

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, september 2013, letnik 62, str. 189-216

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovška cesta 3, 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 knjigo RS, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani** in **Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

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

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Sodelavec pri MSG IZS:

Jan Kristjan Juteršek

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

3400 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 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 23,16 EUR; za študente in upokojene 9,27 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 171,36 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

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Članki (razen angleških povzetkov) in prispevki morajo biti napisani v slovenščini.
4. Besedilo mora biti zapisano z znaki velikosti 12 točk in z dvojnimi presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo vsebovati naslov, imena in priimke avtorjev z nazivi in naslovi ter besedilo.
6. Članki morajo obvezno vsebovati: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); znanstveni naziv, imena in priimke avtorjev, strokovni naziv, navadni in elektronski naslov; oznako, ali je članek strokoven ali znanstven; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; ključne besede v slovenščini; naslov SUMMARY in povzetek v angleščini; ključne besede (key words) 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 ti označeni še z A, B, C itn.
7. Poglavlja in razdelki so lahko oštevilčeni. Poglavlja se oštevilčijo brez končnih pik. Denimo: 1 UVOD; 2 GRADNJA AVTOCESTNEGA ODSEKA; 2.1 Avtocestni odsek ... 3 ...; 3.1 ... itd.
8. Slike (risbe in fotografije s primerno ločljivostjo) in preglednice morajo biti razporejene in omenjene po vrstnem redu v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Kot decimalno ločilo je treba uporabljati vejico.
11. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki oglatih oklepajev: (priimek prvega avtorja ali kratica ustanove, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja ali ustanove morajo biti označena še z oznakami a, b, c itn.
12. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela razvrščena po abecednem redu priimkov prvih avtorjev ali kraticah ustanov in opisana z naslednjimi podatki: priimek ali kratica ustanove, začetnica imena prvega avtorja ali naziv ustanove, priimki in začetnice imen drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
13. 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.
14. Prispevke je treba poslati v elektronski obliki v formatu MS WORD glavnemu in odgovornemu uredniku na e-naslov: janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V sporočilu mora avtor napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren.

Uredništvo

Članki • Papers

stran **190**

Primož Šestan, dipl. inž. grad.
doc. dr. Živa Kristl, univ. dipl. inž. arh.
asist. dr. Mateja Dovjak, dipl. san. inž.

FORMALDEHID V GRAJENEM OKOLJU IN MOŽEN VPLIV NA ZDRAVJE LJUDI

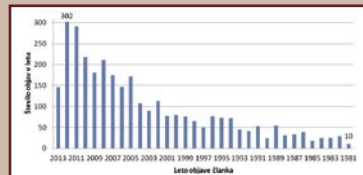
FORMALDEHYDE IN THE BUILT ENVIRONMENT AND ITS POTENTIAL IMPACT ON HUMAN HEALTH

stran **204**

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.

ŠE EN PRIKAZ PROJEKTOV S STARIMI NAPAKAMI

YET ANOTHER DEMONSTRATION OF PROJECTS WITH OLD MISTAKES



	Odmev
--	--------------

stran **213**

prof. dr. Mitja Brilly, univ. dipl. inž. grad.

ZAZNAMEK OB ČLANKU PROF. RIŠMALA ŠE EN PRIKAZ PROJEKTOV S STARIMI NAPAKAMI

Novice iz ZDGITS

stran **214**

Danilo Malnar, univ. dipl. inž. grad.
DGIT NOVO MESTO V LETU 2012/13



Poročila s strokovnih prireditev

stran **215**

mag. Jožica Cezar, univ. dipl. inž. grad.

**ZAKLJUČKI STROKOVNEGA POSVETA NA TEMO POŠKODB
NA VOZNIH POVRŠINAH KOT POSLEDICE EKSTREMNE ZIME
2012/2013, 22. MAJ 2013 NA BREZOVICI**



Vabilo

14. KOLOKVIJ O ASFALTIH IN BITUMNIH

Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: Zapornica na Ljubljani med Šempeterskim in Fabianijskim mostom
v Ljubljani, foto: Janez Duhovnik

FORMALDEHID V GRAJENEM OKOLJU IN MOŽEN VPLIV NA ZDRAVJE LJUDI

FORMALDEHYDE IN THE BUILT ENVIRONMENT AND ITS POTENTIAL IMPACT ON HUMAN HEALTH

Primož Šestan, dipl. inž. grad.

doc. dr. Živa Kristl, univ. dipl. inž. arh.

zkristl@fgg.uni-lj.si

asist. dr. Mateja Dovjak, dipl. san. inž.

mdovjak@fgg.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova 2, Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 351.777:547.281.1:628.85

Povzetek | Formaldehid je pomemben onesnaževalec notranjega zraka stavb. Prisoten je v gradbenih proizvodih in opremi iz lesa, v barvah, premazih, lakih, sredstvih za razkuževanje in čiščenje ter v predmetih za splošno uporabo. Zaradi številnih notranjih virov in nezadostnega prezračevanja koncentracije formaldehida v notranjem zraku stavb pogosto doseže vrednosti, ki pri uporabnikih lahko povzročajo negativen vpliv na zdravje. S sistematičnim pregledom literature smo preučili razširjenost pojavljanja formaldehida v notranjem zraku stavb in posredno ocenili možen vpliv na zdravje uporabnikov. Analizirali smo zakonska določila glede vsebnosti formaldehida v gradbenih proizvodih, mejne vrednosti emisij formaldehida v bivalnem in delovnem okolju, vpliv življenjskega cikla gradbenega proizvoda z vplivnimi parametri na emisije formaldehida. Na osnovi ugotovitev smo predlagali ukrepe, s katerimi preprečimo ali omejimo možen negativen vpliv formaldehida na uporabnike grajenega okolja. Sistematični pregled literature smo opravili v trinajstih iskalnih bibliografskih in faktografskih bazah podatkov in na drugih spletnih naslovih. Pregled študij je pokazal, da koncentracije formaldehida v notranjem zraku pogosto presežejo zunanje vrednosti. Glavnina študij obravnava problem formaldehida v stanovanjskih stavbah, v katerih je koncentracija odvisna od starosti vira, vrste materialov, načina ogrevanja in prezračevanja, mikroklimatskih razmer in prisotnosti sekundarnih virov. Koncentracije, izmerjene v številnih študijah, so presegle predpisane ali priporočene mejne vrednosti, kar lahko pri izpostavljenih ljudeh povzroča negativne vplive na zdravje. Za preprečevanje emisij formaldehida je treba izpeljati ukrepe, ki se nanašajo na celoten življenjski cikel proizvoda. Pri proizvodnji je treba poiskati zdravju in okolju ustrežnejše alternative. Nadzor nad izdelki naj bo stalen. Izbor gradbenih proizvodov in opreme, ki so nizko emisijski, je tudi glavni ukrep za doseganje dobre kvalitete notranjega zraka in učinkovitega zmanjševanja tveganja zaradi izpostavljenosti onesnaževalcem. Navedeno bi moralo biti podprto s pravnimi akti.

Ključne besede: formaldehid, grajeno okolje, gradbeni proizvodi, zdravje ljudi, mejne vrednosti, življenjski cikel

Summary | Formaldehyde is an important indoor air contaminant. The main indoor sources are construction products and wooden furniture, paints, adhesives, varnishes, floor finishes, disinfectants, cleaning agents and other household products. Numerous indoor sources and insufficient ventilation often result in higher formaldehyde levels and adverse health effects. The occurrence of formaldehyde in indoor air and its adverse health effects were analysed with systematic literature review. The main focus was on

the legal provisions for construction products, limitations of the content of formaldehyde in products, exposure limits for formaldehyde in indoor air, the impact of the product life cycle on the emission rates and its influencing factors. Based on the findings, recommendations for prevention against adverse health effects of formaldehyde in the built environment were defined. Relevant literature was searched in 13 bibliographical and factographical databases and other relevant web pages. The studies showed that indoor concentrations often exceed those of outdoors. The majority of studies addressed the problem of formaldehyde in residential buildings, where emissions were closely related to the age of the indoor source, the type of the material, efficiency of HVAC systems, microclimate conditions and the presence of secondary sources of air pollution. Measured concentrations in the analysed studies often exceed the exposure limits and may cause adverse health effects. Measures that include the entire life cycle of the product should be implemented. The production phase should be oriented towards health and environment friendly alternatives. All constructional products have to be under permanent supervision. The use of low-emitting materials presents the most important risk reduction strategy. All the above measures have to be supported by legislation.

Key-words: formaldehyde, built environment, constructional products, health, exposure limits, life cycle

1 • UVOD

Formaldehid (metanal) je brezbarven plin z značilnim ostrim vonjem. Njegovi viri so zunanji in notranji ter so naravnega in antropogenega izvora. V naravi nastane kot vmesni produkt pri gorenju metana in drugih spojin. Najdemo ga v gozdnih požarih, izpušnih plinih avtomobilskih motorjev in tobačnem dimu ((OEHA, 1991), (EPA, 1997), (Wolkoff, 2010)). Zelo majhne količine formaldehida vsebuje tudi neobdelan les, v katerem je formaldehid naravno prisoten (npr. emisija formaldehida iz hrastovega lesa 0,009 ppm (0,011 mg/m³), iz bukovega lesa 0,002 ppm (0,00245 mg/m³)) (APA, 2013). S predelavo in obdelavo lesa se vsebnost formaldehida in njegovo posledično sproščanje poveča (APA, 2013). Formaldehid, njegovi oligomeri in hidrati so redko prisotni v živih organizmih (Interchem, 2010).

V grajenem okolju je formaldehid zelo razširjen. Vsebujejo ga polikondenzacijska

lepila, ki se uporabljajo v proizvodnji gradbenih proizvodov in elementov pohištva (npr. vezane, iverne, vlaknene, OSB- in panelne plošče, toplotnoizolacijske pene iz ureaformaldehida ipd.). Prisoten je v številnih barvah, premazih, lakih, sredstvih za razkuževanje in čiščenje ter v številnih predmetih za splošno uporabo (otroška kozmetika, izdelki za lase, laki za nohte, zobne paste, mila, osvežilci zraka) ((OEHA, 1991), (EPA, 1997)). V svetovnem merilu znaša letna proizvodnja 37 % formaldehida 20 milijonov ton. Med glavne proizvajalce formaldehida prištevamo Kitajsko, ZDA in Nemčijo (Hauptmann, 2006).

Pri proizvodnji gradbenih proizvodov in elementov pohištva se del formaldehida porabi za reakcijo utrjevanja, del pa se emitira v neposredno okolje (Grajšek, 2008). Stopnja njegove emisije je odvisna od starosti vira in mikroklimatskih razmer (EPA, 2012a). Zaradi

njegove široke uporabe in ob nezadostnem prezračevanju lahko koncentracije formaldehida v stavbah dosežejo vrednosti, ki pri uporabnikih povzročajo nezadovoljstvo zaradi slabe kvalitete zraka in imajo negativen vpliv na zdravje ((Böhm, 2012)), (ARB, 2004), (Likar, 1998)). Študije ((Hendrick, 1977), (ECA, 1989), (Böhm, 2012), (Salthammer, 2010)) navajajo, da prištevamo formaldehid med pomembne kemične onesnaževalce, ki povzročajo sindrome bolnih stavb (SBS).

S sistematičnim pregledom literature bomo preučili razširjenost problema formaldehida v notranjem zraku stavb in posredno ocenili možen vpliv na zdravje uporabnikov. S tem namenom bomo analizirali zakonske prepovedi in omejitve vsebnosti formaldehida v gradbenih proizvodih, mejne vrednosti emisij formaldehida v bivalnem in delovnem okolju, vpliv življenjskega cikla gradbenega proizvoda in vplivne parametre na emisije formaldehida. Na osnovi ugotovitev bomo predlagali ukrepe, s katerimi lahko preprečimo ali omejimo možen negativen vpliv formaldehida na uporabnika grajenega okolja.

2 • TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Fizikalne in kemične lastnosti formaldehida

Formaldehid (HCHO) je pri temperaturi 20 °C dobro topen v vodi in maščobah ((OEHA,

1991), (MSDS, 2012), (Varnostni list, 2011)). Temperaturo tališča ima pod -15 °C. Na zraku počasi oksidira in tvori mravljinčno kislino (MSDS, 2012). Pod vplivom nizkih tempera-

tur lahko postane moten in se pretvori v triksimetilen. Primerne temperature za skladiščenje so med +15 in +25 °C (Varnostni list, 2011). Fizikalne in kemične lastnosti so navedene v preglednici 1.

Hlapi/pare formaldehida so težji od zraka, zato se širijo po tleh. Pri visokih temperaturah tvori eksplozivno mešanico z zrakom. V primeru požara lahko tvori zdravju škodljive pline ali hlapne. Formaldehid je nezdružljiv z materiali, kot so mehko jeklo, baker, različne kovine in zlitine (Varnostni list, 2011).

Empirična formula:	CH ₂ O
CAS No.:	50-00-0
Točka vrelišča/območje vrelišča:	93–96 °C pri 760 mm Hg
Parni tlak:	Ni razpoložljivih informacij
Relativna gostota:	1,09 g/cm ³ , pri 20 °C
Plamenišče:	62–85 °C
Spodnja eksplozivna meja:	7 %
Zgornja eksplozivna meja:	73 %
pH:	2,8–4,0 pri 20 °C
Vrelišče:	~ 96 °C pri 760 mm Hg

Preglednica 1 • Fizikalno-kemične lastnosti formaldehida ((MSDS, 2012), (Varnostni list, 2011))

3 • METODA

Sistematični pregled literature smo opravili v iskalnih bibliografskih in faktografskih bazah podatkov, kot so Science Direct, Pub Med, Co-biss, Eric, Toxnet, Biosis in The Internet Public Library. Relevantne vire literature smo iskali tudi na drugih spletnih naslovih, kot so World Health Organization (WHO), European Commission, International Labour Organization (ILO), Eurostat, Statistični urad RS (SURs), Uradni list EU, Uradni list RS, Register predpisov, Ministrstvo za zdravje RS, Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve in enake možnosti RS, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje RS, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor RS. Iskalni niz besed je bil izdelan v slovenščini in angleščini: »Formaldehid IN notranji zrak IN zdravje«, angleško

»Formaldehyde AND indoor air AND health«. Pregledali smo relevantno literaturo, objavljeno med letoma 1997 in 2013. Mejne vrednosti smo iskali na spletnih naslovih American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH), DFG Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area, MAK Commission, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Environmental Protection Agency (EPA), World Health Organization (WHO), Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA), European Chemicals Agency (ECHA), European Commission, Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve in

enake možnosti RS, Ministrstvo za zdravje RS, Urad Republike Slovenije za kemikalije in Inštitut za varovanje zdravja (IVZ).

S sistematičnim pregledom literature name-ravamo: 1. preučiti zakonske prepovedi in omejitve glede vsebnosti formaldehida v gradbenih proizvodih, mejne vrednosti emisij formaldehida v bivalnem in delovnem okolju; 2. preučiti razširjenost problematike formaldehida v notranjem zraku stavb; 3. preučiti vpliv življenjskega cikla gradbenega proizvoda in vplivnih parametrov na emisije formaldehida; 4. primerjati izmerjene koncentracije iz študij s predpisanimi in priporočenimi vrednostmi za bivalno in delovno okolje; 5. na osnovi znanstvenih dognanj posredno oceniti možen negativen vpliv na zdravje uporabnikov; 6. definirati ukrepe, s katerimi lahko omejimo oziroma zmanjšamo vpliv formaldehida na uporabnika grajenega okolja.

4 • ZAKONODAJNI OKVIR

Uredba (EU) 305/2011 eksplicitno navaja, da morajo biti gradbeni objekti načrtovani in zgrajeni tako, da ne ogrožajo varnosti ljudi, domačih živali ali imetja ter ne škodujejo okolju (Uredba (EU) 305/2011). Osnovni zahtevi številka 3 (Higiena zdravje in okolje) in št. 7 (Trajnostna raba naravnih virov) Uredbe (EU) 305/2011 natančneje opredeljujeta zahteve, ki se nanašajo na higiensko ustreznost, neškodljivost za zdravje in okolje v celotnem življenjskem ciklu stavbe. S tem namenom je treba preprečiti vsakršno sproščanje strupenih

plinov in emisij nevarnih snovi ter lahko-hlapnih organskih spojin (VOC) iz gradbenih proizvodov v okolje. Vsi gradbeni proizvodi morajo biti opremljeni z izjavo o lastnostih, ki vključuje informacije o vsebnosti nevarnih snovi. Navedeno je potrjeno s CE-oznako. Zahteve Uredbe (EU) 305/2011 morajo biti prenesene na nivo nacionalne zakonodaje. Zahteve, ki se nanašajo na fazo proizvodnje ivernih in vlaknastih plošč, so določene v Odločbi Komisije 2009/894/ES. Ta navaja, da emisije formaldehida iz ivernih in

vlaknastih plošč v surovem stanju (pred strojno obdelavo ali nanašanjem premaza) ne smejo presegati 50 % mejne vrednosti (0,05 ppm; 0,062 mg/m³) (Odločba Komisije 2009/894/ES). Uredba o zelenem javnem naročanju (Ur. l. RS, št. 102/2011) omejuje izhajanje prostega formaldehida iz lesnih tvoriv, ki ne sme biti višja od 8 mg/100 g suhe snovi. Za OSB- in vezane plošče na trgu EU so definirane tudi mejne vrednosti emisije formaldehida (0,101 ppm; 0,124 mg/m³) ((EN 3000: 1996), (EN-717-1: 2004)). Lesni ostanki, vezane lesne plošče, iverne plošče, lesonitne plošče, plošče in drugi lep-ljeni izdelki iz lesa, ki vsebujejo halogenirane organske spojine, zahtevajo posebno ravnanje

z odpadki. V skladu z Uredbo o ravnanju z odpadki (Priloga 7: Klasifikacijski seznam odpadkov, Ur. l. RS, št. 34/2008, 103/2011) uvrščamo odpadke iz obdelave in predelave lesa ter iz proizvodnje ivernih plošč in pohištva v skupino 03 01. Po uporabi pa iverne in vlaknene plošče uvrščamo v skupino 17 02 (gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov, les steklo in plastika) (Uredba o ravnanju z odpadki, Ur. l. RS, št. 34/2008, 103/2011). Zahteve, ki se nanašajo na fazo uporabe gradbenih proizvodov in emisije formaldehida v notranje okolje stavb, so definirane v Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002). Pravilnik navaja, da je treba pri projektiranju predvideti uporabo materialov z najnižjo emisijo onesnaževalcev z upoštevanjem značilnosti vlažnosti, enostavnosti čiščenja, trajnosti in zahtevanih lastnosti njihove sestave. Zahteve za načrtovanje prezračevalnih sistemov vključujejo tudi mejne vrednosti koncentracij formaldehida v notranjem zraku ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 30 min; izpostavljenost navedeni časovno uteženi povprečni koncentraciji formaldehida $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne sme biti daljša od 30 min. in se ne sme ponoviti znotraj osmih ur) ((Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002), (CR 1752: 1998)). S ciljem, da se prepreči negativen vpliv na zdravje in doseže primerno kvaliteto notranjega zraka, so definirane priporočene ali predpisane mejne vrednosti za bivalna in delovna okolja (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010). Glavina mejnih vrednosti je podana za delovna okolja in zaščiti v večji meri le splošno populacijo. Zgoraj obravnavani viri navajajo mejne vrednosti koncentracij formaldehida, ki pri izpostavljeni populaciji povzročajo negativen vpliv na zdravje (v odvisnosti od časa izpostavljenosti, vnos z inhalacijo). Določene so bile na osnovi toksikoloških in epidemioloških raziskav: $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($0,081 \text{ ppm}$) (30 min.) (WHO; zasnovano na osnovi koncentracije, ki izzove iritacijo v občutljivi skupini po 30-minutni izpostavljenosti); $0,0331 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($0,027 \text{ ppm}$) (8 ur) (California Air Resources Board, CARB; koncentracija ne sme biti presežena, v nasprotnem primeru pride do iritacije v občutljivi skupini); $0,045 \text{ ppm}$ ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (1 ura) in $0,0073 \text{ ppm}$ ($9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (8 ur) (Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHA; akutna in 8-urna nekancerogena priporočena mejna vrednost izpostavljenosti (REL, recommended exposure limit); draženje, respiratorni simptomi, možna rakotvornost). OEHA REL (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010)

Predpisane mejne vrednosti (ppm, mg/m ³) ¹	
OSHA ² (OSHA, 2011)	0,75 ppm ($0,92 \text{ mg}/\text{m}^3$) TWA ³
	2 ppm ($2,454 \text{ mg}/\text{m}^3$) STEL ⁴
	0,5 ppm ($0,613 \text{ mg}/\text{m}^3$) raven ukrepanja
MAK ⁵ (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010)	0,3 ppm ($0,368 \text{ mg}/\text{m}^3$)
	1 ppm ($1,227 \text{ mg}/\text{m}^3$) nikoli preseženo
CAL/OSHA PELs splošna industrija ^{2, 6, 7} (OSHA, 2011)	0,75 ppm ($0,92 \text{ mg}/\text{m}^3$) TWA ³
	2 ppm ($2,454 \text{ mg}/\text{m}^3$) STEL ⁴
	0,5 ppm ($0,613 \text{ mg}/\text{m}^3$) nivo ukrepanja
Priporočene mejne vrednosti (ppm, mg/m ³) ¹	
WHO ⁸ (WHO, 2010)	0,081 ppm ($0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$) (30 min)
Canadian ⁹ (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010)	0,1 ppm ($0,123 \text{ mg}/\text{m}^3$) dolgotrajna izpostavljenost
	0,05 ppm ($0,0614 \text{ mg}/\text{m}^3$) dolgotrajna izpostavljenost
US Department of housing and urban development (24 CFR Part 3280)	0,4 ppm ($0,491 \text{ mg}/\text{m}^3$)
NIOSH ¹⁰ (NIOSH, 2010)	0,016 ppm ($0,0196 \text{ mg}/\text{m}^3$) TWA ³
	0,1 ppm ($0,123 \text{ mg}/\text{m}^3$) CEIL ¹¹ (15 min.)
ACGIH, TLV ^{12, 13} (ACGIH, 2007)	0,3 ppm ($0,368 \text{ mg}/\text{m}^3$)
	0,37 mg/m ³ ($0,454 \text{ mg}/\text{m}^3$) CEIL ¹¹
FEMA ¹⁴ , mobilne hiške (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010)	0,016 ppm ($0,0196 \text{ mg}/\text{m}^3$)

¹ Pretvorba pri temperaturi 25 °C in tlaku 1 atm.

