

SMJERNICE ZA ENERGETSKU OBNOVU ZGRADA SA STATUSOM KULTURNOG DOBRA

MINISTARSTVO KULTURE I MEDIJA

MINISTARSTVO PROSTORNOGA UREĐENJA, GRADITELJSTVA I DRŽAVNE IMOVINE

2023.



SMJERNICE ZA ENERGETSKU OBNOVU ZGRADA SA STATUSOM KULTURNOG DOBRA



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo
kulture i medija



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo prostornoga uređenja,
graditeljstva i državne imovine

Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet

SMJERNICE ZA ENERGETSKU OBNOVU ZGRADA SA STATUSOM KULTURNOG DOBRA

MINISTARSTVO KULTURE I MEDIJA

MINISTARSTVO PROSTORNOGA UREĐENJA, GRADITELJSTVA I DRŽAVNE IMOVINE

Izradili:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, ARHITEKTONSKI FAKULTET, ZAGREB

prof. dr. sc. Zoran Veršić, dipl. ing. arh.

v. pred. dr. sc. Alan Braun, dipl. ing. arh.

v. pred. Marin Binički, dipl. ing. arh.

Luka Jonjić, dipl. ing. arh.

Mateja Nosil Mešić, mag. ing. arch.

v. pred. Stanka Ostojić, dipl. ing. arh.

Goranka Tropčić Zekan, dipl. ing. stroj.

Lektorirala:

dr. sc. Tea Raše, v. lekt.

Zagreb, 2023.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	5
Popis kratica	9
I. UVOD	10
II. PRISTUP ENERGETSKOJ OBNOVI ZGRADA SA STATUSOM KULTURNOG DOBRA	14
Polazišta	15
Graditeljska baština i energetska učinkovitost	20
Pregled zakonodavnog okvira u području energetske učinkovitosti i zaštite kulturnih dobara	24
III. POSTUPAK PROVEDBE ENERGETSKE OBNOVE ZGRADA SA STATUSOM KULTURNOG DOBRA	39
Polazišta	40
Projektna dokumentacija	41
Posebnosti izrade projektne dokumentacije	48
IV. MJERE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NA ZGRADAMA SA STATUSOM KULTURNOG DOBRA	53
Općenito o mjerama energetske učinkovitosti na zgradama koje imaju status kulturnog dobra	54
Primjeri modela obnove	55
Sanacija vlage kao preduvjet energetske/sveobuhvatnoj obnovi	59
Povećanje toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora	64
Unaprjeđenje energetske učinkovitosti postojećih ili ugradnja novih tehničkih sustava u zgradu	114
Rekapitulacija kombinacije mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora i ugradnje novih tehničkih sustava u zgradu	131
Unaprjeđenje unutarnjih uvjeta ugodnosti prostora	134
Smanjenje potrošnje vode	136
Zelena infrastruktura	137
Ostale mjere energetske učinkovitosti i horizontalne mjere	139
Zaključak	140
V. PRIMJERI ENERGETSKE OBNOVE ZGRADA SA STATUSOM KULTURNOG DOBRA	142
VI. SAŽETAK	154
VII. DODATAK	156
Stručni pojmovnik	157
Literatura	164
Izvori slika	165
Tablica I.	166
Tablica II.	168

PREDGOVOR

Energetska obnova zgrada sa statusom kulturnog dobra – osiguranje za suvremeni život graditeljske baštine

Hrvatska se nalazi visoko na ljestvici zemalja s velikim brojem upisanih spomenika na reprezentativni popis UNESCO-ove svjetske baštine, kako materijalne, tako i nematerijalne. No manje je poznato da je čak 13 % svih zgrada u Hrvatskoj registrirano kao nepokretno kulturno dobro ili se nalaze u okviru zaštićenih kulturno-povijesnih cjelina. To znači da je 102.615 zgrada, ukupne površine 26.019.244 metara četvornih, unutar kulturno-povijesnih cjelina sa statusom kulturnog dobra (44.889 u Kontinentalnoj, a 57.726 u Primorskoj Hrvatskoj). Sukladno podacima navedenim Dugoročnom strategijom obnove nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine, 2.417 zgrada imaju status pojedinačnog kulturnog dobra u što su 2018. godine ubrojene isključivo obiteljske kuće, višestambene i javne zgrade, dok je ukupan broj pojedinačno zaštićenih kulturnih dobara graditeljske baštine 4.942 (stanje upisa u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske, studeni 2023. godine).

Svjesni neprocjenjive vrijednosti naše graditeljske baštine i njezina golemog opsega, konzervatorska služba kontinuirano radi na obnovi i revitalizaciji te vrijedne baštine, kako bi se sačuvala i kako se ne bi pretvorila u mrtvi kapital. Posljednjih godina sve češće svjedočimo projektima uspješne obnove i revitalizacije kulturne baštine gdje se takve zgrade uspješno prilagođavaju suvremenim standardima. Sve je više primjera dobre prakse koji dokazuju koliko se isplati ulagati u kulturnu baštinu jer spomenici kulture mogu postati važan element razvoja, posebice urbanih, ali i ruralnih sredina.

U programskom razdoblju od 2014.-2020. godine financiranje energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra, a osobito pojedinačno zaštićenih zgrada, nije bilo moguće iz Europskog fonda za regionalni razvoj zbog zahtjeva za visokom uštedom energije, koja bi posljedično podrazumijevala invazivne zahvate i ugrožavanje svojstava kulturnih dobara. Zato je izrada **Programa energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra** ključni preduvjet za realizaciju planiranog ulaganja u energetska obnova baštine predviđene **Nacionalnim planom oporavka i otpornosti** s ciljem održivog upravljanja i korištenja kulturnih dobara, kao preduvjeta njihova očuvanja.

S druge strane, zemlje europskog kontinenta suočavaju se s različitim i sve izraženijim izazovima koji proizlaze iz klimatskih promjena. Negativni učinci globalnog zagrijavanja, kao posljedica emisije stakleničkih plinova, predstavljaju ozbiljnu prijetnju i mogu dovesti do katastrofalnih i nepovratnih posljedica, uključujući ekstremne vremenske uvjete, porast razine mora, topljenje ledenjaka i pogubne promjene u ekosustavima. Sve zemlje članice Europske unije, uključujući Republiku Hrvatsku, prepoznale su ozbiljnu prijetnju narušavanja kvalitete životnih uvjeta te su preuzele obvezu provedbe Europskog zelenog plana čije smjernice, odobrene 2021. godine, vode smanjenju emisija na razini Europe. Ambiciozan plan smanjenja emisije stakleničkih plinova za najmanje 55 % do 2030. godine postaje jednom od naših prioritetnih obveza jer shvaćamo da jedino putem promjena i umanjenja posljedica učinjenih pogrešaka možemo osigurati zdrav i održiv okoliš.

Očuvanje okoliša nije samo odgovornost prema sadašnjim naraštajima, već i prema onima koji će tek doći. Naše današnje djelovanje ključno je za oblikovanje budućnosti u kojoj će prirodni resursi biti sačuvani, a kvaliteta života nenarušena. Važno je stoga usvojiti predložene zelene politike i zajedničkim snagama raditi na ostvarenju cilja kako bismo osigurali održivost i prosperitet za sve.

Jedno od područja visokog potencijala za dobrobit i pozitivne učinke provedbe strateških ciljeva zelene politike jest sektor zgradarstva u koji je uključena i obnova zgrada sa statusom kulturnog dobra, graditeljskog nasljeđa, a ključni čimbenik za postizanje klimatske neutralnosti u ovom sektoru svakako je poboljšanje energetske učinkovitosti. Iz svih navedenih razloga, bilo je potrebno izraditi **Smjernice za energetska obnova zgrada sa status kulturnog dobra**, a osmišljene su kao pomoć u obnovi zaštićenoga kulturnog dobra, procesa koji zahtijeva sposobnost usklađivanja potrebe za očuvanjem prepoznatih vrijednosti kulturnog dobra s potrebama suvremenih normativa. Postupak obnove kulturnog dobra, u koji je integrirana i energetska obnova, zahtijeva interdisciplinarni pristup već od početnih koraka, uključujući idejni i pripremni dio, pa sve do izrade projektne dokumentacije i izvedbe na terenu. Projektom obnove potrebno je poboljšati energetska svojstva graditeljskog sklopa i uskladiti ih s ostalim zahtjevima koji jamče udoban, siguran i zdrav prostor za korisnike, revitalizirajući pritom kulturno dobro sa svim njegovim prepoznatim vrijednostima. Upravo su stoga *Smjernice* s pažljivo razrađenim pristupom, planom i naputcima neizostavan putokaz za sve vlasnike kulturnih dobara, kao i za konzervatore i arhitekte kojima je očuvanje i dobrobit kulturnog dobra na prvome mjestu.

Republika Hrvatska kao potpisnica međunarodnih konvencija posvećenih očuvanju i skrbi o kulturnim dobrima obvezala se na kvalitetno upravljanje kulturnom baštinom. Zato je zaštita i obnova kulturnih dobara uz poštivanje njihovih arhitektonskih, umjetničkih i povijesnih vrijednosti zadaća koju Ministarstvo kulture i medija savjesno obavlja već nekoliko desetljeća, trudeći se pritom provoditi nova znanstvena istraživanja i nove spoznaje u svoja nastojanja.

Ministrica kulture i medija
dr. sc. Nina Obuljen Koržinek

Smjernice za energetska obnova zgrada sa statusom kulturnog dobra

Održivo upravljanje i korištenje kulturne baštine preduvjet je za njezino očuvanje. Povijesna i kulturna komponenta graditeljske baštine poveznice su koje presudno utječu na naš osjećaj pripadnosti prostoru i vremenu. Bogatstvo graditeljske baštine potrebno je očuvati u nacionalom i europskom okruženju te je stoga nužno poboljšanjem energetske učinkovitosti zgrada dati doprinos daljnjem očuvanju i razvoju zgrada sa statusom kulturnog dobra. Energetska obnova zgrada sa statusom kulturnog dobra podrazumijeva primjenu mjera energetske učinkovitosti u svrhu poboljšanja energetskih svojstava zgrade, kao i primjenu obnovljivih izvora energije.

Prioriteti Europske komisije provode se kroz Europski zeleni plan kojim se želi postići preobrazba gospodarstva i društva kroz zelenu tranziciju. Europski zeleni plan daje posebno značenje unaprjeđenju energetske učinkovitosti postojećih zgrada i razvoju energetskog sektora koji se uglavnom temelji na obnovljivim izvorima energije. Poboljšanje energetske učinkovitosti zgrada i zaštita i očuvanje kulturnih dobara usmjereni su prema zaštiti okoliša.

U cilju postizanja klimatske otpornosti i dekarbonizacije zgrada do 2050. godine, donose se smjernice za energetska obnova zgrada sa statusom kulturnog dobra.

Smjernice se donose radi ujednačenog postupanja na obnovi graditeljske baštine i lakše primjene mjera energetske učinkovitosti te bolje međusektorske suradnje koja će rezultirati uspješnom primjenom mjera. Savjetuje se od same faze izrade koncepta energetske obnove zgrade pa sve do izvedbenog projekta primjenjivati koordinirani interdisciplinarni pristup svih struka, kako arhitektonske i građevinske, tako i strojarske i elektrotehničke.

Interdisciplinarni i cjeloviti pristup rezultira najkvalitetnijim rješenjem za optimalnu obnovu zgrade.

Cilj je smjernicama dati bolju informiranost i uvid u moguće mjere ili kombinacije mjera za unaprjeđenje energetske učinkovitosti, zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta te prijedloge za dekarbonizaciju kao dijela sveobuhvatne obnove. Kroz proces provedbe radova energetske i sveobuhvatne obnove, u skladu s načelima održivosti i klimatske otpornosti, utječe se na obrazovanje budućih generacija kojima se prenose stečena stručna znanja i vještine uz primjenu novih inovativnih metoda obnove.

Smjernice se temelje na Programu za energetska obnova zgrada sa statusom kulturnog dobra za razdoblje do 2030. godine, donesenom na sjednici Vlade Republike Hrvatske u prosincu 2021. godine, kao i inicijativi Nacionalnog plana oporavka i otpornosti.

Smjernice su namijenjene vlasnicima i korisnicima zgrada sa statusom kulturnog dobra, projektantima, konzervatorima i drugim nositeljima pripreme i provedbe projekata energetske obnove zaštićenih zgrada (javnim tijelima, jedinicama lokalne i područne – regionalne samouprave, agencijama, upraviteljima zgrada i dr.) u cilju jasnijeg sagledavanja postupka energetske obnove zaštićenih zgrade te njegove jednostavnije i brže pripreme i provedbe.

Uz očuvanje nacionalnog identiteta, energetske i sveobuhvatne obnovom zgrada sa statusom kulturnog dobra nudi se prilika da postanu energetske učinkovite i klimatski otporne zgrade koje su sigurne i pristupačne u korištenju.

Ministar prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine

Branko Bačić

Popis kratica

CG	penasto staklo
CO ₂	ugljikov dioksid
DNSH	načelo „Ne nanosi značajnu štetu” (eng. <i>Do No Significant Harm</i>)
EED	Direktiva o energetskej učinkovitosti (eng. <i>Energy Efficiency Directive</i>)
EPBD	Direktiva o energetskim svojstvima zgrada (eng. <i>Energy Performance of Buildings Directive</i>)
EPS	ekspandirani polistiren
ESI	Europski strukturni i investicijski fondovi
ETICS	<i>External Thermal Insulation Composite System</i> (hrv. kontakti sustav vanjske toplinske izolacije zaštićen tankoslojnom žbukom)
EU	Europska unija
EU ETS, ETS2	eng. <i>Emission Trading System</i> , sastavni dio je i ETS2 ili BRT ETS, eng. <i>Building and Road Transport Emission Trading System</i> , hrv. Sustav EU-a za trgovanje emisijama i ETS EU-a za zgrade i cestovni promet te goriva za dodatne sektore
FN	fotonaponska elektrana
GHVK	grijanje, hlađenje, ventilacija i klimatizacija
IZO staklo	stakleni element sastavljen od više staklenih ploča odvojenih najmanje jednim, hermetički zatvorenim međuprostorom koji je ispunjen suhim zrakom ili inertnim plinom
KO/GZ	Konzervatorski odjel / Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode
MPGI	Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine
MW	mineralna vuna
nZEB	eng. <i>Nearly Zero-Energy Building</i> (hrv. zgrada gotovo nulte energije)
OIE	obnovljivi izvori energije
PTV	potrošna topla voda
PVRT	promjenjivi volumen radne tvari (VRF, VRV)
RED	Direktiva o energiji iz obnovljivih izvora (eng. <i>Renewable Energy Directive</i>)
RH	Republika Hrvatska
SAUZ	sustav automatizacije i upravljanja zgradom
SCF	Socijalni klimatski fond ili Socijalni fond za klimatsku politiku (eng. <i>Social Climate Fund</i>)
TPRUETZZ	Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama
UNP	ukapljeni naftni plin
XPS	ekstrudirani polistiren

I.

Uvod



1. Uvod

Smjernice za energetska obnova zgrada sa statusom kulturnog dobra (u daljnjem tekstu: Smjernice) donose zajedno, u suradnji, Ministarstvo kulture i medija i Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine Republike Hrvatske.

Poticaj izradi Smjernica bogatstvo je graditeljske baštine i potreba za njezinim očuvanjem u europskom okruženju, između ostaloga i s obzirom na energetske zahtjeve i klimatski uvjetovane promjene.

Deklaracija iz Namura je u području zaštite kulturne baštine ekvivalent dokumentima Europske unije za energetska učinkovitost u zgradarstvu. Deklaracijom se traži da energetska učinkovitost da svoj obol u daljnjem razvoju kulturne baštine kako bi doprinijela kvaliteti života i uvjetima stanovanja. Dio paketa *Fit to 55 %* skup je zakonodavnih prijedloga i izmjena važećeg zakonodavstva EU-a kojima EU planira smanjiti svoje neto emisije stakleničkih plinova i postići klimatsku neutralnost (kao: EPBD, EED, ETS, ETS2, SCF, RED...) usporedno s REPower EU - čime se provodi najavljena politika Zelenog plana (*European Green Deal*) i Vala obnove (*Renovation Wave*).

Također, kroz inicijativu Novog europskog Bauhauza (*New European Bauhaus*) čiji cilj je razviti kreativni i interdisciplinarni pokret, Europski zeleni plan povezuje se sa svakodnevnim životom građana EU-a. Projekt uključuje ulaganja zajedničkih napora u postizanju vizije i ciljeva Europskog zelenog plana, kako bi Europska unija bila moderno društvo, resursno učinkovito i konkurentno gospodarstvo. Novi europski Bauhaus temelji se na zajedničkom osmišljavanju atraktivnijih, održivijih i uključivijih načina suživota u koje su izravno uključeni građani, stručnjaci, poduzeća i institucije.

Navedeni propisi EU-a, uključujući Uredbu o obnovi prirode (*Nature Restoration Law*), izravno ili neizravno odnose se i na obnovu zgrada u svrhu povećanja energetske učinkovitosti, klimatske otpornosti i dekarbonizacije zgrada do 2050. godine.

U travnju 2023. Europska komisija je donijela i **Tehničke smjernice za prilagodbu zgrada klimatskim promjenama na razini EU-a.**¹

Dokumenti Europske unije (EU) koji prate novi zamah obnove i nezaobilazna literatura u razmatranju ove teme su:

- Direktiva 2018/844 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2018. godine o izmjeni Direktive 2010/31/EU o energetskim svojstvima zgrada i Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti (u daljnjem tekstu EPBD): „Trebalo bi poticati istraživanje i ispitivanje novih rješenja za poboljšanje energetskih svojstava povijesnih zgrada i lokacija, pritom jamčeći zaštitu i očuvanje kulturne baštine“,
- International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) Climate Change and Cultural Heritage Working Group (2019.), *The Future of Our Pasts: Engaging cultural heritage in climate action*, ICOMOS, Paris,

¹ [Technical guidance](#), [Best practice guidance](#)

- European Commission (2021.), *Commission communication – New European Bauhaus: Beautiful, sustainable, together*, COM 573 final,
- Potts, A. (2021.), *European Cultural Heritage Green Paper*, Europa Nostra, Hague i Brussels,
- European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture (2022.), *Strengthening cultural heritage resilience for climate change: where the European Green Deal meets cultural heritage*, Publications Office of the European Union.

Temeljem inicijative Nacionalnog plana oporavka i otpornosti i komponente plana Energetska obnova zgrada sa statusom kulturnog dobra, na sjednici Vlade Republike Hrvatske u prosincu 2021. godine donesen je Program za energetske obnovu zgrada koje imaju status kulturnog dobra za razdoblje do 2030. godine (dalje: Program), a kojim je predviđena izrada Smjernica.

Provedbom Plana oporavka i Mehanizma za oporavak i otpornost EU-a nastoje se ublažiti gospodarske i socijalne posljedice pandemije uzrokovane korona virusom te osnažiti gospodarstva i društva država članica kako bi postala održivija, otpornija i spremnija za izazove i prilike u sklopu zelene i digitalne tranzicije. Prioriteti Europske komisije uključuju Europski zeleni plan, digitalnu budućnost, gospodarstvo u interesu građana te promicanje i jačanje europske demokracije. Europski zeleni plan jedan je od glavnih prioriteta Europske komisije za razdoblje od 2019. do 2024. godine i njegovom se provedbom želi postići preobrazba gospodarstva i društva kroz zelenu tranziciju. Jedan od ciljeva u okviru Europskog zelenog plana je i davanje prednosti **energetskoj učinkovitosti**, unaprjeđenje **energetske učinkovitosti postojećih zgrada** i razvoj energetskega sektora koji se uglavnom temelji na **obnovljivim izvorima energije**.

Poboljšanje energetske učinkovitosti zgrada i zaštita i očuvanje kulturnih dobara usmjereni su prema zaštiti okoliša kao jednoj od ključnih sastavnica održivog razvoja, od početaka u središtu europskog projekta i svih sadašnjih i budućih aktivnosti Europske unije. Jednako tako, održivo upravljanje i korištenje kulturne baštine jedan je od preduvjeta za njezino očuvanje. U skladu s tim, i energetska obnova graditeljske baštine koja podrazumijeva primjenu mjera energetske učinkovitosti u svrhu poboljšanja energetske svojstava zgrade, kao i primjena obnovljivih izvora energije (OIE) nezaobilazna je komponenta pri analizi, vrednovanju i projektiranju u procesu očuvanja i zaštite kulturnih dobara. Upravljanjem promjenama na kulturnim dobrima, produživanjem njihovih svojstva, interdisciplinarnim pristupom obnovi s ciljem opstojnosti kulturnih dobara stvara se platforma, između ostalog, i energetske održive zaštite i očuvanja baštine za nove naraštaje.

Smjernice su zamišljene kao stručna podloga boljeg informiranja stručne i zainteresirane javnosti o postupcima i mjerama energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra, o posebnostima izrade projektne dokumentacije te o procedurama za ishođenje potrebnih odobrenja i ostalog kod nadležnih tijela,

temeljem **Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara**², i ostalim važećim zakonskim propisima i stručnom praksom.

Smjernice su namijenjene vlasnicima i korisnicima kulturnih dobara, projektantima, konzervatorima i drugim nositeljima pripreme i provedbe projekata energetske obnove zaštićenih zgrada (javnim tijelima, jedinicama lokalne i područne – regionalne samouprave, agencijama, upraviteljima zgrada i dr.) u cilju jasnijeg sagledavanja postupka energetske obnove zaštićenih zgrade te njegove jednostavnije i brže pripreme i provedbe.

Smjernice bi svim dionicima trebale omogućiti:

- ujednačeno postupanje, lakšu primjenu mjera energetske učinkovitosti na obnovi graditeljske baštine;
- podizanje svijesti i unaprjeđenje stručnih kapaciteta svih uključenih, kao i konzervatorske službe;
- bolju informiranost;
- bolju međusektorsku suradnju koja će rezultirati uspješnom primjenom mjera;
- uvid u moguće mjere ili kombinacije mjera za unaprjeđenje energetske učinkovitosti, zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta te prijedloge za dekarbonizaciju graditeljske baštine kao dijela sveobuhvatne obnove.

Obnova kulturnog dobra započinje **kvalitetnom analizom postojećeg stanja zgrade** sa svim potrebnim istražnim radovima, kako bi se u procesu projektiranja prepoznala vrednovana svojstva kulturnog dobra i njegova uspješna obnova, i to očuvanjem svojstva kulturnog dobra primjenom mjera zaštite, a sve u skladu s načelima održive, energetske i ekološke svjesne arhitekture.

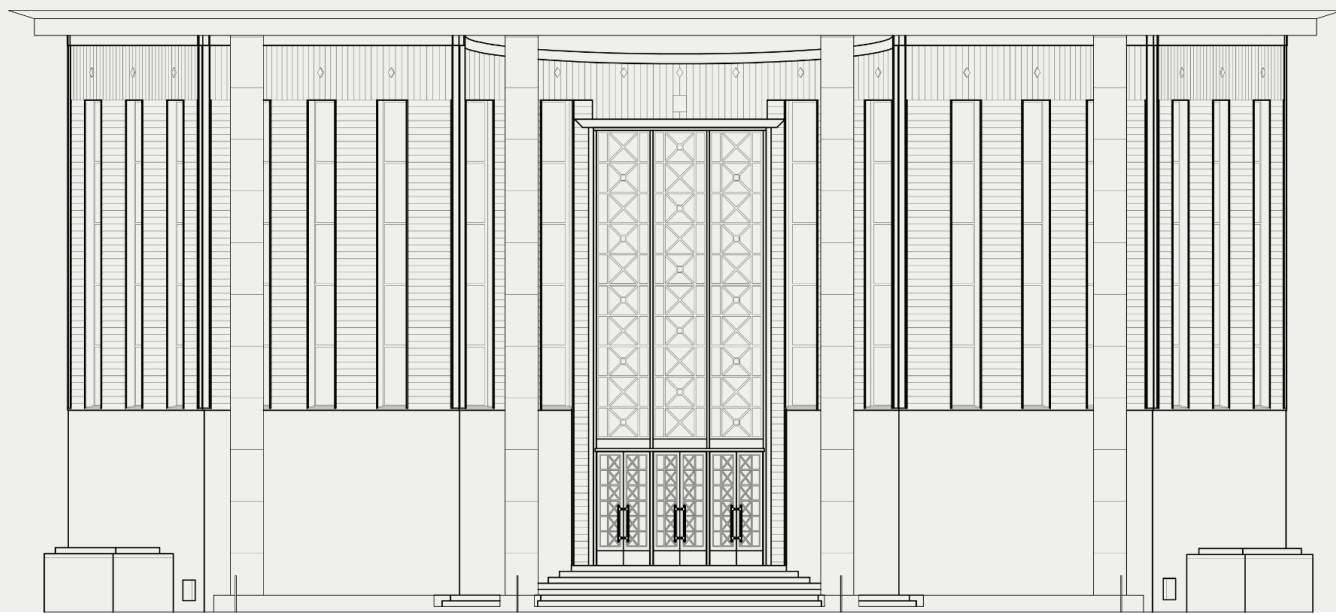
Koordinirani interdisciplinarni pristup svih struka (arhitektonska, građevinska, strojarska, elektrotehnička i dr.) potrebno je primjenjivati od faze izrade koncepta energetske obnove zgrade pa sve do izvedbenog projekta. Takav pristup rezultirati će najkvalitetnijim rješenjem za optimalnu obnovu zgrade te zdravim unutarnjim klimatskim uvjetima i smanjenim CO₂ otiskom, uz maksimalno očuvanje i obnovu jedinstvenih svojstava kulturnog dobra.

Ulaganjem u obnovu graditeljske baštine kao jednog od elemenata europskog identiteta, također se žele postići ciljevi EU-a u okviru afirmacije i prenošenja temeljnih vrijednosti Europe i europskog društva. Graditeljska baština ključna je sastavnica u ostvarivanju nacionalnog identiteta u europskom okruženju, identiteta pojedinca, lokalnih zajednica i društva u cjelini. Povijesna i kulturna komponenta graditeljske baštine poveznice su koje presudno utječu na naš osjećaj pripadnosti prostoru i vremenu, a konkretno kroz proces energetske i sveobuhvatne obnove u skladu s principima održivosti i klimatske otpornosti utječe i na obrazovanje kojim se na nadolazeće naraštaje prenose stečena stručna znanja i vještine uz primjenu novih inovativnih metoda obnove.

² Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara („Narodne novine“, broj 69/99., 151/03., 157/03. Ispravak, 87/09., 88/10., 61/11., 25/12., 136/12., 157/13., 152/14., 98/15., 44/17., 90/18., 32/20., 62/20., 117/21. i 114/22.)

II.

Pristup energetskejoj obnovi zgrada sa statusom kulturnog dobra



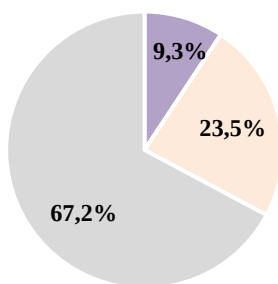
2.1. Polazišta

Strateški cilj Europske unije u predstojećem razdoblju provedba je Europskog zelenog plana. 2020. godine Europska komisija odobrila je paket zelenih politika za smanjenje emisije stakleničkih plinova s ciljem kako bi Europa postala prvi klimatski neutralan kontinent. Cilj je smanjenje emisije stakleničkih plinova za najmanje 55 % do 2030. godine, usporedivo s razinama iz 1990. godine. Smanjenje emisije stakleničkih plinova u sektoru zgradarstva planira se ostvariti poboljšanjem energetske svojstava postojećih zgrada, obnovom ili ugradnjom novih tehničkih sustava s povećanom upotrebom obnovljivih izvora energije uključujući priključenje zgrada na učinkovite sustave daljinskog grijanja, čime bi se postigla brža dekarbonizacija cijelog fonda zgrada, osobito u gradovima.

Provedbu Europskog zelenog plana prihvatilo je svih 27 članica Europske unije s obvezom njegova uvođenja u nacionalna zakonodavstva.

U svrhu ispunjenja strateškog cilja zelene tranzicije i provedbe Europskog zelenog plana te izmjene i dopune EPDB-a, Vlada RH do sada je usvojila nekoliko razvojnih strategija i programa za energetske obnovu, a kojima se planira dekarbonizacija postojećeg fonda zgrada. U skladu s odredbama Zakona o gradnji, u prosincu 2020. godine donesena je Dugoročna strategija obnove nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine.

Prema procjeni, ukupni nacionalni fond zgrada u 2018. godini iznosio je 921.079 zgrada, ukupne površine 204.418.233 m². Obiteljske kuće čine 44 %, višestambene zgrade 27,6 %, poslovne zgrade 20,7 %, a javne zgrade 7,7 % u nacionalnom fondu zgrada. U podjeli prema klimatskim zonama, 64 % zgrada nalazi se u Kontinentalnoj Hrvatskoj, a 36 % u Primorskoj Hrvatskoj. U podjeli prema razdoblju izgradnje, 9,3 % izgrađeno je do 1940. godine, 23,5 % od 1941. do 1970. godine, 67,2 % od 1971. do 2018. godine (Slika 2.1).³



- do 1940. godine
- od 1941. do 1970. godine
- od 1971. do 2018. godine

Slika 2.1

Podjela nacionalnog fonda zgrada prema razdoblju izgradnje.

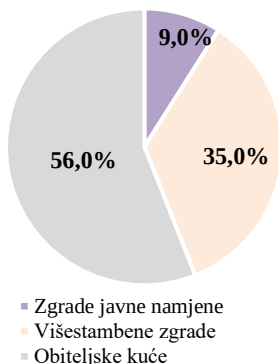
Zgradarstvo je sektor koji ima veliki potencijal u uštedi energije i povećanju energetske učinkovitosti. Graditeljski sektor predstavlja 40 % europskih zahtjeva za energijom od čega 80 % dolazi iz fosilnih goriva. Sektor je bio odgovoran za 34 % potrošnje energije i oko 36 % emisija CO₂ u 2021. godini. Primjerice, danas se u Hrvatskoj u zgradama troši više od 42,3 % od ukupne energije u RH. Prema procjenama, u kućanstvima se 62 % energije troši na grijanje prostora, 15 % na rasvjetu i električne uređaje, 12 % na kuhanje i 11 % na pripremu tople vode.

Zahtjevi za poboljšanjem energetske učinkovitosti, uštedom energije i smanjenjem emisije CO₂ u sektoru zgradarstva, postavili su u fokus energetske obnove i fond zgrada sa statusom kulturnog dobra.

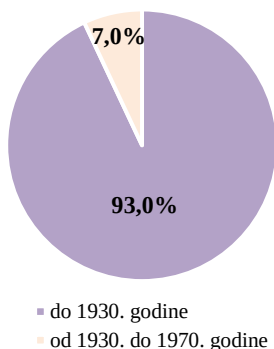
Zahtjevi za uštedom energije i smanjenjem emisija CO₂ izvrsno se nadopunjuju s obnovom kulturne baštine, jer već postojeće nosive strukture ne zahtijevaju bitnija ulaganja u izgradnju pa time nisu odgovorne ni za dodatno ispuštanje stakleničkih plinova. Zadržavanjem postojećih struktura i kružnom obnovom zgrada šteti se energija i resursi te se čuva vrijedan, još neizgrađen prostor.

U Republici Hrvatskoj postoji 102.615 zaštićenih zgrada (pojedinačno zaštićena

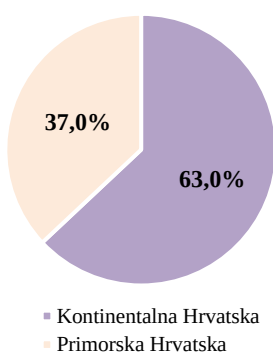
³ Podaci su preuzeti iz *Dugoročne strategije obnove nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine* (2020.)



Slika 2.2
Podjela fonda zaštićenih zgrada prema namjeni.



Slika 2.3
Podjela fonda pojedinačno zaštićenih zgrada prema razdoblju izgradnje.



Slika 2.4
Podjela fonda pojedinačno zaštićenih zgrada prema klimatskim zonama.

kulturna dobra i zgrade unutar kulturno-povijesne cjeline) ukupne korisne površine 26.019.244 m². Od toga broja njih 2.417 su pojedinačno zaštićene zgrade, od kojih se 1.950 zgrada nalazi unutar, a 467 izvan zaštićenih kulturno-povijesnih cjelina. Obiteljske kuće čine 56 %, višestambene zgrade 35 %, a javne zgrade 9 % od ukupnog broja pojedinačno zaštićenih zgrada (Slika 2.2). U podjeli prema razdoblju izgradnje 93 % je izgrađeno do 1930. godine, a 7 % od 1930. - 1970. godine i jedna zaštićena građevina izgrađena 1979. godine – Gradski stadion Poljud u Splitu (Slika 2.3). U podjeli pojedinačno zaštićenih zgrada prema klimatskim zonama, 63 % nalazi se u Kontinentalnoj Hrvatskoj, a 37 % u Primorskoj Hrvatskoj (Slika 2.4).⁴

Dakle, od ukupnog broja postojećih zgrada u Republici Hrvatskoj u 2018. godini, zaštićene zgrade činile su **13 %** nacionalnog građevnog fonda.

Prvi propis o toplinskoj zaštiti zgrada za područje tadašnje SFRJ⁵ donesen je 1970. godine, a kako je, prema prikazanim podacima, cijeli fond zgrada koje imaju status kulturnog dobra izgrađen u razdoblju do 1970. godine možemo zaključiti da u cijelosti ne posjeduje odgovarajuću toplinsku zaštitu te ga je potrebno energetske unaprijediti.

Kako bi se poboljšala energetska učinkovitost zgrada sa statusom kulturnog dobra, Vlada RH je u prosincu 2021. godine donijela Program energetske obnove zgrada koje imaju status kulturnog dobra za razdoblje do 2030. s ciljem pokretanja sveobuhvatne energetske obnove zaštićenih zgrada, uz jamstvo zaštite i očuvanja kulturne baštine.

Sufinanciranje energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra biti će prvenstveno omogućeno pomoću EU sredstava i to iz Mehanizma za oporavak i otpornost za razdoblje od 2022. do 2024. godine, zatim Europskih strukturnih i investicijskih fondova (ESI) koji će biti na raspolaganju za programsko razdoblje od 2021. do 2027. godine te sredstvima iz drugih izvora, poput Socijalnog fonda za klimu za razdoblje poslije 2024. godine.

Programom o energetskej obnovi zgrada koje imaju status kulturnog dobra za razdoblje do 2030. godine nije predviđeno subvencioniranje energetske obnove preventivno zaštićenog kulturnog dobra već samo energetska obnova pojedinačno zaštićenih nepokretnih kulturnih dobara te zgrada unutar zaštićenih kulturno-povijesnih cjelina.

U ispunjavanju klimatskih i energetske ciljeva EU za 2030. godinu i ciljeva Europskog zelenog plana važno je jasno definirati termine vezane uz održivost. Taksonomija EU-a proizašla je iz Europskog zelenog plana i predstavlja zajednički sustav klasifikacije održivih gospodarskih aktivnosti. Ulagačima pomaže u donošenju odluka o okolišno prihvatljivim ulaganjima u gospodarske aktivnosti, što utječe i na usmjeravanje tokova kapitala. Taksonomija EU-a obuhvaća popis aktivnosti koje daju značajan doprinos barem jednom od okolišnih ciljeva EU-a, a pritom ne štete ni jednom od ciljeva.

⁴ Predstavljani podaci su preuzeti iz Dugoročne strategije obnove nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine (2020.) i Programa energetske obnove zgrada koje imaju status kulturnog dobra za razdoblje do 2030. (2021.).

⁵ Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za toplinsku zaštitu zgrada, («Službeni list», 35/70).

Taksonomijom EU-a je propisano i da navedene održive gospodarske aktivnosti zadovoljavaju načelo „Ne nanosi značajnu štetu” (eng. *Do no significant harm* – DNSH). Zadovoljavanje DNSH načela preduvjet je dodjeljivanju sredstava iz Nacionalnog plana za oporavak i otpornost (NPOO). Načelo podrazumijeva da sufinancirana ulaganja nemaju značajan negativan utjecaj na:

- ublažavanje klimatskih promjena
- prilagođavanje klimatskim promjenama
- održivu uporabu i zaštitu voda i morskih resursa
- kružno gospodarstvo, uključujući prevenciju otpada i recikliranje
- prevenciju onečišćenja i kontrolu zraka, vode ili tla
- zaštitu i obnovu biološke raznolikosti i ekosustava.

Načelo DNSH⁶ potrebno je provesti na tri razine:

a) pri izradi glavnog projekta:

- potrebno je u projektnoj dokumentaciji obrazložiti na koji način konkretan projektni prijedlog zadovoljava uvjete iz pojedinog zahtjeva DNSH-a, te se pozvati na dokumente i provedene procedure kojima se potvrđuje sukladnost projektnog prijedloga s navedenim načelima unutar pojedinog poziva za dodjelu bespovratnih sredstava.

b) pri izvođenju (izvođači moraju poštivati sve propisane zahtjeve):

- gospodarski subjekti koji provode obnovu ograničavaju stvaranje otpada u procesima koji se odnose na izgradnju i rušenje u skladu s Protokolom o gospodarenju otpadom od gradnje i rušenja EU-a,
- operatori koji provode obnovu morat će osigurati da građevinski dijelovi i materijali korišteni u obnovi zgrade ne sadrže azbest niti tvari koje izazivaju veliku zabrinutost te da građevinski dijelovi i materijali korišteni u zgradi, a koji mogu doći u kontakt sa stanarima, emitiraju manje od maksimalne propisane količine štetnih spojeva,
- tijekom građevinskih radova poduzet će se mjere kojima se onečišćenje zraka, tla i podzemnih voda te buka svode na najmanju mjeru.
- ostale propisane mjere

c) pri stručnom nadzoru:

- nadzorni inženjer treba nadzirati gradnju tako da bude u skladu s projektnom dokumentacijom, važećim posebnim propisima i pravilima struke, te između ostalog trebaju navesti i zadovoljavanje načela DNSH-a u Završnom izvješću nadzornog inženjera.

O zadovoljavanju načela DNSH-a vodit će se računa u javnim pozivima, ugovorima o dodjeli bespovratnih sredstava, odnosno drugim mehanizmima za provedbu Programa energetske obnove zgrada koje imaju status kulturnog dobra za razdoblje do 2030. godine. Prilikom obnove zgrada preporuča se primjena načela održivosti osobito povezanih s Europskim okvirom za održive zgrade (*Level(s)*).

⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52021XC0218%2801%29>

Pripremni dio postupka energetske obnove zgrade sa statusom kulturnog dobra

Prvi korak u postupku obnove zgrade sa statusom kulturnog dobra je doznati status zaštite kulturnog dobra.

Sve zgrade sa statusom kulturnog dobra na području Republike Hrvatske upisane su u Registar kulturnih dobara RH. Ministarstvo kulture i medija RH omogućilo je pretraživanje fonda zaštićenih zgrada na službenim mrežnim stranicama Ministarstva pomoću tražilice Registar kulturnih dobara RH⁷ i Geoportal kulturnih dobara RH⁸. Na navedenim mrežnim stranicama dostupne su osnovne informacije o statusu zaštite kulturnog dobra. Detaljne informacije o statusu zaštite zgrade moguće je dobiti u konzervatorskim odjelima nadležnim za područje županija, odnosno Gradskom zavodu za zaštitu spomenika kulture i prirode, nadležnim za područje Grada Zagreba uvidom u Rješenje o utvrđivanju svojstva kulturnog dobra⁹. Rješenjem je utvrđeno svojstvo kulturnog dobra, prostorne međe kulturnog dobra, sustav mjera zaštite kulturnog dobra te broj upisa u Registar kulturnih dobara RH. Također, podaci se nalaze i u Izvodu iz registra kulturnih dobara RH (Lista zaštićenih kulturnih dobara – (A) Nepokretna kulturna dobra¹⁰, popis kojih se redovno javno objavljuje u „Narodnim novinama“.

Nadležnost konzervatorskih odjela u načelu je utvrđeno prema granicama županija, a popis nadležnih konzervatorskih odjela s mjestima sjedišta odjela moguće je naći na mrežnim stranicama Ministarstva kulture i medija.¹¹

Često se događa da je zbog dugog „životnog“ vijeka zaštićenih povijesnih zgrada i nesređenih imovinsko-pravnih odnosa potrebno dodatno provjeriti i utvrditi posjedovne i vlasničke odnose u katastru nekretnina i zemljišnim knjigama. U izvatku u zemljišnim knjigama navedena je klasa, urudžbeni broj i datum izdavanja rješenja te se ovdje može dodatno utvrditi o kojim je zaštićenim zemljišnoknjižnim, odnosno katastarskim česticama riječ.

Ministarstvo kulture i medija donijelo je Standarde i kriterije za izradu konzervatorskih podloga za kulturno-povijesne cjeline gradskih obilježja¹², kojima se propisuje izrada konzervatorskih podloga koje će predloženim novim pristupom omogućiti tranziciju dosadašnjeg sustava zonske zaštite na sustav utvrđivanja područja temeljnih vrijednosti kulturno-povijesne cjeline i njezine kontaktne zone, temeljene na sagledavanju grada kao povijesnoga urbanog krajolika te na urbanoj karakterizaciji, odnosno prepoznavanju i vrednovanju područja zajedničkih obilježja. Ovaj pristup omogućuje cjelovitije poznavanje i vrednovanje povijesne urbane strukture te preciznije utvrđivanje mjera zaštite primjerenih obilježjima pojedinoga urbanog područja. Standardizacijom

⁷ <https://registar.kulturnadobra.hr/#/>

⁸ <https://geoportal.kulturnadobra.hr/geoportal.html#/>

⁹ Rješenje o utvrđivanju svojstva kulturnog dobra donosi čelnik Uprave nadležne za zaštitu kulturne baštine pri Ministarstvu kulture i medija temeljem Zakona i Pravilnika o obliku, sadržaju i načinu vođenja Registra kulturnih dobara Republike Hrvatske na prijedlog i priloženu dokumentaciju nadležnog tijela ili po službenoj dužnosti, te stručnog vrednovanja nadležnog stručnog povjerenstva.

¹⁰ https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_03_28_577.html

¹¹ Nadležni konzervatorski odjeli za područje županija imaju sjedište u: Dubrovniku, Karlovcu, Osijeku, Puli, Poreču, Varaždinu, Splitu, Šibeniku, Rijeci, Zadru, Zagrebu, Požegi, Pakracu, Bjelovaru, Gospiću, Trogiru, Krapini, Sisku, Imotskom, Slavonskom Brodu, Vukovaru, a za područje Grada Zagreba u Zagrebu.

¹² <https://min-kulture.gov.hr/eu-kultura/kulturna-bastina/propisi-smjernice-preporuke/19898>

pristupa i izradom konzervatorskih podloga, prilagodbom suvremenim informacijskim tehnologijama, uspostaviti će se e-usluga (e-Konzervatorska podloga) povezana s postojećim e-uslugama (e-Građani, ISPU i dr.), čime se osigurava široka upotreba, laka dostupnost podataka, transparentnost te ubrzan i ujednačen postupak pri ishodu zakonom predviđenih akata povezanih sa zaštitom kulturnih dobara.

Trenutno je u postupku izrada konzervatorskih podloga za 60 urbanih kulturno-povijesnih cjelina.

2.2. Graditeljska baština i energetska učinkovitost

Izazovi energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra

Smjernice su namijenjene široj zainteresiranoj javnosti, stručnjacima te javnim i privatnim vlasnicima zgrada sa statusom kulturnog dobra, Smjericama se donose upute:

- kako poboljšati energetska učinkovitost zgrade, povećati udio OIE, unaprijediti zdrave unutarnje klimatske uvjete kao i ostale temeljne zahtjeve za građevinu, posebice vezano za povećanje sigurnosti u slučaju požara, povećanje potresne otpornosti zgrade, pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti, odnosno unaprijediti kvalitetu života u zaštićenim zgradama, uz istovremeno smanjenje otiska CO₂,
- kako ne ugroziti kulturnu vrijednost povijesnih građevina već osigurati njihovu trajnost za buduće naraštaje kao vrijednih elemenata nacionalnog identiteta i kulturne okoline.

Značajnu skupinu zainteresiranih sudionika čine javni i privatni investitori, kao i djelatnici i korisnici jedinica lokalne samouprave koji planiraju realizaciju energetske obnove javnih zgrada sa statusom kulturnog dobra.

Premda su Smjernice prvenstveno vezane za energetska obnovu zgrada koje su zaštićeno kulturno dobro: pojedinačno zaštićene zgrade i graditeljski sklopovi i zgrade unutar zaštićenih kulturno-povijesnih cjelina, preporučljivo ih je primjenjivati na sve povijesne, slojevito nastale zgrade kao i na zgrade upisane na Listu preventivno zaštićenih dobara RH¹³.

Pojam „baština“ u sintagmi „kulturna baština“, kako je definiran u poveljama ICOMOS-a, odražava suvremeno shvaćanje zaštite graditeljskog naslijeđa. Riječ je o dobrima koja je današnji naraštaj naslijedio od ranijih generacija, što onda uključuje i obvezu da se ta ista dobra u najvećoj mogućoj mjeri zaštite i očuvaju za buduće naraštaje. Drugim riječima, pojmom kulturna baština naglašena je ideja skrbništva, tj. zaštite materijalnih i nematerijalnih dostignuća kulture ne samo na dobrobit i uživanje sadašnjeg naraštaja nego i budućih koji tek dolaze.

Energetsku obnovu kulturnog dobra potrebno je planirati kao dio sveobuhvatne obnove zgrade. Sveobuhvatna obnova zgrade obuhvaća primjenu optimalnih mjera za unaprjeđenje postojećeg stanja zgrade te osim energetske učinkovitosti zgrade uključuje mjere poput povećanja sigurnosti u slučaju požara, mjere za unaprjeđenje zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta, mehaničke otpornosti i stabilnosti zgrade (posebice za povećanje potresne otpornosti zgrade), a sve uz očuvanje bitnih svojstava kulturnog dobra. Uz navedeno, kroz programe energetske obnove zgrada potiče se i unaprjeđenje pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti, ugradnja punionica za električna vozila, parkirališta za bicikle te provedba elemenata zelene infrastrukture na zgradi (pročelje/krov) i čestici zgrade radi doprinosa hlađenju zgrade i smanjenju toplinskih urbanih otoka.

¹³ Preventivno zaštićena dobra, upisana na P-listi u Registru kulturnih dobara RH, ne nose „naziv“ kulturnog dobra već dobra, te se određuje rok na najviše 4 godine preventivne zaštite dok se ne steknu uvjeti za trajnu zaštitu ili se utvrdi da nema osnove upisa na listu zaštićenih kulturnih dobara (Z-lista).

Očuvanje cjelovitosti, izvornosti i utvrđenih vrijednosti kulturnih dobara, osnovni je konzervatorski pristup zaštite i očuvanja kulturnih dobara. Oslanjajući se na osnovno načelo zaštite, potrebno je osvrnuti se na očuvanje vizualnog identiteta građevine, načelo održivosti zahvata, potrebe kontinuiranog održavanja građevine, upravljanja prihvatljivim promjenama, kompatibilnosti ugradivih materijala, dopune tehničkih rješenja, unaprjeđenje energetske učinkovitosti i primjenu mjera koje pridonose klimatskoj otpornosti.

Glavna prednost cjelovitog pristupa obnovi kulturnog dobra mogućnost je optimiziranja primjene pojedinih mjera u jednom zahvatu. Na ovaj način moguće je i učinkovitije optimizirati i uštedu energije, što nije moguće prilikom djelomične i neusklađene energetske obnove pojedinih građevinskih sklopova zgrade.

Za obnovu zgrade sa statusom kulturnog dobra potrebno je osigurati optimalne mjere obnove koje proizlaze iz detaljnih analiza postojećeg stanja zgrade i pravilne procjene projektanta koje mjere je prihvatljivo primijeniti kako bi se ostvarili zacrtani ciljevi, a sve temeljem utvrđenih vrijednosti kulturnog dobra, mjera zaštite i posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra.

Da bi se zgrada koja ima status kulturnog dobra uspješno i kvalitetno energetski obnovila, a da se ne naruši njezina kulturno-povijesna vrijednost, prvenstveno je potrebno utvrditi na koji način zgrada „diše“ u pogledu fizike zgrade, a posebno je bitno utvrditi međusobne odnose građevinskih struktura i termotehničkih sustava i zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta, kao i ravnoteže topline i vlažnosti u zgradi. Zgradu je bitno promatrati i analizirati kao cjelinu, a ne kao skup neovisnih dijelova.

Osnovno pitanje koje objedinjuje teoriju i praktičnu primjenu, a zahtijeva poznavanje načela očuvanja tradicijske gradnje i ispravne primjene novih tehnologija je definiranje kriterija koje treba koristiti prilikom obnove kako bismo osigurali da naše odluke u pogledu odnosa konzervacije i modernizacije, razine zahvata, korištenja specifičnih tehnologija i materijala budu ispravne, ekološki prihvatljive, ekonomski održive te da ne ugrožavaju vrijednosti zgrade i njezine okoline. Odabir kriterija proizlazi iz znanja područja umjetnosti i oblikovanja, povijesti arhitekture i graditeljstva, profesionalnog konzervatorskog iskustva, a u konačnici i povijesne i estetske intuicije. Svaka obnova je drugačija i zahtijeva individualno razmatranje. Konzervatori ovom aspektu posvećuju posebnu pozornost. Investitori i projektanti trebaju koristiti mogućnost odabira najkvalitetnijeg rješenja u komunikaciji s nadležnim konzervatorom već u fazi izrade prijedloga energetske obnove zgrade.

Zaštita graditeljske baštine nije egzaktna znanost u kojoj se hipoteze mogu provjeravati pokusima i utvrđivati dokazima već se dijelom temelje na kulturno-umjetničkim vrijednostima i tehničkim dostignućima, što zahtijeva razumijevanje zašto određena građevina ima vrijednost kulturnog dobra te stoga treba posebnu zaštitu. Kulturno dobro prolazi postupak utvrđivanja stanja, valorizacije i određivanja mjera zaštite kojima se štite utvrđene vrijednosti. Istražujući, inventarizirajući baštinu, baština se promatra kroz niz aspekata. Prepoznajući vrijednosti kulturne baštine, utvrđivanjem autorstva, izvornosti, očuvanosti, reprezentativnosti, stilske prepoznatljivosti, rijetkosti, vrijednosti prema vremenu nastanka, slojevitosti, cjelovitosti, povijesnih, znanstvenih i

umjetničkih dostignuća, dolazi se do mjera kojima se prepoznate vrijednosti nastoje očuvati.

Kvalitetno projektiranje temelji se na razumijevanju odnosa i ovisnosti između građevinskih svojstava zgrade i fizikalnih pojava i ispravnom predviđanju dugoročnih učinaka planiranih mjera. Potrebno je tražiti rješenja koja donose dobre rezultate u nekoliko aspekata obnove. Odgovarajućim rasponom intervencija i pravilnim odabirom rješenja, tehnologija i materijala može se poboljšati toplinsku udobnost i unutrašnju klimu u zgradi, zaštititi od sindroma „bolesne“ zgrade i istovremeno smanjiti potrošnju energije, emisiju onečišćujućih tvari i stakleničkih plinova u zrak, povećati sigurnost zgrade za korisnika uz zadržavanje njezinih utvrđenih vrijednosti.

Nije rijetkost da je riječ o ravnoteži koja se nesavjesnim zahvatima može ozbiljno narušiti s negativnim posljedicama na građevinsku strukturu same zgrade.

Unatoč posebnostima koje razlikuju zgrade jedne od drugih i koje se moraju uzeti u obzir pri svakoj obnovi, postoje i brojne sličnosti. Njihovo poznavanje i sistematizacija olakšavaju planiranje i izvođenje obnove. Poznavanje povijesti graditeljske prakse i općih načela očuvanja kulturnih dobara koja se odnose ne samo na proces projektiranja nego i na izvođenje građevinskih radova i koja nisu zanemarena zbog poboljšanja energetske učinkovitosti, pomaže u izbjegavanju neugodnih, skupih ili čak nereverzibilnih pogrešaka.

Prilikom obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra često se zanemaruju konzervatorske preporuke i smjernice.

Pritom opasnost za integritet zgrade i zdravlje njezinih korisnika nije samo manjak održavanja već i što je možda i najvažnije, nepromišljeno, neadekvatno postupanje prilikom obnove zgrade. Konzervatorsko djelovanje ima za cilj očuvati bitna svojstva: cjelovitost, izvornost i utvrđene vrijednosti kulturnog dobra i zaštititi građevine od destruktivnih učinaka vremena i pogrešnih ljudskih postupaka. Primjerice, promjena unutarnje klime u građevini kao rezultat nestručne obnove ovojnice zgrade, može imati destabilizirajući učinak na cijelu konstrukciju ili njezine dijelove, npr. neadekvatna zamjena postojećih prozora uzrokuje promjene u ravnoteži izmjene topline i vlage u prostoru, čije se posljedice odražavaju na pojavu gljivica i plijesni. Konkretno, utjecaj ugradnje novih elemenata opreme termotehničkih sustava i novih građevinskih materijala treba ispitati i kontrolirati u smislu njihovih učinaka na zgradu u cjelini.

S obnovom kulturnog dobra ne smije se riskirati, a u slučaju dvojbe treba izostaviti planiranu „štetnu“ mjeru i pronaći prihvatljivu zamjenu. Za razliku od novih zgrada, povijesne zgrade teško mogu ispuniti sve energetske zahtjeve suvremenih zakonskih propisa. Kako bi se osiguralo da se optimizaciju energetske učinkovitosti ne postigne nauštrb očuvanja utvrđenih vrijednosti zgrade, potrebna je fleksibilnost u planiranju, integralni pristup u projektiranju, suradnja svih uključenih dionika i spremnost korisnika da svoje ponašanje prilagode novim uvjetima predloženih obnovom.

