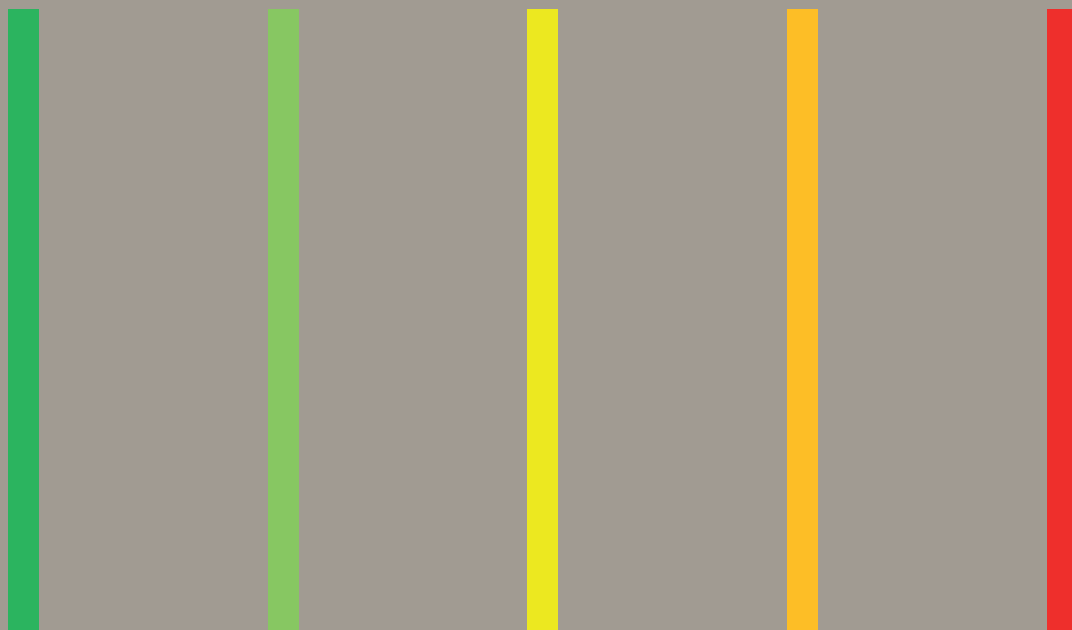




NARODNA GALERIJA

# SMERNICE

za energetska prenova stavb kulturne dediščine



*Izdajatelj in založnika*

**Ministrstvo za infrastrukturo Republike Slovenije\_**

zanj dr. Peter Gašperšič, minister za infrastrukturo

**Ministrstvo za kulturo Republike Slovenije\_**

zanj Anton Peršak, minister za kulturo

*Delovna skupina, ki je pripravila smernice*

**Ministrstvo za infrastrukturo Republike Slovenije\_**

mag. Mojca Vendramin, mag. Erik Potočar

**Ministrstvo za kulturo Republike Slovenije\_**

mag. Barbara Žižič

**Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije\_**

Marija Režek Kambič, Matej Zupančič

**Urbanistični inštitut Republike Slovenije\_**

doc. dr. Breda Mihelič, dr. Damjana Gantar,

dr. Sabina Mujkič, Nina Goršič, dr. Matej Nikšič

**Gradbeni inštitut ZRMK d. o. o.\_**

mag. Miha Tomšič, Mihael Mirtič, dr. Miha Praznik,

doc. dr. Marjana Šijanec Zavrl, Andraž Rakušček

*Fotografije\_* Alenka Železnik (13, 39),

Andreja Bahar Muršič (17),

Barbara Žižič (1, 2, 89), Damjana Pediček (18, 20, 42),

Janko Dermastja (naslovnica), Jelka Pirkovič (52),

Ljubo Lah (65, 66, 67), Marija Režek Kambič (3, 4, 19,

21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 40,

47, 49, 41, 53, 54, 55), Marjana Šijanec Zavrl et al. (74),

Miha Tomšič (5, 9, 60, 83), Mihael Mirtič (6, 10, 11, 12,

41, 45, 85, 87, 88), Miran Kambič (38, 51),

Modest Erbežnik (14, 16), Nina Goršič (15),

Primož Komel, Matej Pavlič (7, 8),

Tatjana Adamič (27, 35), Tomaž Škerlep (62, 64),

Xella Porobeton d. o. o. (44).

Fototeke Ministrstva za kulturo,

Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije

in Narodne galerije.

*Jezikovni pregled\_* Generalni sekretariat Vlade,

Sektor za prevajanje

*Oblikovanje\_* Nena Gabrovec

Publikacija je brezplačno na voljo na spletnem naslovu:

<http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetska-prenova-javnih-stavb/>

Ljubljana, november 2016

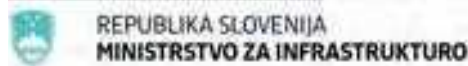
Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v

Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID=287688960

ISBN 978-961-93518-6-4

(Ministrstvo za infrastrukturo)



Zavod za varstvo  
kulturne dediščine Slovenije



**ZRMK** INSTITUT

Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.  
Building And Civil Engineering Institute



# SMERNICE

za energetska prenovo stavb kulturne dediščine

## vsebina

7	UVOD
8	TEMELJNI POJMI
12	KULTURNA DEDIŠČINA V PROGRAMIH ENERGETSKE PRENOVE STAVB
12	Energetska prenova stavb kulturne dediščine v naložbah prenove stavb javnega sektorja
13	Temeljni energetske dokumenti
16	Smernice za energetska prenova stavb kulturne dediščine
19	Osnovni namen smernic
20	Varstvo kulturne dediščine v Sloveniji - splošno
24	Energetska izkaznica
25	PREDHODNE ANALIZE STANJA IN MOŽNOSTI ZA ENERGETSKO PRENOVO
25	Ocena kulturnega pomena stavbe
26	Gradbenotehnična analiza stavbe
28	Meritve notranjih klimatskih razmer
29	Termografska analiza
30	Georadarska metoda (GPR)
30	Analiza osvetljenosti prostorov
31	IDENTIFIKACIJA POTREB PO ENERGETSKI PRENOVI
31	Parametri notranjega okolja in bivalnega ugodja
33	KDAJ IN KAKO V ENERGETSKO PRENOVO?
33	Energetski pregled
37	<b>PREGLED UKREPOV ENERGETSKE PRENOVE</b>
39	VPIV POSAMEZNIH UKREPOV NA VAROVANE ELEMENTE
42	SPLOŠNO O KONSTRUKCIJI IN GRADBENIH MATERIALIH STAVB KULTURNE DEDIŠČINE
47	A_ UKREPI NA STAVBNEM OVOJU
48	A1_ ZUNANJE STENE
49	Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani
51	Toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani
56	A2_ STROP IN TLA
57	Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju
58	Toplotna zaščita tal nad neogrevanim prostorom
58	Toplotna zaščita tal na zemljišču

59	A3_ STREHE
60	Toplotna zaščita strehe
65	A4_ OKNA IN VRATA
67	Okna
74	Vrata
78	A5_ IZBOLJŠANJE ZRAKOTESNOSTI OVOJA STAVBE
78	Tesnjenje ovoja stavbe
80	B_ KLIMATIZACIJA, GRETJE IN HLAJENJE (KGH)
80	Vgradnja ali zamenjava centralnih sistemov ogrevanja
80	Centralna in lokalna regulacija ogrevanja prostorov
81	Hidravlično uravnoteženje sistema ogrevanja
83	Centralni sistem prezračevanja
83	Prezračevanje z lokalnimi napravami
84	Zamenjava starejših kurilnih naprav
84	Temperiranje
85	Sevalni (infrardeči) grelni paneli
85	Priklop na daljinsko ogrevanje
86	Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih
86	Centralni nadzorni sistem za upravljanje stavb
87	C_ UKREPI ZA POVEČANJE IZRABE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE
87	Izkoriščanje toplote iz okolice - toplotne črpalke
87	Ogrevanje na biomaso
88	Vgradnja sprejemnikov sončne energije za pripravo tople vode - sončni kolektorji
89	Vgradnja fotonapetostnih celic - fotovoltaični paneli
90	D_ ORGANIZACIJSKI UKREPI
90	Organizacijski ukrepi pri ogrevanju prostorov
90	Organizacijski ukrepi pri pripravi sanitarne tople vode
91	Uravnavanje in redno vzdrževanje razsvetljave
91	Energetsko knjigovodstvo
93	STROKOVNA POMOČ PRI PRENOVI STAVB KULTURNE DEDIŠČINE
94	VIRI
97	PRILOGA: VLOGA ZA KULTURNOVARSTVENE USMERITVE



# UVOD

*Smernice za energetska prenova stavb kulturne dediščine so nastale v okviru izvajanja evropske kohezijske politike 2014–2020, ki med ključnimi cilji navaja tudi izboljšanje učinkovitosti rabe energije v javnem sektorju. Ker je delež stavb, ki so varovane po predpisih varstva kulturne dediščine, v segmentu državnih stavb zelo velik, je bilo ugotovljeno, da te stavbe kot nosilke slovenske identitete potrebujejo posebno obravnavo, in zato so bile oblikovane tudi smernice za njihovo energetska prenova.*

*Vendar pa smernice niso namenjene izključno prenovi stavb javnega sektorja, temveč so pomembna strokovna podlaga za načrtovanje in izvajanje energetske prenove vseh stavb, ne glede na to, ali so v zasebni ali javni lasti. Prav tako jih je smiselno uporabiti tudi pri stavbah, ki sicer nimajo statusa kulturne dediščine, a izkazujejo kakovostno oblikovanje in je zaradi profesionalnega stavbarstva ali arhitekturnega pristopa to kakovost vredno ohranjati.*

*Smernice so rezultat raziskovalne naloge, ki je obsegala pregled slovenske zakonodaje in dokumentov, pregled smernic in dobrih praks na področju energetske sanacije stavb v Sloveniji in tujini ter pregled ukrepov, materialov in tehnologij, primernih za energetska prenova stavb. Pri njihovem nastanku so sodelovali strokovnjaki s področja gradbeništva, strojništva, arhitekture in urbanizma ter strokovnjaki s področja kulturne dediščine ob tesnem sodelovanju Ministrstva za infrastrukturo, Ministrstva za kulturo in Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije.*

## TEMELJNI POJMI

### CELOVITA PRENOVA

je sklop različnih dejavnosti, s pomočjo katerih se z ustreznim prostorskim načrtovanjem izboljšajo funkcionalne, tehnične, prostorsko oblikovalske, bivalne, gospodarske, socialne, kulturne in ekološke razmere na nekem območju, znova zagotovi ohranitev grajenih struktur ter oživijo urbana in druga območja. Celovita prenova se na območjih kulturne dediščine izvaja ob ohranjanju prepoznavnih značilnosti prostora in kulturnih vrednot varovanega območja. (Vir: A)

### CELOVITA PRENOVA STAVB KULTURNE DEDIŠČINE

je večdisciplinarna dejavnost, pri kateri sodelujejo strokovnjaki s področij prostorskih ved, arhitekture, gradbeništva, strojništva in drugih tehničnih ved, konservatorji in restavratorji, tudi ekonomisti in drugi, ki s svojim delovanjem in upoštevanjem ukrepov zagotavljajo nadaljnji obstoj in obogatitev dediščine ter njeno vzdrževanje, prenavo, uporabo in oživljanje.

### CELOVITA ENERGETSKA PRENOVA

je usklajena izvedba ukrepov učinkovite rabe energije na ovoju stavbe (npr. dodatna toplotna zaščita, menjava stavbnega pohištva) in stavbnih tehničnih sistemih (npr. ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija, priprava tople vode) tako, da se, kolikor je to tehnično mogoče, izkoristijo vse ekonomsko upravičene možnosti za energetska prenova. Glavna prednost celovitega pristopa je možnost medsebojne optimizacije posameznih ukrepov v eni sami, obsežnejši operaciji. (Vir: E)

### CELOVITA ENERGETSKA PRENOVA STAVB KULTURNE DEDIŠČINE

**stavbe, ki imajo prepoznavne stavbne elemente oziroma so zavarovane kot kulturna dediščina, običajno ni mogoče celovito energetska prenoviti na način, ki ne bi negativno vplival na varovane vrednote. Zato s tem izrazom označujemo posebnost celovite energetske prenovne, iz katere so izključeni vsi ukrepi, ki bi posamezni stavbi nepovrnljivo spremenili značaj ali videz. Obseg celovite energetske prenovne je zato odvisen od arhitekturnega in zgodovinskega pomena posamezne stavbe, ki morata biti upoštevana, s čimer se zagotavljajo nadaljnji obstoj in obogatitev kulturne dediščine ter njeno vzdrževanje, obnova, prenova, uporaba in oživljanje tako, da posegi vanjo ne spreminjajo videza, strukture, notranjih razmerij in uporabe dediščine.**

**Opomba:** Pri sofinanciranju ukrepov iz strukturnih skladov praviloma velja, da kadar izvedba posameznega ukrepa iz razširjenega energetskega pregleda zaradi varovanja kulturne dediščine, 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.

### CELOSTNO OHRANJANJE

je sklop ukrepov, s katerimi se zagotavljajo nadaljnji obstoj in obogatitev dediščine, njeno vzdrževanje, obnova, prenova, uporaba in oživljanje. (Vir: B)

### ENERGETSKA IZKAZNICA

je javna listina s podatki o energetske učinkovitosti stavbe ter priporočili in predlogi ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti.



**ENERGETSKA UČINKOVITOST STAVBE**

pomeni izračunano ali izmerjeno količino energije, potrebno za običajno uporabo stavbe, ki med drugim vključuje energijo za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, toplo vodo in razsvetljavo. (Vir: C)

**ENERGETSKA STORITEV**

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

**IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI**

pomeni izboljšanje energetske učinkovitosti zaradi tehnoloških, vedenjskih in/ali gospodarskih sprememb. (Vir: E)

**KONSERVATORSKI NAČRT**

je elaborat, ki je del projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja, s katerim se določijo sestavine spomenika, ki jih je treba ohraniti, in načrt izvedbe del, potrebnih za njihovo ohranitev. Konservatorski načrt je obvezen, kadar se načrtuje poseg v spomenik, če je nameravani poseg kompleksen, grozi nevarnost uničenja ali ogrožanja varovanih vrednot spomenika ali je treba pri posegu izvesti konservatorsko-restavratorska dela. (Vir: B)

**KULTURNOVARSTVENI AKTI**

so kulturnovarstveni pogoji in kulturnovarstvena soglasja. (Vir: B)

**NASELBINSKA DEDIŠČINA**

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

**NEDOVOLJEN POSEG**

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

**OVOJ STAVBE**

pomeni vgrajene elemente stavbe, ki ločujejo njeno notranjost od zunanjega okolja (Vir: G)

**POSEG V DEDIŠČINO**

so vsa dela, dejavnosti in ravnanja, ki kakorkoli spreminjajo videz, strukturo, notranja razmerja in uporabo dediščine ali ki dediščino uničujejo, razgrajujejo ali spreminjajo njeno lokacijo, zlasti pa 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: B)

### 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. (Vir: E)

### PRENOVA

je sklop različnih dejavnosti z gospodarskega, socialnega in kulturnega področja, s pomočjo katerih se ob ustreznem prostorskem načrtovanju zagotovi ohranitev in oživljanje dediščine. (Vir: B)

### PRENOVA TOPLOTNEGA OVOJA

vključuje izvedbo dodatnega sloja toplotne zaščite na zunanjih stenah, tleh in strehi, izboljšavo ali zamenjavo stavbnega pohištva in ukrepe za odpravo netesnih mest v toplotnem ovoju. (Vir: D – prilagojeno)

### PRENOVA TEHNIČNIH SISTEMOV STAVBE

smiselno zajema vse sisteme in naprave, ki za svoje delovanje rabijo energijo, druge naprave, ki imajo vpliv na končno energijsko bilanco stavbe, kot so energent, generator toplote, distribucijski in merilni sistem, ventili na ogrevalnih telesih ipd., ter tehnične ukrepe, npr. sistem upravljanja z energijo. (Vir: D – prilagojeno)

### RAZISKAVA DEDIŠČINE

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

### REGISTER NEPREMIČNE KULTURNE DEDIŠČINE (RKD)

je uradna zbirka podatkov o nepremični kulturni dediščini na območju Republike Slovenije. Z vpisom v register dobi vsaka enota evidenčno številko dediščine (EŠD), 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 geološki podatke (centroid in območje enote). Geološki podatki so na spletu dostopni v obliki interaktivne karte.

### SKORAJ NIČ-ENERGIJSKA STAVBA

pomeni stavbo z zelo visoko energetska učinkovitostjo oziroma zelo majhno količino potrebne energije za delovanje, pri čemer je potrebna energija v veliki meri proizvedena iz obnovljivih virov na kraju samem ali v bližini. (Vir: G)

### 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 sodijo sestavine in pritikline, ki so namenjene uporabi (drug objekt, napeljava, zemljišče) ali oplešanju (okrasje, oprema) ali pa 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: F)

### STAVBNA ENOTA

pomeni del, nadstropje ali stanovanje znotraj stavbe, ki je namenjeno za ločeno uporabo. (Vir: C)

### STAVBA KULTURNE DEDIŠČINE

je vsaka stavba, ki je varovana po predpisih varstva kulturne dediščine, ne glede na to, ali se posamezna stavba nahaja znotraj naselbinske dediščine ali je varovana sama po sebi 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, ki z najnižjimi stroški v življenjskem krogu stavbe zagotavlja največjo raven energetske učinkovitosti. (Vir: C)

### TEHNIČNI STAVBNI SISTEM

pomeni tehnično opremo za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, pripravo tople vode, razsvetljavo ali kombinacijo teh namenov, stavbe ali stavbne enote. (Vir: C)

### VARSTVENI REŽIM

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

### 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: B)

### VAROVANJE

je takšno ravnanje z dediščino, ki z rednim vzdrževanje in obnovo omogoča obstoj vrednot dediščine in njeno uporabo vsaj v najmanjšem obsegu. (Vir: B)

#### VIRI:

A: po Zakonu o prostorskem načrtovanju

B: po Zakonu o varstvu kulturne dediščine

C: Direktiva 2012/27/EU o energetske učinkovitosti

D: Projekt »Combining energy services with subsidy schemes to finance energy efficiency in Central Europe – CombinES« (program Srednja Evropa)

E: Dolgoročna strategija za spodbujanje naložb energetske preнове stavb (2015)

F: Pravilnik o seznamih zvrsti dediščine in varstvenih usmeritvah (Uradni list RS, št. 102/10)

G: Direktiva 2010/31/EU o energetske učinkovitosti stavb (prenova)

# KULTURNA DEDIŠČINA V PROGRAMIH ENERGETSKE PRENOVE STAVB

Ohranjena kulturna dediščina je blagovna znamka številnih evropskih mest in podeželja. Predstavlja živi simbol bogate kulturne preteklosti in raznolikosti, kar se odraža tako v kulturni identiteti kot potrebi, da jo ohranjamo. Zgodovinske stavbe bodo preživele le, če jih bomo vzdrževali v dobrem stanju, ohranili njihove varovane vrednote in jim povečali uporabnost z izboljšanjem bivalnega udobja.

Obstoječi stavbni fond v Evropi je sektor z največjimi možnostmi za doseganje prihrankov energije, zato se število prenov stavb vsako leto povečuje.

Statistični podatki o rabi energije v zgodovinskem stavbnem tkivu v EU izkazujejo pomembne zmožnosti za izboljšave. Raziskava,<sup>1</sup> izvedena leta 2011, ki je zaobjela območje 27 članic EU, je pokazala:

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

Ko te podatke prekrizamo s podatki o klimatskih pogojih in energetskih lastnostih stavb, ugotovimo, da je za ogrevanje tega fonda potrebnih približno 855 TWh energije letno, kar ustreza 240 milijonom ton izpustov CO<sub>2</sub>.

## ENERGETSKA PRENOVA KULTURNE DEDIŠČINE V NALOŽBAH PRENOVE STAVB JAVNEGA SEKTORJA

S prenovo zgodovinskih stavb je torej mogoče prihraniti 180 milijonov ton izpustov CO<sub>2</sub> letno, kar je 3,6% vseh izpustov CO<sub>2</sub> v EU v karakterističnem letu 1990. Pri tem je iz teh podatkov izpuščen celoten segment povojne modernistične gradnje, ki je porast doživela prav po letu 1945, med obnovo v vojni prizadete in porušene Evrope.

V Sloveniji je po predpisih s področja varstva kulturne dediščine zavarovanih 35.200 stavb ali 12,5 milijonov m<sup>2</sup> neto tlorisnih površin, od tega je približno 16.000 stavb zavarovanih kot stavbna dediščina, druge pa so znotraj naselbinskih območij. Ta stavbni delež seveda ni ključen za skupno energetska bilanco države, vendar so tudi tu možne izboljšave. Če bomo dosegli boljšo energetska učinkovitost varovanih stavb na način, da se ohranijo njihove varovane vrednote, bo energetska prenova prispevala k večjemu ohranjanju dediščine tudi v prihodnje.

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 2014-2020** (<http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetska-prenova-javnih-stavb/projektna-pisarna/>).

**Sestavni del dokumentacije v naložbah energetske prenove so tudi kulturno-varstveni pogoji.**

**Ker med iskanjem možnosti za dodeljevanje podpore v okviru OP idejna zasnova oziroma podrobnejši opis predvidenega posega običajno še ni izdelan, bo ZVKDS izdal zgolj kulturnovarstvene usmeritve, ki so namenjene učinkovitejšemu načrtovanju projektne in investicijske dokumentacije.**

**Te usmeritve ne nadomeščajo kulturnovarstvenih pogojev za posege iz 29. člena ZVKD-1, ki jih je na podlagi idejne zasnove treba pridobiti ob pripravi projektne in investicijske dokumentacije na podlagi usmeritev.**

Pri izborih projektov sta si v luči 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.

<sup>1</sup> Troi, Alexandra et al; Energy efficient solutions for historic buildings, EURAC research, Passive House Institute, 2015.

Pri stavbah, ki imajo prepoznavne stavbne elemente oziroma so varovane kot kulturna dediščina, so iz celovite energetske prenovе izključeni vsi tisti ukrepi energetske prenovе, ki bi stavbi nepovrnjivo spremenili značaj ali videz. Obseg celovite energetske prenovе 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 energetske prenovе.<sup>2</sup>**

## TEMELJNI ENERGETSKI DOKUMENTI

### DIREKTIVA 2012/27/EU O ENERGETSKI UČINKOVITOSTI

Temeljna evropska direktiva, ki obravnava energetske učinkovitost javnih stavb, je Direktiva 2012/27/EU (v nadaljevanju: direktiva o energetske učinkovitosti). Energetske učinkovitosti stavb na splošno pa je namenjena direktiva 2010/31/EU.

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

Obveznosti, ki izhajajo iz direktive o energetske učinkovitosti, so bile z Energetskim zakonom (Uradni list RS, št. 7/14 in 81/15; v nadaljevanju: EZ-1) prenesene v notranjo zakonodajo. EZ-1 v 348. členu določa, da se v okviru dolgoročne strategije prenovе stavbnega fonda določijo osebe ožjega in širšega javnega sektorja za prenovo ter delež prenovе skupne tlorisne površine stavb v lasti in rabi oseb ožjega javnega sektorja in da so stavbe, ki so varovane v skladu s predpisi o varstvu kulturne dediščine, obravnavane posebej. Dejstvo je namreč, da je delež stavb, ki so varovane s kulturnovarstvenimi režimi, zelo velik in potrebuje posebno obravnavo.

Če pri »običajnih« 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 prepušča vsaki državi posebej, da se sama odloči, ali bo ta segment stavb sploh vključila v svoje notranje cilje povečanja energetske učinkovitosti in načrtovanega obsega energetske prenovе stavbnega fonda. Tako se država lahko tudi odloči, da bo stavbe kulturne dediščine izločila iz ciljev povečanja energetske učinkovitosti, ali pa, da bo to vprašanje zaradi večplastnosti obravnavala ločeno, v okviru posebnih smernic ali celo za vsak primer posebej.

Posebnosti v zvezi s stavbami kulturne dediščine podajata 4. člen Direktive o energetske učinkovitosti stavb (2010/31/EU) in 5. člen Direktive o energetske učinkovitosti (2012/27/EU):

*»Države članice se lahko odločijo, da ne bodo določile ali uporabljale zahtev iz odstavka 1\* za naslednje kategorije stavb:*

*(a) stavbe, ki so uradno zaščitene kot del zaščitene okolja ali zaradi njihovega posebnega arhitektonskega ali zgodovinskega pomena, če bi izpolnjevanje določenih*

<sup>2</sup> Vloga za kulturnovarstvene usmeritve pred začetkom načrtovanja energetske prenovе stavbe je pripeta na koncu dokumenta.

*minimalnih zahtev glede energetske učinkovitosti nesprejemljivo spremenilo njihovo značaj ali videz...«*

(\*Odstavek 1 določa, da države članice vsako leto od 2014 naprej prenovijo 3% skupne tlorisne površine ogrevanih stavb v lasti in rabi osrednje vlade.)

Poudarek je torej 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 energetskih ukrepov, zato direktiva prepušča državam članicam odločitev, kako bodo kulturno dediščino obravnavale v predpisih o učinkoviti rabi energije.

Čeprav so zgodovinske stavbe izvzete iz večine zahtev direktive, narašča zavedanje, da sta tako varstvo kulturne dediščine kot ohranjanje naravnega okolja za življenje enako pomembna cilja.

Evropski center za standardizacijo pripravlja **Smernice za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb z arhitekturnim, kulturnim in zgodovinskim pomenom (CEN TC 346)**.<sup>3</sup> Prav tako svoje metodologije razvijajo tudi nekatere države članice EU (npr. Avstrija). Ker je sistem varstva kulturne dediščine znotraj držav EU urejen zelo različno, teh dokumentov v naš prostor ni mogoče zgolj prenesti.

## OPERATIVNI PROGRAM ZA IZVAJANJE EVROPSKE KOHEZIJSKE POLITIKE V OBDOBJU 2014–2020

Operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014–2020 je strateški izvedbeni dokument, ki bo podlaga za črpanje 3,2 milijarde evrov razpoložljivih sredstev iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ESRR), Evropskega socialnega sklada (ESS) in Kohezijskega sklada (KS) v obdobju 2014–2020. Dokument je 15. decembra 2014 potrdila Evropska komisija.

V okviru četrtega tematskega cilja »trajnostna raba, proizvodnja energije in pametna omrežja« bodo podprte naslednje prednostne naložbe:

- podpora energetske učinkovitosti in uporabi obnovljivih virov energije v javni infrastrukturi, v javnih stavbah in stanovanjskem sektorju;
- spodbujanje proizvodnje in distribucije energije, ki izvira iz obnovljivih virov;
- razvoj in uporaba pametnih distribucijskih sistemov, ki delujejo pri nizkih in srednjih napetostih;
- spodbujanje nizko ogljičnih strategij za vse vrste območij, zlasti za mestna območja, vključno s spodbujanjem trajnostne večmodalne urbane mobilnosti in ustreznimi omilitvenimi prilagoditvenimi ukrepi.

V okviru tematskega cilja bo največ sredstev namenjenih spodbujanju naložb v energetske prenove stavb, ki imajo velike zmožnosti za zmanjšanje rabe energije. Pomembno vlogo pri tem bo odigral javni sektor, predvsem del osrednje oz. ožje vlade, ki naj bi služil kot zgled za obnove v smeri večje energetske učinkovitosti v zasebnem sektorju. Prednost pri izboru bodo imeli projekti, ki bodo:

3 Guidelines for improving energy efficiency of architecturally, culturally or historically valuable buildings ([https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP\\_LANG\\_ID,FSP\\_ORG\\_ID:25,948429&cs=12A9CCFF14064B9C9892C2D5431945519#1](https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP_LANG_ID,FSP_ORG_ID:25,948429&cs=12A9CCFF14064B9C9892C2D5431945519#1)).

- izkazovali možnost za financiranje z energetske pogodbeništvom (pogodbenim zagotavljanjem prihranka energije in pogodbenim zagotavljanjem oskrbe z energijo);
- zajemali celovite energetske prenove predvsem še neobnovljenih stavb;
- za segment stavb v lasti države vključevali sklop sorodnih stavb, ki imajo skupnega upravljavca;
- upoštevali kriterije trajnostne gradnje.