² OSHA – Occupational Safety and Health Administration (maksimalne dovoljene koncentracije v delovnem okolju, mejne vrednosti ne zaščitijo občutljivih skupin).

³ TWA – Time Weighted Average exposure, povprečna mejna vrednost, časovno uravnotežena koncentracija za 8-urni delovni dan in 40-urni delovni teden.

⁴ STEL – Short-Term Exposure Limit, izpostavljenost kratkotrajni vrednosti, dovoljena koncentracija, ki je višja od mejne vrednosti in ji je delavec lahko izpostavljen le kratek čas. Traja lahko največ 15 min. in se sme ponoviti največ 4-krat dnevno, pri čemer mora biti čas med dvema izpostavitvama takšni koncentraciji daljši od ene ure. Dnevna povprečna mejna vrednost ne sme biti presežena.

⁵ MAK – Maximum Concentrations at the Workplace, Deutsche Forschungs Gemeinschaft (priporočene maksimalne koncentracije v delovnem okolju, mejne vrednosti ne zaščitijo občutljivih skupin).

⁶ CAL/OSHA – Division of Occupational Safety and Health, California.

⁷ PEL – Permissible Exposure Limit, dopustna meja izpostavljenosti za 8-urno časovno uravnoteženo koncentracijo (TWA).

⁸ WHO – World Health Organisation (za zunanje in notranje okolje).

⁹ Canadian – priporočene maksimalne koncentracije v bivalnem okolju.

¹⁰ NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health (priporočena maksimalna koncentracija v delovnem okolju, mejna vrednost ne zaščitijo občutljivih skupin).

¹¹ CEIL – Ceiling C ali TLV-C, najvišja mejna vrednost, koncentracija, ki ne sme biti presežena niti za kratek čas.

¹² ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienist (priporočena maksimalna koncentracija, mejna vrednost ne zaščitijo občutljivih skupin).

¹³ TLV – Threshold Limit Value, zgornja omejitev izpostavljenosti, izražena kot časovno uravnotežena koncentracija TWA, za 8-urni delovni dan in 40-urni delovni teden.

¹⁴ FEMA – Travel Trailer or Mobile Home.

Preglednica 2 • Predpisane in priporočene mejne vrednosti formaldehida v bivalnem in delovnem okolju ((Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010), (OSHA, 2011), (ACGIH, 2007), (NIOSH, 2010), (24 CFR Part 3280))

definira koncentracijo $0,045 \text{ ppm}$ ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za akutno izpostavljenost (povprečen čas izpostavljenosti ena ura); $0,0073 \text{ ppm}$ ($9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za 8-urno in ponavljajočo se izpostavljenost ter $0,0073 \text{ ppm}$ ($9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za

kronično izpostavljenost. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR, MRL, inhalation minimal risk level, MRL) definira koncentracijo $0,04 \text{ ppm}$ ($0,04908 \text{ mg}/\text{m}^3$) za akutno izpostavljenost (14 dni ali manj)

na osnovi toksikoloških profilov), 0,03 ppm (0,03681 mg/m³) za izpostavljenost od 15 do 364 dni ter 0,008 ppm (0,00982 mg/m³) za kronično izpostavljenost (365 dni ali več na osnovi toksikoloških profilov)). Koncentracija formaldehida v notranjem zraku, ki povzroča možno tveganje za razvoj rakastih obolenj, znaša 0,05 ppm (0,0614 mg/m³) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1: 2010). Koncentracija formaldehida v notranjem zraku 20 ppm (24,54 mg/m³) predstavlja tveganje za življenje in zdravje (IDLH,

immediately dangerous to life and health) (NIOSH, 2010).

Področje varovanja in zaščite delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti možnim emisijam formaldehida v fazi proizvodnje je urejeno s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu (Ur. l. RS, št. 100/2001, 39/2005, 53/2007, 102/2010, 43/2011). V prilogi 3 pravilnika je izrecno navedeno, da je prepovedana proizvodnja, izdelava ali uporaba kemičnih snovi in dejavnosti, ki so navedene

v seznamu, ki vključuje tudi formaldehid. Prepoved ne velja, če je kemična snov (formaldehid) prisotna v drugi kemični snovi, ali za proizvodnjo kemičnih snovi, ki so polizdelki, in če je sestavni del odpadkov, kolikor je vsebnost posamične kemične snovi nižja od določenega masnega odstotka. Kljub navedenemu pa mora delodajalec zagotoviti, da se proizvodnja in čimprejšnja uporaba polizdelkov izvaja v zaprtem sistemu, iz katerega se lahko kemična snov odstrani samo, kolikor je to potrebno za nadzorovanje procesa ali popravilo sistema.

5 • REZULTATI SISTEMATIČNEGA PREGLEDA LITERATURE

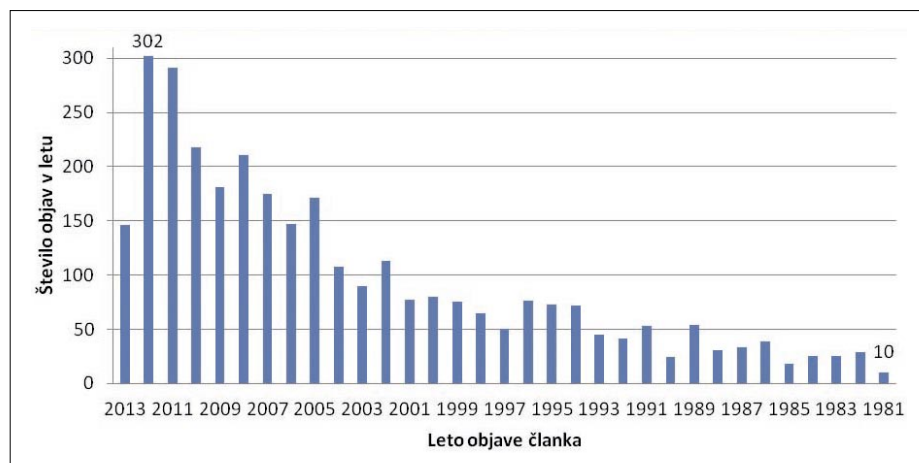
5.1 Raziskanost področja

Obširen pregled študij je pokazal, da je področje razširjenosti uporabe formaldehida v gradbenih proizvodih in posledičnega vpliva na zdravje uporabnikov dobro raziskano v tujem prostoru. V Sloveniji je področje manj raziskano. 26. aprila 2013 smo največ zadevkov dobili v bazi podatkov Science Direct (skupaj 3013 zadevkov). Z bistveno manj zadevki so sledile baze TOXNET (752 zadevkov), WHO in Pub Med s po 302 zadevkoma in z 293 zadevki. Najmanj zadevkov smo dobili v bazah Cobiss, Eric in The Internet Public Library (11, 4, 2 zadevka).

Slika 1 prikazuje raziskanost področja v bazi Science Direct na dan 26. 4. 2013. Prve študije, ki so bile zavedene v Science Direkt, so se pojavile v letu 1981 (skupaj deset študij). Z leti se je število študij povečevalo in v letu 2012 doseglo število 302.

5.2 Zunanja in notranja onesnaženost zraka s formaldehidom

Likar je v monografiji Onesnaževalci okolja (Likar, 1998) povzel tipične koncentracije formaldehida v zunanjem in notranjem zraku za izbrane vire formaldehida (preglednica 3). V urbanem zraku so zaradi antropogenih virov (avtomobilski izpuhi, dimi iz kurišč na drva, cigaretni dim) dosežene višje koncentracije kot v ruralnem zraku. Navedeno problematiko onesnaženosti zraka s formaldehidom v urbanih okoljih potrjuje tudi študija (Dasgupta, 2005), v kateri so med letoma 1999 in 2002 v petih večjih mestih v ZDA izmerili emisije formaldehida in dobili naslednje rezultate: Houston več kot 0,047 ppm (0,058 mg/m³), Atlanta več kot 0,018 ppm (0,022 mg/m³),



Slika 1 • Časovna skala raziskanosti področja v bazi Science Direct na dan 26. 4. 2013

Tampa 0,0093 ppm (0,0114 mg/m³), Nashville 0,013 ppm (0,016 mg/m³), Philadelphia 0,010 ppm (0,012 mg/m³). V študijah in drugih virih literature ((ARB, 2004), (Järnström, 2006), (Likar, 1998)) znašajo maksimalne koncentracije formaldehida v zunanjem zraku 0,1 ppm (0,123 mg/m³).

Več študij navaja, da je z vidika kvalitete zraka in njegove onesnaženosti s formaldehidom mnogo bolj problematičen notranji zrak.

Študija (Blondel, 2011), ki je bila opravljena v Franciji, je pokazala, da znaša razmerje med notranjo in zunanjo onesnaženostjo s formaldehidom približno 6,3. Do podobnih rezultatov so prišli tudi v študiji (Sakai, 2004), ki je bila opravljena v Uppsali na Švedskem. V Nagoji na Japonskem znaša razmerje vrednosti 3 (Sakai, 2004). Študija v Kaliforniji (ARB, 2004) pa navaja celo višje vrednosti razmerja, od 13 do 18.

Zrak v notranjem okolju:	0,001–0,03 ppm (0,00123–0,03681 mg/m ³)
Cigaretni dim:	0,4 mg/20 cigaret na dan
Zrak v vlemestjih:	0,05–0,12 ppm (0,06135–0,147 mg/m ³)
Avtomobilski izpuh:	29–43 ppm (35,583–52,761 mg/m ³)

Preglednica 3 • Koncentracije formaldehida (ppm, mg/m³) v notranjem in zunanjem zraku, izbrani naravni in antropogeni viri ((Report on the Consensus Workshop on Formaldehyde, 1984), (Likar, 1998))

5.3 Razširjenost problema onesnaženosti notranjega zraka stavb s formaldehidom

Sistematičen pregled študij je pokazal, da je problem onesnaženosti notranjega zraka s formaldehidom zelo razširjen. Glavnina študij obravnava problematiko v stanovanjskih stavbah, pojavi pa se tudi v povezavi z javnimi stavbami.

Meritve koncentracij formaldehida v stanovanjskih in javnih stavbah v Kaliforniji, navedene v priporočilih California Environmental Protection Agency (ARB, 2004), so pokazale, da maksimalne koncentracije presegajo vrednost 0,20 ppm (0,245 mg/m³). Geometrijsko povprečje izmerjenih koncentracij formaldehida se je razlikovalo med vrstami stavb. Višje koncentracije so bile izmerjene v montažnih stavbah (0,048 ppm; 0,0589 mg/m³) in nižje v klasično zidanih stavbah (0,015 ppm; 0,0184 mg/m³). Visoke koncentracije formaldehida so bile izmerjene tudi v učilnicah (maksimalne so znašale približno 0,12 ppm (0,147 mg/m³), povprečne 0,019 ppm (0,0233 mg/m³)). Najnižje koncentracije so bile izmerjene v poslovnih stavbah (maksimalne 0,015 ppm (0,0184 mg/m³), povprečne 0,04 ppm (0,0491 mg/m³)). Podobno študijo je opravil tudi Hodgson s sodelavci (Hodgson, 2000) v izbranih stanovanjskih stavbah v ZDA. Vse obravnavane stavbe v študiji so bile nezasedene, stopnja prezračevanja je bila manjša od priporočenih vrednosti po ASHRAE. Ugotovili so, da med novimi montažnimi in zidanimi stanovanjskimi stavbami ni velikih razlik v izmerjenih koncentracijah formaldehida. Koncentracije formaldehida so v vseh obravnavanih stavbah znašale manj ali enako 50 ppb (0,061 mg/m³), v povprečju 40 ppb (0,049 mg/m³). V mestu Qubec City v Kanadi je Gilbert s sodelavci (Gilbert, 2006) izmeril koncentracije formaldehida v 96 stanovanjih. Izmerjene koncentracije formaldehida so bile v razponu od 0,0078 ppm do 0,0734 ppm (od 9,6 do 90,0 µg/m³) (geometrijsko povprečje 0,0240 ppm; 29,5 µg/m³), maksimalne koncentracije so bile 0,0734 ppm (90 µg/m³). Izmerjene koncentracije so bile nižje od izmerjenih koncentracij v stanovanjskih stavbah v Kaliforniji (ARB, 2004) in v ZDA (Hodgson, 2000).

V stanovanjskih stavbah v Nagoji na Japonskem in v Uppsali na Švedskem je Sakai s sodelavci (Sakai, 2004) opravil primerjavo različnih onesnaževalcev zraka (formaldehid, dušikov oksid in klorirane hlapne organske spojine). Geometrijsko povprečje koncentracij formaldehida v notranjem zraku stanovanj je znašalo 0,0143 ppm (17,6 µg/m³)

na Japonskem in 0,00676 ppm (8,3 µg/m³) na Švedskem. Maksimalne koncentracije so znašale 0,060 ppm (73 µg/m³) na Japonskem in 0,016 ppm (19 µg/m³) na Švedskem. V industrijskem mestu Shimizu na Japonskem je Ohura s sodelavci (Ohura, 2006) opravil meritve zunanjih in notranjih koncentracij 38 organskih onesnaževalcev zraka. Ugotovili so, da je bila koncentracija formaldehida v notranjem zraku mnogo višja kot v zunanjem. Geometrijsko povprečje izmerjenih koncentracij formaldehida v notranjem zraku stanovanj je znašalo 0,016 ppm (19 µg/m³) in je bilo primerljivo s koncentracijami, ki so jih je izmerili (Sakai, 2004) v stavbah na Japonskem.

Brown (Brown, 2002) je opravil primerjavo med izmerjenimi koncentracijami formaldehida v novih in obstoječih stanovanjskih stavbah v Melbourneu v Avstraliji. Ugotovil je, da so bile koncentracije formaldehida višje v novih kot v obstoječih stavbah. V času merjenja od dveh dni do 35 tednov so se koncentracije formaldehida postopoma zniževale, od 0,0978 do 0,0375 ppm (od 120 do 46 µg/m³). Podobna študija je bila opravljena tudi na Japonskem (Park, 2006). Park in Ikeda sta v novih in starih stanovanjskih stavbah na Japonskem opravila meritve VOC vključno s formaldehidom. Meritve so trajale tri leta. V prvem letu je koncentracija formaldehida znašala 0,109 ppm (134 µg/m³), v tretjem letu pa 0,0701 ppm (86 µg/m³). Avtorji poudarijo, da je glavni razlog za znižanje koncentracije formaldehida staranje notranjih virov in ne učinkovitost prezračevalnega sistema.

Meritve koncentracij formaldehida so opravili tudi v novih stanovanjskih stavbah v Kuopiu na Finskem (Järnström, 2006), kjer so maksimalne koncentracije znašale 0,030 ppm (37 µg/m³). V študiji (Raw, 2004), ki je vključevala 876 stanovanj v Angliji, so izmerili 4,6-krat višje maksimalne koncentracije formaldehida (maksimum 0,139 ppm; 171 µg/m³, geometrijsko povprečje 0,0181 ppm; 22,2 µg/m³) kot v študiji v Kuopiu na Finskem (Järnström, 2006).

V študentskih domovih v mestu Lille v Franciji sta Blondel in Plaisance (Blondel, 2011) ugotavljala prispevek notranjih virov ter vpliv števila izmenjav zraka k skupnim koncentracijam formaldehida. Najvišja stopnja emisije je bila v območju postelje (131 µg/m²h), ki predstavlja pomemben notranji vir formaldehida. Najnižja stopnja emisije je znašala 1 µg/m²h, povprečna koncentracija je bila 0,0174 ppm (21,3 µg/m³). V severni, južni in vzhodni Franciji je Kirchner s sodelavci (Kirchner, 2003) opravljal meritve koncentracij lahkih hlapnih

organskih spojin (VOC) in formaldehida v 90 stanovanjih. Preučevana prostora sta bila kuhinja in spalnica, kjer so izmerili primerljive koncentracije formaldehida (geometrijsko povprečje 0,0171 ppm (21 µg/m³) v kuhinji in 0,0188 ppm (23 µg/m³) v spalnici). Razpon koncentracij formaldehida je znašal od 0,0016 do 0,0611 ppm (od 2 do 75 µg/m³).

5.4 Vpliv življenjskega cikla gradbenega proizvoda na emisije formaldehida in vplivni parametri

Silva s sodelavci (Silva, 2013) navaja, da gradbeni proizvodi obdržijo in emitirajo formaldehid skozi celotno življenjsko dobo. Stopnja njegove emisije je odvisna od faze življenjskega cikla, v kateri je gradbeni proizvod. Böhm s sodelavci (Böhm, 2012) je preučeval koncentracijo formaldehida, ki se emitira iz gradbenih proizvodov in lesene opreme med fazo proizvodnje in po njej. Analizirani so bili gradbeni proizvodi in oprema, izdelana iz masivnega lesa, vezanih plošč, panelnih plošč, ter nekateri talni izdelki. Preučevali so šest različnih vrst lesa (bukev, smreka, bor, hrast, breza in topol). **V fazi proizvodnje** so ugotovili, da so emisije formaldehida iz plošč največje v procesu stiskanja, nato pa se postopoma zmanjšujejo. Po fazi proizvodnje so bile emisije v prvem tednu mnogo višje kot v drugem tednu. Po poteku enega meseca se je emisija prostega formaldehida iz gradbenega proizvoda znižala za okoli 26 %, v šestih mesecih pa kar za polovico. Rezultati študije so dokazali, da vrsta lesa, tip vezane plošče in njena debelina vplivajo na emisijo formaldehida.

V fazi vgradnje in uporabe gradbenih proizvodov se formaldehid še vedno emitira v okolje. Številni avtorji ((Sakai, 2004), (Gilbert, 2006), (Järnström, 2006)) so preučevali vplivne parametre, kot so starost stavbe, starost gradbenih proizvodov, vrsta uporabljenih materialov za nosilno konstrukcijo, finalna obdelava in oprema, na stopnjo emisije formaldehida. Sakai s sodelavci je v stanovanjskih stavbah na Japonskem in na Švedskem ugotovil, da se v primerjavi s starejšimi stanovanji višje koncentracije pojavijo v novejših stanovanjih. Do podobnih zaključkov so prišle tudi študije, opravljene v stanovanjskih stavbah na Japonskem ((Ohura, 2006), (Park, 2006)). Sakai s sodelavci je v novejših stanovanjih, zgrajenih iz betona, izmeril višje koncentracije formaldehida kot pa v starejših lesenih stanovanjih. Med glavne razloge za višje koncentracije je navedel visoko zrakotesnost stavbnega ovoja, debelejša betonske zidove in novejšo notranjo opremo. Gilbert s sodelavci (Gilbert,

2006) je v notranjem zraku stanovanjskih stavb v mestu Quebec City, Kanada, ugotovil, da novi izdelki iz lesa, na novo pobarvani ali prelakirani izdelki iz lesa emitirajo višje koncentracije formaldehida kot pa starejši izdelki iz lesa.

Na koncentracijo formaldehida vpliva tudi vrsta materialov za gradbene proizvode in opremo. Järnström s sodelavci (Järnström, 2006) je v tipičnih novozgrajenih stanovanjskih stavbah na Finskem ugotovil, da se višja koncentracija formaldehida (za 0,017 ppm; 0,0212 mg/m³) pojavi v stanovanjih s talno oblogo iz parketa v primerjavi s stanovanji, ki imajo talno oblogo iz PVC-ja. Zavedati pa se je treba, da lahko tudi talne obloge PVC emitirajo zdravju škodljive snovi (Dovjak, 2011). Järnström s sodelavci je v svoji študiji navedel, da so bili vsi uporabljeni materiali deklarirani kot materiali z nizko stopnjo emisije snovi. Blondel in Plaisance (Blondel, 2011) sta v študentskih domovih v Lillu, Francija, ugotovila, da so bile visoke koncentracije formaldehida posledica notranjih virov formaldehida, kot so gradbeni proizvodi in oprema. Za tla sta bila uporabljena linolej in parket, stene so bile izdelane iz mavčnokartonskih plošč, na katere so bile nalepljene tapete, strop je bil pobarvana armiranobetonska plošča, pohištvo pa je bilo narejeno iz vezanih in ivernih plošč. Koncentracije formaldehida iz pohištva se niso bistveno razlikovale od koncentracij, ki so bile emitirane iz gradbenih materialov. Hodgson s sodelavci (Hodgson, 2000) je v svoji študiji izpostavil, da so glavni notranji viri VOC in formaldehida vezane plošče, lateks barve in vinilne talne obloge. Časovno trajanje emisije formaldehida iz notranjih virov stanovanjskih stavb na Japonskem sta preučevala Park in Ikeda (Park, 2006). Dokazala sta, da je časovno trajanje emisije formaldehida iz lesenih izdelkov mnogo daljše, kot je časovno trajanje emisij za druge snovi (VOC).

