

# UPOŠTEVANJE TRAJNOSTNIH KRITERIJEV PRI PROJEKTIRANJU Z ORODJI BIM

## DESIGNING USING SUSTAINABILITY CRITERIA WITH BIM TOOLS

**Miloš Todorović, univ. dipl. inž. grad.**

Informacijsko modeliranje zgradb, Miloš Todorović, s. p.  
<http://www.bim.si/>

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

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo (IKPIR)  
<http://www.zturk.com/>

**Znanstveni članek**

UDK: 624.03:681.5

**Povzetek** | Boj proti podnebnim spremembam je pomembna politična in tehnološka prioriteta, zmanjšanje porabe energije pa tudi gospodarska nujnost. Grajeno okolje je odgovorno za približno 40 % vseh toplogrednih izpustov in porabe energije. Ocenjujemo, da bi približno polovico te energije lahko prihranili. Hipoteza pričujoče raziskave je, da so prihranki še posebno veliki, če trajnostne kriterije upoštevamo od samega začetka procesa načrtovanja, in da nam je pri tem v veliko pomoč tehnologija informacijskih modelov stavb. Preskusli smo jo na primeru stavbe Tehnološkega parka Ljubljana. Z uporabo BIM-orodij (Autodesk Revit 2010) in programov za analizo fizike stavbe Autodesk Green Building Studio in Autodesk Ecotect Analysis 2010 smo toplogredne izpuste zmanjšali za skoraj polovico, ne da bi temeljiteje posegli v lastnosti stavbe. Rezultat kaže, da so BIM-orodja in dodatni programi za analizo zreli za redno uporabo in da z njimi dosežemo bistveno bolj trajnostne stavbe. Nadaljnje delo in raziskave potekajo v okviru kompetenčnega centra TIGR.

**Summary** | Fighting against climate changes is an important political and technological priority; furthermore the reduction of energy usage is also an economical necessity. Built environment is responsible for app. 40 % of all greenhouse gases and energy usage. It is estimated that nearly a half of that energy could be saved. The hypothesis of this research is that savings are especially large, when sustainable criteria is used from the very start of design and with that the use of technology with building information models is in great help. We tested it on an example for future buildings planned in Technological Park in Ljubljana. With the use of BIM tools (Autodesk Revit 2010) and software for building's energy analysis Autodesk Green Building Studio and Ecotect Analysis 2010 we reduced greenhouse gases for nearly 50 %, without greatly interfering in building's characteristics. The results show that BIM tools and additional software for analysis are mature enough for regular usage and that we can achieve significantly more sustainable buildings by using them. Further work and research is being done within the competence center TIGR.

## 1 • UVOD

Od konca osemdesetih let iz raziskovalnih laboratorijev v industrijo prodira nov način obvladovanja informacij v gradbeništvu. Tehnologija je bila najprej znana pod izrazom »model gradbenih produktov« (Turk, 1992), v zadnjih letih pa se je uveljavila kratica BIM (angl. Building Information Modeling – BIM) (Cerovšek, 2005). Informacijski model zgradbe je zbirka podatkov, v kateri naj bi bilo v visokostrukturirani obliki zapisanih čim več informacij o objektu, ki nastajajo in se uporabljajo skozi njegovo celotno življenjsko dobo. Že zasnova in projektiranje tečeta na celovitem trirazsežnem modelu zgradbe, ki si ga posamezni projektanti delijo in ki ga v končni fazi lahko uporabi tudi upravnik zgradbe za njeno upravljanje. V pričujoči raziskavi nas je zanimalo, če so BIM- in pripadajoča orodja zrela za to, da podprejo projektiranje z upoštevanjem trajnostnih kriterijev.

Izraza zeleno in trajnostno šele v zadnjih letih pridobivata pomen. Strokovno se je izraz zeleno razširil v primernejši izraz trajnostno, ki zajema več učinkov, ki jih dejansko ta princip prinaša. Zeleno se namreč nanaša predvsem na reciklažo in okolju prijazno delovanje, trajnostno pa zajema celotni življenjski cikel produkta oziroma objekta (Krygiel, Nies, 2008).

Kot rezultat zavedanja pomembnosti trajnostnega delovanja so se v Evropski uniji

(EU) vzpostavile t. i. tehnološke platforme, ki bodo odigrale pomembno vlogo pri tržno pogojenem razvoju industrijskih sektorjev in brez katerih bi bili težko doseženi zastavljeni lizbonski cilji na področju gospodarske rasti in konkurenčnosti, s tem pa tudi cilji socialne in okoljske politike. Kot posledica visoke pomembnosti gradbene industrije v gospodarskem sektorju Evrope se je izoblikovala tudi Evropska gradbena tehnološka platforma (*European Construction Technology Platform, ECTP*), ki je dobro organizirana in pozicionirana v EU.

Trajnostni razvoj je zajet v vsebinskem poglavju »Kakovost življenja« platforme, kjer so osnovni nameni osredotočeni na iskanje načinov za manjšo porabo energije, manjše nastajanje toplogrednih plinov, manjšo generacijo odpadkov ipd. V okviru ECTP je bila februarja 2005 predstavljena tudi Vizija 2030 (*Vision 2030*) – vizija za trajnostni in konkurenčni gradbeni sektor do leta 2030 (*A vision for a sustainable and competitive construction sector by 2030*). Vizija upa na do 30-odstotno zmanjšanje stroškov življenjskega cikla zgradb, 50-odstotno zmanjšanje izvedbenega časa in 50-odstotno zmanjšanje nesreč na gradbiščih.

V trajnostno delovanje pa bo industrija prisiljena tudi zaradi davčnih in regulatornih posegov držav, ki bodo tako pritiskale na

energijsko potratne panoge. Prav tako lahko pričakujemo nadaljnje naraščanje cen surovin in energije, zato bosta energetska in snovna učinkovitost postali ključni pri konkurenčnosti (Turk, 2009).

V predstavljeni raziskavi nas je zanimalo, kakšno vlogo v zvezi s trajnostnim razvojem bo na področju informacijskih tehnologij igral BIM, ali so aktualna BIM-orodja že dovolj izpopolnjena, da prinašajo dodano uporabno vrednost, in kako se zaradi uporabe novih tehnologij spremeni ustaljeni način trajnostnega projektiranja.