Kjer bo primerno, bodo pri izboru projektov upoštevani tudi:

- možnost priklopa na daljinsko ogrevanje/hlajenje;
- poleg energetske prenove vključevanje še drugih vidikov prenov, povezanih s prednostnimi naložbami drugih prednostnih osi (učinkovita raba prostora, urbana mobilnost) in izvajanih v okviru mehanizma celostnih teritorialnih naložb (CTN);
- parametri, ki vplivajo na kakovost zraka za doseganje sinergičnih učinkov;
- zmanjševanje emisij toplogrednih plinov in izboljševanja kakovosti zraka (PM10) v mestih;
- pri projektih obnove stavb kulturne dediščine bodo poleg vidika prihrankov smiselno upoštevani tudi varstveni vidiki, pri čemer bo ključni rezultat, ki ga bodo morali projekti zasledovati, prispevek k energetske učinkovitosti.

#### **AKCIJSKI NAČRT ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST ZA OBDOBJE 2014–2020 (AN URE 2020)**

15

Z AN URE 2020 si Slovenija skladno z zahtevami direktive o energetske učinkovitosti (2012/27/EU) zastavlja nacionalni cilj izboljšanja energetske učinkovitosti za 20% do leta 2020. To pomeni, da raba primarne energije v letu 2020 ne bo preseгла 7,125 milijona ton (82,86 TWh). To pomeni, da se raba glede na leto 2012 ne bo povečala za več kot 2%.

Ukrepi v akcijskem načrtu AN URE 2020 so načrtovani v sektorju gospodinjstev, javnem sektorju, gospodarstvu in prometu. Večina ukrepov se že izvaja in z njimi so bili že doseženi vmesni cilji. Akcijski načrt pa predvsem v javnem sektorju predvideva še nekaj novih ukrepov, saj je treba izpolniti obveznost, da se vsako leto prenovijo 3% površine ogrevanih in/ali hlajenih stavb v lasti in rabi osrednje vlade. Cilj države je zagotoviti, da bodo vse nove stavbe, ki so v lasti in rabi javnih organov, od leta 2018 »skoraj nič-energijske«, v drugih sektorjih pa od leta 2020. Dodatni ukrepi so predvideni v gospodarstvu, saj je učinkovita raba energije čedalje pomembnejši dejavnik izboljševanja konkurenčnosti gospodarstva.

Obstoječi stavbni fond ima največje možnosti za doseganje prihrankov energije. Za uresničitev cilja bo treba do leta 2020 četrtno tega fonda energetske obnoviti, kar obsega približno 22 milijonov m<sup>2</sup> stavbnih površin. S tem se bo raba energije v stavbah zmanjšala za skoraj 10%. Poleg tega se bo tako pospešila tudi gospodarska rast, saj se z ukrepi generirajo investicije v višini 500 milijonov evrov letno. Učinki teh investicij so poleg visokih prihrankov pri stroških energije in posledično manjšega uvoza energije tudi v 10.000 novih delovnih mestih.

## **DOLGOROČNA STRATEGIJA ZA SPODBUJANJE NALOŽB ENERGETSKE PRENOVE STAVB**

Skladno z direktivo o energetske učinkovitosti je Ministrstvo za infrastrukturo pripravilo dolgoročno strategijo za spodbujanje naložb energetske preнове stavb, tako javnih kot zasebnih stanovanjskih in poslovnih.

*Dolgoročna strategija za spodbujanje naložb energetske preнове stavb*, ki jo je sprejela Vlada RS oktobra 2015, obravnava:

- določitev oseb ožjega in širšega javnega sektorja za potrebe energetske preнове;
- površine stavb v lasti in uporabi oseb javnega sektorja;
- določitev deleža preнове skupne tlorisne površine stavb v lasti in uporabi oseb ožjega javnega sektorja;
- pregled nacionalnega stavbnega fonda na podlagi statističnega vzorčenja;
- opredelitev stroškovno učinkovitih pristopov k prenovi za različne vrste stavb glede na kategorijo stavb, njihovo lokacijo in podnebni pas;
- politike in ukrepe za spodbujanje stroškovno učinkovite temeljite preнове stavb;
- ukrepe za usmerjanje naložbenih odločitev posameznikov, gradbene industrije in finančnih institucij;
- oceno pričakovanih prihrankov energije in širših koristi.

Strategija posebej omenja stavbe, varovane po predpisih varstva kulturne dediščine, za katere naj se energetska prenova načrtuje na podlagi Smernic za energetska prenova stavb kulturne dediščine.

## **SMERNICE ZA ENERGETSKO PRENOVO STAVB KULTURNE DEDIŠČINE**

Smernice obravnavajo vse stavbe kulturne dediščine, in to ne glede na to, ali se posamezna stavba nahaja znotraj naselbinske dediščine ali je varovana sama po sebi kot stavbna dediščina. Ta pojem je enotno uporabljen v celotnem dokumentu in zajema vse stavbe, ki so varovane s predpisi o varstvu kulturne dediščine. 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 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 v veliki meri vrednoten z nemerljivimi količinami oziroma opisi. Od primera do primera je odvisno, kakšna in kolikšna (če sploh) izboljšava energetske učinkovitosti je dejansko možna, ne da bi bile pri tem prizadete varovane vrednote.

Med strokovnjaki za ohranjanje kulturne dediščine in strokovnjaki za učinkovito rabo energije je večkrat zaznati precejšnjo mero nerazumevanja, nasprotovanja in nezaupanja. Medtem ko konservatorsko stroko skrbi, da bodo ukrepi energetske preнове 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. Različni projekti in predstavitve primerov dobrih praks dokazujejo, da je ta razkorak 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 in tako zagotavljajo dolgoročno vzdrževanje in ohranitev.

Energetska prenova zgodovinskih stavb je izziv, saj je treba ohraniti integriteto zgodovinskega jedra in karakteristični značaj stavbe, pri tem pa vedno ni 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 do točke, ko niso ogrožene dediščinske lastnosti stavbe. Govorimo torej o pristopu, ki temelji na prenovi posameznih stavbnih členov in ne na energetski prenovi stavbe kot celote, saj lahko le tako dosežemo energetske prenove ob sočasnem ohranjanju kulturne dediščine.

17

Na področju izboljšanja energetske učinkovitosti stavb in uporabe obnovljivih virov energije v stavbah kulturne dediščine se v zadnjem času pripravljajo različne nacionalne strategije in smernice, saj se je izkazala potreba po praktičnih usmeritvah in rešitvah.

Morda najbolj celostne in za sistematično obravnavo zastavljene so leta 2011 izdane avstrijske smernice,<sup>4</sup> ki s pomočjo desetih osnovnih načel opišejo in določijo konservatorska pravila vsake intervencije oz. ukrepa energetske prenove kulturne dediščine.

4 Richtlinie Energieeffizienz am Baudenkmal (<http://www.bda.at/documents/944221227.pdf>)

## 10 OSNOVNIH NAČEL

### 1\_ OHRANJANJE PRVOTNIH SESTAVIN

temeljni cilj varstva je ohranjanje neokrnjenosti in izvirnosti v čim večji meri. Nadomeščanje s kopijami varovanih prvin je primerno le izjemoma.

### 2\_ PRENOVA PRED ZAMENJAVO

prvi korak pri energetska prenovi je odpravljanje obstoječih pomanjkljivosti stavbnih elementov in prerazporejanje prostorov glede na funkcionalnost. Vedno je treba najprej preveriti vse možnosti restavriranja stavbe oz. 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 narediti analizo stanja gradbene konstrukcije in gradbene fizike, šele nato pride na vrsto načrtovanje ukrepov.

### 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 prenova, protipožarna zaščita ipd., saj drugače lahko pride do poškodb in posledično do razvrednotenja stavb.

### 5\_ SPREMEMBE VEDENJSKIH NAVAD UPORABNIKOV

energetska prenova stavbe mora vključevati tudi izboljšanje vedenjskih navad uporabnikov in optimizacijo upravljanja stavbe. Cilji prenove ne smejo biti podrejeni zgolj standardiziranim izkazom rabe energije.

### 6\_ INDIVIDUALNA OBRAVNAVA STAVB

za vsako stavbo je treba načrtovati posamične in zanjo najustreznejše rešitve. To zahteva 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

ker med graditvijo in v času uporabe nikoli ni idealnih pogojev, je treba upoštevati možnost nastanka poškodb in napak, zato imajo prednost povračljivi (reverzibilni) in popravljivi ukrepi.

### 9\_ ZMANJŠEVANJE NEGATIVNIH VPLIVOV

načrtovati je treba samo take ukrepe, ki nimajo negativnih vplivov na konstrukcijo, zato je nujno potrebno sodelovanje izkušenih strokovnjakov gradbene fizike. Inovacije in eksperimenti so dovoljeni le na podlagi resnih znanstvenih raziskav.

### 10\_ ODGOVORNOST ZA PRIHODNOST

posegi v zgodovinske stavbe se vrstijo skozi stoletja, skladno z razvojem in potrebami, ki se spreminjajo. Konservatorski pristop zato stremi k odgovornemu ravnanju vseh udeležencev, ki mora preseči cilje in potrebe trenutnega časa in amortizacije.

## OSNOVNI NAMEN SMERNIC

Osnovni namen smernic je oblikovanje nabora ukrepov, ki izboljšujejo energetske učinkovitost stavb kulturne dediščine, hkrati pa se ohranjajo tiste lastnosti oziroma varovane prvine, ki imajo kulturni pomen.

Predstavljeni so postopki, ki so potrebni za uspešno načrtovanje in izvajanje energetske prenoje, od predhodnih analiz, nabora sprejemljivih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti z oznako tveganja za kulturni pomen do opozoril in priporočil za izvajanje ukrepov. Vključujejo ukrepe za izboljšanje stavbnega ovoja, sistemov za klimatizacijo, gretje in hlajenje, ukrepe za povečanje rabe obnovljivih virov energije in organizacijske ukrepe.

Smernice ne obravnavajo posameznih primerov zgodovinskih stavb, saj je vsaka enota kulturne dediščine zgodba zase. Pri prenovi stavb kulturne dediščine se namreč srečujemo z najrazličnejšimi vrednotami, ki zahtevajo vsaka posebno individualno obravnavo glede na njene posebnosti in omejitve. Lastnosti oziroma varovane prvine, ki imajo kulturni pomen, so tiste, ki vplivajo na nabor sprejemljivih ukrepov s področja energetske prenoje. Izboljšanje oziroma izvedba določenih ukrepov s področja energetske učinkovitosti je sprejemljiva tudi na stavbah kulturne dediščine ob zavedanju, da je največkrat nemogoče doseči standarde, ki veljajo za novogradnje oziroma stavbe, ki nimajo dediščinskih lastnosti.

19

Pri energetske sanaciji so ključni:

- 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 in izjemnosti ter celovitosti ni mogoče izvesti nekaterih ukrepov.

Z nepremišljenimi ukrepi energetske sanacije lahko močno okrnimo oziroma celo uničimo posamezne prvine, ki so ključne za kulturni pomen dediščine tako na ravni posamezne stavbe kot območja.

**Cilja priprave smernic sta dva: prvič, zagotoviti tehnično podporo načrtovalcem v procesu celovite prenoje od priprave izhodišč do izvedbe, ki bo v okviru robnih pogojev vključevala tudi energetske vidike; drugič, zagotoviti, da bodo lastniki stavb kulturne dediščine postavljeni v enakopravnejši položaj pri pridobivanju finančnih virov za prenojo njihovih stavb, na primer sredstev iz evropskih strukturnih in investicijskih skladov.**

Smernice so namenjene tudi strokovnim službam za pomoč pri svetovanju naročnikom in lastnikom stavb kulturne dediščine, da bodo v naprej seznanjeni z omejitvami pri izvedbi ukrepov energetske sanacije.

Smernice za energetske prenoje stavb kulturne dediščine ne rešujejo konkretnih primerov, ampak vsebujejo splošen nabor ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti, in sicer od organizacijskih ukrepov prek ukrepov na ovoj stavb in ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov za klimatizacijo, gretje in hlajenje do rabe obnovljivih virov energije.

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 (NPR. STATIČNA PRENOVA, PROTIPOŽARNA ZAŠČITA ITD.)

Pri prenovi stavb, in to ne zgolj stavb kulturne dediščine, je treba v skladu z načeli dobrega gospodarjenja izvajati tudi druge smiselne ukrepe za izboljšanje stanja stavb. V nasprotnem so mogoče poškodbe in posledično razvrednotenje pomena stavb. Z nenadzorovanimi posegi lahko pride do uničenja tako arhitekturnih kot funkcionalnih lastnosti. V vsako prenovalo je ob potrebnih ukrepih smiselno vključiti ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti. Celovita prenova odločilno prispeva k ohranjanju stavbe in njenih dediščinskih lastnosti, zahteva pa sodelovanje in usklajeno delovanje različnih strokovnjakov in usposobljenih izvajalcev. Prenova zahteva ozaveščenost in sodelovanje lastnikov in uporabnikov stavb, ti pa s svojim delovanjem 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 ENERGETSKO UČINKOVITOSTJO STAVBE

Osnovno vodilo varstva kulturne dediščine je ohranjanje varovanih vrednot, ki jih sodobni tehnični prijemi lahko ogrozijo. Vendar ima večina stavb vsaj nekaj delov, ki nimajo dediščinskih vrednot, in na njih je mogoča tudi prenova ali zamenjava posameznih delov.

Gre torej 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 dopustno izboljševanje energetske učinkovitosti le do mere, ki je s konservatorskega stališča še sprejemljiva. Tak pristop temelji na prenovi posameznih stavbnih delov in ne na energetske prenovi stavbe kot celote, saj le tako lahko dosežemo energetske prenovi ob sočasnem ohranjanju kulturne dediščine. Cilj energetske preнове kulturne dediščine je razumno izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe.

## VARSTVO KULTURNE DEDIŠČINE V SLOVENIJI - SPLOŠNO

Slovenija podpisnica vseh ključnih mednarodnih listin s tega področja, od Haaške do Unescove konvencije, in ena redkih evropskih držav, kjer je varstvo dediščine tudi ustavna kategorija. Ustava Republike Slovenije namreč v 5. členu do-loča, 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 pa 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 natančno skrbijo za vse raznolike zvrsti svoje kulturne dediščine, in to je izhodišče kakovosti življenja vseh generacij, pomeni pa izzivo prihodnosti.

Temeljni predpis, s katerim država vzpostavlja sistem varstva dediščine v Sloveniji, je Zakon o varstvu kulturne dediščine (Uradni list RS, št. 16/08, 123/08, 8/11 – OR-ZVKD39, 90/12, 111/13 in 32/16; v nadaljevanju: ZVKD-1).

Dediščino zakon opredeljuje kot »dobrine, podedovane iz preteklosti,« zato jo na splošno obravnavamo precej širše, kot je v nadaljevanju definiran »javni interes«. Tudi smernice so zato priročnik, ki se ne omejuje zgolj 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 ter
- sodelovanje javnosti v zadevah varstva.

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

21

### SISTEM VARSTVA

#### *nepremična kulturna dediščina*

Kulturno dediščino delimo v nesnovno in materialno (snovno), zadnje 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 ter 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 obstajata v konservatorski stroki, tako mednarodni kot domači, dve struji z različnima pogledoma na to vprašanje, in sicer:

- prva struja (doktrina nemških dežel in Sveta Evrope) poudarja univerzalnost vsake pojavnosti dediščine, kar pomeni, da je vsa dediščina enako pomembna in da 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 (ena sama kategorija pod imenom spomenik). Pozneje je bil dejansko vpeljan sistem kategorizacije, ki pa ni bil nikoli povsem dosledno izpeljan, zato so še danes pogosta neskladja in je sistem varstva nedosleden.

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

*stavbna dediščina*

Varstveni režim za **stavbno dediščino** se nanaša na njeno pojavnost v prostoru, zunanjščino in notranjščino, ki jo definirajo gabariti, gradbeni material, slog, konstrukcijska zasnova, materiali, barve, 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 in vrata ter strehe);
- funkcionalna zasnova notranjosti stavb, ki ji je pri prenovah treba slediti;
- notranje stavbno pohištvo in oprema (likovni okras: štukatura, poslikave, kipi in reliefi ter parketi, tlaki, vrata ...).

Nekatere prvine, kot so ometi, štukature in stenske dekoracije, se varuje enako tako v preprostem objektu iz 19. stoletja, funkcionalistični arhitekturi kot v izjemnih arhitekturnih stvaritvah (npr. sakralnih, pomembnih javnih stavbah ipd).

Splošni varstveni režim za stavbno dediščino predpisuje ohranjanje naslednjih 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 ter lego, namembnostjo in oblikovanostjo pripadajočih objektov in površin);
- prostorski kontekst, pojavnost in vedute (predvsem pri prostorsko izpostavljenih objektih - cerkvah, gradovih, znamenjih itd.);
- celovitost dediščine v prostoru (prilagoditev posegov v okolici značilnostim stavbne dediščine).

*naselbinska dediščina*

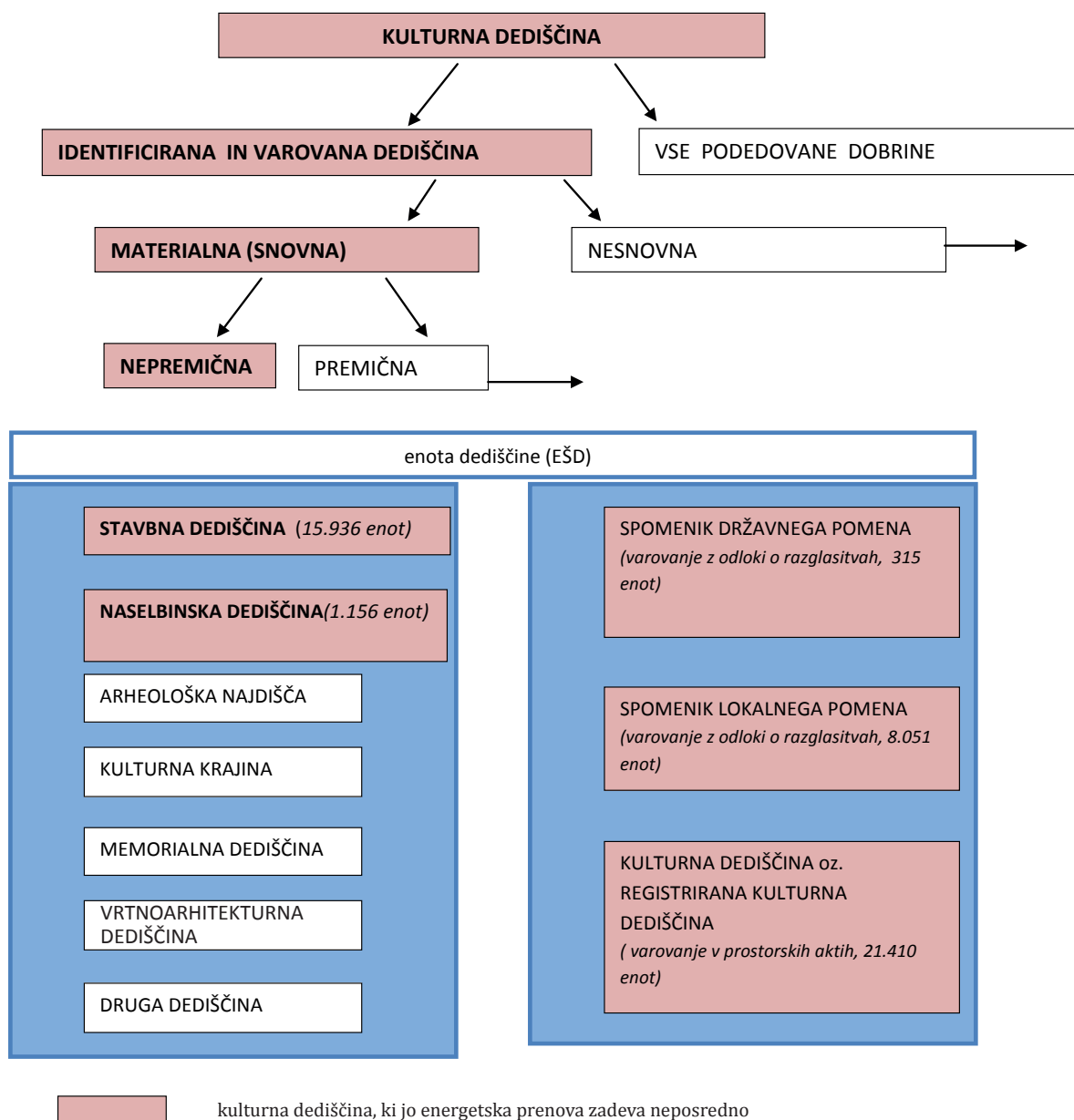
Varstveni režim za **naselbinsko dediščino** poudarja predvsem varovanje zunanje pojavnosti določenega objekta v varovanem območju in njegovih značilnosti, kot so fasade in strehe s stavbnim pohištvom in posebnimi detajli. Dejstvo je, da se velika večina stavb v območjih naselbinske dediščine odlikuje z izjemnimi prvinami tako na zunanjih površinah kot 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 naslednjih 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 znotraj naselja (drevesa, vodotoki itd.);
- prepoznavne lege v prostoru oziroma krajini (glede na reliefne značilnosti, poti itd.);
- naravnih in drugih meja rasti ter 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 na celotno stavbno ali naselbinsko dediščino, temveč je treba vsak poseg v nepre-mičnino posebej obravnavati v postopku kulturnovarstvenih pogojev in soglasij (kulturnovarstveni akti). Varstveni režim je namreč odvisen tudi od konkretne identifikacije varovanih vrednot na posameznem objektu ali območju ter njegovega gradbenotehničnega stanja.

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



### POSEBNA OBRAVNAVA DEDIŠČINE V ZAKONODAJI

Načelo trajnostnega razvoja je osnovno izhodišče in vodilo za usmerjanje prostorskega razvoja, pomeni pa rabo prostora in prostorskih ureditev tako, da ob ohranjanju kulturne dediščine in varovanju drugih prvin okolja omogoča zadovoljitev potreb sedanje generacije brez ogrožanja prihodnjih generacij.

V strokovnih dokumentih s področja varovanja kulturne dediščine energetska vidik ni posebej omenjen, vendar opredelitve in zahteve delujejo tudi kot vodilo ali napotek za presojo možnih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti.

V Sloveniji so odstopanja od energetskih ciljev za kulturno dediščino urejena v:

- **ZAKONU O GRADITVI OBJEKTOV** (Uradni list RS, št. 102/04 - uradno prečiščeno besedilo, 14/05 - popr., 92/05 - ZJC-B, 93/05 - ZVMS, 111/05 - odl. US, 126/07, 108/09, 61/10 - ZRud-1, 20/11 - odl. US, 57/12, 101/13 - ZDavNepr in 110/13) - v nadaljevanju ZGO-1
- **ENERGETSKEM ZAKONU** (Uradni list RS, št. 7/14 in 81/15) - v nadaljevanju EZ-1.

ZGO-1 v petem odstavku 9. člena dopušča odstopanje gradnje od predpisanih ključnih zahtev, med katerimi je tudi zahteva po varčevanju z energijo in ohranjanju toplote, kamor sodijo tudi zahteve Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah: »V objektih, varovanih na podlagi predpisov s področja varstva kulturne dediščine, lahko projektirane ali izvedene rešitve odstopajo od predpisanih bistvenih zahtev, vendar samo pod pogojem, da z odstopanjem ni ogrožena varnost objekta, življenje in zdravje ljudi, promet, sosednji objekti ali okolje.«

Energetski zakon v 334. členu predvideva izjeme v zvezi z obveznostjo pridobitve energetske izkaznice, poleg tega pa v 315. členu uvaja nekakšne elemente »pozitivne diskriminacije« pri določitvi načinov spodbujanja ukrepov učinkovite rabe in obnovljivih virov energije ter višine spodbud, kjer se lahko upošteva tudi vidik ohranjanja kulturne dediščine.

**Po gradbeni zakonodaji je večina energetskih ukrepov opredeljenih kot vzdrževalna dela, za katera ni treba pridobiti gradbenega dovoljenja. ZVKD-1 posebej ne določa pravnega okvira za vzdrževanje kulturne dediščine, razen kadar vzdrževanje pomeni dela, ki spreminjajo videz, strukturo, notranja razmerja in uporabo dediščine (druga alineja 26. točke prvega odstavka 3. člena ZVKD-1). Taka vzdrževalna dela se štejejo za poseg v dediščino, zato morajo potekati tako, da se z njimi ne ogrozijo varovane vrednote dediščine.**

**Čeprav za to vrsto del ni treba pridobiti gradbenega dovoljenja, je za vsak poseg v dediščino treba pridobiti kulturnovarstvene pogoje in soglasje, torej tudi za vzdrževalna dela, če se z njimi spreminjajo videz, struktura, notranja razmerja in uporaba dediščine.**

### ENERGETSKA IZKAZNICA

Namen energetske izkaznice je pridobitev informacije o energetska učinkovitosti stavbe, vključno s priporočili za izboljšanje njene energetske učinkovitosti, in sicer v času njenega pravnega prometa (prodaja, oddaja). Za stavbe, ki so varovane po predpisih s področja varstva kulturne dediščine, velja, da lahko odstopajo od minimalnih zahtev glede energetske učinkovitosti, če bi njihovo izpolnjevanje ogrozilo varovane vrednote stavbe.

Ker zaradi kulturnovarstvenih omejitev pri teh stavbah predpisana energetska izkaznica ne bi dosegla in upravičila svojega namena, je EZ-1 določil, da za stavbe, ki so varovane po predpisih s področja varstva kulturne dediščine, izkaznica ni obvezna. Ta določba se nanaša le na tisto kulturno dediščino, ki je varovana kot **stavbna** (profana, sakralna ...) **dediščina**. Ne glede na to pa je izdelava energetske izkaznice priporočljiva zaradi natančnejše opredelitve dejanskega energetskega stanja stavbe.



(2) Energetska izkaznica



# PREDHODNE ANALIZE STANJA IN POTENCIALOV ZA ENERGETSKO PRENOVO



(3) Primer konservatorskega načrta, izsek iz mape 01: Ljubljana – Narodna galerija

Vsaka obnova zahteva temeljito poznavanje stavbe, kar velja tudi za energetske preno-vo. Pred prenovo je treba opraviti temeljite predhodne raziskave, ki zajemajo pregled arhivskih virov, že izvedenih sprememb in predelav, materialnega stanja stavbe, grad-benofizikalnih lastnosti in oblikovnih značilnosti, namembnosti prostorov in uporabe stavbe.

S pravilnim razumevanjem stavbe in njenih dediščinskih lastnosti lahko z ukrepi izboljšamo njene energetske značilnosti. Treba si je prizadevati za izboljšanje njene energetske učinkovitosti na stroškovno učinkovit način, ki bo upošteval kulturni pomen. 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, uporaba stavbe, zapostavljanje rednih vzdrževalnih del ali energetska neučinkovitost stavbe.**

**Predhodni raziskavi sta predvsem:**

- ocena kulturnega pomena stavbe
- gradbenotehnična analiza

**Priporočljive pa so tudi naslednje:**

- meritve notranjih klimatskih razmer
- termografska analiza
- georadarska metoda (GPR)
- analiza osvetljenosti prostorov

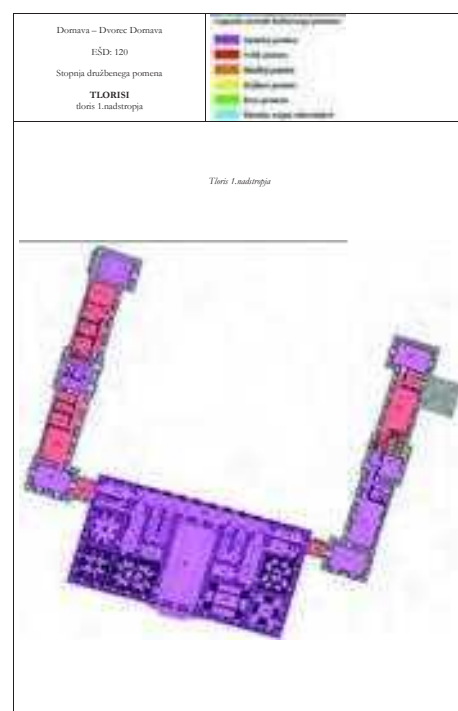
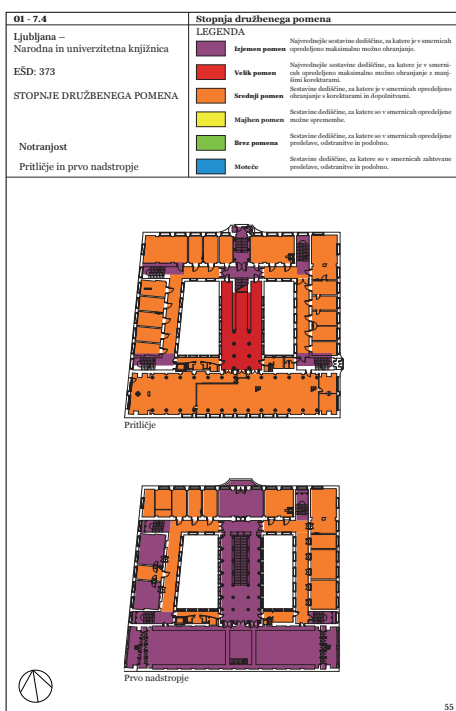
## OCENA KULTURNEGA POMENA STAVBE

Predpogoj kakovostne ocene kulturnega pomena je izvedba predhodnih raziskav. Pred posegi v stavbo kulturne dediščine moramo stavbo najprej dobro spoznati, tudi njeno zgodovino in razvoj. Raziskati je treba stanje stavbe, prvotno zasnovo in poznejše prezidave ter druge spremembe, ki zajemajo tako pregled arhivske doku-mentacije kot popis oziroma inventarizacijo prvin stavbe (arhivski načrti in doku-menti ter drugi viri, literatura, arhitekturni posnetki obstoječega stanja s posameznimi prvini, npr. stavbno pohištvo, popis inventarja ipd.).