Študije ((Gilbert, 2006), (Sakai, 2004), (Järnström, 2006)) so izpostavile, da imajo tudi način ogrevanja, prezračevanja in mikroklimatske razmere v stavbi (temperatura zraka in relativna vlažnost zraka) velik vpliv na stopnjo emisije formaldehida iz notranjih virov.

Pomemben je tudi vpliv načina ogrevanja in prezračevanja. Gilbert s sodelavci (Gilbert, 2006) je ugotovil, da so koncentracije formaldehida višje v zraku stanovanj, ki so ogrevana s stacionarnimi električnimi grelniki, kot v zraku stanovanj, ki so ogrevana z napravo na drva. Vzrok za višje koncentracije formaldehida v stanovanjih, ogrevanih s stacionarnimi električnimi grelci, je v točkovnem oddajanju

toplotne iz grelnika in posledičnem točkovnem segrevanju pohištva. Posledica navedenega je, da se emisije formaldehida hitreje sproščajo. Järnström s sodelavci (Järnström, 2006) je v notranjem zraku v tipičnih novozgrajenih stanovanjskih stavbah na Finskem ugotovil, da imajo stavbe, opremljene z mehanskim prezračevanjem, nižje koncentracije formaldehida v primerjavi s stavbami, opremljenimi z naravnim prezračevanjem. Dobro načrtovano mehansko prezračevanje je omogočilo večjo in bolj kontrolirano izmenjavo zraka ter hitrejši odvod emisij formaldehida iz zaprtega prostora. Blondel in Plaisance (Blondel, 2011) pa v svoji študiji poudarita, da ima zamenjava notranjih virov z manj emisivnimi mnogo večji vpliv na znižanje koncentracij formaldehida v notranjem zraku kot povečanje števila izmenjav zraka.

Järnström s sodelavci (Järnström, 2006) je spremljal tudi vpliv letnega časa in mikroklimatskih razmer na koncentracijo formaldehida v stanovanjskih stavbah na Finskem. Koncentracija formaldehida se je nekoliko povečala v poletnem času (višja temperatura zraka in relativna vlažnost tudi do 70 %). Nižje koncentracije formaldehida so izmerili pozimi (nižja temperatura zraka, suh zrak z relativno vlažnostjo okoli 15 %). Do podobnih zaključkov je prišel Sakai s sodelavci v stanovanjskih stavbah na Japonskem in na Švedskem (Sakai, 2004). Višje koncentracije so izmerili poleti in nižje pozimi. Vpliv temperature zraka na emisijo formaldehida iz gradbenih proizvodov in opreme sta dokazala tudi Blondel in Plaisance (Blondel, 2011) s študijo v študentskih domovih v Franciji. Do podobnih zaključkov pa so prišli tudi v študiji, ki je bila opravljena v laboratorijskih razmerah (Zhang, 2007). Zhang s sodelavci je ugotovil, da se z zviševanjem temperature zraka (v razponu od 18 °C do 50 °C) emisija formaldehida iz preučevanih materialov zelo poveča.

Zanimiv je tudi vpliv sekundarnih virov. Mikroklimatske razmere v prostoru imajo vpliv na emisijo formaldehida tudi iz drugih notranjih virov, iz katerih se običajno ne emitira. Emitiran formaldehid iz gradbenih materialov ali pohištva se lahko ujame med vlakna preproge in se sprost kasneje, ko se spremenita temperatura in vlažnost zraka ((Chemical Encyclopedia, 1997), (Järnström, 2006)). Ohura s sodelavci (Ohura, 2006) je v stanovanjskih stavbah v Shimizu na Japonskem dokazal, da ima prisotnost preprog pomemben vpliv na koncentracije formaldehida v notranjem zraku. Gradbeni proizvodi in oprema s formaldehidom so problematični tudi po njihovi upo-

rabi, **v fazi odpadka**. Vsakršno nenadzorovano ravnanje z odpadki, kot so odprti sežigi, ima negativne posledice na okolje in posledično na ljudi. Silva s sodelavci (Silva, 2013) je z LCA-analizo ureaformaldehidnih smol v lesnih izdelkih dokazal negativen vpliv med celotnim življenjskim ciklom. Glavni problem predstavlja ekotoksičnost za terstični in vodni ekosistem ter toksičnost za ljudi. Problem pa predstavljajo tudi emisije NOx iz uree (surov material) in ne le emisije formaldehida.

5.5 Negativen vpliv formaldehida na zdravje ljudi

Formaldehid je zelo topen v vodi, zato se hitro absorbira v respiratornem in gastrointestinalnem traktu (Salthammer, 2010) in ima dokazan negativen vpliv na zdravje. Prve študije o negativnem vplivu formaldehida na zdravje ljudi v grajenem okolju segajo v sredino šestdesetih let prejšnjega stoletja ((Murphy, 1964), (Salthammer, 2010)). Simptomi so vključevali draženje oči in zgornjih dihalnih poti (Salthammer, 2010). Znanstvene razprave o kancerogenosti formaldehida so se začele v letu 1980. Kancerogeni učinek formaldehida na laboratorijskih živalih je bil dokazan s študijo (Kerns, 1983). Danes se glavna študij ukvarja s preučevanjem negativnega vpliva formaldehida, ki nastane kot posledica akutne in kronične izpostavljenosti.

Böhm s sodelavci (Böhm, 2012) je ugotovil, da lahko formaldehid odkrijemo po vonju pri koncentracijah med 0,1 ppm (0,123 mg/m³) in 0,5 ppm (0,613 mg/m³). Te koncentracije pa pri nekaterih občutljivih ljudeh že rahlo dražijo oči, nos in grlo. Koncentracije nad 0,1 ppm (0,123 mg/m³) lahko povzročajo tudi slabost, glavobole, težave z dihanjem in alergije. Koncentracija formaldehida med 0,5 ppm (0,613 mg/m³) in 1,0 ppm (1,227 mg/m³) že pri večini ljudi povzroča draženje oči, nosu in grla, medtem ko pri koncentracijah nad 1,0 ppm (1,227 mg/m³) izpostavljenosti formaldehidu povzroča izjemno neugodje. Visoke koncentracije lahko tudi sprožijo napade pri ljudeh z astmo. Višje koncentracije od 0,7 ppm (0,859 mg/m³) povečajo tveganje za razvoj rakavega obolenja na pljučih, žrelu in nosu (OSHA, 2011). Dokazano je ((OEHA, 1991), (WHO, 2006), (DermNet, 2012), (NIST, 2011), (EPA, 1989)), da formaldehid lahko povzroči raka pri živalih in je možen povzročitelj raka v nosni votlini in grlu pri ljudeh.

International Agency for Research on Cancer (IARC) uvršča formaldehid v skupino 1 (snov (pripravek) je rakotvorna za človeka;

okoliščina izpostavljenosti ima za posledico, da so izpostavljenosti rakotvorne za človeka) (IARC, 2004). V skladu z EU-Direktivo 2001/58/CEE je formaldehid uvrščen v skupino 3, kamor prištevamo snovi, za katere se domneva, da povzročajo nastanek raka. EPA prišteva formaldehid v skupino možnih kancerogenov (EPA, 2012b). Po Uredbi 1272/2008, Uredbi 67/548/EGS in Direktivi 1999/45/ES je formaldehid razvrščen v skupino T (strupeno), C (jedko), Carc. Cat.3 (Skupina 3 rakotvornih snovi). Povzroča draženje, jedkost, alergične reakcije, kašelj, zasoplost, omamljenost, omotičnost, glavobol, zaspanost, vznemirjenost, krče, motne vida, slepoto, narkozo, komo (Varnostni list, 2011). Koncentracije formaldehida v zraku in možen vpliv na zdravje so prikazani v preglednici 4. Mejne koncentracije in možen vpliv na zdravje pa so prikazani v preglednici 5 ((OSHA, 2011), (NIOSH, 2010), (ACGIH, 2007)).

Koncentracija formaldehida v zraku (ppm, mg/m ³)	Možen vpliv na zdravje
0–0,05 ppm (0–0,06135 mg/m ³)	Ni podatkov o škodljivosti
0,05–1,05 ppm (0,06135–1,288 mg/m ³)	Nevrofiziološki učinki
0,05–1,0 ppm (0,06135–1,227 mg/m ³)	Prag zaznave z vohom
0,10–25 ppm (0,123–30,675 mg/m ³)	Draženje zgornjih dihal
5,0–30 ppm (6,135–36,81 mg/m ³)	Učinki na pljučih
5,0–100 ppm (6,135–122,699 mg/m ³)	Pljučnica, edem pljuč
> 100 ppm (122,699 mg/m ³)	Smrt

Preglednica 4 • Koncentracija formaldehida v zraku (ppm, mg/m³) in možen vpliv na zdravje ((Report on the Consensus Workshop on Formaldehyde, 1984), (Likar, 1998))

Predpisane in priporočene mejne vrednosti (preglednica 5) so bile določene na podlagi toksikoloških in epidemioloških raziskav v splošni populaciji. Zavedati pa se moramo, da imajo tudi nižje koncentracije od navedenih lahko negativen vpliv na zdravje,

predvsem v občutljivih skupinah (otroci, starejši, astmatiki, alergiki, kronični bolniki). Poleg tega pri definiranju mejnih vrednosti nista upoštevana možen medsebojni vpliv drugih onesnaževalcev v notranjem zraku in vpliv mikroklimatskih parametrov.

Referenca	Mejne vrednosti (ppm, mg/m ³) ¹	HE-koda ²	Možen vpliv na zdravje
OSHA ³ (OSHA, 2011), splošna, gradbena in ladjedelniška industrija, predpisana mejna vrednost	0,75 ppm (0,92 mg/m ³) TWA ⁴	HE1	Rak (pljuča, žrelo, nos, usta)
		HE9	Bronhialna astma
	2 ppm (2,454 mg/m ³) STEL ⁵	HE11	Pljučnica, pljučni edem
	0,5 ppm (0,613 mg/m ³), raven ukrepanja	HE14	Draženje dihal, oči in kože, alergijski kontaktni dermatitis
NIOSH ⁶ (NIOSH, 2010), priporočena mejna vrednost	0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA ⁴	HE4	Glavobol, občutek pritiska v glavi, razbijanje srca, bruhanje, krči, koma
		HE9	Preobčutljivost dihal
	0,1 ppm (0,123 mg/m ³) CEIL ⁷ (15 min)	HE11	Bronhitis, pljučnica, pljučni edem in odpoved dihal
		HE14	Draženje dihal in oči, z izgubo vida, dermatitis
ACGIH ⁸ (ACGIH, 2007), priporočena mejna vrednost	0,3 ppm (0,368 mg/m ³) 0,37 mg/m ³ (0,3 ppm) CEIL ⁷	HE15	Draženje oči in zgornjih dihal
CAL/OSHA PELs ^{9, 10} (OSHA, 2011), predpisana mejna vrednost	0,75 ppm (0,992 mg/m ³) TWA ⁴ 2 ppm (2,64 mg/m ³) STEL ⁵ 0,5 ppm (0,661 mg/m ³), raven ukrepanja		

¹ Pretvorba pri temperaturi 25 °C in tlaku 1 atm.

² HE-koda (HE Code, Health code) se uporablja za določitev resnosti možnih vplivov na zdravje v primeru prekoračitve mejnih vrednosti.

³ OSHA – Occupational Safety and Health Administration.

⁴ TLV – Threshold Limit Value, zgornja omejitev izpostavljenosti, izražena kot časovno uravnotežena koncentracija TWA, za 8-urni delovni dan in 40 urni delovni teden.

⁵ STEL – Short-Term Exposure Limit, izpostavljenost kratkotrajni vrednosti, dovoljena koncentracija, ki je višja od mejne vrednosti in ji je delavec lahko izpostavljen le kratek čas. Traja lahko največ 15 min. in se sme ponoviti največ 4-krat dnevno, pri čemer mora biti čas med dvema izpostavitvama takšni koncentraciji daljši od ene ure. Dnevna povprečna mejna vrednost ne sme biti presežena.

⁶ NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health.

⁷ CEIL – Ceiling C ali TLV-C, najvišja mejna vrednost, koncentracija, ki ne sme biti presežena niti za kratek čas.

⁸ ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienist.

⁹ CAL/OSHA – Division of Occupational Safety and Health, California.

¹⁰ PEL – Permissible Exposure Limit, dopustna meja izpostavljenosti za 8-urno časovno uravnoteženo koncentracijo (TWA).

Preglednica 5 • Mejne vrednosti koncentracij formaldehid in možen vpliv na zdravje ((OSHA, 2011), (NIOSH, 2010), (ACGIH, 2007))

Referenca	Preučevano notranje okolje, lokacija	Izmerjene koncentracije formaldehida (geometrično povprečje, razpon)	Primerjava z mejno vrednostjo ^{1, 2}
(Hodgson, 2000)	Stanovanja, ZDA	0,04 ppm (49 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,027 ppm (0,0331 mg/m ³) (8 h) (CARB); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,04 ppm (0,049 mg/m ³) (14 dni) (ATSDR); 0,03 ppm (0,0368 mg/m ³) (15–364 dni) (ATSDR); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) (365 dni in več) (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
(Brown, 2002)	Stanovanja, Avstralija	2 dni–35 tednov ³ 0,0978–0,0375 ppm (120–46 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,081 ppm (0,1 mg/m ³) (30 min.) (WHO); 0,05 ppm (0,0614 mg/m ³) dolgotrajna izpostavljenost (Canadian); 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,027 ppm (0,0331 mg/m ³) (8 h) (CARB); 0,045 ppm (55 µg/m ³) (1 h) (OEHHA); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,04 ppm (0,049 mg/m ³) (14 dni) (ATSDR); 0,03 ppm (0,0368 mg/m ³) 15–364 dni (ATSDR); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR); 0,05 ppm (0,0614 mg/m ³) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010); 100 µg/m ³ (30 min) (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002; CR 1752: 1998).
(Kirchner, 2003)	Stanovanja, Francija	0,0171 ppm (21 µg/m ³) v kuhinji	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
		0,0188 ppm (23 µg/m ³) v spalnici	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
		0,0016–0,0611 ppm (2–75 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,05 ppm (0,0614 mg/m ³) dolgotrajna izpostavljenost (Canadian); 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,027 ppm (0,0331 mg/m ³) (8 h) (CARB); 0,045 ppm (55 µg/m ³) (1 h) (OEHHA); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,04 ppm (0,049 mg/m ³) (14 dni) (ATSDR); 0,03 ppm (0,0368 mg/m ³) 15–364 dni (ATSDR); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR); 0,05 ppm (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
(Sakai, 2004)	Stanovanja, Švedska	0,00676 ppm (8,3 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>ne presega</u> mejnih vrednosti.
(Sakai, 2004)	Stanovanja, Japonska	0,0143 ppm (17,6 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
(Raw, 2004)	Stanovanja, Anglija	0,0181 ppm (22,2 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
(ARB, 2004)	Stanovanja, Kalifornija	Montažne: 0,048 ppm (0,0589 mg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,027 ppm (0,0331 mg/m ³) (8 h) (CARB); 0,045 ppm (55 µg/m ³) (1 h) (OEHHA); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,04 ppm (0,049 mg/m ³) (14 dni) (ATSDR); 0,03 ppm (0,0368 mg/m ³) 15–364 dni (ATSDR);

			0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
		Klasično zidane: 0,015 ppm (0,0184 mg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
(ARB, 2004)	Javne stavbe, Kalifornija	Učilnice: 0,019 ppm (0,0233 mg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
		Poslovne: 0,04 ppm (0,0491 mg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,027 ppm (0,0331 mg/m ³) (8 h) (CARB); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,03 ppm (0,0368 mg/m ³) 15–364 dni (ATSDR); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
(Ohura, 2006)	Stanovanja, Japonska	0,016 ppm (19 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
(Gilbert, 2006)	Stanovanja, Kanada	0,0240 ppm (29,5 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
		0,0078–0,0734 ppm (9,6–90,0 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,05 ppm (0,0614 mg/m ³) dolgotrajna izpostavljenost (Canadian); 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,1 ppm (0,123 mg/m ³) CEIL (15 min) (NIOSH); 0,027 ppm (0,0331 mg/m ³) (8 h) (CARB); 0,045 ppm (55 µg/m ³) (1 h) (OEHHA); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,04 ppm (0,049 mg/m ³) (14 dni) (ATSDR); 0,03 ppm (0,0368 mg/m ³) 15–364 dni (ATSDR); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR); 0,05 ppm (0,0614 mg/m ³) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010); 100 µg/m ³ (30 min) (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002; CR 1752: 1998).
(Park, 2006)	Stanovanja, Japonska	1–3 let: 0,109–0,0701 ppm (134–86 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,081 ppm (0,1 mg/m ³) (30 min.) (WHO); 0,1 ppm (0,123 mg/m ³) dolgotrajna izpostavljenost (Canadian); 0,05 ppm (0,0614 mg/m ³) dolgotrajna izpostavljenost (Canadian); 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,1 ppm (0,123 mg/m ³) CEIL (15 min.) (NIOSH); 0,027 ppm (0,0331 mg/m ³) (8 h) (CARB); 0,045 ppm (55 µg/m ³) (1 h) (OEHHA); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,04 ppm (0,049 mg/m ³) (14 dni) (ATSDR); 0,03 ppm (0,0368 mg/m ³) 15–364 dni (ATSDR); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR); 0,05 ppm (0,0614 mg/m ³) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010); 100 µg/m ³ (30 min) (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002; CR 1752).
(Järnström, 2006)	Stanovanja, Finska	Maksimalna: 0,030 ppm (37 µg/m ³)	Izmerjena koncentracija v študiji <u>presega</u> mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,027 ppm (0,0331 mg/m ³) (8 h) (CARB); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHHA); 0,03 ppm (0,0368 mg/m ³) 15–364 dni (ATSDR);

			0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).
(Blondel, 2011)	Študentske sobe, Francija	0,0174 ppm (21,3 µg/m ³) 1–131 µg/m ² h	Izmerjena koncentracija v študiji presega mejne vrednosti: 0,016 ppm (0,0196 mg/m ³) TWA (NIOSH); 0,0073 ppm (9 µg/m ³) (8 h) (OEHA); 0,008 ppm (0,00982 mg/m ³) 365 dni in več (ATSDR) (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).

¹ Vrednosti, izmerjene v študijah, smo primerjali s predpisanimi ali priporočenimi vrednostmi za notranje okolje ((Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002), (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010)). V primeru preseganja je navedeno, katere mejna vrednost je presežena po organizaciji/instituciji, ki jo določajo (WHO, Canadian, NIOSH, OEHA, ATSDR, CARB itd.).

² Pretvorba pri temperaturi 25 °C in tlaku 1 atm.

³ Čas merjenja od dveh dni do 35 tednov.

Preglednica 6 • Pregled izmerjenih koncentracij formaldehida (ppm, mg/m³) v obravnavanih študijah in primerjava z mejno vrednostjo ((OSHA, 2011), (NIOSH, 2010), (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010), (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002), (Järnström, 2008), (Hodgson, 2000), (Brown, 2002), (Kirchner, 2003), (Sakai, 2004), (Raw, 2004), (ARB, 2004), (Ohura, 2006), (Park, 2006), (Järnström, 2006), (Blondel, 2010), (Böhm, 2012), (Gilbert, 2006))

V nadaljevanju so predstavljeni izsledki primerjave med izmerjenimi koncentracijami formaldehida iz obravnavanih študij ter predpisanimi in priporočenimi vrednostmi ((Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002), (Informativna Priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010)).

Primerjava je pokazala, da vse izmerjene koncentracije iz obravnavanih študij (preglednica 6) presežejo predpisane ali priporočene mejne vrednosti formaldehida ((Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002), (Informativna priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010)), razen izmerjena koncentracija formaldehida v študiji (Sakai, 2004), ki je bila opravljena na Švedskem.

Izmerjene koncentracije formaldehida v obravnavanih študijah so znašale od 0,0016 ppm (2 µg/m³) do 0,109 ppm (134 µg/

m³). Izmerjene koncentracije v štirih študijah od pregledanih enajstih študij so dosegle prag zaznave z vohom (0,05–1,0 ppm; 0,0661–1,32 mg/m³). Izmerjene koncentracije v eni študiji od pregledanih enajstih so dosegle vrednosti, ki pri izpostavljenih posameznikih lahko povzročijo draženje zgornjih dihalnih poti (0,10–25 ppm; 0,123–30,675 mg/m³) ((Report on the Consensus Workshop on Formaldehyde, 1984), (Likar, 1998)). Izmerjene koncentracije v dveh študijah od pregledanih enajstih so presegle koncentracijo 0,081 ppm (0,1 mg/m³, WHO), kar lahko izzove iritacijo v občutljivi skupini po 30 min. izpostavljenosti (WHO, 2010). Izmerjene koncentracije v osmih študijah pa so presegle koncentracijo 0,027 ppm (0,0331 mg/m³, 8 ur, CARB), kar lahko povzroči iritacijo v občutljivi skupini (Informativna priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010). Doseg koncentracij 0,05–

1,05 ppm (0,0661–1,39 mg/m³) ima lahko za posledico nevrofiziološke učinke ((Report on the Consensus Workshop on Formaldehyde, 1984), (Likar, 1998)). V primeru prekoračitve 0,05 ppm (0,0614 mg/m³) se pojavi tveganje za razvoj rakastih obolenj (Informativna priloga B, ANSI/ASHRAE Standard 62.1.: 2010).