Međutim, za zaštićene zgrade također je jasno da nije riječ samo o pronalaženju toplinskog izolacijskog materijala s najvećim potencijalom uštede energije ili najučinkovitijeg termotehničkog sustava, propisane mjere energetske učinkovitosti sukladno *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije*

i toplinskoj zaštiti potrebno je ispuniti u najvećoj mogućoj mjeri, sukladno uvjetima zaštite kulturnog dobra. Potrebno je potražiti integralno rješenje koje „funkcionira“ za svaku zgradu zasebno sa svojim posebnostima primjene, koje je dugoročno kompatibilno s planiranom namjenom da bi na kraju, kako u izvođenju tako i u korištenju, omogućilo ugradnju materijala i opreme koji su prihvatljivi za upotrebu u smislu kompatibilnosti s formalnim, tehničkim i klimatskim uvjetima u zgradi.

Na primjer, kako bi se ograničio rizik od oštećenja konstrukcije vlagom, primjena difuzijskih otvorenih sustava na ovojnici zgrade ima prednost pred difuzijski nepropusnim sustavima. Spojna područja, posebno spojeve zidova sa stropovima i podovima, treba adekvatno analizirati i detaljno planirati kako bi se toplinski mostovi sveli na najmanju moguću mjeru.

Ugradnja odgovarajuće toplinske izolacije može doprinijeti ostvarenju primarnih ciljeva, no potrebno ju je ugraditi gdje i kako je to moguće (u najvećoj mogućoj mjeri) bez opasnosti od narušavanja utvrđenih vrijednosti zaštićenog kulturnog dobra. Previsoka očekivanja o iznosima koje treba uštedjeti uvijek treba kontrolirati, jer se proračuni temelje na ciljanim propisanim vrijednostima umjesto na vrijednostima potrošnje koje ovisi o životnim navikama korisnika. Udobnost u korištenju i bivanju u zgradi subjektivna je kategorija i teško se može standardizirati. Također, ugradnju opreme termotehničkih sustava potrebno je pažljivo projektirati kako bi se u što manjoj mjeri oštetile postojeće građevinske strukture, potrebno koristiti postojeće trase (vertikale) izvornih instalacija i izbjegavati izvođenja prodora kroz postojeću nosivu konstrukciju zgrade.

Kod nestručne energetske obnove povijesnih građevina, nerijetko je rezultat obnove degradacija kulturnih i graditeljskih vrijednosti građevine, koja se očituje u narušenim proporcijama građevine, narušenim međuodnosima pojedinih elemenata građevine (podnožja, strehe, vijenca) mijenjanjem položaja ugradnje prozora i vrata i neadekvatnim primjenama toplinske izolacije posebice zidova, krova itd.

U kontekstu izrade projekta sveobuhvatne obnove, stručna tijela zajedno s vlasnicima i projektantima moraju pažljivo odvagnuti između različitosti zahtjeva energetske obnove zgrade, zaštite utvrđenih vrijednosti i korištenja zgrade te pronaći odgovarajuća rješenja.

Na kraju, potrebno je i pravilno procijeniti utjecaj obnove kulturnog dobra na njegovu okolinu jer ih u međusobnoj interakciji koristimo i doživljavamo kao cjelinu: okolina je sastavni dio kulturnog dobra te doprinosi i obogaćuje vrijednost kulturnog dobra.

2.3. Pregled zakonodavnog okvira u području energetske učinkovitosti i zaštite kulturnih dobara

2.3.1. Popis nacionalnih propisa relevantnih za područje energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra

Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara („Narodne novine“, br. 69/99., 151/03., 157/03. Ispravak, 87/09., 88/10., 61/11., 25/12., 136/12., 157/13., 152/14., 98/15., 44/17., 90/18., 32/20., 62/20., 117/21. i 114/22.),

Zakon o prostornom uređenju („Narodne novine“, br. 153/13., 65/17., 114/18., 39/19., 67/23.),

Zakon o gradnji („Narodne novine“, br. 153/13., 20/17., 39/19., 125/19.),

Zakon o energetskej učinkovitosti („Narodne novine“, br. 127/14., 116/18., 25/20., 41/21.),

Zakon o zaštiti od buke („Narodne novine“, br. 30/09., 55/13., 153/13., 41/16., 114/18., 14/21.),

Pravilnik o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara („Narodne novine“, br. 98/18., 119/23.),

Pravilnik o dokumentaciji za izdavanje prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru („Narodne novine“, br. 134/15.),

Pravilnikom o obliku, sadržaju i načinu vođenja Registra kulturnih dobara Republike Hrvatske („Narodne novine“, br. 19/23.),

Pravilnik o stručnim zvanjima za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara te uvjetima i načinu njihova stjecanja („Narodne novine“, br. 104/19., 103/20., 16/22.),

Pravilnik o arheološkim istraživanjima („Narodne novine“, br. 102/10., 2/20.),

Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima („Narodne novine“, br. 112/17., 34/18., 36/19., 98/19., 31/20., 74/22., 155/23.),

Pravilnik o održavanju građevina („Narodne novine“, br. 112/14., 98/19.),

Pravilnici o uvjetima i mjerilima za utvrđivanje sustava kvalitete usluga i radova za certificiranje instalatera:

- **fotonaponskih sustava** („Narodne novine“, br. 56/15.)
- **solarnih toplinskih sustava** („Narodne novine“, br. 33/15., 56/15., 12/17.)
- **manjih kotlova i peći na biomasu** („Narodne novine“, br. 39/15., 56/15., 12/17.)
- **plitkih geotermalnih sustava i dizalica topline** („Narodne novine“, br. 56/15., 12/17.),

Pravilnik o energetskom pregledu zgrada i energetskom certificiranju zgrada („Narodne novine“, br. 88/17., 90/20., 1/21., 45/21.),

Pravilnik o načinu izračuna građevinske (bruto) površine zgrade („Narodne novine“, br. 93/17.),

Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina („Narodne novine“, br. 118/19., 65/20.),

Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave („Narodne novine“, br. 145/04.),

Pravilnik o kontroli projekata („Narodne novine“, br. 31/14., 72/20.),

Tehnički propis za prozor i vrata („Narodne novine“, br. 17/17., 75/20., 7/22.),

Tehnički propis za staklene konstrukcije („Narodne novine“, br. 53/17.),

Tehnički propis o sustavima ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije zgrada („Narodne novine“, br. 3/07.),

Tehnički propis za dimnjake u građevinama („Narodne novine“, br. 03/07.),

Tehnički propis o sustavima grijanja i hlađenja zgrada („Narodne novine“, br. 110/08.),

Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije („Narodne novine“, br. 5/10.),

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“, br. 128/15., 70/18.; 73/18. Ispravak; 86/18. Ispravak, 102/20.),

Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivošću („Narodne novine“ broj 78/13)¹⁴,

Tehnički propis za građevinske konstrukcije („Narodne novine“, br. 17/17., 75/20., 7/22.),

Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije („Narodne novine“, br. 21/23.),

Pravilnik o sadržaju i tehničkim elementima projektne dokumentacije obnove, projekta za uklanjanje zgrade i projekta za građenje zamjenske obiteljske kuće oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije („Narodne novine“, br. 28/23.),

Program mjera obnove zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije („Narodne novine“, br. 28/23.)

¹⁴ Ovaj Pravilnik prestat će važiti stupanjem na snagu Tehničkog propisa o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti („Narodne novine“ broj 12/23), odnosno važi do 27. lipnja 2025. godine.

2.3.2. Pregled važeće zakonske regulative

Pregled obuhvaća osnovne zakonske propise kojima je uređena rekonstrukcija ili obnova postojećih građevina s osvrtnom na područje energetske obnove i zaštite kulturnih dobara.

Temeljni propis koji uređuje područje zaštite kulturnih dobara u Republici Hrvatskoj (RH) je Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.

Temeljem Zakona osnovan je Registar kulturnih dobara RH, javni dokument koji sadrži popise zaštićenih kulturnih dobara na području RH.

Za izradu projektne dokumentacije i izvođenje radova na energetske/sveobuhvatnoj obnovi postojećih građevina, čemu pripada i fond zgrada sa statusom kulturnog dobra koristi se standardna procedura propisana Zakonom o gradnji, Zakonom o energetske učinkovitosti, Pravilnikom o jednostavnim i drugim građevinama i radovima, Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije, Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštiti u zgradama, Pravilnikom o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina, Pravilnikom o energetske pregledu zgrada i energetske certificiranju zgrada, Pravilnikom o održavanju građevina te drugim važećim propisima.

Prethodno je dan pregled osnovnih propisa, no, također, ovisno o vrsti i veličini zahvata, izradu projektne dokumentacije potrebno je uskladiti i s ostalim važećim propisima koji se odnose na područje energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra.

Slijedi pregled važnijih odredbi važećeg zakonskog okvira s osvrtnom na uže područje zaštite kulturnih dobara i energetske obnove zgrada. Za Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara donosi se detaljniji pregled, a za ostale propise u predmetnom području osvrtno na dijelove koji se odnose na područje energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra.

ZAKON O ZAŠTITI I OČUVANJU KULTURNIH DOBARA

Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara¹⁵, donesen 1999. godine, sa svim dosadašnjim izmjenama i dopunama temeljni je zakon kojim je regulirano područje zaštite i očuvanja kulturnih dobara u Republici Hrvatskoj.

Kulturna dobra proglašena su od interesa za Republiku Hrvatsku i uživaju njezinu osobitu zaštitu, a vlasnici i nositelji prava na kulturnom dobru, te drugi imatelji kulturnoga dobra odgovorni su za zaštitu i očuvanje kulturnih dobara prema odredbama Zakona.

Pod zaštitom kulturnog dobra smatra se poglavito provedba mjera zaštite pravne i stručne naravi propisanih odredbama Zakona, a sukladnih pravilima konzervatorske struke.

Ovim zakonom uređena su sljedeća područja zaštite kulturnih dobara:

- pojam i vrsta kulturnih dobara koja se zaštićuju,
- postupak utvrđivanja svojstva kulturnog dobra te uspostava zaštite na kulturnom dobru, preventivna zaštita kulturnog dobra,
- Registar kulturnih dobara RH,

¹⁵ Za potrebe Smjernica pojam „kulturno dobro“ odnosi se na nepokretno kulturno dobro – građevinu ili njezine dijelove, te građevinu s okolišem, također građevinski sklop i kulturno-povijesna cjelinu.

- obveze i prava vlasnika i nositelja drugih stvarnih prava i obveznih prava na kulturnom dobru, ograničavanje prava vlasništva na kulturnom dobru,
- mjere zaštite i očuvanja kulturnih dobara te praćenje stanja kulturnih dobara,
- obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara te djelokrug i zadaće mjerodavnih tijela,
- obavljanje djelatnosti istraživanja, proučavanja, čuvanja, restauriranja, održavanja, obnove, uporabe i prometa kulturnih dobara,
- osnivanje i djelokrug Hrvatskog vijeća za kulturna dobra,
- upravni, stručni i inspekcijski nadzor,
- osiguravanje sredstava za zaštitu i očuvanje kulturnih dobara,
- prekršaji u području zaštite i očuvanja kulturnih dobara.

Svrha zaštite kulturnog dobra

Bitni elementi zaštite nepokretnih kulturnih dobara su zaštita i očuvanje kulturnih dobara te prenošenje kulturnih dobara budućim naraštajima, stvaranje povoljnijih uvjeta za opstanak kulturnih dobara i poduzimanje mjera potrebnih za njihovo redovito održavanje, uspostavljanje uvjeta da kulturna dobra prema svojoj namjeni i značenju služe potrebama pojedinca i općem interesu.

Utvrđivanje svojstva kulturnog dobra

Svojstvo kulturnoga dobra, na temelju stručnog vrednovanja, utvrđuje ministarstvo nadležno za kulturu rješenjem koje može donijeti bez prethodnog izjašnjavanja stranke.

Rješenjem kojim se utvrđuje svojstvo kulturnog dobra (za nepokretno kulturno dobro) obvezno se utvrđuju granice kulturnoga dobra koje se zaštićuje, a dostavlja se nadležnom katastru i općinskom sudu radi zabilježbe u katastru i zemljišnoj knjizi svojstva kulturnoga dobra na katastarskim česticama utvrđenim ovim rješenjem.

Registar kulturnih dobara

Kulturna dobra upisuju se u Registar kulturnih dobara RH. Registar je javna knjiga koju vodi ministarstvo nadležno za kulturu. Oblik, sadržaj i način vođenja Registra reguliran je Pravilnikom o obliku, sadržaju i načinu vođenja Registra kulturnih dobara Republike Hrvatske.

Zaštita dobara od lokalnog značenja

Dobro za koje prema odredbama ovoga Zakona nije utvrđeno da je zaštićeno kao kulturno dobro predstavničko tijelo županije, Grada Zagreba, grada ili općine može proglasiti zaštićenim, ako se nalazi na njihovu području.

Spomenuto tijelo svojom će odlukom odrediti dobro koje proglašava zaštićenim, a način njegove zaštite utvrdit će uz prethodnu suglasnost nadležnog tijela, te osigurati uvjete i sredstva potrebna za provedbu odluke.

Kulturna dobra od lokalnog značenja upisana su u Evidenciju dobara od *lokalnog značenja* u sklopu Registra. Evidencija se javno se objavljuje na mrežnim stranicama Ministarstva kulture i medija.

Obveze i prava vlasnika kulturnoga dobra

Za nepokretno i pokretno kulturno dobro mora biti utvrđen vlasnik. Ako kulturno dobro nema vlasnika ili se on ne može utvrditi ili je nepoznat ili kulturno dobro ostane bez vlasnika, vlasnikom postaje Republika Hrvatska. Nadležno tijelo utvrđuje mjere zaštite kulturnog dobra rješenjem. Ako vlasnik ne provede mjeru propisanu rješenjem u utvrđenom roku, tu će mjeru provesti

nadležno tijelo na trošak vlasnika. Nadležno tijelo rješenjem utvrđuje obvezu vlasnika na naknadu troškova i visinu troškova izvršenja takve mjere.

Posjed kulturnoga dobra može se ograničiti radi:

- dokumentiranja i istraživanja kulturnoga dobra,
- provedbe mjera zaštite i očuvanja kulturnoga dobra,
- omogućavanja dostupnosti kulturnoga dobra javnosti.

Vlasnik kulturnoga dobra mora omogućiti istraživanje i dokumentiranje kulturnoga dobra, kao i provođenje mjera zaštite i očuvanja kulturnoga dobra osobi koja za to ima odobrenje nadležnog tijela.

Vlasnik kulturnoga dobra obavezan je:

- postupati s kulturnim dobrom s dužnom pažnjom, a osobito ga čuvati i redovito održavati;
- provoditi mjere zaštite utvrđene ovim Zakonom i drugim propisima,
- o svim promjenama na kulturnom dobru, oštećenju ili uništenju te o nestanku ili krađi kulturnoga dobra, odmah, a najkasnije sljedećeg dana obavijestiti nadležno tijelo,
- dopustiti stručna i znanstvena istraživanja, tehnička i druga snimanja, kao i provedbu mjera tehničke zaštite,
- omogućiti dostupnost kulturnoga dobra javnosti,
- očuvati cjelovitost zaštićene zbirke pokretnih kulturnih dobara,
- izvršavati sve druge obveze propisane ovim Zakonom i drugim propisima.

Troškove u svezi s očuvanjem i održavanjem kulturnoga dobra, te provedbom mjera tehničke zaštite snosi vlasnik kulturnoga dobra. Ako održavanje kulturnoga dobra ili radovi na njegovu popravku, konzerviranju ili provedbi mjera tehničke zaštite zahtijevaju izvanredne troškove koji premašuju redovite troškove održavanja i prihode ili druge koristi koje vlasnik ima od kulturnoga dobra, vlasnik ima pravo podnijeti zahtjev za naknadu izvanrednih troškova.

Nadležno tijelo utvrđuje sustav mjera zaštite kulturnog dobra prema ovom Zakonu i pravilniku. Za ugrožena nepokretna kulturna dobra sustav mjera zaštite obuhvaća i kontaktnu zonu kulturnog dobra.

Utvrđivanje posebnih uvjeta zaštite kulturnoga dobra

Nadležno tijelo ovlašteno je, radi utvrđivanja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra, zatražiti izradu konzervatorskog elaborata za složenije zahvate na kulturnom dobru, za koje je potrebno provesti prethodno istraživanje i/ili procjenu utjecaja na kulturno dobro.

Složeniji zahvat na kulturnom dobru je zahvat koji se odnosi na više razvojnih povijesnih slojeva građevine (građevinskih i stilskih), a koji nisu vidljivi u zatečenom stanju, ili je riječ o zahvatu na građevini izvedenoj složenom primjenom više različitih materijala, a što nije dokumentirano radi zaštite i očuvanja kulturnog dobra u skladu sa Zakonom. Konzervatorski elaborat za složenije zahvate na kulturnom dobru, a koji su izradile ovlaštene specijalizirane fizičke osobe potvrđuje nadležno tijelo.

Za gradnju jednostavnih i drugih građevina i radove unutar kulturno-povijesne cjeline, na pojedinačnom kulturnom dobru, kao i na području unutar granica kulturnog dobra koji se obavljaju na temelju glavnog projekta, a za koje sukladno propisu kojim se uređuje gradnja nije potrebno ishoditi građevinsku dozvolu, na zahtjev upravnog tijela, odnosno tijela državne uprave prije započinjanja radova nadležno tijelo izdaje posebne uvjete zaštite kulturnog

dobra, nadležno tijelo prije započinjanja radova izdaje potvrdu kojom utvrđuje da je glavni projekt u skladu sa Zakonom glede pitanja u vezi s kojima su utvrđeni posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra.

Prethodno odobrenje za radove na kulturnom dobru¹⁶

Radnje koje bi mogle narušiti cjelovitost i/ili prouzročiti promjene na nepokretnom kulturnom dobru, kao i na području unutar granica kulturnoga dobra koje se prema posebnom propisu ne smatraju građenjem, koje se ne obavljaju na temelju glavnog projekta, mogu se poduzimati uz prethodno odobrenje nadležnog tijela. Nadležno tijelo ovlašteno je prije izdavanja prethodnog odobrenja prema potrebi utvrditi posebne uvjete zaštite kulturnoga dobra.

Radnje za koje se izdaje prethodno odobrenje smatraju se: gradnja jednostavnih i drugih građevina i radovi unutar kulturno-povijesne cjeline, na pojedinačnom kulturnom dobru, kao i na području unutar granica kulturnog dobra koji se ne obavljaju na temelju glavnog projekta, konzerviranje, restauriranje, premještanje kulturnoga dobra i drugi slični radovi, rad industrijskih i drugih postrojenja i radilišta, sanacija i adaptacija kulturnoga dobra u smislu Zakona, kao i gradnja ostalih jednostavnih i drugih građevina i radova na području na kojem se nalazi kulturno dobro.

Pravilnikom je propisan sadržaj dokumentacije koju je investitor dužan priložiti zahtjevu za prethodno odobrenje. Izrada projektne dokumentacije za ishodaenje prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru regulirana je Pravilnikom o dokumentaciji za izdavanje prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru.

Izdavanje prethodnog odobrenja ne znači da je utvrđeno da su za obavljanje radnji za koje se izdaje prethodno odobrenje ispunjeni uvjeti propisani posebnim propisom, već da su navedene radnje u skladu s posebnim uvjetima zaštite kulturnog dobra prema Zakonu.

Hitne mjere zaštite i očuvanja kulturnoga dobra

Ako investitor ili izvođač radova poduzme radnju ili zahvat na kulturnom dobru, kao i na području unutar granica kulturnoga dobra za koje je potrebno prethodno odobrenje ili potvrda da je glavni projekt u skladu s posebnim uvjetima zaštite, odnosno poduzme radnju ili zahvat na kulturnom dobru, kao i na području unutar granica kulturnoga dobra protivno prethodnom odobrenju ili glavnom projektu za koji je izdana potvrda da je u skladu s posebnim uvjetima zaštite, nadležno će tijelo privremeno obustaviti rješenjem takvu radnju ili zahvat te prema potrebi naložiti investitoru obvezu povrata u prijašnje stanje uz upozorenje da će se u slučaju da rješenje ne bude u cijelosti izvršeno u roku radnja obaviti na njegov trošak. Rješenje se može donijeti bez prethodnog izjašnjavanja stranke.

Ako investitor ili izvođač radova poduzme radnju ili zahvat na kulturnom dobru, kao i na području unutar granica kulturnoga dobra za koje je potrebna građevinska dozvola, odnosno poduzme radnju ili zahvat na kulturnom dobru

¹⁶ Pregled aktivnosti za zahvate na kulturnom dobru za koje je potrebno ishoditi Prethodno odobrenje nadležnog KO/GZ dan je u Prilogu Smjernica Tablica I. (str. 168.)

protivno građevinskoj dozvoli, nadležno će tijelo o tome odmah izvijestiti nadležnu građevinsku inspekciju radi daljnjeg postupanja. Nadležno će tijelo privremeno obustaviti rješenjem takvu radnju i zahvat do poduzimanja mjera od strane nadležne građevinske inspekcije sukladno posebnom zakonu. Rješenje se može donijeti bez prethodnog izjašnjavanja stranke. Ako osobe (investitor ili izvođač radova) ne obustave započetu radnju ili zahvat na kulturnom dobru, nadležno će tijelo obavijestiti nadležnu policijsku upravu radi sprječavanja daljnje štete na kulturnom dobru, kao i nadležnu građevinsku inspekciju.

Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite na kulturnom dobru

Poslovi zaštite na kulturnom dobru mogu se obavljati samo uz dopuštenje koje se fizičkoj osobi izdaje rješenjem ministarstva nadležnog za kulturu, ako fizička osoba ima odgovarajuće obrazovanje i iskustvo stečeno u radu na kulturnim dobrima, sukladno Pravilniku o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara¹⁷, a koji propisuje uvjete koje mora ispunjavati fizička osoba za dobivanje navedenog dopuštenja.

Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara izdaje se temeljem Zakona i Pravilnika o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara. Pravilnikom se utvrđuje popis poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara koji se obavljaju na temelju dopuštenja Ministarstva kulture i medija RH:

1. konzervatorsko-restauratorska istraživanja invazivnim metodama s izradom elaborata istraživanja na nepokretnom i pokretnom kulturnom dobru,
2. izvođenje konzervatorsko-restauratorskih radova na kulturnom dobru prema užoj specijalnosti,
3. izrada konzervatorskih elaborata za nepokretno kulturno dobro,
4. izrada arhitektonskog snimka postojećeg stanja nepokretnog kulturnog dobra,
5. izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nepokretnom kulturnom dobru.

Dopuštenje se izdaje za jednu ili više gore navedenih kategorija, za sve projektante uključene u projekt obnove. Dopuštenje se izdaje bez vremenskog ograničenja.

Dopuštenje se također izdaje fizičkoj osobi za koju se utvrđuje stručna osposobljenost, ako ona već nije utvrđena na drugi način (stručno zvanje restauratora).

Pravnim osobama ne se izdaje dopuštenje, s obzirom da je na snazi zakonska predmnijeva da pravne osobe imaju dopuštenje, ako osiguraju rad fizičke osobe za koju je utvrđena stručna osposobljenost tj. one koja ima dopuštenje ili odgovarajuće stručno zvanje. Ova pravna predmnijeva primjenjuje se i na obrtnika koji osigura rad fizičke osobe za koju je utvrđena stručna osposobljenost kako je prethodno navedeno, za slučaj kada obrtnik kao fizička osoba nema za te poslove dopuštenje koje bi zadovoljilo zakonske uvjete.

¹⁷ https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2023_10_119_1665.html

Trenutno je u izradi novi Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara s ciljem unaprjeđenja stručnih standarda i kriterija u postupanjima vezanim uz zaštitu i očuvanje kulturnih dobara, a čije donošenje se očekuje u 2024. godini.

Riječ je o zakonskom okviru koji će biti jasan, precizan i osuvremenjen, usklađen s potrebnim izmjenama u provođenju mjera zaštite kulturnih dobara, u kontekstu klimatskih promjena, energetske krize i ostalih rizika. Osobito se poštuju sve međunarodne povelje, konvencije, preporuke i smjernice te propisi EU, a prije svega neposredno hrvatsko iskustvo u sprječavanju rizika i upravljanja kulturnim dobrima u izvanrednim okolnostima.

Predloženi nacrt novog Zakona daje okvir za izradu i objavu konzervatorskih podloga za sve zaštićene kulturno-povijesne cjeline upisane u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske. Propisuje se javna dostupnost izrađenih podloga putem e-usluga na portalu e-Građani i Geoportalu kulturnih dobara, čime bi se građanima, projektantima i drugim javnopravnim tijelima olakšali administrativni postupci koji zahtijevaju suglasnost Ministarstva kulture i medija. Riječ je o izdavanju posebnih uvjeta, odobrenja, potvrda te ostalih akata vezanih uz zaštitu i očuvanje kulturnih dobara, povezanih s propisima iz područja gradnje i prostornog uređenja.

Nadalje, nacrt novog Zakona predviđa da se prije poduzimanja bilo koje radnje na kulturnom dobru od Ministarstva može ishoditi prethodna konzervatorska lokacijska obavijest u kojoj su sadržane sve upute za postupanje, odnosno priprema dokumentacije.

Nacrtom Zakona jasnije se i jednostavnije propisuje i postupanje prilikom provođenja mjera zaštite kulturnih dobara za vlasnike, korisnike i ostale dionike koji sudjeluju u redovitom održavanju, obnovi i zaštiti kulturnih dobara.

Radi redovitog održavanja i upravljanja javnim prostorom u kulturno-povijesnim cjelinama, propisuje se unošenje konzervatorskih smjernica u odluke o komunalnom redu.

Predloženim Zakonom između ostalog se želi postići sljedeće:

- unaprijediti stanje kulturnih dobara propisivanjem i provođenjem općih mjera zaštite i očuvanja kulturnih dobara te javno dostupnih dokumenata koji obvezno sadrže mjere zaštite i očuvanja kulturnih dobara,
- detaljno urediti i pojednostaviti postupke za izdavanje posebnih uvjeta zaštite, odobrenja za zahvate na kulturnom dobru i potvrde glavnog projekta,
- jasno propisati standarde i smjernice zaštite i očuvanja kulturnih dobara što će osigurati bolju provedbu redovitog održavanja i drugih mjera od strane vlasnika, nositelja prava na kulturnom dobru i drugih imatelja,
- prava i obveze vlasnika kulturnog dobra, nositelja prava na kulturnom dobru i drugih imatelja jasnije i detaljnije odrediti i propisati,
- osigurati unaprjeđenje pripreme i provedbe zaštite kulturnih dobara u izvanrednim okolnostima,
- urediti način financiranja zaštite i očuvanja kulturnih dobara,
- osigurati učinkovitu suradnju s drugim tijelima u provođenju zaštite i očuvanja kulturnih dobara,
- urediti način sprječavanja svake radnje i drugog protupravnog postupanja kojima bi se izravno ili neizravno mogla promijeniti svojstva, oblik, značenje i izgled kulturnog dobra te time ugroziti njegova vrijednost,

– osigurati učinkovitu provedbu poslova i zadaća propisanih Zakonom u okviru djelokruga Ministarstva kulture i medija.

ZAKON O GRADNJI

Ovim zakonom se energetska obnova zgrade definira kao primjena mjera energetske učinkovitosti u svrhu poboljšanja energetskog svojstva zgrade ili samostalne uporabne cjeline zgrade i temeljnog zahtjeva za građevinu - gospodarenje energijom i očuvanje topline, pri čemu mjere energetske učinkovitosti obuhvaćaju:

- energetski pregled i energetsko certificiranje zgrade za potrebe energetske obnove,
- izradu projektne dokumentacije za energetsku obnovu zgrade kojom se dokazuje ušteda energije, povećanje toplinske zaštite ovojnice zgrade,
- unapređenje tehničkih sustava zgrade koji uključuju tehničku opremu za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i pripremu potrošne tople vode, sustav rasvjete, sustav automatizacije i upravljanja zgrade ili njezina dijela,
- uvođenje sustava obnovljivih izvora energije.

Ovim zakonom propisano je kako je vlasnik građevine dužan održavati građevinu tako da se tijekom njezina trajanja očuvaju temeljni zahtjevi za građevinu te je dužan unaprjeđivati ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu, energetskih svojstava zgrade i nesmetanog pristupa i kretanja u građevini.

Odstupanje od temeljnih zahtjeva za građevinu

Prilikom sanacije, obnove ili rekonstrukcije zgrade sa statusom kulturnog dobra zakonom je predviđena mogućnost za odstupanje od temeljnih zahtjeva za građevinu, za građevne dijelove zgrade ili zgradu u cjelini koja je upisana u Registar kulturnih dobara RH ili zgradu koja se nalazi u kulturno-povijesnoj cjelini upisanoj u taj Registar, uz suglasnost ministarstva nadležnog za poslove graditeljstva, ako bi se njima narušila bitna spomenička svojstva zgrade.

Suglasnost se može izdati po prethodno pribavljenom mišljenju ministarstva nadležnog za kulturu, ako u svrhu ispunjavanja temeljnog zahtjeva za građevinu nije moguće izvesti odgovarajuće tehničko rješenje ili je mogućnost izvođenja rješenja takva da bi uložena vrijednost bila u bitnom nerazmjeru u odnosu na korist. Suglasnost se može uvjetovati određenim postupkom, zahvatom ili mjerom kojom bi se na odgovarajući način djelomice nadomjestilo cjelovito tehničko rješenje.

PRAVILNIK O JEDNOSTAVNIM I DRUGIM GRAĐEVINAMA I RADOVIMA

U skladu s Pravilnikom moguće je planirati izvođenje radova na energetskoj obnovi zgrade za koje nije potrebno ishoditi građevinsku dozvolu niti potvrdu glavnog projekta ili izvođenje radova za koje je potrebno ishoditi potvrdu glavnog projekta.

Za zahvat obnove koji se izvodi bez građevinske dozvole, a u skladu s glavnim projektom mogu se izvoditi radovi na postojećoj građevini, kojima se unaprjeđuje ili poboljšava ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu te izvanredno održavanje građevine, a kojima se ne mijenja usklađenost te građevine s lokacijskim uvjetima u skladu s kojima je izgrađena i to za radove kojima se dodaju, obnavljaju ili zamjenjuju dijelovi zgrade koji su dio omotača

grijanog ili hlađenog dijela zgrade ili su dio tehničkog sustava zgrade, kao što su prozirni elementi pročelja, toplinska izolacija podova, zidova, stropova, ravnih, kosih i zaobljenih krovova, pokrova, hidroizolacija, oprema, odnosno postrojenje za grijanje, hlađenje ili ventilaciju, te za automatsko upravljanje, regulaciju i daljinsko praćenje potrošnje energije ili vode, vodovod i kanalizaciju, plinske i elektroinstalacije. Nadalje, ako se postojeći sustav grijanja i zagrijavanja potrošne tople vode zamjenjuje sustavom koji je riješen iskorištavanjem toplinske energije tla primjenom dizalica topline čiji podzemni izmjenjivači topline ne prelaze na susjedne čestice, te ako se postavlja sustav sunčanih kolektora u svrhu proizvodnje toplinske energije za potrebe te građevine.

Isto se odnosi i na postojeću građevinu koja je priključena na elektroenergetsku mrežu kojom se postavlja sustav fotonaponskih modula u svrhu proizvodnje električne energije s pripadajućim razdjelnim ormarom i sustavom priključenja na javnu mrežu za predaju energije u mrežu, ali i za fotonaponski sustav bez mogućnosti predaje energije u mrežu. Bez građevinske dozvole, a u skladu s glavnim projektom mogu se izvoditi radovi na postojećoj građevini, odnosno njezinoj građevnoj čestici, kojim se postavlja oprema namijenjena punjenju elektromotornih vozila, bez ili s pripadajućom nadstrešnicom na kojoj su fotonaponski moduli za proizvodnju električne energije za punjenje vozila.

TEHNIČKI PROPIS O RACIONALNOJ UPORABI ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA

Tehničkim propisom je u pravni poredak RH ugrađen i dio obveza EPBD-a, odnosno direktive o energetske svojstvima zgrada.

Tehničkim propisom propisani su tehnički zahtjevi u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite koje treba ispuniti prilikom projektiranja novih zgrada i rekonstrukcije, kao i minimalni zahtjevi za energetska svojstva postojećih zgrada koje se griju na unutarnju temperaturu višu od 12 °C. Propisani su zahtjevi koje treba ispuniti i kad se provodi značajna obnova zgrade za dijelove zgrade koji čine ovojnicu zgrade, za tehničke sustave zgrade kada se ugrađuju, zamjenjuju ili moderniziraju, te za održavanje zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu. Ispunjene zahtjeve iz ovog propisa vlasnik zgrade dužan je očuvati njezinim održavanjem.

U slučaju značajne obnove zgrade (kada se obnavlja više od 25 % površine ovojnice), ako je tehnički i gospodarski izvedivo, potrebno je ostvariti najmanje 10 % godišnje isporučene energije za rad tehničkih sustava u zgradi iz obnovljivih izvora energije, a koji mogu uključivati učinkoviti sustav centraliziranog grijanja i/ili hlađenja, osim u slučaju kada postizanje ovih uvjeta nije gospodarski, tehnički i funkcionalno izvedivo.

Koeficijent prolaska topline, U [$W/(m^2 \cdot K)$], svih građevnih dijelova na kojima je proveden građevinski zahvat ne smije biti veći od vrijednosti utvrđenih ovim propisom. Također, potrebno je ispuniti zahtjeve zaštite od sunčevog zračenja, zrakonepropusnosti, ventilacije, toplinskih mostova i druge zahtjeve utvrđene ovim propisom.

Kod rekonstrukcije postojeće zgrade kojom se obnavljaju, djelomično ili potpuno zamjenjuju prozori, balkonska vrata, krovni prozori, odnosno prozirni elementi pročelja, potrebno je odgovarajućim tehničkim rješenjima spriječiti pregrijavanje prostorija zgrade zbog djelovanja sunčevog zračenja tijekom ljeta.

Ako se obnavljaju, djelomično ili potpuno zamjenjuju dijelovi ovojnice grijanog dijela zgrade, te ako ti radovi obuhvaćaju jednako ili više od 75 % ovojnice grijanog dijela zgrade, osim ispunjenja zahtjeva za koeficijent prolaska topline $U [W/(m^2 \cdot K)]$, ne smiju biti prekoračene dopuštene vrijednosti utvrđene ovim propisom. Izuzetak je slučaj kada ispunjenje istih nije gospodarski isplativo, odnosno tehnički ili funkcionalno izvedivo, što se dokazuje proračunom i troškovno-optimalnom analizom, ali je minimalne zahtjeve iz propisa potrebno zadovoljiti u najvećoj mogućoj mjeri. Koeficijent prolaska topline, $U [W/(m^2 \cdot K)]$ pritom mora ispunjavati propisane zahtjeve (za zgrade koje imaju status kulturnog dobra uz suglasnost za odstupanje od temeljnog zahtjeva, propisane zahtjeve ispunjavaju u najvećoj mogućoj mjeri). Kod zamjene i modernizacije tehničkog sustava (npr. zamjene generatora topline, zamjene energenta, zamjene centralne ventilacijske jedinice, zamjene sustava rasvjetе i sl.), te dogradnje istog, primjenjuju se zahtjevi iz ovoga propisa koji se odnose na tehničke sustave ili njihove dijelove koji se ugrađuju u nove zgrade.

Kod značajne obnove postojeće zgrade potrebno je razmotriti primjenu visokoučinkovitih alternativnih sustava u mjeri u kojoj je to tehnički, funkcionalno i gospodarski izvedivo.

Prije značajne obnove zgrade projektant, prema nadležnosti struke, treba napraviti **analizu postojećeg stanja zgrade** te dati prikaz mjera za poboljšanje postojećeg stanja cijele zgrade s procjenom investicije po pitanju zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta, zaštite od požara i rizika povezanih s djelovanjem potresa, a sažetak analize prikazuje se u glavnom projektu. Smjernice za izradu analize objavljuju se na službenim mrežnim stranicama Ministarstva nadležnog za graditeljstvo.¹⁸

Prilikom rekonstrukcije zgrade odredbe propisa ne primjenjuju se na građevne dijelove zgrade ili zgradu cjelini koja je upisana u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske ili koja se nalazi u kulturno-povijesnoj cjelini upisanoj u taj registar, **uz suglasnost Ministarstva nadležnog za graditeljstvo uz mišljenje Ministarstva nadležnog za kulturu**, ako bi se rekonstrukcijom narušila bitna spomenička svojstva zgrade, **a da se pri tome ispune zahtjevi ovoga propisa koji se odnose na rekonstrukciju u najvećoj mogućoj mjeri, u skladu s konzervatorskim uvjetima**.

PRAVILNIK O ENERGETSKOM PREGLEDU ZGRADA I ENERGETSKOM CERTIFICIRANJU ZGRADA

Pravilnikom se propisuju način i uvjeti provedbe energetskog pregleda zgrade i redovitog pregleda sustava grijanja, sustava hlađenja i sustava ventilacije i klimatizacije u zgradi, sadržaj izvješća o tim pregledima, način energetskog certificiranja, sadržaj i izgled energetskog certifikata i kriteriji za zgrade s malim energetskim potrebama, način gospodarenja energijom u zgradama koje troše energiju i vodu, utvrđivanje mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti i njihove isplativosti.

Energetski pregledi provode se u skladu s Metodologijom provođenja energetskog pregleda zgrada.¹⁹

¹⁸ <https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/13808>

¹⁹ <https://mpgi.gov.hr/vijesti-8/nova-metodologija-provođenja-energetskog-pregleda-zgrada-2021-u-primjeni-od-1-srpnja-2021/13606>

U energetske certifikat potrebno je upisati podatak je li zgrada pojedinačno zaštićeno kulturno dobro ili se nalazi unutar zaštićene kulturno-povijesne cjeline.

PRAVILNIK O OBLIKU, SADRŽAJU I NAČINU VOĐENJA REGISTRA KULTURNIH DOBARA REPUBLIKE HRVATSKE

Upisom u Registar kulturnih dobara RH²⁰, nepokretna kulturna dobra i kulturno-povijesne cjeline stječu pravni status te se mogu nalaziti na listama kako je navedeno Pravilnikom o obliku, sadržaju i načinu vođenja Registra kulturnih dobara Republike Hrvatske („Narodne novine“, br. 19/23.).

Registar kulturnih dobara RH čine sljedeće liste:

- Lista zaštićenih kulturnih dobara (Z-lista),
- Lista kulturnih dobara nacionalnog značenja (N-lista),
- Lista preventivno zaštićenih dobara (P-lista),

Pored prethodno navedenih lista, Registar sadrži i *Evidenciju dobara od lokalnog značenja* (L-lista).

TEHNIČKI PROPIS ZA PROZORE I VRATA

Kod rekonstrukcije odnosno adaptacije građevine, novougrađeni prozori i/ili vrata smiju imati jednaka ili povoljnija svojstva od postojećih ugrađenih prozora ili vrata odgovarajućeg položaja i namjene u građevini, a dokazivanje uporabljivosti tih prozora odnosno vrata provodi se odgovarajućom primjenom normi na koje upućuje propis.

Međutim, pri tome je potrebno ispuniti zahtjeve iz Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, a vezano uz energetske svojstvo koje je u najvećoj mogućoj mjeri u skladu s konzervatorskim uvjetima zaštite kulturnog dobra.

PRAVILNIK O NAČINU IZRAČUNA GRAĐEVINSKE (BRUTO) POVRŠINE ZGRADE

U građevinsku (bruto) površinu, između ostalog, ne uračunava se površina toplinske izolacije stavljene na postojeću zgradu u svrhu poboljšanja energetskih svojstava zgrade, a ostali dijelovi zgrade računaju se sukladno ovom pravilniku.

Zgrade oštećene u potresu iz ožujka 2020.

Prema Zakonu o obnovi, Programu mjera obnove zgrada oštećenih potresom, Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije, Pravilniku o sadržaju i tehničkim elementima projekata obnove, za zgrade oštećene u potresu koje imaju status kulturnog dobra izrađuje se projekt cjelovite obnove zgrade, kojim se, uz obnovu nekonstrukcijskih elemenata ili konstrukcijsku obnovu, unaprjeđuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu, osobito povećanje sigurnosti u slučaju požara, te energetska svojstva zgrade (tako da zahtjeve iz Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti mora ispuniti u najvećoj mogućoj mjeri u skladu s konzervatorskim uvjetima). Ako se zgrada obnavlja uz sufinanciranje iz javnog poziva za obnovu projektom treba dokazati ispunjavanje zahtjeva iz tog poziva (kao što su min. uštede energije i dr.)

²⁰ <https://registar.kultumadobra.hr/#/>

Potrebno je razlikovati *cjelovitu* obnovu nakon potresa kod koje je primarna obnova konstrukcije te se uz mjere energetske učinkovitosti unaprjeđuje i ispunjavanje ostalih temeljnih zahtjeva za građevinu, dok je kod *sveobuhvatne* obnove primarna energetska obnova zgrade, a potiče se unaprjeđenje ispunjavanja ostalih temeljnih zahtjeva za građevinu.

3.1.1. Pregled fonda zgrada sa statusom kulturnog dobra

Prema *Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara* nepokretna kulturna dobra mogu biti:

- pojedinačno zaštićena kulturna dobra,
- kulturna dobra koja se nalaze unutar zaštićene kulturno-povijesne cjeline,
- kulturna dobra koja se nalaze unutar zaštićenog krajolika.

Kulturna dobra su upisana u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu Registar). Pojedinačna nepokretna kulturna dobra su građevine ili kompleksi (sklopovi) građevina koje imaju izrazit povijesni, znanstveni, umjetnički, društveni ili tehnički značaj. Za ove građevine i/ili sklop građevina provodi se postupak upisa u Registar kulturnih dobara preventivna (P-lista) ili trajna zaštita (Z-lista).

Upisom u Registar za pojedinačna nepokretna kulturna dobra i pojedinačno zaštićene sklopove građevina izrađuje se pojedinačno rješenje za razliku od zgrada koje se nalaze unutar zaštićene kulturno-povijesne cjeline za koje se izrađuje rješenje za područje zaštite kulturno-povijesne cjeline s popisom katastarskih čestica pod zaštitom, zonama zaštite i mjerama zaštite, ali i popisom pojedinačno zaštićenih građevina i/ili sklopova zgrada koje su zaštićene pojedinačnim rješenjem, a nalaze se unutar zaštićene kulturno-povijesne cjeline.

Fond zgrada koje imaju status pojedinačno zaštićenog kulturnog dobra ili su dio kulturno-povijesnih cjelina za potrebe ovih Smjernica sukladno Programu energetske obnove zgrada koje imaju status kulturnog dobra možemo podijeliti u skupine prema različitim kriterijima, navedenim u nastavku:

Stupanj zaštite:

- pojedinačno zaštićene građevine i/ili sklopovi građevina za koje je izdano posebno rješenje o zaštiti,
- građevine koje se nalaze unutar obuhvata zaštićene kulturno-povijesne cjeline (za koje nije izrađeno posebno rješenje za svaku pojedinu građevinu/sklop osim za one koje se nalaze kao pojedinačno zaštićene unutar zaštićene kulturno-povijesne cjeline).

Namjena:

- zgrade stambene namjene,
- zgrade drugih namjena – tzv. nestambene zgrade (obrazovne, bolnice, hoteli, restorani, ...).

U podjeli zgrada koje imaju status kulturnog dobra prema namjeni, zgrade javne namjene čine 9 %, višestambene zgrade 35 %, a obiteljske kuće 56 % od ukupnog broja pojedinačno zaštićenih zgrada.

Razdoblje izgradnje:

- do 1930. godine,
- od 1930. do 1970 godine,
- poslije 1970. godine.

U podjeli zgrada prema vremenu izgradnje od ukupnog broja pojedinačno zaštićenih zgrada, 93 % je izgrađeno do 1930. godine, 7 % od 1930. do 1970. godine i jedna zaštićena građevina izgrađena 1979. godine – Gradski stadion Poljud u Splitu.

Klimatska zona:

- Kontinentalna Hrvatska - gradovi i mjesta kod koji je srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade ≤ 3 °C,
- Primorska Hrvatska - gradovi i mjesta kod koji je srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade > 3 °C.

Od ukupnog broja pojedinačno zaštićenih zgrada 63 % nalazi se u Kontinentalnoj Hrvatskoj, a u Primorskoj Hrvatskoj 37 %.

Za projekte obnove nepokretnih kulturna dobara upisanih na UNESCO-ov Popis svjetske baštine postupak je također u nadležnosti konzervatorskog odjela Ministarstva kulture i medija. Za predloženi zahvat u granicama kulturnog dobra i u kontaktnoj zoni nadležni konzervatorski odjel može zatražiti izradu Heritage Impact Assessments (HIAs). Heritage Impact Assessment izrađuje se sukladno uputama ICOMOS-a „Guidance on Heritage Impact Assessments for Cultural World Heritage Properties“.²¹ Nakon izrađene HIA-e, Ministarstvo kulture i medija u dogovoru i suradnji s lokalnom zajednicom na čijem se području nalazi predmetno nepokretno kulturno dobro upisano na UNESCO-ov Popis, upućuje izrađeni dokument na mišljenje tijelima UNESCO-a.

²¹ https://www.iccom.org/sites/default/files/2018-07/icomos_guidance_on_heritage_impact_assessments_for_cultural_world_heritage_properties.pdf

III.

Postupak provedbe energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra



3.1. Polazišta

Projektom obnove nužno je uravnotežiti uvjete za buduće korištenje zgrade, poboljšanje energetske svojstva zgrade, održivost zgrade, očuvanje njezinih vrijednosti i obilježja kulturnog dobra. Planirani zahvati ne smiju ni na koji način tijekom izvedbe radova i kasnijeg korištenja zgrade negativno utjecati na svojstva kulturnog dobra i cjelovitost građevine. Stoga je potrebno koristiti dugoročno održive mjere obnove, neinvazivne i reverzibilne zahvate, a koji će osigurati autentičnost i povećati vrijednosti zgrade. Kulturno dobro može biti ugroženo neodgovarajućim graditeljskim intervencijama, stoga je potrebno promišljeno pristupiti tradicionalnim kao i inovativnim metodama i suvremenim energetske konceptima. Prema provedenim istraživanjima o hrvatskim i europskim iskustvima o postotku uštede energije na povijesnim zgradama, najčešće je teško primjenjivati unaprijed zadane postotke uštede energije, te se kroz postupak projektiranja pronalazi optimalan model energetske odnosno sveobuhvatne obnove zasebno za svako pojedinačno kulturno dobro. Model energetske obnove može obuhvaćati unaprjeđenje postojećih ili ugradnju novih tehničkih sustava koji, kao dopuna toplinskom poboljšanju ovojnice zgrade, sudjeluju u ostvarivanju energetske uštede u zgradi.

Potrebno je koristiti koordinirani integralni pristup svih uključenih struka (arhitektonska, građevinska, strojarska, elektrotehnička, ovlaštene osobe za izradu elaborata zaštite od požara, kemijske struke i ostale) od izrade koncepta sveobuhvatne obnove, preko izrade glavnog projekta do definiranja izvedbenih detalja i kontrole izvedbe. Kvalitetno optimiziran koncept sveobuhvatne obnove uključuje primjenu dobro izbalansiranih, ali ne i predimenzioniranih građevinskih i energetske učinkovitih mjera kao npr. toplinsku izolaciju ovojnice u najvećoj mogućoj mjeri, ugradnju novih tehničkih sustava, uz primjenu obnovljivih izvora energije (OIE) ili priključenje na učinkoviti sustav daljinskog grijanja. Osim mjera energetske učinkovitosti važno je razmotriti i mogućnost primjene unaprjeđenja pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti, primjenu elemenata zelene infrastrukture na zgradi - pročelje/krov i oko zgrade, mogućnost ugradnje punionica za električna vozila, parkirališta za bicikle, te kroz sveobuhvatnu obnovu uključiti i unaprjeđenje ostalih temeljnih zahtjeva za građevinu, posebice povećanje sigurnosti u slučaju požara, povećanje potresne otpornosti zgrade te zdravih unutrašnjih klimatskih uvjeta.

Važno je naglasiti da je svaka zgrada sa statusom kulturnog dobra jedinstvena pa će primjena mjera energetske, odnosno sveobuhvatne obnove zato varirati ovisno o posebnostima pojedine zgrade.

3.2. Projektna dokumentacija

Preporuka je da izradu projektne dokumentacije u svojstvu glavnog projektanta koordinira ovlašteni/a arhitekt/ica koji posjeduje dopuštenje Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara. Uz navedeno, prijedlog energetske/sveobuhvatne obnove (opis i grafički prikaz), te ostalu projektnu dokumentaciju izrađuju projektanti nadležnih struka te ovlaštena osoba za izradu elaborata zaštite od požara/prikaza svih primijenjenih mjera zaštite od požara. Projekt konstrukcije za obnovu zgrade sa statusom kulturnog dobra može izraditi isključivo projektant s dopuštanjem Ministarstva kulture i medija za izradu idejnog, glavnog i izvedbenog projekta nosive konstrukcije zgrade. Za ostale suradnike na izradi projektne dokumentacije preporučuje se da posjeduju navedeno dopuštenje. Popis osoba koje imaju dopuštenje ministarstva nalazi se na službenim mrežnim stranicama Ministarstva kulture i medija.²²

Sve aktivnosti provode se u konzultaciji projekatanta i nadležnog KO/GZ te izrađivača elaborata kada se izrađuju.

Arhitektonska snimka postojećeg stanja

Izrada kvalitetne arhitektonske snimke postojećeg stanja koja će poslužiti kao temeljna stručna podloga za provedbu istražnih radova, ostalih stručnih podloga, elaborata i projekata izuzetno je važna i neophodna za jednostavnije sagledavanje obuhvata obnove.

Snimka se izrađuje u pravilu u mjerilu 1:50, minimalna razina je mjerilo 1:100, a pojedine građevinske elemente i elemente arhitektonske plastike, detalje stolarije, bravarije i dr. potrebno je prikazati u odgovarajućem uvećanom mjerilu, 1:20, 1:10, 1:5, 1:2. i 1:1 u skladu s posebnim uvjetima nadležnog KO/GZ. Nadležni KO/GZ može nakon postave građevinske skele zatražiti i naknadno dopunjavanje detaljnih nacrtu, u slučaju potrebe evidentiranja elemenata koji su do tada bili nedostupni.

Arhitektonska snimka postojećeg stanja prilaže se zahtjevu za utvrđivanje posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra kao prilog Opisu i grafičkom prikazu ili konzervatorskom elaboratu građevine odnosno idejnom ili glavnom projektu.

U slučaju kada je potrebno izraditi idejni i/ili glavni projekt snimka se izrađuje na geodetskoj podlozi koja se prilaže kao situacija građevine.

Recentno se za izmjeru postojećeg stanja zgrade u sve većoj mjeri koriste suvremeni instrumenti koji omogućuju izradu digitalnih trodimenzionalnih modela građevine uz veliku brzinu snimanja na terenu (3d laserski skener, bespilotna letjelica - „dron“) i dodatne mogućnosti pregleda i obrade podataka na računalu.

Izvješće o energetsom pregledu zgrade (EC) i Energetski certifikat zgrade
Energetsko certificiranje postojeće zgrade uključuje energetski pregled zgrade, izradu izvješća i energetskog certifikata u skladu s *Pravilnikom o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju*²³, prema *Metodologiji provođenja energetskog pregleda zgrade – 2021*²⁴.

²² <https://min-kulture.gov.hr/izdvojeno/kulturna-bastina/dopustenje-za-obavljanje-poslova-na-zastiti-i-ocuvanju-kulturnih-dobara/376>

²³ Pravilnik o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju („Narodne novine“, br. 88/17., 90/20., 1/21., 45/21.)

²⁴ <https://mpgi.gov.hr/vijesti-8/nova-metodologija-provodjenja-energetskog-pregleda-zgrada-2021-u-primjeni-od-1-srpnja-2021/13606>

Energetski pregled obavlja ovlaštena osoba energetski certifikator ili više njih različitih struka, ako je riječ o složenom tehničkom sustavu ili je zgrada veća od 600 m² s najviše tri samostalne uporabne cjeline. Popis ovlaštenih osoba nalazi se u Registru osoba ovlaštenih za energetske preglede i energetsko certificiranje zgrade na službenim internetskim stranicama ministarstva [MPGI](https://mpgi.gov.hr)²⁵. Preporuka je izrada energetskog certifikata i nakon provedene energetske ili sveobuhvatne obnove.

Analiza postojećeg stanja zgrade

Analizu izrađuje projektant nadležne struke te ovlaštena osoba za izradu elaborata zaštite od požara na razini stručnog mišljenja. Analiza se izrađuje ako je obnovom obuhvaćeno više od 25 % ovojnice zgrade te za investitora predstavlja početnu informaciju i grubu procjenu investicije o mogućnostima i potrebama obnove zgrade vezano za:

- osiguranje zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta,
- unaprjeđenje mehaničke otpornosti i stabilnosti (posebice povećanja potresne otpornosti zgrade),
- povećanje sigurnosti u slučaju požara.

Analiza služi prvenstveno kako bi se vlasnika uputilo na postojeće stanje zgrade i obvezu unaprjeđenja ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu sukladno Zakonu o gradnji, ali i kao motivacija investitoru da se odluči na sveobuhvatnu obnovu zgrade jer se navedene mjere i sufinanciraju kroz pozive prema Programima energetske obnove zgrada.