Z raziskavami preidemo od splošnega poznavanja dediščine k razumevanju njenega razvoja in vrednot. Razumevanje dediščine mora biti osnova za ocenjevanje njenega kulturnega pomena. Pri vseh posodobitvah oziroma zaradi njih izvedenih spremem-bah v notranjščini in zunanjščini stavbe je treba v največji možni meri ohraniti kul-turni pomen posamezne stavbe.

## KONSERVATORSKI NAČRT

Pri **kompleksnejših oziroma zahtevnejših prenovah spomenikov** z izjemnimi prvini, ki vključujejo zahtevna konservatorsko-restavratorska dela, se s kultur-novarstvenimi pogoji lahko predpiše tudi izdelava konservatorskega načrta z namenom podrobnega razumevanja spomenika in njegovih vrednot. Konservatorski načrt predstavi pomen dediščine in določi varstvene usmeritve, kako skrbeti zanjo z vzdrževanjem, popravili in upravljanjem pri prihodnjem razvoju, rabah in spre-membah. Vključuje celosten pogled na dediščino in vse njene sestavine. V njem so sistematično urejene informacije, ki jih potrebujemo, da predvidimo načine njenega ohranjanja.



26

(4) Primeri konservatorskega načrta, izsek iz mape 01: Ljubljana – Narodna galerija, Ljubljana – Narodna in univerzitetna knjižnica in Dornava – Dvorec Dornava

Ocena kulturnega pomena dediščine je drugi del konservatorskega načrta. Ima ključno vlogo pri odločanju o načinih ohranjanja dediščine in se izvaja večdisciplinarno. Posamezne vrednote in sestavine dediščine imajo različno vlogo v skupnem kulturnem pomenu. Mogoče jih je predstaviti v kategorijah od izjemne do nepomembne stopnje. Cilj stopnjevanja kulturnega pomena je ločevanje na tiste sestavine dediščine, ki se ne smejo izgubiti, in tiste z manjšim pomenom oziroma degradirane dele, pri katerih so dovoljene oziroma zaželenne spremembe.

Ocena kulturnega pomena stavbe je tako ključnega pomena za izbor oziroma nabor tistih ukrepov, ki jih je sprejemljivo izvesti. Izvajanje vseh predlaganih ukrepov mora namreč upoštevati njihove posledice za kulturni pomen (pojavnost, značaj, gradiva ipd.) in učinkovitost delovanja stavbe kulturne dediščine kot celote.

## GRADBENOTEHNIČNA ANALIZA STAVBE

Solidna in stabilna gradbena konstrukcija je osnova za kakršnekoli druge tehnične ali funkcionalne izboljšave stavbe.

Obseg raziskav stavbe je odvisen od starosti stavbe, stopnje vzdrževanja in vrste poškodb, v glavnem pa se ugotavljajo:

- statični sistem stavbe
- vrsta, stanje in kakovost vgrajenih materialov
- stanje temeljenja
- vrste poškodb, vzroki za njihov nastanek
- vpliv poškodb na varnost in trajnost stavbe

Za analizo so zelo pomembni:

- podatki, kdaj je bila stavba zgrajena
- vsa razpoložljiva projektna in tehnična dokumentacija, ki se nanaša na stavbo
- podatki o predhodnih posegih v stavbo
- podatki o posegih v vplivnem območju stavbe (gradnja sosednjih objektov, posegi v temeljenje, ...).

### STOPNJA ZAHTEVNOSTI PREISKAV IN ANALIZ

Celostne preiskave za ugotovitev dejanskega stanja so lahko precej obsežne in zato tudi drage, saj zahtevajo obsežna sondiranja ali zahtevne analize. Zato se preiskave vedno izvajajo postopno, začnejo se z osnovnim pregledom, na podlagi ugotovitev se nato izdelava program in predlagajo nadaljnje podrobnejše preiskave.

### OSNOVNI PREGLED STAVBE

Osnovni pregled predstavlja prvi stik s stavbo. Na podlagi:

- vizualnega pregleda,
- enostavnejših in situ preiskav,
- starosti stavbe,
- obstoječih vidnih poškodb,
- konstrukcijske zasnove in sistema,

lahko izkušen strokovnjak pridobi marsikatero koristno informacijo o stanju stavbe. Pri osnovnem pregledu se določi splošna ocena stavbe, poudarijo se pomanjkljivosti stavbe in možni bodoči problemi, določijo se načrt nadaljnjih, podrobnejših preiskav kritičnih elementov, stopnja zahtevnosti preiskav, njihov obseg in način preiskovanja.

### PODROBNEJŠE PREISKAVE

Naslednja stopnja so podrobnejše preiskave, s katerimi se ugotavljajo konkretne konstrukcijske lastnosti stavb, kot so stanje temeljev in nosilnih elementov, sestava stropov, zidov in ocena nosilnosti. Preiskujejo se lastnosti, potrebne za nadaljnje analize. Te preiskave se izvajajo v kombinaciji z nedestruktivnimi in destruktivnimi metodami ter laboratorijskimi preiskavami. Nedestruktivne preiskave so tiste, ki ne rušijo oz. poškodujejo konstrukcije, ampak z različnimi instrumenti preiskujejo njene lastnosti, zato so precej bolj zaželeno. Slabost teh preiskav je, da ne dajejo popolnoma jasne slike, zato jih je treba v večini primerov dopolniti z destruktivnimi metodami.

27

Podatki o konstrukciji, zbrani med ocenjevanjem stavbe, so podlaga za izbor tipa, tehnike, obsega in ugotavljanja nujnosti posega. Pri tem se upoštevajo naslednja načela:

- vse ugotovljene lokalne grobe napake je treba ustrezno sanirati;
- pri stavbah z veliko nepravilnostmi (v smislu porazdelitve togosti in nosilnosti) je treba izboljšati konstrukcijske lastnosti, kolikor je to mogoče, in sicer po višini in v tlorisu;
- zahtevane karakteristike pravilnosti in odpornosti je treba doseči bodisi s spremembo odpornosti in/ali togosti ustreznega števila obstoječih bodisi z uvedbo novih nosilnih elementov;
- povečati je treba lokalno duktilnost (sposobnost prenašanja plastičnih deformacij, ne da bi se material zlomil) na mestih, kjer je potrebno;
- povečanje odpornosti elementov ne sme vplivati na zmanjšanje duktilnosti celotne stavbe;
- pri zidanih konstrukcijah je treba nadomestiti neduktilne preklade z duktilnimi, izboljšati neustrezne povezave med vertikalnimi stenami in medetažno konstrukcijo ter ublažiti izvenravninske horizontalne sunke, delujoče na zidovje.

### IZBOLJŠANJE KONSTRUKCIJSKIH LASTNOSTI

Posegi na konstrukciji se izvajajo po načelu enega ali kombinacije različnih, v vsakem primeru pa je treba upoštevati učinek spremembe konstrukcijskega sistema. Tipi posegov na konstrukciji so:

- lokalna ali celotna sanacija poškodovanih ali nepoškodovanih elementov (popravlilo, ojačitev ali popolna zamenjava) za izboljšanje togosti, odpornosti in/ali duktilnosti elementov;
- dodajanje novih konstrukcijskih elementov (npr. ojačani ali polni zid, jekleni, leseni ali armirani betonski pasovi v zidani konstrukciji);

- sprememba konstrukcijskega sistema, npr. odstranitev ranljivih elementov; sprememba v pravilne 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 prek disipativnih ležišč;
- zmanjšanje lastne teže konstrukcije;
- sprememba namembnosti ali prepoved uporabe stavbe;
- delna porušitev - odstranitev.

## MERITVE NOTRANJNH KLIMATSKIH RAZMER



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

Primerna temperatura in relativna vlažnost zraka v prostorih sta pomembna dejavnika, ki opisujeta klimatske razmere v prostoru. 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 navadno 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 in vlažnosti zraka, konstrukcij in njihovih površin ter podrobne analize rezultatov nam pomagajo poiskati rešitve, ki so ugodne za uporabnika in dediščino ter hkrati stroškovno sprejemljive.

Pri tem upoštevamo standard SIST EN 15757:2010 (Ohranjanje kulturne dediščine – Specifikacije za temperaturo in relativno vlažnost za omejitve klimatsko pogojenih mehanskih poškodb organskih higroskopskih materialov), ki navaja klimatske pogoje znotraj mikrookolja, v katerem so bili v daljšem obdobju razstavljeni predmeti kulturne dediščine in se nanj prilagodili.

### Praktičen primer

*V toplotno nezaščiteni stavbi z okni oz. zasteklitvijo s slabšimi toplotnimi lastnostmi, kot jih ima npr. zunanja stena (značilen primer so zidane stavbe z okni z enojno zasteklitvijo), se prekomerna relativna vlažnost zraka najprej odrazi s pojavom kondenzata oz. 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 pohištvom 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 namestitvev higrometra za spremljanje relativne vlažnosti notranjega zraka.*

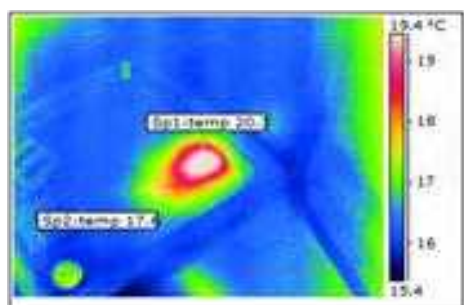
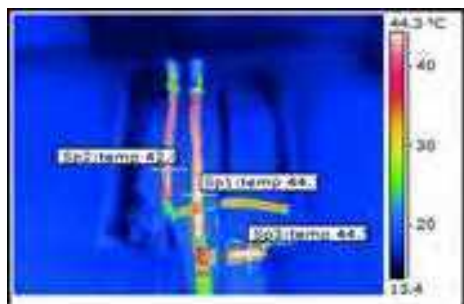
*Če toplotno zaščitimo še neprozorni del stavbnega ovoja, postanejo razmere spet podobne prvemu opisanemu primeru. Kondenzat na notranji površini notranje šipe nas opozori, da se je vsebnost vlage v zraku nevarno povečala. To seveda velja ob predpostavki, da na toplotnem ovoju ni izrazitih toplotnih mostov, na katerih bi do tega pojava prišlo prej kot na zasteklitvi.*

*Tudi če obstoječa okna zgolj zatesnimo, se mikroklimatske razmere v prostoru lahko opazno spremenijo. Predvsem to velja za zatesnitev okenskih pripir, a tudi zatesnitev vgradne rege med oknom in konstrukcijo je lahko pomemben dejavnik. Nenadzorovana izmenjava zraka zaradi razlike v temperaturah in tlakih v odvisnosti od orientacije in višine okna ter zunanjih vremenskih in notranjih razmer se zmanjša, kar praviloma prinese s seboj nevarnost naraščanja relativne vlažnosti notranjega zraka prek varne meje. Tveganje se še poveča, če se npr. hkrati ukine lokalno kurišče za lastnim izvodom dimnih plinov, ki je bilo dodaten »motor« za srk zunanjega zraka v notranjost.*

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

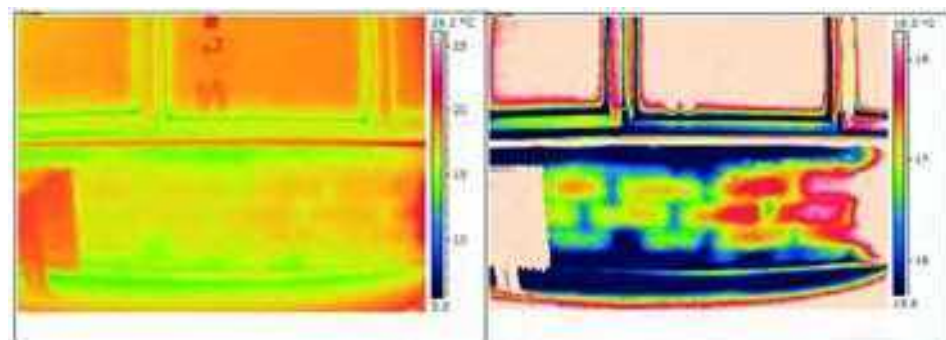
### TERMOGRAFSKA ANALIZA

Termografija je ena najpomembnejših in najkoristnejših neporušnih preiskav. Pomaga nam bolje oceniti stopnjo nujnosti celovite ali delne prenove posamezne konstrukcije ali stavbe. S termografsko kamero lahko med drugim lociramo podhlajena mesta, kjer je nevarnost površinske kondenzacije vodne pare, natančneje določimo mesta poškodb skritih ogrevalnih vodov, 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, npr. strojnih in električnih inštalacij.



S termografsko analizo zunanjega ovoja stavbe določimo njegova toplotno šibka mesta. To so večje ploskve ali posamezna lokalizirana mesta (toplotni mostovi), kjer je toplotni tok iz ogrevanega prostora v zunanost povečan. Pri spremembi vrste ali debeline materiala govorimo o konstrukcijskem oz. materialnem toplotnem mostu. Tak toplotni most rešimo z namestitvijo ustreznih slojev za toplotno zaščito oz. z večjim toplotnim uporom. 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 nezatesnjeni preboji skozi toplotni ovoj, npr. ob zračnikih, dimnikih, antenskih drogovih in podobno.

Termografski posnetek prikazuje realne površinske temperature opazovanega telesa; te so tudi edini neposredni rezultat preiskave. Nikakor pa termografija ni rentgensko ali globinsko slikanje stavbnih konstrukcij.



(6) S termografijo se lahko izognemo porušnim preiskavam iskanja mest poškodb skritih ogrevalnih vodov, kot je prikazano na zgornjih dveh slikah. Na spodnjih slikah je prikazan tovrsten primer določitve mesta poškodbe oziroma puščanja razvoda tople sanitarne vode v kopalnici, pod prho.

Isti termografski posnetek, vendar prikazan z različno temperaturno skalo na termogramu: pri termografskih posnetkih se temperaturna skala (zgornja in spodnja meja) in s tem temperaturno območje praviloma lahko razlikujeta od posnetka do posnetka in zato tudi barvni prikaz površinskih temperatur. Neposredna primerjava dveh posnetkov zgolj na podlagi barvnega prikaza tako ni mogoča, pač pa je treba upoštevati barvno in temperaturno skalo na vsaki sliki.

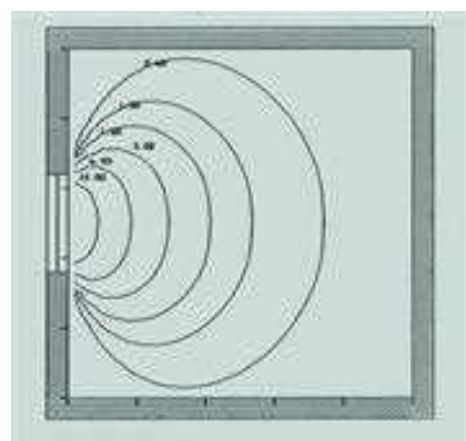
## GEORADARSKA METODA (GPR)

Georadarskometodo (GPR – angl. Ground Penetrating Radar) uporabljamo za raziskave arheoloških ostalin ter za globinske raziskave sestave sten in drugih konstrukcij s pomočjo elektromagnetnih valov, kadar je prepovedana uporaba invazivnih oz. porušnih tehnik ali izdelava vrtin v konstrukcijo. Z GPR lahko določimo razporeditev skritih tramov in stebrov, identificiramo mesta in vrsto armature v betonu, določimo položaj instalacij in drugih elementov v konstrukcijah, ugotovimo kakovost vgradnje injektiranih elementov, ocenimo debeline gradbenih elementov in slojev ter poiščemo votline, okvare ali nehomogenosti v materialih.

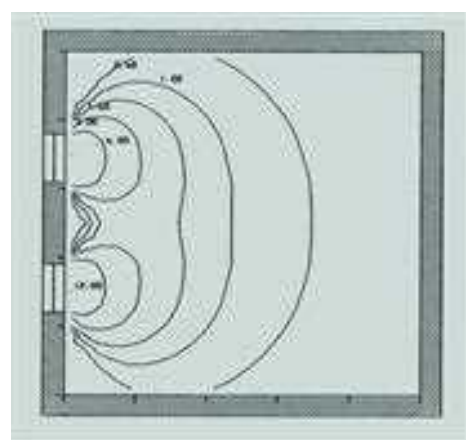
Metoda je tudi zelo učinkovita pri ugotavljanju vlažnosti sten in temeljev, saj daje veliko podrobnejše in bolj poglobljene informacije kot zgolj vizualni pregled.

(7) Georadarska preiskava konstrukcijskih elementov.

(8) Radargram stenskih inštalacij in konstrukcijskih elementov.



KDSmax = 16,91%  
KDSpovp = 1,49%  
enakomernost = 0,21



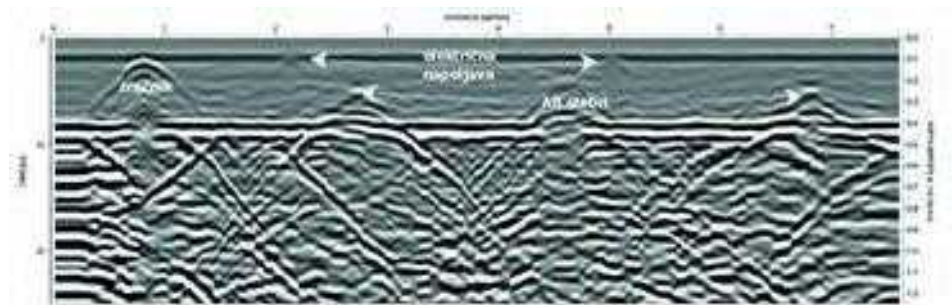
KDSmax = 12,03%  
KDSpovp = 1,30%  
enakomernost = 0,24

(9) Vpliv razporeditve in števila svetlobnih odprtin na količnik dnevne svetlobe pri enaki skupni površini.

GEORADARSKI PROFIL F-12



7



8

## ANALIZA OSVETLJENOSTI PROSTOROV

Nekateri ukrepi energetske prenove lahko vplivajo na naravno osvetljenost prostorov oz. količnik 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 npr. 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 bistveno prispeva h kakovosti 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 sončno zaščitnih stekel ali posebnih nanosov ali folij v nekaterih primerih tako zniža, da se občutno poslabša naravna osvetljenost prostorov. Take neželene posledice je treba preprečiti s pravočasno analizo naravne osvetljenosti prostorov pred prenovno in po njej.

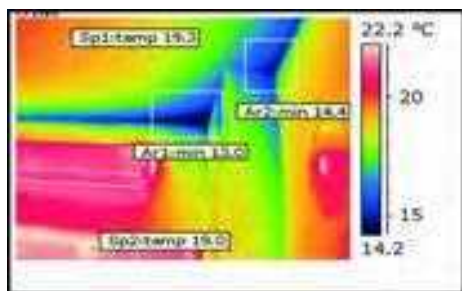
# IDENTIFIKACIJA POTREB PO ENERGETSKI PRENOVI

## PARAMETRI NOTRANJEGA OKOLJA IN BIVALNEGA UGODJA

Pri energetske prenovi stavbe niso pomembni le izboljšani energijski kazalniki in stroškovni vidik ukrepov, ampak tudi vpliv na počutje in ugodje uporabnikov te stavbe. Stavbe kulturne dediščine glede tega niso izjema. Relativni pomen posameznih učinkov prenove je seveda odvisen tudi od namembnosti stavbe. V stanovanjski stavbi je bivalno ugodje pomembnejše kot npr. v galeriji ali muzeju, kjer nas zanimajo predvsem parametri, ki zagotavljajo ustrezno mikroklimatsko okolje za eksponate.

Dojemanje bivalnega ugodja je v določeni meri subjektivne narave. Veljajo pa pravila za razpone vrednosti posameznih parametrov, ki jih večina uporabnikov doživlja kot sprejemljive oz. 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, bleščanje in odboji ter razpoznavnost barv. Pri akustiki nas najbolj zanima vpliv virov zunanega in notranjega hrupa, biofizikalni vplivi pa vključujejo npr. električna polja in kakovost zraka.



(10) V vogalu zunanjih sten in stropa so na termografskih posnetkih opažene povečane razlike v površinski temperaturi zaradi geometrijskih toplotnih mostov in verjetno pomanjkljive toplotne izolacije. Na tem stiku je bila pri zunanji temperaturi  $-4\text{ °C}$  izmerjena najnižja površinska temperatura  $13\text{ °C}$ .

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 pa se ne vzdržuje samodejno, ampak ga moramo vzpostavljati z ogrevanjem, hlajenjem, ustreznimi oblačili, pravilnim prezračevanjem in podobnimi ukrepi.

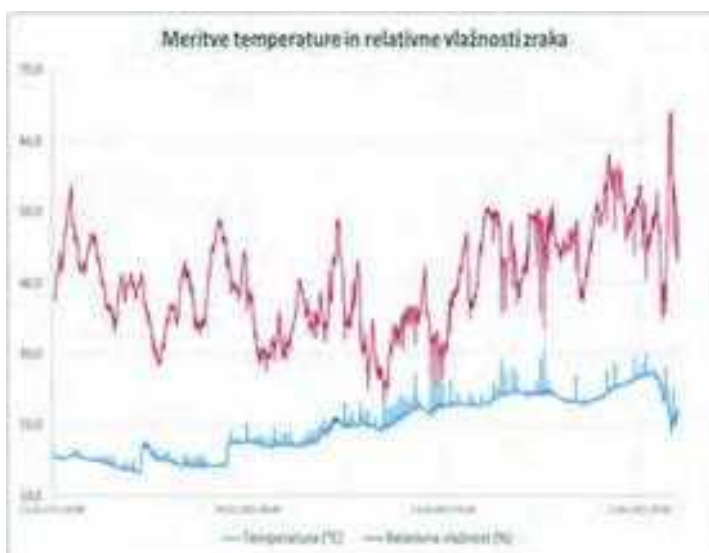
Toplotno ugodje opišemo s kombinacijo med seboj povezanih in odvisnih parametrov, kot so:

- stopnja dejavnosti uporabnikov;
- temperatura notranjega zraka;
- srednja (sevalna) temperatura obodnih površin;
- relativna vlažnost notranjega zraka in
- gibanje zraka v prostoru.

Iz teh navedb izhaja pomen dobrih toplotnih lastnosti stavbnega ovoja (neprozorni deli, stavbno pohištvo), zrakotesnosti ter ustreznega načina ogrevanja, hlajenja in prezračevanja. Tudi če pri energetske prenovi stavb kulturne dediščine nastopijo različne omejitve, lahko s strokovnim načrtovanjem dovoljenih ukrepov in njihovih kombinacij izboljšamo toplotno ugodje. Posledica nekritičnega nizanja »maksimalnih« posameznih ukrepov je lahko celo njegovo poslabšanje.

Predvsem je **pomembno, da kar najbolj zmanjšamo temperaturno asimetrijo v prostoru in da je razlika med temperaturo zraka in temperaturo obodnih površin čim manjša; idealno v povprečju ne več kot 3 do 4 K**. 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 prepriha. 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 poveča obratovalne stroške.

(11) Površinska temperatura pri 13°C že občutno odstopa od priporočenih vrednosti. Kondenzacija vodne pare se lahko pojavi že pri povsem ustreznih mikroklimatskih parametrih v prostoru.



(12) Grafična analiza rezultatov temperature in pripadajoče relativne vlažnosti zraka, izmerjene z regulatorji.

**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 udobja (in posledic) pomembnejša od spodnje.

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

Pri gibanju zraka je posebej pomembna njegova hitrost: **večja je hitrost gibanja zraka, izrazitejši bo občutek prepiha ter intenzivnejše gibanje prahu po prostoru in njegovo odlaganje na hladnejših površinah.** Primer okenske zasteklitve: z njeno višino se večja tudi hitrost padanja ohlajenega zraka ob njej, kar je najbolj zaznavno v pasu širine približno 20 cm od šipe. To je treba vzeti v zakup pri izrazito visokih oknih, strešnih oknih in svetlobnikih.

Meritve temperature in vlažnosti zraka so del celovitega načrta diagnostike specifičnega okolja. Izvajali naj bi jih primerno usposobljeni strokovnjaki, saj se le tako izognemo motnjam in drugim napakam, ki lahko nastanejo zaradi operativnih nepravilnosti, neustrezne izbire pogojev vzorčenja, neustrezne izbire merilne opreme ali uporabe instrumentov z nezmožnostjo zaznavanja karakteristik, ki jih neki primer zahteva.



## KDAJ IN KAKO V ENERGETSKO PRENOVO?

Energetska prenova stavb kulturne dediščine ima večplasten pomen. Na širši ravni spodbuja in omogoča specializacijo poklicev, pa tudi razvoj namenske proizvodnje, in s tem ustvarja nova delovna mesta. To pozitivno vpliva na konkurenčnost in zmanjšuje energetska odvisnost ter negativne vplive na okolje. Z zornega kota lastnika ali najemnika pa so pomembni nižji obratovalni in vzdrževalni stroški, boljše bivalno in delovno ugodje ter seveda dvig vrednosti nepremičnine.

**Energetska prenova stavb kulturne dediščine se lahko izvaja v sklopu vzdrževalnih del, statične in protipotresne sanacije, spremembe namembnosti in uporabe stavbe, ekonomske optimizacije ali celovite sanacije po izrednih dogodkih, kot je npr. poplava.**

Ukrepi energetske prenove stavb kulturne dediščine se izvajajo v skladu z zahtevami po tehnični korektnosti in z načeli dobrega gospodarjenja, če so pred tem izpolnjene ustrezne zahteve, kot sta npr. mehanska odpornost in stabilnost, in če so obenem izpolnjene posebne zahteve varstva kulturne dediščine.

Vsako stavbo, tudi stavbo kulturne dediščine, je treba obravnavati ne samo kot samostojen 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 prenovo ali širitev lokalne energetske infrastrukture in z graditvijo pametnih omrežij, pri ukrepih, ki se nanašajo na energente, pa upoštevati vsebino lokalnega energetskega koncepta. Tako konstrukcijska kot energetska prenova morata biti skladni z lokalnimi značilnostmi, da se zagotovi trajnostnost investicije.

33

**Predpogoj za oblikovanje nabora odločitev je dobro poznavanje dejanskega stanja.**

### ENERGETSKI PREGLED

Energetski pregled vključuje celostno analizo rabe energije in stroškov zanjo. Ob izvajanju meritev se podrobno analizirajo možnosti za znižanje porabe električne energije, toplote, komprimiranega zraka in vode. Podroben program del se določi glede na specifično energetska problematiko stavbe in je določen ob ogledu ali ga predlaga lastnik.

V slovenskem prostoru je vzpostavljena sistemska izvedba energetske pregledov, ki je opredeljena v:

- a) Pravilniku o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Uradni list RS, št. 41/16);
- b) Metodologiji izvedbe energetskega pregleda;
- c) Priročniku za izvajalce energetske pregledov.