Obširen pregled študij, ki ga je opravil Salthammer s sodelavci (Salthammer, 2010), je dokazal, da znaša povprečna izpostavljenost v splošni populaciji v normalnih bivalnih razmerah od 20 µg/m³ (0,0163 ppm) do 40 µg/m³ (0,0326 ppm). Salthammer podari, da se v novejših stavbah in ob sprememljenih mikroklimatskih razmerah pogosto pojavijo mnogo višje povprečne in maksimalne koncentracije, ki vodijo do večje izpostavljenosti in zdravstvenega tveganja, predvsem med občutljivimi posamezniki.

6 • SKLEP

S sistematičnim pregledom literature smo ugotovili, da konkretnih zahtev, ki bi se nanašale na dovoljene vsebnosti formaldehida v gradbenih proizvodih in oprepi, v Sloveniji ni. Niti ni zahtev, ki bi pokrile vse faze življenjskega cikla proizvoda. Problem se pojavi pri gradbenih proizvodih, ki so že vgrajeni in iz katerih se formaldehid še vedno emitira. Zakonske zahteve za kvaliteto notranjega zraka omejujejo onesnaževalce, vendar vrednosti zaščitijo le splošno populacijo in ne občutljivih skupin, kot so otroci, astmatiki in drugi. Mejne vrednosti so podane večinoma za delovno okolje in ne za bivalno.

Pregled študij je pokazal, da formaldehid prištevamo med pomembne onesnaževalce notranjega zraka. Prisoten je v številnih notranjih okoljih, tako v javnih kot v stanovanjskih stavbah. Formaldehid je problematičen med celotnim življenjskim ciklom stavbe in gradbenih proizvodov. Višje koncentracije so se pojavile predvsem v povezavi z novejšimi stavbami, novejšimi gradbenimi proizvodi in opremo. Na stopnjo emisije so imeli vpliv tudi način ogrevanja in prezračevanja ter mikroklimatske razmere v stavbi. Izmerjene koncentracije formaldehida v obravnavanih študijah so presegle pred-

pisane ali priporočene mejne vrednosti, ki pri izpostavljenih posameznikih lahko povzročajo negativen vpliv na zdravje. Četudi katere izmed koncentracij v notranjih okoljih ne presežejo mejnih vrednosti, se lahko pojavi negativen vpliv na zdravje. Vpliv na zdravje je namreč odvisen od vrste snovi, časa izpostavljenosti, doze in individualnih značilnosti posameznika (Yassi, 2001). V notranjih okoljih so v sklopu populacije prisotne tudi občutljive skupine (otroci, starejši, astmatiki, alergiki, kronični bolniki, kadilci), pri katerih se negativen vpliv na zdravje lahko pojavi tudi pri nižjih koncentracijah od predpisanih ali priporočenih. V bivalnem okolju so časi izpostavljenosti zelo dolgi, možen je vpliv mikroklimatskih parametrov, pogosto je prisotnih več različnih onesnaževalcev, kate-

rih medsebojni vplivi so manj znani. Da se zaščiti tudi občutljive posameznike, je treba izpeljati celovite ukrepe in preprečiti emisije nevarnih snovi iz gradbenih proizvodov in opreme v okolje.

Za preprečevanje emisij formaldehida je treba izpeljati ukrepe na ravni zakonodaje, stavbe, materialov in sistemov. Vzpostaviti bi bilo treba zakonske zahteve, ki bi omejile ali v celoti prepovedale uporabo formal-

dehida v vseh gradbenih proizvodih in opremi. Poleg tega bi bilo treba vzpostaviti zahteve, ki se nanašajo na označevanje vsebnosti formaldehida v proizvodu. Proizvodnja mora biti usmerjena v zdravju in okolju prijazne alternative, kot so izdelki brez vsebnosti formaldehida (formaldehyde free), ki so že na tržišču. Nadzor nad izdelki naj bo stalen in naj vključuje vse faze življenjskega cikla.

Čeprav se splošna in strokovna javnost večinoma zavedata problemov, povezanih s formaldehidom, v praksi ni enotnih in sistemskih ukrepov. Nadzor na viru z izborom gradbenih proizvodov in opreme, ki so nizkoemisijski, je tudi glavni ukrep za doseganje dobre kvalitete notranjega zraka in učinkovitega zmanjševanja tveganja zaradi izpostavljenosti onesnaževalcem ((Raw, 2004), (Toumainien, 2001), (CR 1752: 1998)).

7 • LITERATURA

- ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienist, TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices, Cincinnati, Ohio, 2007.
- ARB, Air Resources Board, Indoor air quality guideline, povzeto 4. 11. 2012 po: <http://www.arb.ca.gov/research/indoor/formaldGL08-04.pdf>, 2004.
- ANSI/ASHRAE Standard 62.1, Ventilation for acceptable indoor air quality, ASHRAE, 2010.
- APA, The Engineered Wood Association, Formaldehyde Emissions and Exemptions, povzeto 20. 5. 2013 po: http://www.apawood.org/level_b.cfm?content=srv_env_form, 2013.
- Blondel, A., Plaisance, H., Screening of formaldehyde indoor sources and quantification of their emission using a passive sampler, Building and Environment, l. 46, št. 6, str. 1284–1291, 2011.
- Böhm, M., Salem, M. Z. M., Srba, J., Formaldehyde emission monitoring from a variety of solid wood, plywood, blockboard and flooring products manufactured for building and furnishing materials, Journal of Hazardous Materials, l. 221–222, št. 68–79, 2012.
- Brown, S. K., Volatile organic compounds in new and established buildings in Melbourne, Australia, Indoor Air, l. 12, št. 1, str. 55–63, 2002.
- Chemical Encyclopedia, Formaldehyde, povzeto 4. 1. 2013 po: <http://www.healthychild.org/issues/chemical-pop/formaldehyde/>, 1997.
- CR 1752, Ventilation for buildings-Design Criteria for the indoor environment, Technical Committee CEN/TC 156, 1998.
- Dasgupta, P. K., Li, J., Zhang, G., Luke, W. T., McClenny, W.A., Stutz, J., Fried, A., Summertime ambient formaldehyde in five U.S. metropolitan areas: Nashville, Atlanta, Houston, Philadelphia, and Tampa, Environ Sci Technol, l. 39, št. 13, str. 4767–83, 2005.
- DermNet, Formaldehyde allergy, povzeto 20. 10. 2012 po: <http://dermnetnz.org/dermatitis/formaldehyde-allergy.html>, 2012.
- Directiva 2001/58/EC, COMMISSION DIRECTIVE 2001/58/EC of 27 July 2001 amending for the second time Directive 91/155/EEC defining and laying down the detailed arrangements for the system of specific information relating to dangerous preparations in implementation of Article 14 of European Parliament and Council Directive 1999/45/EC and relating to dangerous substances in implementation of Article 27 of Council Directive 67/548/EEC (safety data sheets), 2001.
- Direktiva 1999/45/ES Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 31. maja 1999 o približevanju zakonov in drugih predpisov držav članic v zvezi z razvrščanjem, pakiranjem in označevanjem nevarnih pripravkov, 1999.
- Dovjak, M., Krist, Ž., Health concerns of PVC materials in the built environment. International Journal Of Sanitary Engineering Research, l. 5, št. 1, str. 4–26, 2011.
- ECA, European Concerted Action Indoor Air Quality & Its Impact On Man, Cost Project 61 3. Environment And Quality Of Life, Report No. 4. August 1989, SBS, A Practical Guide- Commission Of The European Communities Directorate-General Information Market And Innovation Batiment Jean Monnet Luxembourg, 1989.
- EN 717-1, Wood-based Panels – Determination of Formaldehyde Release – Formaldehyde emission by the chamber method, 2004.
- EN 300, Oriented Strand Boards (OSB) – Definitions, classification and specifications, 1996.
- EPA, Environmental Protection Agency, An Introduction to Indoor Air Quality (IAQ) Formaldehyde, povzeto 20. 10. 2012 po: <http://www.epa.gov/iaq/formaldehyde.html>, 1997.
- EPA, Environmental Protection agency, Formaldehyde, povzeto 20. 5. 2013 po: <http://www.epa.gov/iaq/formaldehyde.html>, 2012a.
- EPA, Environmental Protection Agency, Formaldehyde (CASRN 50-00-0). Povzeto 5. 6. 2013 po: <http://www.epa.gov/iris/subst/0419.htm>, 2012b.
- Gilbert, N. L., Gauvin, D., Guay, M., Heroux, M. E., Dupuis, G., Legris, M., Chan, C. C., Dietz, R. N., Levesque, B., Housing characteristics and indoor concentrations of nitrogen dioxide and formaldehyde in Quebec City, Canada, Environmental Research, l. 102, št.1, str. 1–8, 2006.

- Grajšek, U., Vpliv deleža skorje v iverni plošči na vsebnost prostega formaldehida, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta oddelek za lesarstvo, 2008.
- Hauptmann, M., Straif, K., Pesch, B., V Handbuch der Umweltmedizin, Wichmann H.E., Schlipkötter H.W., Füllgraff G., (ur), Landsberg, ECOMED-Verlag, I. 3, str. 1–28, 2006.
- Hendrick, D.J., Lane, D.J., Occupational formalin asthma, Brit. J. Industr. Med., št. 34, str. 11–18, 1977.
- Hodgson, A. T., Rudd, A. F., Beal, D., Chandra, S. Volatile organic compound concentration and emission rates in new manufactured and site-built houses, Indoor Air, I. 10, str. 178–192, 2000.
- Kirchner, S., Gauvin, S., Golliot, F., Ramalho, O. and Pennequin, A., French permanent survey on indoor air quality microenvironmental concentrations of volatile organic compounds in 90 French dwellings, Proceedings of Healthy Buildings 2003, Singapore, str. 349–354, 2003.
- IARC, International Agency for Research on Cancer, IARC Classifies Formaldehyde As Carcinogenic To Humans, povzeto 5. 6. 2013 po: <http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2004/pr153.html>, 2004.
- Interchem, povzeto 24. 3. 2013 po: <http://www.interchem.si/ponudba/prehrambena-industrija/formaldehid/>, 2010.
- Järnström, H., Saarela, K., Kalliokoski, P., Pasanen, A. L., Reference values for indoor air pollutant concentrations in new, residential buildings in Finland, Atmospheric Environment, I. 40, št. 37, str. 7178–7191, 2006.
- Järnström, H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings, VTT PUBLICATIONS 672, ESPOO 2007, Edita Prima Oy, Helsinki, 2008.
- Kerns, W. D., Pavkov, K. L., Donofrio, D. J., Gralla, E. J., Swenberg, J. A., Carcinogenicity of formaldehyde in rats and mice after long-term inhalation exposure, Cancer Res., I. 43, št. 9, str. 4382–92, 1983.
- Likar, M., Formaldehyd, v: Vodnik po onesnaževalcih okolja, Zbornica sanitarnih tehnikov in inženirjev Slovenije, str. 152–153, 1998.
- MSDS. 2012. Material Safety Data Sheet, Formaldehyde, povzeto 12. 1. 2013 po: <http://www.kendon.com.au/catalogue/MSDS/Industrial/Formaldehyde.htm>, 2012.
- Murphy, S. D., Davis, H. V., Zaratzian, V. L., Biochemical effects in rats from irritating air contaminants, Toxicology and Applied Pharmacology, I. 6, št. 5, str. 520–528, 1964.
- NIOSH, NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, CDC, Atlanta, 2010.
- NIST, Formaldehyde, National Institute of Standards and Technology, povzeto 22. 10. 2012 po: <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C50000&Units=SI>, 2011.
- Odločba Komisije 2009/894/ES z dne 30. novembra 2009 o določitvi okoljskih meril za podelitev znaka Skupnosti za okolje za leseno pohištvo, Uradni list Evropske unije L 320/23 z dne 5. decembra 2009.
- OEHHA, Office of Environmental Health Hazard Assessment, Formaldehyde (methanal; oxymethane; oxomethylene; methylene oxide; formic aldehyde; methyl aldehyde), povzeto 20. 10. 2012 po: http://oehha.ca.gov/air/chronic_rels.pdf50000.pdf, 1991.
- Ohura, T., Amagai, T., Senga, Y. and Fusaya, M., Organic air pollutants inside and outside residences in Shimizu, Japan: Levels, sources and risks, Science of the Total Environment, I. 366, str. 485–499, 2006.
- OSHA, Occupational Safety and Health Administration, Formaldehyde, povzeto 28. 10. 2012 po: http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_242600.html, 2011.
- Park, J. S., Ikeda, K., Variations of formaldehyde and VOC levels during 3 years in new and older homes, Indoor Air, I. 16, št. 2, str. 129–135, 2006.
- Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu, Ur. l. RS, št. 100/2001, 39/2005, 53/2007, 102/2010, 43/2011.
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002, 105/2002.
- Raw, G. J., Coward, S. K. D., Brown, V. M., Crump, D. R., Exposure to air pollutants in English homes, Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, I. 14, S85–S94, 2004.
- Report on the Consensus Workshop on Formaldehyde, Environ Health Perspect, I. 58, str. 323–381, 1984.
- Sakai, K., Norbäck, D., Mi Y., Shibata, E., Kamijima, M., Yamada, T., Takeuchi, Y., A comparison of indoor air pollutants in Japan and Sweden: formaldehyde, nitrogen dioxide, and chlorinated volatile organic compounds, Environmental Research, I. 94, št. 1, str. 75–85, 2004.
- Salthammer, T., Mentese, S., Marutzky R., Formaldehyde in the Indoor Environment, Chem Rev., I. 110, št. 4, str. 2536–2572, 2010.
- Silva, D. A. L., Mendes, N. C., Varanda, L. D., Ometto, A. R., Lahr, F.A.R., Life cycle assessment of urea formaldehyde resin: comparison by CML (2001), EDIP (1997) and USEtox (2008) methods for toxicological impact categories, Re-engineering Manufacturing for Sustainability: Proceedings of the 20th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Singapore 17–19 April, 2013 I, XVI str. 529–534, 2013.
- Tuomainen, M., Pasanen, A.L., Tuomainen, A., Liesvuori, J., Juvonen, P., Usefulness of the Finnish classification of indoor climate, construction and finishing materials: comparison of indoor climate between two new blocks of flats in Finland, Atmospheric Environment, I. 35, št. 2, str. 305–313, 2001.

- Uredba (EU) št. 305/2011 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 9. marca 2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in razveljavitvi Direktive Sveta 89/106/EGS, 2011.
- Uredba o zelenem javnem naročanju, ZeJN, Ur. l. RS, št. 102/2011.
- Uredba o ravnanju z odpadki, Ur. l. RS, št. 34/2008, 103/2011.
- Uredba (ES) št. 1272/2008, Uredba (ES) št. 1272/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi, o spremembi in razveljavitvi direktiv 67/548/EGS in 1999/45/ES ter spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006.
- Uredba 67/548/EEC, Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances, 1967.
- Varnostni list za formaldehid, v skladu z Uredbo (ES) št. 1907/2006, verzija 21.11, MERCK, 2011.
- WHO, 2006. World Health Organisation, Volume 88 Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. Povzeto 20. 10. 2012 po: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/volume88.pdf>, 2006.
- WHO, WHO Guidelines for Indoor Air 2010, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2010.
- Wolkoff, P., Nielsen, G. D., Non-cancer effects of formaldehyde and relevance for setting an indoor air guideline. Environment International, l. 36, št. 7, str. 788–799, 2010.
- Yassi, A., Kjellström, T., de Kok, T., Guidotti, T., Basic Environmental Health, Oxford, Oxford University Press, 2001.
- Zhang, Z., Luo, X., Wang, X., Q. K., Zhao, R., Influence of temperature on formaldehyde emission parameters of dry building materials, Atmospheric Environment, l. 41, št. 15, str. 3203–3216, 2007.
- 24 CFR PART 3280 – MANUFACTURED HOME CONSTRUCTION AND SAFETY STANDARDS, US Department of housing and urban development.

ŠE EN PRIKAZ PROJEKTOV S STARIMI NAPAKAMI

YET ANOTHER DEMONSTRATION OF PROJECTS WITH OLD MISTAKES

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.

m.rismal@masicom.net

Barjanska 68, 1000 Ljubljana

Strokovni članek

UDK 556.18:628.1.004(497.12)

Povzetek | Članek je odgovor na prispevek A. Kryžanowskega in I. Žigona o ureditvi oskrbe prebivalstva s pitno vodo slovenske Istre in zalednega kraškega območja na Mišičevem dnevu 2012. V svojem prispevku povzemata za ta vodovod že narejene projekte. S ponovno pomanjkljivo interpretacijo zadnjih hidroloških meritev v letih 2011 in 2012 pa zdaj predlagata etapno realizacijo obalnega vodovoda s črpanjem kraške vode iz Brestovice in iz Ilirske Bistrice, v drugi fazi pa izgradnjo nove akumulacije na Padežu. Avtorja namreč pokažeta le histograme pretokov Rižane za sušni leti 2011 in 2012, brez upoštevanja vodne bilance obeh že zgrajenih, a neizkoriščenih akumulacij Mole in Klivnika, ki bi pokazala, da imata ti akumulaciji, tudi v teh ekstremno sušnih letih, za 50 let, tj. do leta 2062, dovolj vode ne le za pokritje deficita Rižanskega ampak tudi za vse potrebe Kraškega vodovoda in vodovoda Ilirske Bistrice. Svoj predlog podkrepita še z nerealno visoko ceno obeh neizkoriščenih akumulacij. Članek opozarja na anomalijo, da investitorja tega vodovoda, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje ter Rižanski vodovod, že leta preprečujeta regularno strokovno obravnavo pravilne in cenejše rešitve vodovoda z že zgrajenima akumulacijama na Moli in Klivniku, ki so jo potrdili tudi neodvisni tuji izvedenci.

Ključne besede: preskrba s pitno vodo, hidrologija

Summary | The paper is the response on the paper of A. Kryžanowski and I. Žigon about water supply for Slovenian Istra and the back-karst region on "The Mišič day 2012", in which they summarize the already existing projects, and with the repeatedly deficient interpretation of the recent hydrologic measurement in 2011 and 2012 propose a new one, in this case, with two step implementation, first with Karst water from Brestovica and Bistrica, and later on, with the construction of the new water reservoir on the brook of Padež. This project is based on flow measurements of Rižana river, without water balance of both already existing Reservoirs on Mola and Klivnik creeks, which would show that there is enough water for next 50 years, up to 2062, not only for the existent deficit of Rižana waterworks, but also for total water demand of neighbouring Karst and Ilirska Bistrica waterworks. The costs for applying both reservoirs are strongly overestimated. The paper calls for attention that even after positive expertise of independent foreign experts the regular assessment of using the existent reservoirs has for years been prevented by the Ministry of Agriculture and Environment and Rižana Waterworks.

Key words: water supply, hydrology

1 • UVOD

V obravnavanem prispevku na Mišičevem dnevu 2012 (Kryžanowski, 2012) sta avtorja

podala pregled že narejenih projektov za pitno vodo slovenske Istre in zalednega Krasa ter

ga dopolnila z novimi meritvami Rižane v ekstremno sušnih letih 2011 in 2012 ter pred-

logom za etapno izgradnjo tega vodovoda, v prvi fazi za ca. 30 let s črpanjem vode iz kraške vrtine v Brestovici in iz kraškega izvira Bistrice v Ilirski Bistrici, v drugi etapi leta 2030 pa z izgradnjo nove akumulacije na Padežu. Ivan Žigon je kot predstavnik Rižanskega vodovoda sodeloval pri vseh šestih načrtih. Za doc. dr. Kryžanowskega pa je to, z načrtom Suhorke in Padeža, ki ga je vodil kot inženir projekta, že tretji napačni načrt tega vodovoda ((Stojič, 2008), (Kryžanowski,

2006), (Kryžanowski, 2008), (Krajnc, 2010), (Kryžanowski, 2012b), (Žigon, 2012)). Nova vodna bilanca, prikazana v tem prispevku, z upoštevanjem meritev Rižane v zadnji ekstremni suši 2011. in 2012., na katere se v prispevku na Mišičevem dnevu sklicujeta, pa ponovno pokaže, da tudi pri tem projektu brez dokazov ponavljata strokovno napačne in neresnične trditve:

a) da zgrajeni akumulaciji Mola in Klivnik za ta vodovod nimata dovolj vode;

b) da ta rešitev naravovarstveno ni primerna, ker ne zagotavlja ekološko potrebnih minimalnih pretokov Reke po predpisu MOP za Qes = 925 l/s (Trnovo) in 1388 l/s (Cerkvenikov mlin) oziroma po novem 600 l/s in 900 l/s ter po Brillyjevem »ekohidrološkem kriteriju« 800 l/s (Brilly, 2009);

c) da je uporaba že zgrajenih akumulacij Mole in Klivnika vsaj 20 % dražja od projekta (preglednici 1 in 2), ki ga predlagata.

2 • NAPAKE PROJEKTA

2.1 Napačna ocena investicije

Investicija načrta A in C v preglednici 1, za vodo iz vrtine Kraškega vodovoda v Brestovici in izvira Bistrice v Ilirski Bistrici ter za izgradnjo nove akumulacije na Padežu, naj bi po oceni obeh avtorjev znašala 69,979.824 evrov. Rešitev vodovoda z že zgrajenima akumulacijama Mola in Klivnik, za kateri pravita, da nimata dovolj vode, pa ocenjujeta na 110,288.850 evrov.

