november 2024
letnik 73

Gradbeni vestnik

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE IN MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKE ZBORNICE SLOVENIJE

234 ANALIZA VARNOSTI IN ZASEBNOSTI OBLAČNIH OKOLIJ ZA BIM

Gradbeni vestnik

Izdajatelj:
Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS),
Karlovška cesta 3, 1000 Ljubljana,
telefon 01 52 40 200
v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (IZS MSG),**
ob podpori **Javne agencije za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost RS, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Fakultete za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Univerze v Mariboru in Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:
ZDGITS: **prof. dr. Matjaž Mikoš, predsednik**
izr. prof. dr. Andrej Kryžanowski
dr. Miha Jukić
IZS MSG: **dr. Rok Cajzek**
mag. Jernej Nučič
Tina Bučić
UL FGG: **izr. prof. dr. Matija Gams**
UM FGPA: **prof. dr. Miroslav Premrov**
ZAG: **doc. dr. Aleš Žnidarič**

Uredniški odbor: **izr. prof. dr. Primož Može, glavni in odgovorni urednik**
prof. dr. Uroš Klanšek

Lektor: **Jan Grabnar**

Lektorica angleških povzetkov:
Romana Hudin

Tajnica: **Eva Okorn**

Oblikovalska zasnova: **Agencija GIG**

Tehnično urejanje, prelom in tisk:
Kočevski tisk

Naklada: 400 tiskanih izvodov
3000 naročnikov elektronske verzije

Podatki o objavah v reviji so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA (The Int. Construction Database) ter na **www.zveza-dgits.si**

Letno izide 12 številk. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 25,50 EUR; za študente in upokojence 10,50 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 188,50 EUR za en izvod revije; za naročnike iz tujine 88,00 EUR.
V ceni je vštet DDV.
Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:
SI56 0201 7001 5398 955

Slika na naslovnici:
Montaža masivne lesene iQwood strešne konstrukcije.
foto: Miha Bogataj, ekoart, d. o. o.

Glasilo Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije in **Matične sekcije gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije.**
UDK-UDC 05 : 625; tiskana izdaja ISSN 0017-2774;
spletna izdaja ISSN 2536-4332.
Ljubljana, november 2024, letnik 73, str. 233-260

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 dvojnim presledkom 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. Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni. Poglavja 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: primoz.moze@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.

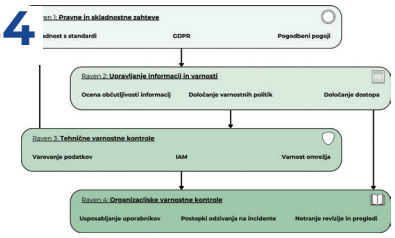
Uredništvo

Gradbeni vestnik 70 let

VSEBINA CONTENTS

ČLANKI PAPERS

234 asist. Anja Brelih, mag. inž. mm.
doc. dr. Jaka Dujc, univ. dipl. inž. grad.
doc. dr. Robert Klinc, univ. dipl. inž. grad.
ANALIZA VARNOSTI IN ZASEBNOSTI OBLAČNIH OKOLIJ ZA BIM
SECURITY AND PRIVACY ANALYSIS OF CLOUD ENVIRONMENTS FOR BIM



POROČILA S STROKOVNIH SREČANJ

244 Alenka Mauko Pranjić, Primož Zorec, ShivaKumar Mani Ildiko Merta, Dragica Marinič, Vilma Ducman, Tomaž Hozjan, Mateja Dovjak
1. MEDNARODNA KONFERENCA O INOVATIVNI UPORABI KONOPLJE V GRADBENIŠTVU

248 Dominik Klemenčič, Danilo Malnar, Primož Može
POROČILO S 45. ZBOROVANJA GRADBENIH KONSTRUKTORJEV SLOVENIJE

251 Andrej Sopotnik, Violeta Bokan Bosiljkov
6. STROKOVNI POSVET BETON IN TRAJNOSTNA GRADNJA PRIVABIL ŠTEVILNE UDELEŽENCE

FOTOREPORTAŽA Z GRADBIŠČA

254 Daša Zorko
RC ZONE SAMOBOR

258 Boris Rodić, Boštjan Duhovnik
IZVEDBA DIAFRAGME ZA POTREBE IZGRADNJE ODLAGALIŠČA NIZKO- IN SREDNJERADIOAKTIVNIH ODPADKOV (NSRAO)

NOVI DIPLOMANTI

Eva Okorn

KOLEDAR PRIREDITEV

Eva Okorn

asist. Anja Brelih, mag. inž. mm.
anja.brelih@fgg.uni-lj.si
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

doc. dr. Jaka Dujc, univ. dipl. inž. grad.
jaka.dujc@fgg.uni-lj.si
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

doc. dr. Robert Klinc, univ. dipl. inž. grad.
robert.klinc@fgg.uni-lj.si
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

Strokovni članek
UDK/UDC: 004.056:004.84:69

ANALIZA VARNOSTI IN ZASEBNOSTI OBLAČNIH OKOLIJ ZA BIM
SECURITY AND PRIVACY ANALYSIS OF CLOUD ENVIRONMENTS FOR BIM

Povzetek
Z razvojem in integracijo informacijskega modeliranja gradenj (BIM) in skupnih podatkovnih okolij (CDE) v gradbene projekte se pojavlja tudi potreba po upravljanju varnosti in zasebnosti. Sodelovanje med ponudnikom okolja in uporabnikom zahteva zaupen odnos in spoštovanje standardov. Standard ISO 19650-5 uvaja smernice za varnostno ozaveščen pristop k upravljanju informacij, vendar še vedno ni jasno, kako posamezni ponudniki te smernice upoštevajo. Okolja BIM in CDE vsebujejo občutljive informacije o gradbenih projektih, tako da morata biti varnost in zasebnost prednostna naloga ponudnikov, z izbiro pravega in zaupanja vrednega okolja pa tudi uporabnikov. Pomembno je, da uporabniki ocenijo vsako rešitev in sprejmejo informirano odločitev o tem, komu bodo zaupali svoje podatke. Članek ponuja pregled mehanizmov varnosti in zasebnosti, ki jih je treba upoštevati pri upravljanju informacij in se uporabljajo za zagotavljanje zaupnosti, celovitosti in razpoložljivosti podatkov. Prav tako v članku podamo okvir za zagotavljanje varnosti in zasebnosti, s katerimi se izboljša vidik varnosti in zasebnosti z dosledno obravnavo vseh varnostnih ravni. Priporočilo za ponudnike je, da morajo objaviti jasne in jedrnate informacije o svojih varnostnih politikah in postopkih, za uporabnike pa, da bi morali biti ozaveščeni in konkretni glede lastnih zahtev po varnosti in zasebnosti ter izbrati rešitev, ki ustreza njihovim potrebam.

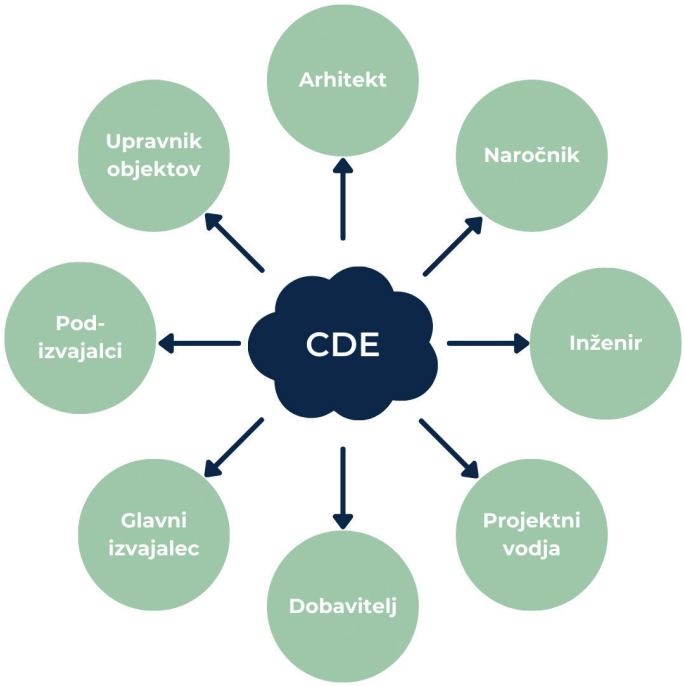
Ključne besede: informacijsko modeliranje gradenj (BIM), skupno podatkovno okolje (CDE), varnost, zasebnost, upravljanje informacij, standardizacija

Summary
With the development and integration of Building Information Modeling (BIM) and Common Data Environments (CDE), the need for security and privacy management also arises in construction projects. Collaboration between the provider of the environment and the user requires a confidential relationship and compliance with standards. ISO 19650-5 guides a security-aware approach to information management, but it is not always clear how individual providers implement these guidelines. The BIM and CDE environments contain sensitive information about construction projects. Therefore, security and privacy should be top priorities for providers and users when choosing the right environment. It has become essential for users to evaluate each solution and make an informed decision about who they trust with their data. The paper provides an overview of the security and privacy mechanisms that should be utilised in information management to ensure the confidentiality, integrity, and availability of data. We also present a framework for ensuring security and privacy that enhances these aspects by systematically addressing all levels of security. Providers should issue clear and concise information about their security policies and procedures, and users should be clear about their own security and privacy requirements and choose a solution that meets their needs.

Key words: building information modeling (BIM), common data environment (CDE), security, privacy, information management, standardization

1 UVOD

Informacijsko modeliranje gradenj (angl. Building Information Modeling, BIM) je proces za ustvarjanje in upravljanje digitalnih predstavitev fizičnih in funkcionalnih značilnosti objektov. Pristop BIM v gradbeništvu postaja vse bolj pomemben, saj povezuje udeležence projekta in ustvarja pregleden potek dela. Da bi v celoti izkoristili funkcionalnosti okolja BIM kot procesa pretoka informacij, moramo vzpostaviti tudi skupno podatkovno okolje (angl. Common Data Environment, CDE) oziroma, z drugimi besedami, infrastrukturo računalništva v oblaku, prikazano na sliki 1. CDE je skupni digitalni delovni prostor, ki projektnim skupinam omogoča sodelovanje ob souporabi vseh projektnih podatkov, tudi modelov BIM.



Slika 1. *Skupno podatkovno okolje (CDE).*

Računalništvo v oblaku je vseprisotna in hitrorastoča računalniška paradigma, ki uporabnikom omogoča dostop do podatkov in aplikacij. Okolja CDE je mogoče implementirati kot infrastrukturo z lokalnim izvajanjem na uporabnikovi lokaciji ali pa se ta izvaja na zunanji lokaciji pri ponudniku oblačnih storitev. Implementacije lahko ustrezajo različnim namestitvenim modelom v oblaku glede na lokacijo, lastništvo in splošno dostopnost. Dva glavna modela sta zasebni in javni oblak. V zasebnem oblaku je lastništvo in upravljanje oblačne infrastrukture v upravljanju podjetja. V nasprotju z zasebnim oblakom je dostop do oblačnih virov pri javnem oblaku odprt za vse. Računalništvo v oblaku ponuja različne modele storitev, ki so specifična, vnaprej pripravljena kombinacija virov informacijske tehnologije (angl. Information technology, IT), ki jih ponuja ponudnik storitev v oblaku in se nanašajo na načine, kako ti ponujajo storitve uporabnikom. Trije glavni modeli storitev so aplikacija kot storitev (angl. Software as a Service, SaaS), platforma kot storitev (angl. Platform as a Service, PaaS) in infrastruktura kot storitev (angl. Infrastructure as a Service, IaaS) [Manvi, 2021]. Skupni digitalni prostori, ki se uporabljajo v gradbeništvu, so običajno ponujeni kot model SaaS v javnem oblaku, kjer uporabniki ne upravljajo in nadzorujejo infrastrukture v oblaku, temveč preprosto uporabljajo rešitve programske opreme v oblaku. V tem primeru so ponudniki komercialnih okoljih CDE odgovorni za upravljanje ter zagotavljanje nadgradenj, vzdrževanja in varnosti.

Eksponentna rast računalništva v oblaku poleg številnih prednosti prinaša vrsto varnostnih vprašanj, ki jih je treba pravilno razumeti in obravnavati za uspešno uporabo rešitev v oblaku [Sun, 2018]. Operacije in podatki v oblaku so povezani s številnimi varnostnimi tveganji, kot so izguba upravljanja, ogrožanje varovanja podatkov, razpoložljivostjo storitev, skladnost in pravno tveganje, neprimerna avtentikacija in avtorizacija itd. Varnost računalništva v oblaku se nanaša na ohranjanje zaupnosti, celovitosti in razpoložljivosti podatkov, shranjenih v oblaku. Varnostne zahteve v oblaku tako vključujejo zanesljivo varnost, zaupanje, zagotovilo, spremljanje in upravljanje [Pavithra, 2019]. Te zahteve je mogoče neposredno prenesti na zahteve glede varnosti in zasebnosti za okolja CDE v oblaku.

Z vse večjim sprejemanjem BIM in CDE postaja potreba po upravljanju varnosti in zasebnosti vse pomembnejša. Ta okolja vsebujejo občutljive informacije o gradbenih projektih, vključno s finančnimi informacijami, intelektualno lastnino in osebnimi podatki. Zato je pomembno, da ponudniki in uporabniki CDE jasno razumejo mehanizme varnosti in zasebnosti, ki so potrebni in se uporabljajo za zaščito teh podatkov.

Problem integracije BIM in računalništva v oblaku so prepoznali že leta 2013 z identifikacijo štirih ravni zaščitnih rešitev, s katerimi je mogoče premagati te izzive: z infrastrukturo, informacijami, pogodbo in ravnmi zaupanja [Mahamadu, 2013]. Te ravni je mogoče neposredno prenesti na zahteve glede varnosti in zasebnosti za okolja CDE v oblaku.

Prispevek v nadaljevanju predstavlja analizo varnosti in zasebnosti oblačnih okolij za BIM. Drugo poglavje ponuja pregled najpogostejših mehanizmov za zagotavljanje varnosti in zasebnosti, ki se uporabljajo v oblačnih okoljih BIM in CDE. V tretjem poglavju je podan pregled standarda ISO 19650-5, ki podaja smernice za varnostno ozaveščen pristop k upravljanju informacij pri uporabi informacijskega modeliranja gradenj. Analiza mehanizmov ponudnikov BIM in CDE je podana v četrtem poglavju. V petem poglavju je predstavljen okvir za zagotavljanje varnosti in zasebnosti v okoljih BIM in CDE, ki omogoča dosledno obravnavo vseh varnostnih ravni in pomaga uporabnikom pri določitvi varnostnih zahtev in izbiri ustreznega ponudnika. Šesto poglavje je namenjeno razpravi, v sedmem poglavju pa so podani zaključki.