Glede na namen in obseg energetske pregledov jih lahko razvrstimo v tri skupine:

- **Preliminarni pregled** je najpreprostejša oblika energetskega pregleda. Analiza se izdelava na podlagi pregleda podjetja oziroma stavbe in podatkov o rabi energije, zbranih s pomočjo vprašalnika.
- **Poenostavljeni energetska pregled** se priporoča za preproste in lahko razumljive primere.
- **Razširjeni energetska pregled** je pregled, ki zahteva natančno analizo podjetja ali stavbe. Vključuje natančne izračune energetske 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, s pomočjo meritev, popisov števecv itd.) in analizo podatkov o rabi energije;
- določitev nabora možnih ukrepov učinkovite rabe energije od zamenjave kotla in uvedbe boljše regulacije ogrevanja do zamenjave oken in izolacije fasade;
- analizo izbranih ukrepov, za katere se določijo prihranki energije in stroškov ter višina in vračilna doba investicije. Ocenijo se tudi pozitivni vplivi ukrepov na okolje;
- poročilo o energetskega pregledu, ki vsebuje povzetek predlaganih ukrepov. Svoje predloge izvajalec predstavi lastniku in uporabnikom na skupnem sestanku, kjer se dogovorijo o prioritetenih dejavnostih, ki izhajajo iz energetskega pregleda.

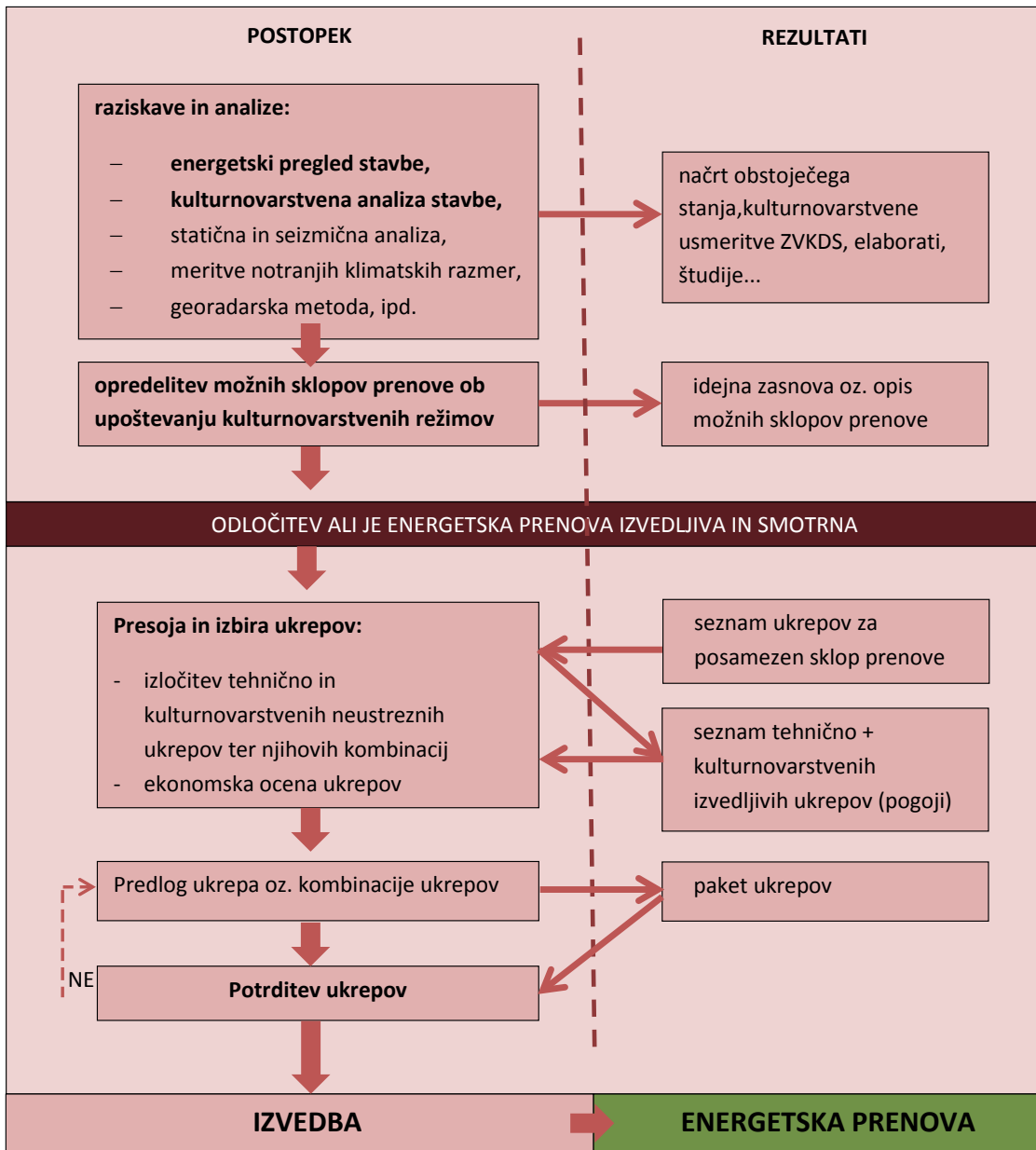
### Vračilna doba investicije

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

### Sodelovanje lastnikov

V večlastniških stavbah je nujna vključenost vseh lastnikov v načrtovanje prenove. To je vezano tako na posebne zakonodajne zahteve kot tudi npr. na različne bančne finančne mehanizme. Lastniki morajo biti obveščeni tudi o tem, kako bivalni in delovni režimi in navade vplivajo na dejanske rezultate. Tako se lahko zagotovita želeni učinek investicije ter boljši in celovitejši nadzor nad rabo in prihranki energije.

Pri izbiri ukrepov za energetska prenova kulturne dediščine si pomagamo s sistematičnim postopkom (Technical Committee CEN, 2015), ki nam olajša izbiro najustreznejše odločitve. Z izrazom »odločitev« tu opisujemo ukrepe, ki zajemajo materiale in tehnologije za izboljšanje energetske učinkovitosti obravnavane stavbe. Postopek sam ne določa ali predpiše splošnih ukrepov. Uporablja se za identifikacijo potreb po energetska prenovi oziroma iskanje ustreznih rešitev za obravnavani primer kulturne dediščine. Kot je razvidno s spodnje slike, je postopek iterativen.





# **PREGLED UKREPOV ENERGETSKE PRENOVE**

Najpogostejši ukrepi pri energetski prenovi stavb so naslednji:

#### **UKREPI NA OVOJU STAVBE**

- izvedba toplotne izolacije fasade in ureditev fasade
- prenova stavbnega pohištva
- izvedba toplotne izolacije stropa proti neogrevanemu prostoru
- izvedba toplotne izolacije strehe
- izvedba toplotne izolacije kleti oz. tal
- sanacija toplotnih mostov

#### **UKREPI NA OGREVALNEM SISTEMU**

- vgradnja učinkovitih kurilnih naprav na lesno biomaso
- vgradnja toplotne črpalke za pripravo sanitarne tople vode in/ali centralno ogrevanje
- vgradnja toplotnih podpostaj ali postaj za priklop na toplovodno omrežje daljinskega ogrevanja
- namestitev naprav za sproizvodnjo toplote in električne energije z visokim izkoristkom
- vgradnja kondenzacijskega plinskega kotla
- hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema
- centralna regulacija ogrevalnega sistema
- lokalna regulacija
- toplotna zaščita razvodnega omrežja
- menjava dotrajanih ogreval
- izboljšave pri ventilatorjih, črpalkah
- vgradnja frekvenčne regulacije

#### **UKREPI NA SISTEMU PREZRAČEVANJA IN KLIMATIZACIJE**

- centralni sistem mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote zavrženega zraka
- lokalni sistem mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote zavrženega zraka
- vgradnja prenosnikov za vračanje toplote odpadnega zraka
- vgradnja generatorja hladu in posodobitev hladilnih sistemov
- ureditev klimatizacije in prezračevanja

#### **UKREPI PRI RABI SANITARNE VODE**

- vgradnja toplotne črpalke za pripravo sanitarne tople vode in/ali centralno ogrevanje
- vgradnja toplotnih podpostaj ali postaj za priklop na toplovodno omrežje daljinskega ogrevanja
- vgradnja kondenzacijskega plinskega kotla
- vgradnja učinkovitih kurilnih naprav na lesno biomaso

#### **UKREPI ZA ELEKTRIČNE PORABNIKE**

- energijsko učinkovita razsvetljava
- energijsko učinkoviti električni aparati

#### **UKREPI ZA PROIZVODNJO ELEKTRIČNE ENERGIJE**

- namestitev naprav oz. graditev objektov za pridobivanje električne energije s pomočjo sonca, vode ali vetra
- namestitev naprav za sproizvodnjo toplote in električne energije z visokim izkoristkom

## VPLIV POSAMEZNIH UKREPOV NA VAROVANE ELEMENTE

*Velik kulturni pomen stavbe kulturne dediščine in njena ranljivost oziroma občutljivost za spremembe lahko precej zožita nabor možnih ukrepov na zunanjem ovoju, npr. na fasadi s stavbnim pohištvom, strehi z vsemi detajli ter notranjščini (stene, stropi, talna plošča, inštalacije, energetske sistemi ipd.). Načeloma se vedno daje prednost tistim ukrepom, ki pomenijo najmanjši možni poseg v substanco in pojavnost stavbe kulturne dediščine.*

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

39



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)



## A\_ UKREPI NA STAVBNEM OVOJU

<b>A1 Zunanje stene</b>	Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani	
	Toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani	
<b>A2 Strop in tla</b>	Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju	
	- zaščita na tleh podstrehe	
	- zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju	
	Toplotna zaščita nad neogrevanim prostorom	
	- toplotna izolacija na hladni (spodnji) strani	
	- toplotna izolacija na topli (zgornji) strani	
	Toplotna zaščita tal na terenu	
<b>A3 Strehe</b>	Toplotna zaščita strehe	
<b>A4 Okna in vrata</b>	Obnova oken ali steklenih sten	
	Nadgradnja ali zamenjava zasteklitve	
	Zamenjava oken	
	Obnova vrat	
	Zamenjava vrat	
<b>A5 Zrakotesnosti</b>	Tesnjenje ovoja stavbe	





## B\_ UKREPI ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI SISTEMOV ZA KLIMATIZACIJO, GRETJE IN HLAJENJE (KGH)

	Vgradnja ali zamenjava centralnih sistemov ogrevanja	
	Centralna in lokalna regulacija ogrevanja prostorov	
	Hidravlično uravnoteženje sistema ogrevanja	
	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	



41

## C\_ UKREPI ZA POVEČANJE IZRABE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

	Izkoriščanje toplote iz okolice	
	Ogrevanje na biomaso	
	Vgradnja sprejemnikov sončne energije za pripravo tople vode	
	Vgradnja fotonapetostnih celic	



## D\_ ORGANIZACIJSKI UKREPI

	Organizacijski ukrepi pri ogrevanju prostorov	
	Organizacijski ukrepi pri pripravi sanitarne tople vode	
	Uravnavanje in redno vzdrževanje razsvetljave	
	Energetsko knjigovodstvo	

## SPLOŠNO O KONSTRUKCIJI IN GRADBENIH MATERIALIH STAVB KULTURNE DEDIŠČINE

Poznavanje lastnosti uporabljenih materialov in načinov gradnje je temeljni pogoj za učinkovitost ukrepov s področja energetske sanacije. Glede na material ločimo objekte iz lesa, opeke, kamna, železa in jekla ter betona. Ti materiali imajo različne lastnosti z vidika energetske učinkovitosti, npr. les je zelo vsestranski material, opečne stavbe pa imajo zaradi svojih lastnosti in debeline veliko sposobnost akumulacije toplote.

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

**Pri energetska prenovi je treba skrbno preveriti medsebojne vplive in dolgoročne, tudi stroškovne učinke posameznih ukrepov. Izvedba vseh dovoljenih ukrepov v njihovem največjem tehnično izvedljivem obsegu ni nujno ustrezna rešitev.**

### RAZVRSTITEV STAVB IN NJIHOVE GLAVNE ZNAČILNOSTI

Za potrebe energetske sanacije večina raziskav razvršča stavbe glede na obdobje graditve, gradivo in konstrukcijske značilnosti, arhitekturne posebnosti, namembnost in lego v naselju. Pri tem je izjemno pomembno obdobje izgradnje. V različnih zgodovinskih obdobjih je bila graditev odvisna od razpoložljivega gradiva, poznavanja konstrukcijskih tehnik in tehnološkega razvoja, pa tudi socialnega in ekonomskega statusa graditeljev. Za stavbni fond, ki je bil zgrajen v istem obdobju, so značilne podobne gradbene tehnike in uporaba sorodnih gradiv, seveda odvisno od klimatskih in drugih okoliščin.

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 vojnama;
- stavbe, zgrajene po drugi svetovni vojni med 1945 in 1980;
- stavbe, zgrajene po letu 1980.

### 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 ovojju. Pogosto zadoščajo že izboljšanje strojnih sistemov in manjši ukrepi na stavbnem pohištvu, strehi in kleti v sklopu investicijsko-vzdrževalnih del.



13



14



15



16



17



18



19



20

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

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

### 1. obdobje od 1875 do 1918

V tem obdobju še vedno prevladuje klasična gradnja, ki temelji na apneni tehnologiji, značilni za prejšnja obdobja. Gradnjo je v tem obdobju urejal *Stavbni red za vojvodino Kranjsko* iz leta 1875, prvi zakonski dokument, ki je sistematično urejal gradbene zadeve na celotnem ozemlju Kranjske. Med drugim je določal tudi debelino največkrat opečnih zidov (približno 80 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 v teh stavbah na razmeroma visoki ravni.



- (21) Ljubljana – Hiša Prešernova 14 (EŠD: 13998)
- (22) Ljubljana – Hiša Beethovnova 9 (EŠD: 3469)
- (23) Ljubljana – Vila Veselova 15 (EŠD: 29780)
- (24) Ljubljana – Vila Prešernova 27 (EŠD: 4106)
- (25) Ljubljana – Prešernova cesta (EŠD: 8797)
- (26) Ljubljana – Šola Mladika (EŠD: 919)
- (27) Ljubljana – Realka (EŠD: 404)
- (28) Ljubljana – Palača Univerze (EŠD: 380)

## 2. obdobje med obema vojnama

V okviru univerze deluje šola za arhitekturo, ki spremlja sočasen razvoj arhitekture v svetu ter prenaša nove revolucionarne teorije arhitekture in urbanizma tudi v Slovenijo. Stanovanjska arhitektura je v jedru zanimanja modernega arhitekturnega gibanja. Arhitekti se ukvarjajo ne le z estetskimi vrednotami arhitekture, ampak tudi s funkcionalnimi vprašanji in stanovanjskimi potrebami prebivalcev ter ekonomičnostjo 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 takih stavbah se pogosto srečamo z dilemo glede smotrnosti ali vsaj prioritete dodatne toplotne zaščite zunanjih sten, zlasti pri zidovih debeline 50, 75 cm ali več.



29



30



31



32



33



34



35

- (29) Ljubljana – Viša Prešernova 4 (EŠD: 4160)
- (30) Ljubljana – Palača Delavske zbornice (EŠD: 8788)
- (31) Ljubljana – Vila Levstikova 13 (EŠD: 18688)
- (32) Ljubljana – Hiša Štefanova 9–11 (EŠD: 919)
- (33) Ljubljana – Nebotičnik (EŠD:367)
- (34) Ljubljana – Mali nebotičnik (EŠD:344)
- (35) Ljubljana – Vila Levstikova 18 (EŠD: 29781)

## STAVBE, ZGRAJENE PO DRUGI SVETOVNI VOJNI MED 1945 IN 1980

Čas med letoma 1945 in 1980 je na področju tehnik graditve in gradbenih materialov in proizvodov prinesel številne novosti, ki z vidika rabe energije za delovanje stavbe niso vedno najbolj ustrezne. Potreba po čim hitrejši graditvi čim večjega števila stavb, tako stanovanjskih kot 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 2. svetovno vojno, energijsko precej potratnejše, bivalno ugodje v njih pa je slabše. Tudi gradbenofizikalne poškodbe so pogostejše. Nabor možnih ukrepov za energetska prenova je zelo raznovrsten.



## 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 s tem povezanih strožjih predpisov. Toplotna zaščita je bila čedalje bolj samoumeven sloj v sestavljenih konstrukcijah stavbnega ovoja. Stavbe z 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 nič-energijskih 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 k najboljšemu rezultatu.

(36) Ljubljana – Trg republike (EŠD: 9756)

(37) Ljubljana – Soseska Ferantov vrt (EŠD: 29802)

(38) Ljubljana – Bivalni atelje Veselova 11 (EŠD: 3808)

(39) Ljubljana – Poslovno-trgovski center Astra Commerce (EŠD: 14297)

(40) Ljubljana – Narta studio (EŠD: 29786)

(41) Ljubljana – Fakulteta za metalurgijo (EŠD: 22659)

## A\_ UKREPI NA STAVBNEM OVOJU

### SPLOŠNI UČINKI TOPLOTNE ZAŠČITE STAVBNEGA OVOJA

*Toplotna zaščita stavbnega ovoja zmanjša toplotne izgube v okolje, zaščiti konstrukcijo pred (zunanji) temperaturnimi vplivi in navlaževanjem zaradi padavin (oboje velja za izvedbo na zunanji strani), praviloma poviša temperature notranjih površin nad temperaturo rosišča notranjega zraka, zmanjša temperaturno asimetrijo v prostoru, upočasni kroženje zraka v prostoru in izboljša zaščito pred zunanjim hrupom. Obenem prispeva k znižanju obratovalnih in vzdrževalnih stroškov, splošnemu izboljšanju bivalnega ugodja in dvigu vrednosti nepremičnine.*

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah določa: »S toplotno zaščito površine toplotnega ovoja stavbe in ločilnih elementov delov stavbe z različnimi režimi notranjega toplotnega ugodja se:

- zmanjšuje prehod energije skozi površino toplotnega ovoja stavbe;
- zmanjšuje podhlajevanje ali pregrevanje stavbe;
- zagotavlja sestava gradbenih konstrukcij, ki preprečuje poškodbe ali druge škodljive vplive zaradi difuzijskega prehoda vodne pare;
- nadzoruje (uravnava) zrakotesnost stavbe.«

#### **Pri dimenzioniranju toplotne zaščite je treba upoštevati:**

- kulturnovarstvene pogoje;
- ustreznost za konkreten namen uporabe (glede na tip konstrukcije);
- način vgradnje (glede na tip izdelka);
- dimenzije glede na ciljno raven energetske učinkovitosti;
- sklenjenost in enakomernost toplotnega ovoja;
- stroškovno učinkovitost oz. ekonomsko upravičenost.

47

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

- toplotna prevodnost;
- difuzijska upornost;
- požarna odpornost;
- stisljivost;
- tlačna trdnost;
- elastičnost;
- odpornost na vlago;
- okoljska merila (analiza življenjskega kroga, LCA, in okoljske produktne deklaracije, EPD).

## A1\_ZUNANJE STENE



## VAROVANI ELEMENTI

## Zunanje stene – fasada

*Fasada je eden najpomembnejših elementov stavbe, daje ji značaj in odraža njen pomen. Raznolikost zgodovinskih obdobj, regij, stilov ali slogov se kaže tako v uporabi gradiv kot v oblikovanju in kompoziciji. Osnovno vodilo pri varovanih prvinah je ohranjanje pristnosti – avtentičnosti. Prvine, ki so poškodovane, naj se ne bi zamenjale z novimi, ampak jih je treba v čim večji meri ohraniti in obnoviti, četudi s sledmi časa. Starost arhitekture z zgodovinskimi spremembami in patino mora biti prepoznavna tudi po posegih. Cilj je obnova s čim več ohranjene materialne substance.*

## Tabele toplotnih prehodnosti za različne konstrukcije zunanjih sten po scenarijih

Tabela toplotnih prehodnosti po variantah (W/m <sup>2</sup> K)	Stena iz polne opeke	Stena iz polne opeke + 5 cm TI (λ = 0,040 W/mK)	Stena iz polne opeke + 10 cm TI (λ = 0,040 W/mK)	Stena iz polne opeke + 15 cm TI (λ = 0,040 W/mK)
Debelina polne opeke				
30 cm	1,58	0,53	0,32	0,23
60 cm	0,98	0,44	0,28	0,21
90 cm	0,70	0,37	0,26	0,19
120 cm	0,55	0,33	0,23	0,18
Zahteva po PURES 2010	< 0,28			

Tabela toplotnih prehodnosti po variantah (W/m <sup>2</sup> K)	Stena iz lesenih brun	Stena iz lesenih brun + 5 cm TI (λ = 0,040 W/mK)	Stena iz lesenih brun + 10 cm TI (λ = 0,040 W/mK)	Stena iz lesenih brun + 15 cm TI (λ = 0,040 W/mK)
Debelina lesenih brun				
10 cm	1,12	0,47	0,30	0,22
15 cm	0,80	0,40	0,27	0,20
20 cm	0,62	0,35	0,24	0,19
Zahteva po PURES 2010	< 0,28			

Tabela toplotnih prehodnosti po variantah (W/m <sup>2</sup> K)	Stena iz armiranega betona	Stena iz armiranega betona + 5 cm TI (λ = 0,040 W/mK)	Stena iz armiranega betona + 10 cm TI (λ = 0,040 W/mK)	Stena iz armiranega betona + 15 cm TI (λ = 0,040 W/mK)
Debelina ab konstrukcije				
10 cm	3,49	0,65	0,36	0,25
15 cm	3,21	0,64	0,36	0,25
20 cm	2,98	0,63	0,35	0,25
Zahteva po PURES 2010	< 0,28			



## 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 zgolj tista popravila poškodovanih prvin, ki so skladna z načeli konservatorske stroke, to je z enakimi oziroma sorodnimi tehnologijami in materiali, kot so bili prvotno uporabljeni. Tako se optimalno izkoristijo njene dejanske izolacijske in akumulacijske zmogljivosti.

<b>PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:</b>	<b>ZAHTEVA</b>
<b>Stavba: stavbna dediščina</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju naselbinske dediščine</b>	<b>DA</b>

### TOPLOTNA ZAŠČITA OVOJA V CELOTI

Načelno zavračanje tega ukrepa ni upravičeno. Z gradbenofizikalnega vidika je to najprimernejši način toplotne zaščite zunanjih sten. Razmislek o izvedbi dodatne toplotne zaščite s kontaktno fasado ali toplotnim zaščitnim ometom (z manjšimi nanosi težje dosežemo dobre toplotne lastnosti) je priporočljiv pri:

- preprosto oblikovani fasadi;
- zelo dotrajani in poškodovani fasadi;
- le še v sledovih ohranjenem izvornem gradivu ipd.

A tudi v takih primerih je treba preveriti in upoštevati vse robne pogoje, ki lahko vplivajo na spremenjena razmerja med posameznimi prvinami zunanjega ovoja, na primer spremenjeno ravnino vgradnje stavbnega pohištva, drugačen stik fasade s napušči, balkoni, nišami, zunanjim stopniščem ipd.

Največkrat je tudi v takih primerih podana zahteva za poustvaritev zaključnih slojev prvotne fasade, od gradiva in barve do površinske strukture, običajno v prvotnih tehnologijah (npr. praskani omet z dodatki, fini zaribani omet ipd.). Prenova ali izboljšava vsake fasade zahteva 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 preverjenimi projekti za izvedbo celotnega ovoja. S higrotermalnega vidika je vgradnja toplotne izolacije na zunanji strani sten najprimernejša, saj 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 v območju nad temperaturo ledišča in je tako zaščiten pred vplivom zmrzali.

Poseg ne vpliva na uporabnost prostorov, saj ne zmanjša njihove uporabne površine. Občutno se izboljša toplotno ugodje v prostorih zaradi višjih površinskih temperatur, večje toplotne stabilnosti in boljše akumulacije toplote.

**Opozorilo:** Zaradi dodane toplotne izolacije in morebitne posebne obdelave špalet se pri ohranitvi dimenzij izvornega stavbnega pohištva lahko nekoliko zmanjša naravna osvetlitev prostorov. Sočasno z ukrepom je priporočljivo okna pomakniti iz prvotne fasadne ravnine navzven, s čimer se izognemo toplotnim mostovom in ohranimo proporce na fasadi.



(42) S pomikom stavbnega pohištva iz prvotne ravnine fasade za debelino toplotne izolacije je mogoče ohraniti razmerja na fasadi.



### ZAŠČITA POSAMEZNIH DELOV OVOJA

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 v območjih karejske pozidave in pri stavbah, zgrajenih v nizu, pri prosto stoječih stavbah pa 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 to velja za vse druge ukrepe. Posebno pozornost je treba posvetiti stikom med toplotno zaščitenimi in nezaščitenimi deli, ne samo zaradi preprečevanja razpok, pač pa 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, **a z gradbenofizikalnega vidika vsi učinki morda ne bodo najugodnejši. Zlasti nujno pa je računsko preveriti posamezne detajle, kjer pričakujemo izrazitejšo zgostitev tokovnic oz. povečanje toplotnega toka.** Podobne ugotovitve veljajo tudi za delno izvedbo toplotne zaščite z notranje strani.

### 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 trenutnim predpisom.

Pri prezračevanih obešenih fasadah, kjer gabaritov stavbe ni dovoljeno spreminjati, je treba preveriti možnost izvedbe debelejšje toplotne zaščite glede na najmanjšo dopustno debelino zračnega sloja. Pri neprezračevanih obešenih fasadah izboljšave brez spremembe debeline toplotne zaščite, kar lahko vpliva na položaj stavbnega pohištva v ravnini stene, niso možne.

**Opozorilo:** Pri prezračevanih fasadah s toplotno zaščito ali brez nje in z zunanjo oblogo, kot je npr. fasadna opeka, 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.** Podrobne dinamične simulacije prehoda toplote in vlage s programsko opremo so nujno izhodišče za kakršno koli nadaljnje načrtovanje.

Dodani sklop 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 pojav toplotnih mostov, 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 pohištvu.

## TOPLOTNA ZAŠČITA ZUNANJIH STEN Z NOTRANJE STRANI

Notranja toplotna izolacija zunanjih zidov je primerna takrat, kadar zunanje ni mogoče ali ga ni dovoljeno izvesti. Posega načeloma ni dovoljeno izvesti v stavbni dediščini, katere varovana prvina so neometani zidovi, stenske poslikave, štukature, kamnite spolije, opaži in drugi detajli, ki bi bili z namestitvijo notranje izolacije okrnjeni oziroma uničeni. V gradbenofizikalnem pogledu je to lahko zelo tvegan poseg. Pri stavbni dediščini so pred takim posegom običajno zahtevane sondažne raziskave tako beležev kot ometov na stenah in stropih. Velikokrat se namreč pod beleži skrivajo poslikave, nekatere stavbe so bogate s štukaturnim okrasjem in drugimi zgodovinskimi prvina, ki jih je treba ohraniti. Tovrstne raziskave je priporočljivo izvesti tudi v stavbah, ki so varovane kot del območja.



(43) V sklopu sondažnih raziskav odkriti zazidani stebri s šablonsko poslikavo, prvotne odprtine, poslikave.



<b>PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:</b>	<b>ZAHTEVA</b>
<b>Stavba: stavbna dediščina</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju naselbinske dediščine</b>	<b>NE</b>

## TOPLOTNA IZOLACIJA POSAMEZNIH PROSTOROV ALI POSAMEZNIH STEN

Izvedba toplotne zaščite z notranje strani se uporablja tudi pri toplotni izolaciji posameznih prostorov ali posameznih sten, npr. v delno ali povsem vkopanih prostorih.

Osnovna vodila načrtovanja:

- preprečitev kondenzacije vodne pare na notranji površini konstrukcije;
- učinkovit nadzor nad difuzijo in konvekcijo vodne pare z minimalno kondenzacijo znotraj konstrukcije;
- ohranjanje zadostne zmožnosti sušenja konstrukcije po padavinah.

**Prednosti** glede na toplotno nezaščiteni konstrukcijo:

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



### Slabosti:

- z gradbenofizikalnega vidika je to lahko tvegana izvedba, zlasti pri klasičnih večslojnih sistemih s parno oviro ali zaporo (difuzija in konvekcija vodne pare; kondenzacija znotraj konstrukcije);
- zmanjšana akumulacija toplote v primerjavi s konstrukcijo z zunanjo toplotno zaščito, pa tudi s toplotno nezaščiteni konstrukcijo;
- nekateri toplotni mostovi postanejo še izrazitejši, če se ne izvedejo dodatni ukrepi (npr. stik zunanja stena–strop ali zunanja stena–notranja stena);
- zmanjšana svetla tlorsna površina prostora;
- potreba po prestavljanju nekaterih elementov fiksne notranje opreme in instalacij, npr. grelnih teles;
- pogosto celo višji stroški kot pri izvedbi zunanje toplotne zaščite (če bi bila ta dovoljena);
- nekoliko oviran vstop dnevne svetlobe (nižji količnik dnevne svetlobe) in sončnega obsevanja (skrajšan čas obsevanja prostora) skozi okna v prostor zaradi povečane debeline konstrukcije;
- masivna konstrukcija stene ostane v hladnem območju, zato se po padavinah počasneje suši; povečano tveganje za biogene poškodbe fasade, kot so alge, plešen, lišaji. Pri lesenih konstrukcijah je nevarnost še precej večja; nevarnost propada stavbnega gradiva;
- neprimerna možnost v prostorih, kjer so predmet zaščite in predstavitve npr. notranje stenske poslikave ali štukaturno okrasje.

