

ARHITEKTURNO-TEHNIČNI VIDIK VAROVANJA ARHITEKTURNE DEDIŠČINE NA POTRESNO OGROŽENIH OBMOČJIH

Simon PETROVČIČ

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Zoisova 12, 1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: simon.petrovcic@fa.uni-lj.si

Vojko KILAR

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Zoisova 12, 1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: vojko.kilar@fa.uni-lj.si

IZVLEČEK

Poškodbe, ki jih potresi povzročijo na zgodovinskih objektih in zgodovinskih mestnih jedrih zmanjšujejo tudi kulturni pomen grajenega okolja, zlasti arhitekturne dediščine. Pri načrtovanju sanacijskih posegov v praksi pogosto prihaja do sklepanja različnih kompromisov, ki lahko pomenijo bodisi doseganje manjše stopnje varnosti od predvidene ali neuspešno povrnitev ali celo uničenje posameznih vrednot dediščine zaradi pretiranih tehničnih posegov. Namen prispevka je predstaviti metodološki koncept za načrtovanje procesa varovanja arhitekturne dediščine, na podlagi katerega je možno izraziti vse potenciale kulturnega pomena dediščine in hkrati tudi v celoti izpolniti zahteve glede varnosti objekta.

Ključne besede: arhitekturna dediščina, potresna odpornost, ocenjevanje ranljivosti, konservatorstvo

ASPETTI TECNICI E ARCHITETTONICI PER LA TUTELA DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO NELLE AREE A RISCHIO SISMICO

SINTESI

I danni causati dai terremoti su edifici storici e centri storici riducono anche il valore culturale dell'ambiente edificato, in particolare del patrimonio architettonico. Nella progettazione di interventi di risanamento nella pratica vengono spesso fatti numerosi compromessi che possono determinare o il conseguimento di un minor livello di sicurezza rispetto a quello previsto o il mancato recupero o, addirittura, la distruzione di singoli elementi del patrimonio a causa di interventi tecnici eccessivi. Lo scopo del contributo è quello di presentare un concetto metodologico per la progettazione del processo di tutela del patrimonio architettonico sulla base del quale è possibile esprimere tutti i potenziali del valore culturale del patrimonio e allo stesso tempo soddisfare pienamente le richieste riguardanti la sicurezza dell'edificio.

Parole chiave: patrimonio architettonico, resistenza antisismica, valutazione della vulnerabilità, conservazione e restauro

UVOD

Območje severovzhodnega in vzhodnega Mediterana ima bogat fond zgodovinske stavbne dediščine. Številni zgodovinski objekti na tem območju so zaradi relativno dobre ohranjenosti, zgodovinske pomembnosti in umestitve v prostoru še danes v uporabi. Po drugi strani pa predstavlja ta del Mediterana tudi veliko tveganje za takšne objekte in njihove uporabnike z vidika naravnih nesreč, zlasti potresov.

Tehnike gradnje, konstrukcijska zasnova in gradbeni materiali v preteklosti niso omogočali, da bi objekti bili sposobni učinkovito prenašati potresne obremenitve. Pri konservatorsko-restavratorskih posegih moramo pri tovrstnih posegih vedno upoštevati tudi predvidene posege v nosilno konstrukcijo objekta, s katerimi izboljšamo njegovo potresno odpornost. Zaradi arhitekturno-konservatorskih kriterijev za varstvo arhitekturne dediščine je pogosto težko izpolniti vse zahteve, ki jih navajajo predpisi za statično sanacijo in obratno. V praksi zato prihaja do sklepanja različnih kompromisov, ki lahko pomenijo bodisi doseganje manjše stopnje varnosti od predvidene ali neuspešno povrnitev ali celo uničenje posameznih vrednot dediščine zaradi pretiranih tehničnih posegov. Primeri iz prakse kažejo, da se objektov arhitekturne dediščine pogosto ne da potresno utrditi do te mere, da bi bile izpolnjene vse zahteve predpisov. Z potresnimi utrditvami torej omilimo poškodbe na neko minimalno raven (Petrovčič in Kilar, 2017a).

Namen prispevka predstaviti metodologijo za načrtovanje procesa varovanja arhitekturne dediščine, na podlagi katere je možno izraziti vse potencialne kulturnega pomena dediščine in hkrati tudi v celoti izpolniti zahteve glede varnosti objekta (Petrovčič, 2013).

Prispevek predstavlja nadaljevanje predhodnega prispevka avtorjev (Petrovčič in Kilar, 2017b), v katerem je bilo prikazano, kako določiti ranljivost posameznih tipologij objektov arhitekturne dediščine za območje Slovenije.

V prvem delu prispevka je podan pregled tehničnih smernic, ki določajo načela za izvedbo statične sanacije in protipotresne utrditve. Prikazane so skupine različnih vrst tehničnih ukrepov za povečanje potresne odpornosti. Podana je tudi njihova primerjava z vidika invazivnosti in zahtevnosti izvedbe. Posebej je obravnavana diskrepanca med zahtevami arhitekturno-konservatorskih in tehničnih smernic, ki je osnova predlaganemu konceptu.

Predlagani koncept integralnega arhitekturno-tehničnega vidika varovanja je opisan v drugem delu prispevka in temelji na želji po izoblikovanju širše in bolj prilagodljive metodologije za reševanje problematike konstrukcijske sanacije arhitekturne dediščine. Ob implementaciji sanacijskih posegov namreč pogosto nastanejo negativni učinki na vrednote, ki predstavljajo kulturni pomen arhitekturne dediščine in ga z različnimi arhitekturno-konservatorskimi posegi želimo ohraniti oz. povrniti. Kot izhodišče je postavljeno t. i. načelo mi-

nimalnega poseganja v objekt. V predlaganem vidiku se potreba po povečevanju varnosti arhitekturne dediščine obravnava enakovredno z ohranjanjem estetskih, zgodovinskih, družbenih in znanstvenih elementov, ki skupaj predstavljajo kulturni pomen dediščine. V tem kontekstu je teoretično mogoče polno izraziti oz. povrniti vse potencialne kulturnega pomena dediščine in hkrati tudi v celoti zadostiti zahtevam po varnosti objekta.

POMEN KONSTRUKCIJE IN VREDNOTENJE NJENE VARNOSTI

Vloga konstrukcije pri vrednotenju arhitekturne dediščine

Konstrukcija ima pri stavbah podobno vlogo, kot jo ima skelet pri živih bitjih – predstavlja strukturo, ki nosi ali podpira organizem (stavbo) tako, da premaguje obtežbe, ki nanjo delujejo. Pri tem igra dominantno vlogo lastna teža (gravitacijska obtežba). V zgodovini arhitekture lahko opazimo zelo različne načine premagovanja gravitacijskih sil, poskuse premostitve čim večjih razponov in gradnje čim višjih objektov. Dosežki inženirstva so bili temeljni za način gradnje, ki je iz lastnega konstrukcijskega načela vplival na celotno arhitekturo (Slak in Kilar, 2008). Ker je konstrukcijska zasnova tako ključnega pomena za arhitekturo, je povsem umestno, da tudi pri vrednotenju arhitekture zaseda pomembnejše mesto.

Kot ugotavlja Toš (2003), pri vrednotenju arhitekture ni čistih kategorij, temveč so predvsem njihove interakcije. Podobno velja tudi za arhitekturi podrejeno konstrukcijo. Pod pojmom varnost konstrukcije razumemo mehansko odpornost proti porušitvi in stabilnost (celote ali posameznih delov). Dejavniki, ki vplivajo na spremembo statičnega stanja konstrukcije, se imenujejo vplivi. Lahko so mehanskega izvora (obtežbe) ali pa so posledica reoloških sprememb (staranja) materiala. Sodobni materiali ob kontroliranih postopkih izdelave in vgradnje danes omogočajo zagotavljanje ustreznih karakteristik v predvideni življenjski dobi konstrukcije, tako da so za zagotovitev varnosti konstrukcije bistveni vplivi obtežb. Zlasti problematična se izkaže potresna obremenitev, saj nosilno konstrukcijo, katere primarni namen je prenos vertikalnih obtežb, obremenjuje v horizontalni smeri.

Konstrukcijski sistemi, ki zagotavljajo potresno odpornost, nedvomno vplivajo na arhitekturo, zato je slednja kot kompleksen pojav običajno prisiljena v sklepanje kompromisov. Neredki so primeri, da elementi potresno odporne konstrukcije negativno vplivajo na funkcionalnost, videz, kompozicijo in druge arhitekturne parametre. Vendar je v teh primerih pomembnejša stabilnost stavbe kot celote. Kot v svoji doktorski prispevku razpravlja Vodopivec (1993), določajo meje arhitekturne svobode pravila in principe arhitekture, ki temeljijo na naravnih zakonih, na konstrukcijski logiki gradnje, na tektonski logiki gradbenih materialov itd.

Vendar pa, kot ugotavlja v nadaljevanju, lahko danes z novim materialom, orodji in znanjem bolj ali manj z enakim naporom dosežemo kakršen koli arhitekturni izraz. Torej lahko rečemo, da sodobna tehnologija v določenih segmentih presega arhitekturni izraz. Za preproste, nizke objekte to gotovo velja, saj je njihova konstrukcijska izraznost manjša. Z vidika horizontalne togosti že nekaj nosilnih elementov, potrebnih za prevzem vertikalnih obremenitev, obenem zadošča tudi za prevzem potresnih sil. Povsem drugače pa je pri višjih objektih oz. pri tistih, pri katerih je konfiguracija konstrukcije izrazito neugodna. Arhitekt se pri tem mora odzvati na potresno danost lokacije in k zasnovi objekta pristopiti na poseben način, ki seveda zajema prej omenjeni material, orodja in znanje. Prav iz tega načina, s katerim se odzove na grožnjo s potresom, pa izhaja t. i. potresna arhitektura, ki jo je še posebej v zadnjem stoletju mogoče prepoznavati kot posebno in specifično za potresna območja (Slak in Kilar, 2008).

Ocenjevanje potresne odpornosti in projekt statične sanacije

Projekt statične sanacije je eden od konservatorsko-restavratorskih podprojektov, ki ga je obvezno treba pripraviti, kadar so predvideni posegi v nosilno konstrukcijo objekta arhitekturne dediščine. Tehnične smernice, ki jih je pri pripravi takega projekta treba upoštevati, so podane v predpisih, ki se ukvarjajo z obnovo in s sanacijo objektov. Na področju Evropske unije je obvezna uporaba evropskih predpisov za projektiranje konstrukcij, t. i. evrokod standardov (standardi SIST EN 1990 do SIST EN 1999). Objekti arhitekturne dediščine s svojo naravo in zgodovino, tako v materialu kot v sestavi, predstavljajo mnoge izzive za proučevanje in za restavriranje. Zaradi tega je uporaba sodobnih gradbenih predpisov in standardov pri statični obnovi spomenikov omejena. Številne mednarodne organizacije, ki se ukvarjajo z varstvom arhitekturne dediščine (npr. ICOMOS), so zaradi te problematike pripravile dodatne smernice, ki določajo obseg in način posegov v konstrukcijo (npr. ICOMOS, 2003a, 2003b, Lagomarsino in Cattari, 2015).

Osnova za pripravo projekta statične sanacije na potresno ogroženih območjih predstavlja ocena potresne odpornosti objekta. Določila za ocenjevanje potresne odpornosti obstoječih objektov ureja predpis Evrokod 8 – 3. del (skrajšano EC8-3) (SIST, 2005). Glede potresne odpornosti, tj. pričakovanega obnašanja objekta med potresno obremenitvijo, EC8-3 predvideva tri mejna stanja:

- mejno stanje omejitve poškodb (DL), ko je konstrukcija lažje poškodovana;
- mejno stanje velikih poškodb (SD), ko je konstrukcija resneje poškodovana, vendar še stabilna;
- mejno stanje blizu porušitve (NC), ko je konstrukcija huje poškodovana, z majhno preostalo odpornostjo.

Pri preverjanju posameznih mejnih stanj se upoštevajo potresi s predpisanimi povratnimi dobami (Petrovčič in Kilar, 2017). Za posamezne tipe konstrukcij, vezane na vrsto materiala (tj. armiranobetonske, jeklene in zidane konstrukcije), se določi skladnost s prej omenjenimi kriteriji, ob upoštevanju ustreznih metod analize, potresne obremenitve in kontrole detajlov. Tipične poškodbe, ki se pojavljajo pri zidanih stavbah arhitekturne dediščine pri potresni obremenitvi prikazuje slika .

