



Smernice

za energetska prenova
stavb kulturne dediščine

Druga, posodobljena izdaja, 2025

Kolofon

Smernice za energetska prenova stavb kulturne dediščine

(Druga, posodobljena izdaja, 2025)

© Gradbeni inštitut ZRMK

Smernice so zaključno gradivo projekta CRP V5-2358 Metodologija umeščanja fotonapetostnih naprav na stavbe kulturne dediščine in v območjih naselbinske dediščine ter posodobitev Smernic za energetska prenova stavb kulturne dediščine (DEDIS), ki je potekal v letih od 2023 do 2025. Projekt so financirali Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS), Ministrstvo za kulturo (MK) in Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo (MOPE).

Projektno skupino so sestavljali sodelavci Urbanističnega inštituta Republike Slovenije (dr. Damjana Gantar, Nina Goršič, Tim Gerdin, dr. Sabina Mujkič, Jana Kozamernik, doc. dr. Matej Nikšič, Simon Koblar, Nada Hozjan), Gradbenega inštituta ZRMK (dr. Marjana Šijanec Zavrl, dr. Miha Tomšič, Neva Jejčič, dr. Henrik Gjerkeš), Inštituta »Jožef Stefan« (dr. Gašper Stegнар, dr. Marko Kovač, mag. Damir Staničič, mag. Jure Čižman, mag. Stane Merše) in Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (dr. Tadej Bevk, dr. Tomaž Pipan, Maja Debevec).

Za strokovni pregled besedila se zahvalujemo Heleni Štih, Barbari Mlakar, Maji Jeglič (vse MK), Tini Bleiweis, mag. Eriku Potočarju, dr. Tomislavu Tkalcu, Matjažu Grmeku (vsi MOPE), dr. Tanji Hohnec (Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije), Milanu Hajdukoviču (Slovensko združenje za požarno varnost), dr. Samu Gostiču, Tomažu Škerlepu, mag. Katarini Žibret, Luku Zupančiču (vsi Gradbeni inštitut ZRMK) in Jožetu Kaplarju.

Za koristne informacije se zahvaljujemo vodjem in sodelavcem vseh območnih enot Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije ter mag. Rudiju Zorku in Janezu Guzelju (oba Elektrotehniška zveza Slovenije).

Izdajatelji: Gradbeni inštitut ZRMK, zanj dr. Blaž Dolinšek, v. d. direktorja, Ministrstvo za kulturo, zanj dr. Asta Vrečko, ministrica za kulturo, in Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, zanj mag. Bojan Kumer, minister za okolje, podnebje in energijo
Založnik: Gradbeni inštitut ZRMK

Avtorji druge, posodobljene izdaje: dr. Miha Tomšič, Neva Jejčič, dr. Damjana Gantar, Nina Goršič, dr. Sabina Mujkič, dr. Marjana Šijanec Zavrl, dr. Henrik Gjerkeš.

Avtorji prve izdaje: mag. Mojca Vendramin, mag. Erik Potočar, mag. Barbara Žižič, Marija Režek Kambič, Matej Zupančič, dr. Breda Mihelič, dr. Damjana Gantar, dr. Sabina Mujkič, Nina Goršič, dr. Matej Nikšič, mag. Miha Tomšič, Mihael Mirtič, dr. Miha Praznik, dr. Marjana Šijanec Zavrl, Andraž Rakušček.

Fotografije: Alenka Železnik (17, 43), Andreja Bahar Muršič (21), Barbara Žižič (91), Damjana Pediček (22, 24, 46), Gras d. o. o. (5), Janko Dermastja (naslovnica), Jelka Pirkovič (55), Ljubo Lah (65, 70), Marija Režek Kambič (2, 3, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 44, 45, 50, 52, 56, 57, 58), Marinka Robič Mahkovic (90), Miha Tomšič (4, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 63, 66, 67, 86), Mihael Mirtič (12, 87, 89), Miran Kambič (42, 54), Modest Erbežnik (18, 20), Neva Jejčič (84, 85), Nina Goršič (19), Primož Komel in Matej Pavlič (10, 11), Tatjana Adamič (31, 39), Tomaž Škerlep (65, 68), Xella Porobeton d. o. o. (48), Zgodovinski arhiv Ljubljana (13). Fototeke Ministrstva za kulturo, Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije in Narodne galerije.

Lektoriranje: Nataša Purkat, Lektor'ca

Oblikovanje: Črt Mate, Ana Pilko

Tisk: Birografika Bori

Naklada: 100 izvodov

Ljubljana, oktober 2025

Publikacija je brezplačna.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

699.86:719(497.4)

719:620.9(497.4)

SMERNICE za energetska prenova stavb kulturne dediščine / [avtorji druge, posodobljene izdaje Miha Tomšič ... [et al.] ; fotografije Alenka Železnik ... et al.]. - 2., posodobljena izd. - Ljubljana : Gradbeni inštitut ZRMK, 2025

ISBN 978-961-6710-05-3

COBISS.SI-ID 257886723

Smernice

za energetska prenova
stavb kulturne dediščine

Druga, posodobljena izdaja, 2025



Projekt so financirali



Sodelujoče institucije



Ljubljana, oktober 2025

Uvodne besede

POVEZOVANJE PODNEBNIH ČILJEV IN VARSTVA KULTURNE DEDIŠČINE

Podnebne spremembe kot ključna tema našega časa so pereč izziv, katerega učinki so vse bolj vidni na območjih dediščine in v skupnostih po vsem svetu. Mednarodne in nacionalne politike že dlje časa obravnavajo grožnje antropogenih podnebnih sprememb za kulturno in naravno svetovno dediščino, predvsem z vidika omilitve negativnih in nepovratnih posledic na dediščino ter sprememb na življenje skupnosti. Občutno manj pozornosti je bilo do zdaj namenjene povezavam med projekti v zvezi z obnovljivimi viri energije ter zaščito, varstvom in upravljanjem dediščine. Več ciljev agende za trajnostni razvoj do leta 2023 (cilji št. 7, 11, 13) vzpostavlja globalno okolje za povezovanje okoljske, socialne in gospodarske razsežnosti trajnostnega razvoja, UNESCO kot specializirana agencija za kulturo in dediščino pa je naš referenčni strokovni okvir za delovanje na tem področju.

Skladno s strategijo družb za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in ublažitev podnebnih sprememb lahko v prihodnjih letih upravičeno pričakujemo več predlogov za projekte na področju obnovljivih virov energije in za zagotavljanje energetske učinkovitosti. Ker tovrstni projekti spadajo med dejavnike, ki vplivajo na lastnosti ali pojavnost dediščine in njen pomen za družbo, je pomembno zagotoviti, da se s projekti povezani posegi načrtujejo in izvajajo tako, da obravnavajo in upoštevajo dediščinske vrednosti. Ključna v tem procesu je presoja vplivov, saj omogoča zgodnje prepoznavanje potencialnih vplivov, spodbuja informirano odločanje in pomaga uravnotežiti podnebne cilje z obveznostmi ohranjanja dediščine.

Za ravnanje, ki bo preseglo konkretne in posamične projekte ter spodbudilo temeljite spremembe in pozitivne rezultate na terenu, je nujno aktivno, konstruktivno in vključujoče sodelovanje raznih deležnikov. Priročniki, smernice, konkretni primeri in prakse so način odprtega obveščanja, predstavljanja in s tem razumevanja ter dialoga med pristojnimi vladnimi in občinskimi službami, strokovnimi zavodi, dediščinskimi upravljavci, načrtovalci in investitorji. Tako bodo posamične dobre prakse postale skupno znanje. Naj bo ta publikacija prispevek temu!

Špela Spanžel, generalna direktorica Direktorata za kulturno dediščino, Ministrstvo za kulturo

KULTURNA DEDIŠČINA V ČASU ENERGETSKE PREOBRAZBE

Projekt z naslovom Metodologija umeščanja fotonapetostnih naprav na stavbe kulturne dediščine v območjih naselbinske dediščine ter posodobitev Smernic za energetska prenova stavb kulturne dediščine obravnava eno ključnih vprašanj sodobnega časa, tj. kako uskladiti cilje energetske preobrazbe z varstvom kulturne dediščine in kakovostno prenovo grajenega okolja.

Stavbe kulturne dediščine so pomemben del nacionalnega stavbnega fonda z visoko arhitekturno, prostorsko in identitetno vrednostjo. Pri njihovi prenovi je treba uskladiti zahteve varovanja dediščine z načeli energetske učinkovitosti, zmanjšanja emisij in prilagajanja na podnebne spremembe. Energetski prehod zahteva, da tudi ti objekti postanejo del sodobnih tehničnih rešitev in uporabe novih materialov, vendar na način, ki spoštuje njihovo zgodovinsko vlogo in vrednote prostora.

Raziskovalni projekt zato vzpostavlja metodologijo za načrtovanje in umestitev fotonapetostnih naprav ter posodablja Smernice za energetska prenova stavb kulturne dediščine, cilj pa je omogočiti uporabo obnovljivih virov energije ob hkratnem ohranjanju kulturnih in prostorskih vrednot.

Pomemben dosežek projekta je vzpostavitev učinkovitega interdisciplinarnega sodelovanja med energetskimi strokovnjaki, konservatorskimi službami, urbanističnimi načrtovalci in raziskovalnimi institucijami. Takšen povezovalni pristop je omogočil oblikovanje strokovno preverjenih in usklajenih rešitev, ki združujejo tehnično izvedljivost, energetska učinkovitost, estetsko skladnost in zakonodajno utemeljenost ter so tako izhodišče za nadaljnji razvoj trajnostnih praks prenove stavb kulturne dediščine.

Projekt tako prispeva k vzpostavitvi strokovnih podlag za trajnostno prenovo stavb kulturne dediščine, ki združuje načela energetske učinkovitosti, zmanjšanja emisij in ohranjanja prostorske identitete. Gre za korak naprej v razumevanju, da se kulturna dediščina ne ohranja le s statičnim varovanjem, temveč z njenim aktivnim vključevanjem v sodoben, energetska učinkovit prostor.

mag. Erik Potočar, vodja sektorja za rabo energije, Direktorat za energijo, Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo

PREDGOVOR K DRUGI, POSODOBLJENI IZDAJI SMERNIC ZA ENERGETSKO PRENOVO STAVB KULTURNE DEDIŠČINE

Prvo izdajo nacionalnih smernic za energetska prenova stavb kulturne dediščine je leta 2016 pripravila delovna skupina, sestavljena iz predstavnikov Ministrstva za infrastrukturo Republike Slovenije, Ministrstva za kulturo Republike Slovenije, Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Urbanističnega inštituta Republike Slovenije in Gradbenega inštituta ZRMK. To je bilo prelomno dejanje ter je razširilo in dopolnilo vsebino celostnega ohranjanja stavb kulturne dediščine v Sloveniji.

Smernice so pokazale, da je energetska prenova, usklajena s kulturnovarstvenimi zahtevami, legitimen, logičen in strokovno ustrezen element celostnega ohranjanja stavb kulturne dediščine, ki ima večplastne okoljske, družbene, gospodarske in kulturne učinke ter z izboljšanjem bivalnega ugodja, znižanjem obratovalnih stroškov in podaljšanjem uporabne življenjske dobe prispeva tudi k pozitivnemu odnosu lastnikov in uporabnikov do teh stavb.

Vsebinsko so bile smernice zastavljene kot vir informacij in vodnik s strokovnimi napotki za ravnanje ne le strokovnjakom konservatorjem, ampak tudi projektantom, lastnikom in upravnikom zasebnih in javnih stavb. S tem je bila zapolnjena vrzel v razumevanju in poznavanju problematike energetske prenove stavb kulturne dediščine. Pri investitorjih in projektantih se to nanaša zlasti na načela, metode in pomen celostnega ohranjanja kulturne dediščine, pri pristojnih konservatorjih pa predvsem na sodobne materiale, proizvode in tehnologije ter učinke in koristi ukrepov energetske prenove. Posamezna tehnična poglavja smernic so splošno uporabna pri načrtovanju energetske prenove in s tem zmanjšanju ogljičnega odtisa vseh stavb, ne le stavb kulturne dediščine.

Spremembe zakonodaje in strateških usmeritev, nove terminološke opredelitve, novi gradbeni proizvodi s sistemskimi rešitvami in tehnični stavbni sistemi na trgu ter izkušnje na podlagi izvedenih projektov energetske prenove stavb kulturne dediščine so bili podlaga za temeljit pregled obstoječih smernic ter preureditev, posodobitev in obsežno dopolnitev njihove vsebine. Še bolj je poudarjena nujnost celovitega pristopa k načrtovanju energetske prenove kot samostojnega projekta ali sestavnega dela širše prenove stavb kulturne dediščine.

Smernice so bile že ob nastanku zamišljene kot živ dokument, ki se lahko po potrebi nadgradi. Tudi Dolgoročna strategija energetske prenove stavb do leta 2050 ter Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt 2024 sta v okviru ukrepov za krepitev podpornega okolja za celostno ohranjanje kulturne dediščine predvidela pregled, osvežitev in dopolnitev smernic.

Tokratna izdaja smernic je rezultat raziskovalnega dela projekta CRP 2023 V5-2358 z naslovom Metodologija umeščanja fotonapetostnih naprav na stavbe kulturne dediščine in v območjih naselbinske dediščine ter posodobitev Smernic za energetska prenova stavb kulturne dediščine. Sočasno s smernicami so bila med projektom pripravljena Priporočila za namestitve fotonapetostnih naprav na območjih stavbne in naselbinske dediščine, ki podrobneje obravnavajo ukrep namestitve fotonapetostnih naprav na stavbe ter prinašajo informacije o morebitnih zahtevah in prilagoditvah, ki izhajajo iz varstva kulturne dediščine, vidnosti stavbe ter značilnosti naselja in oblikovnih značilnosti stavbe.

dr. Miha Tomšič s soavtorji

Kazalo vsebine

1	Temeljni pojmi	12
2	Kulturna dediščina ter njena energetska prenova v nacionalnih programih in predpisih	18
2.1	Uvod	19
2.2	Energetska prenova stavb kulturne dediščine v naložbah prenove stavb javnega sektorja	20
2.3	Temeljni evropski okvir	21
2.3.1	Direktivi o energetske učinkovitosti in o energetske učinkovitosti stavb	21
2.4	Nacionalne strateške usmeritve	22
2.4.1	Operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2021–2027	22
2.4.2	Dolgoročna strategija energetske prenove stavb do leta 2050	23
2.4.3	Načrt za okrevanje in odpornost	23
2.4.4	Celoviti nacionalni podnebni in energetski načrt (NEPN 2024)	24
2.4.5	Akcijski načrt za energetske učinkovitost za obdobje 2017–2020 (AN URE 2020)	25
2.5	Zakonodaja, smernice in priporočila s področja učinkovite rabe in obnovljivih virov energije	26
2.5.1	Učinkovita raba energije	26
2.5.1.1	Zakon o učinkoviti rabi energije (ZURE)	26
2.5.1.2	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2022) in pripadajoča Tehnična smernica TSG-1-004: 2022 Energijska učinkovitost stavb	27
2.5.1.3	Gradbeni zakon (GZ-1)	28
2.5.1.4	Standard SIST EN 16883:2017	28
2.5.1.5	Smernice za energetske prenovalne stavbe kulturne dediščine	29
2.5.2	Obnovljivi viri energije	30
2.5.2.1	Zakon o uvajanju naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije (ZUNPEOVE)	30
2.5.2.2	Smernice za umeščanje sistemov obnovljivih virov energije na stavbe in območja kulturne dediščine Slovenije	30
2.5.2.3	Uredba o podrobnejših pravilih urejanja prostora za umeščanje fotonapetostnih naprav in sprejemnikov sončne energije	30
2.5.2.4	Uredba o podrobnejših pravilih urejanja prostora za umeščanje fotonapetostnih naprav in sprejemnikov sončne energije – priporočilo	31
3	Deset osnovnih načel	32
4	Osnovni namen smernic	34

5	Varstvo kulturne dediščine v Sloveniji	37
5.1	Uvod	38
5.2	Sistem varstva	39
5.2.1	Nepremična kulturna dediščina	39
5.2.2	Stavbna dediščina	39
5.2.3	Naselbinska dediščina	40
6	Predhodne analize stanja in potencialov za energetska prenova	41
6.1	Uvod	42
6.2	Ocena kulturnega pomena stavbe	43
6.3	Konservatorski načrt	44
6.4	Gradbenotehnična analiza stavbe	45
6.4.1	Stopnja zahtevnosti preiskav in analiz	45
6.4.2	Osnovni pregled stavbe	45
6.4.3	Podrobnejše preiskave	45
6.4.4	Izboljšanje konstrukcijskih lastnosti	46
6.4.5	Širši pogled na gradbenotehnično analizo	47
6.4.5.1	Notranje vodovodne in odtočne napeljave	47
6.4.5.2	Univerzalna graditev in uporaba	47
6.5	Požarna in električna varnost	48
6.5.1	Presoja požarne varnosti	48
6.5.2	Presoja električne varnosti	48
6.5.3	Ukrepi za izboljšanje požarne in električne varnosti pri prenovi	49
6.6	Meritve notranjih mikroklimatskih razmer	50
6.6.1	Primer spreminjanja mikroklimatskih razmer zaradi posameznih ukrepov	50
6.7	Termografska analiza	51
6.8	Preiskave z georadarsko metodo	53
6.9	Kurilne, dimovodne in prezračevalne naprave	54
6.10	Analiza osvetljenosti prostorov	54
7	Opredelitev potreb po energetska prenovi	55
7.1	Parametri notranjega okolja in bivalnega ugodja	56
8	Kdaj in kako v energetska prenova	58
8.1	Uvod	59
8.2	Energetski pregled	60
8.3	Sprejemanje odločitev za energetska prenova	61

Kazalo vsebine

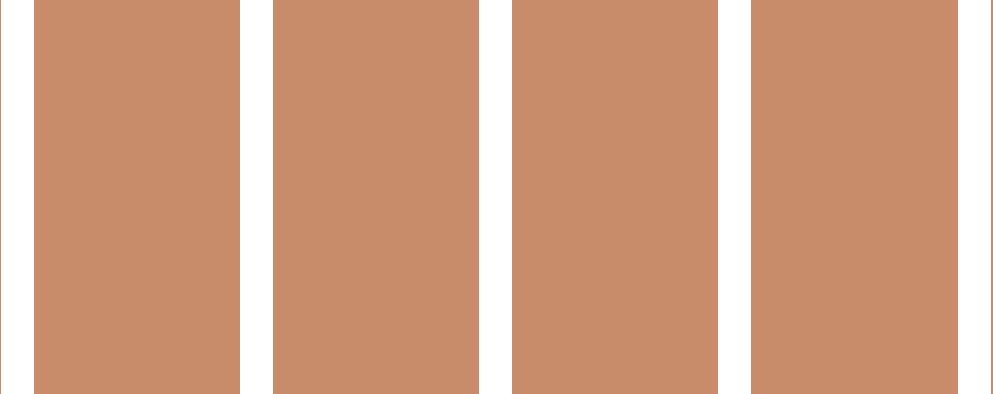
8.4	Projekt energetske prenove – dokumentacija in proces	62
8.5	Vračilna doba investicije	65
8.6	Sodelovanje lastnikov	65
9	Vloga energetske prenove pri odpornosti stavb kulturne dediščine proti ekstremnim vremenskim dogodkom, podnebnim spremembam in drugim izjemnim dogodkom ter prilagajanju nanje	66
9.1	Energetska prenova kot korak k boljši prilagodljivosti in odpornosti stavb	67
9.2	Načrtovanje za prilagodljivost in odpornost	67
9.3	Ekstremni vremenski dogodki in podnebne spremembe	68
9.4	Drugi ekstremni dogodki	69
10	Splošno o konstrukciji in gradbenih materialih stavb kulturne dediščine	70
10.1	Uvod	71
10.2	Osnovne informacije o tipih stavbnih konstrukcij	72
10.3	Razvrstitev materialov in njihova izbira	73
11	Vlaga v stavbi	75
11.1	Uvod	76
11.2	Poroznost kot ključna lastnost materiala pri težavah z vlago	76
11.3	Relativni pomen vsebnosti vlage	77
11.4	Kratek opis vzrokov za poškodbe zaradi vlage v konstrukcijah	77
11.4.1	Higroskopne soli	77
11.4.2	Zmrzal	77
11.4.3	Kemijske poškodbe	78
11.4.4	Vlaga in alge na fasadi	78
11.5	Sanacija vlage v konstrukcijah	79
11.5.1	Osnovna pravila za sušenje čezmerno vlažnih konstrukcij	80
11.6	Difuzija in kondenzacija vodne pare	81
11.6.1	Površinska kondenzacija vodne pare	82
12	Razvrstitev stavb in njihove glavne značilnosti	86
12.1	Uvod	87
12.2	Zgodovinske stavbe, zgrajene pred koncem 19. stoletja	88
12.3	Zgodnje modernistične stavbe, zgrajene od tretje četrtine 19. stoletja do prve svetovne vojne in med obema vojnoma	89
12.3.1	Obdobje med letoma 1875 in 1918	89

12.3.2	Obdobje med obema vojnama	90
12.4	Stavbe, zgrajene po drugi svetovni vojni med letoma 1945 in 1980	91
12.5	Stavbe, zgrajene po letu 1980	91
13	Vpliv posameznih ukrepov na varovane elemente	92
13.1	Uvod	93
13.2	Vrednotenje vplivov ukrepov energetske prenove	93
13.3	Dodatne podlage za odločitve	96
14	Ukrepi na stavbnem ovoju	97
14.1	Splošni učinki toplotne zaščite stavbnega ovoja	98
14.2	Vodila pri načrtovanju toplotne zaščite	99
15	Zunanje stene	100
15.1	Varovani elementi	101
15.2	Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani	101
15.2.1	Toplotna zaščita celotnega fasadnega ovoja	102
15.2.2	Toplotna zaščita posameznih fasad	103
15.2.3	Prezračevane in obešene fasade	103
15.3	Toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani	104
15.3.1	Toplotna zaščita posameznih prostorov ali sten z notranje strani	105
15.3.1.1	Osnovni vrsti notranje toplotne zaščite	106
15.3.2	Posebni barvni nanosi	107
16	Strop in tla	108
16.1	Varovani elementi	109
16.2	Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju	110
16.2.1	Toplotna zaščita na tleh podstrehe	110
16.2.2	Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju	110
16.3	Toplotna zaščita tal nad neogrevanim prostorom	111
16.3.1	Toplotna zaščita tal nad neogrevanim prostorom na spodnji (hladni) strani	111
16.3.2	Toplotna zaščita tal nad neogrevanim prostorom na zgornji (topli) strani	111
16.4	Toplotna zaščita tal na zemljišču oziroma v stiku z zemljino	111
17	Strehe	112
17.1	Varovani elementi	113
17.2	Toplotna zaščita strehe	114
17.2.1	Poševna streha	115

Kazalo vsebine

17.2.1.1	Načini izvedbe	116
17.2.2	Ravna streha	117
17.2.2.1	Načini izvedbe	118
18	Okna in vrata	120
18.1	Varovani elementi	121
18.2	Okna	123
18.2.1	Ocena stanja	124
18.2.2	Obnova ali popravilo oken	124
18.2.2.1	Nadgradnja ali zamenjava zasteklitve	125
18.2.2.2	Zamenjava notranjega okenskega krila (dvojna, škatlasta in vezana okna)	126
18.2.2.3	Zamenjava okna	126
18.3	Osnovne informacije o vrstah in lastnostih zasteklitve	128
18.4	Podrobnejše smernice za ukrepe pri posameznih tipih oken brez dodatne toplotne zaščite fasade	129
18.4.1	Dvojna in škatlasta okna	129
18.4.2	Vezana okna	129
18.4.3	Enojna okna	130
18.5	Vrata	130
18.5.1	Obnova vrat	131
18.6	Tehnična navodila za zamenjavo stavbnega pohištva	131
18.6.1	Vgradnja stavbnega pohištva po načelu tesnjenja v treh ravneh	131
18.6.2	Napotki za ravnanje po obnovi ali zamenjavi stavbnega pohištva	133
19	Izboljšanje zrakotesnosti ovoja stavbe	135
19.1	Uvod	136
19.2	Tesnjenje ovoja stavbe	136
19.3	Preizkus zrakotesnosti	137
20	Ogrevanje, prezračevanje, hlajenje in klimatizacija	138
20.1	Ogrevanje	139
20.1.1	Vgradnja ali zamenjava centralnega sistema za ogrevanje	139
20.1.2	Centralna in lokalna regulacija ogrevanja prostorov	139
20.1.3	Hidravlično uravnoteženje sistema za ogrevanje	140
20.1.4	Regulirana obtočna črpalka	141
20.1.5	Regulatorji tlačne razlike na dvižnih vodih	141
20.1.6	Zamenjava starejših kurilnih naprav	141

20.1.7	Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih	142
20.1.8	Priklop na daljinsko ogrevanje	142
20.1.9	Temperiranje	142
20.1.10	Sevalni (infrardeči) grelni paneli	143
20.2	Prezračevanje	143
20.2.1	Kontrolirano mehansko prezračevanje z vračanjem toplote	143
20.2.2	Higrosenzibilno prezračevanje	143
20.2.3	Centralni sistem za kontrolirano mehansko prezračevanje z vračanjem toplote	144
20.2.4	Razmislek ob načrtovanju izvedbe ukrepa kontroliranega mehanskega prezračevanja	144
20.2.5	Prezračevanje z lokalnimi napravami	145
20.3	Hlajenje in klimatizacija	145
20.4	Centralni nadzorni sistem za upravljanje stavb	146
21	Ukrepi za povečanje rabe obnovljivih virov energije	147
21.1	Izkoriščanje toplote iz okolice – toplotne črpalke	148
21.2	Ogrevanje z biomaso	149
21.3	Namestitev sprejemnikov sončne energije	150
21.4	Namestitev fotonapetostnih naprav	151
22	Organizacijski ukrepi	154
22.1	Uvod	155
22.2	Organizacijski ukrepi pri ogrevanju, hlajenju, klimatizaciji in prezračevanju prostorov	156
22.2.1	Ogrevanje	156
22.2.2	Hlajenje in klimatizacija	156
22.2.3	Prezračevanje	156
22.3	Organizacijski ukrepi pri pripravi tople sanitarne vode	157
22.4	Organizacijski ukrepi pri električni razsvetljavi	158
22.5	Energetsko knjigovodstvo	159
23	Strokovna pomoč pri prenovi stavb kulturne dediščine	160
Viri		162
Priloga 1: Vloga za kulturnovarstvene usmeritve		169
Priloga 2: Izjava projektanta in pooblaščenega inženirja s področja gradbeništva o izpolnjevanju bistvenih zahtev in obstoječem stanju stavbe		172
Priloga 3: Primer dobre prakse energetske prenove stavbe kulturne dediščine		174



1

12

Temeljni pojmi

CELOSTNO OHRANJANJE

je sklop ukrepov, s katerimi se zagotavljajo nadaljnji obstoj in obogatitev dediščine, njeno vzdrževanje, obnova, prenova, uporaba in oživiljanje (vir: A).

CELOVITA ENERGETSKA PRENOVA

— je prenova, pri kateri se izvedejo ukrepi učinkovite rabe energije na ovoju stavbe in na stavbnih tehničnih sistemih, da se izpolnijo minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti po 4. členu Direktive 2010/31/EU. Pri celovitih energetskih prenovah obstoječih javnih stavb se zaradi pridobivanja finančnih spodbud preverjajo zahteve na ravni minimalnih zahtev energetske učinkovitosti (koeficient specifičnih transmisij toplinskih izgub, dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, minimalna vrednost toplotne prehodnosti elementov zunanje površine stavbe in ločilnih elementov delov stavbe in doseganje minimalnega deleža obnovljivih virov energije skupne dovedene energije za delovanje stavbe) (vir: B).

Opomba: Minimalne zahteve iz zgornjega odstavka od leta 2024 zelo podobno opredeljuje 5. člen nove Direktive (EU) 2024/1275 o energetske učinkovitosti stavb.

— je izvedba del in ukrepov, s katerimi se zagotovi energetska prenova toplotnega ovoja stavbe in tehničnih stavbnih sistemov tako, da so dosežene zahteve pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah oziroma zahteve za skoraj ničenergijsko stavbo (vir: C).

CELOVITA ENERGETSKA PRENOVA STAVB KULTURNE DEDIŠČINE

Stavb, ki imajo prepoznavne stavbne elemente oziroma so varovane kot kulturna dediščina, običajno ni mogoče celovito energetske prenoviti na način, ki ne bi negativno vplival na varovane vrednote. Zato s tem izrazom označujemo posebnost celovite energetske prenove, iz katere so izključeni vsi ukrepi, ki bi neki stavbi bistveno spremenili videz, strukturo, razmerja in uporabo ali jo razvrednotili, uničili, razgradili ali spremenili. Obseg celovite energetske prenove je zato odvisen od arhitekturnega in zgodovinskega pomena neke stavbe, ki morata biti upoštevana, s čimer se zagotavljajo nadaljnji obstoj in obogatitev kulturne dediščine ter njeno vzdrževanje, obnova, prenova, uporaba in oživiljanje tako, da

posegi vanjo ne vplivajo negativno na njene varovane lastnosti ter ne ogrožajo njenega pomena in nadaljnjega obstoja.

Opomba: Pri sofinanciranju ukrepov iz strukturnih skladov praviloma velja, da kadar izvedba posameznega ukrepa iz razširjenega energetskega pregleda zaradi varovanja kulturne dediščine ni dovoljena, torej ukrepa ni mogoče izvesti ali se ta izvede le delno, v skladu s temi smernicami ukrep velja za izvedenega in se taka energetska prenova šteje za celovito energetske prenovi.

Pri pozivih za dodelitev nepovratnih finančnih spodbud lahko izvedba posameznega ukrepa, ki bo izveden pri obnovi kulturnovarstveno zaščitene stavbe, odstopa od pogojev za energetske učinkovitost, ki so navedeni v javnem pozivu. Nepovratna finančna spodbuda je v tem primeru lahko dodeljena le, če bodo pri načrtovanju in izvedbi ukrepa upoštevane Smernice za energetske prenovi stavb kulturne dediščine in uporabljeno zadnje stanje gradbene tehnike ob hkratnem upoštevanju razumnih stroškov. Pri načrtovanju rabe obnovljivih virov energije morajo biti upoštevane tudi Smernice za umeščanje sistemov obnovljivih virov energije na stavbe in območja kulturne dediščine Slovenije, Uredba o podrobnejših pravilih urejanja prostora za umeščanje fotonapetostnih naprav in sprejemnikov sončne energije s pripadajočim priporočilom ter Priporočila za namestitve fotonapetostnih naprav na območjih stavbne in naselbinske dediščine. Pooblaščenec mora v tem primeru vlogi priložiti tudi kulturnovarstvene pogoje in soglasje pristojnega Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

DELNA ENERGETSKA PRENOVA

je izvedba posameznih ukrepov na ovoju stavbe ali tehničnih stavbnih sistemih, da se poveča energijska učinkovitost stavbe tako, da so dosežene zahteve pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah oziroma zahteve delnih kazalnikov (vir: C).

ENERGETSKA IZKAZNICA

je javna listina s podatki o energetske učinkovitosti stavbe ali dela stavbe s priporočili za povečanje energetske učinkovitosti (vir: Č).

ENERGETSKA UČINKOVITOST STAVBE

je z izračunanimi kazalniki energetske učinkovitosti stavbe opredeljena količina potrebne energije za zagotavljanje notranjega ugodja s toplotnim ovojem in tehničnih stavbnih sistemov (ogrevanje, hlajenje, prezračevanje in klimatizacija, vključno z navlaževanjem ali razvlaževanjem zraka, pripravo TSV in razsvetljavo) in potrebno skupno primarno energijo za delovanje teh sistemov (vir: C).

ENERGETSKA STORITEV

je fizikalni učinek, korist ali ugodnost, ki izhaja iz kombinacije energije in energetske učinkovite tehnologije ali ukrepa, ki lahko vključuje potrebno obratovanje, vzdrževanje in nadzor glede opravljanja storitve, in se opravi na podlagi pogodbe ter za katero se je izkazalo, da v običajnih okoliščinah preverljivo in merljivo oziroma ocenljivo izboljša energetske učinkovitosti ali prihrani primarno energijo (vir: Č).

ENERGETSKI PREGLED

je sistematični postopek za seznanitev z obstoječim profilom porabe energije stavbe ali skupine stavb, industrijskega ali komercialnega procesa, obrata, zasebne ali javne storitve, s katerim se opredelijo in ocenijo stroškovno učinkovite možnosti za prihranek energije ter v okviru katerega se poroča o ugotovitvah (vir: Č).

FOTONAPETOSTNE NAPRAVE (FN-NAPRAVE)

so naprave, ki proizvajajo električno energijo z izrabo sončne energije, vključno s tehnično opremo, potrebno za njihovo delovanje, napravami za shranjevanje energije in priključki na omrežje (vir: D). Za del fotonapetostne naprave se šteje tudi podkonstrukcija, na katero so nameščeni fotonapetostni moduli (vir: E).

FOTONAPETOSTNI MODUL (FN-MODUL)

je osnovni element fotonapetostne naprave v obliki plošče ali strešnika, ki je sestavljen iz niza električno povezanih celic (vir: E).

IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

je povečanje energetske učinkovitosti zaradi tehnoloških, vedenjskih ali gospodarskih sprememb (vir: Č).

KONSERVATORSKI NAČRT

je elaborat, ki je del projektne dokumentacije, s katerim se določijo sestavine spomenika, ki jih je treba ohraniti, ter usmeritve za ohranitev in varovanje spomenika. Konservatorski načrt je potreben vedno, kadar gre za posege v strukturne elemente spomenika. Priprava konservatorskega načrta se lahko zahteva za poseg v spomenik, če je nameravani poseg kompleksen, grozi nevarnost uničenja ali ogrožanja varovanih vrednot ali je treba pri posegu izvesti konservatorsko-restavratorska dela (vir: A).

KONSERVATORSKI NAČRT ZA PRENOVO

je obvezni sestavni del občinskega podrobnega prostorskega načrta, s katerim se načrtuje celovita prenova območja naselbinske dediščine, kulturne krajine ali območja druge dediščine, ki je značilen del prostora in grajenih struktur. S konservatorskim načrtom za prenovu se zagotovi upoštevanje družbenega pomena in razvojnih možnosti dediščine pri prostorskem načrtovanju (vir: I).

NASELBINSKA DEDIŠČINA

je nepremična dediščina, ki v naravi pomeni mestno, trško ali vaško jedro, njegov del ali drugo območje poselitve (vir: A).

NEDOVOLJEN POSEG

je vsak poseg v dediščino, ki se izvaja brez kulturnovarstvenega soglasja ali v nasprotju z njim (vir: A).

NEPREMIČNA DEDIŠČINA

so nepremičnine ali njihovi deli z vrednotami dediščine, vpisani v register dediščine (vir: A).

OVOJ STAVBE

so vgrajeni elementi stavbe, ki ločujejo njeno notranjost od zunanjega okolja. (vir: Č).

POSAMEZNI UKREP

je ukrep, ki zagotovi preverljivo in merljivo ali ocenljivo izboljšanje energetske učinkovitosti in je sprejet kot rezultat ukrepa politike (vir: Č).

POSEG V DEDIŠČINO

so vsa dela, dejavnosti in ravnanja, ki kakor koli spreminjajo videz, strukturo, notranja razmerja in uporabo dediščine ali ki dediščino uničujejo, razgrajujejo ali spreminjajo njeno lokacijo, zlasti vse spremembe dediščine, ki se štejejo za gradnjo v skladu s predpisi o graditvi objektov, dela pri vzdrževanju in uporabi dediščine, premeščanje dediščine ali njenih delov, dejavnosti in ravnanja, ki se izvajajo v zvezi z dediščino ali neposredno z njo, ter iskanje arheoloških ostalin in raziskave dediščine (vir: A).

POSTOPNA ENERGETSKA PRENOVA

je prenova, pri kateri se potrebni ukrepi za celovito energetska prenova izvajajo fazno. Praviloma se najprej energetska prenovi toplotni ovoj stavbe in nato tehnični sistemi v stavbi. Postopna prenova je tako sestavljena iz zaporednih delnih prenov, ki pa morajo biti med seboj skrbno usklajene (vir: B).

PREGLEDOVALNIK VARSTVENIH REŽIMOV KULTURNE DEDIŠČINE (eVRD)

vsebuje zbrane podatke o pravnih režimih, ki jih je treba upoštevati pri pripravi načrtov in posegih na območja kulturne dediščine. Uporabnik lahko pregleduje podatke na karti režimov, kjer so ti interaktivno povezani s priročnikom pravnih režimov varstva in veljavnimi akti o razglasitvah za kulturni spomenik. Podatki v sistemu eVRD so povzeti po podatkih registra nepremične kulturne dediščine. Vsebujejo samo tista območja, ki jih dejansko varujemo v naravi, dodana so tudi vplivna območja, ki sicer niso sestavni del registra.

PRENOVA

je sklop dejavnosti z gospodarskega, socialnega in kulturnega področja, s katerimi se ob ustreznem prostorskem načrtovanju zagotovita ohranitev in oživljanje dediščine (vir: A).

PRENOVA OBMOČJA

je zbir dejavnosti za ožvitev razvrednotenega območja, s katerimi se z instrumenti prostorskega načrtovanja, zemljiško politiko in drugimi ukrepi zagotovita ohranitev kakovostnih grajenih struktur ter izboljšanje funkcionalnih, tehničnih, prostorsko-oblikovalskih, bivalnih, gospodarskih, socialnih, kulturnih in okoljskih razmer (vir: F).

PRENOVA TEHNIČNIH STAVBNIH SISTEMOV

zajema prenovu posameznih delov tehničnih stavbnih sistemov ali njihovo nadomestitev z novimi ter načrtovanje opreme za sisteme regulacije in avtomatizacije (vir: prilagojeno po C).

PRENOVA TOPLOTNEGA OVOJA

vključuje izvedbo dodatnega sloja toplotne zaščite na toplotnem ovoju stavbe (zunanje stene, tla, streha ipd.), izboljšavo ali zamenjavo stavbnega pohištva ali njegovih delov ter ukrepe za odpravo netesnih mest in konstrukcijskih toplotnih mostov v toplotnem ovoju (vir: prilagojeno po C).

PRIHRANEK ENERGIJE

je količina prihranjene energije, določena z meritvijo ali oceno porabe pred izvedbo ukrepa za izboljšanje energetske učinkovitosti in po njej, ob zagotovljenih normalnih zunanjih pogojih, ki vplivajo na porabo energije (vir: Č).

RAZISKAVA

so dela, ki posegajo v dediščino zaradi potreb njenega varstva, s katerimi se proučujejo njeni deli ter pridobivajo podatki o njenem pomenu, stanju in ogroženosti (vir: A).

REGISTER NEPREMIČNE KULTURNE DEDIŠČINE (RKD)

je uradna zbirka podatkov o nepremični kulturni dediščini na območju Republike Slovenije. Z vpisom v register dobi vsaka enota enotno identifikacijo dediščine (EID), ki jo uporabljamo v upravnih in strokovnih postopkih varstva kulturne dediščine. Register vodi Ministrstvo za kulturo. Obseg registra, njegovo vodenje in uporabo podrobno ureja Pravilnik o registru kulturne dediščine (Uradni list RS, št. 66/09). Poleg osnovnih opisnih podatkov register za vsako enoto dediščine vsebuje tudi geolokacijske podatke (centroid in območje enote), ki so na spletu dostopni v obliki interaktivne karte.

SKORAJ NIČENERGIJSKA PRENOVA

je energetska prenova stavbe, pri kateri se s prenovu izpolnijo minimalne zahteve energijske učinkovitosti, ki so v skladu z nacionalno opredelitvijo skoraj ničenergijske stavbe (vir: B).

SKORAJ NIČENERGIJSKA STAVBA

je stavba z zelo visoko energetske učinkovitostjo oziroma zelo majhno količino potrebne energije za delovanje, pri čemer je potrebna energija večinoma proizvedena iz obnovljivih virov, vključno z energijo iz obnovljivih virov, proizvedeno na kraju samem ali v bližini (vir: Č).

SOLARNI KATASTER

je zbirka digitalnih podatkov, ki opredeljujejo potencial, ranljivost in primernost objektov na območjih varstva kulturne dediščine za namestitve fotonapetostnih naprav.

SPREJEMNIK SONČNE ENERGIJE

je naprava, v kateri se s pretvorbo sončne energije pridobiva toplota za ogrevanje, pripravo tople sanitarne vode ali tehnološke procese (vir: E).

STAVBA

- je pokrit objekt, v katerega se lahko vstopi in je namenjen bivanju ali opravljanju dejavnosti (vir: G);
- je krita konstrukcija s stenami, v kateri se uporablja energija za zagotavljanje notranjih klimatskih razmer (vir: Č).

STAVBA (STAVBNA DEDIŠČINA)

so eno- ali večprostorni grajeni objekti s streho, v katere človek praviloma lahko vstopi in so namenjeni bivanju ali opravljanju dejavnosti. K njim spadajo sestavine in pritikline, ki so namenjene uporabi (drug objekt, napeljava, zemljišče) ali olepšanju (okrasje, oprema) ali so nepogrešljive za njihovo delovanje. Več funkcionalno in prostorsko povezanih stavb sestavlja skupino stavb (vrstna hiša, blok, domačija, tovarna). Stavbe so dokaz bivanjske kulture, načinov gradnje ter funkcionalnih in likovnih umestitev v okolje. So odraz in primer stopenj gospodarskega, kulturnega, socialnega, političnega, tehnološkega in verskega razvoja. Ločimo gospodarske/proizvodne, javne, poslovne in stanovanjske stavbe, ki spadajo v okvir profanih stavb, ter sakralne stavbe, ki so v osnovi namenjene bogoslužju (vir: H).

STAVBA KULTURNE DEDIŠČINE

je pojem, s katerim v teh smernicah označujemo vsako stavbo, ki je varovana po predpisih varstva kulturne dediščine, ne glede na to, ali stoji znotraj naselbinske dediščine ali je varovana kot stavbna dediščina. Pojem vključuje celotno gradacijo dediščine ne glede na vrsto pravne podlage, torej registrirano kulturno dediščino, kulturne spomenike lokalnega pomena, kulturne spomenike državnega pomena in stavbe, ki so varovane kot sestavni del območja naselbinske dediščine.

STROŠKOVNO OPTIMALNA RAVEN

je raven energetske učinkovitosti z najnižjimi stroški med ocenjenim ekonomskim življenjskim ciklom, pri čemer se najnižji stroški določijo ob upoštevanju stroškov naložb, povezanih z energijo, stroškov vzdrževanja in operativnih stroškov (vključno s stroški energije, energijskimi prihranki, kategorijo zadevne stavbe in zaslužki od proizvedene energije), kjer je to primerno, in stroškov odstranjevanja, kjer je to primerno. Stroškovno optimalna raven je v območju ravni učinkovitosti, kjer je analiza stroškov in koristi, izračunana med ocenjenim ekonomskim življenjskim ciklom, pozitivna (vir: Č).

ŠIRŠA PRENOVA

je prenova, ki poleg energetskega vidika vključuje tudi druge vidike prenove (na primer protipotresni, požarni, protipoplavni vidik, kakovost notranjega okolja in drugo) (vir: B).

TEHNIČNI STAVBNI SISTEM

je tehnična oprema stavbe ali posameznega dela stavbe, ki omogoča ogrevanje in hlajenje prostorov, prezračevanje, pripravo sanitarne tople vode, vgrajeno razsvetljavo, avtomatizacijo in nadzor stavbe, proizvodnjo električne energije na kraju samem ali kombinacijo navedenega, vključno s tistimi sistemi, ki uporabljajo energijo iz obnovljivih virov (vir: Č).

TOPLOTNI OVOJ STAVBE

je ovoj stavbe ali dela stavbe, ki ločuje kondicioniran del stavbe od okolice ali sosednjih prostorov stavbe ali druge stavbe, če je razlika v temperaturi zraka med njima večja od 4 K ali je določen glede na pravila razdelitve stavb na toplotne cone v skladu s SIST EN ISO 52000-1 (vir: C).

TRAJNOSTNA PRENOVA

je prenova stavbe, pri kateri se upoštevajo merila in kazalniki trajnostne gradnje (vir: B). S pojmom trajnostna prenova opisujemo ukrepe prenove, pri katerih enakovredno obravnavamo okoljska, gospodarska in družbena merila ter pri stavbah kulturne dediščine še kulturna merila v skladu s SIST EN 16883:2017, Ohranjanje kulturne dediščine – Smernice za izboljšanje energetske učinkovitosti zgodovinskih stavb.

VARSTVENI REŽIM

so pravila, ki ob upoštevanju družbenega pomena spomenika in na podlagi njegovega vrednotenja konkretizirajo omejitve lastninske pravice in drugih upravičenj in določajo ukrepe za izvedbo varstva (vir: A).

VARSTVO

so pravni, upravni, organizacijski, finančni in drugi ukrepi države, pokrajin in občin, namenjeni obstoju in obogatitvi dediščine. Posamezne ukrepe varstva, razen pravnih in upravnih, izvajajo tudi drugi subjekti varstva (vir: A).

VAROVANJE

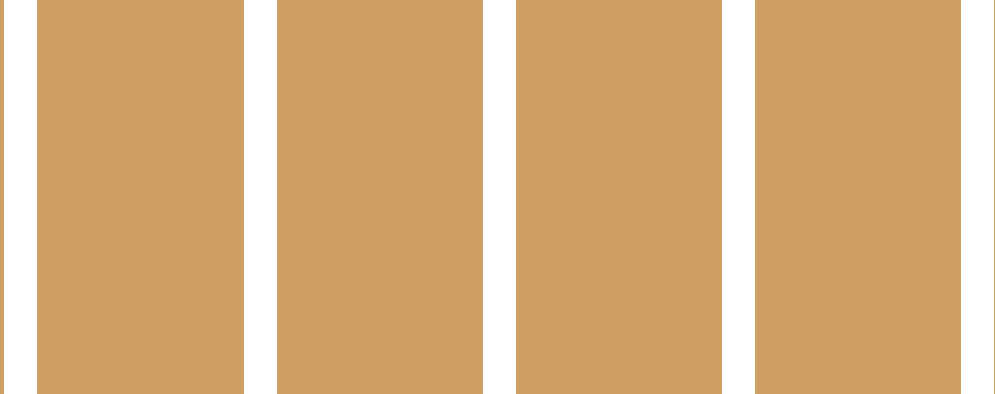
je tako ravnanje z dediščino, ki z rednim vzdrževanjem in obnovo omogoča obstoj vrednot dediščine in njeno uporabo vsaj v najmanjšem obsegu (vir: A).

VEČJA PRENOVA

je rekonstrukcija ali vzdrževanje stavbe, pri kateri skupni stroški prenove ovoja stavbe ali tehničnih stavbnih sistemov presegajo 25-odstotno vrednost stavbe brez vrednosti zemljišča, na katerem ta stoji, ali pri kateri se prenavlja več kot 25 % površine ovoja stavbe (vir: Č).

VIRI:

- A: Zakon o varstvu kulturne dediščine (ZVKD-1).
- B: Dolgoročna strategija energetske prenove stavb do leta 2050.
- C: Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah 2022.
- Č: Zakon o učinkoviti rabi energije (ZURE).
- D: Zakon o uvajanju naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije (ZUNPEOVE).
- E: Uredba o podrobnejših pravilih urejanja prostora za umeščanje fotonapetostnih naprav in sprejemnikov sončne energije.
- F: Zakon o urejanju prostora (ZUreP-3).
- G: Gradbeni zakon (GZ-1).
- H: Pravilnik o seznamih zvrsti dediščine in varstvenih usmeritvah.
- I: Pravilnik o konservatorskem načrtu za prenovu.



2

**Kulturna dediščina
ter njena energetska prenova
v nacionalnih programih
in predpisih**

2.1 Uvod

Ohranjena kulturna dediščina je del blagovne znamke ter marsikdaj ključna razvojna prednost številnih evropskih mest in podeželja. Je živi simbol bogate kulturne preteklosti in raznolikosti, kar se izraža v kulturni identiteti in potrebi, da jo ohranjamo. Zgodovinske stavbe bodo preživele, če jih bomo vzdrževali v dobrem stanju, ohranili njihove varovane vrednote in jim povečali uporabnost z izboljšanjem bivalnega ugodja.

Skoraj 75 % stavbnega fonda Evropske unije je po sedanjih gradbenih standardih neučinkovitega, od 85 do 95 % današnjih stavb pa bo leta 2050 še vedno v uporabi. Kljub strateškim zavezam, ki na ravni EU in držav članic na prvo mesto postavljajo energetska učinkovitost, je ponderirana letna stopnja energetske prenove še vedno nizka in znaša približno 1 %.

Statistični podatki o rabi energije v zgodovinskem stavbnem tkivu v EU izkazujejo pomembne zmožnosti za izboljšave. Obsežna raziskava (Troj in Bastian, 2015), ki je zaobjela območje 27 članic EU, je pokazala:

- 14 % ali 55 milijonov stanovanjskih stavb je bilo zgrajenih pred letom 1919;
- 12 % ali 30 milijonov stavb je bilo zgrajenih med obema vojnama;
- v teh stavbah živi 120 milijonov ljudi.

Ko te podatke prekrizamo s podatki o podnebni pogojih in energetskih lastnostih stavb, ugotovimo, da je za ogrevanje tega fonda potrebnih približno 855 TWh energije letno, kar ustreza 240 milijonom ton izpustov CO₂.

Dve tretjini energije, ki se porabi za ogrevanje in hlajenje stavb, še vedno izvirata iz fosilnih goriv. Stavbe proizvedejo približno polovico primarnih emisij drobnih delcev (PM 2,5) v EU, ki povzročajo prezgodnjo smrt in bolezni.

Prispevek energetske prenove stavb kulturne dediščine k doseganju zastavljenih ciljev razogljičenja stavbnega fonda sicer ni tako velik kot pri nevarovanih stavbah, ima pa večplasten pomen in učinek. Energetska prenova, usklajena s kulturnovarstvenimi pogoji in izvedena v skladu s kulturnovarstvenim soglasjem, se umešča v sistem celostnega ohranjanja nepremične kulturne dediščine. Nižji obratovalni stroški in izboljšane bivalne in delovne razmere po prenovi prispevajo k možnostim oživljanja dediščine in zagotavljanju njene nadaljnje uporabnosti s prilagajanjem sodobnim potrebam.

2.2

Energetska prenova stavb kulturne dediščine v naložbah prenove stavb javnega sektorja

S prenovo zgodovinskih stavb je na ravni EU mogoče prihraniti 180 milijonov ton izpustov CO₂ letno, kar je 3,6 % vseh izpustov CO₂ v letu 1990. Pri tem je iz teh podatkov izpuščena celotna povojna modernistična gradnja, ki se je povečala prav po letu 1945, med obnovo v vojni prizadete in porušene Evrope.

V Sloveniji je po predpisih s področja varstva kulturne dediščine varovanih približno 35.200 stavb ali 12,5 milijona m² neto tlorisnih površin, od tega je približno 16.000 stavb varovanih kot stavbna dediščina, druge pa so znotraj naselbinskih območij. Ta stavbni delež seveda ni ključen za skupno energetska bilanco države, vendar so tudi tu mogoče izboljšave. Uspešna energetska prenova z ohranitvijo varovanih vrednot je lahko zgled in spodbuda za lastnike drugih stavb kulturne dediščine, kar prispeva k njihovem ohranjanju za prihodnje generacije.

Tudi pri stavbah kulturne dediščine naj bi bil javni sektor zgled zasebnemu. Za pristop in izbiro operacije ter pripravo potrebne dokumentacije v naložbah prenove stavb javnega sektorja se upoštevajo **Navodila za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2021–2027**.

Sestavni del dokumentacije v naložbah energetske prenove so tudi kulturnovarstveni pogoji.

Ker med iskanjem možnosti za dodeljevanje finančne podpore idejna zasnova oziroma podrobnejši opis predvidenega posega običajno še ni izdelan/-a, bo ZVKDS izdal le kulturnovarstvene usmeritve, ki so namenjene učinkovitejšemu načrtovanju projektne in investicijske dokumentacije.

Te usmeritve ne nadomeščajo kulturnovarstvenih pogojev za posege, ki jih je na podlagi idejne zasnove treba pridobiti ob pripravi projektne in investicijske dokumentacije na podlagi usmeritev.

Pri izborih projektov sta ob upoštevanju dobrega gospodarjenja in stroškovne učinkovitosti že izvedenih ukrepov učinkovite rabe energije postopna in celovita energetska prenova enakovredni. Upravičenost posameznega že izvedenega ukrepa energetske učinkovitosti v stavbi se dokaže v okviru izvedenega energetskega pregleda.

Pri stavbah, ki imajo prepoznavne stavbne elemente oziroma so varovane kot kulturna dediščina, so iz celovite energetske prenove izključeni vsi tisti ukrepi energetske prenove, ki bi stavbi bistveno spremenili videz, strukturo, razmerja in uporabo ali jo razvrednotili, uničili, razgradili ali spremenili. Obseg celovite energetske prenove je zato odvisen tudi od arhitekturnega in zgodovinskega pomena posamezne stavbe.

Pri sofinanciranju ukrepov iz strukturnih skladov praviloma velja: kadar izvedba posameznega ukrepa iz razširjenega energetskega pregleda zaradi varovanja kulturne dediščine ni ustrezna, torej ukrepa ni mogoče izvesti ali se ta izvede le delno, v skladu s temi smernicami ukrep velja za izvedenega in se taka energetska prenova šteje za celovito energetska prenova.

Opomba:

Vloga za kulturnovarstvene usmeritve pred začetkom načrtovanja energetske prenove stavbe je pripeta na koncu dokumenta.

2.3

Temeljni evropski okvir

2.3.1 DIREKTIVI O ENERGETSKI UČINKOVITOSTI IN O ENERGETSKI UČINKOVITOSTI STAVB

Temeljna evropska direktiva, ki je celostno obravnavala energetske učinkovitosti javnih stavb, je bila Direktiva 2012/27/EU (v nadaljevanju: direktiva o energetske učinkovitosti). Energetske učinkovitosti stavb na splošno pa je bila namenjena Direktiva 2010/31/EU o energetske učinkovitosti stavb. Obe direktivi sta bili od sprejetja precej spremenjeni in dopolnjeni.

Direktiva o energetske učinkovitosti je državam članicam naložila obveznost, da morajo vsako leto prenoviti 3 % površine ogrevanih in/ali hlajenih stavb v lasti in rabi osrednje vlade ali sprejeti nadomestne stroškovno učinkovite ukrepe, s katerimi bo doseženo enako izboljšanje energetske učinkovitosti državnih stavb.

Obveznosti, ki izhajajo iz direktive o energetske učinkovitosti, so bile v slovensko zakonodajo prenesene z Energetskim zakonom (EZ, 2008). Ta je predpisal, da se v okviru dolgoročne strategije prenove stavbnega fonda določijo osebe ožjega in širšega javnega sektorja za prenovo ter delež prenove skupne tlorisne površine stavb v lasti in rabi oseb ožjega javnega sektorja in da se posebej obravnavajo stavbe, ki so varovane v skladu s predpisi o varstvu kulturne dediščine. Zakon je upošteval, da je delež stavb v Sloveniji, ki so varovane s kulturnovarstvenimi režimi, zelo velik in potrebuje posebno obravnavo.

Če pri nevarovanih stavbah govorimo o enotnem evropskem okviru, na podlagi katerega države članice pripravljajo podrobne nacionalne dokumente in predpise, je pri stavbah kulturne dediščine stanje opazno drugačno. Direktiva o energetske učinkovitosti je prepustila državam članicam, naj se same odločijo, ali bodo ta segment stavb vključile v svoje notranje cilje povečanja energetske učinkovitosti in načrtovanega obsega energetske prenove stavbnega fonda. Tako se posamezna država lahko tudi odloči, da bo stavbe kulturne dediščine izločila iz ciljev povečanja energetske učinkovitosti ali da bo to vprašanje zaradi večplastnosti obravnavala ločeno, v okviru posebnih smernic ali celo za vsak primer posebej.

Slovenija je vsebino Direktive 2010/31/EU prenesla v svoj pravni red z ustreznimi spremembami treh takratnih zakonov, Zakona o graditvi objektov (ZGO; zdaj: Gradbeni zakon, GZ-1), Energetskega zakona (EZ; ustrezne določbe nato prenesene v Zakon o učinkoviti rabi energije, ZURE) in Zakona o varstvu okolja (ZVO), in sprejetjem posameznih podzakonskih aktov, tj. tehničnih pravilnikov.

Smiselno so zahteve obeh navedenih direktiv obravnavane v vseh nacionalnih akcijskih načrtih, strategijah in podobnih dokumentih.

Pri oblikovanju zahtev za energetske učinkovitost stavb je tudi Direktiva 2010/31/EU omogočila pomembno izjemo oziroma odločitev prepustila posameznim državam. Izjema se nanaša na nekaj skupin stavb oziroma tipov stavb, med drugim na stavbe in spomenike, ki so uradno zaščiteni kot del zaščitenega okolja ali zaradi njihovega posebnega arhitektonskega ali zgodovinskega pomena, če bi izpolnjevanje zahtev nesprijemljivo spremenilo njihov značaj ali videz.

Stavbe kulturne dediščine so se lahko torej še naprej prenavljale po posebnih merilih, tj. z ukrepi oziroma posegi, ki jih pristojna stroka dopusti glede na zahteve ohranjanja varovanih vrednot dediščine.

Poudarek je na doseganju (vsaj) minimalne ravni energetske učinkovitosti na stroškovno učinkovit način, pri čemer ukrepi ne smejo negativno vplivati na bivalno ugodje in mikroklimatske razmere v stavbi. Pri kulturni dediščini se zaradi ciljev ohranjanja varovanih vrednot srečujemo z omejitvami pri naboru in tehničnih izvedbah energetske ukrepov, zato je direktiva državam članicam prepustila odločitev, kako bodo kulturno dediščino obravnavale v predpisih o učinkoviti rabi energije.

Čeprav so bile zgodovinske stavbe izvzete iz večine zahtev direktive, je naraščalo zavedanje, da sta varstvo kulturne dediščine in ohranjanje naravnega okolja za življenje enako pomembna cilja.

Pomembno spremembo pri obravnavi stavb kulturne dediščine je prinesla četrta različica Direktive 2010/31/EU, tj. Direktiva (EU) 2024/1275 o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev).

2.3 TEMELJNI EVROPSKI OKVIR

Stavbe kulturne dediščine niso več upoštevane kot (popolne) izjeme pri določitvi minimalnih zahtev za energetske učinkovitosti. Navedena možnost se ob upoštevanju tehničnega napredka prilagodi tako, da se dovolijo oziroma upoštevajo ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti, s katerimi se ne spremenita tehnični značaj in videz stavbe. Zelo podobno smo v Sloveniji opisali celovito energetske prenovi stavb kulturne dediščine že v prvi izdaji teh smernic leta 2016.

Pri določitvi minimalnih zahtev glede energetske učinkovitosti tako ne govorimo več o možnosti izločanja stavb kulturne dediščine iz teh zahtev, ampak o možnosti držav članic, da te zahteve ustrezno prilagodijo:

»Države članice lahko prilagodijo minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti za stavbe, ki so na nacionalni, regionalni ali lokalni ravni uradno zaščitene kot del zaščitenega okolja ali zaradi njihovega posebnega arhitektonskega ali zgodovinskega pomena, če bi izpolnjevanje nekaterih zahtev nesprejemljivo spremenilo njihovo značilnost ali izgled.«

V predgovoru direktive je povzeta definicija iz delegirane Uredbe Komisije (EU) 2021/2139 o t. i. podnebni taksonomiji EU, po kateri se prenova stavb šteje za trajnostno dejavnost, če dosega vsaj 30-odstotni prihranek energije, izpolnjuje

minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti za večjo prenovi obstoječih stavb ali vključuje posamezne ukrepe, povezane z energetsko učinkovitostjo stavb, kot so namestitve, vzdrževanje ali popravilo opreme za energetske učinkovitosti ali instrumentov in naprav za merjenje, uravnavanje in krmiljenje energetske učinkovitosti stavb, če so taki posamezni ukrepi v skladu z določenimi merili.

Direktiva določa še, da bi bilo treba tehnologije sončne fotonapetostne energije in sončne toplotne energije, tudi v kombinaciji s shranjevanjem energije, pospešeno uvajati v korist podnebnju ter finančnemu stanju državljanov in podjetij. Hkrati opozarja, da elektrifikacija stavb, na primer z uvajanjem toplotnih črpalk, solarnih naprav, baterij in polnilne infrastrukture, prinaša spremenjena tveganja v zvezi s požarno varnostjo stavb.

Energetsko neučinkovite stavbe so pogosto povezane z energetsko revščino in socialnimi težavami. Ranljiva gospodinjstva so še posebej izpostavljena naraščajočim cenam energije, saj večji delež svojega proračuna porabijo za energente. Z zniževanjem previsokih računov za energijo lahko prenova stavb pomaga ljudem iz energetske revščine in lahko energetske revščino tudi prepreči.

22

2.4 Nacionalne strateške usmeritve

2.4.1 OPERATIVNI PROGRAM ZA IZVAJANJE EVROPSKE KOHEZIJSKE POLITIKE V OBDOBJU 2021–2027

Program pri opisu specifičnega cilja RS02.1. Spodbujanje energijske učinkovitosti in zmanjševanje emisij toplogrednih plinov navaja, da bo morala Slovenija v obdobju 2021–2030 energetske prenoviti skoraj 26 milijonov m² površin stavb oziroma 1,3–1,7 milijona m² letno, od tega dobro tretjino v standardu skoraj ničenergijskih stavb, ter v skladu z Dolgoročno strategijo energetske prenove stavb do leta 2050 zagotoviti zmanjšanje emisij toplogrednih plinov v stavbah za vsaj 70 % do leta 2030 glede na leto 2005.

Slovenija bo navedeno lahko dosegla z znatnim izboljšanjem energetske učinkovitosti in povečanjem izkoriščanja energije iz obnovljivih virov v stavbah. Pri sledenju ciljem za izboljšanje energetske učinkovitosti bo poseben poudarek namenjen gospodarstvu. Zaradi doseganja navedenih ciljev na področju spodbujanja energetske učinkovitosti in zahtev evropskih direktiv bodo vlaganja med drugim usmerjena v ukrepe energetskih prenov javnih in zasebnih stavb z upoštevanjem trajnostne gradnje ter naprednim upravljanjem sistemov in na stavbah.

Vlaganja v energetska prenova stavb se bodo izvajala v skladu z omenjeno dolgoročno strategijo, podpore pa bodo usmerjene tudi v ukrepe za izboljšanje upravljanja energije. Financira se lahko tudi energetska prenova stavb, ki so zaščitene po predpisih o varstvu kulturne dediščine. Pri izvedbi takih ukrepov bodo upoštevani omilitveni ukrepi ter usmeritve za varstvo okolja iz Nacionalnega podnebne in energetskega načrta. Smiselno bodo prilagojeni tudi omilitveni ukrepi na področju stavb kulturne dediščine.

Financiranje je namenjeno stavbam, ki niso bile zajete v Načrtu za okrevanje in odpornost, so pa nujno potrebne prenove zaradi svoje slabe energetske učinkovitosti. Z ukrepi bomo prispevali k cilju Slovenije za povečanje energetske učinkovitosti do leta 2030 za vsaj 35 %, tj. da ob sistematičnem izvajanju sprejetih politik in ukrepov končna raba energije leta 2030 ne bo preseгла 54,9 TWh (4.717 ktoe).

Posebna pozornost bo v okviru predlaganih ukrepov namenjena uspešnemu povezovanju načela trajnosti, estetike in vključenosti v skladu s pobudo Novi evropski Bauhaus.

2.4.2 DOLGOROČNA STRATEGIJA ENERGETSKE PRENOVE STAVB DO LETA 2050

Strategija ugotavlja, da je 39 % stavb ožjega javnega sektorja v Sloveniji uradno zaščitene kot del zaščitenega okolja ali zaradi njihovega posebnega arhitektonskega ali zgodovinskega pomena, kar pomeni dobrih 347.000 m² tlorisne površine. Delež v tem lastniškem oziroma uporabniškem segmentu torej ni zanemarljiv, posebej ob upoštevanju zgleda in vodilne vloge, ki naj bi jo imel javni sektor v prizadevanjih za izpolnitev strateških okoljskih ciljev.

Strategija obravnava prenova stavb kulturne dediščine na več področjih. Med ključnimi ovirami in izzivi oziroma priložnostmi pri sprejemanju ukrepov prenove je primeroma naveden režim varstva kulturne dediščine: »Pri stavbah, ki so zaščitene po predpisih o varstvu kulturne dediščine, so mogoče pomembne omejitve glede obsega in načina energetske prenove, kadar bi ta pomenila posege v varovane vrednote (zunanjí videz, gabariti, izvirni materiali in stavbni elementi in podobno). Omejeni obseg in s tem manjši učinki prenove glede izboljšanja energetskih

kazalnikov lahko pri lastnikih vzbudijo dvom v smiselnost operacije ne glede na njene pozitivne rezultate, na primer v obliki izboljšanja bivalnega ugodja in znižanih obratovalnih stroškov. Stroški prenove so lahko višji v primerjavi s prenovno stavbo, ki ne spada v stavbno dediščino, če je zahtevana uporaba posebnih (,nestandardnih', ,zgodovinskih') materialov ali tehnik, s katerimi se dodani, zamenjani ali obnovljeni elementi kar najbolj približajo izvirniku.«

Strategija navaja dva predloga, ki sta usmerjena v krepitev podpornega okolja za celostno ohranjanje kulturne dediščine.

Prvi predlog obsega pregled, osvežitev in dopolnitev nacionalnih smernic za energetska prenova stavb kulturne dediščine. Rezultat dejavnosti za izvedbo tega predloga so te smernice.