Kao pomoć projektantima u izradi analize, na internetskim stranicama Ministarstva prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine objavljene su Smjernice za izradu analize postojećeg stanja zgrade.²⁶

Prijedlog energetske/sveobuhvatne obnove zgrade (opis i grafički prikaz)

Opis i grafički prikaz građevine najniža je razina razrade projektne dokumentacije predviđena Zakonom o gradnji, koji izrađuju projektanti prema nadležnosti struke te koji posjeduju dopuštenje Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, ovlaštena osoba za izradu elaborata zaštite od požara i ostale fizičke osobe s odgovarajućim stručnim zvanjem (posebni naglasak na mehaničku otpornosti i stabilnost te zaštitu od požara zbog sigurnosti korisnika).²⁷

Opis i grafički prikaz, odnosno Prijedlog energetske/sveobuhvatne obnove zgrade izrađuje se u skladu s Preporukama za primjenu mjera energetske učinkovitosti na graditeljskoj baštini, na temelju obavljenog energetskog pregleda zgrade, Izvješća o energetskom pregledu (EC) s Energetskim certifikatom zgrade, zatim prema mogućnosti primjene visokoučinkovitih alternativnih sustava s OIE (uključujući priključak na učinkovite daljinske sustave grijanja), te prema Analizi postojećeg stanja zgrade, kao i mogućnostima primjene ostalih horizontalnih mjera kao što su: unaprjeđenje pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivošću, primjene

²⁵ <https://eenergetskicertifikat.mgipu.hr/login.html>

²⁶ <https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/13808>

²⁷ https://civilna-zastita.gov.hr/UserDocsImages/CIVILNA%20ZA%20C5%A0TITA/PDF_ZA%20WEB/Popis%20fizi%C4%8Dkih%20osoba%20ovla%C5%A1tenih%20za%20izradu%20elaborata%20za%20C5%A1tite%20od%20po%C5%BEara..pdf

elemenata zelene infrastrukture na zgradi - pročelje/krov i oko zgrade, mogućnost ugradnje punionica za električna vozila, parkirališta za bicikle.

Prije započinjanja postupka ishođenja posebnih uvjeta zaštite, moguće je zatražiti mišljenje nadležnog KO/GZ o načinu provedbe Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara uz dostavu podatka o podnositelju zahtjeva, kulturnom dobru, dostavu opisa i grafičkog prikaza planiranih radnji na kulturnom dobru kako bi se odredio stupanj složenosti zahvata i potreba za izradom konzervatorskih i/ili istražnih elaborata i njihov obuhvat. Ovo mišljenje ne zamjenjuje posebne uvjete zaštite za izradu potrebne dokumentacije energetske obnove.

Izrada prijedloga energetske/sveobuhvatne obnove (opis i grafički prikaz) koji glavni projektant dostavlja nadležnom KO/GZ. Preporuka su konzultacije svih sudionika - glavnog projekatanta, projekatanta nadležnih struka, ovlaštene osobe za izradu elaborata zaštite od požara, te ostalih stručnjaka i nadležnog konzervatorskog odjela vezano na prijedlog obnove kako bi se odredio stupanj složenosti zahvata i potreba za izradom konzervatorskih i/ili istražnih elaborata i njihov obuhvat.

Za zahvate na kulturnom dobru za koje sukladno propisu kojim se uređuje gradnja nije potrebno izraditi glavni projekt niti ishoditi potvrdu glavnog projekta, lokacijsku i građevinsku dozvolu, a za koje je sukladno Zakonu o zaštiti kulturnih dobara potrebno od nadležnog Konzervatorskog odjela ili Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode ishoditi **Rješenje o prethodnom odobrenju za radove na kulturnom dobru**, postupak se vodi izvan sustava e-Dozvole, pri nadležnom KO/GZ.

Za zahvate na kulturnom dobru za koje je sukladno propisu kojim se uređuje gradnja potrebno izraditi glavni projekt, u postupku izdavanja posebnih uvjeta za radove na kulturnom dobru za koje se ne izrađuje konzervatorski elaborat, odnosno elaborati istražnih radova, utvrđuju se posebni uvjeti na dostavljeni Opis i grafički prikaz građevine u postupku e-Dozvole pokrenutom pri nadležnom upravnom tijelu. Za radove za koje je potrebno izraditi konzervatorski elaborat ili elaborat istražnih radova, konačni posebni uvjeti se utvrđuju nakon izrade potrebnih elaborata.

Elaborat istražnih radova

Ovisno o vrsti i složenosti zahvata, po potrebi izdavanja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra, potrebno je izvršiti istražne radove na konstrukciji i materijalima zgrade. Elaborat izrađuje osoba sa zvanjem ili dopuštenjem Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara u suradnji s drugim stručnjacima iz ostalih područja istraživanja.

Istražne konzervatorsko-restauratorske radove obavlja ovlašteni restaurator, a istražne radove na materijalima i konstrukciji tvrtka registrirana za ispitivanje materijala i konstrukcija i graditeljstvu.

Konzervatorsko-restauratorski istražni radovi obavljaju se s ciljem utvrđivanja povijesnih etapa izgradnje, izvornih slojeva boje na zidovima, stolariji, bravariji, arhitektonskoj plastici, izvornih oslika i sl.. Istražni radovi na konstrukciji i materijalima izvode se s ciljem dobivanja podataka o ugrađenim materijalima; žbuke, mortovi, beton, kamen i dr. te stanju elemenata nosive konstrukcije (nosivost, stanje vlage, udio klorida i soli).

Elaborati istražnih radova moraju sadržavati izvješće s analizom dobivenih podataka.

Dopunu istražnih radova nadležni KO/GZ može zatražiti i tijekom izvedbe radova, u slučaju pojave vrijednih nalaza o kojima do tada nije bilo spoznaja.

Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije

Elaboratom se utvrđuje zatečeno stvarno stanje građevinske konstrukcije zgrade, i to očevitom na zgradi kojim se provodi detaljni pregled zgrade, vizualnim pregledom, uvidom u dokumentaciju zgrade, po potrebi provedbom istražnih radova te se procjenjuju troškovi za obnovu zgrade za ocijenjenu razinu i potencijalne više razine potresne otpornosti zgrade i način konstrukcijske obnove zgrade. Elaborat izrađuje projektant/ica nosive konstrukcije s dopuštenjem Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara.

Konzervatorski elaborat

Konzervatorski elaborat je stručni dokument koji se izrađuje za potrebe utvrđivanja posebnih uvjeta zaštite za složene zahvate na kulturnom dobru za koje je potrebno provesti prethodno istraživanje i/ili procjenu utjecaja na kulturno dobro.²⁸

Cilj izrade konzervatorskog elaborata je istraživanje povijesno-prostornog razvoja i utvrđivanja postojećeg stanja kulturnog dobra kao i utjecaja planiranog zahvata na kulturno dobro te izrada prijedloga smjernica za obnovu temeljem čega će nadležni KO/GZ izdati posebne uvjete zaštite kulturnog dobra za izradu potrebne projektne dokumentacije.²⁹

Prilikom izrade konzervatorskog elaborata navode se osnovni podaci o građevini, pravni status zaštite kulturnog dobra, pregled dosadašnjih istraživanja građevine, metodologija istraživanja i pregled dostupne arhivske građe te izvod iz važeće prostorno-planske dokumentacije. Nadalje, uz prostorno-povijesni razvoj šireg područja obuhvata te samog kulturnog dobra s tekstualnim opisom i grafičkim prikazima povijesnih etapa izgradnje navodi se opis i analiza arhitektonsko-građevinskih struktura i elemenata postojećeg stanja.

Nakon izrade navedenog slijedi ocjena kulturno-povijesnih vrijednosti zgrade ili sklopa te se donose modaliteti zaštite – prijedlog smjernica za obnovu. Prijedlog smjernica za obnovu, koji izrađuje autor elaborata u suradnji s drugim stručnjacima iz ostalih područja istraživanja i u konzultaciji s nadležnim konzervatorom, sadrži opće smjernice i smjernice za obnovu prostornih i funkcionalnih cjelina zgrade te pojedinih građevinskih struktura zgrade (nosiva konstrukcija, pročelja, stolarija, bravarija, itd., unutrašnjost, okoliš), uz prijedloge primjenjivih mjera unaprjeđenja energetske učinkovitosti zgrade. Na konzervatorski elaborat nadležni KO/GZ izdaje potvrdu.

²⁸ Složenim zahvatima smatraju se oni kojima se mijenjaju prostorne dimenzije i odnosi, nosiva konstrukcija, oblikovanje pročelja i sl. odnosno zahvat koji se odnosi na više razvojnih povijesnih slojeva građevine (građevinski i stilski) koji nisu vidljivi u zatečenom stanju.

²⁹ Prijedlog smjernica za obnovu kulturnog dobra sastavni je dio Konzervatorskog elaborata, a potvrđuje ih nadležni KO/GZ prilikom izdavanja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra.

Prilikom izdavanja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra, nadležni KO/GZ koristi se prijedlogom smjernica iz potvrđenog konzervatorskog elaborata.

Konzervatorski elaborat izrađuje fizička osoba s dopuštenjem Ministarstva kulture i medija za izradu konzervatorskog elaborata za nepokretno kulturno dobro u suradnji s drugim stručnjacima iz ostalih područja istraživanja.

Dopuna opisa i grafičkog prikaza, odnosno prijedloga energetske/sveobuhvatne obnove zgrade

Nakon izrade konzervatorskog i/ili drugih istražnih elaborata prema potrebi se dopunjuje opis i grafički prikaz odnosno Prijedlog energetske/sveobuhvatne obnove zgrade.

Preporuka su konzultacije svih sudionika - glavnog projektanta, projektanata nadležnih struka, ovlaštene osobe za izradu elaborata zaštite od požara, ostalih stručnjaka, izrađivača konzervatorskog elaborata i nadležnog konzervatorskog odjela o odabiru optimalnog načina primjene mjera energetske/sveobuhvatne obnove (posebni naglasak na mehaničku otpornost i stabilnost, zaštitu od požara te sanaciju vlage zbog sigurnosti i zdravlja korisnika).

U postupku e-Dozvole pokrenutom pri nadležnom upravnom tijelu dopunjeni opis i grafički prikaz prilaže se zahtjevu za utvrđivanje posebnih uvjeta/uvjeta priključenja.

Dokumentacija potrebna za ishodenje prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru

Dokumentacija potrebna za ishodenje prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru izrađuje se za potrebe izvođenja zahvata na kulturnom dobru (sukladno Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara) za radove koji se ne obavljaju na temelju glavnog projekta i za koje, sukladno propisu kojim se uređuje gradnja nije potrebno ishoditi potvrdu glavnog projekta, lokacijsku i građevinsku dozvolu. Opseg izrade dokumentacije utvrđuje se Pravilnikom o dokumentaciji za izdavanje prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru.

Glavni projekt

Glavni projekt mora biti izrađen u skladu s važećim propisima, kao i s posebnim uvjetima zaštite kulturnog dobra, ostalim posebnim uvjetima ili uvjetima priključenja nadležnih tijela. U slučaju odstupanja od temeljnih zahtjeva za građevinu potrebno je, sukladno Zakonu o gradnji (čl. 16), ishoditi suglasnost Ministarstva nadležnog za graditeljstvo na osnovu mišljenja Ministarstva nadležnog za kulturu te ostalih ministarstava prema nadležnosti.

Ispunjavanje temeljnih zahtjeva postojeće građevine nakon obnove ne smije biti smanjeno ili je unaprijeđeno. Posebnu pozornost treba posvetiti sigurnosnim aspektima korisnika, odnosno dokazu mehaničke otpornosti i stabilnosti (pogotovo zbog dodavanja novih opterećenja kroz mjere obnove) te sigurnosti u slučaju požara. Glavni projekt treba sadržavati Prikaz svih primijenjenih mjera zaštite od požara gdje ovlaštena osoba po posebnom propisu zajedno s glavnim projektantom ovjerava da su u mapama glavnog projekta ispunjeni zahtjevi zaštite od požara (što je posebice važno kod ugradnje fotonaponskih sustava ili punionica za električna vozila, gorivih građevinskih proizvoda, itd.). Uz glavni projekt potrebno je izraditi Iskaznicu energetskih svojstava zgrade. Kontrola projekta provodi se sukladno Pravilniku o kontroli projekta od strane revidenta

za mehaničku otpornost i stabilnost. Nakon izrade glavnog projekta potrebno je ishoditi potvrde/suglasnosti/odobrenja nadležnih tijela sukladno važećim propisima, uključujući nadležni KO/GZ.

Za zgrade oštećene u potresu iz ožujka 2020. godine izrađuje se projekt cjelovite obnove u skladu sa Zakonom o obnovi i ostalim važećim propisima.

Izvedbeni projekt

Ako postoji obveza izrade izvedbenog projekta ili nadležni KO/GZ to zatraži, za planirane radove potrebno je razraditi pojedine detalje izvedbe sukladno glavnom projektu. Projektom, odnosno prikazom detalja izvedbe potrebno je obuhvatiti obnovu graditeljsko-obrtničkih elemenata građevine, valoriziranih u konzervatorskom elaboratu koji su predmet obnove. Nadležni KO/GZ može posebno zatražiti razradu pojedinih detalja ukoliko njihova izvedba nije dovoljno jasno opisana u troškovniku radova.

Ako je izrađen cjelovit izvedbeni projekt ili samo izvedbeni projekt arhitekture, nužno je zatražiti očitovanje nadležnog tijela zaštite kulturne baštine o tome je li razrada u odnosu na glavni projekt u skladu s izdanim posebnim uvjetima.

Troškovnik

Zasebno se izrađuje troškovnik građevinsko-obrtničkih radova i zasebno troškovnik konzervatorsko-restauratorskih radova. Nadležni KO/GZ daje suglasnost na troškovnik u sklopu izdavanja potvrde izvedbenog projekta i/ili izvedbenih detalja i troškovnika.

Nadzor nad izvođenjem radova

Investitor je dužan prijaviti početak izvođenja radova te ugovoriti stručan nadzor prema nadležnosti struke za izvođenje radova koji se izvode na temelju potvrđenog glavnog projekta. Početak izvođenja radova koji se izvode temeljem prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru investitor prijavljuje nadležnom KO/GZ.

Tijekom izvedbe radova, uz stručni nadzor, preporučuje se ugovoriti i projektantski nadzor (iako nije obavezan prema važećim zakonskim propisima), što se u praksi pokazalo važnim, jer sve eventualne nužne izmjene tijekom izvedbe radova moraju dokumentirati i odobriti projektant, konzervator i stručni nadzor.

Na kraju izvođenja radova nadzorni inženjer izrađuje Završno izvješće o izvedbi građevine, a glavni nadzorni inženjer izrađuje Završno izvješće glavnog nadzornog inženjera.

Konzervatorski nadzor po službenoj dužnosti vrši djelatnik nadležnog KO/GZ.

Izvođenje radova

Izvođač može pristupiti građenju nakon što je prethodno izvršena prijava građenja. Izvođač je dužan graditi u skladu s građevinskom dozvolom ako se ista ishodi, odnosno glavnim projektom, Zakonom o gradnji, tehničkim propisima, posebnim propisima, pravilima struke i pri tome:

- povjeriti izvođenje građevinskih radova i drugih poslova osobama koje ispunjavaju propisane uvjete za izvođenje tih radova, odnosno obavljanje poslova,

- radove izvoditi tako da se ispune temeljni zahtjevi za građevinu, zahtjevi propisani za energetska svojstva zgrada i drugi zahtjevi i uvjeti za građevinu,

- ugrađivati građevne i druge proizvode te postrojenja u skladu s ovim Zakonom i posebnim propisima,

- osigurati dokaze o svojstvima ugrađenih građevnih proizvoda u odnosu na njihove bitne značajke, dokaze o sukladnosti ugrađene opreme i/ili postrojenja prema posebnom zakonu, isprave o sukladnosti određenih dijelova građevine s temeljnim zahtjevima za građevinu, kao i dokaze kvalitete (rezultati ispitivanja, zapisi o provedenim procedurama kontrole kvalitete i dr.) za koje je obveza

prikupljanja tijekom izvođenja građevinskih i drugih radova za sve izvedene dijelove građevine i za radove koji su u tijeku, kako je određeno ovim Zakonom, posebnim propisom ili projektom,

- gospodariti građevnim otpadom nastalim tijekom građenja na gradilištu sukladno propisima koji uređuju gospodarenje otpadom,

- uporabiti i/ili zbrinuti građevni otpad nastao tijekom građenja na gradilištu sukladno propisima koji uređuju gospodarenje otpadom,

- sastaviti pisanu izjavu o izvedenim radovima i o uvjetima održavanja građevine.

Restauratorski i drugi specijalizirani radovi

Zavisno o rezultatima konzervatorskih istražnih radova, bit će predviđeni konzervatorsko-restauratorski i drugi specijalizirani radovi koje je nužno provesti tijekom energetske obnove zgrade. Zgrade sa statusom kulturnog dobra, izuzetnih vrijednosti i značenja, koje moraju ostati sačuvane u svojoj svojoj autentičnosti i čija obnova i održavanje zahtijevaju konzervatorsko-restauratorske zahvate. Radove izvodi osoba koja posjeduje stručno zvanje za obavljanje restauratorsko-konzervatorskih poslova određene uže specijalnosti.

Stručni nadzor nad izvođenjem konzervatorsko-restauratorskih radova po službenoj dužnosti vrši djelatnik nadležnog KO/GZ, po potrebi u koordinaciji s drugim stručnjacima s područja specijalističkih konzervatorsko-restauratorskih zvanja.³⁰

³⁰ Na mrežnim stranicama Hrvatskog restauratorskog zavoda (HRZ) moguće je pronaći evidenciju o fizičkim osobama sa stručnim zvanjima određene specijalnosti.

3.3. Posebnosti izrade projektne dokumentacije

Prilikom izrade projektne dokumentacije potreban je interdisciplinarni pristup svih struka, s posebnim naglaskom na fiziku zgrade te angažiran pristup svih sudionika uz primjenu kreativnih rješenja koja proizlaze iz interdisciplinarnog dijaloga, a sve kako bi se ostvarila optimalna obnova zgrade.

Izradu i detaljnost projektne dokumentacije treba prilagoditi obujmu i složenosti planiranog zahvata. Za zahvate manje složenosti za koje nije propisana obveza izrade glavnog projekta, na projektnu dokumentaciju potrebno je ishoditi suglasnost nadležnog KO/GZ putem prethodnog odobrenja za zahvate na kulturnom dobru kao i ostale potrebne suglasnosti/potvrde/odobrenja nadležnih tijela.

Kada se izrađuje glavni projekt u postupku je potrebno ishoditi suglasnost nadležnog KO/GZ i ostalih nadležnih javnopravnih tijela putem Potvrde glavnog projekta u proceduri pokrenutoj kroz sustav e-Dozvole.

Kada sukladno propisu kojim se uređuje gradnja nije potrebno ishoditi potvrdu glavnog projekta, lokacijsku i građevinsku dozvolu, potrebno je ishoditi Rješenje o prethodnom odobrenju sukladno odredbama Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara kojim se potvrđuje da je glavni projekt izrađen u skladu s posebnim uvjetima zaštite.

Osim navedenog, za radove koji se izvode bez glavnog projekta i/ili građevinske dozvole, sukladno Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, budući da zahvati mogu utjecati na svojstvo kulturnog dobra, investitor je temeljem Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, prije započinjanja radova dužan pribaviti prethodno odobrenje sukladno čl. 62. navedenog Zakona, a izvođač mora izvoditi radove sukladno dokumentaciji temeljem koje je izdano rješenje o prethodnom odobrenju, Zakonu o gradnji te ostalim važećim propisima i pravilima struke.

Postupak energetske obnove zgrade u skladu s *Preporukama za primjenu mjera energetske učinkovitosti na graditeljskoj baštini* obuhvaća:

- osnovne podatke o zgradi,
- status kulturnog dobra - identifikacija³¹,
- arhitektonska snimka postojećeg stanja zgrade,
- analizu postojećeg stanja zgrade prema Tehničkom propisu (vezano na zdrave unutarnje klimatske uvjete, sigurnost u slučaju požara, mehaničku otpornost i stabilnost konstrukcije - posebice mogućnosti povećanja potresne otpornosti zgrade),
- analizu stanja vlage u zidovima i temeljima (razmotriti mogućnosti sanacije),
- podatke i dokumentaciju o ranije izvedenim zahvatima na zgradi,
- energetski pregled i energetski certifikat zgrade (s prikazom podjele zgrade na toplinske zone u odgovarajućem mjerilu),
- razmatranje primjene visokoučinkovitih alternativnih sustava koji koriste OIE, odnosno mogućnosti priključenja na učinkoviti daljinski centralizirani toplinski sustav,

³¹ Identifikacija kulturnog dobra podrazumijeva precizne podatke o zgradi i o njezinom pravnom statusu s obzirom na Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (zgrada upisana kao pojedinačno zaštićena u Registar kulturnih dobara RH ili zgrada koja se nalazi unutar zaštićene kulturno-povijesne cjeline upisane u Registar).

- mogućnosti ugradnje sustava za automatizaciju, upravljanje i samoregulaciju temperature, CO₂ itd.,
- mogućnosti primjene ostalih mjera kao što su mogućnost postavljanja punionice za električna vozila u zgradi ili na čestici zgrade, primjena elemenata zelene infrastrukture na zgradi (krov, pročelje) ili čestici zgrade, unaprijeđenje pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti,
- prijedlog mjera za energetske, odnosno sveobuhvatnu obnovu zgrade (opis i grafički prikaz građevine),
- izradu konzervatorskog elaborata,
- ishoda posebnih uvjeta i/ili uvjeta priključenja, izradu projektne dokumentacije i ishoda potvrda/suglasnosti nadležnih tijela,
- izvođenje radova uz projektantski, konzervatorski i stručni nadzor.

Prije izrade analize postojećeg stanja pristupa se preliminarnoj energetskej analizi zgrade koja obuhvaća energetske pregled zgrade, te izradu Izvješća o energetskom pregledu zgrade i Energetskog certifikata zgrade, s kojima od početka trebaju biti upoznati svi dionici u postupku prije izrade glavnog projekta.

Analiza postojećeg stanja zgrade važan je korak u obnovi zgrada koje imaju status kulturnog dobra kako bi se u proces projektiranja osim energetske i ekološke održive arhitekture unaprijedilo ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu, posebice onih koji utječu na sigurnost korisnika, kao što je zaštita od požara i povećanje mehaničke otpornosti i stabilnosti zgrade, uz održavanje utvrđenih vrijednosti kulturnog dobra. Sukladno *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštiti u zgradama*, prije značajne obnove zgrade (kada se obnavlja više od 25 % ovojnice zgrade) potrebno je napraviti analizu postojećeg stanja zgrade te dati prikaz mjera za unaprijeđenje postojećeg stanja cijele zgrade s procjenom investicije po pitanju:

- zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta,
- zaštite od požara,
- rizika povezanih s djelovanjem potresa.

Uz navedeno, treba razmotriti primjenu visokoučinkovitih alternativnih sustava u mjeri u kojoj je to tehnički, funkcionalno i gospodarski izvedivo.

Rezultati analize predstavljaju stručnu podlogu u izradi projektne dokumentacije, kako bi se mogla uz energetske provesti i sveobuhvatna obnova, odnosno optimalna obnova za postojeće stanje zgrade. *Smjernice za izradu analize* objavljene su na službenim mrežnim stranicama ministarstva nadležnog za graditeljstvo i predstavljaju pomoć projektantima i ujednačenom pristupu u izradi analize postojećeg stanja zgrade.³²

Prijedlog energetske/sveobuhvatne obnove zgrade (opis i grafički prikaz građevine) izrađuje se na temelju prethodnih analiza i mogućnosti primjene mjera za unaprijeđenje postojećeg stanja zgrade, utvrđenih spomeničkih svojstava zgrade, mogućnosti primjene visokoučinkovitih alternativnih sustava i energetskog pregleda zgrade, horizontalnih mjera (unaprijeđenje pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti, mogućnosti primjene elemenata zelene infrastrukture na zgradi – pročelje/krov ili oko zgrade,

³² <https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/13808>

mogućnosti ugradnje punionica za električna vozila, parkirališta za bicikle). Od izuzetne je važnosti provesti detaljnu analizu prihvatljivosti predloženih mjera s obzirom na specifičnosti pojedinog kulturnog dobra i okruženja u kojem se nalazi. Primjenom predloženih mjera energetske obnove ni u kojem slučaju ne smije doći do narušavanja bitnih spomeničkih svojstava zgrade ni do negativnog utjecaja na okruženje u kojem se zgrada nalazi. Potiče se razmotriti primjenu inovativnih mjera energetske učinkovitosti, pogotovo u slučajevima kada postoje prepreke primjeni uobičajenih mjera. Ukoliko postoje podatci od ranije, na zgradi izvedenim radovima ili istraživanjima bilo koje vrste, ako je moguće potrebno ih je integrirati u prijedlog obnove.

Ukoliko nema dovoljno podataka o svim etapama i dijelovima kulturnog dobra, konzervatorski odjel će zatražiti provedbu konzervatorskih istražnih radova s egzaktno navedenim ciljevima istraživanja i dostavu elaborata o izvedenim radovima. U slučaju da su određena konzervatorska istraživanja već provedena, ali je u cilju obnove nužna njihova dopuna, konzervatorski odjel će precizno navesti istraživanja koja su već provedena te koja je istraživanja potrebno dodatno provesti u svrhu dopune elaborata o istražnim radovima. Dopunu istražnih radova konzervatorski odjel može zatražiti i tijekom izvedbe radova, u slučaju pojave vrijednih nalaza o kojima do tada nije bilo spoznaja. Zavisno o rezultatima konzervatorskih istražnih radova, izvještaja o konzervatorskim istraživanjima bit će predviđeni konzervatorsko-restauratorski i drugi specijalizirani radovi koje je nužno izvesti tijekom obnove zgrade. U tom slučaju glavni projekt obnove mora sadržavati i troškovnik konzervatorsko-restauratorskih radova kojeg je izradila osoba s dopuštenjem za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ili osoba sa stručnim zvanjem za obavljanje restauratorsko-konzervatorskih poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara. Na temelju rezultata provedenih istraživanja, konzervatorski odjel će provesti detaljnu valorizaciju i dati smjernice za projektiranje i izvođenje zahvata obnove na zgradi.

Opisani pripremni dio postupka nužan je kako bi se sagledale sve mogućnosti i ograničenja zgrade u svrhu pronalaska optimalnog načina obnove zgrade u odnosu na obilježja i vrijednosti zgrade te kako bi se mogli izdati posebni uvjeti za predviđene mjere energetske obnove. Ako nositelj obnove, vlasnik ili projektant, podnese zahtjev za obnovu zgrade bez navedenih pripremnih radnji kojim je zatražena provedba nužnih istražnih radova konzervatorski odjel rješenjem može odbiti izdavanje posebnih uvjeta uz precizno obrazloženje razloga za odbijanje. U slučaju kada konzervatorski odjel raspolaže svim potrebnim saznanjima o zgradi, izdat će posebne uvjete zaštite kulturnog dobra.

Prije ishođenja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra i izrade glavnog projekta preporuka su konzultacije glavnog projektanta/projektanata nadležnih struka s konzervatorskim odjelom u cilju iznalaženja optimalnog rješenja obnove.

Posebni uvjeti zaštite proizašli iz mjera zaštite pojedinačno zaštićenog kulturnog dobra odnose se na građevinu u cjelini. Pri tome se sagledavaju svi njezini slojevi i sklopovi vrednovani prilikom utvrđivanja svojstva kulturnog dobra, što može uključiti i njezino neposredno okruženje.

Posebni uvjeti zaštite za građevine u obuhvatu zaštićene kulturno-povijesne cjeline izdaju se za zahvate koji mogu imati utjecaj na konstrukciju zgrade, na

izgled eksterijera, na javni prostor i mogu imati utjecaj na utvrđene vrijednosti zaštićene kulturno-povijesne cjeline.

Kod izdavanja posebnih uvjeta zaštite za zahvate na povijesnoj zgradi smještenoj u obuhvatu zaštićene kulturno-povijesne cjeline, a koja nije pojedinačno zaštićena kao kulturno dobro, evidentna je razlika između visoko valoriziranih povijesnih zgrada u odnosu na druge zgrade. Kod takvih visoko valoriziranih zgrada moguće je izdati detaljnije posebne uvjete zaštite.

Nadležni konzervatorski odjel izvršit će analizu utvrđenih vrijednosti predmetnog kulturnog dobra i njegovih pojedinih dijelova s obzirom na dostavljeno rješenje (opis i grafički prikaz). Predviđene mjere poboljšanja energetske i drugih svojstava na zaštićenoj zgradi zahtijevaju posebno detaljnu procjenu utjecaja na vrijednosti cjeline i njezinih dijelova, ali i na fizikalna svojstva zgrade. Cjelovito sagledavanje pojedine zgrade uključuje konstrukciju, materijale i tehnike gradnje, oblikovanje ovojnice zgrade i njezinih pojedinih dijelova, položaj zgrade, tehničke sustave, način korištenja, odnosno potrebe korisnika. Za adekvatnu procjenu mogućnosti poboljšanja energetske učinkovitosti zgrade neophodno je znati njezinu buduću namjenu, o kojoj u znatnoj mjeri ovise sve daljnje aktivnosti i promišljanja o zgradi. Osim toga, pretpostavke za energetske obnovu zgrade jesu njezina mehanička otpornost i stabilnost, sigurnost u slučaju požara, kao i ostali temeljni zahtjevi za građevinu, uključujući zaštitu od kapilarne vlage i oborinskih voda, te uklanjanje neprimjerenih zahvata na zgradi.

Obnovom postojeće zgrade koja je u uporabljivom stanju ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu ne smije biti umanjeno već unaprijeđeno.

Projektom zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu potrebno je provjeriti da svi obodni građevni dijelovi postižu zadovoljavajuće vrijednosti toplinske zaštite, da građevni dijelovi izloženi velikim temperaturnim promjenama budu stabilni, te da unutar sastava obodnih građevnih dijelova, odnosno na njihovoj površini, ne dolazi do stvaranja neželjenog kondenzata vodene pare. Sukladno Zakonu o gradnji, ako se rekonstruira građevina upisana u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske ili građevina koja se nalazi u kulturno-povijesnoj cjelini upisanoj u Registar, uz suglasnost ministarstva nadležnog za poslove graditeljstva moguće je odstupiti od temeljnih zahtjeva za građevinu, ukoliko bi se njima narušila bitna spomenička svojstva. Navedena suglasnost izdaje se na prijedlog investitora, po prethodno pribavljenom mišljenju ministarstva nadležnog za kulturu. Suglasnost se može izdati, ako u svrhu ispunjavanja temeljnog zahtjeva za građevinu nije moguće izvesti odgovarajuće tehničko rješenje ili je mogućnost izvođenja rješenja takva da bi uložena vrijednost bila u disproporciji u odnosu na korist. Suglasnost se može uvjetovati određenim postupkom, zahvatom ili mjerom kojom bi se na odgovarajući način djelomice nadoknadilo cjelovito tehničko rješenje. Osim navedenog, odredbe za rekonstrukciju, vezane za energetske svojstvo zgrade prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti, potrebno je primjenjivati u najvećoj mogućoj mjeri u skladu s izdanim posebnim uvjetima zaštite nadležnog konzervatorskog tijela.

Prije izvođenja radova potrebno je prijaviti gradilište, odnosno početak izvođenja radova. Izvođenje radova provodi se uz stručni, projektantski i konzervatorski nadzor. Nakon provedene obnove izrađuje se Pisana izjava

izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine, Završno izvješće nadzornog inženjera o izvedbi građevine, Energetski certifikat zgrade (s obzirom na novo stanje).

Od izuzetne je važnosti provesti postupak educiranja korisnika o novom režimu korištenja i funkcioniranja zgrade. Dobro poznavanje svih ugrađenih materijala i sustava i njihova međudjelovanja spriječit će građevinske štete, nepotrebne energetske gubitke i neželjene utjecaje na okoliš.

Potrebno je izraditi plan održavanja zgrade i ugrađenih tehničkih sustava, kao i plan praćenja stanja zgrade i potrošnje energije nakon provedenog postupka energetske obnove. Nakon izvedbe mjera energetske učinkovitosti preporučljivo je, u zgradama sa statusom kulturnog dobra, bez obzira na njihovu namjenu, pratiti podatke o potrošnji energije i vode kako bi se provjerila učinkovitost provedene obnove³³. Podatke je potrebno prikupljati minimalno godinu dana ne bi li se dobio uvid u realno ostvarene vrijednosti i njihovo eventualno odstupanje od onih predviđenih projektom. Navedeni podaci bili bi od izuzetne važnosti i za sve buduće procese obnove, jer bi dionicima procesa omogućili povratnu informaciju o učinkovitosti primijenjenih mjera na pojedinom kulturnom dobru.

Projektu dokumentaciju sveobuhvatne obnove potrebno je izraditi cjelovito, za obnovu cijele zgrade, kako bi se osigurala usklađenost izvođenja svih planiranih radova.

Pregled aktivnosti za izvođenja radova energetske obnove zgrade sa statusom kulturnog dobra prikazan je u Tablici I. i Tablici II. u Prilogu ovih Smjernica.

Aktivnosti na temelju Prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru ili na temelju Potvrde glavnog projekta prikazane su zasebno, u tabličnim prikazima Tablica I. i Tablica II.. U tablicama su prikazana dva moguća scenarija za izvođenje radova prilikom obnove kulturnog dobra, ovisno o složenosti planiranog zahvata, u postupku u kojem nije potrebno ishoditi građevinsku dozvolu.³⁴

Tablica I. prikazuje pregled aktivnosti vezanih za ishođenje Prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru, koje se obavljaju izvan sustava e-Dozvole, pri nadležnom KO/GZ, za radove za koje nije potrebno ishoditi potvrde glavnog projekta, odnosno za manje složene zahvate na kulturnom dobru.

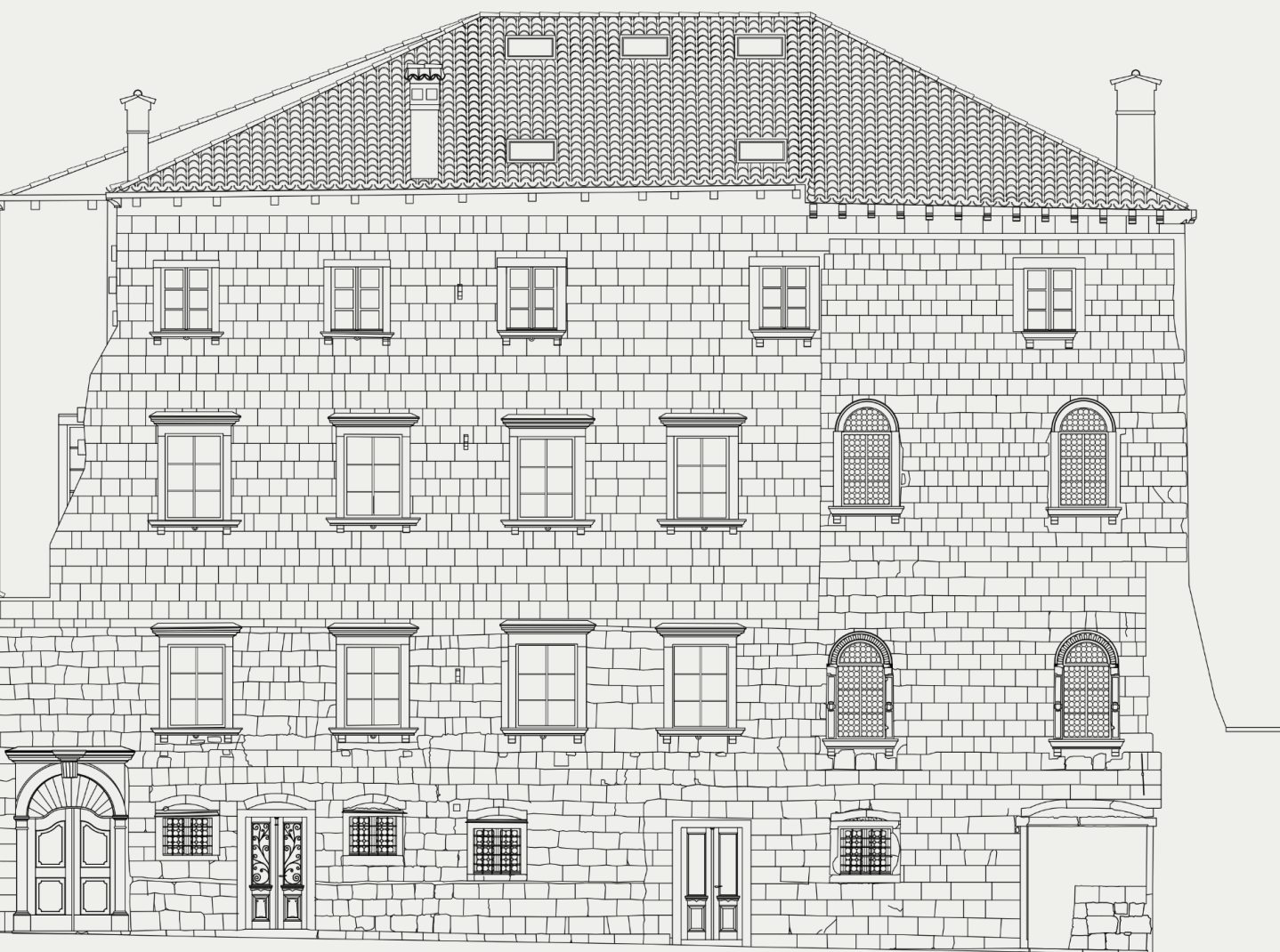
Tablica II. prikazuje aktivnosti vezane uz ishođenje Potvrde glavnog projekta, u sklopu sustava e-Dozvola, koji vodi nadležno upravno tijelo, za složenije zahvate na kulturnom dobru, a za koje je u skladu s propisima kojima se uređuje gradnja potrebno izraditi glavni projekt.

³³ Za zgrade javnog sektora je praćenje potrošnje energije obavezno (prema članku 11. Pravilnika o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije („Narodne novine“, br. 98/21., 30/22.). – *Informacijski sustav za gospodarenje energijom* – ISGE.

³⁴ Proceduru iz Tablice II. moguće je primjenjivati i prilikom postupka ishođenja građevinske dozvole, s razlikom da je na kraju postupka potrebno ishoditi Uporabnu dozvolu za izvedene radove u skladu s važećom zakonskim propisima.

IV.

**Mjere energetske učinkovitosti na
zgradama sa statusom kulturnog dobra**



4.1. Općenito o mjerama energetske učinkovitosti na zgradama sa statusom kulturnog dobra

Mjere energetske učinkovitosti obuhvaćaju energetski pregled i energetsko certificiranje zgrade ili njezina dijela, izradu projektne dokumentacije kojom se dokazuje ušteda energije, povećanje toplinske zaštite ovojnice zgrade, unaprjeđenje postojećih ili ugradnju novih tehničkih sustava zgrade koji uključuju tehničku opremu za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i pripremu potrošne tople vode, sustav rasvjete i elektrotehničke sustave, sustav automatizacije zgrade ili njezina dijela i upravljanja njima te uvođenje sustava obnovljivih izvora energije.

Energetska obnova postojećeg fonda zgrada nedvojbeno je ključna mjera energetske tranzicije za postizanje klimatske neutralnosti. Zbog toga je i dalje potrebno inzistirati na smanjenju potrebne energije za grijanje i hlađenje, što će biti posljedica dostatne toplinske izolacije ovojnice zgrade. No, kako bi se iskoristio cjelokupan potencijal energetske obnove zgrada, posebice u ciljevima korištenja OIE u grijanju, hlađenju i dekarbonizaciji, kao i razvoju tržišta, nužno je dodatno poticati primjenu visokoučinkovitih, ali i obnovljivih sustava za grijanje i hlađenje ili priključenje zgrade na učinkoviti daljinski centralizirani toplinski sustav za grijanje.

Analiza postojećeg stanja najvažniji je korak u sveobuhvatnoj/energetskoj obnovi zgrada sa statusom kulturnog dobra kako bi se u proces projektiranja uspješno integrirala načela održive, energetske i ekološke svjesne arhitekture kao i sigurnosti u korištenju zgrade. Kvalitetno optimiran energetski koncept uključuje dobro uravnotežene, ali ne i predimenzionirane debljine toplinske izolacije, kao i termotehničke sustave, uz primjenu obnovljivih izvora energije (OIE). Koordinirani integralni pristup potreban je od energetskog koncepta do definiranja izvedbenih detalja i kontrole izvedbe.

Projektanti bi, zahvaljujući prethodno provedenim istraživanjima, trebali biti upoznati sa specifičnim ograničenjima, koja su posljedica iznimne vrijednosti pojedinih dijelova zgrade, kako bi povećanje energetske učinkovitosti zgrade ostvarili u/n dijelovima gdje su ograničenja manja ili ih nema. Poseban izazov pri projektiranju sveobuhvatne/energetske obnove predstavlja planiranje namjene koja nije primjerena smještanju u zgradu graditeljske baštine. Iznimno je važno projektom predvidjeti upotrebu kompatibilnih, ne nužno konvencionalnih, materijala koji neće narušiti autentičnost i izvornost zgrade, a dugoročno neće dovesti do pogoršanja fizičkog stanja zgrade. Materijali koji se predviđaju mjerama energetske učinkovitosti moraju biti paropropusni kako bi omogućili „disanje” izvornih građevinskih struktura i materijala. Sve mjere energetske učinkovitosti nisu primjenjive na svim zgradama koje imaju status kulturnog dobra, no pažljivim planiranjem, naprednim tehnologijama i odabirom prihvatljivih rješenja moguće je povećati energetsku učinkovitost svake zgrade sa statusom kulturnog dobra pod uvjetom da je odabran pristup i primjena onih mjera koje nemaju utjecaj na vrijednosti i obilježja zgrade na temelju kojih je utvrđeno svojstvo kulturnog dobra.

4.2. Primjeri modela obnove

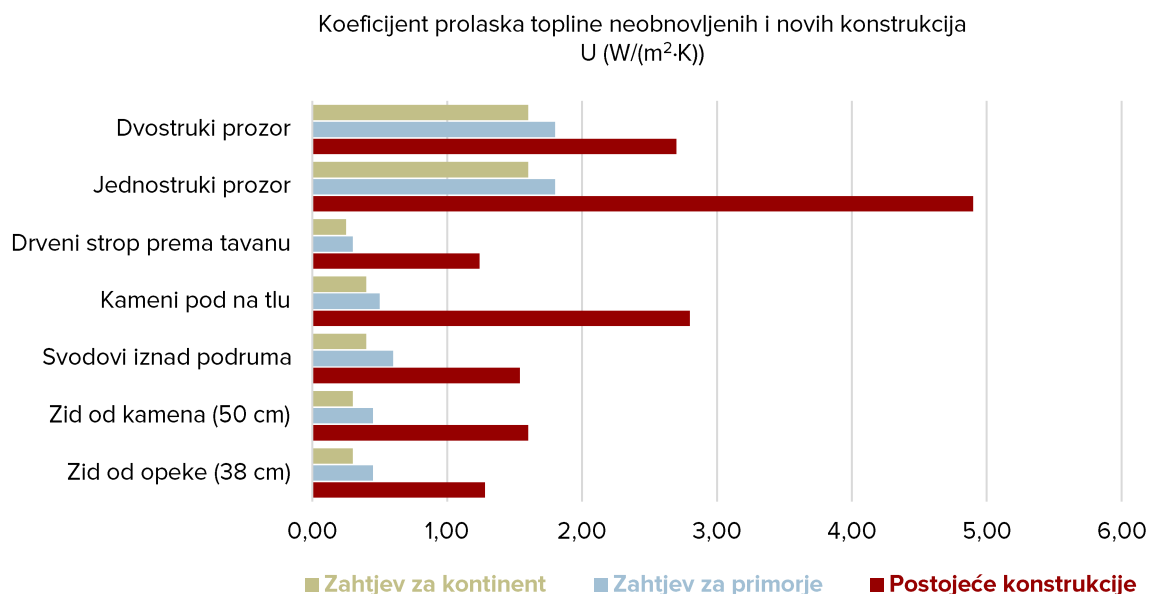
U većini povijesnih zgrada nalazimo građevne dijelove konstrukcije ovojnice sličnih toplinsko-izolacijskih karakteristika. Većina zgrada sa statusom kulturnog dobra (njih 93 %) izgrađene su u razdoblju prije 1930. godine kada nisu postojali propisi za toplinsku zaštitu pa je potrošnja toplinske energije za grijanje u njima značajno veća u odnosu na nove zgrade.

Nosivi zidovi su se najčešće izvodili od pune opeke normalnog formata (NF) ili kamena. Debljina nosivih zidova varira od 25 do 80 cm. Kameni zidovi većih debljina izvodili su se najčešće s vanjskim i unutarnjim kamenim zidom, te jezgrom zida ispunjenom nekvalitetnijim komadima kamena s većom količinom vapnenog morta. Zidovi od opeke žbukali su se vapnenom žbukom na unutarnjoj i vanjskoj strani zida, dok su se zidovi od kamena žbukali obostrano ili samo s unutarnje strane. U slučaju žbukanja samo unutarnje površine zida vanjski dio zida izvodio se kvalitetnijim i bolje obrađenim kamenom. Ovako izvedeni zidovi od opeke i kamena zadovoljavali su osnovne uvjete nosivosti i stabilnosti, ali ne i protupotresnu otpornost. Zahtjevi korištenja prostora u prošlim vremenima nisu nametali dodatne zahtjeve. Ulogu toplinske izolacije preuzimala je debljina zida (ili eventualno nasip unutar kamenog zida).

Podovi iznad podruma izvedeni su najčešće kao svodovi od opeke, pruski svodovi ili betonske ploče. Podrumi su prozračivani, hladni prostori, stoga pod iznad podruma predstavlja ovojnicu grijanog prostora. Nasip šute u slojevima poda preuzima ulogu toplinske izolacije. Međukatne konstrukcije u pravilu su drveni grednici sa zračnim slojem između greda i nasipom šute u slojevima poda. Zračni sloj i nasip šute imaju ulogu toplinske izolacije prema negrijanim ili vanjskim prostorima.

Ostakljeni elementi ovojnice su jednostruki ili dvostruki prozori. Kod dvostrukih prozora zračni sloj između stakala rezultira povoljnijim toplinskim karakteristikama. U pogledu osiguranja zrakonepropusnosti, stari prozori predstavljaju najslabiju točku u ovojnici grijanog prostora. Slika 4.1 prikazuje usporedbu toplinskih karakteristika elemenata ovojnice postojećih zgrada u odnosu na suvremene zahtjeve za područje kontinentalne i primorske klime u Hrvatskoj.

Toplinski gubici iz zgrada mogu se svesti na dvije osnovne skupine: transmisijski i ventilacijski gubici. Transmisijski gubici obuhvaćaju prolaz topline kroz ovojnicu putem zračenja i kondukcije. Oni prvenstveno ovise o toplinskim karakteristikama građevnih dijelova (debljinama materijala i toplinskih izolacija) i geometriji zgrade (ploštine pojedinih građevnih dijelova). Toplina se također gubi provjetravanjem zgrade, odnosno izlaskom toplog zraka i ulaskom hladnog zraka u prostor. Ventilacijski gubici su neizbježni zbog potrebe za provjetravanjem prostora i izmjenom zraka u prostoru kako bi se osigurali potrebni higijenski uvjeti u zgradi. Postoje i neželjeni ventilacijski gubici uslijed infiltracije zraka zbog lošeg brtvljenja ovojnice. Neželjeni ventilacijski gubici (infiltracijski) ograničavaju se pravilnim brtvljenjem (npr. prilikom popravka ili ugradnje prozora), a nužni ventilacijski gubici (zbog provjetravanja) mogu se smanjiti ugradnjom mehaničke ventilacije s povratom topline. Ovisno o funkciji zgrade, ventilacijski gubici mogu biti veći ili manji, npr. stambene zgrade imaju manje ventilacijske gubitke u odnosu na zgrade javne namjene s velikim brojem korisnika.



Slika 4.1 Usporedba vrijednosti U koeficijenata prolaska topline dijelova ovojnice postojećih zgrada u odnosu na suvremene zahtjeve za područje kontinentalne i primorske klime u Hrvatskoj.

Energetskim pregledom zgrade utvrđuju se karakteristike ovojnice i procjena toplinskih gubitaka. Uvidom u omjer toplinskih gubitaka moguće je detektirati problematične elemente ovojnice.

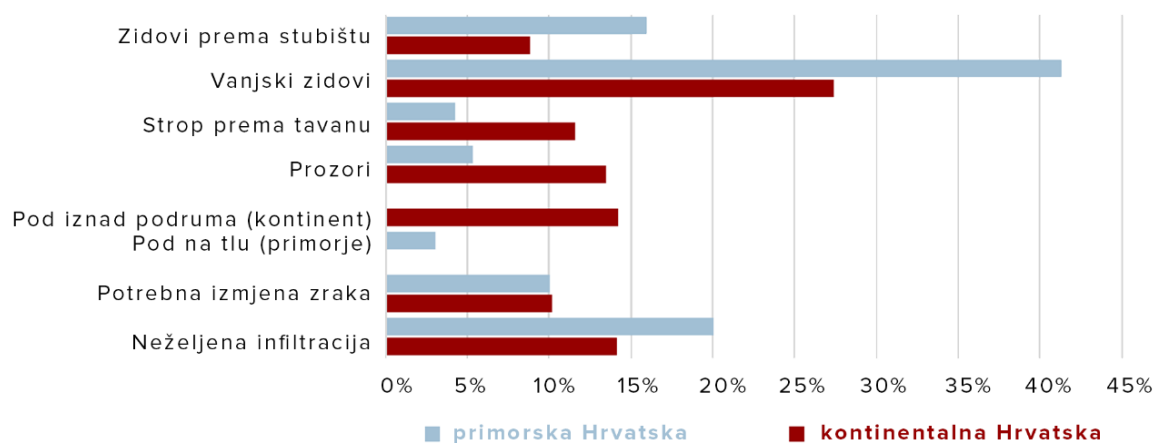
Slika 4.2 prikazuje primjere zgrada na kojima će se analizirati postojeće stanje elemenata ovojnice i energetske potrebe, te uštede ostvarene energetskom obnovom. S obzirom da je od ukupnog broja pojedinačno zaštićenih zgrada 93 % izgrađeno do 1930. godine, kao primjeri su odabrane zgrade s karakteristikama tipičnima za navedeno razdoblje. Pretpostavka je da su zgrade poluugrađene (prislonjene na susjednu zgradu s jedne strane). U zasebnom poglavlju će se obraditi primjena mjera energetske učinkovitosti na kulturnim dobrima nastalim poslije 1930. godine.

Za prikazane primjere zgrada izrađeni su proračuni toplinskih gubitaka provjetravanjem i kroz elemente ovojnice (Slika 4.3) te su definirani energetske razredi analiziranih zgrada (Slika 4.4). Za zgradu u kontinentalnoj Hrvatskoj pretpostavka je da ima negrijani podrum, dok zgrada u primorskoj Hrvatskoj nije podrumljena. Za svaku od zgrada napravljen je i izračun specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q_{H,nd}$ (kWh/(m²·a)) po stanovima. Uspoređene su vrijednosti $Q_{H,nd}$ za stanove smještene u prizemlju, na prvom i drugom katu te prosječna vrijednost (Slika 4.5). Za potrebe proračuna pretpostavlja se da je postojeći režim zagrijavanja prostora u skladu s Algoritmom za izračun energetskih svojstava zgrade³⁵.

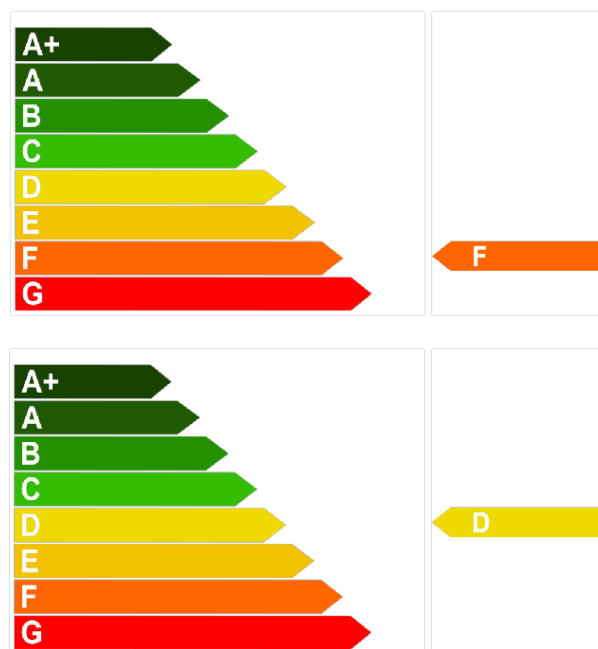
³⁵ Algoritam je sastavni dio Metodologije za provođenje energetskih pregleda zgrada.
<https://mpgi.gov.hr/pristup-informacijama-16/zakoni-i-ostali-propisi/podrucje-energetske-ucinkovitosti/metodologija-provodjenja-energetskog-pregleda-zgrada-primjenjuje-se-od-1-srpnja-2021/13704>



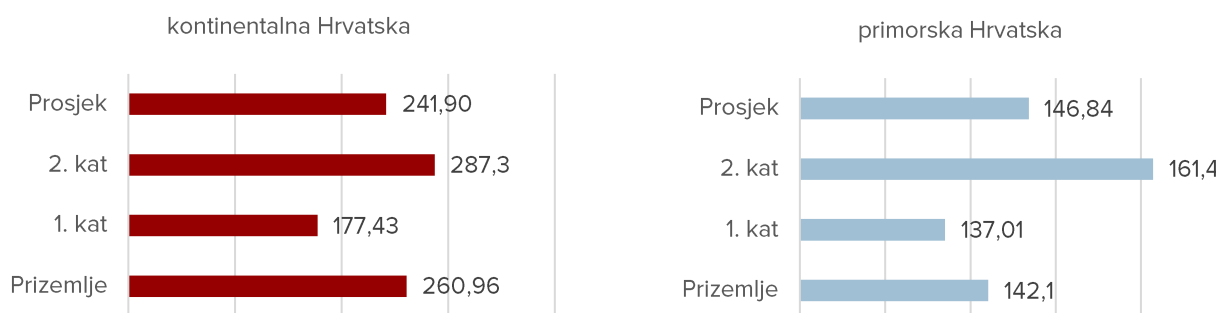
Slika 4.2 Primjer stambene zgrade u kontinentalnoj (lijevo) i primorskoj Hrvatskoj (desno) – tlocrti i pročelja.