V splošnem lahko metodologijo za oceno odpornosti in izbiro utrditvenih ukrepov, ki jo predpisujejo različne listine, prikažemo s procesom, prikazanim na sliki 2. Opis metodologije je podrobneje predstavljen v publikaciji Pompeu Santosa (2010), na kratko jo lahko povzamemo v naslednjih točkah:

- Zbiranje podatkov o obravnavanem objektu je začetna in v mnogih pogledih ključna faza, pri kateri je pomembna kontrola konsistentnosti rezultatov na podlagi informacij, zbranih z različnimi metodami in iz različnih delov objekta.
- Na podlagi dobljene ocene odpornosti se sprejme odločitev o uporabi sanacijskih ukrepov in določi njihov obseg. Če na podlagi ocene ne moremo dobiti jasne ocene o neustrezni odpornosti, se za posege lahko tudi ne odločimo (jih preložimo) in se tako izognemo negativnim učinkom, ki jih pretirani sanacijski ukrepi lahko povzročijo na kulturnem pomenu dediščine.
- Če je bila sprejeta odločitev o poseganju, konstrukcijo lahko popravimo, pri čemer se vzpostavi stanje, v katerem je bila pred potresom. Običajno pa se konstrukcija z ukrepi utrjuje, kjer se s posebnimi tehničnimi ukrepi poveča njena odpornost. Ko so sanacijski ukrepi izbrani, se ponovi računska analiza z upoštevanjem sprememb.

Na podlagi zaključkov, ki jih dobimo z oceno odpornosti, je treba izbrati ustrezne sanacijske ukrepe. Izбира vrste ukrepov, tehnike vgradnje ter obseg in nujnost ukrepov se določita na podlagi pridobljenih podatkov. Pri tem velja izpostaviti, da standard dovoljuje tudi zelo rigorozne ukrepe, kot so omejitve rabe oz. sprememba namembnosti objekta ter celo rušitev posameznih šibkih delov. Taki posegi pogosto niso v skladu z drugimi kulturno-varstvenimi načeli.

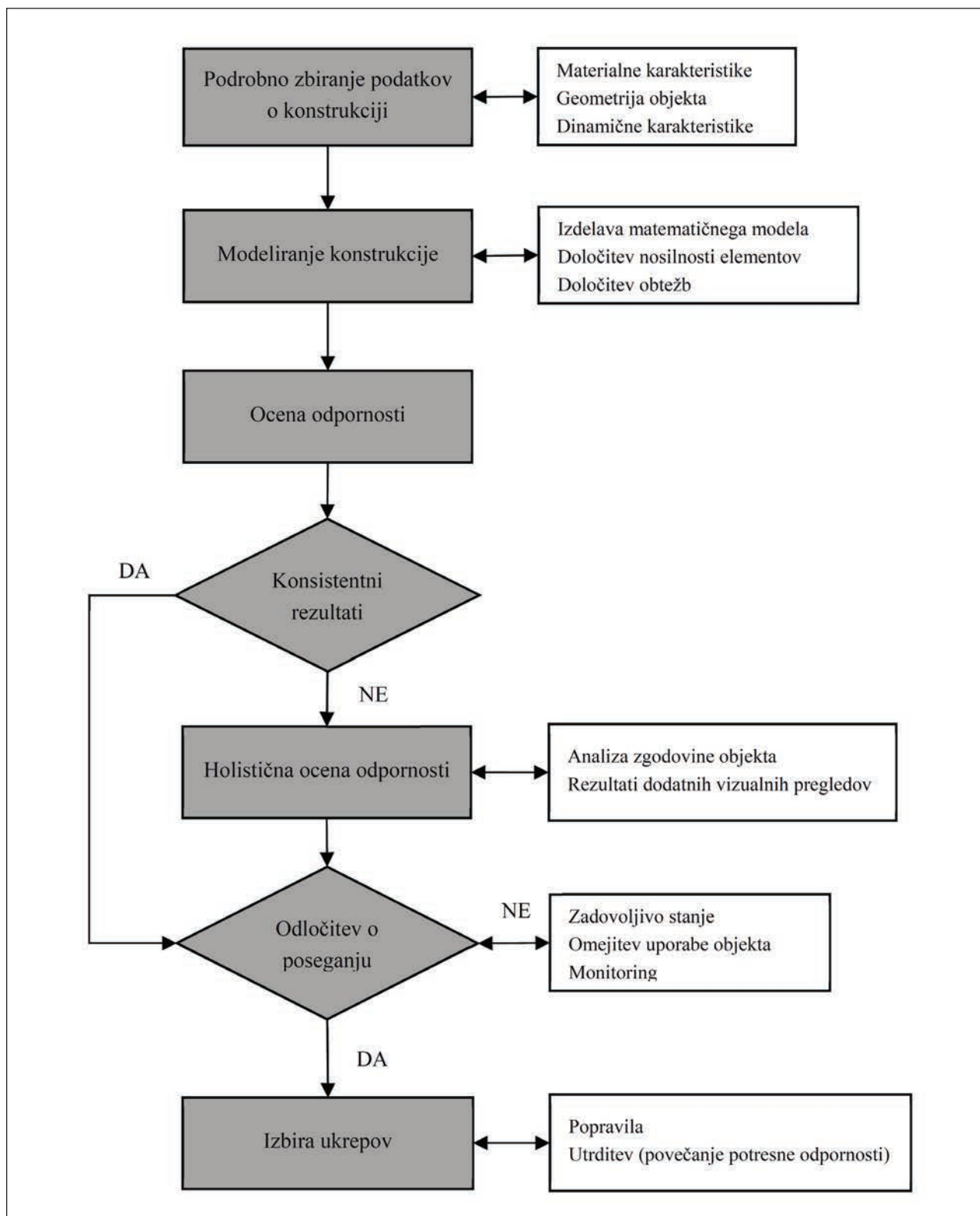
Priporočila organizacije ICOMOS za statično sanacijo objektov arhitekturne dediščine

Statična sanacija objektov arhitekturne dediščine je kompleksen problem, saj je po eni strani treba izpolniti zahteve po doseganju zadostne stopnje varnosti, po drugi pa s sanacijskimi posegi ne smemo preveč vplivati na kulturni pomen obravnavanega objekta arhitekturne dediščine. Mednarodna organizacija ICOMOS je v ta namen na svojem rednem generalnem zborovanju v Zimbabveju



Slika 1: Tipične poškodbe zidanih stavb zaradi potresne obremenitve: (a) razpoke na stiku zid-zid, (b) ločevanje nepovezanih zidov, (c) navpične razpoke v zidovih, (č) padanje zidu iz ravnine, (d) in (e) razslojevanje zidu, (f) diagonalne razpoke, (g) upogibna porušitev slopa ob oknu ter (h) porušitev stavbe (Vir: Petrovčič, 2013).

Figure 1: Damage patterns of masonry structures: (a) cracks at joints, (b) collapse of unconnected walls, (c) vertical cracks, (č) out-of-plane collapse, (d) and (e) wall leaf separation, (f) diagonal cracking, (g) bending, (h) total collapse (Source: Petrovčič, 2013).



Slika 2: Proces ocenjevanja odpornosti objekta in izbira ukrepov za njegovo utrditev (Vir: povzeto po Pompeu Santos, 2010, 35).

Figure 2: Flowchart of the actions to be undertaken in the phase of the structural assessment of the building (Source: Pompeu Santos, 2010, 35).

leta 2003 izdala novo listino, ki obravnava osnovna načela za analize, konserviranje in statično obnovo objektov arhitekturne dediščine (ICOMOS, 2003a). Listina zajema priporočila, sestavljena iz dveh delov: iz osnovnih načel, v katerih so razložena osnovna načela konserviranja, in napotkov s pravili in z metodologijo, ki jih mora upoštevati vsak projektant. Napotki so bili izdani v posebnem (informativnem) dokumentu (ICOMOS, 2003b) in nimajo statusa uradnega ICOMOS-ovega dokumenta.

Listina v osnovnih načelih določa interdisciplinarni pristop, ki nikakor ne sme biti omejen samo na eno vrsto strokovnjakov. Člani interdisciplinarne skupine, sestavljene glede na vrsto in obseg problema, morajo med seboj sodelovati vse od prvega koraka študije do začetnih ogledov na terenu in pri pripravi programov. Tudi Lah (2002) v svoji doktorski disertaciji opozarja na pomen interdisciplinarnosti. Navaja, da interdisciplinarnost konservatorskega procesa bistveno prispeva k uravnoteženi rešitvi problema in da ni nikoli delo samo enega strokovnjaka. To pomeni, da tudi vrednost in avtentičnost arhitekturne dediščine ne smeta temeljiti zgolj na kriterijih, določenih znotraj ene stroke.

Listina tudi določa, da vrednost arhitekturne dediščine ni samo v njeni pojavnosti, ampak tudi v neokrnjenosti vseh njenih delov. Je torej edinstven produkt določene tehnologije gradnje v določenem času. V njej je tudi izrecno opozorjeno, da so v neskladju s kriteriji konserviranja zlasti projekti, ki predvidevajo ohranitev samo zunanjih fasad, medtem ko naj bi se vsi notranji zidovi porušili. Predlogi sanacije in študije zgodovine objekta morajo biti natančno načrtovani in izvedeni po posameznih korakih. Pomembno je tudi, da študije med procesom načrtovanja večkrat ponovimo, saj tako lahko dosežemo največji uspeh, z najmanjšimi možnimi posegi v arhitekturno dediščino in z najracionalnejšo porabo razpoložljivih sredstev.

V celotnem procesu restavriranja je izpostavljen koncept celostnega varstva, pri tem pa je varstvo enovit proces, ki ves čas zajema celoten objekt. Zato tudi pri sanaciji konstrukcijskih delov arhitekturne dediščine ne smemo upoštevati le njih samih, ampak zgradbo kot celoto. Pri posegih z vprašljivo izvedbo in brez dokazljive bistvene koristi za objekte arhitekturne dediščine se odsvetuje njihova uporaba. Listina kot izjemo dovoljuje le urgentne posege, ki so nujni, da se prepreči porušitev konstrukcije (npr. začasna sanacija po potresu). Pri tem pa se moramo pri izvedbi urgentnih posegov povsod, kjer je to mogoče, izogibati uporabi nereverzibilnega materiala.

V kontekstu protipotresne utrditve velja v sklopu določil ICOMOS-ove listine, vezanih na smernice za sanacijske ukrepe, izpostaviti naslednje točke:

- način sanacije mora temeljiti tako na jasnem razumevanju vzrokov poškodb kot tudi na razumevanju rezultatov raziskav;
- izbrati je treba tehnike (tradicionalne ali sodobne), ki so manj invazivne in bolj združljive s konservatorsko-restavratorskimi izhodišči;

- kjer je mogoče, je treba izbrati reverzibilne posege, ki jih je pozneje mogoče nadomestiti z novejšimi in s primernejšimi;
- karakteristike novega materiala morajo biti združljive z izvirnim materialom;
- karakterističnih lastnosti izvirne konstrukcije in njenega okolja ni dovoljeno uničevati;
- posegi morajo biti zasnovani tako, da se v vsakem trenutku omogoča razpoznavnost izvirne konstrukcije;
- treba se je izogibati spremembam ali odstranjevanju značilnih historičnih arhitekturnih elementov in materiala;
- razgradnja in ponovno sestavljanje konstrukcije sta dovoljena le kot opcija, kadar konservacija ni mogoča.