### 1.1 Struktura članka

Članek v poglavju 2 predstavi obravnavano stavbo in način, kako v programu Revit Architecture 2010 pripravimo prostorski informacijski model konceptualne zasnove zgradbe, primeren za nadaljnje analize, upoštevajoč trajnostne kriterije. Predstavljena je ocena porabljenega časa za izdelavo takega modela, da je projektiranje v okolju BIM mogoče primerjati s trenutnimi poteki projektiranja in časovnimi okviri let-tega.

V poglavju 3 se članek osredotoči na predstavitev dveh programov, namenjenih energijskim analizam objektov. V programu Eco-tect Analysis 2010 sta predstavljeni študiji osončenosti in osenčenosti ter s tem vpliv objekta na okolico in nasprotno. V programu Green Building Studio pa je predstavljena energijska analiza celotnega objekta.

V zadnjem poglavju 4 so predstavljeni ugotovitve in delo.

nikom družin (*Family Editor*) ali okoljem konceptualnih mas (*Conceptual Mass Editor*) pa so možnosti kreiranja tudi najkompleksnejših elementov zgradb skoraj neomejene.

Za potrebe trajnostne analize objekta smo obravnavali le nadzemeljski del objekta, tj. štirinadstropni objekt poslovnih prostorov. Odločitev smo sprejeli zato, ker podzemeljski garažni del ni toplotno izoliran, depoji mestnega muzeja so obravnavani v projektu kot samostojni objekt, objekt poslovnih prostorov pa s svojo zasnovo predstavlja skoraj idealni testni model za analizo, saj je preproste pravokotne oblike in vsebuje vse pomembnejše elemente za analizo.

Pri modeliranju objekta v konceptualni zasnovi natančno definiranje konstrukcije ni potrebno. Osnovna filozofija zasnove za nadaljnjo trajnostno analizo je v tem, da pripravimo bistveno obliko modela (lupino modela) z glavnimi parametri, ki se nanašajo na raz-

## 2 • MODELIRANJE V PROGRAMU REVIT ARCHITECTURE 2010

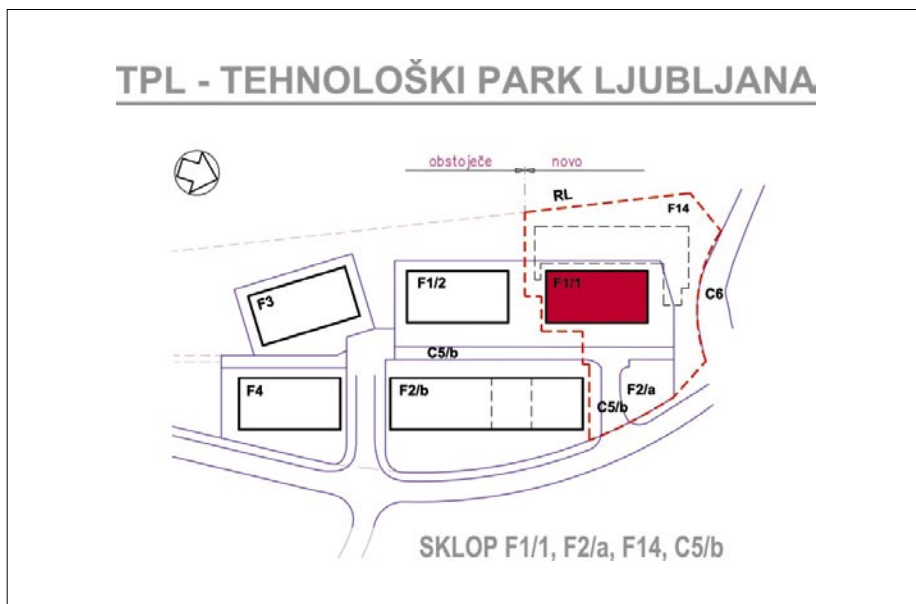
Kot predmet študije smo izbrali bodoča nova objekta v sklopu tehnološkega parka na Brdu v Ljubljani, imenovana Objekt F1/1 in Objekt depojev mestnega muzeja. Odgovorni vodja projekta je univ. dipl. inž. arh. Boštjan Kolenc iz podjetja Inženiring 4M, d. o. o., s katerim smo se dogovorili za sodelovanje in dovoljenje za uporabo omenjenega objekta. Objekt bo zgrajen v okviru 2. etape izgradnje 1. faze tehnološkega parka. Zasnovo objekta bi lahko razdelili na tri etape – nadaljevanje obstoječe podzemne garaže v dveh etažah, dilatacijsko ločeni podzemni del, namenjen arhivu mestnega muzeja, in nadzemni del poslovnih prostorov v širih nadstropjih.

Platforma Autodesk Revit je v svetovnem merilu vodilno BIM-orodje. Za gradnike pro-

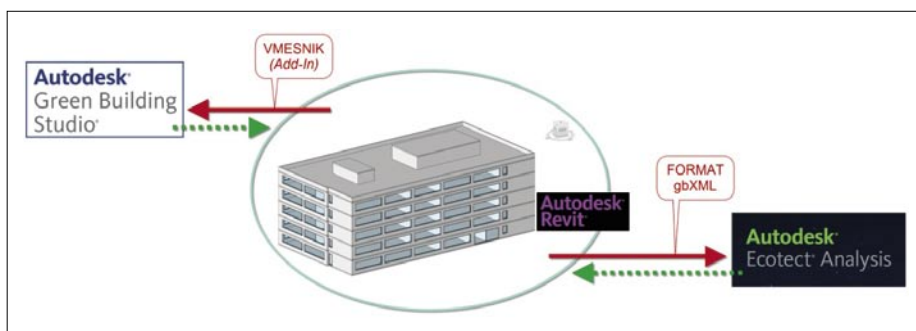
storskega informacijskega modela zgradbe uporablja t. i. družine gradnikov (sistemske, prenosljive ali unikatne). Lahko so dvo- ali tridimenzionalne, najpogosteje pa so kombinacija obeh različic. Družine se združujejo in medsebojno prepoznavajo po kategorijah. V kategorije družin razvrščamo označevalne elemente (sistemske osi, oznake za preze ipd.), osnovne gradbene elemente (stene, plošče, okna, vrata ipd.) in vizualne elemente okolice (rastline, vozni park ipd.). Za interakcijo s 3D-prostorom se večina elementov navezuje na nivoje (*Levels*) ali na referenčne ravnine (*Reference Planes*), ki omogočajo glavno in najpomembnejšo lastnost modela, tj. parametričnost. Družine so lahko najosnovnejšega tipa (generične), z urejeval-

slojenost po etažah in prostorih. Detajlnejša zasnova zahteva več časa za modeliranje, poveča možnosti pojava napak in upočasnjuje simulacijo brez bistvenih izboljšav oziroma natančnosti končnih rezultatov ((Krygiel, Nies, 2008), (Autodesk, 2010)). Uporabimo lahko generične tipe plošč in sten brez definiranja materiala oziroma sestave posameznih elementov. Tudi pri oknih lahko uporabimo najosnovnejše tipe družin oken, saj so za nadaljnjo analizo predvsem važna razmerja površin oken in sten. Vrat v model prav tako ni treba vstavljati, ker ne igrajo pomembne vloge pri analizi. Še največ pozornosti moramo posvetiti definiranju prostorov, saj moramo predvsem paziti, da je upoštevan celoten volumen modela.