Slika 4.3 Udio toplinskih gubitaka kroz elemente ovojnice i provjetravanjem (%).



Slika 4.4 Energetski razredi zgrade iz primjera: Kontinentalna Hrvatska – Zagreb (gore) i Primorska Hrvatska – Split (dolje).



Slika 4.5 Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd}$ (kWh/(m²·a)) po stanovima: Kontinentalna Hrvatska (Zagreb) - lijevo i Primorska Hrvatska (Split) – desno.

Za zgrade iz primjera pretpostavilo se da su svi elementi ovojnice u originalnom stanju, odnosno da nije provedena ni jedna mjera energetske učinkovitosti. Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd} = \text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ za takve zgrade u prosjeku iznosi:

Kontinent (Zagreb): 241,90 kWh/(m²·a)
Primorje (Split): 146,84 kWh/(m²·a)

Za usporedbu, nove zgrade u Kontinentalnoj Hrvatskoj postižu $Q''_{H,nd}$ manje od 50 kWh/(m²·a) a u Primorskoj Hrvatskoj manje od 25 kWh/(m²·a).

U daljnjem tekstu prikazan je popis mjera energetske učinkovitosti koje je moguće primijeniti na zgradama sa statusom kulturnog dobra. Moguće je, ovisno o specifičnoj zgradi, primijeniti jednu ili kombinaciju više mjera energetske učinkovitosti. U kasnijim poglavljima prikazane su uštede ostvarene

energetskom obnovom (primjenom različitih mjera energetske učinkovitosti na primjerima za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku).

4.3. Sanacija vlage kao preduvjet energetske/sveobuhvatnoj obnovi

Sanacija vlage je preduvjet energetske/sveobuhvatnoj obnovi zgrada. Vлага se u građevinama može pojaviti u likvidnom, higroskopskom i kondenznom obliku. Uzroci pojave likvidne vlage mogu biti: kapilarna (uzlazna) vlaga koja u zgradu prodire iz okolnog tla, neispravne vodne instalacije (vodovodne ili kanalizacijske cijevi, hidranti, odvodni žljebovi, cijevi centralnog grijanja, ...) ili prodori oborinske vlage kroz elemente vanjske ovojnice zgrade. Higroskopsna vlaga može biti sastavom ugrađenog građevnog materijala. Kondenzna vlaga nastaje najčešće zimi u grijanim prostorima zbog loših toplinsko izolacijskih vrijednosti ovojnice zgrade, u proljeće u negrijanim prostorima uslijed kontakta ulazećeg toplog zraka s hladnim (neizoliranim) konstrukcijama ovojnice zgrade te kao posljedica određenih aktivnosti koje se odvijaju unutar same zgrade (kuhanje, tuširanje, sušenje mokre odjeće, boravak većeg broja ljudi, ...).

U zgradama građenim prije polovine 20. stoljeća, rijetko ćemo pronaći hidroizolacijske materijale. Zgrade sa statusom kulturnog dobra potvrđuju navedenu tvrdnju jer je riječ o prostorima u kojima je vlaga često prisutna u prekomjernim količinama. Porozna struktura zidova i ostalih nosivih elemenata omogućava kapilarno podizanje vlage i do nekoliko metara od tla. Podrumi i konstrukcije u dodiru s tlom najčešće su vlažni, a sprječavanje prodora vlage u stambene i korisne prostore u prošlim se vremenima postizalo izvedbom drenažnih slojeva šljunka, izdizanjem stambenih prostora u odnosu na tlo i sl. Vodonepropusnost krovova postizala se tada dostupnim materijalima – najčešće crijepom za kose krovove i kasnije bitumenskim izolacijama na ravnim krovovima. Energetsku učinkovitost u pravilu postizemo ugradnjom toplinske izolacije, međutim većina suvremenih toplinsko-izolacijskih materijala nije otporna na vodu i vlagu. Navlaženje sloja toplinske izolacije ujedno znači i gubitak toplinsko-izolacijskih svojstava. Osim nepovoljnog utjecaja u pogledu energetske učinkovitosti, u vlažnim prostorima nastaju povoljni uvjeti za razvoj mikroorganizama koji su štetni za zdravlje. Prilikom izvedbe zaštite od zemne vlage kod konstrukcija u dodiru s tlom potrebno je prepoznati smjer ulaska vlage kroz konstrukciju te pravilno primijeniti dostupna rješenja.

Suvremeni postupci koji se najčešće koriste za sanaciju od vlage su: injektiranje prekida kapilarnog uzdizanja vlage, primjena hidroizolacijskih premaza i traka, drenažni sustavi i izvedba zračnih kanala, osmoza, elektroosmoza i isušivanje zida. U nastavku su opisani najčešće korišteni materijali i postupci za sanaciju od vlage na zgradama graditeljske baštine. Kod izvedbe je potrebno osigurati dokaze o svojstvima ugrađenih građevnih proizvoda u odnosu na njihove bitne značajke, dokaze o sukladnosti ugrađene opreme i/ili postrojenja prema posebnom zakonu, isprave o sukladnosti određenih dijelova građevine s temeljnim zahtjevima za građevinu, kao i dokaze kvalitete (rezultati ispitivanja, zapisi o provedenim procedurama kontrole kvalitete i dr.) za koje postoji obveza prikupljanja tijekom izvođenja građevinskih i drugih radova za sve izvedene dijelove građevine i za radove u tijeku, određene Zakonom o gradnji, posebnim propisom ili projektom.

Isušujuće žbuke

Žbuke visoke paropropusnosti i otpornosti na iscvjetavanje topivih soli. Koriste se za sanaciju kapilarne i zaostale vlage u zidovima. Udio pora u isušujućim žbukama iznosi minimalno 20 %. Pore moraju biti adekvatno raspoređene i veličine 100 - 700 µm. Visoka paropropusnost isušujućih žbuka rezultat je odgovarajućih vrijednosti udjela, rasporeda i veličine pora. Pore omogućuju iscvjetavanje topivih soli bez negativnih posljedica za slojeve zida. Očvršćivanjem isušujućih žbuka se u potpunosti konzumira vapno iz njihova sastava, što smanjuje rizik od naknadnih kemijskih oštećenja žbuke.

Kemijski prekid kapilarnog uzdizanja vlage - injektiranje

Silikonske i siloksanske mikroemulzije u tekućem stanju ili u obliku gelova (krema) injektiraju se u zidanu konstrukciju pod niskim tlakom ili gravitacijski, ručno ili strojnom tehnikom. Kemijski prekid kapilarnog uzdizanja vlage radi se na razini 15-20 cm iznad razine kote okolnog terena i tvori horizontalnu barijeru uzdizanju vlage. Kod zidova s velikim udjelom šupljina unutar strukture zidova, i dvostrukih zidova s kamenim nabačajem u strukturi, obavezan je postupak konsolidacijskog injektiranja injekcijskim smjesama na bazi vapna prije izvedbe kemijskog prekida kapilarne vlage. Mikroemulzije oblažu i impregniraju pore u strukturi zidova i one postaju hidrofobne te se time sprečava uzdizanje vlage, a ujedno se zadržava paropropusnost zidova. Nakon izvedbe kemijskog prekida potrebno je osigurati vremenski period od najmanje 3 do 4 tjedna kako bi se postupak isušivanja odvijao i kako bi se salitra pojavila na površini zidova. Nakon isušivanja i uklanjanja salitre s površine zidova može se nastaviti sa sanacijom zidova. Preporuka je da se na područjima kod kojih je bila prisutna visoka koncentracija vlage, nakon injektiranja, na zidove nanese i isušujuća žbuka.

HIDROIZOLACIJE

Kišna brana

Kišna brana postavlja se kao paropropusna vodonepropusna krovna folija i folija za ventilirana pročelja kao rezervna hidroizolacija.

Bentonitne hidroizolacije

Materijali i proizvodi od hidratiziranog bentonita, vulkanske gline koja visoko ekspandira u dodiru s vlagom. Bentonit je prirodna, kemijski inertna, plino i vodonepropusna membrana (često korištena kod sanacija odlagališta otpada). Prikladna je i za najviše zahtjeve vodonepropusnosti. Postavlja se samo za dijelove zgrade prema tlu, jer bubri u dodiru s vodom, pa trake po ugradnji moraju biti čvrsto pritisnute slojevima konstrukcije podne ploče i zidova uz teren nasipom zemlje. Koriste se i za brtvljenje prekida u betoniranju kod izvedbe vodonepropusnih betona.

Bitumenski premazi

Bitumenski premaz je čvrsta tekućina, destilat nafte. U izvedbi se kombinira s bitumenskim ljepenkama ili staklenim tkaninama. Više se gotovo i ne koristi zbog dugotrajnosti izvedbe, slabije hidroizolacijske moći i ovisnosti o atmosferilijama. Ima malu elastičnost, stari prilikom izloženosti UV zračenju, postaje krt pri niskim temperaturama, neotporan je na korijenje.

Polimerbitumenske i bitumenske trake

Polimerbitumenske trake su znatno veće elastičnosti i otpornosti (oplemenjeni bitumen pomiješan sa sintetskim smolama) od bitumenskih traka. Relativno

brza izvedba u uvjetima suhog vremena, punoplošno lijepljenje u jednom do tri sloja – ovisno o izloženosti vodi. Pri niskim temperaturama gube elastičnost. Manje su mehaničke i UV kvalitete od sintetskih folija, ali mogu imati uloške od aluminijske (apsolutna parna brana), bakrene (zaštita od prodora korijenja) folije i staklene tkanine ili voala (armaturno ojačanje), a odgovarajućim brojem slojeva postižu potpunu vodonepropusnost. Završni sloj može imati posip škrljcem ili aluminijsku foliju koji štite od UV zračenja. Neke polimerbitumenske trake imaju sposobnost samozacjelivanja proboja hidroizolacijske opne. Dobro ih je zaštititi od mehaničkih oštećenja npr. uvaljanim šljunkom ili lijevanim asfaltom.

Sintetske hidroizolacijske trake

Ovoj skupini pripadaju materijali i proizvodi od sintetskih smola i drugih sintetičkih materijala na bazi TPO, ECB, PIB, TPE, EPDM, PVC, VAE i dr. Zbog brze ugradnje, elastičnosti, zahtijevane trajnosti, otpornosti na UV zrake i konačne cijene najčešće je korišten sustav hidroizolacije za ravne i zelene krovove, bazene, dijelove zgrade u podzemnoj vodi i odlagališta otpada. Termoplastične (TPO) sintetske hidroizolacije su ekološki prihvatljive, kompatibilne s vrućim bitumenom, ali se preporuča upotreba razdjelnog sloja geotekstila (klizni razdjelni sloj, osim kod izvedbe na mineralnoj vuni). Lakše su od PVC sintetskih hidroizolacija, imaju bolju otpornost na temperature i odličnu otpornost na prodiranje korijenja. PVC sintetska hidroizolacija ne smije se polagati izravno na bitumensku podlogu ili EPS/XPS toplinsku izolaciju, već se mora položiti zaštitni sloj filca jer PVC nije kompatibilan s polistirenima. Postojana je na ulja, bitumene i mikroorganizme te otporna na materijale koji se pojavljuju u podzemlju, alge i hidrostatski tlak (podzemne vode). Ipak, pojedine tipove sintetske hidroizolacije ne smije se ugrađivati kod građevina u podzemnoj vodi u vodozaštitnim područjima (pogotovo PVC). Pojedine vrste sintetskih hidroizolacijskih folija visoke su paropropusnosti, pa ne trebaju parne brane, povoljne su za isušivanje građevinske vlage i izvedbu po mokrom krovu. Za ugradnju u podzemnim konstrukcijama, tunelima, bazenima i sl. potrebno ih je zaštititi od mehaničkih oštećenja čepićastom folijom, toplinskom izolacijom, geotekstilima, zidom, a na ravnim krovovima ih je dobro zaštititi završnim slojem / balastom (npr. sloj šljunka na sloju UV stabilnog filca ili betonski opločnici na podmetačima) od mehaničkih oštećenja i sisanja vjetra. Za razliku od bitumenskih hidroizolacija, sintetske hidroizolacije su paropropusne, dolaze u jednom sloju (ušteda ugradnje) te nema otvorenog plamena pri ugradnji i oslobađanja otrovnih plinova. Galanterija i fazonski komadi su od materijala koji su kompatibilni ili su od istih materijala kao i trake za sintetsku hidroizolaciju.

Polimercementni premazi

Služe za hidroizolaciju betonskih i zidanih konstrukcija izloženih pozitivnom i negativnom hidrauličkom tlaku (kupaonice, balkoni, terase, parkirališta, podzemne konstrukcije, bazeni..). Nanose se u dva sloja, na vertikalnim plohama se armiraju elastičnim mrežicama. Relativno su male elastičnosti, nisu pouzdana hidroizolacija kod očekivanih većih pukotina u podlozi, a osjetljivi su i na mehanička oštećenja i habanje – prikladniji su za oblaganje lijepljenjem pločica ili kamena nego kao završni slojevi. Kod primjene za hidroizolaciju podrumskih zidova postojećih konstrukcija iznutra, podnose relativno visok negativni tlak. Nakon vezanja, otporni su na topive soli koje su prisutne u

morskoj vodi ili u tlu, kao što su kloridi i sulfati. Imaju odličnu prionjivost na sve podloge na bazi cementa koje su čvrste i čiste. Kod zidanih konstrukcija treba predvidjeti i izravnavajući sloj reparaturnim mortom prije izvedbe hidroizolacijskog polimercementnog premaza.

Poliuretanski premazi

Nanose se punoplošno u nekoliko slojeva na čvrstu podlogu, uglavnom na manje površine i niskofrekventno prohodne krovove i terase te kod sanacije balkona kod kojih je podloga od keramike ili kamena u dobrom stanju (dobre prionjivosti na osnovnu konstrukciju). Karakterizira ih visoka otpornost na UV zračenje, elastičnost i otpornost na habanje, visoka prionjivost na gotovo sve vrste podloge. Pozornost je potrebno posvetiti zaostaloj vlazi u podlozi na koju se nanose, jer imaju malu otpornost na istu.

Epoksidni premazi

Epoksidne smole karakteriziraju visoka mehanička i kemijska otpornost te brza i jednostavna aplikacija. U odnosu na beton imaju relativno visoke vlačne i tlačne čvrstoće, smatraju se krutim materijalom pa se osim za premaze koriste i za konstrukcijsko injektiranje betona i suhih pukotina u betonu. Kao premazi se najčešće koriste u funkciji zaštite u industrijskim građevinama, garažama i bazenima gdje je prisutna kemijska agresija.

Drenažne trake

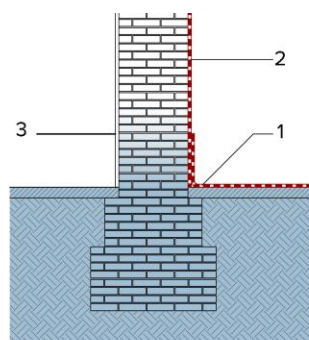
Kod izolacije zgrada u tlu izvana, preporučuje se ako je ikako moguće staviti drenažnu traku čime se ubrzava otjecanje vode od zida u tlu. Na krovu se primjenjuju posebne perforirane drenažne trake. Ispupčenja čepaste trake moguće je okrenuti i prema konstrukciji, odnosno hidroizolaciji, ako služe za brže otjecanje vode i stvaranje zračnog međusloja između konstrukcije i traka.

Kapilarno podizanje vlage kod zidova najčešće nije moguće riješiti isključivo postavljanjem vertikalne hidroizolacije, već se mora primijeniti postupak injektiranja (Slika 4.6). Injektiranje zidova izvodi se na ključnim mjestima gdje je potrebno ostvariti prekid kapilarne vlage kroz zid. Prilikom injektiranja potrebno je, osim o vrsti konstrukcije zida, voditi računa i o debljini konstrukcije zida koja će utjecati na dubinu injektiranja te na sam način injektiranja (jednostrano ili obostrano injektiranje).

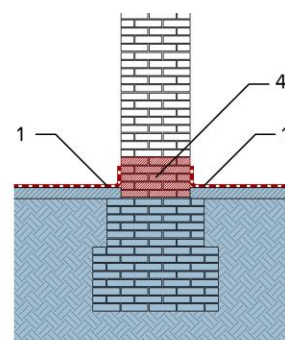
Vrste hidroizolacija se odabiru ovisno o tome da li se radi o podu na tlu ili zidu, te da li je moguća postava hidroizolacije s vanjske strane zgrade. Bitumenske i polimerbitumenske hidroizolacije imaju dobru prionjivost za podloge od betona, žbuke i opeke. Nisu povoljne kao podloga za žbuku niti lijepljenje unutarnjih ploča toplinske izolacije, stoga ih se primjenjuje kao hidroizolaciju poda na tlu ili kao hidroizolaciju zida s vanjske strane. Cementni i polimercementni hidroizolacijski premazi imaju dobru prionjivost za podloge od betona, žbuke i opeke i mogu služiti kao podloga za žbuku i lijepljenje unutarnjih ploča toplinske izolacije. Primjenjivi su kao hidroizolacija zidova s unutarnje strane. Ovisno o očekivanom pritisku podzemne vode, odabrana vrsta hidroizolacije mora biti u stanju podnijeti i negativni pritisak vode.



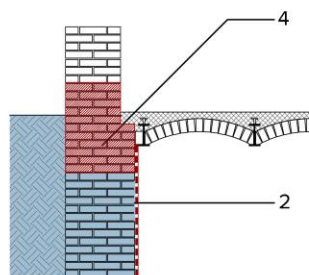
1. Hidroizolacijske trake
2. Hidroizolacijski premaz
3. Isušujuća žbuka
4. Injektirani dio zida



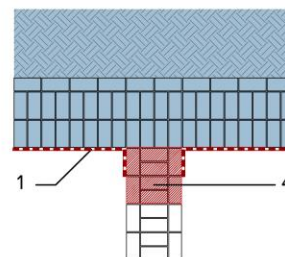
Podnožje vanjskog zida



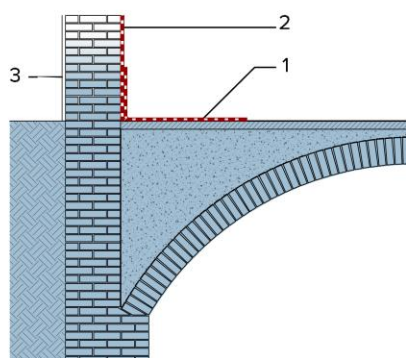
Podnožje unutarnjeg zida



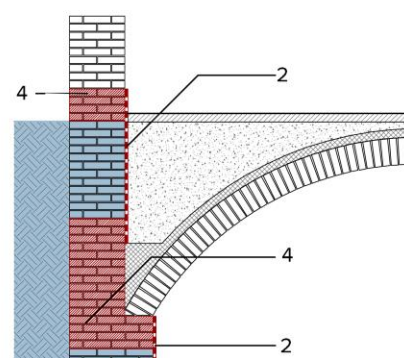
Podnožje vanjskog zida s podrumom - Pruski svod



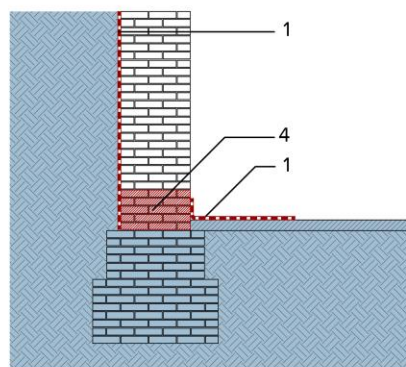
Spoj zida prema tlu i unutarnjeg zida (tlocrt)



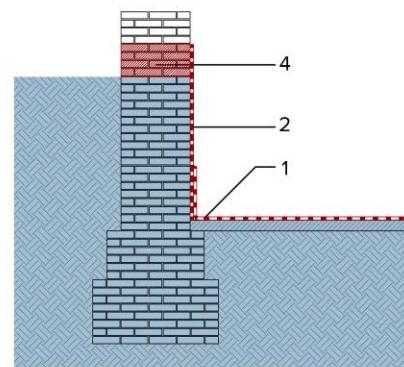
Podnožje vanjskog zida s podrumom



Podnožje vanjskog zida s podrumom - luk od opeke



Podrumski zid izoliran s vanjske strane



Podrumski zid izoliran s unutarnje strane

Slika 4.6 Primjeri sprječavanja kapilarnog podizanja vlage kod zidova: pozicije injektiranja i preklopa s hidroizolacijom.

4.4. Povećanje toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora

Najveći utjecaj na svojstvo kulturnog dobra može imati primjena mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora, zbog čega je potrebno izraditi precizne posebne uvjete za sve dijelove zgrade na koje se predložene mjere mogu odnositi:

- vanjski zidovi
- zidovi prema negrijanom prostoru
- zidovi prema tlu
- zidovi između grijanih prostora različitih korisnika
- podovi na tlu
- stropovi iznad negrijanog prostora (podruma, veža i sl.)
- stropovi ispod negrijanog prostora (tavana)
- kosi krovovi iznad grijanog prostora
- ravni krovovi iznad grijanog prostora
- stropovi iznad vanjskog prostora
- međukatna konstrukcija koja odvaja prostore različitih korisnika
- otvori (prozori, staklene stijene i vrata).

Navedene konstrukcije su bitni dijelovi zgrade i svjedoci tehnologije građenja i obrtničkih doseg vremena u kojem su nastale. U ovom poglavlju obradit će se arhitektonsko-gradevinske mjere energetske učinkovitosti koje se odnose na ovojnicu grijanog prostora zgrade sa statusom kulturnog dobra, kao i specifičnosti vezane za svaku od mjera. Pristup poboljšanju energetske učinkovitosti ne može se sagledavati odvojeno od ostalih temeljnih zahtjeva za građevinu, poput mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti u slučaju požara i dr. Isto tako, poboljšanje toplinsko-difuznih karakteristika ovojnice mora uzeti u obzir zatečeno stanje konstrukcije u pogledu prodora vlage. Sanacija vlage je preduvjet energetske obnovi zgrada jer se nesanirana vlaga postojećih građevinskih dijelova kapilarno može širiti u nadodane toplinsko-izolacijske materijale koji potom ne mogu ispunjavati svoju funkciju. Također, prekomjerne količine vlage u unutarnjem prostoru mogu dovesti do građevinske štete, truljenja materijala i pojave mikroorganizama (gljivica i plijesni) na unutarnjim ploham konstrukcija oplošja zgrade.

Poboljšanje toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora postiže se dodavanjem materijala dobrih toplinsko-izolacijskih karakteristika. S obzirom na kemijski sastav, toplinsko izolacijski materijali dijele se u tri osnovne grupe:

- anorganski materijali - negorivi i biološki inaktivni (perlit, pjenasto staklo, staklena i kamena vuna, ...),
- umjetni organski materijali - pjenasti visokovrijedni toplinski izolatori (poliuretanska pjena, ekspanzirani i ekstrudirani polistiren, ...),
- prirodni organski materijali - koji mogu biti biljni produkti (pluto, ...), proizvodi na bazi drvenih vlakna i celulozni vlaknasti materijali.

Kvaliteta toplinsko-izolacijskih materijala u pogledu prolaska topline iskazuje se koeficijentom provodljivosti topline λ ($W/(m \cdot K)$). Niža vrijednost koeficijenta λ znači manju provodljivost topline kroz materijal. Za toplinske izolacije često korištene u zgradarstvu, λ se kreće od 0,025 do 0,045 $W/(m \cdot K)$. Od ostalih bitnih karakteristika materijala potrebno je naglasiti reakciju na požar te difuzna svojstva materijala μ (-) u pogledu prolaska difuzije vodene pare

(Tablica 4.1). U nastavku su opisane karakteristike toplinsko-izolacijskih materijala i sustava primjerenih korištenju u zgradarstvu.

Učestalo korištenje cementne žbuke u rekonstrukcijama spomenika tokom 20. st. pokazalo se nepovoljnim zbog velikih oštećenja uzrokovanih tvrdoćom i vodonepropusnošću cementa koji nije prikladan za zidane zidove ili vapnene žbuke. Problemi reguliranja vlage u zidu ožbukanim cementnom žbukom su uzrokovali mehanička oštećenja velikih površina žbuke. U zaštiti graditeljske baštine, vapnena žbuka 70-tih godina postaje najčešće korištena vrsta žbuke. Vapnena žbuka zbog svoje kapilarne provodljivosti omogućava da voda i vodena para nesmetano prolaze, rezultat čega je dobra regulacija vlage zraka unutarnjeg prostora. Zbog visoke 'alkalnosti', vapno dezinficira prostor, odnosno onemogućava pojavu alga i gljivica. Primjenjiva je u unutarnjem i vanjskom području na visokoporoznim zidovima, a prikladna je na svim uobičajenim podlogama za žbuku, punoj i šupljoj opeci, kamenu i neobrađenom betonu. Ne smije se koristiti u podnožju fasade i u području prskanja vode gdje je preporučljivo koristiti isušujuće žbuke. Najčešće korištene žbuke za obnovu spomenika zbog svoje prionjivosti na podlogu, paropropusnosti, održavanju ugodne mikroklimе te lakoći izvedbe profilacija i obrade završne obloge su vapnene žbuke s prirodnim hidrauličnim vapnom ili belitom.

Toplinske žbuke

Svojim sastavom i smanjenom toplinskom provodljivošću (0,028 do 0,19 W/m·K) u odnosu na klasične žbuke, toplinske žbuke doprinose osiguravanju ugodne i zdrave mikroklimе u prostorima zgrada. Sastav, a time i toplinska provodljivost i ukupna debljina, variraju ovisno o izboru laganog agregata. Lagani agregat mogu biti granule plovućca, ekspandirane gline, perlita i vermikulita, piljevina, aerogel i dr.

Vapnene toplinske žbuke s agregatom vapna i ekspandiranog perlita s amorfnim aluminij silikatom mogu biti debljine 3 do 12 cm. Pri izvedbi većih debljina, toplinsku žbuku je potrebno nanositi u više slojeva od po 3 cm, i po potrebi armirati (mrežom od staklenih/grafitnih vlakana, juta). Može se nanositi na podloge poput opeke, betona i porobetona. Nije pogodna za fino zaglađene, debeloslojne (npr. štokane) ili rustikalne (npr. kehl špric) završne obrade površina koje se nanose tradicionalnim metodama, međutim suvremenom obradom (četkanje i sl.) mogu se dobiti željeni tradicionalni izgledi pročelja.

Toplinska žbuka na osnovi vapna s agregatom od aerogela, debljine 3 do 15 cm, ima iznimno povoljna toplinska i akustička svojstva i dugotrajno visoku vodoodbojnost. Paropropusna je i otporna na zidne alge, gljivice, plijesan, insekte, dimne plinove, UV zrake i druge atmosferilije te ne sadrži sivi cement. Toplinska provodljivost aerogel žbuke je otprilike 3 puta manja od klasičnih toplinsko-izolacijskih žbuka. Višestruko je skuplja u odnosu na klasične toplinsko-izolacijske žbuke. Toplinska žbuka na osnovi vapna s agregatom od aerogela debljine 5 cm ima težinu otprilike 10 kg/m² i znatno je lakša od klasične toplinsko-izolacijske žbuke iste debljine (50 kg/m²), što može imati veliki utjecaj na opterećenje postojeće nosive konstrukcije zgrade. Kao i perlitnu toplinsku žbuku, suvremenim tehnologijama moguće ju je obraditi da izgleda kao tradicionalna (štokana i sl.)

Aerogel

Aerogel je ekološki nano-izolacijski materijal sastavljen od zraka (90 do 98 %) i amorfnog silicij-dioksida, u praksi poznatog i kao kalijevo vodeno staklo ili silikat. Zbog svoje izrazito porozne mikrostrukture, molekule zraka ostaju zarobljene, čime se postiže ograničavanje prolaska topline. Eksperimentalni materijal iznimnih toplinsko-izolacijskih svojstava je otporan na vodu i habanje te je paropropusan, dobro prigušuje zvuk i može se reciklirati. Dostupan je u pločama i sendvič panelima. Zbog visoke cijene (višestruko skuplji od mineralne vune), primjenjuje se u tehnološkim postrojenjima, za tehničko i tehnološko uklanjanje nedostataka, za produljenje toplinskih mostova te za zahvate na postojećim zgradama graditeljske baštine.

VIP – Vakuumske izolacijske ploče

Vakuumske izolacijske ploče su nehomogene izolacijske ploče sastavljene od nano-porozne jezgre od pjenastog silicijevog dioksida (silike) vakumirane u višeslojnom metaliziranoj laminiranoj foliji. Jedne su najučinkovitijih toplinsko izolacijskih materijala, ali se rijetko koriste zbog visoke cijene, loše fleksibilnosti, a radi održavanja vakuuma, ne smiju se rezati ni bušiti. Izolacijska svojstva dva centimetra VIP ploča jednaka su 24 centimetra ploče ekspaniranog polistirena. Koriste se za izolaciju podova, terasa, vanjskih i unutarnjih zidova, a zbog male debljine i visoke učinkovitosti najčešće se koriste za zahvate na postojećim zgradama graditeljske baštine.

Porobetonske toplinsko-izolacijske ploče

Porobetonske ili kalcij-silikatne ploče su jednostavne za primjenu kao unutarnja toplinska izolacija zidova. Lijepe se na zaglađenu površinu zida i žbukaju tankoslojnim mortom. Porobetonske toplinsko-izolacijske ploče su negorivi, paropropusan materijal koji ne zadržava vlagu i isključuje mogućnost nastanka gljivica. Ne sadrži hlapljive organske spojeve, a zbog mineralnog sastava ne nadražuje dišne puteve.

Pjenasto staklo CG

Pjenasto staklo je paronepropusan materijal otporan na vlagu i vodu, ali nije otporan na smrzavanje. Primjenjuje se u podnožju zgrade u dodiru s tlom i kao toplinska izolacija zidova u tlu. Toplinska izolacija vrlo velike čvrstoće stoga može podnijeti konstrukcijska opterećenja.

Tankoslojne reflektirajuće izolacije

Tankoslojne reflektirajuće izolacije baziraju se na reflektiranju toplinskog zračenja. Unutar konstrukcije moraju biti odvojene (dilatirane) od ostalih slojeva građevnog dijela zračnim slojem s obje strane, pa su pogodne za kose ventilirane krovove i ventilirane fasade. Sastoje se od sloja aluminijske folije ojačane staklenim vlaknima, vodonepropusne membrane, punjenja visoke gustoće od staklenih vlakana i paropropusne aluminijske folije što je čini visoko paropropusnim te vodu i zrakonepropusnim materijalom. Najčešće se koriste kada je potrebna ušteda prostora (potrebna debljina toplinske izolacije višestruko manja u odnosu na druge vrste toplinske izolacije).

Perlit

Perlit je prirodni anorganski izolacijski materijal, koristi se u rasutom stanju, pločama ili se dodaje u sastav žbuke. Koristi se kao nasip za poravnanje u podovima i stropovima, kosim krovovima te kao izolacijski materijal u pločama između konstrukcija, izolacija jezgre zida, na fasadama i sl. Negoriv je, ne sadrži

otrovne hlapljive spojeve i teške metale, ne upija vlagu i otporan je na truljenje i propadanje. Preporučuje se u primjeni na zgradama kulturnog dobra.

Vermikulit

Vermikulit je prirodni anorganski materijal visoke toplinske i akustičke kvalitete. Koeficijent provodljivosti topline vermikulita ovisi o veličini frakcija i gustoći nabijanja. Zbog visoke vatrootpornosti, koristi se kao agregat vatrobetona ili morta poboljšanih toplinskih svojstava, u ekspaniranom stanju u pločama (toplinska izolacija dimnjaka, peći) ili u rasutom stanju. Zbog visoke razine higroskopnosti, prilikom postavljanja, potrebna je hidroizolacija u podu na tlu s donje strane, a u potkrovlju i paropropusna membrana s gornje strane. Za razliku od perlita, dulje zadržava vlagu, ali se ne deformira i ne mrvi pod vlastitom težinom.

Mineralna vuna MW

Mineralna vuna može biti kamena ili staklena, u obliku tvrdih ploča ili filca. Nije otporna na vlagu i vodu. Mineralnu vunu moguće je primjenjivati kao toplinsku izolaciju zida, poda i krova. Zbog visoke vatrootpornosti moguće ju je primjenjivati na pročeljima svih zgrada. U pročeljima se može kombinirati sa gorivim toplinsko-izolacijskim materijalima u svrhu sprječavanja ulaska vatre u fasadu (požarne barijere). MW je paropropusan materijal. U slučaju postave toplinske izolacije s unutarnje strane zida, potrebno je zaštititi MW paronepropusnim folijama (parna brana) u svrhu sprječavanja navlaženja materijala uslijed kondenzacije vodene pare u konstrukciji. Ploče mineralne vune moguće je nabaviti i u obliku lamela. Lamelle su povoljne za postavu na zaobljene površine građevnih dijelova.

Ekspanirani polistiren EPS / Ekspanirani grafitni polistiren EPS GO

Ekspanirani polistireni nisu otporni na vlagu i vodu. Također nisu kompatibilni s većinom sintetskih hidroizolacijskih traka pa je trake potrebno ugraditi s podložnim filcem ili predvidjeti sloj razdjelnog filca. EPS se kod zgrada sa statusom kulturnog dobra najčešće upotrebljava za toplinsku izolaciju poda i krova koji nisu izloženi vodi i vlazi.

Ekstrudirani polistiren XPS

Ekstrudirani polistireni otporni su na vlagu i vodu. Primjenjuju se u podnožju zgrade u dodiru s tlom, kao toplinska izolacija zidova i zaštita hidroizolacije u tlu, za toplinsku izolaciju konvencionalnih i obrnutih ravnih krovova, toplinsku sanaciju krovova, podove terasa, lođa, balkona. Također nisu kompatibilni sa većinom sintetskih hidroizolacijskih traka pa je potrebno ugraditi trake sa podložnim filcem ili predvidjeti sloj razdjelnog filca. XPS se najčešće primjenjuje kao toplinska izolacija poda, krova i podnožja zida gdje je potrebno osigurati i određenu nosivost (veću površinsku ili tlačnu čvrstoću) ili otpornost toplinske izolacije na vodu i vlagu, a najčešće za to. XPS vrlo slabo propušta vodenu paru.

Poliuretan PUR

Poliuretan se u zgradarstvu obično koristi u obliku ploča ili prskane izolacije i ima izvrsna toplinsko-izolacijska svojstva. Prskani PUR ima vrlo dobru prionjivost na većinu površina. Poliuretan slabo propušta vodenu paru. PUR ploče mogu biti laminirane aluminijskom folijom s jedne strane ili obostrano te su otporne na difuziju vodene pare. Otporan je na vrući bitumen. Primjeren je

za nedostupne i nepravilne plohe, gdje se izvodi prskanjem, i za sve pozicije izložene vodi i vlazi kao i XPS ploče.

Poliizocijanurat PIR

Termostabilni polimer, kemijskim sastavom sličan PUR-u. Ima bolju toplinsku stabilnost i otporan je na visoke temperature. Primjenjuje se u krovovima.

Pamuk

Pamuk je vlaknasti, organski, prirodni modificirani materijal, koji se primjenjuje u pločama ili rolama. Ima dobre toplinske izolacijske karakteristike. Za poboljšanje protupožarne otpornosti dodaju mu se borove soli.

Pluto

Ekspandirano pluto proizvodi se od kore hrasta plutnjaka pa se smatra prirodnim i obnovljivim materijalom. Čestice pluta povezuje se bitumenom ili drugim ljepilom, a otporne su na vlagu, gljivice, plijesan i glodavce. Koristi se kao toplinska i zvučna izolacija unutarnjih i vanjskih zidova, stropova i krovova te kao vibracijska izolacija uređaja u obliku ploča i u granulama. Zbog nedostatka stabala hrasta plutnjaka, cijena pluta je relativno visoka u odnosu na druge izolacijske materijale, zbog toga je i njegova primjena ograničena.

Konoplja

Konoplja je jedna od najstarijih poznatih industrijskih biljaka čija se vlakna mogu koristiti u funkciji prirodne organske izolacije. Brzo raste, žetva je moguća svaka 3 do 4 mjeseca, a proizvodnja iziskuje vrlo malen utrošak energije i nisku razinu emisije CO₂. Izrađuje se u obliku mekih ploča i rola, a koristi se za izolaciju krova, između rogova, izolaciju unutarnjeg zida, poda, vanjskog zida. Vlakna konoplje imaju jedinstvenu sposobnost upijanja i otpuštanja vlage čime povoljno utječu na mikroklimu prostora štiteći ga od plijesni, hlapljivih organskih spojeva i sl. Zbog svojstva upijanja vlage, toplinska izolacija konopljom nije pogodna za podrum i druge vlažne prostore.

Slama

Prirodan i obnovljiv materijal dobrih toplinskih i akustičkih svojstava. Gorivi je materijal, nema štetnih veziva i ne izaziva alergije. Koristi se u obliku prešanih bala ili građevinskih ploča od slame, a može se koristiti i kao lagani dodatak u drugim građevinskim materijalima – obično u proizvodima od gline ili u betonu. Izolacija od slame osigurava vrlo dobru regulaciju vlage u zgradi i doprinosi ugodnoj unutarnjoj klimi. Izolacijska moć raste sa stupnjem kompresije. Izolacija od slame uglavnom se koristi za toplinsku izolaciju laganih konstrukcija i to za unutrašnju i vanjsku izolaciju vanjskih zidova i kose ventilirane krovove. Tipično područje primjene su drveni okviri.

Ovčja vuna

Ovčja vuna je prirodni materijal koji se daljnjom obradom oblikuje u ploče i panele. Za poboljšanje vatrootpornosti dodaje se borova sol. Prilagođava se režimu ljeto-zima i kao i ostali prirodni materijali nije štetna za zdravlje. Ima svojstva slična mineralnoj vuni, u vlažnom zraku upija vlagu, a otpušta je kad je zrak suh. Izolacija od ovčje vune može se koristiti u podovima, krovovima, zidovima i kao izolacija cijevi.

Drvena vuna

Drvena vuna nastaje vezivanjem drvenih vlakana cementom. Ploče drvene vune su lagane i šupljikave, mogu se proizvoditi kao višeslojne u koje je integriran

sloj ekspandiranog polistirena ili mineralne vune – tzv. kombi ploče. Koriste se za izolaciju zidova i stropova, jednostavno se pile i buše. Dobra su podloga za žbuku. Tretiranjem drvene vune različitim anorganskim solima moguće je poboljšanje vatrootpornosti materijala.

Celuloza

Sitno mljeveni papir s dodatkom borove soli. Borova sol je prirodni mineral koji se dodaje za sprječavanje gorenja, te služi i kao insekticid i fungicid. Celuloza

ima odlične toplinske karakteristike, slične mineralnoj vuni. Celuloza je netopiva u vodi i organskim otapalima, može se reciklirati, a dobar je akustički izolator. Dobro podnosi vlagu te stvara prirodnu ravnotežu vlage i ugodnu mikroklimu prostorije. U požaru se ponaša kao masivno drvo – formira drveni ugljen vatrootpornosti F30-F90. Ugrađuje se u obliku: slobodnih čestica (upuhivanjem), vezanih čestica (špricanjem), filca (ručnom postavom) i ploča (ručnom postavom).

Završne obloge kontaktnih fasada

Na kontaktnim sustavima baziranim na svim vrstama toplinske izolacije moguće je izvesti teže fasadne obloge u pogledu mineralnih i kamenih žbuka te tankoslojnih (slip) opeka ili keramike. Fasadne obloge potrebno je izvesti prema uputama proizvođača sustava. Najčešće završne obloge ETICS sustava tankoslojne su silikatne i silikonske žbuke.

Tablica 4.1 Toplinsko izolacijski materijali: koeficijent toplinske provodljivosti λ ($W/(m \cdot K)$), reakcija na požar i faktor otpora difuziji vodene pare μ (-)^{59,60}.

<i>Materijal</i>	<i>λ ($W/(m \cdot K)$)</i>	<i>Reakcija na požar</i>	<i>μ (-)</i>
Perlit	0,043-0,055	A1	4 – 6
Vermikulit	0,04 – 0,07	A1	3 – 4
Toplinska žbuka (perlit)	0,13-0,17	A1	<15
Toplinska žbuka (aerogel)	0,028	A2	4 – 5
Ekspandirano pluto (ploče)	0,045-0,055	E	5-10
Konoplja	0,038 – 0,040	E	1 – 2
Slama (ploče)	0,045	E	1 – 2
Ovčja vuna	0,035 – 0,040	E	1 – 2
Pamuk (ploče / filc)	0,040	E	1 – 2
Drvena vuna (WW)	0,038 – 0,058	E	5
Celuloza (papirna vlakna)	0,038 – 0,040	E	2 – 3
EPS – Ekspandirani polistiren	0,032-0,042	E (B-s1,d0*)	40
EPS GO – Grafitni ekspandirani polistiren	0,032	E (B-s1,d0*)	40
XPS – Ekstrudirani polistiren	0,033 – 0,040	E (B-s1,d0*)	80-200
Porobetonski blokovi	0,150	A1	5-10
MW – Mineralna vuna	0,032 – 0,050	A1	1 – 2
Staklena vuna	0,035 – 0,050	A1, A2	1 – 2
CG – Pjenasto staklo	0,045-0,060	A1	∞
Porobetonske toplinske izolacijske ploče	0,043	A1	3
PUR – Poliuretan	0,023 – 0,040	D-E	60
PIR - Poliizocijanurat	0,023 – 0,040	C-E	50-100
Aerogel	0,005-0,021	A1	2-5,5
VIP – Vakuumske izolacijske ploče	0,005-0,02	A2	∞

* Klasificirana reakcija na požar unutar kontaktnog sustava zaštićenog tankoslojnom žbukom (ETICS) ili ≥ 5 cm negorivog materijala (plivajući pod)

Kod korištenja gorivih toplinskih izolacija potrebno je obratiti pozornost na postavljanje požarne barijere od negorive toplinske izolacije na fasadi i o završnim oblogama, prema zahtjevima zaštite od požara, o čemu je, osim u važećim propisima, detaljno pisano i u Priručnicima za zaštitu od požara Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu^{61,62}.

Pravilno rješavanje toplinskih mostova

Fizikalno najispravniji način energetske obnove zida postavom je toplinske izolacije s vanjske strane zida. Na taj način postiže se najispravniji fizikalni proces u konstrukciji i minimizira se utjecaj toplinskih mostova. Prilog D u TPRUETZZ prikazuje pravilan način izvedbe detalja u pogledu sprječavanja nepovoljnih utjecaja toplinskih mostova. Preporuča se da se prilikom energetske obnove, ukoliko je moguće, svi toplinski mostovi u maksimalnoj mjeri izvedu u skladu s Prilogom D u TPRUETZZ. U slučaju kada se toplinska izolacija izvodi s unutarnje strane zidova potrebno je napraviti provjeru toplinsko-difuznih

⁵⁹ M. Jelčić Rukavina, M. Carević, Z. Veršić, Sigurna uporaba toplinsko-izolacijskih materijala u građevinama s aspekta zaštite od požara, 2020.

⁶⁰ M. Jelčić Rukavina, nZEB u obnovi / TRESS, Tehnička rješenja za energetske i statičku sanaciju zgrada, Sigurna uporaba toplinsko-izolacijskih materijala u građevinama s aspekta zaštite od požara - prikaz priručnika

⁶¹ https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Sigurna_uporaba_TIM_s_aspekta_ZOP-a_Jelcic_Rukavina_Carevic_Versic.pdf

⁶² https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Zastita_procelja_zgrada_od_požara_Jelcic_Carevic_Banjad.pdf

karakteristika zida kako ne bi došlo do građevinske štete u vidu nastanka kondenzacije ili uvjeta povoljnih za nastavak gljivica. Također, potrebno je posvetiti pozornost rješavanju toplinskih mostova i minimiziranju njihova nepovoljnog utjecaja. Neka specifična rješenja, koja uključuju postavu toplinske izolacije s unutarnje strane, prikazana su u sklopu mjera u nastavku.

U slučaju nemogućnosti postavljanja toplinske izolacije s vanjske strane zida, potrebno je razmotriti primjenu toplinskih žbuka zbog mogućnosti pojave smrzavanja konstrukcije zimi, osobito u slučaju postavljanja sloja toplinske izolacije s unutarnje strane zida. U navedenom slučaju toplinska izolacija sprječava prolaz topline iz unutarnjeg prostora zgrade do konstruktivnog (nosivog) dijela zida što može dovesti do oštećenja (mogućnosti stvaranja i širenja pukotina u zidovima).

Izolacijski materijali s organskim sastojcima mogu emitirati hlapljive spojeve. Plastični izolacijski materijali mogu prvenstveno emitirati monomere u unutarnji zrak. Iako do sada nije bilo dokaza da izolacijski materijali izrađeni od PUR/PIR emitiraju relevantne koncentracije izocijanata u unutarnji zrak, u slučaju polistirenskih izolacijskih materijala (EPS, XPS), otkrivene su relevantne emisije stirena. Glavne zdravstvene opasnosti koje donosi stiren uključuju neurotoksične učinke, posebno na središnji živčani sustav (npr. nedostaci pamćenja, neurološki simptomi, oštećenje vida u boji), a prema nekim pouzdanim studijama vjerojatno i kancerogene učinke. Izolacijski materijali s vezivima koja sadrže formaldehid (npr. izolacijski materijali od mineralne vune) također mogu emitirati formaldehid. Kako bi se spriječili i izbjegli dugoročni učinci na zrak u zatvorenom prostoru zbog hlapljivih organskih spojeva (VOC), izolacijski materijali koji se ugrađuju okrenuti prema unutrašnjosti moraju biti materijali s niskom emisijom hlapljivih organskih spojeva. (HRN EN 13162:2015 – HRN EN 13171:2015).⁶³ Preporuča se s unutrašnje strane staviti mineralnu vunu, zaštićena PE/PEHD folijom i gipskartonskim pločama ili porobetonске blokove. Mineralna vuna je organski materijal, porozan na vlagu te je stoga podložan stvaranju gljivica. Kako bi se spriječio prodor vlage do nosive konstrukcije, potrebno je na mineralnu vunu s toplije strane postaviti parnu branu te gipskartonske ploče na potkonstrukciji, što znatno otežava izvedbu. Druga opcija su porobetonски blokovi, koji ne emitiraju nikakve štetne supstance kao što je VOC i sprječavaju zadržavanje vlage te time osiguravaju ugodnu mikroklimu.

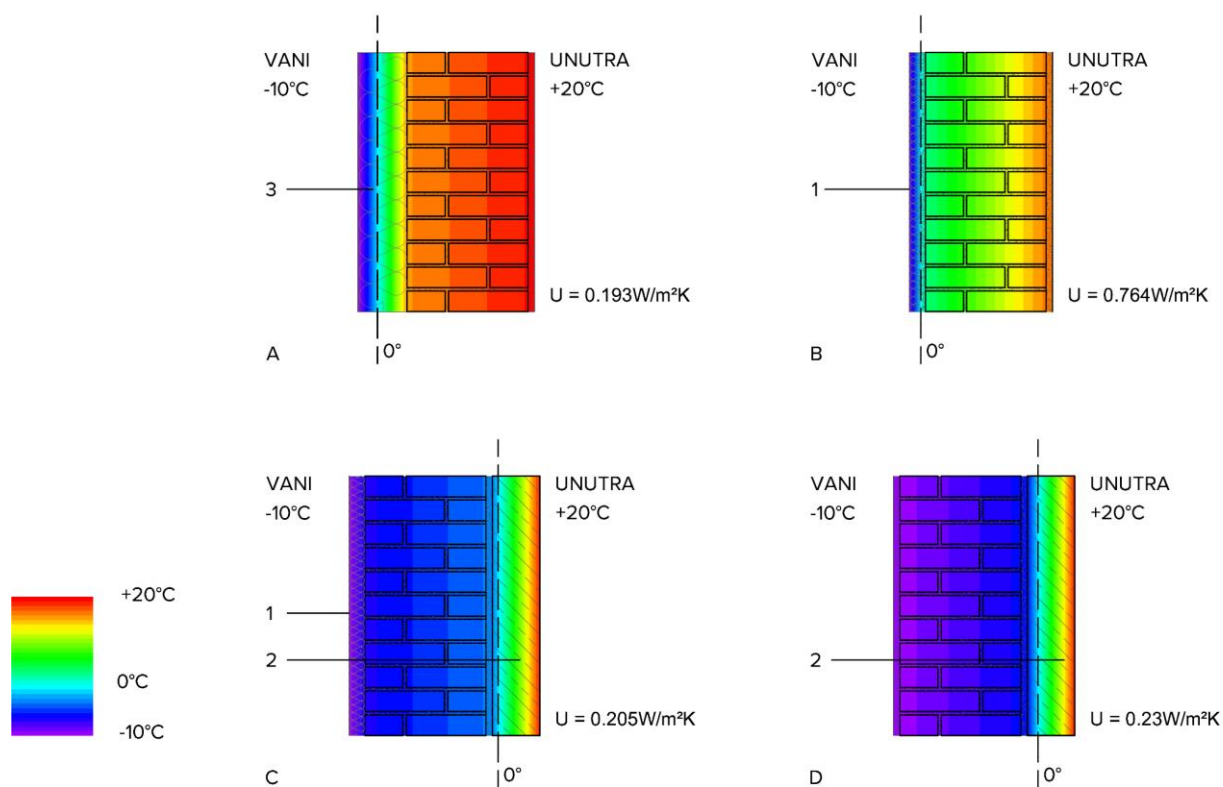
Kod primjene mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora obavezno treba koristiti provjerene sustave proizvođača s dokazima o sukladnosti i angažirati izvođače s adekvatnim referencama.

⁶³ https://www.baubook.at/m/PHP/Kat.php?SW=16&lng=2&coming_from=oebox99&ST=35&SK_single=28022&win=y

4.4.1. MJERA 1. – Toplinska izolacija s vanjske strane vanjskih zidova

Vanjski zidovi većine zgrada sa statusom kulturnog dobra izvodili su se od opeke ili kamena čije su debljine varirale od 25 do 80 cm. Vanjski zidovi su zadovoljavali osnovne uvjete nosivosti i stabilnosti, a ulogu toplinske izolacije preuzimala je debljina zida (ili eventualno nasip unutar kamenog zida). Pojam uštede energije u vrijeme građenja tih građevina nije bio od značaja. Kroz zidove se gubio znatan dio toplinske energije prostora koji su se zagrijavali. Zahtjevi zagrijanosti prostora bili su za današnje pojmove nezamislivi. Grijali su se (na niže temperature nego danas) samo dijelovi zgrade u kojima se stalno boravilo, a ostali dijelovi su se minimalno ili se najčešće nisu grijali. Prostori su se zagrijavali pećima čije je isijavanje topline bilo znatno više nego današnjih sustava zagrijavanja prostora. Sve navedeno je nedovoljno izolirani presjek pregrade toplinski osiguravalo od pojave kondenzata i ostalih građevinskih šteta.

Prilikom energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra, preporuča se, kad i gdje god je to moguće, postaviti toplinsku izolaciju s vanjske strane zida. Navedeni postupak je fizikalno najispravniji s obzirom na poroznost zidova, energetske učinkovitost, zaštitu konstrukcije i CO₂ otisak zgrade. Prilikom predlaganja mjere postavljanja toplinske izolacije s vanjske strane vanjskih zidova potrebno je provjeriti konzervatorske uvjete s obzirom da vanjska fasada na zgradama sa statusom kulturnog dobra često predstavlja vrijedan povijesni element. S vanjske strane zidova, osim toplinske izolacijske ploče, moguće je postavljanje toplinske žbuke. Mjera postavljanja izolacije s vanjske strane vanjskih zidova štiti nosivu konstrukciju od smrzavanja, sprječava pojavu neželjenog kondenzata i stvaranja okruženja za razvoj mikroorganizama i gljivica na unutarnjoj strani zida (što je moguća neželjena posljedica neadekvatnog postavljanja toplinske izolacije s unutarnje strane zida) (Slika 4.7).



Slika 4.7 Granica smrzavanja i koeficijent prolaska topline pri različitim rješenjima toplinske zaštite vanjskog zida.

- 1 toplinska žbuka
- 2 porobetonske ploče
- 3 mineralna vuna

A: mineralna vuna s vanjske strane zida,

B: toplinska žbuka s vanjske strane zida,

C: toplinska žbuka s vanjske i porobetonske ploče s unutarnje strane zida,

D: porobetonske ploče s unutarnje strane zida.

Specifičnosti izvedbe toplinske izolacije s vanjske strane vanjskog zida

Ploče toplinske izolacije postavljaju se na vanjsku površinu zida i najčešće štite žbukom. Ploče se za postojeću podlogu lijepe i dodatno mehanički učvršćuju najčešće plastičnim pričvrstnicama, a s vanjske strane štite se laganim rabiciranim žbukama u debljini približno 2 - 3 cm ili tankoslojnim armiranim slojevima (cementni mort s dodacima, umjetne smole) debljine približno 4-5 mm. U oba slučaja izvodi se i završni sloj žbuke koji se prilagođava strukturi postojeće žbuke. Slabu točku ovih sustava predstavljaju na udarce nedovoljno otporni uglovi, koji su mjesta nastanka prvih pukotina. Da bi se opterećenje udaraca prenijelo na što veću površinu, uglovi se dodatno ojačavaju armiranjem. Osim opisanog sustava toplinske izolacije moguća je i izvedba sloja toplinske žbuke koji se nanosi na očuvanu postojeću žbuku ili na zid nakon skidanja postojeće žbuke. Pravilo nalaže da bi uvijek trebalo prije izvedbe toplinske žbuke otući postojeću žbuku. Toplinska žbuka sastoji se od podložne žbuke s poboljšanim toplinsko izolacijskim svojstvom i mineralne završne žbuke, koja služi kao mehanička zaštita i zaštita od oborina. Žbuke (obične ili toplinske) trebale bi biti paropropusne i u zoni prskanja (uz tlo) vodoodbojne.