Iz primerjave obeh rešitev na sliki 1 je že brez podrobne kalkulacije jasno, da uporaba neizkoriščenih akumulacij Mole in Klivnika ne more biti dražja od gradnje nove akumulacije na Padežu. S črpanjem vode po 10 km dolgi cevi 255 m visoko v rezervoar v Rodiku (preglednici 1 in 2) in s 500 m padca do vodarne na Cepkah, po predlogu Rismala, je energetsko pozitivna. Črpanje vode iz Brestovice 600 m visoko, po 40 km dolgi cevi na Rodik, po rešitvi obeh avtorjev, pa je s 350 m zgubljenega energetske višine energetsko negativna (Rismal, 2012b).

Obe akumulaciji z Rižano imata, nasprotno od trditve obeh avtorjev, dovolj vode tudi za dolgoročne 50-letne skupne potrebe Rižanskega in Kraškega vodovoda ter vodovoda Ilirske Bistrice ((Rismal, 2012a), (Rismal, 2012b), (Remmler, 2007)).

Vrednotenje investicije projekta B, z izrabo akumulacij Mola in Klivnik, po izračunih avtorjev v razpredelnici 1 vsebuje naslednje napake:

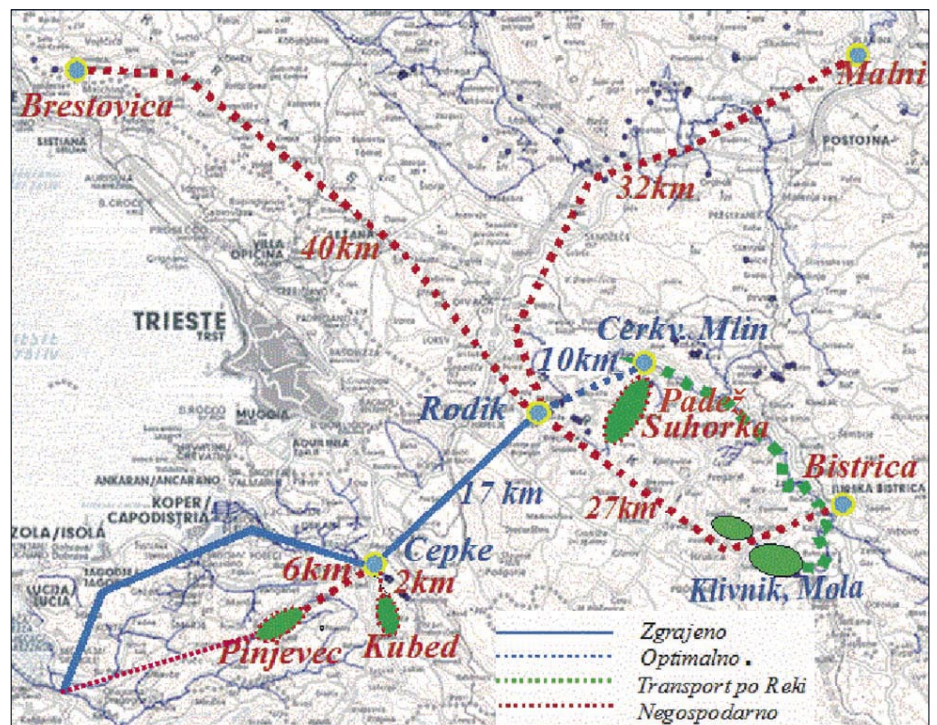
– najprej je treba pojasniti, da rešitev za varianto B s transportom vode iz Mole po cevi, upoštevana v preglednici 1, ni bila nikoli predlagana, ker je transport vode po cevi, v primerjavi s transportom po naravnem koritu Reke, negospodaren, naravovarstveno in ekološko pa napačen ((Rismal, 2007), (Rismal, 2009));

– s stališča integralnega gospodarjenja z vodami, ki vključuje vsa za vodo vložena finančna sredstva, bi morala avtorja v preglednici 1 pri vseh variantah ceno že zgrajenih Mole in Klivnika 28,489.480 evrov upoštevati ali pa jo, kot je to storjeno v preglednici 2, opustiti;

– odvod in čiščenje odpadnih voda za zaščito Reke ni obveznost vodovoda, to je treba urediti po že obstoječih predpisih, in ker Reka napaja po Unescu zaščitene Škocjanske jame, kraško podtalnico pa bogati z 250 milijoni kubičnih metrov na leto;

– stroški za odvod in čiščenje odpadnih voda za zaščito kakovosti Reke so torej pri vseh variantah A, B in C enaki; po zakonu so jih dolžni poravnati povzročitelji, največja čistilna naprava v Ilirski Bistrici pa je že zgrajena;

– po avtorjih v preglednici 1 predvideno povračilo vodovoda kmetijstvu v višini 33,000.000 evrov ni utemeljeno; po predpisih kmetijstvo rek ne sme onesnaževati z gnojili in pesticidi, s predpisanim obvodnim pasom so reke preventivno zaščitene, potrebna zaščita tekočih voda, v tem primeru Reke, pa ni enaka potrebnim ukrepom za zaščito stoječih voda proti eutrofosti, posebno če se voda za vodovod iz akumulacij neposredno zajema, kot je načrtovano na Suhorki in Padežu;



Slika 1 • Shema načrta Kryžanowskega in Žigona za vodo iz nove akumulacije Padež in iz črpališča v Brestovici v primerjavi z uporabo že zgrajenih akumulacij Mola in Klivnik s črpališčem pri Cerkvenikovem mlinu in z drugimi projekti.

- analize pokažejo, stroka pa to ve, da se evtrofna voda pri iztoku iz Mole dobro prezrači in se na več kot 17 km dolgem odseku Reke, do odvzema vodovoda pri Cerkvnikovem mlinu, naravno regenerira, zato je kakovost Reke za pripravo pitne vode že danes enaka kot kraška podtalnica Rižane in Brestovice – v prvem kakovostnem razredu;
- vire in vzroke nepredvidenega onesnaženja Reke pa je, s predvidenim varnostnim rezervuarjem, mogoče hitreje ugotoviti in lažje odpraviti kot pri kraški podtalnici Rižane in Brestovice.

Zato je v preglednici 2 podana realna ocena investicije vodovoda za vse tri variante A, B in C, z upoštevanjem vrednosti 28,489.480 evrov že zgrajenih akumulacij Mole in Klivnika in brez upoštevanja te vrednosti. V zadnji vrstici je podana še investicija brez izgradnje načrtovane nove 17 km dolge cevi Rodik–Čepke, ker jo je, če to pokaže energetska-ekonomska presoja, mogoče zgraditi v naslednji etapi. Treba pa je opozoriti, da v preglednici 2 za varianto C niso

vključeni stroški ca. 900.000 evrov na leto za 600 m visoko črpanje vode iz Brestovice (Rismal, 2012).

2.2 Pomanjkljiva interpretacija hidroloških podatkov

Avtorja variante C vodovoda v omenjenih prispevkih opisujeta deficit Rižanskega vodovoda v najbolj sušnih mesecih 2011. in 2012., ko je, podobno kot leta 2003, po zagotovitvi biološkega minimuma v Rižani 0,100 m³/s, ostalo za vodovod le 0,130 m³/s. ((Kryžanowski, 2012), (Kryžanowski, 2012a), (Krajnc, 2010)).

Pri predvideni maksimalni dnevni porabi 32.262 m³ (0,374 m³/s) pa so manjkajočih 20.736 m³ (0,240 m³/s) delno nadomestili iz lokalnega izvira Gabrijeli 0,040 m³/s večino pa iz Kraškega vodovoda 0,120 m³/s in sosednje Hrvaške 0,080 m³/s (Kryžanowski, 2012).

Črta trajanja in histogrami Rižane za obe sušni leti 2011 in 2012 v njenem prispevku, v katerem opisujeta sušo, pa še niso dokaz za trditev obeh avtorjev, da Mola in Klivnik nimata dovolj vode.

Na to vprašanje lahko odgovori le letna in večletna vodna bilanca mesečne porabe tega vodovoda z dnevnimi pretoki Rižane po meritvah ARSO (Kubed II) in z odvzemom manjkajoče vode iz obeh akumulacij in iz Reke (v. p. Cerkvnikov mlin). Ta pa, z izračunom s preverjenim modelom z rezultati na slikah 3 do 7, pokaže, da imata obe akumulaciji z Rižano, tudi pri sušah, kot sta bili zadnji 2011. in 2012., za potrebe Rižanskega vodovoda (in vseh treh vodovodov) več kot dovolj vode.

Leta 2011, pri porabi vode 9,175.650 m³/l (slika 3), bi Rižanski vodovod potreboval iz Reke in iz obeh akumulacij le 2,166.733 m³ vode. Pri zdaj očitno znižanem predpisu na Q_{es} = 600 l/s (Trnovo) so iz obeh akumulacij izpustili 5,738.515 m³ vode. V akumulacijah pa je zaradi pritokov ostalo še 3,123.146 m³ vode (slika 4). Minimalni pretoki Reke (Cerkvnikov mlin) in Rižane (Kubed II) pa niso bili manjši od 0,670 m³/s oziroma od 0,162 m³/s, kar je več od za Rižano dopustnih 0,100 m³/s ekološko sprejemljivega pretoka (Q_{es}).

STROŠKOVNA PRIMERJAVA VARIANT Kryžanowski-Žigon	Varianta A	Varianta B		Varianta C
	Akumulacija Suhorka	Transport vode iz Mole po Reki	Transport vode iz Mole po cevi	Novelacijski načrt Suhorke z akumulacijo Padež
Dodatna projektna dokumentacija	1,500.000	4,000.000	5,000.000	2,000.000
Vodna akumulacija	40,372.440	28,489.480	28,489.480	40,574.070
Transport Mola–Padež			11,630.193	
Zajetje Reka in črpališče		600.000		
Varnostni bazen predčiščenja		2,200.000	2,200.000	
Priprava pitne vode	7,052.245	7,052.245	7,052.245	7,052.245
Transport Padež–Rižana	17,255.305	17,255.305	17,255.305	16,896.659
Skupaj investicije	66,179.990	59,597.030	71,627.223	66,522.974
Sanacije v zaledju				
Kanalizacije in čistilne naprave	1,429.000	10,075.000	1,384.000	1,429.000
Dodatni ukrepi (ceste, deponije)	7,616.820	7,616.820		
Odškodnine za kmetijstvo, 30 let	7,080.118	33,000.000	8,000.000	2,027.850
Skupaj sanacije	16,125.938	50,691.820	9,384.000	3,456.850
SKUPAJ	82,305.928	110,288.850	81,011.223	69,979.824*

* Vrednost brez letnih energetskih stroškov za 600 m visoko črpanje vode ca. 900.000 evrov na leto.

Preglednica 1 • Cena za Molo in Klivnik po Kryžanowskem in Žigonu (Mišičev dan, 2012)

	Variant A	Varianta B		Varianta C
REALNA OCENA VARIANT	Akumulacija Suhorka	Transport vode iz Mole po Reki	Transport po cevi ni predviden	Novelacijski načrt Suhorke z akumulacijo Padež
Dodatna projektna dokumentacija	1,500.000	1,500.000		2,000.000
Vodna akumulacija	40,372.440	1,000.000		40,574.070
Transport Mola–Padež				
Zajetje Reka in črpališče		600.000		
Varnostni bazen predčiščenja		2,200.000		
Priprava pitne vode	7,052.245	7,052.245		7,052.245
Transport Padež–Rižana	17,255.305	17,255.305		16,896.659
Skupaj investicije	66,179.990	29,607.550		66,522.974
Sanacije v zaledju				
Kanalizacije in čistilne naprave	1,429.000			1,429.000
Dodatni ukrepi (ceste, deponije)	7,616.820	3,400.000		
Odškodnine za kmetijstvo, 30 let	7,080.118			2,027.850
Skupaj sanacije	16,125.938	3,400.000		3,456.850*
SKUPAJ brez Mole in Klivnika	82,305.928	36,407.550		69,979.824*
SKUPAJ z Molo in Klivnikom	110,795.408	64,897.030		98,469.304
Brez nove cevi Rodik–vodarna Cepke	100,540.023	54,641.645		88.213.999*
Brez nove cevi Rodik–Cepke in brez cene za akumulacijo Mola in Klivnik	72,050.623	26,152.245		59,724.519*

*Vrednost brez letnih energetskih stroškov za 600 m visoko črpanje vode ca. 900.000 evrov na leto (Rismal, 2012b).

Preglednica 2 • Prikaz realnih cen obravnavanih variant

Vodne bilance na slikah 5 do 7 prikazujejo gibanje količine vode v akumulacijah in pretoke v obeh rekah, če bi deficit Rižanskega vodovoda v letih 2011 in 2012 pokrili iz akumulacij namesto iz Kraškega vodovoda (Brestovice) in iz Hrvaške. Leta 2011 bi, po pokritju deficita Rižanskega vodovoda (slika 5), ostalo v obeh akumulacijah za naslednje leto 2012 še 4,497.868 m³ vode. Minimalni pretoki Reke nad Cerkevnikovim mlinom pa ne bi bili manjši od 0,659 m³/s do 0,750 m³/s in pod njim, ne manjši od 500 l/s. Pretoki Rižane 0,160 m³/s pa bi bili večji od predpisanega Qes = 0,100 m³/s.

Pri bogatenju Reke do pretoka 0,500 m³/s nad Cerkevnikovim mlinom pa bi po odvzemu vodovoda ostal še pretok 0,300 m³/s – več od izmerjenega naravnega minimalnega pretoka 0,076 m³/s. Za potrebe v naslednjem letu 2012 pa bi bili akumulaciji s 6,183.913 m³ vode praktično polni (slika 6).

Vodna bilanca do septembra za leto 2012 pokaže podobne rezultate (slika 7).

2.3 Napačna interpretacija ekspertize tujih izvedencev

Kryžanowski in Žigon ekspertizo tujih izvedencev (Remmler, 2007) napačno interpretirata, ko pravi, da imata akumulaciji za Rižanski vodovod dovolj vode le za 30 let. Ne povesta pa, da izvedenci, za izključitev vseh dvomov, v vseh vodnih bilancah niso upoštevali vodnih virov Brestovice in Bistrice (550 l/s) ter kraškega in ilirsko-bistriškega vodovoda, ampak le izdatnost Rižane in obeh akumulacij za sušno leto 2003, in še to s 30 % nižjimi pretoki zaradi možnih podnebnih sprememb. Z izključitvijo vodnih zmogljivosti Brestovice in Bistrice pa so hkrati zagotovili skoraj 100-odstotno varnost svojih rezultatov.

V resnici torej izvedenci ugotavljajo, da ima Rižanski vodovod tudi brez Brestovice in Bistrice v Rižani in obeh akumulacijah dovolj vode za najmanj 30-letne potrebe, do leta 2042 pa ostane v Reki še vedno pretok 300 l/s. Ob ohranjanju minimalnega pretoka 70 l/s v Reki pa ima Rižana z Molo in Klivnikom za 50 let (do 2062.) dovolj vode ne samo za Rižanski vodovod, ampak za vse tri vodovode (rižanskega, kraškega in ilirsko-bistriškega). S tem ni nobene potrebe po povečanju akumulacij na 9,600.000 m³, ki je izvedenci v ekspertizi, nasprotno od trditve obeh avtorjev, ne omenjajo kot potrebo, ampak le kot možnost za večje pretoke, za kar pa povedo, da ni ekološke potrebe.

Samo zaradi neupoštevanja teh neovrgljivih dejstev pa bi država plačala, po načrtih obeh avtorjev, za nepotrebnih akumulaciji, Suhorko ali Padež, 40,000.000 evrov (preglednici 1 in 2).

O teh dejstvih pa argumentirana obravnava z avtorjema in drugimi akterji obravnavanih projektov v MKO, kljub predloženim dokazom, že leta ni mogoča.

2.4 Napačna ocena ekološko sprejemljivega pretoka

MKO je, kot je videti po mnogih opozorilih, prvotni predpis, ki je zahteval $Q_{es} = 0,925 \text{ m}^3/\text{s}$ (v.p. Trnovo), spremenil, kar je znižalo $Q_{es} = 0,600 \text{ m}^3/\text{s}$, kar pomeni, če upoštevamo prvotno razmerje Q_{es} za obe vodni postaji 1,388/0,925, za v.p. Cerkvenikov mlin $Q_{es} = 0,900 \text{ m}^3/\text{s}$.

Po mnenju prof. dr. Brillyja in doc. dr. Kryžanowskega pa mora biti minimalni pretok Reke z »ekohidrološkega stališča« najmanj $0,800 \text{ m}^3/\text{s}$, ker Reka pri manjših pretokih ponikne že 2 km nižje pri vasi Vreme pred Škocjanskimi jamami (Brilly, 2009).

Na nesmiselnost teh predpisov so na sliki 10 svoje ekspertize opozorili tuji izvedenci, saj so bili povprečni izmerjeni naravni minimalni pretoki Reke, od 1953. do izgradnje obeh akumulacij, le 550 l/s. Ekstremno nizki pretoki pa so več kot za polovico manjši.

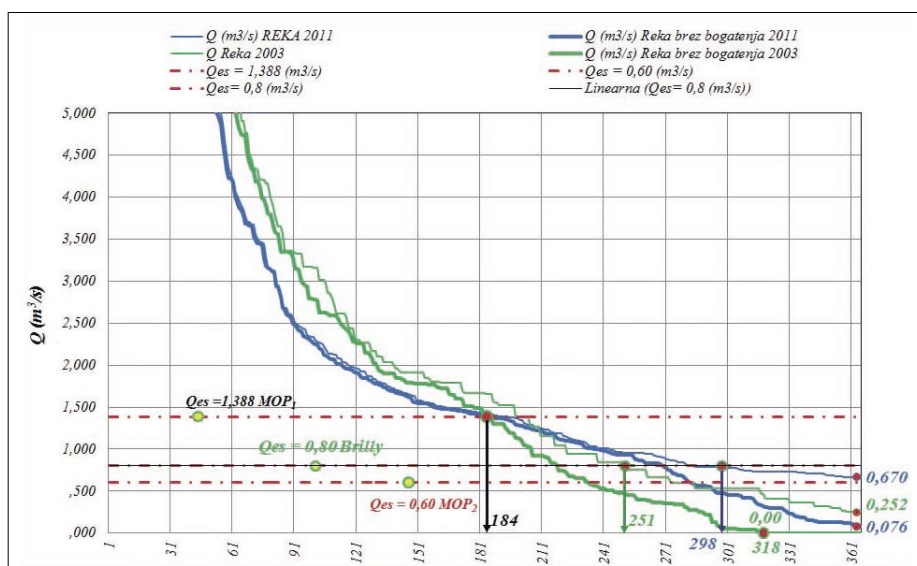
Brez bogatenja iz obeh akumulacij bi Reka, v sušnem letu 2003, za kar 48 dni popolnoma presušila (slika 2). Z bogatenjem iz akumulacij po predpisu MKO $Q_{es} = 1388 \text{ l/s}$ pa je bil izmerjeni minimalni pretok 5,5-krat manjši, tj. 252 l/s (slika 2).

Z bogatenjem Reke leta 2003 so bili pretoki na v. p. Cerkvenikov mlin kar 181 dni (365–184) manjši od MKO predpisane vrednosti za $Q_{es} = 1,388 \text{ m}^3/\text{s}$. Podobno velja za druge vrednosti Q_{es} (slika 2 in preglednica 3), (Rismal, 2007).

Zato tudi zahteva prof. dr. Brillyja (Brilly, 2009), da poseganje v manjše pretoke od $0,800 \text{ m}^3/\text{s}$ »ekohidrološko« ni dopustno in nima nobene hidrološke niti naravovarstvene podlage.

Vodne akumulacije se ne načrtujejo in ne gradijo za povečanje naravnih nizkih pretokov rek, ki so del neokrnjene narave, ampak za uporabo vode, v tem primeru za pitno vodo.

Uporaba vode iz Mole in Klivnika in njen transport 20 km po naravnem koritu Reke do Cerkvenikovega mlina torej ni v nobenem pogledu v nasprotju z varstvom okolja, ampak je sonaravna, investicijsko in energetska pa cenejša od transporta vode iz Brestovice po 40 km dolgem ekološko »mrtvem« cevovodu iz Brestovice in 40 milijonov evrov drage akumulacije na Padežu po rešitvi Kryžanowskega in Žigona. (slike 5 do 7), ((Rismal, 2007), (Rismal, 2012a), (Rismal, 2012b)).



Slika 2 • Črte trajanja pretokov Reke za sušni leti 2003 in 2011 na v. p. Cerkvenikov mlin. Leta 2003 bi Reka, naravno, brez bogatenja iz Mole in Klivnika, bila 48 dni brez vode.