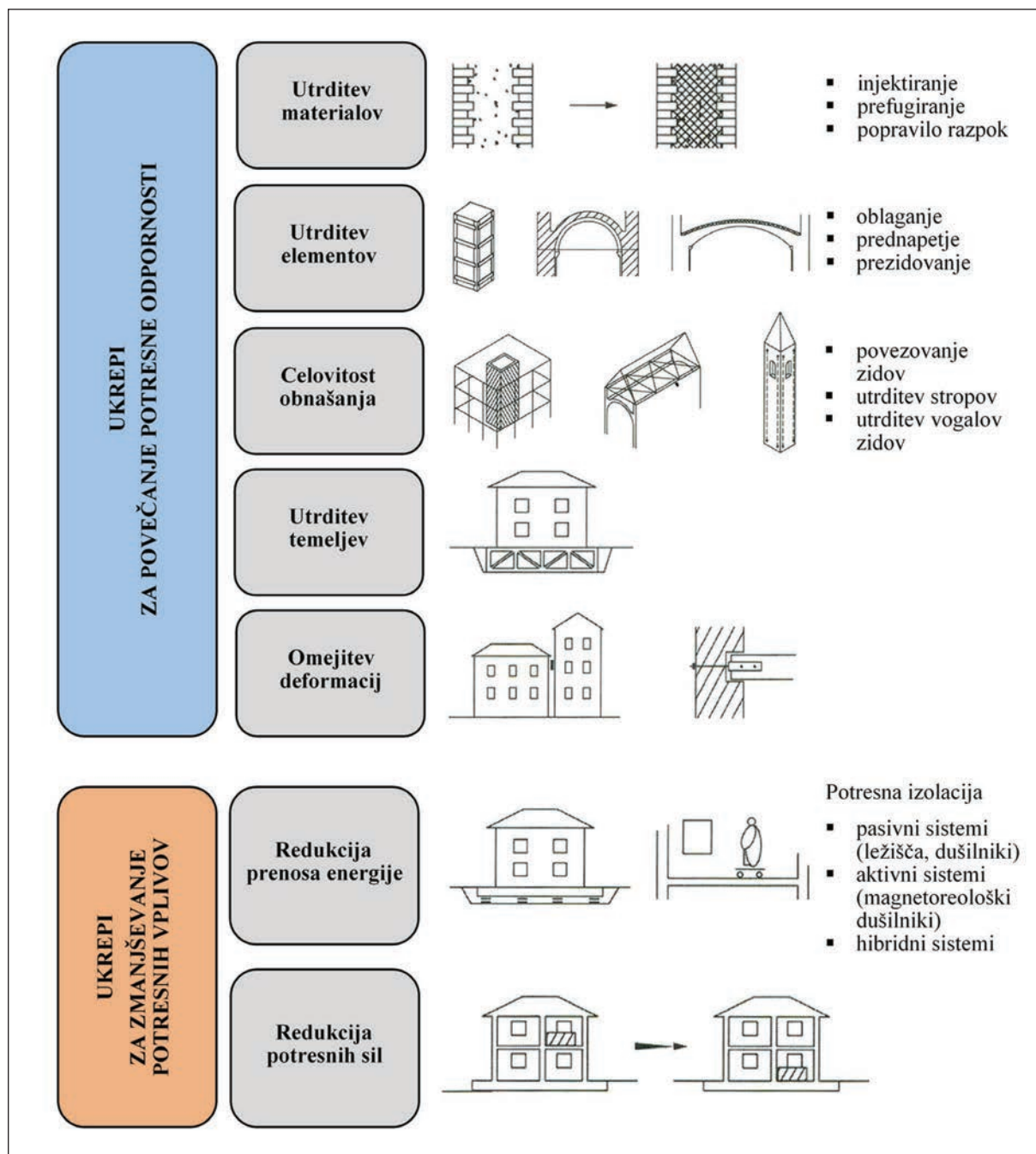
ICOMOS-ova listina torej predvideva, da je vse posege treba načrtovati tako, da ne spreminjajo izvirne zasnove konstrukcij objektov ter da minimalno posegajo v izviren objekt (njegov material in zasnovo). Poudarek je na celostnem varstvu, s težnjo po minimizaciji in reverzibilnosti posegov.

Ukrepi za utrditev zidanih stavb in njihova klasifikacija

Pri izbiri ustreznih ukrepov za povečanje odpornosti zidanih stavb je treba ločevati med pojmom utrditev in sanacija. Pojem utrditev zajema tehnične ukrepe, s katerimi povečamo nosilnost konstrukcijskega sistema in s tem tudi njegovo zmožnost sipanja potresne energije. Pod pojmom sanacija pa imamo v mislih posege v poškodovano konstrukcijo, s katerimi v konstrukciji vzpostavimo stanje, v katerem je bila pred potresom (Tomažević in Lutman, 2007).

Izbira in število ustreznih ukrepov sta rezultat globalne ocene potresne odpornosti objekta, ki je osnovni kriterij, ko se odločamo za protipotresno utrditev. Ugotovimo jo z računalniškimi analizami na podlagi podatkov iz različnih terenskih in laboratorijskih preiskav. Izjemno pomembno je, da utrjujemo celotno konstrukcijo in da se utrditev ne izvaja le na šibkem elementu ali delu konstrukcije (Croc, 1998).

Na razpolago so številni ukrepi, ki se lahko uporabljajo v medsebojni kombinaciji. V grobem jih razdelimo v dve skupini, in sicer na ukrepe za povečanje potresne odpornosti ter na ukrepe za zmanjševanje potresnih vplivov. Slika 3 prikazuje posamezne ukrepe, razdeljene v sedem podskupin glede na način utrditve. Med ukrepe za povečanje potresne odpornosti uvrščamo tiste, s katerimi lokalno ali v celoti spremenimo oz. zamenjamo posamezne elemente in konstrukcijo prilagodimo v prid večji pravilnosti. Med ukrepe za zmanjšanje potresnih vplivov uvrščamo vgradnjo enega od sistemov potresne izolacije, spremembo togosti (zmanjšanje ekscentričnosti) oz. prerazporeditev mas. S sistemi potresne izolacije lahko povečamo nihajni čas konstrukcije oz. njeno dušenje in



Slika 3: Različne skupine ukrepov za protipotresno utrditev zidanih stavb (Vir: Petrovčič, 2013).

Figure 3: Repair and strengthening techniques of unreinforced masonry structures (Source: Petrovčič, 2013).

s tem zmanjšamo raven potresnih sil. V nadaljevanju so podrobneje opisani ukrepi iz prvih treh skupin.

Medsebojna primerjava ukrepov za povečanje potresne varnosti

Posegi za povečanje potresne odpornosti puščajo vidne in pogosto trajne sledi na spomeniku ter s tem spre-

minjajo njegovo arhitekturno in historično substanco. Odločanje o stopnji varovanja ter o načinu in vrsti uporabljenih posegov je zato izjemno odgovorna in zahtevna naloga. Upoštevanje zgolj tehničnih ukrepov, ki jih pogojujejo gradbeni predpisi, lahko v veliki meri zmanjša ali pa celo uniči bistvene sestavine kulturnega pomena dediščine. Po drugi strani pa lahko z neprimernimi odločitvami in omejevanjem tehničnih posegov ne do

Tabela 1: Medsebojna primerjava ukrepov za utrditev objektov arhitekturne dediščine.**Table 1: Comparison between base isolation and conventional strengthening techniques.**

Ukrep	Povečanje potresne odpornosti	Invazivnost ukrepa	Zahtevnost oz. cena ukrepa
Povezovanje zidov	veliko	srednja	srednja
Utrjevanje in sidranje stropov	srednje	srednja	visoka
Injektiranje zidovja	srednje	majhna	nizka
Injektiranje razpok	manjše	majhna	nizka
Prezidavanje	srednje	velika	srednja
Oblaganje	srednje	velika	nizka
Prefugiranje	manjše	srednja	srednja
Prednapetje	veliko	srednja	visoka

sežemo zadostne stopnje varnosti spomenika, kar lahko vodi do katastrofalnih posledic za spomenik, tj. njegove delne ali popolne porušitve (Crocini, 1998; Kovač, 2007).

V prejšnjem poglavju so bili podrobneje predstavljene t. i. konvencionalni ukrepi za povečanje potresne odpornosti zlasti zidanih stavb, ki so v našem prostoru tudi najpogostejše. Omenjeni ukrepi za povečanje potresne varnosti se med seboj razlikujejo ne le po stopnji njene povečanja, pač pa tudi po primernosti posameznega ukrepa za kulturnozgodovinske spomenike, ki je odvisna od invazivnosti posameznega ukrepa.

V preglednici je podana primerjava uporabe konvencionalnih ukrepov za povečanje potresne odpornosti. Pri vsakem ukrepu so opisno ovrednotene tri primerjalne kategorije. Ocene so podane zgolj opisno, saj sta zahtevnost in učinkovitost vsakega izmed ukrepov od primera do primera različna, zato take ukrepe težko ocenjujemo za splošne primere. Ocene posameznih kategorij izhajajo iz opisov ukrepov v prejšnjem poglavju.

Prva primerjalna kategorija je povečanje potresne odpornosti, dosežene zgolj z uporabo obravnavanega ukrepa. Ta se določi glede na stopnjo povečanja varnosti objekta pred porušitvijo njegovih delov ali celote. V praksi lahko z vsemi ukrepi teoretično dosežemo zadostno povečanje potresne odpornosti. Vendar pa ti ukrepi med seboj niso neodvisni. Na enem objektu skoraj v vseh primerih uporabimo več ukrepov. Ocena povečanja potresne odpornosti temelji na zmožnosti individualne uporabe samo izbranega ukrepa. Veliko povečanje potresne odpornosti je bilo ocenjeno za ukrepe, ki že sami po sebi omogočajo dovolj veliko stopnjo

protipotresne zaščite in jih ni treba dodatno kombinirati z drugimi ukrepi. Po drugi strani pa so ukrepi ocenjeni s srednjim oz. z majhnim povečanjem potresne odpornosti, taki, da jih je treba kombinirati z drugimi ukrepi.

Drugo primerjalno kategorijo predstavlja ocenjevanje invazivnosti posameznega ukrepa. Ta kategorija je najbolj povezana z arhitekturnim vidikom varovanja, saj z njo ocenjujemo, v kolikšni meri s posameznim ukrepom posegamo v temeljne vidike kulturnega pomena dediščine. Ocenjuje se torej primernost uporabe posameznega ukrepa glede na restavratorske in konservatorske kriterije, ki jih predlagajo mednarodne listine in konvencije za varstvo arhitekturne dediščine (npr. ICOMOS, 1993, 2003a, 2013). Ukrepi z majhno invazivnostjo so tisti, pri katerih določen ukrep in postopek njegovega izvajanja bistveno ne posegata v kulturni pomen dediščine oz. so posledice poseganja reverzibilne. Ukrepi s srednjo in z visoko invazivnostjo pa so taki, da njihova uporaba povzroči bolj ali manj znatno in trajno zmanjšanje enega izmed vidikov kulturnega pomena dediščine.

Zadnjo kategorijo primerjave posameznih ukrepov določata zahtevnost izvedbe ukrepa ter njegova cena. Zahtevnost opredeljuje raven tehniškega znanja in obseg gradbenih posegov, ki so nujni za projektiranje in izvedbo posameznega ukrepa. Taki ukrepi so zaradi tega pogosto tudi cenovno manj ugodni, zato v tej kategoriji upoštevamo tudi cenovno rentabilnost. Ukrepi z visoko stopnjo zahtevnosti torej niso samo tehnično zahtevni za izvedbo in projektiranje, ampak tudi cenovno manj ugodni. Ob tem je pri ceni upoštevana tudi cena materiala, predvidenega pri posameznem ukrepu.

Iz preglednice lahko razberemo, da med zelo učinkovite ukrepe spadata povezovanje zidov in prednapetje. Z njima lahko v veliki meri povečamo potresno odpornost, hkrati pa posegi v objekt niso preveč izraziti. Veliko povečanje potresne odpornosti, ki ga z njima lahko dosežemo, delno upravičuje tudi povečano ceno teh dveh ukrepov. Tudi utrjevanje in sidranje stropov se izkaže za razmeroma učinkovit ukrep z dobršno mero povečanja potresne odpornosti in s srednjo stopnjo invazivnosti. Zaradi zahtevnosti izvedbe pa so take vrste ukrepi običajno dražji.

Dokaj primeren ukrep za stavbe arhitekturne dediščine je injektiranje, tako zidovja kot tudi razpok, saj so v tem primeru posegi na vidnih delih stavbe majhni, pa tudi zahtevnost in cena vgradnje nista pretirano veliki. Pri tem procesu pa prihaja do sprememb sestave zidovja oz. malte med zidaki. Poleg tega je povečanje potresne varnosti tukaj manjše, saj se na ta način poveča zgolj togost posameznih zidov, ni pa zagotovljeno njuno povezano delovanje.

Ukrepi, kot so prezidavanje, oblaganje in prefugiranje, so z vidika invazivnosti manj primerni, saj z njimi delno ali v celoti zakrijemo osnovni material (Jarc Simonič idr., 2015). S prefugiranjem tudi ne dosežemo bistvenega učinka na povečanje potresne odpornosti.

V praksi je zato morda najboljše posegati po kombiniranih ukrepih. Vsekakor pa se je treba zavedati, da je pri objektih arhitekturne dediščine ocena varnosti skupaj z razumevanjem pomembnosti konstrukcije osnova za take posege. Zato morajo biti vsi posegi v ravnovesju z oceno varnosti in minimalnim posegom, ki še zagotavlja varnost in najmanj poškoduje kulturno vrednost objekta.

