

IZZIVI ENERGETSKE PRENOVE STAVB KULTURNE DEDIŠČINE V SLOVENIJI

Damjana GANTAR

Urbanistični inštitut RS, Trnovski pristan 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: damjana.gantar@uirs.si

Breda MIHELIC

Urbanistični inštitut RS, Trnovski pristan 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: breda.mihelic@uirs.si

Sabina MUJKIC

Urbanistični inštitut RS, Trnovski pristan 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: sabina.mujkic@uirs.si

Miha TOMŠIC

Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: miha.tomsic@gi-zrmk.si

Mihael MIRTIC

Ministrstvo za infrastrukturo, Projektna pisarna za energetske prenove stavb, Langusova ulica 4, 1535 Ljubljana, Slovenija
e-mail: mihael.mirtic@gov.si

Marjana ŠIJANEC ZAVRL

Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: marjana.sijanec@gi-zrmk.si

IZVLEČEK

V prispevku je predstavljena problematika energetske prenove stavb kulturne dediščine, priporočen je postopek in predlagani so ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb ob upoštevanju varstvenih omejitev. Predstavljene vsebine izhajajo iz predloga smernic za energetske prenove stavb, ki je bil pripravljen na podlagi analize tujih in slovenskih smernic, literature in dobrih praks ter znanja o tehnologijah, materialih in postopkih prenove ter ob upoštevanju zakonodaje s področij varstva kulturne dediščine, gradbeništva in energetike. Energetska prenova stavb kulturne dediščine je namreč pomemben del celovite prenove, tako z vidika zagotavljanja energetske učinkovitosti, kot z vidika izboljšanja bivalnih pogojev in uporabnosti stavb, s čimer se izboljšajo tudi pogoji za njihovo varstvo in ohranjanje.

Ključne besede: celovita prenova, energetska prenova, stavbe kulturne dediščine, bivalno ugodje

LE SFIDE DEL RISANAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI PROTETTI DAL PATRIMONIO CULTURALE IN SLOVENIA

SINTESI

L'articolo presenta la problematica del risanamento energetico degli edifici tutelati dal patrimonio culturale, esaminando i procedimenti, così come i provvedimenti, necessari per migliorarne l'efficienza energetica considerando le misure di protezione. I contenuti presentati nel lavoro derivano dalla proposta di linee guida per il risanamento energetico degli edifici basata sull'approfondimento e analisi di linee guida straniere e slovene, della letteratura esistente, di buone pratiche e applicazioni tecnologiche su materiali e procedimenti di rinnovamento, rispettando

la legislazione sulla tutela del patrimonio culturale, sull'edilizia e sul risparmio energetico. Il risanamento energetico degli edifici di patrimonio culturale è, infatti, una parte rilevante del progetto di ristrutturazione completa per assicurare l'efficientamento e migliorare le condizioni di alloggio degli edifici, ottimizzando, al contempo, i requisiti per la loro tutela e conservazione.

Parole chiave: risanamento completo, risanamento energetico, edifici del patrimonio culturale, alloggio confortevole

UVOD

Po definiciji UNESCO obsega nepremična kulturna dediščina mojstrovine človeške ustvarjalne genialnosti znotraj določenega kulturnega območja na področju arhitekture, tehnologije, načrtovanja mest, in je dokaz kulturnega izraza določene stopnje civilizacije, izreden primer arhitekturne tipologije ali naselbinske tradicije (World Heritage Convention 1972). Varstvo nepremične dediščine je ohranjanje njenih materialnih in vsebinskih lastnosti in obsega vzdrževanje, prenovo dediščine in preprečevanje njene ogroženosti. To pomeni, da je varstvo dediščine izjemno kompleksna naloga, prenova pa zahteva celovit pristop, ki upošteva tako zgodovinske, oblikovne, funkcionalne in tehnološke lastnosti dediščine in preprečuje njeno razvrednotenje. Pri prenovi vseh stavb, ne zgolj stavb kulturne dediščine, težimo k celoviti prenovi, saj v nasprotnem primeru lahko pride do njihovega arhitekturnega in funkcionalnega razvrednotenja. Z delno prenovo ali s posamičnimi ukrepi lahko ob izboljšanju določenih lastnosti stavbe celo negativno vplivamo na druge bistvene lastnosti stavbe. Alternativno, zlasti ob pomanjkanju sredstev za celovito prenavo, se lahko izvede postopna prenova, kjer mora biti zaporedje posameznih korakov skrbno premišljeno tako v tehničnem kot ekonomskem smislu.

Celovita prenova po Zakonu o prostorskem načrtovanju (2007) obsega dejavnosti,

s pomočjo katerih se z ustreznim prostorskim načrtovanjem izboljšajo funkcionalne, tehnične, prostor-

ske-oblikovalske, bivalne, gospodarske, socialne, kulturne in ekološke razmere na določenem območju, s pomočjo katerih se ponovno zagotovi ohranitev grajenih struktur in oživi urbana in druga območja. Celovita prenova se na območjih kulturne dediščine izvaja ob ohranjanju prepoznavnih značilnosti prostora in kulturnih vrednot varovanega območja.

Za razliko od »celovite prenove« pa Zakon o varstvu kulturne dediščine (2008) govori o »celostnem ohranjanju dediščine«, ki je podrobneje razčlenjeno kot sklop ukrepov, s katerimi se zagotavljajo nadaljnji obstoj in obogatitev dediščine, njeno vzdrževanje, obnova, prenova, uporaba in oživljanje. To se dosega z vključevanjem dediščine v trajnostni razvoj, ki pomeni rabo prostora in prostorskih ureditev na način, da se ob ohranjanju kulturne dediščine in varovanju drugih prvin okolja omogoča zadovoljitev potreb sedanje generacije brez ogrožanja prihodnjih generacij (MZIZKŠ, 2013).

Konservatorska stroka zagovarja načelo celostnega ohranjanja dediščine, ki se je kot izhodišče skupne evropske politike uveljavilo s sprejetjem Amsterdamske listine leta 1976 (Ivanc, 2012). V Republiki Sloveniji je to načelo vključeno v številne dokumente in zakone. Priporočila za celostno ohranjanje so na primer vključena v Strategijo prostorskega razvoja Slovenije (Uredba o strategiji, 2004) in Prostorski red (Uredba o prostorskem redu, 2004), ki predvidevata usklajevanje razvojnih potreb z varstvenimi zahtevami in določata, da je pri načrtovanju naselij treba zagotavljati materialne in druge pogoje za ohranjanje kulturne dediščine, za

uresničevanje kulturnih funkcij dediščine, javno dostopnost, preučevanje in raziskovanje. Načelo celostnega ohranjanja pravi, da je:

prihodnost dediščine v njeni uporabi. Uporaba dediščine pripomore k njenemu ohranjanju, ohranjanje dediščine tako prispeva tudi h gospodarskemu razvoju in k atraktivnejšemu življenjskemu in delovnemu okolju (ZVKDS, 2015).

Fouseki in Cassar (2014) opozarjata prav na to, da so pri prenovi poleg zgodovinskih in estetskih vrednot stavbe pogosto zapostavljeni socialni, ekonomski in drugi vidiki, ki so za uporabnike stavb kulturne dediščine ključnega pomena. K primernosti stavb kulturne dediščine za bivanje in različne dejavnosti, pa tudi k stroškovni učinkovitosti in večji okoljski prijaznosti njenega obratovanja lahko odločilno prispeva tudi energetska prenova kot del celovite prenove. Zagotavljanje uporabe stavb kulturne dediščine je torej zaželeno, vendar le v primeru in na način, ki upošteva načelo zvestobe zgodovinskemu in arhitektonskemu značaju dediščine (Erhartič, 2014). Vodopivec in dr. (2015) poudarjajo: »Stavba, ki ni v uporabi, je brez vrednosti«. To neusmiljeno logiko je pri prenovi objektov v primeru stavbne dediščine treba nekoliko prilagoditi. Pri prenovi objektov je smiselno upoštevati njihovo bodočo namembnost, če je znana, saj je namembnost pomemben dejavnik, ki vpliva na strokovno načrtovanje prenove in iskanje optimalnih rešitev (Della Torre, 2012).

Celovita prenova stavb kulturne dediščine¹ je multidisciplinarna dejavnost, v kateri sodelujejo strokovnjaki s področij arhitekture, gradbeništva, strojništva in drugih tehničnih ved, konservatorji – restavratorji in drugi, ki svojimi delovanjem zagotavljajo nadaljnji obstoj in obogatitev dediščine, njeno vzdrževanje, obnovo, prenovu, uporabo in oživljanje. V Sloveniji na področju varstva kulturne dediščine prevladujejo umetnostni zgodovinarji, za razliko od drugih držav, kjer prevladujejo arhitekti. K. Višnar (2005) izpostavlja, da je bilo posledično tekom let več poudarka na »konserviranju videza« in manjšem upoštevanju drugih vidikov, kot so avtentičnost, bodoča funkcija, opredelitev in vključenost interesnih skupin v oblikovanje prihodnosti dediščine.

Za izboljšanje uporabnosti in bivalnih razmer, za zagotovitev dolgoročne ekonomičnosti in energetske učinkovitosti je treba poleg statične, gradbenofizikalne in funkcionalne izvajati tudi energetske prenove, o kateri govori prispevek. Dolgoročna strategija za spodbujanje naložb energetske prenove stavb (DSEPS, 2015) je uvedla pojem »celovita energetska prenova«, ki vključuje usklajeno izvedbo ukrepov za učinkovito rabo energije na ovojju stavbe (tj. na fasadi, strehi, stavbnem pohištvi)

in na stavbnih tehničnih sistemih (npr. za ogrevanje, prezračevanje, klimatizacijo, pripravo tople vode).