Ob uporabi arhitekturnih podlog (AutoCAD) in predhodnem poznavanju zasnove objekta smo konceptualno formo zmodelirali v štirih urah. Tako smo ocenili, da bi projektant (ob povprečnem poznavanju modelirnih tehnik v programu Revit) lahko izdelal zasnovo objekta, primerno za nadaljnji izvoz in analizo, v roku enega delovnega dneva. Seveda to velja za primer, ko odgovorni arhitekt ne uporablja BIM-tehnologij in ko so analize domena drugih projektantov. Pravilni pristop oziroma BIM-proces temelji na tem, da že arhitekt pri snovanju objekta uporablja prostorski BIM-model, ki ga najprej preko konceptualnih mas formalno oblikuje in ga nato na omejen način pretvori v osnovno lupino objekta z glavnimi parametri, potrebnimi za nadaljnje analize. Zaradi enostavnosti uporabe lahko številne analize nato s tem modelom izvaja že projektant arhitekt sam, za kar se je začel aktualizirati tudi izraz Green BIM ali zeleni BIM, ki bo od arhitektov zahteval oziroma jim omogočal osnovno trajnostno analizo v začetnih fazah projektiranja, kar je tudi smiseln trajnostni pristop. To ne pomeni, da bodo arhitekti morali postati strokovnjaki



Slika 1 • Tlorisna shema tehnološkega parka in obravnavani objekt F1/1



Slika 2 • Shematski prikaz programskih povezav konceptualnega modela objekta F1/1, pripravljenega v programu Revit, za potrebe energetskih analiz

in odgovorni projektanti še za to področje, ampak bodo za nadaljnje natančnejše analize še vedno potrebni projektanti specialisti trajnostnega načrtovanja. Trajnostna analiza v zgodnejših fazah načrtovanja ima potencialno večje učinke.

Objekt konceptualne zasnove za študije različnih energetskih analiz v program Ecotect Analysis uvozimo preko izvoznega formata gbXML, v program Green Building Studio pa se povežemo preko vmesnika (*add-in*) v programu Revit.

### 3 • TRAJNOSTNA ANALIZA

#### 3.1 Ecotect Analysis 2010

V programu Ecotect lahko opravimo številne analize – od naravnega prezračevanja, vetrne energije, fotovoltaičnega zajema energije, termalne analize, solarnega obsevanja, vpliva okolice, analize senc in odbojev, dnevne osvetljenosti, akustične analize do načrtovanja sencil. Članek obravnava dve od teh študij, to

sta analiza povprečne dnevne osončenosti in študija senc.

Prvi korak predstavlja vnos objekta za analizo. Program omogoča svoje modelirno okolje, zmožen pa je uvoza tudi številnih formatov analitičnih modelov, med drugim tudi formata gbXML, ki ga pripravimo s funkcijo Export v programu Revit. Naslednji korak predstavlja

definiranje lokacije objekta v realnem prostoru. To običajno privzamemo samodejno preko vnosa vremenske datoteke (WEA – *Weather Data Files*). Če vremenskih podatkov ne najdemo v obsežni osnovni bazi, lahko te definiramo tudi preko drugih uveljavljenih formatov s pretvorbo v integrirani aplikaciji *Weather Manager*. To je bilo treba narediti tudi v obravnavanem primeru, ko smo preko povezave v programu na spletni strani Ministrstva ZDA za energijo našli in pretvorili vremenske datoteke za Ljubljano. Iz podatkov nadmorske višine

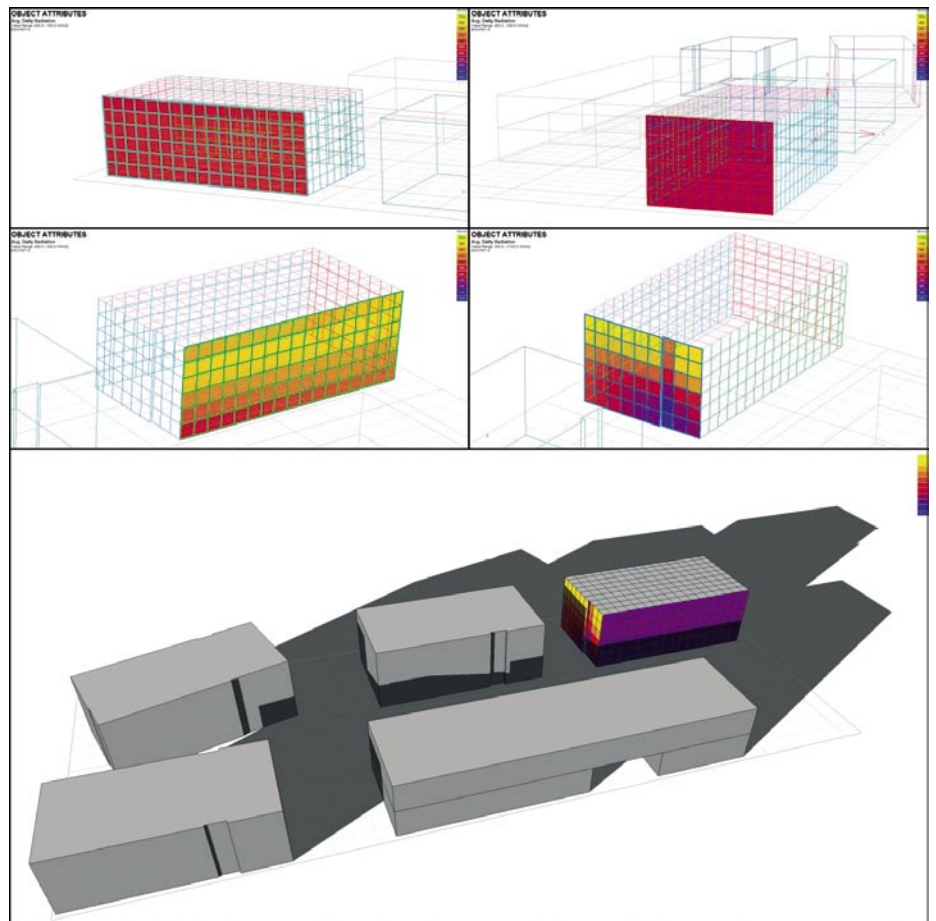
in lociranja GPS-koordinat sklepamo, da so bili vremenski podatki dobljeni preko merilnih mest na ljubljanskem letališču.