ARHITEKTURNO-TEHNIČNI VIDIK VAROVANJA DEDIŠČINE

Neskladje med arhitekturnimi in tehničnimi smernicami

Arhitekturna dediščina predstavlja številne izzive za proučevanje in restavriranje. Kot opozarjajo različni domači in tuji avtorji (npr. Fister, 1979; Croci, 1998; Feilden, 2003; Indirli idr., 2006; Amerighi idr., 2007; Zupančič, 2007; Tomažević, 2009), je zaradi unikatnosti objektov arhitekturne dediščine pogosto težko izpolniti vse zahteve, ki jih navajajo predpisi za statično sanacijo, saj je obvezno treba upoštevati tudi konservatorske kriterije za varstvo arhitekturne dediščine. Posledice upoštevanja zgolj tehničnih kriterijev, ki jih narekujejo gradbeni predpisi, pogosto zahtevajo spremembo prvotnega konstrukcijskega koncepta in izvirnega materiala, kar lahko vodi k precejšnjemu zmanjšanju kulturnega pomena dediščine. Po drugi strani pa s sodobnimi tehnološkimi ukrepi lahko dosežemo precejšnjo stopnjo varnosti in s tem dolgoročno močno vplivamo na njegovo trajnost in preprečimo izgubo vrednosti v primeru naravnih nesreč. Tomažević (2009) meni, da so posegi v konstrukcijo kulturnozgodovinskih objektov vedno kompromis med inženirskimi zahtevami in razpoložljivimi tehnološkimi rešitvami, ekonomskimi vidiki in načeli spomeniškega varstva. Navaja tudi, da sodoben življenjski slog pogosto zahteva posege, ki s konservatorskega vidika ne bi bili dopustni. Z namenom zagotovitve ustrezne kakovosti in varnosti bivanja je treba prebivalcem, ki živijo v teh stavbah, zagotoviti enako ali vsaj podobno raven kot pri novogradnji. Problem nastane, ker taki ukrepi niso vedno v skladu z zahtevami varstva kulturne dediščine.

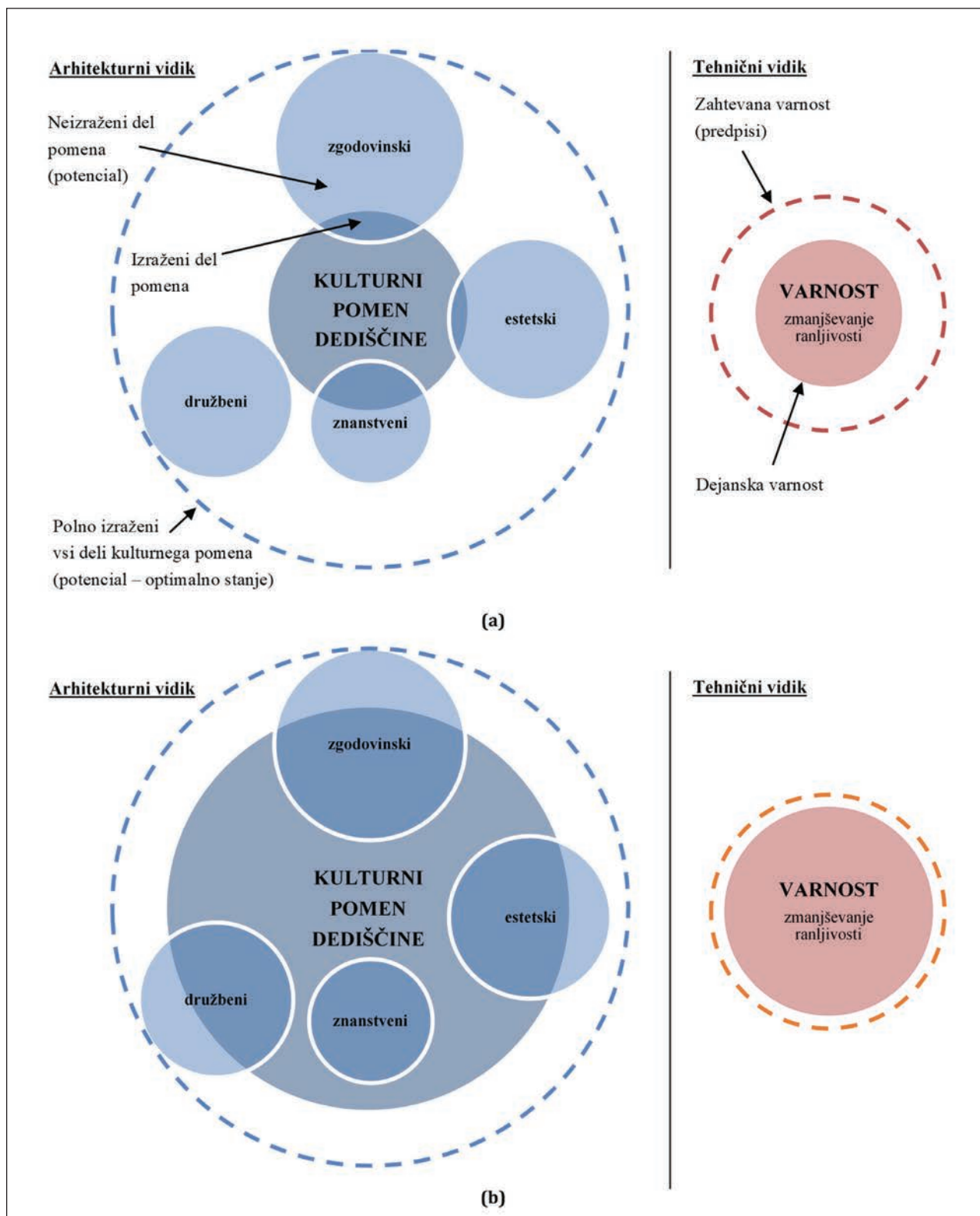
Aplikacijo arhitekturnih in tehničnih smernic ter njihovega medsebojnega vpliva v procesu ohranjanja dediščine si oglejmo ob preprostem primeru. Denimo, da obravnavamo neko stavbo arhitekturne dediščine, ki ji želimo povrniti prvotni kulturni pomen. Kulturni pomen dediščine določimo s procesom vrednotenja¹. Trenutni obseg kulturnega pomena dediščine na obravnavanem arhitekturnem spomeniku shematsko prikazuje levi del slike 4a. Obravnavani objekt poseduje vse štiri vidi-

ke (dele) kulturnega pomena dediščine (zgodovinskega, estetskega, znanstvenega in družbenega). Vrednote posameznih kulturnih pomenov se med seboj razlikujejo po obsegu in pomembnosti, kar je na sliki ponazorjeno s krogi različnih velikosti. Zaradi raznovrstnih vzrokov je v zgodovini objekta prišlo do postopnega izgubljanja vrednot, tako da je danes na njem izražen samo določen del posameznega kulturnega pomena. Preostali, neizraženi del je potencial, ki ga želimo povrniti. V primeru na levem delu slike 4a vidimo, da je zaradi propadanja bil v celoti izgubljen družbeni pomen tega objekta. Tudi zgodovinski in estetski pomen sta že skoraj popolnoma izgubljena. Najbolj izražen je na prikazanem primeru ostal le znanstveni del pomena dediščine, vendar je ta po pomembnosti (obsegu) bistveno manjši od preostalih treh. Seveda velja, da nikoli ne moremo v celoti povrniti posameznega pomena. Na sliki je predstavljen samo tisti del pomena, ki ga je teoretično (in tudi praktično) še mogoče obnoviti. Cilj konservatorsko-restavratorskega posega je torej polno izraziti vse elemente kulturnega pomena dediščine.

Kot smo ugotovili v razdelku , pa obnovitev kulturnega pomena dediščine ni edini vidik varovanja. S sanacijskimi posegi zmanjšujemo tudi ranljivost oz. ogroženost objekta in s tem povečujemo njegovo varnost. S pojmom ranljivost se v kontekstu prispevka omejamo na potresno odpornost posameznega objekta. V predhodnem članku (Petrovčič in Kilar, 2017) smo pokazali, kako določiti ranljivost posameznih tipologij objektov arhitekturne dediščine za širše območje (območje celotne Slovenije). Kadar govorimo o sanaciji posameznega objekta, pa je skladno z določili, ki jih predlagajo različne tehnične smernice, treba določiti njegovo obstoječo potresno odpornost (varnost) in jo z uporabo različnih tehničnih ukrepov tudi ustrezno povečati, do predpisane vrednosti. Na desnem delu slike 4a je predstavljen tehnični vidik varovanja. Prikazano je stanje pred sanacijo, pri čemer obstoječa stopnja potresne varnosti objekta ne dosega zahtev, ki jih predvidevajo predpisi.

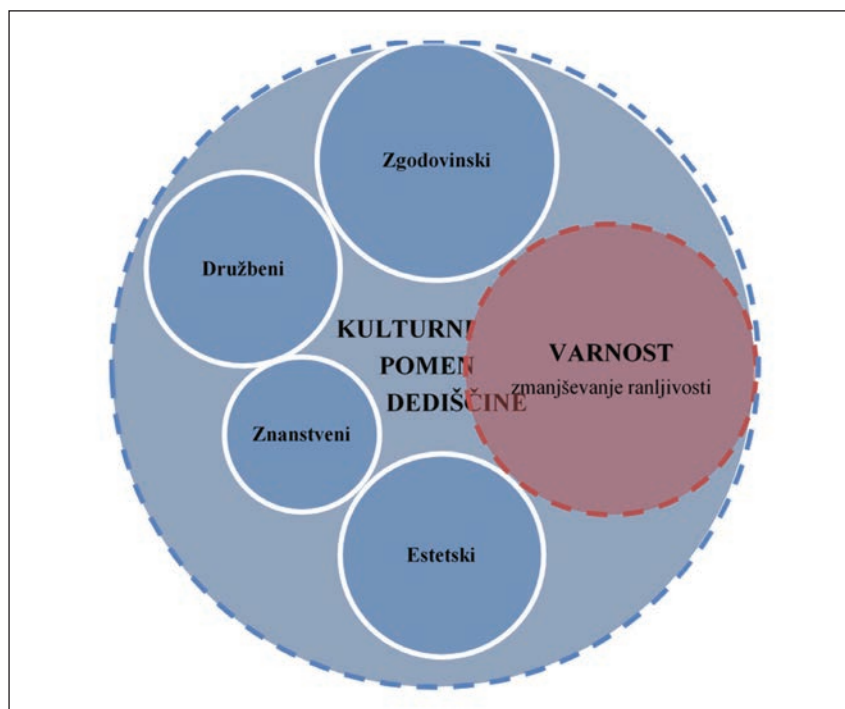
Slika 4b prikazuje oba vidika varovanja po izvedbi konvencionalnih konservatorsko-restavratorskih del. Če pogledamo najprej arhitekturni vidik (levi del slike), ugotovimo, da se je celoten kulturni pomen dediščine bistveno povečal in da zdaj vsebuje vse štiri dele. Kljub temu je samo znanstveni del polno izražen, preostali trije pa še vedno vsebujejo neizraženi potencial. Tudi s tehničnega vidika (desni del slike) se je varnost povečala in skoraj dosega raven zahtevane varnosti. Razmerje med stopnjo povečanja varnosti in stopnjo obnovitve kulturnega pomena je stvar kompromisa. Razlika, ki še

¹ S problematiko strokovnega vrednotenja arhitekturne dediščine se spopadajo številni domači in tuji avtorji. Burska listina navaja, da je treba za ohranjanje prostora kulturne dediščine prepoznati in upoštevati vse vidike kulturnega in naravnega pomena brez neupravičenega poudarjanja posamezne vrednote na račun drugih (ICOMOS, 2013). V prispevku izpostavljamo elaborat o enotni metodologiji za izdelavo konservatorskega načrta, ki so ga pripravili Zupančič idr. (2007). Avtorji v omenjenem elaboratu postopek vrednotenja dediščine karakterizirajo kot preplet vrednot, ki se ocenjujejo z zgodovinskim, estetskim, znanstvenim in družbenim merilom. Celosten povzetek vseh vrednotenij predstavlja oceno kulturnega pomena dediščine.



Slika 4: Obseg kulturnega pomena (arhitekturni vidik varovanja) in varnosti konstrukcije (tehnični vidik varovanja) pred izvedbo konservatorskih posegov (a) ter po izvedbi konservatorskih posegov (b).

Figure 4: Extent of the cultural significance (architectural aspect) and structural safety (technical aspect) before conservation (a) and after conservation (b).



Slika 5: Integralni arhitekturno-tehnični vidik varovanja arhitekturne dediščine.
Figure 5: Integrated architectural-technical aspect of architectural heritage conservation.

ostaja na obeh straneh, je posledica neskladnosti posameznih vidikov. Kot navaja Tomaževič (2009), v primeru stavb kulturne dediščine zahteve EC8-3 marsikdaj niso v celoti izpolnjene, zato se v teh primerih pogosto upošteva načelo »bolje nekaj kakor nič« in se objekt utrdi z za vse sprejemljivimi (kompromisnimi) ukrepi. Kot še navaja, so raziskave in analize pokazale, da so tudi nepopolni ukrepi lahko dovolj za preprečitev najhujšega.