2 VARNOSTNI MEHANIZMI V OBLAKU

Z vse večjo uporabo okolij BIM in CDE se povečuje tudi število varnostnih tveganj in groženj, ki jih je treba obravnavati in se pred njimi ustrezno zaščititi. Uporaba mehanizmov za zagotavljanje informacijske varnosti in zasebnosti je ključna za zagotavljanje zaupnosti, celovitosti in razpoložljivosti podatkov v oblaku ter zagotavljanje zaščite pred nepooblaščenim dostopom, izgubo podatkov in grožnjami kibernetski varnosti [Manvi, 2021]:

- **Zaupnost** je preprečevanje namernega ali nenamernega nepooblaščenega razkritja vsebine.
- **Celovitost** je zagotovilo, da sporočilo ni nepričakovano ali namerno spremenjeno.
- **Razpoložljivost** zagotavlja, da je storitev dostopna, ko je to potrebno, kar dovoljuje odobrenim uporabnikom dostop do sistema ali ogrodja (angl. framework).

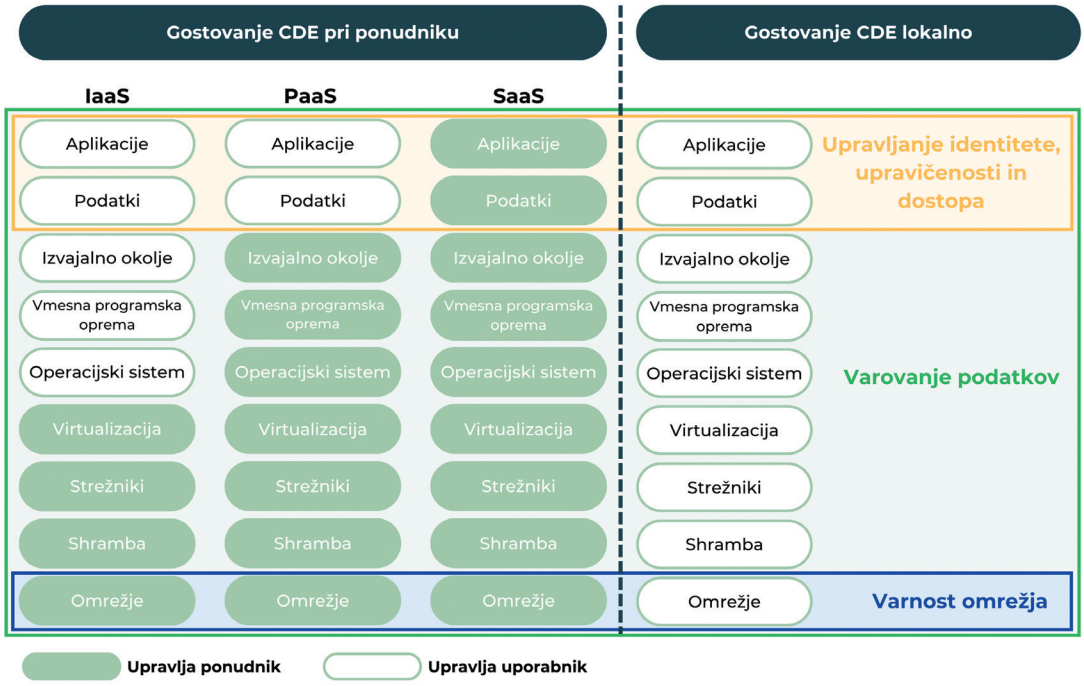
V okoljih CDE, kjer uporabnik običajno uporablja model storitve SaaS, je ponudnik odgovoren za skoraj vso varnost. Uporabnik lahko le dostopa do aplikacije in jo upravlja, nima pa nadzora nad samim delovanjem [CSA, 2021]. Zagotavljanje zasebnosti podatkov je pomemben vidik računalništva v oblaku, saj so občutljivi podatki shranjeni izven domene uporabnika. Z vidika uporabnika se lahko zdi, da je računalništvo v oblaku izpostavljeno varnostnim tveganjem ter pomanjkanju zasebnosti zaradi deljenja virov z drugimi uporabniki ter možnega pomanjkanja nadzora nad svojimi podatki, saj ni vzpostavljenih robustnih varnostnih ukrepov [Bamasoud, 2021]. Ponudniki storitev v oblaku tako uporabljajo različne mehanizme za vzdrževanje varnosti in zasebnosti, da s tem ponujajo zaupanja vredno storitev.

Mehanizme varnosti in zasebnosti računalništva v oblaku je treba upoštevati na več ravneh, da bi uporabnikom zagotovili celovito in zaupanja vredno storitev. V tem prispevku so mehanizmi razdeljeni na varovanje podatkov, varnost omrežja, upravljanje identitete in dostopa, fizično varnost, delitev odgovornosti in skladnost s standardi.

Model odgovornosti za upravljanje različnih plasti okolij v oblaku, prikazan na sliki 2, se razlikuje glede na uporabljeni storitveni model. Varnostni mehanizmi se upoštevajo na vsaki plasti, upravlja pa jih uporabnik ali ponudnik storitve v oblaku. Okolje CDE, ki gostuje na lokalnem strežniku, upravlja uporabnik, ki je tudi lastnik infrastrukture. Pri gostovanju na ponudnikovih strežnikih pa varnost upravlja ponudnik storitve v oblaku.

2.1 Varovanje podatkov

Varovanje podatkov v oblaku se razlikuje od običajne varnosti podatkov zaradi posebne arhitekture shranjevanja. Računalništvo v oblaku običajno uporablja porazdeljeno shranjevanje. Lastništvo in nadzor podatkov sta ločena, kadar uporabljamo CDE, ki gostuje pri ponudniku. Uporabniki so lastniki, nadzor pa imajo ponudniki storitev v oblaku. Varovanje podatkov v oblaku se v glavnem osredotoča na shranjevanje podatkov, prenos in avtentikacijo dostopa ter se večinoma izvaja s šifriranjem [Xu, 2019]. Privzeto so podatki zapisani v človeku berljivi obliki, znani kot čistopis, ki je pri prenosu po omrežju ranljiv za nepooblaščen in potencialno zlonameren dostop. Šifriranje v oblaku je preoblikovanje podatkov uporabnika v tajno obliko z namenom zagotavljanja zaupnosti in celo celovitosti podatkov. Gre za storitev, ki jo ponujajo ponudniki shranjevanja podatkov v oblaku, pri čemer se podatki preoblikujejo z uporabo šifrirnih algoritmov [Manvi, 2021] v zaščiteno in neberljivo obliko, imenovano šifropis. S postopkom šifriranja postanejo podatki neberljivi, če ključa ne poznamo. Postopek šifriranja se lahko izvaja z različnimi tehnikami, kot sta simetrično in asimetrično šifriranje. Pri simetričnem se za šifriranje in dešifriranje uporablja isti ključ, pri asimetričnem pa se uporablja par javnega in zasebnega ključa. Za simetrično šifriranje obstaja več algoritmov, med katerimi se najpogosteje uporabljata napredni šifrirni standard (angl. Advanced Encryption Standard, AES) in standard za šifriranje podatkov (angl. Data Encryption Standard, DES) oziroma njegova različica trojni DES (angl. Triple DES). Najbolj znan predstavnik asimetričnega šifriranja oziroma šifriranja z javnim ključem je algoritem RSA, poimenovan po svojih kreatorjih Rivest, Shamir in Adleman. Pomemben vidik varovanja podatkov med prenosom ali oddaljenem shranjevanju je ohranjanje njihove celovitosti. V ta namen se



Slika 2. *Model odgovornosti za mehanizme informacijske varnosti glede na storitvene modele v oblaku.*

lahko uporabljajo zgoščevalne funkcije, ki zagotavljajo, da so prejeti podatki identični originalnim. V praksi se najpogosteje uporabljata 256-bitni algoritem varnega zgoščevanja (angl. Secure Hash Algorithm 256-bit, SHA-256) ter algoritem izvlečka besedila 5 (angl. Message Digest Algorithm 5, MD5).

2.2 Varnost omrežja

Varnost omrežja zajema zaščito podatkov, ko prečkajo omrežja, kot je internet, zaščito sistemov in podatkov pred omrežnimi napadi ter zaščito samih omrežnih komponent. Ponudnik storitev v oblaku lahko zagotovi varnost omrežnega okolja uporabnikom tako, da ponuja storitve v oblaku, ki zagotavljajo šifriranje prometa, spremljanje omrežja, analizo in nadzor prometa, navidezna zasebna omrežja (angl. Virtual Private Networks, VPN), požarne zidove in varne omrežne storitve [CSA, 2012].

2.3 Upravljanje identitete, upravičenosti in dostopa

Računalništvo v oblaku močno vpliva na upravljanje identitete in dostopa (angl. Identity and Access Management, IAM). V javnem in zasebnem oblaku morata dve strani upravljati IAM brez ogrožanja varnosti. Računalništvo v oblaku uvaja številne spremembe v načinu upravljanja dostopa do notranjih sistemov. Ključna razlika je odnos med ponudnikom in uporabnikom oblaka. IAM ne more upravljati samo eden ali drugi, zato sta potrebna zaupni odnos in določitev odgovornosti, ki omogočata upravljanje identitete, upravičenosti in dostopa [CSA, 2012]. Obstaja več standardov za upravljanje identitete in dostopa, ki se uporabljajo v računalništvu v oblaku. Po navedbah [CSA, 2021] med najbolj razširjene standarde za preverjanje identitete spadajo SAML (angl. Security Assertion Markup Language), Oauth 2.0 in OpenID, ki spadajo pod enotno prijavo (angl. Single Sign-On, SSO).

2.4 Fizična varnost

Pomembno vlogo pri zagotavljanju varnostnih mehanizmov v oblaku ima tudi zagotavljanje fizične varnosti strežniške infrastrukture. Mehanizmi za zagotavljanje fizične varnosti vključujejo različne nivoje kontrole in ukrepov za nadzorovanje dostopa in aktivnosti. Za zagotavljanje te ravni varnosti je odgovoren ponudnik oblačnih storitev, ki ima nadzor nad fizično infrastrukturo. Zagotoviti mora varnost tako pred fizičnimi napadi kot pred naravnimi nesrečami in izpadi električne energije. Vsak vidik podatkovnega centra, od lokacije in dostopnosti do gostote moči in redundance, mora biti zasnovan tako, da zagotavlja njegovo varnost, odpornost in učinkovitost. Podatkovni centri so varovani objekti, do katerih imajo fizični dostop samo pooblaščene osebe, ki jih nadzorujejo s kamerami in varujejo varnostniki, da odkrijejo možne sumljive dejavnosti in jih preprečijo.

Kljub temu lahko pride do incidentov zaradi naravne nesreče, fizičnega napada ali kibernetskega napada. Zato je pomembno, da so ponudniki storitev v oblaku pripravljeni na takšne dogodke in da imajo vzpostavljene mehanizme za obnovitev po nesreči in zagotavljanje poslovne kontinuitete. Varnostno kopiranje podatkov, shranjenih v oblaku, ima pomembno vlogo v primeru odpovedi sistema in potrebe po obnovitvi pomembnih podatkov. Pri vpeljevanju varnostnega kopiranja podatkov se uvajajo različne strategije, kot so popolne varnostne kopije, inkrementalne in diferencialne varnostne kopije. Glede na pomembnost in občutljivost podatkov, shranjenih v oblaku, je treba razmisliti, kateri pristop za varnostno kopiranje je smiselno uporabiti.

2.5 Model deljene odgovornosti

Cloud Security Alliance [CSA, 2021] identificira tako imenovani model deljene odgovornosti, ki je neposredno povezan z dvema priporočiloma za varnost aplikacij v oblaku:

1. Ponudniki oblaka morajo jasno dokumentirati svoje notranje varnostne kontrole in varnostne funkcije strank, da lahko uporabnik oblaka sprejme informirano odločitev. Ponudniki bi morali te kontrole tudi ustrezno oblikovati in izvajati.

2. Uporabniki oblaka bi morali ustvariti matriko odgovornosti za vsak posamezen projekt, da bi dokumentirali, kdo izvaja katere kontrole in kako.

Model deljene odgovornosti navaja, da sta pri obravnavi tehnologije računalništva v oblaku vpleteni dve strani, ki sta odgovorni za izvajanje in upravljanje različnih delov sklada (angl. stack). Za ta odnos je ključnega pomena zaupanje.

Analiza obstoječe literature o zaupanju pri projektih identificira tri različne pristope k preučevanju zaupanja [Cerić, 2021], in sicer psihološko, sociološko in ekonomsko. Psihološki pristop se osredotoča na dinamiko zaupanja, medtem ko sociološki pristop preučuje zaupanje znotraj skupin in organizacij. Ekonomski pristop na drugi strani analizira, kako zaupanje vpliva na ekonomske interakcije. Ključni dejavniki, ki prispevajo k zaupanju v tovrstne projekte, so učinkovita komunikacija, transparentnost, ugled in trdni odnosi.

Zaupanje je pomemben vidik gradbenih projektov in velja tudi za sodelovanje vseh strani, ki uporabljajo ali zagotavljajo oblačna okolja CDE. Za uspešno implementacijo teh rešitev je pomemben zaupen odnos, tako da ponudniki in uporabniki urejajo ter spoštujejo aktivnosti modela deljene odgovornosti, ki se nanaša na varnost oblačnih okolij.

2.6 Skladnost z varnostnimi standardi

Poleg serije standardov ISO 19650 ([SIST, 2019a], [SIST, 2019b], [SIST, 2020a], [SIST, 2020b], [SIST, 2023]), ki urejajo področje upravljanja informacij pri uporabi informacijskega modeliranja gradenj, morajo okolja CDE izpolnjevati tudi standarde, ki veljajo za računalništvo v oblaku. V zadnjem desetletju je vse več sredstev in prizadevanj namenjenih boju proti kibernetskim grožnjam v oblačnih okoljih. Za učinkovito merjenje ravni varnosti, ki jo zagotavljajo ponudniki storitev v oblaku, je potrebna standardizacija postopkov potrjevanja in certificiranja. Standardi temeljijo na merljivih indikatorjih, ki jih predstavljajo kontrole, kot je kontrolni seznam, ali splošne, a nedvoumne zahteve, kot so klavzule ali načela [Di Giulio, 2017].