Sloj toplinske izolacije potrebno je izvesti na način da se osigura kontinuitet toplinske zaštite zida, pri čemu je osobitu pozornost potrebno posvetiti detaljima izvedbe oko otvora. Moguća su i kombinirana rješenja postavljanja sloja toplinske izolacije i s vanjske i s unutarnje strane zida (ovisno o situaciji u određenoj zgradi). Pri spomenutim rješenjima potrebno je voditi računa o pravilnom rješavanju i minimiziranju nepovoljnih utjecaja toplinskih mostova.

Kondenzacija

Kondenzacija na zidovima česti je uzrok građevinske štete kod starijih građevina. Tanki zidovi od opeke, kao i kameni zidovi, loši su toplinski izolatori i intenzivno propuštaju toplinu, što utječe na pojavu kondenzacije u zimskim mjesecima prilikom zagrijavanja unutarnjih prostora (zimsko kondenzacija).⁶⁴ Zidovi izrazito velike mase (npr. podrumski zidovi) ostaju hladni i u toplijim ljetnim mjesecima, što također dovodi do pojave kondenzacije (ljetna kondenzacija). Rizik pojave kondenzacije povećava se uslijed nepravilnog korištenja prostora ili nepoštivanja građevinsko fizikalnih zakonitosti kod energetske obnove.

Da bi izbjegli pojavu kondenzacije, unutar presjeka pregrade ili na njezinoj površini, treba smanjiti ili spriječiti uzroke, odnosno potrebno je:

- smanjiti vlažnost zraka u prostoriji,
- povišiti temperaturu građevne konstrukcije,
- spriječiti prolaz vodene pare kroz konstrukciju.

Za sprječavanje ovih uzroka potrebno je iskustvo i točna analiza postojećeg stanja.

Vlažnost zraka u prostoriji, najčešće uvjetovana korištenjem, može se smanjiti i tehničkim uređajima. Povećanje temperature obodnih pregrada ili spojeva elemenata koja su potencijalna mjesta nastanka kondenzacije može se riješiti dodatnim toplinsko izolacijskim slojevima ili laganim zagrijavanjem površine.⁶⁵

⁶⁴ Ako su vanjske pregrade (zidovi) grijanih prostorija nedovoljno toplinski izolirane, njihove će unutarnje plohe biti relativno hladne. U kontaktu s hladnim zidovima vodena će se para iz zraka kondenzirati, odnosno orositi će se zidne plohe.

⁶⁵ Zagrijavanje zidova može biti izvedeno u punoj površini pregrade i služiti kao sustav grijanja prostora (zidno grijanje) ili samo na kritičnim mjestima gdje postoji opasnost pojave kondenzata (uglovi i spojevi pregrada). Kod zidnih grijanja zidovi djeluju kao isijavajuća grijača tijela velikih površina. Ovisno o toplinskim potrebama i veličini zida, površine se zagrijavaju na temperaturu cca 25 do 35°C.

4.4.2. MJERA 2. – Toplinska izolacija vanjskih zidova oblikovanog pročelja

Vanjski zidovi oblikovanog pročelja kod zaštićenih zgrada sudjeluju u arhitektonskom oblikovanju kulturnog dobra i svjedoče o graditeljskim i estetskim dosezima vremena u kojem su nastali. Stoga je od iznimne važnosti, prilikom obnove, ne narušiti elemente koji doprinose jedinstvenom izgledu zgrade. Pročelja oblikovana arhitektonskom plastikom najčešće nije moguće obnoviti oblaganjem izvana. Osim toga, kod određenog broja zgrada sam je materijal završne obloge pročelja od iznimne vrijednosti u ostvarenju statusa kulturnog dobra, pa se on prilikom obnove teže može mijenjati nekim drugim materijalom ili sustavom.

Geometrija pročelja, odnos vanjskog zida i otvora na pročeljima (puno-prazno), pozicija otvora u odnosu na vanjski zid (uvučeno ili u vanjskoj ravlini pročelja), odnos pročelja i krova, oblikovanje krova i odnos proporcija svih dijelova koji sudjeluju u oblikovanju vanjskog izgleda zgrade predstavljaju elemente koji doprinose jedinstvenom i karakterističnom izgledu zgrade te ih je nužno sačuvati zbog utvrđenih vrijednosti. U slučajevima kada je mjera povećanja toplinske zaštite oblaganjem s vanjske strane zidova zgrada s konzervatorskog stajališta neprihvatljiva zbog utvrđenih vrijednosti i stupnja zaštite, predlaže se obnova zidova poboljšanim pristupom vraćanja u izvorno stanje, uz moguću primjenu temperiranja zidova, primjenu toplinske žbuke s vanjske strane, postavljanje sloja toplinske izolacije s unutrašnje strane i žbukanjem vapnenom žbukom, postavu kamene obloge s vanjske strane zida, primjenu različitih kombinacija ili slično. U dogovoru s konzervatorima, nije isključena ni primjena najsuvremenijih metoda i izolacijskih materijala koji podržavaju utvrđena svojstva kulturnog dobra. Osim svega navedenog, potrebno je voditi računa o utjecaju opisane mjere na građevni pravac⁶⁶ te po tom pitanju provjeriti odredbe nadležnog prostornog plana.

⁶⁶ Građevni pravac jest obvezni pravac kojim se određuje položaj građevine na građevnoj čestici na način da se duž njega gradi najistaknutiji dio pročelja građevine (dio građevine ili najmanje 2 najistaknutije točke).

4.4.3. MJERA 3. – Toplinska izolacija s unutarnje strane vanjskih zidova

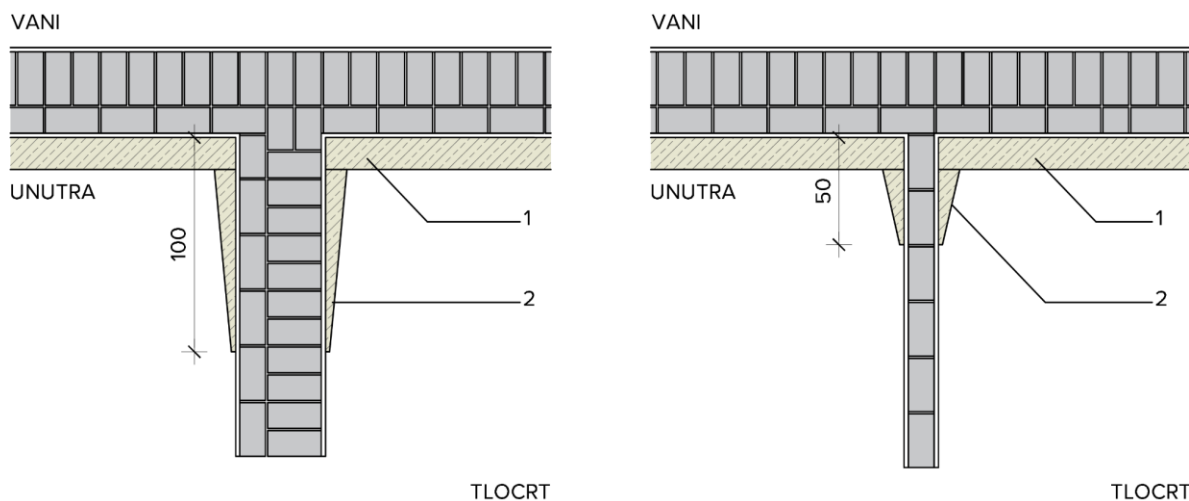
U pojedinim slučajevima neće biti moguća izvedba slojeva toplinske izolacije s vanjske strane vanjskih zidova te će se ista morati postaviti s unutarnje strane nosivih zidova. Sloj toplinske izolacije postavljene na unutarnjoj površini masivnog zida od opeke ili kamena može umanjiti mogućnost akumulacije topline zida (jer prilikom grijanja toplina ne dolazi do nosive konstrukcije zida) odnosno može prouzročiti pojavu kondenzata.

Kod postave toplinske izolacije na unutarnjoj površini zida postićemo poboljšanje toplinske izolacijske vrijednosti zida, ali značajno mijenjamo toplinski tok u zidu. Osnovni nosivi zid postaje hladniji te je potrebno voditi računa o mogućem smrzavanju osnovne nosive konstrukcije (i eventualnoj pojavi pukotina) ili instalacija u zidu.

U slučaju kada se toplinska izolacija izvodi s unutarnje strane zidova potrebno je napraviti provjeru toplinsko-difuznih karakteristika zida kako ne bi došlo do građevinske štete u vidu nastanka kondenzacije ili uvjeta povoljnih za nastanak gljivica. Također, potrebno je posvetiti pozornost rješavanju toplinskih mostova i minimiziranju njihova nepovoljnog utjecaja.

Kod postave toplinske izolacije na unutarnjoj strani zida ne eliminiramo toplinske mostove na vezama vanjskog zida s unutarnjim pregradama pa se ovi spojevi dodatno toplinski izoliraju kako bi izbjegli naknadne neugodnosti (pojava plijesni) (Slika 4.8). Naknadna pojava šteta može se očekivati i na spoju drvenih dijelova (grede stropova, ...) koje prodiru kroz sloj toplinske izolacije i nalaze se u zoni pojave kondenzata, odnosno vlage, koja ih oštećuje. Slični problemi javljaju se i na spoju toplinske izolacije i prozorskog okvira.

- Toplinska izolacija
1. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane zida
 2. Produljenje toplinskog mosta



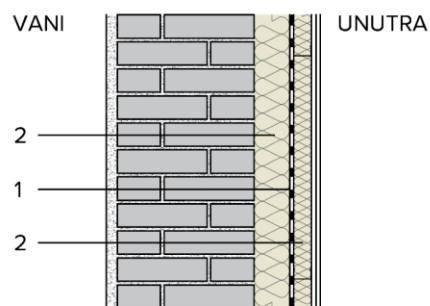
Slika 4.8 Primjeri rješavanja toplinskih mostova u slučajevima toplinske izolacije s unutarnje strane vanjskih zidova: spoj unutarnjeg nosivog zida (lijevo) i unutarnjeg pregradnog zida (desno).

Porobetonске ili kalcij-silikatne ploče jednostavne su za primjenu kao unutarnja toplinska izolacija zidova. Paropropusne su, ne zadržavaju vlagu pa je isključena mogućnost nastanka gljivica. U slučaju postavljanja ploča mineralne vune (MW) s unutarnje strane zida potrebno je izvesti zaštitu paronepropusnim

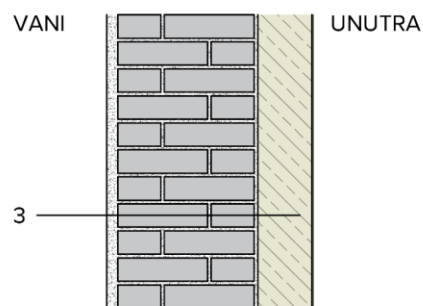
folijama (parna brana) u svrhu sprječavanja navlaženja materijala uslijed kondenzacije vodene pare u konstrukciji (Slika 4.9).

Toplinska izolacija

1. Parna brana
2. Toplinska izolacija - MW
3. Toplinska izolacija - porobetonske ploče



Toplinska izolacija s unutarnje strane zida - mineralna vuna



Toplinska izolacija s unutarnje strane zida - porobetonske ploče

Slika 4.9 Primjeri postavljanja toplinske izolacije s unutarnje strane vanjskih zidova: mineralna vuna s parnom branom (lijevo) i porobetonske ploče (desno).

Posebnu pozornost treba posvetiti izvedbi parne brane na unutarnjoj strani toplinske izolacije. Parna brana mora biti kontinuirana s potpuno nepropusnim spojevima jer u protivnom postoji opasnost od stvaranja kondenzacije u presjeku pregrade, odnosno u sloju toplinske izolacije. Kao završnu oblogu sa strane unutrašnjeg prostora treba koristiti materijale koji imaju sposobnost upijanja vlage iz zraka (npr. gips ploče) ili porobetonske obloge. Unutarnji završni premazi ne smiju ometati upijanje vlage.

Kod sanacije građevina pod zaštitom postoje slučajevi kada iz razloga nemogućnosti postave izolacije na vanjskoj površini zida, kao i nemogućnosti povećanja debljine zida prema unutarnjem prostoru za debljinu toplinske izolacije i obloge, odnosno iz razloga izrade profilacija unutarnje površine zida koristimo mineralnu toplinsku žbuku na unutarnjoj površini zida. Ovim načinom možemo djelomično unaprijediti toplinsku izolacijsku vrijednost zida i umanjiti toplinske gubitke. Toplinsko difuznim proračunom potrebno je provjeriti dozvoljenu debljinu unutarnje toplinske žbuke, a da ne dođe do stvaranja neželjene količine kondenzata u presjeku vanjskog zida.

4.4.4. MJERA 4. – Brtvljenje, popravak ili zamjena postojećih prozora i vrata

Vanjska stolarija sastavni je dio oblikovanja pročelja i bitno određuje karakter i svojstva kulturnog dobra pa je potrebno raditi na njezinu očuvanju i obnovi kad je to moguće, s obzirom na zatečeno stanje stolarije. Vanjsku stolariju potrebno je redovito održavati popravcima i djelomičnim zamjenama dotrajalih dijelova, a poboljšanja energetske učinkovitosti vrijedne postojeće stolarije rješavati adekvatnim zahvatima koji neće znatno utjecati na izgled stolarije i integritet zgrade (popravkom, brtvljenjem i zamjenom stakala IZO staklima, vakuumskim staklima ili sličnim – kad je to moguće) ili dopunom novim dijelovima. Ukoliko spomenuto zbog dotrajalosti nije moguće, potrebna je zamjena stolarije novom, u skladu s postojećom, ali s boljim energetske svojstvima. Za svaki predviđeni zahvat nužno je procijeniti prihvatljivost s konzervatorskog gledišta, tehničku izvodljivost i njegovu opravdanost. Na temelju vrednovanja stolarije moguće je uvoditi energetska poboljšanja unošenjem novih materijala i elemenata.

Kod niže valoriziranih zgrada vanjska je stolarija jednostavnija, ali trebala bi biti primjerena zgradi i u tom smislu potrebno ju je i obnoviti, dopuniti ili ponoviti po uzoru na zatečenu uz povećanje energetske učinkovitosti (brtvljenje, dodavanje IZO stakala, vakuumskih stakala, itd.). Ako je ipak nužna zamjena vanjske stolarije, potrebno je uskladiti oblikovanje primjereno cjelovitoj vanjštini zgrade s unaprjeđenjem energetske učinkovitosti. Prozori, kao i ostali otvori na starim građevinama, izvedeni su uglavnom s drvenim okvirom. Prozori su bili ustakljeni s jednim staklom po krilu. Ugrađivali su se uglavnom jednostruki odnosno klasični dvostruki prozori s dva krila na razmaku većem od 10 cm. Svako od ova dva krila bilo je ustakljeno s po jednim staklom. Vrata su se izvodila uglavnom s drvenim okvirom i drvenim vratnim krilom. Težina vratnog krila od punog drveta vremenom uzrokuje pomak vratnog krila (ovješanje) u odnosu na izvornu poziciju što rezultira nedovoljnim brtvljenjem vrata i okvira, odnosno vratnih krila međusobno kod dvokrilnih vrata, što za posljedicu ima velike gubitke topline kroz spojeve. Vremenom dotrajali donji dijelovi vanjskih vrata, koji su najugroženiji dio vrata prilikom oborina, predstavljaju opasnost i za ulaz vode u unutarnji prostor građevine.

Kod prozora i vrata susrećemo se s dva načina gubitka topline. Prvi način su transmisijski gubici koji se ostvaruju prolazom topline kroz krilo i okvir, a drugi način su ventilacijski gubici do kojih dolazi protokom zraka kroz nedovoljno zabrtvljene spojeve između okvira i krila, odnosno između okvira i zida. Jednostruki prozori imaju relativno visoke transmisijske gubitke topline i njihov utjecaj na nepovoljnu toplinsku bilancu zgrade izuzetno je velik. Prolaz topline kroz prozor smanjuje se s brojem staklenih ploha i s većim razmakom između njih. Izuzetno povoljne vrijednosti postižu dvostruki klasični prozori s dva krila i zračnim međuslojem od približno 10 cm.

Na jednostrukoj stolariji moguće je razmotriti ugradnju novih (dodatnih) dijelova stolarije s unutarnje strane otvora, oblikovno usklađenih s postojećom stolarijom i značajkama interijera (krila, vjetrobrana i sl.), uz neizostavnu obnovu postojeće vanjske stolarije u izvornom obliku.

Kod dvostruke stolarije moguće je energetske unaprijediti dijelove stolarije zamjenom postojećeg jednostrukog stakla IZO ili vakuumskim staklom. Ako se IZO ili vakuumsko staklo ugradi samo na unutarnje krilo prozora, a spoj

vanjskog krila i doprozornika potpuno zabrtvi, između vanjskog i unutarnjeg dijela stolarije, prozorskih krila, može doći do pojave kondenzacije i građevinske štete. Stoga je od iznimne važnosti omogućiti provjetravanje zračnog međusloja, a to se postiže nebrtvljenjem preklopa vanjskog krila i doprozornika, ostavljanjem otvora u doprozorniku ili otvorima na spoju zida i vanjskog dijela doprozornika. Potrebno je izvesti kvalitetno brtvljenje preklopa unutarnjeg krila i doprozornika kao i paronepropusno brtvljenje spoja unutarnjeg krila i zida.

Do kraja 20. stoljeća, reške između doprozornika i prozorskih krila izvodila su se bez brtvi. Drveni prozori s vremenom se više ili manje vitopere i reške postaju glavni izvor neželjene infiltracije. Danas su dostupne brtve koje se mogu ugrađivati na postojeće prozore lijepljenjem ili urezivanjem u prozorsko ili vratno krilo. Ova mjera cilja samo ventilacijske gubitke (Tablica 4.2). Osim mjere brtvljenja preklopa i spojeva preporuča se i popraviti oštećeni kit na prozorima, obnoviti i popraviti okov te zabrtviti spojeve između doprozornika i zida.

Tablica 4.2 Doprinos mjere brtvljenja reški postojećih prozora i vrata u smanjenju specifične godišnje potrebne energije za grijanje $Q''_{H,nd}$.

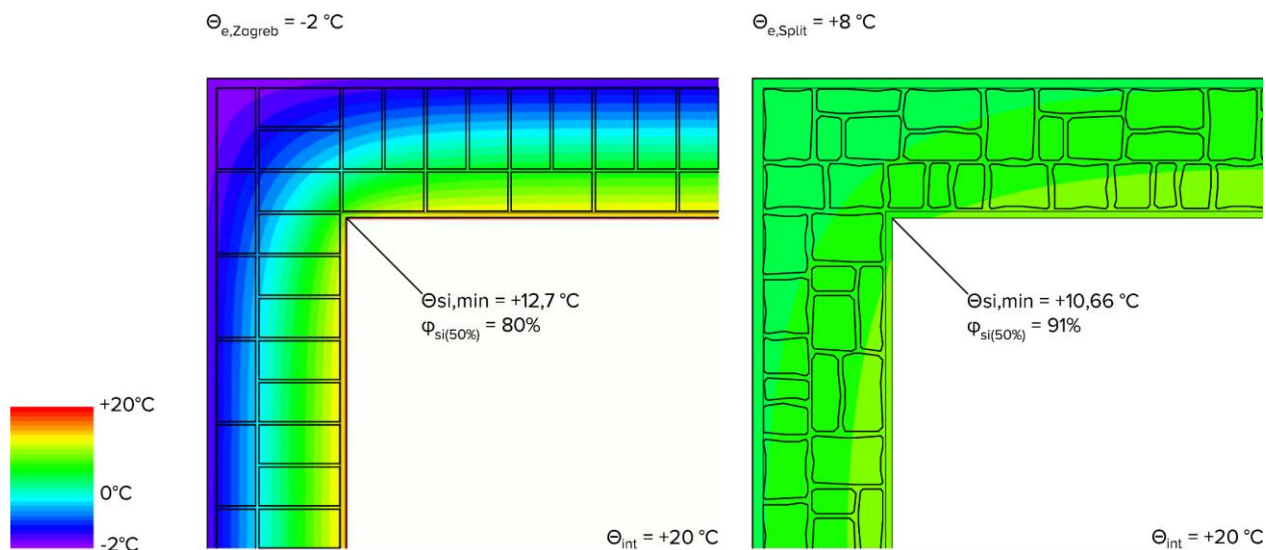
Mjera 4. Brtvljenje reški	$Q''_{H,nd}$ (kWh/(m ² ·a))		Ušteda
	Prije	Poslije	
Kontinentalna Hrvatska (Zagreb)	241,90	207,72	14 %
Primorska Hrvatska (Split)	146,84	118,96	19 %

Opasnost od stvaranja gljivica i plijesni

Prozori na starim zgradama ne ostvaruju dovoljnu razinu brtvljenja, stoga u zgradi konstantno postoji izmjena zraka. Stalna izmjena zraka znači toplinske gubitke, ali također znači da se stalno odvodi vlaga koja nastaje korištenjem prostora. Iz tog razloga stare zgrade rijetko imaju problem s vlagom i gljivicama (u stambenim prostorima i etažama iznad razine tla).

Razvoj plijesni ovisi o vrsti, temperaturi, podlozi i trajanju povoljnih uvjeta. Za razvoj većine plijesni u zgradama potrebna je relativna vlažnost veća od 75 % i približno 48 sati povoljnih uvjeta. Na površini građevnih dijelova relativna vlažnost od 80 % smatra se graničnom vlagom za nastanak plijesni. Ukoliko na zgradi provedemo mjere koje ciljaju ventilacijske gubitke (brtvljenje reški ili zamjena otvora), možemo očekivati znatno veće razine vlage u interijeru. Kada topao i vlažan zrak dođe u dodir s hladnom površinom (npr. neizoliranog zida), na toj površini nastat će povoljni uvjeti za nastanak gljivica.

Kameni zid puno bolje provodi toplinu od opeke, stoga su temperature na unutarnjoj i vanjskoj površini kamenog zida gotovo jednake. Također, zbog dobre provodljivosti topline, odnosno loših toplinsko-izolacijskih svojstava, na unutarnjoj površini kamenog zida temperature će biti nepovoljnije (niže) unatoč višoj vanjskoj temperaturi (npr. u primorju) (Slika 4.10).



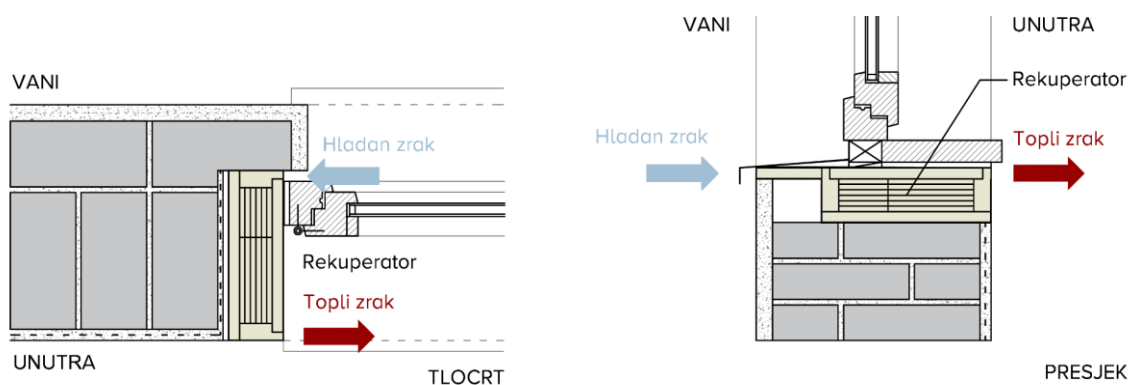
Slika 4.10 Pri unutarnjoj temperaturi od 20 °C i relativnoj vlažnosti 50 %, na neizoliranom zidu u kontinentalnoj klimi (lijevo) i primorskoj klimi (desno) nastati će povoljni uvjeti za nastanak gljivica.

Višestruko smanjenje broja izmjena zraka dovodi do nekvalitete zraka u prostoriji, te do povećanja vlage zraka što za posljedicu ima i drugu štetu. Korisnici prostora u kojima se ne ostvaruje dovoljna izmjena zraka često otvaraju prozore kako bi obogatili unutarnji zrak kisikom, te na taj način ostvaruju nekontrolirani gubitak topline.

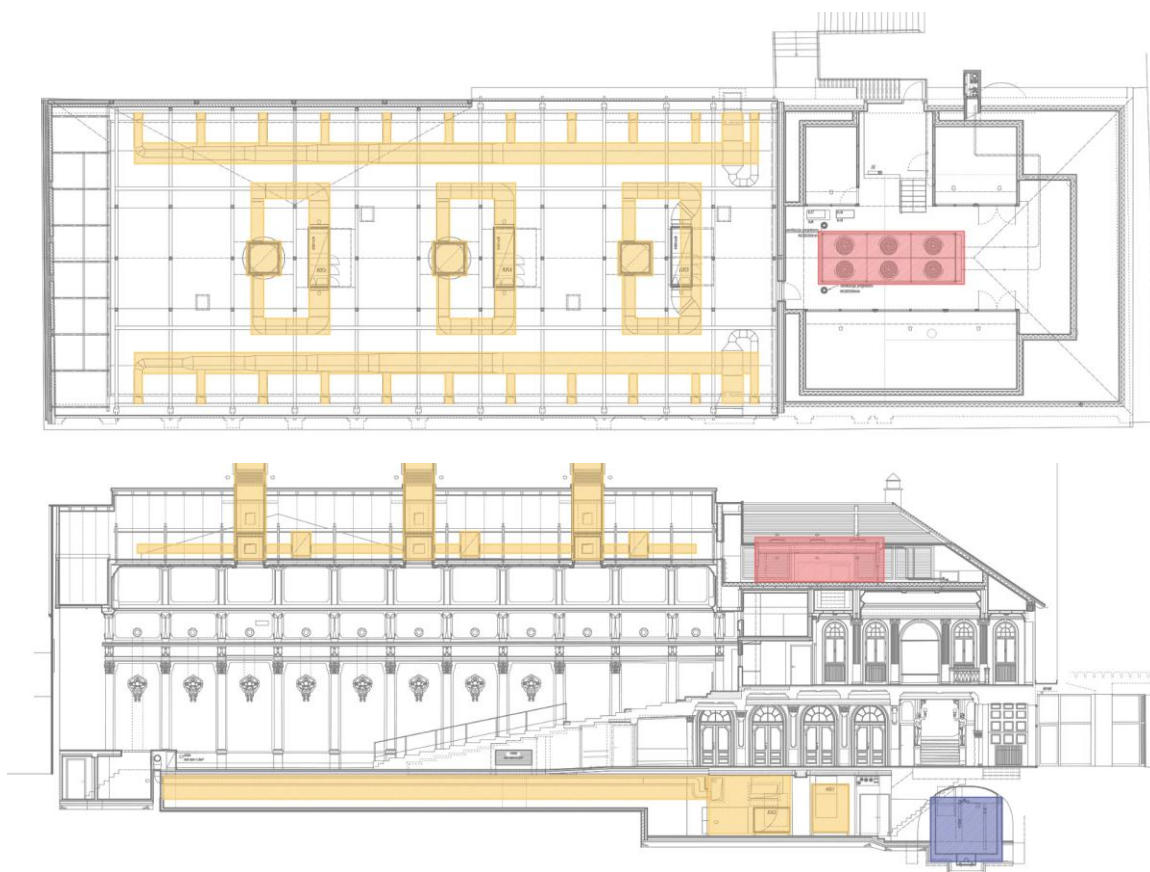
Mjere brtvljenja, popravka ili zamjene prozora umanjiti će protok zraka kroz zgradu i na taj način rezultirati većim razinama vlage u interijeru.

Brtvljenje, popravak ili zamjenu prozora potrebno je provesti s mjerom toplinskog izoliranja ovojnice ili mehaničkim putem osigurati dovoljan broj izmjena zraka.

Najsigurniji način regulacije vlage u unutarnjem prostoru je putem prisilne ventilacije upravljane CO₂ osjetnicima i osjetnicima vlage. Takav način regulacije ujedno rezultira i uštedama u pogledu gubitka topline i pomoćne energije za rad ventilacijskih uređaja. Prisilna ventilacija detaljno je obrađena u kasnijim poglavljima, a u nastavku su prikazani primjeri ugradnje sustava ventilacije bez narušavanja vanjskog izgleda zgrade. Slika 4.11 prikazuje decentralizirane uređaje za pojedinačne prostorije koji se ugrađuju u špaletu prozora. Zrak se usisava i ispuhuje kroz rešku između prozora i fasade ili ispod prozorske klupčice. Slika 4.12 prikazuje ugradnju ventilacijske komore velikog kapaciteta u tavanjski prostor.



Slika 4.11 Ugradnja decentraliziranih jedinica prisilne ventilacije s povratom topline (rekuperacijom) uz prozor. Rekuperatorska jedinica je sakrivena unutar špalete ili ispod prozorske klupčice i nije vidljiva na pročelju.



Slika 4.12 Primjer ugradnje klima komore velikog kapaciteta u tavanški prostor; tlocrt potkrovlja, uzdužni presjek.

U slučaju nužne zamjene izvorne vrijedne stolarije, zbog lošeg stanja i utvrđene nemogućnosti popravka, potrebno je predvidjeti izradu nove stolarije po uzoru na zatečenu uz moguća poboljšanja koja neće utjecati na njezine vrijednosti, kao što su energetska i druga poboljšanja (s IZO staklom, vakuumskim staklom, rješavanjem toplinskih mostova, smanjenjem zrakopropusnosti, itd.). Okove, kao bitan i prepoznatljiv dio stolarije potrebno je sačuvati, a ukoliko je nužna zamjena zbog lošeg stanja, izraditi ih prema zatečenim.

Suvremena ostakljenja i prozori nekoliko su puta bolji u pogledu toplinsko-izolacijskih svojstava u odnosu na stare prozore. Stari, jednostruki prozori, imaju koeficijent prolaska topline $U_w > 5.0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, dok suvremeni prozori mogu postići $U_w < 1.0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Gubitak topline kroz prozor prvenstveno ovisi o odabiru ostakljenja (u manjoj mjeri ovisi i o materijalu i tipu okvira prozora) (Tablica 4.3).

Tablica 4.3 Doprinos mjere zamjene prozora i/ili ostakljenja u smanjenju specifične godišnje potrebne energije za grijanje $Q''_{H,nd}$.

Mjera 4. Zamjena prozora i/ili ostakljenja	$Q''_{H,nd} \text{ (kWh/(m}^2\cdot\text{a))}$		Ušteda
	Prije (jednostruko staklo)	Poslije (dvostruko IZO staklo)	
Kontinentalna Hrvatska (Zagreb)	241,90	184,11	24 %
Primorska Hrvatska (Split)	146,84	111,79	24 %

Suvremeno ostakljenje koje primjenjujemo na vanjskoj ovojnici grijanog prostora je dvostruko ili trostruko izolacijsko staklo s hermetički zatvorenom šupljinom između stakala u kojoj se nalaze inertni plinovi (argon ili kripton). U IZO staklu koriste se stakla niske emisivnosti⁶⁷ s apliciranim Low-E premazom. U odnosu na stare dvostruke i jednostruke prozore, IZO stakla imaju nekoliko puta bolja toplinsko-izolacijska svojstva (Tablica 4.4). U pojedinim slučajevima moguća je samo zamjena ostakljenja na postojećim prozorima.

Trostruka IZO stakla znatno su bolja u odnosu na dvostruka u pogledu gubitka topline, ali veći broj stakala niske emisivnosti također znači i manje propuštanje sunčevog zračenja u interijer (niži faktor $g_{\perp}$ (-) ili solarni faktor, SF (%)) te posljedično manju mogućnost iskorištavanja toplinskih dobitaka od sunca u hladnijem dijelu godine.

Vakuumska stakla su dvostruka stakla s iznimno malom šupljinom (razmakom) između stakala iz koje je izvučen zrak, odnosno u šupljini se nalazi vakuum. Vakuum sprječava gotovo sve prijenose topline, osim zračenja, pa je vakuumsko staklo izuzetno dobrih izolacijskih vrijednosti. Ukupna debljina stakla je od cca 6 do 12 mm, a toplinsko izolacijska vrijednost je kao kod trostrukog stakla.

Ukupna mala debljina stakla omogućava jednostavniju ugradnju u izvorna prozorska krila. Izgledom staklo podsjeća na jednostruko staklo što mu dodatno daje prednost kod izgleda staklenih ploha na zgradama sa statusom kulturnog

⁶⁷ eng. Low-Emissivity Glass

dobra. Vakuumsko staklo može se koristiti i kao jedno od stakala u sastavu dvostrukog IZO stakla, čime se postižu još bolje toplinsko izolacijske vrijednosti. Zbog specifične tehnologije proizvodnje vakuumskog stakla, važno je voditi računa o blizini mjesta ugradnje i pogona u kojem se staklo proizvodi.

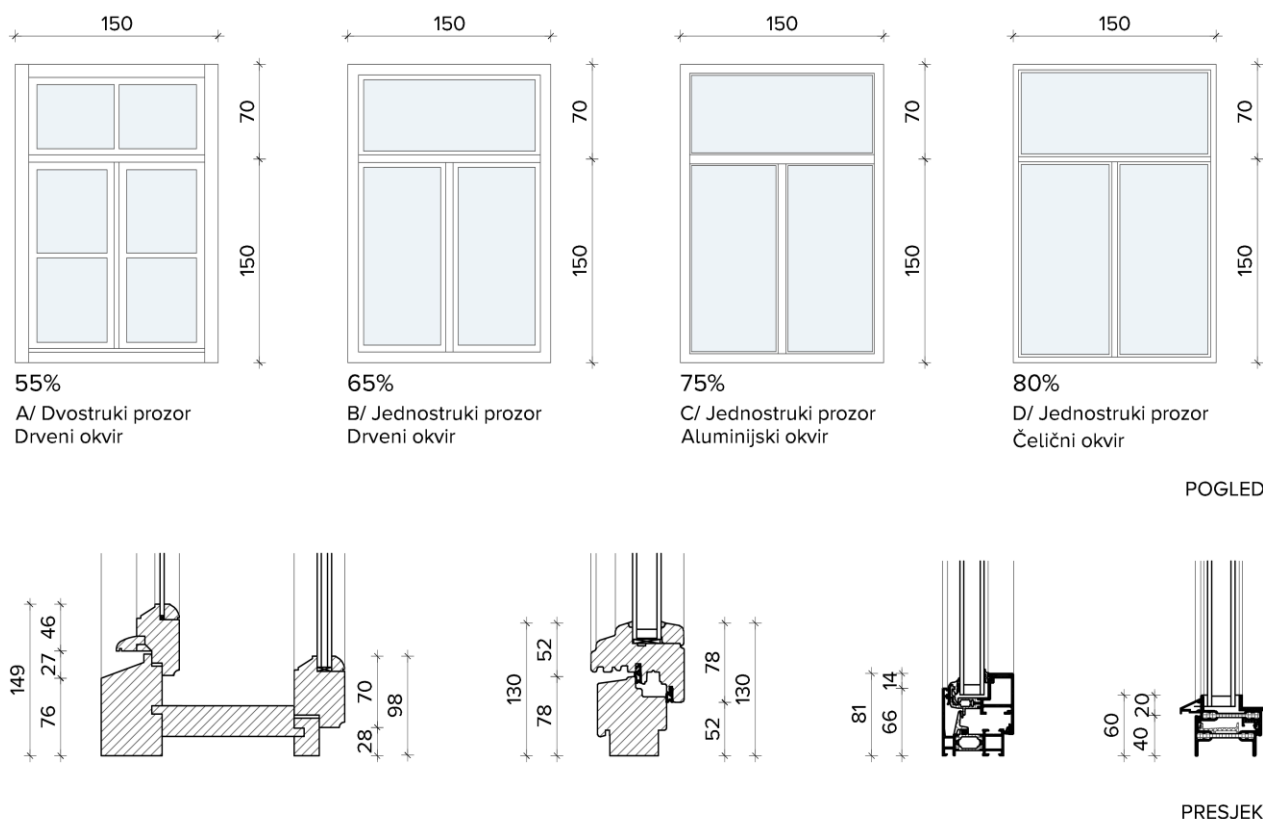
Tablica 4.4 Vrijednosti koeficijenta prolaska topline U ($W/(m^2 \cdot K)$) i stupnja propuštanja sunčevog zračenja $g_{\perp}$ (-) za različite vrste IZO stakala i postojećih prozora.

		U ($W/(m^2 \cdot K)$)	$g_{\perp}$ (-)	Sastav (mm)*
IZO staklo	Dvostruko (tanko) staklo	1,4	0,6	4 Low-E + 8 Ar + 4
	Dvostruko staklo	1,1	0,6	4 Low-E + 16 Ar + 4
	Trostruko staklo	0,6	0,5	4 Low-E + 16 Ar + 4 Low-E + 16 Ar + 4 4 Low-E + 10 Kr + 4 Low-E + 10 Kr + 4
	Vakuumsko staklo	$\leq 0,7$	0,60	4 Low-E + 0,3 vakuum + 4
postojeći prozori	Dvostruki prozor	2,4	0,72	razmaknuta krila ostakljena jednostrukim staklom debljine 4 mm
	Jednostruki prozor sa spojenim krilima	2,7	0,72	krilo na krilo, dva sloja jednostrukog stakla debljine 4 mm
Low-E – staklo niske emisivnosti Ar – argon Kr – kripton * sastav za IZO stakla pisan iznutra prema van				

Debljine prozorskih stakala kreću se od 3 mm na više, a gustoća stakla iznosi 2500 kg/m^3 . Iz tog razloga staklo predstavlja najteži element prozora. Kod IZO stakala potrebne su minimalno dvije plohe stakla, stoga se značajno povećava i težina staklenog elementa. Prozorska krila ostakljena jednostrukim staklom manje su opterećena težinom stakla i zato mogu biti manjeg presjeka. Suvremeni okviri prozora postižu dobra toplinsko izolacijska svojstva na različite načine, a ovisno o odabranom materijalu okvira. Drvo slabo provodi toplinu, stoga drveni okviri prozora sami po sebi imaju dobra toplinsko izolacijska svojstva. Metali su materijali s najboljom provodljivošću topline i iz tog razloga metalni prozorski okviri zahtijevaju elemente za prekid toplinskog mosta koji odvajaju vanjski dio okvira od unutarnjeg. Fizikalna i strukturalna svojstva svakog od navedenih materijala određuju potrebne dimenzije i konačni izgled okvira i samog prozora.

Prilikom zamjene stakala i/ili prozora doći će do smanjenja insolacije unutarnjeg prostora zbog povećanja dimenzija okvira (manja površina ostakljene plohe) i zbog boljih izolacijskih karakteristika novog stakla (niži faktor $g_{\perp}$).

Debljina prozorskog okvira i udio ostakljenja u otvoru značajan su oblikovni element povijesnih građevina, stoga pojedini materijali okvira nisu prikladni za primjenu na zgradama kulturnog dobra zbog svojih dimenzija i izgleda. Slika 4.13 prikazuje neke primjere dimenzije okvira prema vrsti materijala.



Slika 4.13 Odnosi dimenzija prozorskog okvira kod različitih materijala izvedbe sa istaknutim udjelom ostakljenja (%).

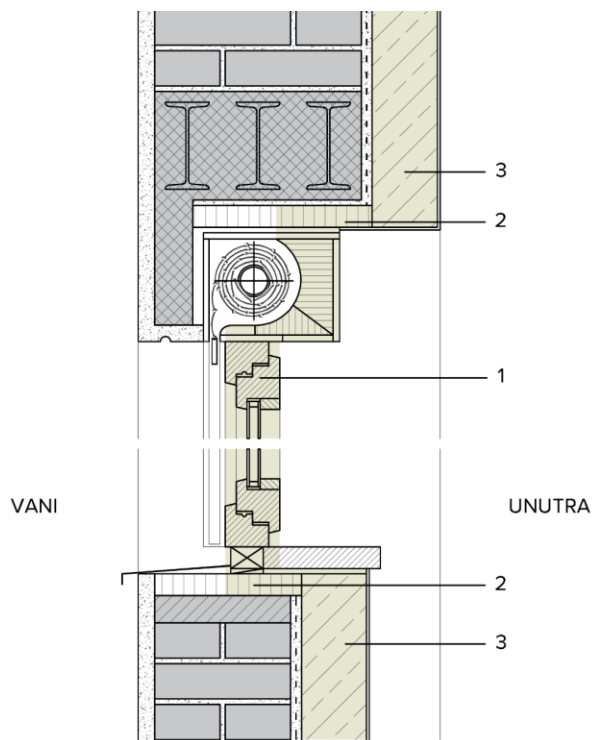
Specifičnosti izvedbe kod popravka i zamjene prozora

Prilikom ugradnje prozora potrebno je pravilno izvesti toplinsku izolaciju oko otvora kako bi se osigurao kontinuitet ovojnice grijanog prostora. U odnosu na nosivu konstrukciju, prozor u zidu može biti na raznim položajima - na vanjskom rubu, u sredini zida, na unutarnjem rubu... U slučaju postave izolacije s vanjske strane izvodi se pristupak od minimalno 5 cm ili se toplinski izolira špaleta. Kada se toplinska izolacija izvodi s unutarnje strane, također je potrebno izolirati špaletu (Slika 4.14). Za unutarnju izolaciju špalete preporuča se ugradnja paronepropusne tvrde toplinske izolacije velike čvrstoće preko koje se može ugraditi prozor (npr. pjenasto staklo ili XPS⁶⁸ velike čvrstoće) i koja se može ožbukati kako bi se ugradnja prozora izvela prema pravilima tehničke struke – lijepljenje unutarnjih brtvi na glatku ožbukanu površinu.

⁶⁸ Ekstrudirani polistiren je u ovom slučaju ugrađen točkasto i obavezno zaštićen slojem žbuke stoga ne predstavlja opasnost u pogledu širenja požara.

 Kontinuitet toplinske izolacije

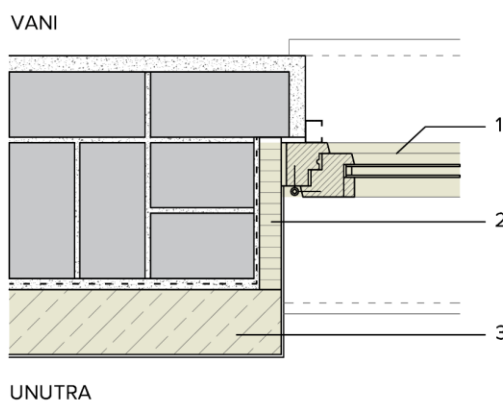
1. Prozor ostakljen IZO staklom
2. Toplinska izolacija špalete (XPS ili CG)
3. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane



PRESJEK

SASTAV ZIDA

Gletana površina zida
 Porobetonске toplinsko-izolacijske ploče
 Laki mort za lijepljenje ploča
 Duktilni mort za konstruktivno ojačanje s mrežom od staklenih / grafitnih vlakana
 Postojeći nosivi zid



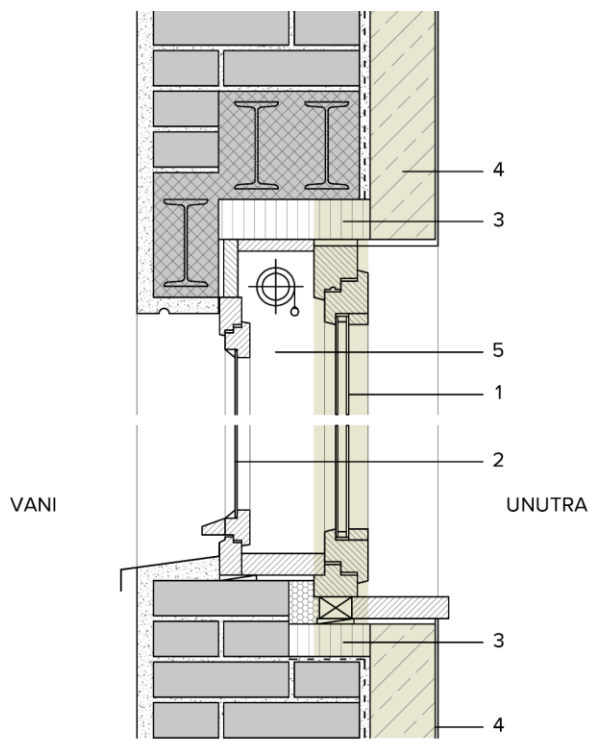
TLOCRT

Slika 4.14 Pravilno izolirani detalji ugradnje prozora s IZO staklom u postojeći vanjski zid (toplinska izolacija iznutra).

Kod dvostrukih prozora postoji mogućnost zamjene unutarnjeg krila novim prozorom ili ugradnje IZO stakala, dok vanjsko krilo može ostati ostakljeno jednostrukim staklom (Slika 4.15). U tom slučaju granicu grijanog prostora predstavlja unutarnje prozorsko krilo. Međutim, pri ovakvom načinu izvedbe potrebno je osigurati da vlaga iz prostora u što manjoj mjeri prodire u međuprostor prozora kako bi se spriječila pojava kondenzacije i posljedično nastanak gljivica, mikroorganizama i građevinske štete. To se postiže pravilnom izvedbom brtvi na unutarnjem prozorskom krilu. Međuprostor stakala ne smije biti hermetički zatvoren, kako bi se eventualan ulaz male količine vlage mogao provjetriti. Lagano provjetravanje postići će se prekidima u brtvama vanjskog prozorskog krila ili eventualno bez postave brtvi.

 Kontinuitet toplinske izolacije

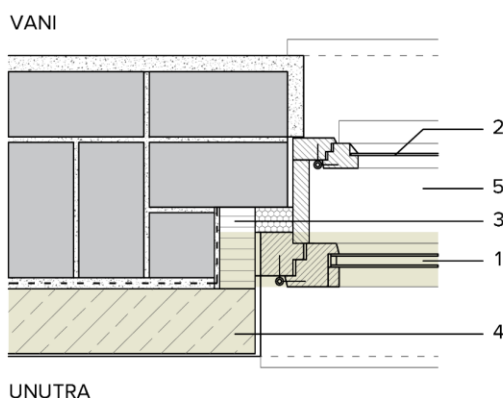
1. Prozor ostakljen IZO staklom
2. Prozor ostakljen jednostrukim staklom
3. Toplinska izolacija špalete (XPS ili CG)
4. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane
5. Lagano provjetravani međuprostor



PRESJEK

SASTAV ZIDA

Gletana površina zida
 Porobetonke toplinsko-izolacijske ploče
 Laki mort za lijepljenje ploča
 Duktilni mort za konstruktivno ojačanje s mrežom od staklenih / grafitnih vlakana
 Postojeći nosivi zid



TLOCRT

Slika 4.15 Primjer zamjene unutarnjeg prozorskog krila kod dvostrukog prozora (toplinska izolacija iznutra).

Dodatno poboljšanje toplinsko izolacijskih svojstava postojećih dvostrukih prozora moguće je postići ugradnjom IZO ili vakuumskog stakla i na vanjsko krilo prozora. U tom je slučaju potrebno izvesti kvalitetno brtvljenje preklopa unutarnjeg krila i doprozornika kao i paronepropusno brtvljenje spoja unutarnjeg krila i zida.

Zaključno, gubici topline kroz otvore mogu biti višestruko veći u odnosu na gubitke kroz netransparentne dijelove ovojnice grijanog prostora, stoga bi se mjerama na otvorima mogle ostvariti značajne energetske uštede. Za optimalan učinak provedene mjere potrebno je osigurati kvalitetnu ugradnju i završnu obradu otvora, prema pravilima struke. U boravišnim prostorijama zgrade preporuča se ugradnja zaštite od sunca (po mogućnosti vanjske), koja može smanjiti toplinske gubitke zimi te pregrijavanje prostora ljeti.

4.4.5. MJERA 5. – Toplinska izolacija kosih krovova i stropova prema tavanu

Krovovi štite građevine od vanjskih vremenskih utjecaja (oborine, vjetar), hladnoće, vrućine i vatre, a izgled krova utječe na izgled cijele građevine, pa je uz praktičnu svrhu važno i njegovo estetsko značenje. Tavan – prostor između stropa zadnje etaže i krovne konstrukcije služio je, kod tradicionalne gradnje, kao međuprostor između vanjskog i unutarnjeg (grijanog) prostora. Prostor tavana koristio se kao rezervni prostor (spremište,...). Iz tavanskog prostora mogla se u svako doba prekontrolirati krovna konstrukcija i dodatno zaštititi. Osim toga, kontrola eventualnog propuštanja oborina, te vezana sanacija, bila je relativno lako izvediva. Toplinska izolacija krova najčešće nije bila izvedena, jer se krovna konstrukcija nije nalazila na ovojnici grijanog prostora.

S konzervatorskog stajališta izvorne krovne konstrukcije bitno je sačuvati nepromijenjene u njihovim izvornim oblicima. Istodobno, one pružaju izvjesne mogućnosti za povećanje toplinske zaštite, koja može u bitnome poboljšati energetska svojstva zgrade. Pri tome je bitno sačuvati izgled krovista, njegovu geometriju i karakteristične detalje izvedbe pojedinih dijelova, kako izvana tako i iznutra.

Povećanje toplinske zaštite iznad ili ispod međukatnih konstrukcija zaštićenih zgrada prihvatljivo je rješenje, ukoliko nema utjecaj na vrijedne elemente oblikovanja interijera (vidljive dijelove konstrukcije, opločenja, obloge, oslike, štukature i dr.). Ako je konstrukcija u funkciji oblikovanja interijera, potrebno je očuvati izvornost, uz nužna poboljšanja. Ravnim stropnim konstrukcijama moguće je povećati toplinsku zaštitu, osobito u zoni krovista, ako ne sadrže vrijedne oblikovne elemente i ukoliko mjera bitno ne utječe na korisnu visinu prostora.

Tavanski prostori od vanjskog prostora odvojeni su najčešće samo crijepom i dobro su provjetravani. Iz tog razloga toplinski gubici prema tavanskim prostorima među najvećim su gubicima topline iz grijanog prostora. To je vrlo nepovoljno za stanove u potkrovlju koji će imati značajno veću potrošnju u odnosu na stanove koji ispod i iznad sebe imaju grijani prostor (Tablica 4.5).

Tablica 4.5 Iskaz specifične godišnje potrebne energije za grijanje $Q''_{H,nd}$ za grijanje stanova po etažama (neobnovljena zgrada).

Lokacija stana u zgradi	$Q''_{H,nd}$ (kWh/(m ² ·a))			
	Kontinent		Primorje	
	Stan	Prosjeck zgrade	Stan	Prosjeck zgrade
2. Stan ispod tavana	287,30		161,40	
1. Stan između grijanih etaža	177,43	241,90	137,01	146,84
P. Stan iznad podruma / prizemlje	260,96		142,10	

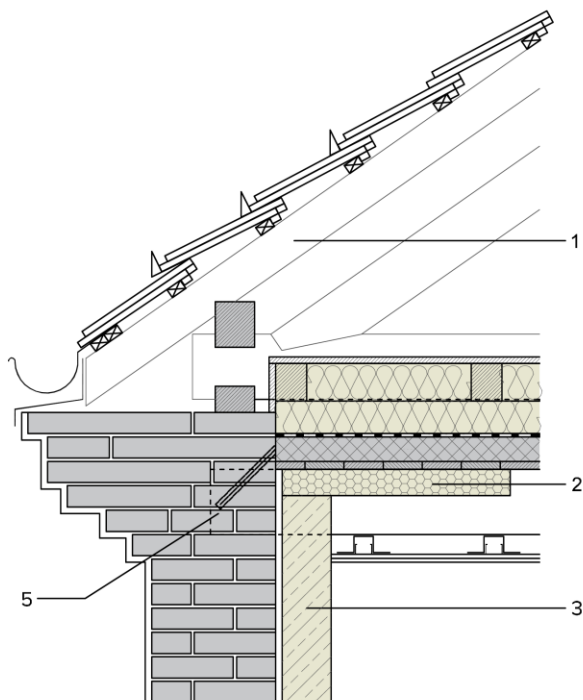
Strop prema negrijanom tavanu uglavnom je bila pregrada između boravišnih prostora građevine i negrijanog tavanskog prostora. Strop posljednje etaže najčešće je bio izveden kao drveni strop s podgledom (žbukom na daščanoj oplati), nasipom šute i gornjom daščanom oplatom kao podom tavana, odnosno opekarskim elementima (tavele) položenim u sloj pijeska. Uloga ovih opekarskih elemenata bila je požarna zaštita građevine.

Toplinska izolacija stropa prema tavanu može se izvesti s gornje strane ili s donje strane konstrukcije. Debljine toplinske izolacije koje zadovoljavaju propise za nove zgrade, u slučaju primjene mineralne vune (MW), kreću se od 15 cm za kontinentalnu Hrvatsku i 12 cm za primorsku Hrvatsku, a preporučene vrijednosti kreću se oko 25 – 30 cm.

U zgradama sa statusom kulturnog dobra moguće je izuzeće od ispunjavanja temeljnih zahtjeva u pogledu toplinske zaštite, što znači da je moguća ugradnja i manjih debljina toplinskih izolacija, ali je uz suglasnost ministarstva nadležnog za graditeljstvo i mišljenje ministarstva nadležnog za kulturu, zahtjeve TPRUETZZ potrebno primijeniti u najvećoj mogućoj mjeri u skladu s konzervatorskim uvjetima.

U nastavku su prikazana dva primjera kada se toplinska izolacija postavlja s gornje strane konstrukcije. Na konstrukcijski ojačan pod tavana postavlja se PE (polietilenska) folija ili PEHD (polietilenska folija velike gustoće) u funkciji parne brane. Izvodi se roštilj gredica između kojeg se postavlja toplinska izolacija od mineralne vune (MW). Završna, hodna obloga poda može se izvesti od OSB ploča. Ukoliko je toplinska izolacija etaže ispod izvedena s unutarnje strane, potrebno je izvesti produljenje toplinskog mosta na spoju sa zidom duljine 1 m. Mineralne vune preporučljive su kao toplinska izolacija iz razloga zaštite od požara. Ukoliko se primjenjuju gorive toplinske izolacije, potrebno ih je sa gornje strane zaštititi s 5 cm negorivog materijala (šljunak, beton, opločnici...). Slika 4.16 prikazuje primjere pravilne ugradnje izolacije međukatne konstrukcije prema tavanu u pogledu rješavanja toplinskih mostova kada je toplinska izolacija vanjskog zida etaže ispod izvedena s unutarnje strane, a toplinska izolacija međukatne konstrukcije s gornje strane.