Koncept predloga integralnega arhitekturno-tehničnega vidika varovanja

Z namenom premostitve razlik med arhitekturnimi in tehničnimi vidiki varovanja so Indirli idr. (2006) pripravili skupino predlogov, ki določajo, kako in v kolikšni meri se med prenovami sme posegati v objekte arhitekturne dediščine, tako da bi bil vpliv na kulturni pomen dediščine čim manjši. Predloge lahko povzamemo v naslednjih točkah:

- odstopanje od predpisov in kriterijev, ki veljajo za nove stavbe, je mogoče, ker taki objekti običajno niso zgrajeni iz sodobnega materiala, kot sta armirani beton in jeklo, zato je njihova obnova zahtevna;
- v predpisih, ki obravnavajo objekte po teoriji mejnih stanj (npr. evrokodi), se lahko faktor pomembnosti določi posebej za posamezni objekt;
- učinkovitost izboljšav naj se vrednoti sproti;

- priporočljive so natančne predhodne študije;
- priporoča se uporaba posebnih postopkov, izdelanih za vsak obnovitveni projekt posebej, saj uporaba standardnih postopkov pri obnovi pogosto ni mogoča;
- uporaba sodobnega materiala lahko močno poveča stopnjo potresne odpornosti objekta, vendar njegova uporaba ne sme biti estetsko moteča in mora biti združljiva z že vgrajenim materialom.

Na podlagi navedenega lahko zaključimo, da je treba izoblikovati širše in bolj prilagodljive koncepte za reševanje konstrukcijske problematike arhitekturne dediščine. Kot navaja Lah (2001), se problem varstva dediščine začne že z njeno opredelitvijo, pri čemer njen pravi pomen vsakokrat znova izoblikujemo šele z njenim vrednotenjem. Kovačeva (2007) npr. v svojem članku predvideva določitev integralne vrednosti dediščine, ki jo sestavljata dve temeljni kategoriji, tj. njena historična in arhitekturna vrednost. Kot navaja avtorica, s to delitvijo določimo pogoje, s katerimi spomeniku zagotovimo izboljšanje stanja in mu podaljšamo obstoj.

V obravnavanem prispevku pa to definicijo razširimo in predlagamo *integralni arhitekturno-tehnični vidik* kulturnega pomena dediščine, katerega osnovna ideja je bila predstavljena tudi v doktorski disertaciji prvega avtorja tega prispevka (Petrovčič, 2013). Predlagan vidik tudi varnost vključuje kot eno izmed vrednot kulturnega

pomena dediščine (slika). S tega vidika varnost ni podrejena kulturnemu pomenu, temveč je eden izmed njegovih sestavnih delov, s katerim skupaj tvori arhitekturno-tehnični vidik. V tem kontekstu je teoretično mogoče polno izraziti vse potencialne kulturnega pomena dediščine in hkrati tudi v celoti izpolniti zahteve glede varnosti objekta. Tako harmonizirano delovanje obeh vidikov je mogoče doseči, če pri uporabi ukrepov za statično sanacijo upoštevamo načelo *minimalnega poseganja* v objekt. Ozko grlo so namreč sanacijski posegi za izboljšanje varnosti, ki pogosto niso povsem združljivi s konservatorskimi smernicami in zahtevajo razmeroma velike posege v objekt. Osrediniti se je torej treba na razvoj novih postopkov in materiala, ki bi sledili tej novi paradigmi, pri čemer bi s čim manjšimi posegi dosegli čim večji učinek. Uporabo posebnih postopkov, sodobnega materiala in novih tehnik utrjevanja obravnava že beneška listina (ICOMOS, 1965), na podlagi katere je mogoče v primerih, ko se tradicionalne tehnike izkažejo kot nezadostne, objekt zgodovinskega pomena utrditi z uporabo katerekoli sodobne tehnike za konserviranje oz. konstrukcijsko utrditev. Pri tem je treba učinkovitost uporabljene tehnike dokazati z znanstvenimi podatki in jo tudi potrditi na podlagi izkušenj. Določila krakovske listine (ICOMOS, 2000) glede uporabe novega materiala in tehnik utrjevanja so še nekoliko strožja, saj je v listini navedeno, da morajo tehnike za ohranjanje izhajati iz interdisciplinarnih znanstvenih raziskav materiala in tehnologij, uporabljenih za popravilo konstrukcije oz. za restavriranje. V listini je tudi navedeno, da mora biti pri načrtovanju in izbiri posegov bistven poudarek na ohranitvi izvirne funkcije in da je treba zagotoviti združljivost z materialom in arhitekturnimi vrednotami (kulturni pomen dediščine).

Čeprav je lahko dejansko uporabljena nova tehnika bistvenega pomena za ohranitev stavbe, je potrebno dosledno opazovanje doseženih rezultatov, upoštevajoč obnašanje skozi čas in možnost eventualne reverzibilnosti. V krakovski listini je tudi navedeno, da je posebno pozornost treba posvetiti izpopolnjevanju znanja na področju tradicionalnega materiala in tehnik ter njihovi primerni nadaljnji uporabi v kontekstu sodobne družbe, upoštevajoč dejstvo, da so pomembna komponenta kulturne dediščine.

Predlog metodologije vključevanja varnosti v kulturni pomen dediščine na podlagi hierarhije udeleženih strok

Za uspešno integracijo vidika varnosti v kulturni pomen dediščine je nujen multidisciplinarni pristop. Arhitekturno konservatorstvo je izjemno kompleksno področje, na katerem se metode dela nenehno razvijajo, rezultati pa so plod dela širše skupine strokovnjakov (Lah, 2001). Kot določa ICOMOS-ova deklaracija (ICOMOS, 1993), lahko pri ohranjanju arhitekturne dediščine sodelujejo strokovnjaki, ki izpolnjujejo naslednja določila (prevod povzet po Lah, 2002, str. 41):

a.) analizirati in dokumentirati spomenik, kompleks

ali naselje ter ugotoviti emocionalne (identitetne), kulturne in uporabne vrednosti;

- b.) razumeti zgodovino in tehnologijo spomenika, kompleksa ali naselja, z namenom opredelitve njegove identitete, načrtovanja konservacije in razlage rezultatov njihovih raziskav;
- c.) razumeti vlogo spomenika, kompleksa ali naselja, njihovo vsebino in okolico v razmerju do drugih stavb, parkov ali kulturne krajine;
- d.) raziskati in upoštevati vse dosegljive vire informacij, pomembne za spomenik, kompleks ali naselje;
- e.) razumeti in analizirati socialno vedenje in socialna razmerja v odnosu do spomenika, kompleksa ali naselja kot kompleksnega sistema;
- f.) diagnosticirati notranje in zunanje vzroke propadanja ter na podlagi tega ustrezno ukrepati;
- g.) raziskati in pripraviti poročilo o spomeniku, kompleksu ali naselju, ki je razumljivo tudi nestrokovnjakom in ki vsebuje tudi grafično gradivo v obliki ilustracij, skic in fotografij;
- h.) poznati, razumeti in uporabljati Unescove konvencije in priporočila ter ICOMOS-ove in druge znane listine ali smernice;
- i.) uravnoteženo presojati in na podlagi konsenza etičnih načel prevzeti odgovornost za dolgoročno varstvo kulturne dediščine;
- j.) prepoznati potrebo po dodatnih specialističnih raziskavah, na primer fresk, skulptur in predmetov umetniške in zgodovinske vrednosti ter (ali) raziskavah materiala in sistemov;
- k.) dajati ekspertne predloge za strategijo vzdrževanja, politiko upravljanja in politiko izhodišč okoljske zaščite in ohranitve spomenikov, njihove vsebine in njihovega okolja;
- l.) dokumentirati izvedena dela in omogočiti njihovo dosegljivost;
- m.) delati v multidisciplinarnih ekipah z uporabo usklajenih metod;
- n.) sodelovati s prebivalci, z upravnimi in načrtovalskimi službami ter reševati konflikte s konservatorsko strategijo, prilagojeno lokalnim razmeram, zmožnostim in virom.

Strokovnjaki s področja konservatorstva so na srečanju v Colombu leta 1993 podali tudi ocene primernosti posameznega strokovnega profila v skladu s prej omenjenimi določili (Lah, 2002). Prikazane so v preglednici 2. Le štirje strokovni profili (arhitekt, konservatorski uslužbenec, konservator in krajinski arhitekt) ustrezajo vsem zahtevanim kriterijem, čeprav tudi pri teh strokovnih profilih ne bi bile v celoti izpolnjene zahteve vseh določil iz deklaracije. Varovanje arhitekturne dediščine zato vedno zahteva interdisciplinarni pristop. Delo vsakega udeleženega strokovnjaka pa mora tangirati k (Lah, 2001):

- težnji po znanstvenem pristopu, pri katerem se empirično preverljiva spoznanja organizirajo bodisi v nove teorije, nove metode dela z name-

Tabela 2: Analiza sodelovanja; status udeležencev, njihov motiv in način sodelovanja.**Table 2: Participation analysis; participants' status, motives, and ways of participation.**

	Določila ICOMOS-ove deklaracije (ICOMOS, 1993)														
Strokovnjak	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	Skupaj
Upravitelj / lastnik			•	•				•	•	•		•	•	•	8
Arheolog	•	•	•	•				•	•	•	•	•	•		10
Arhitekt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	14
Umetnostni zgodovinar		•	•	•	•	•	•	•	•			•	•		10
Izvajalec gradbenih del		•			•	•	•	•	•		•	•		•	9
Konservatorski uslužbenec	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	14
Konservator	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	14
Gradbeni inženir		•		•	•	•	•		•			•	•		8
Okoljski inženir			•	•	•	•	•	•	•		•	•	•		10
Krajinski arhitekt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	14
Obrtnik – mojster		•				•	•	•	•		•	•	•		8
Strokovnjak za materiale		•		•	•	•	•	•	•		•	•	•		10
Gradbeni izvedenec				•			•	•	•	•	•	•	•	•	9
Nadzornik	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	14
Urbanist			•	•			•	•	•		•	•	•	•	9

nom doseganja njihove praktične uporabnosti (aplikativnost);

- težnji po interdisciplinarnem pristopu, pri katerem posamezne discipline delujejo na način, pri katerem ni nobeno področje strukturirano tako, da se zapira vase, ampak je odprto v procese spoznavanja;
- usmerjenosti v varstvo in pravilno interpretacijo dediščine (naravne ali kulturne), ki je na podlagi predstavljenega univerzalnega sistema vrednotenja vselej naravnana k splošnim ciljem razvoja.

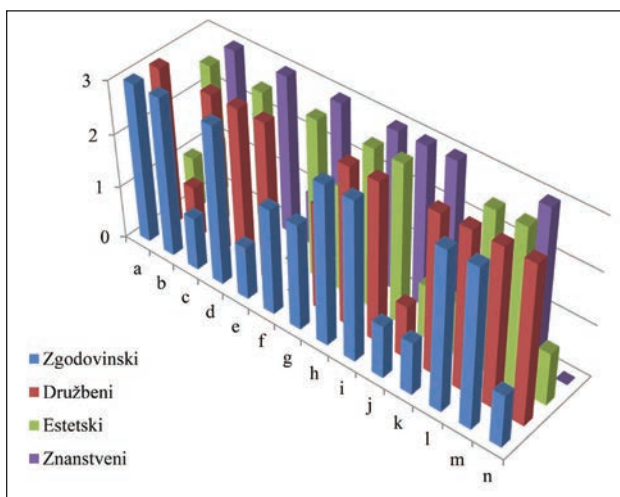
Izhodišča za izobrazbo strokovnjakov specialistov morajo temeljiti na uveljavljenih načelih, ki jih opredeljuje tudi Direktiva evropskega parlamenta in sveta 2005/36/ES, z dne 7. septembra 2005. V kontekstu varovanja arhitekturne dediščine ta načela obsegajo: ustrezno poznavanje zgodovine arhitekture in arhitekturnih teorij ter z njimi povezanih umetnosti, tehnologij in družbenih ved; poznavanje upodablajočih umetnosti kot vpliva na kakovost arhitekturnega projektiranja; razumevanje odnosa med ljudmi in zgradbami, med zgradbami in njihovim okoljem ter razumevanje potrebe, da se zgradbe in prostori med njimi prilagodijo potrebam ljudi in njihovim medsebojnim razmerjem.