Za zeleno analizo vpliva objekta na okolico in nasprotno je bilo treba v projekt vnesti še druge objekte v okolici. Okoliške objekte F1/2, F2b, F3 in F4 smo vsakega posebej zmodelirali v konceptualni zasnovi v programu Revit, jih skupaj z obravnavanim objektom F1/1 združili v enotno datoteko ter situacijsko medsebojno razporedili in izvozili v Ecotect. Za obravnavane analize je bila nadaljnja poenostavitev objektov v enotne kubuse sprejemljiva, saj so pomembni volumni, ki vplivajo na padanje senc, računanje pa se tako pospeši. Ploskve fasade objekta F1/1 smo nato razdelili na manjše ploskve dimenzij 3000 mm za doseganje natančnejših rezultatov analize osončenosti. Parametre le-te nastavimo preko uporabniku prijaznega pogovornega okna (čarovnika), ki nas vodi skozi nastavitve in hkrati ponuja tudi krajše razlage. Grafične rezultate analize lahko prikažemo za vsako fasado posebej, lahko pa jih tudi zberemo s prikazom na vseh fasadah. Grafični prikazi rezultatov temeljijo na barvnih shemah količinske osončenosti, izražene v  $Wh/m^2$ . Vključimo lahko tudi prikaz padanja senc, kar še dodatno pomaga pri interpretaciji rezultatov.

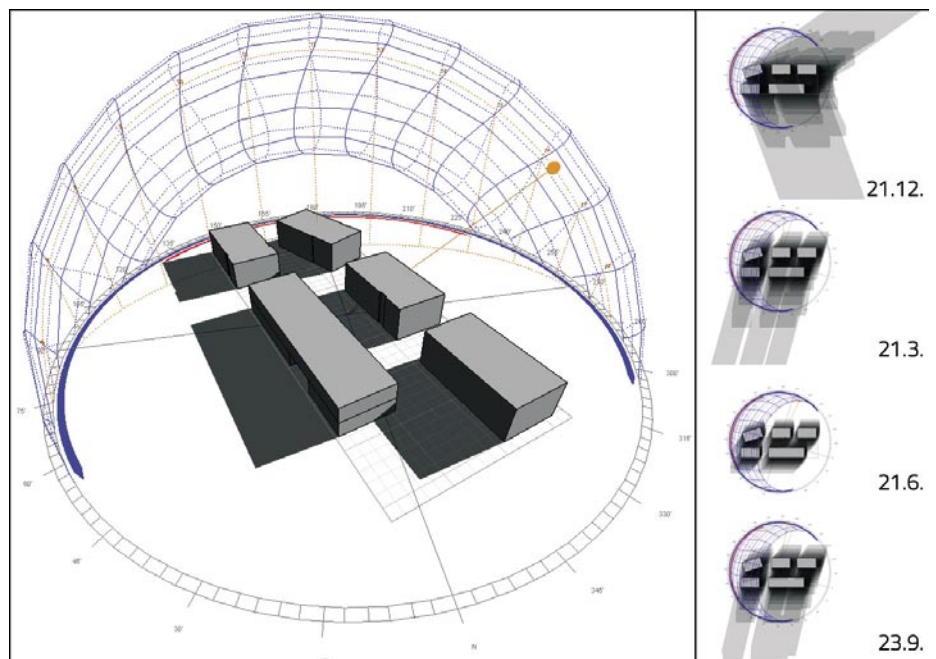
Skupaj s študijami osončenosti si projektant s študijami padanja senc na objekt zaradi sosednjih objektov in nasprotno pomaga pri razumevanju postavitve objekta v okolje. Na tak način lahko jasno grafično določa lokacijske potrebe po postavitvah dodatnih senčilnih sistemov oziroma prilagaja razmerje zasteklitvenih površin. Ecotect ponuja edinstven 3D-grafični prikaz letne poti sonca na nebu, ki uporabniku omogoča jasn vpogled v stanje na lokaciji ob kateremkoli času v letu. Omogoča tudi prikaz bolj konvencionalnih 2D-solarnih diagramov (sferični, stereografični, enakomerni, ortografični ipd.), ne nazadnje pa tudi kot numerični izpis v obliki tabele. Pomemben podatek diagramov predstavljajo vrednosti za azimut in višinski kot sonca, saj preko njih projektanti natančno določajo tudi parametre, ki oblikujejo dodatne senčilne sisteme. Zanimiva in uporabna je funkcija prikaza razpona padanja senc. Za še boljše razumevanje osončenosti oziroma osenčenosti pa lahko tudi nadzorujemo prikaz padanja senc samo na izbranih površinah, tudi v obliki animacije.

### 3.2 Green Building Studio

Program Green Building Studio (GBS) deluje kot internetni program oziroma servis za en-



Slika 3 • Prikaz rezultatov povprečne dnevne osončenosti za posamezne fasade, za vse fasade hkrati in z dodatnim prikazom padanja senc (1. december ob 8.30)



Slika 4 • Dnevna in letna pot sonca in z njo povezano padanje senc objektov (levo) in prikaz razpona padanja senc (desno)



ergetska analizo celotnega objekta (*whole-building energy analysis web service*). Uporabnik si najprej namesti dodatek (*plug-in*) za program Revit ali samostojni program *Autodesk Green Building Studio Desktop*, ki je namenjen uporabnikom, ki ne uporabljajo platforme Revit in želijo uvoziti model v formatu gbXML iz katerekoli druge BIM-aplikacije. Uvoz objekta iz programa Revit nas neposredno poveže z internetnim servisom GBS, kjer sledimo petim korakom nastavitve za začetek analize.

