja Ptuj, mentor izr. prof. dr. Eugen Petrešin, somentor Matjaž Nekrep Perc, univ. dipl. inž. grad.

Sašo Previšić, Izgradnja poslovnega objekta Metuljček Kamnik s terminskim planom napredovanja del, mentor pred. Metka Zajc Pogorelnik univ. dipl. inž. grad.

Seme Klavdija, Projekt organizacije gradbišča za izgradnjo telovadnice z veznim traktom Nova cerkev s terminskim planom napredovanja del, mentor pred. Metka Zajc Pogorelnik univ. dipl. inž. grad.

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Jernej Geč, Začasni jekleni železniški mostovi, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Simon Šilih

Tomi Kovačec, Statična in trdnostna analiza lesenega razglednega stolpa na Planini nad Vrhniko, mentor izr. prof. dr. Miroslav Premrov, somentor doc. dr. Peter Dobrila

Goran Mandžuka, Raziskava kinetike hidratacije cementne paste z dielektrično spektroskopijo, mentor izr. prof. dr. Dean Korošak, somentor doc. dr. Lucija Hanžič

Branko Manič, Projektna in tehnična dokumentacija – problematika / vodilna mapa, mentor doc. dr. Metka Sitar

Tomaž Štrafela, Študija izvedljivosti dirkališča »Motopark Hardek«, mentor izr. prof. dr. Tomaž Tollazzi

Uroš Uršnik, Priprava površine jeklenih konstrukcij za zaščito pred korozijo s premazi, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Uroš Klanšek

Andrej Žiberna, Študija tehnologije graditve viadukta Tabor na odseku HC Razdrto–Vipava, mentor doc. dr. Andrej Štrukelj, somentor Nataša Šuman, univ. dipl. gosp. inž.

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA

Miran Brenc, Uporaba polimernega bitumna v asfaltnih zmesih ter njegova tehnična ekonomska upravičenost, mentorja red. prof. dr. Ivan Anžel in red. prof. dr. Duško Uršič, somentor doc. dr. Lucija Hanžič

Rubriko ureja • **Jan Kristjan Juteršek**, univ. dipl. inž. grad.

KOLEDAR PRIREDITEV

5.- 6.11.2007

RIMC 07

3. Mednarodni znanstveni in strokovni kongres upravljavcev železniške infrastrukture

Rogaška Slatina, Slovenija

www.fg.uni-mb.si/RIMC2007/vabilo.html

29.- 30.11.2007

Kolokvij o asfaltih in bitumnih

Hotel Kompas, Kranjska gora, Slovenija

www.zdruzenje-zas.si

10.- 12.12.2007

Gulf Traffic 2007

Dubai International Exhibition

Dubaj, ZAE

www.gulftraffic.com

10.- 13.12.2007

7th International Symposium on Cable Dynamics

Dunaj, Avstrija

www.aimontefiore.org/cable/

13.- 15.2.2008

IT-Trans 2008 - International Conference and showcase

Karlsruher Messe und Kongress

Karlsruhe, Nemčija

maristella.angotzi@uitp.org

www.it-trans.org

9.- 12.4.2008

GEOCongress 2008

The Challenge of Sustainability in the Geoenvironment Annual Congress of the Geo-Institute of ASCE

New Orleans, Louisiana, ZDA

www.adsc-iafd.com/files/public/GeoCongress2008.pdf

21.- 25.4.2008

TRA 2008

2nd Transport Research Arena (TRA)

Ljubljana, Slovenija

www.traconference.com

18.- 21.5.2008

EM08

The Inaugural International Conference of the Engineering Mechanics Institute

Minneapolis, Minnesota, ZDA

www.cce.umn.edu/conferences/em08

19.- 22.5.2008

Internationales fib-Symposium 2008

Amsterdam, Nizozemska

dick@betonvereniging.nl

www.fib2008amsterdam.nl

4.- 6.6.2008

IABSE Conference

ICT for Bridges, Buildings and Construction Practice

Helsinki, Finska

www.iabse.org

30.6.- 4.7.2008

10th International Symposium on Landslides and Engineered Slopes

Xi'an, Kitajska

www.landslide.iwhr.com

8.- 10.7.2008

7th International Congress Concrete: Construction's Sustainable Option

Dundee, Škotska

www.ctucongress.co.uk

3.- 5.9.2008

EUROSTEEL 2008

Gradec, Avstrija

www.eurosteel2008@tugraz.at

17.- 19.9.2008

7th RILEM International Symposium on Fibre Reinforced Concrete (BEFIB 2008)

Chennai (Madras), Indija

www.befib2008.iitm.ac.in

24.- 26.11.2008

2nd International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting (ICCRRR 2008)

Cape Town, Južna Afrika

www.civil.uct.ac.za/iccrrr

5.- 9.10.2009

17th International Conference for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Alexandria, Egipt

www.2009icsmge-egypt.org

Rubriko ureja • **Jan Kristijan Juteršek**, ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: msg@izs.si