1. Konstrukcija krovišta
2. Produljenje toplinskog mosta
3. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane
4. Zaštita toplinske izolacije negorivim materijalom
5. Ventilirani ležaj grede



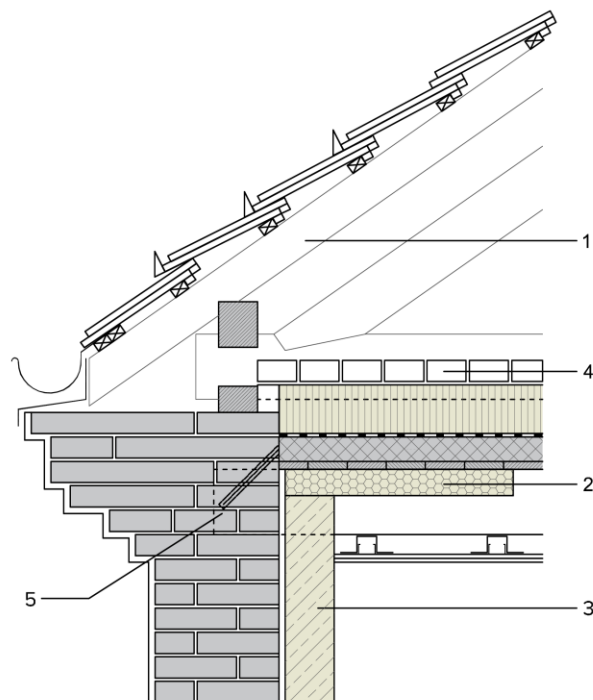
Primjena negorive toplinske izolacije

SASTAV ZIDA

Gletana površina zida
 Porobetonске toplinsko-izolacijske ploče
 Laki mort za lijepljenje ploča
 Duktilni mort za konstruktivno ojačanje s mrežom od staklenih / grafitnih vlakana
 Postojeći nosivi zid

SASTAV STROPA PREMA TAVANU

OSB ploče
 Mineralna vuna između gredica
 Parna brana (PE / PEHD folija)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop



Primjena gorive toplinske izolacije

SASTAV ZIDA

Gletana površina zida
 Porobetonске toplinsko-izolacijske ploče
 Laki mort za lijepljenje ploča
 Duktilni mort za konstruktivno ojačanje s mrežom od staklenih / grafitnih vlakana
 Postojeći nosivi zid

SASTAV STROPA PREMA TAVANU

Opeka ili opločnici lijepljeni na izolaciju
 Tvrdе ploče toplinske izolacije (XPS)
 Parna brana (Al folija)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop

Slika 4.16 Mjera toplinske izolacije stropa prema negrijanom tavanu: rješavanje toplinskih mostova kada je toplinska izolacija zida etaže ispod izvedena s unutarnje strane, a toplinska izolacija međukatne konstrukcije s gornje strane.

Kada se toplinska izolacija postavlja s donje strane konstrukcije potrebno je ukloniti podgled stropa do nosivih greda. Između grednika se postavlja toplinska izolacija od mineralne vune (MW), preporučljivo u punoj visini greda (otprilike 20 cm). S donje strane postavlja se daščana oplata dijagonalno u dva sloja te parna brana koja mora biti pravilno prelijepljena na obodne zidove. Kao podgled stropa može se izvesti spuštени strop od gipskartonskih ploča. Kod spuštениh

Toplinska izolacija

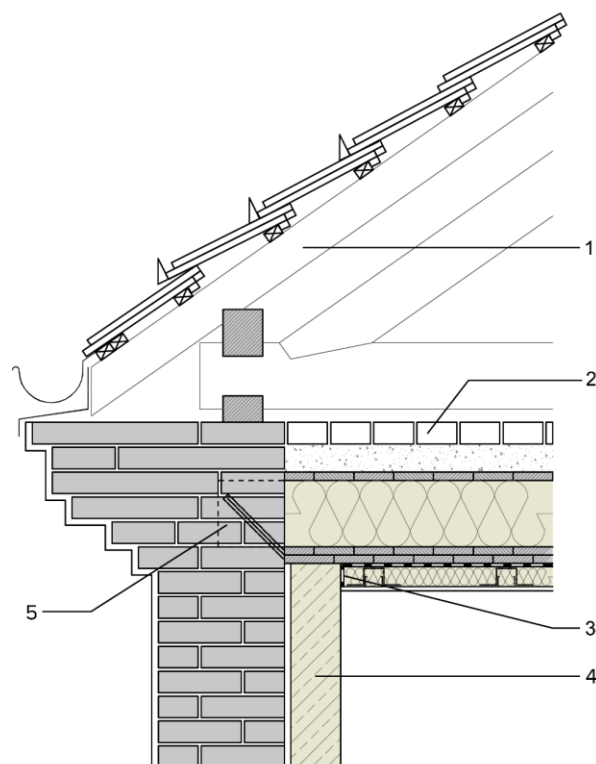
1. Konstrukcija krovišta
2. Postojeća podna obloga tavana
3. Lijepljenje parne brane na obodne zidove
4. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane zida
5. Ventilirani ležaj grede

SASTAV ZIDA

Gletana površina zida
 Porobetonke toplinsko-izolacijske ploče
 Laki mort za lijepljenje ploča
 Duktilni mort za konstruktivno ojačanje s mrežom od staklenih / grafitnih vlakana
 Postojeći nosivi zid

SASTAV STROPA PREMA TAVANU

Postojeća obloga tavana
 Daščana oplata
 Mineralna vuna između drvenog grednika
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija (s donje strane)
 Parna brana s prelijepljenim preklapima
 Mineralna vuna između metalne potkonstrukcije spušenog stropa
 Spušteni strop - gipskartonske ploče



Ugradnja toplinske izolacije između drvenih grednika

stropova uobičajeno je i prostor između metalne potkonstrukcije ispuniti mineralnom vunom – MW (Slika 4.17).

Uobičajene toplinske izolacije za postavu s donje strane stropne i krovne konstrukcije su mineralne vune.

Slika 4.17 Mjera toplinske izolacije stropa prema negrijanom tavanu: rješavanje toplinskih mostova kada je toplinska izolacija zida etaže ispod izvedena s unutarnje strane, a toplinska izolacija međukatne konstrukcije s donje strane.

U navedenim prijedlozima ugradnje toplinske izolacije s unutarnje strane vanjskog zida dolazi do mogućnosti pojave kondenzacije na ležajevima drvenih greda stropa koji se nalazi u zoni negrijanog dijela zida (do tog dijela zida ne dolazi toplina radi postave toplinske izolacije s unutarnje strane). Spoj drvenih greda i unutarnje toplinske izolacije zida nije moguće savršeno zabrtviti stoga paropropusna drvena greda predstavlja mjesto mogućnosti prolaska vlage u hladni dio zida i mjesto moguće kondenzacije. Iz tog se razloga preporuča predviđanje otvora za ventiliranje neizoliranih ležajeva greda (oznaka 5 na Slikama 4.16 i 4.17).

Toplinska izolacija stropa prema tavanu najviše će doprinijeti uštedama u stanovima najviših etaža (Tablica 4.6).

Tablica 4.6 Doprinos mjere toplinske izolacije stropa prema tavanu u smanjenju specifične godišnje potrebne energije za grijanje $Q''_{H,nd}$.

Mjera 5. Toplinska izolacija stropa prema tavanu	$Q''_{H,nd}$ (kWh/(m ² ·a))			
	Kontinent		Primorje	
	Prije	Poslije	Prije	Poslije
Stan ispod tavana	260,96	193,75	161,40	141,36
Zgrada (prosjeck)	241,90	186,76	146,84	138,79

Prenamjena tavanskog u korisni (grijani) prostor

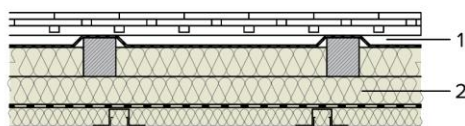
Promjenom namjene tavanskog prostora u grijani prostor mijenja se granica ovojnice grijanog prostora. Stanovi u potkrovlju u tom slučaju postaju stanovi između grijanih etaža, a krovšte granica grijanog prostora. U pogledu toplinsko-difuznih karakteristika, krovšte je moguće izvesti na više načina:

- Postava toplinske izolacije između postojećih rogova (na ovaj način moguća je izvedba krova bez povećanja visine krovne obloge)
- Postava slojeva toplinske izolacije iznad postojeće krovne konstrukcije (na ovaj način moguće je sačuvati konstrukciju krovšta, ali se mijenja visina krovne obloge)
- Zamjena nosive konstrukcije krovšta (moguće je prilagoditi visinu konstrukcije kako bi se visina završne krovne obloge zadržala u postojećim granicama).

U nastavku su prikazane dvije varijante izvedbe toplinske izolacije krovne konstrukcije – ispod postojeće konstrukcije uz zadržavanje originalnog gabarita krova, i iznad originalne krovne konstrukcije uz povećanje visine krova.

Pravilno toplinski izoliran kosi krov izvodi se na način da se između toplinske izolacije i završne krovne obloge osigura dobro provjetravani zračni sloj s kišnom branom kao zaštitom toplinske izolacije. Toplinska izolacija, najčešće od mineralne vune (MW), postavlja se s donje strane između rogova, zatim parna brana, metalna potkonstrukcija za spuštenu strop s ispunom minerale vune (MW) i podgled od gipskartonskih ploča (Slika 4.18).

1. Provjetravani sloj zraka
2. Gredice za povećanje debljine sloja toplinske izolacije
3. Produljenje toplinskog mosta
4. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane zida
5. Ventilirani ležaj grede



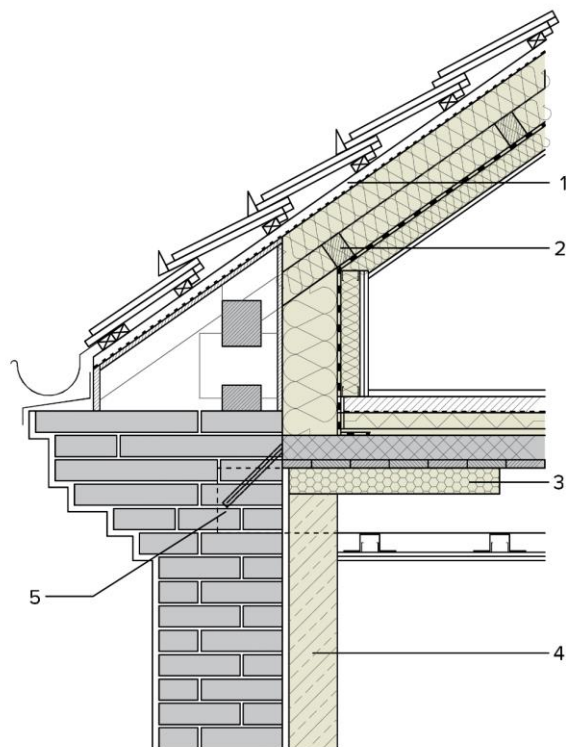
Presjek krovne konstrukcije u drugom smjeru

SASTAV ZIDA

Gletana površina zida
 Porobetonске toplinsko-izolacijske ploče
 Laki mort za lijepljenje ploča
 Duktilni mort za konstruktivno ojačanje s mrežom od staklenih / grafitnih vlakana
 Postojeći nosivi zid

MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA (IZMEĐU STANOVA)

Završna obloga poda
 Cementni estrih
 PE folija
 Tvrdе ploče toplinske izolacije (EPS)
 Zvučno-izolacijske ploče (eEPS)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop



Ugradnja toplinske izolacije na grijanom tavanu

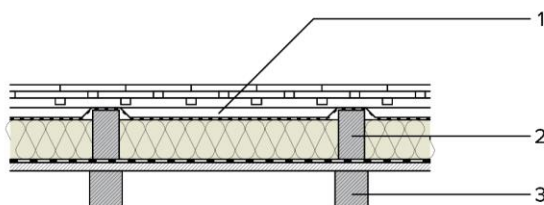
SASTAV KROVNE KONSTRUKCIJE

Krovna obloga (crijep)
 Letve
 Provjetravani sloj između rogova
 Mineralna vuna (MW) između rogova i roštija drvenih gredica zaštićena kišnom branom
 Parna brana (PE/PEHD folija)
 Mineralna vuna između metalne potkonstrukcije
 Spušteni strop

Slika 4.18 Pravilna izvedba toplinske izolacije krovšta i spoj na unutarnju toplinsku izolaciju. Prikaz izvedbe slojeva krova bez povećanja visine krovne obloge.

U slučaju kada se postojeća nosiva konstrukcija krova želi zadržati kao vidljivi element interijera, toplinska izolacija postavlja se sa gornje strane konstrukcije. Ovakav način izvedbe povećati će vanjsku kotu krovne obloge. Detalji ovakvog načina izvedbe prikazani su na Slici 4.19. Toplinska izolacija koja se najviše primjenjuje u ovom slučaju je mineralna vuna (MW) zbog zaštite od požara. Na manjim zgradama (npr. obiteljskim kućama) dozvoljena je primjena i drugih vrsta toplinskih izolacija (XPS, PUR...). Na daščanu oplatu iznad rogova postavlja se parna brana, toplinska izolacija, kišna brana (ili krovna ljepjenka), ventilirani sloj zraka i završna krovna obloga.

1. Provjetravani sloj zraka
2. Platice za ojačanje konstrukcije
3. Vidljiva nosiva konstrukcija krovišta
4. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane zida
5. Ventilirani ležaj grede
6. Produljenje toplinskog mosta



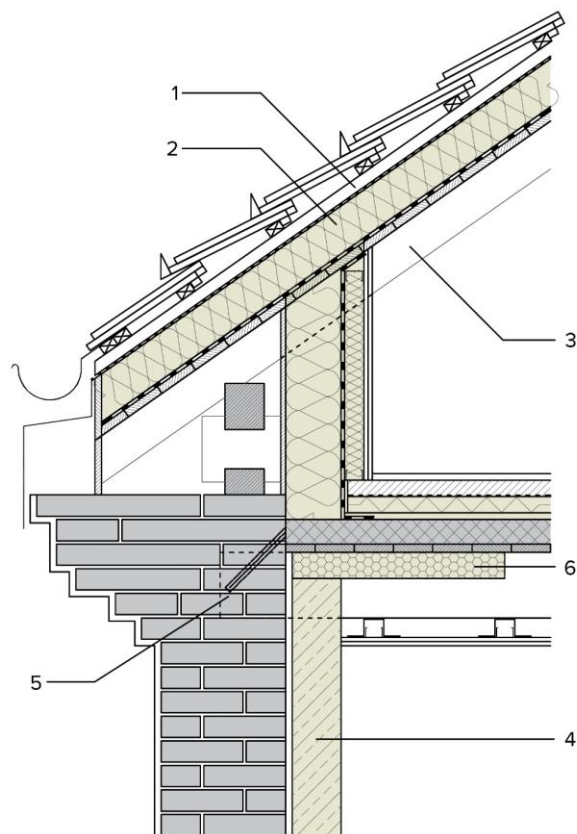
Presjek krovne konstrukcije u drugom smjeru

SASTAV ZIDA

Gletana površina zida
 Porobetonke toplinsko-izolacijske ploče
 Laki mort za lijepljenje ploča
 Duktalni mort za konstruktivno ojačanje s mrežom od staklenih / grafitnih vlakana
 Postojeći nosivi zid

MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA (IZMEĐU STANOVA)

Završna obloga poda
 Cementni estrih
 PE folija
 Tvrde ploče toplinske izolacije (EPS)
 Zvučno-izolacijske ploče (eEPS)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop



Ugradnja toplinske izolacije na grijanom tavanu

SASTAV KROVNE KONSTRUKCIJE

Krovna obloga (crijep)
 Letve
 Provjetravani sloj između rogova
 Mineralna vuna (MW) između rogova i roštilja drvenih gredica zaštićena kišnom branom
 Parna brana (PE/PEHD folija)
 Daščana oplata
 Vidljiva konstrukcija krovišta

Slika 4.19 Pravilna izvedba toplinske izolacije krovišta iznad nosive konstrukcije i spoj na unutarnju toplinsku izolaciju. Prikaz izvedbe slojeva krova uz zadržavanje postojeće konstrukcije krovišta kao vidljivog elementa interijera.

4.4.6. MJERA 6. – Toplinska izolacija ravnih krovova

U slučaju ravnih krovova kod kojih se ne izvodi ventilirani sloj zraka, toplinsku izolaciju potrebno je izvesti iznad sloja nosive konstrukcije i apsolutne parne brane. **U građevinskom projektu potrebno je dokazati ispunjavanje temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti konstrukcije zbog dodavanja novih slojeva te ako je nosivu konstrukciju potrebno sanirati odnosno ojačati uzimajući u obzir mehaničku otpornost i stabilnost cijele zgrade (posebice potresnu otpornost).** Isto se posebno odnosi na opterećenja od elemenata zelene infrastrukture (posebice zelene krovove). Prilikom obnove se preporuča ukloniti sve postojeće slojeve krova, pogotovo ako je riječ o slojevima konstrukcije koji su navlaženi (prethodno potrebno provjeriti sandom). U nastavku je prikazano nekoliko varijanti izvedbe ravnih krovova.

Klasični neventilirani topli ravni krov izvodi se na način da se na sloj nosive konstrukcije postavlja sloj za nagib – lagani beton ili toplinska izolacija rezana u nagibu (XPS). Na sloj za nagib izvodi se apsolutna parna brana – bitumenska ljepenska s uloškom AL folije. U ovom slučaju parna brana može služiti kao rezervni hidroizolacijski sloj i eventualno biti dodatno izolirana s dodatnom bitumenskom ili polimerbitumenskom ljepenkam. Na parnu branu postavlja se sloj toplinske izolacije čija vrsta ovisi o funkciji krova. Za neprohodne krovove zaštićene s tankim slojem šljunka, moguće je primijeniti tvrde ploče mineralne vune (MW). Kod prohodnih i zelenih krovova s većim opterećenjem preporučljivo je upotrijebiti tvrde ploče polistirena (EPS ili XPS). Preko sloja toplinske izolacije postavljaju se sintetske ili (polimer)bitumenske hidroizolacijske trake. XPS je vodootporna toplinska izolacija, pa u slučaju oštećenja gornje, glavne hidroizolacije i prodora vode, funkcija krova u toplinsko-difuznom pogledu neće biti narušena.

U slučaju izvedbe zelenih krovova, preporučljivo je koristiti sintetske hidroizolacijske trake otporne na korijenje. Također, potrebno je izvesti i drenažno-akumulacijski sloj od PEHD kadica koji će zadržavati vlagu ispod sloja zemlje. Prilikom korištenja sintetskih folija (PVC, PIB, TPO...) potrebno je voditi računa da će polistireni (EPS i XPS) kemijski reagirati sa sintetskom folijom ukoliko su u izravnom kontaktu, stoga ih je potrebno odvojiti slojem razdjelnog filca.

Prilikom izvedbe hidroizolacije ravnih krovova poželjno je hidroizolaciju izvesti sa što manje lomova ili proboja. Svaki lom ili proboj hidroizolacije predstavlja potencijalno mjesto pucanja i prodora vode. Kod prohodnih krovova, ograde se najčešće izvode sidrenjem u nosivu konstrukciju i probijem hidroizolacije. Ukoliko je moguće, ograde je preporučljivo izvesti bez proboja hidroizolacije – sidrenjem u armiranu betonsku podlogu ojačanu po rubovima terase (Slika 4.20, 4.21 i 4.22).

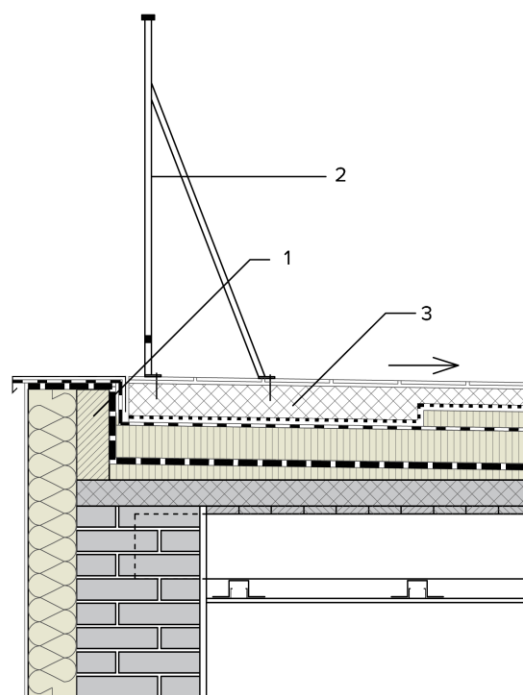
1. Drvena platica kao završetak slojeva krova, učvršćena kutnikom
2. Ograda usidrena u armiranu betonsku podlogu
3. Ojačanje betonske obloge na obodu, debljina prema statičkom proračunu

SASTAV RAVNOG KROVA (PROHODNI KROV)

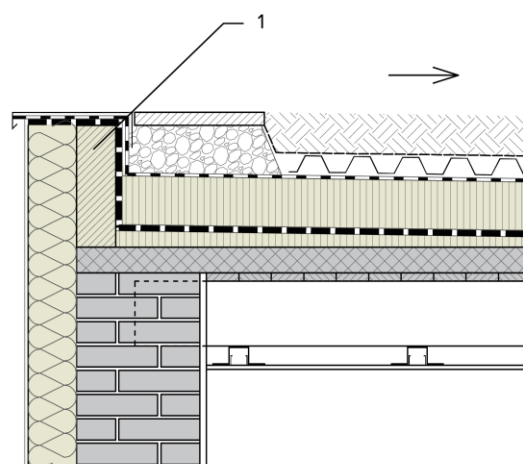
Keramičke pločice
 Hidroizolacijski premaz protiv isijavanja
 Armirana betonska podloga dilatirana u polja
 PEHD drenažna traka
 Vodootporna hidroizolacija (XPS)
 Razdjelni filc
 Sintetska hidroizolacijska traka s podlošnim filcem
 Tvrdna toplinska izolacija (EPS, XPS)
 Apsolutna parna brana - bitumenska traka s uloškom AL folije
 Tvrdne ploče toplinske izolacije rezane u nagibu (EPS, XPS)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop

SASTAV RAVNOG KROVA (ZELENI KROV)

Plodni supstrat (humus)
 Filc
 Drenažno akumulacijski sloj
 Sintetska hidroizolacijska traka s podlošnim filcem
 Tvrdna toplinska izolacija (EPS, XPS)
 Apsolutna parna brana - bitumenska traka s uloškom AL folije
 Tvrdne ploče toplinske izolacije rezane u nagibu (EPS, XPS)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop



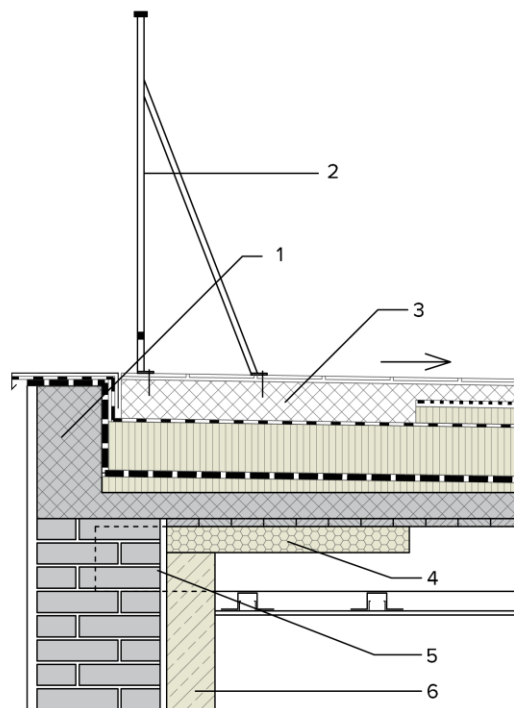
Prohodni krov



Zeleni krov

Slika 4.20 Mjera toplinske izolacije ravnih krovova: rubni detalji prohodnog i zelenog krova. Toplinska izolacija zida s vanjske strane, odvodnja krova vodolovnim grlom.

1. Rubni betonski "zub" kao završetak slojeva
2. Ograda usidrena u armiranu betonsku podlogu
3. Ojačanje betonske obloge na obodu, debljina prema statičkom proračunu
4. Produljenje toplinskog mosta
5. Ventilirani ležaj grede
6. Toplinska izolacija za ugradnju s unutarnje strane zida



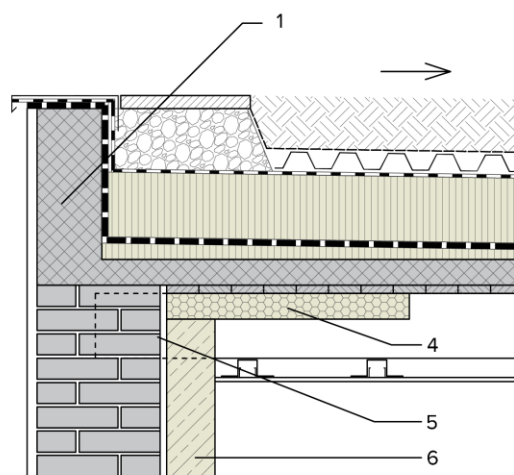
Prohodni krov

SASTAV RAVNOG KROVA (PROHODNI KROV)

Keramičke pločice
 Hidroizolacijski premaz protiv isoljavanja
 Armirana betonska podloga dilatirana u polja
 PEHD drenažna traka
 Vodootporna hidroizolacija (XPS)
 Razdjelni filc
 Sintetska hidroizolacijska traka s podložnim filcem
 Tvrdna toplinska izolacija (EPS, XPS)
 Apsolutna parna brana - bitumenska traka s uloškom AL folije
 Tvrdne ploče toplinske izolacije rezane u nagibu (EPS, XPS)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop

SASTAV RAVNOG KROVA (ZELENI KROV)

Plodni supstrat (humus)
 Filc
 Drenažno akumulacijski sloj
 Sintetska hidroizolacijska traka s podložnim filcem
 Tvrdna toplinska izolacija (EPS, XPS)
 Apsolutna parna brana - bitumenska traka s uloškom AL folije
 Tvrdne ploče toplinske izolacije rezane u nagibu (EPS, XPS)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop

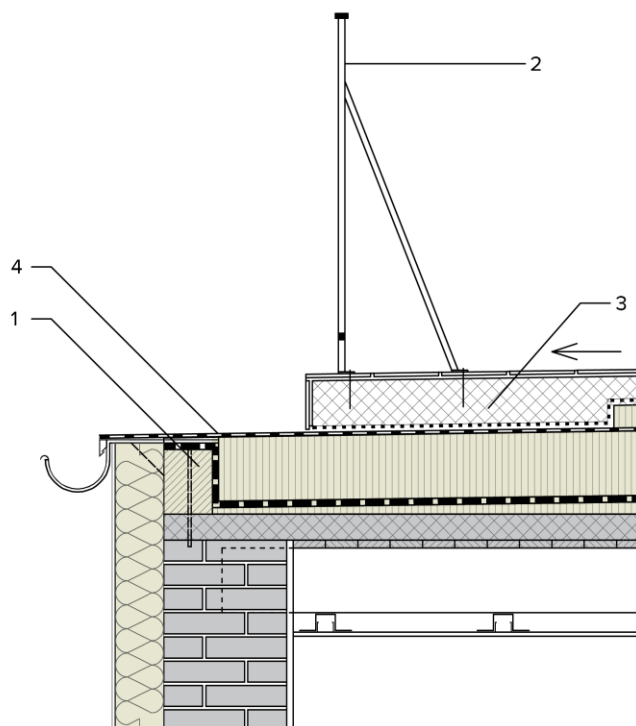


Zeleni krov

Slika 4.21 Mjera toplinske izolacije ravnih krovova: rubni detalji prohodnog i zelenog krova. Toplinska izolacija zida s unutarnje strane, odvodnja krova vodolovnim grlom.

Toplinska izolacija

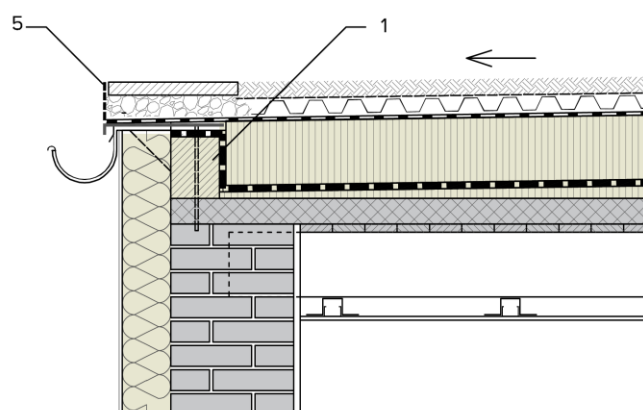
1. Drvena gredica kao završetak slojeva krova
2. Ograda usidrena u armiranu betonsku podlogu, odmaknuta od ruba krova radi potencijalnog "klizanja" slojeva krova iznad HI uslijed potresa
3. Ojačanje završetka betonske obloge, debljina prema statičkom proračunu
4. UV stabilna sintetska HI (ili bitumenska HI sa posipom)
5. Bočno perforirani rubni profil mehanički pričvršćen u konstrukciju i prelijepljen sa HI trakom



Prohodni krov

SASTAV RAVNOG KROVA (PROHODNI KROV)

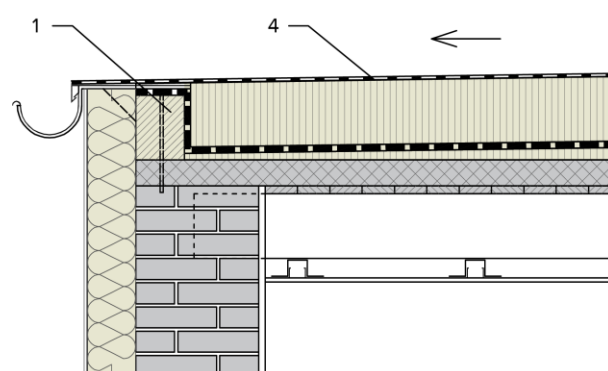
Keramičke pločice
 Hidroizolacijski premaz protiv isoljavanja
 Armirana betonska podloga dilatirana u polja
 PEHD drenažna traka
 Vodootporna hidroizolacija (XPS)
 Razdjelni filc
 Sintetska hidroizolacijska traka s podložnim filcem
 Tvrdna toplinska izolacija (EPS, XPS)
 Apsolutna parna brana - bitumenska traka s uloškom AL folije
 Tvrdne ploče toplinske izolacije rezane u nagibu (EPS, XPS)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop



Zeleni krov

SASTAV RAVNOG KROVA (ZELENI KROV)

Plodni supstrat / filc mineralne vune za zelene krovove
 Filc
 Drenažno akumulacijski sloj
 Sintetska hidroizolacijska traka s podložnim filcem
 Tvrdna toplinska izolacija (EPS, XPS)
 Apsolutna parna brana - bitumenska traka s uloškom AL folije
 Tvrdne ploče toplinske izolacije rezane u nagibu (EPS, XPS)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop



Neprohodni krov

SASTAV RAVNOG KROVA (NEPROHODNI KROV)

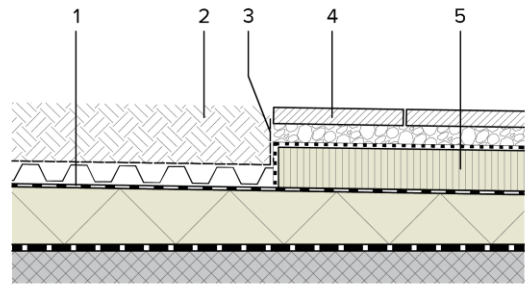
UV stabilna sintetska hidroizolacijska traka s podložnim filcem
 mehanički pričvršćena (ili bitumenska traka s posipom)
 Tvrdna toplinska izolacija (EPS, XPS)
 Apsolutna parna brana - bitumenska traka s uloškom AL folije
 Tvrdne ploče toplinske izolacije rezane u nagibu (EPS, XPS)
 Sanirana i ojačana međukatna konstrukcija
 Zračni prostor između drvenih grednika
 Spušteni strop

Slika 4.22 Mjera toplinske izolacije ravnih krovova: rubni detalji prohodnog i zelenog krova. Toplinska izolacija zida s vanjske strane, rubna odvodnja krova.

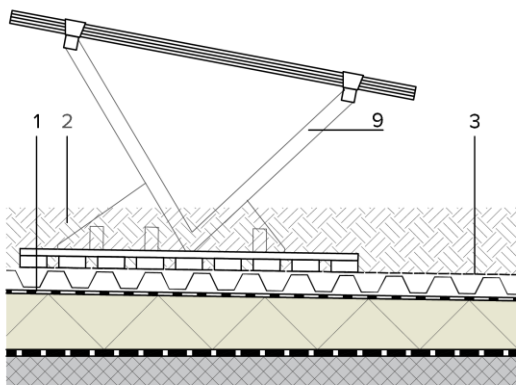
Također, kod promjene vrste ili visine hodne obloge kod prohodnog krova poželjno je hidroizolaciju izvesti bez lomova. Slojevi koji se nalaze iznad hidroizolacije u pravilu se uvijek mogu oblikovno prilagoditi kako bi se zadržala željena geometrija krova ili ugraditi dodatni slojevi vodootporne toplinske izolacije (Slika 4.23). U slučaju izvedbe biosolarnog krova fotonaponski sustav ima veću učinkovitost jer je ploha zelenog krova manje zagrijana (Slika 4.23).

Toplinska izolacija

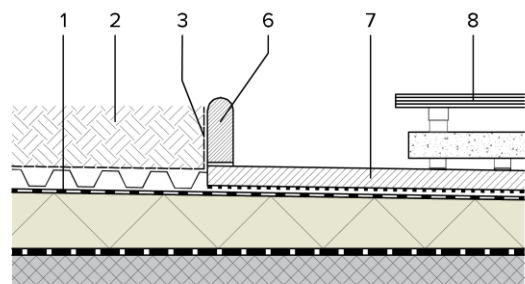
1. Hidroizolacija (izvedena bez lomova)
2. Zeleni krov
3. Razdjelni filc
4. Opločnici (zaštita od požara)
5. Vodootporna toplinska izolacija (XPS) postavljena iznad hidroizolacije
6. Rubnjak
7. Betonska hodna obloga (zaštita od požara)
8. Fotonaponski panel (horizontalna postava, upušten u odnosu na zeleni krov)
9. Fotonaponski panel na visokom montažnom okviru



Prohodni krov - postava opločnika



FN paneli u sustavu biosolarnog krova

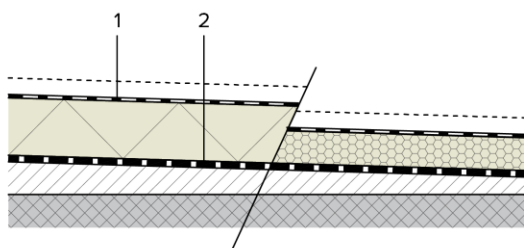


Prohodni krov - postava FN panela

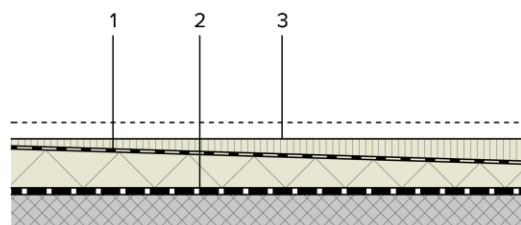
Slika 4.23 Promjena krovne obloge ravnog krova bez lomova hidroizolacije.

Prilikom sanacije ravnih krovova poželjno je u najvećoj mogućoj mjeri sačuvati izvorne dimenzije krova. Kod ravnih krovova hidroizolacija mora obavezno biti u nagibu minimalno 1.5 %. Nagib se postiže izvedbom laganog betona za nagib, postavom toplinske izolacije u nagibu ili izvedbom nosive konstrukcije u nagibu. Ovisno o pozicijama odvodnje i dimenziji ravnog krova, razlika najviše i najniže točke hidroizolacije može biti vrlo velika, što će utjecati i na ukupnu debljinu slojeva krova. Ukupna debljina slojeva ravnog krova može se smanjiti primjenom PUR i PIR toplinskih izolacija ili izvedbom DUO krova (Slika 4.24).

1. Hidroizolacija (izvedena bez lomova)
2. Apsolutna parna brana
3. Vodootporna toplinska izolacija (XPS)



Topli krov



Duo krov

SASTAV RAVNOG KROVA (Topli krov)

Zaštita hidroizolacije (obluci)

Filc

Sintetska hidroizolacijska traka s podlošnim filcem

Tvrda toplinska izolacija (EPS/PUR)

Apsolutna parna brana - bitumenska traka s uloškom AL folije

Beton za nagib

Nosiva konstrukcija

SASTAV RAVNOG KROVA (Duo krov)

Zaštita hidroizolacije (obluci)

Filc

Vodootporna hidroizolacija (XPS)

Razdjelni filc

Sintetska hidroizolacijska traka s podlošnim filcem

Tvrda toplinska izolacija (EPS/PUR) rezana u nagibu

Apsolutna parna brana - bitumenska traka s uloškom AL folije

Nosiva konstrukcija

Slika 4.24 Različite ukupne debljine slojeva ovisno o odabiru vrste krova i toplinske izolacije.

U odnosu na mineralnu vunu (MW) i polistirene (EPS, XPS), poliuretan (PUR) i poliizocijanurat (PIR) imaju 50 % bolja toplinsko-izolacijska svojstva, stoga će se jednaka toplinska zaštita postići manjim debljinama izolacije. Kod DUO krova toplinska izolacija u nagibu postavlja se obostrano s donje i gornje strane hidroizolacije i na taj način smanjuje potrebna visina slojeva.

Kod ravnih krovova kod kojih je vodootporna toplinska izolacija postavljena iznad sloja hidroizolacije potrebno je dovoljno opteretiti toplinsku izolaciju kako zbog uzgona ne bi „isplivala“ ukoliko dođe do začepjenja odvoda ili drugog razloga nakupljanja velike količine vode. Opterećenje se izvodi slojem oblutaka, opločnicima ili betonskim podlogama. Isto opterećenje ujedno predstavlja negorivi sloj koji štiti toplinsku izolaciju od požara.

Odvodnja i sakupljanje kišnice

Odvodnja oborinskih voda u gradovima predstavlja veliko opterećenje kanalizacijskog sustava. Asfaltirane i vodonepropusne plohe ne omogućavaju propuštanje vode u slojeve zemlje ispod, već samo u kanalizacijski sustav. Krovna odvodnja u urbanim sredinama često predstavlja dodatno opterećenje kanalizacijskog sustava jer ju nije moguće odvesti u teren pored zgrade. Rasterećenje sustava kanalizacije može se postići na nekoliko načina:

- izvedbom zelenih krovova
- sakupljanjem kišnice
- izvedbom vodopropusnih parternih obloga.

Zeleni krovovi prvo će akumulirati vodu u supstrat (zemlju) nakon čega će je postepeno otpuštati u odvodnju. Također, drenažno-akumulacijski sloj ima određeni kapacitet za prihvatanje i zadržavanje vode. Prilikom izvedbe slojeva zelenog krova potrebno je voditi računa o težini navlaženog sloja zemlje i opterećenju nosive konstrukcije (provjeriti proračunom u građevinskom projektu) i po potrebi napraviti ojačanja konstrukcije uzimajući u obzir mehaničku otpornost i stabilnost cijele zgrade.

Odvodnju s krovova često nije moguće pustiti u teren pokraj zgrade zbog opasnosti od ispiranja tla i narušavanja stabilnosti temelja te zbog povećanja vlage u tlu, neposredno uz zgradu. Odvodnju je potrebno odvesti dalje od zgrade prije puštanja u prirodni teren ako je moguće. Kada puštanje vode u teren nije moguće, opcija je sakupljanje kišnice s krova u podzemne spremnike i njezino korištenje. Kvaliteta kišnice u većini slučajeva dovoljno je dobra kako bi se mogla koristiti za održavanje okoliša zgrade, zalijevanje dvorišta i vrtova ili navodnjavanje zelenih krovova u sušnim mjesecima. Za sanitarne potrebe kišnica je prikladna za ispiranje WC školjki, a ukoliko se primijene uređaji za pročišćivanje i za druge namjene.

Vodopropusne parterne obloge omogućavaju procjeđivanje oborinske vode u slojeve zemlje ispod, umjesto da vodu odvedu u sustav kanalizacije.

Vodopropusne obloge najčešće su razna vrsta opločenja čije reške predstavljaju procjedni sloj, a postoje i vodopropusni betoni i asfalti. Oborine na kolnim površinama, zbog zagađenja uljima, ne smiju se propuštati u teren.

4.4.7. Mjera 7. – Toplinska izolacija stropa iznad podruma i podruma

Podrumski prostori su uglavnom bili pomoćni prostori građevine u kojima se nije boravilo i koji se nisu zagrijavali. Najčešće provjetravani podrum služio je kao “tampon” prostor između tla i prostora prizemlja. Vлага koja je bila gotovo neminovna u ovim prostorima isušivala se u prostoru provjetravanog podruma ne šteteći ostalim konstrukcijama građevine. Jednako kao i u slučaju tavana, promjenom namjene podrumskog prostora u grijani prostor mijenja se granica, odnosno ovojnica grijanog prostora. Stanovi iznad podruma u tom slučaju postaju stanovi između grijanih etaža.

Podovi iznad podruma izvedeni su najčešće kao svodovi od opeke ili kamena, pruski svodovi ili betonske ploče. Svođeni stropovi bili su izvedeni s nasipom i plivajućim drvenim podom položenim u taj nasip. Podgled svoda uglavnom se žbukao. Vrsta stropa i način korištenja podruma utjecat će na odabir načina izvedbe toplinske izolacije. Povećanje toplinske zaštite podnih konstrukcija u izravnom doticaju s tlom u velikoj mjeri je prihvatljivo, ukoliko zahvat nema utjecaj na vrijedne elemente zgrade koje je eventualno moguće ukloniti te nakon zahvata ponovno postaviti na istu poziciju. Najčešće je uz energetske obnovu zgrade nužno rješavanje zaštite od vlage u kontaktu s tlom, što zahtijeva uklanjanje svih zatečenih slojeva poda. Ako je izvedba moguća na taj način, u tu će svrhu biti uvjetovana razrada podizanja i ponovnog postavljanja izvornih elemenata u zatečenom stanju.

Prostori prizemlja ili visokog prizemlja iznad podruma u neposrednoj su blizini tla i izvora vlage. Prije postave toplinske izolacije potrebno je provjeriti da li postoji kapilarno podizanje vlage do zidova prizemlja koju je potrebno prethodno sanirati.

Izvedba izolacije s gornje strane stropa iznad podruma

Nevezano za vrstu stropa, toplinsku izolaciju moguće je izvesti s gornje strane. U slučaju svodova, podloga će biti nasip, a u slučaju pruskih svodova armiranobetonska ploča ili nasip. Kao toplinska izolacija preporučuju se tvrde ploče polistirena (EPS ili XPS). Ukoliko postoji opasnost od prodora vlage preporuča se XPS. Preko sloja toplinske izolacije postavlja se zvučna izolacija od ekspaniranog elastificiranog polistirena (EEPS), polietilenska folija (PE ili PEHD) u funkciji zaštite zvučne izolacije i kao parna brana. Iznad se izvodi sloj lagano armiranog estriha kao podloga za hodnu oblogu.

Izvedba izolacije s donje strane stropa iznad podruma

Kod postave toplinske izolacije s donje strane stropa podruma, potrebno je uzeti u obzir:

- uvjete vlažnosti,
- zahtjeve u pogledu zaštite od požara,
- geometriju podgleda.

U slučaju velike vlage, neće biti moguće koristiti toplinske izolacije koje upijaju vlagu (npr. mineralna vuna – MW). Polistireni i poliuretani otporniji su na vlagu. Polistireni mogu biti izvedeni kao ETICS sustav, a poliuretan može biti prskan.

Geometrija podgleda važan je faktor u odabiru vrste toplinske izolacije i tehnike izvedbe. Kod ravnih armiranobetonskih ploča ugradnja je najjednostavnija i moguće je primijeniti bilo koju vrstu toplinske izolacije. U slučaju zaobljenih

ploha poput kuglastih svodova dostupne su prskane poliuretanske PUR toplinske izolacije (sa završnom obradom od negorivog materijala, npr. žbuke) zatim toplinske žbuke, a kod bačvastih svodova moguće je jednostavno ugraditi i lamele mineralne vune (MW). Preporučena debljina standardne toplinske izolacije iznad negrijanih podruma je 15 cm. U slučaju ugradnje PUR izolacije 10 cm će imati jednaki učinak na koeficijent prolaska topline.

Ovisno o namjeni podruma možda neće biti moguće primijeniti gorive toplinske izolacije (EPS, XPS ili PUR). Toplinsku izolaciju podgleda moguće je izvesti kao spuštenu strop ispunjen negorivom toplinskom izolacijom – mineralnom vunom (MW) ili toplinskim žbukama.

Predmetna mjera najviše će doprinijeti uštedama u stanovima izravno iznad podruma (Tablica 4.7).

Tablica 4.7 Doprinos mjere toplinske izolacije stropa iznad podruma u smanjenju specifične godišnje potrebne energije za grijanje $Q''_{H,nd}$.

Mjera 7. Toplinska izolacija stropa iznad podruma	$Q''_{H,nd}$ (kWh/(m ² ·a))		Ušteda
	Prije	Poslije	
Zgrada (prosjeck)	210	189	10 %
Stan iznad podruma	230	165	28 %

Toplinska izolacija zidova i podova podruma

Zidovi i podovi podruma najčešće nisu bili toplinski izolirani niti zaštićeni od prodora vlage, što nije predstavljalo problem u pomoćnim negrijanim prostorima građevine. Podovi su najčešće bili izvedeni na sloju nabijene zemlje. Kao hodna obloga koristile su se drvene kocke te opekarski (tavele) ili kameni elementi položeni u nasip pijeska. Podovi prizemnih prostorija na tlu izvodili su se najčešće s drvenim slijepim podovima u nasipu. Zidovi u tlu, kao i vanjski zidovi, izvodili su se od opeke ili kamena.

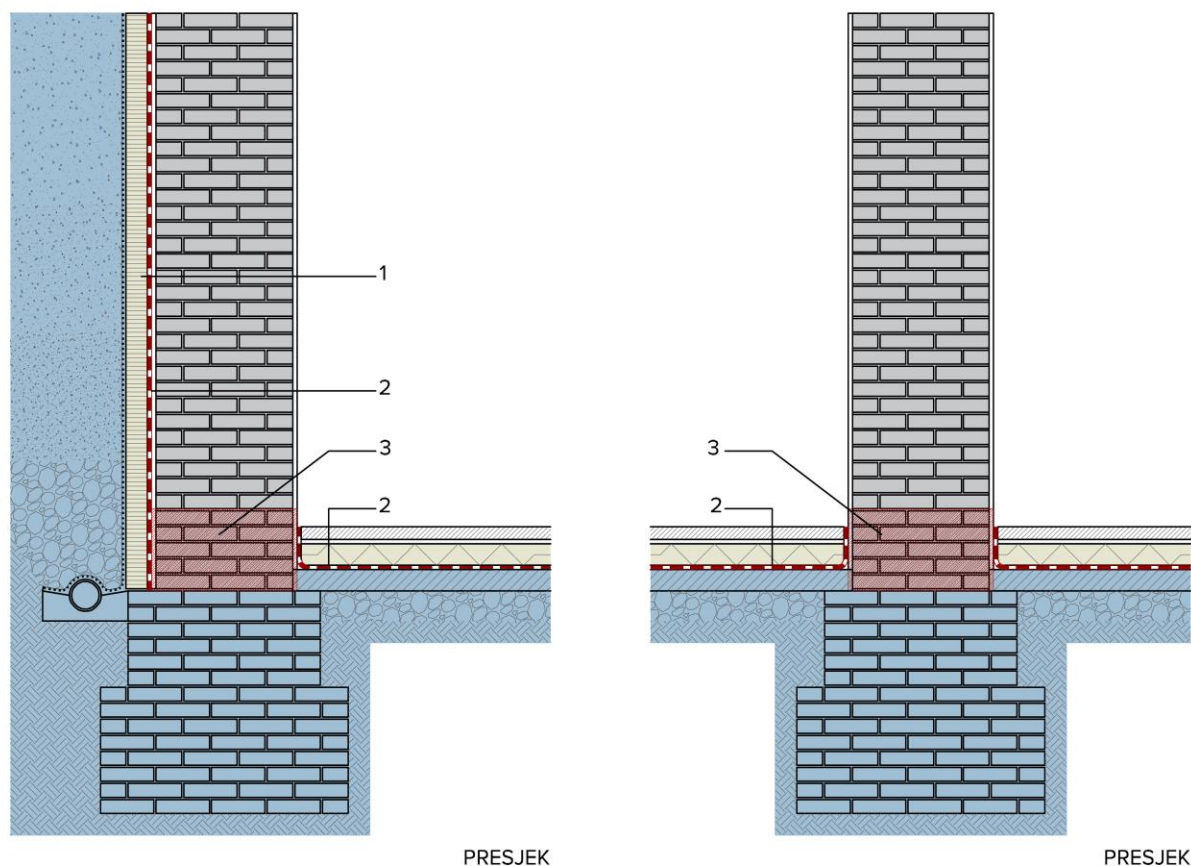
Energetska obnova podrumskih dijelova građevine u pravilu zahtijeva i sprječavanje prodora zemne vlage u konstrukciju.

Obnova podrumskih zidova s vanjske strane

Najpovoljnija je postava hidroizolacije i toplinske izolacije zidova s vanjske strane ukoliko je moguća takva izvedba. Kod zgrada koje su okružene prirodnim terenom ili dijelova zgrada prema dvorištima takav način obnove je izvediv (Slika 4.25).

- Zemna vlaga
- Toplinska izolacija
- Hidroizolacija
- Injektirano

1. Vodootporna toplinska izolacija (XPS) postavljena s vanjske strane zida
2. Hidroizolacija
3. Injektirani dio zida



Slika 4.25 Obnova vanjskog i unutarnjeg podrumskog zida (presjek).

Vanjski zidovi otkapaju se do dubine temelja. Dno vanjskih i unutarnjih zidova injektira se kako bi se dobila vodonepropusna barijera. Neravna podloga zida se žbuka vodootpornim žbukama na koje se lijepi (polimer) bitumenska hidroizolacija. Hidroizolacija se mora preklopiti preko injektiranog dijela zida. Preko hidroizolacije se postavljaju ploče vodootporne toplinske izolacije od ekstrudiranog polistirena (XPS) i drenažna čepasta traka s čepečima prema toplinskoj izolaciji. U razini temelja izvodi se (prema mogućnostima) drenažna cijev. Pod podruma se izvodi na armiranoj betonskoj podlozi. Hidroizolira se (polimer) bitumenskim hidroizolacijskim trakama. Hidroizolacija se mora preklopiti preko injektiranog dijela zida. Postavlja se toplinska izolacija od tvrdih ploča polistirena (EPS), zvučna izolacija od ekspandiranog elastificiranog polistirena (EEPS), polietilenska folija (PE) u funkciji zaštite zvučne izolacije.

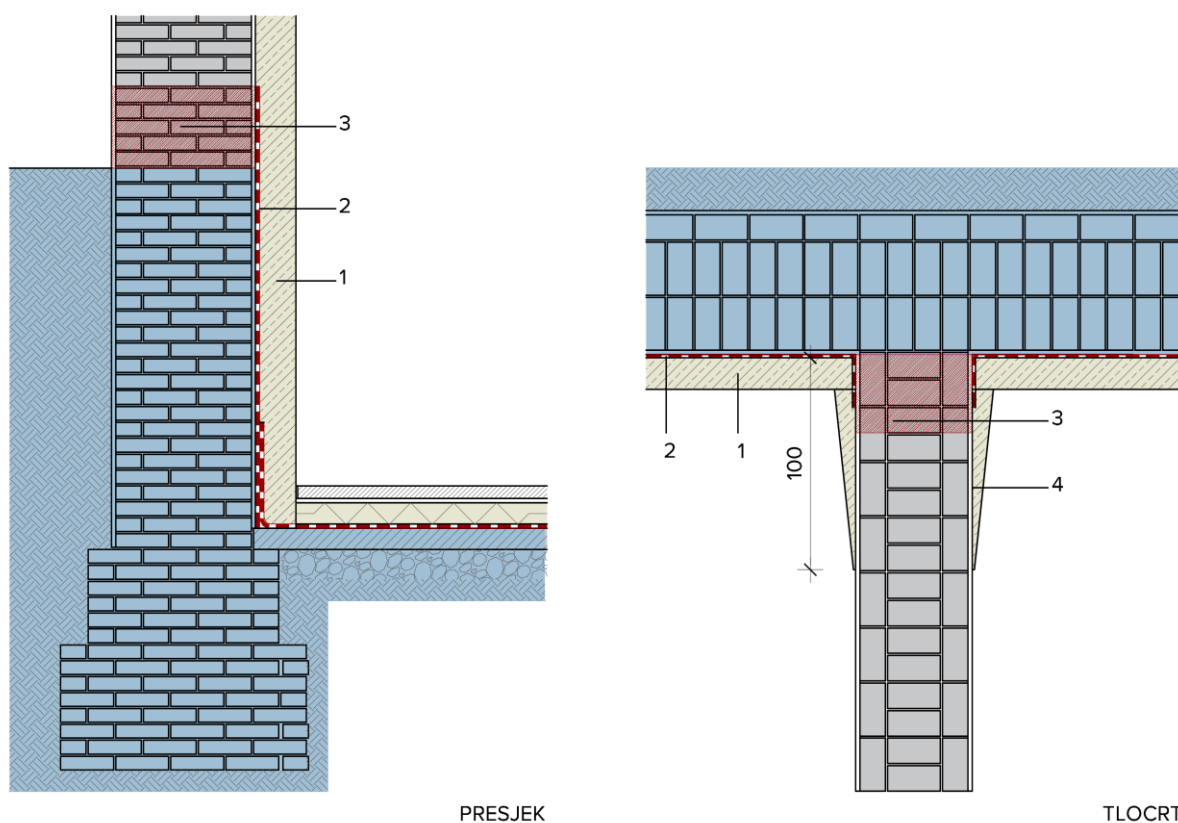


1. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane zida
2. Hidroizolacijski premaz
3. Injektirani dio zida
4. Produljenje toplinskog mosta

Iznad se izvodi sloj lagano armiranog estriha kao podloga za hodnu oblogu. Kod ove sanacije potrebno je računati s izvjesnim vremenom isušivanja zida.