Standardi računalništva v oblaku se nenehno razvijajo, zato je pomembno, da ponudniki in uporabniki storitev v oblaku spremljajo najnovejše standarde in tako zagotovijo, da so njihova okolja v oblaku varna in skladna. Družina standardov ISO/IEC 27000 velja za najbolj razširjene standarde za sisteme upravljanja informacijske varnosti in njihove zahteve.

Organizacijam omogočajo upravljanje varnosti sredstev, kot so finančne informacije, intelektualna lastnina, podatki zaposlenih in informacije, zaupane tretjim osebam [ISO, 2018]. Standard ISO/IEC 27001 vsebuje navodila za vzpostavitev, izvajanje, vzdrževanje in nenehno izboljševanje sistema upravljanja informacijske varnosti. Skladnost s standardom ISO/IEC 27001 pomeni, da je organizacija ali podjetje vzpostavilo sistem za obvladovanje tveganj, povezanih z varnostjo podatkov, ki jih hrani ali obdeluje, in da je ta sistem skladen z vsemi najboljšimi praksami in načeli, opisanimi v tem mednarodnem standardu [ISO, 2022a]. Poleg skladnosti s standardom ISO/IEC 27001 je treba upoštevati tudi skladnost s standardom ISO/IEC 27017, ki ponuja nadaljnjo usmeritev na področju informacijske varnosti računalništva v oblaku [ISO, 2015]. ISO/IEC 27017 dopolnjuje priporočila standarda ISO/IEC 27002 [ISO, 2022b] in različnih drugih standardov iz družine ISO/IEC 27000, kot sta ISO/IEC 27018 o vplivu računalništva v oblaku na zasebnost, ki se osredotoča na zaščito osebnih podatkov (angl. Personally identifiable information, PII) v javnih oblakih, ki služijo kot procesorji PII ([ISO, 2019], [ISO, 2022a]) in standard ISO/IEC 27031 o neprekinjenem poslovanju [ISO, 2011].

Revizije storitev in organizacije 2 (angl. Service and Organization Audits 2, SOC 2) se ukvarja z revizijo operativnih procesov, ki jih uporabljajo podjetja IT, ki ponujajo katerokoli storitev, in velja za svetovni standard za sisteme za obvladovanje tveganj kibernetske varnosti. Politike, prakse in nadzor podjetja so vzpostavljeni za izpolnjevanje petih načel zaupanja (varnost, razpoložljivost, celovitost obdelave, zaupnost in zasebnost), ki so ocenjevani v revizijskem poročilu [GeeksforGeeks, 2023].

3 STANDARD ISO 19650

Serija standardov ISO 19650 »*Organizacija in digitalizacija informacij o gradnjah in gradbenih inženirskih delih, vključno z informacijskim modeliranjem gradenj – Upravljanje informacij z uporabo informacijskega modeliranja gradenj*« je mednarodni standard za upravljanje informacij v celotnem življenjskem ciklu grajenega sredstva z uporabo BIM [BSI, 2023]. Serija je razdeljena na pet delov:

1. **Pojmi in načela (angl. Concepts and principles)**: pregled načel in konceptov upravljanja informacij z uporabo BIM [SIST, 2019a].
2. **Faza načrtovanja in izvedbe gradbenega projekta (angl. Delivery phase of the assets)**: zahteve za upravljanje informacij v fazi dostave grajenega sredstva, od načrtovanja in projektiranja do gradnje [SIST, 2019b].
3. **Obratovalna faza sredstev projekta (angl. Operational phase of the assets)**: zahteve za upravljanje informacij v operativni fazi zgrajenega sredstva, od predaje do vzdrževanja in rušenja [SIST, 2020a].
4. **Izmenjava informacij (angl. Information exchange)**: zahteve za izmenjavo informacij BIM med različnimi programskimi aplikacijami in deležniki [SIST, 2023].
5. **Varnostni pristop k upravljanju informacij (angl. Security-minded approach to information management**: zahteve za upravljanje varnosti informacij v projektih BIM [SIST, 2020b].

Standard ISO 19650-5 »*Varnostni pristop k upravljanju informacij*« z uporabo BIM zagotavlja okvir, ki organizacijam pomaga razumeti ključne ranljivosti in vrsto nadzora potrebnega za omejitev varnostnih tveganj na raven, ki je sprejemljiva za vse deležnike. Standard prepoznava, da uporaba računalniških tehnologij že podpira nove načine dela, vendar je treba upoštevati pripadajoče ranljivosti in posledična varnostna tveganja. Standard spodbuja sprejetje varnostno naravnanega pristopa, ki temelji na tveganju in ga je mogoče uporabiti tako znotraj kot zunaj organizacije. Dokument je namenjen vsem organizacijam, ki sodelujejo pri uporabi upravljanja informacij in tehnologij pri vseh dejavnostih, povezanih z grajenimi sredstvi ali proizvodi in zagotavljanjem storitev v grajenem okolju [ISO, 2020]. Glavni del standarda ISO 19650-5 je razdeljen na šest poglavij:

1. **Ugotavljanje potrebe po varnostno naravnanem pristopu z uporabo postopka ocenjevanja občutljivosti.** To poglavje opisuje varnostna tveganja, ugotavljanje občutljivosti organizacije, ugotavljanje občutljivosti tretjih oseb, beleženje in pregled ocenjevanja. V poglavju je opisan postopek ugotavljanja, ali je varnostno naravnan pristop sploh potreben, opredeljene so potrebe po zapisovanju izida postopka varnostnega pregleda in navedena navodila, ki jih je treba upoštevati, če je varnostno naravnan pristop potreben.
2. **Začetek varnostno naravnanega pristopa.** Navaja navodila za vzpostavitev upravljanja in odgovornosti ter začetek razvoja za pristop glede sodelovanja znotraj organizacije ter med več organizacijami. Poudarjeno je, da mora opisane dejavnosti za izvajanje pristopa opravljati ustrezno usposobljena in izkušena oseba.
3. **Razvoj varnostne strategije.** Pojasnjuje, kaj je treba vključiti v varnostno strategijo. Vključena so tudi navodila, kako oceniti varnostna tveganja in razviti omilitvene ukrepe z ustrezno dokumentacijo in načrtom pregleda.
4. **Razvoj načrta za upravljanje varnosti.** Navaja vse, kar mora biti vključeno v varnostni načrt ter navodila za posredovanje informacij tretjim osebam, kar vključuje navodila za spremljanje, revidiranje in pregledovanje načrta upravljanja varnosti ter upravljanje odgovornosti za varnost.
5. **Razvoj načrta za obvladovanje kršitev varnosti oziroma incidentov.** Vsebuje navodila za ravnanje ob morebitni kršitvi varnosti ali incidentu ter informacije o tem, kako izdelati načrt, ki vključuje odkrivanje in obvladovanje incidenta, okrevanje in pregled po njemu.
6. **Sodelovanje z imenovanimi strankami.** Zadnje poglavje vsebuje navodila za delo zunaj uradnih imenovanj (npr. pri javnih razpisih) in ukrepih iz dokumentov o imenovanju, pri katerih bodo naleteli na občutljive informacije.

Standard vključuje tudi štiri priloge z informacijami o (1) varnostnem kontekstu, (2) vrstah kadrovskih, fizičnih in tehničnih varnostnih kontrol ter upravljanju informacijske varnosti, (3) oceni v zvezi z zagotavljanjem informacij tretjim osebam in (4) sporazumih o izmenjavi informacij. Priloge vsebujejo dodatne informacije o varnosti občutljivih informacij in pomagajo vpletenim stranem pri določanju pristopa.

4 OCENA VARNOSTI IN ZASEBNOSTI PONUDNIKOV BIM IN CDE

Z razširjeno uporabo okolij BIM in CDE v gradbenih projektih se povečuje tudi število orodij, ki ta okolja ponujajo. Ponudniki CDE za zagotavljanje storitev končnim uporabnikom uporabljajo infrastrukturo računalništva v oblaku in morajo zagotoviti mehanizme za varnost in zasebnost, opisane v drugem

poglavju, da zagotovijo zaupnost, celovitost in razpoložljivost. Preglednica 1 prikazuje oceno teh mehanizmov za ponudnike oziroma storitve Dalux ([Dalux, 2020], [Dalux, 2023a], [Dalux, 2023b]), Procore ([Procore, 2023a], [Procore, 2023b]), Autodesk BIM360 [Autodesk, 2022] in Trimble ([Trimble, 2023a], [Trimble, 2023b]) na podlagi javno dostopnih informacij.

Na podlagi zbranih informacij lahko ugotovimo, kako izbrani ponudniki CDE ravnajo z občutljivimi podatki uporabnikov. Ponudnika Procore in Autodesk zagotavljata potrebne podatke o svojih varnostnih mehanizmih, Dalux in Trimble pa ponujata le delne informacije.

		Dalux	Procore	Autodesk BIM360	Trimble
Varovanje podatkov	Šifriranje	**	Shranjeni podatki so šifrirani. **	Shranjeni podatki so šifrirani z AES-256.	*
	Zgoščevanje podatkov	Funkcije Argon2, BCrypt, PBKDF2 ipd. se uporabljajo za gesla.	*	Soljena zgoščena vrednost (angl. Salted hash) gesel.	*
Varnost omrežja	Požarni zid	*	✓	✓	*
	Varnost prenosnega sloja (angl. Transport Layer Security, TLS)	✓	TLS v1.2 z 256-bitnim šifriranjem.	TLS v1.2 z varnimi šiframi.	*
IAM	Avtentikacija	✓**	Enotna prijava s SAML. OAuth 2.0 API avtentikacija z aplikacijami tretjih oseb.	Enotna prijava.	Enotna prijava.
	Avtorizacija	✓**	Dostop na podlagi vlog.	Dostop na podlagi vlog.	**
Fizična varnost	Lokacija	Uporablja Amazon Web Services EMEA SARL.	16 varnih globalnih lokacij za shranjevanje datotek. Zasebna infrastruktura v oblaku za podatke v mirovanju.	Vsi podatki so shranjeni v varovanih podatkovnih centrih, ki so v lasti in upravljanju Amazon Web Services.	Uporablja Amazon Web Services.
	Varnostno kopiranje	Dnevno varnostno kopiranje podatkov.	Redundantna infrastruktura z več replikami aplikacijske programske opreme na vsakem strežniku. Vsi podatki se vsakih 20 minut kopirajo v shrambo zunaj spletnega mesta.	Podatki se replicirajo med podatkovnimi centri na ločenih lokacijah. Replikacija preprečuje možnost izgube podatkov ali zamude pri storitvi. Podatki se običajno replicirajo v 15 minutah.	**
	Razpoložljivost	**	99,9% neprekinjenega delovanja.	Visoka razpoložljivost z redundantnimi sistemi.	99,98% neprekinjenega delovanja.
Skladnost s standardi	SOC 2	*	Skladni s standardom SOC 2 (tip 2).	Skladni s standardom SOC 2 (tip 2).	Skladni s standardom SOC 2 (tip 2).
	ISO 19650	*	*	*	*
	ISO 27000	Ponudnik storitev gostovanja je skladen z ISO 27001 (ali enakovrednim standardom).	Skladni z ISO 27001:2013 [ISO, 2013].	Skladni z ISO 27001, ISO 27017 in ISO 27018.	Skladni z ISO 27001:2013 [ISO, 2013].

* Informacije niso podane.
** Informacije so podane, a nejasne.

Preglednica 1. *Ocena varnosti in zasebnosti ponudnikov BIM in CDE.*

Mehanizmi za *varovanje podatkov*, zlasti šifriranje, so izrecno navedeni le pri ponudniku storitve BIM360. Drugi ponudniki navajajo le, da zagotavljajo šifriranje. Podobno le Autodesk in Procore zagotavljata ustrezne informacije za *varnost omrežja* in *IAM*.

Fizična varnost je odvisna od tega, ali ponudniki CDE najemajo kapacitete pri tretjih ponudnikih ali imajo lastno infrastrukturo v oblaku. Ker uporabniki gostijo svoje podatke v aplikaciji, morajo imeti informacije o tem, kje in kako so njihovi podatki shranjeni, kakšna je razpoložljivost in kakšne metode varnostnega kopiranja se uporabljajo. To je še posebej pomembno v Evropski uniji, kjer zasebnost podatkov ureja Splošna uredba o varstvu podatkov (GDPR). Ponudnika Procore in Autodesk končnim uporabnikom zagotavljata dovolj informacij, medtem ko Dalux in Trimble ne zagotavljata potrebnega vpogleda.

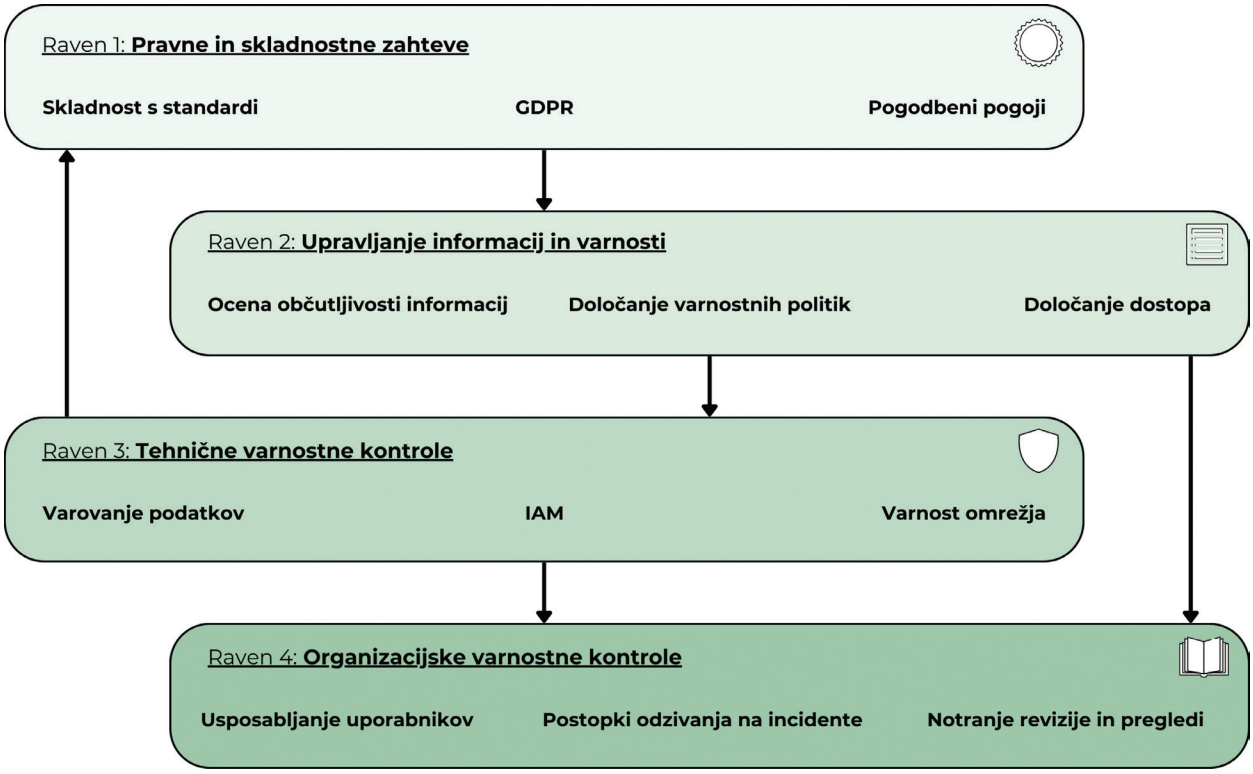
Pri izbranih ponudnikih smo preverili skladnost s standardi, ki veljajo za okolja računalništva v oblaku in BIM. Vsi razen storitve Dalux navajajo skladnost s standardom SOC 2. Izbrani ponudniki so prav tako skladni vsaj s standardom ISO 27001 za sisteme upravljanja informacijske varnosti iz družine standardov ISO 27000. Samo storitev BIM360 je skladna z ISO 27017 in ISO 27018, ki vsebujeta smernice za upravljanje informacij v okoljih računalništva v oblaku. Nobeno od izbranih orodij pa se ne sklicuje na skladnost s standardom ISO 19650, ki ureja upravljanje informacij pri uporabi BIM.