Glede na opozorila iz Amsterdamske listine in Granadske deklaracije o nujnosti oblikovanja mehanizmov finančnih spodbud in fiskalnih olajšav za javne in zasebne lastnike stavbne dediščine je bila kot drugi predlog zapisana uvedba sprememb na področju lokalne fiskalne zakonodaje, tako da bi lokalne skupnosti dobile večjo avtonomijo pri oblikovanju virov fiskalnih prihodkov in upravljanju teh. V občini bi se tako lahko oblikoval poseben sklad za finančne spodbude lastnikom stavb kulturne dediščine za njihovo energetska prenova.

2.4.3 NAČRT ZA OKREVANJE IN ODPORNOST

Slovenski Načrt za okrevanje in odpornost je bil sprejet aprila 2021. Ta načrt je podlaga za črpanje sredstev iz evropskega Sklada za okrevanje in odpornost.

V prenova stavb bodo vključene javne stavbe, razdeljene na posamezne skupine, kot so stavbe za posebne namene, stavbe izjemnega družbenega pomena ter že delno obnovljene stavbe in stanovanjske stavbe. Prednost bodo imele stavbe, pri katerih je potrebna in mogoča trajnostna prenova, na primer poleg energetske tudi protipotresna. Tovrstna prenova je zamišljena kot demonstracijski primer dobre prakse in zgled za dejavnosti v drugih segmentih stavbnega fonda.

Energetski del prenove bo zajemal dodatno toplotno zaščito ovoja stavbe, vgradnjo energetske učinkovitega stavbnega pohištva, učinkovite sisteme ogrevanja, hlajenja in prezračevanja, varčno razsvetljavo in vgradnjo nadzornih sistemov. Kot navaja besedilo načrta, bodo upoštevane tudi morebitne kulturnovarstvene zahteve obnove za primere stavb, ki spadajo med kulturno dediščino.

Načrt povzema definicijo celovite energetske prenove stavb kulturne dediščine, kot je bila zapisana že v prvi izdaji smernic za energetske prenove stavb kulturne dediščine, in s tem nakazuje na mogoča odstopanja v obsegu in intenzivnosti ukrepov energetske prenove tovrstnih stavb.

2.4.4 CELOVITI NACIONALNI PODNEBNI IN ENERGETSKI NAČRT (NEPN 2024)

NEPN 2024 je posodobitev načrta iz leta 2020. Temelji na viziji, ciljih in usmeritvah Resolucije o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050 in je akcijski načrt za njeno izvajanje. Eno od načel podnebne strategije je ohranjanje kulturne dediščine.

Trajnostne stavbe so znotraj krožnega gospodarstva eno od ključnih področij raziskovanja ravnanja z energijo. V ta sklop spadajo tudi tehnološke rešitve za energijo iz obnovljivih virov in učinkovito rabo energije na kulturni dediščini. Pri oblikovanju in izvajanju ukrepov NEPN se ob področni zakonodaji upoštevajo tudi smernice in priporočila za posamezna področja. Sončne elektrarne se umeščajo ob upoštevanju omejitev in varstvenih režimov enot kulturne dediščine. Pri prenovah kulturne dediščine se ob področni zakonodaji upoštevajo tudi priporočila, na primer Smernice za energetske prenove stavb kulturne dediščine. Pri finančnih spodbudah se v primeru poseganja v kulturno dediščino zahteva kulturnovarstveno soglasje, kadar je to potrebno po predpisih s področja varstva kulturne dediščine. Dodatne obremenitve v okolju, ki je že preobremenjeno, niso sprejemljive.

V okviru prenovljenega instrumenta Shema podpor za spodbujanje proizvodnje energije iz obnovljivih virov je predvideno oblikovanje finančnih instrumentov za spodbujanje investicij v razvoj rešitev, ki bodo omogočale uvajanje

energije iz obnovljivih virov na kulturno dediščino ob ohranjanju njenih varovanih lastnosti.

Med ukrepi prostorskega načrtovanja za prehod v podnebno nevtrarno družbo NEPN navaja pripravo smernic za vrednotenje posegov, povezanih z umeščanjem ter obratovanjem vetrnih in sončnih elektrarn na območja varstva kulturne dediščine.

Pri izdelavi strokovnih podlag zaradi opredelitve potencialnih prednostnih območij za oskrbo z obnovljivimi viri in drugimi nizkoogljičnimi viri energije za oskrbo s toploto, električno energijo in gorivi, vključno z omrežji in shranjevanjem energije, z upoštevanjem občutljivosti in sprejemljivosti vplivov na okolje kot podlag za načrtovanje ureditev državnega pomena, regionalno prostorsko načrtovanje in kot skupna strokovna izhodišča za energetske in prostorske načrtovanje na lokalni ravni se naj analizira in oceni občutljivost z vidika varstva narave, upravljanja voda, kulturne dediščine idr. ter preveri tudi ranljivost, v katero se vključijo tudi vplivi na krajino in prebivalstvo. Obstoječe strokovne podlage se dopolnijo z ocenami vedutne izpostavljenosti in vpliva na kakovost bivanja. Oceni se tudi ranljivost na posledice podnebnih sprememb. Obstoječe strokovne podlage se dopolnijo tako, da bodo v analizo zajeti in preverjeni tudi potenciali za izkoriščanje energije iz obnovljivih virov na območjih Nature 2000, kulturne dediščine in drugega ter klasificirani glede tveganja za bistvene vplive na okolje.

Med instrumente za sektor stavb spada tudi **pre-nova stavb kulturne dediščine** in drugih posebnih skupin stavb (ID ukrepa: M19.2). Pripravijo se Smernice za usmerjeno financiranje celovitih prenov stavb kulturne dediščine. Opravijo se analize potrebnega dodatnega oziroma prilagojenega financiranja celovitih prenov stavb kulturne dediščine. To zajema analizo izvedenih energetskih prenov z vidika energijskih prihrankov, investicije, finančne konstrukcije in podobno, pripravo meril za določanje upravičenih stroškov za energetske prenove teh skupin stavb in njihovo vključevanje v vse podporne instrumente, zagotovitev financiranja v okviru kohezije, prilagojeno tem ciljnim skupinam (na primer tudi v ločenih razpisih oziroma pozivih), in Podnebne sklada. Vzpostavi se informacijska točka za celovito prenovo stavb kulturne dediščine (energetska in snovna učinkovitost).

Posodobijo se Smernice za energetske prenovi stavb kulturne dediščine ter v skladu s tem se pri energetske prenovi stavb kulturne dediščine smiselno upoštevajo ukrepi iz Dolgoročne strategije energetske prenovi stavb do leta 2050 za izboljšanje energetske učinkovitosti in **rezultati CRP 2023 V5-2358 Metodologija umeščanja fotonapetostnih naprav na stavbe kulturne dediščine in v območjih naselbinske dediščine ter posodobitev smernic za energetske prenovi stavb kulturne dediščine** in drugo.

NEPN 2024 daje tudi **usmeritev**, da je treba, če gre za nameščanje sončnih elektrarn v naselbinskih jedrih, varovanih po predpisih s področja varstva kulturne dediščine, predhodno izdelati **strokovno podlago v obliki solarnega katastra za celotno območje naselbinskega jedra ter pred nameščanjem sončne elektrarne pridobiti kulturnovarstvene pogoje in kulturnovarstveno soglasje**.

2.4.5 AKCIJSKI NAČRT ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST ZA OBDOBJE 2017–2020 (AN URE 2020)

Načrt (2017) opisuje bistvene ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti, vključno s pričakovanimi in doseženimi prihranki energije, zaradi doseganja nacionalnega cilja povečanja energetske učinkovitosti do leta 2020 in prispevka Slovenije k skupnemu povečanju energetske učinkovitosti v EU za 20 %.

Poseben ukrep se nanaša na javni sektor oziroma povečanje energetske učinkovitosti v javnih organih ter obravnava prenovi stavb kulturne dediščine in drugih posebnih skupin stavb. To je nov ukrep, za katerega so zadolžena ministrstva za infrastrukturo (zdaj za okolje, podnebje in energijo), kulturo ter okolje in prostor (zdaj za naravne vire in prostor).

Slovenija se je odločila, da bo pri izpolnjevanju obveznosti kot država članica EU uveljavljala nekatere izjeme, ki jih dopušča direktiva o energetske učinkovitosti, med drugim možnost, da v cilj vsakoletne prenovi 3 % skupne tlorisne površine stavb v lasti in rabi osrednje vlade, ki se ogrevajo in/ali ohlajajo, ne vključi stavb, ki so uradno zaščitene kot del zaščitene okolja ali zaradi njihovega posebnega arhitekturnega ali zgodovinskega pomena, če bi izpolnjevanje

nekaterih minimalnih zahtev glede energetske učinkovitosti nesporejljivo spremenilo njihov značaj ali videz.

Možnost omenjene izjeme v Sloveniji pravzaprav ni upoštevana oziroma izkoriščena dobesedno. Zaradi relativno velikega deleža stavb v lasti in rabi osrednje vlade, ki so varovane kot kulturna dediščina, je vsekakor smiselno, da se v okviru možnosti tudi te vključijo v obvezno letno kvoto prenovi, vendar pa se ukrepi njihove prenovi prilagodijo varovanim vrednotam, torej izvedejo v obsegu, kot ga odobri pristojna območna enota ZVKDS.

Načrt omenja nujno podporo pri prenosu znanj in izkušenj na področju energetske prenovi stavb kulturne dediščine, kar je naloga Projektne pisarne za energetske prenovi stavb pri ministrstvu za infrastrukturo (zdaj za okolje, podnebje in energijo). Pisarna ima ključno podporno vlogo v projektu Energetske prenovi stavb v državni in občinski lasti v sklopu programa za izvajanje evropske kohezijske politike. Smernice za energetske prenovi stavb kulturne dediščine so sestavni del podporne dokumentacije, namenjene posredniškemu telesom in upravičencem.

2.5

Zakonodaja, smernice in priporočila s področja učinkovite rabe in obnovljivih virov energije

2.5.1 UČINKOVITA RABA ENERGIJE

2.5.1.1 ZAKON O UČINKOVITI RABI ENERGIJE (ZURE)

Zakon o učinkoviti rabi energije (ZURE) je delni naslednik Energetskega zakona (EZ) iz leta 2014. Vanj je bilo v celoti preneseno področje učinkovite rabe energije. Opredeljuje splošne ukrepe za spodbujanje energetske učinkovitosti, ukrepe za povečanje učinkovite rabe energije, zahteve energetske učinkovitosti za proizvode in zagotavljanje energetske učinkovitosti stavb.

ZURE omenja kulturno dediščino na dveh mestih. Pri namenu spodbujanja učinkovite rabe energije, ki vključuje med drugim zmanjšanje porabe energije ter povečanje količine in deleža energije iz obnovljivih virov, je zapisano, da se pri določitvi načinov spodbujanja in višine spodbud upošteva tudi ohranjanje kulturne dediščine. Pri določilih o Dolgoročni strategiji spodbujanja energetske prenove stavb pa je zapisano, da so stavbe, ki so varovane v skladu s predpisi o varstvu kulturne dediščine, v strategiji obravnavane posebej.

Osebe javnega sektorja morajo vzpostaviti sistem upravljanja energije, ki med drugim vključuje cilje s področij učinkovite rabe energije in energije iz obnovljivih virov ter ukrepe za njihovo doseganje. Ta obveznost velja tudi za upravljavce energije v stavbah kulturne dediščine. Podrobnosti določa posebna uredba Vlade Republike Slovenije, tj. Uredba o upravljanju z energijo v javnem sektorju (2016). Vlada mora v skladu s to uredbo vsako leto pripraviti seznam stavb oseb javnega sektorja, primernih za energetsko prenovo, pri čemer lahko med izbirna merila uvrsti tudi zagotavljanje varstva kulturne dediščine.

Energetska izkaznica stavbe in stavbe kulturne dediščine

ZURE je v slovensko zakonodajo prinesel pomembno spremembo, ki se nanaša na pravico in dolžnost imetništva energetske izkaznice. Energetski zakon je namreč med izjeme prišteval tudi stavbe, ki so varovane v skladu s predpisi o varstvu kulturne dediščine.

ZURE je to izjemo odpravil. Stavba kulturne dediščine ali stavba s statusom spomenika po novem energetske izkaznice ne potrebuje le, če se uporablja za obredne namene ali verske dejavnosti (sakralna dediščina). Prodaja ali oddaja v najem, s čimer nastopi obveznost zagotovitve energetske izkaznice, je pri tovrstnih stavbah bolj teoretična možnost, zato je navedba izjeme v zakonu logična.

Energetska izkaznica torej vse do uveljavitve ZURE ni bila obvezna pri prodaji ali oddaji v najem stavbe kulturne dediščine ali njenega dela. Kljub temu so bile energetske izkaznice za take stavbe v predhodnem obdobju že izdelane. Že energetski zakon je namreč tako kot ZURE opredelil obveznost izdaje in namestitve energetske izkaznice na vidno mesto v vseh stavbah s celotno uporabno tlorisno površino nad 250 m², ki so v lasti ali uporabi oseb javnega sektorja; mednje spadajo tudi številne stavbe kulturne dediščine.

Energetska izkaznica se izdelava in izdaja po določilih Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavb (2023). Ta določa podrobnejšo vsebino in obliko energetske izkaznice stavbe, metodologijo za njeno izdelavo in izdajo ter podrobnejšo vsebino podatkov, način vodenja registra energetske izkaznice in način prijave izdane energetske izkaznice za vpis v register. Prav tako določa podrobnejšo vsebino, obliko, metodologijo in roke za nadzor nad izdanimi energetske izkaznicami.

Energetska izkaznica je tudi instrument, s katerim se na primer presoja upravičenost do sofinanciranja naložbe v energetsko prenovo. V Direktivi (EU) 2018/844 je zapisano, da države članice svoje **finančne ukrepe** za izboljšavo energetske učinkovitosti pri prenovi stavb **povežejo z zelenimi ali doseženimi prihranki energije**, ki se ugotovijo na podlagi enega merila ali več teh, med katerimi je tudi izboljšanje, ki ga prinese taka prenova ter se ugotavlja s **primerjavo energetske izkaznice, izdanih pred prenovno in po njej**.

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE	
Podatki o stavbi	
Št. izkaznice:	Velja do:
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov	
Klasifikacija stavbe:	katastrska občina
Leto izgradnje:	Številka stavbe
Naslov stavbe:	
Kondicionirana površina stavbe A_{cond} (m ²):	
Parnotna šil:	
Katastrska občina:	
Vrsta izkaznice: računska	
Vrsta stavbe:	
Naziv stavbe:	
Potrebna toplota za ogrevanje	
Dovedena energija za delovanje stavbe TSS v stavbi	
Primarna energija in Emisije CO ₂	
Izdajatelj:	Izdelovalec:
Ime in podpis odgovorne osebe:	Podpisnik:
	Izdajatelj:
	Serijska št. cert.:
	Datum veljavnosti:
	Datum podpisa:

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE	
Podatki o stavbi	
Št. izkaznice:	Velja do:
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov	
Klasifikacija stavbe:	katastrska občina
Leto izgradnje:	Številka stavbe
Naslov stavbe:	
Kondicionirana površina stavbe A_{cond} (m ²):	
Parnotna šil:	
Katastrska občina:	
Vrsta izkaznice: merjena	
Vrsta stavbe:	
Naziv stavbe:	
Dovedena energija	
Dovedena električna energija	
Primarna energija (neobnovljivi del) in Emisije CO ₂	
Izdajatelj:	Izdelovalec:
Ime in podpis odgovorne osebe:	Podpisnik:
	Izdajatelj:
	Serijska št. cert.:
	Datum veljavnosti:
	Datum podpisa:

(1) Naslovnici računske (levo) in merjene (desno) energetske izkaznice.

2.5.1.2 PRAVILNIK O UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH (PURES 2022) IN PRIPADAJOČA TEHNIČNA SMERNICA TSG-1-004: 2022 ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVB

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (2022) se uporablja pri projektiranju in gradnji novih stavb, rekonstrukciji obstoječih stavb ali njihovih delov, pri vzdrževanju stavb in spremembah namembnosti.

Tehnična smernica (2022), ki se uporablja s pravilnikom, pojasnjuje, da se lahko za stavbe, varovane s predpisi s področja varstva kulturne dediščine, uporabijo izjeme v skladu s 25. členom GZ-1 in določbami PURES 2022. Slednji kulturno dediščino deli v dve skupini. Za kulturno dediščino, ki se ne uporablja za druge namene, uporaba tega pravilnika ni predpisana. Pri vseh drugih stavbah kulturne dediščine se pravilnik uporablja, vendar v omejenem obsegu. Izvzeti so prostori in elementi stavbe, ki jih v svojem mnenju opredeli služba, pristojna za varstvo kulturne dediščine. V praksi to pomeni,

da je pri prenovi stavbe kulturne dediščine obseg upoštevanja zahtev PURES-a odvisen od kulturnovarstvenih pogojev, ki jih pripravi pristojna območna enota ZVKDS, in soglasja, ki ga ta izda za projekt prenove.

2.5.1.3 GRADBENI ZAKON (GZ-1)

Namen Gradbenega zakona (2021) je zaščita javnega interesa pri graditvi objektov. Varstvo kulturne dediščine je v 2. členu naštet med vrstami javnega interesa in v 105. členu opisano kot legitimen cilj, ki upravičuje zaščito javnega interesa.

Bistvene zahteve za objekte, ki jih našteva zakon, so:

1. mehanska odpornost in stabilnost,
2. varnost pred požarom,
3. higienska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolja,
4. varnost pri uporabi,
5. zaščita pred hrupom,
6. varčevanje z energijo, ohranjanje toplote in raba obnovljivih virov energije,
7. univerzalna graditev in uporaba objektov,
8. trajnostna raba naravnih virov.

Odstopanja od bistvenih in drugih zahtev (na primer zaradi posebnih zahtev varstva kulturne dediščine) so mogoča, vendar ne smejo biti taka, da bi bili neposredno ogroženi varnost objekta, življenje in zdravje ljudi, sosednje nepremičnine ali okolje.

2.5.1.4 STANDARD SIST EN 16883:2017

Standard SIST EN 16883:2017 Ohranjanje kulturne dediščine – Smernice za izboljšanje energetske učinkovitosti zgodovinskih stavb (2017) je nacionalni standard, uporaba katerega sicer ni izrecno predpisana, je pa zelo priporočljiva. Namenjen je lastnikom stavb, odločevalcem in strokovnjakom, ki se ukvarjajo z ohranjanjem in prenovo zgodovinskih stavb ter njihovim trajnostnim upravljanjem, ne glede na to, ali so formalno varovane po predpisih o varstvu kulturne dediščine ali ne.

Standard navaja kot največji izziv zmanjšanje potreb po energiji in emisij toplogrednih plinov, ne da bi s tem povzročili nesprejemljive učinke na kulturnozgodovinski pomen obstoječega grajenega okolja. Pristop do energetske prenove stavb kulturne dediščine se torej pomembno razlikuje od pristopa pri drugih stavbah. Vsako zgodovinsko stavbo je treba obravnavati kot poseben primer.

Standard prinaša tudi nekoliko razširjeno oziroma predmetu obravnave prilagojeno definicijo pojma trajnostnost. Govori o štirih vidikih trajnostnega upravljanja stavb kulturne dediščine in trem standardnim (okolje, gospodarstvo, družba) dodaja kulturo. Skrajšani povzetki vsebin posameznih vidikov so:

— okoljski:

Materialni in energijski procesi naj temeljijo pretežno na energiji iz obnovljivih virov ob spoštovanju značilnosti in vrednot obstoječe stavbe;

— gospodarski:

Tržna vrednost, prihodki in stroški morajo omogočiti dolgotrajno uporabo stavbe;

— družbeni:

Družbeni vidik se izraža v prispevku k neposrednemu lokalnemu in družbenemu okolju z uporabo stavbe ter njenim estetskim in družbenim odtisom;

— kulturni:

Upravljanje stavbe kulturne dediščine mora ohranjati kulturnozgodovinski pomen stavbe za sedanje in prihodnje generacije.

Poseben poudarek je na procesu oziroma pristopu k projektu energetske prenove stavbe kulturne dediščine. Sestavljen naj bo iz posameznih korakov, s katerimi se sistematično in iterativno preveri potreba po ukrepih in določi njihova narava oziroma vsebina.

Standard med drugim opozarja na ohranjanje zelene ravni kakovosti notranjega okolja in uporabnikovega ugodja, ki mora ustrezati tudi prihodnji rabi stavbe oziroma bodočim uporabnikom. Prav nizka kakovost notranjega okolja je lahko pomemben razlog za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe. Med ocenjevalnimi kategorijami in merili za presojo ukrepov so v standardu naštet:

- tehnična skladnost,
- kulturnozgodovinski pomen,
- ekonomska sposobnost,
- energijski kazalniki,
- kakovost notranjega okolja (tudi v smislu ohranjanja stavbnega tkiva),
- vpliv na zunanje okolje,
- vidiki uporabe.

Zanje predlaga petstopenjsko lestvico od visokega tveganja preko nizkega tveganja, nevtralnega vpliva, zmernih koristi do visokih koristi. Na podlagi navedenega se nato lahko pripravi zbirna tabela, v kateri se prikažejo vplivi mogočih

ukrepov po posameznih kategorijah in merilih ocenjevanja, kar je utemeljena podlaga za informirano izbiro njihovega dokončnega nabora.

2.5.1.5 SMERNICE ZA ENERGETSKO PRENOVO STAVB KULTURNE DEDIŠČINE

Smernice (2016) obravnavajo vse stavbe kulturne dediščine ne glede na to, ali stoji posamezna stavba znotraj naselbinske dediščine ali je varovana kot stavbna dediščina. Ta pojem je enotno uporabljen v celotnem dokumentu in zajema vse stavbe, ki so varovane s predpisi o varstvu kulturne dediščine. Vključuje celotno gradacijo dediščine ne glede na vrsto pravne podlage, torej registrirano 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.

Za stavbe kulturne dediščine veljajo posebna pravila, ki gospodarskim in okoljskim interesom, navadno izraženim z energijskimi in finančnimi kazalniki, dodajajo še širši nacionalni interes. Ta je v tem primeru primaren in večinoma vrednoten z nemerljivimi količinami oziroma opisi. Od primera do primera je odvisno, kakšna in kolikšna (če sploh) izboljšava energetske učinkovitosti je dejansko mogoča, ne da bi bile pri tem prizadete varovane vrednote.

Med strokovnjaki za ohranjanje kulturne dediščine in strokovnjaki za učinkovito rabo energije je večkrat mogoče zaznati precejšnje nerazumevanje, nasprotovanje in nezaupanje. Medtem ko konservatorsko stroko skrbi, da bodo ukrepi energetske prenove uničili kulturno dediščino, se načrtovalci in izvajalci energetskih politik spoprijemajo z varstvenimi režimi, ki zmanjšujejo nabor tehnično znanih in ekonomsko upravičenih ukrepov izboljšave energetske učinkovitosti stavb. Projekti in predstavitve primerov dobrih praks dokazujejo, da je to razhajanje med varstvom dediščine in varstvom okolja mogoče preseči z večdisciplinarnim pristopom.

Ohranjanje dediščine in učinkovita raba energije nimata nujno izključujočih si ciljev. Številni ukrepi za energetske učinkovitost celo podpirajo ukrepe za ohranjanje dediščine. Vlažni zidovi in razvoj plesni so pogosta težava zgodovinskih stavb. Ukrepi za energetske učinkovitost, kot so

vgradnja toplotne izolacije, izboljšanje zrakotesnosti, prezračevanje z vračanjem odpadne toplote zraka (rekuperacija), lahko ustavijo kopičenje vlage, ki povzroča škodo na konstrukciji. Z izboljšanjem toplotnega udobja, zmanjšanjem škodljivih vplivov na zdravje in bistvenim zmanjšanjem porabe energije ti ukrepi pozitivno prispevajo k večji uporabnosti stavb ter tako zagotavljajo dolgoročno vzdrževanje in ohranitev.

Energetska prenova zgodovinskih stavb je izziv, saj je treba ohraniti integriteto zgodovinskega jedra in poseben značaj stavbe, pri tem pa ni vedno mogoče uporabiti celotnega nabora standardnih energetskih ukrepov.

Spodbuja se pristop, pri katerem se vsi deli stavb in elementi, ki nimajo dediščinskih lastnosti, obnovijo s tehnološkimi rešitvami z visoko stopnjo energetske učinkovitosti, medtem ko je za stavbne dele ali elemente z dediščinsko vrednostjo dopustno izboljševanje energetske učinkovitosti le, če niso ogrožene dediščinske lastnosti stavbe. Govorimo torej o pristopu, ki primarno temelji na prenovi posameznih stavbnih členov in ne nujno na energetske prenovi stavbe kot celote, saj lahko le tako dosežemo energetske prenovi ob sočasnem ohranjanju kulturne dediščine.

Pogoj za uspešnost takega pristopa je oblikovanje večdisciplinarne delovne skupine, da se izognemo morebitnim negativnim učinkom delnih ukrepov, ki se izrazijo ali v njihovi manjši učinkovitosti ali v gradbenofizikalnih problemih.

2.5.2 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

2.5.2.1 ZAKON O UVAJANJU NAPRAV ZA PROIZVODNJO ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE (ZUNPEOVE)

ZUNPEOVE (2023) je temeljni zakon za urejanje vprašanj uvajanja naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije. V uvodu predpisuje prednostna območja umeščanja fotonapetostnih naprav in obveznosti postavitve fotonapetostnih naprav pri novogradnjah in rekonstrukcijah.

Med izjeme od obvezne postavitve fotonapetostnih naprav, ko postavitve fotonapetostnih naprav ni dopustna ali izvedljiva, spadajo zahteve varovanja kulturne dediščine. Obstoje izjeme od obvezne postavitve fotonapetostne naprave lastnik objekta dokazuje ali z zavrnjenim dovoljenjem ali soglasjem oziroma negativnim mnenjem pristojnega organa (varovanje interesa) ali s strokovno podlago, študijo izvedljivosti, iz katere izhaja, da postavitve fotonapetostne naprave ekonomsko ali tehnično ni izvedljiva.

Varstvo kulturne dediščine je dejavnik pri dopustnosti dodatnih prostorskih ureditev na območju državnega prostorskega izvedbenega akta. Umeščanje dodatnih fotonapetostnih naprav brez njihovega predhodnega načrtovanja v tem aktu je mogoče samo takrat, kadar se z njim načrtujejo prometne oziroma energetske ureditve, in ob pridobitvi upravnih odločb v skladu s predpisi, tudi s področja varstva kulturne dediščine.

Kulturna dediščina je pri predpisanih prednostnih območjih umeščanja tudi predmet elaborata o rabi energije iz obnovljivih virov. Investitor mora pri umeščanju in postavitvi naprav na območjih umeščanja zagotoviti, da se na spletni strani državne uprave in spletni strani občine, na območju katere je načrtovana umestitev, objavi osnutek omenjenega elaborata za umestitev teh naprav, ki ga pripravi pooblaščen prostorski načrtovalec, javnost in občine pa imajo možnost, da nanj v tridesetih dneh dajo pripombe. Omenjeni elaborat, ki se razgrinja, mora med drugim vsebovati tudi rešitve in ukrepe za varstvo kulturne dediščine.

2.5.2.2 SMERNICE ZA UMEŠČANJE SISTEMOV OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE NA STAVBE IN OBMOČJA KULTURNE DEDIŠČINE SLOVENIJE

Smernice (Adamič idr., 2023) obravnavajo problematiko nameščanja naprav za pridobivanje elektrike iz obnovljivih virov na stavbe kulturne dediščine. V uvodu povzemajo vsebino aktualnih mednarodnih dokumentov o kulturni dediščini in njeni ogroženosti zaradi posegov ter navajajo določila aktualne slovenske zakonodaje in strateških dokumentov. V nadaljevanju obravnavajo vlogo kulturne dediščine pri zmanjševanju ogljičnega odtisa, predvsem zaradi ohranjanja naravnih virov, okolja in prostora. Prikazani so uspešni primeri iz tujine in trenutne usmeritve oziroma pogoji za namestitev fotonapetostnih naprav na stavbe kulturne dediščine v posameznih državah EU.

Opisu zvrsti kulturne dediščine v Sloveniji sledijo v besedilni in slikovni obliki predstavljene usmeritve za dejavnosti pred namestitvijo fotonapetostnih naprav, omejitve za postavitve fotonapetostnih naprav in drugih sistemov za rabo energije iz obnovljivih virov ter splošne in podrobne usmeritve varstva za stavbno in naselbinsko dediščino.

2.5.2.3 UREDBA O PODROBNEJŠIH PRAVILIH UREJANJA PROSTORA ZA UMEŠČANJE FOTONAPETOSTNIH NAPRAV IN SPREJEMNIKOV SONČNE ENERGIJE

Uredba (2024) določa podrobnejša pravila urejanja prostora za postavitve fotonapetostnih naprav pri novogradnjah in rekonstrukcijah objektov in izjeme od njihove obvezne postavitve, podrobnejša pravila urejanja prostora za umeščanje fotonapetostnih naprav na predpisana prednostna območja ter podrobnejša pravila urejanja prostora za umeščanje fotonapetostnih naprav in sprejemnikov sončne energije na druga območja in objekte.

Za fotonapetostne naprave po tej uredbi se štejejo fotonapetostne naprave, ki se postavijo na, v ali ob obstoječi zakonito zgrajeni objekt ali na, v ali ob načrtovani objekt ali če se postavijo kot samostojni objekt.

Uredba določa, da se fotonapetostne naprave umeščajo na zemljišče ali objekt tako, da se čim manj bleščijo, da sta zagotovljena njihova varna raba in vzdrževanje in da se s primernimi varovalnimi ukrepi prepreči možnost nastanka škode zaradi njihovega delovanja. Ob tem je treba izvesti ukrepe za varstvo pred požarom in zaščito pred udari strele oziroma druge varovalne ukrepe za zaščito pred električnim udarom in širjenjem požara na druge objekte in tudi ukrepe za varstvo pred močnejšimi vetrovi. Naprava za shranjevanje energije mora biti nameščena v notranjosti objekta ali ob objektu na gradbeni parceli ali na fasado objekta. Izvedeni morajo biti ukrepi za zmanjšanje tveganj in negativnih vplivov na ljudi, dejavnost v objektu in sosednjih objektih ter na promet.

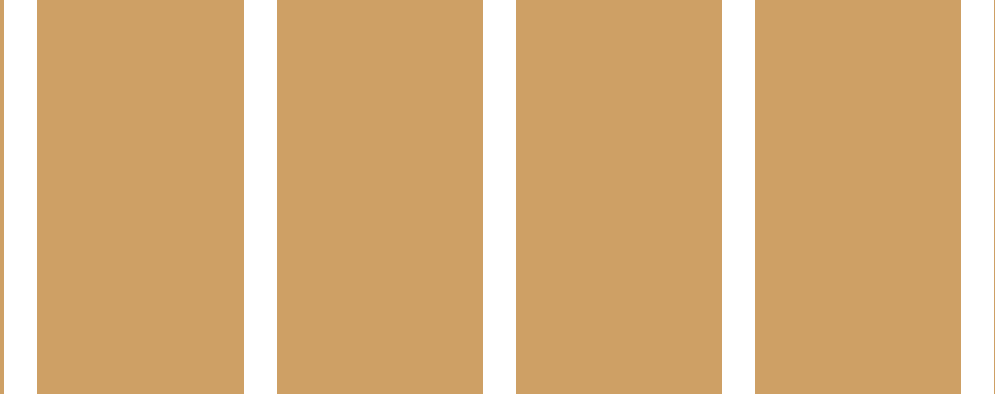
Splošna pravila umeščanja fotonapetnostnih naprav prepovedujejo bistvene spremembe velikosti, namembnosti ali zmogljivosti osnovnega obstoječega ali načrtovanega objekta in onemogočanje izpolnjevanja bistvenih zahtev obstoječega ali načrtovanega objekta. Ohraniti in vzdrževati se morajo identiteta ter prepoznavne vrednosti prostora, ki tvorijo značilne oblike in vzorce v prostoru (strukturna urejenost prostora, barve in materiali).

Prostorski izvedbeni pogoji za umeščanje na strehe objektov med drugim podrobneje opredeljujejo zahteve za omejitev vidne izpostavljenosti in ohranjanje vedut, upoštevanje oblikovne podobe celotnega objekta ter položaj in razporeditev fotonapetostnih modulov na strešinah. Če so ti vidno izpostavljeni in so na območju kulturne dediščine oziroma v prepoznavnih predelih naselja ali prepoznavnih krajinah, njihova barva ne sme biti vpadljiva ter mora biti čim bolj usklajena z zunanjo podobo objekta in objekti v neposredni okolici, barva podkonstrukcije fotonapetostnih modulov pa naj bo v barvi strešne kritine, sivi, srebrni ali črni barvi.

Na kulturni dediščini in vplivnih območjih kulturne dediščine je umeščanje fotonapetostnih naprav dopustno po pridobitvi kulturnovarstvenih pogojev in pridobitvi kulturnovarstvenega soglasja v skladu s predpisi, ki urejajo kulturno dediščino. Splošna obveznost postavitve fotonapetostnih naprav ne velja, če pri tem ni mogoče izvesti rešitev, s katerimi bi se ohranile varovane vrednote kulturne dediščine in upošteval varstveni režim.

2.5.2.4 UREDBA O PODROBNEJŠIH PRAVILIH UREJANJA PROSTORA ZA UMEŠČANJE FOTONAPETOSTNIH NAPRAV IN SPREJEMNIKOV SONČNE ENERGIJE – PRIPOROČILO

Priporočilo (Červek idr., 2025) z besedilnimi opisi in grafičnimi prikazi podrobneje razloži zahteve iz uredbe. Poglavje o varstvenih režimih vsebuje obsežna pojasnila in priporočila za področje varstva kulturne dediščine in navaja, da se presojajo mogoči negativni vplivi posegov na kulturno dediščino, kadar ni mogoče poiskati ustreznih rešitev za umeščanje sistemov za rabo obnovljivih virov energije zunaj območij kulturne dediščine. Pri tem je poleg splošnih in podrobnih varstvenih usmeritev za posamezne zvrsti kulturne dediščine treba upoštevati tudi podatke o kulturni dediščini in pravnih režimih varstva (eVRD), ki so dostopni na spletni strani Ministrstva za kulturo (<https://geohub.gov.si/ghapp/giskd/>). Priporočila za področje varstva kulturne dediščine neposredno povzemajo besedila ter skice po Smernicah za umeščanje sistemov obnovljivih virov energije na stavbe in območja kulturne dediščine (Adamič idr., 2023).



3

1. OHRANJANJE PRVOTNIH SESTAVIN

Temeljni cilj varstva je kar največje ohranjanje neokrnjenosti in izvirnosti. Nadomeščanje s kopijami varovanih prvin je primerno le izjemoma.

2. PRENOVA PRED ZAMENJAVO

Prvi korak pri energetske prenovi je odpravljanje obstoječih pomanjkljivosti stavbnih elementov in prerazporejanje prostorov glede na funkcionalnost. Vedno je treba najprej preveriti vse možnosti restavriranja stavbe oziroma njenih elementov, šele nato se je mogoče odločiti za zamenjavo ali spremembo.

3. ANALIZA STANJA

Večina zgodovinskih stavb se je razvijala postopoma skozi čas, zato je gradbena struktura heterogena. V procesu načrtovanja je zato treba najprej narediti analizo stanja gradbene konstrukcije in gradbene fizike, na podlagi katere se nato načrtujejo ukrepi.

4. CELOVITO NAČRTOVANJE UKREPOV

Pri prenovi stavb je treba v skladu z načeli dobrega gospodarjenja izvajati tudi druge smiselne ukrepe za izboljšanje stanja stavbe, kot so statična in protipotresna utrditev, zaščita pred vlago, protipožarna zaščita ipd., da se preprečijo poškodbe in razvrednotenje stavbe.

5. SPREMEMBE VEDENJSKIH NAVAD UPORABNIKOV

Energetska prenova stavbe mora vključevati tudi izboljšanje vedenjskih navad uporabnikov in optimizacijo upravljanja stavbe na podlagi ustreznih navodil kot dela projektne dokumentacije.

6. INDIVIDUALNA OBRAVNAVA STAVB

Za vsako stavbo je treba načrtovati posamične in zanjo najustreznejše rešitve in izdelati projekt prenove. Nujno je dobro sodelovanje vseh vključenih v proces, usklajevanje in komuniciranje ter iskanje kompromisnih in ustvarjalnih rešitev.

7. KOHERENTNOST MATERIALOV

Pri zamenjavi ali dozidavi materialov morata biti zagotovljeni koherentnost in kompatibilnost med obstoječimi in novimi materiali.

8. REVERZIBILNOST

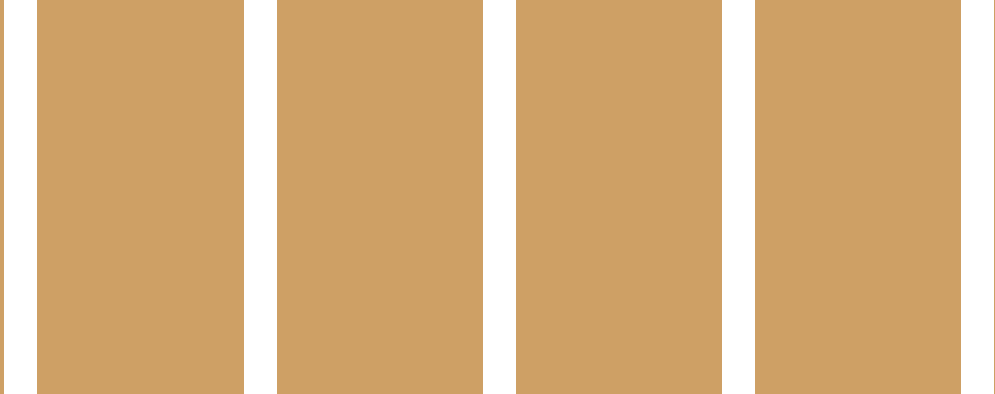
Zaradi možnosti nastanka napak in poškodb med prenovo in uporabo ter zaradi ohranjanja prvotnih sestavin stavbe imajo prednost povračljivi (reverzibilni) in popravljivi ukrepi.

9. ZMANJŠEVANJE NEGATIVNIH VPLIVOV

Načrtovati je treba samo take ukrepe, ki ne vlivajo negativno na konstrukcijo in kakovost notranjega okolja, zato je nujno potrebno sodelovanje izkušenih strokovnjakov gradbene fizike. Inovacije in poskusi so dovoljeni le na podlagi znanstvenih raziskav.

10. ODGOVORNOST ZA PRIHODNOST

Posegi v zgodovinske stavbe so potekali skozi stoletja v skladu z razvojem in potrebami, ki se spreminjajo. Konservatorski pristop zato stremi k odgovornemu ravnanju vseh udeležencev za prihodnost, ki mora preseči cilje in potrebe trenutnega časa ter kratkoročne finančne učinke in upoštevati prihodnja tveganja, kot so podnebne spremembe in naravne nesreče.



4

34

Osnovni namen smernic

Osnovni namen smernic je dati strokovne napotke za informirano oblikovanje nabora ukrepov, ki izboljšujejo energetske učinkovitost stavb kulturne dediščine, hkrati pa ohranjajo tiste lastnosti oziroma prvine, ki so varovane zaradi njihovega kulturnega pomena.

Predstavljeni so postopki, ki so potrebni za uspešno načrtovanje in izvajanje energetske prenove, od predhodnih analiz, nabora sprejemljivih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti z oznako tveganja za kulturni pomen do opozoril in priporočil za izvajanje ukrepov. Obsegajo ukrepe za izboljšanje stavbnega ovoja, sistemov za gretje, hlajenje, prezračevanje in klimatizacijo, ukrepe za povečanje rabe obnovljivih virov energije in organizacijske ukrepe. Vključene so strokovne informacije o učinkih in medsebojnih vplivih posameznih ukrepov.

Smernice ne obravnavajo posameznih primerov zgodovinskih stavb, saj je vsaka enota kulturne dediščine zgodba zase. Pri prenovi stavb kulturne dediščine se srečujemo z najrazličnejšimi vrednotami, ki jih moramo obravnavati individualno glede na njihove posebnosti in omejitve. Lastnosti oziroma varovane prvine, ki imajo kulturni pomen, so tiste, ki vplivajo na nabor sprejemljivih ukrepov energetske prenove. Izboljšanje oziroma izvedba nekaterih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti je sprejemljiva tudi na stavbah kulturne dediščine ob zavedanju, da največkrat ni mogoče doseči energijskih kazalnikov, ki veljajo za novogradnjo ali prenovo stavb, ki nimajo dediščinskih lastnosti.

Pri energetske prenovi so bistveni:

- dobro poznavanje in razumevanje stavbe;
- iskanje nabora rešitev, s katerimi se kar najmanj posega v prvotne oziroma ovrednotene sestavine in se jih spreminja;
- izbira novih posegov, ki jih je mogoče brez poškodb na stavbi odstraniti in zamenjati z novimi;
- zavedanje, da na nekaterih stavbah ali njihovih delih zaradi njihove kakovosti, izjemnosti in celovitosti ni mogoče izvesti vseh sicer tehnično izvedljivih in stroškovno upravičenih ukrepov.

Z nepremišljenimi ukrepi energetske prenove lahko močno okrnimo ali celo uničimo posamezne prvine, ki so ključne za kulturni pomen dediščine na ravni posamezne stavbe in območja.

Cilja priprave smernic sta:

- zagotoviti tehnično podporo načrtovalcem in drugim udeležencem v procesu celovite prenove od priprave izhodišč do izvedbe, ki bo v okviru robnih pogojev vključevala tudi energetske vidike, in
- zagotoviti, da bodo lastniki stavb kulturne dediščine postavljeni v enakopravnejši položaj pri pridobivanju finančnih virov za energetske prenove, na primer sredstev iz evropskih strukturnih in investicijskih skladov ter finančnih spodbud Eko sklada.

Smernice so namenjene tudi strokovnim službam za pomoč pri svetovanju projektantom in lastnikom stavb kulturne dediščine, da bodo vnaprej seznanjeni z omejitvami pri izvedbi ukrepov energetske prenove.

4 OSNOVNI NAMEN SMERNIC

Smernice temeljijo na dveh ključnih načelih:

1. ENERGETSKA PRENOVA STAVBE KULTURNE DEDIŠČINE MORA V SKLADU Z NAČELI DOBREGA GOSPODARJENJA VKLJUČEVATI TUDI DRUGE SMISELNE UKREPE ZA IZBOLJŠANJE STANJA STAVBE (NA PRIMER STATIČNA IN PROTIPOTRESNA PRENOVA, ZAŠČITA PRED VLAGO, PROTIPOŽARNA ZAŠČITA ITD.)

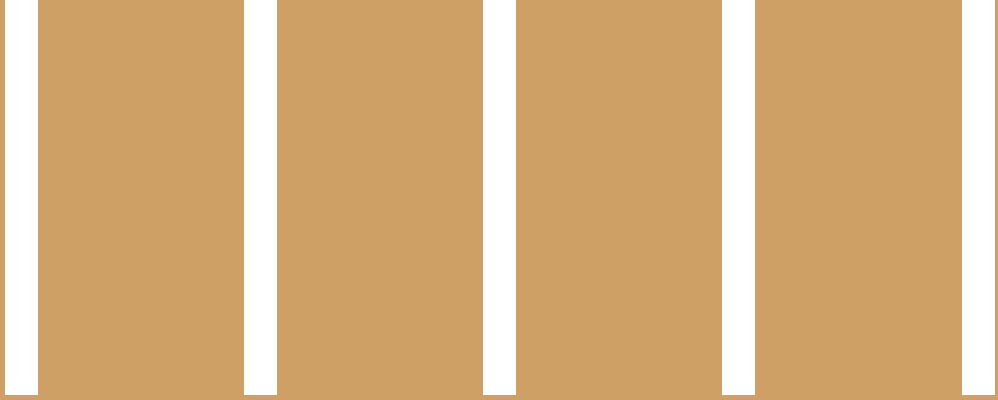
Pri prenovi vsake stavbe, tudi stavbe kulturne dediščine, je treba v skladu z načeli dobrega gospodarjenja izvajati tudi druge smiselne ukrepe za izboljšanje stanja, sicer so mogoče poškodbe stavb in razvrednotenje njihovega pomena. Z nenadzorovanimi in neusklajenimi posegi lahko pride do uničenja arhitekturnih in funkcionalnih lastnosti. V vsako prenovi je ob upoštevanju varstvenih zahtev smiselno vključiti ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti. Celovita prenova odločilno prispeva k ohranjanju stavbe in njenih dediščinskih lastnosti ter zahteva sodelovanje in usklajeno delovanje raznovrstnih strokovnjakov in usposobljenih izvajalcev. Ozaveščeni, informirani in aktivno sodelujoči lastniki in uporabniki stavb ključno prispevajo k učinkovitosti izvedenih ukrepov in ohranjanju kakovosti stavb.

2. ENERGETSKA PRENOVA STAVBE KULTURNE DEDIŠČINE MORA ISKATI USTREZNO RAVNOVESJE MED OHRANJANJEM VAROVANIH VREDNOT IN IZBOLJŠANJEM ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVBE

Osnovno vodilo varstva kulturne dediščine je ohranjanje varovanih vrednot, ki jih lahko ogrozijo nepremišljeni tehnični prijemi. Vendar ima večina stavb vsaj nekaj delov, ki nimajo dediščinskih vrednot, zato jih lahko prenovimo ali zamenjamo. Tudi posamezne dele z dediščinskimi vrednotami lahko morda po tehtnem strokovnem premisleku prenovimo, ne da bi te vrednote zmanjšali ali izničili.

Gre za postopek, pri katerem se deli stavb in elementi, ki nimajo dediščinskih lastnosti, obnovijo s tehnološkimi rešitvami z visoko stopnjo energetske učinkovitosti, medtem ko je za stavbne dele ali prvine z dediščinsko vrednostjo primerno izboljšanje energetske učinkovitosti le do mere, ki je s konservatorskega stališča še sprejemljiva. Tak pristop temelji prednostno na prenovi posameznih stavbnih delov in ne na energetski prenovi stavbe kot celote, saj lahko le tako dosežemo energetsko prenovi ob sočasnem ohranjanju kulturne dediščine. Vendar pa morajo biti tudi delni posegi med seboj usklajeni tako, da ne vplivajo negativno drug na drugega ali na stavbo kot celoto.

Cilj energetske prenove stavbe kulturne dediščine je torej razumno izboljšanje njene energetske učinkovitosti, ne da bi bile ogrožene njene varovane vrednote.



5

37

Varstvo kulturne dediščine v Sloveniji

5.1 Uvod

Slovenija je podpisnica vseh ključnih mednarodnih listin s tega področja, od Haaške do Unescove konvencije, in ena redkih evropskih držav, v katerih je varstvo dediščine tudi ustavna kategorija. Ustava Republike Slovenije (URS, 1991) namreč v 5. členu določa, da država »skrbi za ohranjanje naravnega bogastva in kulturne dediščine ter ustvarja možnosti za skladen civilizacijski in kulturni razvoj Slovenije.«

Pri tem je treba dodati, da varovanje dediščine ni absolutna ustavna vrednota, temveč je omejeno z drugimi ustavno varovanimi vrednotami, predvsem z lastninsko pravico lastnikov dediščine.

Ohranjena kulturna dediščina je pomemben del identitete vsake države in naroda, še posebej države, ki je svojo suverenost utemeljila na kulturni identiteti. Odnos do dediščine kaže stopnjo razvoja vsake države posebej in je ogledalo družbe kot celote. Najrazvitejše države sveta načrtno skrbijo za vse raznolike zvrsti svoje kulturne dediščine, kar je izhodišče kakovosti življenja vseh generacij in pomeni izziv za prihodnost.

Temeljni predpis, s katerim država vzpostavlja sistem varstva dediščine v Sloveniji, je Zakon o varstvu kulturne dediščine (ZVKD-1, 2008). Dediščino zakon opredeljuje kot »dobrine, podedovane iz preteklosti,« zato jo na splošno obravnavamo precej širše, kot je v nadaljevanju opredeljen »javni interes«. Tudi smernice so zato priročnik, ki se ne omejuje samo na »pravno« varovano kulturno dediščino, temveč so lahko koristen strokovni pripomoček pri posegih v vse kakovosti grajenega prostora.

V ZVKD-1 je opredeljen javni interes (javna korist) varstva dediščine, ki obsega:

- identificiranje dediščine, njenih vrednot in vrednosti, njeno dokumentiranje, proučevanje in interpretiranje,
- ohranitev dediščine in preprečevanje škodljivih vplivov nanjo,
- omogočanje dostopa do dediščine ali informacij o njej vsakomur, še posebej mladim, starejšim in invalidom,
- predstavljanje dediščine javnosti in razvijanje zavesti o njenih vrednotah,
- vključevanje vedenja o dediščini v vzgojo, izobraževanje in usposabljanje,
- celostno ohranjanje dediščine,
- spodbujanje kulturne raznolikosti s spoštovanjem različnosti dediščine in njenih interpretacij,
- sodelovanje javnosti v zadevah varstva.

Namen zakona ni samo zagotoviti uresničevanje tistega dela javnega interesa varstva dediščine, ki zadeva identificiranje in ohranjanje, ampak tudi zagotoviti, da je ohranjanje namenjeno »uporabnikom«.

5.2 Sistem varstva

5.2.1 NEPREMIČNA KULTURNA DEDIŠČINA

Kulturno dediščino delimo v nesnovno in materialno (snovno), zadnjo pa še v premično in nepremično dediščino. V smernicah je obravnavana samo **nepremična kulturna dediščina**.

Varstveni režim dediščine je praviloma opredeljen z dveh vidikov, in sicer tipologije dediščine in stopnje varstva.

Enota kulturne dediščine je fizični del okolja, v naravi je to lahko objekt ali njegov del, skupina objektov ali območje. Glede na tip dediščine so določene tudi okvirne varstvene usmeritve, s čimer so dane dokajšnja pravna varnost in jasne usmeritve v vseh nadaljnjih izvedbenih postopkih v zvezi z dediščino.

V zvezi z gradacijo (klasifikacijo) spomenikov glede na njihov pomen sta v konservatorski stroki, mednarodni in domači, dve struji z različnima pogledoma na to vprašanje, in sicer:

- prva struja (doktrina nemških dežel in Sveta Evrope) poudarja univerzalnost vsake pojavnosti oblike dediščine, kar pomeni, da je vsa dediščina enako pomembna, zato je ni smiselno deliti na kategorije;
- druga struja (Francija, deloma Velika Britanija) je prepričana, da je kulturno dediščino mogoče in treba deliti glede na njen pomen, ker je jasno, da dediščine v njenem celotnem obsegu ni mogoče enakovredno obravnavati in ohranjati na enako visoki ravni.

Pri nas se oba pogleda mešata: do leta 1981 je prevladovala avstrijsko-nemška smer (samo ena kategorija pod imenom spomenik). Pozneje je bil dejansko vpeljan sistem kategorizacije, ki pa ni bil nikoli dosledno izpeljan, zato so še danes pogosta neskladja in sistem varstva ni dosleden.

V nadaljevanju sta predstavljeni najpogostejši obliki varstvenega režima za tista tipa dediščine, ki ju energetska prenova najbolj neposredno zadeva, to sta stavbna dediščina in naselbinska dediščina.

5.2.2 STAVBNA DEDIŠČINA

Varstveni režim za **stavbno dediščino** se nanaša na njeno pojavnost v prostoru, zunanjščino in notranjščino, ki jo opredeljujejo gabariti, gradbeni material, slog, konstrukcijska zasnova, materiali, barve in oblikovanje.

Najpomembnejše prvine oziroma dediščinske lastnosti, ki dajejo stavbam kulturne dediščine njihov značaj in jih je treba upoštevati pri njihovi prenovi, so predvsem:

- oblikovanost zunanjščine (gradiva oziroma materiali, členitev stavbe, oblikovanje fasad, okna, vrata in strehe);
- funkcionalna zasnova notranjosti stavb, ki ji je treba slediti pri prenovah;
- notranje stavbno pohištvo in oprema (likovni okras: štukatura, poslikave, kipi, reliefi in parketi, tlaki, vrata ...).

Nekatere prvine, kot so ometi, štukature in stenske dekoracije, se varujejo enako v preprostem objektu iz 19. stoletja, funkcionalistični arhitekturi in tudi v izjemnih arhitekturnih stvaritvah (na primer sakralnih in pomembnih javnih stavbah).

Splošni varstveni režim za stavbno dediščino predpisuje ohranjanje teh značilnosti stavbe:

- tlorisna in višinska zasnova (gabariti),
- gradivo (gradbeni material) in konstrukcijska zasnova,
- oblikovanost zunanjščine (členitev stavb in fasad, oblika in naklon strešin, kritina, barve fasad, fasadni detajli),
- funkcionalna zasnova notranjosti stavb in pripadajočega zunanjega prostora,
- komunikacijska in infrastrukturna navezava na okolico (pripadajoči odprti prostor z niveleto površin in lego, namembnostjo in oblikovanostjo pripadajočih objektov in površin),
- prostorski kontekst, pojavnost in vedute (predvsem pri prostorsko izpostavljenih objektih, na primer cerkvah, gradovih, znamenjih itd.),
- celovitost dediščine v prostoru (prilagoditev posegov v okolici značilnostim stavbne dediščine).

5.2 SISTEM VARSTVA

5.2.3 NASELBINSKA DEDIŠČINA

Varstveni režim za naselbinsko dediščino poudarja predvsem varovanje zunanje pojavnosti nekega objekta na varovanem območju in njegovih značilnosti, kot so fasade ter strehe s stavbnim pohištvom in posebnimi detajli. Dejstvo je, da se večina stavb na območjih naselbinske dediščine odlikuje z izjemnimi prvinami na zunanjih površinah in tudi v notranjščini. Prav tovrstna, največkrat anonimna arhitektura najbolje označuje navade, okuse in življenjski slog nekega naroda in je v vsej zgodovini eden najpomembnejših elementov naselbinske forme.

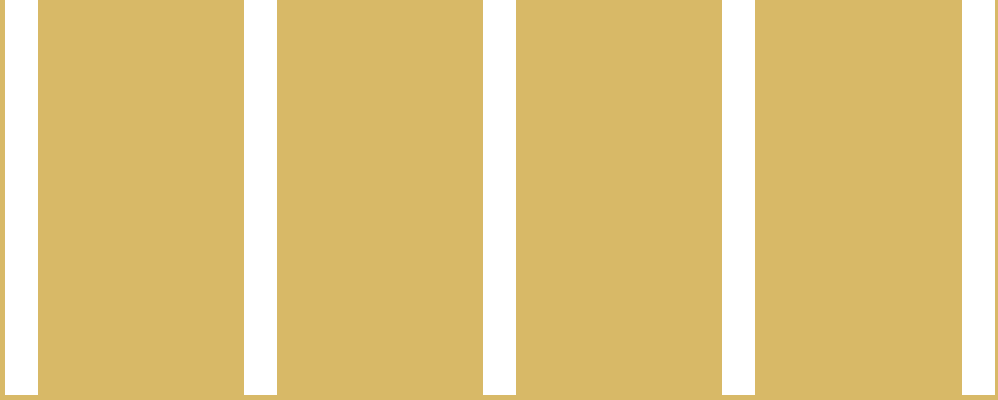
Splošni varstveni režim za naselbinsko dediščino predpisuje ohranjanje teh značilnosti naselja ali njegovega dela:

- naselbinske zasnove (parcelacija, komunikacijska mreža, razporeditev odprtih prostorov naselja),
- odnosov med posameznimi stavbami ter odnosa med stavbami in odprtim prostorom (lega, gostota objektov, razmerje med pozidanim in nepozidanim prostorom, gradbene linije, značilne funkcionalne celote),
- prostorsko pomembnejših naravnih prvin v naselju (drevesa, vodotoki itd.),
- prepoznavne lege v prostoru oziroma krajini (glede na reliefne značilnosti, poti itd.),
- naravnih in drugih meja rasti in robov naselja,
- podobe naselja v prostoru (stavbne mase, gabariti, oblike strešin, kritina),
- odnosov med naseljem in okolico (vedute na naselje in pogledi iz njega),
- stavbnega tkiva (prevladujoč stavbni tip, javna oprema, ulične fasade itd.).

Pri tem je treba poudariti, da gre za splošni varstveni režim, ki ga ni mogoče uporabiti za celotno stavbno ali naselbinsko dediščino, temveč je treba vsak poseg v nepremičnino posebej obravnavati v postopku kulturnovarstvenih pogojev in soglasij (kulturnovarstveni akti). Varstveni režim je namreč odvisen tudi od identifikacije varovanih vrednot na posameznem objektu ali območju in njegovega gradbenotehničnega stanja.

Varstveni režimi torej zagotavljajo podlago za vzpostavitev nadaljnjih ukrepov varstva, predvsem podrobne prepoznavne in definicije vrednot materialne substance. Za vsak načrtovan poseg pa moramo pridobiti kulturnovarstvene pogoje in nato kulturnovarstveno soglasje za projektno dokumentacijo.

Po podatkih iz Smernic za umeščanje sistemov obnovljivih virov energije na stavbe in območja kulturne dediščine Slovenije (Adamič idr., 2024) je v register nepremične kulturne dediščine vpisanih več kot 30.000 enot. V okviru posameznih enot različnih zvrsti je 35.382 stavb, kar pomeni 2,98 odstotka vseh stavb v državi. Poleg tega je v register vpisanih še 90.658 stavb, ki so del varovanih naselij (vasi, trška, mestna jedra, zaselki ipd.), kar znaša 7,64 odstotka vseh stavb v državi.



6

41

**Predhodne analize
stanja in potencialov
za energetska prenovo**

6.1 Uvod

Vsaka prenova mora temeljiti na dobrem poznavanju stavbe, kar velja tudi za energetska prenova. Pred prenovo je treba opraviti podrobne predhodne raziskave, ki zajemajo pregled arhivskih virov, že izvedenih sprememb in predelav, materialnega stanja stavbe, gradbenih in drugih tehničnih posebnosti, gradbenofizikalnih lastnosti, oblikovnih značilnosti, namembnosti prostorov in uporabe stavbe.

Priporočljivo je stavbo energetska prenoviti v okviru njene širše prenove. Tako več manjših operacij združimo v eno večjo ter s tem prihranimo čas in znižamo skupne investicijske stroške. Pri tem niti ni pomembno, ali ob siceršnjih načrtovanih večjih vzdrževalnih in obnovitvenih ukrepih in popravilih izvedemo tudi ukrepe za učinkovito rabo in obnovljive vire energije ali je osnovni cilj energetska prenova, ki ji pridružimo druge smiselne ukrepe.

Končno odločitev o primernosti predlaganih ukrepov energetske prenove stavbe kulturne dediščine, ki so jim lahko pridruženi tudi drugi ukrepi za izboljšanje stanja stavbe in izpolnjevanje bistvenih zahtev za objekte, sprejme odgovorni konservator oziroma konservatorka, ki izda kulturnovarstveno soglasje za projekt, pripravljen na osnovi predhodno pridobljenih kulturnovarstvenih pogojev.

Ob pravilnem razumevanju stavbe in njenih dediščinskih lastnosti lahko ustrezno načrtujemo in izvedemo ukrepe za izboljšanje njenih energijskih kazalnikov. To storimo na stroškovno čim učinkovitejši način, ki upošteva kulturni pomen stavbe. Posamezne vrednote in sestavine dediščine imajo različno vlogo v skupnem kulturnem pomenu, zato je pred prenovo smiselno določiti tiste prvine oziroma dele stavbe, ki so za spremembe manj občutljivi.

Nepremišljeni posegi v stavbo lahko povzročijo občutno večjo škodo, kot jo povzročijo staranje materialov in proizvodov, uporaba stavbe, zapostavljanje rednih vzdrževalnih del ali energetska neučinkovitost stavbe.

Ključni predhodni raziskavi sta:

- ocena kulturnega pomena stavbe,
- gradbenotehnična analiza.

Priporočljive pa so tudi te:

- meritve notranjih klimatskih razmer,
- termografska analiza,
- georadarska metoda,
- analiza osvetljenosti prostorov.

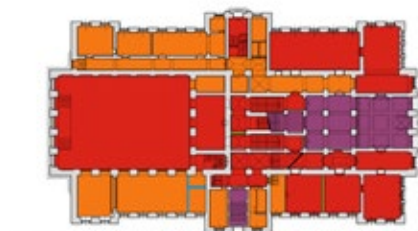
43

6.3 Konservatorski načrt

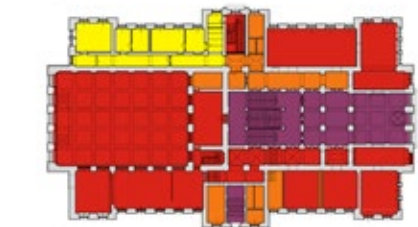
Pri kompleksnejših oziroma zahtevnejših prenovah spomenikov z izjemnimi prvinami, ki vključujejo zahtevna konservatorsko-restavratorska dela, se s kulturnovarstvenimi pogoji lahko predpiše tudi izdelava konservatorskega načrta zaradi podrobnega razumevanja spomenika in njegovih vrednot. Konservatorski načrt se pripravi v skladu s Pravilnikom o konservatorskem načrtu (2009). V njem se predstavi pomen dediščine in določijo varstvene usmeritve, kako skrbeti zanj z vzdrževanjem, popravili in upravljanjem pri prihodnjem razvoju, rabah in spremembah. Vključuje celosten pogled na dediščino in vse njene sestavine. V njem so sistematično urejene informacije, ki jih potrebujemo, da predvidimo načine njenega ohranjanja.

44

RE.2 Ljubljana – NARODNA GALERIJA EŠD: 347	Prepisano: seznam in opazovanja LEGENDA
STOPNJA DRUŽBENEGA POMENA	
5. NOTRANJŠČINA	

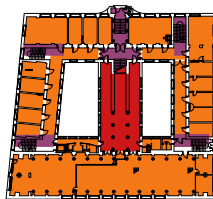


3.3 PRITLJEŽJE

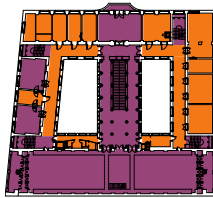


3.4 MEDRITJE

Ljubljana – Narodna in univerzitetna knjižnica EŠD: 373	LEGENDA
STOPNJE DRUŽBENEGA POMENA	
Notranjost Pritličje in prvo nadstropje	



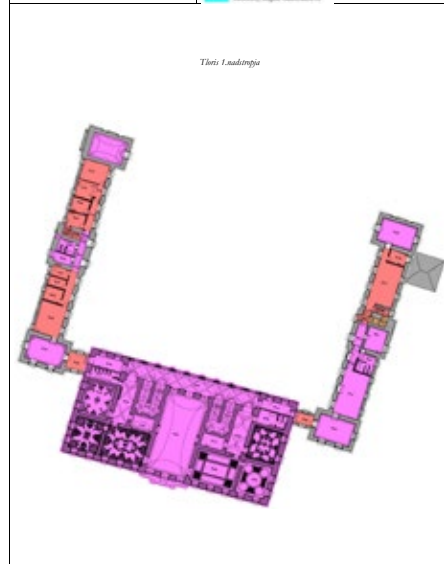
Pritličje



Prvo nadstropje



Dornava – Dvorec Dornava EŠD: 120	LEGENDA stopnje kulturnega pomena:
Stopnja družbenega pomena	
TLORISI doris 1.nadstropja	



(3) Primeri konservatorskega načrta, izsek iz mape O1: Ljubljana – Narodna galerija, Ljubljana – Narodna in univerzitetna knjižnica in Dornava – Dvorec Dornava.

6.4 Gradbenotehnična analiza stavbe

Tehnične, funkcionalne in druge izboljšave izvajamo, ko sta zagotovljeni stabilnost in varnost stavbe. Obseg in vrsta raziskav pri prenovi sta odvisna od starosti in vzdrževanosti stavbe ter vrste poškodb.

Preveriti je treba predvsem:

- splošno stanje stavbe,
- odpornost na ekstremne vremenske in druge dogodke, na primer neurje s poplavo, vetrolom, plaz, požar in potres,
- statično zasnovo s stanjem nosilne konstrukcije in drugih elementov,
- stanje terena in temeljenja,
- vrsto, stanje in kakovost vgrajenih materialov,
- vrste poškodb in vzrokov za njihov nastanek (na primer mehanske poškodbe, poškodbe zaradi vlage, staranje materialov) ter njihov vpliv na varnost in trajnost stavbe,
- stanje električne in požarne varnosti.

Ključni podatki za analizo so tudi:

- podatki o stavbi (kulturnovarstveni status, leto izgradnje, morebitne pretekle spremembe namembnosti);
- podatki o lokaciji stavbe (prevladujoči in predvideni vremenski pojavi, ogroženost zaradi potresa, plazu ali poplave);
- arhivsko gradivo, projektna in druga dokumentacija, zapisniki o večjih vzdrževalnih delih, drugi zapisniki ipd.;
- dokumentacija, ki se nanaša na posege v ali na stavbi (rušitve, prizidave, menjava stavbnega pohištva in kritine in posodobitev ali vgradnja tehničnih stavbnih sistemov);
- dokumentacija o posegih v vplivnem območju stavbe (rušitev, prenova ali gradnja sosednjih stavb, gradnja podzemne in nadzemne infrastrukture ter posegi v okoliški teren in vodotoke).



(4) Ob načrtovanju ukrepov energetske prenove moramo med drugim preveriti mehansko odpornost in stabilnost stavbe ter ugotoviti vzrok za čezmerno vlago v konstrukcijah.

6.4.1 STOPNJA ZAHTEVNOSTI PREISKAV IN ANALIZ

Preiskave gradbenotehničnega stanja so lahko precej obsežne, zahtevne in drage. Lahko so neporušne (na primer opazovanje, meritve in uporaba kontaktnih instrumentov) ali porušne (na primer sondiranje, odvzem vzorcev in pregled z endoskopsko kamero). Porušne preiskave se načrtujejo v dogovoru s konservatorsko službo.