Obnova podrumskih zidova s unutarnje strane

Iako je način obnove s vanjske strane povoljniji, nije uvijek primjenjiv. Obnova je moguća i s unutarnje strane, ali zahtijeva injektiranje na drugačijim pozicijama i primjenu različitih vrsta hidroizolacija (Slika 4.26).



PRESJEK

TLOCRT

Slika 4.26 Izvedba hidroizolacije i toplinske izolacije s unutarnje strane podrumskih zidova (lijevo). Spoj unutarnjeg i vanjskog zida podruma (desno).

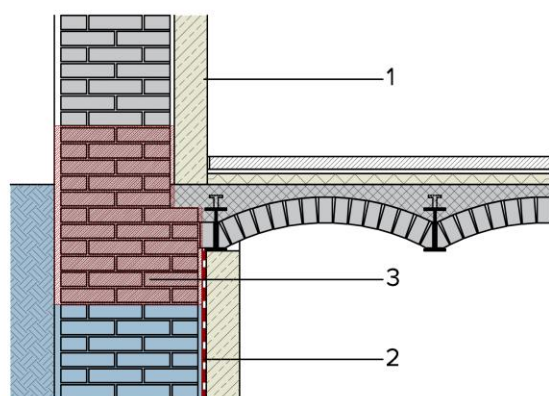
Vanjski zidovi se hidroizoliraju na način da se injektiraju iznad razine okolnog tla. Nosivi zidovi unutar zgrade injektiraju se na spoju s vanjskim zidom i u podnožju. S unutarnje strane izvodi se vodootporna žbuka koja se hidroizolira polimer cementnim i cementnim hidroizolacijskim premazima. Hidroizolacijski premaz mora se preklopiti s injektiranim dijelom zida. Pod podruma se izvodi na armiranoj betonskoj podlozi. Hidroizolira se (polimer) bitumenskim hidroizolacijskim trakama koje se moraju preklopiti s cementnim hidroizolacijskim premazom, a u slučaju unutarnjeg zida moraju se preklopiti s injektiranim dijelom zida. Zidovi se sada s unutarnje strane mogu toplinski izolirati porobetonskim pločama koje se punoplošno lijepe na cementni hidroizolacijski premaz. Na spoju unutarnjih i vanjskih zidova potrebno je izvesti produljenje toplinskog mosta. Na pod se postavlja toplinska izolacija od

tvrdih ploča polistirena (EPS), zvučna izolacija od ekspaniranog elastificiranog polistirena (EEPS), polietilenska folija (PE) u funkciji zaštite zvučne izolacije. Iznad se izvodi sloj lagano armiranog estriha kao podloga za hodnu oblogu.

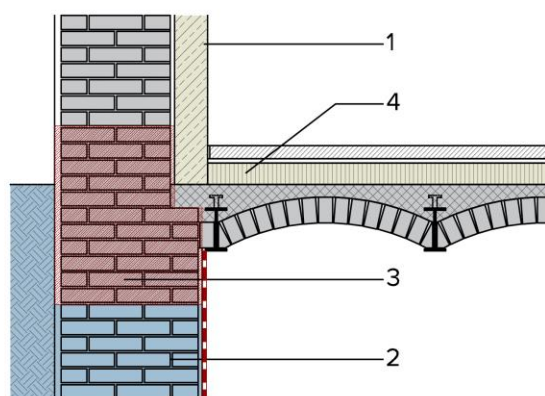
U nastavku su prikazani primjeri izvedbe kada je strop podruma u razini okolnog tla (Slike 4.27 i 4.28).

-  Zemna vlaga
-  Toplinska izolacija
-  Hidroizolacija
-  Injektirano

1. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane zida
2. Hidroizolacija
3. Injektirani dio zida
4. Tvrdi ploče toplinske izolacije (XPS)



PRESJEK

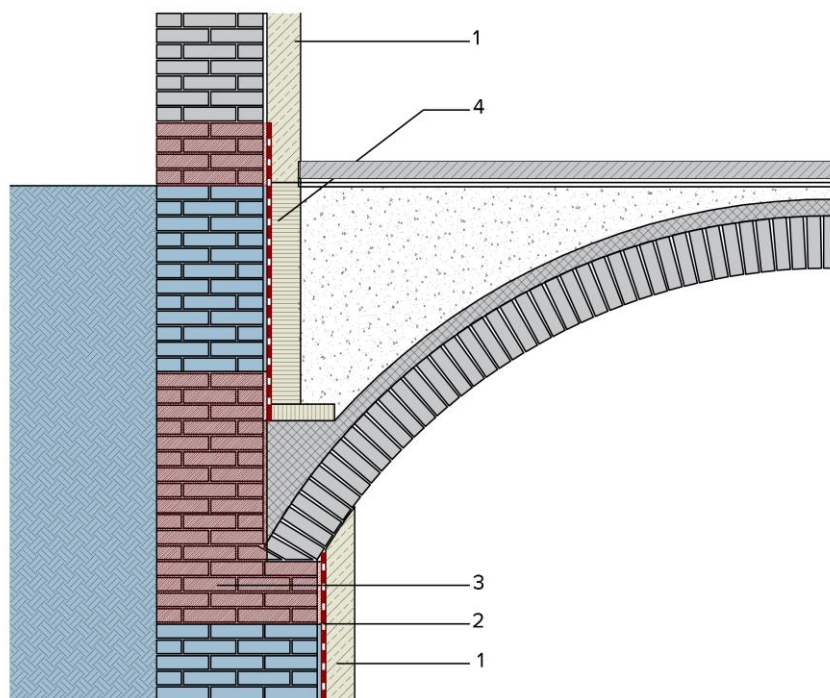


PRESJEK

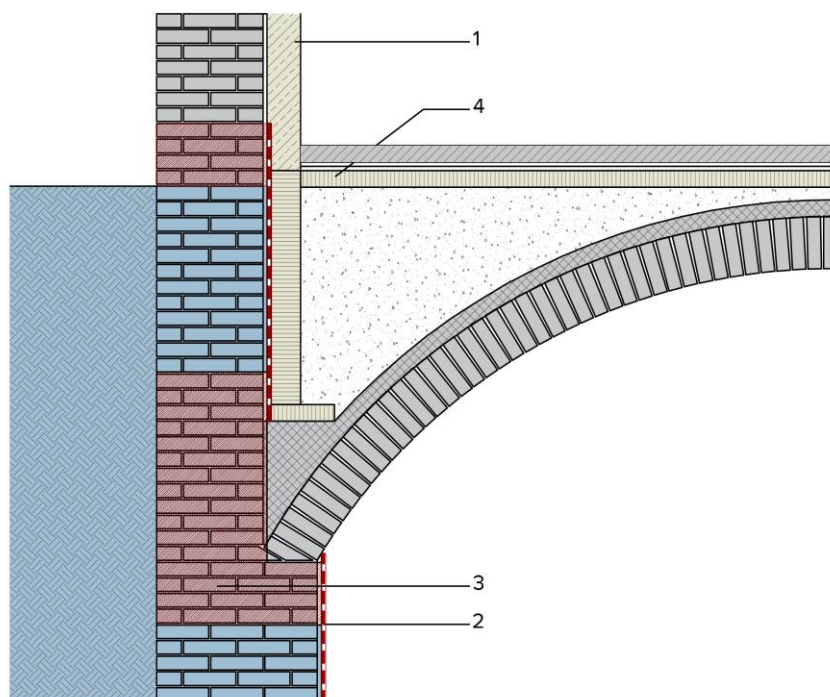
Slika 4.27 Izvedba hidroizolacije i toplinske izolacije s unutarnje strane podrumskih zidova i pruskog svoda. Grijani (lijevo) i negrijani (desno) podrum.

-  Zemna vlaga
-  Toplinska izolacija
-  Hidroizolacija
-  Injektirano

1. Toplinska izolacija za postavu s unutarnje strane
2. Hidroizolacijski premaz
3. Injektirani dio zida
4. Vodotporna toplinska izolacija (XPS)



PRESJEK



PRESJEK

Slika 4.28 Izvedba hidroizolacije i toplinske izolacije s unutarnje strane podrumskih zidova i svoda od opeke. Grijani (lijevo) i negrijani (desno) podrum.

4.4.8. MJERA 8. – Toplinska izolacija zidova prema negrijanim prostorima

Zidovi prema negrijanim prostorima izvodili su se kao i ostali zidovi od opeke ili kamena, ili kao lagane drvene pregrade. Zid je, ovisno da li je nosiv ili pregradni, bio određene debljine i svoju toplinsko-izolacijsku ulogu ispunjavao je isključivo svojom debljinom. Ove pregrade odjeljuju prostore manjih temperaturnih razlika, pa je njihova manja debljina zadovoljavala potrebu dostatne toplinske zaštite uz već navedene uvjete.

Izvedbu toplinske izolacije zidova prema negrijanim prostorima treba, kao i kod ostalih pregrada, provjeriti od slučaja do slučaja. Toplinsku izolaciju zidova prema negrijanim prostorima možemo rješavati, kao i kod vanjskih zidova, s jedne ili druge strane presjeka ovisno o postavljenim zahtjevima. Manje razlike temperature između grijanih i negrijanih prostora zahtijevati će toplinsko-izolacijski sloj manjih debljina nego kod vanjskih zidova. Prijedlozi postave toplinske izolacije zidova prema negrijanim prostorima identični su prijedlozima toplinske izolacije vanjskih zidova (poglavlje 4.4.1.).

Zidovi između grijanih prostora različitih korisnika

Zidovi između grijanih prostorija različitih korisnika u pravilu odjeljuju grijane prostore na koje se postavljaju blaži zahtjevi u pogledu toplinske zaštite. Spomenuti zahtjevi se odnose na toplinsku zaštitu u slučajevima u kojima se jedan od prostora privremeno ne grije (npr. stan koji se dulje vrijeme ne koristi). Manje eventualne razlike temperature između grijanih prostora zahtijevati će toplinsko-izolacijski sloj manjih debljina nego kod vanjskih zidova ili zidova prema negrijanim prostorima.

4.4.9. Mjera 9. – Toplinska izolacija stropa iznad otvorenog prostora

Stropovi iznad otvorenih dijelova najčešće su izvedeni kao svodeni stropovi s nasipom i u njega položenim plivajućim drvenim podom. Svodovi su se, ovisno o rasponu, izvodili u različitim debljinama. Tako postoje svodovi od opeke debljine 15 ili 30 cm, odnosno kameni svodovi debljine 20 do 30 cm. Sloj nasipa bio je debljine od 10 do 20 cm u svom najtanjem dijelu (tjeme svoda). Stropovi s drvenim gredama također se pojavljuju iznad otvorenog prostora. U tim slučajevima su drvene grede zaštićene u podgledu žbukom na daščanoj oplati. Između greda nalazi se daščana oplata i nasip šute i pijeska u koji je položen slijepi drveni pod. Prije postave toplinsko izolacijskih slojeva potrebno je detaljno pregledati vlažnost nasipa i drvenih elemenata, te nosivost greda i oplata. Prema potrebi treba izvršiti sanaciju nosivosti. Ukoliko postoji velika vlažnost nasipa preporučljivo je uklanjanje nasipa i zamjena suhim. Drvene elemente potrebno je zaštititi impregnacijom. Kod odabira izolacije prednost treba dati toplinsko izolacijskim materijalima otpornim na vlagu, kao i onima koji neće spriječiti isušivanje vlage apsorbirane u drvu.

Stropovi iznad otvorenih prostora rješavaju se na isti ili sličan način kao i stropovi iznad negrijanih prostora (Mjera 7., poglavlje 4.4.7.).

4.4.10. Rekapitulacija mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora

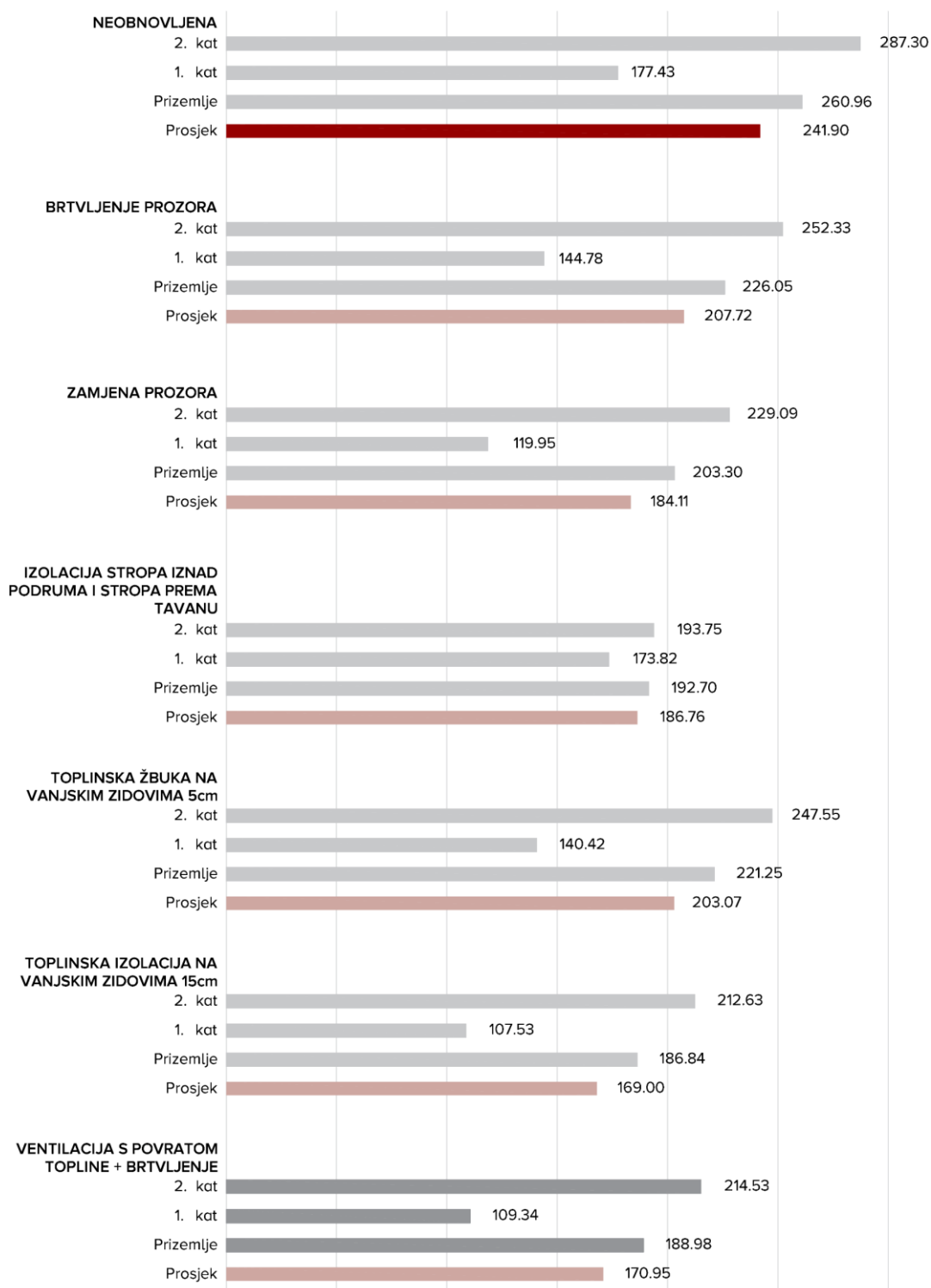
U nastavku su prikazane uštede specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q''_{H,nd}$ (kWh/(m²·a)) za područje Kontinentalne i Primorske Hrvatske, u slučaju primjene pojedinačnih mjera ili kombinacije mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora (Slike 4.29, 4.30, 4.31 i 4.32).

Vrijednosti su prikazane za različite tipove stanova:

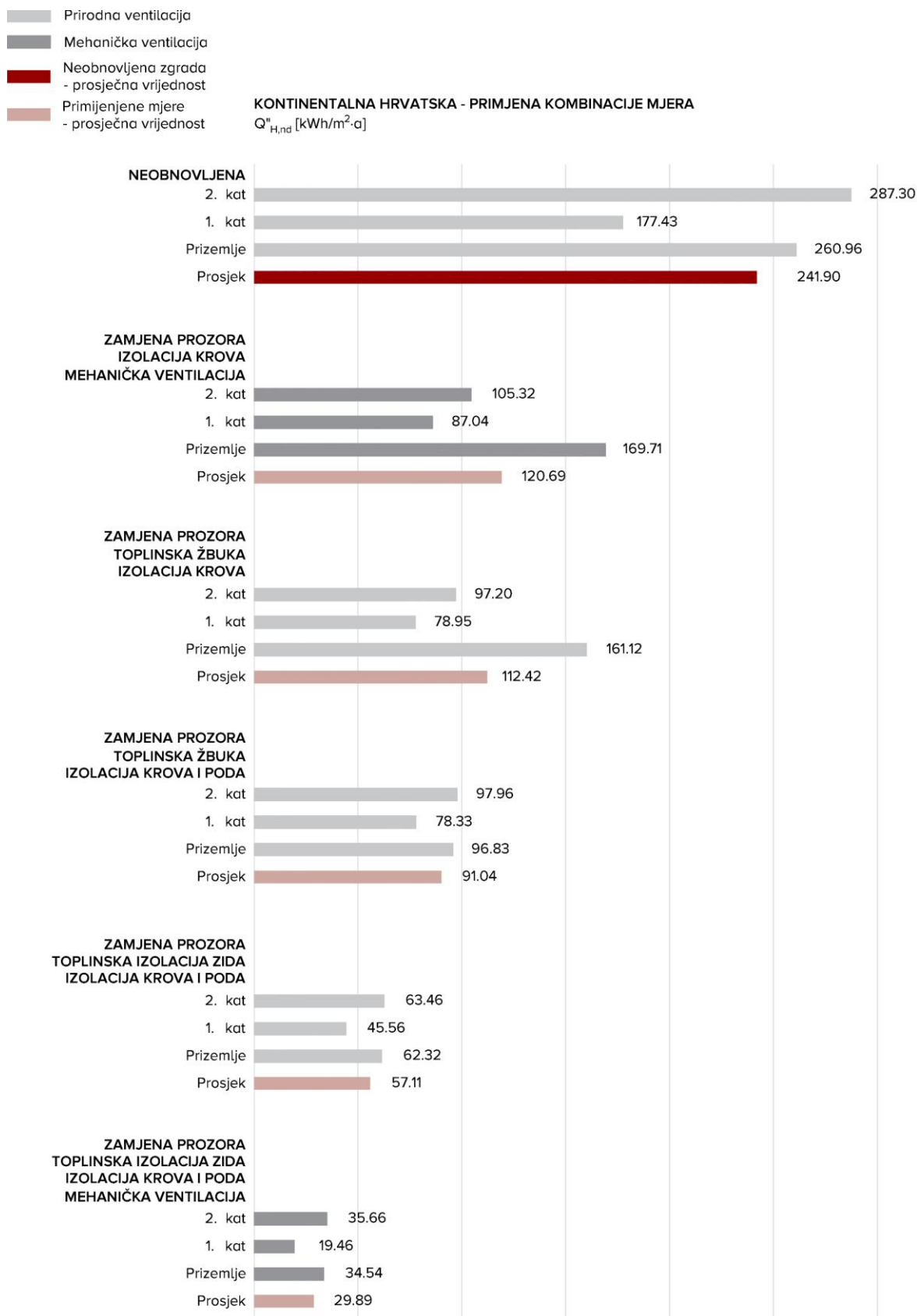
- u prizemlju, sa stropom iznad negrijanog podruma (Kontinent) ili podom na tlu (Primorje),
- na 1. katu, s grijanim prostorom iznad i ispod stana,
- na 2. katu, sa stropom prema negrijanom prostoru tavana,
- prosječna vrijednost za cijelu zgradu.

- Prirodna ventilacija
- Mehanička ventilacija
- Neobnovljena zgrada
- prosječna vrijednost
- Primijenjene mjere
- prosječna vrijednost

KONTINENTALNA HRVATSKA - PRIMJENA POJEDINAČNIH MJERA
 $Q''_{H,nd}$ [kWh/m²·a]



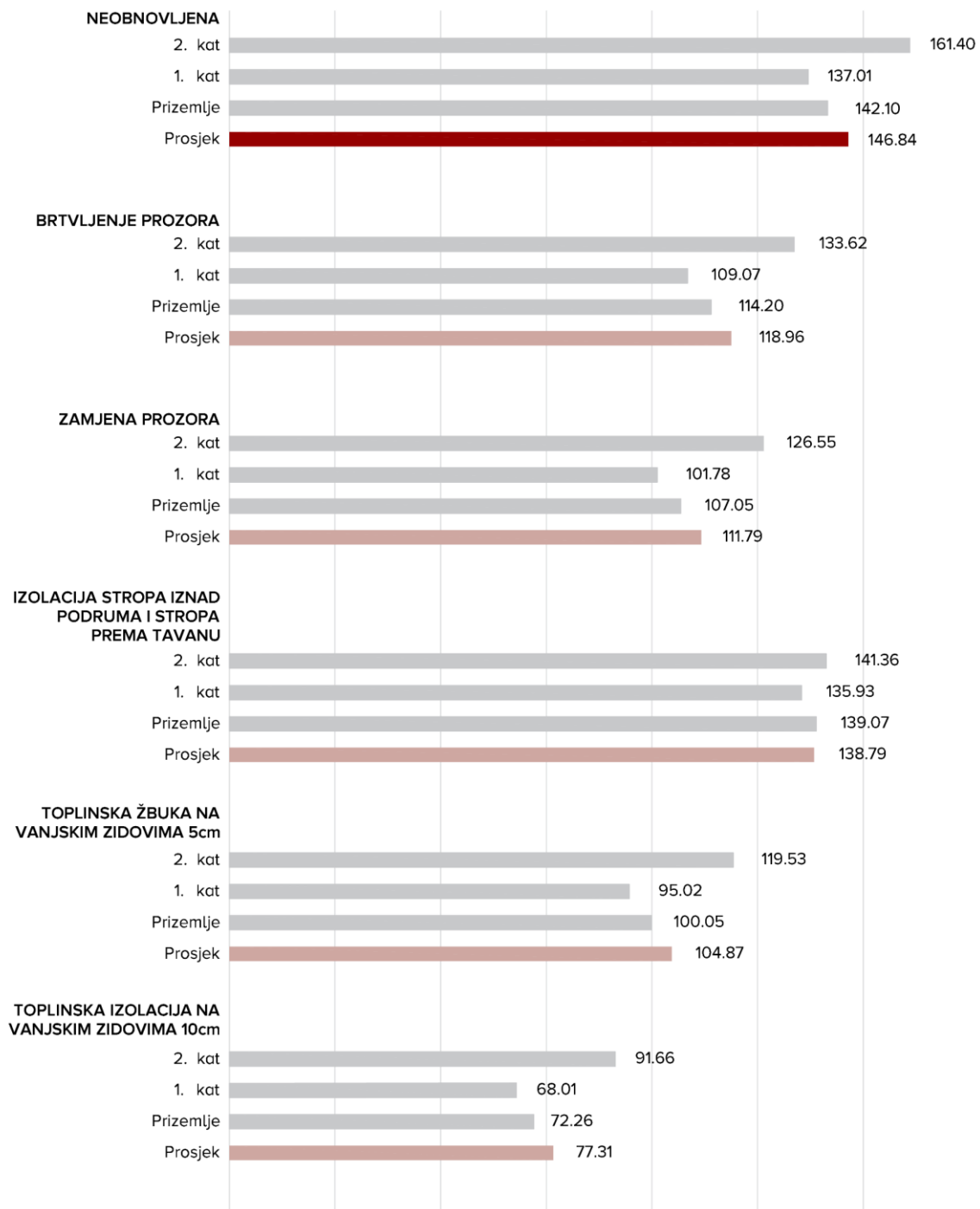
Slika 4.29 Izračun specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q''_{H,nd}$ (kWh/(m²·a)) za područje kontinentalne Hrvatske, u slučaju primjene pojedinačnih mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora za različite tipove stanova.



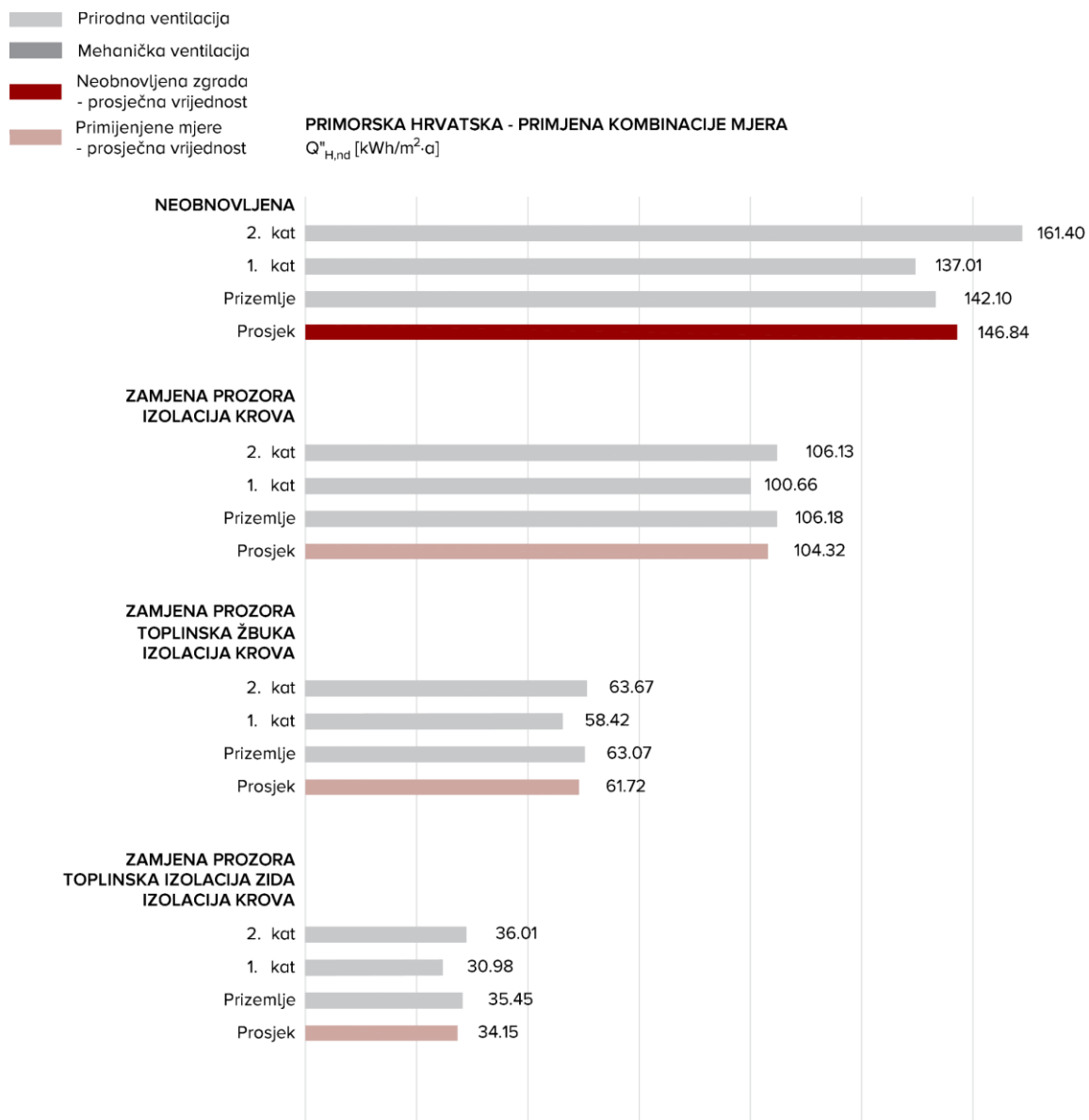
Slika 4.30 Izračun specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q''_{H,nd}$ (kWh/(m²·a)) za područje Kontinentalne Hrvatske, u slučaju primjene kombinacije mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora za različite tipove stanova.

- Prirodna ventilacija
- Mehanička ventilacija
- Neobnovljena zgrada
- prosječna vrijednost
- Primijenjene mjere
- prosječna vrijednost

PRIMORSKA HRVATSKA - PRIMJENA POJEDINAČNIH MJERA
 $Q''_{H,nd}$ [kWh/m²·a]



Slika 4.31 Izračun specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q''_{H,nd}$ (kWh/(m²·a)) za područje Primorske Hrvatske, u slučaju primjene pojedinačnih mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora za različite tipove stanova.



Slika 4.32 Izračun specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q''_{H,nd}$ (kWh/(m²·a)) za područje Primorske Hrvatske, u slučaju primjene kombinacije mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora za različite tipove stanova.

4.4.11. Primjena mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora na zgradama nastalim poslije 1930. godine

Zgrade sa statusom kulturnog dobra nastale poslije 1930. godine često imaju znatno lošija energetska svojstva i brže propadaju od starijih zgrada s obzirom na korištenje eksperimentalnih konstrukcija i materijala te manjka iskustva u radu s istima. Kod ovih je zgrada češća pojava armiranog betona kao materijala nosive konstrukcije koji ima veću toplinsku provodljivost od opeke, kamena i drva. Beton se često koristi i na pročelju bez dodatne toplinske zaštite što predstavlja toplinski most u ovojnici zgrade. Česta je primjena potpuno ostakljenih ovojnica grijanog prostora sa staklima loših toplinskih svojstava te metalnim okvirima bez prekinutih toplinskih mostova. Prilikom zamjene ostakljenog pročelja novim potrebno je voditi računa o poboljšanju energetskih svojstva istih (IZO stakla, okviri s boljim rješenjima toplinskih mostova itd.) te o urbanoj i kulturnoj vrijednosti estetike zgrade. Proporcije okvira novog ostakljenog pročelja, izgled stakla i ostalih primijenjenih materijala trebaju (u što je moguće većoj mjeri) podupirati ideju zgrade sa statusom kulturnog dobra.

Kao i kod zgrada nastalih u ranijim razdobljima, i na zgradama sa statusom kulturnog dobra nastalim poslije 1930. godine ne može se primijeniti jedinstvena metoda energetske, odnosno sveobuhvatne obnove. Svaka se zgrada mora promatrati za sebe te je potrebno pažljivo uravnotežiti primjenu mjera energetske učinkovitosti u cilju očuvanja spomeničke vrijednosti zgrade.

4.4.12. Zaključak

Zaključno, primjena mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora zgrada utječe na smanjenje gubitaka topline zimi i pregrijavanja prostora ljeti, ali ima i dodatne pozitivne učinke kao što su:

- smanjenje buke iz vanjskog prostora
- poboljšanje kvalitete zraka u unutarnjem prostoru
- zaštita od požara
- očuvanje zgrade kao posljedica održavanja
- povećanje vrijednosti zgrade.

Osim primjene predloženih mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora, u skladu s konzervatorskim uvjetima, preporuča se povećanje uštede energije postići u kombinaciji s unaprjeđenjem postojećih ili ugradnjom novih tehničkih sustava zgrade, ali i unaprjeđenjem ostalih temeljnih zahtjeva za građevinu i drugih horizontalnih mjera koje doprinose sigurnosti korisnika, energetske učinkovitosti, klimatskoj otpornosti, ali i očuvanju kulturnog dobra.

4.5. Unaprjeđenje energetske učinkovitosti postojećih ili ugradnja novih tehničkih sustava u zgradu

Tehnički sustavi u zgradi namijenjeni su za grijanje, hlađenje, pripremu potrošne tople vode (PTV), ventilaciju, klimatizaciju, rasvjetu te sustav automatizacije i upravljanja zgradom, dok pod termotehničkim sustavima podrazumijevamo samo sustave za grijanje, hlađenje, pripremu potrošne tople vode, ventilaciju i klimatizaciju. Za rad tehničkih sustava potrebni su energenti, odnosno, energija koja pokreće sustave i time osigurava njihov rad. Energenti koje koristimo u zgradama mogu biti obnovljivi i neobnovljivi. Neobnovljivi izvori energije, odnosno, fosilna goriva, jesu izvori energije koji se ne mogu ponovno obnoviti, poput ugljena, nafte i prirodnog plina. Obnovljivi izvori energije (OIE) su izvori energije koji se dobivaju iz prirodnih procesa i koji se kontinuirano obnavljaju. U zgradama se najčešće koristi energija sunca, energija vode (podzemne vode, mora, rijeke, jezera,...), energija zemlje te drvena biomasa.

U današnjim uvjetima energetske krize obilježene rastom cijena energenata, te na osnovu Europskog zelenog plana koji predviđa smanjenje emisija stakleničkih plinova do 2030. za barem 55 % u usporedbi s razinama iz 1990., te potpuno ukidanje emisija do 2050. godine, od izuzetne je važnosti poticati i promicati korištenje obnovljivih izvora energije i alternativnih sustava i tako omogućiti vlasnicima i korisnicima život, rad i poslovanje u zgradama sa zdravim mikroklimatskim uvjetima uz neutralan ili barem minimalan utjecaj na okoliš i realnu, većini prihvatljivu, cijenu energije i vode.

Pri odlučivanju o načinu unaprjeđenja tehničkih sustava važno je uzeti u obzir značajke kulturnog dobra, kako se njihovim korištenjem ne bi narušila bitna spomenička svojstva zgrade, kao i utjecaj na okruženje u kojem se zgrada nalazi. Važno je voditi računa o mogućoj revalorizaciji kulturnog dobra, koja ovisi i o razvitku znanosti i tehnologije te promjenama načela zaštite kao trajnom procesu, pa bi sustavi trebali biti lako zamjenjivi, odnosno reverzibilni.

Tehničke mogućnosti, kao i ekonomska isplativost, imaju također vrlo veliki utjecaj na odabir energenata i zamjenu ili rekonstrukciju tehničkih sustava zgrade. Svi tehnički sustavi zahtijevaju određene preduvjete i prostor za smještaj, tj. ugradnju opreme, neovisno da li govorimo o samoj zgradi ili o čestici na kojoj se zgrada nalazi. Ovisno o sustavu, zahtjevi mogu biti vrlo restriktivni, pa je katkad vrlo teško ili čak i nemoguće ugraditi određeni sustav u neku zgradu bez obzira je li riječ o kulturnom dobru. Stoga je inženjersko znanje i iskustvo prijeko potrebno pri bilo kojoj rekonstrukciji ili energetskej obnovi, a pri obnovi zgrade sa statusom kulturnog dobra, potrebna znanja i iskustva dolaze još više do izražaja.

Pri inženjerskom promišljanju i radu na energetskeom konceptu zgrade, ne treba zaboraviti niti mogućnosti financiranja energetske obnove, koja je izuzetno važna za vlasnike zgrade. Previsoka cijena investicije uz nedovoljno velike uštede u troškovima rezultirat će odustajanjem vlasnika od obnove, čime se dodatno skraćuje životni vijek zgrade, ljudi će živjeti i raditi u nezdravim uvjetima, a udio troškova energije bit će sve veći u ukupnim troškovima, što će se negativno odraziti na kvalitetu života, kao i na konkurentnost poslovnih subjekata. Stoga je iznimno važno uzeti u obzir sve čimbenike, te uključiti konzervatore i sve ostale sudionike u gradnji od samog početka.

Postojeći termotehnički sustavi mogu biti lokalni, centralni, etažni ili kombinirano, a zamjena ili rekonstrukcija sustava uvelike ovisi o postojećem sustavu i postojećim energentima. Zato je potrebno utvrditi postojeće stanje, što se uobičajeno obavlja tijekom energetske pregleda zgrade.

Energetski pregled zgrade u dijelu tehničkih sustava, trebao bi prikupiti sve bitne informacije o relevantnim postojećim tehničkim sustavima, o vrsti energenata koja se koristi u zgradi, o potrošnji energije i vode, s ciljem izračunavanja potreba, odnosno energetske svojstva zgrade i prijedloga mjera za unaprjeđenje energetske učinkovitosti. Osim navedenog, potrebno je prije obnove izvršiti pregled postojećih tehničkih sustava i elektroinstalacija te predložiti mjere unaprjeđenja i/ili zamjene, s naglaskom na onima koje se odnose na sigurnost (udar struje, zaštita od požara, prisutnosti otrovnih ili zapaljivih plinova i para, gromobran itd.)

Energetsko svojstvo zgrade

Energetsko svojstvo zgrade izračunata je količina energije potrebne za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu potrošne tople vode i rasvjetu prilikom karakteristične uporabe zgrade, a izračun energetske svojstva zgrade, kao i maksimalne dopuštene vrijednosti propisan je Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama uz korištenje Algoritma za izračun energetske svojstva zgrade – u daljnjem tekstu Algoritam. (vidi Stručni pojmovnik). Energetsko svojstvo zgrade izražava se preko specifične godišnje primarne energije za stvarne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i režim rada tehničkih sustava.

Potrebna energija za grijanje je količina toplinske energije koju je nužno osigurati unutar kondicioniranog prostora zgrade kako bi se u njemu održala minimalna željena temperatura. Potrebna energija za grijanje ovisi o klimatskim uvjetima na lokaciji zgrade, arhitektonsko-građevinskim karakteristikama zgrade, načinu provjetravanja i namjeni zgrade.

Isporučena energija je energija izražena po nositelju energije, koja se dovodi u tehnički sustav u zgradi kroz granicu sustava kako bi se zadovoljile promatrane potrebe za grijanjem, hlađenjem, ventilacijom i klimatizacijom, potrošnom toplom vodom i rasvjetom, ovisno o namjeni zgrade.

Primarna energija je energija sadržana u energentu, uključivo s utrošenom energijom za prikupljanje (iskapanje), obradu i transport energenta do korisnika. Primarnu energiju računamo kao umnožak isporučene količine energenta za tehnički sustav i faktora primarne energije.

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, kod značajne obnove postojeće zgrade potrebno je razmotriti primjenu visokoučinkovitih alternativnih sustava u mjeri u kojoj je to tehnički, funkcionalno i gospodarski izvedivo.

Temeljem svih prikupljenih podataka, kao i osnovnih informacija o cjelokupno planiranoj ili željenoj obnovi, može se preliminarno predložiti rekonstrukcija postojećeg sustava ili kompletna zamjena sustava pojedinog sustava uz zadržavanje ili zamjenu energenta, vodeći računa da se primjenom predloženih rješenja ne ugrožavaju svojstva kulturnog dobra prepoznata na temelju stručnog vrednovanja i utvrđena od strane nadležnog konzervatorskog tijela. Pri tome

svakako treba voditi računa o važnosti integralnog pristupa od samog početka razmišljanja o procesu obnove. Jer ne postoji opća preporuka što treba napraviti, već treba sagledati postojeće stanje, konzervatorske podloge (ako postoje), istražiti zahtjeve i mogućnosti investitora, tj. vlasnika zgrade, odnosno predložiti rješenje svih uključenih projekatata u prijedlog obnove nadležnom konzervatorskom tijelu. Isto podrazumijeva i tehničke mogućnosti zadržavanja ili zamjene postojećih tehničkih sustava.

U projektu je bitno dokazati da unaprjeđenjem/zamjenom tehničkih sustava u zgradi ispunjavanje temeljnih zahtjeva postojeće zgrade nije smanjeno ili je unaprijeđeno (posebice mehanička otpornost i stabilnost konstrukcije, sigurnost u slučaju požara kao i ispunjavanje ostalih temeljnih zahtjeva za građevinu).

Kako ne postoji jednoznačno rješenje, preporuka, uputa ili prijedlog, u daljnjem tekstu biti će izneseni neki od primjera mogućih rješenja, a na projektantima i konzervatorima je da pokušaju za svaku zgradu naći i predložiti rješenja koja će rezultirati optimalnom obnovom zgrade, te tako osigurati zgradi produženi vijek trajanja, siguran život, rad i poslovanje uz zdrave i ugodne mikroklimatske uvjete, a sve to uz realne troškove.

4.5.1. Sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode

Neovisno o postojećem stanju zgrade, njezinoj namjeni i lokaciji, sustav grijanja neophodan je za postizanje tražene unutarnje temperature prostora tijekom sezone grijanja. S obzirom na relativno veliku potrošnju energije za grijanje u kontinentalnim dijelovima Hrvatske, bitno je obratiti pozornost na energetske učinkovitost sustava grijanja.

U postojećim zgradama, ovisno o njihovoj namjeni, kao i vremenu gradnje, najčešće nalazimo vrlo neučinkovite sustave grijanja, uglavnom na fosilna goriva.

U stambenim zgradama često su ugrađeni lokalni sustavi grijanja poput peći/kamina na drvenu biomasu (najčešće cjepanice) ili plin, a ponekad čak i na ugljen, te različitih električnih peći i grijalica kao što su termoakumulacijske peći, električni uljni radijatori, kaloriferske grijalice i slično. U primorskoj klimatskoj zoni nerijetko u zgradama nije ugrađen sustav grijanja, već samo sustav pripreme potrošne tople vode, pa su vlasnici i korisnici tih prostora i stanova, često samostalno bez stručne pomoći ugradili sobne uređaje za grijanje i hlađenje, tj. split klimatske uređaje, kako bi time riješili i problem hlađenja. Priprema potrošne tople vode kod lokalnih sustava grijanja uglavnom je isto tako lokalna, a najčešće se koriste električni grijači vode (bojleri), a u manjoj mjeri plinski protočni grijači.

Od centralnih sustava u stambenim zgradama nalazimo etažne sustave grijanja na prirodni plin ili električnu energiju ili centralne sustave na razini zgrade poput zajedničkih kotlovnica loženih drvenom biomasom, ugljenom, ekstra lakim loživim uljem ili prirodnim plinom. U nekoliko gradova Hrvatske dostupni su i centralni toplinski sustavi ili zajedničke blokove kotlovnice, pa se u zgradama koje se nalaze na područjima gdje je to moguće, uglavnom nalaze toplinske stanice spojene na sustav daljinskog grijanja.

Potrošna topla voda priprema se lokalno pomoću električnih ili plinskih grijača vode ili pomoću etažnog/centralnog sustava grijanja. Kod etažnog plinskog sustava govorimo o tzv. kombi bojlerima za grijanje i pripremu potrošne tople vode, dok kod centralnih sustava u zajedničkoj kotlovnici postoji jedan veliki spremnik za pripremu vode.

U nestambenim zgradama, ovisno o namjeni, površini i vremenu gradnje, nalazimo češće centralne sustave grijanja, ponekad i hlađenja, ventilacije i klimatizacije, iako postoje i lokalni ili etažni sustavi. U slučaju grijanja putem centralne kotlovnice, u najvećem broju slučajeva, kotlovnica se nalazi u podrumu zgrade. Kotlovi u zajedničkim kotlovnicama pogonjeni su često ekstra lakim lož uljem ili prirodnim plinom, ali još uvijek je moguće naći i kotlovnice na mazut ili ugljen. Veliki problem su kotlovnice ložene prirodnim plinom koje se nalaze u podrumskim prostorima, što prema današnjim tehničkim propisima nije dozvoljeno, pa bi u tom slučaju kompletna rekonstrukcija sustava grijanja bila obavezna, a ne samo poželjna. Potrošna topla voda priprema se centralno u kotlovnici ili lokalno pomoću električnih bojlera.

Za većinu tih sustava moguće je reći da su uglavnom stari, dotrajali i energetske neučinkoviti, izuzev sustava daljinskog grijanja i već obnovljenih etažnih ili centralnih sustava. Često se događa i da je sustav obnovljen ili zamijenjen u samo jednoj ili tek nekoliko samostalnih uporabnih jedinica, a da su sustavi u

preostalom dijelu zgrade stari i dotrajali u tolikoj mjeri, da su zapravo neupotrebljivi.

Obnova tj. rekonstrukcija ili zamjena sustava grijanja i potrošne tople vode može se predvidjeti na više različitih načina. Jedan od najjednostavnijih načina je jednostavna zamjena starog sustava novim, energetske učinkovitijim sustavom.

Na prvi pogled to se može učiniti odličnim rješenjem koje će osigurati funkcionalan i energetske učinkovitiji sustav grijanja uz najmanje moguće komplikacije, no ipak je potrebno voditi računa o nizu faktora.

Prvo što je potrebno provjeriti je stanje dimnjaka ukoliko je riječ o sustavu koji osigurava toplinsku energiju izgaranjem goriva. Postojeći dimnjaci uglavnom ne ispunjavaju današnje suvremenije tehničke sustave, te je iste potrebno sanirati. Bitno je da u rekonstrukciju dimnjaka budu uključeni i ovlašteni inženjer građevinarstva i strojarstva iz svoje nadležnosti. Vrlo je bitno odrediti i potreban toplinski učinak novoga sustava, jer ugradnja predimenzioniranog sustava rezultira smanjenom energetske učinkovitosti, a ugradnja poddimenzioniranog sustava ne osigurava njegovu osnovnu namjenu.

Prvenstveno treba istražiti sve mogućnosti unapređenja toplinske zaštite ovojnice zgrade kako bi se što više smanjile energetske potrebe zgrade, a onda promišljati o dimenzioniranju tehničkih sustava.

To je osobito bitno kako bi se izbjeglo predimenzioniranje sustava grijanja, a time i spriječilo velike iznose računa za grijanje (osobito kad nema ni mogućnosti ugradnje fotonaponskih sustava). Tako je prvenstveno sa zgradom u kojoj se uz unaprjeđenje tehničkih sustava provodi i povećanje toplinske zaštite vanjske ovojnice, pri čemu dolazi do znatnog smanjenja potrebne energije za grijanje, a time i potrebnog toplinskog kapaciteta sustava grijanja. Međutim, čak i u slučaju samo unaprjeđenja sustava grijanja bez zahvata na vanjskoj ovojnici, treba razmotriti mogućnost ugradnje sustava manjeg kapaciteta, jer su postojeći sustavi relativno često bili predimenzionirani. Stoga je preporučljivo provjeriti potreban toplinski učinak i temeljem izračuna odabrati kapacitet novih sustava.

Nadalje, zamjenom postojećeg sustava treba obuhvatiti ne samo izvor energije (generator topline/kotao/peć/bojler, ...) već i ostale komponente sustava grijanja prema potrebi, poput cirkulacijskih pumpi, radne, zaporne i sigurnosne armature, kao i sustava automatske regulacije i upravljanja. To se prvenstveno odnosi na etažne i centralne sustave grijanja.

Posebnu pažnju treba posvetiti ogrjevnim tijelima i postojećoj ogrjevnoj mreži. Ovo se odnosi na sve slučajeve rekonstrukcije i zamjene sustava centralnog grijanja. Postojeća ogrjevna tijela kao i razvodna mreža dimenzionirani su uglavnom na visokotemperaturni toplovodni sustav grijanja dok su današnji sustavi većinom niskotemperaturni. Detaljnije objašnjeno u nastavku teksta.

No, ako se zamjena postojećeg sustava novim, istih ili sličnih tehničkih karakteristika, čini gotovo idealnim rješenjem, to zapravo nije tako. Osnovni problem te zamjene je zadržavanje postojećeg energenta, koje je u pravilu fosilno gorivo, što nije preporučljivo (osobito kao dugoročnija investicija), jer iako je danas još uvijek moguće nabaviti kotlove, bojlere i peći na fosilna goriva, prvenstveno na prirodni plin koji smatramo tranzicijskim energentom, fosilna goriva ne bi trebalo koristiti zbog prevelikih emisija stakleničkih plinova koja

doprinosu globalnom zatopljenju, ali i radi obveze RH vezano uz dekarbonizaciju nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine, što će vlasnike/korisnike prostora potencijalno dovesti u situaciju da ponovno obnavljaju nedavno obnovljeni tehnički sustav grijanja.

Stoga se predlaže, gdje god i kada god je to moguće, ugradnja i korištenje visokoučinkovitih alternativnih sustava koji koriste obnovljive izvore energije ili priključenje na učinkoviti sustav daljinskog grijanja.

Sustavi koji koriste obnovljive izvore za potrebe grijanja prvenstveno su solarni sustavi i dizalice topline koje je moguće ugraditi u samostalne uporabne cjeline kao lokalni ili etažni sustav grijanja ili u zgrade, neovisno o njihovoj namjeni, kao centralni sustav grijanja. Ukoliko se ugradi reverzibilna dizalica topline, putem istog uređaja moguće je osigurati i grijanje i hlađenje. Koji tip dizalice topline ugraditi potrebno je razmotriti prije izrade projektna dokumentacije. Odabir ovisi o potrebnom toplinskom kapacitetu, o mogućnosti ugradnje potrebnih komponenti sustava, o dostupnosti i mogućnosti korištenja podzemnih voda, mora i ostalih vodenih resursa ili raspoloživosti slobodnog prostora na čestici za postavljanje vertikalnih ili horizontalnih kolektora za korištenje energije zemlje. Bez obzira koji tip dizalice topline odabrali, potrebno je imati na umu potencijalni problem buke. Većina dizalica u izvedbi zrak-zrak, zrak-voda i voda-voda uz rashladne tornjeve ili suhe hladnjake mogu proizvoditi buku veću od dozvoljene i tako prouzročiti probleme, neugodnosti i u konačnici dodatne troškove sustava za sanaciju buke.

Na raspolaganju imamo dizalice topline zrak-zrak, zrak-voda, voda-voda i geotermalne dizalice. U gušće naseljenim krajevima predlaže se više koristiti, ako je to ikako moguće, geotermalne dizalice topline, kako bismo ublažili učinak urbanih toplinskih otoka. Detaljnije objašnjeno u poglavlju 4.5.5.

Solarni sustavi namijenjeni su za potporu grijanju i pripremu potrošne tople vode, a idealno ih je ugraditi u slučaju zajedničkog sustava grijanja, neovisno je li riječ o kotlovnici ili priključku na daljinsko grijanje.

Kao što je već spomenuto, pri ugradnji novoga sustava potrebno je provjeriti da li je moguće zadržati ogrjevnna tijela i mrežu zbog temperaturnog režima različitih izvora (generatora) topline. Ugrađeni radijatori uglavnom su člankasti; aluminijski ili lijevano-željezni (gusnati), a bili su dimenzionirani za temperaturni režim 90/70 °C ili eventualno 80/60 °C. Isto vrijedi i za cijevnu mrežu.

Stoga je nužno izvršiti proračun gubitaka topline prema HRN EN 12831 i odrediti potreban toplinski učin za svaku prostoriju, tj. za svako pojedino ogrjevno tijelo, te provjeriti da li postojeći radijatori i cijevna mreža zadovoljavaju svojim kapacitetom novi niskotemperaturni sustav grijanja, npr. 35/30 °C, 45/40 °C ili eventualno 50/45 °C. Vrlo je vjerojatno da postojeći sustav neće zadovoljiti toplinske potrebe prostora pri niskotemperaturnom sustavu ukoliko ne dođe do znatnog smanjenja potrebne toplinske energije za grijanje na osnovu energetske obnove vanjske ovojnice, jer smanjenje stvarne toplinske snage jednog članka iznosi i do 85 %, ovisno o tipu radijatora te o postojećem i novom temperaturnom režimu.

Nadalje, ukoliko je moguće zadržati postojeće radijatore i cijevnu mrežu, preporučljivo je temeljito očistiti sustav od kamenca i mulja koji se stvorio s

godinama upotrebe, te dodatno zaštititi novi izvor toplinske energije s filterima za hvatanje nečistoća ili čak dodatnim izmjenjivačem topline između izvora energije i postojećeg sustava.

Ukoliko je potrebno rekonstruirati postojeću cijevnu razvodnu mrežu jer ista ne zadovoljava novi sustav s, primjerice, niskotemperaturnom dizalicom topline, veliki problem može predstavljati pronalazak trase za vođenje novoga razvoda unutar zgrade. U tom slučaju možda je moguće iskoristiti postojeće dimovodne kanale (dimnjake) za vođenje novoga razvoda.

Naravno, to rješenje nije primjenjivo ukoliko se postojeći dimnjak želi (ili mora) zadržati kao pričuvni dimnjak.

U ruralnim sredinama ili u slabije naseljenim područjima urbanih sredina (zbog povećanja CO₂ se ne preporučuje ugradnja u gradovima), moguće je koristiti i drvenu biomasu (pelete, sječku), a brikete i ogrjevno drvo koristiti samo kod ugradnje pirolitičkih kotlova za potrebe grijanja i pripreme potrošne tople vode. Peći na pelete su, za razliku od peći na cjepanice, uglavnom automatizirane i imaju veći stupanj iskoristivosti. Naravno, stupanj korisnosti ovisi o kvaliteti ugrađene peći/kotla i o kvaliteti peleta.

Pri odabiru grijanja na pelete bitno je obratiti pažnju na mogućnost skladištenja peleta i dostupnost i način punjenja spremišta peleta. Pri većim kapacitetima potrebno je imati dovoljno veliko spremište i riješen transport peleta između spremišta i kotla. Za manje kapacitete, poput obiteljskih kuća, peleti se mogu nabavljati u maloprodaji u vrećama po 15 kilograma ili slično, a peći se pune automatski iz dnevnog spremnika u sklopu ili pored kotla ili ručno. Nadalje, peći na pelete potrebno je redovno čistiti od pepela, a sam pepeo je potrebno adekvatno zbrinjavati.