5 OKVIR ZA ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI IN ZASEBNOSTI V OKOLJIH CDE

Digitalizacija gradbenih procesov in uporaba oblačnih rešitev v informacijskem modeliranju prinašata nova tveganja na področju kibernetske varnosti, pri čemer je pri sodobnih (na oblačnih storitvah temelječih) modelih treba biti pozoren na vse vidike varnosti in zasebnosti. Veliko težavo predstavlja dejstvo, da gre med lastnikom podatkov ter ponudnikom storitve za poslovni odnos, pri čemer se tako tehnični kot tudi pravni, varnostni in zasebnostni vidiki medsebojnega odnosa pogosto zanemarijo. To je še posebej težavno zato, ker varnost ni statičen koncept, temveč se nenehno spreminja. Zato je ključnega pomena, da organizacije redno preverjajo in prilagajajo svoje varnostne ukrepe, da bi ostale korak pred vedno bolj sofisticiranimi kibernetskimi grožnjami.

Ker okolja BIM in CDE vsebujejo veliko občutljivih informacij, je treba vzpostaviti okvir za učinkovito varovanje teh okolij.

Okvir je strukturiran model, ki združuje upravljavske, tehnične, organizacijske in pravne vidike za zagotavljanje varnosti in zasebnosti v okoljih BIM in CDE (slika 3). Predlagani okvir zagotavlja celovit pristop k obvladovanju varnosti in zasebnosti v okviru BIM-pristopa, ki temelji na centralnem CDE. Skladnost s priporočili in redni varnostni pregledi povečujejo odpornost projektov proti kibernetskim grožnjam ter prispevajo k varnemu digitalnemu delovnemu okolju.



Slika 3. *Okvir za zagotavljanje varnosti in zasebnosti v okoljih BIM in CDE.*

Okvir temelji na štirih ravneh, pri čemer vsaka zagotavlja dosledno postavitev in vzdrževanje varnostnih ukrepov v oblačnih okoljih BIM in CDE.

Prva raven, ki vključuje **pravne in skladnostne zahteve**, zajema skladnost z varnostnimi standardi za oblačna okolja, varnostne pristope k upravljanju informacij ter zaščito podatkov. Te zahteve morajo biti pri izvedbi projekta določene kot pogodbene obveznosti ponudnika oblačne storitve. Skladnost s standardi, kot so ISO/IEC 27001 in ISO/IEC 27017, ter upoštevanje zakonodaje, kot je GDPR, zagotavljata, da so vsi postopki in politike prilagojeni zakonodajnim zahtevam in najboljšim praksam, kar je ključno za ohranjanje zaupanja in zaščito občutljivih informacij.

Druga raven, **upravljanje informacij in varnosti**, vključuje oceno občutljivosti informacij, določanje varnostnih politik ter upravljanje dostopa do občutljivih informacij. Ta raven se izvaja na ravni organizacije, ki izvaja projekt, in mora v začetnih fazah oceniti in definirati varnostna tveganja. Dosledna implementacija prve ravni je osnova za uvedbo naslednjih ravni ter zagotavljanje celotne varnosti in zasebnosti projekta, ki se izvaja v oblačnih okoljih BIM in CDE. Ključni elementi tega procesa so identifikacija morebitnih groženj, ocena tveganj in priprava strategij za njihovo obvladovanje, kot so šifriranje podatkov, nadzor dostopa ter segmentacija omrežij, kar prispeva k večji odpornosti pred kibernetskimi napadi. Ukrepanje na prvi ravni služi kot temelj za implementacijo tehničnih varnostnih kontrol na naslednji stopnji.

Na ravni **tehnične varnostne kontrole** se določajo varnostni mehanizmi, ki so nujni za zagotavljanje varnosti in zasebnosti v oblačnih okoljih. Ta tretja raven vključuje specifikacije, ki jih mora izpolnjevati ponudnik oblačnih storitev, kot so šifriranje podatkov, požarni zidovi, zaščita omrežij in sistemi za upravljanje identitet in dostopa (IAM). Druga raven je tesno povezana z modelom deljene odgovornosti, saj določa, kateri varnostni ukrepi so odgovornost ponudnika in kateri uporabnika. Posebna pozornost je namenjena varnemu shranjevanju in prenosu podatkov, kjer uporaba naprednih tehničnih rešitev, kot so večfaktorska avtentikacija in napredni požarni zidovi, igra ključno vlogo pri zmanjševanju tveganj.

Četrta raven, raven **organizacijske varnostne kontrole**, se nanaša na notranje kontrole, ki služijo za vzdrževanje varnosti in zasebnosti med izvajanjem projekta. To vključuje redno usposabljanje uporabnikov o varnostnih tveganjih, razvoj načrtov za odzivanje na incidente in izvajanje varnostnih testov. Zelo pomembno je, da se uporabniki zavedajo svoje vloge pri varovanju podatkov in se znajo pravilno odzvati na morebitne varnostne incidente, s čimer se izboljša celotna varnostna kultura v organizaciji.

Pri tem je treba posebej opozoriti, da gre pri predlaganem okviru za dinamičen iterativen proces. Vse ravni predlaganega okvira so med sabo neločljivo povezane in jih je treba obravnavati celovito. Pri tem se aktivnosti na posameznih ravneh delijo na:

- **Operativne aktivnosti.** Te aktivnosti se izvajajo za vsak projekt posebej in se prilagajajo strateškim usmeritvam. Med njih sodijo:
  - ocena občutljivosti informacij,
  - določanje varnostnih politik,
  - določanje dostopa,
  - postopki odzivanja na incidente,
  - pogodbeni pogoji itd.
- **Strateške aktivnosti.** Trajnost rezultatov teh aktivnosti je daljša in je večinoma odvisna od zunanjih dejavnikov, kot sta denimo nacionalna ali evropska zakonodaja ter standardi, priporočila in smernice za vzpostavljanje in vzdrževanje informacijske varnosti in zasebnosti oblačnih okolij.

6 DISKUSIJA

ISO 19650-5 je pomemben standard, ki zagotavlja okvir za informacijsko varnost pri upravljanju informacij z uporabo BIM. Vendar pa obstaja nekaj kritičnih področij, pri katerih bi bilo mogoče standard izboljšati.

Eno od glavnih področij za izboljšave je osredotočenost standarda na kibernetsko varnost. Standard se trenutno osredotoča na splošno informacijsko varnost, posebej pa ne obravnava tveganj, ki jih predstavlja internet, npr. kibernetskih napadov, zlorabe podatkov in zlonamerne programske opreme. Ta vidik je pomemben, saj so projekti BIM vse bolj odvisni od tehnologij računalništva v oblaku, ki so po naravi izpostavljene internetnim grožnjam.

Drugo področje, ki ga je treba izboljšati, je jasnost in doslednost standarda. Na nekaterih področjih je standard nejasen ali dvoumen. To lahko organizacijam otežuje izpolnjevanje zahtev standarda. Standard bi moral vključevati bolj specifična in jasna navodila za vse strani, ki so vključene v proces BIM.

Nazadnje bi lahko standard vseboval podrobnejša navodila za izvajanje varnostnih ukrepov. Standard sicer vsebuje nekaj splošnih navodil, vendar ne vsebuje posebnih priporočil za postopke ali orodja in se ne osredotoča na tehnologije v oblaku, ki se uporabljajo v podporo BIM in omogočajo CDE.

Standard bi moral opisati povezavo med ponudniki BIM in CDE ter organizacijami, ki uporabljajo njihove storitve. Z jasnimi opredelitvami tehničnih vidikov informacijske varnosti in zasebnosti v standardu bi lahko organizacije bolje pripravile svoj varnostno usmerjeni pristop. Tehnične zahteve bi bile lahko navedene v prilogi B, ki vsebuje informacije o vrstah kadrovskega, fizičnega in tehničnega varnostnega nadzora ter upravljanja informacijske varnosti. Izboljšanje standarda ne bi pomagalo le organizacijam, ki uporabljajo BIM, temveč tudi ponudnikom teh okolij, ki niso vedno transparentni glede svojih varnostnih mehanizmov.

Ponudniki BIM in CDE morajo upoštevati standarde za informacijsko varnost in zasebnost, zlasti tiste, ki so namenjeni okoljem računalništva v oblaku, npr. standard ISO 27017. Glede na občutljivost informacij v gradbenih projektih si morajo ta okolja prizadevati, da uporabnikom zagotovijo čim bolj varno in zanesljivo storitev. Vse ponudnike bi bilo treba spodbujati, da uporabnikom razkrijejo svoje varnostne mehanizme, tako da lahko ustrezno ocenijo, ali storitev izpolnjuje njihove varnostne potrebe, in imajo možnost oceniti morebitne ranljivosti pri uporabi njihove storitve.

Tehnične zahteve za varnost informacij in zasebnost bi morale postati bistveni del načrta za izvedbo BIM-pristopa (angl. BIM Execution Plan, BEP), ustreznega ponudnika CDE pa bi bilo treba izbrati tudi na podlagi varnostnih zahtev projekta. Pri tem igra ključno vlogo okvir za zagotavljanje varnosti in zasebnosti v okoljih BIM in CDE, saj ponuja celovit pristop k obvladovanju varnostnih tveganj. Okvir združuje različne ravni, od upravljanja informacij in varnosti, tehničnih varnostnih kontrol, organizacijskih varnostnih ukrepov do pravnih in skladnostnih zahtev, kar omogoča, da so vsi varnostni vidiki projekta sistematično obravnavani. Uporaba tega okvira kot osnove za pripravo BEP in za izbiro ponudnika CDE zagotavlja, da se varnostne zahteve upoštevajo že v zgodnjih fazah projekta, kar povečuje odpornost proti kibernetskim grožnjam ter izboljšuje zaščito občutljivih informacij skozi celoten življenjski cikel gradbenega projekta.

7 SKLEP

Vse pogostejša uporaba BIM in CDE v gradbenih projektih zahteva zanesljive varnostne mehanizme za zaščito občutljivih informacij o projektu. Ta prispevek vsebuje pregled ključnih mehanizmov za upravljanje informacij ter skupnih tehnologij in standardov, ki se uporabljajo za zagotavljanje zaupnosti, celovitosti in razpoložljivosti podatkov.

Naš pregled izbranih ponudnikov CDE je razkril nedosledno raven podanih informacij glede mehanizmov varnosti in zasebnosti. Medtem ko nekateri ponudniki, kot sta BIM360 in Procore, ponujajo jasne in natančne informacije o varnostnih politikah, drugi javno objavljajo le delne ali nepopolne podrobnosti. Zaradi pomanjkanja preglednosti uporabniki težko sprejemajo informirane odločitve o izbiri ustreznega okolja CDE.

Čeprav smo se osredotočili na glavne vidike varnosti računalništva v oblaku, se je treba zavedati, da na delovanje storitev v oblaku vplivajo tudi številni drugi dejavniki, vključno s penetracijskim testiranjem in upravljanjem incidentov. Oboje ima ključno vlogo pri zagotavljanju kibernetske varnosti in neprekinjenega poslovanja.

BIM in CDE morata kot aplikaciji računalništva v oblaku upoštevati standarde varnosti in zasebnosti informacij v okolju oblaka. Glede na to, da gre za občutljive informacije, pa ponudniki CDE potrebujejo dodatne spodbude za zagotavljanje varnih rešitev, ki so posebej prilagojene gradbeništvu. Standard ISO 19650-5 bi moral določiti jasne zahteve za ponudnike in uporabnike CDE, pri čemer bi morale biti posebne zaveze vključene v BEP. V tem kontekstu okvir za zagotavljanje varnosti in zasebnosti v okoljih BIM in CDE ponuja strukturiran pristop, ki omogoča dosledno obravnavo vseh varnostnih ravni in podpira uporabnike pri določitvi varnostnih zahtev in izbiri ustreznega ponudnika na podlagi varnostnih zahtev projekta.

Čeprav so informacije o mehanizmih varnosti in zasebnosti pogosto spregledane, bi morali vsi ponudniki storitev v oblaku zagotoviti celovit pregled ravni varnosti, ki jih izpolnjujejo njihove storitve. To bi uporabnikom omogočilo sprejemanje informiranih odločitev na podlagi njihovih varnostnih zahtev.

Na splošno naše ugotovitve poudarjajo potrebo po izboljšanju varnostnih praks med ponudniki storitev v oblaku. Ponudniki morajo povečati preglednost svojih varnostnih mehanizmov in upoštevati ustrezne standarde. Hkrati morajo uporabniki povečati svojo ozaveščenost o varnostnih tveganjih, povezanih z okolji CDE, ter izbrati ponudnika, ki izpolnjuje njihove zahteve glede varnosti in zasebnosti.

8 ZAHVALA

Raziskavo je podprla Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije v okviru financiranja mladih raziskovalcev in raziskovalnega programa E-Gradbeništvo (P2-0210).

9 LITERATURA

Autodesk, informativni dokument o varnosti - https://www.autodesk.com/bim-360/construction-management-software/security, Autodesk Construction Cloud, 2022.