Qes na v. p. Cerkvenikov mlin (m³/s)	Trajanje pretokov Q > Qes leta 2003 T (dni)		Trajanje pretokov Q > Qes leta 2011 T (dni)	
	Bogatenje	Brez bogatenja	Bogatenje	Brez bogatenja
1,388	203	184	184	184
0,900	237	214	269	256
0,800	252	218	295	265
Q = 0,600	280	232	280	365

Preglednica 3 • Trajanje pretokov večjih od Q_{es} na v. p. Cerkvenikov mlin v sušnih letih 2003 in 2011

2.5 Nesprejemljivo črpanje vode v Rižanski vodovod iz Brestovice

Navedena dejstva pričajo proti izgradnji novih akumulacij na Suhorki ali Padežu in prej načrtovane akumulacije na Kubežu ali predlagane na Pinjevcu. Načrtovano nepotrebno črpanje vode 600 m visoko iz Brestovice v Rodik, podobno iz Bistrice, pa je primer tudi energetska nedopustnega načrtovanja vodnih objektov. Namesto da bi uporabili vodno energijo Reke 370 m nad morjem za pridobivanje energije in energetska samooskrbo vodovodnega sistema (Rismal, 2012b), Kryžanowski in Žigon načrtujeta 600 m visoko črpanje vode iz Brestovice, z izgubo 350 m energetske višine.

2.6 Akumulaciji Padež in Suhorka ne prispevata k poplavni varnosti Ilirske Bistrice

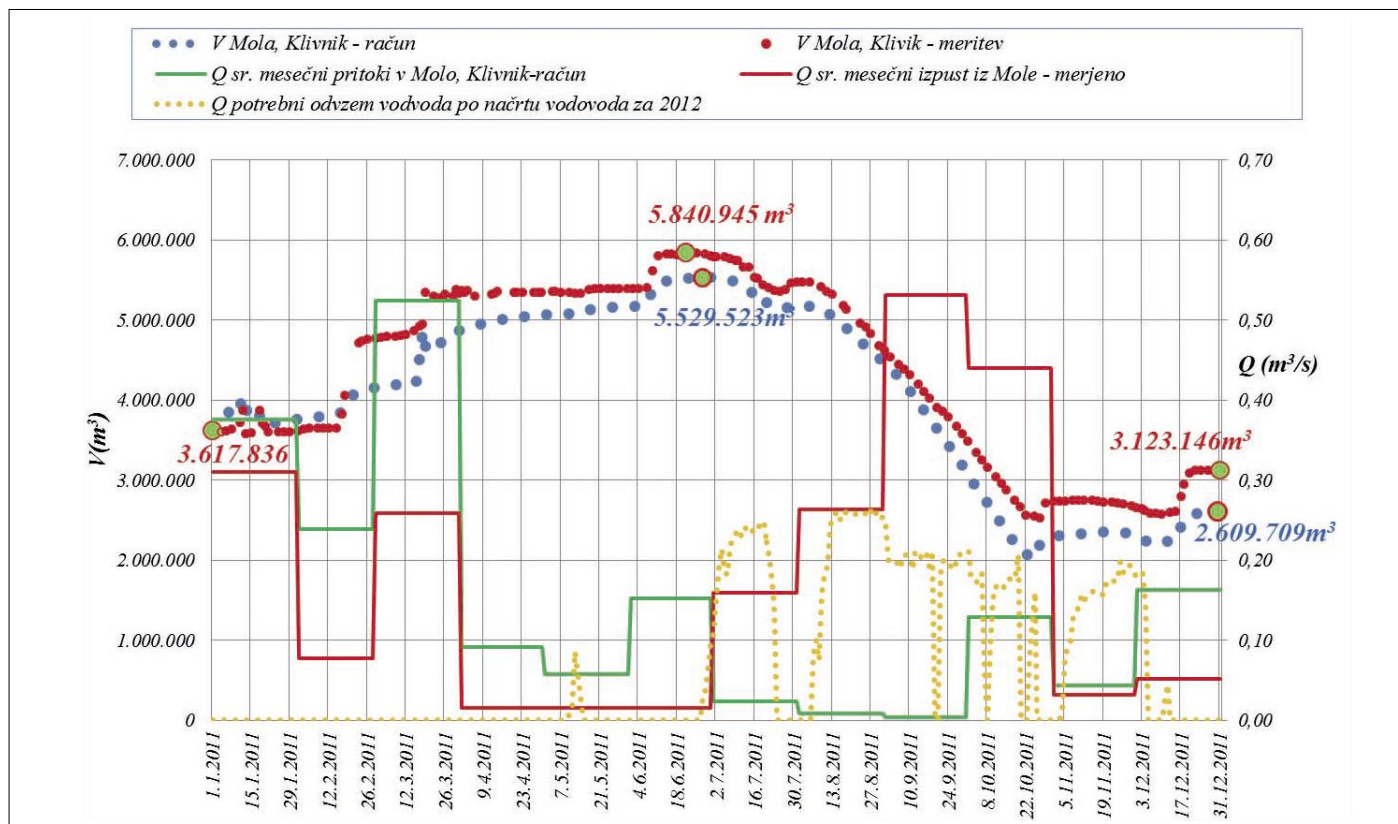
Ker sta Suhorka in Padež 20 km nižje od Mole in Klivnika, ne moreta zagotoviti po MKO napačno predpisanih minimalnih pretokov

Reke in nič ne prispevata k večji poplavni varnosti Ilirske Bistrice.

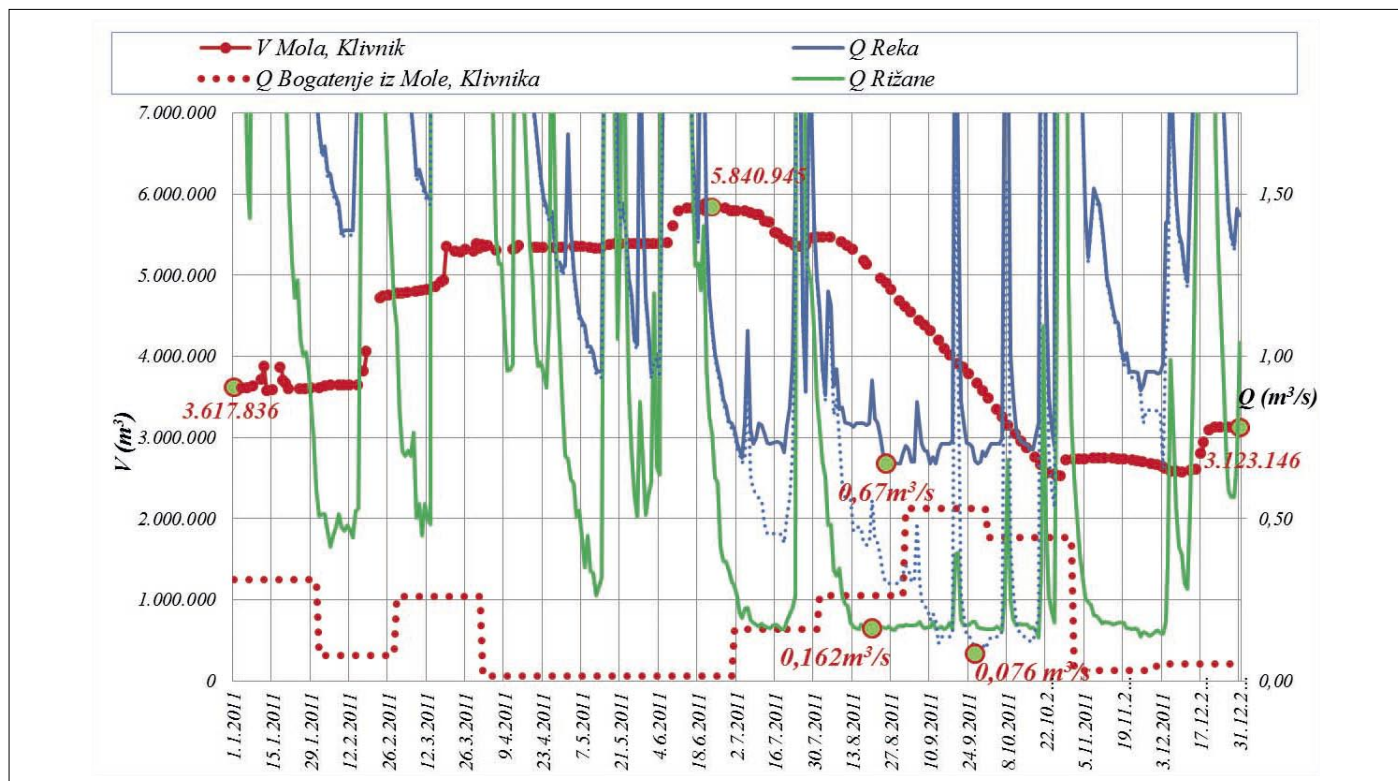
2.7 Nestrokovno nasprotovanje uporabi površinske vode iz obeh akumulacij in Reke

Enako kot je napačna ocena vodne zaloge Mole in Klivnika, je nestrokovno nasprotovanje uporabi površinske vode iz obogatene Reke, kar je argumentirano v članku (Rismal, 2012a). Nedopustno je, da MKO kot upravljavec voda in Rižanski vodovod ter oba avtorja ne vedo, da se večji del vodovodov v Sloveniji – izjema so tisti s podtalnico – napaja iz kraških izvirov, ki spadajo po lastnostih med kraške vode. Nekateri, tudi večji vodovodi, pa uporabljajo rečno vodo (Velenje in Šoštanj Ljubijo, Celje Hudinjo, Slovenska Bistrica Bistrice itd.), kar je tudi sicer svetovna praksa.

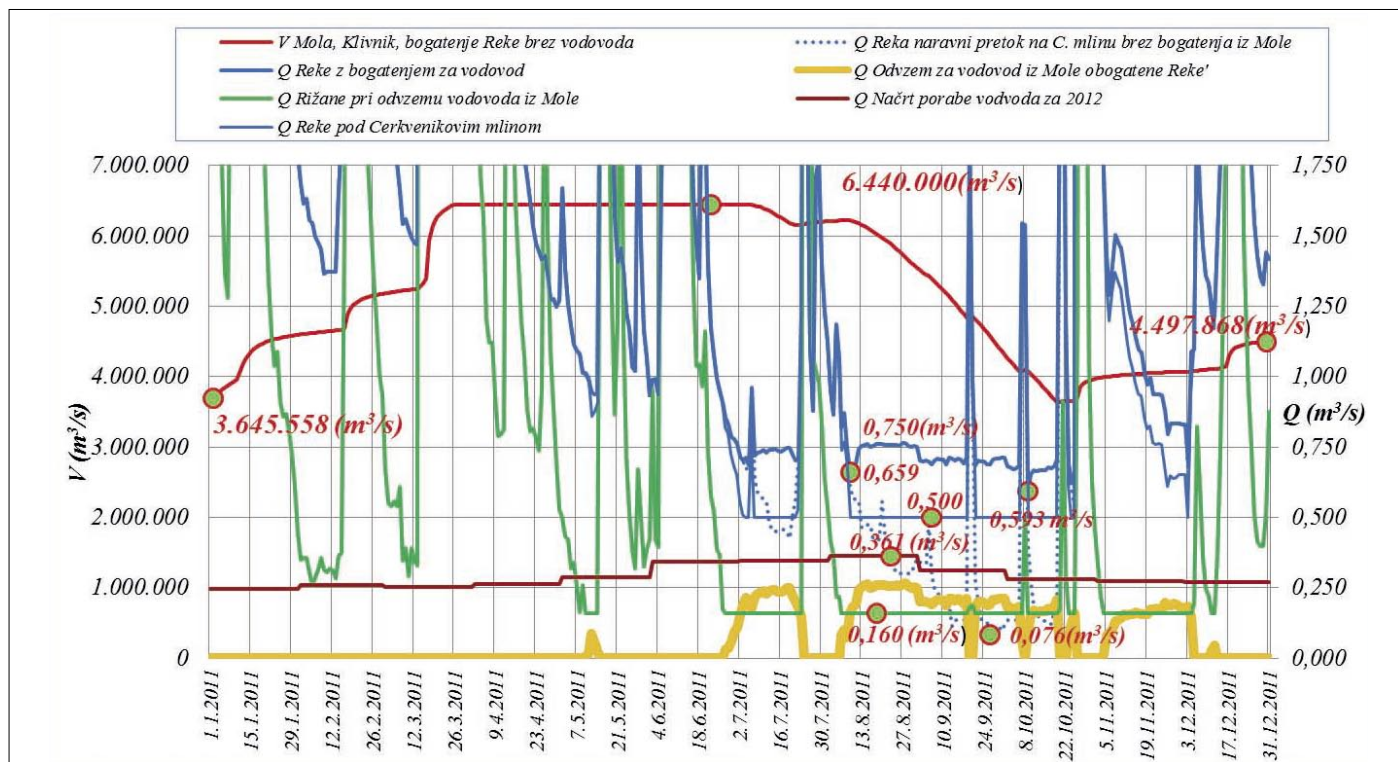
Tudi po šestih napačnih projektih še vedno ne vidijo pozitivne sinergije bogatenja Reke za vodovod, za ribištvo v akumulacijah in Reki in



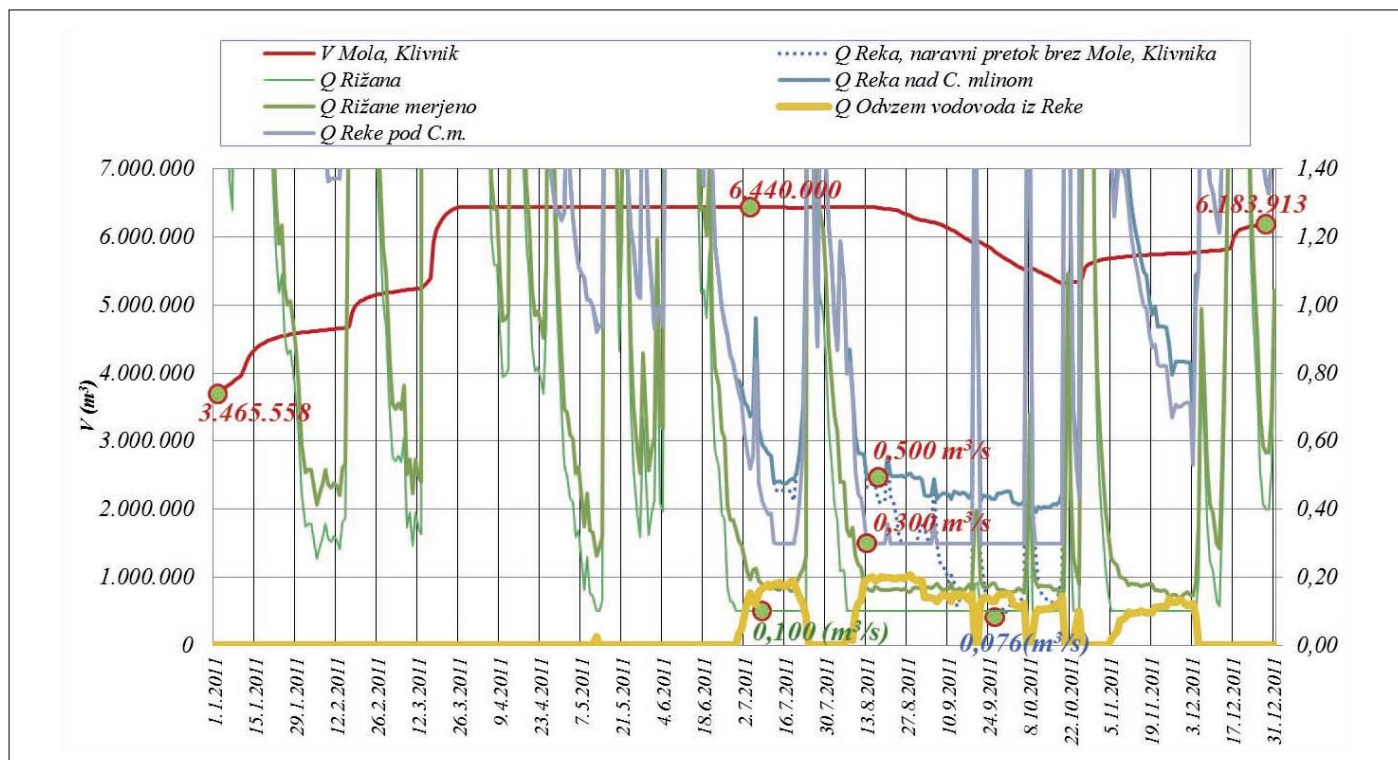
Slika 3 • Kontrola rezultatov računa gibanja vodne zaloge in pritokov v Molo in Klivnik z meritvami vodnih gladin in iztokov iz Mole v letu 2011. Merjeni izpusti iz akumulacij za vzdrževanje napačnega Q_{es} so bili mnogo večji od potrebe vodovoda za pokritje deficita – zaradi upada pretokov v Rižani.



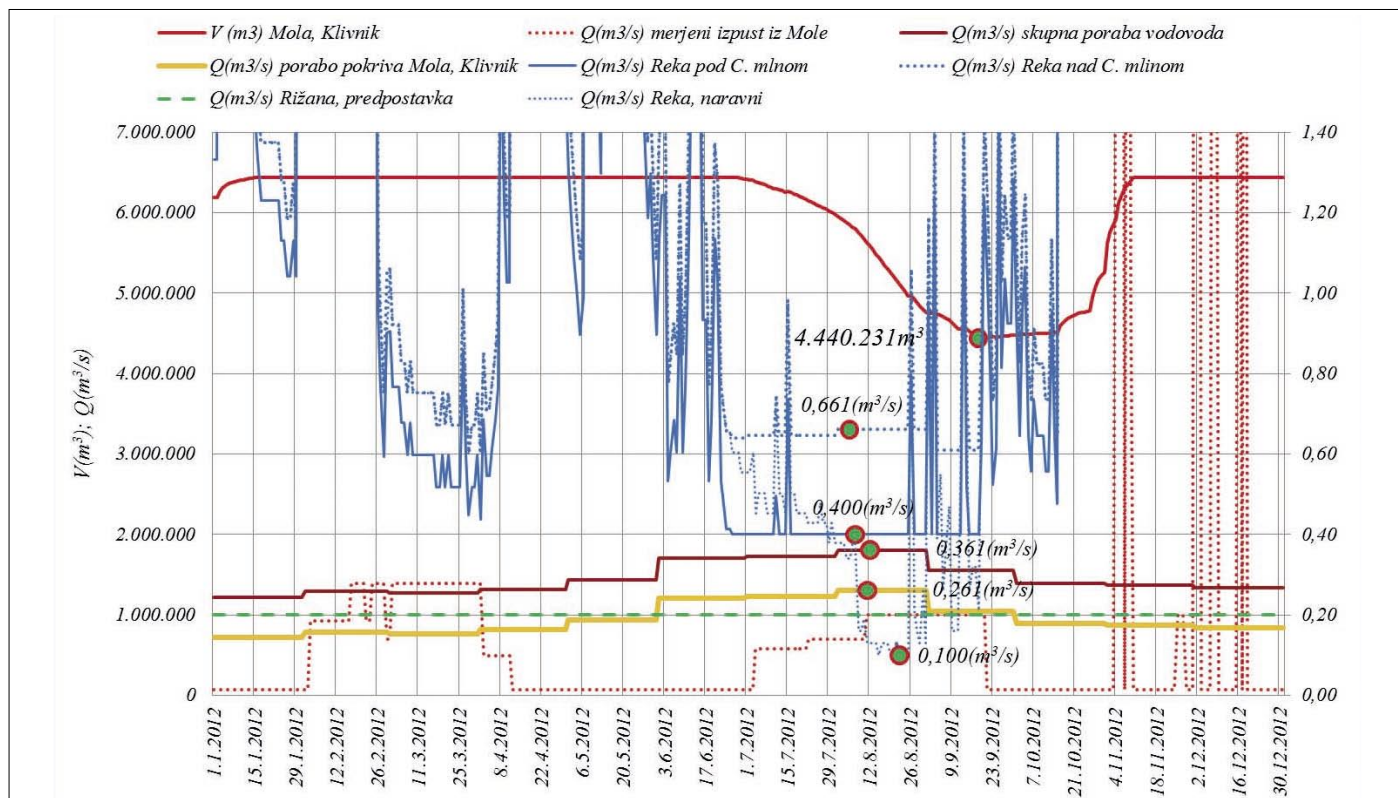
Slika 4 • Gibanje vodne zaloge, izpustov iz Mole po predpisu MKO za vzdrževanja merjenega pretoka Reke $Q = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ in od predpisanega $Q_{es} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$ večjega pretoka Rižane $0,162 \text{ m}^3/\text{s}$. Zaloga vode se je zmanjšala na $3.123.146 \text{ m}^3$. Naravni minimalni pretok Reke, brez bogatenja, pa bi bil le $0,076 \text{ m}^3/\text{s}$ i/s.



Slika 5 • Račun gibanja vodne zaloge leta 2011 v obeh akumulacijah za načrtovano potrebo vodovoda v letu 2012. Nad odvzemu za vodovod pri Cerkenikovim mlinu ostane v Reki še 503 l/s do 750 l/s, pod njim pa 500 l/s – podobno kot na sliki 4. Minimalni pretok Rižane 160 l/s pa je, enako kot na sliki 2, večji od predpisanega $Q_{es} = 100$ l/s. Naravni minimalni pretok Reke, brez bogatenja iz Mole v tem letu, pa bi znašal le 76 l/s. V obeh akumulacijah bi ostalo za naslednje leto še 4.497.868 m³ vode.



Slika 6 • Pri zagotovitvi minimalnega dopustnega pretoka Rižane 100 l/s pa bi v istem letu 2011, kot na sliki 5, in pri isti načrtovani porabi vodovoda 2012 ostalo v obeh akumulacijah še 6.183.913 m³ vode. Nad Cerkenikovim mlinom in pod njim pa minimalna pretoka ne bi bila manjša od 500 l/s oziroma 300 l/s (brez bogatenja in vodovoda pa bi ostalo le 76 l/s). Vode za vodovod je bilo torej več kot dovolj: v kritičnem oktobru bi ostalo v akumulacijah še 5.406.479 m³ neuporabljene vode, za naslednje leto 2013 pa 6.183.913 m³.