Preiskave se izvajajo postopoma po predhodno oblikovanem programu, od neporušnih do porušnih oziroma od osnovnih do zahtevnejših in podrobnejših, njihovi rezultati pa se analizirajo in prikažejo v poglobljeni zaključni oceni. Nujno izhodišče za celovito načrtovanje preiskav sta natančen popis in izris dejanskega stanja stavbe.

6.4.2 OSNOVNI PREGLED STAVBE

Osnovni pregled stavbe obsega vizualni pregled, preprostejše preiskave na kraju samem, evidentiranje vidnih poškodb ter presojo zasnove in splošnega stanja konstrukcije in drugih stavbnih elementov. Izkušen strokovnjak s tem pridobi koristne informacije za načrtovanje morebitnih potrebnih nadaljnjih preiskav ter predvidi mogoče težave in izzive, ki vplivajo na njihov obseg, zahtevnost in način izvedbe.

6.4.3 PODROBNEJŠE PREISKAVE

S podrobnejšimi preiskavami se ugotavljajo dejanske konstrukcijske lastnosti stavbe, ključne za nadaljnje analize. To so stanje zemljine, temeljev in nosilnih elementov ter sestava stropov, zidov in strehe. Na osnovi teh podatkov se izdelava ocena nosilnosti stavbe.

Nekatere lastnosti se lahko določijo z neporušnimi, večinoma pa s porušnimi metodami. Pomankljivosti neporušnih metod, kot so georadar, elektromagnetni senzorji in ultrazvok, so lahko nepopolni ali premalo natančni podatki in premajhna zanesljivost. Porušne preiskave z laboratorijsko analizo odvzetih vzorcev so nujne za določanje trdnosti in kemične sestave materialov ter nekaterih drugih pomembnih lastnosti. Njihova slabost pa je poseganje v strukturno tkivo in možnost povzročitve nepovratnih poškodb.

S preiskavami pridobljeni podatki o konstrukciji so podlaga za nadaljnje odločitve o vrsti, obsegu, nujnosti in tehnični izvedbi posega. Pri tem se upoštevajo ta načela:

- večje lokalne napake je treba ustrezno sanirati;
- globalne nepravilnosti oziroma konstrukcijske slabosti, na primer v smislu porazdelitve togosti in nosilnosti, je treba kar najbolj odpraviti po višini in v tlorisu stavbe;
- izboljšanje konstrukcijske zasnove in povečanje potresne odpornosti konstrukcije se doseže s spremembo odpornosti in/ali togosti ustreznega števila obstoječih nosilnih elementov ali z uvedbo novih;
- povečati je treba lokalno duktilnost, tj. sposobnost prenašanja plastičnih deformacij brez porušitve na kritičnih mestih;
- povečanje odpornosti nosilnih elementov ne sme zmanjšati duktilnosti celotne stavbe;
- pri zidanih konstrukcijah se neduktilni oziroma krhki nosilni elementi nadomestijo z duktilnimi;
- izboljšati je treba neustrezne povezave med vertikalnimi stenami in medetažnimi konstrukcijami (stropi in streho) za ublažitev posledic horizontalne potresne obremenitve, delujoče na zidovje zunaj smeri njihove nosilnosti.

6.4.4 IZBOLJŠANJE KONSTRUKCIJSKIH LASTNOSTI

Posegi na konstrukciji se izvajajo po načelu enega ukrepa ali kombinacije ukrepov oziroma tehnično-tehnoloških rešitev ob doslednem upoštevanju učinkov spremembe konstrukcijskega sistema.

Vrste posegov na konstrukciji so predvsem:

- lokalna ali celotna sanacija poškodovanih ali nepoškodovanih elementov (popravilo, ojačitev in delna ali popolna zamenjava) za izboljšanje njihove togosti, odpornosti in/ali duktilnosti;
- dodajanje novih konstrukcijskih elementov (ojačani ali polni zid, jekleni, leseni ali armirani betonski elementi);
- dobetoniranje horizontalnih in vertikalnih armiranobetonskih vezi;
- ojačitve s kompozitnimi materiali (ti so na primer z vlakni ojačan polimer, z vlakni ojačana injekcijska masa ali z vlakni ojačan cementni material) s karbonskimi

- ali steklenimi vlakni, pletenimi v mreže ali tkanine, prilepljene z epoksidnimi lepili ali modificiranimi apnenimi ali apneno-cementnimi maltami);
- ojačitev lesenih stropnih konstrukcij z raznimi sistemi (dodatni nosilci, dodatne deske ali plošče, dodatni povezovalni elementi za utrditev ležišč in vozlišč);
- sprememba konstrukcijskega sistema (odstranitev ranljivih elementov, sprememba v pravilno zasnovane in/ali bolj duktilne zveze);
- dodajanje novega konstrukcijskega sistema za prevzem dela ali celotne potresne obremenitve;
- preoblikovanje obstoječih nenosilnih elementov v nosilne;
- uporaba pasivnih zaščitnih mehanizmov preko ležišč ali drugih elementov (dušilcev), ki omogočajo dušenje nihanja stavbe;
- zmanjšanje lastne teže konstrukcije;
- sprememba namembnosti ali prepoved uporabe stavbe;
- delna porušitev ali odstranitev.

Osnovno načelo pri gradnji in prenovi stavb in tudi prva bistvena zahteva za objekte sta mehanska trdnost in stabilnost. Osnovna struktura stavbe mora v svoji življenjski dobi kljubovati zunanjim vplivom, vključno s potresnimi silami. Prenova je priložnost za izvedbo nujnih utrditvenih ukrepov na nosilni konstrukciji in drugih elementih ter za ukrepe v širši okolici (na primer podporni in drugi zidovi za zaščito pred poplavi in plazovi) za zagotovitev varnosti ljudi in njihovega premoženja.



(5) Statična utrditev gradu Grm v Novem mestu (GRAS d. o. o., Ljubljana).

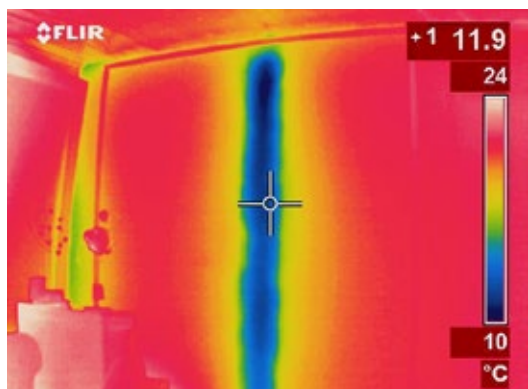
6.4.5 ŠIRŠI POGLED NA GRADBENOTEHNIČNO ANALIZO

V prejšnjih poglavjih so opisani osnovni elementi gradbenotehnične analize, ki se navezujejo na izpolnjevanje bistvenih zahtev za objekte ter jim je treba pri preiskovanju stanja stavbe in oblikovanju ukrepov za izboljšave posvetiti posebno pozornost. Na kratko je treba opozoriti še na področji, ki sta pogosto prezrti, vendar sta za podaljšanje življenjske dobe stavbe, njeno dolgoročno uporabnost in prilagajanje sodobnim potrebam tudi zelo pomembni.

6.4.5.1 NOTRANJE VODOVODNE IN ODOČNE NAPELJAVE

Notranje vodovodne in odtočne napeljave starejših stavb so pogosto dotrajane in korodirane, pretok je zmanjšan in upočasnen zaradi oblog na notranjih stenah cevi, posebej če so te iz svinca, njihova razporeditev in zmogljivost pa sta neprimerni oziroma nezadostni za današnje bivanjske in delovne vzorce. V predhodno analizo stanja stavbe je zato priporočljivo vključiti tudi pregled teh napeljav ter odpravo morebitnih pomanjkljivosti obravnavati v projektu prenove ob upoštevanju stroškovno sprejemljivih tehničnih možnosti in kulturnovarstvenih omejitev.

Stanje vodovodnih cevi vpliva tudi na kakovost pitne vode in s tem na zdravje uporabnikov. Pregled opravi strokovnjak z videokamero ter prouči stopnjo njihove poškodovanosti in dotrajanosti. Sodobne tehnologije omogočajo čiščenje in sanacijo brez rušitvenih del, na primer z vpihovanjem epoksidnih nanosov.



(6) Skrite odtočne napeljave v steni lahko poiščemo tudi s termografsko kamero.

Menjava ali prestavitev vodovodnih in odtočnih napeljav je ukrep, ki lahko vključuje obsežna rušitvena dela, izdelavo novih prebojev ter posege v skupne dele in naprave stavbe, kar ni izvedljivo brez sodelovanja in soglasja lastnikov, projektanta in konservatorske službe.

6.4.5.2 UNIVERZALNA GRADITEV IN UPORABA

Številne starejše stavbe ne ustrezajo sodobnim zahtevam za univerzalno graditev in uporabo. Drugače povedano, niso grajene in oblikovane tako, da so vsaj približno enakovredno dostopne vsem uporabnikom ter jim omogočajo neovirano uporabo komunikacijskih, bivalnih in delovnih prostorov ne glede na njihove osebne okoliščine, na primer funkcionalna oviranost, zlasti gibalna oviranost in oviranost zaznavanja prostora.

To področje obravnava Pravilnik o univerzalni graditvi in uporabi objektov (2018), ki se uporablja pri projektiranju, gradnji, uporabi in vzdrževanju objektov in njihovih zunanjih površin, dostopnih vsem ljudem. Pri stavbah kulturne dediščine praviloma ne moremo izpolniti vseh njegovih zahtev, večinoma pa lahko projektant v sodelovanju s konservatorsko službo vendarle zagotovi vsaj osnovno izboljšanje dostopnosti in zaznavanja prostorov. Ukrepi lahko vključujejo na primer odstranitev posameznih obstoječih ovir, postavitve montažnih ali grajenih dostopnih klančin, namestitve mehanskih dvigalnih naprav, prilagoditev odpiranja vrat, namestitve taktilnih oznak, vgradnjo sistemov zvočnega opozarjanja in videoopozarjanja in podobno.

Pri tem se upoštevajo **Smernice za dostopnost kulturne dediščine v javni rabi funkcionalno oviranim osebam** (Hohnec idr., 2025). Prednostno in podrobneje je obravnavano področje gradbenih in tehničnih rešitev za gibalno ovirane osebe, manj sta obravnavani področje tehničnih rešitev za slepe in slabovidne ter področje tehničnih rešitev za gluhe in naglušne. Opredeljena so merila za omogočanje dostopnosti javnih stavb, ki so kulturna dediščina. Smernice vsebujejo tudi tabelo za ocenjevanje dostopnosti na terenu, ki je lahko koristen pripomoček za konservatorje pred izdajo kulturnovarstvenih aktov in tudi vse druge uporabnike.

6.5

Požarna in električna varnost

Prenova stavbe zaradi podaljšanja življenjske dobe dediščine je hkrati priložnost za izboljšanje požarne in električne varnosti, vzpostavitev varnih evakuacijskih, dostopnih, dovoznih in intervencijskih poti ter potrebnih površin za gasilce in druge službe v primeru nesreč ali izrednih dogodkov. V strnjenih naseljih se upošteva tudi vpliv prenove na okoliške stavbe in širšo okolico za preprečitev morebitnega širjenja požara. Zagotoviti je treba varne poti za umik ljudi ter prihod gasilcev in drugih služb za zaščito in reševanje.

6.5.1 PRESOJA POŽARNE VARNOSTI

Ocena tveganj je ključnega pomena za preprečevanje požarov ter zagotavljanje varnosti ljudi in njihovega premoženja. Pri vsakem posegu ali spremembi v stavbi ali na njej (na primer dodatna toplotna zaščita na ovoju stavbe, oblaganje z gorljivimi materiali, posegi na električni napeljava, namestitev fotonapetostnih (FN) naprav in hranilnika električne energije, posodobitev ali menjava kurilne in dimovodne naprave, vgradnja klimatske, prezračevalne naprave in toplotne črpalke) je treba upoštevati zahteve požarne in električne varnosti. Upoštevati je treba tudi požarna tveganja med prenovo, ko se stavba spremeni v gradbišče, je pa še vedno v uporabi.

Opredeli se požarna odpornost nosilne konstrukcije in drugih elementov ter elementov požarnih sektorjev (požarna vrata, okna, požarni zidovi, lopute in druga zaščita). Izbira uporabljenih materialov, proizvodov in naprav pri prenovi ne sme povečati požarne obremenitve stavbe in njene širše okolice, zato se predvidijo omilitveni ukrepi in vgradijo dodatni protipožarni elementi, na primer sistem za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje ali sistem za gašenje požara.

Preveri se stanje kurilnih in dimovodnih naprav, plinskih in električnih napeljav ter drugih tehničnih stavbnih sistemov. Med požarnimi sektorji morajo biti vsi preboji ustrezno tesnjeni, sistemi pa morajo med požarom delovati (na primer varnostna razsvetljava, sistemi za alarmiranje, požarne lopute in vrata ter naprave za odvod dima in toplote, sistemi za vzdrževanje nadtlaka na stopniščih in dvigalih).

Požarno obremenitev povečajo FN-naprave, hranilniki električne energije in elektromobilne naprave (e-avtomobili, e-kolesa in e-skiroji ter e-polnilnice). Vzrok za izbruh požara so lahko tudi gospodinjski aparati, svetila in mobilni telefoni. Vsako gospodinjstvo bi moralo imeti ustrezne pripomočke za preprečitev širjenja požara, kot so požarne odeje, samodejne gasilne ampule ali manjši gasilni aparati.

Preveri se ustreznost evakuacijskih poti v stavbi, ki morajo biti vedno proste, primerno označene in osvetljene. Na stopniščih in hodnikih ne sme biti opreme in drugih ovir, ki so ozka grla ter onemogočajo čim hitrejšo in varno evakuacijo v primeru požara in drugih izrednih dogodkov. Oцени se ustreznost vseh poti in površin za intervencijska vozila.

6.5.2 PRESOJA ELEKTRIČNE VARNOSTI

Električna napeljava, naprave, razsvetljava in pripadajoča oprema v stavbi morajo biti med seboj kompatibilne, ustrezno zaščitene, varne ter v skladu s predpisi in standardi. Stara oziroma dotrajana električna napeljava je resna grožnja za nastanek obloka, ki je vzrok za izbruh požara in tudi druge nevarnosti, kot sta električni udar in vžig mogoče eksplozivne atmosfere. Pomembna je tudi zaščita pred udarom strele, saj je v Sloveniji pogostnost strel zelo visoka.

Tveganja zmanjšamo z rednimi pregledi in rednim vzdrževanjem električne napeljave in naprav. V okviru prenove se izvede pregled z meritvami vseh tokokrogov nizkonapetostne električne napeljave in njihovih povezav ter strel vodov za zaščito pred strelo. Pooblaščen preglednik preveri celotno električno napeljavo ob upoštevanju vpliva sosednjih, povezanih ali ločenih napeljav in ozemljitve ter združljivost priključenih naprav, opreme in drugih uporabnikov. Oceno ugotovljenega stanja povzame v zapisniku pregleda.

Električna varnost se zagotovi s celostnim pristopom ob upoštevanju določil v skladu s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah. Pri tem je ključno upoštevati vsaj:

- povezanost kovinskih delov za zaščito pred električnim udarom in napetostjo dotika;
- ustrezno izoliranost vseh delov pod napetostjo, saj prah, vlaga in kondenzat na kablilih z leti ustvarijo prevodne poti;
- avtomatski odklop v primeru preboja izolacije, kratkega stika, okvar ali oblokov (varovalke in zaščitna stikala na diferenčni tok);
- ustrezno ozemljitev stavbe ter notranjo in zunanjo zaščito pred strelo.

Najpogostejša odstopanja so povezana z nepravilno vezavo vodnikov, potekom in prepletanjem kablov (povečana nevarnost ob udaru strele), nepravilno povezanostjo naprav in svetili v kombinaciji z gorljivimi materiali. Odbor za nizkonapetostne električne inštalacije, naprave in zaščito pred strelo (Odbor NNELI) pri Elektrotehniški zvezi Slovenije (www.ezs-zveza.si/nneli/) je izdal brošuro Upravljanje stavb in električna varnost, ki je nujno in koristno vodilo za upravljalce, vzdrževalce in lastnike stavb. Vsebuje pregled ustreznih postopkov, nalog in del za odgovorno ravnanje pri zagotavljanju električne varnosti in kakovosti električnih napeljav in zaščite pred delovanjem strele.

6.5.3 UKREPI ZA IZBOLJŠANJE POŽARNE IN ELEKTRIČNE VARNOSTI PRI PRENOVI

Poseben izziv so starejše večstanovanjske stavbe, ki kljub požarnim načrtom nimajo ustrezno ločenih požarnih sektorjev, zunanjih požarnih stopnišč in ustreznih odvodov dimnih plinov s stopnišč. Notranja stopnišča delujejo v primeru požarov kot dimniška tuljava, saj običajno nimajo vgrajenih avtomatskih odprtih za odvod dimnih plinov in javljalnikov požarov. Problematična so vhodna vrata v stanovanja, ki niso požarno varna.

Pri starejših stavbah so svetlobne odprtine oziroma okna pogosto vgrajena v svetlobnih jaških, ozkih notranjih dvoriščih, vogalih na fasadi ali tik ob stopniščih in nad strehami sosednjih stavb, kar je veliko tveganje za širjenje požara. Enako velja za strešna okna brez ločilnih zidov ali tik ob FN-napravah oz. v njihovi bližini kljub predpisanim odmikom.

Pri prenovi stavbe se stanje električne napeljave preveri, tudi če ukrepi ne posegajo v napeljavo. Pripravi se načrt rednih pregledov v skladu s pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah. Če se ob prenovi stavbe na obstoječo električno napeljavo priklopi nova električna naprava, na primer klimatska ali prezračevalna, mora pooblaščen preglednik pregledati in odobriti priklop za varno uporabo.

Projekt prenove naj v okviru tehničnih možnosti in omejitev kulturnovarstvenega režima predvidi tudi ukrepe, ki navedena tveganja s področja požarne in električne varnosti omilijo ali popolnoma odpravijo.

Sodobne, sprejemljive tehnične rešitve za evakuacijske in dostopne poti naj temeljijo na oceni požarne ogroženosti v skladu s predpisi. V času prenove se te poti spremenijo zaradi gradbiščnih odrov, skladišča materiala in odpadkov, vozil, delovnih pripomočkov in drugih naprav. Evakuacijske poti v stavbi morajo biti po predpisih urejene tako, da je njihova uporaba varna tudi za funkcionalno ovirane osebe in gasilce.

Ob prenovi stavbe se uredijo varne dovozne in dostopne poti za gasilce ter postavitvene površine za gasilska vozila in delovne površine. Označba teh poti mora biti nedvoumna in jasna, površine morajo biti vedno proste in dostopne. Dopustne so izjeme, ki morajo biti usklajene s pooblaščenim inženirjem požarne varnosti in pristojnimi gasilci.

6.6

Meritve notranjih mikroklimatskih razmer

Primerna temperatura in relativna vlažnost zraka v prostorih sta pomembna dejavnika, ki opisujeta in določata klimatske razmere v prostoru. Z njima sta na primer povezana vzorec gibanja zraka in njegova kakovost. Zelo pomembne so tudi temperature obodnih površin in njihova enakomernost, t. i. temperaturna simetrija. Vendar je pri varovanih stavbah pojem »primerno« nekoliko poseben. Pogosto namreč mikroklima, ki ustreza uporabnikom stavb, ne ustreza stavbnemu ovoju ali notranji opremini in razstavljenim eksponatom. Za doseganje toplotnega ugodja uporabnikov je pomembna čim enakomernejša občutena temperatura, medtem ko spreminjanje vlažnosti zraka v prostoru znotraj relativno širokega razpona vrednosti ni tako ključno.

Pri varovanem stavbnem tkivu in eksponatih je pogosto prav nasprotno, seveda pa moramo upoštevati soodvisnost temperature in relativne vlažnosti zraka (primer: pri nenadni ohladitvi zraka v prostoru se njegova relativna vlažnost zviša, če prostora hkrati ne prezračimo).

Meritve temperature, vlažnosti zraka, konstrukcij in njihovih površin in podrobne analize rezultatov nam ob poznavanju namembnosti prostorov in lastnosti morebitnih pomembnih artefaktov v njih pomagajo poiskati rešitve, ki so ugodne za uporabnika in dediščino in hkrati stroškovno sprejemljive. Pri tem upoštevamo standard SIST EN 15757:2010, ki navaja klimatske pogoje v mikrookolju, v katerem so bili v daljšem obdobju razstavljeni predmeti kulturne dediščine in se nanj prilagodili.

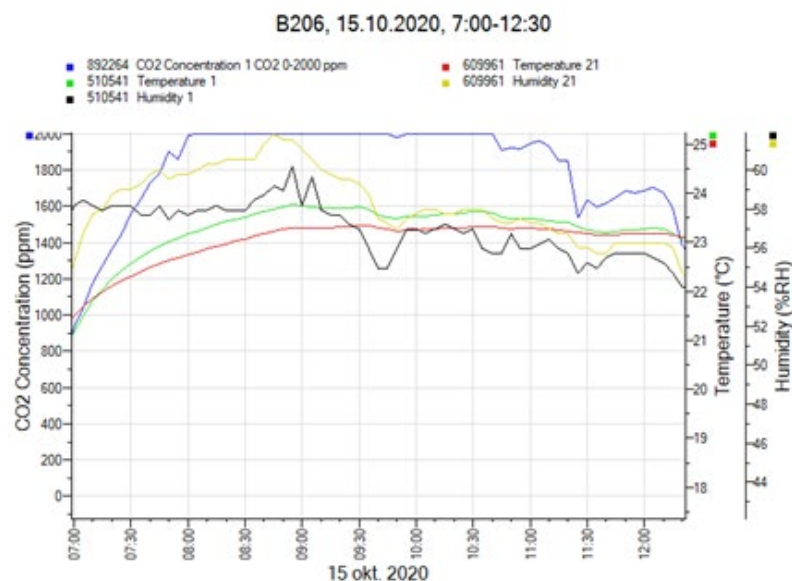
Projekt prenove mora poleg opisa tehničnih ukrepov vsebovati tudi opise mogočih tveganj zaradi njihovega posamičnega ali medsebojnega vpliva na mikroklimo v prostorih ter navodila za uporabnike za omejevanje teh tveganj s preventivnimi in popravnimi ukrepi.

6.6.1 PRIMER SPREMINJANJA MIKROKLIMATSKIH RAZMER ZARADI POSAMEZNIH UKREPOV

V toplotno nezaščiteni stavbi z okni oziroma zasteklitvijo s slabšimi toplotnimi lastnostmi, kot jih ima na primer zunanja stena (značilen primer so zidane stavbe z okni z enojno zasteklitvijo), se prekomerna relativna vlažnost zraka najprej odrazi s pojavom kondenzata oziroma rosenjem šip, ki so najhladnejši del toplotnega ovoja. To je nekakšen naravni alarm, ki opozarja, da je treba prostor prezračiti.

Če okna ali tudi samo okensko zasteklitev zamenjamo z energetsko učinkovitimi proizvodi z boljšimi toplotnimi lastnostmi od neprozornih delov toplotnega ovoja, zgoraj opisani varnostni mehanizem odpove. Do površinske kondenzacije vodne pare ob (pre)visoki relativni vlažnosti notranjega zraka pride najprej na hladnih notranjih površinah sten, zlasti v vogalih, za ob zunanjo steno prislonjenim pohištvo ali na stikih sten in medetažnih konstrukcij. Težave opazimo navadno šele takrat, ko se na takih mestih razvije plesen. V takem primeru je nujen ukrep namestitve higrometra za spremljanje relativne vlažnosti notranjega zraka.

Če toplotno zaščitimo še neprozorni del stavbnega ovoja, postanejo razmere spet podobne prvemu opisanemu primeru. Kondenzat na notranji površini notranje šipe nas opozori, da se je v zraku nevarno povečala vsebnost vlage. To seveda velja



(7) Primer rezultatov meritve temperature in relativne vlažnosti notranjega zraka ter vsebnosti CO₂ v njem.

ob predpostavki, da na toplotnem ovoju ni izrazitih toplotnih mostov, na katerih bi do tega pojava prišlo prej kot na zasteklitvi.

Tudi če obstoječa okna samo zatesnimo, se lahko mikroklimatske razmere v prostoru opazno spremenijo. Predvsem to velja za zatesnitev okenskih pripir, čeprav je lahko pomemben dejavnik tudi zatesnitev vgradne rege med oknom in konstrukcijo. Nenadzorovana izmenjava zraka zaradi razlike v temperaturah in tlakih v odvisnosti od orientacije in višine okna ter zunanjih vremenskih in notranjih razmer se sicer zmanjša, kar poveča temperaturno stabilnost v prostoru ter zmanjša vnos in odlaganje nečistoč iz zraka na hladnih delih prostora in predmetih v njem. Hkratna posledica pa je nevarnost naraščanja relativne vlažnosti notranjega zraka prek varne meje. Tveganje se še poveča, če se na primer hkrati ukine lokalno kurišče z izvodom dimnih plinov, ki je bilo dodaten »motor« za srk zunanjega zraka v notranjost. Stabilnost in ustrezno raven relativne vlažnosti zraka v prostorih moramo v takem primeru zagotoviti z dodatnim naravnim ali mehanskim prezračevanjem.



(8) Ledene rože na okenski šipi zaradi zamrznitve kondenzata pri zelo nizkih zunanjih temperaturah.

6.7 Termografska analiza

Termografija je ena najpomembnejših in najkoristnejših neporušnih brezstičnih preiskav. Pomaga nam bolje oceniti stopnjo nujnosti celovite ali delne prenove posamezne konstrukcije ali stavbe. S termografijo prikažemo razporeditev površinskih temperatur opazovanega telesa. Vsako telo, ogreto nad absolutno ničlo, namreč oddaja toploto s sevanjem. To nevidno sevanje v infrardečem delu spektra elektromagnetnega valovanja (pribl. 9–14 μm), ki ga zazna kamera, se pretvori v barvno sliko s pripadajočo temperaturno lestvico. Pri tem nam je v pomoč zakonitost, da količina sevanja narašča s temperaturo telesa.

S termografsko kamero lahko med drugim določimo toplotne mostove in podhlajena mesta, na katerih je nevarnost površinske kondenzacije vodne pare, natančneje opredelimo mesta poškodb skritih ogrevalnih vodov, poiščemo pregrete električne vodnike, posredno opredelimo navlažene dele konstrukcij in podobno. Poleg preverjanja dejanskega stanja in kakovosti izvedbe ukrepov

prenove stavbnega ovoja uporabljamo termografijo tudi ob rednih pregledih delovanja posameznih stavbnih sistemov, na primer strojnih in električnih napeljav.

S termografsko analizo zunanjega ovoja stavbe preverjamo enakomernost njegovih toplotnih lastnosti in poiščemo toplotno šibka mesta oziroma **toplotne mostove**. To so večje ploskve ali posamezna lokalizirana mesta, na katerih je povečan toplotni tok zaradi manjšega toplotnega upora oziroma večje toplotne prehodnosti iz ogrevanega prostora v zunanost. Pri spremembi vrste ali debeline materiala govorimo o **konstrukcijskem oziroma materialnem** toplotnem mostu. Tak toplotni most rešimo z namestitvijo dodatnega sloja toplotne zaščite, s čimer povečamo toplotni upor.

6.7 TERMOGRAFSKA ANALIZA

Geometrijskim toplotnim mostovom, ki ob ustrezni mikroklimi v ogrevanih prostorih navadno nimajo škodljivih posledic, se ne moremo izogniti, saj so povsod tam, kjer se spremeni geometrija konstrukcije. Značilna primera sta vogal dveh zunanjih sten ter stik zunanje stene in medetažne konstrukcije. Zelo neugodne posledice lahko povzroči **konvekcijski** toplotni most, tj. netesno mesto v toplotnem ovoju stavbe. Značilni primeri so neustrezno zatesnjena vgradna rega ob obodu stavbnega pohištva, netesna pripira stavbnega pohištva in netesni preboji skozi toplotni ovoj, na primer ob zračnikih, dimnikih, antenskih drogovi in podobno.

Na območju toplotnih mostov se lahko temperatura notranje površine precej zniža. Velikost območja, na katerem pride do tega, je odvisna od intenzivnosti in velikosti toplotnega mostu. Pri konvekcijskih toplotnih mostovih je lahko pojav izrazitejši kot pri materialnih, obseg toplotnega mostu pa je odvisen tudi od prevladujočih smeri zračnih tokov.

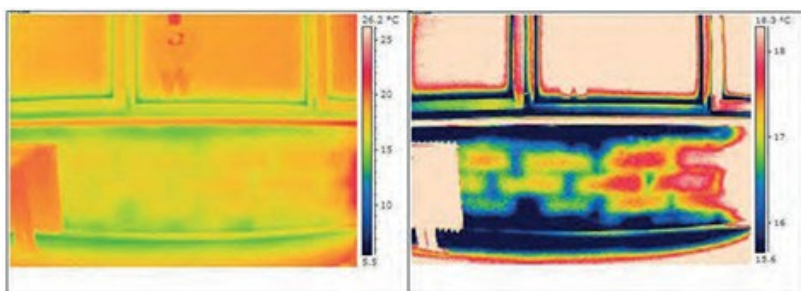
Prva posledica nižje temperature je povečano odlaganje prahu na takih mestih. Vsaka temnejša lisa na površini torej še ne pomeni nujno plesni. Lahko gre le za bolj umazano površino, ki pa tako vsebuje več hranilnih snovi za plesen, če se ta pojavi ob ponavljajoči se ali stalni površinski kondenzaciji vodne pare v nadaljnjih obdobjih.

Vsako znižanje notranje površinske temperature konstrukcije, ki sicer lahko opozarja na toplotni most, še ni nedovoljeno znižanje. Povedano drugače, toplotne mostove ločimo na »dovoljene« in »nedovoljene«. Pri slednjih gre za tako spremembo v toplotnem upor, da (tudi) obstaja nevarnost površinske kondenzacije vodne pare.

Termografski posnetek oziroma termogram prikazuje realne površinske temperature opazovanega telesa, ki so tudi edini neposredni rezultat preiskave. Termografija ni rentgensko slikanje. S termografsko kamero tako ne moremo opazovati, kaj je za steno, niti na primer ugotoviti sestave stene po njeni globini. Prav tako ne moremo preveriti temperature notranje površine zunanje stene, kadar izvajamo zunanjo termografijo, niti količinsko določiti toplotnih izgub skozi opazovano gradbeno konstrukcijo ali njene toplotne prehodnosti.

Za uspešnost termografskega pregleda morajo biti izpolnjeni najmanj ti pogoji:

- poznavanje kamere in pravil termografskega snemanja,
- pravilna nastavitve robnih pogojev ali med preiskavo ali med obdelavo termogramov z računalniškim programom, ter
- ustrezno strokovno znanje za pojasnitev rezultatov in opredelitev vzrokov za morebitne zabeležene odklone od pričakovanega oziroma brezhibnega stanja konstrukcije.



(9) Isti termografski posnetek, prikazan z različno temperaturno lestvico na termogramu. Pri termografskih posnetkih se lahko temperaturna lestvica (zgornja in spodnja meja) in s tem tudi prikazano temperaturno območje razlikujeta od posnetka do posnetka, zato se spremeni barvni prikaz površinskih temperatur. Neposredna primerjava dveh posnetkov samo na podlagi barvnega prikaza tako ni mogoča, pač pa je treba upoštevati barvno in temperaturno lestvico na vsaki sliki.

6.8 Preiskave z georadarsko metodo

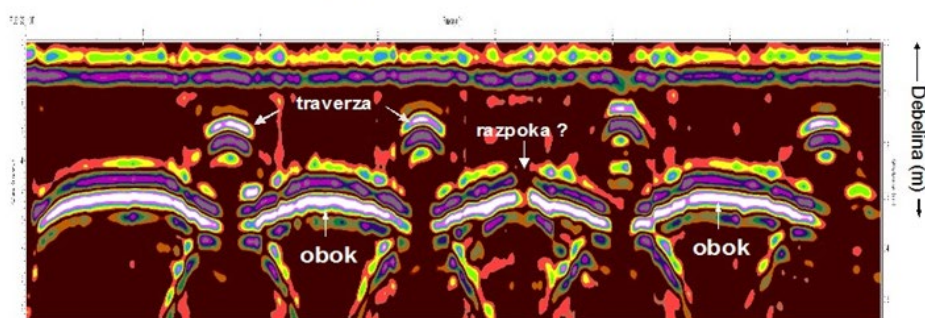
Georadar je geofizikalna naprava, ki deluje na podlagi odbojev elektromagnetnih valov visoke frekvence iz bližnje okolice, s katerimi preiskujemo podzemne in tudi nadzemne strukture.

Preiskave z georadarjem spadajo med neinvazivne oziroma neporušne preiskave, saj se izognemo izkopom, razbijanjem ali sondiranjem konstrukcij ali zemljin. Z georadarjem se zaznajo ali razberejo plasti in anomalije pod površino tal oziroma v zemljini, ledu, betonu, asfaltu ali zidovih in drugih konstrukcijskih elementih.

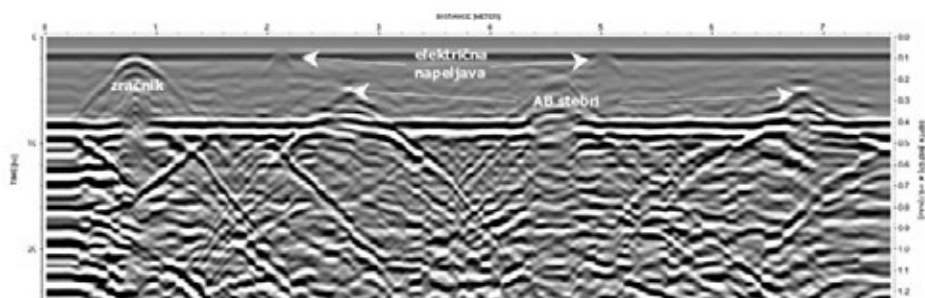
Uspešnost georadarske preiskave je pogojena s kontrastnostjo elektromagnetnih lastnosti preiskovanega območja. Fizikalna parametra, ki vplivata na širjenje elektromagnetnih valov skozi medij, sta elektromagnetna permeabilnost in električna upornost. Najugodnejše je, kadar je relativna elektromagnetna permeabilnost nizka, električna upornost medija pa visoka.

Z georadarjem lahko določimo razporeditev in stanje tramov, nosilcev ali stebrov, položaj napeljav (na primer električni in drugi vodi, vodovod in kanalizacija) in drugih elementov v konstrukcijah (na primer dimne tuljave, dozidave ali prezidave zidov), lego arheoloških ostalin in sestavo zemljine z votlimi mesti, nehomogeno strukturo ali podzemne vodne tokove. Poiščemo lahko položaj in razporeditev armature v betonu ter napake, nehomogenost in votla mesta vgrajenih materialov, ocenimo debelino elementov ali slojev in tudi stopnjo navlaženosti sten, tal ali temeljev.

GEORADARSKI PROFIL F-12



(10) Grafični prikaz rezultatov preiskave konstrukcijskih elementov z georadarjem.



(11) Radargram inštalacij in konstrukcijskih elementov v zidu.

6.9 Kurilne, dimovodne in prezračevalne naprave

Stanje in delovanje naprav preverjamo glede na trenutno oziroma dejansko uporabo stavbe. Izvede se vizualni pregled naprav (vrsta, število in stanje kurilnih, dimovodnih in prezračevalnih naprav) ter izdelava ocena njihovega stanja z evidentiranjem poškodb in dotrajanosti.

Pri namestitvi nove kurilne naprave je treba zagotoviti njeno neoporečno obratovanje. Zato se izvede skrben pregled obstoječih dimovodnih in pripadajočih prezračevalnih naprav z uporabo ustreznih pripomočkov in naprav, kot so posebne videokamere. Opravijo se geometrijske izmere in meritve fizikalnih lastnosti, prepustnosti, emisij dimnih plinov in emisije CO v prostorih.

Pridobljeni podatki so osnova za izračun in presojo primernosti dimovodnih naprav za nadaljnjo uporabo v skladu z določenimi standardi. Zaključki pregleda se lahko uporabijo tudi za načrtovanje morebitne potrebne sanacije obstoječega stanja ali prilagoditev teh naprav za novovgrajene kurilne naprave.

Na podlagi podatkov, pridobljenih o stavbi, se lahko opravijo tudi analize in izračuni v skladu s predpisi, standardi in pravili stroke za izvedbo nove oziroma nadomestne dimovodne in prezračevalne naprave. Posebna pozornost se nameni odmikom dimne tuljave od lesenih delov konstrukcije (leseni stropi, ostrešje in obloge). Kritična mesta so še dimniška vratca in drugi priključki ter pohišstvo ob dimniku.

Minimalne zahteve za načrtovanje, vgradnjo in vzdrževanje naprav so opredeljene v Gradbenem zakonu in podzakonskih aktih, ki podrobneje določajo tudi zahteve za požarno varnost in zaščito zdravja ljudi v stavbah ter varstvo okolja in učinkovito rabo goriv. **Pri starejših stavbah, med katere spada tudi večina stavb kulturne dediščine, je pogosto ena izmed najzahtevnejših nalog uskladičev stanja s sodobnimi predpisi, tako da niso neposredno ogroženi varnost objekta, življenje in zdravje ljudi, sosednje nepremičnine ali okolje.**

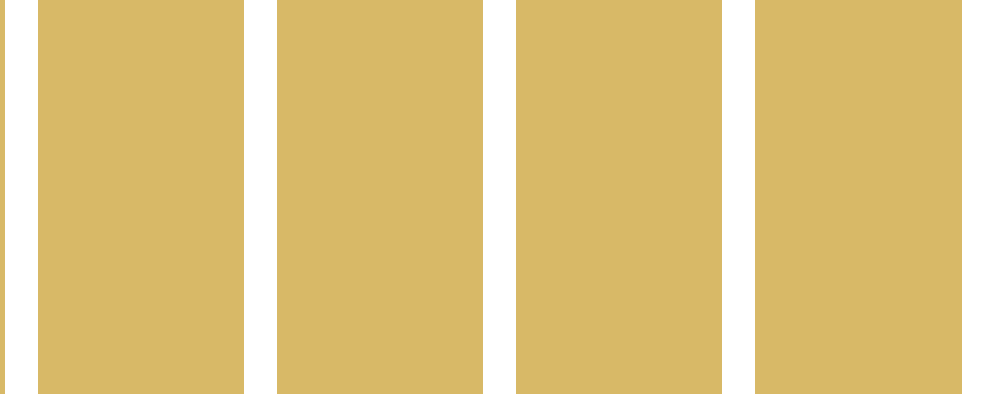
54

6.10 Analiza osvetljenosti prostorov

Nekateri ukrepi energetske prenove lahko vplivajo na naravno osvetljenost prostora oziroma količino vpadne svetlobe v prostor, kar opišemo s količnikom dnevne svetlobe (KDS). KDS je v odstotkih izraženo razmerje med trenutno osvetljenostjo izbrane točke v prostoru in zunanjo osvetljenostjo. Njegov najpomembnejši element je delež vidnega dela neba. Ta se lahko zmanjša, če se na primer konstrukcija stene pri danem položaju okna odebeli zaradi dodane toplotne zaščite ali če okno prestavimo proti notranji ravnini obodne stene. Poleg energijskih kazalnikov moramo torej pri prenovi preveriti tudi ta dejavnik, ki lahko bistveno prispeva k zaznavi in oblikovanju notranjega okolja ter ravni bivalnega ugodja.

Podobno velja za svetlobne lastnosti okenske zasteklitve. Prepustnost za svetlobo se lahko z dodajanjem okenskih šip, uporabo sončnozaščitnih stekel ali posebnih nanosov ali folij v nekaterih primerih tako zniža, da se občutno poslabša naravna osvetljenost prostorov.

Neželene posledice je treba preprečiti s pravočasno primerjalno analizo naravne osvetljenosti prostorov pred prenovno in po njej. Tako lahko na primer določimo še sprejemljive svetlobne lastnosti zasteklitve in ustrezen položaj okna v ravnini zunanje stene.



7

55

**Opredelitev potreb
po energetske prenovi**

7.1 Parametri notranjega okolja in bivalnega ugodja

Pri energetske prenovi stavbe niso pomembni le izboljšani energijski kazalniki in ekonomski učinek ukrepov, ampak tudi vplivi na zdravje, počutje in ugodje njenih uporabnikov. Stavbe kulturne dediščine pri tem niso izjema. Relativni pomen posameznih učinkov prenove je odvisen tudi od namembnosti stavbe. V stanovanjski ali poslovni stavbi je bivalno ugodje pomembnejše kot na primer v galeriji ali muzeju, kjer nas zanimajo predvsem parametri, ki zagotavljajo ustrezno mikroklimatsko okolje za eksponate.

PURES 2022 opisuje ugodje v notranjem okolju kot občuteno stanje notranjega okolja, ki zagotavlja prijetno, zdravo bivanje in učinkovito delo ter se zagotavlja s stanjem spremenljivk notranjega okolja, opredeljenimi s predpisi, smernicami, standardi in projektno nalogo.

Dojemanje bivalnega ugodja je delno subjektivne narave, veljajo pa pravila za razpore vrednosti posameznih parametrov, ki jih večina uporabnikov doživlja kot sprejemljive oziroma znotraj katerih ne tožijo zaradi neugodja ali slabega počutja.

Na ugodje vplivajo toplotni, optični, akustični in biofizikalni dejavniki. K toplotnim štejemo zlasti temperaturo, zračno vlažnost, hitrost in smer gibanja zraka, vrsto dejavnosti in vrsto oblačil. Najpomembnejši optični dejavniki so stopnja naravne in umetne osvetljenosti, bleščenje in odboji svetlobe ter razpoznavnost barv. Pri akustiki nas najbolj zanima vpliv virov zunanega in notranjega hrupa, biofizikalni vplivi pa vključujejo na primer električna polja in kakovost zraka.

V povezavi z energijskimi značilnostmi stavbe se najbolj posvečamo zagotavljanju toplotnega ugodja, na katero vplivata oddajanje toplote s telesa v (hladnejšo) okolico in toplotni vpliv neposredne okolice na človeka. Dokler sta ta pojava v vsaj približnem ravnovesju, lahko govorimo o visoki ravni toplotnega ugodja. Ravnovesje se ne vzdržuje samodejno, ampak ga moramo vzpostavljati z ogrevanjem, hlajenjem, ustreznimi oblačili, pravilnim prezračevanjem in podobnimi ukrepi.

Toplotno ugodje navadno opišemo s kombinacijo med seboj povezanih in odvisnih parametrov, kot so:

- stopnja dejavnosti uporabnikov;
- temperatura notranjega zraka;
- srednja sevalna temperatura obodnih površin;
- občutena temperatura, ki je rezultanta temperature zraka in srednje sevalne temperature;
- relativna vlažnost notranjega zraka;
- gibanje zraka v prostoru.

Iz teh navedb izhaja pomen dobrih toplotnih lastnosti stavbnega ovoja (neprozorni elementi, stavbno pohištvo), zrakotesnosti ter ustreznega načina ogrevanja, hlajenja in prezračevanja. Tudi če pri energetske prenovi stavb kulturne dediščine nastopijo omejitve, lahko toplotno ugodje izboljšamo s strokovnim načrtovanjem dovoljenih ukrepov in njihovih kombinacij. Z nekritičnim in neusklajenim nizanem »maksimalnih« posameznih ukrepov pa ga lahko celo poslabšamo.

Predvsem je pomembno, da zmanjšamo temperaturno asimetrijo v prostoru, tako da je razlika med temperaturo zraka in temperaturo obodnih površin čim manjša (idealno v povprečju ne več kot od 3 do 4 kelvine). S tem sta povezana tudi hitrost in vzorec gibanja zraka v prostoru. Ob hladnih površinah se zrak hitro ohlaja in pada navzdol, kar lahko povzroči neprijeten občutek prepiha in kroženje prahu v prostoru. Tudi oddaja telesne toplote s sevanjem k hladni površini je izrazitejša. Izmenjava toplote v prostoru s sevanjem je sicer v povprečju dvakrat večja kot s konvekcijo. Da bi zmanjšali opisano občutka neugodja, se pogosto zviša raven ogrevanja, kar poviša obratovalne stroške.

Območje ugodnih (sprejemljivih) temperatur zraka v bivalnem ali delovnem prostoru za običajne dejavnosti je med 20 in 26 °C. Zgornja temperaturna meja je z vidika toplotnega ugodja pomembnejša od spodnje.

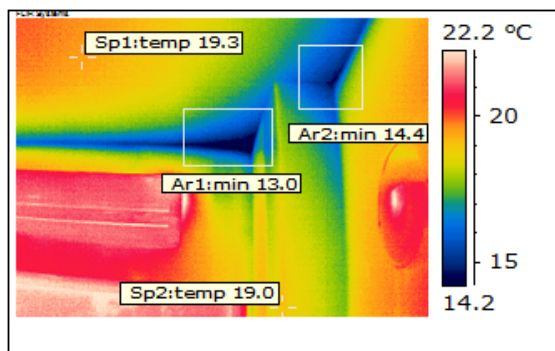
Relativna vlažnost notranjega zraka naj bo od 30 do 60-odstotna. Zgornja meja naj bo dosežena oziroma presežena le občasno in kratkotrajno, pri čemer je treba prostor nato pravočasno prezračiti. Enaka zgornja meja velja za klimatizirane prostore.

Če se v prostorih hranijo na nihanje relativne vlažnosti zraka občutljivejši predmeti oziroma absorptivni materiali, pri katerih bi lahko zaradi spreminjanja notranjih napetosti prišlo do poškodb in hitrejšega staranja, je treba dopustno spodnjo in zgornjo mejo ustrezno prilagoditi in vzdrževati.

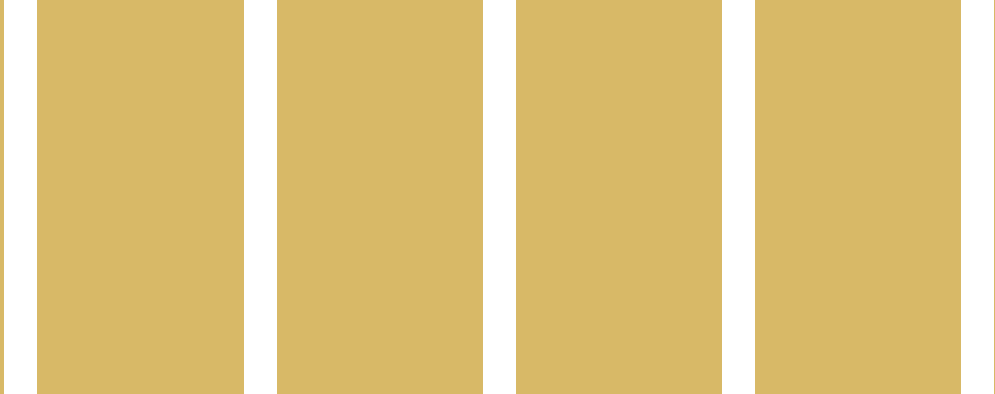
Pri gibanju zraka je posebej pomembna njegova hitrost: večja ko je hitrost gibanja zraka, izrazitejši bo občutek prepiha ter intenzivnejše gibanje prahu po prostoru in nastajanje oblog nečistoč na hladnejših površinah (t. i. termodifuzija).

Primer okenske zasteklitve: z njeno višino ali višino položaja v steni se večja tudi hitrost padanja ohlajenega zraka ob njej, kar je najbolj zaznavno v pasu širine približno 20 cm od šipe. To je treba upoštevati pri izrazito visokih oknih, strešnih oknih in svetlobnikih. Če bi se želeli temu pojavu popolnoma izogniti, bi morala imeti visoka ali visoko nameščena okna ustrezno nižjo toplotno prehodnost.

Meritve temperature in vlažnosti zraka so del celovitega načrta diagnostike specifičnega okolja. Izvajajo naj jih primerno usposobljeni strokovnjaki, da se izognemo motnjam in napakam, ki lahko nastanejo zaradi operativnih nepravilnosti, neustrezne izbire pogojev vzorčenja, neustrezne izbire merilne opreme ali uporabe instrumentov z nezmožnostjo zaznavanja posebnosti, značilnih za posamezen primer.



(12) V vogalu zunanjih sten in stropa (geometrijski toplotni most) je na termografskem posnetku vidna nepričakovano nizka površinska temperatura. Domnevamo lahko, da je toplotna zaščita na tem mestu oslABLJENA. Pri zunanji temperaturi –4 °C je bila izmerjena najnižja površinska temperatura 13 °C, kar opozarja na možnost nastanka površinske kondenzacije vodne pare.



8

58

**Kdaj in kako
v energetska prenova**

8.1 Uvod

Energetska prenova stavb kulturne dediščine ima večplasten pomen. Na širši ravni spodbuja ter omogoča specializacijo poklicev in tudi razvoj namenske proizvodnje, s čimer ustvarja nova delovna mesta. To pozitivno vpliva na konkurenčnost gospodarskih dejavnosti ter zmanjšuje energetska odvisnost in negativne vplive na okolje. Z zornega kota lastnika ali najemnika stavbe so predvsem pomembni nižji obratovalni in vzdrževalni stroški, boljše bivalno in delovno ugodje ter tudi dvig vrednosti nepremičnine. Za nadaljnje ohranjanje stavbne dediščine pa so zlasti pomembni vidik njenega oživljanja, prilagajanja sodobnim potrebam in zahtevam bivanja ter ne nazadnje krepitev odpornosti na podnebne spremembe in izboljšanje pripravljenosti nanje.

Energetska prenova stavb kulturne dediščine se lahko izvaja v sklopu širše prenove, tj. večjih vzdrževalnih del, zaščite pred vlago, statične in protipotresne sanacije, spremembe namembnosti in uporabe stavbe, ekonomske optimizacije ali sanacije po izrednih dogodkih, kot je poplava. Tudi kadar je izboljšanje energetske učinkovitosti prvi oziroma osrednji cilj prenove, je treba poskrbeti, da se ukrepi izvajajo v skladu z zahtevami varstva kulturne dediščine, zahtevami po tehnični korektnosti in po načelih dobrega gospodarjenja.

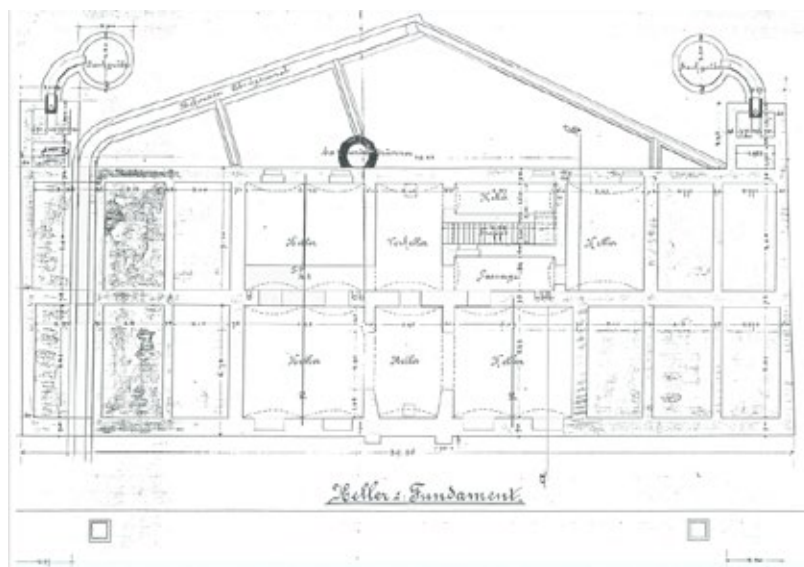
V okviru tehničnih možnosti in omejitev, ki izhajajo iz posebnih zahtev varstva kulturne dediščine, je treba pri energetski obnovi zagotoviti izpolnjevanje posameznih bistvenih in drugih zahtev gradbene zakonodaje. To pomeni, da je treba upoštevati tudi predpise, smernice, priporočila, zadnje stanje tehnike in dobro strokovno prakso z drugih področij, kot je zaščita pred vlago ali požarna in električna varnost.

Vsako stavbo, tudi stavbo kulturne dediščine, je treba obravnavati ne samo kot samostojni objekt, ampak v okviru danosti in posebnosti okolja, v katero je umeščena. To med drugim pomeni, da je treba načrte energetske prenove uskladiti tudi z morebitnimi načrti za prenovalo ali širitev lokalne energetske infrastrukture in graditev pametnih omrežij oziroma upoštevati vsebino lokalnega energetskega koncepta (LEK). Prenova mora biti usklajena z lokalnimi značilnostmi, da se zagotovi trajnostnost investicije.

Na učinke energetske prenove stavbe kulturne dediščine moramo gledati tudi širše. Ta morda zaradi zahtev varstvenega režima ne more biti tako celovita kot energetska prenova nevarovane stavbe. Tudi energijski kazalniki stavbe po obnovi najverjetneje ne bodo izboljšani v največji tehnično izvedljivi in stroškovno učinkoviti meri. Vendar pa tudi tovrstna prenova prispeva svoj pomembni delež k zmanjšanju obremenitev okolja:

- znižajo se potrebe po rabi energije za delovanje stavbe;
- zmanjša se raba energentov oziroma fosilnih goriv;
- v okviru možnosti se poveča raba obnovljivih virov energije;
- zmanjša se obremenitev distribucijskih omrežij;
- znižajo se izpusti CO₂ oziroma ogljični odtis stavbe;
- omenjeni učinki kumulativno prispevajo k blažitvi podnebnih sprememb.

Predpogoj za oblikovanje nabora odločitev za ukrepe energetske prenove je dobro poznavanje dejanskega stanja. Ključni koraki so navedeni v nadaljevanju.



(13) Izvirni načrti so dragocen vir podatkov za načrtovanje prenove (hiša Slovenska 28, Ljubljana, EŠD: 18652).

8.2 Energetski pregled

Energetski pregled je pomemben gradnik sistema upravljanja energije. Vključuje celostno analizo rabe energije v stavbi in stroškov zanjo. Na podlagi rezultatov analize se oblikujejo mogoči ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti, na primer za znižanje porabe električne energije, toplote, hladu, komprimiranega zraka in vode. Podroben program del se določi glede na specifično energetske problematiko stavbe ob ogledu ali na predlog lastnika.

Sistemska izvedba energetskih pregledov je opredeljena v Pravilniku o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (2016), ki predpisuje metodologijo za izdelavo, minimalne zahteve in obvezno vsebino energetskega pregleda stavb. Presojevalec si lahko pomaga tudi s Priročnikom za izvajalce energetskih pregledov (Ministrstvo za gospodarske dejavnosti in Agencija za učinkovito rabo energije, 1997) in dokumentom Metodologija izvedbe energetskega pregleda (Ministrstvo za okolje in prostor, 2007).

Glede na namen in obseg razvrščamo energetske preglede v tri skupine:

- **predhodni pregled** je najpreprostejša oblika energetskega pregleda. Analiza se izdela na podlagi pregleda podjetja oziroma stavbe in podatkov o rabi energije, zbranih z vprašalnikom;
- **poenostavljeni energetski pregled** se priporoča za preproste in lahko razumljive primere;
- **razširjeni energetski pregled** je pregled, ki zahteva natančno analizo podjetja ali stavbe. Vključuje natančne izračune energetskih potreb in natančno analizo izbranih ukrepov za učinkovito rabo energije.

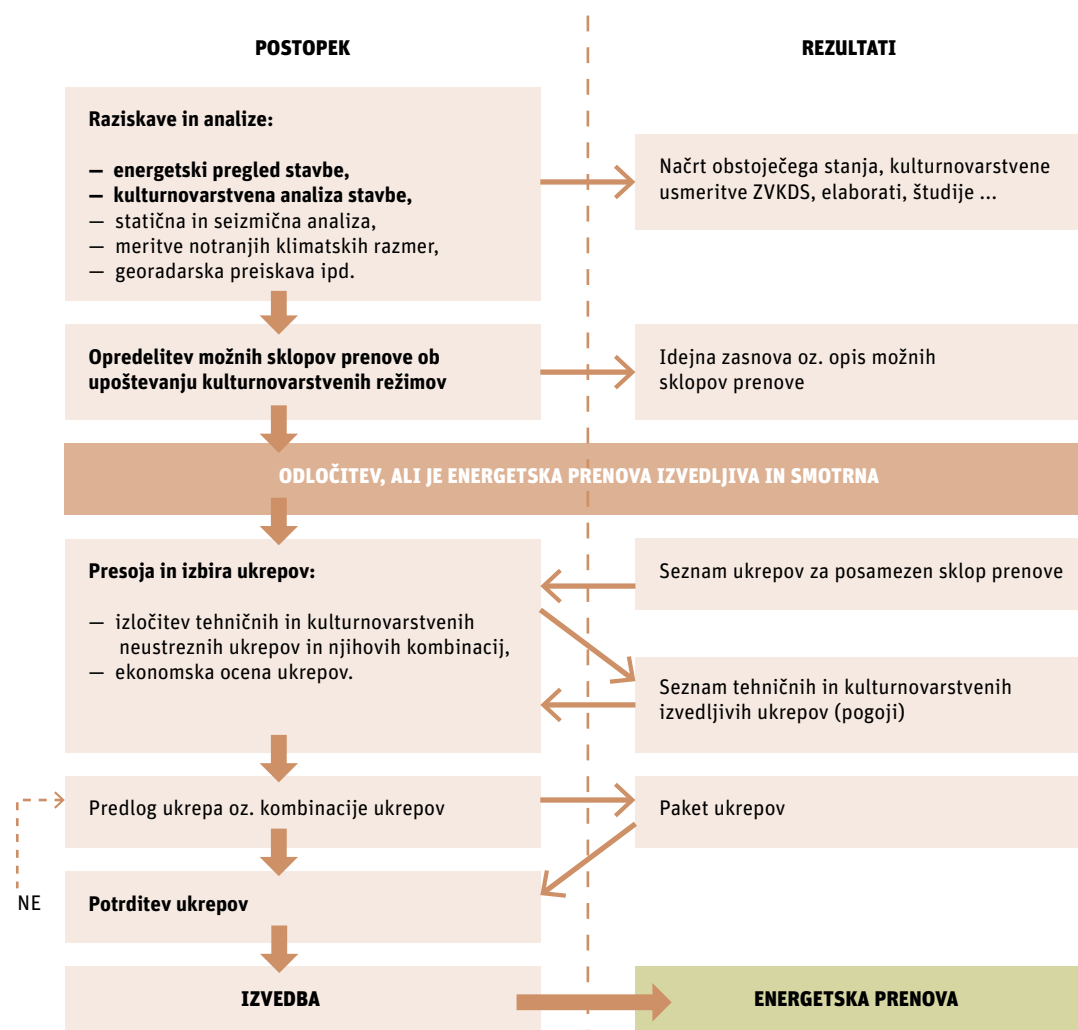
Energetski pregled vključuje:

- analizo energetskega stanja in upravljanja energije, ki vključuje pridobivanje podatkov (z računov, z meritvami in popisom števecv itd.) in analizo podatkov o rabi energije;
- določitev nabora mogočih ukrepov učinkovite rabe energije na stavbnem ovoju in tehničnih stavbnih sistemih;
- analizo izbranih ukrepov, za katere se določijo prihranki energije in stroškov ter višina in vračilna doba investicije, proučijo se tudi pozitivni vplivi ukrepov na okolje;
- poročilo o energetskem pregledu, ki vsebuje povzetek predlaganih ukrepov. Izvajalec svoje predloge predstavi lastniku in uporabnikom na skupnem sestanku, kjer se dogovorijo o prioritetenih dejavnostih, ki izhajajo iz energetskega pregleda.

8.3

Sprejemanje odločitev za energetska prenova

Pri izbiri ukrepov za energetska prenova kulturne dediščine si lahko pomagamo s sistematičnim iterativnim postopkom po standardu SIST EN 16883:2017, ki nam olajša izbiro najustreznejše odločitve. Z izrazom odločitev tu opisujemo ukrepe, ki zajemajo materiale in tehnologije za izboljšanje energetske učinkovitosti obravnavane stavbe. Postopek ne določa niti ne predpisuje splošnih ukrepov. Uporablja se za opredelitev potreb po energetska prenovi oziroma iskanje ustreznih rešitev za obravnavani primer kulturne dediščine. Spodnja slika prikazuje nekoliko prirejeno različico omenjenega postopka.



Postopek odločanja in izbire ukrepov za energetska prenova (prirejeno po SIST EN16883:2017)

8.4

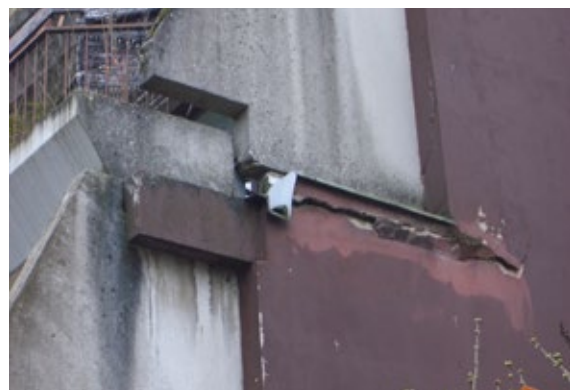
Projekt energetske prenove – dokumentacija in proces

Gradbeno dovoljenje je po Gradbenem zakonu (GZ-1) pogoj za novogradnjo, rekonstrukcijo in spremembo namembnosti zahtevnega, manj zahtevnega in nezahtevnega objekta. Za energetska prenova, ki se ne izvaja v okviru rekonstrukcije obstoječe stavbe, gradbeno dovoljenje torej ni potrebno. Zmotno pa je mišljenje, da v takem primeru tudi projektna dokumentacija ni potrebna ali celo ni smiselna. Potrebna je za pridobivanje kulturnovarstvenega soglasja, hkrati pa omogoča izdelavo popisov del in materiala, načrtovanje stroškov, oblikovanje terminskih načrtov ter usklajevanje in nadzor gradbenih del.

Če se energetska prenova izvaja ob rekonstrukciji stavbe, je treba pridobiti gradbeno dovoljenje. Po GZ-1 je rekonstrukcija objekta spreminjanje tehničnih značilnosti obstoječega objekta, pri čemer se spreminjajo njegovi konstrukcijski elementi, zmožljivost, ali izvedejo druge izboljšave, pri čemer se mora ohraniti vsaj del konstrukcijskih elementov obstoječega objekta, in se gabariti objekta praviloma ne povečajo, lahko pa se zmanjšajo. Rekonstrukcija je tudi taka sprememba namembnosti, zaradi katere se objekt razvrsti v višjo vrsto zahtevnosti v skladu s predpisom, ki ureja razvrščanje objektov glede na zahtevnost gradnje.

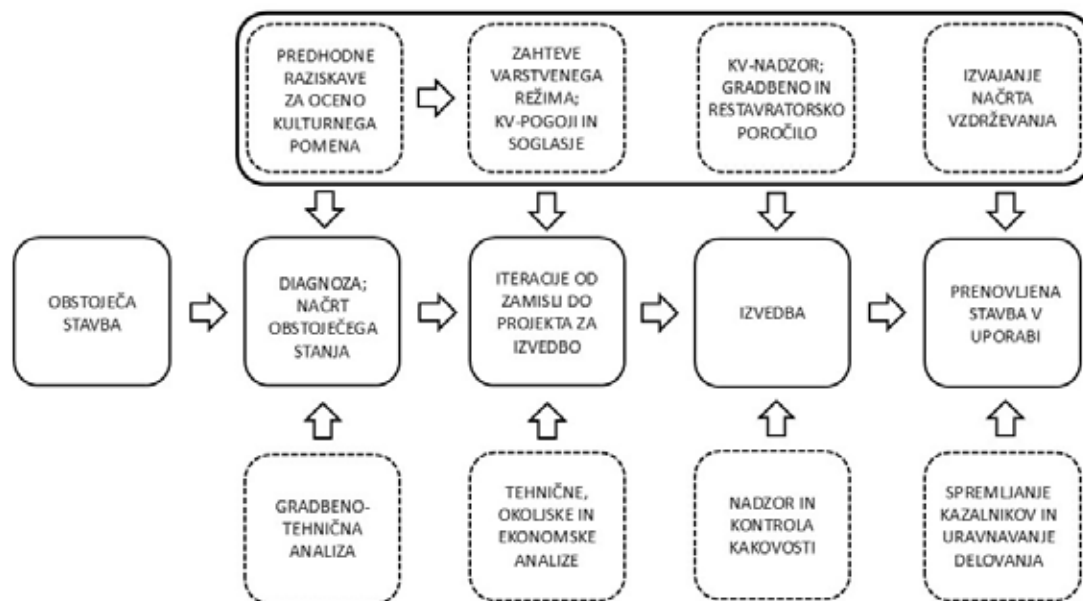
Gradnja brez gradbenega dovoljenja ne sme biti v nasprotju s prostorskim izvedbenim aktom in predpisi, ki urejajo bistvene in druge zahteve (6. člen GZ-1). V skladu z 28. členom ZVKD-1 je treba pridobiti kulturnovarstveno soglasje za posege v spomenik in njegovo vplivno območje ter varstveno območje dediščine. Za posege v registrirano dediščino ali enoto urejanja prostora (EUP) pa je soglasje treba pridobiti, če to obveznost določa prostorski akt.

Z izrazom projekt lahko označujemo projektno dokumentacijo (načrte, tehnične opise ipd.) ter tudi načrtovano in organizirano dejavnost, torej proces, ki vodi k zastavljenemu cilju, energetska prenovljeni stavbi. Projekt v obeh pomenih, v katerega je vključena interdisciplinarna skupina strokovnjakov, je nujen za kakovostno, tehnično korektno, s predpisi skladno in stroškovno učinkovito energetska prenova. Projektna dokumentacija je osnova za pridobitev mnenj, v primeru stavbe kulturne dediščine posebej kulturnovarstvenih pogojev in soglasja oziroma mnenja v postopku pridobivanja gradbenega dovoljenja, za pripravo natančnega opisa del ter popisa materialov in opreme, izračun novih energijskih kazalnikov oziroma prikaz energetske učinkovitosti stavbe po prenovi, načrtovanje finančne konstrukcije, pripravo razpisa za izvajalce, uspešen nadzor in ne nazadnje spremljanje rezultatov (monitoring) po končanih delih.