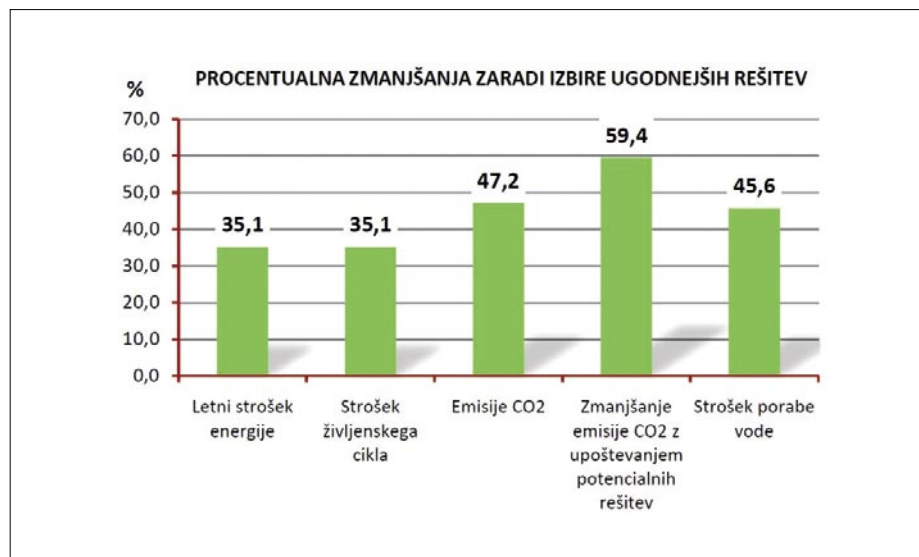
- Poimenovanje objekta, definiranje tipa zgradbe in sheme delovanja oziroma obratovanja.
  - Lociranje objekta v okolju Google Maps.
  - Pregled in izbor najprimernejše vremenske postaje, iz katere program črpa podatke.
  - Kontrola lokacije, izbira valute in cene elektrike in goriva.
  - Potrditev odgovornosti deljenja podatkov.
- Ko zaključimo z vnosom osnovnih parametrov za analizo, nas program vodi na stran z rezultati, kjer najdemo organiziranost podatkov in rezultatov:

- energijski in emisijski rezultati,
- kategorizacija po sistemu ENERGY STAR Agencije Združenih držav za varovanje okolja (*United States Environmental Protection Agency*), ki je namenjen le projektom znotraj ozemlja ZDA in je v obravnavanem projektu onemogočena,
- poraba vode,
- fotovoltaična analiza,
- kategorizacija dnevne osvetljenosti po sistemu LEED,
- vremenski podatki za lokacijo,
- 3D-prostorski pogled VRML objekta.

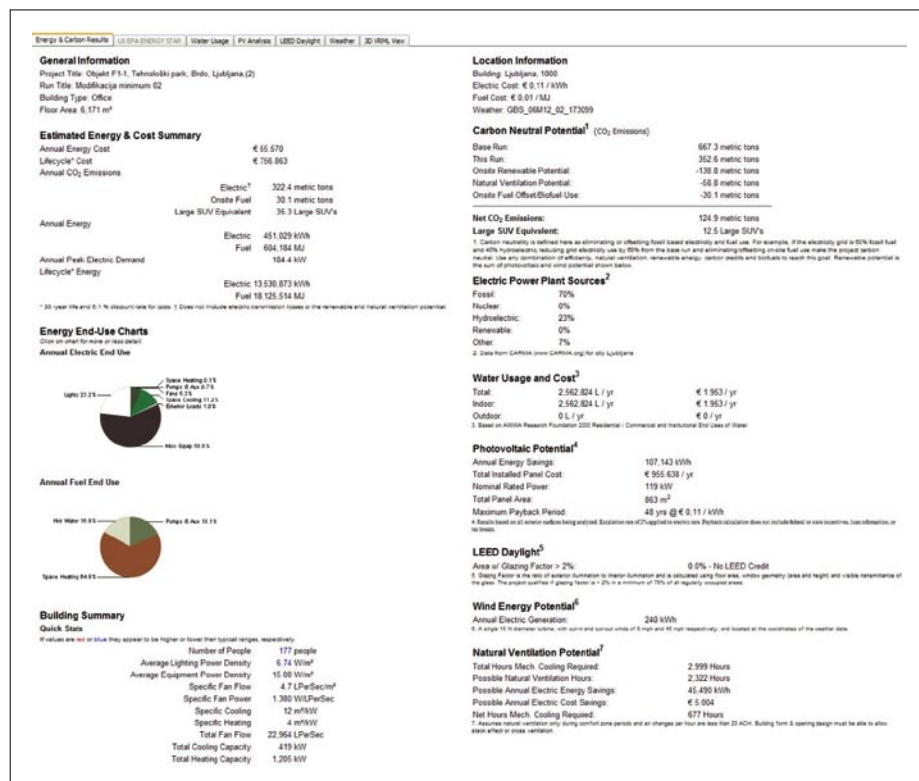
Obravnava rezultatov v članku je osredotočena na prvi in tretji zavihek, tj. energijske in emisijske rezultate in porabo vode. Sprva se nam je zdelo interpretiranje letnih emisij CO<sub>2</sub> s številom športnih terencev nekoliko neprimerno in tipično ameriško, a je primerjava povsem na mestu, saj je količina emisij CO<sub>2</sub>, izražena v tonah, veliko manj oprijemljiva oziroma razumljiva za običajnega uporabnika. Zanimiv je tudi prikaz emisijskega nevtralnega potenciala, ki sestoji iz količine osnovnih emisij objekta ter odbitkov le-teh v primeru upoštevanja možnih lokacijskih potencialov obnovljivih virov, upoštevanja možnosti naravnega prezračevanja ter uporabe biogoriv. Bistvena funkcionalnost programa je možnost primerjave različnih alternativnih rešitev projekta (*Design Alternatives*). Vse variantne rešitve lahko shranimo in jih potem tudi medsebojno primerjamo. Alternativne spremembe so razvrščene v sedem kategorij. V

prvi določamo spremembe rotacije celotnega objekta in spremembe sistemov OVK (*HVAC*) – ogrevanje, ventilacija in klimatizacija. V drugi spreminjamo učinkovitost in način kontroliranja luči (umetnega osvetljevanja) v objektu. Tretja ponuja konstrukcijske spremembe strehe. Zadnji štiri pa se nanašajo na posamezne fasade in njihovo zasnovo konstrukcije, tip in površino

zasteklitve. Zaradi trenutne aktualnosti in uporabe programa večinoma le na območju ZDA so konstrukcijske in tipske možnosti vezane na ameriške standarde in trg. Zato smo se odločili, da bo raziskava temeljila večinoma le na univerzalnih alternativnih možnostih, ki se nanašajo na rotacijo in procentualne alternative.