### Opozorila:

- 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;
- nekatere toplotne mostove, kjer je notranja toplotna zaščita prekinjena z notranjo konstrukcijo v neposrednem stiku z zunanjo konstrukcijo (strop, prečna stena ipd.), je treba rešiti z dodatnimi ukrepi, ki pa lahko moteče vplivajo na videz notranjosti (npr. dodatni pasovi toplotne zaščite na stropu ob zunanji steni);
- podrobno je treba načrtovati izvedbo v območju okenskih odprtin (špalete, polica, preklada), kjer je razpoložljiv prostor navadno omejen, in preprečiti tveganja za površinsko kondenzacijo vodne pare na takih toplotno oslABLjenih mestih;
- preveriti je treba potek instalacijskih razvodov (posebej vodovodnih) v nosilni konstrukciji, da ne pride do poškodb zaradi zmrzovanja;
- konstrukcije, ki so prekomerno obremenjene z vlago (npr. zaradi poškodb zunanjih slojev, zamakanja ali kapilarnega dviga), je treba še pred izvedbo notranje toplotne zaščite ustrezno sanirati;
- 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 sploh mogoče uporabiti, da se ne povzroči škoda zaradi povečanega zastajanja vlage v hladnejši konstrukciji in zmanjšane možnosti sušenja navznoter. Če ni strokovno-tehničnih zadržkov, se lahko izvede obdelava fasade s sredstvom za zmanjšanje vodovpojnosti, ki pa ne sme zmanjšati sposobnosti sušenja konstrukcije navzven.

### OSNOVNI VRSTI NOTRANJE TOPLOTNE ZAŠČITE:

- klasični večslojni sistem;
- kapilarno aktivni sistem.

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



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

Najpomembnejši element sistema je parna ovira ali parna zapora (z računsko določenimi lastnostmi), ki upočasnjuje ali povsem 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 notranji strani. 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 zapora oz. zrakotesni sloj. Vsi preklopi, stiki in priključki (med posameznimi ploskvami, ob drugih konstrukcijah, ob prebojih ipd.) 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 kot difuzija vodne pare.

Kapilarno aktivni sistem kombinira relativno dobre toplotne lastnosti, pri nekaterih materialih že povsem primerljive s klasičnimi toplotnimi izolacijami, ter sposobnost vpivanja in oddajanja vlage. Osnova sistema je obložna ploščica, ki je lahko homogena oz. monolitna ali heterogena, tj. sestavljena iz materialov, s katerimi se doseže dobra kombinacija različnih lastnosti. Ploščice se po navodilih proizvajalcev lepijo na podlago in obdelajo z zaključnimi sloji s točno določenimi namenskimi materiali, katerih lastnosti omogočajo skladno delovanje sistema.

Pomembna prednost takega sistema je sposobnost prevzemanja vlage (vodne pare) iz zraka ob večjih obremenitvah prostora z vlago. Struktura materiala omogočačasno enakomerno uskladiščenje vlage v porah in njeno ponovno oddajanje v prostor, ko se v njem zniža relativna vlažnost zraka.

Sistemi temeljijo na različnih materialih, med katerimi se glede na njihove lastnosti in dejansko ali pričakovano stanje v prostorih odločimo za najprimernejšega. To so npr. ploščice iz mineralne pene, ekspandiranega perlita, poliuretanske pene, kalcijevega silikata ipd. Praviloma vsebujejo dodatke in veziva, s katerimi se doseže visoka sposobnost uravnavanja vlage. Njihova alkalnost (pH vrednost blokov iz kalcijevega silikata je npr. od 8 do 10) ščiti tudi pred razvojem plesni.

Kapilarno aktivni sistemi imajo svoje omejitve: njihova sposobnost vpivanja vlage ima svojo zgornjo mejo. To pomeni, da je treba vzdrževati primerno mikroklimo v prostoru 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 presojeti vsak primer posebej. Tudi zanje pa 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 pomočjo posebne programske opreme.



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



### OSNOVNE PRIPOMBE K DIFUZIJИ VODNE PARE

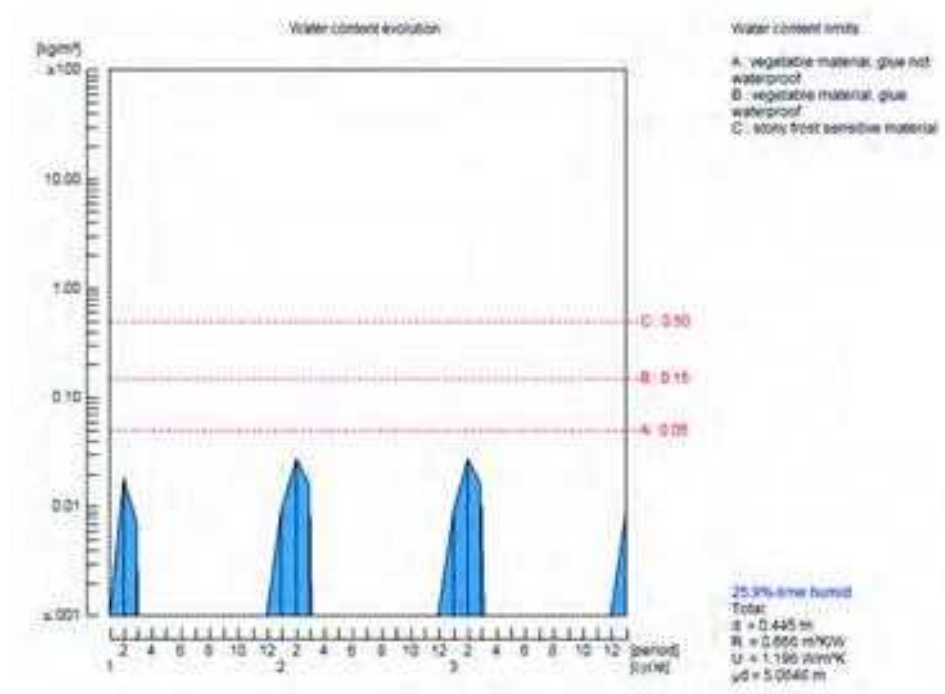
Pogosto je tudi v strokovnih krogih slišati, da dodajanje novih slojev na konstrukcije, kot je npr. dodatna toplotna zaščita stene, preprečuje, da bi te konstrukcije »dihale«, in da je zato v notranjosti slab zrak ter se razvije plesen. To naj bi še posebej veljalo za stavbe kulturne dediščine. Trditev 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 različne škodljive snovi. Kakovost in primerno relativno vlažnost notranjega zraka dosežemo le s pravilnim prezračevanjem.

Difuzija vodne pare je pojav, ko 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: vodna para prehaja neovirano skozi vse plasti, nikjer ne pride do kondenzacije;
- nestacionarni: vodna para se utekočini (kondenzira) v enem ali več slojih/materialih konstrukcije;
- poseben primer: površinska kondenzacija; ta v nobenem primeru ni dovoljena.



(45) Diagram vsebnosti vlage zaradi kondenzacije vodne pare ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) za primer zunanje stene po posameznem mesecu za trojni cikel (skupaj tri leta). Konstrukcija se v celoti izsuši pred začetkom novega cikla. Programska oprema: Glasta, Physibel software. Avtor: Mihael Mirtič, 2014.



Potek difuzije vodne pare obvezno preverjamo za konstrukcije toplotnega ovoja, ki mejijo na zunanji zrak (zunanje okolje ali neogrevan prostor). Zanima nas:

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

Ko je presežena »nasičena« vrednost absolutne vlažnosti, odvečna vodna para kondenzira v zraku kot megla (tekočinska oblika) ali tudi slana (trdna oblika). Ker je največja možna vsebnost vodne pare v zraku, pravimo ji tudi meja nasičenja, odvisna od temperature, nizka absolutna vlažnost, torej 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.

Pri dani temperaturi obstaja mejna količina vodne pare, ki jo zrak lahko vsebuje. Ko je ta meja dosežena, je zrak nasičen z vodno paro. Če se dotok vodne pare ne ustavi, se njen presežek utekočini oz. izloči kot kondenzat. Meja nasičenosti se spreminja s temperaturo – višja je temperatura, več vodne pare lahko zrak sprejme. Vzrok kondenzacije je zato povišanje vsebnosti vlage ali padec temperature zraka (in/ali površin konstrukcij).

Pri večini gradbenih materialov pri od 75- do 80-odstotni relativni vlažnosti zraka že pride do kapilarne kondenzacije - vlaga ne prekriva več le sten por v materialu, ampak začne polniti pore.

Pojav površinske kondenzacije je pri danih temperaturah zraka neodvisen 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.

Nekateri materiali imajo resda boljšo sposobnost vpijanja vlage iz zraka. Del presežnega dela zračne vlage lahko brez posledic za svoje lastnosti začasno uskladiščijo in nato – šele ko se zračna vlaga v prostoru ustrezno zniža – oddajo nazaj v prostor, tj. v notranji zrak. Vendar to ne pomeni, da s takimi materiali za notranje obloge lahko stalno zagotavljamo 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 pa sestavo, ki omogoča občasno omejeno absorpcijo in oddajanje vlage nazaj v prostor, uporabimo opisni izraz »difuzijsko odprta konstrukcija«. To je npr. lahka konstrukcija, pri kateri po potrebi oz. 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.

## A2\_STROP IN TLA



### 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 stropovi, ometi, stopnice ipd.) in dekorativne prvine, kot so štukature, poslikave, stenske dekoracije, kamnite obloge in drugi detajli. Pomembne so tudi zemeljske plasti z morebitnimi arheološkimi ostalinami.*

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:	ZAHTEVA
Stavba: stavbna dediščina	DA
Stavba: v območju naselbinske dediščine	NE
Stavba: v območju arheološkega najdišča (zgolj za posege v zemeljske plasti)	DA

#### Primeri stavb kulturne dediščine: varovani elementi - notranjščina stavbe

56



46



47



48



49



50



51

- (46) Ljubljana - Obrtna šola na Aškerčevi (EŠD 16659)
- (47) Brežice - Grad (EŠD: 49)
- (48) Krško - Hiša Cesta krških žrtev 2 (EŠD: 16170)
- (49) Ljubljana - Palača Miklošičeva 24 (EŠD: 29795)
- (50) Ljubljana - Skupščina republike Slovenije (EŠD: 825)
- (51) Cerklje na Gorenjskem - Hribarjeva vila (EŠD: 9547)
- (52) Maribor - Šola Mladinska 9 (EŠD: 6158)



52



## TOPLOTNA ZAŠČITA STROPA PROTI NEOGREVANEMU PODSTREŠJU

Izveden ukrep vpliva na izboljšanje toplotnega ugodja uporabnikov zaradi višjih površinskih temperatur pozimi in zmanjšanega pregrevanja poleti.



### ZAŠČITA NA TLEH PODSTREHE

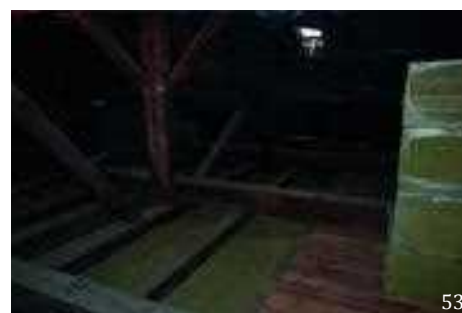
Če podstreha ni pohodna, je mogoče vgraditi oz. položiti toplotno izolacijo neposredno na njena tla. Ukrep je preprost in poceni. Na tla je treba položiti parno oviro, če tako pokaže računska kontrola difuzije vodne pare, čeznjo pa s prekrivanjem nanesti več plasti negorljive toplotne izolacije. Dodatna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

Če je podstreha pohodna, 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. Čeznje se lahko v odvisnosti od statičnih pogojev izvede npr. suhomontažni pod ali pa se izdelava plavajoči pod z (mikro)armiranim estrihom.

V higrotermalnem pogledu je vgradnja toplotne izolacije na zgornjo stran konstrukcije najprimernejša, saj se tako zmanjšajo možnost pojava kondenzacije zračne vlage na hladnih površinah in temperaturna nihanja konstrukcije, izboljša pa se toplotna stabilnost stavbe.

### ZAŠČITA STROPA PROTI NEOGREVANEMU PODSTREŠJU

Strop pod neogrevanim podstrešjem je mogoče toplotno zaščititi tudi s spodnje strani, vendar se tako zmanjša svetla višina prostorov. Tudi toplotnim mostovom se je na ta način težje izogniti. Ukrep ni dopusten pri stropnih poslikavah, lesenih oblikovanih stropih, štukaturah ali drugih varovanih elementih.



(53) Narodna galerija v Ljubljani: toplotna zaščita stropa na tleh podstrehe.

57



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

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



## TOPLOTNA ZAŠČITA TAL NAD NEOGREVANIM PROSTOROM

Mikroklimatske razmere v ogrevanem prostoru so pri vgradnji toplotne izolacije na spodnji strani 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.



### TOPLOTNA IZOLACIJA NA HLADNI (SPODNJI) STRANI

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

V večini primerov je lažje, stroškovno učinkoviteje in z gradbenofizikalnega vidika bolje vgraditi toplotno izolacijo na hladno, spodnjo stran konstrukcije. Hkrati mora tudi višina prostora v kleti omogočati vgradnjo dodatne plasti. Tako so zmanjšani verjetnost kondenzacije vodne pare na hladnih površinah in temperaturna nihanja v ogrevanih prostorih nad konstrukcijo ter izboljšana toplotna stabilnost konstrukcije.



### TOPLOTNA IZOLACIJA NA TOPLI (ZGORNJI) STRANI

Pri toplotni zaščiti konstrukcije s tople, zgornje strani ne sme priti do poškodb talne konstrukcije in uničenja zaščitnih talnih oblog. Odstranjene talne obloge je smiselno ohraniti oziroma jih znova uporabiti.



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



### TOPLOTNA ZAŠČITA TAL NA ZEMLJIŠČU

Stavbe, zgrajene v starejših obdobjih, običajno niso podkletene, njihova talna konstrukcija pa največkrat leži neposredno v stiku z zemljiščem. Izvedba toplotne zaščite tal na zemljišču je mogoča le, kadar tako ne pride do poškodb konstrukcije in uničenja zaščitnih talnih oblog. Tudi pri tem posegu je treba pred začetkom del izvesti predhodne konstrukcijske, materialne in gradbenofizikalne raziskave, glede na naravo posega pa tudi arheološke raziskave. Pri spremembah sestave je treba upoštevati materialne in tehnične parametre ter morebitne vplive talne vlage. Take posege je priporočljivo izvajati sočasno z ukrepi za odpravo vlage v objektu.

## A3\_STREHE

### VAROVANI ELEMENTI

#### Streha

*Streha je varovani del stavbe. Je dominantni element stavbnega ovoja, ki s svojo obliko, kritino, členitvijo, naklonom ter strešnimi elementi (dimniki, drugi 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 ločimo na ravne, položne in strme, po strešni konstrukciji pa na lesene, železne, jeklene in betonske. Na zunaj se razlikujejo po uporabi različnih vrst kritine, npr. slamnata, lesene skodle, skrilavci, opečna (bobrovec, zareznik), pločevinasta ipd.*

*Pri prenovi streh je običajno treba uporabljati materiale, ki se v gradivu, velikosti, obliki in barvi ujemajo s prvotnimi (konstrukcija in kritina). Priporočljivo je tudi, da se pri prenovi strehe vsaj v delu strešine znova uporabi tista izvorna stara kritina, ki je dobro ohranjena in kakovostna.*

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:	ZAHTEVA
Stavba: stavbna dediščina	DA
Stavba: v območju naselbinske dediščine	DA

#### Primeri stavb kulturne dediščine: varovani elementi – strehe

59



57



58

(57) V osnovi dvokapne strehe z opečno kritino.  
 (58) Dvokapna streha, krita z opečno kritino; šotorasta streha, prekrita s pločevino z okrasnimi pločevinastimi prvinami.  
 (59) Ravne strehe.



58



59



59





## TOPLOTNA ZAŠČITA STREHE

Streha ima pomembno vlogo pri energetske učinkovitosti stavbe. Med elementi ovoja stavbe je pogosto streha tisti konstrukcijski element, skozi katerega prehaja največ toplote. Konservatorsko izhodišče daje prednost vgradnji toplotne izolacije na notranji strani konstrukcije, saj se tako zunanja podoba strehe in gabariti stavbe ne spreminjajo. Tudi energetska prenova frčad je treba natančno načrtovati, tako da z vgradnjo toplotne izolacije čim manj posegamo v obstoječa razmerja strehe in natančno predvidimo izvedbo vseh ključnih detajlov. V sklopu energetske prenove strehe je smiselno preveriti tudi stanje kritine in sočasno izvesti ukrepe za preprečevanje prodora vlage v notranjost stavbe, npr. zamenjati kritino, prenoviti strešna okna in sanirati dimnike. Nikakor pa pri zaščitenih stavbah ni dopustno spreminjati naklona strešin, ravnih streh v dvokapne ipd.

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

### POŠEVNA STREHA

S konstrukcijskega vidika nudi poševna streha dokaj preprosto možnost doseganja vodoneprepustnega zgornjega dela ovoja stavbe. 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 možne tudi drugačne izvedbe – npr. masivna strešna nosilna konstrukcija slovenske primorske hiše.

Z gradbenofizikalnega vidika je delitev podobna, kot jo sicer uporabljamo pri ravnih strehah. 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 zaščitenih poševnih strehah pa je sekundarna kritina položena neposredno nad slojem 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 cm<sup>2</sup> na tekoči meter kapu) in proste, da je omogočeno dejansko gibanje zraka v kanalu. To namreč omogoča, da se morebiten kondenzat na spodnji površini sekundarne kritine izsuši, preden bi začel navlaževati toplotno izolacijo.

Sistem **hladne poševne strehe** je primeren za preprostejša geometrija poševnih streh, pri katerih je prebojev (strešna okna, dimniki ...) malo. V praksi se je sistem hladne poševne strehe skorajda povsem opustil. Težko je tudi zagotoviti enakomerno višino zračnega kanala; tu se vsaka površnost izvajalca hitro lahko maščuje. Pri taki strehi v primeru netesne ali »pozabljene« zračne zapore z notranje strani lahko pride do velikih toplotnih izgub, saj gibanje zraka v zračnem kanalu povečuje odvajanje toplote s konvekcijo s površine toplotne izolacije.

**Opozorilo:** Pri **toplilih 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/oviro, ki je hkrati zračna (konvekcijska) zapora. Pri izvedbi izolacije med špirovci se danes pogosto izkaže, da je višina špirovca premajhna za zahtevano debelino toplotne izolacije. V takem primeru je treba s pomočjo posebne podkonstrukcije



60



61

(60) Zamenjava povsem dotrajane strešne kritine je obenem priložnost za izvedbo sekundarne kritine in toplotne zaščite skladno s sodobnimi pravili stroke.

(61) Obnova strehe z vzpostavitvijo sekundarne kritine in dodanim zračnim kanalom.



izvesti dodaten sloj toplotne zaščite pod špirovci, s čimer pa izgubimo nekaj višine prostora.

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 (npr. ne dovolj osušena strešna konstrukcija, navlažena toplotna izolacija) med sekundarno kritino in parno zaporo. Vgrajena vlaga se ne more izsušiti ali se izsušuje zelo dolgo, kar ima za posledico nastanek plesni, gnitje in trohnenje materialov in podobno. Tudi take možne težave govorijo v prid **difuzijsko odprtemu** sistemu.

#### 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** (npr. med in pod špirovci). Glede na to se izbere ustrezen material za toplotno zaščito. Izolacija le med špirovci je gradbenofizikalno manj ugodna zaradi nehomogenosti oz. 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 oz. sloj za zrakotesnost namestimo brez posebnih težav, prav tako morebitno dodatno instalacijsko ravnino in zaključno notranjo oblogo.

**Opozorilo:** Tveganje poškodb zaradi vlage se zelo poveča, če se dela ne izvajajo sočasno s celovito obnovo strehe; razkritje in ponovno prekritje strehe se zaradi namestitve sekundarne kritine ne izvede. S tem povezane nevarnosti in posledice so opisane zgoraj. Stopnja tveganja je odvisna tudi od naklona strehe in vrste oz. 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. V opisanem primeru je priporočljiva izvedba hladne poševne strehe.

Izvedba izolacije med ali pod špirovci mora biti zelo skrbna še iz enega razloga: nosilna konstrukcija ni več vidna, zato njene morebitne poškodbe (vlaga, lesni škodljivci, konstrukcijske poškodbe) opazimo šele, ko so posledice tako obsežne (in včasih nepopravljive), da se izrazijo npr. na notranji zaključni oblogi.

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 zelo slabo paroprepustne (npr. bitumenska lepenka), zato je treba glede na njihov položaj in položaj toplotne izolacije ter morebiten obstoj in dimenzije zračnega kanala na podlagi difuzijskih izračunov določiti potrebne lastnosti parne ovire oz. 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 ustreznem reševanju dvignjene ravnine strešine in venca. Pri stavbah kulturne dediščine je taka rešitev praviloma manj sprejemljiva. V tej različici lahko ostanejo špirovci vidni v notranjosti, saj se vsi sloji – parna ovira oz. sloj za zrakotesnost, toplotna izolacija, sekundarna kritina, letve in osnovna kritina – izvedejo nad njimi. Možnost težav in napak je zelo zmanjšana.



61

62



63

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

(63) Primer poškodovane lesene konstrukcije zaradi neustrezne vgradnje izolacije.



**Samostojen toplotno zaščiten prostor:** Poseben primer toplotne izolacije poševne strehe, kjer v strešno konstrukcijo sploh ne posegamo in je zato z varstvenega stališča neproblematičen, je izdelava samostojnega toplotno zaščitenega prostora znotraj podstrešnega volumna. Če geometrija podstrehe to dopušča, 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 pa je omejena na svetlobne odprtine v stranski oz. čelni fasadi, če so te seveda dovoljene, ali na posredno osvetlitev, če so v strešni ploskvi že vgrajena okna.

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 oz. zaščiten:

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

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

#### RAVNA STREHA

Na ravni strehi je najučinkovitejše in najpreprostejše dodajanje toplotne izolacije z zgornje strani. Pri tem se neizbežno 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, z neizkoriščeno površino, zelena streha).

Osnovna funkcija strehe (točneje, strešne kritine) je zaščita pred vlago. Ravne strehe imajo v primerjavi s poševnimi strehami 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, govorimo pri ravnih strehah o zagotavljanju vodotesnosti oziroma o tesnjenju. Osnovna delitev načinov tesnjenja je glede na uporabljene materiale. Tako govorimo predvsem o materialih na osnovi bitumna in umetnih materialih, v poštev pa pridejo tudi nekatere vrste kovin, ki so bile v uporabi tudi v starejših stavbah.

**Opozorilo:** Nekoč so se bitumenske hidroizolacije izvajale kot trislojne: posamezne plasti so se 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 konkretnih potreb oziroma primera) in polnim varjenjem drugega sloja na prvega. Tesnilni trakovi iz umetnih snovi se vgrajujejo enoslojno. Zaradi svojih posebnih lastnosti imajo manjšo debelino kot bitumenski varilni trakovi, vendar je treba paziti, da glede na konkretne projektne pogoje ne uporabimo pretankih. Način povezovanja vzporednih trakov, tj. spajanja (varjenja) njihovih preklapov, je pogojen z izbranim materialom. Tekoči tesnilni materiali so večinoma dvo- ali enokomponentni poliuretani, navadno modificirani za izboljšanje lastnosti in povečanje trajnosti, ter sorodni polimeri. Kot pri vseh hidroizolacijskih delih je treba tudi pri njihovi uporabi natančno upoštevati navodila proizvajalcev glede dovoljenih vremenskih pogojev ob uporabi. Toplotna izolacija je poleg zaščite pred vlago druga pomembna funkcija, ki jo oprav-



64



65

(64) Hidroizolacija ravne strehe z bitumenskimi varilnimi trakovi.

(65) Toplotna zaščita ravne strehe.



Iz ravnega streha. Če je zaščita pred vlago vedno prisotna, je toplotna zaščita prisotna, kadar ravna streha omejuje ogrevane prostore. Za to se uporabljajo najrazličnejši materiali, najpogostejša izbira pa so: plošče iz mineralne volne, plošče iz penjenih materialov, npr. polistirena in poliuretana, penjeno steklo, v preteklosti nekoliko pogosteje 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 (toplotna stabilnost).

Konstrukcija toplotno zaščitenih ravnih streh 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 karakteristike ravne strehe in uspešno opravljanje njihovih funkcij. Z vidika gradbene fizike delimo toplotno zaščitenih ravnih streh na hladne in tople strehe.

## NAČINI IZVEDBE

### Hladna ravna streha

Pri hladni ravni strehi je nad slojem toplotne zaščite zračni sloj zadostne višine, najmanj 10 cm, še bolje 20 cm. Ta sloj služi kot dodatna zaščita toplotne izolacije: odvajanje vgrajene vlage, ugoden vpliv 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 za vgradnjo hidroizolacije, hidroizolacija in morebitna potrebna zaščita hidroizolacije, med osnovno nosilno konstrukcijo in toplotno izolacijo pa je glede na kontrolne izračune difuzije vodne pare po potrebi vgrajen še parozaporni sloj. Na toplotno zaščito je priporočljivo namestiti paroprepustno folijo, ki jo ščiti pred morebitnimi manjšimi zatekanji meteorne vode in zmanjšuje konvekcijsko odvajanje toplote z njene zunanje površine.

### 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. Pomen pravilne in skrbne izvedbe parne zapore je tu precej večji kot pri hladni strehi.

### Obrnjena ravna streha

prinaša prednosti zaradi izboljšane zaščite sloja hidroizolacije – toplotna zaščita je nameščena nad hidroizolacijo, kar tako rekoč izniči nevarnost deformacij hidroizolacije zaradi temperaturnih vplivov iz zunanega okolja. Hidroizolacija opravlja funkcijo parne zapore, zato poseben parozaporni sloj ni potreben. Med hidroizolacijo in toplotno izolacijo se praviloma namesti drsni oziroma ločilni sloj (danes npr. razni geotekstili, polipropilenski filc, včasih pretežno polietilenska folija), nad toplotno izolacijo pa enak sloj, ki preprečuje njeno zablatenje in mehanske poškodbe. Zaključni sloj je npr. nasutje, ki zagotavlja zaščito toplotne izolacije pred UV-sevanjem in jo zaradi lastne teže hkrati »pritrdi« (izničenje vplivov vetra in lastnih deformacij toplotne zaščite). Material za toplotno zaščito mora biti v tem primeru odporen na vlago, npr. ekstrudirani polistiren ali penjeno steklo, in se vgrajuje enoslojno.



66



67

(66) Toplotna zaščita ravne strehe.

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



### ***Duo-streha***

Poseben primer obrnjene strehe je t. i. **duo-streha**, pogostejša v deželah nemškega govornega področja. 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, a je to treba dokazati z difuzijskim izračunom, zlasti kadar debelina spodnje toplotne izolacije presega petino njene skupne debeline.

### ***Plus-streha***

Kadar želimo izkoristiti gradbenofizikalne prednosti obrnjene strehe in hkrati občutno izboljšati njene toplotne karakteristike, uporabimo model t. i. **plus-strehe**. Izvedena je kot osnovna različica ravne tople strehe z vsemi pripadajočimi sloji, nad hidroizolacijo pa se vgradijo dodatna plast vodoodporne toplotne zaščite in zaključni sloj(i), tako kot sicer pri obrnjeni strehi. Plus-streha je zelo primeren način izvedbe ravne strehe, pri kateri želimo doseči občutno izboljšano toplotno zaščito. Največja debelina sloja toplotne zaščite pri obrnjeni strehi je namreč omejena, saj velja pravilo, da se vgrajuje izključno enoslojno. Tako nam lahko npr. dimenzijske omejitve pri ekstrudiranem polistirenu preprečijo doseganje zelo nizkih vrednosti toplotne prehodnosti (in toplotne stabilnosti v poletnem obdobju).