Bamasoud, D. M., Al-Dossary, A. S., Al-Harthy, N. M., Al-Shomrany, R. A., Alghamdi, G. S., Algahmdi, R. O., Privacy and Security Issues in Cloud Computing: A Survey Paper, 2021 International Conference on Information Technology (ICIT), 387–392, https://doi.org/10.1109/ICIT52682.2021.9491632, 2021.

BSI, ISO 19650 Building Information Modelling (BIM), https://www.bsigroup.com/en-ID/bim-building-information-modelling-iso-19650, The British Standards Institution, 2023.

Cerić, A., Vukomanović, M., Ivić, I., Kolarić, S., Trust in megaprojects: A comprehensive literature review of research trends, International Journal of Project Management, 39(4), 325–338, https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.10.007, 2021.

CSA, SecaaS Category 10 // navodila za izvajanje varnosti omrežja - https://cloudsecurityalliance.org/artifacts/secaas-category-10-network-security-implementation-guidance/, Cloud Security Alliance, 2012.

CSA, varnostne smernice za računalništvo v oblaku - https://cloudsecurityalliance.org/research/guidance/, Cloud Security Alliance, 2021.

Dalux, pogodba o obdelavi podatkov - https://www.dalux.com/wp-content/uploads/2022/08/Data-Processing-Agreement_en-2.pdf, 2020.

Dalux, obvestilo o zasebnosti - https://www.dalux.com/privacy-policy, Dalux, 2023a.

Dalux, pogoji in določila za nekomercialno uporabo Daluxovih storitev - https://www.dalux.com/terms-and-conditions-non-commercial-use, Dalux, 2023b.

Di Giulio, C., Sprabery, R., Kamhoua, C., Kwiat, K., Campbell, R. H., Bashir, M. N., Cloud Standards in Comparison: Are New Security Frameworks Improving Cloud Security?, 2017 IEEE

10th International Conference on Cloud Computing (CLOUD), 50–57, https://doi.org/10.1109/CLOUD.2017.16, 2017.

GeeksforGeeks, varnostni standardi v oblaku - https://www.geeksforgeeks.org/cloud-security-standards, 2023.

Mahamadu, A.-M., Mahdjoubi, L., Booth, C., Challenges to BIM-Cloud Integration: Implication of Security Issues on Secure Collaboration, 2013 IEEE 5th International Conference on Cloud Computing Technology and Science, 209–214, https://doi.org/10.1109/CloudCom.2013.127, 2013.

Manvi, S. S., Shyam, G. K., Cloud Computing: Concepts and Technologies (1st ed.), CRC Press, Taylor & Francis, 2021.

ISO, ISO/IEC 27031:2011, Guidelines for information and communication technology readiness for business continuity, 2011.

ISO, ISO/IEC 27001:2013, Information security management systems, International Organization for Standardization, 2013.

ISO, ISO/IEC 27017:2015, Code of practice for information security controls based on ISO/IEC 27002 for cloud services, International Organization for Standardization, 2015.

ISO, ISO/IEC 27000 family, Information security management, International Organization for Standardization, 2018.

ISO, ISO/IEC 27018:2019, Code of practice for protection of personally identifiable information (PII) in public clouds acting as PII processors, International Organization for Standardization, 2019.

ISO, ISO 19650-5:2020, Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM), Part 5: Security-minded approach to information management, International Organization for Standardization, 2020.

ISO, ISO/IEC 27001:2022, Information security, cybersecurity and privacy protection, Information security management systems, International Organization for Standardization, 2022a.

ISO, ISO/IEC 27002:2022, Information security, cybersecurity and privacy protection, Information security controls, International Organization for Standardization, 2022b.

Pavithra, S., Ramya, S., Prathibha, S., A Survey On Cloud Security Issues And Blockchain, 2019 3rd International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCT), 136–140, https://doi.org/10.1109/ICCCT2.2019.8824891, 2019.

Procore, obvestilo o zasebnosti - https://www.procore.com//legal/privacy, Procore, 2023a.

Procore, standardi varnosti in upravljanja podatkov - https://www.procore.com//trust-and-security/security, Procore, 2023b.

SIST, SIST EN ISO 19650-1:2019, Organizacija in digitalizacija informacij v gradbeništvu - Upravljanje informacij z BIM - 1. del: Pojmi in načela (ISO 19650-1:2018), Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2019a.

SIST, SIST EN ISO 19650-2:2019, Organizacija in digitalizacija informacij v gradbeništvu - Upravljanje informacij z BIM - 2. del: Faza načrtovanja in izvedbe gradbenega projekta (ISO 19650-2:2018), Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2019b.

SIST, SIST EN ISO 19650-3:2020, Organizacija in digitalizacija informacij v gradbeništvu - Upravljanje informacij z BIM - 3. del: Obratovalna faza sredstev (ISO 19650-3:2020), Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2020a.

SIST, SIST EN ISO 19650-5:2020, Organizacija in digitalizacija informacij v gradbeništvu - Upravljanje informacij z BIM - 5. del: Varnostni pristop k upravljanju informacij (ISO 19650-5:2020), Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2020b.

SIST, SIST EN ISO 19650-4:2023, Organizacija in digitalizacija informacij v gradbeništvu - Upravljanje informacij z BIM - 4. del: Izmenjava informacij (ISO 19650-4:2022), Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2023.

Sun, X., Critical Security Issues in Cloud Computing: A Survey, 2018 IEEE 4th International Conference on Big Data Security on Cloud (BigDataSecurity), IEEE International Conference on High Performance and Smart Computing, (HPSC) and IEEE International Conference on Intelligent Data and Security (IDS), 216–221, https://doi.org/10.1109/BDS/HPSC/IDS18.2018.00053, 2018.

Trimble, zmogljivosti - https://connect.trimble.com/capabilities, Trimble Connect, 2023a.

Trimble, varstno podatkov in skladnost za gradbeno industrijo - https://www.viewpoint.com/security, Trimble Viewpoint, 2023b.

Xu, H., Cao, J., Zhang, J., Gong, L., Gu, Z., A Survey: Cloud Data Security Based on Blockchain Technology, 2019 IEEE Fourth International Conference on Data Science in Cyberspace (DSC), 618–624, https://doi.org/10.1109/DSC.2019.00100, 2019.

1. MEDNARODNA KONFERENCA O INOVATIVNI UPORABI KONOPLJE V GRADBENIŠTVU

13. in 14. novembra 2024 so partnerji Cogreen, d. o. o., Zavod za gradbeništvo Slovenije – ZAG in Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani – UL FGG organizirali konferenco z naslovom "Prva mednarodna konferenca o inovativni uporabi konoplje v gradbeništvu". Konferenca je potekala v prostorih UL FGG. Praktična delavnica, ki je bila del konference in organizirana v okviru projekta o krožnem in digitalnem gradbeništvu Interreg srednja Evropa ReBuilt, pa je potekala v prostorih ZAG. Konference se je udeležilo 83 udeležencev iz Slovenije, Avstrije, Nemčije in Indije. Prisotni so bili tudi študentje UL FGG. Udeležence sta nagovorila prodekan UL FGG prof. dr. Dušan Žagar in veleposlanica Indije ga. Namrata S. Kumar. Aktualne tematike na področju konoplje in biokrožnega gradbeništva je predstavilo 26 predavateljev in 8 vabljenih predavateljev. Iniciatorja ideje o konferenci, gospod Primož Zorec (Cogreen, d. o. o.) in dr. Shiva Kumar Mani (Cogreen, d. o. o.), sporočata: »Verjamemo, da vizija povezovanja znanosti, izobraževalnih institucij in gospodarstva postavlja prave temelje za razvoj novosti v gradbeništvu. Multiplikativni učinek se rezultira v odnosu do okolja ter bolj zdravih pogojev bivanja in dela v stavbah.

1 UVOD

Glavni cilj dogodka je bil predstaviti najnovejše vidike uporabe konoplje kot gradbenega materiala ter potenciale, ki jih ima za bolj trajnosten razvoj kot del prehoda na biokrožno gospodarstvo strokovni in širši javnosti. Vsebina konference je povezana z zavezo Slovenije pri doseganju ciljev trajnostnega razvoja v skladu z Agendo Združenih narodov 2030[1], ki postavlja tudi gradbeništvo pred zahtevo po spremembi konvencionalnih linearnih modelov in uporabo konvencionalnih materialov v krožno, bolj trajnostno gospodarstvo. Povezovanje znanosti, gospodarstva in izobraževanja predstavlja temelj za doseganje trajnostnih ciljev, predvsem 9 (industrija, inovacije in infrastruktura), 11 (trajnostna mesta in skupnosti), 13 (podnebni ukrepi). Vsebina konference je odprla tudi možnost za poglobljeno razpravo med raziskovalci, študenti in gospodarstvom glede razumevanja procesa krožnosti in trajnostnih materialov v gradbeništvu.

Slika 1. *Nagovor veleposlanice Indije, gospe Namrate S. Kumar.*

2 TEME KONFERENCE

Teme konference so bile:

- Trendi inovacij na področju uporabe konoplje v gradbeništvu,
- Možnosti uporabe naravnih vlaken za izolacije stavb,
- Naravna polnila in rešitve,
- Trajnostni pristopi graditve nič emisijskih stavb,
- Priložnosti, izzivi in raziskave na področju zelenih tehnologij,
- Valorizacija in ponovna uporaba kmetijskih bioodpadkov in stranskih proizvodov kot sredstvo za vzpostavitev biokrožnega gospodarstva,
- Konzervatorstvo in restavratorstvo dediščinskih objektov.

Predstavitve predavateljev so podale mnogo rešitev, idej znanstvenih raziskav in možnosti novih rešitev uporabe konoplje, odprle pa tudi številna vprašanja. Eden izmed ključnih identificiranih izzivov konference, ki se je izkazal kot skupen vsem predstavnikom različnih držav EU in Indije, industrije, znano-

Slika 2. *Ožji organizacijski odbor IIHC 2024 in vabljeni predavatelji z gospo veleposlanico Indije, njeno ekscelenco Namrato S. Kumar.*

sti in izobraževanja, je bila nuja po spremembi zakonodaje na področju uporabe konopljinih gradbenih proizvodov. Trenutno je namreč večina gradbenih proizvodov iz konoplje, kot je npr. konopljin izolativni beton, dana na trg z nacionalnimi tehničnimi soglasji (v Sloveniji s slovenskim tehničnim soglasjem) ali evropskimi tehničnimi ocenami ali pa so dani na trg pomanjkljivo, saj so postopki za pridobivanje le-teh običajno dolgotrajni in dražji kot v primeru gradbenih proizvodov, za katere obstajajo standardne tehnične specifikacije (npr. harmonizirani standardi) za dajanje na trg. Ta korak je predvsem za manjša podjetja velik izziv. Kot prvi korak k rešitvi je bilo soglasno strinjanje vseh vpletenih, da se bolj aktivno vključijo v oblikovanje tehničnih specifikacij bodisi preko združenj podjetij bodisi preko obstoječih tehničnih odborov nacionalnih in evropskih institucij za standardizacijo, ki bodo omogočili pravilen in hitrejši prenos inovativnih trajnostnih proizvodov v gradbeni sektor.

Konferenco so podprla tudi štiri slovenska podjetja: **IGMAT**, **TERMIT**, **KO-SI** in **PharmaHemp**. Javna agencija Republike Slovenije za spodbujanje investicij, podjetništva in internacionalizacije **SPIRIT** pa je pri dobro obiskani okrogli mizi predstavila izzive in priložnosti uspešnih podjetij, ki proizvajajo krožne in trajnostne materiale v gradbeništvu (REM, d. o. o., M-Sora in Vaukan, d. o. o.).

3 VABLJENI PREDAVATELJI

Raziskovalno-strokovni del konference je odprla gospa **Elena Yaneva**, soustanoviteljica in direktorica dunajskega startupa Hempstatic GmbH. Predstavila je podrobno analizo številnih primerov in znanstvenih dosežkov o izolacijskih materialih, baziranih na kompozitih iz apna in konoplje, za zvočno izolacijo. Predavanje se je osredotočilo na njihov potencial pri reševanju izzivov, povezanih z odmevom v zaprtih prostorih in prenosom hrupa. Poseben poudarek je bil namenjen razvoju inovativnih zvočnih absorberjev, zasnovanih po štirih ključnih načelih krožnega oblikovanja: ponovna uporaba, popravilo, predelava in regeneracija. Ti materiali so brez plastike, netoksični in biorazgradljivi. Prav tako so združljivi s konvencionalnimi gradbenimi metodami, kar omogoča enostavno vključitev v obstoječe gradbene prakse, hkrati pa dosegajo 84-odstotno zmanjšanje emisij v primerjavi s tradicionalno poliuretansko izolacijo. Poseben poudarek je bil namenjen življenjskemu ciklu materiala, ki je zasnovan tako, da je izdelek popolnoma razgradljiv in na ta način zapira materialni tokokrog.

Prof. dr. Ildiko Merta s Tehnične univerze na Dunaju, Fakultete za gradbeništvo in okoljsko inženirstvo je predstavila možnosti in izzive uporabe vlaken industrijske konoplje kot alternativne vlaknaste armature v cementnih kompozitih, kot so beton ali malta. Prof. Merta se s svojo skupino zadnjih 15 let ukvarja z razvojem, karakterizacijo in optimizacijo visokozmogljivih kompozitov, ojačanih s konopljinimi vlakni, z večjo okoljsko trajnostjo, krožnim pristopom k načrtovanju in izboljšano za njihovo uporabo v različnih gradbenih konstrukcijah. Dosedanji rezultati raziskav kažejo, da so konopljina vlakna dejansko

Slika 3. *Udeleženci IIHC 2024.*

Slika 4. *Vabljeno predavanje prof. dr. Ildike Merta (Tehnična univerza na Dunaju, Avstrija).*

potencialna trajnostna zamenjava sintetičnih mikrovlaken v vlaknastih betonih glede na trdnost, trajnost in mikrostrukturne lastnosti kompozitov. Vendar pa je treba zaradi izzivov, povezanih s trajnostjo konopljinih vlaken kot biomateriala v alkalnem okolju cementnih matric, te kompozite pazljivo načrtovati. Da bi zagotovili trajnost kompozita, je treba konopljina vlakna predhodno obdelati (impregnirati) ali pa modificirati cementno matrico, da bi preprečili dolgoročno razgradnjo vlaken. Prof. Merta je za svoje izjemne raziskovalne dosežke na področju bioloških in trajnostnih gradbenih materialov prejela več prestižnih nagrad v Avstriji, kot so Sustainability Award (2016), Award for Excellent Female Scientist (BAWAG PSK, 2013), Energy Globe Award (2019), i²c START Academy Award (2020) in Cluster Award (2024).