Slika 7 • Vodna bilanca vodovoda po dosegljivih podatkih ARSO za Reko za akumulacijama za celo leto 2012. Ker meritve Rižane v ARSO za to leto še niso pripravljene, je zaradi varnosti preko celega leta privzet minimalni pretok 200 l/s. Od tega porabi 100 l/s vodovod, 100 l/s ostane za minimalni dopustni pretok Rižane. Razliko do porabe vodovoda pokrijeja akumulaciji. Zaradi večjih pretokov Rižane od predpostavljenih 200 l/s bo resnični upad vodne zaloge v akumulacijah, tako za leto 2011 na sliki 6, mnogo manjši.

možnosti za energetske izrabo iste vode med rezervoarjem v Rodiku in vodarno na Cepkah (Rismal, 2012).

2.8 Neupoštevanje skupnih stroškov uporabe in zaščite voda na porečju

Mrtvi kapital v obeh akumulacijah (28,489.480 evrov) ostaja še naprej neizkoriščen. Za realizacijo projekta s Suhorko je treba dodatno zagotoviti še 72,050.623 evrov, za novi projekt s Padežem z vodo iz Brestovice pa 59,724.519 evrov, brez stroškov ca. 900.000 evrov na leto za 600 m visoko črpanje vode, ki v tej ceni niso upoštevani (preglednica 2).

a. Uporaba že zgrajenih akumulacij Mole in Klivnika stane danes le 26,152.245 evrov. Razlika do zneska 59,724.519 evrov, za

katerega bi zgradili Suhorko in Padež je 33,572.274 evrov (preglednica 2) – brez energijskih stroškov pri Brestovici – pa ostane za druge vodne probleme na tem porečju: dograditev še manjkajočega dovoda in čiščenja odpadnih voda, sanacija deponije, povišanje pregrad na Moli in Klivniku za večjo poplavno varnost Ilirske Bistrice ali novih zadrževalnikov nad Ilirsko Bistrico, za potrebe namakanja itd.

b. Povišanje pregrad na Moli in Klivniku s 23,3 km² veliko vodozbirno površino omogoča v primerjavi s Padežem (5,6 km²) in Suhorko (18,60 km²) večji nabor vode. Zaradi vzvodne lege poveča poplavno varnost in bogatenje sušnih pretokov na več kot 20 km dolgem odseku Reke.

c. Tako že 1980. načrtovana velika akumulacija na Padežu s prispevno površino 42,2 km² ostane kot rezerva za bodoče potrebe. Za rešitev vodovoda z Molo in Klivnikom zgrajeni objekti za zajem na Reki, črpališče, čiščenje vode, pri v. p. Cerkvenikovem mlinu in transportni cevovod do rezervoarja v Rodiku, pa ostanejo funkcionalni deli tega novega vodnega vira. Pred tem bi morali najprej gospodarno izkoristiti že zgrajeni akumulaciji, drugače bosta še naprej, razen delnemu omejevanju poplav, služili le za rekreativno ribištvo, za kar pa nista bili zgrajeni. Uporaba obeh akumulacij, tudi za pitno vodo, te koristi le dopolnjuje ((Rismal, 2012a), (Rismal, 2012b)).

3 • SKLEP

Vseh šest doslej narejenih načrtov z zadnjim za Padež (Kryžanowski, 2012) vsebuje, v tem in v seznamu literature navedenih prispev-

kih, argumentirane strokovne, ekonomske in ekološke napake, ki bi jih morali odpraviti pred že pred izdelavo prvega projekta.

Kryžanowski in Žigon pa v obravnavanem prispevku za Mišičev dan 2012, ki naj bi bil pregled narejenih projektov in predlogov za povečanje zmogljivosti obravnavanega vodovoda, s pomanjkljivo predstavitvijo hidroloških podatkov, z neresničnim prikazom mnenja izvedencev in investicijskih stroškov

za najcenejšo in energetske samozadostno rešitev vodovoda z Molo in Klivnikom te napake le ponavljata ((Rismal, 2009b), (Rismal, 2012a), (Rismal, 2012b)).

V zaključku svojega prispevka pravi, da bi bil vodovod z akumulacijo Suhorko (varianta A), ki sta ga načrtovala, po predračunu vreden **82,305.928 evrov**, skupaj s še naprej neizkoriščenim kapitalom države v Moli in Klivniku pa **110,795.408 evrov**, v 20 letih že poplačan samo z letnim nakupom vode v vrednosti ca. 1.000.000 evrov na leto, kar pa ovrže vsak ekonomski račun. Nasprotno, s predvideno uporabo Mole in Klivnika in z

neizkoriščeno potencialno energijo vode v obeh akumulacijah bi v teh letih prihranili vsaj za dvakratno ceno kupljene vode. Ta prihranek in 40 milijonov evrov, kolikor bi stala nova akumulacija na Padežu ali Suhorki, bi lahko uporabili za druge aktualne potrebe na področju voda ((Rismal, 2012a), (Rismal, 2012b)). Vodenje in odločanje o kompleksnih in ekonomsko zahtevnih vodnogospodarskih projektih za pitno vodo potrebujeta inženirje zdravstvene hidrotehnike s potrebnim znanjem in referencami.

Zakaj v Sloveniji že 20 let ni mogoče uporabiti uveljavljenega znanja in rešitev, ko, na

primer, na enak način na Ruhru, v mnogo bogatejši Nemčiji oskrbujejo z vodo 5 milijonov prebivalcev ali 20 milijonov prebivalcev Londona iz Temze, je vprašanje za slovensko hidrotehnično stroko (Rismal, 2012a). Sam pa nanj odgovarjam v tem in v drugih, v seznamu literature navedenih prispevkih.

Uporaba Mole in Klivnika je šolski primer integralnega načrtovanja in upravljanja voda, ki ga v Sloveniji, tudi zaradi razmer v hidrotehnični stroki, ki jih obravnavam, skorajda nimamo. Izvedba takšne rešitve bi bila najboljša šola tudi za mlade inženirje.

4 • LITERATURA

- Brilly, M., Pripombe na prispevek prof. Rismala Ekološko sprejemljivi najmanjši pretoki, GV, marec 2009, in Rešitev preskrbe s pitno vodo Obale in Krasa z akumulacijama Mola in Klivnik so potrdili mednarodni izvedenci, GV, maj 2009, Gradbeni vestnik, str. 261–264, oktober, 2009.
- Brilly, M., Kryžanowski, A., Pripombe na članke prof. dr. Rismala Interdisciplinarnost in integralno upravljanje in načrtovanje vodnih sistemov, objavljen v Gradbenem vestniku, februar 2012, Gradbeni vestnik, maj 2012.
- Kryžanowski, A., Ureditev oskrbe prebivalstva s pitno vodo slovenske Istre in zalednega kraškega območja – zaključno poročilo »inženirja« pri projektu Geateh-FGG, Ljubljana, 2006.
- Kryžanowski, A., Kompare, B., Atanasova, N., Uršič, M., Škerjanec, M., Brilly, M., Rusjan, S., Čotar, A., Stojič, Z., Ureditev oskrbe prebivalstva s pitno vodo slovenske Istre in zalednega kraškega območja – novelacija projektne zasnove, študija, Geateh, KSH, IZH FGG, 2008.
- Kryžanowski, A., Žigon, I., Ureditev preskrbe s pitno vodo slovenske Istre in zalednega kraškega območja, 23. Mišičev vodarski dan, Zbornik, str. 64–72, 2012.
- Kryžanowski, A., Ureditev preskrbe s pitno vodo slovenske Istre in zalednega kraškega območja, I. Kongres o vodah Slovenije, Zbornik prispevkov, str. 301–315, 2012b.
- Krajnc, U., Padež project: A case study of strategically planning of water resources for water supply, International Symposium: Dams and Sustainable Water Resources Development, Zbornik referatov, VNCOLD, Hanoi, Topic 17.2, 15, 2010.
- Remmler, F., Schark, C., Institut für Wasserforschung GmbH, Grischek, T., Syhre C., Zentrum für Angewandte Forschung e.V. an der Hochschule für Technologie und Wirtschaft Dresden (HTW), Review of the project Water Supply for Istria and the Coast Region, Contract No.: 2511–07 – 200083, 14. junij 2007.
- Rismal, M., Ali je akumulacija Suhorka potrebna?, Gradbeni vestnik, str. 209–216, avgust, 2007.
- Rismal, M., Pojasnilo prof. Brillyju na njegove pripombe k članku Hidrologija v funkciji rešitev?, Gradbeni vestnik, str. 289–290, oktober, 2008.
- Rismal, M., Ekološko sprejemljivi najmanjši pretoki, Gradbeni vestnik, str. 62–69 marec, 2009a.
- Rismal, M., Rešitev preskrbe s pitno vodo Obale in zalednega Krasa z akumulacijo Mole in Klivnika so potrdili mednarodni izvedenci, str. 132–144, Gradbeni vestnik, maj, 2009b.
- Rismal, M., Interdisciplinarnost in integralno upravljanje in načrtovanje vodnih sistemov, Gradbeni vestnik, str. 28–36, februar, 2012a.
- Rismal, M., Preskrba s pitno vodo slovenske Istre in zalednega Krasa iz kraške podtalnice na Brestovici?, Gradbeni vestnik, str. 77–85, april, 2012b.
- Rismal, M., Odgovor avtorja, Gradbeni vestnik, str. 143–144, junij, 2012c.
- Rismal, M., Presoja projekta Oskrba s pitno vodo Obale in Krasa, Dokument identifikacije investicijskega projekta DIIP in PIZ, Projekt Nova Gorica, št. dokumenta 9851-1, julij 2011, osebni arhiv, 2012d.
- Stojič, Z., Ureditev oskrbe prebivalstva s pitno vodo slovenske Istre in zalednega kraškega območja – novelacija projektne zasnove, študija, FGG, Geateh Ljubljana, 2008.
- Žigon, I., Zimska pomladna suša 2012 in oskrba z vodo, Vodni dnevi 2012, Zbornik referatov, 132–144, 2012.

GAZETARSKO OBČUTJE PROF. RISMALA ŠE EN PRIKAZ PROJEKTOV S STARIMI NAPAKAMI

Ta prispevek ni mišljen kot nadaljevanje polemike v zvezi z reševanjem problematike oskrbe s pitno vodo v obalno-kraški regiji, saj smo v naših dosedanjih prispevkih problematiko že dodobra predstavili. Vendarle pa nikakor ne moremo dopustiti, da se v prispevkih prof. Rismala stalno pojavljajo strokovno nikdar potrjene trditve in ugotovitve, s katerimi prof. Rismal utemeljuje svoje rešitve; brez njih njegove teze ne bi imele strokovne podlage. Zato prof. Rismal avtoritativno zavrača kakršnokoli strokovno razpravo, ki bi potekala zunaj obsega njegovega razmišljanja in rešitev, ki jih zagovarja. Že ob prvem prispevku prof. Rismala, objavljenem leta 2009, smo opozorili na nesprejemljivo trditev o zahtevi po minimalnem pretoku reke Reke v višini 1388 m³/s (Brilly, 2009). V članku (Rismal, 2013) je celo omenjeno, da gre za predpis MOP. Kljub večkratnim pripombam in opozorilom prof. Rismal omenjene trditve nikoli ni dokumentiral. Menimo, da gre preprosto za njegov osebni konstrukt, ki pa ima žal dolgoročne posledice.

V članku so na več mestih omenjeni »neodvisni tuji izvedenci«, a v članku ni navedeno, za katero mnenje in za katere izvedence gre. Ministrstvo za okolje in prostor (v nadaljevanju ministrstvo) je leta 2007 na predlog prof. Rismala povabilo skupino strokovnjakov iz Nemčije. Skupina ni imela pomembnih referenc ter je bila neizkušena in precej naivna. To dokazuje tudi kadrovska sestava revizijske skupine, v kateri sta bila nosilca projekta, geograf in geolog. Skupina je spomladi 2007. prišla v Slovenijo in v pregled dobila samo interno poročilo prof. Rismala in podatke, ki jih prof. Rismal uporablja za izračun vodne bilance Klivnika in Mole. To poročilo je prof. Rismal izdelal samoiniciativno in ga ministrstvo ni nikoli naročilo. Dokument je bil dvakrat ocenjen kot neustrezen: leta 2002 v postopku revizije, ki jo je naročilo ministrstvo, in kasneje, med pripravo projekta, v okviru delovne skupine. Izvedenska skupina v pregled ni dobila nobenega drugega relevantnega dokumenta niti izvlečka iz projektne dokumentacije, o kateri naj bi bili podali svoje mnenje. Ta je bila v času revizije že na razpolago (IDZ, IDP) in zanjo je ministrstvo plačalo dobrega 1,5 milijona evra. Med obiskom je izvedensko skupino ves čas spremljal prof. Rismal in skrbel za srečanja z različnimi ljudmi, med katerimi pa ni bilo ne projektanta ne odgovornega inženirja projekta. Skupina je podala obsežno poročilo s sedmimi stranmi zaključkov, v katerem je podan tudi seznam pregledane dokumentacije (Remmler, 2007). Skupina je bila prepričana, da Slovenija namerava zgraditi zbiralnik Suhorka zato, da bi lahko bogatila reko Reko do pretoka 1388 m³/s pri Cerkvenikovem mlinu. Od 15 zaključkov se na Suhorko nanašajo samo trije, v

katerih »strokovnjaki« ugotavljajo naslednje (citeramo uradni prevod ministrstva) – in pri tem v 14. sklepu akumulacijo na Padežu celo podpirajo:

»Akumulacija Suhorka

10. Dodatno obratovanje akumulacije Suhorka v resnici vodi v precejšnje povečanje $Q_{reka, min.bio}$, če se odobrijo občutna nihanja gladine vode v akumulaciji.

11. Vendar, kot je bilo že pojasnjeno, se količina 1388 m³/s lahko doseže le z novo akumulacijo v naslednjih 30 letih in samo **če se voda ne bo črpala za oskrbo s pitno vodo** in bo obratovanje redno, brez akumulacij Mola in Klivnik, ter bodo sprejemljivi **resni padci gladine vode** v akumulaciji Suhorka. To izpodbija dva pogoja, ki sta bila opredeljena kot najmočnejša argumenta za podporo izgradnji nove akumulacije.

12. Pomembna hiba nove akumulacije – poleg finančnih in ekoloških obremenitev takega projekta, tj. uničenja naravnega habitata in pokrajine – **je nastanek velikega odprtega vodnega telesa, ki zaradi problema izhlapevanja povzroča precejšnjo izgubo regionalne vodne bilance**. Ker se bodo vodni viri v prihodnje zmanjševali, je treba skrbno premisliti, ali si je to sploh mogoče privoščiti.

(...)

14. Kar se tiče kvalitativnih meril, je zajem vode iz reke Reke za namene pitne vode bolj priporočljiv znotraj območja pritoka reke Padež. V primerih naključnega onesnaženja reke bi bilo iz varnostnih razlogov dobro, da bi se tam postavil vodni zbiralnik z možnostmi predhodnega čiščenja oziroma preobdelave.

Večji del sklepov se nanaša na akumulaciji Klivnik in Mola, ki jih prof. Rismal delno upošteva, druge pa zamoči. V zvezi s tem »neodvisni strokovnjaki« ugotavljajo:

»5. V primerjavi z Rismalom (2006) se nižje vrednosti $Q_{reka, min.bio}$ predlagajo kot rezultat ponovnega izračuna. Razlike so nastale deloma zaradi nekatere spremembe formul, kar je podrobneje pojasnjeno. Vendar je eden glavnih razlogov ta, da podnebne spremembe in izredni dogodki, kot je bilo sušno poletje 2003, v prejšnjem poročilu niso bili v vsakem izračunu upoštevani. **V ponovnem izračunu vodnih bilanc so ti najhujši scenariji upoštevani. (...)**

(...) Pri tem lahko po najhujšem scenariju pride do minimalnih pretokov reke Reke 0,070 m³/s.«

Omenjeni citati pričajo o ekspertnosti »neodvisnih strokovnjakov« pa tudi o točnosti izračunov, ki jih v svojih člankih in mnenjih ponuja prof. Rismal. Poročilo (Remmler, 2007) je bilo podvrženo recenziji. Rižanski vodovod je izdelal zelo podrobno recenzijo poročila (Žigon, 2007). Pripravljena je

bila razprava z recenzenti in tujimi strokovnjaki. Žal zapisnika s srečanja in odgovora nemških strokovnjakov na pripombe nismo prejeli. Ostalo je mnenje, ki se vzdržuje po hodnikih ministrstva in med laično javnostjo, da so tuji eksperti zavrnil projekt Suhorka.

Vse skupaj priča o slepomišljenju, zavajanju in izkoriščanju tujih strokovnjakov ter ne nazadnje o neustrezni uporabi davkoplačevalskega denarja. Vse to, vključno s članki prof. Rismala, služi samo za izgovor odgovornim, da projekt oskrbe s pitno vodo ni izpeljan. Po prvotnih načrtih bi bil projekt, financiran iz Kohezijskega sklada EU, dokončan do 2011. Trenutno aktualni projekt, tj. gradnja cevovoda z navezavo na vodni vir Brestovica, je samo poskus in interes občin v regiji, da se del sredstev, predvidenih za oskrbo Obale z vodo, izkoristi, saj za realizacijo projekta oskrbe s pitno vodo v tej finančni perspektivi ni več časa. Projekt se izvaja izključno na pobudo lokalnih skupnosti, in to popolnoma samostojno. Ekipa, ki je vodila projekt Padež, na odločitve nima nikakršnega vpliva, kar prof. Rismal tendenciozno opisuje v svojem prispevku. Zaradi neizvedbe projekta v celoti bodo preostala sredstva, zagotovljena v ta namen, pač ostala v proračunu EU. Priložnost za dolgoročno reševanje problema z doseganjem varnosti oskrbe, primerne 21. stoletju, je zamujena. Ideje in metode prepričevanja prof. Rismala bi bile namreč sprejemljive za družbo pred štiridesetimi ali petdesetimi leti, ko je na primer (1.) neki republiški sekretar lahko z dekretom pometel z interesi v prostoru; (2.) občasno pomanjkanje vode v vodovodih med sezono je bilo za tisti čas sprejemljivo; (3.) biološki minimum v vodotokih je predstavljal nekaj, kar upoštevamo, a seveda ob prvem pogoju, da je vode dovolj; (4.) onesnaženje vode v vodovodu je bilo sprejemljivo z izgovorom, da vsega pač ne moremo kontrolirati. Pozoren bralec, ki spremlja polemike v zvezi s problematiko oskrbe z vodo, bo hitro opazil, da prof. Rismal kompleksne probleme, ki zahtevajo najširši konsenz v prostoru, kaj hitro prevlači v breme širše skupnosti oziroma v pristojnost odločanja ministrstva. S preložitvijo odgovornosti kaj hitro preloži tudi stroške investicije in obenem v roko hitrski maniri manipulira s tehničnimi zasnovami, glede na to, kaj je v trenutni situaciji za njegove ideje koristno, in to od prispevka do prispevka različno. Če pobližje pogledamo tehnološko zasnovo, ki temelji na izkoriščanju obstoječih akumulacij Klivnik in Mola, vidimo, kako nedosleden je prof. Rismal v svojih navajanjih. Pustimo ob strani problem kakovosti vode v akumulaciji in transport vode po strugi Reke skozi celotno urbano območje Ilirske Bistrice, brez dodatnih zaščitnih ukrepov in se po-

svetimo samo stanju pregrad Klivnik in Mola. V letu 2012 je bil namreč v okviru RR-projekta VODPREG opravljen pregled vseh vodnih pregrad v Sloveniji, med njimi tudi omenjeni pregradi. Obe pregradi se uvrščata v zgornjo polovico pregrad srednjega do velikega tveganja. Kondicijsko stanje pregrad deloma omogoča obratovanje za namene, za katere sta bili izgrajeni, tj. uravnavanje vodnega režima in varstvo pred poplavami. V kolikor pa bi se akumulaciji namenilo tudi za potrebe oskrbe s pitno vodo, bi bila nujno potrebna rekonstrukcija pregrad, za kar je bila podana ocena stroškov okoli 28 milijonov evrov. Šele s temi ukrepi bi akumulaciji lahko deloma izkoriščali tudi za oskrbo s pitno vodo. Ker ta nujno potrebni vložek podre finančno konstrukcijo variante prof. Rismala, ga prof. Rismal bodisi zanika bodisi z njim manipulira

tako, da bralca namerno zavede, kot da gre za vrednost obstoječih pregrad. To pa je daleč od resnice.

Pamfleti prof. Rismala in mnenje »neodvisnih tujih strokovnjakov« služijo za izgovor vsem ministrom po vrsti, gospodu Podobniku, ki je projekt zamrznil, in gospodoma Erjavcu in Žarniču, ki nista imela ne moči ne volje, da bi projekt znova oživila; ne nazadnje tudi lokalnim skupnostim na Obali, ki so pri celotnem dogajanju ostale tiho. Projekt se bo »premaknil«, ko bodo med turistično sezono hotelom vodo dovajale cisterne, gosti pa bodo v sobe vsak dan dobili nove plastenke z vodo. Žal pa takrat verjetno sredstev iz kohezijskega sklada ne bo na razpolago in bomo morali stroške v celoti plačati iz lastnega proračunskega denarja.