(14) Projekt energetske prenove mora vsebovati tudi prikaze in opise rešitev kritičnih detajlov.

Energetska prenova stavbe kulturne dediščine se po obsegu in vsebini nekoliko loči od energetske prenove nevarovane stavbe. Bistveni koraki so prikazani na spodnji sliki.

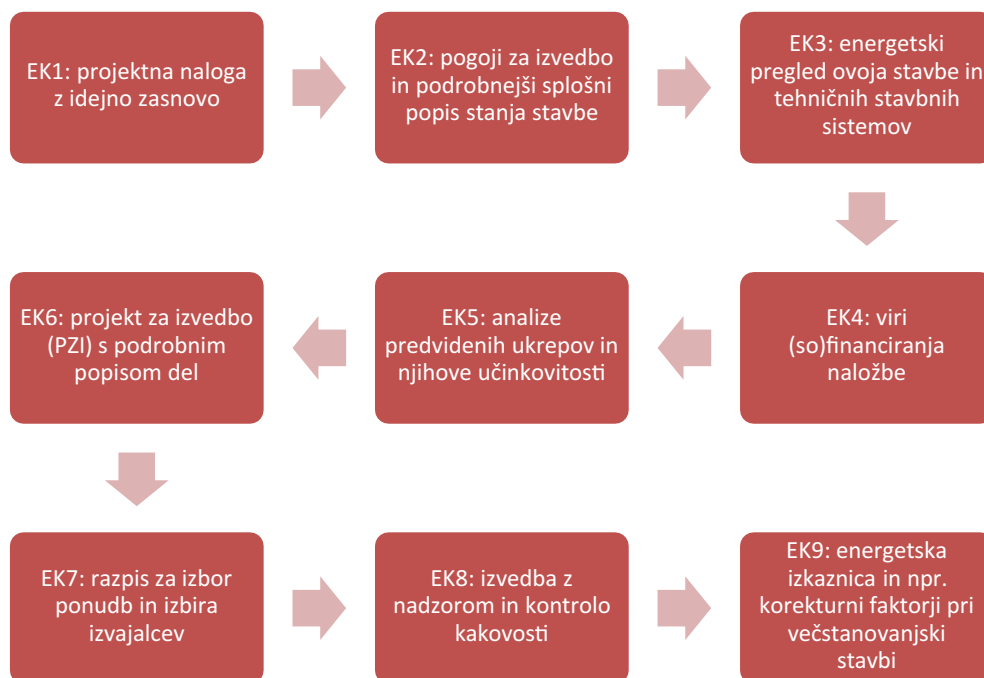


Osnovna shema procesa energetske prenove stavbe kulturne dediščine (Tomšič, 2024)

Projekt kot proces ima svoje logične zakonitosti. V njem se ne osredinjamo le na strogo tehnične vidike, ampak vanj vključimo številne dejavnosti, ki tvorijo celovit okvir prizadevanj za uspešen in dolgoročno vzdržen rezultat. Zagotavljanje in preverjanje kakovosti sta sestavna dela tega procesa.

V ta namen se lahko uporabi model projekta celovite (energetske) prenove stavbe (PEP), ki ga je razvil in v praksi tudi na stavbah kulturne dediščine že uspešno preveril Gradbeni inštitut ZRMK v sodelovanju s pristojnimi konservatorji. Model temelji na devetih ključnih elementih kakovosti (EK), vpetih v korake procesa, kot je prikazano na naslednji strani. Po potrebi se lahko model smiselno prilagodi, tako da zajame posebnosti posameznega primera.

8.4 PROJEKT ENERGETSKE PRENOVE – DOKUMENTACIJA IN PROCES



Shematski prikaz modela projekta energetske prenove stavbe (PEP) z devetimi elementi kakovosti (Jejčič idr., 2025)

Projektna naloga s podrobnejšo vsebino in obsegom del je **prvi** element za uspešen projekt. Digitalizacija morebitnih izvirnih načrtov oziroma posnetek dejanskega stanja je osnova za izdelavo idejne zasnove, ključnega dokumenta za pridobitev kulturnovarstvenih (KV) in drugih pogojev ter tudi za izdelavo modela BIM za poznejše upravljanje stavbe. Pod **drugim** elementu kakovosti spadajo preverba pogojev za izvedbo, vključno s KV-pogoji, in podrobnejši splošni popis gradbenotehničnega stanja stavbe in njenih tehničnih sistemov, požarne in električne varnosti ter analiza potresne ranljivosti in ogroženosti pred ekstremnimi vremenskimi dogodki. Pri **tretjem** elementu kakovosti pristopimo k energetskemu pregledu ovoja stavbe in tehničnih stavbnih sistemov ter analizi bivalnih in delovnih razmer.

S **četrtem** elementom preverimo izvedljivost ukrepov glede na finančne zmožnosti investitorja in mogoče vire sofinanciranja. Pri **petem** elementu kakovosti se izdelajo podrobnejše analize z izračuni učinkovitosti ukrepov in presojo njihovih vplivov na dediščino v sodelovanju s pristojnim konservatorjem. K izdelavi projekta za izvedbo (PZI) s popisom del, ki vključuje tudi restavratske posege, pristopimo pri **šestem** elementu kakovosti, ko so načrtovani ukrepi usklajeni s

pristojno območno enoto ZVKDS, ki da KV-soglasje pri PZI.

Sedmi element kakovosti zajema oblikovanje razpisne dokumentacije za izbiro izvajalca ter razpis in izbiro izvajalcev. Pri **osmem** elementu kakovosti poteka izvedba, pri čemer je ključen mehanizem zagotavljanja kakovosti z ustreznim protokolom in kontrolo kakovosti ter nadzorom nad izvedbo. Pri **devetem** elementu kakovosti se po končanih delih na željo naročnika izdela energetska izkaznica stavbe, ki prikazuje novo energetsko stanje stavbe. Po potrebi se izdelajo tudi druge analize, pri večlastniški stavbi na primer izračun novih korekturnih faktorjev za razdelitev stroškov ogrevanja. Spremljanje učinkov izvedenih energetskih ukrepov je priporočljivo vsaj še dve leti po prenovi.

8.5 **Vračilna doba investicije**

Eden od ključnih dejavnikov pri odločitvah o obsegu in vrsti energetske prenove je vračilna doba investicije. Obravnavati jo moramo previdno, saj ni smotrno izbirati ukrepov, ki so cenejši, njihov učinek pa je tudi omejen po obsegu in času. Posebej pri stavbah kulturne dediščine in drugi kakovostni arhitekturi ima življenjska doba stavbe popolnoma drugačen pomen kot pri manj kakovostnih stavbah. Zato je pomembno, da se v okviru mogočih posegov z uporabo najnaprednejših in najučinkovitejših proizvodov in tehnik izvedejo vsi tisti, ki imajo najdaljšoročnejše učinke.

8.6 **Sodelovanje lastnikov**

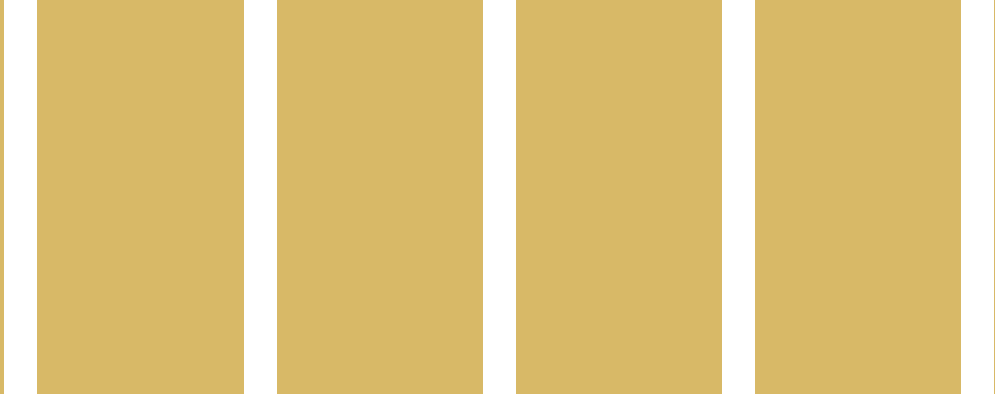
V večlastniških stavbah je v načrtovanje prenove nujno treba vključiti vse lastnike. V ta namen lahko lastniki kot svoje zastopnike pooblastijo tudi nadzorni odbor, posebej imenovan gradbeni odbor, upravnika ali upravljavca. To je vezano na posebne zakonodajne zahteve in tudi na bančne finančne mehanizme.

Lastniki morajo biti pravočasno obveščeni o namenu in ciljih prenove, obsegu, načinu in predvidenem trajanju izvedbe ter stroških del, ter tudi o tem, kako bivalni in delovni režimi in navade vplivajo na dejanske rezultate ter kako bodo morda morali prilagoditi svoje ravnanje po prenovi. Tako se lahko zagotovita želeni učinek investicije ter boljši in celovitejši nadzor nad rabo in prihranki energije.

To je zlasti pomembno v večstanovanjskih stavbah, kjer je za sprejetje posameznih odločitev potreben zakonsko predpisan odstotek soglasij. Energetska prenova stavbe navadno ustreza definiciji vzdrževanja po Gradbenem zakonu. Obsega namreč dela, namenjena ohranjanju uporabnosti in vrednosti objekta, izboljšave, ki upoštevajo napredek tehnike, in po potrebi manjše inštalacijske preboje. Stanovanjski zakon temu dodaja pripravo projektne dokumentacije, ki je potrebna za izvedbo vzdrževanja, ter dela in storitve za zagotavljanje predpisanih ukrepov varstva pred požarom ter drugih ukrepov za zaščito in reševanje. Odločitev za energetska prenova je torej treba zapisati v načrt vzdrževalnih del, kar se šteje za posel rednega upravljanja. Potrebno je soglasje

solastnikov, ki imajo več kot polovico solastniških deležev glede na večstanovanjsko stavbo.

Energetska prenova je večinoma omejena na skupne dele večstanovanjske stavbe, tj. skupne prostore, gradbene elemente, napeljave, naprave in opremo, ki so solastnina etažnih lastnikov. Včasih pa se izkaže, da je treba opraviti tudi izvedbena dela v posameznih delih stavbe v etažni lastnini. Kadar ta pomenijo tudi poseg v skupne dele, je potrebno soglasje etažnih lastnikov, ki imajo več kot polovico solastniških deležev na teh skupnih delih. Tudi to potrjuje pomembnost pravočasnega in tehtnega razmisleka o vseh elementih in vplivih prenove, usklajevanja interesov in finančnih zmožnosti lastnikov in oblikovanja kompetentne projektne skupine.



9

**Vloga energetske prenove
pri odpornosti stavb kulturne
dediščine proti ekstremnim
vremenskim dogodkom,
podnebnim spremembam in
drugim izjemnim dogodkom
ter prilagajanju nanje**

9.1 Energetska prenova kot korak k boljši prilagodljivosti in odpornosti stavb

Energetska prenova je lahko pomemben gradnik krepitve odpornosti stavb kulturne dediščine proti predvidljivim in nepredvidljivim izrednim dogodkom ali dolgotrajnejšim spremembam in prilagajanja nanje.

V energetske prenovi stavbnega ovoja spada med drugim popravilo manjših in večjih poškodb konstrukcij in zaključnih slojev, ureditev odvodnjavanja meteorne in zaledne vode, odprava vzrokov vlage v in na konstrukcijah (prodor vode, kapilarni dvig, kondenzacija vodne pare) in rešitev toplotnih mostov, vključno z zatesnitvijo konstrukcijskih in vgradnih reg ter pripir ob strogem upoštevanju gradbenofizikalnih pravil.

S tem podaljšamo življenjsko dobo stavbnega ovoja ter izboljšamo možnosti nadzorovanja in prilagajanja parametrov notranjega okolja, kot so temperatura, relativna vlažnost, kakovost in gibanje zraka v prostorih.

Z dodajanjem toplotne zaščite in izboljšanjem lastnosti stavbnega pohištva se poveča toplotna stabilnost ter upočasni odziv na temperaturne in druge spremembe v okolici stavbe. Sloj toplotne zaščite na zunanji strani fasade zaščiti nosilno konstrukcijo pred velikimi temperaturnimi nihanji

in drugimi meteorološkimi vplivi. Možnosti so seveda odvisne od posameznih varstvenih režimov. Več o tem je v teh smernicah zapisano v poglavju o toplotni zaščiti.

Z energetske prenovi tehničnih stavbnih sistemov, predvsem gretja, hlajenja, prezračevanja, klimatizacije, razsvetljave in sistemov za upravljanje, omogočimo hitrejšo, natančnejšo in učinkovitejšo odzivanje in prilagajanje na spremembe v okolici v vseh letnih časih. Tovrstne ukrepe lahko nadgradimo s tehnologijami za rabo energije iz obnovljivih virov. Standard SIST EN 16883:2017 opisuje, da okoljski vidik trajnostnosti opredeljujejo materialni in energijski procesi, temelječi pretežno na obnovljivih virih energije, ob spoštovanju značilnosti in vrednot obstoječe stavbe. Tudi tako povečamo odpornost stavbe, podaljšamo njeno tehnično življenjsko dobo ter omogočimo njeno nadaljnjo uporabo, prilagojeno sodobnim merilom varnega, zdravega in udobnega bivanja.

Vse naštetu vpliva še na en pomemben vidik zagotavljanja prilagodljivosti in odpornosti stavb kulturne dediščine, tj. izboljšanje energetske oskrbe in povečanje njihove energetske neodvisnosti.

67

9.2 Načrtovanje za prilagodljivost in odpornost

Nekatere ekstremne dogodke lahko na podlagi dolgotrajnih opazovanj relativno dobro predvidimo ter se nanje ustrezno pripravimo v okviru tehničnih, finančnih in drugih možnosti. Tak primer so ekstremni vremenski dogodki zaradi podnebnih sprememb. Nekaterih dogodkov pa ne moremo napovedati, vendar jih je smiselno upoštevati kot morebitna tveganja. Taki primeri so potres, požar v naravi, poplava in oboroženi spopad. Zato je pomembno, da ob energetske prenovi načrtujemo in izvedemo tudi druge ustrezne ukrepe, kot so statična utrditev konstrukcij, povečanje potresne odpornosti ter izboljšanje požarne in električne varnosti.

Odpornost in prilagodljivost stavb lahko obravnavamo na dveh ravneh:

- na ravni (mikro)lokacije stavbe, kadar želimo zmanjšati možnost nastanka posledic ekstremnih dogodkov ali preprečiti, da bi te posledice dosegle stavbo, in
- na ravni stavbe (konstrukcije, ovoj, tehnični sistemi), kadar želimo preprečiti negativen vpliv posledic ekstremnih dogodkov, ki stavbo dosežejo oziroma ogrozijo.

Od posameznega primera je odvisno, kateri ukrepi in v kolikšnem obsegu so tehnično izvedljivi in ekonomsko upravičeni ter kateri so še posebej pomembni za ohranitev varovanih vrednot stavbe.

9.3

Ekstremni vremenski dogodki in podnebne spremembe

Evropska agencija za okolje razvršča ekstremne vremenske dogodke v tri skupine:

- meteorološki dogodki (na primer nevihte s točo),
- hidrološki dogodki (na primer poplave) in
- klimatološki dogodki (na primer vročinski valovi, zmrzali, suše).

V Sloveniji naraščata število in obseg ekstremnih vremenskih dogodkov. Zvišujejo se absolutne maksimalne in minimalne temperature, ekstremno vroči dnevi so pogostejši, ledeni dnevi pa redkejši. Izjemne padavine, tudi z močnim vetrom in točo, so vzrok za katastrofalne poplave, pri čemer lahko v istem letu nastopi tudi obdobje hude suše.

Ti podatki so usklajeni z opisi glavnih tveganj in napovedmi podnebnih sprememb za naše geografsko območje do leta 2050 oziroma do časovnega mejnika, ko bo globalna povprečna temperatura narasla za 2 °C glede na obdobje 1960–2014, kot so navedeni v tehničnih smernicah na ravni Evropske unije o prilagajanju stavb podnebnim spremembam (Evropska komisija, 2023).

Glavna tveganja so:

- vročinski valovi,
- viharji,
- obilne padavine,
- poplave,
- plazenje tal,
- pogrezanje tal in
- suša.

Predvidene podnebne spremembe so:

- naraščanje temperatur zemeljskega površja in zraka z ekstremnimi vročinskimi valovi v poletnem času;
- manjša nevarnost izrazito hladnega vremena v zimskem času;
- manjša povprečna letna količina padavin, toda večja nevarnost ekstremnih padavinskih dogodkov, ki povzročajo poplave;
- daljša in izrazitejša sušna obdobja in pogostejši požari v naravi;
- nižja povprečna letna hitrost in pojavnost vetra, vendar naraščajoča nevarnost viharjev in vetrolomov;
- zmanjšanje količine snežne odeje v zimskem času in krčenje ledenikov;
- višanje morske gladine, večja možnost poplav in erozije v obalnem pasu in večja zakisanost morske vode.

Energetska prenova, posebej kot sestavni del širše prenove stavbe kulturne dediščine, lahko pomembno omeji zgoraj navedena glavna tveganja ter omili posledice predvidenih podnebnih sprememb in z njimi povezanih ekstremnih vremenskih dogodkov, na primer:

- zmanjša temperaturno obremenitev oziroma pregrevanje notranjih prostorov (boljše toplotne lastnosti stavbnega ovoja, učinkovitejši tehnični stavbni sistemi);
- poveča odpornost proti atmosferskim padavinam, kot sta udarni dež z vetrom in toča (preprečevanje prodora vode in zamakanja, izboljšanje zrakotesnosti, ureditev meteorne kanalizacije);
- zmanjša posledice poplav (vodotesnost, odvodnjavanje, ureditev okolice stavbe).

Številni izjemni dogodki so neposredno povezani z ekstremnimi vremenskimi dogodki, kot je opisano v prejšnjem poglavju. Nekateri drugi so lahko popolnoma naključni in nepričakovani (na primer potres, vojni konflikt, teroristični napad), nastopijo pa tudi zaradi slabega vzdrževanja stavbe in njenih sistemov ali opustitve ali nepravilne izvedbe nekaterih ukrepov ob prenovi stavbe (na primer požar zaradi dotrajanih, neustrezno obnovljenih ali nepravilno vgrajenih novih električnih napeljav in opreme).

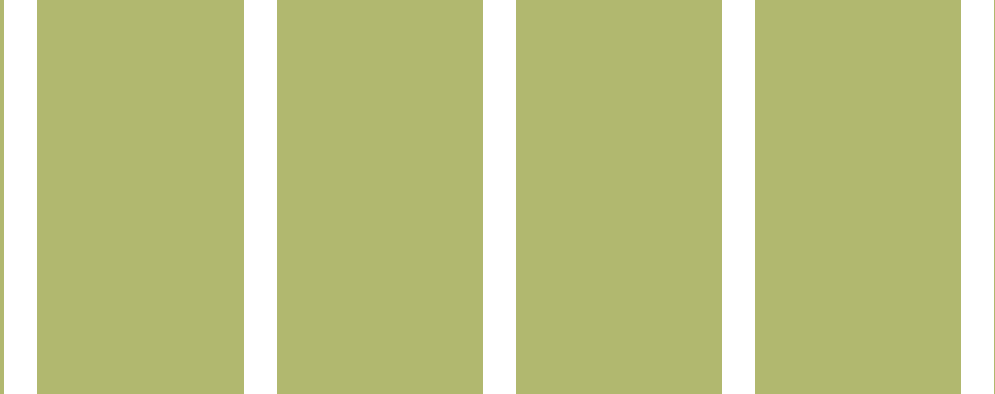
V Vodniku za okrevanje in rekonstrukcijo po nesrečah in konfliktih za dediščinske objekte kulturnega pomena in kulturne objekte svetovne dediščine, ki sta ga pripravili združenji ICOMOS in ICCROM (2023), je navedeno, da obnova materialne dediščine vključuje posege, kot so zaščita v izrednih razmerah, utrjevanje, popravilo, obnova in rekonstrukcija. Njihova ustreznost je odvisna od narave in stanja lastnosti, ki opredeljujejo vrednote in pomen kraja, ter od potreb skupnosti. Obnova lahko vključuje uvedbo tehnologij in materialov, ki izboljšujejo delovanje konstrukcij ob soočenju s tekočimi in nastajajočimi izzivi, hkrati pa ne vplivajo bistveno na avtentičnost lastnosti dediščine.

V vodniku je opozorjeno, da mora obnova dediščine vključevati izboljšanje njene odpornosti. Odpornost je opisana kot sposobnost dediščine, da doživi spremembe, ne da bi pri tem izgubila svoje značilne lastnosti. Z izboljšanjem prilagodljivosti se poveča odpornost proti spremembam.

V vodniku je poudarjeno tudi načelo izboljšanja z obnovo. Pri načrtovanju obnove po izrednem dogodku je treba obravnavati vse okoliščine in vzroke, ki so privedli do izgube dediščine ali prispevali k njej. To so lahko slabo vzdrževanje, slabo odvodnjavanje, neustrezni konstrukcijski posegi, neustrezna uporaba ali opustitev uporabe ipd.

Tovrstne vzroke je vsekakor treba najprej odpraviti. Vendar pa je nujno obravnavati tudi nova tveganja, kot so učinki podnebnih sprememb, (pre)hiter razvoj, zastarelost ali slabo premišljeni posegi, ki lahko vplivajo na celovitost tradicionalnih konstrukcijskih sistemov.

Enako pomembno je, da se preverijo soodvisnost načrtovanih ukrepov in njihovi morebitni nasprotujoči si učinki in da se k prenovi pristopi celovito.



10

70

**Splošno o konstrukciji
in gradbenih materialih
stavb kulturne dediščine**

10.1 Uvod

Poznavanje lastnosti uporabljenih materialov in načinov gradnje je temeljni pogoj za učinkovitost ukrepov energetske prenove. Glede na material stavbnih konstrukcij ločimo objekte iz lesa, opeke, kamna, železa, jekla, betona in njihovih kombinacij. Ti materiali imajo poleg mehanskih tudi različne toplotne lastnosti in različne možnosti uporabe.

Večina stavb kulturne dediščine povzema značilen način gradnje v regiji, pri katerem so stavbarji uporabljali tradicionalno preizkušene tipe gradnje oziroma konstrukcije. Stavbe, ki odstopajo od ustaljenih vzorcev in so varovane zaradi izjemnih tehničnih rešitev, inovativne uporabe gradiv ali izvirnega oblikovanja, zahtevajo še posebej pazljiv pristop, temelječ na podrobnih raziskavah.

Pri energetski prenovi je treba skrbno preveriti medsebojne vplive in dolgoročne, tudi stroškovne učinke posameznih ukrepov. Izvedba vseh z vidika varstva kulturne dediščine ustreznih ukrepov v njihovem največjem tehnično izvedljivem obsegu ni nujno najboljša rešitev.

10.2

Osnovne informacije o tipih stavbnih konstrukcij

Gradnjo v posameznih obdobjih zaznamujejo tipi gradbenih oziroma stavbnih konstrukcij. Ti so osnovni element, tj. nosilno ogrodje oziroma hrbenica stavbe. Nosilna konstrukcija stavbe sestoji iz temeljev ter nosilnih vertikalnih in horizontalnih elementov (zidovi, stebri, nosilci, preklade, stropi in streha). Našteti elementi morajo biti ustrezno dimenzionirani, med seboj povezani ter sodelovati pri prevzemu lastne obremenitve in vplivov iz okolice (na primer neurje ali potres).

Stavbne konstrukcije se razlikujejo glede na prostorske pogoje (urbano ali ruralno okolje, ob morju ali v gorah, na barjanskih ali kraških tleh ipd.), vrsto in namembnost stavbe (samostojna hiša v mestu ali na podeželju, javna ali industrijska stavba), gradivo (opeka, kamen, beton, les, jeklo, kompoziti), način gradnje (masivna, skeletna, montažna) ter tudi glede na željeno reprezentativnost stavbe in seveda letnico gradnje.

Stavbni sistem se v grobem deli glede na vrsto konstrukcij in konstrukcijskih elementov, material oziroma gradivo in način gradnje. **Konstrukcije razvrščamo na stenaste in okvirne ter na kombinacijo obeh sistemov.**

Konstrukcijski elementi so lahko ploskovni, linijski, paličja in brane.

- Med ploskovne konstrukcije spadajo plošče in oboki, nosilni v eni smeri ali obeh, stene (vertikalni nosilni elementi) in lupine (membrane, kupole in druge sferične konstrukcije).
- Linijske konstrukcije prenašajo obtežbo prečno na vzdolžno os (nosilci oziroma grede), vertikalno (stebri) in prek tlačnih sil (loki).
- Paličja so lahko ravninska (nosilci) ali prostorska (sferične konstrukcije).
- Brane so povezani nosilci v obeh smereh.

Materiali za konstrukcijske elemente so raznoliki in odvisni od namembnosti.

- Les ima dolgo tradicijo in se uporablja v naravni oziroma izvorni obliki z dodelavo za stene (bruna ali deske), tramove, špirovce in druge elemente. V zadnjem času se tudi pri prenovah stavb uporablja tehnologija lepljenja in križnega lepljenja za izboljšanje mehanskih lastnosti.
- Kamen je tradicionalni gradbeni material. Lahko je lomljen, obdelan z orodjem ali klesan. Z njim se gradijo temelji, konstrukcijski in oporni zidovi ter oboki.

- Opeka je lahko naravno sušena ali žgana. Zidaki so manjših ali večjih dimenzij, uporabni za gradnjo zidov, obokov, lokov in drugih elementov, na primer dimniških in prezračevalnih tuljav, ograj, stopnic in tlakov.
- Beton se deli na navadni (nearmirani), armirani in prednapeti. Je primerno gradivo za temelje, zidove, stropne, nosilce, preklade, strehe in druge elemente. Poznamo navadni liti beton, betonske zidake in prefabricirane elemente.
- Jeklo se kot valjani profili in v varjenih sistemih masovno uporablja kot gradivo že od konca 19. stoletja.
- Kompozitni materiali se uporabljajo pri sovprednih konstrukcijah, na primer beton-jeklo, beton-les, jeklo-les.
- Umetni materiali (polimerni kompoziti).

Načini gradnje stavbnih konstrukcij:

- Masivne konstrukcije temeljijo na nosilnih vertikalnih stenah, ki prenašajo obremenitev neposredno na temelje. To je tradicionalni način gradnje z opeko, kamnom in betonom. Gradnja poteka z zidaki (opečni, betonski, stekleni), kamnom ali z vlivanjem betona v opaž. Tako so grajene enodružinske hiše, starejše večstanovanjske in javne stavbe in večina stavb kulturne dediščine. Zasnovo masivnih stavb je s konstrukcijskega oziroma statičnega vidika manj prilagodljiva in zahteva več utrditvenih ukrepov pri spremembi razporeditve notranjih prostorov ali spremembi namembnosti.
- Skeletne konstrukcije sestavljajo vertikalni stebri in horizontalni nosilci, ki tvorijo okvir, prek katerega se sile prenašajo na temelje. Primerna gradiva za tovrstni sistem so armirani beton, jeklo in les. Sistem se je uveljavil pri gradnji poslovnih, industrijskih in večstanovanjskih stavb. Omogoča prilagodljivost v notranjih prostorih v primeru prenov.
- Za montažno gradnjo je značilna izdelava nosilnih elementov v proizvodnem procesu, ki se na gradbišču sestavijo v celoto. Tak sistem gradnje omogoča standardizacijo, hitrejšo gradnjo in nižanje stroškov. Konstrukcijski elementi so lahko iz lesa, betona ali zidakov.
- Mešani sistem gradnje je kombinacija vseh naštetih načinov gradnje.

10.3 Razvrstitev materialov in njihova izbira

Eden izmed osnovnih ciljev energetske prenove stavb, tudi stavb kulturne dediščine, je zmanjšanje njihovega ogljičnega odtisa. Učinkovita raba energije pomeni manjšo rabo primarnih virov energije in njihovo učinkovito pretvorbo v energijo, potrebno za predvideno obratovanje stavbe.

Pri energetske prenovi stavbo delno spremenimo – dodamo sloj toplotne zaščite, izboljšamo stavbno pohištvo, zamenjamo tehnični stavbni sistem in podobno. S tem izboljšamo njeno energetsko učinkovitost, končno zmanjšanje celotnega ogljičnega odtisa pa je odvisno tudi od tega, katere materiale in proizvode stavbi dodamo. Zanimajo nas njihovi vplivi na okolje v celotnem življenjskem ciklu.

Smiselno je, da tovrstne podatke upoštevamo pri odločitvah za energetsko prenovo. Razberemo jih lahko iz okoljske deklaracije proizvodov. To je prostovoljen verificiran dokument, ki vsebuje informacije o okoljskem vplivu proizvoda, pridobljene s celovito analizo njegovega življenjskega cikla po standardizirani metodi. Tako lahko objektivno primerjamo vpliv na okolje in izrabo naravnih virov med proizvodi z isto funkcijo.

Pri medsebojni primerjavi materialov lahko namreč hitro naletimo na številne pasti. Najprej moramo materialom določiti skupni imenovalac oziroma jih razvrstiti v skupine po izbranih značilnostih. Pri taki klasifikaciji materialov lahko uporabimo različna merila glede na namen razvrščanja materialov v skupine. Materiale lahko razvrstimo na primer na podlagi posameznih izbranih lastnosti ali skupin lastnosti. Lahko jih razdelimo po namembnosti ali uporabnosti. Lahko jih v splošne namene razporedimo po kemijskih značilnostih. Potencialno najbolj zavajajoča je lahko razdelitev na naravne in sintetične (kompozitne), pri čemer naj bi bili prvi vsestransko primernejši in imeli boljše lastnosti, drugi, ki so pogovorno pogosto poimenovani kot umetni, pa imajo že zaradi poimenovanja nekoliko negativen prizvok.

V gradbeništvu se označuje kot naravni material tisti, ki se lahko uporabi v bolj ali manj nepredelani obliki, kot je bil odvzet iz svojega naravnega okolja. Posebna obdelava je glede na končni namen morda nujna, vendar tu ne gre za bistvene spremembe značilnosti. Osnovna naravna materiala sta tako kamen in les, ki sta tudi najstarejša materiala, uporabljena v gradnji.

Med naravne materiale prištevamo še nekatere, ki jih uporabimo v kombinaciji z drugimi materiali ali kot osnovo za izdelavo umetnih gradbenih materialov. Čeprav sama voda ni material za gradnjo, jo štejemo med naravne materiale, nepogrešljive pri izdelavi umetnih materialov in številnih gradbenih postopkih. Mednje spadajo tudi materiali za toplotno zaščito, med katerimi številni potrebujejo dodatke za izboljšanje lastnosti, na primer požarne odpornosti, odpornosti proti škodljivcem ali povečanje trajnosti. Značilen naravni material je tudi glina, ki je uporabna v notranjosti stavbe za obloge ter za izdelavo opečnih zidakov in blokov. V zadnjem primeru nekoliko odstopimo od stroge definicije naravnih materialov kot tistih, ki so praktično neposredno uporabni za gradnjo.

Umetne oziroma sintetične materiale pridobimo iz naravnih surovin ali njihovih kombinacij z mehaniškimi in kemijskimi postopki. Pogovorni pridevnik umetno se torej nanaša na način izdelave oziroma pridelave. Večina tovrstnih klasičnih materialov za gradnjo je tako naravnega izvora. Mednje štejemo na primer steklo, železo, jeklo in beton.

Ena od prednosti sintetičnih materialov je, da lahko z zelo veliko gotovostjo predvidimo njihovo vedenje v različnih okoliščinah in ob različnih obtežbah, zato jih lahko tudi ustrezno dimenzioniramo, razporedimo in povežemo v celoto. Pri naravnih materialih je ta naloga včasih težja, dosežena varnost in trajnost pa sta bolj vprašljivi. Tudi naravni materiali lahko oddajajo v okolje hlapce, mikrodelce in strupe. Zaradi dodatkov pri izdelavi končnih proizvodov lahko občutljivim ljudem povzročajo zdravstvene težave.

Napačno je postavljanje enačajeve med izrazi naravni, ekološki, trajnostni ipd. Kot je navedeno zgoraj, vrednotimo okoljsko prijaznost oziroma primernost (»ekološkost«) z vplivi v celotnem življenjskem ciklu. Lahko je večja ali manjša, ni pa neposredno vezana na naraven ali umeten izvor materiala po zgornji definiciji. Večina toplotnoizolacijskih materialov na primer spada med sintetične materiale.

10.3 RAZVRSTITEV MATERIALOV IN NJIHOVA IZBIRA

Še en izraz je lahko napačno razumljen, tj. organski material. Podobno kot včasih najdemo priporočilo, naj se pri prenovi uporabijo predvsem naravni materiali, se pojavlja tudi priporočilo za uporabo organskih materialov, ki naj bi bili primernejši (v pomenu naravnejši) od anorganskih, zlasti kadar govorimo o toplotnoizolacijskih materialih.

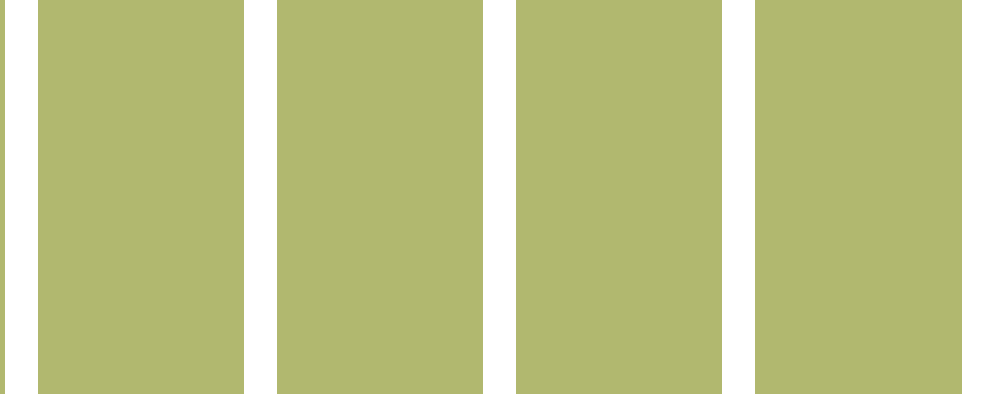
Med anorganske štejemo materiale iz mineralnih vlaken, kot sta steklena in kamena volna, toda tudi penjene, kot so ekspandirana glina, penjeno steklo in perlit. Organski materiali so iz rastlinskih in živalskih vlaken, na primer celuloza, bombaž, lesna volna in lesna vlakna, slama, lan, trstika, konoplja, pluta in ovčja volna, vendar tudi penjeni, na primer polistiren, poliuretan in polietilen.

Izbira najprimernejše rešitve je tako večplastna naloga. Projektant na podlagi poznavanja dejanskega stanja stavbe, razlogov za njeno prenovu in ciljev te prenove pripravi nabor mogočih tehničnih rešitev, s katerimi se izpolnijo bistvene zahteve oziroma gradbenotehnične lastnosti, ki jih morajo izpolnjevati objekti za zagotavljanje varne in učinkovite uporabe. Pri tem lahko v sodelovanju s konservatorsko službo v skladu z gradbeno zakonodajo v objektih, varovanih na podlagi predpisov s področja varstva kulturne dediščine, upošteva dovoljena odstopanja. Tehnične rešitve med drugim zajemajo izbor materialov, proizvodov in tehnologij. Dokončno odločitev, ki temelji na kulturnovarstvenih načelih, potrdi konservator.

Pri materialih enake namembnosti je treba upoštevati številne parametre. Najpomembnejši so:

- mehanske lastnosti,
- gradbenofizikalne lastnosti, vključno z odpornostjo proti požaru,
- kemijske lastnosti,
- združljivost z drugimi materiali,
- način vgradnje oziroma pritrdjevanja,
- možnost preproste odstranitve,
- možnost ponovne uporabe,
- vplivi na okolje v celotnem življenjskem ciklu,
- ekonomski učinki.

Vsak material, čeprav ima izvrstne lastnosti, ni nujno ustrezen v vsakem primeru. Tudi trg se nenehno dopolnjuje z novimi in izboljšanimi materiali za različne namene. Smernice zato ne dajejo napotkov za izbiro posameznih materialov (na primer za toplotno zaščito, zaščito pred vlago ali zaključni sloj), ampak navajajo splošna načela ter opozarjajo na značilnosti in medsebojne vplive posameznih ukrepov energetske prenove. Ob tem je treba kar najbolj upoštevati tudi temeljno načelo ohranjanja izvirne materialne substance oziroma kolikor to dopušča njeno dejansko stanje. To je še dodaten argument za oblikovanje projektne skupine za energetske prenovi oziroma za pravočasen in premišljen dialog med konservatorsko in tehnično stroko.



11

75

Vlaga v stavbi

11.1

Uvod

Čezmerna vsebnost vlage v stavbi oziroma njenih konstrukcijah lahko pomembno vpliva na ohranjanje varovanih sestavin kulturne dediščine, učinkovitost, trajnost in stroškovno upravičenost energetske prenove. Zato moramo pred izvedbo tovrstnih ukrepov poskrbeti za odpravo odvečne vlage in vzrokov za njen nastanek.

Vsak material vsebuje neko količino vlage. To je povezano s poroznostjo materialov. V poroznih gradbenih materialih je vlaga lahko prisotna zaradi:

- higroskopnosti materiala;
- absorpcije vlage s kapilarnim vlekem iz virov (navadno iz zemljina ali vode), s katerimi je material v stiku (govorimo o prodoru in dvigu vlage);
- akumulacije vlage kot posledice kondenzacije vodne pare (op. difuzijo in kondenzacijo vodne pare obravnava posebno poglavje teh smernic).

Količina vlage v materialu in njeno nihanje imata lahko številne negativne posledice:

- dimenzijske spremembe,
- spremembe toplotnih lastnosti,
- fizično propadanje materiala (degradacija, zmanjšanje nosilnosti),
- kristalizacijo soli,
- zmrzovanje,
- kemijsko propadanje zaradi agresivnih komponent v atmosferi, vodi in zemljini,
- biološko propadanje zaradi razvoja rastlin, mahov, lišajev, alg, gliv in bakterij ter dejavnosti členonožcev, predvsem insektov (t. i. biološka korozija ali biokorozija).

Vlažen material je zelo slab toplotni izolator. Z naraščanjem vsebnosti vlage oziroma vode v porah materiala se zvišuje njegova toplotna prevodnost in znižuje toplotni upor. Stavbe z vlažnimi konstrukcijami potrebujejo več toplote za ogrevanje, temperatura notranjih površin pa je nižja. Bivalne razmere v vlažnih prostorih so slabe, pojavlja se občutek hladu zaradi oddajanja toplote s sevanjem od telesa proti hladnim površinam, gibanje zraka je pospešeno, razvije se lahko neprijeten vonj, prisotnost mikroorganizmov pa lahko povzroči zdravstvene težave (alergija, astma, bolečine v sklepih, oslabljen imunski sistem).

76

11.2

Poroznost kot ključna lastnost materiala pri težavah z vlago

Poroznost materiala je razmerje med prostornino por (praznih prostorov) v materialu in njegovo celotno prostornino. Pomembna je tudi oblika por. Od tega je najbolj odvisno, koliko vlage lahko sprejme material in kako se zaradi nihanja vsebnosti vlage spreminja njegova gostota. Visoka gostota pomeni tudi visoko toplotno prevodnost.

Pri zelo gostih in malo poroznih materialih je zelo majhna razlika med suhim in nasičenim stanjem. Taki materiali, na primer kamen, beton in opeka, imajo slab toplotni upor. Hkrati pa sta za materiale z visoko gostoto pogosto značilni mikroporoznost in nagnjenost k poškodbam zaradi kristalizacije soli.

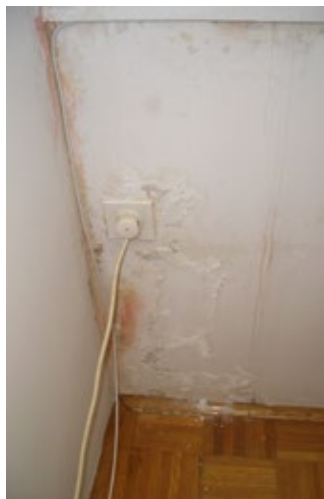
Materiali z majhno gostoto, med katere spada večina toplotnoizolacijskih materialov, so večinoma poroznejši. Ob absorbiranju večjih količin vlage se njihova gostota poveča, s tem pa se zviša tudi njihova toplotna prevodnost in zniža toplotni upor. Razlika v gostoti med suhim in nasičenim stanjem je lahko zelo velika.

Posebej je treba omeniti les, vlažnost katerega se spreminja tudi z nihanjem vlažnosti zraka. Ni torej nujno, da les pride v neposreden stik z vodo oziroma vlago. Vsebnost vlage v lesu okrog 28 % ustreza stanju, pri katerem pride do nasičenja zraka z vodno paro, tj. ko relativna vlažnost zraka doseže 100 %. Že pri vlažnosti 22 % pa lahko pri nekaterih vrstah lesa pride do razvoja lesne gobe.

11.3 Relativni pomen vsebnosti vlage

Relativni pomen vsebnosti vlage v materialu oziroma konstrukciji je na pamet zelo težko oceniti. Za to so potrebne meritve. Če na primer pri materialu, skupna poroznost katerega znaša 5 %, izmerimo vsebnost vlage 5 %, je ta očitno nasičen. Če pa enako vrednost izmerimo pri materialu, ki ima skupno poroznost 40 %, je ta relativno suh. Za presojo morebitnega škodljivega vpliva vlage na material moramo torej poznati tudi njegovo poroznost.

Pomembna lastnost je tudi absorptivnost. Ta označuje količino vode, ki jo je material sposoben absorbirati (vsrkati, sprejeti) pri normalnih pogojih. Celotna poroznost pa označuje količino vlage, ki bi jo material absorbiral, če bi ga vakuumsko impregnirali. Material, ki je naravno nasičen z absorbirano vlago, namreč še vedno vsebuje neko količino zraka, ujetega v porah.



(15) Luščenje stenskega opleska in razgradnja notranjega ometa opozarjata na vdor vlage iz okolice v konstrukcijo.

11.4 Kratek opis vzrokov za poškodbe zaradi vlage v konstrukcijah

11.4.1 HIGROSKOPNE SOLI

Higroskopne soli absorbirajo vlago. Navadno vstopijo v konstrukcijo s kapilarnim dvigom ter se akumulirajo in odlagajo na površinah, kjer izhlapeva vlaga. Manj pogost je njihov pojav ob prodoru vlage. Do tega pride pretežno na obmorskih in industrijskih območjih, v zadnjih desetletjih pa tudi v urbaniziranih okoljih, kjer onesnaženi zrak vsebuje kisline, ki lahko ob kemijskih reakcijah s konstrukcijskimi materiali tvorijo higroskopne soli.

Do podobnih okoliščin lahko pride tudi zaradi vsebnosti kislin v dimnih plinih ob zgorevanju premoga ali kurilnega olja, še posebej če ti plini kondenzirajo. Pojav je lahko povezan tudi z nepravilnim načinom ogrevanja oziroma uporabe ogrevalne naprave.

Nakopičene higroskopne soli absorbirajo vlago iz zraka in povzročajo navlaževanje tudi tam, kjer sicer ni vira vlage. Nakopičena sol ovira nadaljnje izhlapevanje vlage. Če pride do tega pojava v povezavi s kapilarnim dvigom, se vlaga postopno dviga po steni.

11.4.2 ZMRZAL

Led ima manjšo gostoto in večji volumen kot voda. Zmrzovanje lahko zaradi ekspanzije povzroči poškodbe poroznih materialov. Najpogostejša oblika poškodb je progresivna erozija površinskega sloja zaradi loma pornih struktur. Če pa so površinski sloji zgoščeni zaradi zunanjih vplivov, na primer nastanka kalcijevega sulfata na površini peščenja-kov v onesnaženi atmosferi, je kamnina pod tako površino navadno poroznejša in šibkejša. V tem primeru lahko pride do krušenja oziroma odstopa celotnega zunanjega sloja do globine 10 mm in več.

Občutljivost na zmrzovanje je odvisna od razmerja med količino vode v materialu ob nastopu zmrzovanja in celotno poroznostjo materiala. Kadar je porozen material v stiku s tekočo vodo, na primer s padavinami ali vlago, ki se kapilarno dviga iz zemljine, se pore z absorpcijo polnijo z vlago. Absorpcijska sila je večja pri manjših porah. Nasprotno pa je v večjih porah ventilacija učinkovitejša in s tem tudi disperzija vode iz por temeljitejša.

11.4 KRATEK OPIS VZROKOV ZA POŠKODBE ZARADI VLAGE V KONSTRUKCIJAH

Materiali z majhnimi porami in mikroporozni materiali močnejše absorbirajo in slabše oddajajo vlago. Zaradi tega lahko pri njih pričakujemo večjo vsebnost vlage v fazi zmrzovanja in večjo nevarnost poškodb. V splošnem velja, da so manj porozni materiali odpornejši proti zmrzovanju od zelo poroznih materialov.

11.4.3 KEMIJSKE POŠKODBE

Najpreprostejša oblika kemijskih poškodb je izluževanje topnih materialov zaradi atmosferskih padavin. Večina gradbenih materialov je dovolj odporna proti izluževanju. Problematični so lahko predvsem okrasni in umetniški elementi (plastike, kipi, štukature ...), narejeni iz materialov, ki jih dež raztaplja. Danes so sicer opisane težave manj pogoste zaradi prehoda na čistejšo oziroma okolju prijaznejše vire ogrevanja, ne smemo pa pozabiti na škodljive vplive izpustov naraščajočega motornega prometa. Sodobni (toplotnoizolacijski) fasadni sistemi so bistveno zmanjšali nevarnost tovrstnih pojavov, še vedno pa so jim izpostavljenе številne starejše stavbe.

Mikroporozni materiali erodirajo hitreje od makroporoznih, saj intenzivneje absorbirajo padavinsko vlago in v njej raztopljene škodljive komponente iz ozračja, hkrati pa je upočasnjeno in oteženo ventilacijsko sušenje por. Neposredni eroziji materiala zaradi agresivnih kislin se v naslednji fazi praviloma pridružijo poškodbe zaradi soli, ki so posledica procesa erozije. Te soli se ob izhlapevanju vlage kopičijo na zunanji površini prizadetega elementa in kristalizirajo. Kristali s svojo ekspanzijo povzročajo dodatne razpoke in poškodbe, ki so zelo podobne poškodbam zaradi zmrzovanja.

Iz zgornjih opisov izhaja opozorilo, da samo ogled posledic pogosto ne zadošča za opredelitev dejanskega vzroka ali kombinacije vzrokov poškodb zaradi vlage. Enako velja za oblikovanje predlogov za njihovo odpravo. V primeru dvomov so potrebne laboratorijske preiskave odvzetih vzorcev. Priporočljivo je, da so v iskanje rešitev vključeni raznovrstni strokovnjaki, na primer konservator, kemik in gradbeni fizik.

11.4.4 VLAGA IN ALGE NA FASADI

Alge so mikroorganizmi, ki so v naravnem okolju prisotni že od pradavnine. Ker so sposobne fotosinteze, same proizvajajo snovi, potrebne za razvoj. Zanj potrebujejo predvsem vlago. Ustrezajo jim temperature pod lediščem in tudi precej nad njim. V nasprotju s plesnijo je lahko pri algah tudi razpon primernih vrednosti pH-ja zelo velik, od kislega do bazičnega. Zaradi posebne kombinacije zmernih temperatur in povišane površinske vlažnosti je algam v splošnem najprijaznejši letni čas jesen.

Na pojav alg vpliva več dejavnikov. Prvi dejavnik je podnebje oziroma vremenske značilnosti na posamezni lokaciji. Večje ko so temperaturne razlike, večja ko je količina padavin, višja ko je relativnost zraka, raje se alge razmnožujejo. Na njihov razvoj alg ugodno vplivajo mile in vlažne zime, deževna poletja in daljša obdobja meglenega vremena.

Drugi dejavnik je lokacija. Veliko je odvisno od tega, ali gre za mestno ali podeželsko okolje, za območje z onesnaženim ali čistim zrakom, za strnjeno ali redko pozidavo, ali je v neposredni okolici veliko dreves in drugega rastlinja, ali je v bližini stoječa ali tekoča voda, in še od marsičesa. V mestih, za katera je značilna višja onesnaženost zraka, je alg manj kot na podeželju. To pomeni, da z dejavnostmi za zmanjšanje škodljivih vplivov na okolje in podnebje hkrati ustvarjamo algam prijaznejše razmere. Enako velja za strožje predpise, s katerimi na primer omejujemo vsebnost biocidov v zaključnih fasadnih nanosih.

Alge se lahko pojavijo na stari toplotno nezaščiteni stavbi in tudi na pred kratkim zgrajeni energetske učinkoviti stavbi. Res pa je, da se te na fasadah starejših stavb brez toplotne izolacije niso pojavljale toliko kot danes, ko stavbe izdatno toplotno izoliramo. V mrzlem obdobju na neizolirani stavbi toplota hitro in v velikem obsegu prehaja skozi steno, s čimer ogreva in suši zaključni sloj. Tako preprečuje ali vsaj upočasnjuje nastanek alg. Večja ko je debelina toplotne zaščite, počasneje prehaja toplota iz notranjosti stavbe do zunanje površine fasade. Zato ostaja ta relativno hladna in se po padavinah počasneje suši, kar koristi razvoju alg. To dejstvo sicer ne upravičuje opustitve toplotne zaščite, kadar ta ni v nasprotju s kulturnovarstvenimi pogoji.



(16) Alge na fasadi.

11.5 Sanacija vlage v konstrukcijah

Sanacija vlage v konstrukcijah bo uspešna in trajna, če ugotovimo vzrok zanjo in oblikujemo ustrezno rešitev. Navlaževanje zaradi prodora meteorne vode skozi netesne preboje in vgradne rege ter poškodovana mesta na ovoju stavbe, zaradi odboja vode od tal in zaradi poškodb ali zamažitve horizontalnih in vertikalnih žlebov in jaškov je relativno preprosto odkriti in vzroke odpraviti.

Težja naloga je reševanje problemov s **talno vlago**, ki ne ogroža le konstrukcij v stiku z zemljino ali celo visoko podtalnico, ampak zaradi kapilarnega dviga tudi konstrukcije nad terenom. Kot je bilo pojasnjeno zgoraj, je intenzivnost tega pojava odvisna od poroznosti materialov.

Šele ko so vzroki odkriti in odpravljeni, je mogoče tudi učinkovito sušenje konstrukcij. Ob tem je treba upoštevati, da ima vsak tip gradnje svoje zakonitosti. Uporaba sodobnih rešitev za zaščito pred vlago (na primer varilni bitumenski trakovi) pri starejših stavbah ni nujno ustrezna in lahko včasih stanje dolgoročno poslabša. Podobno velja za naknadno izvedbo drenaže na neprimernih mestih ali kadar je vzrok težav visoka podtalnica ali kapilarna vlaga. Posebej pri stavbah kulturne dediščine se je nujno treba izogniti preobsežnim oziroma nepotrebnim posegom. Potrebno je sodelovanje izkušenih strokovnjakov gradbene stroke oziroma gradbene fizike.

V prvem koraku je treba proučiti teren okrog stavbe in ugotoviti, ali in kakšne spremembe so se zgodile od izgradnje stavbe. Včasih vzrok za težave z vlago na prvi pogled ni vreden pozornosti, na primer sprememba naklona ali povišanje okoliškega terena, vgradnja novih podzemnih napeljav ali novogradnja v bližini stavbe, ki je porušila obstoječo strukturo zemljine ali celo vplivala na raven podtalnice, zlasti pa sprememba zaključnega sloja iz nekdanj dobro vodoprepustnega v tesnejšega (asfaltiranje, tlakovanje, dodajanje visokih robnikov), kar lahko zelo upočasnjuje odvajanje meteorne vode. Tudi morebitni pretekli nestrokovno izvedeni izkopi in zasutja so lahko vzrok za poškodbe t. i. tradicionalnih zaščitnih slojev konstrukcij pod terenom (primer zbita glina in ilovica).

11.5 SANACIJA VLAGE V KONSTRUKCIJAH

11.5.1 OSNOVNA PRAVILA ZA SUŠENJE ČEZMerno VLAŽNIH KONSTRUKCIJ

Če so konstrukcije mehansko poškodovane in statično ogrožene zaradi vlage, je nujno treba pridobiti mnenje gradbenega strokovnjaka. Enako velja za načrtovanje morebitnih invazivnih rešitev, kot je injektiranje. V vseh primerih se je treba posvetovati s tehničnimi strokovnjaki proizvajalcev materialov in sistemov za zaščito pred vlago in sanacijo vlažnih konstrukcij. Posebej tvegana je lahko samo delna uporaba sodobnih tesnilnih sistemov, saj se vlaga preusmeri na sosednja in višja mesta, posledice pa se morda pokažejo šele čez nekaj let v še intenzivnejši obliki.

V začetnem obdobju se vlažna konstrukcija suši z izhlapevanjem površinske vlage, kar je lahko relativno hiter proces, vlaga iz notranjosti materialov pa se izsušuje počasneje. Sušenje se upočasnjuje sorazmerno z globino vlage v konstrukciji, iz katere izhlapeva voda. Vlaga oziroma voda v notranjosti konstrukcije se mora najprej pretvoriti v vodno paro, ta pa potuje z difuzijo skozi pore do zunanje površine.

Nujno je odvajanje izhlapele vlage iz prostorov ali z naravnim prezračevanjem s preprihom ali uporabo razvlaževalnikov v posameznem zaprtem prostoru. Ob izhlapevanju se namreč povišuje relativna vlažnost zraka v prostoru, ki zavira nadaljnje izhlapevanje, hkrati pa povečuje nevarnost kondenzacije vodne pare.

Temperatura površin oziroma materialov, ki navlaženi že sami oblikujejo toplotni most zaradi večje toplotne prevodnosti, se brez dovajanja toplote še dodatno znižuje. To je eden od razlogov, zaradi katerih so vlažne stavbe hkrati tudi hladne.

Za pospešitev sušenja je zelo priporočljivo v okviru tehničnih možnosti najprej odstraniti navlažene nenosilne dele konstrukcij, če ti niso predmet varstva, seveda še posebej tiste, ki zaradi čezmerne navlaženosti tudi v suhem stanju ne bi mogli več v celoti opravljati svoje funkcije.

Ob načrtovanju postopkov je treba upoštevati pravilo, da sušenje zelo vlažnih konstrukcij ne sme biti prehitro. S tem preprečimo poškodbe zaradi notranjih napetosti, ki so posledica hitrih temperaturnih skrčkov.

V toplem delu leta vsebuje zunanji zrak večjo količino vodne pare, zato je naravno sušenje materialov in konstrukcij počasnejše. V hladnem delu leta, ko je vsebnost vodne pare v zraku manjša, je naravno sušenje hitrejše.

V ogrevalni sezoni moramo prostore intenzivneje ogrevati kot sicer, da ustvarimo t. i. rezervo v zraku za sprejemanje vlage iz konstrukcij. Hkrati moramo prostore intenzivneje in pogosteje prezračevati, da vlažen zrak sproti odvedemo navzven, v notranjost pa dovedemo z vlago manj obremenjen zunanji zrak.

Kdaj je vlažnost konstrukcije dovolj nizka oziroma primerna za nadaljnjo obdelavo (na primer oplesk, tapete, lesene obloge), najnatančneje določimo s posebnimi napravami, lahko tudi z odvzemom vzorca materiala. Naravna in največja dovoljena masna oziroma utežna vlažnost, tj. razmerje med težo vode v porah in suho težo materiala, se od materiala do materiala razlikujeta.

Orientacijske vrednosti za nekatere najpogostejše gradbene materiale:

- polna opeka ima naravno vlažnost okrog 1,5 %, največja dovoljena je okrog 4 %;
- votla opeka, malte, betonski estrihi in betoni imajo naravno vlažnost od 2,2 do 2,6 %, največja dovoljena je od 5 do 6 %;
- stenski ometi so primerni za nadaljnjo obdelavo, ko se njihova vlažnost zniža na 5 % ali manj;
- (konstrukcijski) les ima primerno vlažnost okrog 14 %.

Pogosto je tudi v strokovnih krogih mogoče slišati, da dodajanje novih slojev na konstrukcije, kot je dodatna toplotna zaščita stene, preprečuje, da bi te konstrukcije »dihale«, zaradi česar je v notranjosti slab zrak in se razvije plesen. To naj bi še posebej veljalo za stavbe kulturne dediščine. Trditev je popolnoma zgrešena.

Skozi konstrukcije stavbnega ovoja z difuzijo preide v zunanost le približno dva odstotka vodne pare, ki se ustvari v notranjosti. Difuzija tudi ni proces, s katerim bi se iz prostorov odvajal iztrošeni zrak, prašni delci ali celo škodljive snovi. Ustrezno kakovost in relativno vlažnost zraka v prostorih dosežemo le s pravilnim prezračevanjem.

Difuzija vodne pare je pojav, pri katerem vlaga v gradbeni konstrukciji prehaja iz plasti z večjo nasičenostjo v plasti z manjšo nasičenostjo z vlago. Difuzni tok vlage po smeri spremlja toplotni tok: od toplega k hladnemu.

Primeri:

- stacionarni tok vodne pare: vodna para prehaja neovirano skozi vse plasti, nikjer ne pride do kondenzacije;
- nestacionarni tok vodne pare: vodna para se utekočini (kondenzira) v enem ali več slojih oziroma materialih konstrukcije. Ni nujno, da ima ta pojav škodljive posledice, vendar se mu je v okviru tehničnih možnosti priporočljivo izogniti;
- poseben primer: vodna para se utekočini (kondenzira) na notranji površini konstrukcije. Ta pojav je treba preprečiti.

V skladu s tehnično smernico TSG-1-004:2022 se preveri prehod vodne pare z mesečno metodo, kot je podana v standardu SIST EN ISO 13788.

V smernici je navedeno, da prehod vodne pare v gradbeni konstrukciji ne bo vplival na prenos toplote in trajnost gradbene konstrukcije, če so hkrati izpolnjene zahteve, da:

- vodna para pri difuzijskem prenosu vodne pare v konstrukciji ne kondenzira;
- količina vode, ki je posledica kondenzacije vodne pare v gradbeni konstrukciji, na koncu katerega koli meseca v letu ni večja od 1 kg na kvadratni meter površine gradbene konstrukcije oziroma ni večja od 0,5 kg/m², če vodna para kondenzira v sloju

- gradbene konstrukcije, v katerem transport vode s kapilarnim srkom ne poteka;
- se vlažnost lesenega sloja gradbene konstrukcije zaradi kondenzacije vodne pare ne poveča za več kot 5 % oziroma za več kot 3 % v slojih, izdelanih iz lesnih delcev;
- najvišja vlažnost materialov, v katerih je nastala kondenzacija vodne pare, ni večja od kritične vlažnosti teh materialov;
- v gradbeni konstrukciji vsaj mesec dni v letu ni vode, ki nastane s kondenzacijo vodne pare.

Poenostavljeno zapisano, zanima nas:

- ali in kje nastane kondenzacija;
- količina kondenzata v konstrukciji;
- ali lahko celotna količina vlage izpari iz konstrukcije v času obrnjenega difuznega toka (topel del leta);
- v katerih materialih nastane kondenzacija in ali lahko ti sprejmejo dodatno vlago zaradi kondenzacije brez nevarnosti poškodb ali poslabšanja lastnosti.

Atmosferski zrak je dvokomponentna plinasta zmes suhega zraka in vodne pare. Suhi zrak sestavlja približno 78 % dušika, 21 % kisika in 1 % drugih plinov. Količina vodne pare se spreminja in je odvisna od robnih pogojev. Delni parni tlak je merilo za količino vodne pare v zraku (enota N/m² oziroma Pa), nasičen parni tlak ali tlak nasičenja pa je odvisen od temperature zraka in je merilo za največjo mogočo količino vodne pare v zraku.

Relativna vlažnost zraka je razmerje med delnim in nasičenim parnim tlakom, z absolutno vlažnostjo zraka pa opisujemo maso vodne pare v njem, navadno izraženo v gramih na kilogram suhega zraka. Do kondenzacije vodne pare pride, ko delni tlak vodne pare naraste do vrednosti nasičenega parnega tlaka pri določeni temperaturi.

Ker je največja mogoča vsebnost vodne pare v zraku, pravimo ji tudi meja nasičenja, odvisna od temperature, nizka absolutna vlažnost, torej razmeroma majhna dejanska količina vlage, povzroči pri nizki temperaturi zraka že njegovo visoko relativno vlažnost. Obratno velja, da je pri visoki temperaturi in razmeroma nizki relativni vlažnosti zraka njegova absolutna vlažnost lahko precej visoka. Višja ko je temperatura, več vodne pare lahko zrak sprejme.

Če se pri enaki obremenitvi z vlago, torej brez njenega dodatnega dovajanja, temperatura zraka zviša, se njegova relativna vlažnost zniža. Primera:

- pri 50-odstotni relativni vlažnosti zraka in njegovi temperaturi 10 °C je v zraku enaka količina (masa) vlage kot pri 26-odstotni relativni vlažnosti zraka in njegovi temperaturi 20 °C;
- zrak pri 20 °C sprejme 17 g/m³ vodne pare, pri 0 °C pa le še 5g/m³.

Osnovni vzrok kondenzacije je povišanje vsebnosti vlage ali padec temperature zraka (in/ali površin konstrukcij). Iz navedenega je razvidno, kako pomembno je skrbno spremljanje mikroklimatskih razmer, tj. temperature in relativne vlažnosti zraka v prostorih. Ko se konstrukcija ogreva, se vlaga iz nje sprošča, ko pa se ohlaja, absorbira vlago.

Nekateri materiali imajo boljšo sposobnost vpijanja vlage iz zraka. Del presežka zračne vlage lahko brez posledic za svoje lastnosti začasno uskladiščijo in ga nato – šele ko se zračna vlaga v prostoru ustrezno zniža – oddajo nazaj v prostor, tj. v notranji zrak. Vendar to ne pomeni, da lahko s takimi materiali za notranje obloge stalno vzdržujemo primerno relativno vlažnost notranjega zraka. Če je proizvodnja vlage v prostoru visoka in trajna, potem bo hitro dosežena in presežena zmožnost njenega skladiščenja.

Če želimo opisati sestavo gradbene konstrukcije, ki omogoča neovirano difuzijo vodne pare ali vsaj difuzijo, pri kateri morebitna kondenzacija ne povzroči škodljivih posledic, ali sestavo, ki omogoča občasno omejeno absorpcijo in oddajanje vlage nazaj v prostor, uporabimo opisni izraz »difuzijsko odprta konstrukcija«. To je na primer lahka konstrukcija, pri kateri po potrebi oziroma na podlagi računskega preverjanja uporabimo parno oviro, ne pa parne zapore. Izraz »dihanje« je neustrezen in zavajajoč, saj napelje uporabnike prostorov k opuščanju pravilnega in rednega prezračevanja.

11.6.1 POVRŠINSKA KONDENZACIJA VODNE PARE

Pojav površinske kondenzacije pri danih temperaturah zraka ni odvisen od razporeda slojev v konstrukciji in njihovih difuzijskih upornostih. Odvisen je le od toplotne prehodnosti konstrukcije in notranjega prestopnega toplotnega upora zračne plasti. Ta parametra vplivata na temperaturo notranje površine, ki hkrati opredeljuje nasičeni parni tlak na tem mestu.

Nevarnost kondenzacije vodne pare na površini konstrukcije je odvisna od količine vlage (vodne pare) v zraku in temperatur površin, s katerimi pride zrak v stik. Tako morata biti za kondenzacijo pare izpolnjena dva pogoja: vir vodne pare oziroma vlage in primerna površina, na kateri pride do kondenzacije. To se zgodi, kadar je temperatura na površini konstrukcije nižja od temperature rosišča (T_r) notranjega zraka (opomba: zaradi preprostosti uporabljamo za temperaturo oznako T , ki ni enaka oznaki, kot jo uporablja na primer PURES 2022).

Pri nekaterih materialih, med katere spadajo tudi notranji ometi, lahko pride do kondenzacije celo pred nasičenjem, na primer že pri nekaj več kot 70-odstotni relativni vlažnosti zraka. S tem je povezana še ena t. i. kritična temperatura, to je tista, pri kateri lahko pride do pojava plesni še pred doseženo polno nasičenostjo zraka z vodno paro oziroma kadar je na posamezni lokaciji 100 odstotna relativna vlažnost zraka. Zaradi poenostavitve jo bomo označili kot T_{pl} . V večini primerov je T_{pl} za od 2 do 3 K ali celo nekoliko več višja od T_r , kar pomeni, da lahko pride do gradbenofizikalnih težav bistveno prej, kot bi to pričakovali samo ob upoštevanju temperatur rosišča pri danih robnih pogojih.

Ločiti moramo med »absolutnimi« fizikalnimi pojavi, ki jih lahko natančno opredelimo z računskimi formulami (temperatura rosišča pri danih robnih pogojih), in ilustrativno poimenovanimi biogenimi pojavi, ki so odvisni tudi od vrste materialov v resničnem bivalnem okolju.

Splošno mejno oziroma kritično vrednost relativne vlažnosti zraka, pri kateri se lahko na površinah konstrukcij pojavi plesen, stroka postavlja pri 80 %. Glede na prejšnje navedbe je lahko ta vrednost celo previsoka. Ob tem je treba upoštevati, da gre za relativno vlažnost zraka tik ob površini konstrukcije. Ta je zaradi nižje temperature zraka na tem območju višja od siceršnje (povprečne) relativne vlažnosti zraka v prostoru.