Prof. dr. Michela Turrin s Tehnične univerze v Delftu na Nizozemskem je predstavila vlogo računalniškega modeliranja, načrtovanja in odločanja pri gradnji z biološkimi materiali, vključno z uporabo različnih tehnologij aditivnega tiska z uporabo konoplje in gline. Njeno predavanje je bilo uvod v praktični del delavnice ReBuilt o gradnji s konopljo in analizi materialov. **Dr. Thirumalini Selvarat** z Univerze VIT v Indiji je drugi dan predstavila detektivsko delo razkrivanja receptur historičnih gradbenih materialov v Indiji, kjer so poleg konoplje uporabljali vse dele številnih rastlin in kako so ti povezani s tradicionalnimi znanji, npr. ajurvedsko medicino. **Dr. Laetitia Marrot** z Zavoda za gradbeništvo Slovenije (ERA Chair FRISSBE) je predstavila inovativno uporabo konoplje in drugih bioloških materialov za proizvodnjo visokokakovostnega biooglja, ki se lahko uporablja tudi za čiščenje zraka v stavbah in tako prispeva k večjemu udobju in zdravju uporabnikov stavb. Zadnji vabljeni predavatelj konference, **dr. Andrej Šmid**, arhitekt, je poudaril pomen transformacije arhitektove miselnosti v procesu uveljavljanja trajnostnih načel v projektiranje stavb ter prikazal praktične primere uporabe bioloških materialov pri gradnji v Sloveniji.

4 OSTALE PREDSTAVITVE

Primož Mlačnik iz podjetja KO-SI, pomembnega slovenskega proizvajalca naravnih vlaken, ki jih večinoma uvažajo iz tujine, je predstavil uporabo kokosovih in konopljinih vlaken v različnih proizvodih. Poudaril je pomen povezovanja raziskav in industrije pri bioloških materialih v gradbeništvu. Konkretne inovacije vezanega lesa je predstavil gospod **Samo Begič**, inženir in izumitelj, lastnik treh evropskih patentov na področju vezanega lesa. Tradicionalna uporaba vezanega lesa se kljub odličnim strukturnim lastnostim v Sloveniji skoraj izgublja oziroma je marginalna. **Dr. Gregor Vidmar** iz ZAG-a je na kratko orisal izkušnje s proizvajalci bioloških materialov, ki zaradi zakonodajnih zahtev velikokrat obupajo pri dajanju na trg naravnih materialov, kot so slama, konopljini proizvodi in ostalo. Predstavil je zakonodajne zahteve za naravne izolacijske materiale ter primerjal njihove lastnosti z izolacijskimi materiali, ki so že na trgu. Gospod **Lenart Piano**, arhitekt iz Slovenije, je predstavil svoje diplomsko delo načrtovanja trajnostne proizvodnje konoplje v Savinjski dolini. **Dr. Alenka Mauko Pranjić** je na kratko predstavila projekt Interreg srednja Evropa ReBuilt, katerega cilj je okrepiti krožno in digitalno gradbeništvo v srednji Evropi, tudi s pilotnim prikazom uporabe konopljinega betona kot izolativnega materiala, ki se bo izvedel v Dogošah v pilotni zgradbi podjetja NIGRAD. Prikazala je tudi nekaj dobrih primerov uporabe konoplje v gradbeništvu, od biopolimernih kompozitov do 3D-tiska s konopljo in biopolimeri.

Vabljenemu predavanju drugi dan konference je sledila predstavitev **Egena Hörnerja** iz podjetja Lemix iz Nemčije, ki proizvaja inovativne glinene kompozitne plošče, ki lahko nadomeščajo bolj konvencionalne mavčne plošče za notranje pregrade in obloge. **Dr. Davor Kvočka** z Zavoda za gradbeništvo Slovenije je predstavil izzive ugotavljanja okoljskih vplivov konopljinih materialov. Konoplja v času svoje rasti aktivno veže ogljikov dioksid, vendar moramo pri vrednotenju biti pazljivi tudi na ostale kategorije vpliva (npr. uporaba gnojil), upoštevati pa moramo tudi končni del življenjske dobe, kjer zaradi razgradljivosti pride do sproščanja ogljikovega dioksida. Gospa **Bojana Centrih** iz slovenske podružnice Cewood Acoustic Panels je predstavila izolativne kompozite iz lesnih ostankov, po sestavi podobne materialu, kot je izolativni konopljin beton, ki pa za razliko od njega ima osnovo v harmonizirani tehnični specifikaciji, standardu za dajanje lesnih izolativnih kompozitnih materialov na trg. Arhitekturni vidik uporabe naravnih materialov je prikazal arhitekt **Ira Zorko** s projektom The Other House. Spomnil nas je na vidike tradicionalne gradnje, ki je znala razlikovati med notranjim prostorom človeka, človeškega telesa in njegovo okolico. Velika spodbuda je bila predstavitev belgijskega podjetja IsoHemp, ki proizvaja modularne zidake iz konopljinega betona za izolacijo in ki izvaža svoje proizvode tudi na Japonsko in v Avstralijo. Predstavitev je imel gospod **Gaëtan Dujardin**. Predstavnica mlajših raziskovalcev, diplomantka **Hana Huth Lukšič** s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, je predstavila svojo raziskovalno nalogo o uporabi konopljinega betona, ki jo je deloma izvajala na inštitutu IGMAT, deloma na Zavodu za gradbeništvo Slovenije.

Konferenco je zaključila **dr. Mateja Golež** z Zavoda za gradbeništvo Slovenije, ki deluje na prepoznavanju trajnostnih materialov v znanstvenem in umetniškem kontekstu novega evropskega Bauhausa. Udeležence je povabila tudi na otvoritev razstave Zrcaljenje celote v ZAG-ovo ulično galerijo Mitnica pred Naravoslovnotehniško fakulteto v Snežniški ulici v Ljubljani.

5 DELAVNICA PROJEKTA REBIRTH

Glavni cilj projekta ReBuilt, financiranega s strani programa Interreg srednja Evropa, je okrepiti ter povezati krožno in digitalno gradbeništvo v srednji Evropi. Začetna analiza dobrih praks je pokazala, da so v celotnem območju različno razvite prakse uporabe naravnih materialov za krožno ter trajnostno gradbeništvo, vendar je konoplja kot gradbeni material, vsaj v obliki konopljinega betona, povsod prisotna. Skozi izobraževanje in krepitev sposobnosti v izobraževalnem programu ReBuilt, katerega del je bila tudi delavnica, ki je potekala na Zavodu za gradbeništvo Slovenije, partnerji izobražujejo različne ciljne javnosti – od industrije, zlasti manjših in srednjih podjetij, investitorjev, naročnikov, arhitektov in projektantov, do študentov in javnih uslužbencev – o zadnjih stanjih stroke na področju krožnega in digitalnega gradbeništva. Delavnica je vključevala praktični del priprave konopljinega betona, kjer so se udeleženci lahko seznanili s tem, kakšen mora biti konopljin beton

Slika 5. *Delavnica projekta ReBirth (ZAG).*

za izolacijo, do izkušenj pri analizi konopljinih in naravnih materialov z rentgenskim računalniškim mikrotomografom ter do analize sposobnosti zajema CO_2 v materialih z mineralno karbonatizacijo in 3D-tiska cementnih kompozitov. Delavnice se je udeležilo 24 udeležencev iz industrije, raziskovalnih institucij in univerz.

6 OKROGLA MIZA SPIRIT

Pomemben del konference je bila okrogla miza, ki jo je organizirala Javna agencija Republike Slovenije za spodbujanje investicij, podjetništva in internacionalizacije – **SPIRIT**, predvsem v smislu prikaza dobrih praks na področju krožnega in trajnostnega gradbeništva. Proizvajalci naravnih materialov in konoplje so tako lahko iz prve roke slišali izkušnje podjetij REM, M-Sora in Vaukan o izzivih krožnih poslovnih modelov, od izpolnjevanja zakonodajnih zahtev, npr. postopkov za pridobivanje okoljevarstvenih dovoljenj za predelavo odpadkov, do nezaupanja na trgu do proizvodov iz sekundarnih surovin, tj. recikliranih odpadkov ali ponovno uporabljenega gradbenega materiala. Skupna tema vseh treh podjetij je bila, da je treba pridobiti zaupanje s kakovostnimi materiali na trgu glede na nameravano uporabo in konkurenčno ceno, šele nato prihaja ozaveščanje o okoljskih dobrobitih, ki jih proizvajalci izkazujejo tudi z okoljskimi deklaracijami proizvodov.

Slika 6. *Okrogla miza SPIRIT (Javna agencija Republike Slovenije za spodbujanje investicij, podjetništva in internacionalizacije SPIRIT).*

7 ZAKLJUČEK

Prva mednarodna konferenca o inovativni uporabi konoplje v gradbeništvu ter novosti na področju okolju prijaznih materialov za gradnjo, ki je potekala 13. in 14. novembra 2024, je združila strokovnjake, raziskovalce in študente iz Slovenije, Avstrije, Nemčije, Nizozemske, Belgije in Indije. Dogodek je ponudil poglobljen vpogled v najnovejše trende in inovacije na področju uporabe konoplje kot gradbenega materiala ter poudaril potenciale za trajnostni razvoj v okviru prehoda na biokrožno gospodarstvo. Konferenca je omogočila izmenjavo znanja in izkušenj med udeleženci ter odprla razpravo o izzivih in priložnostih, ki jih prinaša uporaba naravnih gradbenih materialov za krožno ter trajnostno gradbeništvo. Poseben poudarek je bil namenjen tudi zakonodajnim spremembam, ki so potrebne za hitrejši prenos inovacij v prakso. Podpora slovenskih podjetij in predstavitev uspešnih praks v gradbeništvu je dodatno obogatila dogodek ter pokazala na pomembnost sodelovanja med znanostjo, gospodarstvom in izobraževanjem pri doseganju trajnostnih ciljev. Konferenca se je zaključila z optimističnim pogledom v prihodnost, kjer bo konoplja igrala pomembno vlogo pri razvoju zelenih tehnologij in trajnostnih gradbenih praks, kar bo prispevalo k bolj zdravim pogojem bivanja in dela v stavbah ter boljšemu odnosu do okolja.

Avtorji poročila:

Alenka Mauko Pranjić (ZAG),
Primož Zorec (CoGreen, d. o. o.),
ShivaKumar Mani (CoGreen, d. o. o.),
Ildiko Merta (TU Wien),
Dragica Marinič (ZAG),
Vilma Ducman (ZAG),
Tomaž Hozjan (UL FGG),
Mateja Dovjak (UL FGG)

POROČILO S 45. ZBOROVANJA GRADBENIH KONSTRUKTORJEV SLOVENIJE

Slika 1. *Polna dvorana udeležencev zborovanja.*

Letošnje 45. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije, ki ga organizira Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev Slovenije (SDGK), je prvič potekalo v Portorožu. Na dvodnevno srečanje, ki je potekalo 7. in 8. novembra, se je prijavilo 253 udeležencev (slika 1). Kot je zadnja leta že običajno, se je dogodka poleg inženirjev, ki se zborovanja udeležujejo že več let zapored, udeležilo tudi veliko število mlajših inženirjev. Zborovanje je uvrščeno v program poklicnega izobraževanja, s čimer so pooblaščeni inženirji za udeležbo na zborovanju pridobili pet kreditnih točk. Zborovanje je otvoril predsednik SDGK dr. Primož Može (slika 2), ki je povedal, da je gradbeništvo v dobri kondiciji. Poudaril je, da se je večletno prizadevanje za povečanje kadra, ki ga izvajajo gradbena podjetja in visokošolski zavodi s področja gradbeništva, izkazalo za pozitivno, saj so se srednješolski in visokošolski programi gradbeništva v Sloveniji letos zapolnili. Uvodnemu nagovoru sta sledila pozdrava vabljenih gostov, predsednikov društev gradbenih konstruktorjev Srbije (prof. dr. Zlatko Marković) in Severne Makedonije (izr. prof. Darko Nakov). Udeležence je v uvodnem delu nagovorila dekanja Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani dr. Violeta Bokan Bosiljkov, ki nas je seznanila s številom študentov, vpisanih na visokošolske programov gradbeništva, in s trendi raziskav na področju gradbeništva. Sledil je nagovor predstavnika Matične sekcije gradbenih inženirjev na IZS dr. Petra Kanteta, v katerem je poudaril, da je IZS objavila razpis za priznanje dr. Darka Bega za najboljše magistrsko delo na področju gradbeništva, okoljskega, prometnega in gospodarskega inženirstva za leto 2024 v spomin na pred desetimi leti preminulega prof. dr. Darka Bega, ki je bil redni profesor na področju gradbenih konstrukcij na UL FGG, ekspert za jeklene in sovprežne konstrukcije ter priznani projektant in revident gradbenih konstrukcij. Dr. Kante je udeležence pozval k branju

Slika 2. *Uvodni nagovori izr. prof. dr. Primoža Možeta, prof. dr. Violete Bokan Bosiljkov in dr. Petra Kanteta.*

in objavi dosežkov v edini slovenski strokovno-znanstveni reviji Gradbeni vestnik (slika 3). Seznanil nas je tudi z aktivnostmi IZS. Med aktualnimi projekti s širšim družbenim vplivom velja posebej omeniti sodelovanje z Zbornico inženirjev Gorica (Ordine degli Ingegneri della Provincia di Gorizia), s katero pripravljajo razstavo najpomembnejših mostov na Soči – na reki, ki izvira v Sloveniji in se izliva v Jadransko morje v Italiji. Predstavljenih bo 24 mostov, ki povezujejo bregove na italijanski in slovenski strani. Mostovi so simbol povezovanja in so ob enem tudi vrhunski inženirski dosežki. Razstava in ostali spremljajoči dogodki nastajajo v okviru projekta Evropske prestolnice kulture GO!2025. Pri IZS projekt vodita dr. Peter Kante in Gorazd Humar. Tik pred zaključkom je tudi izdaja knjige o Stanku Dimniku, pionirju slovenskega gradbenega inženirstva, avtorice dr. Lare Slivnik, kjer IZS nastopa kot sozaložnik s Fakulteto za arhitekturo.