Pri stavbah, ki imajo prepoznavne stavbne elemente oziroma so zavarovane kot kulturna dediščina, so iz celovite energetske prenove izključeni vsi tisti ukrepi energetske prenove, ki bi stavbi nesprejemljivo spremenili značaj ali videz. Obseg celovite energetske prenove mora upoštevati tudi arhitekturni in zgodovinski pomen stavb. Kadar je izvedba posameznega ukrepa zaradi varovanja kulturne dediščine neizvedljiva ali delno izvedljiva, ukrepa ni mogoče izvesti ali se ta izvede le delno (DSEPS, 2015, 16).

Za posege v stavbe kulturne dediščine veljajo posebna pravila. Od primera do primera je odvisno, kakšen bo obseg prenove in kolikšna izboljšava energetske učinkovitosti bo dejansko mogoča, ne da bi bile prizadete varovane vrednote. V strokovnih dokumentih s področja varovanja kulturne dediščine (npr. v kulturnovarstvenih pogojih) energetske vidik ni eksplicitno omenjen, vendar predlagani ukrepi prenove že vsebujejo tudi omejitve ali priporočila, ki vplivajo na izvedbo ukrepov za povečanje energetske učinkovitosti. V registrirano stavbno dediščino se lahko posega z vzdrževalnimi, sanacijskimi, raziskovalnimi in obnovitvenimi deli le v skladu s kulturnovarstvenimi pogoji, ki jih na podlagi Zakona o varstvu kulturne dediščine (2008) izdelata pristojna enota Zavoda za varstvo kulturne dediščine (ZVKDS). Poročila o zaključenih konservatorsko-restavratorskih delih (glej npr. Poročila 49, ZVKDS, 2014) največkrat predstavljajo projekte obnove pročelij oz. fasad s fasadnimi detajli, menjave strešne kritine in stavbnega pohištva, ki so bili izvedeni na podlagi predhodno opravljenih raziskav in sondiranja. V redkih primerih so predstavljeni tudi posegi in ukrepi za energetske prenove. Tak primer je prenova stanovanjske stavbe iz 19. stoletja, kjer se investitorji niso strinjali z obnovo klasičnih dvojnih oken, ampak so zahtevali t. i. termopan okna, kot pogovorno imenujemo okna z dvojno zasteklitvijo, vendar so pri tem ohranili originalne profile. V drugem primeru je bilo leseno okensko pohištvo zamenjano na način, ki je upošteval najnujnejše energetske standarde. Predstavljen je tudi primer prenove fasade pri stavbi, kjer je bilo zaradi fasadne dekoracije toplotno izolacijo mogoče izvesti le na začelju, in primer fasade, kjer je bila na vzhodnem pročelju zaradi večje izpostavljenosti vetru nameščena mineralna volna kot dodatna toplotna zaščita.

Iz navedenih primerov lahko sklepamo, da je končni rezultat prenove kompromis med strokovno utemeljenimi usmeritvami ter željo lastnikov oziroma investitorjev po zagotovitvi bivalnega udobja, po znižanju rednih obratovalnih in vzdrževalnih stroškov

¹ V prispevku obravnavamo »stavbe kulturne dediščine«; pojem zajema vse stavbe, ki so varovane s predpisi o varstvu kulturne dediščine in vključuje kulturno dediščino, kulturne spomenike lokalnega pomena, kulturne spomenike državnega pomena in stavbe, ki so varovane kot sestavni del območja kulturne dediščine, natančneje območja stavbne dediščine in območja naselbinske dediščine.

in dolgoročno ekonomičnostjo preнове. Zaradi te razumljive in legitimne pravice lastnikov in uporabnikov je pri varstvu stavb kulturne dediščine in prenovah treba zagotoviti korektno in učinkovito sodelovanje z njimi.

Opređelitev problema in ciljev raziskave

Energetska prenova stavb, zlasti stanovanjskih, in izboljšanje njihove energetske učinkovitosti predstavlja enega od največjih izzivov trajnostnega razvoja. Pri stavbni dediščini je doseganje energetske učinkovitosti težko uskladiti z varstvenimi zahtevami in dosega ti cilje, zastavljene v Direktivi evropskega parlamenta o energetske učinkovitosti stavb (Direktiva 2010/31/EU, 2010). Ta direktiva obvezuje države članice, da njena določila vključijo v svoje nacionalne strategije. Zgodovinske stavbe in kulturna dediščina predstavljajo pomemben del stavbnega fonda, še posebej v zgodovinskih mestih, in izboljšava njihove energetske učinkovitosti lahko pomeni pomemben prihranek v celotni rabi energije, zlasti v mestih in naseljih. Posameznim državam je prepuščeno odločanje, kako bodo pristopile k izpolnjevanju določil direktive. V Slovenji to področje do sedaj še ni bilo celovito obdelano, na pomanjkljivost so opozarjale tako strokovne službe s področja varstva kulturne dediščine, pripravljavci razpisov za energetske preнове stavb, kot tudi načrtovalci in izvajalci prenov.

Cilj raziskave je bil pripraviti izhodišča za slovenske smernice, ki bi zagotovile tehnično podporo načrtovalcem in lastnikom v procesu celovite preнове od priprave projektov do izvedbe, ki bo v okviru robnih pogojev vključevala tudi energetske vidike. Oblika in vsebina smernic je zasnovana tako, da lahko služijo različnim uporabnikom, od lastnikov, izvajalcev prenov, do strokovnih služb s področja varstva kulturne dediščine, ki bodo tako vnaprej seznanjeni z možnostmi pri izvedbi ukrepov energetske sanacije. Varstveni režimi namreč bistveno vplivajo na izvajanje energetske preнове, saj precej zožujejo nabor možnih ukrepov. Izbira ukrepov je namreč pri kulturni dediščini zelo omejena, saj navadno niso dopustni tisti posegi, s katerimi je mogoče doseči največje prihranke, kot je npr. izboljšanje energetske učinkovitosti stavbnega ovojja.

METODOLOGIJA

Raziskava je obsegala pregled dobrih praks na področju energetske preнове stavb kulturne dediščine in sorodnih tujih in domačih dokumentov, pregled slovenske zakonodaje, relevantnih drugih dokumentov s področja gradbeništva, učinkovite rabe energije in s področja varstva kulturne dediščine ter delavnico s strokovnjaki, ki so prispevali svoj pogled na problematiko energetske in celovite preнове objektov, poglede na multidisciplinaren pristop k prenovi objektov in pričakovanja glede vsebine in oblike smernic.

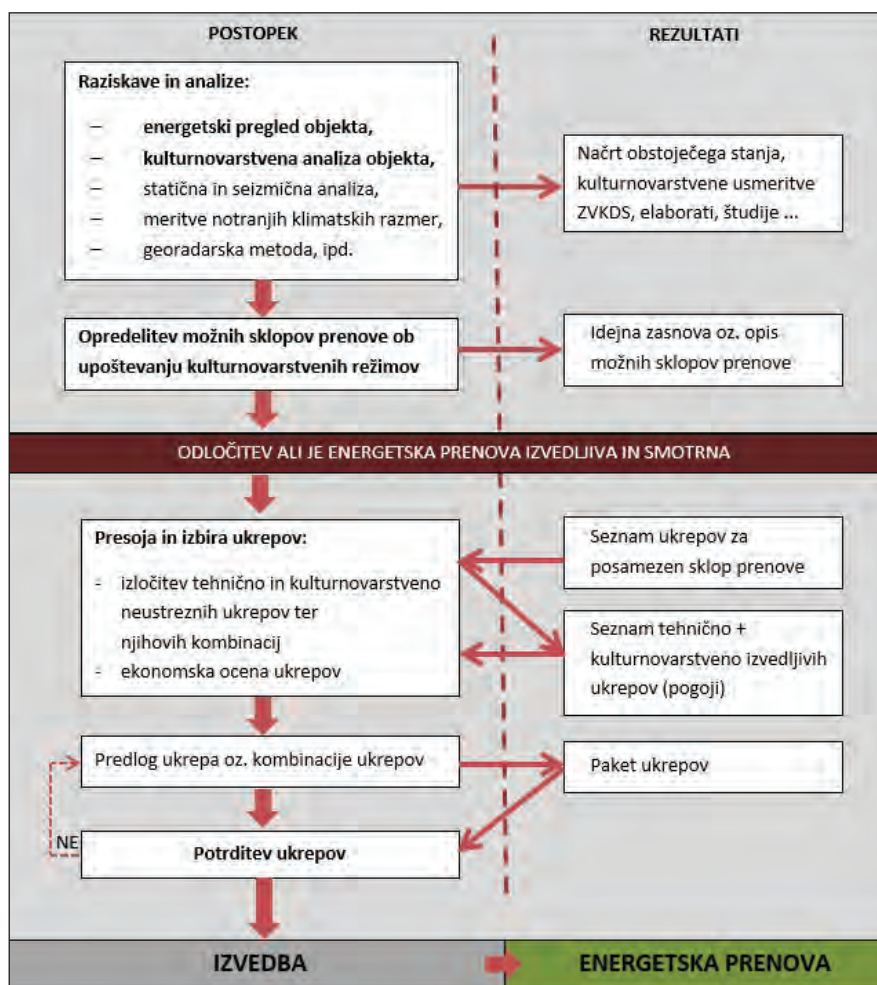
Tuje smernice in dobre prakse preнове

Izhodišče za pripravo smernic so bile tuje prakse na področju energetske preнове kulturne dediščine. V pregled so bile vključene angleške, avstrijske, irske in švedske smernice. Angleške smernice (English Heritage, 2011; 2013) so razdeljene na splošne, ki so namenjene lastnikom objektov, in podrobnejše, namenjene strokovnjakom in izvajalcem. Smernice se nanašajo na različne varstvene kategorije kot npr. (1) stavbe, uvrščene na nacionalni seznam dediščine, (2) stavbe lokalnega arhitekturnega in zgodovinskega pomena in stavbe predvidene za zavarovanje, (3) stavbe z arhitekturnim in zgodovinskim pomenom, ki se nahajajo v zavarovanih območjih. Za te kategorije stavb so nato določeni posegi, ki se lahko opravijo brez soglasja, in posegi, za katere je treba pridobiti soglasje pristojnih služb. Irske smernice (Government of Ireland, 2010) so zaradi drugačne stavbne tipologije, načinov gradnje in drugačnih klimatskih pogojev manj primerne za slovenske razmere, vendar pa zelo natančno opredeljujejo rabo energije v stavbah od pridobivanja in prevoza materialov do gradnje in rabe energije za vsakodnevno delovanje stavbe. Avstrijske smernice (Bundesdenkmalamt, 2011) so najbolj podrobne in strokovno tehnično zasnovane. Poleg splošnega postopka in pravil, ki veljajo za energetske preнове stavb kulturne dediščine, podrobno razčlenjujejo ukrepe na podlagi ocene primernosti (škodljivosti, neškodljivosti) in podajajo tudi predloge alternativnih ukrepov. Izkazale so se kot najbolj primerne za uporabo v slovenskih razmerah, tako zaradi podobnih klimatskih razmer v večjem delu države, kot zaradi podobnega spomeniškovarstvenega sistema.