V navedeni direktivi so predvidena znanja tudi iz

tehničnih disciplin, ki obsegajo: razumevanje prostorskih, arhitekturnih in gradbenih načrtov ter konstrukcijskih in tehničnih problemov, povezanih z načrtovanjem stavb; ustrezno poznavanje fizikalnih problemov, tehnologij in delovanja stavb; ustrezno poznavanje izvajanja del, organizacije, predpisov in postopkov, vpletenih v uresničevanje projektnih zasnov, in vključevanje načrtov v sistem celovitega prostorskega načrtovanja.

V obravnavanem prispevku smo oceno usposobljenosti posameznih strokovnjakov razširili tudi na posamezne vidike kulturnega pomena dediščine. Številni strokovni profili, ki so navedeni v preglednici 2 posedujejo zelo ozko specializirano znanje, s katerim lahko v različni meri prispevajo k povečanju posameznega kulturnega pomena dediščine. Za vrednotenje prispevka določenega strokovnjaka je bilo najprej treba določiti vpliv posameznih določil ICOMOS-ove deklaracije na posamezni vidik kulturnega pomena dediščine (zgodbinskega, družbenega, estetskega in znanstvenega).

Vpliv je bil določen na podlagi ocen (celošteviliških ponderjev) v razponu od 0 do 3. Ocena 0 je bila dodeljena v primeru, ko ICOMOS-ovo določilo v nobeni meri ne prispeva k povečanju določenega kulturnega pomena dediščine. Ocena 3 pa je bila dodeljena v primerih, ko ICOMOS-ovo določilo v največji možni meri prispeva k povečanju določenega kulturnega po-



Slika 6: Izbrane ocene (ponderji) posameznega določila ICOMOS-ove deklaracije glede na različne vidike kulturnega pomena dediščine.

Figure 6: Weights of specific ICOMOS provisions regarding different aspects that signify cultural heritage.

mena dediščine. Poleg omenjenih skrajnih ocen sta bili uporabljeni tudi oceni 1 in 2, dodeljeni v primerih, ko ICOMOS-ovo določilo delno prispeva k povečanju določenega kulturnega pomena dediščine.

Ocene posameznih ICOMOS-ovih določil znotraj kategorij kulturnega pomena dediščine so prikazane na sliki 6 in so bile določene na podlagi kritične presoje potenciala posameznega ICOMOS-ovega določila. Nekatera določila so zastavljena zelo široko in jim težje določimo konkreten vpliv, spet druga so omejena na točno določen segment varovanja in veljajo samo znotraj posameznih vidikov varovanja kulturnega pomena dediščine. S slike lahko razberemo, da z ICOMOS-ovimi smernicami v povprečju v največji meri vplivamo na ohranitev družbenega pomena kulturne dediščine (povprečni ponder 2.42), najslabše pa na estetski in znanstveni pomen (povprečni ponder 2.00). Povprečni ponder pri zgodovinskem pomenu znaša 2.14. Smernice *d*, *h*, *i* in *m* v največji meri vplivajo na ohranitev vseh štirih kategorij ohranitve pomena kulturne dediščine. Smernici *d* in *m* sta širše zastavljena in se nanašata na zbiranje informacij ter usklajeno, multidisciplinarno delo, kar je ena izmed osnovnih karakteristik za učinkovito ohranitev kulturnega pomena dediščine. Smernici *h* in *i* pa se nanašata na razumevanje in ustrezno interpretacijo mednarodnih konvencij in splošnih etičnih načel, kar je tudi ena izmed osnovnih predpostavk, ki morajo biti izpolnjene v primeru optimalne ravni ohranitve kulturnega pomena dediščine. V povprečju sta najslabše ocenjeni smernici *e* in *n*, ki se nanašata predvsem na ohranitev družbenega pomena.

Na podlagi prikazanih ponderjev je bila nato za vsako kategorijo kulturnega pomena dediščine določene

na skupna ponderirana ocena usposobljenosti posameznega strokovnjaka. Pri posamezni vrsti strokovnjaka je bila ponderirana ocena znotraj posamezne kategorije kulturnega pomena izračunana kot vsota produktov dveh faktorjev (za vseh 14 ICOMOS-ovih določil):

- ocene ustreznosti strokovnjaka za izpolnitev posameznega ICOMOS-ovega določila (1, če ustreza, in 0, če ne ustreza, – gl. preglednico 2) ter
- ustreznega ponderja za posamezno določilo s slike 6, ki velja znotraj obravnavane kategorije kulturnega pomena dediščine.

Grafični prikaz razmerij med doseženimi ponderiranimi ocenami je prikazan na sliki 7, pri čemer so posamezne ocene normirane glede na maksimalno vrednost znotraj določene kategorije kulturnega pomena dediščine. To pomeni, da maksimalno vrednost 1.00 na sliki dosegajo profili strokovnjakov, ki znotraj določene kategorije kulturnega pomena dosežejo najvišje število točk. Najizrazitejše razlike med doseženimi ocenami posameznih strokovnjakov se pojavijo pri ohranjanju družbenega pomena dediščine. To pomeni, da je ohranitev družbenega pomena zelo specifična kategorija, za katero je ustrezno usposobljenih le nekaj strokovnjakov. Tudi pri kategorijah zgodovinskega in znanstvenega pomena je razpršenost ocen precejšnja. To je v skladu s pričakovanji, saj je v obeh primerih potreben nabor ozko usmerjenega specialističnega znanja. Pri znanstvenem pomenu je tudi treba poudariti, da se posamezni strokovnjaki ravna po načelu dela po eni izmed znanstvenih metod (zgodovinski, deskriptivni in eksperimentalni), kar pri določenih strokovnih profilih ni mogoče. Zanimivo je, da najbolj enakomerne ocene usposobljenosti posameznih strokovnjakov dobimo pri ohranjanju estetskega pomena dediščine. Pri slednjem to pomeni, da je njegova ohranitev zelo široko področje, na katerem lahko posamezni strokovni profili dokaj enakovredno sodelujejo.

V vseh štirih kategorijah kulturnega pomena dediščine dosegajo najvišje ocene strokovni profili arhitekta, krajinskega arhitekta, konservatorja, konservatorskega uslužbenca in nadzornika. To pomeni, da navedeni strokovni profili lahko dejavno sprejemajo ključne odločitve v zvezi z ohranitvijo vseh štirih kategorij. V prispevku zato predlagamo *dvonivojski pristop hierarhije udeleženih strok*. V prvem nivoju so vključeni strokovnjaki, ki znotraj posamezne kategorije kulturnega pomena dediščine dosegajo najvišje ocene in imajo pri sprejemanju odločitev prednost pred drugimi strokovnjaki, ki so v procesu ohranjanja kulturne dediščine vključeni v drugi nivo. Kot meja med posameznimi nivoji je bila izbrana normirana ocena, ki je enaka 0.75.

Za doseganje stanja, kot ga predvideva predlagan integralni arhitekturno-tehnični vidik varovanja, ki je bil predstavljen v razdelku 3.2, je treba tudi varnost vključiti v proces ohranjanja kulturnega pomena dediščine. S problematiko varnosti se ukvarjajo številni

tehnični predpisi, ki v splošnem zagotavljajo ustrezno mehansko odpornost in stabilnost objekta, požarno varnost ter zdravo in varno okolje za uporabnika objekta. V prispevku pripisujemo v kontekstu varnosti pomen mehanski odpornosti objekta proti potresni obremenitvi.

Izmed nabora relevantnih strokovnjakov, ki so navedeni v preglednici 2, lahko v kontekstu ustreznih kompetenc za izpolnjevanje smernic za statično sanacijo izpostavimo naslednje profile:

- gradbeni inženir (specializiran za potresno inženirstvo),
- izvajalec gradbenih del,
- strokovnjak za materiale,
- gradbeni izvedenec.

Osrednja vloga pri pripravi projekta za statično sanacijo, ki je eden izmed sestavnih delov konservatorsko-restavratorskega projekta in s katerim prispevamo k povečanju varnosti objekta, pripada gradbenemu inženirju, po možnosti specializiranemu za potresno inženirstvo. Gradbeni inženir in gradbeni izvedenec sta tudi najbolj usposobljena za izpolnitev zahtev ICOS-ove listine za statično sanacijo. Kljub temu pa mora ves čas potekati tudi komunikacija s strokovnjakom za materiale, ki sodeluje pri določitvi mehanskih karakteristik posameznega materiala, in z izvajalcem gradbenih del, ki predlaga ustrezne tehnološke postopke za sanacijo.

Na podlagi hierarhične razdelitve posameznih strok znotraj okvira ohranitve kulturnega pomena dediščine in hkratne integracije povečevanja varnosti je v prispevku predlagana nova metodologija razporeditve posameznih strokovnjakov v procesu interdisciplinarnega načrtovanja sanacije arhitekturne dediščine. Slika prikazuje štiri predlagana delovna telesa, ki se vključujejo v proces priprave konservatorsko-restavratorskega projekta in projekta statične sanacije. Posamezno delovno telo je osredotočeno na ohranitev enega izmed štirih vidikov kulturnega pomena dediščine. Delitev strokovnjakov v posameznem telesu je dvonivojska in izhaja iz ponderiranih ocen usposobljenosti (slika 8), pri čemer je bila kot meja med posameznimi nivoji izbrana ocena 0.75. Strokovnjaki, uvrščeni na prvi nivo, bolj vplivajo na končne odločitve (imajo večjo moč glasovanja) kot strokovnjaki z drugega nivoja.

Ponderirane ocene, ki so prikazane na sliki 8, zajemajo vse relevantne strokovnjake in temeljijo na konvencionalnem načinu ohranjanja kulturnega pomena dediščine, pri katerem sta vidik varnosti in kulturni pomen dediščine ločena (slika 9). V integralnem arhitekturno-tehničnem vidiku pa želimo tudi varnost vključiti kot integralni del kulturnega pomena dediščine. Na sliki 9 smo zato v predlagani metodologiji strokovne profile, vezane na povečevanje varnosti, umeštili v ločeno skupino, katere naloga je povečevanje varnosti objekta (rdeči okvir). Ta skupina je po moči

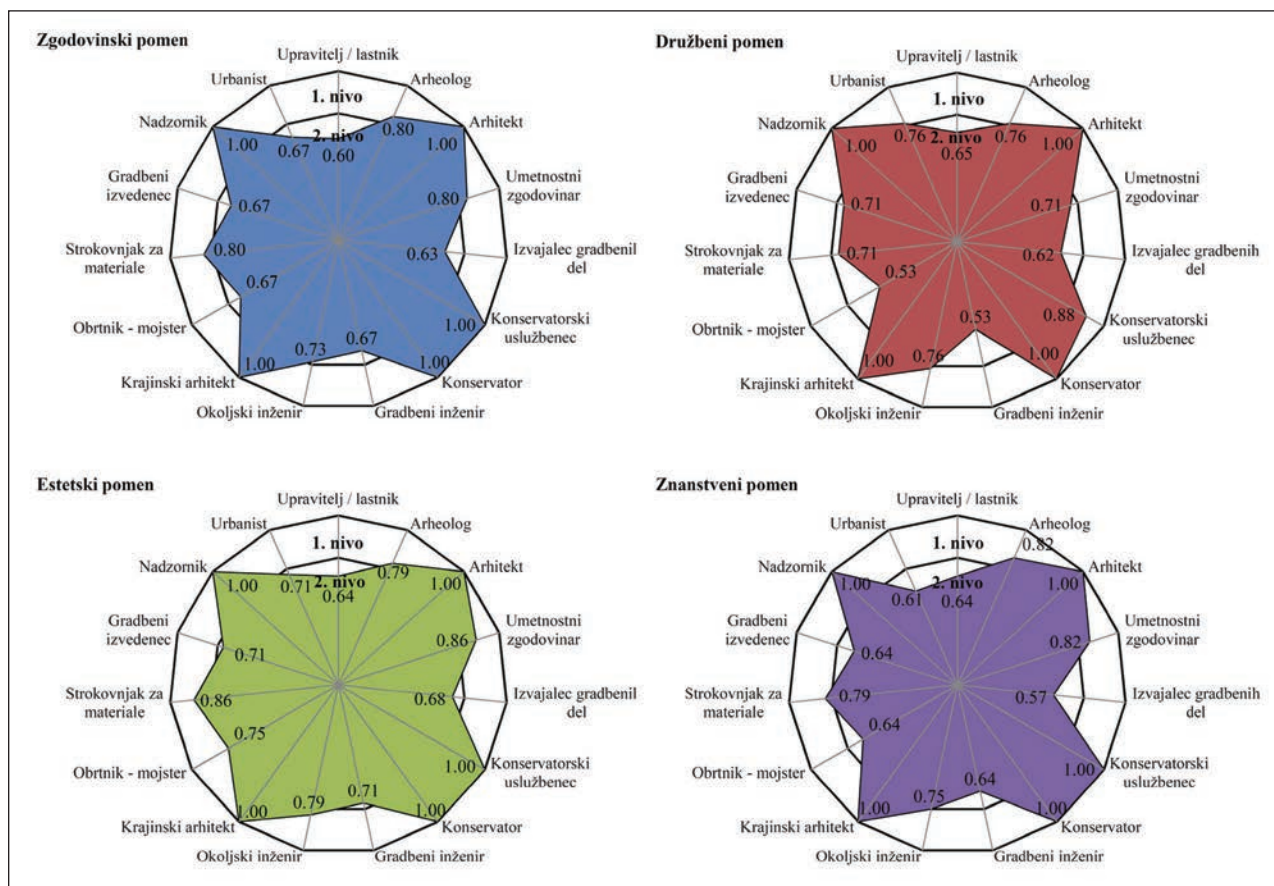
odločanja enakovredna vsem strokovnjakom s prvega nivoja. Druge strokovnjake pa smo glede na dvonivojsko razporeditev razvrstili v skupino za ohranitev posameznega kulturnega pomena dediščine (modri okvir). Tako smo strokovne kompetence strokovnjakov, usmerjenih v povečanje varnosti, izenačili s kompetencami strokovnjakov iz konservatorsko-restavratorskih strok. Čeprav sta skupini ločeni, mora med njima potekati nenehno usklajevanje, ki se izraža v sklepanju kompromisnih rešitev za vsako posamezno kategorijo kulturnega pomena dediščine.