Temperatura rosišča je odvisna od posameznih robnih pogojev v prostoru in se sčasoma spreminja zaradi nihanja temperature ali relativne vlažnosti zraka. Vsaki kombinaciji temperature in relativne vlažnosti zraka pripada določena temperatura rosišča. Primere prikazuje spodnja tabela. Vmesne vrednosti lahko interpoliramo.

Soodvisnost temperature rosišča (nastanek površinske kondenzacije oziroma polna nasičenost (100 %); vrednosti v tabeli so v stopinjah Celzija) in notranjih mikroklimatskih razmer (relativna vlažnost zraka, zgornja vrstica; temperatura zraka, levi stolpec)

	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %
25 °C	12,23	13,85	15,30	16,00	17,95	19,15	20,30	21,30
22 °C	9,55	11,10	12,55	13,00	15,10	16,30	17,35	18,40
20 °C	7,70	9,30	10,70	11,00	13,25	14,40	15,46	16,40
18 °C	5,95	7,40	8,80	10,00	11,30	12,40	13,50	14,50
15 °C	3,15	4,65	6,05	7,00	8,50	9,55	10,60	11,15

Praktičen primer:

- Pri temperaturi zraka 22 °C in njegovi 70-odstotni relativni vlažnosti je temperatura rosišča 16,30 °C. To pomeni, da bo površinska kondenzacija vodne pare pri teh robnih pogojih gotovo nastopila na površinah, temperatura katerih je nižja od 16,30 °C. Ob upoštevanju zgornjih navedb pa se lahko plesen dejansko pojavi že na površinah z višjo temperaturo!
- Če želimo ohraniti ustrezno toplotno ugodje, torej enako temperaturo v prostoru, in zmanjšati nevarnost površinske kondenzacije, moramo znižati relativno vlažnost zraka v prostoru (tj. prostor prezračiti), na primer na 50 %. Takrat bo temperatura rosišča padla na 11,10 °C, kar je pri korektno izvedenih toplotno zaščitenih konstrukcijah izdatno na varni strani, tudi ob upoštevanju zgornjih opozoril o razmerju med T_r in T_{pl} .

Faktor površinske temperature

Naslednji pomemben parameter, ki omogoča presojo nevarnosti površinske kondenzacije oziroma nastanka plesni, je faktor površinske temperature (f_{RSi}). Z njim dokazujemo, da temperatura notranje površine konstrukcije v času ogrevanja ni tako nizka, da bi vodna para iz zraka v prostoru na površini kondenzirala oziroma da se relativna vlažnost zraka ob konstrukciji ne bo povišala nad vrednost 80 %, ki že omogoča rast mikroorganizmov (zlasti plesni).

Faktor površinske temperature je brezdimenzijski. Izračuna se kot ulomek med razliko notranje površinske temperature in temperature zunanjega zraka ter razliko temperature notranjega zraka.

Postopek določitve f_{RSi} in vrednotenja opisuje tehnična smernica TSG-1-004: 2022 Energijska učinkovitost stavb (poglavje 8.1.4). Nemški standard DIN 4108-2 kot mejno vrednost f_{RSi} postavlja vrednost 0,70, stroka in nekateri proizvajalci toplotnozaščitnih sistemov in elementov za preprečevanje toplotnih mostov z nemškega in angleškega govornega območja pa zaradi varnosti to brezdimenzijsko vrednost še nekoliko zvišujejo, in sicer na 0,75.

Nekaj primerov določitve ciljne minimalne temperature površine (tj. temperature, ki še zagotavlja, da ne nastane plesen pri 80-odstotni relativni vlažnosti zraka ob površini) za $f_{RSi} = 0,75$:

- temperatura notranjega zraka 20 °C, temperatura zunanjega zraka -5 °C: $T_{np,min} = 13,75$ °C,
- temperatura notranjega zraka 20 °C, temperatura zunanjega zraka 0 °C: $T_{np,min} = 15,00$ °C,
- temperatura notranjega zraka 22 °C, temperatura zunanjega zraka -5 °C: $T_{np,min} = 15,25$ °C,
- temperatura notranjega zraka 22 °C, temperatura zunanjega zraka 0 °C: $T_{np,min} = 16,50$ °C,
- temperatura notranjega zraka 22 °C, temperatura zunanjega zraka 5 °C: $T_{np,min} = 17,75$ °C.

Primer:

Temperatura zunanjega zraka 0 °C, temperatura notranjega zraka 22 °C.

Pojav plesni je pri teh razmerah preprečen, če je temperatura površine konstrukcije višja od 16,50 °C. Ob upoštevanju zgornjih razlag o razliki med T_{pl} in T_r v višini okrog 3 K bi bila pripadajoča temperatura rosišča okrog 13,50 °C. Iz tabele rosiščnih temperatur lahko razberemo, da pri takih robnih pogojih relativna vlažnost notranjega zraka ne sme preseči vrednosti malo nad 60 %.

Na podlagi te vrednosti in zgoraj navedene formule lahko za posamezne kombinacije temperatur notranjega in zunanjega zraka izračunamo temperaturo notranje površine ($T_{np,min}$), pri kateri lahko pričakujemo nastanek plesni oziroma pri kateri je relativna vlažnost zraka na tem mestu enaka ali višja od 80 %. Plesen sicer ni brezpogojna posledica. Dejansko stanje je odvisno od razmerja med temperaturami in trajanja posamezne kombinacije ter tudi od vsebnosti vodne pare v notranjem zraku.

60-odstotno vrednost relativne vlažnosti stroka že postavlja kot relativno varno (vendar kratkotrajno in samo občasno) zgornjo mejo za bivalne prostore. Navedena je tudi v Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb, ki priporoča relativno vlažnost zraka pod 60 %, kar zmanjšuje rast alergenih in patogenih organizmov.

Pričakovane temperaturne razlike glede na značilnosti konstrukcij

Na podlagi izkušenj in podatkov iz strokovne literature lahko približno ocenimo razlike med temperaturo notranjega zraka in temperaturami zunanje stene, stika dveh sten (linija) in vogala prostora (točka, stik dveh sten s tlemi oziroma stropom). Vrednosti v nadaljevanju so navedene orientacijsko in se lahko v praksi seveda razlikujejo v odvisnosti od dejanskih sestav konstrukcij.

Pri toplotno neizolirani konstrukciji lahko v povprečju pričakujemo razliko med temperaturo notranjega zraka in temperaturo notranje površine zunanje stene v višini pribl. 5,0–6,0 K, med temperaturo notranje površine zunanje stene in temperaturo stika te stene z drugo steno (navpični linijski stik dveh sten) pa v višini 3,0–4,0 K.

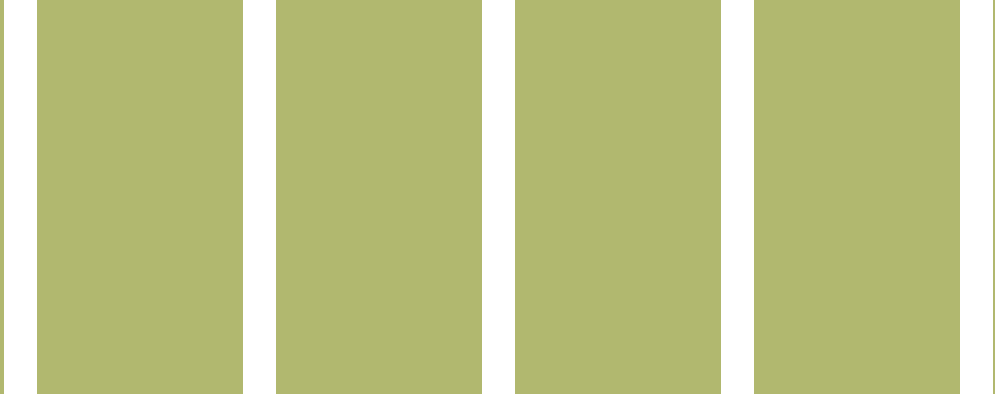
Pri dobro toplotno zaščitenih konstrukcijah pa lahko v povprečju pričakujemo take temperaturne razlike (predpostavka: zunanja temperatura -10 °C, notranja temperatura 20 °C):

- razlika med temperaturo notranjega zraka in temperaturo notranje površine zunanje stene: pribl. 1,0–1,5 K;
- razlika med temperaturo notranje površine zunanje stene in temperaturo stika te stene z drugo steno (navpični linijski stik): pribl. 1,0–1,5 K;
- razlika med temperaturo notranje površine zunanje stene in temperaturo spodnjega zunanjega vogala (stik stena/stena/tla, točkovni stik): pribl. 2,0–2,5 K;
- iz navedenega izhaja, da bi smeli pričakovati razliko med temperaturo notranjega zraka in temperaturo spodnjega zunanjega vogala v višini 3–4 K.

Zgornje vrednosti prikazujejo pozitivne učinke in koristi dodatne toplotne zaščite, saj se notranje površinske temperature konstrukcij stavbnega ovoja opazno povišajo, s tem pa se zelo omeji tveganje površinske kondenzacije vodne pare. Hkrati se zmanjša temperaturna asimetrija in poviša občutena temperatura, kar izboljša toplotno ugodje v prostoru.

Opombe:

- Zgornje navedbe veljajo za površine, kjer gibanje zraka ni (bistveno) ovirano. Vsaka ovira (na primer pohištvo ob zunanji steni) poslabša dejansko stanje.
- Z naraščanjem zunanje temperature se zmanjšujejo zgoraj navedene pričakovane temperaturne razlike.
- Za popolnejšo oceno tveganja za površinsko kondenzacijo vodne pare moramo poznati tudi relativno vlažnost zraka v prostoru in lastnosti gradbenih materialov.



12

**Razvrstitev stavb in
njihove glavne značilnosti**

12.1 Uvod

V večini raziskav se za energetska prenova stavbe razvrščajo glede na obdobje graditve, gradivo in konstrukcijske značilnosti, arhitekturne posebnosti, namembnost in lego v naselju. Pri tem je izjemno pomembno obdobje izgradnje. V preteklosti je bila graditev odvisna od razpoložljivega gradiva, poznavanja konstrukcijskih tehnik in tehnološkega razvoja ter tudi socialnega in ekonomskega statusa graditeljev. Za stavbni fond, ki je bil zgrajen v posameznem obdobju, so značilni podobne gradbene tehnike in uporaba podobnih gradiv, seveda odvisno od podnebnih in drugih okoliščin. Pomemben vidik je tudi pripadnost posamezni arhitekturni regiji ali krajini (Fister idr., 1993), v katerih so posebne geografske, kulturnozgodovinske, upravne, družbenogeografske in druge razmere vplivale na razvoj naselij in stavb.

Na splošno lahko stavbe glede na njihove gradbenotehnične značilnosti razdelimo na:

- zgodovinske stavbe, ki so bile zgrajene s tradicionalnimi tehnikami v obdobjih pred koncem 19. stoletja;
- zgodnje modernistične stavbe, zgrajene v času od tretje četrtine 19. stoletja do prve svetovne vojne in med obema vojnoma;
- stavbe, zgrajene po drugi svetovni vojni med letoma 1945 in 1980;
- stavbe, zgrajene po letu 1980.

12.2 Zgodovinske stavbe, zgrajene pred koncem 19. stoletja

Dosedanje raziskave so pokazale, da so zgodovinske stavbe kljub izjemni heterogenosti večinoma kompaktno grajene z debelimi zidovi in na splošno zagotavljajo dobro toplotno odpornost. Prav tako kompaktna strnjena zazidava v večini zgodovinskih mest preprečuje velike toplotne izgube. Pri večini teh stavb so dosledno upoštevana načela bioklimatskega načrtovanja.

Za izboljšanje energetske učinkovitosti pri teh stavbah večinoma niso potrebni koreniti posegi na stavbnem ovoju. Pogosto zadoščajo že izboljšanje tehničnih stavbnih sistemov in manjši ukrepi na stavbnem pohištvu, strehi in kleti v sklopu investicijskih vzdrževalnih del.



17



18



19



20



21



22



23



24

- (17) Brestanica – Grad Rajhenburg (EŠD: 46).
- (18) Bogenšperk – Grad Bogenšperk (EŠD: 29).
- (19) Ljubljana – Srednjeveško mestno jedro (EŠD: 7589).
- (20) Škofja Loka – Homanova hiša (EŠD: 743).
- (21) Šentjošt – Hiša Šentjošt 9 (EŠD: 9916).
- (22) Goričice – Hiša Goričice 8 (EŠD: 9626).
- (23) Krško – Hiša Cesta krških žrtev 2 (EŠD: 16170).
- (24) Železniki – Hiša Trnje 33 (EŠD: 5985).

12.3

Zgodnje modernistične stavbe, zgrajene od tretje četrtine 19. stoletja do prve svetovne vojne in med obema vojnama

12.3.1 OBDOBJE MED LETOMA 1875 IN 1918

V tem obdobju še vedno prevladuje klasična gradnja, ki temelji na apneni tehnologiji, značilni za prejšnja obdobja. Gradnjo je v tem obdobju uzakonjal Stavbni red za vojvodino Kranjsko iz leta 1875, prvi zakonski dokument, ki je sistematično urejal gradbene zadeve na celotnem ozemlju Kranjske. Med drugim je zaradi statike

določal tudi debelino največkrat opečnih zidov. Kletni zidovi so bili tako debeli do 75 cm, zidovi nadstropij od 45 do 60 cm, strešni zatrepi 30 cm. V gradnji so se postopoma uveljavljale tudi novosti, ki jih je prinesla industrijska revolucija, kot so uporaba železobetonskih konstrukcij, velike zastekljene odprtine ipd. Tudi bivalno ugodje je bilo v teh stavbah na razmeroma visoki ravni.



25



26



27



28



29



30



31



32

- (25) Ljubljana – Hiša Prešernova 14 (EŠD: 13998).
- (26) Ljubljana – Hiša Beethovnova 9 (EŠD: 3469).
- (27) Ljubljana – Vila Veselova 15 (EŠD: 29780).
- (28) Ljubljana – Vila Prešernova 27 (EŠD: 4106).
- (29) Ljubljana – Prešernova cesta (EŠD: 8797).
- (30) Ljubljana – Šola Mladika (EŠD: 919).
- (31) Ljubljana – Realka (EŠD: 404).
- (32) Ljubljana – Palača Univerze (EŠD: 380).

12.3 ZGODNJE MODERNISTIČNE STAVBE, ZGRAJENE OD TRETJE ČETRTE 19. STOLETJA DO PRVE SVETOVNE VOJNE IN MED OBEMA VOJNAMA

12.3.2 OBDOBJE MED OBEMA VOJNAMA

V okviru univerze je delovala šola za arhitekturo, ki je spremljala sočasen razvoj arhitekture po svetu ter prenašala nove revolucionarne teorije arhitekture in urbanizma tudi v Slovenijo. Stanovanjska arhitektura je bila v središču zanimanja modernega arhitekturnega gibanja. Arhitekti se tako ne ukvarjajo le z estetskimi vrednotami arhitekture, ampak tudi s funkcionalnimi vprašanji in stanovanjskimi potrebami prebivalcev ter gospodarnostjo gradnje. Raziskujejo možnosti uporabe novih materialov ter prefabriciranih in tipiziranih elementov. To je

čas, v katerem se uveljavi t. i. skeletna gradnja. Pod vplivom funkcionalizma se v mestih namesto strnjenege zazidalnega sistema uveljavi tudi odprt sistem gradnje s prostostoječimi stavbami na večjih parcelah.

Pri stavbah z zidovi večjih debelin (50, 75 cm in več) se pogosto srečamo z dilemo glede smotrnosti ali vsaj prioritete dodatne toplotne zaščite zunanjih sten. Utemeljen odgovor daje projekt energetske prenove, ki to vprašanje obravnava večplastno, z vidika učinkovite rabe energije, gradbenofizikalnih značilnosti in koristi ter dolgoročne stroškovne učinkovitosti.

(33) Ljubljana – Viša Prešernova 4 (EŠD: 4160).

(34) Ljubljana – Palača Delavske zbornice (EŠD: 8788).

(35) Ljubljana – Vila Levstikova 13 (EŠD: 18688).

(36) Ljubljana – Hiša Štefanova 9–11 (EŠD: 919).

(37) Ljubljana – Nebotičnik (EŠD:367).

(38) Ljubljana – Mali nebotičnik (EŠD:344).

(39) Ljubljana – Vila Levstikova 18 (EŠD: 29781).



12.4 Stavbe, zgrajene po drugi svetovni vojni med letoma 1945 in 1980

Čas med letoma 1945 in 1980 je na področju tehnik graditve ter gradbenih materialov in proizvodov prinesel številne novosti, ki z vidika rabe energije za delovanje stavbe niso vedno najustrežnejše. Potreba po čim hitrejši graditvi čim večjega števila stavb, stanovanjskih ter poslovnih in industrijskih, je spodbudila razvoj sistemov, ki so omogočili cenejšo in hitrejšo graditev. Razen v redkih izjemah se tehnična zakonodaja

z rabo energije sploh ni ukvarjala. Ta tema tudi ni bila zanimiva za investitorje, načrtovalce in uporabnike. V povprečju so stavbe iz tega obdobja v primerjavi s podobnimi stavbami, zgrajenimi pred drugo svetovno vojno, energijsko precej potratnejše, bivalno ugodje v njih pa je slabše. Tudi gradbenofizikalne poškodbe so pogostejše. Nabor mogočih ukrepov za energetske prenove je zelo raznovrsten.



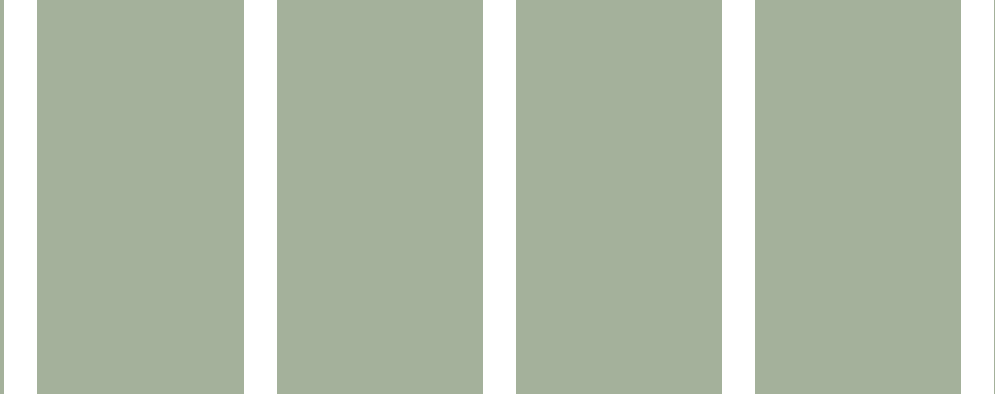
(40) Ljubljana – Trg republike (EŠD: 9756).
(41) Ljubljana – Soseska Ferantov vrt (EŠD: 29802).
(42) Ljubljana – Bivalni atelje Veselova 11 (EŠD: 3808).

(43) Ljubljana – Poslovno-trgovski center Astra Commerce (EŠD: 14297).
(44) Ljubljana – Narta studio (EŠD: 29786).
(45) Ljubljana – Fakulteta za metalurgijo (EŠD: 22659).

12.5 Stavbe, zgrajene po letu 1980

Prva velika naftna kriza v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja je spodbudila spremembe v odnosu do rabe energije v stavbah in pripravo strožjih predpisov, povezanih s tem. Toplotna zaščita je bila čedalje samoumevnejši sloj v sestavljenih konstrukcijah stavbnega ovojja. Stavbe iz začetka tega obdobja so z današnjega vidika kljub temu energijsko še zelo neučinkovite, potem pa so se energijski kazalniki postopno izboljševali vse do aktualnih ravni skoraj ničenergijskih in ničemisijjskih stavb. Možnosti za izboljšave so številne in tehnična izvedljivost ukrepov večinoma ni težava. Uvrstitev

učinkovite rabe energije na svetovni dnevni red je povečala ozaveščenost vseh vpletenih in povzročila spremembo v njihovem razmišljanju. Tudi tu pa velja, da nekritično nizanje vseh znanih ukrepov ne vodi nujno k najboljšemu rezultatu.



13

**Vpliv posameznih ukrepov
na varovane elemente**

13.1 Uvod

Velik kulturni pomen stavbe kulturne dediščine, njena ranljivost in občutljivost za spremembe lahko precej zožijo nabor mogočih ukrepov. To zlasti velja za zunanji ovoj, tj. fasado s stavbnim pohištvo in streho z vsemi detajli. Nekoliko manj se to nanaša na notranjščino stavbe (stene, stropi,

talna plošča, napeljave, energetske sistemi ipd.), če ta seveda nima varovanih prvin, kot so stenske poslikave ali stenske in talne obloge. Načeloma se vedno daje prednost tistim ukrepom, ki pomenijo kar najmanjši poseg v substanco in pojavnost stavbe kulturne dediščine.

13.2 Vrednotenje vplivov ukrepov energetske prenove

Ukrepi energetske prenove, opisani v nadaljevanju, so označeni z lestvico, ki prikazuje stopnjo vpliva posameznega ukrepa na stavbo kulturne dediščine kot celoto in na posamezno varovano prvino. Z izrazom vpliv vrednotimo predvsem spremembe videza, razmerij, gabaritov in gradiv. To ni opis učinkov z vidika izboljšanja energijskih kazalnikov stavb.

Lestvica ni absolutna oziroma izključujoča. Z ustrezno barvo označeni obseg vpliva posameznega ukrepa opozarja na njegovo splošno veliko verjetnost ali pričakovanost, vendar pa je končna opredelitev odvisna od vsakega posameznega primera. To pomeni, da je neki ukrep lahko pri eni stavbi kulturne dediščine zaradi njenih značilnosti in pomena popolnoma nesprejemljiv, pri drugi pa sprejemljiv ali sprejemljiv z omejitvami.

Legenda barvne lestvice

					Sprejemljiv vpliv (manjši poseg v substanco in pojavnost)
					Majhen vpliv
					Delno sprejemljiv vpliv (delno škodljiv poseg v substanco in pojavnost)
					Velik vpliv
					Nesprejemljiv vpliv (bistveno škodljiv poseg v substanco in pojavnost)

Tabele vplivov po vrstah ukrepov energetske prenove

**UKREPI NA STAVBNEM OVOJU**

Zunanje stene	Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani	■ ■ ■ ■ ■
	Toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani	■ ■ ■ ■ ■



Strop in tla	Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju	
	— Toplotna zaščita na tleh podstrehe	■ ■ ■ ■ ■
	— Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju	■ ■ ■ ■ ■
	Toplotna zaščita tal nad neogrevanim prostorom	
	— Toplotna zaščita na spodnji (hladni) strani	■ ■ ■ ■ ■
	— Toplotna zaščita na zgornji (topli) strani	■ ■ ■ ■ ■
	Toplotna zaščita tal na zemljišču oziroma v stiku z zemljino	■ ■ ■ ■ ■
	Toplotna zaščita strehe	■ ■ ■ ■ ■



Strehe	Toplotna zaščita strehe	■ ■ ■ ■ ■
---------------	-------------------------	-----------



Okna in vrata	Obnova oken ali steklenih sten	■ ■ ■ ■ ■
	Nadgradnja ali zamenjava zasteklitve	■ ■ ■ ■ ■
	Zamenjava oken ali okenskih kril	■ ■ ■ ■ ■
	Obnova vrat	■ ■ ■ ■ ■
	Zamenjava vrat	■ ■ ■ ■ ■



Izboljšanje zrakotesnosti	Tesnjenje ovoja stavbe	■ ■ ■ ■ ■
----------------------------------	------------------------	-----------

**UKREPI ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI SISTEMOV ZA OGREVANJE
PREZRAČEVANJE, HLAJENJE IN KLIMATIZACIJO**

Vgradnja ali zamenjava centralnega sistema za ogrevanje	
Centralna in lokalna regulacija ogrevanja prostorov	
Hidravlično uravnoteženje sistema za ogrevanje	
Centralni sistem prezračevanja	
Prezračevanje z lokalnimi napravami	
Zamenjava starejših kurilnih naprav	
Temperiranje	
Sevalni (infrardeči) grelni paneli	
Priklop na daljinsko ogrevanje	
Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih	
Centralni nadzorni sistem za upravljanje stavb	

**UKREPI ZA POVEČANJE RABE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE**

Izkoriščanje toplote iz okolice – toplotne črpalke	
Ogrevanje z biomaso	
Namestitev sprejemnikov sončne energije	
Namestitev fotonapetostnih naprav	

**ORGANIZACIJSKI UKREPI**

Organizacijski ukrepi pri ogrevanju, hlajenju, klimatizaciji in prezračevanju prostorov	
Organizacijski ukrepi pri pripravi tople sanitarne vode	
Organizacijski ukrepi pri električni razsvetljavi	
Energetsko knjigovodstvo	

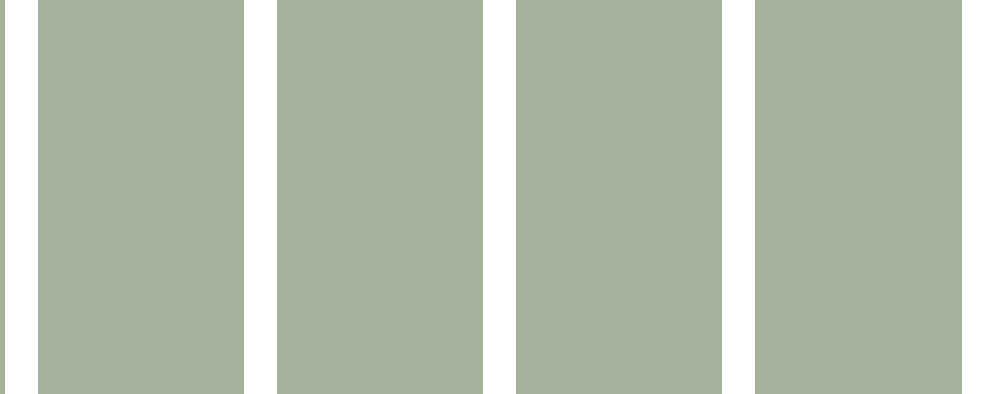
13.3 Dodatne podlage za odločitve

Pri načrtovanju ukrepov energetske prenove in presojanju njihovih vplivov je priporočljivo pridobiti tudi informacije o podobnih izvedenih projektih in uporabljenih pristopih pri reševanju problemov. S številom zgledno izvedenih projektov narašča tudi obseg tematskih zapisov v evropskem in domačem prostoru, od nacionalnih in regionalnih priporočil in smernic do prikazov rešitev v posameznih primerih v znanstvenih, strokovnih in poljudnih objavah. Med spletnimi viri oziroma orodji velja posebej poudariti evropski atlas energetske prenove zgodovinskih stavb in slovensko zbirko primerov dobrih praks.

Atlas energetske prenove zgodovinskih stavb, HiBERatlas (<https://hiberatlas.eurac.edu/en/welcome-1.html>), prikazuje primere najboljših praks energetske prenove zgodovinskih stavb ob spoštovanju in varovanju njihovega dediščinskega pomena. Navedene so informacije o stavbi in njeni konstrukciji, oceni kulturnega pomena, specifikacijah gradbenih materialov, energetski učinkovitosti ter rešitvah in izdelkih za prenovo. Podatkovna zbirka, oblikovana leta 2019 kot rezultat raziskovalnega dela projekta Interreg Alpine Space ATLAS in delovnega sklopa IEA-SHC Task 59 Mednarodne agencije za energijo, se sprti dopolnjuje z novimi primeri.

Sestavni del podatkovne zbirke HiBERatlas je **spletno orodje HiBERTool** (<https://www.tool.hiberatlas.com/en/welcome-1.html>), ki omogoča iskanje in raziskovanje ukrepov za energetsko učinkovito prenovo zgodovinskih stavb. Orodje prikazuje rešitve za okna, stene, prezračevanje, ogrevanje in sončno energijo, podrobnejša dokumentacija pa je dostopna v obliki pdf-datotek.

Posamezni primeri energetske prenove so opisani tudi v **spletni podatkovni zbirki primerov dobrih praks** (<https://www.zvkds.si/nase-delo-primeri-dobrih-praks/>), ki jo oblikuje ZVKDS in je večinoma namenjena prikazu ohranjanja varovanih vrednot pri prenovi stavb kulturne dediščine, tj. obnovi spomenikov, konservatorsko-restavratorskih posegih ter predstavitvi preventivnih arheoloških izkopavanj in raziskovalnih nalog.



14

Ukrepi na stavbnem ovoju

14.1

Splošni učinki toplotne zaščite stavbnega ovoja

Toplotna zaščita stavbnega ovoja ima številne pozitivne učinke na gradbene materiale in konstrukcije, stavbo kot celoto ter bivalno in delovno ugodje v njej. Najpomembnejši so:

- zmanjšanje potreb po energiji in z njimi povezanih negativnih vplivov na okolje;
- znižanje toplotnih izgub;
- znižanje obratovalnih in vzdrževalnih stroškov;
- zmanjšanje ali odprava nevarnosti nastanka toplotnih mostov;
- zaščita konstrukcije pred (zunanji) temperaturnimi vplivi, ki povzročajo spremembe notranjih napetosti in dimenzij, in navlaževanjem zaradi padavin (oboje velja za izvedbo toplotne zaščite na zunanji strani);
- zvišanje temperature notranjih površin nad temperaturo rosišča notranjega zraka;
- zmanjšanje temperaturne asimetrije v prostoru in izboljšanje toplotne stabilnosti;
- zmanjšanje nekontroliranega vdora zunanjega zraka v stavbo;
- upočasnitev kroženja zraka v prostorih;
- izboljšanje zaščite pred zunanjim hrupom;
- izboljšanje bivalnega in delovnega ugodja;
- dvig vrednosti nepremičnine.

Pred odločitvijo za dodatno toplotno zaščito ovoja stavbe je treba ob upoštevanju načel varstva kulturne dediščine skrbno pretehtati vse okoliščine, ki lahko vplivajo na njeno tehnično izvedljivost, trajnost, energetski učinek, gradbenofizikalne pojave in dolgoročno stroškovno učinkovitost.

Stavbne konstrukcije morajo biti trdne, statično neoporečne in primerno suhe. To pomeni, da je najprej treba odpraviti morebitne mehanske poškodbe in čezmerno vlago ter vzroke za njihov nastanek in konstrukcije po potrebi gradbeno utrditi.

Na smiselnost dodajanja toplotne zaščite vpliva tudi namembnost oziroma režim uporabe stavbe. V stavbah, ki se uporabljajo le občasno ali za krajši čas (na primer sakralne stavbe), je praviloma primerneje in stroškovno učinkoviteje zagotoviti lokalno toplotno ugodje z grelnimi telesi, ki oddajajo toploto s sevanjem. Toplotna izolacija takih stavb zaradi njihove velike prostornine in toplotne kapacitete masivnih konstrukcij ne bi pripomogla k hitremu zvišanju notranje temperature, ko bi bilo to potrebno, vzdrževanje stalne notranje temperature na visoki ravni pa ne bi bilo ekonomsko upravičeno.

Od sestave konstrukcij ovoja stavbe oziroma od posameznih gradbenih materialov so med drugim odvisne difuzijske lastnosti konstrukcij. Temu mora slediti odločitev o vrsti toplotnoizolacijskega materiala in zaključnih slojev. Dodajanje novih slojev brez poznavanja osnovne strukture je lahko zelo tvegano.

Pri toplotni zaščiti z zunanje strani lahko pri konstrukcijskih materialih z visokim difuzijskim uporom, kot so kamen, polna opeka ali beton, praviloma uporabimo tudi toplotnoizolacijske materiale z višjim difuzijskim uporom. Obratno velja za difuzijsko bolj odprte konstrukcije, pri katerih pridejo v poštev toplotnoizolacijski materiali z majhnim difuzijskim uporom, zaključni sloji pa morajo preprečiti vstop atmosferske vlage v konstrukcijo. Pri toplotni zaščiti z notranje strani so pravila nekoliko bolj zapletena, kar je razloženo v nadaljevanju. V vsakem primeru je treba pred dokončno odločitvijo izdelati podrobne analize difuzije vodne pare, s katerimi potrdimo ustrezno izbiro materialov in njihovih debelin ter njihov položaj oziroma zaporedje.

Čeprav je osnovno vodilo sklenjenost sloja toplotne zaščite, je treba skrbno preveriti namen in funkcionalnost obstoječih odprtín v zunanjem ovoju in jih praviloma ohraniti. To so lahko odprtine, ki omogočajo izmenjavo zraka med posameznimi prostori in zunanostjo, prezračevalne odprtine dvojnega zidu ali zračniki v osi lesenih stropnikov.

14.2 Vodila pri načrtovanju toplotne zaščite

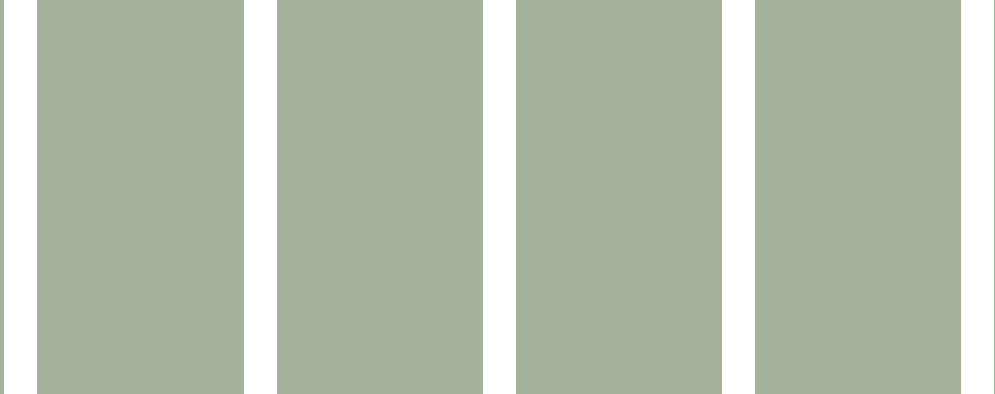
Pri načrtovanju toplotne zaščite je treba predvsem upoštevati:

- pravni režim varstva kulturne dediščine in kulturnovarstvene pogoje,
- ciljno raven energetske učinkovitosti,
- ustreznost za namen uporabe in tip konstrukcije,
- način vgradnje in mogoče tehnične omejitve,
- sklenjenost in enakomernost toplotnega ovoja,
- stroškovno učinkovitost oziroma ekonomsko upravičenost.

Ključne lastnosti materialov za toplotno zaščito, ki vplivajo na njihovo izbiro:

- toplotna prevodnost,
- difuzijska upornost,
- požarna odpornost,
- stisljivost,
- tlačna trdnost,
- elastičnost,
- odpornost proti vlagi,
- okoljske lastnosti.

Dodatna pomembna lastnost je združljivost z zaključnimi sloji, ki so lahko predpisani zaradi ohranjanja izvirnega videza in tudi zaradi višjih zahtev po odpornosti proti vlagi ali prepustnosti za vodno paro (kemijske in fizikalne lastnosti, zrnavaost, minimalna debelina ipd.).



15

Zunanje stene

15.1 Varovani elementi

Zunanje stene – fasada

Fasada je eden najpomembnejših elementov stavbe, daje ji značaj in izraža njen pomen. Raznolikost zgodovinskih obdobj, regij, stilov ali slogov se kaže v uporabi gradiv ter oblikovanju in kompoziciji. Osnovno vodilo pri varovanih prvinah je ohranjanje pristnosti oziroma avtentičnosti. Prvine, ki so poškodovane, naj se ne bi zamenjale z novimi, ampak jih je treba kar najbolj ohraniti in

obnoviti, čeprav s sledmi časa. Starost arhitekture z zgodovinskimi spremembami in patino mora biti prepoznavna tudi po posegih. Cilj je prenova s čim več ohranjene materialne substance.

15.2 Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani

Fasada stavbe kulturne dediščine je praviloma najbolj varovan element stavbe, tako njena zunanja podoba kot gradbeni material. Zato je pri oceni zmožnosti za izboljšave in pri načrtovanju energetske prenove potrebna previdnost, saj je **možnost dodatne toplotne zaščite celotnega ovoja stavbe z zunanje strani zelo omejena**.

Običajno so na fasadi sprejemljiva le tista popravila poškodovanih prvin, ki so združljiva z načeli konservatorske stroke, to je z enakimi oziroma podobnimi tehnologijami in materiali, kot so bili prvotno uporabljeni. Tako se optimalno izkoristijo njene dejanske izolacijske in akumulacijske zmogljivosti.

Ključna cilja, ki jima sledimo, sta enakomernost in sklenjenost toplotne zaščite. Opuščanje toplotne zaščite na posameznih delih fasadnih površin (na primer na območju arhitekturnega okrasja) ima lahko številne neželene učinke. Zaradi lokalno spremenjenih gabaritov se poslabša videz celotne fasade, tokovi toplote in vlage pa se preusmerijo v neizolirana območja, kar lahko privede do gradbenofizikalnih poškodb.

V splošnem se odločamo med dvema možnostima izvedbe toplotne zaščite. Prva je t. i. kontaktna fasada, pri kateri se uporabi enovit sistem posameznega proizvajalca, sestoječ praviloma iz lepilnih oziroma lepilnoizravnalnih malt, toplotnoizolacijskega materiala, armirne mrežice in zaključnih nanosov. Večinoma se kot material za toplotno zaščito danes uporabljata mineralna volna in polistiren. Slednji je uporaben tudi za

izdelavo posnetkov strešnih vencev, arhitekturnega okrasja in podobno.

Druga možnost je toplotnoizolacijski omet, v klasični različici izdelan na osnovi perlita, vermikulita, ekspandirane gline ali polistirena. Nanaša se lahko večslojno v skupni debelini do 8 ali 10 cm, odvisno od sestave oziroma proizvajalca. Toplotna prevodnost tovrstnih ometov je v povprečju približno za polovico višja kot pri klasičnih toplotnoizolacijskih materialih. Večinoma ustrezajo definiciji difuzijsko odprih materialov.

Toplotnoizolacijski omet lahko nadomesti dotrajan izvirni omet in druge varovane prvine fasade. Če ni kulturnovarstvenih ali tehničnih omejitev, ga lahko kombiniramo z izvedbo toplotne zaščite z notranje strani, s čimer nadoknadimo njegov slabši toplotni upor, vendar ne brez natančne analize prehoda vodne pare skozi konstrukcijo. Podobno velja za njegovo uporabo na stenah proti neogrevanim prostorom, kot so stopnišča ali veže.



101

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:

ZAHTEVA

Stavba: stavbna dediščina

DA

Stavba: na območju naselbinske dediščine

DA

15.2.1 TOPLOTNA ZAŠČITA CELOTNEGA FASADNEGA OVOJA

Čeprav je toplotna zaščita celotnega fasadnega ovoja ukrep energetske prenove s potencialno največjim vplivom na varovane prvine, njegovo načelno ali absolutno zavračanje ni umestno. Z vidika učinkovite rabe energije in gradbene fizike je to najprimernejši način toplotne zaščite zunanjih sten. Razmislek o izvedbi dodatne toplotne zaščite s kontaktno fasado ali toplotnozaščitnim ometom je zlasti smisel in priporočljiv pri:

- preprosto oblikovani fasadi,
- zelo dotrajani in poškodovani fasadi,
- le še v sledovih ohranjenem izvirnem gradivu.

Toda tudi v takih primerih je treba preveriti in upoštevati vse robne pogoje, ki lahko vplivajo na spremenjena razmerja med posameznimi prvinami zunanjega ovoja. Tu mislimo na primer na spremenjeno ravnino vgradnje stavbnega pohištva, drugačen stik fasade z napušči, balkoni, nišami in zunanjim stopniščem, potrebne dimenzije novih okenskih polic ter predstavitev žlebov in strelovodov. Pri presoji upoštevamo tudi podnebne značilnosti območja oziroma pripadnost stavbe posamezni arhitekturni regiji.

Največkrat se v takih primerih zahteva tudi poustvaritev zaključnih slojev prvotne fasade, od gradiva in barve do površinske strukture, običajno v prvotnih tehnologijah (na primer praskani omet z dodatki, fini zaribani omet ipd.). Pred prenovo ali izboljšavo fasade je treba opraviti sondažne raziskave, ki se po potrebi dopolnijo z naravoslovnimi. Na podlagi rezultatov raziskav se določijo vrsta ometov, njihova struktura in barvni toni opleska.

Toplotna zaščita se izdelava po navodilih proizvajalcev in pravilih stroke v skladu z izbranimi materiali in stroškovno preverjenim projektom prenove. S higrotermalnega vidika je najprimernejša vgradnja toplotne izolacije na zunanji strani sten, ker se tako zmanjša možnost kondenzacije vodne pare na notranjih površinah, zmanjšajo se temperaturna nihanja nosilne konstrukcije in poveča se toplotna stabilnost stavbe. Zunanja toplotna zaščita skupaj z zaključnim slojem dodatno ščiti konstrukcijo pred padavinsko vlago. Nosilna konstrukcija ostaja nad temperaturo ledišča in je tako zaščitena pred vplivom zmrzali. V projektu prenove morajo biti obdelani vsi detajli. Posebna pozornost naj se posveti reševanju toplotnih

mostov, tj. sklenjenosti toplotne zaščite in njenih stikov s stavbnim pohištvom.

Poseg ne vpliva na uporabnost prostorov, saj ne zmanjša njihove uporabne površine. Toplotno ugodje se izboljša zaradi višjih površinskih temperatur in manjše temperaturne asimetrije, večje toplotne stabilnosti, boljše akumulacije toplote in zmanjšanja prepiha.

Opozorilo:

Zaradi dodane toplotne zaščite na fasadne ploskve in špalete se pri ohranitvi dimenzij izvirnega stavbnega pohištva lahko nekoliko zmanjša naravna osvetlitev prostorov in skrajša čas njihovega neposrednega sončnega obsevanja. Sočasno z ukrepom je priporočljivo okna pomakniti iz prvotne fasadne ravnine navzven, s čimer se izognemo toplotnim mostovom in ohranimo razmerja na fasadi. Če ni tehničnih ali kulturnovarstvenih omejitev, je idealen položaj stavbnega pohištva v ravnini toplotne izolacije. Neizolirane špalete lahko povzročijo težave s kondenzacijo vodne pare in razvojem plesni.



(46) S pomikom stavbnega pohištva iz prvotne ravnine fasade za debelino toplotne izolacije lahko ohranimo razmerja na fasadi.

15.2.2 TOPLOTNA ZAŠČITA POSAMEZNIH FASAD

Možnost za delno izboljšanje toplotnih lastnosti stavbnega ovoja se pogosteje ponudi na stranskih in začetnih fasadah, ki so bile že prvotno zastavljene precej asketsko, brez oblikovanja, in niso zaznavne z javnih površin. Taka praksa je sprejemljiva predvsem na območjih karejske pozidave in pri stavbah, zgrajenih v nizu, pri prostostojećih stavbah je manj primerna.

Opozorilo:

Tudi načrtovanje dodatne zunanje toplotne zaščite posameznih delov ovoja mora potekati na enak način ter z enako skrbnim preverjanjem možnosti in njihovih vplivov, kot velja za vse druge ukrepe. Posebno pozornost je treba posvetiti stikom med toplotno zaščitenimi in nezaščitenimi deli ovoja oziroma med posameznimi fasadami, ne samo zaradi preprečevanja razpok, ampak tudi zaradi preprečevanja gradbenofizikalnih težav. Posledica povečanja toplotnega upora dela stavbnega ovoja je preusmeritev toplotnega toka k drugim konstrukcijam, ki imajo manjši toplotni upor. Pojav je podoben kot pri linijskih in točkovnih toplotnih mostovih, le praviloma manj izrazit. Površinske temperature neizoliranih konstrukcij se znižajo, kar lahko vpliva tudi na povečanje temperaturne asimetrije v prostoru. Kako velik je ta vpliv, je odvisno od (novih) toplotnih lastnosti obodnih konstrukcij. Računska kontrola toplotne bilance takega prostora ali stavbe bo seveda pokazala boljše rezultate kot pri neizoliranem stanju, **z gradbenofizikalnega vidika pa vsi učinki morda ne bodo najugodnejši. Nujno je treba računsko preveriti posamezne podrobnosti, pri katerih pričakujemo izrazitejšo zgostitev tokovnic oziroma povečanje toplotnega toka.** Podobne ugotovitve veljajo tudi za delno izvedbo toplotne zaščite z notranje strani.

15.2.3 PREZRAČEVANE IN OBEŠENE FASADE

Poseben primer so prezračevane in obešene fasade stavb kulturne dediščine, ki so bile večinoma grajene v drugi polovici 20. stoletja. Sestava celotne konstrukcije lahko že vključuje toplotno zaščito, katere debelina oziroma toplotna prehodnost pa ne ustreza sodobnim predpisom.

Pri prezračevanih obešenih fasadah, pri katerih ni dovoljeno spreminjati gabaritov stavbe, je treba preveriti možnost izvedbe debelejšje toplotne zaščite glede na najmanjšo dopustno debelino zračnega sloja. To seveda velja za primere, v katerih je mogoče fasadno oblogo odstraniti in ponovno namestiti brez poškodb. Pri neprezračevanih obešenih fasadah izboljšave brez spremembe debeline toplotne zaščite niso mogoče, saj lahko to med drugim vpliva na položaj stavbnega pohošstva v ravnini stene in s tem na zunanji videz stavbe.

Opozorilo:

Pri prezračevanih fasadah s toplotno zaščito ali brez nje in z zunanjo oblogo, kot je fasadna opeka ali podobno, lahko v prazen prostor vpihamo primeren izolacijski material. Vendar pa je to v gradbenofizikalnem pogledu izjemno tvegan ukrep, ki lahko prinese tudi precej več škode kot koristi. Prezračevani prostor za zaključno oblogo je imel nekoč tudi funkcijo dodatne zaščite osnovnega zidu pred atmosfersko vlago. **Najprej je torej treba preveriti in po potrebi zagotoviti ustrezno sposobnost fasadne obloge za preprečevanje prodora vlage.** Podrobne dinamične simulacije prehoda toplote in vlage s programsko opremo so nujno izhodišče za kakršno koli nadaljnje načrtovanje. **Dodani izolacijski sloj mora omogočati neovirano difuzijo vodne pare ali vsaj difuzijo vodne pare, pri kateri je kondenzacija v okviru dovoljenih vrednosti.** Nujna sta skrbno projektiranje in izvedba, da se preprečijo toplotni mostovi, površinska kondenzacija vodne pare na hladnih notranjih površinah in nastanek plesni. Zagotoviti je treba ustrezno zrakotesnost stavbe s pravilnim tesnjenjem kritičnih delov, zlasti pri stavbnem pohoštvu.

15.3 Toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani



Notranja toplotna zaščita zunanjih zidov je v gradbenofizikalnem pogledu lahko zelo tvegan poseg. Primerna je, kadar zunanje toplotne zaščite ni mogoče ali ni dovoljeno izvesti. Posega načeloma ni dovoljeno izvesti v stavbni dediščini, varovane prvine katere so neometani zidovi, stenske poslikave, štukature, kamnite spolije, opaži in drugi deli, ki bi bili z namestitvijo notranje izolacije okrnjeni oziroma uničeni. Pri stavbni dediščini so pred takim posegom običajno zahtevane sondažne raziskave beležev in ometov na stenah in stropih, saj se pod njimi velikokrat skrivajo poslikave. Nekatere stavbe so bogate s štukaturnim okrasjem in drugimi zgodovinskimi prvinami, ki jih je treba ohraniti. Tovrstne raziskave je priporočljivo izvesti tudi v stavbah, ki so varovane kot del območja.

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:

ZAHTEVA

Stavba: stavbna dediščina

DA

Stavba: na območju naselbinske dediščine

NE



(47) Zazidani stebri s šablonsko poslikavo, prvotne odprtine in poslikave, najdene s sondažnimi raziskavami.

15.3.1 TOPLOTNA ZAŠČITA POSAMEZNIH PROSTOROV ALI STEN Z NOTRANJE STRANI

Toplotno zaščito z notranje strani lahko izvedemo tudi v posameznih prostorih ali na posameznih stenah, na primer v delno ali popolnoma vkopanih prostorih, ali na stenah proti neogrevanim prostorom. Tak ukrep prinaša veliko prednosti, toda tudi veliko slabosti oziroma nevarnosti.

Osnovna vodila pri načrtovanju:

- preprečitev kondenzacije vodne pare na notranji površini konstrukcije,
- učinkovit nadzor nad difuzijo in konvekcijo vodne pare,
- ohranjanje zadostne zmožnosti sušenja konstrukcije po padavinah.

Prednosti glede na toplotno nezaščitene konstrukcije:

- višja toplotna prehodnost in s tem manjše toplotne izgube;
- prihranek pri stroških ogrevanja;
- boljša toplotna stabilnost konstrukcije in praviloma izboljšano toplotno ugodje;
- prostor se ob vklopu ogrevanja hitreje segreje;
- rešitev nekaterih toplotnih mostov;
- višja temperatura notranje površine ter s tem zmanjšana nevarnost površinske kondenzacije vodne pare in razvoja plesni;
- večja vrednost nepremičnine.

Slabosti:

- Z gradbenofizikalnega vidika je to lahko tvegana izvedba, zlasti pri klasičnih večslojnih sistemih s parno oviro ali zaporo (možnost kondenzacije vodne pare zaradi ovirane difuzije vodne pare skozi sloje konstrukcije in konvekcije vodne pare skozi netesna mesta).
- Zmanjšana akumulacija toplote v primerjavi s konstrukcijo z zunanjo toplotno zaščito in tudi s toplotno nezaščiteno konstrukcijo.
- Nekateri toplotni mostovi postanejo še izrazitejši, če se ne izvedejo dodatni ukrepi (na primer na stiku zunanje stene s stropom ali notranjo steno).
- Zmanjšana svetla tlorisna površina prostora.
- Potreba po prestavljanju nekaterih elementov fiksne notranje opreme in napeljav, na primer grelnih teles.
- Pogosto celo višji stroški kot pri izvedbi zunanje toplotne zaščite.
- Nekoliko oviran vstop dnevne svetlobe (nižji količnik dnevne svetlobe) in sončnega obsevanja (skrajšan čas obsevanja prostora) skozi okna v prostor zaradi povečane debeline konstrukcije, podobno kot pri zunanji toplotni zaščiti.
- Masivna konstrukcija stene ostane na hladnem območju, zato se po padavinah počasneje suši; povečano tveganje za biogene poškodbe fasade, kot so razvoj alg, plesni in lišajev, in propad lesenega stavbnega gradiva.
- Neprimerna možnost za prostore, v katerih so predmet zaščite in predstavitve na primer notranje stenske poslikave ali štukaturno okrasje.

Splošna opozorila in usmeritve:

- Notranjo toplotno zaščito je treba načrtovati za vsak primer posebej (računske analize, higrotermične simulacije s kontrolo difuzije vodne pare).
- Ključna elementa sta zrakotesnost in ustrezna raven paro(ne)prepustnosti.
- Nekatero toplotne mostove, pri katerih je notranja toplotna zaščita prekinjena z notranjo konstrukcijo v neposrednem stiku z zunanjo konstrukcijo (strop, prečna stena ipd.), je treba rešiti z dodatnimi ukrepi na podlagi računskih preverjanj, ki pa lahko moteče vplivajo na videz notranjosti (na primer dodatni pasovi ali klini toplotne zaščite na stropu ob zunanji steni).
- Podrobno je treba načrtovati izvedbo na območju okenskih odprtih (špalete, polica, preklada), kjer je razpoložljiv prostor navadno omejen, in preprečiti tveganja za površinsko kondenzacijo vodne pare na takih toplotno oslavljenih mestih.
- Preveriti je treba potek inštalacijskih razvodov (posebej vodovodnih) v nosilni konstrukciji, ki ostaja na hladnem območju, da ne pride do poškodb zaradi zmrzovanja.
- Konstrukcije, ki so čezmerno obremenjene z vlago (na primer zaradi poškodb zunanjih slojev, zamakanja ali kapilarnega dviga), je treba še pred izvedbo notranje toplotne zaščite ustrezno popraviti, da ne pride do dodatnih poškodb zaradi zmrzovanja vode, čemur sledita nastanek razpok in fizično propadanje materialov.
- Pri zelo vodovpojnih zunanjih zaključnih slojih, zlasti na lokacijah s pogostim udarnim dežjem (dež z vetrom), je treba računsko preveriti, kakšen sistem notranje toplotne zaščite je mogoče uporabiti, da se ne povzroči škoda zaradi povečanega zastajanja vlage v hladnejši konstrukciji in zmanjšane možnosti sušenja navznoter. Če ni strokovnih zadržkov, se lahko izvede obdelava fasade s sredstvom za zmanjšanje vodovpojnosti, ki pa ne sme zmanjšati sposobnosti sušenja konstrukcije navzven.

15.3.1.1 OSNOVNI VRSTI NOTRANJE TOPLLOTNE ZAŠČITE

V splošnem ločimo dve vrsti oziroma dva načina izvedbe notranje toplotne zaščite:

- klasični večslojni sistem,
- kapilarno aktivni sistem.

Pri obeh sistemih veljata osnovni vodili, ki si le na prvi pogled nasprotujeta. Sistem mora biti tako difuzijsko neprepusten, da se kar najbolj prepreči kondenzacija vodne pare znotraj konstrukcije oziroma da ta ostane v dovoljenih mejah pri normalnih robnih pogojih, in dovolj difuzijsko prepusten, da se konstrukcija po močnih padavinah lahko suši tudi navznoter.

Klasični večslojni sistem

Klasični večslojni sistem obsega toplotnoizolacijski sloj, po potrebi vmesno leseno ali kovinsko podkonstrukcijo, parno oviro ali zaporo v skladu z izračuni difuzije vodne pare in zaključno oblogo, na primer mavčnokartonske plošče (na primer z opleskom ali keramično oblogo) ali lesen opaž. Za toplotno zaščito lahko uporabimo mineralne, rastlinske ali živalske vlaknate materiale (mineralna volna, vpihana ali brizgana celuloza, bombaž, lesna volna in lesna vlakna, slama, lan, trstika, konoplja, ovčja volna) ali anorganske, naravne organske in sintetične organske porozne materiale (penjeno steklo, ekspanzirana glina, perlit, pluta, ekspanziran in ekstrudiran polistiren, penjeni poliuretan, penjeni polietilen).

Najpomembnejši element sistema je parna ovira ali parna zapora (z računsko določenimi lastnostmi), ki upočasnjuje ali popolnoma preprečuje difuzni tok vodne pare globlje v konstrukcijo. Priporočljiva je izvedba sistema s parno oviro (t. i. difuzijsko odprt sistem), kar omogoča sušenje konstrukcije tudi na notranjo stran. To je zelo pomembno in koristno pri fasadah z izrazitejšo vodovpojnostjo ali na lokacijah, kjer je pogost dež z vetrom. Primerna rešitev je tudi uporaba prilagodljive parne ovire s spremenljivimi lastnostmi, na katere vpliva smer difuzije vodne pare.

Parna ovira ali zapora je hkrati tudi t. i. zračna ali konvekcijska zapora oziroma zrakotesni sloj. Vsi preklopi, stiki in priključki, na primer med posameznimi ploskvami, ob drugih konstrukcijah ali prebojih, morajo biti trajno zatesnjeni tako, da se prepreči konvekcija vodne pare skozi rege

in špranje globlje v konstrukcijo. Ta proces je namreč za nekaj velikostnih redov intenzivnejši in obsežnejši ter tako tudi nevarnejši od difuzije vodne pare.

Kapilarno aktivni sistem

Kapilarno aktivni sistem združuje relativno dobre toplotne lastnosti, pri nekaterih materialih že popolnoma primerljive s klasičnimi materiali za toplotno zaščito, ter sposobnost vpijanja in oddajanja vlage. Osnova sistema je obložna plošča, ki je lahko homogena oziroma monolitna ali heterogena, tj. sestavljena iz materialov, s katerimi se doseže dobra kombinacija lastnosti. Plošče se po navodilih proizvajalcev lepijo na podlago in obdelajo z zaključnimi sloji z natančno določenimi namenskimi materiali, katerih lastnosti omogočajo skladno delovanje sistema.

Pomembna prednost se pokaže ob večjih obremenitvah prostora z vlago, ki jo je tak sistem sposoben za nekaj časa prevzeti brez neželenih posledic. Njegova struktura omogoča začasno enakomerno uskladiščenje vlage v porah in njeno ponovno oddajanje v prostor, ko se v njem zniža relativna vlažnost zraka.

Sistemi temeljijo na raznih materialih, med katerimi se glede na njihove lastnosti in dejansko ali pričakovano stanje v prostorih odločimo za najprimernejšega. Najpogostejši so proizvodi iz mineralne pene, ekspandiranega perlita, poliuretanske pene in kalcijevega silikata. Praviloma vsebujejo dodatke in veziva, s katerimi se doseže visoka sposobnost uravnavanja vlage. Njihova alkalnost ščiti tudi pred razvojem plesni.

Kapilarno aktivni sistemi imajo svoje **omejitve**, saj ima njihova sposobnost vpijanja vlage zgornjo mejo. To pomeni, da je primerno mikroklimo v prostoru treba vzdrževati predvsem z osnovnimi ukrepi, kot sta ustrezno prezračevanje in ogrevanje. Tovrstni materiali se lahko zelo razlikujejo po požarni odpornosti in zvočnoizolacijskih lastnostih, zato je treba presojati vsak primer posebej. Tudi zanje velja enaka zahteva o zrakotesnosti stikov kot pri klasičnih sistemih.

Kontrola difuzije vodne pare na klasičen, stacionaren način ne da pravih rezultatov. Potrebne so simulacije s posebno programsko opremo.

15.3.2 POSEBNI BARVNI NANOSI

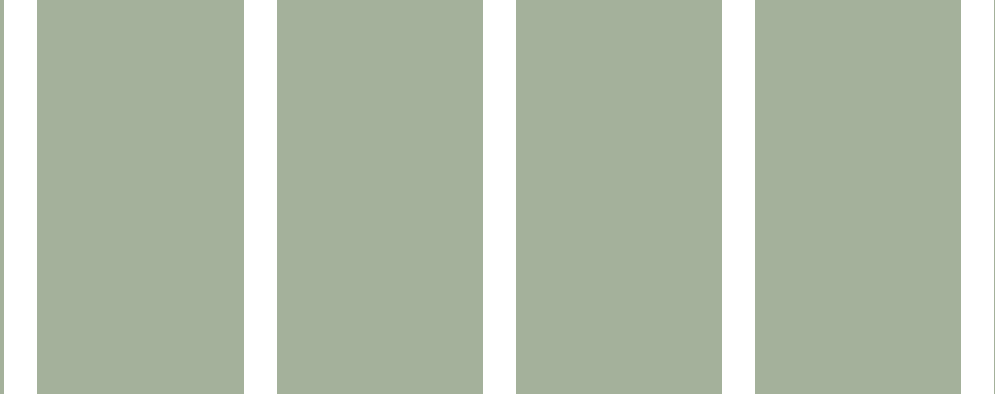
Proizvajalci notranjih in fasadnih barv so razvili barve s posebno notranjo strukturo, ki imajo nekoliko izboljšane toplotnoizolativne lastnosti. Nikakor se ne morejo primerjati s klasičnim materialom za toplotno zaščito, v nekaterih primerih pa so lahko rešitev za težave z manj izrazitimi toplotnimi mostovi, tj. hladnejšimi površinami, dovzetnimi za razvoj plesni.

Posebnost teh barvnih nanosov so votla polnila, ki nekoliko znižajo toplotno prevodnost nanešenega sloja barve, s tem pa se nekoliko zviša temperatura površine stene, kar je lahko že dovolj, da se preseže temperatura rosišča. Površina je na otip toplejša in toplotno ugodje v njeni bližini je izboljšano, struktura barve pa po navedbah proizvajalcev pomaga pri prerazporejanju vlage oziroma vodne pare s kritičnih predelov prostorov na širše območje sten. Priporočljivo je, da se površina najprej obdeli z izravnalno maso na enaki osnovi. Skupna debelina je navedena v tehnični dokumentaciji proizvajalcev; navadno ni večja od nekaj milimetrov.

Zaključne fasadne barve so pripravljene s podobnimi tehnologijami. So paroprepustne, hkrati pa omogočajo hitrejše sušenje fasade po padavinah, s čimer se celo nekoliko izboljšajo njene toplotne lastnosti. Zelo dobrodošla prednost je po navedbah proizvajalcev tudi visoka odpornost proti razvoju alg in plesni.



(48) Vgradnja kapilarno aktivne toplotne zaščite na notranjo stran zunanje stene.



16

Strop in tla

16.1 Varovani elementi

Notranjščina stavbe

Najpomembnejše prvine oziroma dediščinske lastnosti, ki dajejo stavbam kulturne dediščine njihov značaj v notranjščini, so: funkcionalna zasnova z osnovnimi komunikacijami, gradiva,

notranja oprema in stavbno pohištvo (parketi, tlaki, ograje, vrata, opaži, leseni stropi, ometi, stopnice ipd.) ter dekorativne prvine, kot so štukature, poslikave, stenske dekoracije, kamnite obloge in drugi deli. Pomembne so tudi zemeljske plasti z morebitnimi arheološkimi ostalinami.

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:

Stavba: stavbna dediščina

Stavba: na območju naselbinske dediščine

Stavba: na območju arheološkega najdišča

ZAHTEVA

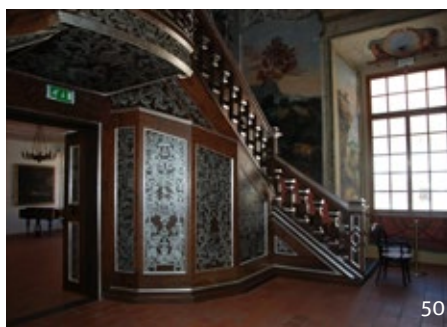
DA

NE

DA (samo za posege v zemeljske plasti)



49



50

(49) Ljubljana – Obrtna šola na Aškerčevi (EŠD 16659).

(50) Brežice – Grad (EŠD: 49).

(51) Krško – Hiša Cesta krških žrtev 2 (EŠD: 16170).

(52) Ljubljana – Palača Miklošičeva 24 (EŠD: 29795).

(53) Ljubljana – Skupščina republike Slovenije (EŠD: 825).

(54) Cerklje na Gorenjskem – Hribarjeva vila (EŠD: 9547).

(55) Maribor – Šola Mladinska 9 (EŠD: 6158).

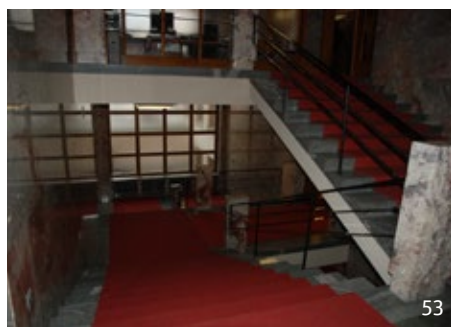
109



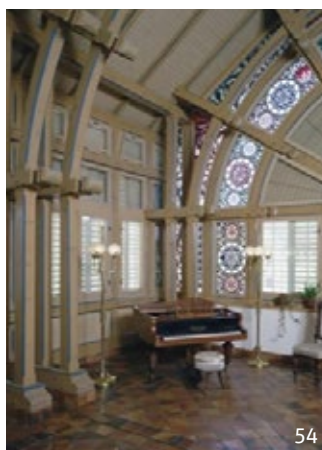
51



52



53



54



55

16.2

Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju

Ukrep vpliva na zmanjšanje toplotnih izgub in izboljšanje toplotnega ugodja uporabnikov zaradi višjih površinskih temperatur pozimi in zmanjšanja pregrevanja poleti.



16.2.1 TOPLOTNA ZAŠČITA NA TLEH PODSTREHE

Če podstreha ni pohodna, je toplotno izolacijo mogoče vgraditi oziroma položiti neposredno na njena tla. Ukrep je preprost in poceni. Na tla je treba položiti parno oviro, če tako pokaže računska kontrola difuzije vodne pare, čeznjo pa se s prekrivanjem nanese več plasti negorljive toplotne izolacije. Dodatna obloga ali zaščita z zgornje strani ni potrebna. Proti prašenju se izolacija lahko prekrije s paroprepustno folijo.

Če je podstreha pohodna ali če je treba zagotoviti komunikacijske oziroma servisnih poti na primer do dimnikov in drugih elementov ter oboda strehe, je treba nad izolacijskim slojem pripraviti ustrezno pohodno površino. Na tla je treba položiti parno oviro, če tako pokaže računska kontrola difuzije vodne pare, čeznjo pa več plasti negorljive toplotne izolacije. Nato se lahko v

odvisnosti od statičnih pogojev izvede na primer suhomontažni pod na celotni površini ali območju komunikacij ali se izdela plavajoči pod z (mikro) armiranim estrihom.

V higrotermalnem pogledu je vgradnja toplotne izolacije na zgornjo stran take medetažne konstrukcije ugodna rešitev, saj se zmanjša možnost kondenzacije zračne vlage na hladnih površinah in omilijo temperaturna nihanja v konstrukciji.

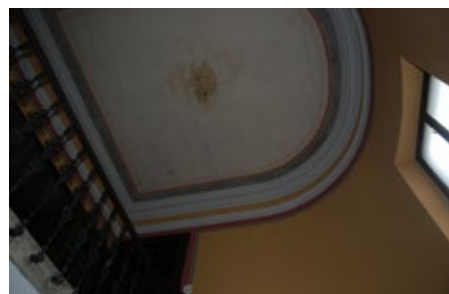


(56) Narodna galerija v Ljubljani, toplotna zaščita stropa na tleh podstrehe.