Švedske smernice so navedene v raziskovalnem poročilu (Widström, 2012), vsebinsko obsežnem in podprtem s primeri, ki obravnava analizo in pregled stavb pred začetkom preнове ter sodobne metode, tehnike in simulacije, ki ključno prispevajo k pravilni odločitvi za izvajanje ukrepov energetske preнове.

Pregledali smo tudi predlog evropskega standarda za izboljšanje energetske učinkovitosti zgodovinskih stavb (Technical committee CEN/TC, 2015), ki prinaša celovit predlog postopka (slika 1), od izražene namere lastnikov za energetske preнове do izbire in izvedbe posameznih ukrepov; dokument vsebuje tudi vprašalnika za pregled stavb pred posegom in oceno učinkovitosti ukrepov. V vsakem od pregledanih dokumentov smo opredelili vsebine, ki bi jih lahko prenesli v slovensko prakso. Našteti dokumenti so bili vodilo pri zasnovi slovenskih smernic pri pripravi vsebine, tehničnih podrobnosti in pri predlogu postopka.

Za ilustracijo možnosti energetske preнове v stavbah, ki imajo različne varstveni status, različno lastništvo ali različno namembnost, smo izbrali štiri tuje primere preнове stavb kulturne dediščine in pet primerov dobrih praks preнове stavb kulturne dedi-



Slika 1: Postopek prenove (Vir: Prirejeno po Technical comitee CEN/TC, 2015)

ščine v Sloveniji. Kot primera dobre tuje prakse smo predstavili celovito prenovo in spremembo namembnosti meščanske hiše iz 13. stoletja v Bolzanu, ki je registriran kulturni spomenik, in modernistične šolske stavbe v Avstriji, zgrajene leta 1930, obe z visokimi potrebami po energiji in nizkim bivalnim ugodjem zaradi pregrevanja prostorov in težav s kakovostjo zraka. Med slovenskimi primeri dobre prakse smo predstavili prenovo Narodne galerije v Ljubljani, Pokrajinskega muzeja v Slovenj Gradcu in meščanske šole v Mariboru, prenovljene z javnimi sredstvi, ob tem pa tudi prenovo dveh stanovanjskih stavb, hiše v Železnikih in domačije v Dorfarjah, ki sta bili celovito prenovljeni večinoma z zasebnimi sredstvi.

Slovenske smernice in zakonodaja

Slovenska izhodišča za pripravo smernic izhajajo v največji meri iz veljavnih zakonov in drugih dokumentov s področja gradbeništva, učinkovite rabe energije in s področja varstva kulturne dediščine. Veljavna slovenska

zakonodaja s področja kulturne dediščine ne vsebuje nobenih specifičnih določil glede izvedbe ukrepov za učinkovito rabo energije. Pregled različnih pravnih aktov, zakonodaje in drugih predpisov s področja kulturne dediščine dokazuje, da pojem energetske učinkovitosti vanje sploh ni bil vključen. Kulturno dediščino omenjajo le Energetski zakon (2014), Zakon o graditvi objektov (2002) in Zakon o varstvu okolja (2006). Po Energetskem zakonu stavbe varovane kot kulturna dediščina ne potrebujejo energetske izkaznice. Zakon o graditvi objektov določa, da je vse posege v stavbe kulturne dediščine treba izvajati v sodelovanju z ZVKDS in da lahko v objektih, ki so zavarovani s predpisi o varstvu kulturne dediščine, rešitve odstopajo od predpisanih zahtev, če ne ogrožajo varnosti objekta in življenja ali zdravja ljudi itd. Zakon o varstvu okolja pa prav tako za varovane objekte in območja kulturne dediščine predvideva poseben režim in določa, da se morajo vsi posegi izvajati v skladu s predpisi s področja varstva kulturne dediščine. V Sloveniji je stavbna dediščina izvzeta iz Pravilnika o učinkoviti rabi

energije v stavbah (PURES 2, 2010). V pravilniku iz leta 2002 (PTZURES) je bilo v 1. členu sicer še zapisano, da njegova določila veljajo, če so pri rekonstrukcijah upoštevani pogoji varstva kulturne dediščine. Ta navedba je bila zaradi zgoraj navedenih posebnih določil zakonodaje iz sedanjega pravilnika umaknjena kot nepotrebna. ZVKDS (2017) je sicer na svoji spletni strani objavil smernice za gradbene in restavratorske posege v stavbno dediščino, ki pa energetskega vidika ne vključujejo. Nanašajo se na barvo fasade in materiale, fasadne okrase, okna in vrata, balkone in lože, pokrite nadstreške, trgovske fasade, napise, napisne table, izveske, klimatske naprave, strehe; pri notranjščini so podane usmeritve za stopnišča in veže.

Stavbna kulturna dediščina v Sloveniji: stanje in zakonska določila

Kulturna dediščina je glede na stopnjo zaščite razdeljena na:

- kulturno dediščino, ki se varuje z inštrumenti prostorskega načrtovanja;
- kulturne spomenike lokalnega pomena in
- kulturne spomenike državnega pomena kot najstrožje varovano dediščino (Register kulturne dediščine, 2016).

Glede na obseg pa je kulturna dediščina v Sloveniji razdeljena na stavbe/objekte in območja:

- Pri posameznih stavbah se varstveni režimi nanašajo na njihovo pojavnost v prostoru, in sicer na njihovo zunanjščino, ki jo definirajo gabariti, gradbeni material, konstrukcija in oblikovne značilnosti (členitev fasad, stavbno pohištvo, dekoracija, stil) in njihovo notranjščino, ki jo definirajo prostorski koncept, funkcionalna zasnova in notranja oprema (štukature, poslikave, parketi, tlaki, ograje).
- Območja kulturne dediščine so razdeljena na območja stavbne dediščine in območja naselbinske dediščine. Pri območjih stavbne dediščine se varstveni režim nanaša na zunanjo pojavnost objektov in njihove značilnosti, kot so gabariti, gradbeni material, konstrukcija in oblikovne značilnosti. Pri območjih naselbinske dediščine je poudarek na varovanju zgodovinskih značilnosti naselja kot celote, predvsem naselbinske zasnove (parcelacija, komunikacijska mreža in zazidalni sistem). Varstveni režim v teh območjih varuje tudi anonimno arhitekturo, ki sama po sebi ni ovrednotena kot kulturna dediščina, temveč prispeva k videzu celote (Priročnik pravnih režimov varstva kulturne dediščine, 2009).

Pravilnik o seznamih zvrsti dediščine in varstvenih usmeritvah (2010) stavbe deli na profane (gospodarske/proizvodne, javne, poslovne in stanovanjske), sakralne

(namenjene bogoslužju) in sakralno-profane. Z vidika energetske preнове je takšna klasifikacija pomembna zato, ker so od načina uporabe odvisne zahteve po določenih temperaturnih in drugih mikroklimatskih pogojih; stanovanjske stavbe na primer ogrevamo drugače kot sakralne objekte. Za potrebe energetske sanacije večina omenjenih tujih dokumentov, ki imajo značaj smernic, razvršča stavbe glede na obdobje izgradnje, gradivo in konstrukcijske značilnosti, arhitekturne posebnosti, namembnost in lego v mestu ali naselju, npr. irske smernice (Government of Ireland, 2010), angleške smernice (English Heritage, 2011). Pri tem je obdobje gradnje posebej pomembno. Gradnja je bila namreč v različnih zgodovinskih obdobjih najbolj odvisna od razpoložljivega gradiva, konstrukcijskih tehnik in tehnološkega razvoja, pa tudi socialnega in ekonomskega statusa graditeljev.

Na splošno lahko stavbe v Sloveniji glede na njihove gradbenotehnične značilnosti razdelimo na zgodovinske stavbe, ki so bile zgrajene s tradicionalnimi tehnikami v obdobjih pred koncem 19. stoletja, stavbe zgrajene med 1890 in 1914 (v obdobju zgodnjega modernizma), stavbe zgrajene med obema vojnama (v obdobju funkcionalizma), stavbe zgrajene med 1945 in 1960 (v obdobju povojne preнове), stavbe zgrajene med 1960 in 1990 ter novejšje stavbe. Za vsako od teh obdobji so bile značilne podobne gradbene tehnike in uporaba podobnih gradiv, ki so bolj ali manj upoštevali klimatske, topografske in druge okoliščine. Zlasti za podeželsko arhitekturo v starejših obdobjih je bilo značilno, da se je prilagajala klimatskim pogojem in pretežno uporabljala lokalna gradiva, kar je prispevalo k temu, da so se v Sloveniji zaradi geografske raznolikosti razvili jasno prepoznavni regionalni arhitekturni tipi. Upoštevanje naravnih danosti in stavbne tradicije se je prekinilo zlasti po drugi svetovni vojni, ko so tudi v podeželski arhitekturi začeli uporabljati danemu prostoru neprilagojena gradiva in univerzalne stavbne tipe, brez oblikovanih vrednot in meril (Deu, 2001).