Slika 5 • Odstotna zmanjšanja zaradi izbire ugodnejših rešitev



Slika 6 • Končni rezultati modificiranega projekta z izbiro posameznih najugodnejših alternativnih rešitev

Pri izbiri najugodnejše alternativne rešitve smo v večini primerov izbirali med najugodnejšimi posameznimi rešitvami. Edino pri zmanjšanju zasteklitvenih površin smo upoštevali rešitev s 25-odstotnim zmanjšanjem, saj se nam je 50-odstotno zmanjšanje zdelo neprimerno v primerjavi z osnovno idejo zasnove zgradbe. Izbrali smo rotacijo za 45° v smeri urnega kazalca (od prvotno postavljene orientacije z vzdolžno osjo objekta v smeri sever–jug). Za sistem OVK smo izbrali ameriškim standar-

dom prilagojen tip *17 SEER/0,85 AFUE Split/Pkgd < 5,5 ton*. Efektivnost luči smo zmanjšali za 40 % od prvotne rešitve. Upoštevali smo uporabo senzorjev gibanja in naravne svetlobe z upravljanjem. Za tip zasteklitve smo izbrali *Insulated Green Reflective Low-e* s predvideno toplotno prehodnostjo  $U = 1,49 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dodatno zmanjšanje stroškov je predstavljala tudi izbira varčnih vodovodnih rešitev, ki jih lahko izberemo pod zavihkom porabe vode. V osnovni rešitvi smo pustili

efektivnost stranišč, umivalnikov, tušev na standardni, medtem ko smo pri najugodnejši končni analizi uporabili rešitve z nizkim pretokom (*Low-Flow*) oziroma rešitve s senzorji pri umivalnikih (*Hands-Free*). V fazi zasnove objekta predstavljajo tako velike spremembe v efektivnosti delovanja zgradbe zelo pomembno možnost zagotavljanja visokega nivoja kakovosti projektiranja, posebno ko take rešitve dobimo na hiter, preprost in zanesljiv način, ki ga ponuja GBS.

## 4 • UGOTOVITVE IN SKLEPI

BIM se je izkazal za koristnega tudi v primeru projektiranja z upoštevanjem trajnostnih kriterijev. Sodelovanje BIM-modelirnika s programi za analizo kaže že na kar dobro interoperabilnost aplikacij.

Končni rezultati BIM-projektiranja z upoštevanjem trajnostnih kriterijev so presenetljivo pozitivni. Ko primerjamo rezultate analize osnovne zasnove zgradbe in analize z alternativnimi rešitvami v programu Green Building Studio (GBS), lahko vidimo opazne prihranke. Letni stroški energije so se zmanjšali za dobrih 30.000 evrov oziroma za 35,1 %. Emisije CO<sub>2</sub> pa so se zmanjšale kar za 47,2 % (314,7 t), prav tako so se za 45,6 % (1640 evrov) zmanjšali stroški zaradi porabe vode. K skoraj 50-odstotnemu zmanjšanju emisij CO<sub>2</sub> sta največ prispevali rešitvi izbire sistema OVK

(25 %) in zmanjšanje efektivnosti luči (16 %). Izkušnje z delom na opisanih objektih kažejo, da lahko program Revit že z osnovnim znanjem doprinese h kakovosti projektiranja. Modeliranje je preprosto, parametričnost modela pa izraža svojo prednost zlasti pri spremembah, ko se pripravljena dokumentacija sproti prilagaja in posodablja.

Program Ecotect demonstrira enostavnost izvedbe osnovnih analiz v konceptualni zasnovi projektiranja. Program je poleg osnovnih analiz in vpogleda v delovanje zgradbe namenjen detajlnejšim analizam in projektiranju v trajnostnem smislu, kar članek sicer ne obravnava. Vodenje analize povprečne dnevne osončenosti je preprosto. Interpretacija rezultatov je razumljiva in primerno grafična za takojšnje razumevanje posameznih situacij

tudi za laičnega opazovalca. Študija senc v večini primerov daje sprotne rezultate in interpretacijo, saj uporabnik ob modifikacijah časa spremlja sprotne prikazovanje padanja senc. Za še boljše prikaze program omogoča izdelavo animacij posameznih stanj.

Green Building Studio (GBS) po drugi strani predstavlja program, namenjen enostavni, efektivni in hitri analizi stanja in delovanja zgradbe, ter je izključno namenjen uporabi v konceptualni zasnovi za doseganje čim boljših energetskih in snovnih rezultatov delovanja objekta. Tako rekoč v hipu, ko je model vnesen v GBS, lahko preverimo rezultate in delovanje vnesene zasnove objekta. Tudi izvajanje alternativnih rešitev je hitro in preprosto.

Delo na tem področju nadaljujemo v kompetenčnem centru TIGR – Trajnostno in inovativno gradbeništvo. To je eden izmed sedmih kompetenčnih centrov za obdobje 2010–2013 in ima za cilj bistveno izboljšati stavbe z vidika energetske in snovne učinkovitosti.

## 5 • LITERATURA

Autodesk, Using Autodesk Ecotect Analysis and Building Information Modeling, 2010.

Povzeto po:

[http://www.kelarpacific.com/resources/Documents/using\\_autodesk\\_ecotect\\_analysis\\_and\\_building\\_information\\_modeling\\_final.pdf](http://www.kelarpacific.com/resources/Documents/using_autodesk_ecotect_analysis_and_building_information_modeling_final.pdf) (8. 4. 2011).

Cerovšek, T., Informacijski modeli zgradb in standardizacija: razvoj in uporaba ISO STEP, CIS2 in IFC, Gradbeni vestnik, avgust. 2005, letnik 54, str. 190–208, ilustr., 2005.

ECTP, Challenging and Changing Europe's Built Environment, A vision for a sustainable and competitive construction sector by 2030, 2005.

Povzeto po:

<http://www.ectp.org/documentation/ECTP-Vision2030-25Feb2005.pdf> (5. 12. 2009).

Gumilar, V., Pristop k razvoju in naloge Slovenske gradbene tehnološke platforme, 2. sestanek, 2005.

Povzeto po:

[http://www.sgtp.si/dokumentacija/Slovensko/Slovenska%20gradbena%20tehnoloka%20platforma\\_Vladimir%20Gumilar.pdf](http://www.sgtp.si/dokumentacija/Slovensko/Slovenska%20gradbena%20tehnoloka%20platforma_Vladimir%20Gumilar.pdf) (5. 12. 2009).