16.2.2 TOPLOTNA ZAŠČITA STROPA PROTI NEOGREVANEMU PODSTREŠJU

Strop pod neogrevanim podstrešjem je mogoče toplotno zaščititi tudi s spodnje strani, vendar se tako zmanjša svetla višina prostorov. Praviloma je potrebna podkonstrukcija za vgradnjo toplotne izolacije in pritrjevanje nove zaključne stropne obloge. Toplotnim mostovom (na primer vzdolž stavbnega oboda ali na območju stikov notranjih sten s stropom) se je tako težje izogniti. Računska kontrola difuzije vodne pare da odgovor na vprašanje, ali je potrebna namestitev parne ovire ali zapore na spodnjo, toplo stran sloja toplotne zaščite. Ukrep ni dopusten pri stropnih poslikavah, lesenih oblikovanih stropih, štukaturah ali drugih varovanih elementih.



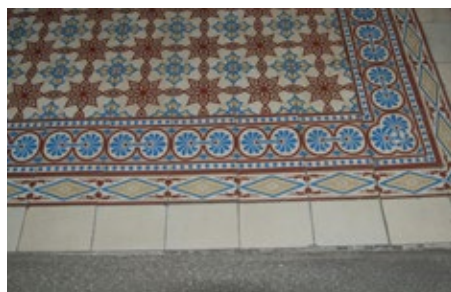
(57) Hiša Tomšičeva 4 v Ljubljani, poslikan strop.



(58) Vila Tomšičeva 12 v Ljubljani, z lesom opažen strop.

16.3 Toplotna zaščita tal nad neogrevanim prostorom

Mikroklimatske razmere v ogrevanem prostoru so pri vgradnji toplotne izolacije na spodnji, hladni strani talne konstrukcije stabilnejše kot pri posegih na zgornji strani konstrukcije. Treba pa je upoštevati tudi učinke ukrepa na mikroklimo v neogrevanem prostoru, saj lahko nižje temperature v tem prostoru povzročijo povišanje relativne vlažnosti zraka ter s tem nevarnost kondenzacije vodne pare in pojava plesni.



(59) Talne obloge: raznobarvne ploščice, kamniti tlak.

16.3.1 TOPLOTNA ZAŠČITA TAL NAD NEOGREVANIM PROSTOROM NA SPODNJI (HLADNI) STRANI

Kot pri drugih ukrepih na ovoju stavbe je tudi pri tem priporočljivo pred začetkom del izvesti predhodne gradbenotehnične in gradbenofizikalne raziskave, v primeru poseganja v zemeljske plasti tudi arheološke.

V večini primerov je lažje, stroškovno učinkoviteje in z gradbenofizikalnega vidika bolje vgraditi toplotno izolacijo na hladno, spodnjo stran konstrukcije, če seveda to omogoča višina prostora v kleti. Tako se zmanjša možnost kondenzacije zračne vlage na hladnih površinah in omilijo temperaturna nihanja v konstrukciji.

16.3.2 TOPLOTNA ZAŠČITA TAL NAD NEOGREVANIM PROSTOROM NA ZGORNJI (TOPLI) STRANI

Izvedba toplotne zaščite tal na zgornji strani je dražji, zamudnejši in zahtevnejši postopek kot izvedba na spodnji strani. Pri tem ne sme priti do poškodb talne konstrukcije in uničenja varovanih talnih oblog. Odstranjene talne obloge je smiselno ohraniti oziroma jih znova uporabiti. Svetla višina prostora se zmanjša. Dodatni sloji se izvedejo po pravih gradbene stroke. Estrih kot nosilec talne obloge oziroma obrabnega sloja je lahko v klasični masivni ali suhomontažni izvedbi.



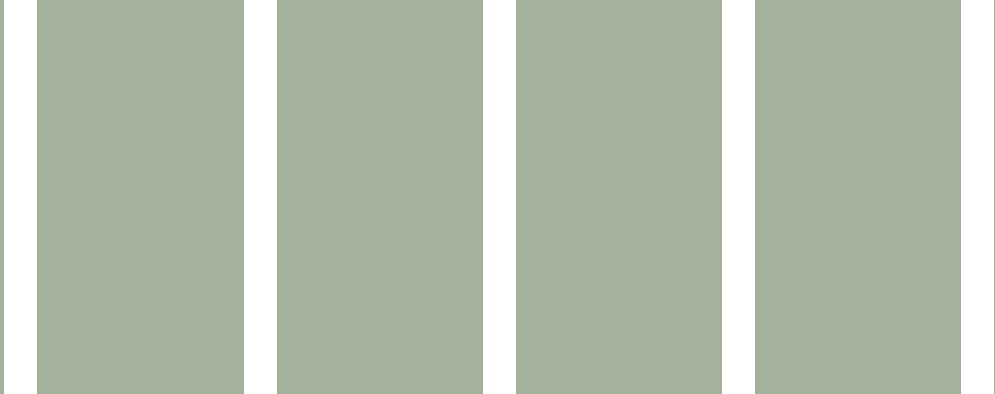
111

16.4 Toplotna zaščita tal na zemljišču oziroma v stiku z zemljino

Številne stavbe, zgrajene v starejših obdobjih, niso podkletene, njihova talna konstrukcija pa največkrat leži neposredno na zemljišču. Izvedba toplotne zaščite tal na zemljišču je mogoča le, kadar pri tem ne pride do poškodb konstrukcije in uničenja zaščitenih talnih oblog. Tudi pri tem posegu je treba pred začetkom del izvesti predhodne gradbenotehnične in gradbenofizikalne raziskave,

glede na naravo posega pa tudi arheološke. Pri spremembah sestave je treba upoštevati materialne in tehnične parametre ter morebitne vplive talne vlage. Take posege je nujno treba izvajati sočasno z ukrepi za odpravo vlage v stavbi.





17

Strehe

17.1 Varovani elementi

Streha je varovani del stavbe. Je prevladujoči element stavbnega ovoja, ki s svojo obliko, kritino, členitvijo, naklonom in strešnimi elementi (dimniki in arhitekturni, funkcionalni ali okrasni elementi, kot so stolpiči, frčade, strešne line, železne konice, zastavice, snegolovi) prispeva k ulični podobi in ustvarja peto fasado.

Po obliki so strehe enokapne, dvokapne, štirikapne, kupolaste, banjaste ipd. Po naklonu jih z gradbenotehničnega vidika ločimo na ravne (naklon od 2o do 5o), položne (naklon do 30o) in strme (naklon nad 30o), po strešni konstrukciji pa na lesene, železne, jeklene in betonske. Na zunaj se razlikujejo po uporabi vrst kritine, kot so slama, lesene skodle, skrilavci, opeka oziroma keramika (bobrovec, zareznik), pločevina ter tudi bitumenske in druge sintetične vodotesne membrane.

Pri prenovi streh je običajno treba za konstrukcijo in kritino uporabljati materiale, ki se po gradivu, velikosti, obliki in barvi ujemajo s prvotnimi. Priporočljivo je tudi, da se pri prenovi strehe vsaj v delu strešine znova uporabi tista izvirna stara kritina, ki je dobro ohranjena in kakovostna.

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:

ZAHTEVA

Stavba: stavbna dediščina

DA

Stavba: na območju naselbinske dediščine

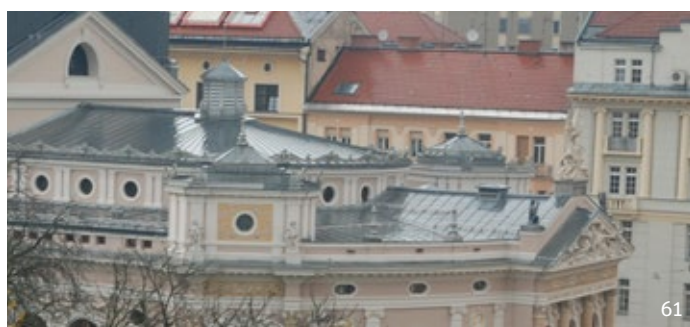
DA



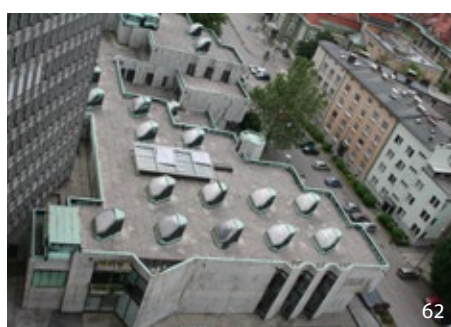
60



61



61



62



62

- (60) Dvokapne strehe z opečno kritino.
 (61) Dvokapna streha, krita z opečno kritino.
 Šotorasta streha, prekrita s pločevino in z okrasnimi pločevinastimi prvinami.
 (62) Ravne strehe.

17.2 Toplotna zaščita strehe



Streha ima pomembno vlogo pri energetski učinkovitosti stavbe. Med elementi ovoja stavbe je pogosto tisti konstrukcijski element, skozi katerega prehaja največ toplote v zunanje okolje. Konservatorsko izhodišče daje prednost vgradnji toplotne izolacije na notranji strani konstrukcije, saj se tako ne spreminjajo zunanja podoba strehe in gabariti stavbe. Tudi energetsko prenovno frčad je treba natančno načrtovati, tako da z vgradnjo toplotne izolacije čim manj posegamo v obstoječa razmerja strehe in natančno predvidimo izvedbo vseh ključnih podrobnosti.

V sklopu energetske prenove strehe je smiselno preveriti tudi stanje kritine in sočasno izvesti ukrepe za preprečevanje prodora vlage v notranjost stavbe, na primer zamenjati kritino, dodati sekundarno (tudi rezervno) kritino, prenoviti strešna okna in sanirati dimnike. Pri zaščitenih stavbah pa nikakor ni dopustno spreminjati naklona strešin, ravnih streh v dvokapne ipd.

Vgradnja toplotne izolacije v streho večinoma ni tehnično zahtevno opravilo. Zaplete se lahko pri možnosti namestitve nekaterih zaščitnih slojev, kar je opisano v nadaljevanju.



(63) Zamenjava dotrajane strešne kritine je priložnost za izvedbo sekundarne kritine in toplotne zaščite v skladu s sodobnimi pravili stroke.



(64) Obnova strehe z izvedbo sekundarne kritine in zračnega kanala.

17.2.1 POŠEVNA STREHA

S konstrukcijskega vidika lahko pri poševni strehi dokaj preprosto dosežemo neprepustnost za vodo. Naklon poševne strehe omogoča uporabo elementov kritine tudi manjših formatov. Z večanjem naklona se manjša potrebna dimenzija posameznih strešnikov za zagotavljanje pravilnega odvajanja vode vzdolž strešne ploskve proti elementom za odvodnjavanje. Poševne strehe imajo večinoma lahko nosilno konstrukcijo, največkrat leseno. Seveda so mogoče tudi drugačne izvedbe, kot je masivna strešna nosilna konstrukcija slovenske primorske hiše.

Z gradbenofizikalnega vidika je delitev podobna, kot jo sicer uporabljamo pri ravnih strehah (glej v nadaljevanju). Primarna funkcija je zaščita pred vlago, toplotna zaščita pa se v okviru predpisanih robnih pogojev uporabi pri poševnih strehah nad ogrevanimi prostori. Za t. i. hladne toplotno zaščitene poševne strehe je značilen zračni kanal med sekundarno kritino in slojem toplotne izolacije, pri t. i. toplih toplotno zaščitanih poševnih strehah pa je sekundarna kritina položena neposredno na sloj toplotne izolacije.

Značilnost **hladne** poševne strehe je zračni kanal med sekundarno kritino in toplotno izolacijo, visok najmanj 2–4 cm. Vstopne (kap) in izstopne (sleme) odprtine morajo biti ustrezno dimenzionirane (prosti presek 1/500 površine strešne ploskve oziroma 200 cm² na tekoči meter kapa) in proste, da je omogočeno nemoteno gibanje zraka v kanalu od spodaj navzgor. To med drugim nekoliko zmanjšuje pregrevanje strešne konstrukcije in omogoča, da se morebiten kondenzat na spodnji površini sekundarne kritine izsuši, preden bi začel vlažiti toplotno izolacijo.

Sistem hladne poševne strehe je primeren za preprostejšo geometrijo poševnih streh, pri katerih je malo prebojev (strešna okna, dimniki ...). V praksi se je sistem hladne poševne strehe skoraj popolnoma opustil. Težko je tudi zagotoviti enakomerno višino zračnega kanala, pri tem se lahko vsaka površnost izvajalca hitro maščuje. Pri taki strehi lahko pride v primeru netesne ali neobstoječe zračne zapore z notranje strani poleg kondenzacije zaradi konvekcije vodne pare tudi do velikih toplotnih izgub, saj gibanje zraka v zračnem kanalu povečuje odvajanje toplote s konvekcijo s površine toplotne izolacije.

Pri **toplih** poševnih strehah so v ospredju možne težave s kondenzacijo in navlaževanjem. Najprimernejši način izvedbe bi bila tudi pri topli strehi toplotna izolacija nad špirovci, seveda skupaj z drugimi pripadajočimi sloji, predvsem parno zaporo ali oviro, ki je hkrati zračna (konvekcijska) zapora. Pri izvedbi izolacije med špirovci se pogosto izkaže, da je njihova višina premajhna za zahtevano debelino toplotne izolacije. V takem primeru je treba s posebno podkonstrukcijo izvesti dodaten sloj toplotne zaščite pod špirovci, s čimer pa se izgubi nekaj višine prostora.



(65) Primer gradbenofizikalnih poškodb sloja toplotne zaščite v poševni strehi.



(66) Celovito prenovljena poševna streha spomenika lokalnega pomena (Hiša Gorenja Trebuša 37, EŠD: 5044).



(67) Vzorec taljenja snega lahko pomaga določiti toplotne mostove v strešni konstrukciji.

Kljub drugačnim pričakovanjem lahko nastopijo hude težave z vlago, če se zaradi nenatančne izvedbe ustvarijo neprezračevani prostori oziroma zaprti zračni žepi na zunanji, torej hladni strani toplotne zaščite neposredno pod sekundarno kritino. Pri topli poševni strehi, izvedeni po difuzijsko zaprtem sistemu, obstaja tudi nevarnost zapiranja vgrajene vlage (na primer ne dovolj osušena strešna konstrukcija, vgradnja navlažene toplotne izolacije) med sekundarno kritino in parno zaporo. Vgrajena vlaga se ne more izsušiti ali se izsušuje zelo dolgo, zaradi česar nastanejo plesen, gnitje in trohnenje materialov. Tudi take možne težave potrjujejo prednost difuzijskega odprtega sistema.

17.2.1.1 NAČINI IZVEDBE

Položaj toplotne izolacije v poševni strehi

Toplotna izolacija je v poševni strehi lahko nameščena **nad**, **med** ali **pod** špirovci (tj. osnovno nosilno konstrukcijo) ali v posameznih **kombinacijah** (na primer med in pod špirovci). Glede na to se izbere ustrezen material za toplotno zaščito. Izolacija le med špirovci je gradbenofizikalno manj ugodna zaradi nehomogenosti oziroma zaporednih prekinitev sloja toplotne zaščite.

Izolacija med ali pod špirovci ali kombinacija obeh, če je na voljo dovolj svetle višine v podstrešnem prostoru in želimo izdatnejšo toplotno zaščito z zmanjšanim tveganjem za toplotne mostove, je relativno nezahteven poseg, pri katerem lahko parno oviro oziroma sloj za zrakotesnost namestimo brez posebnih težav, prav tako morebitno dodatno inštalacijsko oziroma tehnično ravnino in zaključno notranjo oblogo.

Opozorilo:

Tveganje poškodb zaradi vlage se zelo poveča, če se dela ne izvajajo sočasno s celovito obnovo strehe. Pogost vzrok težav je manjkajoča ali poškodovana sekundarna kritina. V tem primeru je nujno razkritje in ponovno prekritje strehe, da se lahko vgradi nova sekundarna kritina. Stopnja tveganja je odvisna tudi od naklona strehe in vrste oziroma dimenzij kritine. Mogoče je sicer izdelati sekundarno kritino v posameznih poljih med špirovci, vendar to še vedno pomeni veliko nevarnost predvsem za lesene dele strehe. Boljša možnost je izvedba hladne poševne strehe.

Izvedba izolacije **med ali pod špirovci** mora biti zelo skrbna še iz enega razloga: nosilna konstrukcija po takem posegu ni več vidna, zato njene morebitne poškodbe (vlaga, lesni škodljivci, konstrukcijske poškodbe) opazimo šele, ko so posledice tako obsežne in včasih celo že nepopravljive, da se izrazijo kot temni madeži na notranji zaključni oblogi ali se v prostoru pod streho razvije neprijeten vonj po gnilobi.

Če je v strehi že vgrajena sekundarna kritina, je treba preveriti njeno stanje ter vrsto in položaj uporabljenega materiala. V preteklosti so bile sekundarne kritine, na primer bitumenska lepenka, zelo slabo paroprepustne, zato je treba glede na njihov položaj, položaj toplotne izolacije ter morebiten obstoj in dimenzije zračnega kanala na podlagi difuzijskih izračunov določiti potrebne lastnosti parne ovire oziroma parne zapore. Tudi tu je zelo priporočljiva izvedba hladne poševne strehe.

Izolacija **nad špirovci** spremeni gabarite strehe in stavbe. Težave se lahko pojavijo tudi pri reševanju novih podrobnosti, na primer stika dvignjene ravnine strešine in venca. Pri stavbah kulturne dediščine je taka rešitev zaradi opazne spremembe gabaritov praviloma manj sprejemljiva. V tej različici lahko sicer ostanejo špirovci vidni v notranjosti, saj se vsi sloji – parna ovira oziroma sloj za zrakotesnost, toplotna izolacija, sekundarna kritina, letve in osnovna kritina – izvedejo nad njimi. Možnost težav in napak se močno zmanjša.

Iz zgoraj navedenega sledi, da tudi pri strehah veljajo podobna pravila kot pri vgradnji stavbnega pohištva, kar je podrobneje opisano v nadaljevanju. Vsaka raven ima svojo funkcijo in mora biti ustrezno obdelana oziroma zaščiten:

- na zunanji strani je to zaščita pred vlago, ki jo dosežemo z osnovno in sekundarno kritino;
- v osrednjem delu je to toplotna zaščita;
- na notranji strani sta to zaščita pred kondenzacijo vodne pare v strešni konstrukciji (parna ovira ali zapora) in zagotovitev zrakotesnosti oziroma preprečitev konvekcijskega toka vodne pare (parna ovira ali zapora, ki ima tudi funkcijo zračne (tudi vetrne, konvekcijske) zapore).

Če odpove notranji ali zunanji del sistema, bo prej ali slej odpovedala tudi toplotna zaščita, lahko pa tudi nosilna konstrukcija.

Samostojen toplotno zaščiten prostor pod poševno streho

Poseben primer toplotne izolacije poševne strehe, pri katerem v strešno konstrukcijo sploh ne posegamo, zato z varstvenega vidika ni problematičen, je izdelava samostojnega toplotno zaščitenega prostora znotraj podstrešnega volumna. Če to dopušča geometrija podstrehe, se lahko znotraj nje zgradijo toplotno izolirane stene in strop novega prostora tako, da niso v stiku s strešno ravnino. Naravna osvetlitev te nove toplotne cone je omejena na svetlobne odprtine v stranski oziroma čelni fasadi, če so te seveda dovoljene, ali na posredno osvetlitev, če so v strešni ploskvi že vgrajena okna.

17.2.2 RAVNA STREHA

Na ravni strehi je najučinkovitejše in najpreprostejše dodajanje toplotne izolacije z zgornje strani. Sledijo še hidroizolacijski in ustrezni zaščitni sloji. Pri vgradnji toplotne izolacije po sistemu obrnjene, duo- ali plusstrehe (glej v nadaljevanju) pa je treba preveriti in po potrebi urediti hidroizolacijo. Pri tem se neizogibno poveča skupna višina strešne konstrukcije, kar ni nujno moteče, še zlasti če je streha zaključena z atiko. Če je treba, se obnovi ali vgradi nova plast hidroizolacije. Zaščitni in zaključni sloji se izberejo glede na tip in namembnost strehe (z izkoriščeno površino, neizkoriščeno površino, zelena streha).

Osnovna funkcija strehe, natančneje, strešne kritine, je **zaščita pred vlago**. Ravne strehe imajo v primerjavi s poševnimi zelo majhen naklon. Njegova minimalna vrednost je pogojena z zagotovitvijo odvodnjavanja in tudi izbiro materiala za hidroizolacijo. Če pri poševnih strehah govorimo o odvajanju vode s strešin kot načinu zaščite pred vlago, je pri ravnih strehah v ospredju zagotavljanje vodotesnosti oziroma tesnjenje. Načine tesnjenja delimo glede na uporabljene materiale. Tako govorimo predvsem o materialih na osnovi bitumna in drugih sintetičnih materialih, v poštev pa pridejo tudi nekatere vrste kovin, ki so se uporabljale tudi v starejših stavbah. Kot opomba k poimenovanju: nekateri viri k ravnim streham prištevajo le tiste s hidroizolacijo, položne strehe s kovinsko kritino pa uvrščajo med poševne strehe z minimalnim naklonom.

Nekoč so se **bitumenske** hidroizolacije običajno izvajale kot trislojne, pri čemer so se posamezne plasti medsebojno lepile z vročo bitumensko maso. Polimerne bitumenske hidroizolacije, ki jih splošno poimenujemo bitumenski varilni trakovi, se praviloma izvedejo v dveh slojih, z varjenjem prvega sloja točkovno ali polno na podlago (odvisno od posameznih potreb oziroma primera) in polnim varjenjem drugega sloja na prvega.

Tesnilni trakovi oziroma membrane iz **sintetičnih snovi**, kot so PVC, EPDM in TPO, se vgrajujejo enoslojno. Zaradi svojih posebnih lastnosti imajo manjšo debelino kot bitumenski varilni trakovi, vendar je treba paziti, da glede na projektne pogoje ne uporabimo pretankih. Način povezovanja vzporednih trakov, tj. spajanja (varjenja) njihovih preklapov, je pogojen z izbranim materialom.

Sodobni **tekoči** tesnilni materiali so večinoma dvo- ali enokomponentni poliuretani, navadno preoblikovani za izboljšanje lastnosti in povečanje trajnosti, in podobni polimeri. Kot pri vseh hidroizolacijskih delih je treba tudi pri njihovi uporabi natančno upoštevati navodila proizvajalcev glede dovoljenih vremenskih pogojev ob uporabi.



(68) Hidroizolacija ravne strehe z bitumenskimi varilnimi trakovi.



(69) Toplotna zaščita ravne strehe.

Toplotna zaščita je poleg zaščite pred vlago druga pomembna funkcija, ki jo ima ravna streha. Vedno mora biti prisotna, toplotna zaščita pa takrat, kadar ravna streha omejuje ogrevane prostore. V ta namen se uporabljajo najrazličnejši materiali, najpogostejša izbira pa so plošče iz mineralne volne, plošče iz penjenih materialov, na primer polistirena in poliuretana, penjeno steklo, v preteklosti nekoliko pogostejše kot danes tudi pluta. Pomembno je, da so ti materiali zaščiteni pred mehanskimi poškodbami in navlaževanjem, tako da ohranijo svojo funkcijo. V ogrevalnem obdobju ustrezna toplotna zaščita zmanjšuje toplotne izgube stavbe, poleti pa preprečuje pregrevanje prostorov oziroma izboljša toplotno stabilnost.

Konstrukcija toplotno zaščitene ravne strehe je sestavljena iz treh osnovnih elementov in dodatnih zaščitnih slojev. **Osnovni elementi** so nosilna konstrukcija, toplotna zaščita in hidroizolacija, **zaščitni sloji** pa parna zapora, drsni sloji, nasutje, zračni sloj in podobno. Nujen sestavni element konstrukcije ravne strehe je tudi sloj za naklon. Njegova izvedba in položaj sta odvisna od izbranega sistema ravne strehe.

Izbira materialov in njihovega medsebojnega položaja lahko pomembno vpliva na gradbenofizikalne značilnosti ravnih streh in uspešno opravljanje njihovih funkcij. Z vidika gradbene fizike delimo toplotno zaščitene ravne strehe na **hladne** in **tope**.



(70) Ravna streha s poustvarjenim zaključnim slojem (prodec).

17.2.2.1 NAČINI IZVEDBE

Hladna ravna streha

Pri hladni ravni strehi je nad slojem toplotne zaščite zračni sloj zadostne višine, najmanj 10 cm, še boljše 20 cm. Ta sloj dodatno ščiti toplotno izolacijo, odvaja vgrajeno vlago in ugodno vpliva na potek difuzije vodne pare skozi konstrukcijo. Sistem take ravne strehe mora vključevati vstopne in izstopne zračne odprtine dovolj velikega skupnega prostega preseka (najmanj 1/500 površine). Nad zračnim slojem je (pod)konstrukcija, na katero je vgrajena hidroizolacija z morebitnimi potrebnimi zaščitnimi sloji in sloji za pohodnost. Med osnovno nosilno konstrukcijo in toplotno izolacijo je glede na kontrolne izračune difuzije vodne pare po potrebi vgrajen še parozaporni sloj. Na toplotno izolacijo je priporočljivo namestiti paroprepustno folijo, ki ščiti pred morebitnimi manjšimi zatekanji meteorne vode in zmanjšuje konvekcijsko odvajanje toplote z zunanje površine toplotne izolacije.

Topla ravna streha

Pri topli strehi ločimo več načinov izvedbe. V **osnovnem** načinu si od spodaj navzgor sledijo osnovna nosilna konstrukcija, parna zapora, toplotna izolacija, hidroizolacija, zaščita hidroizolacije in v primeru pohodne strehe še zaključni pohodni sloj. Hidroizolacija je izpostavljena opaznim temperaturnim obremenitvam. Kot toplotna zaščita se lahko uporabijo tako rekoč vsi zgoraj naštetih materiali. Pomembnost pravilne in skrbne izvedbe parne zapore je tu precej večja kot pri hladni strehi.

Obrnjena topla ravna streha

Prednost **obrnjene** tople ravne strehe je izboljšana zaščita sloja hidroizolacije. Toplotna izolacija je nameščena nad hidroizolacijo, kar tako rekoč izniči nevarnost deformacij hidroizolacije zaradi temperaturnih vplivov iz zunanjega okolja. Hidroizolacija opravlja funkcijo parne zapore, zato ni potreben poseben parozaporni sloj. Na toplotno izolacijo se položi ločilni sloj, na primer difuzijsko prepusten poliestrski filc, sloj, ki preprečuje njeno zablatitev in mehanske poškodbe. Zaključni sloj je lahko na primer nasutje, ki ščiti toplotno izolacijo pred UV-sevanjem, zaradi svoje teže izniči vpliv vetra in lastnih deformacij toplotne izolacije in jo s tem stabilizira. Material za toplotno zaščito

mora biti v tem primeru odporen proti vlagi in vgrajen enoslojno (na primer ekstrudirani polistiren ali penjeno steklo).

Duostreha

Poseben primer obrnjene strehe je t. i. duostreha, pogostejša v deželah nemškega govornega območja. Pod hidroizolacijo je nameščena dodatna tanjša plast toplotne izolacije, ki služi predvsem kot pomožni sloj za namestitev hidroizolacije. Tudi tu dodatna parna zapora navadno ni potrebna, vendar je to treba dokazati z difuzijskim izračunom, zlasti kadar debelina spodnje toplotne izolacije presega petino njene skupne debeline.

Plusstreha

Kadar želimo izkoristiti gradbenofizikalne prednosti obrnjene strehe in hkrati občutno izboljšati njene toplotne značilnosti, uporabimo model t. i. plusstrehe. Izvedena je kot osnovna različica ravne tople strehe z vsemi pripadajočimi sloji, nad hidroizolacijo pa se vgradijo dodatna plast vodoodporne toplotne zaščite in zaključni sloji, tako kot pri obrnjeni strehi. Največja debelina sloja toplotne zaščite pri obrnjeni strehi je namreč omejena, saj se vgrajuje izključno enoslojno. Tako nam lahko dimenzijske omejitve nekega materiala preprečijo doseganje zelo nizkih vrednosti toplotne prehodnosti, s tem pa tudi toplotne stabilnosti v poletnem času.

To načelo je zelo uporabno tudi pri **sanacijah** obstoječih toplih ravnih streh, ki so sicer še funkcionalne in nepoškodovane, s toplotnotehničnega vidika pa ne ustrezajo sodobnim potrebam in zahtevam. Po odstranitvi morebitnih zaščitnih slojev se obvezno najprej pregleda in po potrebi obnovi, okrepi ali vgradi nov sloj hidroizolacije. Pogoji za uspešno delovanje take strehe je funkcionalna parna zapora.

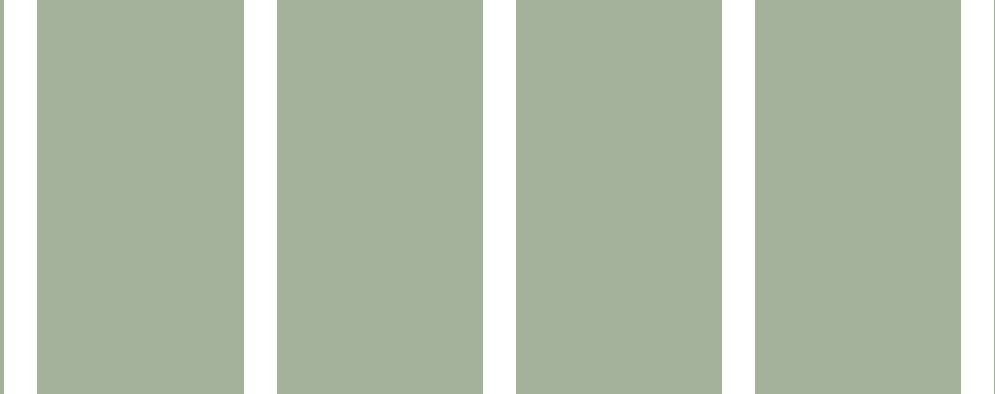
Zelena ravna streha

Zelena ravna streha je navadno izvedena kot klasična topla ali obrnjena streha z zelo pomembnim dodatnim slojem, t. i. protikoreninsko zaščito. Glede na vrsto ozelenitve ločimo zelene strehe z **ekstenzivno** in **intenzivno** ozelenitvijo. Pogostejša in za izvedbo ter vzdrževanje manj zahtevna je ekstenzivna ozelenitev. Zgornji sloj zelene strehe je vegetacijski sloj oziroma

zemljina, sledijo mu filtrski sloj (na primer geotekstil), akumulacijski sloj (na primer ekstrudirana glina) in protikoreninska zaščita. Nižje ležeči sloji so podobni in izvedeni enako kot pri prej opisanih tipih ravne strehe. Številni proizvajalci imajo v svojih programih celovite sisteme za izvedbo zelene ravne strehe. Naključno kombiniranje materialov oziroma proizvodov lahko povzroči hude težave in veliko škodo.

Toplotna zaščita ravne strehe na spodnji (topli) strani

Ravno streho lahko v izjemnih primerih toplotno izoliramo tudi s spodnje strani, vendar je ta ukrep v gradbenofizikalnem pogledu zelo tvegan in izvedbeno zahteven, zato ni priporočljiv, še posebej pri ravnih strehah z leseno nosilno konstrukcijo. Gre za podoben primer kot pri izolaciji stene z notranje strani, ko se srečamo s težavo ovirane difuzije vodne pare (nujna je brezhibna in ustrezno dimenzionirana parna zapora) in konvekcijskimi toplotnimi mostovi (nujno je tesnjenje vseh preklonov, priključkov in prebojev parne zapore).



18

Okna in vrata

18.1 Varovani elementi

Stavbno pohištvo (okna, vrata) je neločljiva prvina stavbnega ovoja, ki prispeva k značaju stavbe kot celote. Zgodovinska okna in vrata ter njihovi sestavni deli (steklo, okovje, kljuke in nasadila, senčila ipd.) so običajno varovane prvine. Poleg estetskega pomena imajo tudi razvojno tehnološki pomen. Za posamezna obdobja so značilni tipične konstrukcije, oblike in materiali. Posebno pozornost zahtevajo okna in vrata, zastekljena z vitraži, jedkanimi stekli in drugimi vrstami dekorativnih stekel.

Okna in vrata je mogoče zamenjati le, če so tako poškodovana, da jih ni mogoče več obnoviti, zato je treba pred menjavo proučiti možnosti njihove obnove. Če so propadla toliko, da obnova ni več

mogoča, je običajno treba izdelati kopije novih elementov v enakih dimenzijah, oblikah, detajlih, materialih in barvah, tj. prvotnih barvnih tonih oziroma obdelavah, ki se določijo na podlagi rezultatov sondažnih raziskav. Priporočljivo je, da se tudi na novem stavbnem pohištvu znova uporabi ohranjeno okovje, tj. kljuke in drugi sistemi za zapiranje in senčenje.

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:

ZAHTEVA

Stavba: stavbna dediščina

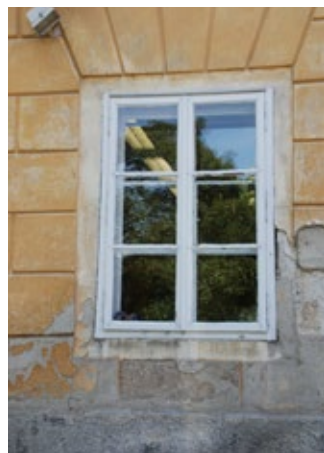
DA

Stavba: na območju naselbinske dediščine

DA

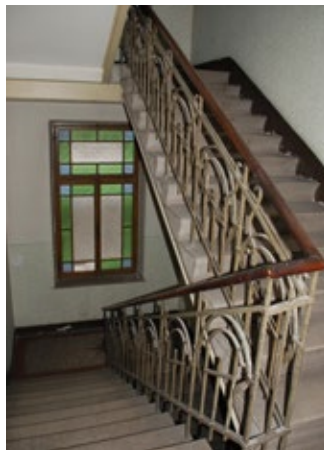
Stavba: na območju arheološkega najdišča

NE



(71) Dvojna in škatlasta okna.

18.1 VAROVANI ELEMENTI



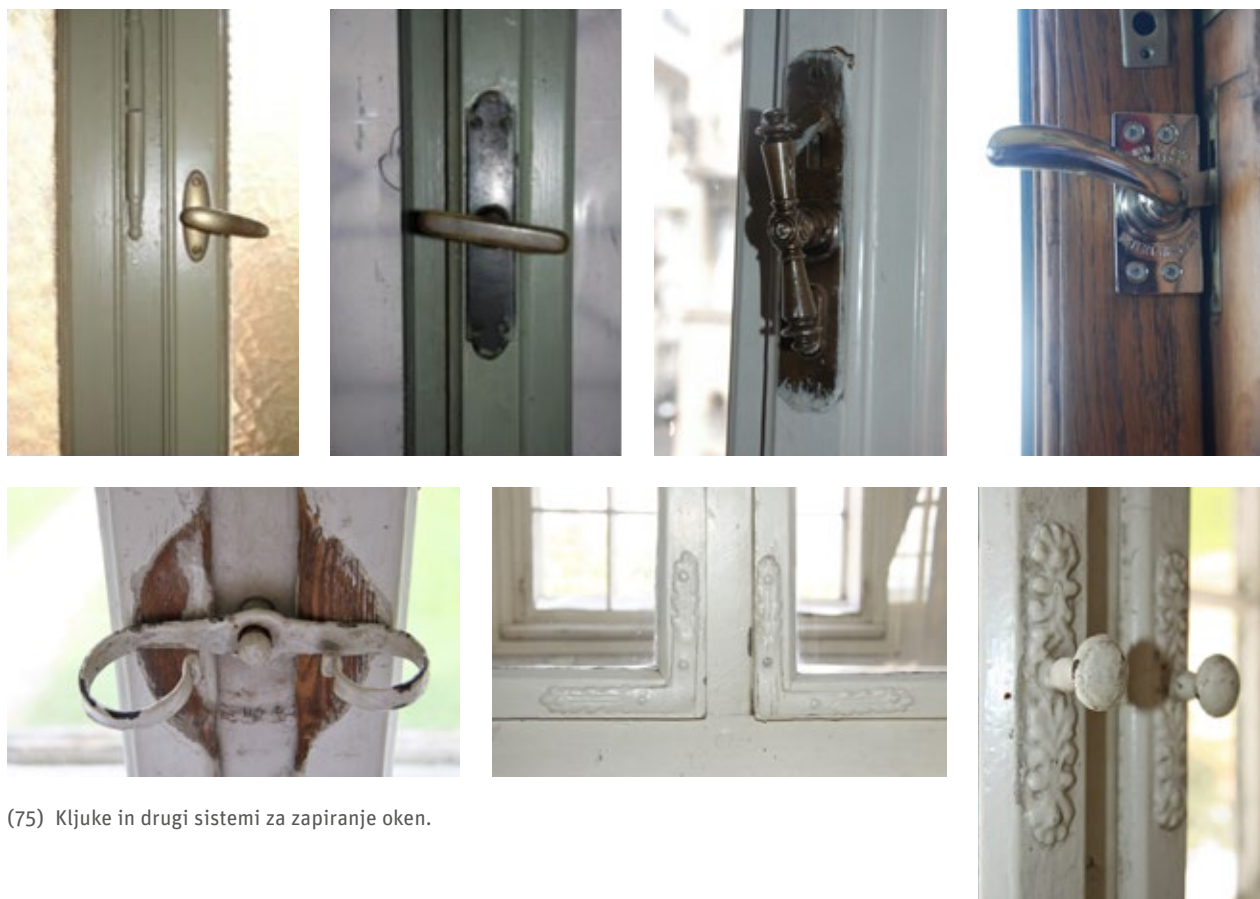
(72) Okna z jedkanimi stekli, vitraji in dekorativnimi stekli.



(73) Smučna okna.



(74) Kovinska okna, značilna za industrijsko arhitekturo, in različne oblike zasteklitve stavb, zgrajenih v drugi polovici 20. stoletja.



(75) Kljuke in drugi sistemi za zapiranje oken.

123

18.2 Okna

Glede na dejansko stanje in dimenzije stavbnega pohištva so na voljo tehnične možnosti za izboljšanje:

- | | | |
|----|---|---|
| 1. | zatesnitev pripir in vgradnih reg ter obnova stavbnega pohištva (krilo in okvir), | ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ |
| 2. | zamenjava enojne zasteklitve z dvojno, energetske učinkovito, ter obnova krila in okvirja, | ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ |
| 3. | zamenjava okenskega krila z novim z energetske učinkovito zasteklitvijo in obnova okvirja; obnova ali zamenjava okovja, | ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ |
| 4. | zamenjava celotnega okna z novim z energetske učinkovito zasteklitvijo, izdelanim kot posnetek izvirnika. | ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ |

Pri vseh ukrepih je treba upoštevati določena pravila, da se izognemo gradbenofizikalnim težavam. **Za primere, v katerih ob obnovi ali zamenjavi oken ni izvedena dodatna toplotna zaščita fasade, so v nadaljevanju navedene smernice za ravnanje pri posameznih tipih oken.**

V primeru dodane toplotne zaščite na zunanji ali notranji strani pa je osnovno vodilo sklenjenost toplotnega ovoja. To pomeni, da:

- če je okno dovoljeno ali treba premakniti iz prvotne ravnine, novo oziroma premaknjeno okno po možnosti vgradimo v ravnino toplotne izolacije;
- če okno ostane na svojem prvotnem mestu, toplotnozaščitni sloj priključimo na okenski okvir.

Ne glede na vrsto ukrepa je treba v okviru tehničnih možnosti upoštevati načelo tesnjenja v treh ravneh. Podrobnosti glede tega so razložene v nadaljevanju.

Posebno pozornost je treba posvetiti okovju. Nasadila, tečaji, raznovrstni pritrdilni in zapiralni mehanizmi so pomemben zgodovinski okenski element. Nega in obnova imata prednost pred zamenjavo. Pri popolnoma dotrajanih elementih se naredi posnetek izvirnika. Kadar so dovoljene menjave ali posodobitve okenskih kril, se vidni elementi uporabijo v skladu s prvotnimi v kombinaciji s sodobnimi nevidnimi ali manj vidnimi elementi (na primer večtočkovni zapiralni mehanizem v prečni ravnini profila).

18.2.1 OCENA STANJA

Med tehnična ali z njimi tesno povezana merila pri oceni stanja oken uvrščamo predvsem:

- splošno stanje stavbnega pohištva: dotrajanost krila in okvirja ter površinskih nanosov, funkcionalnost okovja, stanje tesnil;
- trdnost in stabilnost okenske konstrukcije: stanje osnovnega materiala (na primer mehanske poškodbe, poškodbe zaradi vlage, poškodbe zaradi lesnih škodljivcev, poškodbe zaradi izpostavljenosti sončnemu oziroma UV-sevanju), nosilnost okovja, vpetost zasteklitve, poškodbe zasteklitve;
- gradbenofizikalno stanje: toplotne lastnosti prozornega in neprozornega dela okna, stopnja zrakotesnosti pripir.

18.2.2 OBNOVA ALI POPRAVILO OKEN

Obnova oken je ukrep, ki ga običajno izvajamo v okviru rednih vzdrževalnih del v določenih časovnih intervalih. Navadno se v sklopu popravila, ki je s konservatorskega stališča najustreznejši ukrep, zastičijo rege in špranje, nastavijo nasadila in izvedejo pleskarska dela. Po potrebi se izvedejo tudi mizarska dela z zamenjavo uničenih delov okna. Stara lesena okna so navadno sestavljena iz modularnih delov, ki med seboj niso zlepljeni, ampak so povezani z lesenimi zagozdami ali vijaki, kar pomeni, da jih je zlahka mogoče razstaviti in poškodovane dele zamenjati z novimi.

Zelo priporočljivo je pripraviti načrt rednih pregledov stanja stavbnega pohištva. Tako se lahko poškodbe opazijo in popravijo pravočasno, preden bi prišlo do obsežnejših posledic.

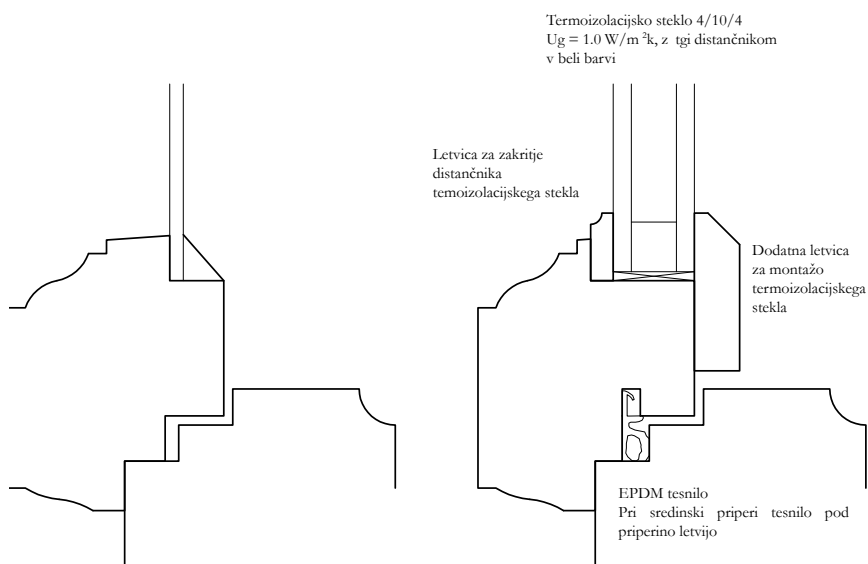


ZVKDS Restavratorski center,
Poljanska 40, 1000 Ljubljana

DETAJL OBNOVE OBSTOJEČEGA NOTRANJEGA KRILA OKNA Z VGRADNJO TERMOIZOLACIJSKEGA STEKLA V NARODNI GALERII

Detajl obstoječega krila

Detajl obnovljenega krila



(76) Primer izvedbenega načrta za
zamenjavo zasteklitve na notranjem
krilu škaflastega okna.

18.2.2.1 NADGRADNJA ALI ZAMENJAVA ZASTEKLITVE

Zasteklitev v povprečju obsega približno 70 odstotkov ali več celotne okenske površine, zato njene lastnosti najbolj vplivajo na skupno velikost energijskega toka skozi okno. Nekoč je bila naloga zasteklitve predvsem preprečevanje prepiha in vdora padavin v prostor. Sodobna zasteklitev je kompleksen element okenskega sistema, ki združuje svetlobne, toplotne, zvočne in varnostne elemente.

Ali in kako lahko nadgradimo ali zamenjamo zasteklitev oken v stavbah kulturne dediščine, je odvisno od presoje pomena oken na varovane vrednote stavbe, konstrukcijskega stanja oken in mogočih rešitev za izboljšanje njihovih tehničnih lastnosti. Poleg njih moramo upoštevati tudi tehnične omejitve okenskih profilov, tj. nosilnost in razpoložljivo globino profila za vgradnjo zasteklitve.

Okvirji starejših oken z enojno zasteklitvijo so lahko namreč razmeroma vitki in ni nujno, da prenesejo povečano težo dvojne zasteklitve ali da je zanjo sploh na voljo zadostna globina profila. Pri kovinskih, kamnitih ali betonskih okvirjih je tak poseg lahko še precej težje izvedljiv kot pri lesenih. V takem primeru je glede na dejanske možnosti priporočljiv razmislek o vgradnji dodatnih okenskih kril, pravzaprav novega okna na notranji strani, tako da se na zunanjsčini ohrani izvirni videz. Za dodano okno izberemo toplotne lastnosti v skladu s sodobnimi zahtevami in ga vgradimo po načelu tesnjenja v treh ravneh.

Pri presoji možnosti ukrepov na zasteklitvi stavb kulturne dediščine ne moremo vedno računati na najsodobnejše rešitve. Čeprav je dovoljeno izboljšanje toplotnih lastnosti morda manjšega obsega, je toliko pomembnejši pozitiven vpliv na toplotno ugodje, torej na počutje in zdravje uporabnikov prostorov.



18.2.2.2 ZAMENJAVA NOTRANJEGA OKENSKEGA KRILA (DVOJNA, ŠKATLASTA IN VEZANA OKNA)

Pri dvojnih, škatlastih in vezanih oknih je energijsko učinkovitost okna običajno sprejemljivo povečati tudi z zamenjavo notranjega krila v celoti. Ali in v kakšni obliki (po vzoru prvotnih ali v posodobljeni obliki) lahko zamenjamo notranja

krila v stavbah kulturne dediščine, je odvisno od pomena stavbnega pohištva in varstvenega režima. Pri tem posegu se odstrani ali doda pripirni del okenskega podboja in nadomesti z novim. Tako je v celoti ohranjeno zunanje krilo (materialna substanca), izognemo pa se tudi nevarnosti poškodb fasadnih prvin.



(77) Primer zamenjave notranjih kril z novimi z večslojno zasteklitvijo kot kopija prvotnih. Zunanje krilo s podbojem je obnovljeno.



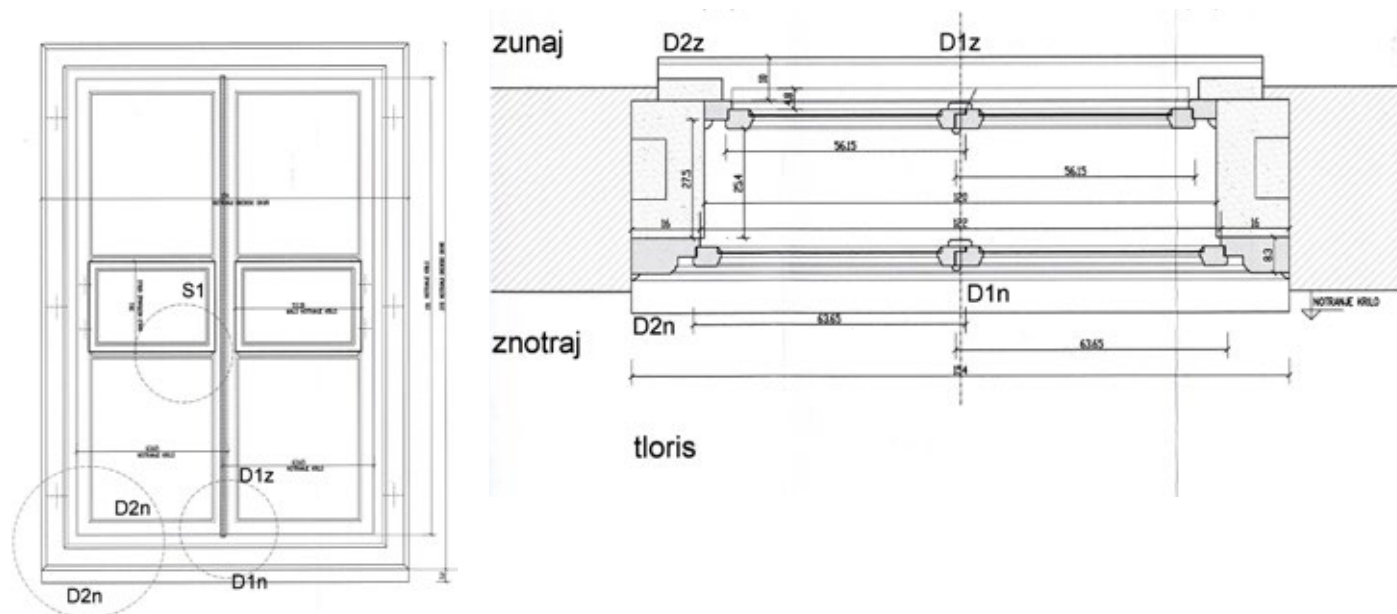
(78) Primer zamenjave notranjih kril z novimi. Zunanja krila so kopije prvotnih, notranja pa nova enojna s sodobno dvojno zasteklitvijo.

18.2.2.3 ZAMENJAVA OKNA

Običajno je prvotna (zgodovinska) okna sprejemljivo v celoti zamenjati le, če ocena stanja pokaže nesmotrnost obnove. Nova okna morajo povzeti obliko, detajle, material in barvo prvotnih oken. Pred menjavo oken v celoti je treba izdelati shemo oken in tudi arhitekturni posnetek osnovnega tipa okna na stavbi v merilu 1 : 10 s prečnimi in vzdolžnimi prerezi. Posnetek mora vsebovati izrise vseh detajlov v merilu 1 : 1 (na

primer sredinska pripira, okrasne zaključne letvice, odkapni rob, profilacije, mikrolokacije nasadil in preostalega okovja ipd.). Načrt, ki ga potrdi pristojna konservatorska služba, je osnova za izdelavo novih oken.

Za stavbe kulturne dediščine z nižjim pomenom zadošča za pridobitev kulturnovarstvenega soglasja za zamenjavo oken tudi delavniška risba izbranega izvajalca izdelave in vgradnje novih oken.



(79) Posnetek okna.



(80) Pri menjavi večjega števila oken je priporočljivo najprej izdelati vzorčno okno z vsemi detajli.



(81) Prvotno okno.



(82) Posodobljeno okno z odpiranjem navznoter.

18.3

Osnovne informacije o vrstah in lastnostih zasteklitve

Glede na tehnične možnosti in kulturnovarstvene pogoje se lahko pri obnovi in posodobitvi oken uporabi enojna, dvojna ali trojna zasteklitev. Pri starejših izvedbah večslojne zasteklitve je v medstekelnem prostoru zrak, pri sodobnih pa žlahtni plin. Neločljiva sestavina sodobne zasteklitve je nizkoemisijski nanos. Toplotne lastnosti zasteklitve lahko izboljšamo z vplivanjem na tri oblike prenosa toplote, ki so:

- kondukcija oziroma prevajanje po snovi (čez steklo in plin),
- konvekcija oziroma gibanje plina med šipami,
- sevanje od tople notranje proti hladnejši zunanji šipi in navzven (največji delež toplotnih izgub).

Na kondukcijo tako rekoč ne moremo vplivati, razen v robnem območju zasteklitve, če klasične distančnike iz aluminija nadomestimo z izolacijskimi distančniki (pogovorno topli rob) iz slabo toplotno prevodnih snovi ali prekinjenim toplotnim mostom. Vpliv distančnika namreč sega približno 15 cm od oboda zasteklitve proti sredini. Pri oknih majhnih dimenzij so zato lahko dejanske toplotne lastnosti opazno slabše kot pri večjih oknih. Težava hladnejše robne cone se je včasih reševala tudi tako, da je bila zasteklitev vgrajena globlje v okvir.

Konvekcijski prenos toplote se zmanjša z uporabo inertnega plina, na primer argona ali kriptona. Argon ima nekoliko slabše toplotne lastnosti, vendar je cenejši kot kripton. Skupna debelina zasteklitve je odvisna od vrste plina oziroma njegove viskoznosti. Pri suhem zraku je najprimernejša širina medstekelnega prostora približno 20 mm, pri argonu 16 mm in kriptonu 10 mm. V sodobnih zasteklitvah je v medstekelnem prostoru približno 95 % žlahtnega plina in 5 % zraka. Predmetni standard SIST EN 1279 določa, da lahko iz medstekelnega prostora v letu dni uide največ 1 % plina.

Sevalne izgube zaviramo z nizkoemisijskim nanosom, ki deluje kot zrcalo za dolgovalovno toplotno sevanje, ki ga oddajajo ogrete površine v prostoru in bi sicer skoraj neovirano uhajalo v okolico. Pri dvojni zasteklitvi je nanos navadno na zunanji površini notranjega stekla, pri trojni zasteklitvi pa je dodan še nanos na notranji površini zunanjega stekla.

Na opisane načine se toplotne lastnosti občutno izboljšajo. Če je toplotna prehodnost enojne

zasteklitve približno $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, se ta vrednost z dodajanjem drugega stekla prepolovi. Zamenjava zraka z argonom v medstekelnem prostoru prinese dodatno od 20- do 30-odstotno izboljšanje. Z zadnjim korakom, nizkoemisijskim nanosom, dosežemo toplotno prehodnost približno $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, torej približno petkratno izboljšanje glede na zgornje izhodišče. Toplotna prehodnost trojne zasteklitve z žlahtnim plinom, dvema nizkoemisijskima nanosoma in izolacijskimi distančniki se zniža tudi do $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ in tako približa zmerno toplotno izolirani zunanji steni.

Zmanjšanje toplotnih izgub pa ni edini dober rezultat. Tako kot pri stavbnih konstrukcijah tudi pri zasteklitvi poudarjamo izboljšanje toplotnega ugodja v prostorih: manjša temperaturna asimetrija, manjša oddaja toplote s telesa s sevanjem proti zasteklitvi, manjše ohlajanje zraka ob zasteklitvi in s tem počasnejše gibanje zraka v prostoru.

Temperatura notranje površine stekla je odvisna od zunanje in notranje temperature zraka ter toplotnih lastnosti zasteklitve. Pri temperaturi zunanjega zraka 0°C in temperaturi notranjega zraka 20°C so vrednosti približno take: enojna zasteklitev 5°C , navadna dvojna zasteklitev 11°C , dvojna zasteklitev z argonom in nizko emisijskim nanosom 16°C .

Težavam zaradi prevelike debeline dvojne zasteklitve se lahko izognemo z izbiro tankih stekel z debelino 2 mm, izdelanih s posebnim postopkom toplotne obdelave. Taka stekla omogočajo celo vgradnjo trojne zasteklitve v profile, kjer je dovolj prostora za običajno dvojno zasteklitev.

Sodobna energijsko učinkovita rešitev je tudi vakuumaska dvojna zasteklitev. Odlične toplotne lastnosti ob majhni skupni debelini (približno 6 mm) postavljajo ta tip zasteklitve na posebno mesto tudi pri obnovi stavb kulturne dediščine, pri čemer je treba upoštevati, da je cena opazno višja ter da je zaradi proizvodnih zahtev in tehnologije sistema v vogalu zasteklitve vgrajen čep.

Tudi toplotne lastnosti enojne zasteklitve lahko izboljšamo, čeprav seveda bistveno manj kot v zgoraj opisanih primerih. Navadno steklo lahko zamenjamo s takim, ki ima na notranji površini nizkoemisijski nanos. Slaba plat je velika izpostavljenost nanosa mehanskim poškodbam oziroma obrabi. Na steklo lahko nanesemo tudi namensko

atermično folijo. Ta je primerna tudi za izboljšanje toplotnega upora dvojne zasteklitve brez nizko-emisijskega nanosa. Sodobne folije se bistveno razlikujejo od nekdanjih, s katerimi so bile v praksi slabe izkušnje. So tako rekoč nevidne, trajne in ne spremenijo zunanjega videza stekel oziroma stavbe. Toplotne lastnosti zasteklitve lahko izboljšajo

za skoraj 30 %, obenem pa zmanjšajo svetlobno prepustnost za največ 15 %. Če je prostor izdatno naravno osvetljen, ta parameter ni problematičen. Tovrstne folije lahko preprečujejo skoraj celotno količino vpadnega UV-sevanja, kar je ugodno v prostorih z notranjo opremo ali eksponati, občutljivimi na ta del spektra svetlobnega sevanja.

18.4 Podrobnejše smernice za ukrepe pri posameznih tipih oken brez dodatne toplotne zaščite fasade

V nadaljevanju so navedeni osnovni napotki za ukrepe, če je fasada brez dodatne toplotne zaščite. Pri dodatni toplotni zaščiti pa sledimo osnovnemu pravilu sklenjenosti toplotnega ovoja stavbe, ki navadno sovпада z ravnino zrakotesnosti. To pomeni, da element stavbnega pohoštva ali premaknemo v sloj toplotne zaščite, če je to dovoljeno, ali pa sloj toplotne zaščite priključimo na okvir stavbnega pohoštva. Načela tesnjenja smiselno prilagodimo novim okoliščinam.

18.4.1 DVOJNA IN ŠKATLASTA OKNA

- Zatesnitev pripir se izvede samo na notranjem oknu oziroma notranjem delu škatlastega okna (notranje krilo), s čimer se prepreči dostop notranjega toplega in vlažnega zraka do hladne zunanje šipe in s tem možnost kondenzacije vodne pare na njej.
- Pravilo glede zatesnitve velja za obnovo obstoječih oken in vgradnjo novih posameznih kril ali celotnega okna.
- Pri menjavi obstoječe enojne zasteklitve z dvojno energetsko učinkovito se ta ukrep izvede na notranjem oknu oziroma krilu hkrati z njegovo zatesnitvijo.
- Če se obstoječe dvojno ali škatlasto okno obnavi tako, da se odstrani notranje okno oziroma krilo, novo zunanje okno oziroma krilo pa se izdelata kot oblikovni posnetek obstoječega, se novo zunanje okno oziroma krilo zatesni po pravilih stroke in vgradi energetsko učinkovita zasteklitev.
- Pri ukrepih za doseganje boljše zaščite pred zunanjim hrupom se zatesni notranje

okno oziroma krilo in vanj vgradi ustrezna zvočnoizolacijska zasteklitev (na primer dvojna zasteklitev različnih debelin ali z laminiranim steklom). Splošna načela so enaka, kot je opisano zgoraj.

- Pri zamenjavi obeh delov dvojnega okna ali celotnega škatlastega okna z novim je postopek podoben: če se namesto obstoječega dvojnega ali škatlastega okna vgradi enojno okno, se vgradnja izvede v skladu s sodobno gradbeno prakso in uporabi energetsko učinkovita zasteklitev; če se izdelata novo dvojno ali škatlasto okno, se okvir notranjega okna oziroma škatla vgradi v skladu s sodobno gradbeno prakso tesnjenja v treh ravneh, ukrepi za zatesnitev in toplotno (ali protihrupno) zaščito pa se izvedejo na notranjem oknu oziroma krilu, kot je opisano zgoraj.
- Rega med oknom in gradbenimi konstrukcijami se pri menjavi okna zatesni po načelu tesnjenja v treh ravneh, pri obnovi pa najmanj tako, da je notranja raven zrakotesna in čim bolj paroneprepustna, zunanja pa vodotesna in čim bolj paroprepustna.

18.4.2 VEZANA OKNA

- Zatesnitev pripir vezanega okna se izvede v skladu s pravili stroke zaradi oviranja vstopa notranjega toplega in vlažnega zraka v prostor med sestavnima deloma krila vezanega okna, torej omejevanja stika tega zraka z zunanjo hladno šipo in preprečitve kondenzacije vodne pare na njej.

18.4 PODROBNEJŠE SMERNICE ZA UKREPE PRI POSAMEZNIH TIPIH OKEN BREZ DODATNE TOPLOTNE ZAŠČITE FASADE

- Pravilo glede zatesnitve velja za obnovo obstoječih vezanih oken in vgradnjo novih posameznih kril, sestavnih delov kril ali celotnega okna.
- Pri menjavi obstoječe enojne zasteklitve na primer z dvojno energetsko učinkovito se ta ukrep izvede na notranjem delu krila vezanega okna hkrati z zatesnitvijo pripir.
- Pri ukrepih za doseganje boljše zaščite pred zunanjim hrupom se zatesnijo vse pripire in rege, kot je opisano zgoraj, v notranjo polovico krila vezanega okna pa se vgradi ustrezna zasteklitev (na primer dvojna zasteklitev različnih debelin ali z laminiranim steklom). Splošna načela so enaka, kot je opisano zgoraj.
- Zamenjava celotnega vezanega okna z novim vezanim oknom »starega tipa« ni smiselna. Umestna je na primer zamenjava s sodobnim enojnim oknom z ustrezno toplotno in po potrebi zvočno zaščito. Vgradnja okna se izvede v skladu s sodobno gradbeno prakso, vključno z ukrepi za zatesnitev. Mogoča pa je vgradnja sodobnega (pogojno tako imenovanega) vezanega okna, ki ga sestavljata enojno okno s sodobno dvojno zasteklitvijo in dodatno steklo v vitkem okviru na zunanji strani.
- Rega med oknom in gradbenimi konstrukcijami se pri menjavi okna zatesni po načelu tesnjenja v treh ravneh, pri obnovi pa najmanj tako, da je notranja raven zrakotesna in čim bolj paroneprepustna, zunanja pa vodotesna in čim bolj paroprepustna.

18.4.3 ENOJNA OKNA

- Zatesnitev pripir in reg se izvede v skladu s pravili stroke zaradi zmanjšanja nenadzorovanih konvekcijskih toplotnih izgub.
- Pravilo glede zatesnitve velja za obnovo obstoječih enojnih oken in vgradnjo novih enojnih oken.
- Samo obnova enojnega okna z enojno zasteklitvijo brez menjave zasteklitve z dvojno zasteklitvijo ali menjave obstoječega celotnega krila s krilom s sodobno zasteklitvijo z energetskega vidika ne prinese bistvenega izboljšanja razen zmanjšanja prepriha skozi pripiro.
- Pri ukrepih za doseganje boljše zaščite pred zunanjim hrupom se zatesnijo vse pripire in rege, kot je opisano zgoraj. Če debelina okvira in krila dopuščata, se vgradi ustreznejša zasteklitev (na primer dvojna zasteklitev različnih debelin ali z laminiranim steklom).
- Zamenjava celotnega enojnega okna s sodobnim z ustrezno toplotno in po potrebi zvočno zaščito se izvede v skladu s sodobno gradbeno prakso za vgradnjo in zatesnitev.
- Rega med oknom in gradbenimi konstrukcijami se pri menjavi okna zatesni po načelu tesnjenja v treh ravneh, pri obnovi pa najmanj tako, da je notranja raven zrakotesna in čim bolj paroneprepustna, zunanja pa vodotesna in čim bolj paroprepustna.

18.5

Vrata

Vrata so nepogrešljiv del stavb kulturne dediščine. Vhodna vrata zgodovinskih stavb, navadno izdelana iz hrastovega lesa, so lahko prave mizarske mojstrovine. Pogosto imajo tudi elegantne, včasih skulpturirane okvirje, lepo kovinsko okovje in drug okras ter tudi steklene vložke ali celo vitraže, zaščitene z litoželeznimi varovalnimi mrežami različnih oblik.

18.5.1 OBNOVA VRAT

Enako kot pri oknih tudi za vrata velja, da jih je treba obnoviti v skladu z načeli konservatorske stroke. Ukrepi vključujejo popravilo opleskov in poškodovanih delov, zatesnitev pripir in reg, popravilo zapiralnega mehanizma, nastavitev okovja ipd.

Ukrepi

Izboljšanje skupnih toplotnih lastnosti vrat je mogoče doseči z manjšimi posegi. Načeloma veljajo za vrata enake smernice za obnovo in zamenjavo kot za okna:

1. dodajanje tesnil, na primer z lepljenjem ali vrezovanjem (manj primerno);
2. zamenjava zasteklitve (pri dekorativnih steklih zamenjava ni sprejemljiva);
3. v nekaterih primerih tudi uvedba druge vratne ravni (vetrolova ipd.).



(83) Primeri vhodnih vrat.

131

18.6 Tehnična navodila za zamenjavo stavbnega pohištva

18.6.1 VGRADNJA STAVBNEGA POHIŠTVA PO NAČELU TESNENJA V TREH RAVNEH

Sodobna vgradnja stavbnega pohištva je tehnično celovit postopek. Še tako dovršeno okno ne bo dobro opravljalo svoje funkcije in upravičilo stroška naložbe, če je vgrajeno površno ali napačno. Podobno velja za zunanja vrata. Pri obnovi ali vgradnji novih elementov stavbnega pohištva je zato treba tem podrobnostim posvetiti enako pozornost kot njihovim oblikovnim in tehničnim lastnostim.

Nekoč ni bilo posebnih zahtev za tesnjenje rege med okenskim okvirjem in gradbeno konstrukcijo. Za vgradnjo se je večinoma uporabljala zidarska malta, ki so jo v zadnjih desetletjih nadomestile

pene na poliuretanski osnovi, tesnilni kiti in podobni materiali, pri katerih pa razen navedb o splošni primernosti, varnosti in uporabnosti ni bilo posebnih opisov lastnosti oziroma ciljnih vrednosti, ki jih želimo doseči s tesnjenjem rege. Notranji in zunanji zaključki so bili izvedeni večinoma z dekorativnimi pokrivnimi letvicami ali pa so se rege zapolnile in zamazale ob izvedbi zaključnih slojev ometov.