Pridobivanje mnenj strokovnjakov

Celovita prenova stavb kulturne dediščine je proces, ki bi ga morala načrtovati, izvajati in nadzorovati multidisciplinarna skupina strokovnjakov. Zato smo v okviru raziskave organizirali delavnico, ki je bila namenjena izmenjavi mnenj in diskusiji med različnimi strokovnjaki in izvajalci – bodočimi uporabniki smernic. Na delavnici je sodelovalo enajst udeležencev, strokovnjakov za prenovo (arhitekti, gradbeniki, statiki, konservatorji – restavratorji) iz različnih institucij v Sloveniji, kot so ZVKDS, Fakulteta za arhitekturo in Mestna občina Ljubljana – oddelek za energetskega menedžment ter strokovnjaki iz podjetij, ki se ukvarjajo s specifičnimi področji preнове.

Posamezni komentarji, ki so jih izpostavili sodelujoči, so ključni za razumevanje vloge energetske preнове stavb kulturne dediščine:

- Pri energetske prenovi stavb je treba predhodno preveriti stanje konstrukcije objekta, predvsem nosilne, in po potrebi zagotoviti njeno sanacijo. Za sanacijo nosilne konstrukcije (podobno kot za energetske) v Sloveniji nimamo ustreznih smernic;
- Določanje ekonomske upravičenosti ukrepov pri stavbah kulturne dediščine je problematično; morda je izvedljivo le kot razmislek o pomenu ohranjanja določenega varovanega elementa, npr. fasade, oziroma njeni spremembi zaradi ukrepa;
- Energetska prenova objekta ne vsebuje le dodajanja izolacije na fasado, ki je najbolj problematičen ukrep, temveč bi morala zagotoviti usklajen nabor ukrepov na podlagi analize kritičnih mest;
- Pristop k energetske prenovi je odvisen tudi od namembnosti objekta. Vsaka vrsta objekta ima svojstvene potrebe po energiji in toplotnem režimu, bodisi da gre za bivalno stavbo ali na primer za sakralni objekt ali galerijo.

Iz razprave na delavnici so se oblikovali tudi trije predlogi:

- V Sloveniji bi bilo treba pripraviti podrobnejši pregled ali klasifikacijo objektov glede na obdobje izgradnje, slog in materiale, iz česar bi bile razvidne tudi energetske karakteristike objektov, kar bi lahko služilo kot konkretna podlaga za smernice. Klasifikacija bi lahko temeljila na izdelavi določenega vzorca energetskih izkaznic za objekte kulturne dediščine;
- Pri prenovi objektov je velikega pomena izobraževanje lastnikov; potrebne so spremembe njihovega obnašanja v prenovljenih objektih, podučiti jih je treba o primernem zračenju prostorov (nujno ob zamenjavi oken), o vzdrževanju stavbnega pohištva in celotne stavbe;
- Za stavbe kulturne dediščine trenutno ni treba izdelovati energetskih izkaznic; sprememba te določbe bi prispevala k realnejši predstavi o stanju teh stavb (npr. za določen vzorec objektov) in o potrebah po energetske prenovi.

Čeprav imajo smernice končno obliko dokumenta, je pomembno, da se omogoči njihovo dopolnjevanje in posodabljanje glede na razvoj stroke in tehnologij na področju gradbeništva in energetske učinkovitosti ter tudi konservatorstva in restavratorstva. Dopolnjevanje smernic bi bilo mogoče tako s podajanjem posameznih strokovno utemeljenih predlogov, kot tudi v širši razpravi z usposobljeni strokovnjaki in izvajalci, ki imajo znanja in praktične izkušnje s kakovostnimi prenovami stavb kulturne dediščine. V dialogu z njimi bi smernice lahko smiselno izboljšali in odpravili morebitne pomanjkljivosti.

Hkrati bi bilo nujno treba zasnovati namenski program usposabljanja izvajalcev za pridobivanje

specifičnih znanj in spretnosti za energetske prenovne stavb kulturne dediščine ter omogočiti prenos znanja in tradicionalnih veščin. Dobro usposobljeni izvajalci so namreč bistvenega pomena pri zagotavljanju kakovostnih in celovitih prenov.

REZULTATI – OBLIKOVANJE PREDLOGA SMERNIC

Stavbe kulturne dediščine so heterogena skupina znotraj celotnega stavbnega fonda, ki ima posebne značilnosti in zahteve. Varstveni režimi postavljajo zelo stroge pogoje za kakršnekoli posege, vključno z ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti. Poseganje v stavbe kulturne dediščine, npr. dodajanje toplotne izolacije na fasadi, je zaradi varovanja njihovih arhitekturnih lastnosti, kot so zunanji videz, gabariti, razmerja in izvorna gradiva, precej omejeno ali ni mogoče. Pristop k prenovi mora biti zato bistveno drugačen kot pri stavbah, ki niso varovane. Tudi vrednotenje tveganj za konstrukcijo in njene značilnosti je pri zaščitenih stavbah drugačno kot pri ostalih stavbah. V praksi se srečujemo z najrazličnejšimi primeri; vsakega je treba obravnavati individualno glede na njegove splošne in posebne omejitve.

Varstveni režimi so zapisani v aktu o razglasitvi kulturnega spomenika ali v prostorskem aktu, v določbah, ki se nanašajo na celoto ali posamezne dele kulturnega spomenika. Kulturnovarstveni pogoji se izdajajo za točno določen poseg in za določeno stavbo, kar lahko precej zoži nabor možnih ukrepov, kot so npr. dodatna toplotna zaščita fasade ali zamenjava stavbnega pohištva. Navadno niso dopustni tisti posegi, s katerimi je sicer mogoče doseči največje prihranke, npr. izolacija stavbnega ovoja. To posledično pomeni, da so dobri energijski kazalniki pri prenovi stavb kulturne dediščine praviloma težko dosegljivi. Omejitve, ki izhajajo iz kulturnovarstvenih pogojev so navadno naslednje:

- dodajanje toplotne izolacije je dopustno zgolj na neoblikovanih fasadah;
- prenova strehe je dopustna le brez posegov v njene gabarite (dodajanje toplotne izolacije je sprejemljivo med in pod špirovci);
- posodobitev strojnih inštalacij je sprejemljiva brez dodajanja novih razvodov in brez poseganja v varovane prvine;
- dovoljeni so minimalni posegi na stavbnem pohištvu (tesnjenje stika med okenskim krilom in okvirjem in zamenjava zasteklitve, izjemoma zamenjava z novimi okni enake velikosti, materialov in oblike).

Omejitve se pri stavbni dediščini nanašajo na varovane prvine stavbe, pri objektih, ki so varovani v sklopu naselbinske dediščine pa predvsem na njihovo zunanjsko. Z dodatno toplotno zaščito zunanjega ovoja s sodobnimi gradivi lahko tudi spomeniško zaščiteni stavbo temeljito toplotno izoliramo in reproduciramo

vse njene likovne elemente, vendar to ni v skladu z varstveno doktrino, ki zahteva, da stavbe ohranjamo v njihovi avtentični obliki in prenavljamo v skladu z zgodovinskimi tehnikami in originalnimi gradivi.

Namen smernic je zagotoviti tehnično podporo tako lastnikom kot strokovnjakom v procesu celovite prenove od priprave izhodišč do izvedbe, ki bo v vključevala tudi energetske vidike. Smernice obsegajo predvsem splošne ukrepe in omejitve, ki se nanašajo na stavbe kulturne dediščine, na njihove likovne in konstrukcijske značilnosti, gradbene materiale, na vrste posegov ipd. Podajajo nabor ukrepov za energetske prenove, ki izboljšujejo energetske učinkovitost objektov kulturne dediščine, skladno z zahtevami o varstvu dediščinskih lastnosti zgodovinske stavbne dediščine in ne posegajo bistveno v njeno strukturo in zunanjo podobo. Ob tem so razložene najpomembnejše gradbenofizikalne zakonitosti in pojavi. Smernice vsebujejo tudi opozorila glede možnih pozitivnih in negativnih učinkov posameznih ukrepov na dediščinske lastnosti in napotke za prilagoditev režima uporabe stavbe po izvedeni prenovi. Smernice ne obravnavajo specifičnih primerov posameznih zgodovinskih stavb, temveč so splošne, saj se pri prenovi stavb srečujemo z najrazličnejšimi primeri, ki zahtevajo individualno obravnavo glede na njihove lastnosti in omejitve. Zato je treba pri vseh objektih, ki so varovani s predpisi s področja kulturne dediščine, predhodno pridobiti kulturnovarstvene pogoje, ki jih izda pristojna enota Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

Predlog celovitega postopka: identifikacija potreb po energetske prenovi

Ideja o energetske prenovi konkretne stavbe kulturne dediščine se lahko pojavi v različnih kontekstih, kot so npr. vzdrževalna dela in prenova zaradi dotrajanosti materialov, sanacija nosilne konstrukcije in protipotesna sanacija, sprememba namembnosti in uporabe stavbe, ekonomska optimizacija ali celovita sanacija po izrednih dogodkih. Ukrepi energetske prenove kulturne dediščine se izvajajo v skladu z zahtevami o tehnični korektnosti in z načeli dobrega gospodarjenja, če so pred tem izpolnjene ustrezne zahteve iz Zakona o graditvi objektov (2002), kot je npr. mehanska odpornost in stabilnost, in če so obenem izpolnjene posebne zahteve varstva kulturne dediščine. Opraviti je treba energetske pregled in izdelati podroben projekt energetske prenove.

Vsako stavbo je treba obravnavati ne le kot samostojen »izoliran« objekt, ampak v kontekstu danosti in posebnosti okolja, v katerega je umeščena. To pomeni, da je treba načrte energetske prenove uskladiti s prostorskimi načrti, z morebitnimi načrti za prenovu ali širitev lokalne energetske infrastrukture in omrežij, pri ukrepih, ki se nanašajo na energente, pa je treba

upoštevati vsebino lokalnega energetskega koncepta. Sistematična in načrtovana prenova stavb kulturne dediščine je v kombinaciji z drugimi ukrepi tudi pomemben del aktivne revitalizacije in reurbanizacije mestnih središč (Fister, 2005).