Krygiel, E., Nies, B., Green BIM, Successful Sustainable Design With Building Information Modeling, Indianapolis, Indiana, Wiley Publishing, str. 241, 2008.

Todorović, M., Projektiranje z orodji BIM ob upoštevanju trajnostnih kriterijev, diplomska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2010.

Turk, Ž., Modeliranje gradbenih produktov, Zbornik 6. seminarja Računalnik v gradbenem inženirstvu. FAGG, Ljubljana, str. 1–16, 1992.

Turk, Ž., Construction IT Research – Climate Change Agenda, Trends in Civil and Structural Engineering Computing Chapter 19, str. 413–423, 2009.

# NOVI DIPLOMANTI

## UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Bojan Bazilija**, Projekt organizacije renaturacije mrtvice na Vipavi pri Renčah, mentor doc. dr. Andrej Kryžanowski

**Lucijan Marodi**, Analiza in sanacija plazu Prapretno, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor asist. Sebastjan Kuder

**Tadej Cotelj**, Preiskave mulja iz Luke Koper za načrtovanje stabilizacije z globinskim mešanjem, mentor izr. prof. dr. Janko Logar

**Jure Turk**, Statični izračun jeklenega proizvodnega objekta, mentor prof. dr. Jože Korelc

**Janez Žokalj**, Infrastrukturne potrebe za izvajanje dejavnosti, mentor doc. dr. Primož Banovec

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Mihela Baumgartner**, Projektiranje jeklenega cilindričnega rezervoarja, mentor prof. dr. Boštjan Brank

**Nuša Lazar**, Projektiranje stavb na sprejemljivo potresno tveganje – primer osem-etažne armiranobetonske stavbe, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek

**Nina Volkar**, Termika spodnje Save v času izgradnje verige hidroelektrarn, mentor prof. dr. Matjaž Četina, somentor dr. Andrej Širca

**Mojca Kogoj**, Hidravlične razmere zaradi plavja pri premostitvah, mentor prof. dr. Franc Steinman

**Urška Kocjančič**, Fazno spremenljiv material v visokoizolativnem tankoslojnim stavbnem ovoju, mentor prof. dr. Aleš Krainer, somentor prof. dr. Jožef Peternej

**Blaž Zoubek**, Projektiranje in nelinearni odziv AB montažne stavbe pri potresnem vplivu, mentor izr. prof. dr. Tatjana Isaković, somentor prof. dr. Matej Fischinger

**Blaž Hudobivnik**, Eksperimentalne preiskave in numerična analiza opečnate zidovine, mentor doc. dr. Vlatko Bosiljkov, somentor asist. Patricija Cotič

**Andrej Anžlin**, Numerične simulacije potresnega odziva Yfong zidane stavbe, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor dr. Matija Gams

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ VODARSTVA IN KOMUNALNEGA INŽENIRSTVA

**Nejc Vesel**, Uporaba odvečnega blata iz občinske komunalne čistilne naprave, mentor izr. prof. dr. Viktor Grilc, somentor izr. prof. dr. Jože Panjan

**Črt Pečar**, Integralni sistemi za ravnanje z odpadki v Obalni regiji in možnosti njihove predelave, mentor izr. prof. dr. Viktor Grilc

**Urška Martinčič**, Modeliranje izmenjave živega srebra med sedimentom in vodo v Tržaškem zalivu, mentor doc. dr. Dušan Žagar, somentor prof. dr. Matjaž Četina

**Sandi Hribar**, Študija odvoda in čiščenja vode v občini Grosuplje z zaščito potoka Grosupeljščica, mentor izr. prof. dr. Jože Panjan, somentor asist. dr. Mario Krzyk

### MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Anžej Kne**, Razvoj večkriterijskega modela za celovito ocenjevanje stanovanjskih enot, mentor izr. prof. dr. Jana Šelih

**Zoran Kuhar**, Metodologija za finančno analizo in kontrolo izvajanja projektov v gradbeništvu, mentor izr. prof. dr. Jana Šelih

**Jernej Nučič**, Obvladovanje tveganj v gradbenem izvajalskem podjetju, mentor izr. prof. dr. Jana Šelih

## OPERATIVNO GRADBENIŠTVO VISOKOŠOLSKI PROGRAM

**Damjan Podgorelec**, Ocena potresne odpornosti stanovanjske hiše v Ljubljani, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek

**Elena Bajc**, Vrednotenje kmetijskih zemljišč v postopku komasacije, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

**Primož Janežič**, Statična analiza poslovno-trgovskega centra z nosilno jekleno konstrukcijo, mentor prof. dr. Jože Korelc, somentor asist. dr. Peter Skuber

**Leon Pelc**, Inženirska predloga za informacijski modelirnik stavb, mentor doc. dr. Tomo Cerovšek

**Žan Gominšek**, "Parkiraj in se pelji" parkirišča, mentor viš. pred. mag. Jure Kostanjšek

**Marko Jovanovski**, Ocena potresne odpornosti zidane enodružinske hiše v Grosuplju, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek

**Andraž Savarin**, Projektiranje lesene strehe, mentor doc. dr. Jože Lopatič

**Matej Pukšič**, Razvoj nepremičninskega projekta "Stanovanjski bloki Selo", mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

## UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Simon Balazič**, Projektiranje AB kontinuirnega nosilca, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor Aljoša Klobučar, univ. dipl. inž. grad.

**Matjaž Lorenčič**, Montažna AB hala s primarnim nosilcem spremljivega prereza, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor Aljoša Klobučar, univ. dipl. inž. grad.