Prvo uvodno vabljeno predavanje z naslovom »Dejstva in napačne predstave pri določitvi projektne potresne obtežbe« je imel prof. dr. Matjaž Dolšek, UL FGG, ki je širši javnosti poznan po ozaveščanju o potrebi po potresni prenovi stavb in predlogih, ki naslavljajo krepitev potresne odpornosti stavbnega fonda. V predavanju so bila predstavljena dejstva pri določitvi projektne potresne obtežbe, kot ju določata standard EN 1998-1 in osnutek novega standarda EN 1998-1-1, novosti pri določitvi projektne potresne obtežbe, utemeljene na ciljnem potresnem tveganju, ter nekatere napačne predstave naročnikov ali projektantov o projektni potresni obtežbi v povezavi s sprejemljivim tveganjem. Sledilo je drugo vabljeno predavanje, v katerem je izr. prof. Mario D'Aniello z Univerze v Neaplju predstavil najpomembnejše novosti in posodobitve pravil projektiranja jeklenih momentih okvirjev in okvirjev s centričnimi povezji, ki bodo v veljavo vstopila z novo generacijo standarda EC8. Prvi sklop predavanj smo zaključili s predavanjem o zagotavljanju mehanske odpornosti in stabilnosti stavb v okviru manjših rekonstrukcij ter predavanjem o uporabi tehnologije 3D-tiska betona za nosilne konstrukcije. Sledila so predavanja s področja konstrukcij in mostov. V sklopu konstrukcij so bili med drugim predstavljeni razgledni stolp Kristal, ki je s 106 m višine najvišja stavba v Sloveniji, ter gradbeni izzivi pri projektu drugega bloka jedrske elektrarne Krško – JEK2. V sklopu mostov smo slišali zanimive prispevke o projektiranju in gradnji viaduktov Gabrovica in Vinjan, prispevek o rušitvah premostitvenih objektov in prispevek o vplivu temperature v času gradnje na mostove, grajene po tehnologiji nateznih trakov. Sledili so prispevki s področja utrjevanja in sanacije konstrukcij, kjer so italijanski kolegi predstavili dva zelo zanimiva prispevka, in sicer aktualno stanje na področju potresne izolacije obstoječih objektov ter »in situ« teste neojačane zidane stavbe in test taiste stavbe, ojačane s kompozitno armirano malto. Slišali smo še ukrepe v okviru rekonstrukcije dveh jeklenih objektov in referat o rekonstrukciji vzletno-pristajalne steze ter parkirnih ploščadi na letališču Cerklje ob Krki. Prvi dan zborovanja smo zaključili s prispevki s področja potresnega inženirstva, kjer so bili poročani preliminarni rezultati potresne ogroženosti stavb v lasti oziroma upravljanju ministrstva za pravosodje, potresna varnost betonskih fasadnih sistemov pri montažnih AB-objektih, kjer so avtorji predstavili izkušnje iz preteklih potresov in prikazali rešitev, ki je plod razvoja domačih strokovnjakov, vpliv negotovosti modela parametrične potisne krivulje stavbe na oceno potresnega tveganja

Slika 3. *Vabljeni gosti, v prvi vrsti z leve proti desni: izr. prof. dr. Mario D'Aniello, prof. dr. Matjaž Dolšek, dr. Peter Kante, prof. dr. Violeta Bokan Bosiljkov, častni gost prof. dr. Janez Duhovnik, prof. dr. Zlatko Marković in izr. prof. Darko Nakov s soprogo.*

in primerjalno analizo AB-stavbe, projektirano po trenutno veljavni in po prihajajoči različici EC8. Po zaključku uradnega dela smo nadaljevali skupščino društva, kjer smo bili člani društva seznanjeni s poročili izvršilnega odbora društva za pretekli dve leti.

Zvečer smo strokovne in druge zanimive razprave nadaljevali ob svečani večerji in živo glasbo. Udeležba na večerji je bila letos rekordna, saj se večerje udeležilo 215 udeležencev zborovanja. Ob večerji nas je s svojo originalnostjo in tematsko obarvanim nastopom do solz nasmejal skriti gost in vsestranski umetnik g. Tilen Artač (slika 4), v nadaljevanju večera pa je za čudovito vzdušje poskrbela glasbena skupina Chizz Band.

postopek za izračun uklonske sile elastičnih kompozitnih stebrov, preskus sistema pilotiranja, eksperimentalno preskušanje nosilnosti križno lepljenih nosilcev, na primeru je bila ovrednotena robustnost metode za merjenje vibracij, pregled razvoja tlačne trdnosti visokotrdnih betonov v petindvajsetletnem časovnem obdobju in zasnovo požarnega testa naknadno prednapetih betonskih nosilcev ter druge zanimive prispevke. Kolegica s Fakultete za arhitekturo je predstavila monografijo »Stanko Dimnik, pionir slovenskega gradbenega inženirstva«, o inženirju, ki je zasnoval inovativno rešitev protipotresne gradnje s potresno izolacijo in jo vgradil pod ljubljanski Nebotičnik, ki je bil v tistem času najvišja stavba v srednji Evropi.

Slika 4. *Nastop umetnika g. Tilna Artača med večerjo.*

Drugi dan zborovanja so bili predstavljeni prispevki z naslednjih področij: Informacijska tehnologija v gradbeništvu, Numerična analiza konstrukcij, Eksperimentalna analiza konstrukcij in Zgodovina konstrukcij. V okviru teh tematskih sklopov smo slišali, kako naši kolegi uporabljajo strojno učenje pri analizi razpok, ki je bilo uporabljeno na primeru predora Leščevje, kako modelirati odziv povezane zidane stavbe z modelom z nadomestnimi diagonalami, analizo podajnosti stropov pri horizontalni obtežbi, vsebino novega evrokoda EN 1993-7 za projektiranje sendvič panelov, nov

Zbornik 45. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije je v digitalni obliki na voljo na spletni strani SDGK.

Vsem, ki ste pripomogli k izvedbi zborovanja in pripravi zbornika, se iskreno zahvaljujemo za vse napore in čas, namenjen temu dogodku. Posebna zahvala gre avtorjem za kvalitetno pripravljene prispevke in članom Znanstvenega odbora za recenzije znanstvenih prispevkov. Hvala tudi ustaljenim in novim pokroviteljem, ki ste nam z izdatno finančno podporo tudi tokrat izkazali zaupanje.

Avtorji: **Dominik Klemenčič, Danilo Malnar, Primož Može**
Avtor fotografij: **Edo Wallner**

6. STROKOVNI POSVET BETON IN TRAJNOSTNA GRADNJA PRIVABIL ŠTEVILNE UDELEŽENCE

Slika 1. *Udeleženci strokovnega posveta.*

ZBS, Združenje za beton Slovenije, je v četrtek, 21. 11. 2024, organiziralo 6. strokovni posvet Beton in trajnostna gradnja, ki je bil tokrat posvečen hibridni gradnji in zelenem prehodu. Posvet je postregel z zanimivimi poglobljenimi predavanji priznanih domačih in tujih strokovnjakov. Primeri kombiniranja betona z različnimi gradbenimi materiali, kot so les, jeklo in drugi, so pokazali, da ti lahko dopolnjujejo beton, nikakor pa ne morejo nadomeščati njegove vloge. Predstavljeni so bili tudi ukrepi in inovacije za zmanjšanje ogljičnega odtisa betona, ki so lahko uspešni le ob enakovredni vključitvi vseh deležnikov, od odločevalcev, projektantov, arhitektov do drugih, in ne le industrije. Posvet je potekal v Cankarjevem domu v Ljubljani, udeležilo se ga je 120 gostov.

Serija posvetov Beton in trajnostna gradnja poteka od leta 2013. Od takrat je bilo preko predavanj domačih in tujih strokovnjakov obravnavanih pet tematik, in sicer betonska vozišča, beton v stavbah, beton in ekstremne podnebne razmere, beton in požarna odpornost ter beton v krožnem gospodarstvu. Zborniki preteklih posvetov so v elektronski obliki brezplačno na voljo na spletni strani Združenja za beton Slovenije.

Strokovni posvet so z uvodnimi nagovori otvorili prof. dr. Violeta Bokan Bosiljkov, predsednica Združenja za beton Slovenije, dekanja Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in pooblaščenka Uprave RS za jedrsko varnost za področje betonov, dr. Tomaž Vuk, predsednik uprave zlatega sponzorja posveta, podjetja Alpacem Cement, in Andrej Pogačnik, predsednik matične sekcije gradbenih inženirjev in član upravnega odbora pri Inženirski zbornici Slovenije ter direktor podjetja Elea iC.

Slika 2. *Uvodni nagovor prof. dr. Violete Bokan Bosiljkov, predsednice ZBS.*

Slika 3. *Uvodni nagovor dr. Tomaža Vuka, predsednika uprave Alpacem Cement, d. d..*

Slika 4. *Uvodni nagovor Andreja Pogačnika, predsednika MSG IZS.*

V prvih dveh predavanjih sta švicarska arhitekta Mathias Stocker in Mark Inderbitzin (oba iz biroja Boltshauser Architekten) predstavila hibridno gradnjo na primeru projektiranja in izgradnje dveh njunih projektov, in sicer hibridno stolpnico Zwhatt ter Športni in plavalni center Oerlikon v Zürichu.

V 75 metrov visoki stolpnici Zwhatt bo 156 modularnih stanovanj, prilagodljivih spreminjajočim se potrebam. Stolpnica je zasnovana kot hibridna leseno-betonska konstrukcija, ki uporablja prefabricirane elemente. Stavba je pogosto predstavljena kot lesena, a gre v tovrstnih nišnih rešitvah pravzaprav za hibridne stavbe, kjer se dopolnjujeta les in beton.

Novi plavalni in športni center v Oerlikonu bo imel dve drsališči, bazen za skoke v vodo in tekmovalni bazen ter bazen za prosti čas in učenje. Zasnova strogo temelji na skrbi za podnebju prijazno gradnjo in je zmagala na projektnem natečaju, ki ga je leta 2020 organiziralo mesto Zürich. Kombinacija bazena in drsališča omogoča toplotno samozadostno zgradbo.

Prof. dr. Matej Blenkuš (studio abiro) je v predavanju z naslovom Potenciali obodne konstrukcije stavb predstavil načrtovalska izhodišča in proces gradnje poslovne stavbe DARS na Griču v Ljubljani. Izpostavil je temeljna načela trajnostne zasnove, med drugim dolgoročno prilagodljivost vsebine stavbe, ogrevanje in hlajenje z aktivacijo konstrukcijskega jedra, kombinacije mehanskega in naravnega prezračevanja z elementi nočnega pohlajevanja, pasivno senčenje, uporabo recikliranih in biogenih materialov, uravnavanje presežka meteorne vode, skrb za biotsko raznovrstnost in drugo.

Več vidikov trajnostne zasnove je prispevalo k odločitvi o zasnovi hibridne konstrukcije z betonskimi jedri v sredini stavbe in hladno jekleno konstrukcijo, pomaknjeno izven toplotnega ovoja stavbe. Načrtovanje in gradnja sta bila polna izzivov tako z vidika statične uskladitve dveh konstrukcijskih materialov kot izvedbene kombinacije dveh gradbenih tehnologij, izvedbe armiranega betona na mestu samem ter montažnih perifernih jeklenih elementov.

V predavanju z naslovom Podnebju prijazne betonske prometne površine je DI dr. Johannes Horvath (Holcim Avstrija) predstavil prednosti betonskih površin, posebej v mestnih območjih.

V mnogih mestih predstavljajo prometne površine (ceste, pločniki, ploščadi, parkirišča itd.) največji delež pozidanih površin (30–40 %) v primerjavi s strehami in zelenimi površinami. Da bi ublažili mestne toplotne otoke, je prikazal primere površin, »prilagojene podnebju«: takšne so na primer tlakovane/prepustne površine, ki pomagajo znižati površinske temperature in zmanjšajo količino toplote, ki jo površina absorbira. Do velikih razlik prihaja med asfaltnimi in betonskimi površinami, ki zaradi svetle barve absorbirajo manj toplote. Prometne površine je mogoče oblikovati tudi po »principu sponge city«, da vpijejo in shranijo čim več deževnice in površinske vode na lokaciji in tako pozitivno vplivajo na mikroklimo v mestih.

Dr. Klemen Rejec (ARS RESISTENTIAE) in Matej Peljhan (Kolektor Construction) sta predstavila hibridno betonsko gradnjo v podjetju Kolektor Construction, ki združuje montažne elemente z in-situ betoniranimi deli konstrukcij. Podrobno sta predstavila principe delno togih spojev v skeletnih montažnih konstrukcijah, hibridne stene in plošče za večetažne stavbe ter hibridne branaste konstrukcije, večkrat uporabljene za posebne inženirske objekte.

Montažni gradnji dajejo v njunem podjetju vedno večji pomen, saj so v njihovem poslovanju že dobro vidne vse prednosti tega pristopa: hitrost gradnje, nadzor nad kakovostjo, smotrna poraba vhodnih surovin ter ustvarjanje kakovostnih delovnih mest. Glavne prednosti hibridnih betonskih sistemov so možnost izvedbe togih ali delno togih povezav med montažnimi elementi, vse komponente in surovine so uporabljene optimalno z najmanjšim možnim vplivom na okolje ter uporaba principov montažne gradnje tudi pri večetažnih visokih stavbah, večjih inženirskih objektih, mostovih ter infrastrukturnih projektih.

Dr. Carsten Rieger (Sika Services AG) je v predavanju Recikliranje betona – trenutni izzivi in rešitve za krožnost betona predstavil okoljski vidik najbolj uporabljenega gradbenega materiala na svetu, katerega proizvodnja je močno odvisna od njegovih ključnih sestavin: cementa, agregatov in vode.

Pri prikazu dobrih okoljskih praks je predstavil nabor trajnostno naravnanih zahtev za krožnost in zniževanje CO_2, ki si jih je zadalo mesto Zürich. Znotraj ambicioznih ciljev mesta so tudi stroge zahteve za gradnjo. Za vse nove javne zgradbe v mestu že od leta 2002 zahtevajo od gradbincev in proizvajalcev grad-

Slika 5. *Okrogla miza s predavatelji o betonu in trajnostni gradnji.*

benih materialov betone z najmanj 25-% deležem recikliranega betona (in skladnost s strogimi kriteriji švicarskega standarda za reciklirane agregate za proizvodnjo betona), od 2015 pa tudi uporabo cementa z nižjim ogljičnim odtisom. Takšen cement predstavlja optimalno izbiro za izdelavo nizkoogljičnih betonov in zahtevnih masivnih konstrukcij. Tako so v kombinaciji z recikliranim agregatom uspeli za kar 30 % znižati izpuste CO_2, ki izhajajo iz gradbenih proizvodov. Zahteva velja za vse projekte, ki so tehnološko mogoči s tem cementom.