Predpogoj za oblikovanje nabora ukrepov je dobro poznavanje stanja. Energetski pregled je vir informacij, nujna podlaga za pripravo načrta prenove in ukrepov, pa tudi zahtevan pogoj za uvrstitev v sheme sofinanciranja prenove iz evropskih sredstev. Eden od ključnih kriterijev pri odločitvah o obsegu in načinu prenove naj bi bila vračilna doba investicije. Zato je pomembno, da se v okviru dovoljenih posegov ob uporabi najnaprednejših in najučinkovitejših proizvodov in tehnik izvedejo predvsem tisti z najbolj dolgoročnimi učinki.

Osnova za izbiro ukrepov za energetske prenove kulturne dediščine je predlog evropskega standarda² (Technical committee CEN/TC 346 2015; glej sliko 1). V njem je predlagan postopek, ki se lahko uporablja tako za identifikacijo potreb po energetske prenovi kot tudi za izbor najustreznejše rešitve za posamezno obravnavano stavbo kulturne dediščine.

Predhodne analize in preiskave stavbe

Pred vsako prenovo je treba opraviti temeljite predhodne preiskave, med katerimi se seznanimo s stanjem stavbe, njenimi gradbenofizikalnimi in oblikovnimi značilnostmi, namembnostjo prostorov in uporabo, v primeru kulturne dediščine tudi z njenimi varovanimi elementi. Med predhodne analize uvrščamo kulturnovarstveno analizo stavb, statično in seizmično analizo, meritve notranjih klimatskih razmer, termografsko analizo in georadarsko metodo. Glede na stanje konkretne stavbe so lahko pomembne tudi druge analize, zlasti ugotavljanje stanja zaščite stavbe pred vlago.

Kulturnovarstvena analiza

Kulturnovarstvena analiza obsega opis prvotnega stanja objekta in poznejših prezidav in drugih sprememb, konstrukcijskih značilnosti, gradiv, prostorske zasnove, zunanje ovoja, stavbnega pohištva in drugih stavbnih členov, stavbnega okrasa; skratka stavbe kot celote in njenih varovanih elementov. Analiza obsega tudi stilno vrednotenje posameznega objekta in vplivnega območja. Analiza vplivnega območja obravnava pomembne dostope, poglede iz objekta in na objekt ter druga razmerja do okoliškega ali širšega prostora. Zahteva tudi predhodne raziskave ometov in beležev, ki so podlaga za obnovo ometov in opleskov (strukture ometa, barvnih tonov, tehnoloških posebnosti). Pri objektih na območjih, ki so varovana kot arheološka dediščina, so pred prenovu običajno obvezne tudi arheološke raziskave. Kadar gre za posege v strukturne elemente spomenika,

2 V času priprave smernic v fazi osnutka.

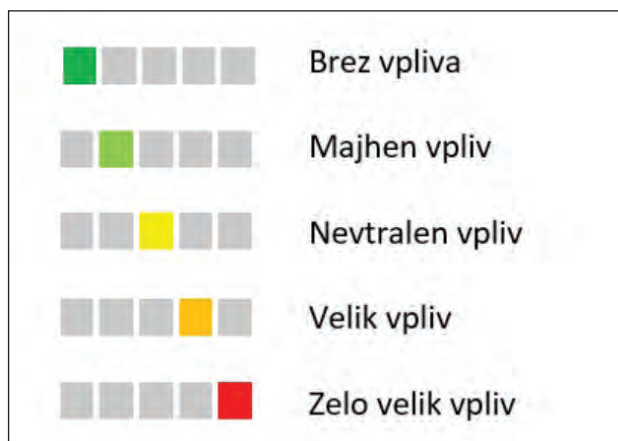
če je nameravani poseg kompleksen, če grozi nevarnost uničenja ali ogrožanja varovanih vrednot ali kadar je pri posegu treba izvesti konservatorsko-restavratorska dela, je predhodno treba izdelati konservatorski načrt. Za posege v ostalo kulturno dediščino je konservatorski načrt priporočen (ZVKD-1, 2008; Pravilnik o konservatorskem načrtu, 2009).

Statična analiza

Prvi korak k celoviti prenovi je analiza trdnosti in varnosti konstrukcije objekta. Odločitev o potrebnih posegih in izvedbi se sprejme na podlagi ocene strukture in/ali narave in obsega poškodb. Pri tem se za posege na konstrukciji objekta uporablja standard Evrokod 8 (Uredba EN 1998), ki obravnava projektiranje potresno odpornih konstrukcij. Ta standard, ki mu ustrezajo le redke starejše stavbe, zahteva obširnejše ukrepe za utrditev nosilne konstrukcije. Podatki o konstrukciji, zbrani med ocenjevanjem stavbe, so osnova za izbor tipa, tehnike in obsega posega. Posegi na konstrukciji so npr. lokalna ali celotna sanacija poškodovanih elementov, dodajanje novih konstrukcijskih elementov, delna porušitev ali odstranitev. Včasih je zaradi statičnih zahtev potrebna sprememba namembnosti ali celo prepoved uporabe zgradbe. Nabor možnih ukrepov omejujejo varstvene zahteve. Ukrepi, kot so dozidave zidov ali armiranobetonskih okvirjev in sten, ki se pogosto izvajajo pri sanaciji stanovanjskih stavb, so nedopustni pri vseh pomembnih spomenikih, npr. pri sanaciji sakralnih objektov, kjer je treba povezanost konstrukcije, njeno zadostno nosilnost in nosilnost posameznih delov običajno doseči brez motečih posegov (Gostič, 2016).

Gradbenofizikalne preiskave

V stavbah kulturne dediščine je pomembno natančno določiti zelene mikroklimatske parametre. Za stanovanjske in delovne prostore je pomembno toplotno ugodje, ki ga zagotavlja čim bolj enakomerna temperatura zraka in obodnih površin prostora, medtem ko je spreminjanje relativne vlažnosti znotraj zgornjih in spodnjih še primernih vrednosti manj pomembno. Povsem nasprotno je, kadar želimo vzpostaviti ugodne razmere za stavbno tkivo in muzejske ali druge razstavne prostore; v teh primerih moramo zagotoviti tudi čim bolj stabilno relativno vlažnost notranjega zraka in njeno ustrezno vrednost glede na specifične okoliščine. Samo spreminjanje notranje temperature je ob tem drugotnega pomena, razen kadar ta vpliva na vlažnost zraka, ko se npr. pri nenadni ohladitvi zraka v prostoru njegova relativna vlažnost zviša, če prostora hkrati ne prezračimo. Podrobne analize vodijo k rešitvam, ki so sprejemljive za uporabnika in vzdržujejo tudi dediščini primerne mikroklimatske parametre na enostaven in ekonomsko sprejemljiv način. Projekt prenove mora poleg tehničnih ukrepov upoštevati tudi možna tveganja



Slika 2: Lestvica stopnje vpliva na določen varovani element in stavbo kulturne dediščine kot celoto (Vir: *Smernice za energetsko prenavo stavb kulturne dediščine*, 2016)

zaradi posamičnega ali medsebojnega vpliva ukrepov in vsebovati navodila za uporabnike s preventivnimi in popravnimi ukrepi (Tomšič, 2016).

Termografska analiza

Termografsko analizo, ki – poenostavljeno zapisano – deluje na podlagi zaznave toplotnega sevanja površin konstrukcije oz. materialov z znano emisivnostjo, uporabljamo za preverjanje kakovosti izvedbe toplotnega ovoja in za izvajanje rednih pregledov delovanja sistemov, kot so npr. strojne in električne instalacije. S termografsko kamero lahko preverjamo toplotne mostove in sorodne nepravilnosti v ovoju stavbe, lociramo podhlajena mesta, kjer lahko nastopi površinska kondenzacija vodne pare, natančneje določimo mesta poškodb skritih ogrevalnih vodov, posredno opredelimo navlažene dele konstrukcij in podobno. Termografija nam pomaga bolje oceniti stopnjo nujnosti celovite ali delne sanacije. Je trdna osnova za sprejemanje odločitev ter oblikovanje nabora ukrepov in prioritet za vzdrževalna in rekonstrukcijska dela (Tomšič, 2016).

Georadarska preiskava

Georadarska (GPR) metoda je med drugim namenjena globinskim raziskavam sten in drugih konstrukcijskih sklopov s pomočjo elektromagnetnih valov. Kjer je prepovedana uporaba invazivnih, porušnih tehnik ali izdelava vrtin, se v gradbeništvu ta metoda uporablja tudi za konstrukcijsko diagnozo stavb kulturne dediščine. Z GPR metodo je mogoče določiti razporeditev skritih tramov in stebrov, identificirati mesta in vrsto armature v betonu, določiti položaj inštalacij v konstrukcijah, ugotoviti kakovost vgradnje injektiranih elementov, oceniti debeline



Slika 3: Primeri fasad (Foto: Sabina Mujkić)

gradbenih elementov in slojev v konstrukciji ter odkrivati prisotnost votlin, okvar ali nehomogenosti v materialu. V okviru predhodne analize energetske učinkovitosti stavbe je mogoče z GPR metodo pridobiti podatke o sestavi ovojja in notranjih konstrukcij. Metoda je tudi zelo učinkovita pri ugotavljanju vlažnosti sten in temeljev, saj daje veliko podrobnejše informacije kot vizualna analiza. GPR metodo uporabljajo tudi arheologi pri odkrivanju morebitnih arheoloških ostalin (Komel, 2016).

Pregled ukrepov za posamezne varovane elemente

Smernice podajajo nabor ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti, ki so razdeljeni na:

- A. Ukrepe na stavbnem ovoju, ki zajema zunanje stene, strop in tla, strehe, okna in vrata;
- B. Ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov za klimatizacijo, gretje in hlajenje (KGH);
- C. Ukrepe za povečanje rabe obnovljivih virov energije;
- D. Organizacijske ukrepe.