Sodobni eno- ali večkomponentni materiali za vgradnjo odpravljajo slabosti omenjene »klasične« vgradnje, hkrati pa ne onemogočajo zaključne obdelave vgradnih reg, s katero ponazorimo njihov izvirni videz. Izbira sega od tesnilnih mas, folij, letvic in samorazteznih trakov do njihovih številnih kombinacij. Tovrstna vgradnja naj ima

prednost pred klasično, če le ni nepremostljivih tehničnih ovir. Treba pa je uporabiti materiale in proizvode z znanimi in dokazljivi lastnostmi, ki sestavljajo enovit sistem ter omogočajo želeno izvedbo in doseganje ustreznih gradbenofizikalnih parametrov.

Razlikovati je treba med osnovno primernostjo materialov oziroma proizvodov za nameravano uporabo, tj. vgradnjo stavbnega pohištva, in ustreznostjo glede na višje ali posebne zahteve, ki jih postavimo pri tem (toplotna in zvočna zaščita, zaščita pred vlago, zrakotesnost).

Rega med stavbnim pohištвом in stavbno konstrukcijo mora biti obdelana tako, da bo trajno prenesla obremenitve, od vpliva lastne teže in drugih vertikalnih obtežb, obremenitev zaradi odpiranja okenskih kril, sile vetra, padavin, UV-sevanja in temperaturnih sprememb do skrčkov, raztezkov in drugih premikov konstrukcije.

1. korak: podpiranje in mehanska pritrditev

Ne glede na izbrane načine in materiale za zatesnitev rege morajo biti okna v konstrukcijo mehansko pritrjena, tj. privijačena oziroma sidrana neposredno ali z namenskimi elementi, kot so kovinski profili. Tesnilni materiali niso namenjeni prenašanju obtežb. Okno mora s spodnjim delom nalegati na trdno osnovo. Na posameznih mestih ga je treba trajno podpreti z elementi, ki ne vplivajo na možnost izvedbe tesnjenja. Razen pri res majhnih dimenzijah okna mora biti tudi spodnji del okvirja privijačen v konstrukcijo. Sheme pritrdjevanja in podpiranja ter namestitve stranskih distančnikov, ki se obvezno namestijo glede na velikost okna in način odpiranja kril, navadno določijo že proizvajalci okenskih profilov v svojih tehničnih smernicah.

2. korak: tesnjenje vgradne rege

Drugi korak pri vgradnji je izvedba tesnjenja. V skladu s stanjem tehnike in sodobnimi smernicami stroke se pri energetsko učinkoviti gradnji in prenovi uporablja sistem vgradnje s tesnjenjem v treh ravneh:

- notranji stik mora biti zrakotesen, zunanji pa vodotesen;
- paroprepustnost zunaj mora biti občutno višja kot paroprepustnost na notranjem stiku;
- vmesni del mora zagotavljati toplotno in zvočno zaščito.

Vsaka od lastnosti, ki jih zahtevamo od materialov in sistemov za tesnjenje, ima svoj natančen namen in logiko. **Zrakotesnost** stika na notranji strani preprečuje nenadzorovane toplotne izgube v zunanost. To je podobno kot pri tesnjenju pripire med okenskim krilom in okvirom. **Vodotesnost** na zunanji strani ščiti konstrukcijo pred zamakanjem zaradi zatekanja vode ob padavinah, posebej pri dežju z udarnim vetrom. Kombinacija minimalne **paroprepustnosti** znotraj in dobre paroprepustnosti zunaj onemogoča vodni pari dostop v osrednji del rege in tako preprečuje nevarnost kondenzacije v njej, hkrati pa omogoča vlago, ki je morda vendarle prisotna v regi, da se brez povzročanja škode izloči v zunanost. **Toplotna in zvočna** zaščita osrednjega dela rege sta samoumevni lastnosti z vidika energetske učinkovitosti in dobrega bivalnega ugodja.

Za vgradnjo s tesnjenjem rege v treh ravneh se je po smernicah za načrtovanje in izvedbo vgradnje oken in vrat nemškega združenja RAL uveljavil izraz »RAL-vgradnja«. Omenjene smernice so koristen pripomoček za načrtovanje posameznih detajlov, vendar jih ne smemo nekritično neposredno prevzemati.

Če ni posebnih strokovno-tehničnih zadržkov, se pri vgradnji stavbnega pohištva upoštevajo ta načela:

- okenski okvir mora biti neposredno ali posredno pritrjen oziroma sidran v obodno konstrukcijo z ustreznimi pritrdilnimi sredstvi v skladu s smernicami proizvajalca okenskih profilov;
- okenski okvir mora biti na spodnjem delu v skladu s smernicami proizvajalca okenskih profilov podprt tako, da ni ovirana izvedba tesnjenja;
- vgrajeni morajo biti namenski distančniki po navodilih proizvajalca profilov glede na sistem odpiranja kril;
- za tesnjenje se lahko glede na posamezen primer uporabijo systemske rešitve, od eno- do večkomponentnih, nujna so dokazila o lastnostih posameznih materialov in sistema kot celote;
- zunanji stik med oknom in obodno konstrukcijo mora biti vodotesen in paroprepusten;
- notranji stik med oknom in obodno konstrukcijo mora biti zrakotesen in bistveno manj paroprepusten kot zunanji;
- vmesni del mora omogočati toplotno in zvočno zaščito;

- morebitna dodatna toplotna zaščita ovoja stavbe mora biti načrtovana in izvedena tako, da z okenskim okvirjem tvori neprekinjeno toplotno zaščito, podobno velja za vgradnjo vrat in okenskih vrat.



(84) Podpiranje, niveliranje in mehanska pritrditev okna.



(85) Tesnjenje srednje ravni vgradne rege pred lepljenjem zunanega in notranjega tesnilnega traku na zidno konstrukcijo.

18.6.2 NAPOTKI ZA RAVNANJE PO OBNOVI ALI ZAMENJAVI STAVBNEGA POHIŠTVA

Z vgradnjo novega ali zatesnitvijo obstoječega stavbnega pohištva po sodobnih smernicah stroke izboljšamo toplotno ugodje za uporabnike oziroma obiskovalce v prostorih. Z zatesnitvijo vgradnih reg in pripir se zmanjšajo konvekcijske toplotne izgube (t. i. nekontrolirano prezračevanje) in zviša temperatura konstrukcij ob okenskih elementih, kar omeji nevarnost kondenzacije vodne pare na teh mestih. Z zatesnitvijo tudi omejimo vdor onesnaženega zunanjega zraka, kar je posebej koristno v prostorih z občutljivimi predmeti, kot so muzeji, galerije in drugi razstavnici prostori.

Zaradi zmanjšane temperaturne asimetrije se upočasni in omili kroženje zraka v prostoru, t. i. termodifuzija, zaradi katere se na hladnejših površinah hitreje in intenzivneje odlagajo nečistoče iz zraka in tako tvorijo obloge. Izboljša se tudi toplotna oziroma temperaturna stabilnost v prostorih. Podobno ob dodatnih ukrepih velja za stabilnost relativne vlažnosti zraka. To je zlasti ugodno pri organskih materialih v prostorih, ki spreminjajo higroskopsnost s spreminjanjem relativne vlažnosti zraka, pri čemer lahko zaradi nihanja notranjih napetosti pride do poškodb in hitrejšega staranja.

Stopnja nenadzorovane izmenjave zraka skozi netesne pripire in rege se bistveno zniža, zato je hkrati treba poskrbeti za nadzor in uravnavanje relativne vlažnosti notranjega zraka. Le tako lahko zadostimo higienskim zahtevam in ohranimo primerne notranje mikroklimatske razmere. Spremenjenim lastnostim prostorov, predvsem njihovim t. i. pnevmatikam, je treba prilagoditi vzorce bivanja oziroma način njihove uporabe, zlasti prezračevanje. Višja relativna vlažnost notranjega zraka lahko tudi negativno vpliva na absorptivne materiale, katerih vsebnost vlage se ne sme bistveno spreminjati.

Nižja kot je temperatura v prostoru, nižja mora biti zračna vlažnost, da preprečimo površinsko kondenzacijo in razvoj plesni. Več o tem je razloženo v poglavju o difuziji in kondenzaciji vodne pare. Kadar v toplotno neizoliranih stavbah zamenjamo okna z energetske učinkovitimi ali obstoječa okna in vrata obnovimo in dodatno zatesnimo, ne smemo zniževati temperature prostora, da bi tako dosegali dodatne energetske prihranke. Prenizka temperatura zraka v prostoru lahko povzroči padec površinske temperature na širšem območju stika okna s steno, čemur sledita površinska kondenzacija vodne pare in nastanek plesni.

18.6 TEHNIČNA NAVODILA ZA ZAMENJAVO STAVBNEGA POHIŠTVA

Prostore je treba večkrat prezračiti kot pred obnovo ali zamenjavo oken. Zato je priporočljivo vsaj v t. i. kritične prostore (v stanovanjskih stavbah so to na primer spalnica, otroška soba in kuhinja) namestiti vlagomer, spremljati njegove prikaze in se pravočasno odzvati na morebitno previsoko vlažnost zraka v prostorih. Iz prostora lahko s prezračevanjem odvedemo samo toliko vlage, kolikor znaša razlika med trenutno vsebnostjo vlage v notranjem in zunanjem zraku. Prezračevanje je učinkovito le na tistih mestih, ki jih zrak neovirano doseže. Značilen primer je visoko pohišstvo tik ob zunanji steni, ki zavira gibanje zraka ob steni in v vogalih in lahko povzroči težave. S prezračevanjem tudi ne moremo hitro in preprosto odstraniti vlage, ki so jo že absorbirali oprema prostorov in obodne konstrukcije.

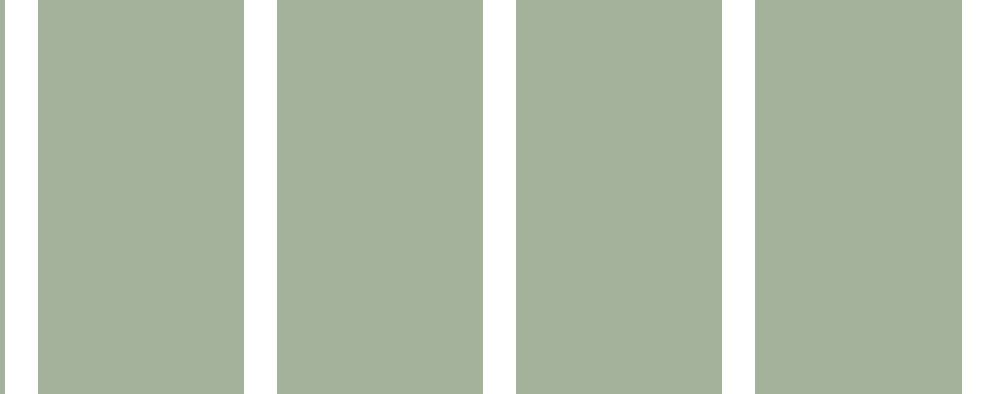
Pri energetske prenovi je treba s pasivnimi ali aktivnimi ukrepi poskrbeti, da se razmere notranjega okolja ne poslabšajo, po možnosti oziroma ciljno pa izboljšajo. Kadar je eden od ukrepov prenove zatesnitev toplotnega ovoja ali njegovih delov, je zadostno izmenjavo zraka treba zagotoviti na drug ustrezen način. Pristop je odvisen tudi od namembnosti prostorov, števila stalnih ali občasnih uporabnikov ipd.

Zelo smiselno je razmislek o vgradnji prezračevalnega sistema, preferenčno z vračanjem toplote odpadnega zraka (rekuperacija). Kateri sistem je tehnično izvedljiv in stroškovno upravičen, je odvisno od značilnosti stavbe in posameznih prostorov. Centralni sistem zaradi kompleksnosti in obsega razvodov v stavbah, varovanih po predpisih o varstvu kulturne dediščine, pogosto ne pride v poštev. Ena od možnosti so lokalni sistemi, integrirani v konstrukcijo okna ali vgrajeni v obokenske konstrukcije, ali decentralni sistemi (na primer ob vznožju sten). Rešitev seveda prilagodimo glede na posamezno stavbo in njene prostore.

Dodatno vprašanje je, ali je treba zrak v prostorih kondicionirati, torej uravnavati njegovo relativno vlažnost, ali zadošča le dovajanje svežega, po možnosti predhodno segretega zraka v prostore. Rešitev mora seveda upoštevati vse druge načrtovane ukrepe energetske prenove in biti z njimi usklajena.

Upoštevati je treba tudi posebnosti predmetov in materialov v prostorih, zlasti tistih s kulturnozgodovinskimi vrednotami. Del stroke zagovarja trditev, da vzdrževanje stalnega zelo ozkega pasu temperature in relativne vlažnosti zraka v prostorih ni nujno in da povzroča nepotrebne stroške, saj so neki predmeti brez bistvenih negativnih vplivov preživeli dolga obdobja velikih tovrstnih nihanj. Tako naj bi bilo smiselno dopustiti nekoliko nižjo temperaturo notranjega zraka pozimi in njegovo nekoliko višjo relativno vlažnost poleti. Ni pa nujno, da to velja za vse materiale ali predmete.

Žal ni enopomenskega odgovora na vprašanje, kako ravnati v prostorih in stavbah različnih namembnosti oziroma z različnimi ciljnimi robnimi pogoji. Kot pri načrtovanju drugih ukrepov energetske prenove moramo tudi tu izhajati iz dobrega poznavanja značilnosti obstoječega stanja ter potreb in zahtev posameznih prostorov in njihovih uporabnikov, ciljne energijske kazalnike po prenovi pa uskladiti s kulturnovarstvenimi zahtevami in gradbenotehničnimi zakonitostmi.



19

135

**Izboljšanje zrakotesnosti
ovoja stavbe**

19.1

Uvod

Problemатiko zrakotesnosti ovoja stavbe neposredno ali posredno vsebuje že vsebina nekaterih predhodnih poglavij. V tem poglavju je ta tema še nekoliko podrobneje razčlenjena.

Zaradi temperature v notranjosti stavbe in okolici, pritiska in srka vetra ter vzgona toplega zraka nastaja razlika med tlakom v stavbi in zunanjim zračnim tlakom. Ta tlačna razlika je motor, ki potiska zrak skozi rege, razpoke in druge odprtine v ovoju stavbe. Od tesnosti ovoja je odvisno, kolikšna bo izmenjava zraka med okolico in stavbo. Stopnja izmenjave zraka pomembno vpliva na energijsko bilanco stavbe ter kakovost bivalnega in delovnega okolja. Strogo gledano je pravilen izraz za opis tega pojava »prepustnost za zrak«, vendar se v praksi navadno uporablja kar izraz »zrakotesnost«, pri čemer se zavedamo, da nobena stavba ni zrakotesna v dobesednem pomenu, tj. popolnoma neprepustna za zrak.

Osnovna dejstva:

- boljša zrakotesnost pomeni manjšo nenadzorovano izmenjavo zraka z zunanjim okoljem, torej manjše toplotne izgube, manjše potrebe po toploti za ogrevanje in s tem nižje obratovalne stroške;
- nenadzorovana izmenjava zraka skozi netesna mesta sama nikakor ne zagotavlja zadostne izmenjave zraka v zdravstveno-higienskem pogledu in ni način uravnavanja zračne vlage v prostoru. Ne glede na dejansko stopnjo zrakotesnosti je treba prostore načrtno, redno in pravilno prezračevati na naraven način ali mehansko;
- ne glede na prejšnjo alinejo pa predvsem v prehodnih obdobjih leta boljša zrakotesnost tudi omeji vdor vlažnega zunanjega zraka v

- notranje prostore, kar je lahko pomembno na primer v razstavnih prostorih;
- v nekaterih primerih lahko boljša zrakotesnost izboljša kakovost notranjega zraka (na primer preprečevanje vdora radona ali onesnaženega zunanjega zraka v prostore);
- boljša zrakotesnost zmanjša občutek nelagodja v prostoru zaradi prepiha in tako izboljša toplotno ugodje;
- boljša zrakotesnost pomeni manj zvočnih mostov in s tem manjši vdor hrupa iz zunanosti;
- konvekcijski toplotni mostovi so neposredno povezani z zrakotesnostjo, vdor toplega in vlažnega notranjega zraka v hladnejšo zunanjo konstrukcijo skozi netesna mesta pa je pogost vzrok kondenzacije vodne pare in poškodb zaradi vlage;
- boljša zrakotesnost omogoča boljše in predvidljivejše delovanje prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov in njihovo natančnejše uravnavanje.

Zrakotesnost je treba načrtovati. Tako kot se v projektu prenove določijo meje kondicioniranih con oziroma potek toplotnega ovoja, je treba določiti tudi mejo zrakotesnosti. Največkrat, razen pri nekaterih izjemah, obe meji sovpadata. Zlasti pri prenovi stavb, pri katerih so dovoljeni samo posamezni ukrepi, je treba skrbno obravnavati vsak primer posebej in med mogočimi rešitvami izbrati vsestransko najprimernejšo. Za zatesnitev obstoječih netesnih mest, reg ob vgradnji novih elementov ali dodatnih prebojev je treba v skladu z navodili proizvajalcev uporabiti namenske proizvode in sistemske rešitve z deklariranimi lastnostmi.

19.2

Tesnjenje ovoja stavbe

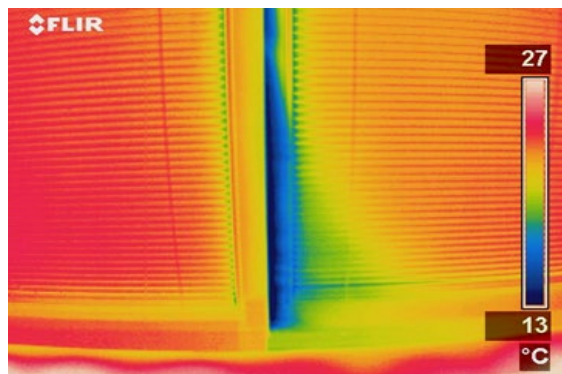


Tesnjenje se izvaja le na mestih v ovoju stavbe, kjer nastaja nenadzorovana izmenjava zraka. Pogosta kritična mesta so pripire in vgradne rege stavbnega pohištva ter preboji dimniških tuljav in drugih napeljav. Ni pa vsaka odprtina neželena, nekateri nikakor ne smemo zapreti. To so na primer zračniki ali prezračevalne odprtine na fasadi na območju ležišč lesenih stropnikov.

Kot je bilo zgoraj že opozorjeno, lahko znižana stopnja nenadzorovane izmenjave zraka ob nespremenjenem vzorcu prezračevanja povzroči ponavljajoče se ali trajno povišanje vsebnosti vlage v prostoru, kar privede do težav s kondenzacijo vodne pare in razvoja plesni.

Med načrtovanjem je potrebna podrobna analiza gradbenofizikalnih parametrov vgrajenih proizvodov in njihovih skupnih vplivov, na primer kompatibilnost proizvodov, toplotna prevodnost, difuzijska upornost vodni pari itd.

Že takoj po izvedbi ukrepov je priporočljivo začeti spremljati mikroklimatske parametre, tj. temperaturo in relativno vlažnost zraka v prostorih ter po potrebi ukrepati z uravnavanjem prezračevanja in ogrevanja prostorov. Celovit projekt energetske prenove vključuje tudi načrt spremljanja njenih učinkov in napotke za ravnanje ob opaženih odklonih od načrtovanega stanja.



(86) Na termogramu so vidne znižane površinske temperature zaradi vdora hladnega zraka skozi netesno navpično pripiro drsnih panoramskih vrat.

19.3 Preizkus zrakotesnosti

Preizkus zrakotesnosti (t. i. Blower door test) je preprost in cenovno dostopen postopek za praktično analizo dejanskega stanja. Poleg ugotavljanja skladnosti stavbe z zahtevami za zrakotesnost v predpisih omogoča odkrivanje netesnih mest v ovoju stavbe. Osnovna oprema za preizkus je sestavljena iz ventilatorja, kovinske konstrukcije in ponjave. Ventilator s kovinsko konstrukcijo namestimo na vhodna vrata obravnavane cone, tj. celotne stavbe ali prostora. Zrak nato sesamo iz cone ali vpihujemo vanjo. Priporočljivo je opraviti obe vrsti preizkusa.

Kadar zrak sesamo, se v preiskovani coni ustvari podtlak. Zrak iz okolice, ki vdira skozi netesna mesta ovoja, poskuša nadomestiti izsesani zrak. S hitrostjo delovanja ventilatorja nadziramo količino izsesanega zraka in s tem podtlak v coni. Pri podtlaku 50 Pa izmerimo količino zraka, ki potuje skozi ventilator ($\text{v m}^3/\text{h}$). To vrednost nato delimo s prostornino cone (v m^3) in ugotovimo, kolikokrat se zrak zamenja v eni uri (v h^{-1}) pri tlačni razliki 50 Pa.

Test zrakotesnosti sam ne razkrije, kje so posamezna netesna mesta v ovoju obravnavane cone in kolikšen je njihov obseg oziroma velikost. V ta namen lahko med preizkusom zrakotesnosti naredimo dodatne preiskave:

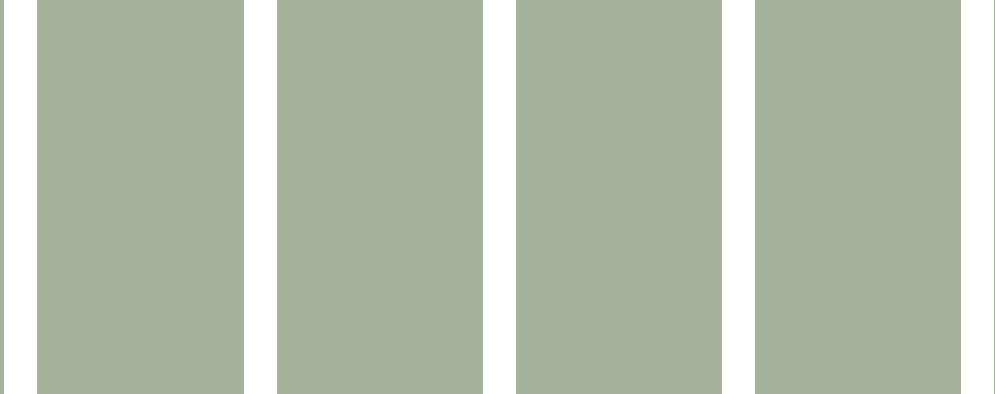
- Anemometer: pri vzpostavljeni tlačni razliki v obravnavani coni z merilnikom hitrosti gibanja zraka določimo tista mesta, kjer je uhajanje zraka skozi ovoj cone intenzivnejše od okolice.

- Sledilniki dima: medtem ko z ventilatorjem sesamo zrak iz cone, v neposredni zunanosti opazovanega območja vklopimo napravo, ki sprošča dim, in opazujemo lokacijo vdora dima. Mogoča je tudi obratna pot: napravo, ki sprošča dim, namestimo v prostor, vanj vpihujemo zrak in opazujemo smeri gibanja dima po prostoru.
- Termovizija: ob vzpostavljeni tlačni razliki s termografsko kamero iščemo netesna mesta znotraj cone, ki jih razkrije odstopanje površinske temperature od temperature sosednjih površin.

Preizkus zrakotesnosti je lahko zelo koristen element kontrole kakovosti že med izvajanjem del, ko so popravki relativno preprosti. Značilen primer je kontrola kakovosti vgradnje stavbnega pohištva še pred izvedbo fasade in estrihov. Prav tako lahko ta preizkus uporabimo kot orodje za podrobno načrtovanje izvedbenih detajlov pri testnih primerih.



(87) Z anemometrom izmerimo lokalno hitrost gibanja zraka in poiščemo konvekcijske toplotne mostove.



20

**Ogrevanje,
prezračevanje, hlajenje
in klimatizacija**

Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov za klimatizacijo, gretje, hlajenje in prezračevanje

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:

ZAHTEVA

Stavba: stavbna dediščina
Stavba: na območju naselbinske dediščine
Stavba: na območju arheološkega najdišča

DA
DA
NE

20.1 Ogrevanje

20.1.1 VGRADNJA ALI ZAMENJAVA CENTRALNEGA SISTEMA ZA OGREVANJE

Pri obnovi in ponovni uporabi tehničnih stavbnih sistemov moramo ločevati med stavbnimi sistemi v pravem pomenu besede – sistemi ali elementi, ki so imeli v preteklosti pomembno funkcijo za prezračevanje, ogrevanje in hlajenje stavbe – ter pomožnimi stavbnimi sistemi, kot so dimniki, kanali in jaški, ki so omogočali uporabo ogreval (peči, kamini, štedilniki na drva, odprt ogenj) in drugih elementov.

Nekoč so ogrevalni sistemi (lokalni kamini, peči ...) prostore ogrevali tako, da so najprej ogreli konstrukcije (stene, stropove) neposredno s sevanjem, nato še volumen prostora s konvekcijo oziroma kroženjem zraka. Njihov položaj je bil pogosto tak, da so bili toplotno kritični predeli, na primer zunanji vogali, primerno ogreti, zato sta bili tveganji za površinsko kondenzacijo vodne pare in razvoj plesni manjše.

Pri sodobnih centralnih nizkotemperaturnih ogrevalnih sistemih prevladuje konvekcijska sestavina, zato lahko kritična mesta konstrukcij, na primer vogali, ostanejo hladnejša. Toplotne tokovnice jih slabo ali sploh ne oblikujejo. To je nujno treba upoštevati, če se v energetske prenove namesto lokalnih virov toplote predvidi centralni ogrevalni sistem. Potrebni so tudi dodatni preventivni ukrepi za preprečitev gradbenofizikalnih poškodb.

Centralno ogrevanje ima številne prednosti pred lokalnim ogrevanjem. Je energetske učinkovitejše in okolju prijaznejše. Prostore lahko enakomerneje ogrejemo, mogoča je popolna avtomatizacija delovanja, življenjska doba sistema je praviloma daljša. Slabost naknadne vgradnje pa je vsekakor potreba po obsežnejših gradbenih in instalaterskih delih za vzpostavitev cevnega razvoda in namestitve ogrevalnih teles. Pri lokalni pripravi toplote je potreben še ustrezen prostor za namestitev peči oziroma kotla, ki je odvisen od vrste goriva (na primer biomasa, kurilno olje ali plin) ali toplotne črpalke. Pri odločitvi za talno ogrevanje so posegi v prostore še večji.

Prezračevalni sistemi so v preteklosti temeljili na temperaturni razliki, ki je omogočala pretok zraka po kanalih ali dimnikih. Uporabljali so na primer kovinske zračne kanale, v katerih je hladen zunanji zrak ogrela toplota peči ali kamina, segreti zrak pa so nato dovajali do bivalnih prostorov.

Stavbne sisteme, ki so jih uporabljali nekoč, je v starejših stavbah še vedno mogoče najti. Pogosto so jaški ali dimniki zaprti z zidaki in malto, ker niso več v uporabi. Spet drugje so ti razvodi uporabljeni za dovod svežega zraka, hlajenje, ogrevanje po načelu sevanja itd. Slabosti aktiviranja starejših sistemov so predvsem pri zagotavljanju požarne varnosti, saj so današnje zahteve bistveno strožje, kot so bile nekoč.



139

20.1.2 CENTRALNA IN LOKALNA REGULACIJA OGREVANJA PROSTOROV

V bivalnih in delovnih prostorih želimo imeti izbrano temperaturo glede na dejavnosti, ki jih izvajamo v teh prostorih. Centralna regulacija

temperature še ne zagotavlja zelenih temperatur v vseh prostorih, še posebej če ogrevalni sistem ni natančno projektiran in izveden, zato je potrebna tudi lokalna regulacija na ogrevalih. Regulacija ogrevanja prostorov z ročnimi ventili na ogrevalih je zelo groba in z vidika energetske učinkovitosti



slaba. Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah je zato že leta 2002 predpisal, da morajo imeti ogrevala, ki posamezni prostor oskrbujejo s potrebno toploto, vgrajene termostatske ventile, če je uporabna površina prostora večja od 6 m². Investicija v ta ukrep učinkovite rabe energije se zelo hitro povrne, saj so doseženi prihranki energije do 15-odstotni.

Naloga lokalne regulacije je prilagajanje delovanja naprav za ogrevanje tako, da lahko za ogrevanje prostora izkoristimo tudi toploto notranjih virov. Znano je, da za 1 °C višja temperatura v prostoru poveča rabo energije za od 5 do 7 %. Od regulacije zahtevamo tudi, da vzdržuje čim enakomernjšo temperaturo v prostoru.

Nastavitev temperature v prostoru je odvisna od več dejavnikov, od katerih so najpomembnejši:

- namembnost prostora, ki ga ogrevamo; običajno so temperature v bivalnih prostorih višje kot v prehodnih in pomožnih;
- urnik uporabe prostora: vseh prostorov ne uporabljamo sočasno, zato moramo imeti možnost, da temperature v njih prilagodimo trenutnim potrebam;
- raven bivalnega ugodja: največkrat je odvisna od posameznika, njegovega razpoloženja, zdravstvenega stanja in dejavnosti.

Termostatski ventil omogoča natančno vzdrževanje stalne temperature v prostoru, kjer je nameščen, in to ob najmanjši mogoči rabi energije za ogrevanje in na ravni, ki je še sprejemljiva za uporabnika.

Centralna regulacija ogrevanja glede na spremembe zunanje temperature zraka zagotavlja primerno temperaturo vode za ogrevanje, ki bo omogočala enakomerno ogrevanje prostorov. Naloga termostatskih ventilov je, da vzdržujejo enakomerno temperaturo v posameznem prostoru. Pri njihovi vgradnji je treba upoštevati dve zahtevi:

- V obstoječih napeljavah ni mogoče preprosto zamenjati ročnih ventilov s termostatskimi. Strokovnjak mora preveriti tlačne razmere in predvideti hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema. To pomeni, da se morajo vgraditi taki elementi, da bo za vsako ogrevalo zagotovljena zadostna količina ogrevane vode. Stari radiatorji se po potrebi zamenjajo.
- Izbiro tipa in vrste termostatskih ventilov je treba zaupati strokovnjaku. S tem se bomo izognili neljubim napakam, kot so čezmerno šumenje v ventilu, blokiranje ventila v zaprtem položaju ipd.



(88) Termostatski ventil.



20.1.3 HIDRAVLIČNO URAVNOTEŽENJE SISTEMA ZA OGREVANJE

Pri vsakem ogrevalnem sistemu je nosilec toplote ogrevalni medij, ki ga ogrevamo na izbrano temperaturo. Medij vodimo po ceveh od ogrevalnega kotla do ogrevalnih teles, pri čemer je zelo pomemben pretok. Če ta ni zadosten, se lahko zgodi, da bo ogrevanje nezadovoljivo. Pravilno in gospodarno delovanje toplovodnih sistemov za ogrevanje je ne glede na to, ali delujejo s stalnim ali spremenljivim pretokom, pogojeno tudi s hidravličnim uravnoteženjem. To vključuje nabor ukrepov, odvisnih od zasnove in velikosti sistema, ki zagotavljajo ustrezno razdelitev pretoka grelna vode skozi posamezna ogrevala ali veje sistema. V nasprotnem primeru se ogrevalna voda

neenakomerno razporedi po radiatorjih v stavbi oziroma med prostori, toplotno ugodje se poslabša, raba energije za ogrevanje pa poveča. Vsak radiator mora prejeti računsko določen pretok ogrevne vode, ki zagotavlja ustrezno temperaturo prostora, neodvisno od dinamičnih tlačnih razmer v sistemu. Projekt hidravličnega uravnoteženja pripravi projektant strojne stroke.

Cevni razvodi morajo biti dimenzionirani tako, da zagotovijo ustrezen pretok ogrevalnega medija do ogreval. Za izračun površine grelnega telesa moramo poznati toplotne potrebe stavbe in želene oziroma ciljne temperature v prostorih. S temperaturama dovoda in povratka ogrevalnega medija lahko izračunamo srednjo temperaturo ogrevala.

Hidravlični izračun ogrevalnih sistemov se nanaša na nazivno oziroma projektno obremenitev. Pri sistemih s stalnim pretokom je ta izračun tudi zadosten, saj se pretok med obratovanjem ne spreminja. Drugače je pri sistemih s spremenljivim pretokom, kjer spremembe obremenitve

povzročajo spremembe pretočno-tlačnih razmer. Sistemi s spremenljivim pretokom so na primer daljinska ogrevanja in dvocevni sistemi s termostatskimi ventili, sistemi z nespremenljivim pretokom ogrevalnega medija pa so enocevni sistemi za ogrevanje.

20.1.4 REGULIRANA OBTOČNA ČRPALKA

Z avtomatsko regulacijo števila vrtljajev obtočne črpalke dosežemo prilagajanje spremembam pretočno-tlačnih razmer, ki jih povzroča delovanje termostatskih ventilov. Sprememba vrtljajev črpalke se izvaja s spremembo frekvence, ki se prilagaja glede na signale iz regulatorja tlačne

razlike. Pravilno izbrana obtočna črpalka ima relativno majhno moč, vendar je zaradi dolgega obratovalnega časa dokaj pomemben porabnik električne energije. Pri reguliranih črpalkah dosegamo občutne energijske prihranke, saj pretežno obratujejo pri nižjih vrtljajih. Pri dvocevnih sistemih s termostatskimi ventili je regulirana črpalka nujna.

20.1.5 REGULATORJI TLAČNE RAZLIKE NA DVIŽNIH VODIH

Pri sistemih s stalnim pretokom, na primer z ročnimi radiatorskimi ventili, potrebujemo posebne nastavitvene ventile za dvižne vode in veje, s katerimi pridušimo odvečno tlačno razliko oziroma jih hidravlično uravnotežimo. Pri sistemih s termostatskimi ventili, pri katerih se lahko pretok

zelo zmanjša, dodatno potrebujemo še samodejne regulatorje tlačne razlike na dvižnih vodih, ki vzdržujejo nastavljene vrednosti ustrezno termostatskim ventilom. Pri večjih sistemih se uporablja tudi kombinacija obeh, pri čemer nastavitveni ventili prevzamejo vlogo omejevalnikov pretoka navzgor, regulatorji tlačne razlike pa zagotavljajo pogoje za pravilno delovanje termostatskih ventilov.

20.1.6 ZAMENJAVA STAREJŠIH KURILNIH NAPRAV

Starejše plinske kurilne naprave zamenjamo s sodobnimi kondenzacijskimi, ki imajo veliko boljši izkoristek. Kondenzacijski kotli delujejo podobno kot nizkotemperaturni z drsečo regulacijo temperature ogrevalne vode v odvisnosti od zunanje temperature. Iz kurišča spuščamo pri nizkotemperaturnih izvedbah kotlov dimne pline s temperaturo nad rosiščem vodne pare, da zagotovimo zadosten vlek in da kondenzat ne poškoduje dimnika. Pri kondenzacijskih kurilnih napravah pridobimo s kondenzacijo vodne pare v dimnih plinih tudi del toplote, ki bi sicer neizkoriščena uhajala skozi dimnik v okolico. Kondenzacijski kotel je torej popolnoma podoben klasičnemu, ki ima na izhodu v dimnik prigraden dodaten toplotni izmenjevalnik.

Kondenzacijskega kotla ne smemo priključiti na obstoječi klasični dimnik. Kondenzat vsebuje agresivne kisline, ki so lahko škodljive za material dimne tuljave in okolje. Osnovna zahteva za

materiale dimnih tuljav je korozijska oziroma kislinska odpornost.

Pri kurilnih napravah manjših moči, kakršne se vgrajujejo na primer v enodružinskih hišah, lahko kondenzat odvajamo neposredno v kanalizacijo. Pri napravah, večjih od 350 kW, pa je treba dodati napravo za nevtralizacijo kondenzata.

Smiselno je tudi razmislek o vgradnji plinskega kondenzacijskega kotla namesto zastarelega ali iztrošenega kotla na kurilno olje. Seveda je treba pred tem preveriti razpoložljivost, zmožljivosti in možnosti infrastrukture za oskrbo (plinovod ali lastni plinohram za utekočinjeni nafti plin) ter morebitne predpisane energente v lokalnem energetskega konceptu.

Okolju še prijaznejša odločitev je prehod na obnovljive vire ogrevanja, kar je prikazano v naslednjem poglavju.



20.1 OGREVANJE



20.1.7 TOPLOTNA ZAŠČITA RAZVODA V NEKONDITIONIRANIH PROSTORIH



Cevni razvod ogrevalne vode, ki poteka od vira ogrevanja do ogreval v posameznih prostorih, mora biti čim krajši, da so toplotne izgube čim manjše. Cevovodi, ki potekajo po neogrevanih prostorih, morajo biti toplotno izolirani.

Izolacijski material mora imeti te lastnosti:

- nizko toplotno prevodnost;
- odpornost proti vlagi, da se prepreči korozija cevi;
- požarno odpornost.



20.1.8 PRIKLOP NA DALJINSKO OGREVANJE



V kraju, kjer je za ogrevanje vzpostavljen daljinski sistem za ogrevanje, je nujen priklop na tak sistem. Toploto po cevnem omrežju prenašamo od večjega vira k porabnikom. Sistem daljinskega ogrevanja je okoljsko najsprejemljivejši način ogrevanja.

Glavne prednosti sistema za daljinsko ogrevanje:

- nižji stroški oskrbe z energijo: stroški ogrevanja so določeni s tarifnim sistemom in potrjeni s koncesijsko pogodbo;

- ob priklopu na daljinsko ogrevanje bodočim odjemalcem toplote ni treba vlagati sredstev v obnovo zastarelih ogrevalnih naprav in toplotnega omrežja;
- priključitev na sistem za daljinsko ogrevanje je za uporabnike preprosta;
- prevzem toplote je zagotovljen na pragu stavbe in merjen z merilnikom toplote, vgrajenem na toplotni postaji;
- toplotna postaja zagotavlja odjemalcu neodvisnost od drugih porabnikov in možnost prilagajanja lastnim zahtevam oziroma toplotnim potrebam stavbe.



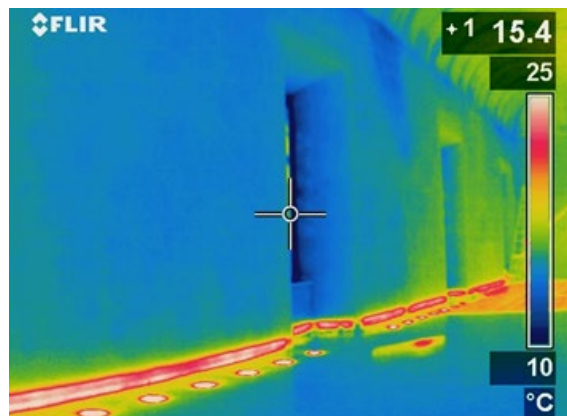
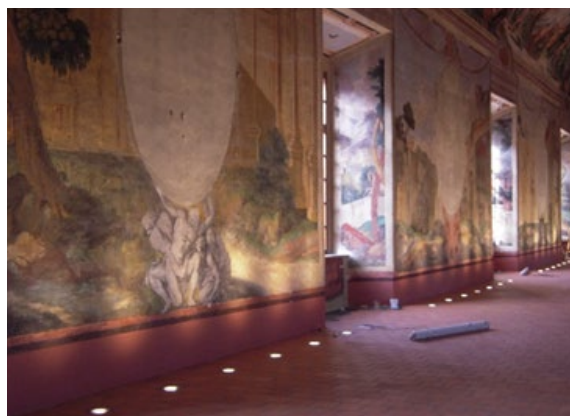
20.1.9 TEMPERIRANJE



Temperiranje notranjih površin oboda stavbe je alternativa konvencionalnim načinom ogrevanja v stavbah in preprečuje poškodbe zaradi vlage, predvsem pri sanaciji stavb.

V podnožju zunanjih sten in v višini oken namestimo pod omet in v tla cevi, ki jih ogrevamo s toplo vodo ali električnimi ogrevalnimi kablji. Z minimalnimi stroški dosežemo, da stene ogrevamo in obenem sušimo, s čimer preprečujemo morebitno nastajanje ali zastajanje vlage v konstrukciji.

Tako odpravimo vlago v stavbi in prostore enakomerno ogrevamo. Toplota v stavbi je enakomerno porazdeljena, zato je tako ogrevanje primerno predvsem za sakralne stavbe. Ob neprekinjenem temperiranju se celotna konstrukcija stavbe ne podhladi, obodne stene pa so toliko ogrete, da vlaga na njihovih notranjih površinah ne kondenzira. Za udobje uporabnikov je pomembno tudi, da temperaturna asimetrija zraka in obodnih ploskev ni prevelika. Za temperiranje je kot vir ogrevanja priporočljiva uporaba toplotne črpalke, saj ima najboljše izkoristke pri ogrevanju medija na nizke temperature (med 25 in 35 °C).



(89) Termografski posnetek temperiranega prostora Viteške dvorane v Posavskem muzeju Brežice.

20.1.10 SEVALNI (INFRARDEČI) GREJNI PANELI

Toplotno valovanje pri infrardečem ogrevanju ne segreva zraka, ampak predmete in konstrukcije v prostoru, ki absorbirajo to toploto. Posredno se zaradi toplejše površine ogreje tudi zrak, vendar brez dvigovanja prahu in izsuševanja zraka. S toplotnim valovanjem se lahko temperature vseh predmetov v prostoru sčasoma izenačijo.

Pri večjih zaprtih stavbah in povsod tam, kjer so višji stropi, se uporabljajo sevalni paneli za področno (consko) ogrevanje, ki jih vgradimo na priporočljivo višino od 2,5 do 3,8 m, odvisno od moči sevalnega panela. Tako ne ogrevamo celotne stavbe, temveč le izbrana območja (cone), na katerih se zadržujejo ljudje ali so postavljeni predmeti, ki jih želimo ogreti. Sevalni paneli so primerni tudi za področno (consko) ogrevanje v

cerkvah, muzejih in podobnih prostorih oziroma stavbah.

Sevalni panel nima možnosti regulacije temperature, zato ga je treba priključiti na sobni termostat, ki je lahko analogen ali digitalen. Termostat izmenično vklaplja in izklaplja sevalni panel in tako vzdržuje želeno temperaturo zraka v prostoru. Na en termostat lahko priključimo en sevalni panel ali več teh. Če ima vsak prostor svoj digitalni termostat, lahko glede na načrtovane potrebe ali urnik uporabe s časovnikom nastavimo želeno temperaturo v različnih obdobjih. Sevalni paneli ne smejo biti priključeni neposredno v vtičnico, ampak prek termostata. Ogrevanje s sevalnimi paneli je še posebej primerno za stavbe in prostore, ki se ogrevajo le občasno.



143

20.2 Prezračevanje

20.2.1 KONTROLIRANO MEHANSKO PREZRAČEVANJE Z VRAČANJEM TOPLOTE

Kontrolirano mehansko prezračevanje z vračanjem toplote (rekuperacija) bistveno zmanjša prezračevalne toplotne izgube in pomaga vzdrževati visoko raven bivalnega ugodja. Izmenjevalnik toplote odvzame toploto odpadnemu oziroma iztočnemu zraku in jo odda svežemu, ki vstopa v prostor. Tako se lahko občutno zmanjšajo potrebe po ogrevanju stavbe. Pri hlajenju je učinek toplotnega izmenjevalnika nekoliko manjši.

Mogoča je izvedba rekuperacije toplote s centralno napravo ali večjim številom lokalnih naprav.

Dovod in odvod zraka sta speljana s preboji skozi stavbni ovoj. Pri lokalnih sistemih so ti preboji večinoma na fasadi ali v zunanjem območju okenske špalete, obstajajo pa tudi sistemi, vgrajeni v konstrukcijo okenskega okvira.

Prisilno prezračevanje zagotavlja stalno izmenjavo zraka v prostorih, kar izboljša kakovost notranjega zraka in zmanjša njegovo obremenitev z vlago oziroma vodno paro ter tako zmanjša tveganje za površinsko kondenzacijo vodne pare in razvoj plesni. Kot je bilo že opozorjeno v prejšnjih poglavjih, na učinkovitost prezračevanja pomembno vplivata geometrija prostorov ter razporeditev opreme in pohištva v njih.

20.2.2 HIGROSENZIBILNO PREZRAČEVANJE

Tudi higrosenzibilno prezračevanje lahko opišemo kot kontrolirano prisilno prezračevanje. Čeprav ne vključuje rekuperacije in zato ni tako energijsko učinkovito kot zgoraj opisani sistem, ga lahko štejemo med ukrepe, o katerih velja razmisliti pri projektiranju energetske prenove. Sistem je namenjen predvsem vzdrževanju primerne relativne vlažnosti zraka v prostorih, za kar poskrbijo

trakovi higrosenzibilnih materialov, ki se odzivajo na povišano vsebnost vlage v zraku in ustrezno odpirajo rozete za dotok svežega zraka, v katere so vgrajeni.

Vlažen zrak se iz prostorov odvaja skozi namenske reže v vratih prostorov do ventilacijskih jaškov v kuhinji ali kopalnici in naprej v zunanost. Sistemi so lahko lokalni ali centralni. Uporabni so za nadzor in uravnavanje kakovosti zraka v prostorih ter

20.2 PREZRAČEVANJE

tudi za hitrejše izločanje vgrajene vlage ob večjih prenovitvenih posegih (na primer izdelava novih ometov ali estrihov, slikopleskarske obdelave).

Tudi njihova dejanska učinkovitost je odvisna od geometrije prostorov in razporeditve opreme in pohištva v njih.



20.2.3 CENTRALNI SISTEM ZA KONTROLIRANO MEHANSKO PREZRAČEVANJE Z VRAČANJEM TOPLOTE

Pri centralnem sistemu se večinoma uporablja ena centralna enota z izmenjevalnikom toplote in ventilatorji za odvod in dovod zraka. Smiselno je, da sistem deluje brez prekinitev. Pri namestitvi centralne enote moramo upoštevati njeno težo in velikost, predvsem pa razporeditev odvodnih in dovodnih prezračevalnih kanalov. Centralna enota naj bo postavljena čim bližje toplotnemu ovojju stavbe, tako da bosta odvodni in dovodni kanal proti zunanosti čim krajša. Hladne kanale moramo dobro toplotno zaščititi, da preprečimo toplotne izgube in nastanek kondenzata v njih.

Prednosti:

- Občutno se zmanjša število odprtín v zunanjih stenah. Če sta odvod in dovod zraka speljana skozi streho ali talno konstrukcijo, posegi v zunanjo steno niso potrebni.
- Vzdrževanje takega sistema (popravila, menjava filtrov) je večinoma preproostnejše.
- Vpliv na uporabnost prostorov je zanemarljiv, saj je centralna enota v večini primerov v ločenem prostoru.
- S sistemom lahko prostore nekoliko ogrevamo ali hladimo, kar pa je odvisno predvsem od njihovih toplotnih lastnosti.

Slabosti:

- Pogosto višji stroški načrtovanja in izvedbe pri stavbah kulturne dediščine, pri katerih je težko uporabiti tipske rešitve.
- Težje je najti primerna, dovolj skrita oziroma za varovane prvine nemoteča mesta za centralno enoto in razvode prezračevalnih kanalov.
- Če prezračevalni kanali potekajo skozi meje požarnih sektorjev, so nujni dodatni ukrepi za varstvo pred požarom.

20.2.4 RAZMISLEK OB NAČRTOVANJU IZVEDBE UKREPA KONTROLIRANEGA MEHANSKEGA PREZRAČEVANJA

Starejše stavbe so bile in so še vedno večinoma naravno prezračevane z odpiranjem oken. Preden se odločimo za vgradnjo mehanskega prezračevanja, moramo preveriti, kaj to pomeni z gradbenofizikalnega vidika in kakšen vpliv ima poseg na varovane elemente. Načrtovanje prezračevanja oziroma izbira posameznega načina ali sistema mora biti sestavni del projekta energetske prenove po predhodnih konservatorskih navodilih in usmeritvah.

Temeljita dokumentacija obstoječega stanja (zgodovina stavbe, načrti, posnetek stanja, predhodne preiskave, anketiranje uporabnikov itd.) stavbe kulturne dediščine je osnova za načrtovanje ukrepa in odločitev o vgradnji prezračevalnega sistema. Namembnost in prihodnja raba stavbe sta poleg podrobnosti varstvenega režima pri tem najpomembnejši merili. Upoštevati je treba na

primer predvidene dejavnosti in urnik uporabe prostorov, število uporabnikov, geometrijo in opremo ogrevanih in neogrevanih con, notranje vire vlage in onesnaževal, kakovost zraka in prevladujoče vetrovne razmere v neposredni bližini stavbe.

Na izbiro in dimenzioniranje prezračevalnega sistema vplivajo predvsem uporabniki stavbe in njihove dnevne dejavnosti. Določitev potrebnega pretoka in izmenjave zraka v prostorih in med njimi pa je večinoma odvisna od namembnosti stavbe. V stavbah kulturne dediščine, kjer so razstavljeni eksponati, moramo morda zadositi posebnim zahtevam zagotavljanja ustreznega mikroklima in omejevanja nihanja vlage zraka v prostoru. Včasih se take zahteve in zahteve za bivalno ugodje uporabnikov celo izključujejo.

Če ni gradbenotehničnih in kulturnovarstvenih omejitev, je lahko odločitev za vgradnjo centralnega prezračevanja primernejša, saj lahko sistem

vključuje na primer kondicioniranje in dodatno filtriranje zraka ter dušenje hrupa.

V neogrevanih stavbah z manjšimi viri vlage ali brez njih je naravno prezračevanje z nenadzorovano izmenjavo zraka (t. i. infiltracija) stroškovno najučinkovitejši ukrep v zimskem času. V stavbah z daljšim faznim zamikom prehoda toplote lahko dotok z vlago obremenjenega zunanega zraka povzroči nastanek površinske kondenzacije predvsem v prehodnih obdobjih, praviloma spomladi. To je posledica kombinacije hladnih obodnih površin na notranji strani konstrukcije in toplejšega, vlažnega zunanega zraka, ki vstopi v

hladne prostore. V takem primeru bo mehansko prezračevanje omejilo vsebnost vlage v notranjem zraku, še posebej spomladi in zgodaj poleti.

Pred vgradnjo prezračevalnega sistema je priporočljivo opraviti test zrakotesnosti, da se po potrebi zatesnijo netesna mesta, ki bi poslabšala učinkovitost njegovega delovanja. Test zrakotesnosti je koristen tudi po vgradnji sistema, da se preveri kakovost izvedbe morebitnih prebojev oziroma gradbenih reg.

20.2.5 PREZRAČEVANJE Z LOKALNIMI NAPRAVAMI

Pri decentraliziranem prezračevalnem sistemu se uporablja večje število manjših enot z vgrajenimi prenosniki toplote, ki so razporejene po posameznih območjih ali prostorih v stavbi. Stopnja rekuperacije je primerljiva s centralnimi enotami.

Prednosti:

- Vgradnja je hitra in razmeroma preprosta.
- Če enote namestimo ob toplotni ovoj stavbe, vgradnja prezračevalnih kanalov ni potrebna.
- Sistem ne potrebuje velike centralne enote, zato ni potrebno iskanje primerne prostora zanj.

- Razvodi prezračevalnih kanalov skozi prostore in stavbo niso potrebni.
- Lokalne enote lahko po potrebi postavimo samo v bolj zasedene ali z vlago obremenjene prostore.
- Stroški načrtovanja in vgradnje so nižji, saj gre praviloma za tipske rešitve.
- Boljši nadzor nad posameznimi enotami, saj jih uporabniki lahko upravljajo neposredno.

Slabosti:

- Odvod in dovod zraka sta praviloma speljana skozi zunanjo steno, kar vpliva na zunanji videz stavbe.
- Če je enota nepreverjene kakovosti oziroma lastnosti postavljena v bivalni prostor, lahko med delovanjem povzroča moteč hrup.



145

20.3 Hlajenje in klimatizacija

Tehnična smernica TSG-1-004:2022 navaja, da se primerna zasnova hlajenja in klimatizacije stavbe najprej zagotavlja z ustreznimi arhitekturnimi rešitvami. Številne starejše stavbe so bile tako tudi načrtovane in grajene, pri čemer so bile v okviru možnosti upoštevane obstoječe stavbe in podnebne oziroma vremenske razmere na lokaciji, neposredna okolica stavb pa je bila urejena tako, da je na primer vegetacija omogočala primerno prevetrenost ter zasenčenje poleti in osončenje pozimi. Tudi notranja organizacija prostorov, velikost in način senčenja oken, razporeditev komunikacij in odprtih za učinkovito prezračevanje so bili elementi načrtovanja, ki so lahko na

t. i. pasivni način pripomogli k ugodnejšim bivalnim razmeram v toplejših obdobjih leta.

Zaradi podnebnih sprememb in vse pogostejših ekstremnih vremenskih dogodkov, ki jih opisuje posebno poglavje teh smernic, vse zgoraj naštetu marsikdaj ne zadošča več. Nevarovane stavbe lahko z gradbenimi in arhitekturnimi posegi ter z dodajanjem tehničnih stavbnih sistemov temeljito spremenimo in pripravimo na tovrstne izzive. Pri stavbah kulturne dediščine tako ravnanje ni mogoče.



20.3 HLAJENJE IN KLIMATIZACIJA

Opisane spremembe ne prizadenejo le uporabnikov teh stavb, ampak tudi predmete in opremo v njih. Še posebej je to lahko neugodno v galerijah, muzejih, dvorcih, gradovih in podobnih stavbah. V okviru možnosti je zato treba poiskati tehnične rešitve, s katerimi se ponovno vzpostavijo ciljni parametri notranjega toplotnega ugodja tudi v poletnem času. Res je, da se s tem praviloma poveča raba energije za delovanje stavbe, vendar se hkrati ohrani ali izboljša njena dolgoročna uporabnost.

Pri energetske prenovi stavbe je zato treba preveriti tudi potrebe stavbe in njenih uporabnikov v toplem delu leta, ne le v času ogrevalne sezone. Tudi pri tem velja načelo, da izberemo najučinkovitejše

rešitve, ki imajo hkrati najmanjši vpliv na varovane vrednote. Pri marsičem se srečamo s podobnimi vprašanji, na primer pri načrtovanju vgradnje sistema za prezračevanje ali zamenjave ali posodobitve ogrevalnega sistema: lokalni ali centralni sistem, položaj fasadnih prebojev in zunanjih enot sistemov, potek notranjih razvodnih kanalov in drugih novih napeljav, namembnost oziroma obremenitev posameznih prostorov, toplotno coniranje stavbe in ciljne vrednosti notranjih temperatur. Razlika je le v tem, da ne iščemo ravnotežja med izboljšanjem parametrov energijske učinkovitosti in ohranjanjem varovanih vrednot, ampak energijsko učinkovitost v strogem pomenu tega pojma zamenja visoka raven toplotnega ugodja v stavbi v toplem delu leta.

20.4 Centralni nadzorni sistem za upravljanje stavb



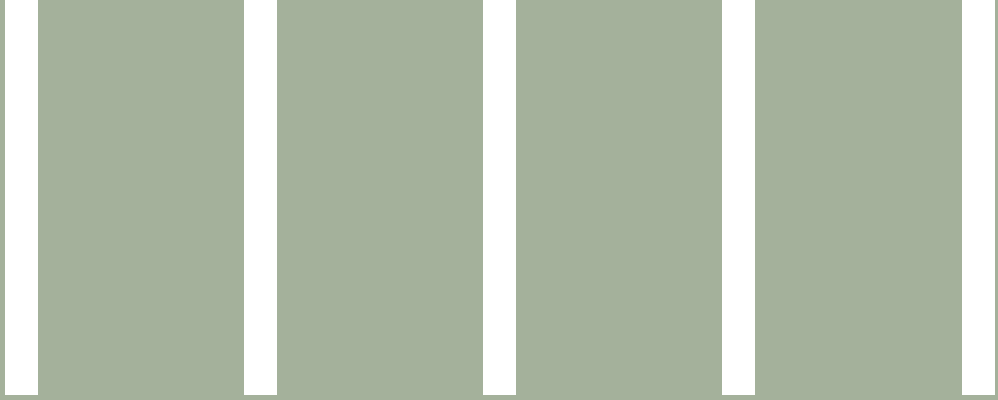
Energetska prenova stavbe se ne konča z zadnjimi izvedenimi gradbenimi deli. Ali bodo doseženi načrtovani učinki prenove, je odvisno od novega režima uporabe stavbe in upravljanja njenih tehničnih sistemov. V prenovi je zato smiselno vključiti vgradnjo elementov za upravljanje ter nadzorovanje rabe energije in parametrov bivalnega okolja. V stavbah z večjim številom kompleksnih tehničnih sistemov je priporočljivo razmisliti o centralnem nadzornem sistemu (CNS).

CNS za upravljanje stavb je sestavljen iz programske opreme, ki na podlagi opazovanih oziroma izmerjenih parametrov v stavbi nadzira ter vodi delovanje tehničnih stavbnih sistemov in posameznih komponent, in regulatorjev oziroma senzorjev, ki zaznavajo spremembe opazovanih parametrov. Sistem tako na podlagi uporabniških nastavitev uravnava temperaturo, prezračevanje, senčenje, hlajenje, osvetlitev in druge parametre v prostoru.

Sistem poenostavi upravljanje stavbe in optimizira delovanje tehničnih stavbnih sistemov, kar lahko znatno prispeva tudi k povečanju energetske učinkovitosti stavbe. Povprečni prihranki energije pri uporabi takega sistema so ocenjeni na od 5 do 10 %. Centralna enota krmili in upravlja nastavitve sistema ter omogoča prilagajanje uporabnikom oziroma ciljnim potrebam posameznih prostorov, kar je zlasti primerno in koristno v stavbah, kot so muzeji ali galerije.



(90) Zaslon upravljalnika centralnega nadzornega sistema.

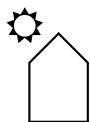


21

147

**Ukrepi za povečanje rabe
obnovljivih virov energije**

21.1

Izkoriščanje toplote iz okolice
– toplotne črpalke

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:

Stavba: stavbna dediščina
 Stavba: na območju naselbinske dediščine
 Stavba: na območju arheološkega najdišča
 Stavba: na območju kulturne krajine

ZAHTEVA

DA
 DA
 DA (samo za posege v zemeljske plasti)
 NE

Toplotna črpalka (TČ) jemlje toploto iz okolice, jo z električno energijo dvigne na višjo temperaturno raven in odda v ogrevalni sistem. Po načinu delovanja je podobna klimatski napravi. Najpomembnejši podatek je grelno število. Z njim opišemo razmerje med pridobljeno toploto in elektriko, ki jo TČ v izbranem trenutku porabi za delovanje kompresorja in obtočnih črpalk. Grelno število starejših TČ je bilo približno 3, sodobne dosegajo že opazno višje vrednosti, okrog 5 in več. Učinkovitosti se razlikujejo glede na tip TČ, zunanjo temperaturo v času obratovanja in tudi zasnovo celotnega sistema.

Koristen in še celovitejši podatek je tudi letno grelno število, ki prikazuje celoletno učinkovitost TČ ter izraža nihanja zunanje temperature in vpliv drugih pogojev delovanja črpalke. Letno grelno število je tako zelo odvisno od geografske oziroma podnebne lokacije TČ, njene regulacije ter regulacije in značilnosti celotnega ogrevalnega sistema. V popolnih razmerah lahko vrednosti dosežejo 8 ali več.

TČ delimo glede na vir energije oziroma toplote, ki ga potrebujejo za svoje delovanje, na:

- TČ voda/voda, ki izkorišča toploto podtalne vode;
- TČ zemlja/voda, ki izkorišča toploto zemljine;
- TČ zrak/voda, ki izkorišča toploto zunanjega zraka.

Najvišje grelno število imajo TČ tipa voda/voda, nekoliko nižje pa tipa zemlja/voda. Najnižje grelno število imajo TČ tipa zrak/voda, ker se temperatura zraka skozi leto zelo spreminja in lahko pozimi pade tudi krepko pod ledišče.

TČ lahko uporabimo za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode, TČ tipa voda/voda in zemlja/voda pa tudi za hlajenje, če je vgrajeno stensko ali talno ogrevanje. TČ tipa zrak/voda so običajno dovolj primerne za pripravo tople sanitarne vode, za ogrevanje pa le v primeru energijsko zelo učinkovitih stavb ali stavb na lokacijah z milim podnebjem.

Bistvene prednosti TČ so:

- visoka energetska učinkovitost v primerjavi z drugimi sistemi za ogrevanje;
- nižji obratovalni stroški (vendar je to odvisno od razmerja med ceno elektrike in cenami drugih energentov);
- relativno visoka zanesljivost oskrbe;
- zalogovniki za gorivo in dimniki niso potrebni;
- vzdrževanje je preprosto;
- sistem je okolju prijazen, posebej pri rabi zelene elektrike iz obnovljivih virov.

Projektant strojnih inštalacij mora preveriti skladnost, zmogljivost in učinkovitost obstoječega ogrevalnega sistema glede na ciljne energijske kazalnike po prenovi. Upoštevati mora tudi stroškovne vidike in preveriti smotrnost morebitne vgradnje TČ. Pri tem je treba upoštevati še nekatere značilnosti TČ, ki pomembno vplivajo na konservatorsko presojo in končno odločitev.

To sta predvsem možnost dovolj neopazne namestitve zunanje enote v okolici stavbe, kar je odvisno tudi od tipa TČ, in morebiten poseg v zemeljske plasti v okolici stavbe:

- TČ voda/voda potrebuje za svoje delovanje dve vrtini, sesalno in povratno.
- TČ zemlja/voda potrebuje za svoje delovanje ali globoko vrtino, t. i. geosondo, za katero je treba pridobiti rudarsko dovoljenje in ki omogoča izkoriščanje toplote kamnin v nizkih zemeljskih plasteh, ali pa obsežnejši in plitvejši izkop za postavitev t. i. zemeljskega kolektorja.

21.2 Ogrevanje z biomaso

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:

Stavba: stavbna dediščina
Stavba: na območju naselbinske dediščine
Stavba: na območju arheološkega najdišča
Stavba: na območju kulturne krajine

ZAHTEVA

DA
DA
NE
NE



Lesna biomasa je obnovljivi vir energije. Les je v Sloveniji opredeljen kot strateška surovina, ki zmanjšuje energetske odvisnosti, dviguje stopnjo lokalne energetske samooskrbe in prispeva k trajnostnemu razvoju celotne skupnosti. Pri nas je še vedno najpogostejši energent za ogrevanje, vendar ima zaradi uporabe zastarelih naprav izkoristek v povprečju nižji od 60 %.

V Sloveniji med lesnimi gorivi prevladujejo drva, sledijo sekanci, peleti in briketi. Glede na vrste lesnega goriva se razlikujejo tudi vrste kotlov. Največja težava kotlov je prilagajanje njihove moči, kadar se spreminjajo potrebe za ogrevanje stavbe. Vmesni hranilnik toplote pomaga pri izravnavanju obremenitev kotla, izboljšuje kakovost gorenja lesa ter pripomore k gospodarnosti in okolju prijaznejši izrabi energije.

Vsaka ogrevalna naprava mora biti dimenzionirana za najhladnejši del leta, vendar se polna moč kotla uporablja le redko. V večjem delu ogrevalne sezone je povprečni odvzem toplote manj kot 50 % nazivne moči naprave. Hranilnik sprejema presežke toplote in jih nato po potrebi oddaja v ogrevalno mrežo, ne da bi pri tem znova zaganjali kotel.

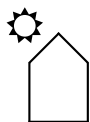
Zgorevanja trdnih kuriv v peči ni mogoče prekiniti kot na primer zgorevanja olja ali plina. Pri pečeh s kakovostno uravnavno tehniko je mogoče doseči dobro zgorevanje že pri 30-odstotni obremenitvi. Pri nižanju obremenitve pod to vrednost se pojavijo motnje v zgorevanju, izkoristek se močno zniža, nepopolno zgoreli lesni plini pa močno onesnažujejo okolje. Z navezavo peči na hranilnik toplote lahko gorenje poteka pri višji obremenitvi, shranjena presežna toplota pa se porabi takrat, ko ogenj v kotlu ugasne.

Tudi pri sodobnih kotlih na polena z visokim izkoristkom in nizkimi emisijami je priporočljivo uporabiti hranilnik toplote. Predpogoji so zadostno velik polnilni prostor (zalogovnik), suh les in hranilnik toplote z ustrežno prostornino (najmanj 50 litrov/kW moči kotla). Če kotel na polena kombiniramo s sprejemniki sončne energije, lahko poleti udobno in ugodno pripravljamo toplo sanitarno vodo. Če je sistem sprejemnikov sončne energije ustrezno dimenzioniran, ga lahko uporabimo tudi za ogrevanje prostorov.

Podobno kot pri toplotnih črpalkah mora projektant strojnih inštalacij preveriti skladnost, zmožljivost in učinkovitost obstoječega ogrevalnega sistema glede na ciljne energijske kazalnike po prenovi. Upoštevati mora tudi stroškovne vidike in preveriti smotrnost morebitne nadgradnje ali menjave obstoječega kotla. Na konservatorsko presojo in končno odločitev pomembno vpliva morebitna potrebna namestitve novega ali prestavitve obstoječega zalogovnika ali hranilnika.

21.3

Namestitev sprejemnikov sončne energije

**PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:**

Stavba: stavbna dediščina
 Stavba: na območju naselbinske dediščine
 Stavba: na območju arheološkega najdišča
 Stavba: na območju kulturne krajine

ZAHTEVA

DA
 DA
 DA (samo za posege v zemeljske plasti)
 DA (samo za samostojne prostostoječe sisteme)

Sprejemniki sončne energije, priljubljeno imenovani sončni kolektorji, pretvarjajo energijo sončnega sevanja v uporabno toploto. Najpogosteje se uporabljajo za pripravo tople sanitarne vode, večji sistemi pa tudi kot podpora osnovnemu ogrevanju stavbe ali celo kot samostojni sistem za ogrevanje v energijsko najučinkovitejših stavbah.