To načelo je zelo uporabno tudi pri **sanacijah** obstoječih toplih ravnih streh, ki so sicer še funkcionalne in nepoškodovane, a s toplotnotehničnega vidika ne ustrezajo sodobnim potrebam in zahtevam. Po odstranitvi morebitnega zaščitnega sloja (nasutje ipd.) pa se obvezno najprej nadzoruje in po potrebi obnovi ali okrepi sloj hidroizolacije. Pogoj za uspešno delovanje take strehe je seveda funkcionalna parna zapora.

### ***Zelena ali ozelenjena ravna streha***

Je navadno izvedena kot topla streha ali kot 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 uporabo manj zahtevna je ekstenzivna ozelenitev. Zgornji sloj zelene strehe je humus oziroma zemljina, sledijo mu filtrski sloj (npr. geotekstil), akumulacijski sloj (npr. ekspanzirana glina) in protikoreninska zaščita. Nižje ležeči sloji so podobni in izvedeni enako kot pri prej opisanih tipih ravne strehe.

### ***Namestitev izolacije na spodnji strani***

Prav streho lahko toplotno izoliramo tudi **s spodnje strani**, vendar je ta ukrep v gradbenofizikalnem pogledu tvegan, izvedbeno zahteven in zato manj priporočljiv. Gre za podoben primer kot pri izolaciji stene z notranje strani, ko se srečamo s težavo ovirane difuzije vodne pare (nujna je brežhibna in ustrezno dimenzionirana parna zapora) in konvekcijskimi toplotnimi mostovi (tesnjenje vseh preklonov, priključkov in prebojev parne zapore).



## A4\_ OKNA IN VRATA

### VAROVANI ELEMENTI

#### Stavbno pohištvo

*Stavbno pohištvo (okna, vrata) so neločljive prvine stavbnega ovoja, ki prispevajo 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 značilne tipične konstrukcije, oblike in materiali. Posebno pozornost zahtevajo okna in vrata, zastekljena z vitraži, jedkanimi stekli in drugimi vrstami dekorativnih stekel.*

*Stavbno pohištvo je mogoče zamenjati le, če je tako poškodovano, da ga ni mogoče več obnoviti, zato je treba pred menjavo proučiti možnosti obnove vrat in oken. Če so okna propadla do te mere, da obnova ni več mogoča, je običajno treba izdelati kopije novih oken v enakih dimenzijah, oblikah, detajlih, materialih in barvah (prvotnih barvnih tonih oziroma obdelavah, ki se določijo na podlagi rezultatov sondažnih raziskav). Priporočljivo je, da se tudi na novih oknih znova uporabi ohranjeno okovje, t.j. kljuke in drugi sistemi zapiranja in senčenja.*

PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:	ZAHTEVA
Stavba: stavbna dediščina	DA
Stavba: v območju naselbinske dediščine	DA
Stavba: v območju arheološkega najdišča	NE



65

#### Primer stavb kulturne dediščine: varovani elementi – stavbno pohištvo



68 (68) Dvojna okna.



(69) Škatlasta okna

69



70

(70) Okna z jedkanimi stekli, vitraji, dekorativnimi stekli.



71

(71) Smučna okna.



72

(72) Okna, značilna za industrijsko arhitekturo – kovinska in različne oblike zasteklitve stavb, zgrajenih v drugi polovici 20. stoletja.



(73) Kljuke in drugi sistemi zapiranja oken.

67

## OKNA

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

1. zatesnitev pripir in reg ter obnova obstoječega stavbnega pohištva (krilo in okvir);	
2. zamenjava enojne zasteklitve z dvojno, energetsko učinkovito, ter obnova obstoječega krila in okvira;	
3. zamenjava okenskega krila z novim krilom z energetsko učinkovito zasteklitvijo in obnova okvira; obnova ali zamenjava okovja;	
4. zamenjava celotnega okna z novim, izdelanim kot posnetek izvornika, z energetsko učinkovito zasteklitvijo.	



Pri vseh ukrepih je treba upoštevati določena pravila, da se izognemo gradbenofizikalnim težavam. Za primere, ko ob obnovi ali zamenjavi oken ni izvedena dodatna toplotna zaščita fasade, so v nadaljevanju podane smernice za posamezne tipe oken. Posebno pozornost je treba posvetiti okovju. Nasadila, tečaji, raznovrstni fiksirni in zapiralni mehanizmi so pomemben zgodovinski okenski element. Nega in obnova imata prednost pred zamenjavo. Pri povsem dotrajanih elementih se naredi posnetek izvornika. Kadar so dovoljene menjave ali posodobitve okenskih kril, se uporabijo vidni elementi skladno s prvotnimi v kombinaciji s sodobnimi nevidnimi ali manj vidnimi elementi (npr. večtočkovni zapiralni mehanizem v prečni ravnini profila).

### Ocena stanja

Med tehnične ali z njimi tesno povezane kriterije pri oceni stanja oken uvrščamo predvsem:

- splošno stanje stavbnega pohištva: dotrajanost krila in okvira, funkcionalnost okovja, stanje tesnil;
- trdnost in stabilnost okenske konstrukcije: stanje osnovnega materiala (npr. mehanske poškodbe, poškodbe zaradi vlage, poškodbe zaradi lesnih škodljivcev, izpostavljenost sončnemu oz. UV-sevanju), nosilnost okovja, vpetost zasteklitve, poškodbe zasteklitve;
- gradbenofizikalno stanje: toplotne lastnosti prozornega in neprozornega dela okna, stopnja zrakotesnosti pripir.

(74) Energetsko učinkovita zasteklitve in okna.

68

**Tabela povprečnih vrednosti toplotne prehodnosti oken glede na material in tip okvira in zasteklitve**

OKVIR		ZASTEKLITEV						
material	tip krila		enojna (EZ)	dvojna (DZ)	trojna (TZ)	DZ + low-E + Argon	DZ + low-E + zmes inertnih plinov	TZ + 2×low-E + Xenon + izol. vezni profil ipd.
		<b>U (W/m²K)</b>	<b>5,5–5,9</b>	<b>2,9–3,4</b>	<b>2,0–2,5</b>	<b>1,1–1,3</b>	<b>0,9</b>	<b>0,4</b>
les	škatlasto			2,2	(DZ+EZ) 1,6			
	vezano			2,3	(DZ+EZ) 1,7			
	enojno	<b>1,6–1,9</b>	4,6	2,4–2,9	1,9	1,4–1,7 (opomba: danes že 1,0–1,1)	1,0–1,4	0,6–0,8
PVC-U	vezano eno-komorno			2,5	(DZ+EZ) 1,9			
	vezano več-komorno			2,6	(DZ+EZ) 2,0			
	enojno eno-komorno	<b>2,4–2,6</b>		2,8–3,1				
	enojno več-komorno	<b>1,2–1,8</b>		1,7–2,5	2	1,3–1,8 (opomba: danes že 1,0–1,1)	1,1–1,3	0,6–0,9
kovina	vezano			3,7				
	vezano + prekinjen topl. most			2,9	(DZ+EZ) 2,3			
	enojno	<b>6,0–10,0</b>		3,7–4,0				
	enojno + prekinjen topl. most	<b>2,8–4,5</b>		3,0–3,3	2,4	1,7–2,0 (opomba: danes že < 1,6)		

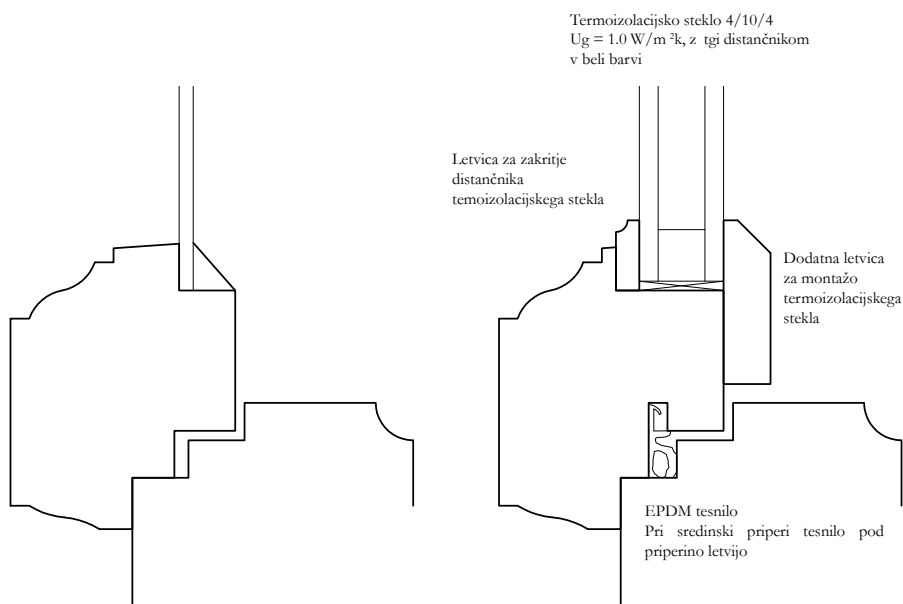


ZVKDS Restavratorski center,  
Poljanska 40, 1000 Ljubljana

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

Detajl obstoječega krila

Detajl obovljenega krila



(75) Primer izvedbenega načrta za zamenjavo zasteklitve na notranjem krilu škatlastega okna.

### OBNOVA ALI POPRAVILO OKEN

Obnova oken je ukrep, ki ga običajno izvajamo v okviru rednih vzdrževalnih del v določenih časovnih intervalih. Običajno 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 povezani z lesenimi zagozdami ali vijaki, kar pomeni, da jih je zlahka mogoče demontirati in zamenjati poškodovane dele z novimi.

### NADGRADNJA ALI ZAMENJAVA ZASTEKLITVE

Zasteklitev najbolj vpliva na skupno velikost energijskega toka skozi okno, saj v povprečju zajema približno 70% celotne okenske površine. Nekoč je bila naloga zasteklitve predvsem preprečevanje prepriha in vdora padavin v prostor. Sodobna zasteklitev pa 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 okenskih okvirjev na varovane vrednote stavbe, konstrukcijskega stanja okna in možnih rešitev za izboljšanje njegovih tehničnih lastnosti. Poleg njih moramo upoštevati tudi tehnične omejitve okenskih profilov.





Okvirji starejših oken z enojno zasteklitvijo so lahko 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 zunanjščini ohrani izvorni videz. Za dodano okno izberemo toplotne lastnosti skladno 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. Četudi ima dovoljeno izboljšanje toplotnih lastnosti morda manjši obseg, pa je toliko pomembnejši pozitiven vpliv na toplotno ugodje, torej na počutje in zdravje uporabnikov prostorov.



### ZAMENJAVA NOTRANJEGA OKENSKEGA KRILA (dvojna, škatlasta in vezana okna)

Pri škatlastih in dvojnih oknih je energetska 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 tako od pomena stavbnega povišstva kot varstvenega režima. Pri tem posegu se odstrani ali doda pripirni del okenskega podboja ter nadomesti z novim. Tako je v celoti ohranjeno zunanje krilo (materialna substanca), izognemo pa se tudi nevarnosti poškodb fasadnih prvin.



76



77



76



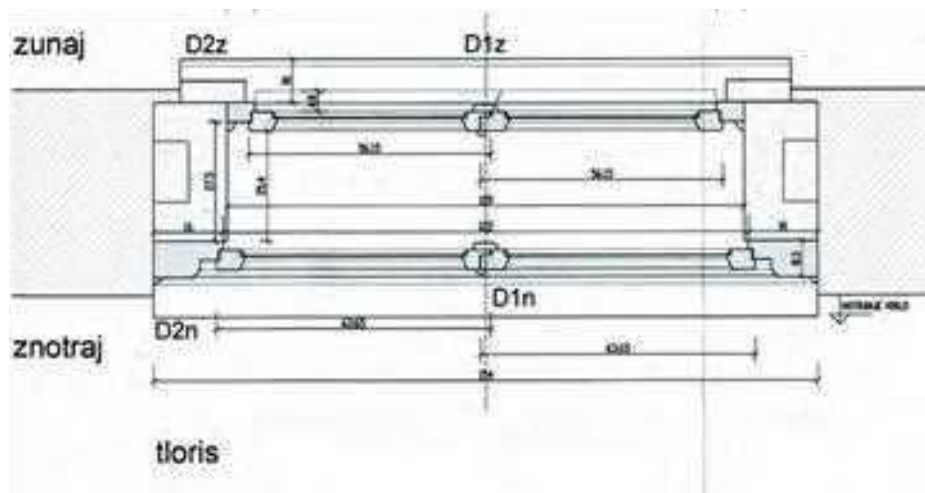
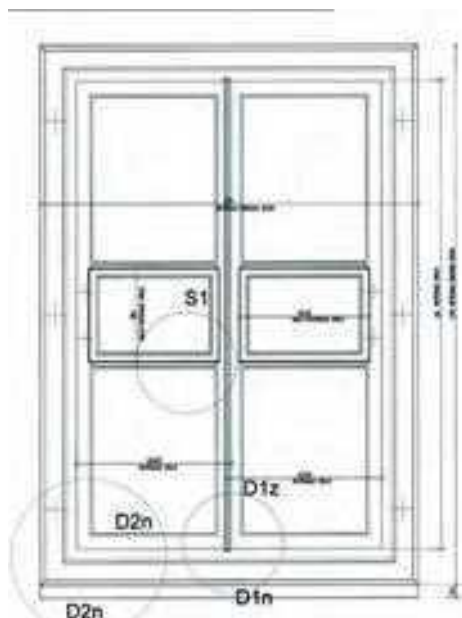
77

(76) Primer zamenjave notranjih kril z novimi z večslojno zasteklitvijo – kopija prvotnih: zunanje krilo s podbojem je obnovljeno.

(77) Primer zamenjave notranjih kril z novimi: zunanje krilo je kopija prvotnih, notranje pa sodobno enokrilno.

### ZAMENJAVA OKNA

Običajno je sprejemljivo prvotna (zgodovinska) okna zamenjati v celoti le, če ocena stanja pokaže nesmotrnost obnove. Nova okna morajo povzeti obliko (z vsemi detajli, profiliranimi letvicami ipd.), material in barvo prvotnih oken. Pred menjavo oken v celoti je treba izdelati shemo oken in priporočljivo (oziroma zahtevano) tudi arhitekturni posnetek osnovnega tipa okna na stavbi v merilu 1:10 s prečnimi in vzdolžnimi prerezi. Posnetek mora vsebovati izrisse vseh detajlov v merilu 1:1 (npr. sredinska pripira, okrasne zaključne letvice, odkapni rob, profilacije, mikrolokacije nasadil in preostalega okovja ...). Tak načrt je osnova za izdelavo novih posodobljenih oken. Za stavbe kulturne dediščine z nižjim pomenom za pridobitev kulturnovarstvenega soglasja za zamenjavo oken zadošča tudi delavniška risba izbranega izvajalca novega posodobljenega okna.



71

(78) Posnetek okna.



(79) Pri menjavi večjega števila oken je priporočljivo pred izdelavo vseh oken v celoti izvesti vzorčno okno.

79



(80) Prvotno okno.  
(81) Novo posodobljeno okno z odpiranjem navznoter.



81

### Osnovne opombe o vrstah in lastnostih zasteklitve

Glede na vrsto okna se odločamo za enojno, dvojno ali trojno 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 oz. prevajanje po snovi (prek stekla in plina);
- konvekcija oz. 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: klasične distančnike iz aluminija nadomestimo z izolacijskimi distančniki (»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, npr. argona ali kripton. Argon ima nekoliko slabše toplotne lastnosti, a je cenejši kot kripton. Skupna debelina zasteklitve je odvisna od vrste plina oz. njegove viskoznosti. Pri suhem zraku je najprimernejša širina medstekelnega prostora približno 20 mm, pri argonu 16 mm in pri kriptonu 10 mm.

Sevalne izgube zaviramo z nizkoemisijским nanosom, ki deluje kot zrcalo za dolgovolno 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 20- do 30-odstotno izboljšanje. Z zadnjim korakom, nizkoemisijским 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 nizkoemisijским nanosoma in izolacijskimi distančniki se zniža tudi do  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  in tako približno 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 naslednje: 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 vakuumska dvojna zasteklitev. Odlične toplotne lastnosti ob majhni skupni debelini (približno 6 mm) postavljajo ta tip zasteklitve na posebno mesto tudi pri prenovi 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 v manjši meri kot v zgoraj opisanih primerih. Navadno steklo lahko zamenjamo s takim, ki ima na notranji površini tudi nizkoemisijski nanos, ali pa se nanjo nanese namenska atermična folija. Taka folija je primerna tudi za izboljšanje toplotnega upora dvojne zasteklitve brez nizkoemisijskega 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 oz. 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 torej 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.

## SMERNICE ZA UKREPE PRI POSAMEZNIH TIPIH OKEN

### Škatlasta okna

- Zatesnitev pripir se izvede samo na notranjem delu škatlastega okna (notranje krilo), s čimer se prepreči neposreden dostop večjih količin toplega zraka do hladne zunanje šipe.
- Pravilo glede zatesnitve velja tako za obnovo obstoječih škatlastih oken kot za vgradnjo novih posameznih kril ali celotnega okna.
- Pri menjavi obstoječe enojne zasteklitve z dvojno energetsko učinkovito se ta ukrep izvede na notranjem krilu hkrati z njegovo zatesnitvijo.
- Če se obstoječe škatlasto okno obnovi tako, da se odstrani notranje krilo, novo zunanje krilo pa se izdelata kot oblikovni posnetek obstoječega, se novo zunanje krilo zatesni po pravilih stroke in vgradi energetsko učinkovita zasteklitev.
- Pri ukrepih za doseganje boljše zaščite pred zunanjim hrupom se zatesni notranje okensko krilo in vanj vgradi ustrezna zasteklitev (npr. dvojna zasteklitev različnih debelin ali z laminiranim steklom). Splošna načela so enaka, kot je opisano zgoraj.
- Pri zamenjavi celotnega okna z novim je postopek analogen: če se vgradi enojno okno, se vgradnja izvede skladno s sodobno gradbeno prakso in uporabi energetsko učinkovita zasteklitev; če se izdelata novo škatlasto okno, se okvir (škatla) vgradi skladno s sodobno gradbeno prakso tesnjenja v treh ravneh, ukrepi za zatesnitev in toplotno (ali protihrupno) zaščito pa se izvedejo na notranjem 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.



### Vešana okna

- Zatesnitev pripir se izvede skladno s pravili stroke in z namenom oviranja vstopa notranjega toplega in vlažnega zraka v prostor med obema sestavnima deloma krila vezanega okna, torej omejevanja stika tega zraka z zunanjo hladno šipo.
- Pravilo glede zatesnitve velja tako za obnovo obstoječih vezanih oken kot vgradnjo novih posameznih kril, sestavnih delov kril ali celotnega okna.
- Pri menjavi obstoječe enojne zasteklitve z dvojno energetska 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, ter v notranjo polovico krila vezanega okna vgradi ustrezna zasteklitev (npr. 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 npr. zamenjava s sodobnim enojnim oknom z ustrezno toplotno in po potrebi zvočno zaščito. Vgradnja okna se izvede skladno s sodobno gradbeno prakso, vključno z ukrepi za zatesnitev. Možna pa je vgradnja sodobnega (pogojno imenovanega) vezanega okna po načelu 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.

### Enojna okna

- Zatesnitev pripir in reg se izvede skladno s pravili stroke z namenom zmanjšanja nenadzorovanih konvekcijskih toplotnih izgub.
- Pravilo glede zatesnitve velja tako za obnovo obstoječih enojnih oken kot vgradnjo novih enojnih oken.
- Zgolj 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 izboljšanja.
- Pri ukrepih za doseganje boljše zaščite pred zunanjim hrupom se zatesnijo vse pripire in rege, kot je zgoraj opisano ter če debelina okvira in krila dopuščata, vgradi ustreznejša zasteklitev (npr. dvojna zasteklitev različnih debelin ali z laminiranim steklom).
- Zamenjava celotnega enojnega okna s sodobnim z ustrezno toplotno in po potrebi zvočno zaščito se izvede skladno 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.

## VRATA

Vrata so nepogrešljivi 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, pa tudi steklene vložke ali celo vitraže, zaščitene z litoželeznimi varovalnimi mrežami različnih oblik.

## OBNOVA VRAT

Enako kot pri oknih tudi za vrata velja, da jih je treba obnoviti skladno z načeli konservatorske stroke (s popravilom opleskov in poškodovanih delov, zatesnitvijo pripir in reg, popravilom zapiralnega mehanizma, nastavitvijo okovja ipd.).



### Ukrepi

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

1. dodajanje tesnil, npr. 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.).



75

82

## TEHNIČNA NAVODILA ZA ZAMENJAVO STAVBNEGA POHIŠTVA

(82) Primeri vhodnih vrat.

### Vgradnja stavbnega pohištva – načelo tesnenja v treh ravneh

Na trgu so številni materiali, namenjeni vgradnji stavbnega pohištva. Pri »klasični« ali »običajni« vgradnji ni posebnih zahtev za tesnjenje rege med okenskim okvirjem in gradbeno konstrukcijo. Razen navedb o splošni primernosti, varnosti in uporabnosti pri teh materialih ni posebnih opisov lastnosti ciljnih vrednosti, ki jih želimo s tesnjenjem rege doseči. Kadar v npr. projektni nalogi, razpisni dokumentaciji ali popisu gradbenih del način vgradnje stavbnega pohištva ni podrobno določen, je praviloma predpostavljena običajna vgradnja in se lahko uporabi kateri koli material oz. proizvod, ki je deklariran za to namembnost.

Resda so malto, ki se je nekoč uporabljala za vgradnjo, zamenjale različne pene na poliuretanski osnovi, vendar se notranji in zunanji zaključki večinoma izvajajo z dekorativnimi pokrivnimi letvicami, različnimi »silikoni« ali pa se stiki, kolikor pač gre, zapolnijo in zamažejo ob izvedbi zaključnih slojev ometov. Vsaka montažna pena pa še zdaleč ne zagotavlja primerne zrakotesnosti ali vodotesnosti, njena toplotno zaščitna funkcija je odvisna od njenih toplotnih lastnosti, če so te sploh znane, in seveda od natančnosti in potrpežljivosti izvajalca.

Kadar je predpisana vgradnja po sodobnih smernicah stroke, v katerih natančno opredelimo zahteve, ki jih mora izpolnjevati stik med oknom ali zunanji vrati in obodno konstrukcijo, je treba uporabiti materiale in proizvode z znanimi in dokazljivi lastnostmi, ki bodo omogočili želeno izvedbo in gradbenofizikalne parametre.

Eno je torej osnovna primernost materialov oz. proizvodov za nameravano uporabo (konkretno: za vgradnjo stavbnega pohištva), drugo pa ustreznost glede na višje ali posebne zahteve, ki jih pri tem postavimo (toplotna in zvočna zaščita, zaščita pred vlago, zrakotesnost). Med razpoložljivimi postopki in materiali tako poiščemo tiste, za katere imamo na voljo zagotovila, da bodo naše zahteve izpolnjene. Kaj bomo izbrali ali zahtevali oz. predpisali, je vezano na konkretne cilje.



Stik oz. rega med stavbnim pohištvom in stavbno konstrukcijo mora biti v prvi vrsti obdelana tako, da bo trajno prenesla različne 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.

Največ napak ugotavljamo pri vgradnji oken. Ne glede na izbrane načine in materiale za zatesnitev rege morajo biti okna v konstrukcijo mehansko pritrjena – privijačena oz. sidrana neposredno ali prek različnih namenskih elementov, kot so npr. kovinski profili. Tesnilni materiali, ki so danes na voljo, namreč niso namenjeni prenašanju obtežb. Okno mora s spodnjim delom nalegati na trdno osnovo, torej ga je treba na posameznih mestih 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 pritrjevanja in podpiranja navadno določijo že proizvajalci okenskih profilov v lastnih tehničnih smernicah. Proizvajalci okenskih profilov v tehnični dokumentaciji predstavijo tudi shemo namestitve stranskih distančnikov, ki se obvezno namestijo glede navelikost okna in način odpiranja kril.

Drugi korak pri vgradnji je izvedba tesnjenja. Skladno 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 svoja natančen namen in logiko. Zrakotesnost stika na notranji strani je nujna, če želimo preprečiti 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 ter tako preprečuje nevarnost kondenzacije v njej, hkrati pa omogoča vlago, ki je v regi morda vendarle prisotna, da se brez povzročanja škode izloči v zunanost. Toplotna in zvočna zaščita osrednjega dela rege sta samoumevni lastnosti z vidika tako energetske učinkovitosti kot dobrega bivalnega ugodja.

Pogovorno imenujemo vgradnjo s tesnjenjem rege v treh ravneh tudi »RAL-vgradnja«, in sicer po smernicah za načrtovanje in izvedbo vgradnje oken in vrat nemškega združenja RAL. Če ni posebnih strokovno-tehničnih zadržkov, se pri vgradnji stavbnega pohištva upoštevajo ta načela:



(83) Tesnjenje v treh ravneh lahko izvedemo s tri-, dvo- ali enokomponentnimi sistemi.

- Okenski okvir mora biti neposredno ali posredno pritrjen oz. sidran v obodno konstrukcijo z ustreznimi pritrdilnimi sredstvi skladno s smernicami proizvajalca okenskih profilov.
- Okenski okvir mora biti na spodnjem delu skladno 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 uporabijo različni materiali, ki pa morajo biti med seboj usklajeni in imeti verodostojna dokazila o svojih lastnostih in o lastnostih 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.
- Toplotna izolacija ovoja stavbe mora biti načrtovana in izvedena tako, da z okenskim okvirjem tvori neprekinjeno toplotno zaščito.
- Analogno velja za vgradnjo vrat in okenskih vrat.



### Napotki za ravnanje po obnovi ali zamenjavi stavbnega pohištva

V praksi se tako v tujini kot pri nas po zamenjavi ali zatesnitvi obstoječih oken in vrat žal pogosto pojavljajo težave s previsoko relativno vlažnostjo notranjega zraka, njegovo slabšo splošno kakovostjo in razvojem plesni.

Okna in vrata sama po sebi za te težave niso kriva. Dejstvo je, da se lastnosti prostorov (poleg že opisanih tudi t.i. pnevmatika prostorov) spremenijo do te mere, da jim je treba prilagoditi vzorce bivanja oziroma način njihove uporabe.

Zavedati se je treba, da vgradnja novih oken in vrat (ali zatesnitev obstoječih) ob izboljšanjem splošnem toplotnem ugodju v prostoru terja nekatere spremembe v načinu uporabe bivalnih prostorov. Pri takih oknih in vratih je stopnja nenadzorovane izmenjave zraka skozi netesne pripire in rege mnogo nižja, zato ne smemo zanemariti aktivne(jše)ga prezračevanja prostorov. Samo tako zadostimo higienskim zahtevam zadostne stopnje izmenjave zraka na uro v prostoru in dosežemo, da relativna vlažnost notranjega zraka ne preseže kritične meje.

Nižja kot je temperatura v prostoru, nižja mora biti zračna vlažnost, da preprečimo površinsko kondenzacijo in razvoj plesni. 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 (toplotni most) ter posledično površinsko kondenzacijo in nastanek plesni.

Prostore je treba večkrat prezračiti kot pred obnovo ali zamenjavo oken. Zato je priporočljivo vsaj v »kritične« prostore (v stanovanjskih stavbah so to npr. 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 zgolj 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. Visoko pohištvo tik ob zunanji steni in podobno zavira gibanje zraka ob steni in v vogalih ter lahko povzroči težave. S prezračevanjem ne moremo preprosto odstraniti vlage, ki jo je že absorbirala oprema prostorov in obodne konstrukcije. Tu morda nimamo več »varnostne rezerve«.

## A5\_ IZBOLJŠANJE ZRAKOTESNOSTI OVOJA STAVBE



Zaradi različne temperature v notranjosti stavbe in okolici, vetra in vzgona toplega zraka nastaja tlačna razlika med tlakom v stavbi in zunanjim zračnim tlakom. Tlačna razlika je motor, ki potiska zrak skozi ovoj stavbe. Od tega, kako tesen je ovoj stavbe (stene, tla, streha, okna in vrata), je odvisno, kolikšna bo izmenjava zraka med okolico in stavbo.