V predlogu smernic imajo vsi ukrepi na petstopenjski lestvici označeno stopnjo vpliva na določen varovani element in na stavbo kulturne dediščine kot celoto. Vpliv pomeni spremembe videza, gabaritov in gradiv zaradi izvedbe ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe. To je pomembna razlika glede na siceršnje vrednotenje ukrepov energetske prenove, kjer njihove učinke opisujemo z energijskimi in drugimi okoljskimi, pa tudi ekonomskimi in družbenimi kazalniki.

Najučinkovitejši ukrep za energetske sanacije stavb je toplotna izolacija stavbnega ovoja, saj so na

neizoliranem stavbnem ovoju največje toplotne izgube; izračuni kažejo, da tu prednjačijo zunanji zidovi, skozi katere se izgubi povprečno do 45 % toplote (Grobovšek, 2007). Vendar pa so ti ukrepi z varstvenega vidika najbolj problematični, saj najbolj vplivajo na dediščinske lastnosti stavbe.

Ukrepi na zunanjem ovoju se nanašajo na posamezne varovane elemente stavbnega ovoja: zunanje stene, strop in tla, strehe, okna in vrata. Energetske prenove sten je mogoče izvajati s toplotno zaščito z zunanje ali notranje strani. V nadaljevanju sta podrobneje predstavljena dva ukrepa, toplotna izolacija fasade in zamenjava oziroma prenova oken, ter prednosti in slabosti različnih načinov izvedbe teh ukrepov.

Fasada stavbe se varuje pri posameznih zavarovanih stavbah in pri stavbah, ki se nahajajo v območju stavbne dediščine. Varovanje se pri stavbah kulturne dediščine navadno nanaša na kompozicijo fasade in vse fasadne elemente, kot so okenske in vratne odprtine, nadstreški, pomoli, balkoni, lože, fasadni okras (slika 3). Kompozicija je najpomembnejša značilnost fasade in je pri prenovi ni dovoljeno spreminjati, če tega ne zahtevajo zelo tehtni argumenti, npr. spremenjena namembnost objekta, prilagoditev novim standardom, ureditev dostopov za invalide. V primerih, ko se posegi izvajajo na fasadi, jih je treba izvesti na način, ki čim manj prizadene bistvene varovane elemente. Prenova vsake fasade zahteva tudi sondažne raziskave, ki se jih po potrebi dopolni z naravoslovnimi. Na podlagi rezultatov teh raziskav se določi vrsta ometov, njihova struktura in barvni toni. Pri prenovi je priporočljivo uporabljati sorodne tehnologije in materiale, kot so bili uporabljeni prvotno. Toplotno izolacijo na fasadah je možno izvajati na dva načina, z zunanje strani in iz notranje strani.



Slika 4: Primeri stavbnega pohištva (Foto: Damjana Gantar)

Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani je v gradbenofizikalnem smislu najprimernejši način, saj zmanjšuje možnost kondenzacije vodne pare na notranjih površinah, zmanjšuje temperaturna nihanja nosilne konstrukcije, povečuje toplotno stabilnost stavbe, izboljšuje zaščito konstrukcije pred padavinsko vlago in zaščito nosilne konstrukcije pred zmrzaljo – saj ta tako ostane v območju nad temperaturo ledišča (Tomšič, 2014). Ukrep je upravičen, kadar na fasadi ni posebnih elementov in je njeno oblikovanje enostavno, ali kadar je večina zunanjega stavbnega ovoja zelo dotrajana in poškodovana (npr. izrazite poškodbe zaradi zamakanja, razpoke, odpadanje ometa, razpad arhitekturnega okrasja in podobno) in se zgolj s popravili ne da več vzpostaviti prvotnega stanja. Ta ukrep je neustrezen za stavbe, kjer je fasada posebej zaščiten zaradi posebnega arhitekturnega oz. zgodovinskega pomena in kjer varovanje obsega tudi prezentacijo izvirnih gradiv. Zaradi naštetih dejstev se na teh stavbah ukrep lahko izvaja samo na stranskih in dvoriščnih fasadah, kar pa zahteva posebno pozornost pri načrtovanju stikov med toplotno zaščitenimi in nezaščitenimi deli (pojav toplotne asimetrije v prostoru, toplotni mostovi). Ukrep je neugoden tudi zato, ker dodana izolacija spreminja prvotni položaj oken in vrat v ravnini zunanje stene, ki je navadno ključen za videz stavbe.

Alternativna ukrepa dodajanju izolacije na zunanji strani ovoja sta izvedba toplotno zaščitenega ometa (ki pa ima slabše toplotne lastnosti kot dodaten sloj toplotne izolacije) ali toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani.

Toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani je v gradbenofizikalnem smislu lahko zelo tvegan poseg, ki je primeren le, kadar izolacije ni mogoče ali ni dovoljeno izvesti na zunanji strani sten, pri stavbah, namenjenih le za občasno bivanje, ter na posameznih stenah oz. v posameznih prostorih. Pri takšni izvedbi nosilna konstrukcija zidu ostane v hladnejšem območju, kar pomeni večjo izpostavljenost temperaturnim nihanjem,

posledično večjo možnost biogenih poškodb (alge, lišaji, plesen) in celo propadanja stavbnega tkiva, možne pa so tudi poškodbe instalacij kot npr. vodovodnih napeljav v nosilni konstrukciji. Ugodne posledice ukrepa so hitrejšo ogrevanje prostorov, višja temperatura notranje površine sten in s tem zmanjšana pojavnost površinske kondenzacije vodne pare in razvoja plesni. Na tak način je mogoče rešiti posamezne toplotne mostove, pri tem pa določeni toplotni mostovi lahko postanejo bolj izraziti. Zaradi namestitve toplotne izolacije na notranjo stran sten se zmanjša akumulacija toplote v zidovih, zmanjšata se svetla tlorsna površina in naravna osvetlitev prostorov, potrebno je prestavljati fiksno notranjo opremo, instalacije in grelna telesa. Ukrep tako pogosto pomeni višje stroške kot pri izvedbi zunanje toplotne zaščite (Tomšič, 2015).

Poleg fasade je pomemben element zunanje ovoja stavbe tudi stavbno pohištvo, tj. okna in vrata. Razporeditev, velikost in oblika stavbnega pohištva prispevajo k likovnemu značaju stavbe, zato ga je treba posebej varovati in skrbno prenavljati v skladu s prvotnimi oblikami, dimenzijami, materiali in barvami (slika 4). Stavbno pohištvo je navadno treba zamenjati le, če je tako poškodovano, da ga ni mogoče več prenoviti. V tem primeru mora biti novo stavbno pohištvo natančna replika originalnega. Še posebej za okna velja, da ni dovoljeno spreminjati načina odpiranja okenskih kril in tudi ne menjavati tradicionalne zasteklitve z novo, če ta zahteva kakršnekoli spremembe oblike, velikosti ali debeline okenskih okvirov. Posebno pozornost je treba posvetiti okovju: nasadila, tečaji, raznovrstni fiksni in zapiralni mehanizmi prispevajo k videzu okna, njihova kakovost pa je pomembna tudi zaradi tesnjenja. Nega in obnova imata prednost pred zamenjavo. Pri povsem dotrajanih elementih se naredi posnetek izvornika. Kadar so dovoljene menjave ali posodobitve okenskih kril, se uporabijo vidni elementi skladno s prvotnimi v kombinaciji s sodobnimi nevidnimi ali manj vidnimi elementi (npr. večtočkovni zapiralni mehanizem v prečni ravnini

profila). Izboljšanje toplotnih lastnosti oken je možno doseči z dvema ukrepoma: obnovo in zamenjavo oken ali z nadgradnjo oz. zamenjavo zasteklitve.

Ukrep obnove ali zamenjave oken pozitivno vpliva na izboljšanje gradbenofizikalnega stanja stavbe zaradi boljših toplotnih lastnosti okna in višje stopnje zrakotesnosti pripir. Obenem ima velik vpliv na toplotno ugodje in počutje uporabnikov prostorov, saj je zmanjšana temperaturna asimetrija prostora, manjše je ohlajanje zraka ob zasteklitvi in počasnejše gibanje zraka v prostoru – kar uporabniki občutijo kot preprih. Zaradi manjše prepustnosti za zrak na pripirah in vgradnih regah se spremenijo potrebe po zračenju prostorov, kar zahteva spremembe navad uporabnikov prostorov (po potrebi intenzivnejše zračenje skladno z naravo dejavnosti v prostoru). Obnova ali zamenjava oken je upravičena zaradi slabega splošnega stanja stavbnega pohištva: dotrajanosti krila in okvira, nefunkcionalnosti okovja, slabega stanja tesnil, ogrožene trdnosti in stabilnosti okenske konstrukcije (ki so posledica mehanskih poškodb, poškodb zaradi vlage, lesnih škodljivcev, izpostavljenosti sončnemu oz. UV sevanju), zmanjšane nosilnosti okovja, slabe vpetosti zasteklitve, poškodb zasteklitve. Možni ukrepi za zmanjšanje toplotnih izgub skozi okna so zatesnitev pripir in reg po načelu tesnjenja v treh ravneh in obnova obstoječega stavbnega pohištva (krilo in okvir) ali zgolj zamenjava enojne zasteklitve z npr. dvojno, energetsko učinkovito, in obnova obstoječega krila in okvira (Jejčič in Tomšič, 2015).

Zamenjava ali nadgradnja zasteklitve ima manjši vpliv na izboljšanje toplotnih lastnosti v primerjavi z zamenjavo ali obnovo celotnih oken; zasteklitev navadno zajema okrog 70 % celotne okenske površine. Zamenjava zasteklitve je lahko problematična, ker so okvirji starejših oken z enojno zasteklitvijo razmeroma vitki, nimajo zadostne globine profila in pogosto ne bi prenesli povečane teže dvojne zasteklitve. Pri kovinskih, kamnitih ali betonskih okvirjih je tak poseg še težje izvedljiv kot pri lesenih okvirjih. V teh primerih je glede na dejanske možnosti priporočljiv razmislek o vgradnji dodatnih okenskih kril (novega okna) na notranji strani, tako da se na zunanjsčini ohrani izvorni videz. Pri škatlastih oknih je priporočena zamenjava zasteklitve na notranjem krilu (Jejčič in Tomšič, 2015).