Vsi končni ukrepi, ki jih določita posamezni skupini, se vključijo v konservatorsko-restavratorski projekt. Tisti, ki so neposredno vezani na ohranitev posameznega kulturnega pomena dediščine, se v projekt vključujejo neposredno, pri čemer prevzame osrednjo vlogo vodilni arhitekt (odgovorni vodja projekta), ki koordinira in usklajuje delo ter predlagane ukrepe vseh štirih delovnih teles. Tudi ukrepi za povečanje varnosti se posredno vključijo v konservatorsko-restavratorski projekt na podlagi projekta statične sanacije. Pripravi ga skupina, zadolžena za povečanje varnosti objekta, ki deluje znotraj vsakega delovnega telesa. Pri projektu statične sanacije prevzema vlogo koordinatorja gradbeni inženir, ki tudi skrbi, da so ukrepi usklajeni znotraj posameznih delovnih teles. Varnost se tako usklajuje in vključuje v vsako izmed štirih kategorij ter s tem tudi v celoten kulturni pomen dediščine.

DISKUSIJA IN ZAKLJUČEK

Tehnične ukrepe za povečanje varnosti (potresne odpornosti) že zgrajenih objektov podajajo gradbeni predpisi in različne mednarodne tehnične listine. Zaradi unikatnosti objektov arhitekturne dediščine je pogosto težko izpolniti vse zahteve, ki jih navajajo predpisi za statično sanacijo, saj je obvezno treba upoštevati tudi konservatorske kriterije za varstvo arhitekturne dediščine. Uporaba zgolj tehničnih ukrepov lahko vodi k precejšnjemu zmanjšanju kulturnega pomena dediščine, saj sanacijski postopki in ukrepi, ki jih določajo gradbeni predpisi, pogosto zahtevajo spremembo prvotnega konstrukcijskega koncepta in izvirnega materiala. Posegajo torej v materijo prostora kulturne dediščine. Po drugi strani pa s sodobnimi tehnološkimi ukrepi lahko dosežemo precejšnjo stopnjo potresne varnosti in s tem dolgoročno močno vplivamo na ohranitev kulturnega pomena.

V razdelku 4 je bil na podlagi prej omenjene diskrepance o neskladnosti med zahtevami arhitekturnih in tehničnih smernic predviden koncept *integralnega arhitekturno-tehničnega* vidika varovanja arhitekturne dediščine. Omenjeni koncept temelji na želji po izoblikovanju širše in prilagodljivejše metodologije za reševanje problematike konstrukcijske sanacije in utrditve arhitekturne dediščine, pri čemer je kot izhodišče postavljeno načelo *minimalnega poseganja* v objekt. V tem vidiku



Slika 7: Grafični prikaz ponderiranih ocen usposobljenosti posameznega strokovnjaka, normiranih glede na maksimalno oceno iz posamezne kategorije.

Figure 7: Graphical representation of weighted ratings of the qualification of a specific professional. The values on each graph have been normalized by the maximum rating of each category.

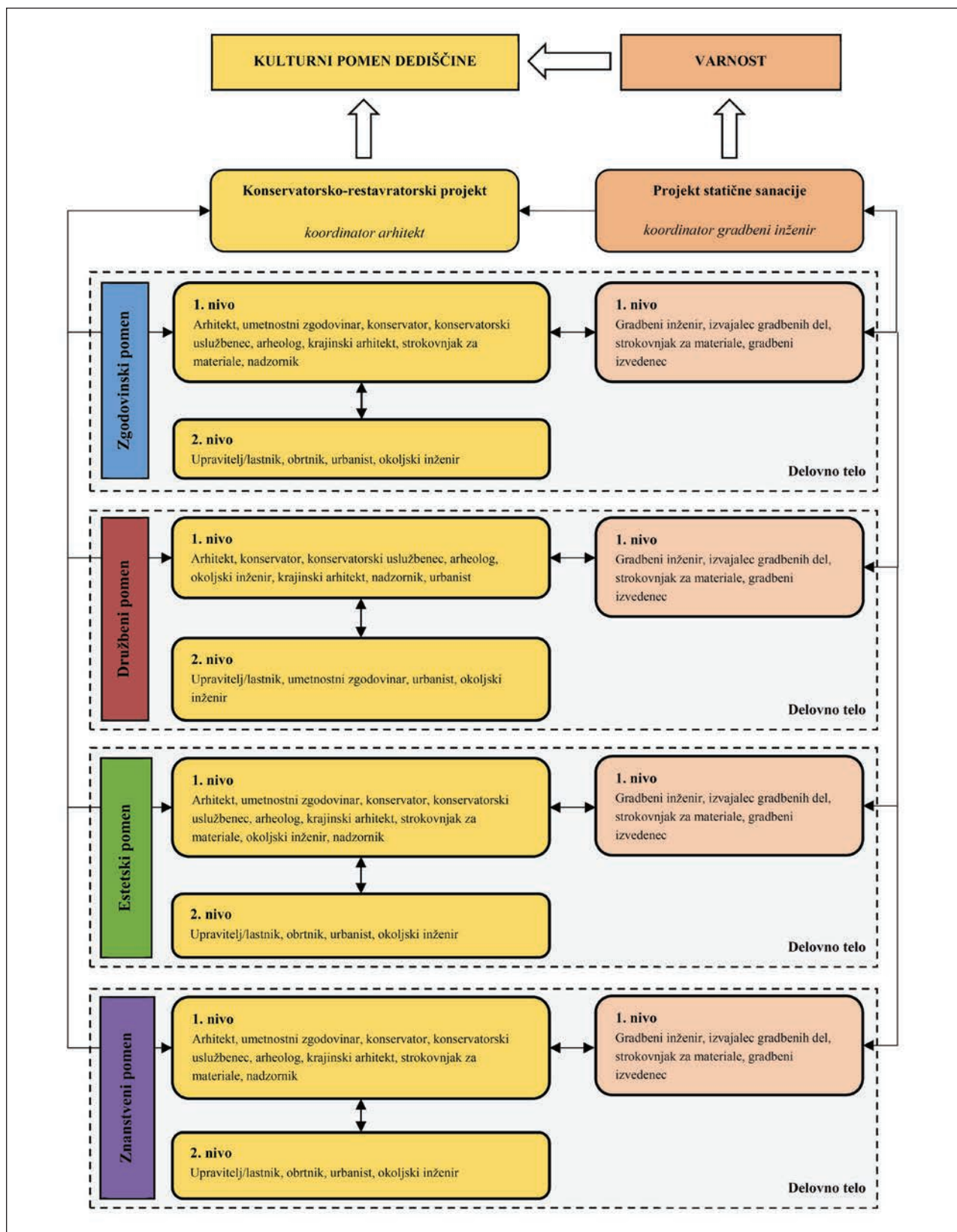
varnost ni več podrejena kulturnemu pomenu, temveč je eden izmed njegovih sestavnih delov, s katerim skupaj tvori t. i. integralen arhitekturno-tehnični vidik. V tem kontekstu je teoretično možno polno izraziti vse potencialne kulturnega pomena dediščine in hkrati tudi v celoti izpolniti zahteve glede varnosti objekta (slika).

Predlagani vidik varovanja je zgolj nova paradigma, s katero je mogoče doseči idealno stanje, v katerem se s konservatorsko-restavratorskimi ukrepi v procesu ohranjanja povrne kulturni pomen do svoje maksimalne izraznosti (potenciala), hkrati pa se s tehničnimi ukrepi doseže tudi zahtevana stopnja varnosti, ki jo določajo predpisi. Pri prenosu tega vidika v prakso se soočimo z dvema izzivoma:

- z izbiro ustreznega (neinvazivnega) sanacijskega ukrepa, ki bo v čim večji meri izpolnil zahteve po povečanju varnosti in hkrati sledil načelu minimalnega poseganja v objekt, ter
- z določitvijo ustrezne metodologije dela interdisciplinarne skupine strokovnjakov, ki bo v procesu načrtovanja zaščite arhitekturne dediščine na pod-

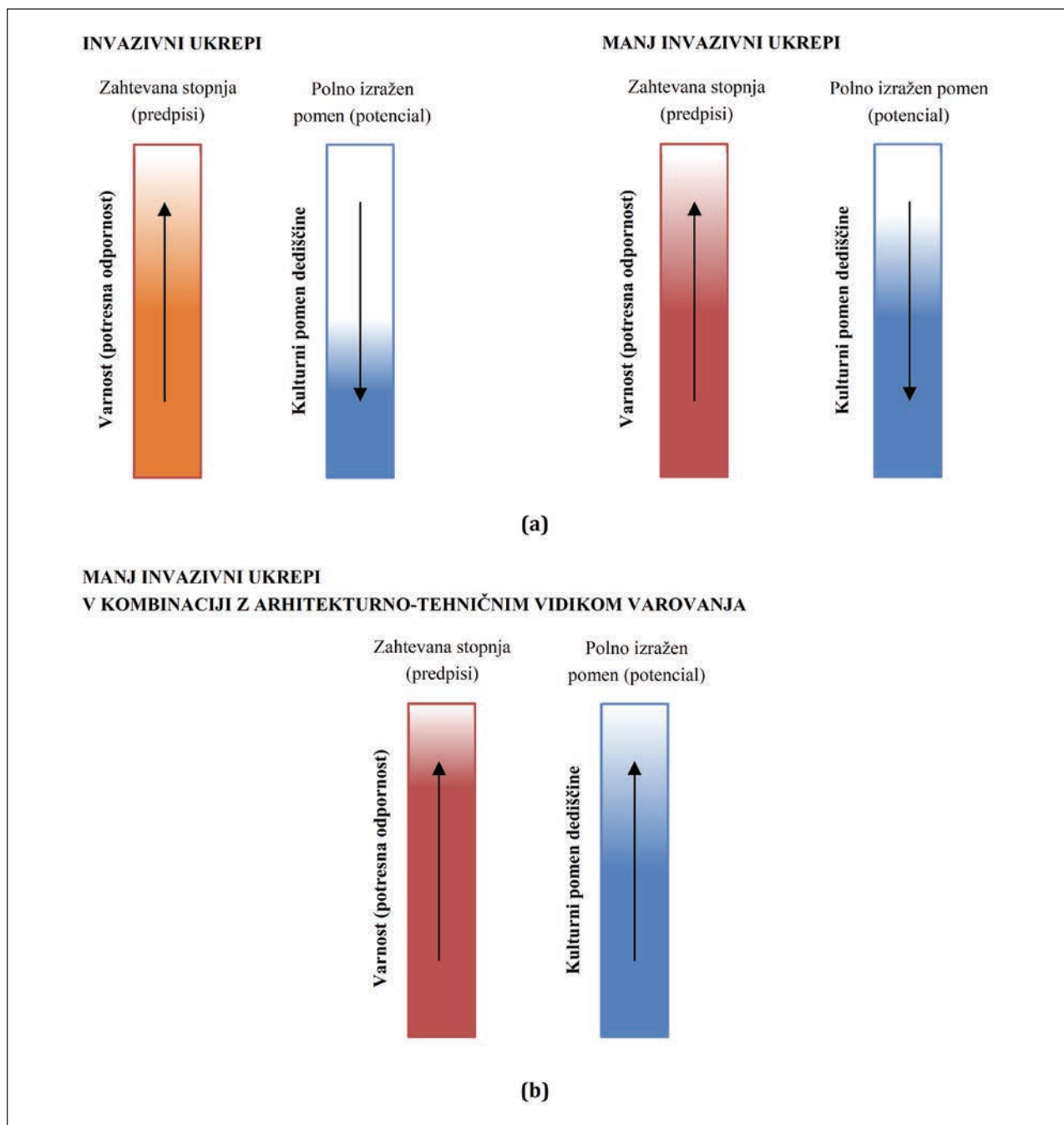
lagi konsenza enakovredno zastopala ohranitev vseh štirih vidikov kulturnega pomena dediščine ob dodatni integraciji varnosti v kulturni pomen.