VIRI

Brilly, M., Kryžanowski, A., Pripombe na prispevka prof. Rismala Ekološko sprejemljivi najmanjši pretoki, GV, marec 2009, in Rešitev preskrbe z vodo Obale in zalednega Krasa z akumulacijo Mole in Klivnika so potrdili mednarodni izvedenci, GV, maj 2009, Gradbeni vestnik, oktober 2009.

Remmler, F., Skark, C., Syhre, C., Grischek, T., Review of the project: Water supply for Istria and Coastal Region, Dresden, 2007.

Rismal, M., Še en prikaz projektov s starimi napakami, Gradbeni vestnik, september 2013.

Žigon, I., Hočevnar, Z., Ugotovitve in pripombe h gradivu Ocena projekta Oskrba Istre in obalne regije s pitno vodo, Rižanski vodovod, 2007.

prof. dr. Mitja Brilly, univ. dipl. inž. grad.

DGIT NOVO MESTO V LETU 2012/13

V okviru načrtovanih dejavnosti DGIT Novo mesto smo v letu 2012 pripravili in izpeljali vse načrtovane aktivnosti. V juniju smo organizirali strokovno ekskurzijo v Velenje in Šoštanj, kjer smo se seznanili s tehnologijo dela v rudniku Velenje, učinki rudnika na razvoj Velenja in okolice, ogledali termoelektrarno Šoštanj, se seznanili z razlogi za izgradnjo bloka TEŠ 6 in tehnologijo gradnje TEŠ 6.

Po ogledu je bila redna letna skupščina, na kateri smo izvolili novo vodstvo društva. Dosedanji predsednik društva Slavko Mesojedec, inž. grad., je predal krmilo novemu predsedniku, g. Jožetu Preskarju, univ. dipl. inž. grad.

Oktobra smo organizirali ogled gradbišča nakupovalnega središča Mercator Novo mesto. Predstavniki podjetja CGP, d. d., so predstavili rekonstrukcijo Ljubljanske ulice s priključki do NS Mercator in omogočili ogled gradbišča NS Mercator.

Pripravili smo gradivo in pridobili izvajalca za spletno stran DGIT NM, ki je bila nameščena decembra 2012. Spletna stran društva je dostopna na naslovu <http://dgitnm.si/>. Omogoča boljši in hitrejši pretok informacij o delovanju društva in o novostih v gradbeništvu.

Letos marca smo organizirali strokovni posvet na Otočcu z naslovom Energetsko varčna gradnja in prenova objektov. Posveta se je udeležilo okoli 80 udeležencev. Pozdravni govor posveta je začel župan MO Novo mesto, g. Alojzij Muhič. Predstavniki podjetja Fragmat, dr. Roman Kunič, univ. dipl. inž. grad., je predstavil novosti s področja varčevanja z energijo: Ogljični odtis in ekonomične debeline toplotnoizolacijskih materialov. Dušan Jukić, univ. dipl. inž. grad., je predstavil praktični primer: Energetska obnova obstoječih zgradb – primer dobre prakse ener-

getske obnove stanovanjskih blokov v Novem mestu. Andro Goblon, univ. dipl. inž. grad., je predstavil zelo široko temo z naslovom Skoraj ničenergijske stavbe. Milan Finec, inž. grad., je predstavil standardizirane popise del z naslovom Suhomontažna gradnja, pravila za obračun in normative 2013. Predavanja je sklenil mag. Miro Škufca, univ. dipl. inž., z naslovom Novosti na področju predpisov varnosti in zdravja pri delu: zagotavljanje varnega dela na višini s primeri iz prakse. Sledila je zanimiva razprava, ki smo jo sklenili ob slovesnem kosilu.

Konec maja smo organizirali strokovno ekskurzijo v Ljubljano. V Hidroinštitutu so nam nazorno predstavili modele, s katerimi preverjajo vplive rek Save in Krke na okolje pred začetkom gradnje hidroelektrarn na spodnji Savi. Seznanili smo se z obsežnim in tehnološko zanimivim gradbiščem Fakultete

za kemijo in kemijsko tehnologijo ter Fakultete za računalništvo in informatiko. Dan smo popestrili z ogledom razstave v Moderni galeriji v Ljubljani. Strokovno ekskurzijo smo zaključili z 62. redno skupščino v gostišču Livada.

V bližnji prihodnosti načrtujemo nadaljnje strokovno izobraževanje in ekskurzije članov društva, sodelovanje s sorodnimi društvi, spremljali bomo aktualno problematiko pri gradnji na lokalni in državni ravni.

Menim, da je bilo društvo v preteklem obdobju zelo aktivno. V imenu članov bi se zahvalil prejšnjemu vodstvu, ki je postavilo trdne temelje za nadaljnje uspešno delo novega vodstva.

Hkrati vabimo vse zainteresirane strokovnjake s področja graditve objektov v jugovzhodni Sloveniji, da se pridružijo našemu društvu.

Danilo Malnar, univ. dipl. inž. grad.



Člani Društva gradbenih inženirjev in tehnikov Novo Mesto na ekskurziji v Ljubljani maja 2013



v sodelovanju z



ZAKLJUČKI STROKOVNEGA POSVETA NA TEMO POŠKODB NA VOZNIH POVRŠINAH KOT POSLEDICE EKSTREMNE ZIME 2012/2013, 22. MAJ 2013 NA BREZOVICI

Organizator srečanja je bilo Združenje asfalterjev Slovenije v sodelovanju z Družbo za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije. Posvet je bil namenjen prikazu stanja in rešitvam, ki bodo pripomogle k izhodu iz začaranega kroga, v katerem se je znašlo cestno gospodarstvo.

Na srečanju so uveljavljali strokovnjaki predstavili svoje strokovne prispevke, s katerimi so podali poglede na stanje in možne načine izboljšanja.



Predsednik ZAS, **Slovenko Henigman**, je v uvodu opozoril na podnebne spremembe, ki jih lahko vsak od nas dnevno zaznava. Toplejše vreme bi za gradbeništvo moralo biti ugodnejše. »Pa to drži?« se je retorično vprašal. Toplejše ozračje ustvarja večji energijski naboj, ki se odraža v številnih ekstremih, ki smo jim priča. Zato imamo višje temperature poleti

in nižje pozimi, vmes pa številne menjave in cikle, ki so za gradbene objekte, zlasti za voziščne konstrukcije, najslabše. Na navedeno se moramo prilagoditi, vse to pa zahteva čas, znanje in finančna sredstva. Treba je dodati še povečane prometne konice na naših glavnih cestah, predvsem avtocestah, kjer se dnevno povprečno pelje več kot 3500 težkih vozil. To pomeni, da letno Slovenijo prečka več kot 1,5 milijona najtežjih vozil. S tem se postavljamo ob bok državam z največjimi prometnimi obremenitvami v cestnem omrežju. Čeprav teh obremenitev ni nihče napovedal, kaj šele, da bi tako dimenzionirali voziščne konstrukcije, je stanje na teh cestah dobro, kar dokazuje, da smo gradili kakovostno in da znamo graditi. Seveda pa stanja vozišč na manj pomembnih cestah, tako državnih kot občinskih, niti približno ne moremo primerjati z avtocestami, saj ugotavljamo, da se ukrepi na regionalnih, lokalnih in občinskih cestah izvedejo na manj kot vsakih 50 let. In zato se ne smemo čuditi, da je samo na 6000 kilometrov državnih cest

več kot 50 odstotkov vozišč uničenih, z negativnim trendom v zadnjih letih.

Letošnja zima, zaradi padavin in ciklusov zmrzovanja in taljenja, je bila ena ekstremnejših v zadnjih desetletjih, zapustila je posledice, ki so vidne izključno tam, kjer so voziščne konstrukcije že tako ali tako v slabem stanju. In ker nam kronično primanjkuje denarja, lahko zagotavljamo le osnovno vzdrževanje in krpanje, za temeljitejši ukrepe pa nam vedno zmanjka finančnih sredstev. In smo v začaranem krogu, še tisto, kar je na voljo, je namenjamo gašenju. Zato je nujno, da presežemo gordijski voz in zagotovimo razmere, ki bodo obrnile trende, je poudaril predsednik asfalterjev.



Direktor Direkcije za ceste, **mag. Gregor Ficko**, je v prispevku Poškodbe na omrežju državnih cest, ki sta ga pripravila skupaj z Julijano Jamnik, DRI, natančno prikazal stan-



je v državnem omrežju, ki je nekoliko boljše na glavnih in regionalnih cestah prvega in drugega reda, slabše pa na regionalnih cestah tretjega reda in na turističnih cestah, kjer je povprečno več kot 70 odstotkov vozišč v slabem ali zelo slabem stanju.

Glavni razlog za neustrezno kakovost naših vozišč je v pomanjkanju finančnih sredstev, kjer se že tako na minimum omejene proračune še dodatno zmanjšuje in se z rebalansi odvzema denar. V zadnjih petih letih je bilo prerazporejenih (odvzetih) 203 milijone evrov, samo v letu 2012 kar 80 milijonov. Navedeno je zapisano v statističnem pregledu izpeljanih ukrepov na državnih cestah v obdobju 2003–2012, ko je bilo letno povprečno obnovljenih le 97 kilometrov državnih cest. Če bomo nadaljevali ta tempo, bodo posamezni odseki državnega omrežja v povprečju prišli na vrsto na vsakih **62 let**. Kakšno bo stanje naših cest, ni treba ugibati.

Za zagotovitev stanja, ki je predpisano z našo veljavno zakonodajo, bi za gradnjo, rekonstrukcije, investicijsko in redno vzdrževanje za naslednjih 20 let letno potrebovali med 320 in 350 milijoni evrov. Da bi lahko v proračunu zagotovili zadosten denar, bi bilo po mnenju direktorja DRSC Gregorja Ficka treba urediti sistemsko financiranje. Pred leti smo uspešno uvedli in uporabljali bencinskega tolar, ki je bil namensko uporabljen za gradnjo in vzdrževanje cest. »S ponovno uvedbo bencinskega centa bosta omogočena dolgoročno vzdržno financiranje in zadovoljivo varna cestna infrastruktura,« je svoj prispevek zaključil Gregor Ficko.

Drugi referenti na srečanju so bili:



mag. Jožica Cezar, STIA NGI, Vzroki za propadanje voziščnih konstrukcij.



Evstahij Drmota, Komunalno podjetje Kranj, Poškodbe občinskega cestnega omrežja po hudi zimi – prikaz stanja na primeru nekatereh gorenjskih občin.



Suzana Svetličič, DRI, Primerjave poškodb na voziščnih konstrukcijah, ki so bile pred zimo v dobrem oziroma slabem stanju.

Vsi omenjeni avtorji so podrobno predstavili

problematiko poškodb na voziščnih konstrukcijah. S konkretnimi primeri so prikazali stanje na našem cestnem omrežju in vzroke, ki so nas privedli v ta položaj. Poznamo rešitve tako pri vzdrževanju kot pri obnavljanju oziroma novogradnjah, vendar brez potrebnih finančnih sredstev stanja ni mogoče izboljšati. Vse strokovne prispevke si lahko ogledate na spletni strani ZAS: www.zdruzenje-zas.si.

Sledila je razprava, v kateri je sodelovalo večje število udeležencev srečanja. Na osnovi prispevkov in razprave so oblikovani naslednji **zaključki strokovnega posveta**:

1. Slaba in zelo slaba kakovost cestnih površin, ki je opredeljena z modificiranim švicarskim indeksom MSI, znaša na
 - a. **državnih cestah** (glavne, regionalne in turistične v skrbništvu Direkcije RS za ceste): **54,5 odstotka površin** od skupaj 6000 kilometrov cest;
 - b. **občinskih cestah** (lokalne ceste in javne poti): ni natančnih podatkov, vendar ocenjujemo, da je ta odstotek večji od **67 odstotkov** pri dolžini omrežja 32.000 kilometrov;
 - c. **avtocestnem omrežju** manj kot 10 odstotkov od skupne dolžine 750 kilometrov avtocest.
2. Letošnja zima je bila ena ekstremnejših v zadnjih desetletjih, saj je bilo na Dolenjskem kar **647 milimetrov padavin** (dež in sneg), zapadlo je več kot **350 centimetrov snega**. V povprečju je bilo v preteklih letih na obravnavanem območju **323 milimetrov padavin**, zapadlo pa je **150 centimetrov snega**.
3. Ekstremna zima je povzročila dodatne stroške zaradi zimskega vzdrževanja (soljenje, pluzenje, urgentno krpanje in podobno), ki za celotno cestno omrežje znašajo okoli **30 milijonov evrov**. K temu je treba dodati indirektno stroške, ki so posledica poslabšanja stanja na voziščnih konstrukcijah. Navedeni stroški so nastali zaradi dodatnih poškodb, ki so izrazite na tistih cestnih površinah, ki so v slabem ali zelo slabem stanju. Za natančnejšo oceno

teh stroškov bo treba pripraviti ustrezno metodologijo, prve analize pa izražajo znatna finančna sredstva, ki nekajkrat presegajo neposredne stroške zimskega vzdrževanja. Ob slabem stanju cest je skrb vzbujajoč trend stanja, ki v zadnjih letih pospešeno upada.

4. Za zagotavljanje ustrezne kakovosti cestnega omrežja bi bilo treba izvajati ukrepe na 15 oziroma 20 let, dejansko pa se po ugotovitvah ukrepi izvajajo na 50 do 60 let. **Na območju državnih cest bi bilo treba letno obnoviti med 300 in 400 kilometri cest**, v zadnjem desetletju se povprečno obnovi po 100 kilometrov cest. **Na avtocestah bi bilo treba letno obnoviti med 40 in 50 kilometri odsekov**, dejansko jih je obnovljenih manj kot 20 kilometrov. Podatkov o občinskih cestah ni.
5. Zaradi opisanega slabega stanja v cestnem omrežju se poslabšuje prometna varnost, podaljšujejo se transportni časi in slabšajo se vplivi na gospodarstvo in uporabnike.
6. Zaradi zniževanja finančnih sredstev, ki so dodeljena cestnemu omrežju, se denar namenja predvsem za redno vzdrževanje (krpanja, kratke preplastitve, zalivanja razpok ...), s katerim se zagotavlja minimalna prevoznost cest in minimalna prometna varnost, vzrokov za nastanek poškodb pa se s tem ne odpravlja, zato je treba te ukrepe vseskozi ponavljati. Po drugi strani je za temeljitejšo ukrepe na voljo vedno manj denarja.
7. Da bi prekinili dosedanje prakso, je treba zagotoviti primeren obseg finančnih sredstev, s katerimi bo mogoče v doglednem času odpraviti vsaj zelo slabo stanje voznih površin. Po vzoru sosednjih držav predlagamo ustanovitev cestnega sklada, v katerega se denar zagotovi predvsem z bencinskim centom.
8. Na osnovi izdelanih načrtov DRSC naj se izdela predlog prioritarnih sanacij vozišč tako, da bodo odseki daljši, da bodo uporabljene optimalne tehnologije, z upoštevanjem trajnostnega razvoja. Preveri naj se projektiranje vozišč (dimenzioniranje) za daljšo dobo delovanja. Te tehnologije so predvsem reciklaža na mestu samem in/ali na obratu, uporaba alternativnih zmesi (žlindra ...), projektiranje in uporaba asfaltnih zmesi za znižanje hrupa.

mag. Jožica Cezar, univ. dipl. inž. grad.



Združenje asfalterjev
Slovenije

PETROL

14.

KOLOKVIJ O ASFALTIH in BITUMNIH

28. in 29. november 2013, Hotel Golf, Bled

ZAS, Združenje asfalterjev Slovenije organizira v sodelovanju z generalnim pokroviteljem **PETROL, Slovenska energetska družba, d.d.** tradicionalno bienalno mednarodno strokovno srečanje, na katerem se bo predstavilo 19 referentov iz osmih evropskih držav. To bo največje tovrstno srečanje 2014 v Sloveniji.

Poseben poudarek kolokvija je namenjen vhodnim materialom za asfalt kot sta bitumen in agregat ter novim asfalterskim tehnologijam. Predstavljeni bodo trendi uporabe nizkotemperaturnega asfalta in asfaltov, ki znižujejo hrup. V Sloveniji je bila letos na avtocesti proti morju prvič vgrajena asfaltna zmes z gumo. Podano bo celovito poročilo o poskusnem polju in primerjava med sosednjimi državami. Kolokvij običajno obravnava tudi prometno infrastrukturo. Smo pred pripravo državnega programa o izgradnji prometne infrastrukture, zato je pripravljena okrogla miza o tej tematiki. Kako pomagati gradbeništvu, da si ponovno opomore, je vprašanje, ki si pogosto zastavljamo. Morda lahko k našim razmišljanjem tudi pripomorejo strokovnjaki s področja trženja. Povabili smo najvišjo avtoriteto s tega področja. **VABLJENI!**

Predviden program kolokvija:

Četrtek, 28. november 2013

08.30 - 09.00	Otvoritev srečanja
09.00 - 11.00	SEKCIJA 1: OSNOVNI MATERIALI V ASFALTERSTVU – AGREGATI IN BITUMNI
11.30 - 13.00	TEHNIČNE PREDSTAVITVE PODJETIJ IN NJIHOVIH PRODUKTOV z razpravo
14.00 - 15.00	SEKCIJA 2: DOLGOROČNI RAZVOJ ASFALTERSKE TEHNOLOGIJE
16.00 - 17.00	OKROGLA MIZA: PROGRAM RAZVOJA PROMETNE INFRASTRUKTURE V SLOVENIJI • Mag. Matjaž Vrčko, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor • Mag. Tomaž Košič, DRI upravljanje investicij • Prof. dr. Jože P. Damijan, UL, Ekonomska Fakulteta
17.30 - 18.30	VABLJENO PREDAVANJE: prof. dr. Maja Makovec Brenčič: Trženje v gradbeništvu: kje smo in kam gremo...?
18.30 - 19.00	Kulturni program in skupna večerja

Petek, 29. november 2013

09.00 - 11.00	SEKCIJA 3: ASFALT Z GUMO
11.30 - 13.30	SEKCIJA 4: TRAJNOSTNE ASFALTNE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

ZAS, Združenje asfalterjev Slovenije | www.zdruzenje-zas.si | info@zdruzenje-zas.si | tel: +386 1 430 10 72

KOLEDAR PRIREDITEV

4.-5.10.2013

**7th International Conference
Bridges in Danube Basin**

Timisoara, Romunija / Beograd, Srbija
<http://danubebridges.com/>

6.-7.10.2013

Road Expo

Edinburgh, Škotska
www.bridgeweb.com/MemberPages/Article.aspx?typeid=5&id=3018

11.10.2013

14. Šukljetoj dan

Ljubljana, Slovenija
www.sloged.si

16.-17.10.2013

**Dam engineering in Southeast and Middle Europe –
Recent experience and future outlooks**

Ljubljana, Slovenija
www.slocold.si

6.-9.11.2013

ECOMONDO 2013

**17th International Trade Fair of Material & Energy Recovery and
Sustainable Development**

Rimini, Italija
<http://en.ecomondo.com/>

7.-8.11.2013

1. DAfStb Jahrestagung 2013

**Innovationen in Beton
Forschung & Praxis treffen sich**

Bochum, Nemčija
<http://www.ruhr-uni-bochum.de/DAfStb2013/index.html.de>

28.-29.11.2013

Združenje asfalterjev Slovenije

14. kolokvij o asfaltih in bitumnih

Bled, Slovenija
www.zdruzenje-zas.si

28.-30.1.2014

International Sustainable Built Environment Conference

Doha, Katar
www.isbe-conference.com

10.-14.2.2014

4th International FIB Congress

Mumbai, Indija
www.fibcongress2014mumbai.com

27.3.2014

3. Trienalni znanstveni posvet

Naravne nesreče v Sloveniji

Ig, Slovenija
<http://gjam.zrc-sazu.si/?q=sl/nns>

3.-5.4.2014

Structures Congress 2014

Boston, Massachusetts, ZDA
<http://content.asce.org/conferences/structures2014/index.html>

27.4.-2.5.2014

EGU General Assembly

Dunaj, Avstrija
www.egu2014.eu

2.-6.6.2014

**3rd World Landslide Forum "Landslide risk mitigation:
Constructing a safe geo-environment"**

Peking, Kitajska
www.wlf3.org

23.-27.6.2014

10th International Symposium on Ecohydraulics

Trondheim, Norveška
<http://www.ntnu.edu/ecohydraulics2014>

30.6.-2.7.2014

EURODYN 2014

9th International Conference on Structural Dynamics

Porto, Portugalska
<http://paginas.fe.up.pt/~eurodyn2014/>

16.-18.7.2014

Footbridge 2014: Past, Present & Future

London, Anglija
www.footbridge2014.com

3.-5.9.2014

37th IABSE Symposium Madrid 2014

Madrid, Španija
www.iabse.org/Images/Conferences/Madrid/symposium_iabse2014.pdf

15.-19.9.2014

IAEG XII Congress Engineering Geology for Society and Territory

Torino, Italija
www.iaeg2014.com

12.-17.4.2015

7th World Water Forum

Daegu-Gyeongbuk, Republika Koreja <http://worldwaterforum7.org/en>

25.-29.5.2015

XVth IWRA World Water Congress

Edinburgh, Škotska
www.worldwatercongress.com

22.6.-2.7.2015

XXVIth IUGG General Assembly

Praga, Češka
www.iugg.org/programmes/grants2015.php

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