Tudi pri ostalih skupinah ukrepov (ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov za klimatizacijo, gretje in hlajenje (KGH), ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov energije, organizacijski ukrepi) je bil v predlogu smernic opredeljen nabor tistih, ki bistveno vplivajo na zmanjšanje porabe energentov in znižanje obratovalnih stroškov, omogočajo prehod na obnovljive vire energije ter hkrati prispevajo k boljšemu bivalnemu ugodju. Pri določenih ukrepih, kot sta temperiranje ali izvedba centralnega prezračevanja, je odločitev odvisna od namembnosti prostorov (sakralni, kulturni, stanovanjski itd.). Temperiranje oboda zgradbe je alternativa

konvencionalnim načinom ogrevanja v zgradbah oz. prostorih, ki niso stalno v uporabi, in je namenjeno preprečevanju poškodb zaradi vlage, predvsem pri sanaciji objektov. Nekateri ukrepi, kot sta vgradnja sprejemnikov sončne energije ali fotonapetostnih celic, imajo velik vpliv na videz stavb in naselij, zato je njihovo nameščanje treba ustrezno utemeljiti, nameščanje na stavbah kulturne dediščine pa je z vizualnega vidika še posebej nesprejemljivo, razen na neizpostavljenih površinah.

Z varstvenega vidika so najmanj problematični organizacijski ukrepi, kjer gre za spreminjanje navad uporabnikov in lastnikov stavb, tako da z majhnimi stroški ali celo brez njih dosežemo znižanje rabe energije in hkrati ohranimo ali izboljšamo bivalno ugodje. Med te ukrepe sodijo npr. uporaba termostatskih ventilov, pravilno prezračevanje, energetsko knjigovodstvo ter uravnavanje in redno vzdrževanje razsvetljave (Tomšič in Mirtič, 2012).

RAZPRAVA IN SKLEP

Vsaka prenova objekta – še posebej starejših stavb in stavb kulturne dediščine, je priložnost, da se izboljšajo tudi njihove energijske lastnosti, ki so pomembne tako z vidika zmanjšanja rabe energije, kot z vidika bivalnega in uporabniškega ugodja. Tem vidikom se pridružujejo ugodni ekonomski in okoljski učinki. Na podlagi pregleda dobrih praks prenovljenih stavb in smernic lahko izpostavimo določena izhodišča, ki so pri energetski sanaciji stavb kulturne dediščine ključna. Bistvenega pomena za kakovostno prenavo so postopki in odločitve, ki jih izpeljemo pred samim začetkom del. Odločitvi za prenavo morajo slediti aktivnosti, usmerjene v čim boljše poznavanje stavbe in okolice, njenih fizičnih lastnosti, zgodovinskega konteksta gradnje, namena in uporabe stavbe. Nabor ukrepov mora temeljiti na celovitem (tehničnem) pregledu stavbe, ki med drugim vključuje preverjanje morebitnih virov vlage (prekomerna omočenost sten zaradi padavin in posledična erozija, talna vlaga/kapilarna vlaga, notranja vlaga/kondenzacija vodne pare, poškodovane napeljave) in iskanje vzrokov za morebiten pojav biogenih (kot npr. plesen in alge) in konstrukcijskih poškodb (kot npr. razpoke in odpadanje ometa). Seznaniti se je treba s predhodnimi posegi, zlasti takimi s potencialnimi ali že izraženimi negativnimi vplivi (nepropustni ometi, neprimeren belež, folije, nekompatibilnost materialov). Koristno je poznati mnenje uporabnikov o dejanskem stanju, zlasti o zaznanih pomanjkljivostih, in o njihovem počutju v stavbah. K prenovi je treba pristopati tako, da izključimo tveganja in dolgoročno zagotavljamo stanje, ki preprečuje neželene posledice. Nujna vzdrževalna dela in popravila na stavbnem tkivu morajo biti izvedena pred ali vzporedno z energetsko sanacijo, saj se tako zmanjšajo možnosti fizičnih poškodb stavbnega tkiva zaradi nadaljnjih ukrepov. Za vse ukrepe velja pravilo: raje manj in varno kot več in tvegano. Novosti oz. poskusi

na spomeniških objektih so sprejemljivi le takrat, kadar so izvedeni v okviru znanstvenega projekta. Pri obnovi se upoštevajo konservatorska načela, prednostno se izvajajo konservatorska popravila (ohranjanje in popravilo originalov). Pri delih se ravnamo po načelih minimalne intervencije, kompatibilnosti materialov in tehnik ter reverzibilnosti posegov, ki spreminjajo značaj in avtentičnost stavbe (vidnost vseh faz nastanka, izogibanje špekulativni obnovi).

Pri energetski obnovi stavb kulturne dediščine se prioritete določajo glede na velikost vpliva in sprememb na stavbo, na oceno koristi ukrepov in povratne dobe investicije ter težavnosti posega. Najbolj priporočeni so posegi za izboljšanje energetske učinkovitosti, ki so »nevtralni«, na primer izboljšanje zrakotesnosti oz. preprečevanje toplotnih izgub zaradi pretoka zraka (tesnjenje špranj, rež pri oknih in vratih, dvojna zasteklitev). Sledijo ukrepi, ki imajo minimalen vpliv na videz stavbe, kot so dodajanje izolacije na manj izpostavljenih delih stavbe, npr. podstrešje (strop, pod škarniki), tla, votle stene, opazne lesene stene, polkna/roleto, sekundarna zasteklitev. Po izvedbi naštetih del sledijo ukrepi, ki vključujejo izolacijo zunanega ovoja stavbe, predvsem zidov, kjer dodajanje izolacije bistveno ne vpliva na videz ali značaj stavbe, vsi posegi pa morajo upoštevati možne tehnične posledice. Ti ukrepi so tudi dražji in imajo daljšo vračilno dobo, vendar je treba ob tem smiselno upoštevati tudi finančni vložek, ki je v vsakem primeru potreben zaradi različnih nujnih vzdrževalnih in obnovitvenih ukrepov. Ukrepe na sistemih KGH je treba uskladiti z ukrepi na stavbnem ovoju. Pri ukrepih energetske prenove ne bi smeli pozabiti na ozaveščanje uporabnikov o njihovem vplivu na energetsko porabo, ohranjanje stavbe in povezane stroške, kar pravzaprav sodi tudi v sklop organizacijskih ukrepov. Kot poudarjata tudi Fouseki in Cassar (2014) je (pravilno) uporabniško vedenje v stavbah mnogokrat pomembnejši dejavnik energetske učinkovitosti kot le izvedba določenega ukrepa ali uporaba neke tehnologije.

Pri rekonstrukciji stavbe oz. njenega posameznega dela, kjer se posega v najmanj 25 odstotkov površine toplotnega ovoja, je treba, če je to tehnično izvedljivo, upoštevati določila Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (2010) in pripadajoče tehnične smernice TSG-1-004:2010; Učinkovita raba energije (Ministrstvo za okolje in prostor, 2010). Zahteve so postavljene na ravni največjih dovoljenih prehodnosti posameznih elementov, koeficienta specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja stavbe in dovoljene letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe, preračunane na enoto kondicionirane površine oziroma prostornine stavbe. Za stanovanjske stavbe sta navzgor

omejena tudi dovoljen letni potreben hlad za hlajenje stavbe, preračunan na enoto hlajene površine stavbe, in letna primarna energija za delovanje sistemov v stavbi, preračunana na enoto ogrevane površine stavbe.

Vsekakor je treba najprej računsko ovrednotiti dejanske energijske kazalnike stavbe kulturne dediščine in narediti variantne izračune stanja po obnovi glede na možne oz. dovoljene ukrepe in njihove kombinacije, tudi ob upoštevanju dolgoročnega finančnega učinka. Ob tem je treba kot robne pogoje upoštevati vse tiste parametre, ki so specifični glede na dejanske značilnosti in namen uporabe stavbe kulturne dediščine ter vsebovani v kulturnovarstvenih pogojih.

Predlog smernic za energetsko prenovo stavb kulturne dediščine ne rešuje konkretnih primerov prenove, ampak predlaga natančni postopek prenove, ki mora vključevati predhodne raziskave in ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti: organizacijske ukrepe, tehnične ukrepe ter ukrepe za povečanje rabe obnovljivih virov energije. S smiselnim naborom ukrepov lahko dosežemo izboljšanje energetske učinkovitosti stavb kulturne dediščine na način, ki bo stroškovno učinkovit, ki bo upošteval varstvene zahteve in ki bo čim manj posegal v varovane lastnosti stavbe.

Pri nadaljnjem raziskovanju problematike energetske učinkovitosti bi bilo treba kot enega prvih korakov izvesti sistematične raziskave stavbnega fonda različnih zgodovinskih obdobj, geografskih območij in klimatskih pogojev glede na njihove konstrukcijske in oblikovne značilnosti ter uporabo materialov in tehnologij. Le na podlagi rezultatov takih raziskav bi bilo mogoče oblikovati podrobnejše smernice za posamezne stavbne tipe in jih tako narediti bolj neposredno uporabne tako za lastnike kot tudi za strokovne službe. Tako pripravljene smernice bi bile za uporabnike podlaga za še učinkovitejše, hitrejšo in strokovno bolj korektno načrtovanje in izvedbo ukrepov prenove.