Stopnja izmenjave zraka ima pomemben vpliv na energijsko bilanco ter kakovost bivalnega in delovnega okolja. Strogo gledano je pravilen izraz za opis tega pojava »prepustnost za zrak«, a se v praksi navadno uporablja kar izraz »zrakotesnost«, pri čemer se zavedamo, da nobena stavba ni zrakotesna v dobrednem pomenu, tj. povsem 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 (rege, pripire) 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;
- v nekaterih primerih lahko boljša zrakotesnost pripomore k boljši kakovosti notranjega zraka (npr. preprečevanje vdora radona ali onesnaženega zunanjega zraka v prostore);
- boljša zrakotesnost pomeni manjši občutek nelagodja v prostoru zaradi občutka prepriha, torej boljše toplotno ugodje;
- zrakotesnost je povezana s t. i. zvočnimi mostovi; boljša zrakotesnost pomeni manjši vdor hrupa iz zunanosti;
- konvekcijski toplotni mostovi so neposredno povezani z zrakotesnostjo. Vdor zraka v konstrukcijo skozi netesna mesta (npr. v rego med oknom in steno) je pogost vzrok kondenzacije vodne pare in poškodb zaradi take neželene vlage v konstrukciji;
- boljša zrakotesnost omogoča boljše in predvidljivejše delovanje prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov ter njihovo natančnejše uravnavanje.

**Zrakotesnost je treba načrtovati. Zlasti pri prenovi stavb, pri katerih so dovoljeni samo posamezni ukrepi, je treba skrbno obravnavati vsak primer posebej in med možnimi rešitvami izbrati vsestransko najprimernejšo. Za zatesnitev netesnih mest, reg ob vgradnji novih elementov (npr. vgradnja stavbnega pohištva po načelu tesnjenja v treh ravneh) ali izvedbi prebojev je treba skladno z navodili proizvajalcev uporabiti namenske proizvode in sistemske rešitve z deklariranimi lastnostmi.**



### TESNENJE OVOJA STAVBE

Tesnjenje se izvaja na mestih v ovoju stavbe, kjer nastaja nenadzorovana izmenjava zraka. Odprtine, razpoke in preboji v zunanjem ovoju stavbe, npr. na steni, strehi, vratih, oknu, stropu proti podstrešju, povečujejo toplotne izgube, saj kondicioniran zrak uhaja navzven. Zelo pogosta kritična mesta v ovoju so okna (pripira in priključna rega), zato je ključno tesnjenje okenskih pripir in stika med oknom in konstrukcijo. Tesnjenje se izvede z namenskimi materiali po navodilih proizvajalcev in skladno s pravili stroke. Sistemi tesnjenja so lahko eno-, dvo- ali večkomponentni (tesnilne mase, folije, letvice, samoraztezni trakovi in njihove kombinacije).

Znižana stopnja nenadzorovane izmenjave zraka lahko ob nespremenjenem vzorcu prezračevanja povzroči zvišanje vsebnosti vlage v prostoru. Če je relativna vlažnost zraka v prostoru prekomerna dlje časa, lahko začne vodna para kondenzirati na notranjih površinah obodnih konstrukcij in polniti pore v gradbenih materialih.

Z ukrepom se zmanjša število netesnih mest v ovoju stavbe, kjer je površinska temperatura sicer znižana. Višje površinske temperature obodnih konstrukcij v zimskem času zmanjšajo tveganje za nastanek plesni. To velja ob predpostavki, da je relativna vlažnost notranjega zraka v primernih mejah.

Tesnjenje ovoja stavbe in njenih delov izboljša toplotno ugodje v prostorih, zmanjša občutek prepriha, zmanjša toplotne izgube in tveganje za razvoj plesni, prepreči dviganje prahu s tal in vdor prašnih delcev ter izboljša zvočno zaščito.

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

Takoj po izvedbi ukrepov je priporočljivo začeti spremljati mikroklimatske parametre (temperatura in pripadajoča relativna vlažnost zraka) v stavbi vse letne čase in po potrebi ukrepati (uravnavanje relativne vlažnosti zraka s prezračevanjem in ogrevanjem).

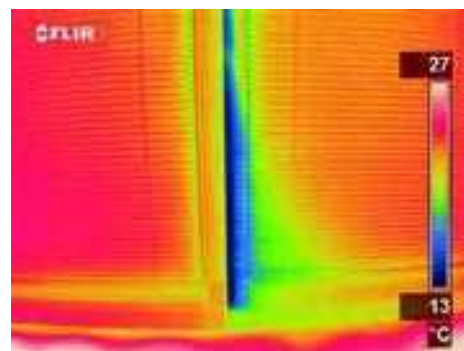
### PREIZKUS ZRAKOTESNOSTI

Preizkus zrakotesnosti je preprost in cenovno dostopen postopek. Poleg ugotavljanja skladnosti stavbe s predpisi omogoča odkrivanje mest v ovoju stavbe, ki ne tesnijo. Osnovna oprema za preizkus je sestavljena iz ventilatorja, kovinske konstrukcije in ponjave. Ventilator s kovinsko konstrukcijo namestimo na vhodna vrata stavbe, z njim vpihujemo zrak v stavbo ali ga sesamo iz nje. Običajno zrak sesamo iz stavbe in tako v njej ustvarimo podtlak. Izsesani zrak skuša nadomestiti zrak iz okolice, ki vdira skozi netesna mesta ovoja. S hitrostjo delovanja ventilatorja nadziramo količino izsesanega zraka in s tem podtlak v stavbi. Pri podtlaku 50 Pa izmerimo količino zraka, ki potuje skozi ventilator (v m<sup>3</sup>/h). To vrednost nato delimo z volumnom stavbe (v m<sup>3</sup>) in ugotovimo, kolikokrat se zrak zamenja v eni uri (v h<sup>-1</sup>) pri tlačni razliki 50 Pa. Med samim testom zrakotesnosti lahko odkrivamo netesna mesta in jih zatesnimo.

Test zrakotesnosti sam po sebi ne daje podatkov, kje so netesna mesta v ovoju stavbe in kolikšen je njihov obseg oziroma velikost. Kritična mesta ovoja lahko določimo pri vzpostavljeni tlačni razliki v času izvedbe preizkusa zrakotesnosti na različne načine:

- anemometer: pri vzpostavljeni tlačni razliki v obravnavani coni z merilnikom hitrosti gibanja zraka določimo tista mesta, kjer je uhajanje zraka skozi ovoj cone najintenzivnejše;
- sledilniki dima: medtem ko pri vzpostavljeni tlačni razliki s kalibriranimi ventilatorji vpihujemo zrak v prostor, v opazovanem območju vklopimo napravo, ki sprošča dim. Netesna mesta ovoja določimo tako, da opazujemo lokacijo vdora dima in smer njegovega gibanja po prostoru;
- termovizija: enako kot pri sledilniku dima tudi tukaj vzpostavimo tlačno razliko z vpihovanjem zraka v obravnavano cono. Ob tem je dodatni pogoj za določanje netesnih mest ovoja s termografsko kamero ta, da je razlika med notranjo temperaturo obravnavane cone in temperaturo vpihanega zraka čim večja (na primer pozimi, ko je obravnavana cona ogrevana in je zunaj dovolj hladno). Mesta, kjer v cono intenzivneje prodira hladen zrak, so hladnejša od neposredne okolice in jih s termografsko kamero preprosto določimo.

Preizkus zrakotesnosti je smiselno izvesti že med samo graditvijo oziroma prenovo, torej v času, ko so naknadni popravki in dodatno tesnjenje ovoja še mogoči, npr. po dokončani vgradnji oken in vrat, še preden izvedemo fasado in estrihe.



(84) Termografski posnetek prikazuje znižane površinske temperature zaradi vdora hladnega zraka skozi netesno vertikalno pripiro.

79



(85) Anemometer – merilnik hitrosti gibanja zraka oz. vetra.

## B\_ KLIMATIZACIJA, GRETJE IN HLAJENJE (KGH)



### UKREPI ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI SISTEMOV ZA KLIMATIZACIJO, GRETJE IN HLAJENJE (KGH)

<b>PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:</b>	<b>ZAHTEVA</b>
<b>Stavba: stavbna dediščina</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju naselbinske dediščine</b>	<b>NE</b>
<b>Stavba: v območju arheološkega najdišča</b>	<b>NE</b>

### VGRADNJA ALI ZAMENJAVA CENTRALNIH SISTEMOV OGREVANJA

Pri obnovi in ponovni uporabi tehničnih stavbnih sistemov v zgodovinskih stavbah moramo razlikovati med stavbnimi sistemi v pravem pomenu besede – sistemi, ki so imeli v preteklosti pomembno funkcijo za prezračevanje, ogrevanje in hlajenje stavbe – in pomožnimi stavbnimi sistemi, kot so dimniki, kanali in jaški, ki so omogočali uporabo ogreval (peči, kamini, štedilniki na drva, odprt ogenj).

V zgodovini poznamo vrsto inteligentnih sistemov, kot je recimo hipokavst, ki so ga izumili Rimljani, ali hladilni stolpi, ki so jih uporabljali Perzijci. Ogrevalni sistemi nekoč (lokalni kamini, peči ...) so prostore ogrevali tako, da so konstrukcije (stene, stropove) najprej ogreli neposredno s sevanjem, šele nato s konvekcijo oz. kroženjem zraka. Njihov položaj je bil pogosto tak, da so bili »kritični« predeli, npr. zunanji vogali, primerno ogreti in je bilo tveganje za površinsko kondenzacijo in plesen manjše.

Pri sodobnih centralnih nizkotemperaturnih ogrevalnih sistemih prevladuje konvekcijska sestavina, zato kritična mesta konstrukcij, npr. vogali, ostajajo hladnejša. Toplotne tokovnice jih slabo ali sploh ne oblikujejo. To je nujno treba upoštevati, če se v energetski prenovi namesto lokalnih virov toplote predvidi centralni ogrevalni sistem. Potrebni so tudi dodatni preventivni ukrepi za preprečitev gradbenofizikalnih poškodb.

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 hladni zunanji zrak ogrela toplota peči ali kamina, segreti zrak pa so nato dovajali do bivalnih prostorov.

Različne stavbne sisteme, ki so jih uporabljali nekoč, je še vedno mogoče najti v starejših stavbah. Pogosto so jaški ali dimniki zaprti z zidaki in malto, ker niso več v uporabi. Spet druge 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.



### CENTRALNA IN LOKALNA REGULACIJA OGREVANJA PROSTOROV

V bivalnih in delovnih prostorih želimo imeti določeno temperaturo glede na dejavnosti, ki jih v teh prostorih izvajamo. Sama centralna regulacija temperature še ne zagotavlja zelenih temperatur v vseh prostorih, še posebej če ogrevalni sistem ni res 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. V večini evropskih držav so že sprejeli predpise, ki nalagajo porabnikom obvezno vgradnjo termostatskih ventilov. Investicija v ta ukrep učinkovite rabe energije se zelo hitro povrne, saj so doseženi prihranki energije do 15-odstotni.

Naloga lokalne regulacije je prilagajati delovanje naprav za ogrevanje tako, da tudi toploto notranjih virov lahko izkoristimo za ogrevanje prostora. Znano je, da za 1 °C višja temperatura v prostoru poveča rabo energije za 5 do 7%. Od regulacije zahtevamo tudi, da vzdržuje čim enakomernjšo temperaturo v prostoru.



Temperatura 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;
- urnik uporabe prostora: vseh prostorov ne uporabljamo istočasno, zato moramo imeti možnost, da temperature v njih prilagodimo trenutnim potrebam;
- udobje bivanja v prostoru, ki je največkrat odvisno od posameznika, njegovega razpoloženja, zdravstvenega stanja in dejavnosti.



Termostatski ventil omogoča natančno vzdrževanje stalne temperature v prostoru, kjer je nameščen, in to ob najmanjši možni rabi energije za ogrevanje, vendar na ravni, ki je za uporabnika še sprejemljiva.

Vgradnja termostatskih ventilov brez ustrezne centralne regulacije ogrevalnega sistema še ne zagotavlja, da bodo v prostorih ustrezne temperature in bo raba energije za ogrevanje učinkovitejša. 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 inštalacijah 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 –projektantu. S tem se bomo izognili neljubim napakam, kot so prekomerno šumenje v ventilu, blokiranje ventila v zaprtem položaju itd.



(86) Termostatski ventil.

81

## HIDRAVLIČNO URAVNOTEŽENJE SISTEMA OGREVANJA

Pri vsakem ogrevalnem sistemu je nosilec toplote ogrevalni medij, ki ga ogrevamo na določeno 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 ogrevanja je ne glede na to, ali delujejo s stalnim ali spremenljivim pretokom, pogojeno tudi s hidravličnim uravnoteženjem. Pri tem gre za vrsto pomembnih ukrepov, ki so odvisni od zasnove in velikosti sistema. Hidravlično uravnoteženje je nabor ukrepov, ki zagotavljajo ustrezno razdelitev pretoka grelne vode skozi posamezna ogrevala ali veje sistema. Te ukrepe mora najprej predvideti projektant, izvajalec pa uresničiti, zato ne morejo biti prepuščeni njuni dobri volji, temveč sta načrtovanje in nato pravilna izvedba njuna obveznost.

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 potrebne temperature, s katerimi želimo ogrevati prostore. S pomočjo temperature 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 ogrevanja.





### REGULIRANA OBTOČNA ČRPALKA

Z avtomatsko regulacijo števila vrtljajev obtočne črpalke dosežemo prilagajanje spremembam pretočno-tlačnih razmer, ki jih povzročata delovanje termostatskih ventilov. Sprememba števila vrtljajev črpalke se izvaja s pomočjo spremembe 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 vedno nujna.

### REGULATORJI TLAČNE RAZLIKE NA DVIŽNIH VODIH

Pri sistemih s stalnim pretokom (npr. ročni radiatorski ventili) potrebujemo posebne nastavitvene ventile za dvižne vode in veje, s katerimi pridušimo odvečno tlačno razliko oz. jih hidravlično uravnatežimo. Pri sistemih s termostatskimi ventili, kjer se pretok lahko zelo zmanjša, dodatno potrebujemo še samodejne regulatorje tlačne razlike na dvižnih vodih, ki vzdržujejo nastavljene vrednosti ustrezno termostatskim ventilom. Pri večjih sistemih je v rabi tudi kombinacija obeh, kjer nastavitveni ventili prevzamejo vlogo omejevalnikov pretoka navzgor, regulatorji tlačne razlike pa zagotavljajo pogoje za pravilno delovanje termostatskih ventilov.

### MEHANSKO PREZRAČEVANJE Z VRAČANJEM ODPADNE TOPLOTE ZRAKA

Mehansko prezračevanje z vračanjem toplote odpadnega zraka (rekuperacija toplote) zmanjša prezračevalne toplotne izgube in omogoča vzdrževanje primerne bivalnega ugodja (kakovost zraka). Izmenjevalnik toplote odvzame toploto odpadnemu zraku in jo odda svežemu, ki vstopa v prostor. Tako se lahko občutno zmanjšajo potrebe po ogrevanju stavbe. Pri hlajenju je učinek toplotnega menjalnika precej manjši. Možna je izvedba rekuperacije toplote s centralno napravo ali večjim številom lokalnih naprav. Dovod in odvod zraka sta speljana s preboji prek stavbnega ovoja, pri lokalnih sistemih večinoma na fasadi. Prilno prezračevanje zagotavlja stalno izmenjavo zraka v prostorih, kar vpliva na nižjo vsebnost vlage v zraku in tako zmanjša tveganje za površinsko kondenzacijo vodne pare in razvoj plesni.

### NAČRTOVANJE IZVEDBE UKREPA MEHANSKEGA PREZRAČEVANJA

Proizvajalci čedalje več pozornosti posvečajo mehanskemu prezračevanju z rekuperacijo toplote, ki je namenjeno naknadni vgradnji ob prenovah stavb. Tovrstni sistemi do zdaj še niso bili pogosto uporabljeni za ta namen, kar velja tudi za stavbe kulturne dediščine.

Starejše stavbe so bile in še vedno so povečini naravno prezračevane (z odpiranjem oken). Preden se odločimo za ukrep vgradnje mehanskega prezračevanja, moramo preveriti, ali ga je v stavbo sploh smiselno vgraditi, kaj to pomeni z gradbenofizikalnega vidika in kakšen vpliv ima poseg na varovane elemente. Da bi dosegli trajnostno rešitev, je priporočljivo integralno (večdisciplinarno) in celovito načrtovanje takega ukrepa.

Temeljita dokumentacija obstoječega stanja (zgodovina, načrti, izvedene analize stavbe, povratne informacije uporabnikov itd.) stavbe kulturne dediščine zagotavlja dobro osnovo za načrtovanje ukrepa in odločanje, ali naj bo sistem mehanskega prezračevanja z vračanjem odpadne toplote vgrajen ali ne. Namembnost in prihodnja raba stavbe (zasedenost prostorov, ogrevane cone, namen uporabe, notranji viri vlage itd.) sta najpomembnejša kriterija, poleg varstvenega režima, ko gre za vprašanje, kako stavbo zračiti. Na izbiro in dimenzioniranje prezračevalnega sistema vplivajo predvsem uporabniki s svojimi dejavnostmi v stavbi. Določitev potrebnega pretoka in izmenjave

zraka po prostorih je odvisna od uporabe stavbe. V stavbah kulturne dediščine, kjer so razstavljeni eksponati, moramo zadostiti posebnim zahtevam zagotavljanja ustrezne mikroklimi (izogibanje prekomernemu nihanju vlage zraka) v prostoru. Včasih se take zahteve in zahteve za bivalno ugodje uporabnikov celo izključujejo.

V neogrevanih stavbah z manjšimi viri vlage ali brez njih je naravno prezračevanje z nenadzorovano izmenjavo zraka (infiltracijo) stroškovno najučinkovitejši ukrep v zimskem času. V stavbah z daljšim faznim zamikom prehoda toplote lahko vsebnost vlage zunanjega zraka povzroči nastanek površinske kondenzacije predvsem v prehodnih obdobjih, praviloma spomladi (kombinacija hladnih obodnih površin na notranji strani konstrukcije in toplega, z vlago nasičenega zunanjega zraka, ki pride v hladne prostore). V takem primeru bo mehansko prezračevanje zmanjšalo možnost pojava previsoke vsebnosti vlage v notranjem zraku, še posebej spomladi in zgodaj poleti.

Ob vgradnji mehanskega sistema z vračanjem odpadne toplote zraka je priporočljiva tudi izvedba testa zrakotesnosti, saj le ustrezna zatesnjenost ovoja stavbe omogoča pravilno in nadzorovano delovanje sistema.

Pri izbiri tipa mehanskega prezračevanja z rekuperacijo toplote se odločamo med centralnim sistemom in sistemom z lokalnimi napravami. Predvsem moramo preveriti, ali je sistem ustrezen za konkreten primer.



## CENTRALNI SISTEM PREZRAČEVANJA



Pri centralnem sistemu prezračevanja se večinoma uporablja ena centralna enota z izmenjevalcem toplote in ventilatorji za odvod in dovod zraka. Pri namestitvi centralne enote moramo upoštevati njeno težo in velikost, predvsem pa razporeditev odvodnih in dovodnih prezračevalnih kanalov. Centralna enota naj bo čim bližje toplotnega ovoja 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 razvodnih kanalih.

### Prednosti:

- občutno se zmanjša število odprtih v zunanjih stenah. Če sta odvod in dovod zraka speljana skozi streho ali talno konstrukcijo, dodatni posegi v zunanjo steno niso potrebni;
- vzdrževanje takega sistema (popravila, menjava filtrov) je povečini preprostnejše;
- manjši vpliv na uporabnost prostorov, saj je centralna enota v večini primerov v ločenem prostoru.

### Slabosti:

- razmeroma visoki stroški načrtovanja, kar še posebej velja za stavbe kulturne dediščine, pri katerih je težko uporabiti tipske rešitve;
- v že obstoječih stavbah je težje predvideti mesta, kamor naj bi bila umeščena centralna enota in kjer naj bi potekali prezračevalni kanali;
- če prezračevalni kanali potekajo skozi meje požarnih sektorjev, je treba zagotoviti dodatne požarnovarnostne ukrepe.

## PREZRAČEVANJE Z LOKALNIMI NAPRAVAMI



Pri decentraliziranem prezračevalnem sistemu se uporablja večje število manjših enot s prenosnikom toplote, ki so razporejene po posameznih območjih ali stanovanjih v stavbi.

**Prednosti:**

- če posamezne enote namestimo blizu toplotnega ovoja stavbe, vgradnja prezračevalnih kanalov ni potrebna;
- razpoložljiv prostor v stavbi, kamor bi umestili večjo centralno enoto, ni pogoj za izvedbo sistema;
- lokalne enote postavimo samo v bolj zasedene prostore;
- stroški načrtovanja in vgradnje so nižji, saj gre za tipske rešitve;
- boljši nadzor nad posameznimi enotami, saj jih uporabniki lahko upravljajo neposredno.

**Slabosti:**

- odvod in dovod zraka sta speljana skozi zunanjo steno, kar vpliva na zunanji videz stavbe;
- če je enota postavljena v bivalne prostore, moramo zagotoviti ustrezno zvočno zaščito;
- težji dostop pri vzdrževanju naprav, kar še posebej velja za prostore oziroma stanovanja v najemu.

**ZAMENJAVA STAREJŠIH KURILNIH NAPRAV**

Starejše naprave zamenjamo s sodobnimi kondenzacijskimi plinskimi kurilnimi napravami, 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 vlage, da zagotovimo zadosten vlek in da kondenzirajoča vodna para 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.

Torej je kondenzacijski kotel povsem podoben klasičnemu, ki ima na izhodu v dimnik prigraden dodaten toplotni izmenjevalnik.

Kondenzacijskega kotla ne smemo priključiti na obstoječi klasični dimnik. Ker dimne pline močno ohlajamo, moramo upoštevati zahteve glede materialov, iz katerih so narejene dimne tuljave, saj kondenzat vsebuje različne kisline, ki so obenem tudi škodljive za okolje. Materiali dimnih tuljav morajo biti korozijsko odporni na agresivni kondenzat.

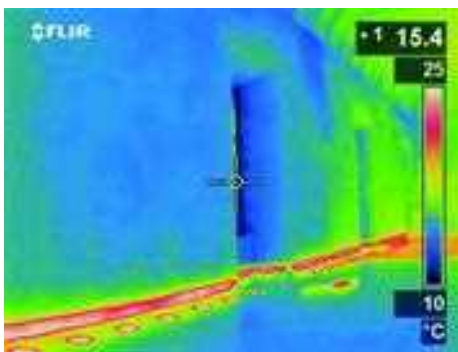
Pri kurilnih napravah manjših moči (za enodružinske hiše) lahko kondenzat odvajamo neposredno v kanalizacijo. Pri napravah, večjih od 350 kW, pa je treba zgraditi napravo za nevtralizacijo kondenzata.

**TEMPERIRANJE**

Temperiranje oboda stavbe je alternativa konvencionalnim načinom ogrevanja v stavbah in preprečevanju poškodb 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 kabli. Z minimalnimi stroški dosežemo, da stene ogrevamo in obenem sušimo, s čimer preprečujemo morebitno nastajanje vlage v sami konstrukciji. Tako odpravimo vlago v stavbi in prostore enakomerno ogrevamo. Toplota v stavbi je porazdeljena enakomerno, 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 njih ne kondenzira. Za udobje uporabnikovje 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 (25–35 °C) temperature, kar je v tem primeru idealno.



(87) Termografski posnetek temperiranega prostora Viteške dvorane v Posavskem muzeju Brežice.

## SEVALNI (INFRARDEČI) GRELNI PANELI

Toplotno valovanje pri infrardečem ogrevanju ne segreva zraka, ampak predmete in konstrukcije, ki absorbirajo oddano toploto. Posredno se zaradi toplejše površine ogreje tudi zrak, vendar brez dvigovanja prahu in izsuševanja zraka. S pomočjo toplotnega valovanja se izenačijo temperature vseh predmetov v prostoru.

Pri večjih zaprtih stavbah in povsod tam, kjer so višji stropi, se uporabljajo sevalni paneli za področno (consko) ogrevanje, ki pa jih je treba spustiti na priporočljivo višino montaže (od 2,5 do 3,8 m – odvisno od moči sevalnega panela). Tako ne ogrevamo celotne stavbe, temveč le področja (cone), kjer se zadržujejo ljudje ali predmeti, ki jih želimo ogreti. Sevalni paneli so primerni tudi za področno (consko) ogrevanje v cerkvah, muzejih itd.

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 enega ali več sevalnih panelov. Če ima vsak prostor svoj digitalni termostat, lahko za vsak prostor nastavimo različno temperaturo (glede na uro in dan v tednu) in tako zmanjšamo rabo energije, saj se prostor ogreva le takrat, ko je v uporabi. Sevalni paneli ne smejo biti priključeni neposredno v vtičnico. Priključitev mora biti vedno izvedena prek termostata. Ogrevanje s sevalnimi paneli je primerno predvsem za stavbe, ki se ogrevajo le občasno.

## PRIKLOP NA DALJINSKO OGREVANJE

V kraju, kjer je za ogrevanje vzpostavljen daljinski sistem ogrevanja, je nujen priklop na tak sistem. Sistem daljinskega ogrevanja je okoljsko najsprejemljivejši način ogrevanja. Daljinsko ogrevanje je način ogrevanja, pri katerem toploto prenašamo od večjega vira k porabnikom po cevnem omrežju. Preprosta priključitev na sistem, nižji stroški oskrbe z energijo, okoljska prijaznost in dodatne ugodnosti ob priklopu so le del prednosti, ki jih prinaša daljinsko ogrevanje.



Glavne prednosti sistema daljinskega ogrevanja:

- 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 toplovodnega omrežja;
- priključitev na sistem daljinskega ogrevanja 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 toplotnim potrebam stavbe;
- tovrstni sistemi so okolju prijazni.

Ob priklopu so lahko na voljo tudi dodatne ugodnosti, npr. nižja cena električne energije ali tople vode, saj je dobavitelj navadno v vseh teh primerih isti.



#### TOPLOTNA ZAŠČITA RAZVODA V NEKONDICIONIRANIH 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 na vlago, ki preprečuje nastanek korozije cevi, in
- požarno odpornost, saj le negorljiv izolacijski material zagotavlja požarno zaščito cevi ogrevalnega sistema.



#### CENTRALNI NADZORNI SISTEM ZA UPRAVLJANJE STAVB

Centralni nadzorni sistem za upravljanje stavb je sestavljen iz programske opreme, ki na podlagi opazovanih (izmerjenih) parametrov v stavbi nadzira in vodi delovanje stavbnih sistemov in posameznih komponent, ter regulatorjev oziroma senzorjev, ki zaznavajo spremembe opazovanih parametrov. Sistem tako na podlagi sistemskih nastavitvev uravnava temperaturo, prezračevanje, senčenje, hlajenje, osvetlitev in druge parametre v prostoru. Sistem poenostavi upravljanje stavbe in optimizira delovanje stavbnih sistemov, kar lahko znatno prispeva tudi k povečanju energetske učinkovitosti stavbe. Krmiljenje in upravljanje nastavitvev sistema je večinoma izvedeno prek centralne enote in omogoča prilagajanje posameznim uporabnikom.



(88) Centralni nadzorni sistem

## C\_ UKREPI ZA POVEČANJE IZRABE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

### IZKORIŠČANJE TOPLOTE IZ OKOLICE – TOPLOTNE ČRPALKE



<b>PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:</b>	<b>ZAHTEVA</b>
<b>Stavba: stavbna dediščina</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju naselbinske dediščine</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju arheološkega najdišča (zgolj za posege v zemeljske plasti)</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju kulturne krajine</b>	<b>NE</b>

Toplotna črpalka jemlje toploto iz okolice (zunanji zrak, voda, zemlja), jo s pomočjo električne energije dvigne na višjo temperaturno raven in odda toploto v ogrevalni sistem. V povprečju daje toplotna črpalka trojno količino toplote glede na količino porabljene elektrike (z eno kilovatno uro električne energije odda tri kilovatne ure toplote), odvisno od razmerij vstopne in izstopne temperature. Temperatura ogrevne vode je največ približno 50 °C, kar pomeni, da so toplotne črpalke primerne tako za ploskovno ogrevanje energetske varčnih hiš kakor tudi za pripravo sanitarne vode. Visokotemperaturne toplotne črpalke dosegajo temperature do 70 °C. Energijski učinek toplotnih črpalk je zelo ugoden glede na to, da za svoje delovanje potrebuje električno energijo, okoljska primernost pa je lahko vprašljiva, saj ima elektrika zelo visoke specifične emisije CO<sub>2</sub>, še posebej če je večji del elektrike proizveden v termoelektrarnah.