Ima pa recikliranje betona določene omejitve. Treba je dokazati, da je tehnično mogoče izpolniti zahteve glede betona z uporabo recikliranih materialov, standardi pa morajo dovoliti uporabo takih materialov za proizvodnjo betona. Prikazani primer, kako to lahko deluje s prihajajočo tehnologijo – Sika reCO2ver® – bi lahko zagotavljal rešitev za krožnost v industriji betona.

V zadnjem predavanju sta dr. Janez Turk z Zavoda za gradbeništvo Slovenije in dr. Tjaša Zupančič Hartner iz podjetja GIC Gradnje predstavila primerjalno analizo LCA za različne frakcije kamnitih agregatov v kamnolomu Poljčane, kjer sta bili preučeni dve možnosti: izdelava povprečne okoljske deklaracije proizvoda (EPD) za celoten kamnolom ali ločene EPD-je za posamezne frakcije agregatov, ki se uporabljajo v cestogradnji in betonarnah.

Na podlagi rezultatov EPD so ugotavljali razlike med obema pristopoma ter analizirali smotrnost uporabe povprečnih ali ločenih vrednotenj za optimizacijo okoljske in stroškovne učinkovitosti. Tako so osvetlili vpliv teh pristopov na trajnostno gradbeništvo in odprli vprašanja za nadaljnje odločitve pri optimizaciji kamnolomov. Soavtorji prispevka so še doc. dr. Katja Malovrh Rebec, dr. Rok Cajzek (GIC GRADNJE) in Anja Kodrič mag. inž. geol. (Zavod za gradbeništvo Slovenije).

Po predavanjih je sledila okrogla miza s predavatelji o betonu in trajnostni gradnji s posebnim poudarkom na hibridni gradnji in vlogi betona pri trajnostnem prehodu gradbeništva do ciljev zelenega prehoda, ki jo je vodil dr. Rok Cajzek (GIC Gradnje).

Beton je namreč najpogosteje uporabljen gradbeni material, ki se ga porabi več kot vseh drugih gradbenih materialov skupaj. Zaradi visoke porabe betona, čeprav ima sicer na enoto proizvoda beton nizek ogljični odtis, proizvodnja cementa, njegove ključne sestavine, povzroča za okoli 7 % globalnih emisij CO_2. Zaradi tega industrija stremi k ukrepom in inovacijam, ki omogočajo zmanjšanje ogljičnega odtisa betona. Pobude, kot je Net Zero Concrete Roadmap, napovedujejo, da bo beton z ničelnimi emisijami dosegljiv do leta 2050. V ta namen industrija že izvaja ukrepe za zmanjšanje emisij za 25 % do leta 2030. Ključne tehnologije vključujejo razvoj in uporabo cementnih veziv z nizkimi deleži klinkerja, nadomeščanje fosilnih goriv z alternativnimi, reciklažo materialov po koncu njihove življenjske dobe in še bi lahko naštevali.

Pri razogljičenju grajenega okolja iz betona pa ne gre računati le na proizvajalce materialov – v ta proces so vključeni tudi odločevalci, projektanti, arhitekti in drugi. Velik prispevek k učinkoviti in stroškovno sprejemljivi gradnji bodo namreč imeli načrtovanje in projektiranje, optimalna izbira materialov, pravilno projektiranje betonov, dosledno zapiranje masnih tokov znotraj industrije gradbeništva (recikliranje) in ne nazadnje učinkovito javno zeleno naročanje z jasnimi, merljivimi in objektivni kriteriji glede zmanjševanja okoljskega odtisa.

Prizadevanja industrije spremljajo tudi vlade, ki podpirajo prehod na trajnostne materiale prek zakonodaje, spodbud za uporabo nizkoogljičnih rešitev ter spodbujanja krožnega gospodarstva.

Organizator strokovnega posveta je bil ZBS, Združenje za beton Slovenije, soorganizatorji Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Inženirska zbornica Slovenije in Gospodarska zbornica Slovenije, Zbornica gradbeništva in industrije gradbenega materiala.

ZBS, Združenje za beton Slovenije, skrbi za razvoj in uveljavljanje uporabe betona v praksi ter razvoj in dvig betonske stroke. Dogodki, kot je bil ta, so odlična priložnost za izmenjavo dobrih praks in znanj s področja betona ter mreženje znotraj betonske stroke v Sloveniji.

Avtorja poročila: **Andrej Sopotnik, Violeta Bokan Bosiljkov**
Foto: **BeGR8 Media, Alen Franetič**

FOTOREPORTAŽA
RC ZONE SAMOBOR

Slika 1. *RC ZONE Samobor v skupni velikosti 86.000 m².*

Lokacija: Gospodarska cona Bobovica v Samoboru, Hrvaška
Investitor: RC SAMOBOR LOGISTICS, d. o. o., Roberta Frangeša Mihanovića 9, 10000 Zagreb, Hrvaška
Projektant arhitekture: SIRRAH projekt, d. o. o., Ribarska 4, 31000 Osijek, Hrvaška
Projektant gradbenih konstrukcij: TENDOR, d. o. o., Kraljevec 15, 10000 Zagreb, Hrvaška
Generalni izvajalec: FACIES, d. o. o., Samoborska ulica 26, Strmec, Hrvaška
Izvajalec montažne AB-konstrukcije: MOBECO, d. o. o., Velika vas pri Krškem 62, 8273 Leskovec pri Krškem, Slovenija

RC Zone Samobor je eden največjih in najsodobnejših logističnih centrov na Hrvaškem, ki leži v gospodarski coni Bobovica v Samoboru. Projekt, vreden več kot 100 milijonov evrov, obsega 86.000 m² skladiščnih in proizvodnih površin, zasnovanih po najnovejših gradbenih in ekoloških standardih.

Konstrukcija temelji na montažnem sistemu armiranobetonskih elementov, ki vključujejo predhodno izdelane stebre, nosilce, plošče, parapete in medetažne grede. Prefabricirani elementi, izdelani v specializiranih obratih, zagotavljajo visoko kakovost in natančnost, kar omogoča hitro gradnjo in optimalno prilagoditev prostora potrebam najemnikov. Skladiščni prostori z neto višino 12 metrov zagotavljajo učinkovito izrabo za skladiščenje in proizvodne dejavnosti.

Natančno načrtovana montaža in usklajeno delo ekip na gradbišču sta omogočila hitro izvedbo projekta ter skladnost z najvišjimi standardi trajnosti in stroškovne učinkovitosti.

Slika 2. *Dvig stebra iz horizontalnega v vertikalni položaj s pomočjo specializiranih orodij.*

Slika 3. *Delno postavljeni prefabricirani AB-stebri.*

Slika 4. *Ko je steber postavljen v čašo temelja, se pritrdi s hrastovimi klini in s pomočjo teodolita postavi v vertikalo.*

Slika 5. *Pri montaži primarnih nosilcev je treba zagotoviti dvigalko, da se postavi na sredino pozicije nosilca (med stebra). Kamion se postavi ob dvigalko, nato se začne dvig.*

Slika 6. *Montaža sekundarnih nosilcev.*

Slika 7. *Po montaži primarnega nosilca je treba nosilec pritrditi na steber s sidrnimi vijaki ter ga dodatno stabilizirati s kajlami.*

Slika 8. *Po montaži medetažnih gred je treba grede monolitizirati, da jih zaščitimo pred rotacijo ob montaži prednapetih votlih plošč.*

Slika 9. *Montaža prednapetih votlih plošč z dvižnimi klešči.*

Slika 10. *Na gradbišču smo na koncu objekta imeli dve ekipi, prva je montirala strešno konstrukcijo in druga montažne parapete.*

Slikovno gradivo: Mejremić Muamer (MOBECO, d. o. o.)
Avtorica fotoreportaže: Daša Zorko, univ. dipl. inž. gradb. (MOBECO, d. o. o.)

FOTOREPORTAŽA
IZVEDBA DIAFRAGME ZA POTREBE IZGRADNJE ODLAGALIŠČA NIZKO- IN SREDNJERADIOAKTIVNIH ODPADKOV (NSRAO)

Slika 1. *Lokacija odlagalnega silosa. Zadaj Nuklearna elektrarna Krško (NEK). Na sliki je vidna izvedena krožna uvodnica za izkop diafragme.*

Objekt: Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško
Lokacija: Vrbina, Krško
Investitor: Republika Slovenija
Izvajalec investicije: ARAO – Agencija za radioaktivne odpadke
Projektant: IBE, d. d., svetovanje, projektiranje in inženiring
Glavni izvajalec: RIKO, d. o. o., s partnerji
Izvajalec diafragme: BAUER Spezialtiefbau GmbH, Nemčija, začetek del: 1.10.2024

Za potrebe izvedbe silosa za odlagališče nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov (NSRAO) je kot zaščita gradbene jame predvidena diafragma debeline 1,5 m in globine 64 m. Diafragma je krožne oblike, notranjega premera 29,3 m. Izkop diafragme do globine 20 m se izvaja z uporabo grabilca, nadaljnji izkop do končne globine pa z uporabo hidrofreze, vse v bentonitni izplaki. Obe izkopni napravi sta nameščeni na ogrodju, ki omogoča 3D vodenje in s tem doseganje želene natančnosti izkopa. Ker diafragma (kot primarna obloga) prispeva k nosilnosti sekundarne, notranje obloge silosa, debeline 1,0 metra, armatura diafragme daleč presega potrebe po nosilnosti za potrebe zaščite gradbene jame. Obroč diafragme je sestavljen iz desetih primarnih panelov dolžine 7,4 m in desetih sekundarnih panelov dolžine 2,8 m, ki se zarezujejo v primarne in zagotavljajo kvaliteten stik

med paneli. Armatura primarnega panela je po dolžini razdeljena na tri segmente in po višini oziroma globini na šest sekcij. Slednje velja tudi za sekundarni panel, ki ima po širini en armaturni koš. Armaturni koši vsebujejo tudi jeklene opaže za potrebe izvedbe protistrižnih utorov oziroma obročev, ki v fazi izvedbe sekundarne obloge omogočajo izvedbo moznikov, s katerimi je zagotovljeno sodelovanje primarne in sekundarne obloge. Kot nosilna armatura v najbolj obremenjenem prerezu so izbrane palice GEWI Ø50.

Zahtevana natančnost smeri izkopa znaša ±0,3 % na maksimalni globini izkopa.

Betoniranje panelov diafragme se izvaja v bentonitni izplaki prek kontraktorskih cevi.

Več informacij o gradnji odlagališča NSRAO je na voljo na spletni strani Agencije za radioaktivne odpadke (ARAO).

Slika 2. *Segmenti armaturnega koša primarnega panela (mdr. nosilne palice Ø50 mm).*

Slika 3. *Vodilno ogrodje s hidrofrezo.*

Slika 4. *Rezkalni obroči hidrofreze.*

Slika 5. *Podaljševanje košev primarnega panela (do skupne globine 64 m).*

Slika 6. *Stikovanje armaturnih košev.*

Slika 7. *Kontraktorsko betoniranje primarnega panela.*

Avtorja fotoreportaže: Boris Rodić, Boštjan Duhovnik

NOVI DIPLOMANTI GRADBENIŠTVA

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

III. STOPNJA – DOKTORSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRAJENO OKOLJE

Antonio Janevski, Potresni odziv armiranobetonskih povezanih sten, mentorica prof. dr. Tatjana Isaković, somentor izr. prof. dr. Matija Gams;
https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=109753

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO, PROMETNO INŽENIRSTVO IN ARHITEKTURO

I. STOPNJA – VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Domen Ošep, Sanacija zemeljskega plazu s kamnito zložbo v občini Luče, mentor izr. prof. dr. Primož Jelušič, somentor Rok Varga;
https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=90851&lang=slv

Mitja Mesarič, Ugotavljanje obsega poplav na podlagi amaterskih posnetkov, mentor doc. dr. Rok Kamnik, somentor viš. pred. Matjaž Nekrep Perc;
https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=90776&lang=slv

Nejc Juvan, Dimenzioniranje jeklene hale z vuto in nadstrešnico, mentor doc. dr. Tomaž Žula;
https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=90932&lang=slv

II. STOPNJA – MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Jernej Jevševar, Študija ravnanja z viški materialov v času gradnje HE Suhadol, HE Trbovlje in HE Renke na srednji Savi, mentor prof. dr. Andrej Štrukelj;
https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=90664&lang=slv

III. STOPNJA – DOKTORSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Ahmad Rizwan Mumtaz, Razvoj in karakterizacija novega visokozmogljivega betona s superhidrofobnimi in luminiscentnimi lastnostmi, mentor izr. prof. dr. Gregor Kravanja, somentorja prof. dr. Andrej Ivanič in prof. dr. Samo Lubej;
https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=88455&lang=slv

Rubriko ureja **Eva Okorn**, gradb.zveza@siol.net

Gradbeni vestnik

KOLEDAR PRIREDITEV

KOLEDAR PRIREDITEV

4.12.2024
MVD2024 – 35. Mišičev vodarski dan
Maribor, Slovenija
www.vgb.si/p/posts/misicev-vodarski-dan-2024-12.php

5.-6.2.2025
6. Gradbeno-prostorsko-okoljska konferenca
Portorož, Slovenija
https://gradbeno-prostorsko-okoljska-konferenca.si/

26.-29.3.2025
Mednarodnega sejma graditeljstva MEGRA
Gornja Radgona, Slovenija
www.megra.pomurski-sejem.si/

7.-13.4.2025
BAUMA 2025 - 34th Edition of the World's Leading Trade Fair for Construction Machinery, Building Material Machines, Mining Machines, Construction Vehicles and Construction
München, Nemčija
https://bauma.de/en/trade-fair/

24.-27.9.2025
21. simpozij gradbenih konstruktorjev Severne Makedonije
Ohrid, Severna Makedonija
http://mase.gf.ukim.edu.mk/

KOLEDAR IZOBRAŽEVANJ IZS

11.12.2024
Dimenzioniranje nosilnih stikov v lesenih konstrukcijah
IZS, Jarška cesta 10b, Ljubljana
www.izs.si/izobrazevanja/izs-izobrazevanja/?education=I-0059/2024

17.12.2024
Dimenzioniranje sestavljenih lesenih prerezov z upoštevanjem podajnosti lesnih zvez
IZS, Jarška cesta 10b, Ljubljana
www.izs.si/izobrazevanja/izs-izobrazevanja/?education=I-0060/2024

Rubriko ureja **Eva Okorn**, ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: gradb.zveza@siol.net