ZAHVALA

Prispevek temelji na delu, ki je potekalo v okviru priprave osnutka smernic za energetsko sanacijo stavb kulturne dediščine, naročnik je bilo Ministrstvo za infrastrukturo. Avtorji prispevka se zahvaljujemo predstavnikom naročnika, predstavnikom Ministrstva za kulturo RS in Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije, ki so sodelovali pri izvedbi naloge in izboljšanju njene vsebine. Za koristne pripombe se zahvaljujemo strokovnjakom in izvajalcem obnov, ki so sodelovali na delavnici. Hvala sodelavcem UIRS in Gradbenega inštituta ZRMK, ki so sodelovali pri pripravi smernic.

CHALLENGES OF ENERGY RENOVATION OF CULTURAL HERITAGE BUILDINGS IN SLOVENIA

Damjana GANTAR

Urban planning institute of the Republic of Slovenia, Trnovski pristan 2, 1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: damjana.gantar@uirs.si

Breda MIHELIC

Urban planning institute of the Republic of Slovenia, Trnovski pristan 2, 1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: breda.mihelic@uirs.si

Sabina MUJKIC

Urban planning institute of the Republic of Slovenia, Trnovski pristan 2, 1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: sabina.mujkic@uirs.si

Miha TOMŠIČ

Building and Civil Engineering Institute ZRMK, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: miha.tomsic@gi-zrmk.si

Mihael MIRTIC

Ministry of infrastructure, Project office for the energy renovation of buildings, Langusova ulica 4, 1535 Ljubljana, Slovenia
e-mail: mihael.mirtic@gov.si

Marjana ŠIJANEC ZAVRL

Building and Civil Engineering Institute ZRMK, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: marjana.sijanec@gi-zrmk.si

SUMMARY

This paper presents the interdisciplinary study on energy renovation of buildings protected as cultural heritage, as well as the processes and the measures to improve their energy efficiency. The study is based on the review of selected foreign and Slovene guidelines, the overview of existing practices and technological experiences in Europe, expertise of materials and tested methods of energy renovation, discussed at conferences or published in scientific or technical magazines, and a workshop with the experts. The proposed guidelines take into account the legislation in the field of protection of cultural heritage, building construction and energy. They follow the Directive on Energy Efficiency of the EU 2012 / 27 / EU and the renewed Directive on the effectiveness of buildings 2010 / 31 / EU, which were signed and adopted by Slovenian government. The challenge for the guidelines therefore is the balance between optimal energy efficiency on one hand and heritage preservation on the other, i.e. ensuring functionality and energy performance of heritage buildings, while in the same time preserving their cultural values.

Keywords: complete renovation, energy renovation, historic buildings, living comfort

VIRI IN LITERATURA

- Bundesdenkmalamt (2011):** Richtlinie: Energieeffizienz am Baudenkmal. 1. Fassung. https://bda.gv.at/fileadmin/Medien/bda.gv.at/SERVICE_RECHT_DOWNLOAD/Richtlinie_Energieeffizienz_am_Baudenkmal.pdf (10. 5. 2017).
- Della Torre, S. (2012):** Renovation and post-intervention management. *Annales Series historia et sociologia*, 22, 2, 533–538.
- Deu, Ž. (2001):** Stavbarstvo slovenskega podeželja: Značilno oblikovanje stanovanjskih hiš. Ljubljana, ČZD Kmečki glas.
- Direktiva 2010/31/EU (2010):** Direktiva Evropskega parlamenta in sveta o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev). Uradni list Evropske unije L 153/13.
- DSEPS (2015):** Dolgoročna strategija za spodbujanje naložb energetske prenovе stavb. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/dseps_final_okt2015.pdf (18. 8. 2016).
- Energetski zakon (2014):** Uradni list RS, št. 17/2014.
- English Heritage (2011):** Energy efficiency and historic buildings. Application of Part L of the Building regulations to historic and traditionally constructed buildings. <https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/energy-efficiency-historic-buildings-ptl/heag014-energy-efficiency-partL.pdf/> (15. 5. 2018).
- English Heritage (2013):** Energy Efficiency and Historic Buildings. Advice for Domestic Energy Assessors and Green Deal Advisors. <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/eehb-advice-domestic-energy-assessors-green-deal-advisors/> (15. 5. 2018).
- Erhartič, B. (2014):** Ohranjanje kulturne dediščine. V: Nared, J. & V. Razpotnik Visković (ur.): Upravljanje območij s kulturno dediščino. Ljubljana, Založba ZRC SAZU, 27–33.
- Fister, P. (2005):** Architecture and urban structures in planing the reurbanisation process. *AR*, 2, 8–17.
- Fouseki, K. & M. Cassar (2014):** Editorial: Energy efficiency in heritage buildings – future challenges and research needs. *The historic environment* 5, 2, 95–100.
- Gostič, S. (2016):** Interno gradivo za usposabljanje. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK, Center za materiale in konstrukcije.
- Government of Ireland (2010):** Energy efficiency in traditional buildings. The advice series. Dublin, Government publications. <http://www.ahg.gov.ie/app/uploads/2015/07/Energy-Efficiency-in-Traditional-Buildings-2010.pdf> (15. 3. 2016).
- Grobovšek, B. (2007):** Toplotne izgube skozi ovoj stavbe. <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT45.htm> (17. 8. 2016).
- Ivanc, T. (2012):** Varstvo nepremične kulturne dediščine; Pravna ureditev. Maribor, De Vesta.
- Jejčič, N. & M. Tomšič (2015):** Zunanje stavbno pohištvo. V: Praznik, M. (ur.): Priročnik za usposabljanje energetske svetovalcev: publikacija ob strokovnem usposabljanju energetske svetovalcev za delo v mreži ENSVET. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK.
- Komel, P. (2016):** Interno gradivo za usposabljanje. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK, Center za geotehniko in geologijo.
- Ministrstvo za okolje in prostor (2010):** Tehnična smernica TSG-1-004:2010, Učinkovita raba energije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor republike Slovenije. http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (13. 2. 2017).
- MZIKŠ (Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport), Direktorat za kulturno dediščino (2013):** Splošne smernice za načrtovanje državnih prostorskih načrtov za področje varstva nepremične kulturne dediščine http://www.mk.gov.si/fileadmin/mizks.gov.si/pageuploads/Kulturna_dediscina/NEPREMICNA/ProstorKD/splosne_smernice_KD_za_DPN_2013-01-28.pdf (22. 9. 2016).
- Pravilnik o konservatorskem načrtu (2009):** Uradni list RS, št. 66/2009.
- Pravilnik o seznamih zvrsti dediščine (2010):** Uradni list RS, št. 102/2010.
- Priročnik pravnih režimov varstva kulturne dediščine (2009):** http://giskd2s.situla.org/evrdd/P_09_04_03.htm (25. 4. 2016).
- PTZURES (2002):** Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 42/02.
- PURES 2 (2010):** Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 52/2010.
- Register kulturne dediščine (2016):** <http://giskd6s.situla.org/giskd/> (25. 4. 2016).
- Smernice za energetske prenovе stavb kulturne dediščine (2016):** Ministrstvo za infrastrukturo RS in Ministrstvo za kulturo RS, Ljubljana. http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/podrocja/energetika/javne_stavbe/smernice_kd_23.2.2017.pdf (22. 2. 2017).
- Technical comitee CEN/TC 346 (2015):** Conservation of cultural heritage; Guidelines for improving the energy performance of historic buildings. <http://www.cibse.org/getmedia/bad5b290-969c-4961-8d0c-cb71f2dcd875/Draft-BS-EN-16883-Conservation-of-Cultural-Heritage-Guidelines-for-improving-energy-performance-of-historic-buildings.pdf.aspx> (22. 9. 2016).
- Tomšič, M. & M. Mirtič (2012):** Energetske učinkovite soseske – Priročnik za gospodinjstva in Opomnik za samostojen energetske pregled, projekt IEE Energy Neighbourhoods2. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK, Center za bivalno okolje, gradbeno fiziko in energijo.

Tomšič, M. (2014): Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe, študijsko gradivo za usposabljanje za neodvisne strokovnjake za izdelavo energetskih izkaznic, Gradbeni inštitut ZRMK. Ljubljana, Center za bivalno okolje, gradbeno fiziko in energijo.

Tomšič, M. (2015): Toplotna zaščita in materiali, v: Praznik, M. (ur.), Priročnik za usposabljanje energetskih svetovalcev : publikacija ob strokovnem usposabljanju energetskih svetovalcev za delo v mreži ENSVET. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK.

Tomšič, M. (2016): Interno gradivo za usposabljanje, Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK, Center za bivalno okolje, gradbeno fiziko in energijo.

Uredba o prostorskem redu Slovenije (2004): Uradni list RS, št. 122/2004.

Uredba o strategiji prostorskega razvoja Slovenije (2004): Uradni list RS, št. 76/2004.

Višnar, K. (2005): Razvoj in pomen nevladnega sektorja v varstvu kulturne dediščine. AR, 2, 18–21.

Vodopivec, B., Šelih, J. & R. Žarnič (2015): Interdisciplinarna opredelitev prioritete obnove stavbne dediščine na primeru gradov. Annales, Series historia et sociologia, 25, 1, 1–18.

Widström, T. (2012): Enhanced energy efficiency and preservation of historic buildings - methods and tools for modelling. KTH Royal Institute of Technology, Stockholm. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:555391/FULLTEXT03.pdf> (20. 8. 2016).

World Heritage Convention (1972): Convention concerning the protection of the World Cultural and Natural Heritage, adopted in Paris, 16 November 1972 <http://whc.unesco.org/en/conventiontext/> (15. 6. 2017).

Zakon o graditvi objektov (2002): Uradni list RS, št. 110/2002, 102/2004.

Zakon o prostorskem načrtovanju (2007): Uradni list RS, št. 33/2007.

Zakon o varstvu kulturne dediščine (2008): Uradni list RS, št. 16/2008.

Zakon o varstvu okolja (2004): Uradni list RS, št. 41/2004.

ZVKDS (Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije) (2014): Varstvo spomenikov; Poročila 49. Ljubljana.

ZVKDS (Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije) (2017): Nasveti za lastnike. <http://www.zvkds.si/sl/zvkds/nasveti-za-lastnike/obnova-stavbne-dediscine> (15. 5. 2017).