**Klemen Štarkelj**, Sanacija in ojačitev večstanovanjske hiše, mentor doc. dr. Andrej Štrukelj

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Matej Ferlinc**, Uporaba programa Dlubal RSTAB za projektiranje sovprežnih nosilcev, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor doc. dr. Simon Šilih

**Mateja Konobelj**, Primerjava varovanja globoke gradbene jame z Benotto piloti in jet-grouting slopi, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentor doc. dr. Borut Macuh

**Lidija Kuhelnik**, Ekologija lesene gradnje, mentor red. prof. dr. Miroslav Premrov, somentor pred. dr. Vesna Žegarac Leskovar

**Jernej Maher**, Analiza vpliva vetra na strešno konstrukcijo Motodroma Petrolija, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentorja viš. pred. Viktor Markelj, univ. dipl. inž. grad. in doc. dr. Simon Muhič

**Klara Pucko**, Linijski toplotni most ob odprtinah v ovoju lahkih konstrukcij, mentor izr. prof. dr. Dean Korošak

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

#### – Bolonjski študijski program 1. stopnja

Študij so zaključili z diplomskim izpitom:

**Rok Časar**

**Benjamin Čoh**

**Lea Gomboc**

**Martin Heričko**

**Andrej Jazbec**

**Matjaž Klemenčič**

**Karmen Košutar**

**Rebeka Kržaj**

**Matjaž Leskovar**

**Tadej Medved**

**Gorazd Mernik**

**Urh Pavič**

**Miha Pukšič**

**Nina Repolusk**

**Anže Rosec**

**Uroš Rozman**

**Gregor Senekovič**

**Mitja Smej**

**Niko Smej**

**Martin Špes**

**Žiga Unuk**

**Matic Urbanč**

**Vito Žalig**

**UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA  
GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA  
FAKULTETA**

**INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPO-  
DARKEGA INŽENIRSTVA – SMER GRADBENIŠTVO**

**Nina Jug**, Vpliv izbire postopka izračuna nihajnega časa na velikost potresnega vpliva in ekonomske posledice, mentorja izr. prof. dr. Matjaž Skrinar – FG in doc. dr. Andreja Lutar Skerbinjek – EPF, so-mentor dr. Tomaž Žula

**Denis Slanič**, Ekonomski in tehnični vidik energetske sanacije večstanovanjskega objekta v Kamnici, mentorja doc. dr. Nataša Šuman – FG in red. prof. dr. Anton Hauc – EPF

**INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPO-  
DARKEGA INŽENIRSTVA – SMER GRADBENIŠTVO**

**– Bolonjski študijski program 1. stopnje**

**Jasmina Kevrić**, Organizacija ureditve gradbišča in primer izkaza poslovnega izida za gradnjo Varstveno delovnega centra INCE Mengeš, mentorja doc. dr. Uroš Klanšek – FG in doc. dr. Iztok Kolar – EPF

**Urška Kmpolšek**, Organizacija in ovrednotenje stroškov ureditve gradbišča Zdravstvenega doma dr. Adolfa Drolca v Mariboru, mentorja doc. dr. Uroš Klanšek – FG in doc. dr. Barbara Bradač Hojnik – EPF

**Darko Kranjc**, Nanotehnologija v gradbeništvu – nanogradnja, mentorja red. prof. dr. Danijel Rebolj – FG in red. prof. dr. Duško Uršič – EPF

**Matej Levstek**, Vzpostavitev in vrednotenje katastra gospodarske javne infrastrukture, mentorja izr. prof. dr. Boštjan Kovačič – FG in red. prof. dr. Duško Uršič – EPF, somentor Rok Kamnik, univ. dipl. inž. geod.

**Nikola Nassif**, Analiza listin v okviru obnovljivih virov energije in učinkovite rabe energije, mentorja doc. dr. Tomaž Pliberšek – FG in red. prof. dr. Duško Uršič – EPF

**Mateja Robnik**, Vrednotna analiza toplotnoizolacijskih materialov, mentorici doc. dr. Nataša Šuman – FG in doc. dr. Aleksandra Pisnik Korda – EPF

**Marko Žižek**, Geodetske meritve in časovno planiranje monitoringa pri gradnji garažne hiše, mentorja izr. prof. dr. Boštjan Kovačič – FG in red. prof. dr. Duško Uršič – EPF, somentor Rok Kamnik, univ. dipl. inž. geod.

Študij so zaključili z diplomskim izpitom:

**Jernej Babij**  
**Ilija Gavrić**

**Anja Krobat**  
**Mojca Roženičnik Korošec**

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

## KOLEDAR PRIREDITEV

**16.-18.11. 2011**

**10. mednarodni simpozij o gradnji predorov in podzemnih prostorov**

Kongresni center MONS, Ljubljana, Slovenija  
[www.ifa-slovenia.si](http://www.ifa-slovenia.si)

**24.-25.11.2011**

**13. kolokvij o asfaltih in bitumnih**

Kranjska Gora, Slovenija  
[www.zdruzenje-zas.si](http://www.zdruzenje-zas.si)

**7.-9.2.2012**

**56. Betontage: Wandel gestalten**

Neu-Ulm, Nemčija  
[www.betontage.de/programm/fachprogramm.html](http://www.betontage.de/programm/fachprogramm.html)

**7.-9.3.2012**

**3rd International Symposium on Ultra-High Performance Concrete and Nanotechnology for High Performance Construction Materials**

Kassel, Nemčija  
[www.hipermat.de](http://www.hipermat.de)

**12.-17.3.2012**

**6th World Water Forum**

Marseille, Francija  
[www.worldwatercouncil.org/index.php?id=6th\\_forum\\_kick-off](http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=6th_forum_kick-off)

**19.-20.4.2012**

**Betontag 2012**

Dunaj, Avstrija  
[www.betontag.info](http://www.betontag.info)

**22.-27.4.2012**

**European Geosciences Union  
General Assembly 2012**

Dunaj, Avstrija  
[www.meetings.copernicus.org/egu2012/](http://www.meetings.copernicus.org/egu2012/)

**23.-27.4.2012**

**12th Congress Interpraevent 2012**

Grenoble, Francija  
[www.interpraevent.at/palm-cms/upload\\_files/Kongresse/Flyer-Interpraevent-2012.pdf](http://www.interpraevent.at/palm-cms/upload_files/Kongresse/Flyer-Interpraevent-2012.pdf)

**11.5.2012**

**3. Münchener Tunnelbau-Symposium**

München, Nemčija  
[www.unibw.de/geotechnik](http://www.unibw.de/geotechnik)

**29.5.-1.6.2012**

**SSCS International Conference Numerical Modeling Strategies for Sustainable Concrete Structures**

Aix en Provence, Francija  
[www.sscs2012.com](http://www.sscs2012.com)

**11.-14.6.2012**

**Concrete structures for a sustainable community**

Stockholm, Švedska  
[www.fibstockholm2012.se](http://www.fibstockholm2012.se)

**17.-20.6.2012**

**4th International Symposium on Bond in Concrete 2012: Bond anchorage, detailing**

Brescia, Italija  
[www.rilem.net/eventDetails.php?event=461](http://www.rilem.net/eventDetails.php?event=461)

**8.-12.7.2012**

**10th International Conference on Concrete Pavements Québec**

City, Québec, Kanada  
[www.concretepavements.org](http://www.concretepavements.org)

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