Segrevanje vode s sprejemniki sončne energije pomeni neposredno izkoriščanje energije sončnega sevanja in je najbolj razširjena tehnologija za pripravo tople vode iz obnovljivih virov energije. Sprejemnik zbira sončno energijo in z njo greje v ceveh vodo z dodanim sredstvom proti zmrzovanju. Ogreto vodo poganja črpalka in jo vodi do prenosnikov toplote, kjer se njena toplota odda vodi v hranilniku toplote. Toplo vodo iz hranilnika uporabljamo za umivanje, pranje in druge potrebe. Regulacija z diferencialnim termostatom vklopi črpalko, kadar je temperatura vode v sprejemniku sončne energije višja kot v hranilniku, in jo spet izklopi, kadar je temperaturna razlika premajhna. Drugi elementi v sistemu skrbijo predvsem za varno delovanje prenosa toplote.

Osnovna tipa sprejemnikov sončne energije sta:

- ploščati,
- vakuumski.

Sodobni sprejemniki sončne energije obeh tipov imajo visok izkoristek, posebej pri različicah s spektralno selektivnimi nanosi. Ploščati sprejemniki imajo cevi speljane v obliki meandrov, so cenovno ugodnejši od vakuumskih ter nekoliko odpornejši proti atmosferskim in mehanskim vplivom. Vakuumski imajo izvrstne toplotnoizolacijske lastnosti in so zato nekoliko primernejši za vključitev v konvencionalni ogrevalni sistem stavbe.

Glavni sestavni elementi tega sistema so sprejemniki z absorberji, ki sprejemajo sončno energijo, medij, ki prenaša toploto, hranilnik toplote, v katerem se hrani topla voda, raztezna posoda, črpalka, elementi regulacije in razvodni elementi.

Za namestitev takega sistema na obstoječo stavbo so večinoma potrebni posegi v konstrukcije oziroma skozi te in ureditev prostorov za postavitve posameznih elementov, kar mora biti podrobno obdelano v posebnem projektu.

Glavni pomislek pri stavbah kulturne dediščine je vidnost elementov sistema, navadno postavljenega na primerno osončene strešne ploskve. S tem posežemo v gabarite strehe ter bistveno spremenimo videz strehe in stavbe v celoti, podobno kot velja za FN-naprave. Ob presoji možnosti namestitve obeh sistemov, sprejemnikov sončne energije in FN-naprav, je treba upoštevati posebne smernice in priporočila, kot je navedeno v naslednjem poglavju.

21.4 Namestitev fotonapetostnih naprav

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:

Stavba: stavbna dediščina
 Stavba: na območju naselbinske dediščine
 Stavba: na območju arheološkega najdišča
 Stavba: na območju kulturne krajine

ZAHTEVA

DA
 DA
 DA (samo za posege v zemeljske plasti)
 DA (samo za samostojne prostostoječe sisteme)



Eden od ukrepov izrabe energije sonca je pridobivanje električne energije s FN-napravami oziroma moduli, sestavljenimi iz serijsko vezanih sončnih celic, ki pretvarjajo sončno sevanje neposredno v enosmerni električni tok. Večji sistemi so lahko povezani tudi z električnim omrežjem, kamor lahko oddajamo višek električne energije.

Sevalna primarna energija sonca se na sončnih celicah pretvarja v sekundarno visokokakovostno električno energijo. Preobrazba je neposredna, brez vmesne pretvorbe v toplotno ali mehansko energijo. Zaradi delovanja sončnih žarkov na kristalno mrežo modula se sprosti električni naboj. Svetlobni kvanti – fotoni – pri sevanju zadevajo čelno ploščo polprevodnika in se pri tem absorbirajo. Sprostijo se elektronski pari, ki ostanejo zaradi notranjega električnega polja ločeni in tako ustvarjajo električno napetost.

Število uporabljenih fotonapetostnih modulov je odvisno od energetskega zahtev uporabnika oziroma stavbe in razpoložljive sončne energije na lokaciji. Akumulator shranjuje energijo, ki jo proizvedejo moduli, za takrat, ko sončno sevanje ne zadošča za delovanje sistema. Porabniki so električne naprave, ki delujejo v solarnem sistemu in se uporabljajo v povezavi z razsmernikom, ki pretvarja enosmerno napetost akumulatorja v izmenično. Z njegovo pomočjo lahko uporabljamo običajne električne naprave, ki delujejo na omrežno napetost.

Opozorilo:

Za namestitev FN-naprav veljajo stroge zahteve za doseganje bistvenih zahtev za objekte, zlasti za mehansko odpornost in stabilnost ter električno in požarno varnost. Podrobnejši opisi in napotki so zapisani tudi v dokumentu Priporočila za namestitev fotonapetostnih naprav na območjih stavbne in naselbinske dediščine.

Povzetek temeljnih priporočil za mehansko odpornost in stabilnost:

- že med načrtovanjem postavitve FN-naprave je treba vključiti pooblaščenega inženirja gradbene stroke oziroma statika, ki naj presodi vpliv nove naprave na mehansko odpornost in stabilnost stavbe in morebitna tveganja zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov (neurje, vetrolom, toča);
- proučiti je treba nosilni sistem strehe in po potrebi tudi druge nosilne elemente stavbe in navesti rešitve za morebitne utrditvene ukrepe na konstrukcijah;
- pri lesenih ostrešjih je priporočljivo sidranje kapnih leg in dodatnih lesnih zvez v vozliščih in zavetrovanje ostrešja;
- nujno je zamenjati vse poškodovane in dotrajane elemente lesenega ostrešja, očistiti vse lesene dele ostrešja ter zaščititi s premazi proti insektom in lesni gobi;
- pri ravni strehi je treba upoštevati dodatne obremenitve zaradi nosilne konstrukcije FN naprave in drugih elementov ter nasutja s prodcem za doseganje požarne odpornosti;
- ostrešje je treba po možnosti povezati z nosilnimi zidovi in stropno konstrukcijo za doseganje večje odpornosti v primeru ekstremnih vremenskih dogodkov in potresa;
- za zagotovitev polne funkcionalnosti strehe je treba poleg nosilnih konstrukcij pregledati in po potrebi popraviti ali zamenjati tudi druge sloje v sestavi strehe glede na njen tip (kritina, sekundarna kritina, hidroizolacija, toplotna zaščita ipd.).

Povzetek temeljnih priporočil za električno in požarno varnost:

- električna in požarna varnost sta neposredno povezani. FN-naprave je treba vzdrževati in pregledovati v skladu z navodili;
- električna varnost FN-naprave se doseže s kakovostnim načrtovanjem, postavitvijo in priklopom FN-naprave v omrežje;
- ključna tveganja in varnostni ukrepi, ki jih je treba upoštevati, so zaščita pred električnim udarom, podnapetostnimi ali prenapetostnimi stanji, eksplozivnimi atmosferami, čezmernim segrevanjem inštalacijskih elementov in naprav, električnimi kratkimi stiki in preskoki, udarom strele in nastankom oblaka;
- izbrane komponente morajo biti med seboj združljive ter imeti ustrezna potrdila oziroma certifikate in oznake CE;
- namestitvev FN-naprave ne sme povečati tveganja za izbruh in širjenje požara niti poslabšati pogojev gašenja ali ogroziti varnega umika ljudi;
- pri presoji je treba upoštevati celotno sestavo strehe in analizirati njene gorljive komponente (na primer toplotna izolacija, leseni elementi in membrane), ne le FN module, inštalacijske razvoje in druge sestavne dele FN-naprave;
- zagotoviti je treba odpornost strešne kritine proti zunanemu požaru;
- pri vgradnji FN-modulov, integriranih v strešno ravnino, se poveča verjetnost razvoja požara v notranjosti objekta, zato so potrebni dodatni varnostni ukrepi;
- načrtovati je treba vgradnjo detektorjev in javljalnikov požara;
- izdelan mora biti požarni načrt, ki vsebuje pogoje in način gašenja z vzpostavljenimi intervencijskimi potmi in površinami za gasilska in druga vozila.

Podobno kot pri sprejemnikih sončne energije so za namestitvev FN-naprav na stavbo večinoma potrebni posegi v konstrukcije oziroma skozi te in ureditev prostorov za postavitev posameznih elementov, kar mora biti podrobno obdelano v posebnem projektu.

Glavni pomislek pri stavbah kulturne dediščine je **vidnost elementov sistema**, navadno postavljene na ali v primerno osončene strešne ploskve ali v neposredni okolici stavbe. Predvsem v primeru namestitve FN-naprave na strešno ploskev posežemo v gabarite strehe ter bistveno spremenimo videz strehe in stavbe v celoti.

Pri presoji možnosti namestitve FN-modulov in izbire njihove vrste (na strešni ploskvi, v ravnini strešne ploskve, v obliki plošče ali strešnika, ob stavbi) je zato treba **upoštevati tudi te dokumente:**

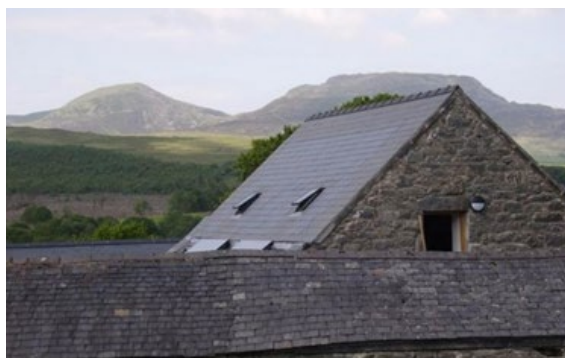
- **Uredba o podrobnejših pravilih urejanja prostora za umeščanje fotonapetostnih naprav in sprejemnikov sončne energije** (2024) in pripadajoče **Priporočilo** (Červek idr., 2025),
- **Smernice za umeščanje sistemov obnovljivih virov energije na stavbe in območja kulturne dediščine Slovenije** (Adamič idr., 2023),
- **Priporočila za namestitvev fotonapetostnih naprav na območjih stavbne in naselbinske dediščine** (Gantar idr., 2025).

Osnovna načela za nameščanje FN-naprav s kulturnovarstvenega vidika:

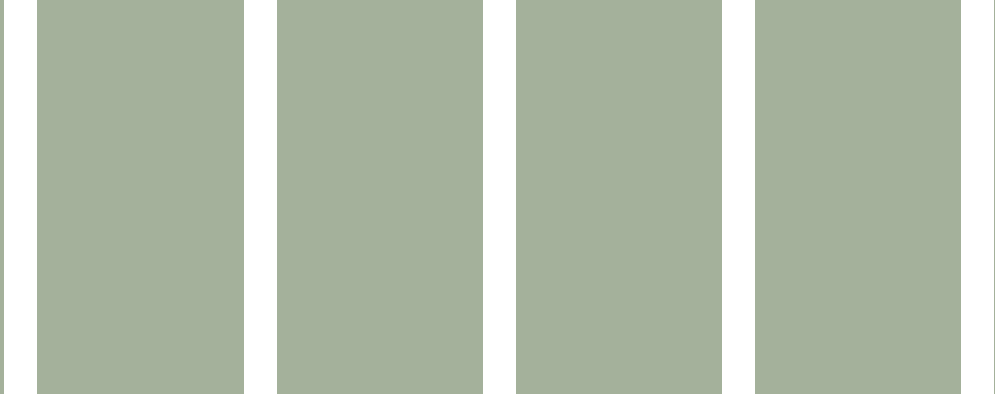
- Če je namestitev FN-naprave dovoljena, naj se vsi elementi vgradijo tako, da bodo vidno čim manj izpostavljeni.
- FN-naprava naj ne posega v konstrukcijske elemente stavbe.
- FN-naprava na strešni ploskvi naj bo nameščena v njeni ravnini oziroma vzporedno z njo.
- Hranilniki in drugi deli sistemov naj bodo vgrajeni na vidno neizpostavljenih mestih.
- Pritrdilni in konstrukcijski elementi FN-naprav naj bodo v barvah, ki se ujemajo s strešno kritino.
- Zgodovinska, izvirna substanca dediščine mora ostati kar najbolj nedotaknjena, morebitni posegi pa morajo biti reverzibilni.
- Kadar je mogoče, naj se FN-naprava vključi v strukturo strehe (na primer elementi v obliki, dimenzijah in barvah strešne kritine).
- Vgradnja FN-naprav naj bo usklajena z obstoječo morfologijo objekta in naj ustvarja čim manj novih senc.

Usmeritve, ki jih je treba upoštevati pred namestitvijo FN-naprav, so navedene v Smernicah za umeščanje sistemov obnovljivih virov energije na stavbe in območja kulturne dediščine Slovenije (Adamič idr., 2023):

- Izvesti je treba osnovni tehnični pregled stavbe zaradi izpolnjevanja minimalnih standardov in zaradi posegov, ki bodo potrebni za varno postavitve FN-naprave.
- Preveriti je treba minimalne zahteve za posamezne konstrukcijske elemente, na katere se lahko pritrdi FN-naprava. Pri izbiri fotonapetostnih modulov, dimenzioniranju polj in podkonstrukciji je treba upoštevati dodatne obtežbe, ki so posledica vremenskih ali človeških dejavnikov in rednega vzdrževanja FN-naprav. Podatki o tem morajo biti vključeni v statično presojo.
- Pri postavitvi FN-naprave na obstoječo stavbo je treba upoštevati obstoječi koncept požarne zaščite in izhodišče, da se požarna varnost v stavbi ne sme zmanjšati. Glede na vrsto FN-naprav so posebne zahteve in priporočila navedeni v elaboratu Smernica o požarni varnosti sončnih elektrarn.
- Zaradi ohranitve ravni požarne varnosti v naselju ali delu naselja se morajo upoštevati pravila varne rabe javnega odprtega prostora.
- Izdelati je treba oceno tveganja pred udarom strele in na njeni podlagi določiti ustrezen ukrep zaščite pred strelo. Stavbe, ki so evidentirane kot kulturna dediščina, imajo zahtevne strelovodne napeljave, kot izhaja iz Priloge 1 k Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele.
- Namestitev oznak o FN-napravah na vidno izpostavljene dele stavb ali druge kulturne dediščine ni sprejemljiva.
- Z namestitvijo FN-modulov ali vgradnjo integriranih modulov mora biti zagotovljena varnost pred zdrsom večjih količin snega s streh.



(91) Primera neustrezne namestitve FN-modulov na streho stavbe kulturne dediščine.



22

Organizacijski ukrepi

22.1 Uvod

Dobro poznavanje stavbe in njenih tehničnih sistemov ter zahtev in potreb uporabnikov je izhodišče za smiselno načrtovanje organizacijskih ukrepov, s katerimi lahko rabo celotne energije za delovanje stavbe znižamo celo za 10 %. To je mogoče pri novogradnjah in tudi pri energetske prenovljeni stavbi, kjer so učinki ukrepov prenove zelo odvisni od pravilnega upravljanja posodobljenih ali novih tehničnih sistemov in njihovega vzdrževanja, spremljanja parametrov notranjega okolja in seveda ravnanja oziroma bivalnih in delovnih navad uporabnikov.

Marsikatero priložnost za organizacijske izboljšave lahko zazna že energetski pregled.

Po energetski prenovi stavbe je treba pripraviti podrobna **navodila za uporabnike, vzdrževalno osebje in upravnika**. To je velja tudi za delno prenovu, ko so bili opravljeni le posamezni posegi iz siceršnjega nabora tehnično izvedljivih in stroškovno učinkovitih ukrepov. Brez informiranih in ozaveščenih uporabnikov ter usposobljenih pooblaščenih oseb, na primer upravnika ali energetskega menedžerja stavbe, ne moremo pričakovati dobrih rezultatov.

Zelo pomemben organizacijski ukrep je **optimizacija delovanja** tehničnih stavbnih sistemov in ravnanja uporabnikov na podlagi spremljanja učinkov energetske prenove. Posebej v prvem letu ali dveh po končani prenovi se lahko izkažejo potrebe po drugačnih nastavitvah sistemov in njihovega krmiljenja, uvedbi dodatnih izboljšav ali prilagoditev uporabe. Ugotavljanje priložnosti za optimizacijo naj bo sestavni del letnega upravljanja stavbe, vključuje naj anketiranje uporabnikov in analizo njihovih izkušenj.

Med organizacijske ukrepe praviloma štejemo tiste, ki jih izvedemo brez dodatnih stroškov. Smiselno pa lahko mednje uvrstimo tudi nizkocevnovne ukrepe, ki jih za dolgoročno optimizacijo rabe energije izvedemo pri prenovi stavbe ali posameznih prostorov. V nadaljevanju so naštet ukrepi, ki so kot priporočeni generični ukrepi med drugim navedeni v energetski izkaznici stavbe in Uredbi o upravljanju z energijo v javnem sektorju. Dejanski nabor organizacijskih ukrepov se prilagodi in po potrebi dopolni glede na značilnosti obravnavane stavbe.

22.2

Organizacijski ukrepi pri ogrevanju, hlajenju, klimatizaciji in prezračevanju prostorov



Zelo priporočljivo je vzpostaviti **sistem za spremljanje** temperature in relativne vlažnosti zraka v prostorih. To nalogo najceloviteje opravlja centralni nadzorni sistem, lahko pa si pomagamo z običajnimi termometri in vlagomeri ali sobno vremensko postajo. Tako lahko zaznamo neželene odklone od običajnih oziroma pričakovanih vrednosti, ugotovimo, ali so ti le občasni in kratkotrajni ali ponavljajoči in dolgotrajni, poiščemo vzroke zanje in jih čim prej odpravimo.

22.2.1 OGREVANJE

Prostore ogrevamo na temperaturo, ki ustreza njihovi namembnosti. Izbiro oblačil prilagodimo letnemu času. Po Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb (2002) je temperaturno območje primerne toplotnega ugodja v stavbi za sedeče osebe v času ogrevanja med 19 in 24 °C, priporočljivo pa med 20 in 22 °C. Zvišanje temperature za 1 °C povprečno pomeni 5 % več porabljene toplote. Občutek hladu lahko povzroči tudi previsoka relativna vlažnost zraka v prostoru.

Prostore, ki so redko v uporabi oziroma sploh niso, lahko ogrevamo na nižjo temperaturo. Znižanje temperature naj ne preseže 5 kelvinov, da se izognemo gradbenofizikalnim težavam. Podobno velja za znižanje temperature prostorov v posameznih dnevnih ali nočnih terminih.

Popoln izklop ogrevanja posameznih prostorov za daljši čas ima lahko škodljive posledice, zlasti v toplotno slabo zaščitenih ali nezaščitenih stavbah. Za ponovno segrevanje pretirano ohlajenih prostorov porabimo več toplote, kot bi bilo sicer potrebno.

Ob tem je treba upoštevati osnovni pravili:

- preden prostor ohladimo, ga temeljito prezračimo;
- preprečiti je treba vdor vlažnega zraka iz toplih v hladnejše prostore.

V ogrevalni sezoni opravljamo redne preglede delovanja bistvenih komponent ogrevalnega sistema. Pri radiatorskem ogrevanju poskrbimo, da radiatorji niso zastrti s težkimi zavesami ali zaslonjeni s pohištvo, preverjamo enakomerno ogretost njihove površine in jih po potrebi odzračimo. Večji servisni pregled sistema opravimo pred začetkom ogrevalne sezone in po koncu te.

22.2.2 HLAJENJE IN KLIMATIZACIJA

Pri hlajenju in klimatizaciji ravnamo po podobnih načelih kot pri ogrevanju. Želena temperaturo nastavimo glede na namembnost prostorov oziroma bivalnih in delovnih con. V skladu s Pravilnikom o prezračevanju in klimatizaciji stavb (2002) je primerna temperatura za sedeče osebe v času brez ogrevanja med 22 in 26 °C, priporočljiva pa med 23 in 25 °C. V prostorih, kjer so razstavljeni ali shranjeni predmeti in oprema, za katere veljajo posebne zahteve za mikroklimatske razmere, nastavitve temperature in relativne vlažnosti zraka ustrezno prilagodimo.

Toplotno obremenitev prostorov lahko učinkovito zmanjšamo z uporabo zunanjih senčil, s katerimi ročno ali s senzorji nadzorujemo vpad sončnega sevanja v prostor. V času visokih zunanjih temperatur je treba kar najbolj zmanjšati vdor toplega zunanjega zraka v prostore. Okna in vrata naj ne bodo odprta po nepotrebem, pripipe in vgradne rege pa po potrebi dodatno zatesnimo.

Hlajenje prostorov s prezračevanjem je smiselno v zgodnjem jutranjem in poznem večernem času ter ponoči, ko se zunanja temperatura zniža. Učinkovitost tega postopka je zelo odvisna od lokacije stavbe. Na območju goste pozidave je zaradi toplote, ki jo akumulirajo bližnje stavbe in tlakovane površine, ta opazno nižja kot na primer zunaj mesta. Pomembna je tudi razporeditev notranjih prostorov in stavbnega pohištva, ki vpliva na možnost ustvarjanja prepriha.

22.2.3 PREZRAČEVANJE

Prezračevanje mora biti pravočasno, redno in pravilno. To je še posebej pomembno v hladnem delu leta, da preprečimo naraščanje relativne vlažnosti notranjega zraka do nevarne meje. Dovedeni sveži zunanji zrak, ki je manj nasičen z vlago, se po vstopu v prostor zelo hitro segreje in s tem zanemarljivo vpliva na stroške ogrevanja.

Če je vgrajen centralni ali lokalni prezračevalni sistem, je treba komponente pregledovati in vzdrževati v skladu s tehničnimi navodili. Drugih posebnih skrbi praviloma nimamo.

Pri naravnem prezračevanju je nujno aktivno sodelovanje uporabnikov prostorov. Prostore prezračujemo iz zdravstvenih oziroma higienskih

razlogov, nič manj pomembni pa niso gradbenofizikalni. Večina ljudi opazi oziroma začuti spremembo temperature že za dve stopinji ali tri, medtem ko jih veliko ne zazna niti sprememb relativne vlažnosti za 10 ali celo 20 %. To je še dodaten razlog, zaradi katerega je koristna namestitev vlagomera.

Prostore najučinkoviteje naravno prezračimo tako, da za krajši čas, na primer pet minut, z odpiranjem oken ustvarimo preprih. Kolikokrat na dan to naredimo, je odvisno od dejavnosti v prostoru oziroma virov vlage v njem. Vedno pa je treba prostor prezračiti takoj po občasnem izrazitem povišanju vlage v njem, na primer kuhanju brez nape, tuširanju ipd.

V ogrevalni sezoni je prezračevanje z odpiranjem oken na nagib napačno. Za ustrezen učinek zamenjave zraka bi morala okna ostati v takem položaju daljši čas, s tem pa se konstrukcije ob

oknu (preklada, špalete) ohlajajo, morda celo pod temperaturo rosišča. Posledica je kondenzacija vodne pare in razvoj plesni na takih podhlajenih površinah.

Prezračevanje je res učinkovito, kadar v prostoru ni območij, na katerih je gibanje zraka ovirano. Pomemben organizacijski ukrep je zato tudi ustrezna razporeditev pohištva in opreme, ki omogoča temeljito kroženje zraka v prostoru.

Med prezračevanjem oziroma vlažnostjo notranjega zraka in ogrevanjem je še ena pomembna povezava. Vlažen zrak potrebuje v primerjavi s suhim več toplote, da se ogreje na željeno temperaturo. Tako se po nepotrebnem zvišajo stroški za ogrevanje.

22.3 Organizacijski ukrepi pri pripravi tople sanitarne vode

Najvišja temperatura tople vode naj bo nastavljena med 45 in 60 °C. Sodobni sistemi priprave tople vode občasno samodejno povišajo temperaturo nad 60 °C, da se prepreči razvoj mikroorganizmov.

Režim segrevanja vode oziroma delovanja grelnika naj bo prilagojen dejanskim potrebam po topli vodi in časovno usklajen z njeno rabo. Pri električnih grelnikih je v okviru možnosti oziroma potreb smiselno programirati delovanje v času nižjih tarif.

Pri prenovi je priporočljivo razmisliti o prednostih ureditve centralne ali lokalne priprave sanitarne tople vode in njenega shranjevanja, kar je odvisno predvsem od namembnosti stavbe, števila in lokacije oziroma medsebojne oddaljenosti porabnikov in dnevne razporeditve potreb po topli vodi.

V nestanovanjskih prostorih oziroma stavbah je smiselno namestiti vodne armature, ki samodejno odprejo ali zaprejo pretok vode, ko se uporabnik približa senzorju oziroma oddalji od njega.



22.4

Organizacijski ukrepi
pri električni razsvetljavi

Kadar prostori niso v uporabi, naj bo električna razsvetljava izklopljena. Učinkovit ukrep je vgradnja senzorjev gibanja, ki aktivirajo razsvetlavo, kadar je prostor zaseden. To je posebej koristno v komunikacijskih in pomožnih prostorih, kot so hodniki, stopnišča in shrambe. V povprečju lahko tako prihranimo do 40 % elektrike na posamezno svetilko.

Prihranke elektrike za razsvetlavo lahko dosežemo tudi s senzorji za osvetljenost prostorov, ki posamezne svetilke vklopijo, ko osvetljenost pade pod določeno raven, in izklopijo, kadar so svetlobne razmere primerne.

Ne glede na vrsto in število senzorjev je pomembno, da jih je mogoče izklopiti in razsvetlavo uravnavati popolnoma ročno, kadar je to potrebno.

V večjih, posebej nestanovanjskih prostorih, kjer je na stropu vgrajenih več svetilk, lahko prihranimo stroške za elektriko, če je omogočeno ločeno vklapljanje posameznih svetilk ali njihovih skupin v odvisnosti od oddaljenosti od okenskih ploskev oziroma stopnje naravne osvetljenosti posameznih delov prostora.

Učinkovitost svetlobnih virov pri pretvorbi električne energije v svetlobno sevanje izražamo z enoto lm/W (lumen na watt). Manj učinkoviti svetlobni viri imajo praviloma tudi krajšo življenjsko dobo. Poraba elektrike za razsvetlavo se pri sistemih osvetlitve s klasično žarnico na žarilno nitko približa porabi elektrike večje gospodinjske električne naprave. Izkoristek takega sistema je zelo slab. V povprečju se v vidni del sevanja pretvori le od 5 do 10 % dovedene energije, preostanek pa se pretvori v toplotno sevanje.

Občutno boljši izkoristek imajo sodobni umetni svetlobni viri. Zamenjava klasične žarnice s svetilom z diodami, ki oddajajo svetlobo (LED), pomeni od 70- do 80-odstotni prihranek pri strošku za elektriko. Zamenjava je preprosta, saj imajo žarnice LED enake navoje in enako obliko kot klasične. Sijalke LED uporabljajo enako tehnologijo pretvorbe elektrike v svetlobo kot žarnice LED, vendar imajo lahko poljubne oblike in podnožja oziroma načine priklopa.

Pri številnih tipih sodobnih svetil lahko uravnava moč svetlobe in tudi njeno temperaturo oziroma barvo. V ta namen lahko uporabimo zatemnilno stikalo, daljinski upravljalnik ali aplikacijo na pametni napravi. V prostorih in pri dejavnostih, kjer je pravilna predstavitev oziroma zaznava barv zelo pomembna, je treba izbrati svetila z visokim indeksom barvne reprodukcije, ki naj bo vsaj 90.

Hkratna zamenjava obstoječih energijsko potratnejših svetil je lahko velik strošek, čeprav so dolgoročni ekonomski učinki ugodni. Kot organizacijski ukrep je zato primerneje stara svetila zamenjati s sodobnimi, ko prenehajo delovati ali ko svetloba, ki jo oddajajo, ni več zadovoljiva.

Redno spremljanje rabe energije omogoča analizo trendov v minulih obdobjih ter načrtovanje predvidenih stroškov in uresničljivih ciljev v prihodnosti. Tako lahko zaznamo tudi nepričakovana odstopanja in poiščemo vzroke zanje. Ti lahko izvirajo iz spremenljivih vremenskih vzorcev, napak v delovanju in nastavitvah elementov tehničnih sistemov ali ravnanju uporabnikov. Priporočljivo je podatke podrobneje pregledati na vsake tri mesece oziroma šest mesecev, vsekakor pa pred ogrevalno sezono in po njej.

Pravilno razumljeni so lahko podlaga za pripravo načrta vzdrževalnih del, večjih investicij ali energetske prenove. **Energetsko knjigovodstvo je tudi nujen in logičen sestavni del spremljanja učinkov izvedene energetske prenove.**

Energetsko knjigovodstvo je izhodiščni element **sistema za upravljanje energije**, vzpostavitev katerega za nekatere vrste stavb predpisuje **Uredba o upravljanju z energijo v javnem sektorju**. Uredba opredeljuje energetsko knjigovodstvo kot sistem za zbiranje in spremljanje podatkov o rabi energije v stavbi ali posameznem delu stavbe, ki se vodi kot informatizirana zbirka podatkov na podlagi identifikacijske oznake stavbe ali dela stavbe. Informatizirano zbirko energetskega knjigovodstva vodi ministrstvo, pristojno za energijo.

Drugi element sistema za upravljanje energije sta določitev in izvajanje ukrepov za povečanje energetske učinkovitosti in rabe obnovljivih virov energije, ki obsegajo ukrepe za doseganje minimalnih zahtev glede energetske učinkovitosti stavb, določenih s predpisom, ki ureja učinkovito rabo energije v stavbah, organizacijske ukrepe za učinkovitejšo rabo energije in vzdrževalne ukrepe.

Organizacijske ukrepe sestavljajo ukrepi za oza-veščanje in izobraževanje na področju učinkovite rabe energije za uporabnike stavbe, uvajanje pravilnega naravnega prezračevanja in pravilnega osvetljevanja ob upoštevanju dnevne svetlobe, izvedbo energetskega pregleda stavbe in podobni ukrepi za učinkovitejšo rabo energije.

Zaključni element sistema za upravljanje energije je poročanje odgovorni osebi zavezanca o rabi energije, s tem povezanih stroških in izvajanju ukrepov za povečanje energetske učinkovitosti in rabe obnovljivih virov energije.





23

**Strokovna pomoč
pri prenovi stavb
kulturne dediščine**

Za strokovno pomoč pri prenovi stavb kulturne dediščine so informacije na voljo na sedežu Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije (ZVKDS) in sedežih območnih enot ZVKDS.

Spletna stran: www.zvkds.si
Elektronski naslov: info@zvkd.si
Telefon: +386 1 234 31 00

Informacije o statusu stavb kulturne dediščine:

Pregledovalnik registra nepremične kulturne dediščine
<https://eid.gov.si/>

Register nepremične kulturne dediščine (eRNPĐ)
<https://geohub.gov.si/ghapp/iskd/?page=RNPD>

Spletni pregledovalnik Informacijskega sistema KD (ISKD)
<https://geohub.gov.si/ghapp/iskd>

Podrobnejše informacije in obrazci za pridobitev kulturnovarstvenih pogojev, kulturnovarstvenega soglasja, izvedbe raziskav itd. so dostopni na spletni povezavi

<https://www.zvkds.si/nasveti-za-lastnike/>.

Informacije o energetske prenovi stavb:

Mreža svetovalnic ENSVET
Eko sklad, j. s., Bleiweisova cesta 30, Ljubljana.
<https://www.ekosklad.si/prebivalstvo/ensvet>



ZAKONODAJA EVROPSKE UNIJE IN REPUBLIKE SLOVENIJE, STRATEŠKI DOKUMENTI, SMERNICE, PRIPOROČILA IN PODOBNI AKTI

Adamič, T., Hohnec, T., Režek Kambič, M., Kavčič, M., Rus, D., in Mlekuž Vrhovnik, D. (2023): Smernice za umeščanje sistemov obnovljivih virov energije na stavbe in območja kulturne dediščine Slovenije. Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

Červek, J., Radovan, B., Cvar Peršak, S., in Fink Zalar, V. (2025): Uredba o podrobnejših pravilih urejanja prostora za umeščanje fotonapetostnih naprav in sprejemnikov sončne energije. Priporočilo. Ljubljana, Ministrstvo za naravne vire in prostor.

Delegirana uredba Komisije (EU) 2021/2139 z dne 4. junija 2021 o dopolnitvi Uredbe (EU) 2020/852 Evropskega parlamenta in Sveta z določitvijo tehničnih meril za pregled za določitev pogojev, pod katerimi se šteje, da gospodarska dejavnost bistveno prispeva k blažitvi podnebnih sprememb ali prilagajanju podnebnim spremembam, ter za ugotavljanje, ali ta gospodarska dejavnost ne škoduje bistveno kateremu od drugih okoljskih ciljev. UL L 442.

Direktiva (EU) 2018/844 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o spremembi Direktive 2010/31/EU o energetske učinkovitosti stavb in Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti. UL L 156.

Direktiva (EU) 2024/1275 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. aprila 2024 o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev). UL L 1275.

Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev). UL L 153.

Direktiva 2012/27/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 25. oktobra 2012 o energetske učinkovitosti, spremembi direktiv 2009/125/ES in 2010/30/EU ter razveljavitvi direktiv 2004/8/ES in 2006/32/ES. UL L 315.

Elektrotehniška zveza Slovenije (2024): Vodila lastnikom sončnih elektrarn. Dostopno na: https://www.ezs-zveza.si/wp-content/uploads/2024/09/brosura_soncne_lastniki.pdf (sneto 29. 10. 2025).

Energetski zakon (EZ). Uradni list RS, št. 27/07 – uradno prečiščeno besedilo, 70/08, 22/10, 10/12, 94/12 – ZDoh-2L in 17/14 – EZ-1.

Energetski zakon (EZ-1). Uradni list RS, št. 7/14 in 81/15.

Evropska komisija, Generalni direktorat za podnebne ukrepe (2023): EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change. Luxembourg, Urad za publikacije Evropske unije. Dostopno na: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7cca7ab9-cc5e-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-en> (sneto 29. 10. 2025).

Gradbeni zakon (GZ-1). Uradni list RS, št. 199/21, 105/22 – ZZNŠPP, 133/23, 85/24 – ZAID-A in 47/25 – odl. US.

Hohnec, T., Kunšek, J., in Šantej, B. (2025): Smernice za dostopnost kulturne dediščine v javni rabi funkcionalno oviranim osebam. Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

ICCROM in ICOMOS (2023): Guidance on post-disaster and post-conflict recovery and reconstruction for heritage places of cultural significance and world heritage cultural properties. Pariz, ICOMOS International Secretariat in Sharjah, ICCROM Regional Office.

ICOMOS (2023): Good practice guide for the installation of infrastructure and equipment related to renewable energies and their potential impact on cultural heritage. Dostopno na: <https://icomos.es/guia-de-buenas-practicas-energias-renovables-y-patrimonio-cultural/> (sneto 29. 10. 2025).

Ministrstvo za gospodarske dejavnosti in Agencija za učinkovito rabo energije (1997): Priročnik za izvajalce energetske pregledov. Dostopno na: https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/arhiv_aure/prirocep-1.pdf (sneto 29. 10. 2025).

Ministrstvo za infrastrukturo (2017): Akcijski načrt za energetske učinkovitost za obdobje 2014–2020 (AN URE 2020). Dostopno na: [http://vrs-3.vlada.si/MANDAT14/VLADNAGRADIVA.NSF/71d4985ffda5de89c12572c3003716c4/f79680b3ac87aa95c1257e2a00257af9/\\$FILE/AN-URE%202020.pdf](http://vrs-3.vlada.si/MANDAT14/VLADNAGRADIVA.NSF/71d4985ffda5de89c12572c3003716c4/f79680b3ac87aa95c1257e2a00257af9/$FILE/AN-URE%202020.pdf) (sneto 29. 10. 2025).

Ministrstvo za kulturo (2011): Priročnik pravnih režimov varstva, ki jih je treba upoštevati pri pripravi planov in posegih v območja kulturne dediščine Dostopno na: https://situla.gov.si/predpisi/P_11_11_02.htm (sneto 29. 10. 2025).

Ministrstvo za kulturo (2025): GisKD pregledovalnik. Dostopno na: <https://geohub.gov.si/ghapp/giskd/> (sneto 29. 10. 2025).

Ministrstvo za okolje in prostor (2007): Metodologija izvedbe energetskega pregleda.

Ministrstvo za okolje in prostor (2022): Tehnična smernica za graditev TSG-1-004: 2022. Energijska učinkovitost stavb. Dostopno na: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MNVP/Dokumenti/Graditev/TSG-1-004_2022_ure.pdf (sneto 29. 10. 2025).

Navodila za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2021–2027. Dostopno na: <https://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetska-prenova-javnih-stavb/projektna-pisarna/> (sneto 29. 10. 2025).

Pravilnik o konservatorskem načrtu za prenovo. Uradni list RS, št. 76/10.

Pravilnik o konservatorskem načrtu. Uradni list RS, št. 66/09.

Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb. Uradni list RS, št. 4/23.

Pravilnik o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda. Uradni list RS, št. 41/16 in 158/20 – ZURE.

Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb. Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1.

Pravilnik o registru kulturne dediščine. Uradni list RS, št. 66/09.

Pravilnik o seznamih zvrsti dediščine in varstvenih usmeritvah. Uradni list RS, št. 102/10.

Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 42/02.

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 70/22, 161/22, 129/23 in 103/24.

Pravilnik o univerzalni graditvi in uporabi objektov. Uradni list RS, št. 41/18 in 199/21 – GZ-1.

Pravilnik o upravljanju večstanovanjskih stavb. Uradni list RS, št. 60/09, 87/11, 85/13 in 52/22.

Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah. Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1.

Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele. Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1.

Priročnik za vrednotenje kulturne dediščine za določitev varstvenih območij dediščine (2022). Dostopno na: <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MK/DEDISCINA/ISeD/VOD/Prirocnik-za-vrednotenje-VOD-verzija-1.0.pdf> (sneto 29. 10. 2025).

Resolucija o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050 (ReDPS50). Uradni list RS, št. 119/21, 44/22 – ZVO-2 in 56/25 – PoZ.

SIST EN 1279-3:2018 Steklo v gradbeništvu – Izolacijsko steklo – 3. del: Dolgoročna preskusna metoda ter zahteve za stopnjo uhajanja plina in tolerance koncentracije plina.

SIST EN 15757:2010. Ohranjanje kulturne dediščine – Specifikacije za temperaturo in relativno vlažnost za omejitve klimatsko pogojenih mehaniških poškodb organskih higroskopskih materialov.

SIST EN 16883:2017. Ohranjanje kulturne dediščine – Smernice za izboljšanje energetske učinkovitosti zgodovinskih stavb.

Slovensko združenje za požarno varstvo (2016): Smernica SZPV 512. Smernica o požarni varnosti sončnih elektrarn.

Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in evropsko kohezijsko politiko (2022): Program evropske kohezijske politike v obdobju 2021–2027 v Sloveniji. Dostopno na: <https://evropskasredstva.si/app/uploads/2022/12/Program-evropske-kohezijske-politike-sprejeta-verzija-12.-12.-2022.pdf> (sneto 29. 10. 2025).

Stanovanjski zakon (SZ-1). Uradni list RS, št. 69/03, 18/04 – ZVKSES, 47/06 – ZEN, 45/08 – ZVEtL, 57/08, 62/10 – ZUPJS, 56/11 – odl. US, 87/11, 40/12 – ZUJF, 14/17 – odl. US, 27/17, 59/19,

189/20 – ZFRO, 90/21, 18/23 – ZDU-10, 77/23 – odl. US, 61/24 in 57/25.

Urad Republike Slovenije za okrevanje in odpornost (2021): Načrt za okrevanje in odpornost. Dostopno na: <https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/nacrt-za-okrevanje-in-odpornost/o-nacrtu-za-okrevanje-in-odpornost/> (sneto 29. 10. 2025).

Uredba o podrobnejših pravilih urejanja prostora za umeščanje fotonapetostnih naprav in sprejemnikov sončne energije. Uradni list RS, št. 27/24.

Uredba o upravljanju z energijo v javnem sektorju. Uradni list RS, št. 52/16, 116/20 in 158/20 – ZURE.

Ustava Republike Slovenije (URS). Uradni list RS, št. 33/91-I, 42/97 – UZS68, 66/00 – UZ80, 24/03 – UZ3a, 47, 68, 69/04 – UZ14, 69/04 – UZ43, 69/04 – UZ50, 68/06 – UZ121,140,143, 47/13 – UZ148, 47/13 – UZ90,97,99, 75/16 – UZ70a in 92/21 – UZ62a.

Vendramin, M., Potočar, E., Žižič, B., Režek Kambič, M., Zupančič, M., Mihelič, B., Gantar, D., Mujkič, S., Goršič, N., Nikšič, M., Tomšič, M., Mirtič, M., Praznik, M., Šijanec Zavrl, M., in Rakušček, A. (2016): Smernice za energetske prenovi stavb kulturne dediščine. Ljubljana, Ministrstvo za infrastrukturo, Ministrstvo za kulturo.

Vlada Republike Slovenije (2024): Posodobljeni celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije. Dostopno na: https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/nepn/dokumenti/nepn2024_final_dec2024.pdf (sneto: 29. 10. 2025).

Vlada Republike Slovenije (2021): Dolgoročna strategija energetske prenovi stavb do leta 2050. Dostopno na: https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/dseps/dseps_2050_final.pdf (sneto: 29. 10. 2025).

Zakon o učinkoviti rabi energije (ZURE). Uradni list RS, št. 158/20.

Zakon o urejanju prostora (ZUreP-3). Uradni list RS, št. 199/21, 18/23 – ZDU-10, 78/23 – ZUNPEOVE, 95/23 – ZIUOPZP, 23/24, 109/24 in 25/25 – odl. US.

Zakon o uvajanju naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije (ZUNPEOVE). Uradni list RS, št. 78/23 in 95/24.

Zakon o varstvu kulturne dediščine (ZVKD-1). Uradni list RS, št. 16/08, 123/08, 8/11 – ORZVKD39, 90/12, 111/13, 32/16, 21/18 – ZNOrg in 78/23 – ZUNPEOVE.

DRUGI VIRI IN PRIPOROČENA LITERATURA

Asimow, M. (1962): Introduction to design. Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, Inc.

Balson, K., Summerson, G., in Thorne, A. (2014): Sustainable refurbishment of heritage buildings. Watford, BRE Global Ltd.

Bauen im Bestand (2015). Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung. Köln, V. Rudolf Müller.

Bednar, T., idr. (2011): Richtlinie, Energieeffizienz am Baudenkmal. Dunaj, Bundesdenkmalamt Hofburg.

Blaich, J. (1999): Bauschäden – Analyse und Vermeidung. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.

Brand, S. (1997): How buildings learn. London, Phoenix Illustrated.

Cultural heritage and sustainable development – Economic benefits, social opportunities and policy challenges (2017). Hanija, Technical University of Crete.

Dolinšek, Blaž, idr. (2008): Obnova objektov po naravnih nesrečah s poudarkom na popotresni obnovi Posočja. V: Zbornik III. Konference slovenskih arhitektov in gradbenikov iz sveta in Slovenije. Ljubljana, Svetovni slovenski kongres.

Evropska načela kakovosti za posege, ki jih financira EU in lahko vplivajo na kulturno dediščino (2020). Ljubljana, ICOMOS Slovenija.

Fister, P. (1979): Obnova in varstvo arhitekturne dediščine. Ljubljana, Partizanska knjiga.

Fister, P., Boh-Pečnik, N., Debevec, L., Deu, Ž., Kavčič, M., in Lah, L. (1993): Arhitekturne krajine in regije Slovenije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS, Zavod RS za prostorsko planiranje.

Fister, P., Boh-Pečnik, N., Debevec, L., Deu, Ž., Kavčič, M., in Lah, L. (1993): Glosar arhitekturne tipologije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS, Zavod RS za prostorsko planiranje.

Gantar, D., Goršič, N., Mujkič, S., Kozamernik, J., Gerdin, T., Tomšič, M., Jejčič, N., Šijanec Zavrl, M., Bevk, T., Debevec, M., Stegnar, G. (2025): Priporočila za namestitvev fotonapetostnih naprav na območjih stavbne in naselbinske dediščine. Ljubljana, Urbanistični inštitut Republike Slovenije.

Gostič, S., Jejčič, N., in Tomšič, M. (2025): Fotonapetostne naprave - statična presoja mehanske odpornosti in stabilnosti. Gradbenik, 29(9).

Gostič, S., idr. (2008): Upoštevanje in izkušnje pri uporabi Evrokoda 8 v okviru Popotresne obnove v Posočju V: 8. dnevi inženirjev, zbornik IZS.

Historic England (2018): Energy Efficiency and Historic Buildings – Solar Electric (Photovoltaics). Dostopno na: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/eehb-solar-electric/heag173-eehb-solar-electric-photovoltaics/> (sneto 29. 10. 2025).

Ivanc, T. (2012): Varstvo nepremične kulturne dediščine: pravna ureditev. Maribor, De vesta.

Jejčič, N., Tomšič, M., Gjerkeš, H., in Šijanec Zavrl, M. (2020): D4.1.6 Poročilo o nadgradnji razvoja novih kategorij v okviru certifikacijske sheme Znak kakovosti v graditeljstvu. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK. Dostopno na: <https://www.care4climate.si/sl/knjiznica#/> (20. 8. 2025).

Jejčič, N., Tomšič, M., in Šijanec Zavrl, M. (2025): Implementation of an innovative model of the comprehensive energy renovation project of a cultural heritage building. V: Earthen and Vernacular Heritage: Conservation, Adaptive Reuse and Urban Regeneration. Dostopno na: <https://doi.org/10.4995/HERITAGE2025.2025.19478> (sneto 29. 10. 2025).

Jug, M., Lipušček, N., Mlakar, A., Šinigoj, M., Jeglič, M., Mlakar, B., in Štih, H. (2019): Presoja vplivov na kulturno dediščino; Priročnik. Ljubljana, Ministrstvo za kulturo.

Koch, W. (1994): Baustilkunde. Guetersloh, Orbis Verlag.

Künzel, H. (2009): Bauphysik und Denkmalpflege. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.

Künzel, H. (2014): Bautraditionen auf dem Prüfstand. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.

Leissner, J., idr. (2014): Climate for culture: built cultural heritage in times of climate change.

Maier, J. (2011): Energetische Sanierung von Altbauten. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.

Mihelič, B. (2001): Zasnova varstva kulturne dediščine: Strokovne podlage za varstvo kulturne dediščine za prostorski plan MOL.

Olgyay, V. (1992): Design with climate. New York, Van Nostran Reinhold.

Oswald, R., idr. (2005): Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden. Wiesbaden, Vieweg Verlag.

Pirkovič, J. (1993): Osnovni pojmi in zasnova spomeniškega varstva v Sloveniji. V: Vestnik 11. Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

Pirkovič, J. (2012). Arheološko konservatorstvo in varstvo nepremične kulturne dediščine. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete.

Pirkovič, J., in Šantej, B. (2012): Pravno varstvo nepremične kulturne dediščine v Sloveniji = Tutela giuridica del patrimonio culturale immobile in Slovenia. V: Vestnik, 25. Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

Practical Building Conservation – Building Environment (2014). London, English Heritage.

Priročnik o politikah za revitalizacijo opuščenih stavb kulturne dediščine v srednjeevropskih mestih (2019). Dunaj, Interreg Central Europe, Forget Heritage.

- Pristopi k ohranjanju kulturne dediščine 20. stoletja. Madridsko-newdelhijski dokument (2017). Ljubljana, ICOMOS Slovenija.
- Richardson, B. A. (1991): *Defects and Deterioration in Buildings*. London, E.&F. N. Spon.
- Schönburg, K. (2003): *Schäden an Sichtflächen*. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.
- Strengthening cultural heritage resilience for climate change – Where the European Green Deal meets cultural heritage (2022). Luxembourg, Urad za publikacije Evropske unije.
- Summary report describing the collection of pan-European retrofitting measures for historic buildings (2020). Bruselj, EIT Climate-KIC.
- Šijanec Zavrl, M. (2001): *Analysing indoor climate in building heritage in Slovenia*. Dostopno na: https://www.researchgate.net/publication/266499303_Analysing_indoor_Climate_in_Building_Heritage_in_Slovenia (sneto 29. 10. 2025).
- Šijanec Zavrl, M., in Tomšič, M. (1999): *Energetsko učinkovita zasteklitev in okna*. Ljubljana, FEMOPET Slovenija.
- Šijanec Zavrl, M., idr. (2002): *Low temperature systems in buildings in Slovenia with an overview of knowledge and experiences with low temperature heating in historical buildings*. V: *Low Temperature Systems in Existing / Historical Buildings (LowExx)*. Maastricht, Organizacijski odbor.
- Tomšič, M. (2008): *Smernice za obnovo in menjava oken. Interni priročnik za konservatorje*. ZVKDS OE Ljubljana. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK.
- Tomšič, M. (2019): *Tehnični in stroškovni parametri kakovosti prenove javnih stavb kulturne dediščine*. V: *Trajnostna gradnja, energetska sanacija objektov, novi infrastrukturni projekti*. Ljubljana, Društvo za ceste.
- Tomšič, M. (2024): *Stavbe kulturne dediščine v okviru politik za energetske prenove stavb*. Doktorska disertacija. Ljubljana, Nova univerza, Evropska pravna fakulteta.
- Tomšič, M., Gjerkeš, H., in Bačlija Brajnik, I. (2019): *Modeli zelenih lokalnih fiskalnih politik*. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK.
- Tomšič, M., Jejčič, N., in Šijanec Zavrl, M. (2019): *Quality label in buildings and construction – a green label supporting the sustainability of buildings in Slovenia*. V: *Central Europe towards Sustainable Building (CESB19)*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 290. Bristol: IOP Publishing.
- Troi, A., in Bastian, Z. (ur.) (2015): *Energy efficient solutions for historic buildings*. EURAC research, Passive House Institute.
- Valenčič, M., idr. (2011): *Priročnik za povečanje energijske učinkovitosti stavb*. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK.
- Wagner, H. (2011): *Thermografie*. Köln, Rudolf Müller.
- Weller, B., idr. (2012): *Denkmal und Energie*. Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag.
- Žarnić, R. (2003): *Lastnosti gradiv*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Žarnić, R., idr. (2001): *Temperiranje sten v stavbah kulturne dediščine: simulacija toplotnega odziva*. Ljubljana, EGES.



Zavod za varstvo
kulturne dediščine Slovenije



VLOGA ZA KULTURNOVARSTVENE USMERITVE PRED ZAČETKOM NAČRTOVANJA ENERGETSKE PRENOVE STAVBE

Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Območna enota: _____

1. Osnovni podatki o investitorju

Ime in priimek oz. ime organizacije: _____

Naslov: _____

2. Osnovni podatki o stavbi

Točen naslov (kraj, občina, ulica, hišna številka): _____

Katastrska občina: _____ Parcela: _____

Če stavba nima svoje hišne številke, podajte opis lokacije in stavbe: _____

3. Podatki o drugih ukrepih, ki se bodo izvajali sočasno z energetske prenov (statična utrditev, protipožarna zaščita ipd.)

Opis predvidenih drugih ukrepov na stavbi: _____

4. Priloge

Priloženi so ti dokumenti: _____

Opomba: Kulturnovarstvene usmeritve so namenjene lažjemu načrtovanju celovite energetske prenov, vendar ne nadomeščajo kulturnovarstvenih pogojev po 28. členu ZVKD-1.

Nabor energetskih ukrepov na stavbi, za katere želite usmeritve:

UKREPI	PODROBNEJŠI OPIS UKREPA
A. UKREPI NA STAVBNEM OVOJU	
ZUNANJE STENE	
Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani Opredeli se: – v celoti, – delno (navesti, na katerih delih fasade, npr. na stranski, dvoriščni ipd.).	
Toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani Opredeli se: – v celoti, – delno (kletna etaža ...).	
Drugi ukrepi na ovojju (tesnjenje ...)	

UKREPI	PODROBNEJŠI OPIS UKREPA
STROP IN TLA	
Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju Opredeli se: – v celoti, – delno.	
Toplotna zaščita tal na terenu Opredeli se: – v celoti, – delno.	
Toplotna zaščita tal nad neogrevanim prostorom Opredeli se: – v celoti, – delno (tlaki).	
Drugi ukrepi na stropih in tleh	
STREHA	
Toplotna zaščita strehe Opredeli se toplotna izolacija: – med špirovci ali nad špirovci, – drugo.	
Drugi ukrepi na strehi	
STAVBNO POHIŠTVO	
Okna in steklene stene Opredeli se: – obnova, – nadgradnja ali zamenjava zasteklitve, – zamenjava ali drugo.	
Vrata Opredeli se: – obnova, – nadgradnja ali zamenjava zasteklitve, – zamenjava ali drugo.	
Drugi ukrepi na stavbnem pohištvi	

UKREPI	PODROBNEJŠI OPIS UKREPA
B. UKREPI ZA IZBOLJŠANJE UČINKOVITOSTI SISTEMOV ZA OGREVANJE, PREZRAČEVANJE, HLAJENJE IN KLIMATIZACIJO	
Vgradnja ali zamenjava centralnega sistema za ogrevanje Opredeli se vrsta sistema: – konvektorski, radiatorski, talni, stenski, stropni, drugo.	
Vgradnja sistema za kontrolirano mehansko prezračevanje z vračanjem toplote	
Prezračevanje z lokalnimi napravami	
Zamenjava starejših kurilnih naprav	
Drugi ukrepi na sistemih	
C. UKREPI ZA POVEČANJE RABE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE	
Izkoriščanje toplote iz okolice Opredeli se: – tip in lokacija toplotne črpalke, – drugo.	
Ogrevanje z biomaso	
Namestitev sprejemnikov sončne energije Opredeli se: – tip in površina sprejemnikov, – lokacija sprejemnikov.	
Vgradnja fotonapetostnih naprav Opredeli se: – tip in površina naprav, – lokacija naprav.	
Drugi ukrepi za povečanje rabe obnovljivih virov energije	
D. DRUGI UKREPI	

Priloga 2: Izjava projektanta in pooblaščenega inženirja s področja gradbeništva o izpolnjevanju bistvenih zahtev in obstoječem stanju stavbe

Izjava projektanta in pooblaščenega inženirja s področja gradbeništva o izpolnjevanju bistvenih zahtev in obstoječem stanju stavbe

Naslov stavbe:
Zvrst nepremične
dediščine:
EID:
Letnica gradnje:

Podatki o projektantu
Projektant (naziv
družbe):
Naslov:
Odgovorna oseba
projektanta:
Pooblaščen inženir s
področja gradbeništva:

I Z J A V L J A M O

da je bil dne _____ opravljen pregled gradbenotehničnega stanja stavbe in

(označite ustrezno)

1. da ima stavba uporabno dovoljenje št. _____ z dne _____; ☐
2. da stavba nima očitnih konstrukcijskih napak in je v skladu s projektno dokumentacijo, ki je na voljo; če stanje ni popolnoma v skladu s projektno dokumentacijo, so izvedene spremembe ali posegi taki, da izpolnjujejo zahteve predpisov o mehanski odpornosti in stabilnosti v času spreminjanja stavbe; ☐
3. da stavba nima očitnih konstrukcijskih napak; namesto projektne dokumentacije, ki ni na voljo, je bila opravljena hitra statična presoja (določitev geometrije nosilnega sistema in ocena materialnih značilnosti nosilne konstrukcije), ki izkazuje, da stavba nima večjih konstrukcijskih napak; ☐
4. da se je za stavbo že izvedla ustrezna analiza mehanske odpornosti in stabilnosti, da so se na njeni osnovi že izvedle ustrezne utrditve konstrukcije, zaradi česar je stavba konstrukcijsko utrjena in nima večjih konstrukcijskih napak; ☐

5. da se je za stavbo že izvedla ustrezna analiza mehanske odpornosti in stabilnosti ter da so na njeni osnovi predvideni smiselni ukrepi za izboljšanje stanja stavbe, s katerimi:

- bodo odpravljene največje konstrukcijske napake in izboljšano stanje konstrukcije (manjša rekonstrukcija); ☐
- bo stavba z rekonstrukcijo usklajena z danes veljavnimi tehničnimi predpisi s področja mehanske odpornosti in stabilnosti. ☐

Datum:

Odgovorna oseba projektanta			
Ime in priimek:	Podpis:	Žig:	
Pooblaščen inženir s področja gradbeništva			
Ime in priimek:	Podpis:	Žig:	Identifikacijska št.:

Priloga 3: Primer dobre prakse energetske prenove stavbe kulturne dediščine

ENERGETSKA PRENOVA VEČSTANOVANJSKE STAVBE V LJUBLJANI

OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU

Naslov:	Einspielerjeva 25, Ljubljana
Leto gradnje:	1922
Zvrst dediščine:	stavba na območju naselbinske dediščine Mestna četrt Južni Bežigrad
EID:	20039
Začetek prenove:	2021
Zaključek prenove:	2024
Spremljanje učinkov:	do 2027
Investitor:	skupnost etažnih lastnikov
Zastopnik investitorja:	gradbeni odbor etažnih lastnikov
Upravnik:	SPL d. d.
Vodja projekta:	Neva Jejčič, Gradbeni inštitut ZRMK (arhitektura in gradbenotehnični ukrepi)
Odgovorna konservatorka:	dr. Tina Potočnik, ZVKDS, OE Ljubljana
Izvajalci:	Promobile gradbeni inženiring d. o. o., Eko Obnova d. o. o., Mizarstvo in profiliranje lesa Domen Ovsenik s. p.
Financiranje prenove:	lastna sredstva etažnih lastnikov, rezervni sklad stavbe, program Ljubljana – moje mesto (25 %), Eko sklad (20 %; toplotna zaščita stavbe), faktoring

KRATEK OPIS STAVBE

Dvonadstropna delavska stavba s 16 stanovanji ima razgibano obliko. Razdeljena je na tri dele z lastnimi vhodi in stopnišči. Grajena je iz opeke starega formata, znanega kot avstrijski format. Okna so bila v preteklosti že zamenjana; nekatera so opremljena s polkni različnih oblik, barvnih odtenkov in dizajnov. Streha je bila pred nekaj leti prekrita z opečnimi strešniki. Manjša dela na osrednjem delu strehe sta prekrita z izvirno kovinsko kritino. Večina stanovanj se ogreva daljinsko, nekatera uporabljajo plinski kotel. Prezračevanje je naravno, z odpiranjem oken. Posamezne zunanje enote klimatskih naprav so bile neurejeno nameščene na fasadah.

RAZLOGI ZA ODLOČITEV ZA ENERGETSKO PRENOVO

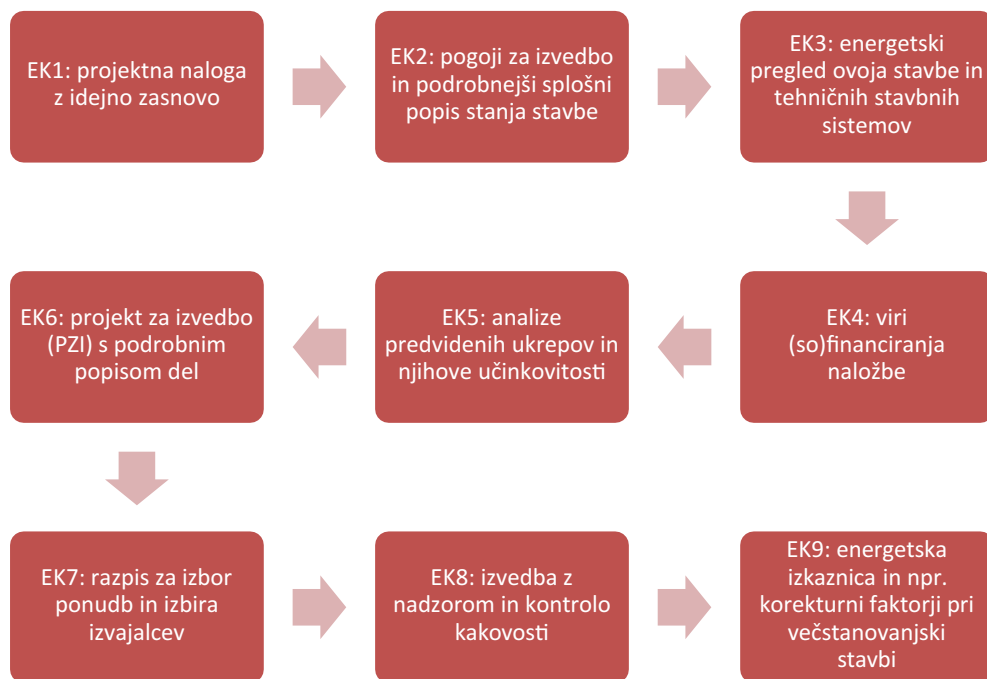
Stavba je zaradi naključnih posegov in pomanjkljivega vzdrževanja postopoma postala neurejena, nje na zunanost in nekateri skupni deli pa zanemarjeni. Skupne napeljave in leseno stavbno pohištvo so nujno potrebovali prenovo. Toplotno udobje ni bilo ustrezno, v več prostorih se je namreč na notranjih stenah pojavila plesen. Sočasna nadgradnja energetske učinkovitosti je bila logičen korak celostnega konservatorskega pristopa, ki je zagotovil boljše notranje udobje, nižje obratovalne in vzdrževalne stroške ter višjo vrednost stavbe, hkrati pa ohranil varovane kulturnozgodovinske vrednote.

PROJEKT ENERGETSKE PRENOVE

Stavba je vpisana v register kulturne dediščine kot del naselbinske dediščine. To pomeni, da njen zunanji videz pomembno prispeva k značaju območja in ga je treba zaščititi. Pogoje varstva kulturne dediščine je predpisala ljubljanska enota ZVKDS, ki je k načrtom prenove izdala tudi kulturnovarstveno soglasje.

Ključni vidik projekta je bilo iskanje ustreznega ravnovesja med načeli varstva dediščine in cilji energetske učinkovitosti.

Pri energetske prenovi je bil uporabljen večstopenjski projektni model prenove stavb kulturne dediščine. Med celotnim procesom je potekalo tesno sodelovanje z lastniki, upravnikom stavbe, odgovorno konservatorko in izvajalci.



Shematski prikaz devetih elementov kakovosti projektnega modela prenove.

Uvodne faze projekta

Prvi korak, pogovor s predstavniki lastnikov stavbe in ogled stavbe na kraju samem, je bil namenjen opredelitvi ciljev prenove, tehničnih robnih pogojev in finančnih zmožnosti lastnikov. Nato je bil zasnovan konceptualni projekt z opredeljenimi cilji, vsebino in obsegom prenove. Pridobljeni izvirniki načrtov so bili digitalizirani, dimenzije pa so bile preverjene na kraju samem (EK1). Hkrati je bil izveden podroben pregled dejanskega stanja in bivalnih razmer v stavbi (EK2) ter opravljen poenostavljen energetski pregled (EK3). Načrtovani so bili ukrepi za ovoj stavbe in tehnične stavbne sisteme, predvsem hlajenje oziroma klimatizacijo. Sočasno so bili proučeni mogoči viri financiranja (EK4). Ocenjene so bile variantne rešitve prenove, predvsem zaradi ohranitve prvotnih razmerij in detajlov (EK5).

Izbrani ukrepi energetske prenove

Zaradi varstvenega režima, cilj katerega je ohraniti zunanji videz stavbe kot primarno dediščinsko vrednoto, je bila na fasadi dovoljena nekoliko manjša debelina toplotne izolacije (10 cm) v primerjavi z minimalnimi zahtevami tehnične zakonodaje (v tem primeru 16 cm). Prvotni venci, okrasje in medaljoni so bili po predhodni konservatorski odobritvi skrbno reproducirani z izbranim toplotnoizolacijskim materialom in končnim slojem. Za poenotenje zunanjega videza ter izboljšanje strukture in podobe stavbnega pohištva so bila izbrana ustrezna nova polkna z okvirjem, ki prekriva špaleta do obstoječih oken. Odprtine za prezračevalni sistem in predlagani način prezračevanja v okenskih špaletah so bili poenoteni. Toplotna izolacija je bila dodana na strop kleti in nad vhodom v stopnišče v osrednjem delu (14 cm) ter v skupnem podstrešnem prostoru in pod streho ob napušču (26 cm). Manjša dela podstrešja sta bila prekrita z novo kovinsko strešno kritino. Pločevinaste obrobe na strešnem napušču, žlebovi, odtoki meteorne vode in snegolovi so bili zamenjani z izvirnim materialom. Teraso so bile toplotno izolirane in hidroizolirane, dodane pa so bile tudi enotne ograje za zaščito zunanjega videza (EK6).

Izvedene ukrepe na ovoju stavbe so spremljali drugi ključni posegi, kot so izdelava odprtine za vgradnjo zložljivih stopnic za dostop na podstrešje iz skupnih prostorov, poenotenje ograj naknadno zgrajenih teras na podstrešjih ter izboljšanje električne in požarne varnosti. Vgrajene so bile požarne pregrade v višini stropnih konstrukcij ter bližini parkirišč vzdolž fasade in vhodov, v kleti pa so bila nameščena tudi požarna vrata, ki so stavbo razdelila na tri požarne sektorje. Dimnik plinskega kotla je bil prestavljen s fasade na streho. Prenova je vključevala tudi elektrifikacijo kletnih prostorov, posodobitev skupnih električnih inštalacij na stopniščih in osvetlitev vhodov v stavbo.

Dodatni elementi zagotavljanja kakovosti

Razpis za izbiro izvajalca je pripravila Mestna občina Ljubljana (EK7). Ocena in nadzor kakovosti med izvedbo sta vključevala redne obiske gradbišča, ki so jih izvajali nadzorniki, projektanti in konservatorka. S tem je bilo zagotovljeno upoštevanje potrjenih načrtov ter pogojev in soglasij varstva kulturne dediščine, zlasti glede ponovitve detajlov fasade z ustreznim oblikovanim izolacijskim materialom (EK8). Na koncu je bila izdelana in izdana energetska izkaznica in izračunani novi korekturni faktorji za delitev stroškov ogrevanja (EK9). Spremljanje učinkov prenove (raba energije, bivalno ugodje) bo predvidoma trajalo do leta 2027.

PRIZNANJE

Projekt prenove je prejel nagrado za uspešno končano prenovo v letu 2024, ki jo podeljuje strokovna komisija Šole prenove (<https://solaprenove.si/priznanja/>).



Zgornji fotografiji: pročelje na severni in zadnja fasada na južni strani pred prenovo.

Spodnji fotografiji: pročelje na severni in zadnja fasada na južni strani po prenovi. Fotografije: Neva Jejčič.