Toplotne črpalke so zelo primerne v sistemih, kjer je večina elektrike proizvedena iz obnovljivih virov energije, ali jedrskih elektrarnah. Finančni učinek je odvisen od razmerja cen razpoložljivih energentov (elektrika, zemeljski plin, naftni plin, kurilno olje, drva ...) in ni enak energetskega. Za izrabo nekaterih vrst toplotnih virov potrebujemo tudi uradna dovoljenja. Toplotne črpalke delimo glede na vir toplote, ki ga za svoje delovanje potrebujejo, na:

- toplotne črpalke voda/voda, kjer je vir voda;
- toplotne črpalke zemlja/voda, ki izkoriščajo energijo zemljine;
- toplotne črpalke zrak/voda, ki izkoriščajo energijo zunanjega zraka.

Projektant strojnih instalacij presodi skladnost obstoječega ogrevalnega sistema s predvidenim novim stanjem stavbe glede toplotnih potreb in predlaga posege na sistemu (npr. menjavo obstoječega kotla) hkrati z izvedbo morebitne prenove ovoja.

### OGREVANJE NA BIOMASO



<b>PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:</b>	<b>ZAHTEVA</b>
<b>Stavba: stavbna dediščina</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju naselbinske dediščine</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju arheološkega najdišča</b>	<b>NE</b>
<b>Stavba: v območju kulturne krajine</b>	<b>NE</b>

Lesna biomasa je obnovljivi vir energije, les pa je v Sloveniji opredeljen kot strateška surovina. Les je najpogostejši energent za ogrevanje, vendar ima zaradi uporabe zastarelih naprav izkoristek v povprečju manjši od 60%. Les je domač energent s še vedno premalo izkoriščenimi zmogljivostmi pri manjšanju energetske odvisnosti, dvigu stopnje lokalne energetske samooskrbe in trajnostnem razvoju.

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 sistem za ogrevanje stavbe ne potrebuje toplote. Vmesni hranilnik toplote pomaga pri izravnavanju obremenitev kotla in izboljšuje kakovost gorenja lesa.



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. Da kljub temu dosežemo gospodarno in okolju prijazno izrabo energije, v učinkovit sistem ogrevanja vgradimo hranilnik toplote. Hranilnik toplote 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 npr. 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 gorenje lahko poteka pri višji obremenitvi, presežna toplota pa se hrani v hranilniku toplote in porabi takrat, ko ogenj v kotlu ugasne.

Kljub visokim izkoristkom in nizkim emisijam, ki jih dosegajo kotli na polena nove generacije, je priporočljivo uporabiti hranilnik toplote. Predpogoji so zadostno velik polnilni prostor (zalogovnik), suh les in hranilnik toplote z ustrezno prostornino (najmanj 50 litrov/kW moči kotla). Če kotel na polena kombiniramo s solarnim sistemom, lahko poleti udobno in ugodno pripravljamo toplo sanitarno vodo. Če je solarni sistem ustrezno dimenzioniran, lahko prispeva tudi k ogrevanju prostorov.

Projektant strojnih inštalacij presodi skladnost obstoječega ogrevalnega sistema s predvidenim novim stanjem stavbe glede toplotnih potreb in predlaga posege na sistemu (npr. menjavo obstoječega kotla) hkrati z izvedbo morebitne sanacije ovoja.



## VGRADNJA SPREJEMNIKOV SONČNE ENERGIJE ZA PRIPRAVO TOPLE VODE – SONČNI KOLEKTORJI

<b>PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:</b>	<b>ZAHTEVA</b>
<b>Stavba: stavbna dediščina</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju naselbinske dediščine</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju arheološkega najdišča (zgolj za posege v zemeljske plasti)</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju kulturne krajine (zgolj za samostojne prostostoječe sisteme)</b>	<b>DA</b>

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. Sistem sestavljajo sprejemniki z absorberji, ki sprejemajo sončno energijo, medij, ki prenaša toploto, in hranilnik toplote, v katerem se hrani topla voda. Manjši sistemi so primerni za pripravo tople vode, večji pa tudi za podporo ogrevanju stavbe.

Sprejemnik sončne energije zbira sončno energijo in z njo greje vodo v ceveh, ki ima dodano sredstvo proti zmrzovanju do  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ogreto vodo poganja črpalka in jo vodi do prenosnikov toplote, kjer svojo toploto odda vodi v hranilniku toplote, ki jo nato uporabljamo za umivanje, pranje in druge potrebe. Regulacija z diferencialnim termostatom vklopi črpalko, ko je temperatura vode v sprejemnikih sončne energije višja kot v hranilniku, in jo spet izklopi, ko je temperaturna razlika premajhna. Drugi elementi v sistemu skrbijo predvsem za varno delovanje prenosa toplote.



## VGRADNJA FOTONAPETOSTNIH CELIC – FOTOVOLTAIČNI PANELI



<b>PRIDOBITEV KULTURNOVARSTVENIH AKTOV:</b>	<b>ZAHTEVA</b>
<b>Stavba: stavbna dediščina</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju naselbinske dediščine</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju arheološkega najdišča (zgolj za posege v zemeljske plasti)</b>	<b>DA</b>
<b>Stavba: v območju kulturne krajine (zgolj za samostojne prostostoječe sisteme)</b>	<b>DA</b>

Eden od ukrepov izrabe energije sonca je pridobivanje električne energije s pomočjo solarnih modulov, ki pretvarjajo sončno svetlobo neposredno v enosmerni električni tok. Večji sistemi so lahko povezani tudi z električnim omrežjem, kamor lahko oddajamo višek električne energije.

Solarni moduli, sestavljeni iz serijsko vezanih sončnih celic, pretvarjajo sončno energijo neposredno v enosmerni električni tok. Sončni žarki padajo na površino sončnih celic. Tako se sevalna primarna energija sonca pretvarja v sekundarno visokokakovostno električno energijo. Preobrazba je neposredna, brez vmesne preobrazbe v toplotno in mehansko energijo. Zaradi delovanja sončnih žarkov na kristalno mrežo izbrane snovi se sprosti električni naboj. Pri sevanju zadevajo svetlobni kvanti – fotoni – čelno ploščo polprevodnika in se pri tem absorbirajo. Zaradi tega se sprostijo elektronski pari, ki pa ostanejo zaradi notranjega električnega polja ločeni in tako povzročajo električno napetost.

Število uporabljenih solarnih modulov je odvisno od energetskega zahtev uporabnika in razpoložljive sončne energije (svetlobe). Akumulator shranjuje energijo, ki jo proizvedejo solarni moduli, za čas, ko sončno sevanje ne zadošča za potrebe delovanja sistema. Porabniki so električne naprave, ki delujejo v solarnem sistemu in se uporabljajo v povezavi z razsmernikom (pretvornikom), ki pretvarja enosmerno napetost akumulatorja v izmenično. Z njegovo pomočjo lahko uporabljamo običajne električne naprave, ki delujejo na omrežno napetost.

**Opozorilo:** Vgradnja sprejemnikov sončne energije za pripravo tople vode in fotonapetostnih celic je z vidika varovanja kulturne dediščine predvsem zaradi vizualne izpostavljenosti elementov v prostoru zelo problematična.

Kadar je dopustno vgraditi elemente in sisteme za izrabo obnovljivih virov, je treba upoštevati naslednje:

- elementi in sistemi OVE naj se vgradijo tako, da bodo vizualno čim manj izpostavljeni;
- montaža sistemov naj ne posega v strukturne elemente stavbe. Na strešnih površinah so lahko nameščeni le panelni elementi, medtem ko morajo biti hranilniki in drugi deli sistemov vgrajeni na drugih neizpostavljenih mestih;
- okviri panelov in konstrukcijski elementi naj bodo v barvah, ki so skladne s strešno kritino;
- zgodovinska, izvorna substanca dediščine mora v največji možni meri ostati nedotaknjena, morebitni posegi pa morajo biti reverzibilni;
- kadar je mogoče, naj se fotonapetostne celice vključijo v samo strukturo novega ovoja stavbe (npr. fotonapetostni elementi v obliki, dimenzijah in barvah strešne kritine);
- vgradnja sistemov naj bo skladna z obstoječo morfologijo objekta in naj ustvarja čim manj novih senc.



89



89

(89) Primera namestitve fotonapetostnih panelov in strešnikov

## D\_ ORGANIZACIJSKI UKREPI



### ORGANIZACIJSKI UKREPI PRI OGREVANJU PROSTOROV

Prostore ogrevamo samo takrat, ko je to res potrebno. V ogrevanih prostorih spremljamo temperaturne razmere. Temperaturno območje za vzdrževanje primerne toplote ugodja je odvisno tudi od subjektivnih vplivov, v povprečju pa ga postavimo med 18 in 22 °C.

Termostatski ventili omogočajo natančno in energetska varčno regulacijo rabe toplote za ogrevanje. Prostore, ki so redko oziroma niso v uporabi, ogrevamo na nižjo temperaturo. S termostatskimi ventili na posameznih ogrevalih lahko nadzorujemo potek temperature v posameznih delih stavbe.

Preverimo, ali radiatorji ustrezno delujejo. Če smo v dvomih, jih najprej odzračimo. Za odzračevanje radiatorjev ogrevalni sistem ne sme biti izklopljen. Odzračujemo lahko, ko sistem deluje, saj le takrat voda lahko »izrine« zrak, ki se nabere v radiatorju oziroma ogrevalu. Najbolje je sistem odzračevati vsako leto na začetku kurilne sezone, zlasti večjih objektih, kot so stanovanjski bloki.

Če se radiator pokvari, ga popravimo ali zamenjamo. Pred vsakim delom, ki se izvaja na ogrevalnem sistemu, je treba sistem izprazniti. Tudi če je sistem izklopljen, lahko še vedno vsebuje vodo.

Higrotermalnim tveganjem se izognemo, če prostore pravilno prezračujemo. Dovedeni sveži zrak, ki je manj nasičen z vlago, se po vstopu v prostor zelo hitro segreje in s tem zanemarljivo vpliva na stroške ogrevanja. Prezračevanje mora biti pravočasno, redno in pravilno.

Zato je smiselno v prostorih, ki se največ uporabljajo, namestiti vlagomer, s katerim spremljamo gibanje relativne vlažnosti notranjega zraka. Ob neustreznih vrednostih tako lahko pravočasno ukrepamo.

Nastanek plesni je navadno povezan z mikroklimatskimi razmerami v prostoru ali toplotnimi mostovi.

Včasih nam težave povzroča kombinacija obeh dejavnikov. Praviloma je plesen posledica ponavljajoče se površinske kondenzacije vodne pare na hladnih površinah konstrukcij, čeprav se lahko v odvisnosti od kemijsko-fizikalnih lastnosti materialov pojavi tudi takrat, ko površinska kondenzacija niti še ne nastopi. Na mikroklimatske razmere, tj. temperaturo in relativno vlažnost notranjega zraka, lahko vplivamo z ogrevanjem in prezračevanjem prostorov.

Priporočljivo je, da uporabniki prostorov v času ogrevalne sezone redno (najmanj enkrat tedensko) izmerijo temperature po posameznih prostorih in preverijo, ali je kateri segret na previsoko temperaturo od predvidene in ali so vsi ogrevani v skladu z operativnim vzorcem (npr. znižanje temperature v določenih terminih, prekinjeno ogrevanje ipd.).

Z izvajanjem takih ukrepov bodo uporabniki spoznali, kako sami vplivajo na mikroklimatske parametre v prostorih in kakovost bivalnih pogojev.



### ORGANIZACIJSKI UKREPI PRI PRIPRAVI SANITARNE TOPLE VODE

Predvideti je treba obdobja, ko bodo uporabniki potrebovali toplo vodo, in nastaviti čas (s pomočjo primerne sistema), ko naj bo topla voda na voljo. V nekaterih stavbah se vklopi sistem za pripravo sanitarne tople vode dvakrat na dan, dopoldne in popoldne. Če ima stavba dobro izoliran sistem, je morda energetska učinkoviteje, če je vklopljen samo dopoldne, oziroma je nastavljen režim, ki se za stavbo najbolje obnese.

## URAVNAVANJE IN REDNO VZDRŽEVANJE RAZSVETLJAVE



Ko prostori niso v uporabi, naj bo razsvetljava izklopljena. Učinkovit ukrep je vgradnja senzorjev gibanja, ki aktivirajo razsvetljava, ko je prostor zaseden.

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 energije za razsvetljava je pri sistemih osvetlitve s klasično žarnico na žarilno nitko lahko tako rekoč enaka porabi energije 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. Obremenitev prostorov s tako dodatno toplotno energijo v običajnem bivalnem prostoru sicer navadno ni moteča ali problematična sama po sebi, se pa v daljšem obdobju kaže skozi nepotrebne stroške električne energije.

Občutno boljši izkoristek imajo sodobni umetni svetlobni viri, t. i. varčne sijalke in žarnice različnih tipov. Njihov izkoristek se giblje v razponu od 20 do 40%, pa tudi več, kar pomeni, da lahko dosežemo enake svetlobne razmere v prostoru s četrtno do osmino ali še manj porabljene električne energije. Z drugimi besedami, ob enaki ravni svetlobnega ugodja dosežemo prihranke celo do 80%.

Ob ustreznem načrtovanju naravne osvetlitve prostorov in učinkovitih nadzornih sistemih umetne razsvetljave je mogoče pričakovati prihranke energije v razponu od 30 do celo 70%. Tudi vzdrževanje in redno čiščenje sistema osvetlitve, ne glede na to, ali prostor osvetljujejo klasične žarnice ali sodobne sijalke, je nujen pogoj za njegovo učinkovitost, tako glede svetlobno-tehničnih karakteristik kot rabe energije.

91

## ENERGETSKO KNJIGOVODSTVO



Redno spremljanje rabe energije omogoča njeno podrobno analizo v preteklih tednih, mesecih in letih. Tako je bistveno lažje ugotoviti vzroke za morebitna nenavadna odstopanja v rabi energije. Priporočljivo je podatke podrobno pregledati najmanj vsakih tri do šest mesecev. Tako si uporabniki lahko zastavijo uresničljive cilje za zmanjšanje rabe energije.

Delež prihrankov iz posameznega leta se lahko uporabi za nadaljnje investicije v ukrepe učinkovite rabe energije.

Priporočljivo je, da rabo energije po posameznih obdobjih pretvorimo tudi v emisije CO<sub>2</sub> in tako spremljamo okoljski kazalnik. Za pretvorbo energije v emisije CO<sub>2</sub> pomnožimo kWh po posameznem energentu s pripadajočim emisijskim faktorjem. Emisijski faktorji so navedeni v tehnični smernici TSG-1-004: 2010 Učinkovita raba energije.

Pomembno je, da so tudi uporabniki stavbe seznanjeni s tem, koliko energije je potrebne za obratovanje po posameznih mesecih in kakšna je struktura rabe energije po posameznih sistemih. Na podlagi sprotih rezultatov lahko primerjajo trenutno rabo energije s preteklimi obdobji in si tako lažje zadajo prihodnje cilje na področju trajnostne rabe energije.



# 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](http://www.zvkds.si)  
Elektronski naslov: [tajnistvo.skd.sri@zvkds.si](mailto:tajnistvo.skd.sri@zvkds.si)  
Telefon: 01/40 07 927

Informacije o tem, ali ima stavba status kulturne dediščine, so dosegljive v **Registru nepremične kulturne dediščine** na spletni strani:  
<http://evrd.situla.org>.

Podrobnejše informacije in obrazci za pridobitev kulturnovarstvenih pogojev, kulturnovarstvenega soglasja, izvedbe raziskav itd. so dostopni na:  
<http://www.zvkds.si/sl/zvkds/nasveti-za-lastnike/>.

Informacije o energetski prenovi se pridobijo v **Energetskosvetovalni pisarni – mreža ENSVET**,  
Eko sklad, j.s., Bleiweisova cesta 30, Ljubljana.  
Spletna stran: <https://www.ekosklad.si/fizicne-osebe/en-svet>

## VIRI

- Amelioration des performances energetiques du bati ancien de la Region Bruxelles- Capitale. *APUR Bruxelles, 2014.*
- Ashworth, Gregory, Howard, Peter. *European Heritage, Planning and Management.* Exeter, 1999.
- Bauen im Bestand*, Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung. V. Rudolf Muller, 2015.
- Bednar, Thomas, et al. *Richtlinie, Energieeffizienz am Baudenkmal.* Bundesdenkmalamt Hofburg. Säulenstiege, 2011.
- Blaich, Jürgen. *Bauschäden – Analyse und Vermeidung.* EMPA, 1999.
- Bokalders, Varis, et al. *The Whole Building Handbook.* Earthscan, 2010.
- Brand, Stewart. *How Buildings Learn – What happens after they're built.* Phoenix Illustrated, 1994.
- Choay, Françoise. *L'allégorie du patrimoine.* Pariz, 1992.
- Curk, Iva. *K oblikovanju nekaterih definicij iz varstva kulturnih spomenikov – konservatorstva.* Varstvo spomenikov, št. 23, 1981.
- Črepinšek, Maja. *Prenova stavbne dediščine.* Ljubljana, 1993.
- Daylighting in Architecture – A European Reference Book.* Commission of the European Communities, James & James (Science Publishers) Ltd., 1993.
- Dolinšek, Blaž, et al. *Obnova objektov po naravnih nesrečah s poudarkom na popotresni obnovi Posočja.* III. Konferenca slovenskih arhitektov in gradbenikov iz sveta in Slovenije, zbornik Svetovni slovenski kongres, 2008.
- English Heritage, Practical Building Conservation – Building Environment,* 2014.
- Fister, Peter. *Obnova in varstvo arhitekturne dediščine.* Ljubljana, 1979.
- Gostič, Samo, et al. *Upoštevanje in izkušnje pri uporabi Evrokoda 8 v okviru Popotresne obnove v Posočju.* 8. dnevi inženirjev, zbornik IZS, 2008.
- Hegger, Manfred, et al. *Energy Manual – Sustainable Architecture.* Birkhäuser Edition Detail, 2008.
- Ivanc, Tjaša. *Varstvo nepremične kulturne dediščine: Pravna ureditev.* Ljubljana, 2012.
- Koch, Wielfried. *Baustilkunde.* Orbis Verlag, 1994.
- Krapež, Primož, Komel, Primož. *Interno gradivo Gradbenega inštituta ZRMK d.o.o.,* 2015.
- Künzel, Helmut. *Bautraditionen auf dem Prüfstand.* Fraunhofer IRB Verlag, 2014.
- Künzel, Helmut. *Bauphysik und Denkmalpflege.* Fraunhofer IRB Verlag, 2009.
- Leissner, Johanna, et al. *Climate for culture: built cultural heritage in times of climate change.* Climate for Culture project, 2014.
- Leitfaden Innendämmung.* DBZ & Arbeitskreis Innendämmung im Fachverband WDVS e. V. Bauverlag BV GmbH, 2015.
- Maier, Josef. *Energetische Sanierung von Altbauten.* Fraunhofer IRB Verlag, 2011.
- Mihelič, Breda. *Zasnova varstva kulturne dediščine: Strokovne podlage za varstvo kulturne dediščine za prostorski plan MOL.* Ljubljana, 2001.
- Mirtič, Mihael, et al. *The wall heating system (Temperierung) at Brežice castle in Slovenia.* Članek (elektronski vir), Climate for Culture project, 2014.
- Oswald, Rainer, et al. *Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden.* Vieweg Verlag, 2005.
- Petrič, Magdalena. *Mednarodno pravno varstvo kulturne dediščine.* Vestnik 12, 2000.\*
- Petzet, Michael. *Principles of Conservation,* 1994. <<http://icomos.de/poc.php>>\*
- Pfundstein, Margit, et al. *Insulating Materials – Principles, Materials, Applications.* Birkhäuser Edition Detail, 2008.
- Pickard, Robert (ur.). *Management of Historic Centers.* London, New York, 2001.
- Pirkovič, Jelka. *Osnovni pojmi in zasnova spomeniškega varstva v Sloveniji.* Vestnik 11, ZVKDS Ljubljana, 1993.
- Pirkovič, Jelka, Šantelj, Borut. *Pravno varstvo nepremične kulturne dediščine v Sloveniji= Tutela giuridica del patrimonio culturale immobile in Slovenia.* (Vestnik, 25) Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije = Istituto per la tutela dei beni culturali della Slovenia, 2012.
- Richardson, Barry A. *Defects and Deterioration in Buildings.* E.&F. N. Spon, 1991.
- Schönburg, Kurt. *Schäden an Sichtflächen.* Fraunhofer IRB Verlag, 2003.

- Smith, Peter F, et al. *Concepts in Practice – Energy*. B. T. Batsford ltd, 1997.
- Šijanec Zavrl, Marjana, et al. *Energetsko učinkovita zasteklitev in okna*. FEMOPET Slovenija, 1999.
- Šijanec Zavrl, Marjana, et al. *Priročnik za povečanje energijske učinkovitosti stavb*. Gradbeni inštitut ZRMK, d. o. o., 2011.
- Šijanec Zavrl, Marjana, et al. *Strokovne podlage za dolgoročno strategijo za spodbujanje naložb prenove stavb: poročilo 2. faze*. Gradbeni inštitut ZRMK, d. o. o., 2015.
- Šijanec Zavrl, Marjana, et al. *Strokovne podlage za določitev stroškovno optimalnih ravni za minimalne zahteve glede učinkovitosti z uporabo primerjalnega metodološkega okvira in strokovne podlage za Nacionalni akcijski načrt za skoraj nič-energijske stavbe za obdobje od leta 2012 do leta 2020*. Gradbeni inštitut ZRMK, d. o. o., 2014.
- Tomšič, Miha. *Smernice za obnovo in zamenjavo oken*. Naročnik: ZVKDS OE Ljubljana. Gradbeni inštitut ZRMK, d. o. o., 2008.
- Troi, Alexandra, et al. *Energy efficient solutions for historic buildings*. EURAC research, Passive House Institute, 2015.
- Wagner, Herbert. *Thermografie*. Rudolf Müller, 2011.
- Weller, Bernhard, et al. *Denkmal und Energie*. Vieweg+Teubner Verlag, 2012.
- Žarnić, Roko, et al. *Temperiranje sten v stavbah kulturne dediščine: simulacija toplotnega odziva*. EGES, 2001.
- Žarnić, Roko. *Lastnosti gradiv*. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za preskušanje materialov in konstrukcij, Ljubljana, 2003.
- Direktiva o energetske učinkovitosti stavb – prenovitev*; spletni dostop: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:SL:PDF>>
- Direktiva o energetske učinkovitosti*; spletni dostop: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:SL:PDF>>
- Dolgoročna strategija za spodbujanje naložb energetske prenove stavb*. Naročnik: Ministrstvo za infrastrukturo RS, 2015.
- CEN/TC 346/WG 8 – Energy efficiency of historic buildings: Guidelines for improving energy efficiency of architecturally, culturally or historically valuable buildings*. <<http://standards.cen.eu/>>
- Nacionalni akcijski načrt za skoraj nič-energijske stavbe za obdobje do leta 2020 (AN sNES)*. Naročnik: Ministrstvo za infrastrukturo RS, 2015.
- Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del*. Uradni list RS, št. 78/10.
- Pravilnik o določitvi vrsti kulturne dediščine*. Uradni list RS, št. 73/00.
- Pravilnik o konservatorskem načrtu*. Uradni list RS, št. 66/09.
- Pravilnik o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda*. Uradni list RS, št. 41/16.
- Pravilnik o registru nepremične kulturne dediščine*. Uradni list RS, št. 25/02 in 16/08.
- Pravilnik o seznamih vrsti dediščine in varstvenih usmeritvah*. Uradni list RS, št. 102/10.
- Priročnik pravnih režimov varstva, ki jih je treba upoštevati pri prostorskem načrtovanju in posegih v prostor v območjih kulturne dediščine*. <[http://giskd6s.situla.org/evrdd/P\\_11\\_11\\_02.htm](http://giskd6s.situla.org/evrdd/P_11_11_02.htm)>
- Register nepremične kulturne dediščine*. <<http://giskds.situla.org/giskd/>>
- Standard v pripravi, prEN16883; Conservation of Cultural Heritage – Guidelines for improving energy performance of historic buildings*. CEN, the European Committee for Standardization, 2015.
- Zakon o graditvi objektov*. Uradni list RS, št. 102/04, 14/05–popr., 92/05–ZJC-B, 93/05–ZVMS, 111/05 –odl. US, 126/07, 108/09, 61/10–ZRud-1, 20/11–odl. US, 57/12, 101/13–ZDavNepr in 110/13.
- Zakon o prostorskem načrtovanju*. Uradni list RS, št. 33/07, 70/08 – ZVO-1B, 108/09, 80/10 – ZUPUDPP, 43/11 – ZKZ-C, 57/12, 57/12 – ZUPUDPP-A, 109/12, 76/14 – odl. US in 14/15 – ZUUJFO.
- Zakon o varstvu kulturne dediščine /ZVKD-1/*. Uradni list RS, št. 16/08, 123/08, 8/11 – ORZVKD39, 90/12, 111/13 in 32/16.









## 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 preno (statična sanacija, protipožarna zaščita ipd.)

Opis predvidenih drugih ukrepov na stavbi: \_\_\_\_\_

### 4. Priloge

Priloženi so naslednji dokumenti: \_\_\_\_\_

**Opomba:** Kulturnovarstvene usmeritve so namenjene lažjemu načrtovanju celovite energetske preno, vendar ne nadomeščajo kulturnovarstvenih pogojev po 28. členu ZVKD-1.

Nabor energetske ukrepe na stavbi, za katere želite usmeritve:

UKREPI	PODROBNEJŠI OPIS UKREPA
<b>A. UKREPI NA STAVBNEM OVOJU</b>	
<b>ZUNANJE STENE</b>	
<b>Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani:</b> opredeli se: – v celoti – delno (navesti, kateri del fasade, npr. stranska, dvoriščna ipd.)	
<b>Toplotna zaščita zunanjih sten z notranje strani:</b> opredeli se: – v celoti – delno (kletna etaža ...)	
<b>Drugi ukrepi na ovoju (tesnjenje ...):</b>	

UKREPI	PODROBNEJŠI OPIS UKREPA
<b>STROP IN TLA</b>	
<b>Toplotna zaščita stropa proti neogrevanemu podstrešju:</b> opredeli se: <ul style="list-style-type: none"> <li>- v celoti</li> <li>- delno</li> </ul>	
<b>Toplotna zaščita tal na terenu:</b> opredeli se: <ul style="list-style-type: none"> <li>- v celoti</li> <li>- delno</li> </ul>	
<b>Toplotna zaščita tal nad neogrevanim prostorom:</b> opredeli se: <ul style="list-style-type: none"> <li>- v celoti</li> <li>- delno (tlaki)</li> </ul>	
<b>Drugi ukrepi na stropovih in tleh:</b>	
<b>STREHA</b>	
<b>Toplotna zaščita strehe:</b> opredeli se toplotna izolacija: <ul style="list-style-type: none"> <li>- med špirovci ali nad špirovci</li> <li>- drugo</li> </ul>	
<b>Drugi ukrepi na strehi:</b>	
<b>STAVBNO POHIŠTVO</b>	
<b>Okna, steklene stene:</b> opredeli se: <ul style="list-style-type: none"> <li>- obnova</li> <li>- nadgradnja ali zamenjava zasteklitev</li> <li>- zamenjava ali drugo</li> </ul>	
<b>Vrata:</b> opredeli se: <ul style="list-style-type: none"> <li>- obnova</li> <li>- nadgradnja ali zamenjava zasteklitev</li> <li>- zamenjava ali drugo</li> </ul>	
<b>Drugi ukrepi na stavbnem pohištvu:</b>	

UKREPI	PODROBNEJŠI OPIS UKREPA
<b>B. UKREPI ZA IZBOLJŠANJE UČINKOVITOSTI SISTEMOV ZA KLIMATIZACIJO, GRETJE IN HLAJENJE (KGH)</b>	
<b>Vgradnja ali zamenjava centralnih sistemov ogrevanja:</b> opredeli se vrsta: – konvektorski, radiatorski, talni, stenski, stropni, drugo	
<b>Vgradnja sistema prezračevanja z rekuperacijo:</b>	
<b>Prezračevanje z lokalnimi napravami:</b>	
<b>Zamenjava starejših kurilnih naprav:</b>	
<b>Drugi KGH-ukrepi:</b>	
<b>C. UKREPI ZA POVEČANJE IZRABE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE</b>	
<b>Izkoriščanje toplote iz okolice:</b> opredeli se: – toplotne črpalke (kakšne) – drugo	
<b>Ogrevanje na biomaso:</b>	
<b>Vgradnja sprejemnikov sončne energije za pripravo tople vode:</b> opredelita se površina in lokacija elementov	
<b>Vgradnja fotonapetostnih celic:</b> opredelita se površina in lokacija elementov	
<b>Drugi ukrepi za povečanje izrabe OVE:</b>	
<b>D. DRUGI UKREPI</b>	