Za izpolnitev druge točke je bila v razdelku predlagana metodologija vključevanja varnosti v kulturni pomen dediščine. Ta temelji na hierarhični razporeditvi udeleženih strokovnjakov v štiri delovna telesa glede na strokovne kompetence, povezane s posameznim vidikom kulturnega pomena dediščine. Hierarhična razporeditev je osnovana na ICOMOS-ovem naboru ustreznih strokovnih profilov in oceni njihovih kompetenc glede na temeljna načela ICOMOS-ovih smernic iz srečanja v Colombu (ICOMOS, 1993). V prispevku je bil posebej določen tudi vpliv omenjenih smernic na posamezni vidik kulturnega pomena dediščine (zgodovinski, družbeni, estetski in znanstveni). Na podlagi tega vpliva je bila izdelana skupna ponderirana ocena usposobljenosti posameznega strokovnjaka, iz katere tudi izhaja končna hierarhična razporeditev.



Slika 8: Predlog hierarhije strokovnih profilov za vključitev varnosti v proces varovanja dediščine.

Figure 8: The proposed hierarchy of profiles of experts for the integration of safety into heritage conservation.



Slika 9: Vpliv invazivnosti utrditvenih ukrepov na varnost in kulturni pomen dediščine.

Figure 9: The impact of invasiveness of strengthening techniques on heritage conservation.

Kot je razvidno iz preglednice 1, ni idealnega ukrepa, ki bi bil primeren za objekte arhitekturne dediščine in bi hkrati dosegal visoko stopnjo potresne varnosti, ob nizkih stroških oz. majhni zahtevnosti izvedbe. To pomeni, da bi glede na razpoložljive tehnološke možnosti v praksi morali poseči po kombiniranju ukrepov, zlasti s tistimi, ki so manj invazivni. S stališča potresne varnosti se kot zelo učinkoviti ukrepi izkažejo tudi uporaba

dušilnikov vibracij, prednapetje sten in plošč ter povezovanje zidov. Vendar pa vsi dodatni ukrepi zahtevajo določene trajne in vidne posege v objekt. Zato morajo biti vsi posegi v ravnovesju z oceno varnosti in minimalnim posegom, ki še zagotavlja varnost ter najmanj poškoduje kulturno vrednost objekta, kar je tudi glavna ideja predlaganega arhitekturno-tehničnega vidika varovanja arhitekturne dediščine (gl. razdelek 3).

Na sliki 9 je glede na ocene, podane v preglednici 1 shematsko prikazana primerjava vpliva invazivnosti ukrepa na varnost (potresno odpornost) in na ohranitev oz. ponovno ožvitev kulturnega pomena dediščine. Z invazivnimi ukrepi sicer močno povečujemo potresno odpornost, vendar po drugi strani taki ukrepi po svoji naravi negativno vplivajo na kulturni pomen dediščine, ga torej zmanjšujejo. Iz preglednice lahko razberemo, da tudi z nekaterimi manj invazivnimi ukrepi lahko v zadostni meri povečamo potresno odpornost objekta arhitekturne dediščine, hkrati pa je njihov vpliv na zmanjšanje kulturnega pomena dediščine bistveno manjši.

Idealen tehnični ukrep za povečanje varnosti bi bila rešitev, pri kateri bi z njeno implementacijo dosegli tako povečanje varnosti kot tudi povečanje kulturnega pomena dediščine. Tako stanje pa je mogoče do-

seči le z ustreznim interdisciplinarnim pristopom, kot ga predvideva predlagani arhitekturno-tehnični vidik varovanja (slika b). Seveda tudi z uporabo invazivnih ukrepov, s katerimi nekoliko zmanjšamo kulturni pomen dediščine, prispevamo k njenemu ohranjanju. Po drugi strani pa ne sme biti dopuščeno, da bi se izvajali takšni tehnični ukrepi, ki ne bi v nobeni meri povečali potresne odpornosti arhitekturne dediščine. V tem smislu je bolje sprejeti kompromis, kot pa nesorazmerno povečati tveganje za porušitev objekta za primer potresne obremenitve. S povečanjem varnosti dediščine se bistveno zmanjša verjetnost njenega popolnega uničenja v primeru rušilnih potresov. Težnja načrtovanja in izvajanja zaščite dediščine pa mora kljub vsemu temeljiti na ohranjanju in rehabilitaciji njene vrednosti in njeni dolgoročni zaščiti.

PROTECTION OF ARCHITECTURAL HERITAGE BUILDINGS IN SEISMIC PRONE AREAS – ARCHITECTURAL AND TECHNICAL ASPECTS

Simon PETROVČIČ

University of Ljubljana, Faculty of Architecture, Zoisova 12, 1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: simon.petrovcic@fa.uni-lj.si

Vojko KILAR

University of Ljubljana, Faculty of Architecture, Zoisova 12, 1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: vojko.kilar@fa.uni-lj.si

SUMMARY

Natural disasters such as earthquakes can lead to substantial damage to the build environment. The damage caused by earthquakes on historical buildings and historical city centres also diminishes the cultural significance of architectural heritage. When selecting appropriate strengthening measures to improve the seismic safety of these structures it is often difficult to meet all the requirements set out in the building codes and technical guidelines, without excessively interfering with the historical substance of the building. In practice, therefore, there are various compromises that can result in either achieving a lower degree of seismic safety than prescribed by the codes or failing to recover or even destroying individual heritage values due to excessive technical interventions. The purpose of the paper is to present a methodological framework for the planning of architectural heritage protection, based on the possibility to express all the potentials of cultural significance of the heritage examined building and at the same time meet the code-based seismic safety requirements. The proposed concept is based on the notion of creating a wider and more flexible methodology for structural rehabilitation of the architectural heritage. A hierarchical arrangement of the participating experts into four working bodies is presented, according to the professional competences. The presented arrangement is based on relevant professional profiles set out by ICOMOS and on the assessment of their competencies according to the basic principles of the ICOMOS Guidelines from the meeting in Colombia. In the article, the influence of these guidelines on a particular aspect of the cultural significance of the heritage was specifically determined.

Keywords: architectural heritage, seismic resistance, vulnerability assessment, heritage conservation

VIRI IN LITERATURA

Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2005/36/ES z dne 7. septembra 2005 o priznavanju poklicnih kvalifikacij. UL, št. L 255, 22-142. Dostopno na: <http://data.europa.eu/eli/dir/2005/36/oj> (zadnji dostop: 20. 8. 2018).

ICOMOS (1965): ICOMOS – International Council on Monuments and Sites. International charter for the conservation and restoration of monuments and sites (The Venice Charter 1964). Dostopno na https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf (zadnji dostop: 14. 11. 2018).

ICOMOS (1993): ICOMOS – International Council on Monuments and Sites. Guidelines for education and training in the conservation of monuments, ensembles and sites. Dostopno na <https://www.icomos.org/charters/education-e.pdf> (zadnji dostop: 14. 11. 2018).

ICOMOS (2000): ICOMOS – International Council on Monuments and Sites. The Charter of Krakow. Dostopno na <http://smartheritage.com/wp-content/uploads/2015/03/KRAKOV-CHARTER-2000.pdf> (zadnji dostop: 14. 11. 2018).

ICOMOS (2003a): ICOMOS – International Council on Monuments and Sites. Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage. Dostopno na: http://www.international.icomos.org/charters/structures_e.pdf (zadnji dostop: 27. 11. 2012).

ICOMOS (2003b): ICOMOS – International Council on Monuments and Sites. Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage - Guidelines. Dostopno na: http://www.international.icomos.org/victoriafalls2003/iscarsah_guidelines.doc (zadnji dostop: 27. 11. 2012).

ICOMOS (2013): ICOMOS – International Council on Monuments and Sites. Burra Charter. Dostopno na <https://australia.icomos.org/wp-content/uploads/The-Burra-Charter-2013-Adopted-31.10.2013.pdf> (zadnji dostop: 14. 11. 2018).

SIST (2005): SIST – Slovenski inštitut za standardizacijo. Evrokod 8: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – 3. del: Ocena in prenova stavb, SIST EN 1998-3. Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo.

Amerighi, L., Gatti, V., Indirli, M., Carpani, B., Martelli, A., Spadoni, B. & A. Alberti (2007): The Montorio Medieval Tower: an Architectonic Study for a Rehabilitation after the Damage Due to the 14th September 2003 Earthquake. Elektronska publikacija. Istanbul, Anti-Seismic Systems International Society.

Croci, G. (1998): The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage. Southampton, UK, WIT Press.

Feilden, B. M. (2003): Conservation of Historic Buildings. Burlington, MA, ZDA, Architectural Press, Elsevier.

Fister, P. (1979): Obnova in varstvo arhitekturne dediščine. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.

Indirli, M., Cami, R., Carpani, B., Algeri, C., Panzeri, P., Rossi, G. idr. (2006): The Antiseismic Rehabilitation of Marchesale Castle at San Giuliano di Puglia. Dostopno na <http://www.c-spin.eu/pubs/s.giuliano.pdf> (zadnji dostop: 19. 2. 2009).

Jarc Simonič, M., Gostič, S., Bosiljkov, V. & R. Žarnić (2015): In-situ and Laboratory Tests of Old Brick Masonry Strengthened with FRP in Innovative Configurations and Design Considerations. Bulletin of Earthquake Engineering, 13, 257–278.

Kovač, M. M. (2007): Konservatorski pristop k projektu statične sanacije cerkve sv. Jurija v Piranu. Varstvo spomenikov, 42-43, 98–108.

Lagomarsino, S. & S. Cattari (2015): PERPETUATE Guidelines for Seismic Performance-based Assessment of Cultural Heritage Masonry Structures. Bulletin of Earthquake Engineering, 13, 13–47.

Lah, L. (2001): Od arhitekturnega konservatorstva, obnove in prenove do integralnega varstva dediščine (teoretska in konceptualna izhodišča). Urbani izziv, 12, 1, 31–45.

Lah, L. (2002): Muzeji na prostem – večplastnost pomenov za ohranjanje arhitekturne dediščine. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.

Petrovčič, S. & V. Kilar (2017a): Seismic Retrofitting of Historic Masonry Structures with the Use of Base Isolation – Modelling and Analysis Aspects. International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis and Restoration, 11, 2, 229–246.

Petrovčič, S. & V. Kilar (2017b): Ocena potresne ranljivosti objektov arhitekturne dediščine na območju Slovenije. Series historia et sociologia, 27, 2, 277–294.

Petrovčič, S. (2013): Potresna izolacija kot sistem za povečanje varnosti arhitekturne dediščine. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.

Pompeu Santos, S. (2010): Guide for the Structural Rehabilitation of Heritage Buildings. CIB Publication 335. Dostopno na <http://cibworld.xs4all.nl/dl/publications/pub335.pdf> (zadnji dostop: 4. 12. 2012).

Slak, T. & V. Kilar (2008): Assessment of Earthquake Architecture as a Link between Architecture and Earthquake Engineering. Prostor, 2, 36, 155–167.

Tomažević, M. & M. Lutman (2007): Priporočila, št. P 0287/06-650-4 za sanacijo in protipotresno utrditev obstoječih stavb. Ljubljana, Agencija RS za okolje.

Tomažević, M. (2009): Potresno odporne zidane stavbe. Ljubljana, Tehnis.

Toš, I. (2003): Arhitektura in sistemologija. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.

Vodopivec, A. (1993): Temelji in meje arhitekturne avtonomije. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.

Zupančič, M. (2007): Vloga statične sanacije pri obnovi objektov arhitekturne dediščine. Varstvo spomenikov, 42–43, 228–236.

Zupančič, M., Kavčič, M. & B. Deanovič (2007): Enotna metodologija za izdelavo konservatorskega načrta. Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Restavratorski center.