Pri ugradnji peći/kotla na pelete, potrebno je provjeriti ispravnost dimnjaka, tj. dimovodnih kanala. Dimnjak mora zadovoljiti važeći Tehnički propis za dimnjake, ostale zakonske propise i pravila struke, te je potrebno zatražiti pregled dimnjačara za priključenje novog izvora energije i izdavanje atesta. Ukoliko je nalaz dimnjačara negativan, potrebno je sanirati dimnjak prije priključenja. Ovo vrijedi za sve vrste izvora energije koji se priključuju na dimnjak.

4.5.2. Sustav hlađenja

Ugradnja sustava hlađenja u zgrade započela je sredinom prošloga stoljeća, ali vrlo ograničeno i uglavnom u poslovne zgrade. S vremenom se povećavao fond zgrada s ugrađenim sustavom hlađenja, izuzev u stambenim zgradama u kojim se sustav hlađenja počinje ugrađivati u znatnijoj mjeri tek početkom ovoga stoljeća. Međutim danas, zahvaljujući sve toplijim ljetima, sustav hlađenja postao je podjednako važan kao i sustav grijanja. Stoga je obnovi zgrada kulturne baštine potrebno provjeriti energetska učinkovitost postojećeg sustava ili razmotriti mogućnost ugradnje novoga sustava ako isti već ne postoji u zgradi.

U zgradama kulturne baštine nerijetko su smješteni muzeji i arhivi, a muzejska građa u pravilu zahtijeva određenu unutarnju temperaturu i kakvoću zraka tijekom cijele godine radi zaštite od plijesni, korozije, deformacije ili bilo kojeg drugog oštećenja. Stoga je uvođenje sustava hlađenja (uz sustav grijanja i ventilacije) za muzejsku i arhivsku namjenu zgrada apsolutno nužno.

Hlađenje zgrade može biti riješeno lokalno ili centralno korištenjem reverzibilnih dizalica topline ili rashladnika vode kao izvora rashladne energije. Dizalice topline zrak-zrak koriste se kao izravni sustav, a nalazimo ih u izvedbi split, multi split i vrf sustav, dok se dizalice topline zrak-voda, voda-voda, geotermalne dizalice i rashladnici koriste kao neizravni sustavi s vodom kao prijenosnikom energije. Detaljnije objašnjeno u poglavlju 4.5.5.

Kao rashladna tijela u zgradama najčešće nailazimo na ventilokonvektore (eng. *fan coil*) kod neizravnih sustava hlađenja koji se koriste vodom za prijenos energije, te unutarnje jedinice kod izravnih sustava hlađenja (poznati split/multi/vrf sustavi). I ventilokonvektori i unutarnje jedinice dostupni su u različitim izvedbama tako da je moguće naći odgovarajuće rješenje, sukladno konzervatorskim uvjetima, za ugradnju u praktički bilo koji prostor. Izvedbe uređaja mogu biti: podne s tvorničkom maskom ili bez nje (za ugradnju u ukrasnu masku/element), zidne, podstropne, stropne, kazetne ili međustropne jedinice (potpuno nevidljive - ugrađuju se u prostor spuštenog stropa).

Sustav hlađenja ventilokonvektorima može biti dvocijevni što znači da sustav u određenom trenutku grije, a prebacivanjem na ljetni režim hladi, dok četverocijevni sustav znači da je u pojedinim prostorima moguće grijanje, a u drugim prostorima istodobno hlađenje. Četverocijevni sustav energetski je daleko učinkovitiji jer se energija troši na stvarne potrebe prostora, a uz to nema relativno velikih gubitaka pri prebacivanju sustava s grijanja na hlađenje i obrnuto, ali ima i svojih mana. Tako je, primjerice, potrebno više mjesta za polaganje cjevovoda, a generatori toplinske i rashladne energije moraju biti razdvojeni.

Kod sustava hlađenja, posebno ukoliko isti već ne postoji u zgradi, ponekad je vrlo izazovno pronaći odgovarajući prostor za smještaj opreme, ali suradnjom svih dionika, uvijek se može naći prihvatljivo rješenje. Prvenstveno se tu misli na tzv. vanjske jedinice, bez obzira da li se radi o kompaktnom rashladniku ili o nekoj od komponenti sustava poput rashladnog tornja, suhog hladnjaka ili slično.

Vanjske jedinice vrlo se često ugrađuju na pročelje zgrade, neovisno je li riječ o zgradi kulturne baštine ili ne. Izričito napominjemo da se na pročelja zgrada kulturne baštine u pravilu ne bi smjele postavljati vanjske jedinice uređaja za hlađenje, grijanje ili slično, a ujedno skrećemo pozornost da postavljanje vanjskih jedinica uglavnom nije dopušteno, osim konzervatorskim uvjetima, temeljem Odluke o komunalnom redu koju donose gradovi (niti kod zgrada koje nisu kulturno dobro niti su dio zaštićene povijesno-kulturne cjeline).

Ukoliko ne postoji dovoljno mjesta u neposrednoj blizini zgrade ili na krovu ili taj prostor iz bilo kojega razloga nije pogodan za korištenje, može se razmotriti ugradnja u tavanski prostor. Pri tome treba paziti da prostor bude dovoljno velik za smještaj opreme i za osiguravanje dovoljne količine zraka jer je riječ o uređajima namijenjenima za vanjsku ugradnju. Stoga treba pažljivo izračunati potreban volumen zraka i broj izmjena zraka kako bi se osigurao nesmetan rad uređaja, a u dogovorima s konzervatorima odrediti prikladna mjesta za ugradnju potrebnih otvora i rešetki. Pri takvom ili bilo kojem sličnom zahvatu posebnu pažnju treba obratiti na temeljne zahtjeve za građevinu, osobito u pogledu mehaničke otpornosti i stabilnosti i sigurnosti u slučaju požara.

4.5.3. Sustav ventilacije

Sustavi ventilacije ugrađeni su uglavnom u zgrade gdje je to potrebno na osnovu njihove namjene i načina korištenja. Većina stambenih zgrada i dio nestambenih zgrada svoje potrebe za ventilacijom zadovoljava prirodnim putem, tj. otvaranjem prozora, što je energetske vrlo neučinkovito.

Sustav mehaničke ventilacije nalazimo uglavnom u muzejskim i arhivskim zgradama, zgradama kazališta, koncertnim dvoranama, bolnicama, restoranima s kuhinjom i slično, dok se rjeđe nalazi u uredskim zgradama, a gotovo nikada u stambenim zgradama.

Sustav mehaničke ventilacije može biti lokani, centralni ili kombinirani. Lokalni sustavi najčešće se koriste za ventilacije sanitarnih čvorova ili za pojedine manje prostore unutar zgrade ili dijela zgrade u kojoj nije ugrađen sustav ventilacije. Ukoliko je ugrađen sustav ventilacije u zgradi, najčešće je riječ o centralnim sustavima. Kod starijih sustava ugrađenih sredinom prošloga stoljeća vrlo često nema rekuperacije otpadne topline, što znači da su sustavi vrlo energetske neučinkoviti, a to rezultira golemom potrošnjom energije za grijanje i hlađenje ako je ugrađeno.

Dodatno, takvi sustavi imaju vrlo lošu regulaciju i upravljanje, a zbog svoje veličine uglavnom su i tromi, što samo pogoršava već ionako lošu učinkovitost sustava.

Zato se predlaže kompletna rekonstrukcija sustava ventilacije na način da se ugrade novi, učinkoviti sustavi s iskorištenjem otpadne topline, a može se razmisliti i o sustavima koji koriste adijabatsko hlađenje i time štede još više energije.

Potrebnu količinu zraka određujemo temeljem vrste i namjene prostora, te režima korištenja. Minimalna potrebna količina svježeg zraka dana je Algoritmom za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade prema Tehničkom propisu. Više informacija o Algoritmu⁶⁹ dostupno je na mrežnim stranicama ministarstva nadležnog za poslove graditeljstva.

Sustav ventilacije, posebice ako je riječ o centralnom sustavu, trebao bi imati ugrađene regulatore varijabilnog protoka koji omogućavaju regulaciju potrebne količine zraka na osnovu koncentracije ugljičnog dioksida u pojedinom prostoru. Time se dodatno štedi energija, jer se ne ventiliraju prostori ukoliko ne postoji potreba, a u prostoru se održavaju željeni mikroklimatski uvjeti. Naravno, za neke prostore u kojima je radi same namjene i procesa potrebna stalna izmjena zraka (npr. operacijske sale u bolnicama), to ne vrijedi.

U slučaju da zgrada nema ugrađen sustav ventilacije, treba ispitati mogućnost ugradnje istoga s ciljem uštede energije, pogotovo ako je prostore u zgradi potrebno, radi namjene, ventilirati s većim brojem izmjena zraka na sat, radi uštede u potrošnji i troškovima energije. Odabir načina ventiliranja prostora, te određivanje mogućih trasa za polaganje kanalskog razvoda, kao i odabir položaja za ugradnju komponenti ventilacijskog sustava potrebno je odrediti u suradnji s konzervatorima i projektantima svih relevantnih struka.

⁶⁹ <https://mpgi.gov.hr/pristup-informacijama-16/zakoni-i-ostali-propisi/podrucje-energetske-ucinkovitosti/algoritam-za-izracun-energetskih-svojstava-zgrada-objavljen-15-svibnja-2017-u-obveznoj-primjeni-od-30-rujna-2017/8930>

Međutim, ušteda nije jedini razlog ugradnje novoga sustava ventilacije. Ukoliko se obnavlja ili mijenja vanjska stolarija, dolazi do smanjenja gubitaka topline poglavito radi smanjenja ventilacijskih gubitaka, a što neminovno dovodi i do povećane vlage unutar prostora, te do pojave vlage, gljivica i plijesni s unutarnje strane vanjskih zidova. Kako bismo osigurali da ne dolazi do vlaženja, potrebno je osigurati dovoljan broj izmjena zraka koji će spriječiti pojavu gljivica i plijesni, a isto je moguće, na pouzdan način, ostvariti isključivo mehaničkom ventilacijom. Stoga mehanička ventilacija osigurava zdrave mikroklimatske uvjete što je jedan od temeljnih zahtjeva za građevinu.

4.5.4. Sustav rasvjete

Sustav rasvjete je veliki potrošač električne energije, te se zamjenom i modernizacijom zastarjele rasvjete mogu postići osjetne uštede u potrošnji i troškovima energije. Preporuča se, gdje god je to moguće, maksimalno iskoristiti prirodno osvjetljenje u svrhu energetskih ušteda i ostvarivanja vizualne ugodnosti boravka korisnika u unutarnjem prostoru. Za optimalno iskorištenje prirodnog osvjetljenja preporuča se razmotriti mogućnost reorganizacije prostora te razmještanje unutarnjih pregrada koje reflektiraju dnevno svjetlo i doprinose njegovoj raspodjeli.

Pri projektiranju novoga sustava rasvjete potrebno je voditi računa o namjeni zgrade i napraviti svjetlotehnički proračun kako bi se odredila optimalna rasvjeta. Sve klasične žarulje sa žarnom niti, kao i fluorescentne cijevi poželjno je zamijeniti novom rasvjetom baziranom na LED tehnologiji, čime se može uštedjeti značajna količina električne energije. Prednosti LED rasvjete su velike, pa pored već navedene uštede energije, treba istaknuti i znatno manje rasipanje toplinske energije, čime se doprinosi smanjenju isporučene energije za hlađenje, ali i smanjuje rizik od požara. Dodatno, potrebno je ispitati mogućnost i isplativost zamjene fluokompaktnih (štednih) žarulja LED žaruljama, čime se također ostvaruje značajna ušteda.

Obavezno treba primijeniti i regulaciju snage izvora svjetlosti koja će omogućiti energetske uštede i smanjenje svjetlosnog onečišćenja u noćnim satima. Preporuča se, gdje god je to moguće, ugraditi rasvjetu sa senzorom pokreta kako bi se ostvarila maksimalna ušteda energije.

4.5.5. OIE u tehničkim sustavima zgrade

Sustavi koji koriste obnovljive izvore energije ili proizvode obnovljivu energiju prikladni za ugradnju u zgradu su fotonaponski sustavi, solarni toplinski sustavi, plitki geotermalni sustavi i dizalice topline, te manji kotlovi i peći na biomasu.

Dizalice topline

Dizalica topline (toplinska pumpa ili toplinska crpka) tehnički je sustav koji iskorištava toplinu vanjskog zraka, vode ili zemlje, odnosno koristi obnovljive izvore energije. Dizalice topline ne svrstavamo u generatore topline jer ne proizvode toplinsku energiju, već se toplinska energija osigurava prijenosom energije s nižeg na viši temperaturni nivo.

Postoje više izvedbi dizalica topline, a osnovnu podjelu možemo napraviti na osnovu energenta koji ih pogoni; najčešće je riječ o električnoj energiji i te dizalice nazivamo kompresijskima, dok one pogonjene plinom nazivamo sorpcijskima. Daljnji tekst odnosi se na kompresijske dizalice topline koje se najčešće susreću na tržištu.

Dizalice topline mogu biti namijene samo za grijanje, samo za hlađenje ili za grijanje i hlađenje. Njihovu učinkovitost izražavamo s faktorom grijanja COP (Coefficient of Performance) i faktorom hlađenja EER (Energy Efficiency Ratio) ili sezonski faktorima grijanja (SCOP) i hlađenja (SEER), koji uzimaju u obzir potrošnju energije tijekom sezone grijanja/hlađenja. Navedeni faktori na jednostavan način pokazuju omjer korisne energije proizvedene dizalicom topline i utrošene električne energije, a dizalica je učinkovitija što joj je faktor grijanja/hlađenja veći.

Dizalice topline dijelimo i prema tzv. načinu odvođenja kondenzatorske topline, a to je upravo ta obnovljiva komponenta. Ukoliko se otpadna toplina odvodi zrakom, govorimo o zrakom hlađenim dizalicama topline, odnosno, o dizalicama topline „zrak-zrak“ ili „zrak-voda“. Ako se ta toplina odvodi vodom, riječ je o vodom hlađenim dizalicama topline („voda-voda“), a ako se koristi energija tla (zemlje) govorimo o geotermalnim dizalicama topline.

Zrakom hlađene dizalice topline

Dizalice topline „zrak-zrak“ poznate i kao sustavi s direktnom ekspanzijom, a izvan stručnih krugova još poznatije kao split, multi split ili vrf sustavi, što ovisi o broju unutarnjih jedinica povezanih s vanjskom jedinicom, te o konstantnom ili varijabilnom volumenu radne tvari unutar sustava. Vanjska i unutarnja jedinica povezuju se spojnim, toplinski izoliranim, bakrenim cjevovodom kroz koji struji rashladni medij. Proizvođač uređaja definira maksimalne dužine spojnog cjevovoda i maksimalne udaljenosti (horizontalne i vertikalne) između vanjske i unutarnje jedinice.

Dizalice topline „zrak-voda“, uz „zrak-zrak“, najčešće su korištene dizalice topline. Riječ je o uređaju kompaktne izvedbe koji je namijenjen za vanjsku ugradnju, a ostali dijelovi sustava ugrađuju se unutar prostora, dok se spoj izvodi toplinski izoliranim spojnim cjevovodom kroz koji struji ogrjevn/rashladna voda. Unutar prostora ugrađuju se ogrjevn/rashladna tijela, te potrebna oprema poput cirkulacijski pumpi, sustava ekspanzije, akumulacijskog spremnika ogrjevn/rashladne vode (tzv. međuspremnik ili buffer), te sva ostala radna, zaporna i sigurnosna armature.

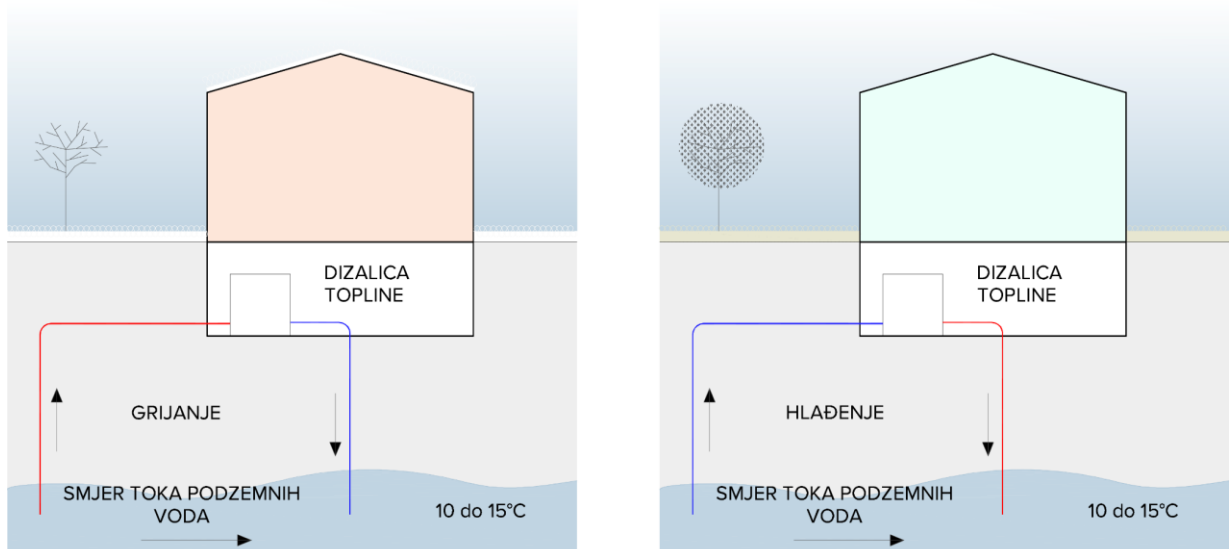
Kod dizalica topline u izvedbi „zrak-zrak“ i „zrak-voda“ potrebno je obratiti pozornost na smještaj vanjske jedinice, te na eventualni problem s bukom koju stvara dizalica topline. Drugi osnovni problem svih zrakom hlađenih dizalica topline pri njihovom radu u modu hlađenje dodatno je zagrijavanje vanjskog zraka, koji je, obzirom da je riječ o ljetnom vremenu, ionako već zagrijan.

U situaciji kada imamo tek nekoliko dizalica topline ugrađenih u jednoj zgradi ili čak jednom bloku, neće doći do problema zbog zagrijavanja vanjskog zraka, međutim, kada sve zgrade unutar jednog bloka imaju čitav niz uređaja, a većina ih je ugrađena na dvorišnoj strani, dolazi do velike koncentracije uređaja koji svoju otpadnu toplinu predaju okolišu. To uzrokuje stvaranje tzv. urbanih toplinskih otoka, odnosno, lokaliziranih područja osjetno veće vanjske temperature od okoline.

Vodom hlađene dizalice topline

Dizalice topline „voda-voda“ energetske su vrlo učinkovite dizalice čija se otpadna topline kondenzatora odvodi vodom. Ta voda može biti voda iz javnog vodovoda koja cirkulira u zatvorenom krugu, a hladi se pomoću ugrađenih rashladnih tornjeva ili suhih hladnjaka. Dizalica se ugrađuje unutar prostora, isto kao i ogrjevna/rashladna tijela, te sva ostala oprema potrebna za rad sustava, a rashladni toranj ili suhi hladnjak ugrađuju se izvan zgrade. U tom slučaju potrebne su dodatne pumpe za cirkulaciju vode između rashladnog tornja i dizalice, te dodatna pomoćna energija za funkcioniranje rashladnog tornja ili suhog hladnjaka, ovisno što je ugrađeno.

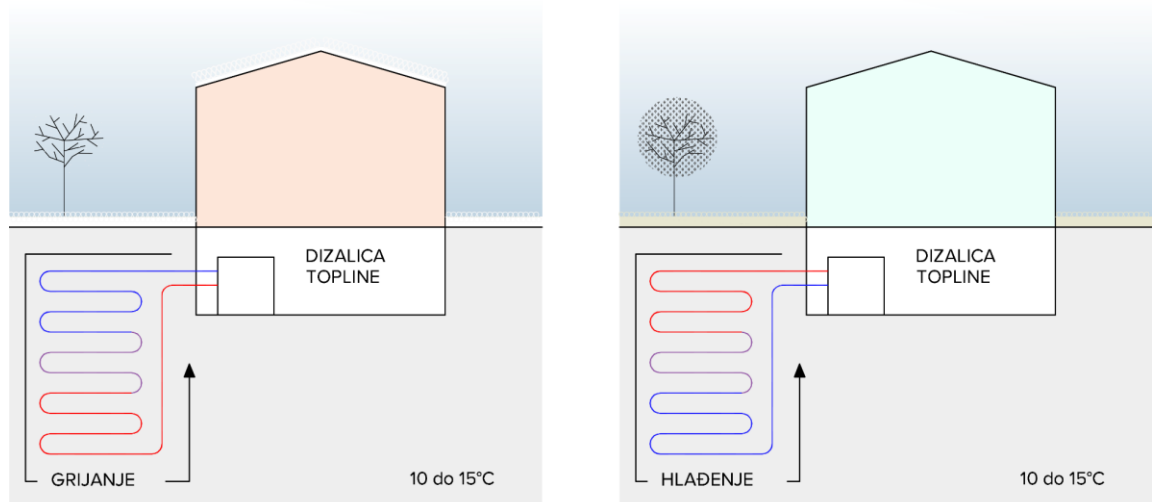
Druga varijanta odvođenja otpadne topline vodom kod dizalica voda-voda korištenje je podzemnih voda – ukoliko na tom području ima podzemnih voda na prihvatljivoj dubini i ukoliko ih ima dovoljno tijekom cijele godine, što se utvrđuje ispitivanjima (Slika 4.33). Potrebno je osigurati da podzemne vode cirkuliraju u otvorenom krugu; potrebna nam je najmanje jedna bušotina za dovod vode (izvor) i najmanje jedna za odvod vode (ponor). Riječ je o relativno plitkim bušotinama, a točna dubina bušenja ovisi o podzemnim vodama. Osim korištenja podzemnih voda, moguće je koristiti i ostale vode resurse poput mora, jezera i ostalih vodotokova, naravno ukoliko su nam dostupni na lokaciji.



Slika 4.33 Princip rada dizalice topline voda-voda u slučaju korištenja podzemnih voda (grijanje – lijevo, hlađenje – desno).

U tom slučaju potrebno je povećano održavanje opreme koja je u doticaju s morem ili drugim vodnim resursima zbog količine soli, odnosno, količine drugih tvari poput pijeska, mulja, planktona i ostalih živih mikroorganizama i slično.

Treća varijanta je korištenje energije tla, tj. zemlje (Slika 4.34). Voda cirkulira u zatvorenom krugu i hladi se stružeći kroz vertikalne sonde ili horizontalne kolektore. Krug je zatvoren, što znači da nema miješanja vode i podzemnih voda, već se isključivo koristi energija zemlje i činjenica da je na većim dubinama temperatura zemlje stalna, neovisno o godišnjem dobu, tj. vanjskoj temperaturi zraka. Vertikalne sonde buše se na veće dubine, a njihov broj ovisi o potrebnom kapacitetu, dok se horizontalni kolektori postavljaju tek koji metar ispod površine zemlje. Ipak, kolektorska mreža zauzima jako veliku površinu.



Slika 4.34 Princip rada dizalice topline voda-voda u slučaju korištenja energije tla (grijanje – lijevo, hlađenje – desno).

Načelno, za korištenje podzemnih voda, te ostalih vodnih resursa potrebno je ishoditi odgovarajuće dozvole i koncesije, a za postavljanje geosondi ili kolektora nije, ako se bušotine nalaze na vlastitoj katastarskoj čestici. Ukoliko je namjera koristiti susjedne čestice, potrebno je ishoditi građevinsku dozvolu.

Prije početka zemljanih radova i iskopa za kolektore ili dubinske sonde potrebno je procijeniti arheološki potencijal na mjestu zahvata te ukoliko je riječ o poznatom ili pretpostavljenom arheološkom nalazištu, osigurati zaštitna arheološka istraživanja, odnosno kontinuirani arheološki nadzor tijekom radova.

Solarni toplovodni kolektori

Solarni ili sunčani toplovodni kolektori osiguravaju toplinsku energiju najčešće za potrebe pripreme potrošne tople vode i grijanja. Izvedba kolektora može biti pločasta ili vakuumaska. Pločasti kolektori odlikuju se boljim iskorištenjem topline u ljetnim mjesecima i nižom cijenom, dok su vakuumski (cijevni) kolektori učinkovitiji u zimskim mjesecima, ali cjenovno skuplji.

Korisna energija koju možemo proizvesti pomoću solarnih kolektora ovisi o ugrađenom kapacitetu kolektora i njihovoj učinkovitosti, geografskoj lokaciji, orijentaciji, nagibu (kutu postavljanja), te o cjelokupnom projektnom, tj. Tehničkom rješenju ostalih komponenti sustava (spremnici energije, automatska regulacija).

Solarni toplovodni kolektori uglavnom se ugrađuju na krov objekta, a cijevnim vodovima povezuju se s toplinskom stanicom ili kotlovnicom u zgradi. Uz ugradnju solarnih toplovodnih kolektora nužna je ugradnja akumulacijskog spremnika ogrjevnog vode, koji je zapravo spremnik energije.

Fotonaponski sustavi

Električna energija se proizvodi u sunčanim ćelijama koje se sastoje od dva različito nabijena poluvodiča, najčešće od silicijskog materijala. Pri njihovom izlaganju sunčevom zračenju stvara se elektromotorna sila koja uzrokuje protok električne struje. Fotonaponski modul, ovisno o tehnologiji izrade ćelija, ima učinkovitost od 15 do 25 posto, što znači da se 15 do 25 % sunčeve energije izravno pretvara u električnu energiju. Uz fotonaponske module potrebni su nam i pretvarači (inverteri) koji osiguravaju pretvorbu istosmjernu u izmjeničnu struju.

Za razliku od ostalih tehničkih sustava koje je moguće ugraditi na neprimjetna mjesta u/oko zgrade, fotonaponski sustav, isto kao i solarni toplovodni sustav, mora biti izložen sunčevoj svjetlosti, a samim time ne može biti sakriven i nevidljiv. Stoga je postavljanje fotonaponskog sustava na krov ili pročelje zgrade kulturne baštine otežano, ali svakako ne i nemoguće, osobito što je ugradnja istog reverzibilan proces. Odabir moguće lokacije za ugradnju fotonaponskog sustava treba biti dogovoren s nadležnim konzervatorskim odjelom.

Uobičajeno je postavljati fotonaponske sustave na kosi krov zgrade, a najbolja orijentacija je prema jugu, jer osigurava najveći prinos električne energije. No, to nije jedina mogućnost za ugradnju fotonaponskog sustava. Danas postoje rješenja koja omogućavaju postavu gotovo na bilo koju površinu, kako standardnih fotonaponskih sustava tako i integriranih (u crijep, lim, staklo itd.), samo je pitanje učinkovitosti fotonaponskog sustava (omjer instalirane snage i proizvedene energije), te cijene investicije (integrirani su višestruko skuplji) (Slika 4.35). Fotonaponski moduli se mogu ugraditi na vertikalna pročelja zgrade ili na bilo koju drugu vertikalnu površinu, što ne mora nužno biti lošije rješenje, obzirom da se kut sunčevog zračenja mijenja tijekom godine.



Slika 4.35 Mogućnosti integriranja fotonaponskih sustava u različite vrste krovova.

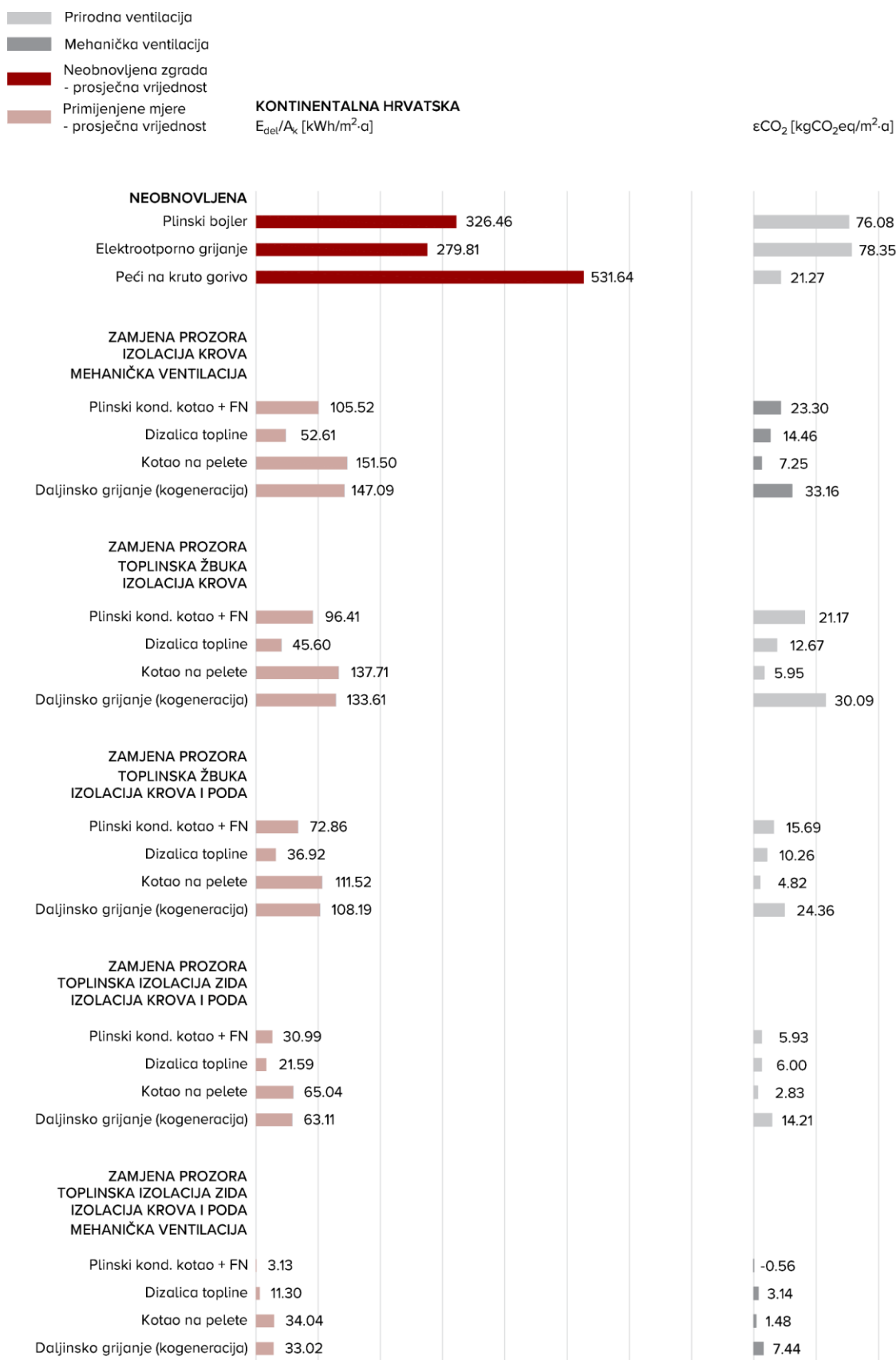
Za postavljanje sunčane elektrane na krov potrebno je dokazati mehaničku otpornost i stabilnost postojeće nosive konstrukcije na koju utječe opterećenje fotonaponskog sustava te izraditi proračun za potkonstrukciju modula kojim će se točno definirati nosivost konstrukcije, tip potkonstrukcije, način pričvršćenja i ovjesa, te eventualno potrebna ojačanja. Također je potrebno pridržavati se uputa proizvođača fotonaponskih sustava. U cjelokupni proces potrebno je uključiti i stručnjake iz područja zaštite od požara kako bi se odredile potrebne mjere zaštite od požara (glavni projekt između ostalog treba imati i prikaz svih primijenjenih mjera zaštite od požara gdje ovlaštena osoba po posebnom propisu zajedno s glavnim projektantom potpisuje da su u svim dijelovima glavnog projekta ispunjeni zahtjevi zaštite od požara). Tehničke sustave koji koriste obnovljive izvore energije mogu ugrađivati iskusni i certificirani instalateri (registar je objavljen na službenim web stranicama Ministarstva nadležnog za graditeljstvo).⁷⁰

Preporuča se, gdje je moguće, uz opisane mjere, ugraditi ili unaprijediti postojeći sustav automatizacije i upravljanja zgradom, kako bi se omogućilo adekvatno upravljanje tehničkim i termotehničkim sustavima zgrade i očitavanje potrošnje energenata i vode u svrhu kontrole potrošnje istih.

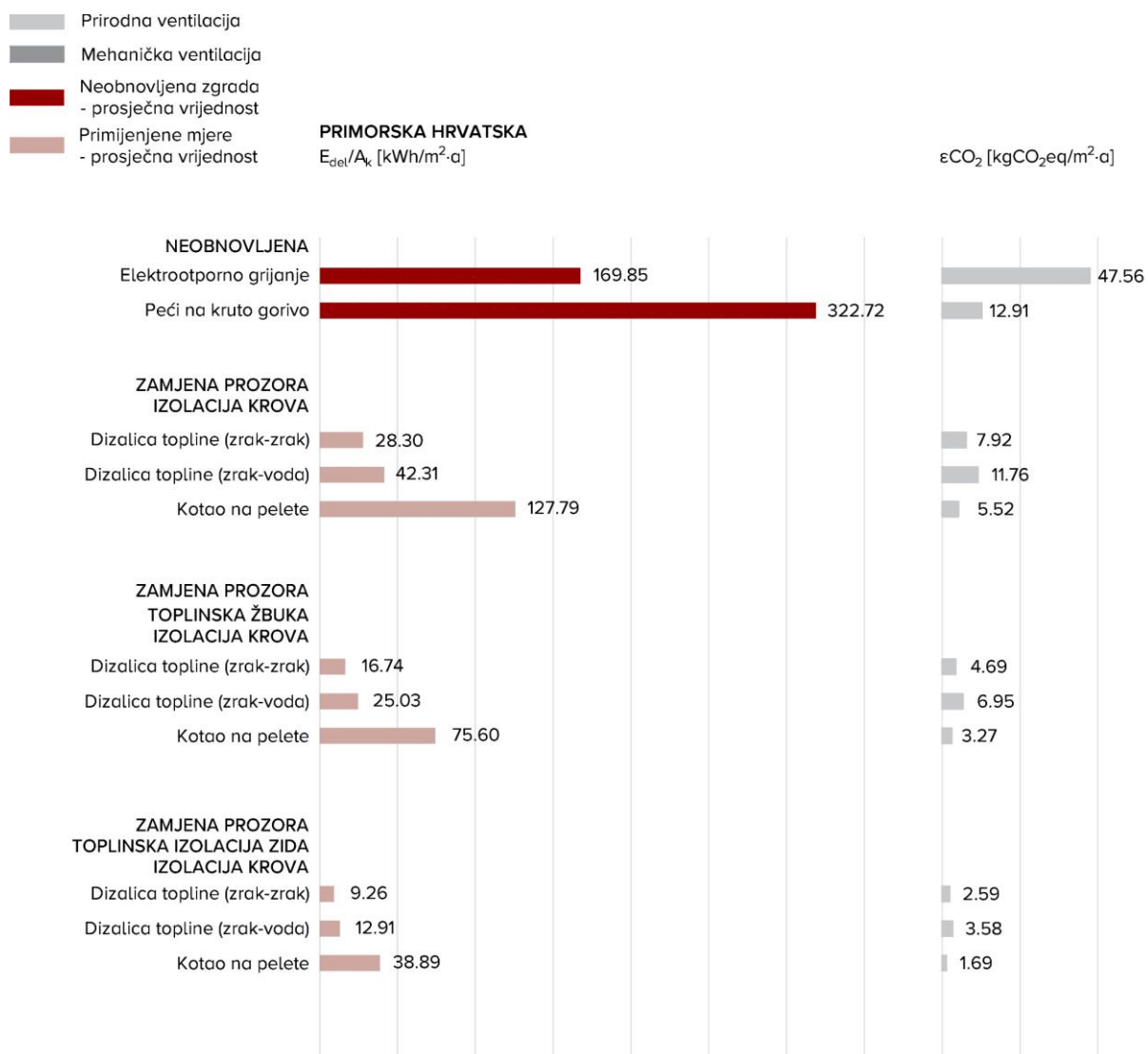
⁷⁰ Sukladno Pravilnicima o uvjetima i mjerilima za utvrđivanje sustava kvalitete usluga i radova za certificiranje instalatera OIE, registri su objavljeni na službenim stranicama ministarstva nadležnog za graditeljstvo: <https://einstalaterioie.mgipu.hr/login.html>

4.6. Rekapitulacija kombinacije mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora i ugradnje novih tehničkih sustava u zgradu

U nastavku su prikazane vrijednosti specifične isporučene energije E_{del}/A_k (kWh/(m²·a)) i CO₂ emisija za područje Kontinentalne (Slika 4.36) i Primorske (Slika 4.37) Hrvatske, u slučaju primjene kombinacije mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora i ugradnje novih tehničkih sustava u zgradu. Vrijednosti su prikazane za obnovljive i neobnovljive izvore energije.



Slika 4.36 Kontinentalna Hrvatska - primjena kombinacije mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora i ugradnje novih tehničkih sustava u zgradu



Slika 4.37 Primorska Hrvatska - primjena kombinacije mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanog prostora i ugradnje novih tehničkih sustava u zgradu.

4.7. Unaprijeđenje unutarnjih uvjeta ugodnosti prostora

Energetskom/sveobuhvatnom obnovom zgrada koje imaju status kulturnog dobra nije važno samo smanjiti potrošnju energije u zgradi već se moraju riješiti pitanja ostvarivanja zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta što podrazumijeva postizanje optimalne temperature i vlažnosti zraka, brzine strujanja zraka, količine zagađivača (prašine i hlapljivih spojeva) u zraku, osunčanja i prirodnog i umjetnog osvjetljenja, zaštite od buke i akustičke kvalitete prostorija. Osjećaj ugođe boravka u prostoru odnosi se na ostvarivanje optimalnih toplinskih, higijenskih, akustičnih i vizualnih uvjeta boravka korisnika. Važnost i prioritet zadovoljavanja različitih uvjeta u velikoj mjeri ovisi o namjeni zgrade (npr. razlika udobnosti stanovanja i mikroklimatskih uvjeta u muzejskim prostorima).

Toplinska ugodnost u prostoru je prema normama ASHRAE⁷¹ i ISO⁷² definirana kao stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo toplinskim obilježjima prostora. Toplinska ugodnost prostorije ovisi o temperaturi zraka u prostoriji, temperaturi ploha obodnih građevnih dijelova, relativnoj vlažnosti zraka u prostoriji i strujanju zraka. Toplinska ugodnost ovisi i o stupnju aktivnosti korisnika prostora kao i o stupnju odjevenosti.

Ujednačenost temperature zraka u prostoriji preduvjet je ostvarivanju toplinske ugodnosti prostora. Toplinska izoliranost ovojnice grijanog prostora izravno utječe na pothlađivanje ili pregrijavanje prostora. Temperatura obodnih ploha trebala bi biti što bliža temperaturi zraka prostorije i ne bi trebala imati razliku veću od 2°C. Ukoliko je površinska temperatura obodnih ploha prostorije niska, dolazi do pojačanog strujanja zraka. Prekomjernim strujanjem zraka smatra se brzina veća od 0.3 m/s. Temperatura ploha poda, zida i stropa prema vanjskim ili negrijanim prostorima, kao i prema tlu, ovisi o toplinskoj izoliranosti obodnih građevnih dijelova. Najneugodnija je kombinacija toplog stropa i hladnog zida ili poda. Stoga bi kod energetske/sveobuhvatne obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra bilo preporučljivo, u najvećoj mogućoj mjeri, ostvariti kontinuitet toplinske izolacije ovojnice grijanog prostora s produljenjem eventualnih toplinskih mostova.

Hlađenje tijela vrši se i isparavanjem te zbog toga i vlažnost zraka ima utjecaj na ugodnost. Preporučena je vlažnost zraka 35 do 60 % na temperaturi zraka 20 do 22 °C.

Prisustvo hlapljivih organskih spojeva (HOS)⁷³, radioaktivnih čestica, prašine, mikroorganizama i ugljičnog dioksida u zraku zatvorenih boravišnih prostorija ima značajan utjecaj na ugodnost prostora. Ugradnjom novih materijala u sklopu energetske/sveobuhvatne obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra ne bi smjelo doći do prekoračenja preporučenih vrijednosti u zraku prisutnih hlapljivih organskih spojeva, radioaktivnih čestica, prašine, mikroorganizama i ugljičnog dioksida. Osim toga, na zgradama sa statusom kulturnog dobra često se mogu naći azbestne obloge, pokrovi i izolacije. Uklanjanje spomenutih materijala mora biti oprezno izvedeno i prema pravilima struke te u skladu sa zaštitom zdravlja građevinskih radnika i korisnika zgrade.

⁷¹ ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

⁷² ISO – International Organization for Standardization

⁷³ eng. VOC - Volatile organic compounds

Za osiguranje kvalitete zraka u prostorijama mora se postići određena izmjena zraka. Kod prostorija zgrade u kojoj borave ili rade ljudi treba osigurati minimalno 0,5 izmjena unutarnjeg zraka s vanjskim zrakom u jednom satu. Količina potrebnog zraka ovisi o namjeni prostora i aktivnosti korisnika. Zahtjeve za izmjenama zraka moguće je zadovoljiti prirodnom ili umjetnom ventilacijom unutarnjeg prostora.

Ventilacija s regulacijom količine zraka prema stvarnim potrebama (eng. *on-demand*) kvalitetno je tehničko rješenje kojim se osigurava dostatna količina svježeg zraka u prostoru uz maksimalnu uštedu energije.

Standardna ventilacija s konstantnim protokom zraka učinkovita je u ventiliranju prostora, ali ne i u potrošnji energije. Ventilacija s promjenjivim protokom je nešto učinkovitija, ali ona uglavnom radi prema unaprijed određenim vremenskim programima ili se postavke namještaju ručno. Treća i najbolja opcija je ventilacija prema stvarnim potrebama koja prilagođava količinu zraka u ovisnosti o kvaliteti zraka u prostoru. To podrazumijeva ugradnju dovoljnog broja osjetnika za ispitivanje kvalitete zraka, a to su uglavnom osjetnici ugljičnog dioksida (CO₂) i eventualno čestica prašine, a na osnovu njihovih očitavanja, sustav određuje količinu zraka potrebnu za kvalitetno prozračivanje. Dakle, sustav ventilacije neće raditi ukoliko je kvaliteta zraka u nekom prostoru zadovoljavajuća.

Insolacija je izravno obasjavanje prostora Sunčevim zrakama, što ima znatan utjecaj na uvjete boravka i rada ljudi u zatvorenim prostorima. Pri tome se nastoje iskoristiti povoljni učinci insolacije (zagrijavanje prostora u hladnijem dijelu godine, prirodna rasvjeta, antibakterijsko djelovanje, pozitivan psihološki učinak, vizualni doživljaj kontrasta svjetla i sjene), a ukloniti nepovoljni (pregrijavanje prostora u toplijem dijelu godine, blještavilo). Prilikom primjene mjera energetske učinkovitosti na zgradama sa statusom kulturnog dobra potrebno je voditi računa o utjecaju na insolaciju unutarnjeg prostora, posebice u kontekstu zamjene otvora na vanjskoj ovojnici zgrade. Zamjenom otvora će doći do utjecaja na samu geometriju otvora i odnos okvira i ostakljene plohe otvora (prozora ili vrata). Novi će otvor u većini slučajeva imati veći udio površine okvira u odnosu na površinu ostakljenja (okvir će biti većih dimenzija) što će utjecati na smanjivanje insolacije unutarnjeg prostora.

Kako bi vrijednosti svih parametara koji utječu na ugodnost boravka u zatvorenom prostoru bile u propisanim granicama, preporuča se, gdje god je to moguće, ugraditi senzore kvalitete zraka u prostoru s mjerenjem temperature i vlažnosti zraka, razine lebdećih čestica, CO₂, brzine strujanja zraka, sadržaja hlapljivih organskih tvari i radona.

Vlaga u građevnim dijelovima može nastati kao posljedica vode koja prodire iz vanjskog prostora (oborine, vlaga iz tla), vlage nastale kondenzacijom na površini ili u slojevima građevnog dijela ili zaostale građevinske vlage nakon građenja. Vlaga mokrih prostorija (kupaonice, tuševi, bazeni, praonice, prostori koji se održavaju pranjem poda s većim količinama vode) te oštećenja instalacija vodovoda i odvodnje mogu biti također uzrokom vlažnosti građevnih dijelova zgrade. Vlaga unutar građevnih dijelova, bez obzira na uzrok nastanka, umanjuje toplinsko izolacijsku vrijednost materijala od kojih je građevni dio izveden, dovodi do korozije, deformacija i propadanja nekih građevnih

materijala te stvara nehigijenske i neugodne uvjete boravka u prostoru koji mogu narušiti zdravlje korisnika. Svi materijali na kojima je nastala plijesan i gljivice moraju se ukloniti i zamijeniti novima. Uklanjanje i zamjena materijala neće imati učinka ukoliko se ne otkloni izvor vlage u građevnom dijelu i ne provede adekvatna metoda sanacije vlage u zgradi (opisano detaljnije u ranijim poglavljima).

4.8. Smanjenje potrošnje vode

Prilikom energetske obnove zgrade potrebno je ispitati i mogućnosti uštede u potrošnji vode. Velike uštede moguće je postići samo ugradnjom perlatora, odnosno, štednih ventila za slavine. Njihovom ugradnjom postiže se znatna ušteda vode bez gubitka komfora, tj. bez osjećaja da se troši manje vode. Princip rada tih proizvoda bazira se na miješanju zraka s vodom, pri čemu je protok vode smanjen, bez gubitka komfora. Dodatna ušteda može se postići i zamjenom vodokotlića novima koji koriste manje vode za ispiranje i imaju funkciju dvokoličinskog ispiranja te ugradnjom senzorskih slavina.

U svrhu pohrane kišnice (oborinske vode) te korištenja iste za održavanje travnatih površina oko zgrade, potrebno je predvidjeti spremnike za sakupljanje oborinske vode. U skladu s mogućnostima, preporuča se iskoristiti prirodni pad terena, ukoliko postoji. Kišnica se može (ovisno o konkretnoj zgradi) koristiti i za ispiranje sanitarija (korištenje tzv. sive vode).

4.9. Zelena infrastruktura

Prema podacima iz 2021. godine 75 % europskog⁷⁴ i 58 % hrvatskog⁷⁵ stanovništva živjelo je u urbanim područjima. Stoga ključnu ulogu u rješavanju razvojnih izazova kao što su klimatske promjene i učinkovito korištenje resursa može imati stvaranje, očuvanje i upravljanje zelenom infrastrukturom u urbanim područjima. Planiranje zelene infrastrukture u urbanim područjima može doprinijeti rješavanju problema: porasta temperature unutar gradova, stvaranja toplinskih otoka, onečišćenja zraka te nedostatka propusnih površina za infiltraciju oborinskih voda (redukcija sive infrastrukture). Sustavi zelene infrastrukture doprinose zaštiti od buke koja se smatra jednim od najvećih onečišćivača u urbanim sredinama. Obnova i očuvanje bioraznolikosti te revitalizacija kukaca oprašivača su također važne funkcije zelenih površina u gradovima. Zeleni krovovi i ozelenjena pročelja, kao dio urbanog sustava zelene infrastrukture, izravno utječu na potrošnju energije u zgradama: ljeti smanjuju temperaturu okoliša, a zimi energetske gubitke zgrade. Ozelenjeni dijelovi vanjske ovojnice zgrade smanjuju pregrijavanje okoliša i same zgrade reflektirajući sunčevo zračenje što je osobito važno kod krovova koji su zahvaljujući svojoj orijentaciji tijekom cijele godine izloženi djelovanju sunca. Ozelenjivanje krovnih površina je korisno i radi redukcije pretjeranog otjecanja oborinskih voda u odvodne sustave (prevencija posljedičnog preopterećenja sustava odvodnje i poplava uslijed povećanog udjela popločanih ploha u gradovima). Novi zahtjevi povećanja zelene infrastrukture (Uredba o obnovi prirode) i ugradnje fotonaponskih sustava na krovove zgrada (RePower EU) mogu se objediniti u tzv. biosolarne krovove (detalj prikazan na Slici 4.23). Potiče se postavljanje fotonaponskih elektrana i solarnih kolektora na zelene krovove radi niže površinske temperature zelenog krova u odnosu na klasičan krov (dokazana veća učinkovitost fotonaponskih elektrana i solarnih kolektora jer ne rade punim kapacitetom na pregrijanim površinama).

Postoje mnoge prednosti planiranja zelene infrastrukture na samoj čestici zgrade: smanjenje emisije stakleničkih plinova, smanjenje urbanih toplinskih otoka, zaštita od sunca u ljetnom periodu godine (npr. sadnja listopadnih stabala sa zapadne strane zgrade čime će se unutarnji prostori zaštititi od pregrijavanja, a zimi će imati dovoljno sunca). Iz razloga zaštite od požara i omogućavanja pristupa vatrogasnog vozila potrebno je paziti na dovoljnu udaljenost stabala od pročelja zgrada i međusobnu udaljenost stabala (preporuča se da minimalni razmak između stabala bude 5.5 metara).

Zeleni krovovi

Doprinos zelenih krovova energetske obnovi zgrada sa statusom kulturnog dobra opisan je u Mjeri 6 – toplinska izolacija ravnih krovova.

Ozelenjena pročelja

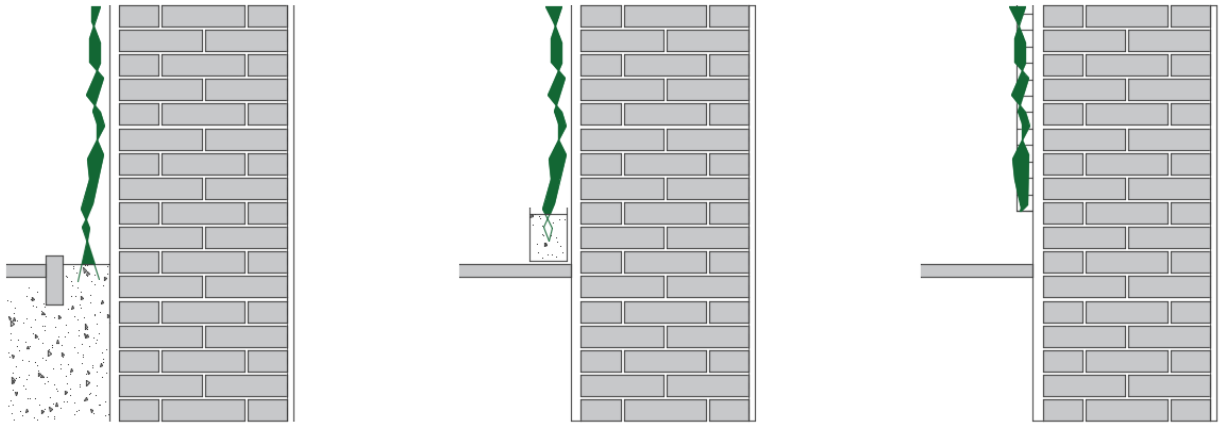
Sadnja biljaka penjačica koje oplemenjuju pročelja i krovove zgrada doprinosi zaštiti klime, pomaže u borbi protiv klimatskog zatopljenja i smanjuje pojavu takozvanih urbanih toplinskih otoka.

⁷⁴ Statistički podaci dostupni na: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=EU>

⁷⁵ Statistički podaci dostupni na: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=HR>

Moguća su tri slučaja ozelenjivanja fasade prikazana na slici 4.38:

- sadnja izravno u zemlju,
- sadnja s koritom,
- sadnja pričvršćena za fasadu (bez kontakta s tlom).



Slika 4.38 Ozelenjivanje pročelja: sadnja izravno u zemlju (lijevo), sadnja s koritom (sredina) i sadnja bez kontakta s tlom (desno).

Preporuča se primijeniti mjere zelene infrastrukture poput ozelenjenih pročelja, krovova i terasa te investicije u zelenu infrastrukturu na građevnoj čestici predmetne zgrade koja je predmet obnove gdje god je to moguće. Prilikom planiranja ozelenjenih pročelja, terasa i krovova potrebno je voditi računa o zaštiti od požara. Sve biljne vrste u suhom ili neodržavanom stanju su zapaljive i predstavljaju značajan doprinos razvoju požara. Potrebno je izbjegavati biljke sa:

- suhim lišćem ili grančicama,
- obilnim, gustim lišćem i krošnjama,
- visokim udjelom ulja ili smola,
- čupavom, hrapavom i ljuštećom korom,
- igličastim listovima,
- lišćem s niskim udjelom vlage.

4.10. Ostale mjere energetske učinkovitosti i horizontalne mjere

Vezano uz potrošnju električne energije, potrebno je predvidjeti uređaj za kompenzaciju jalove energije, sukladno parametrima potrošnje električne energije (pogotovo s obzirom na sustav rasvjete i sustav hlađenja ukoliko se planira ugraditi). Također, preporuča se ispitati mogućnost iskorištavanja površine krova i/ili pomoćnih građevina zgrade (npr. nadstrešnica za automobile i sl.) za montažu fotonaponskih modula za proizvodnju električne energije za osobne potrebe s obzirom da su s vremenom fotonaponski sustavi postali najpovoljniji izvor električne energije iz obnovljivih izvora. Isto tako treba razmotriti mogućnosti uključivanja u energetske zajednice (susjedstva, naselja i sl.) čime se postiže dijeljenje energije sa susjednim krovovima i ne opterećuje se kapacitet mreže pa je mogućnost ugradnje takvog sustava brža i jednostavnija.

Potiče se primjena mjera pametne i održive mobilnosti u vidu ugradnje infrastrukture (vodova za električne kabele) i izvedbe postaja za punjenje vozila na električni pogon na unutarnjem ili vanjskom parkiralištu zgrade, izvedbe parkirališta za bicikle te osiguranja pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (horizontalne mjere).

Od ostalih mjera potrebno je primijeniti principe zelene gradnje i kružnog gospodarenja gdje god je to troškovno-optimalno i tehnički izvedivo.

4.11. Zaključak

Energetskom obnovom (uključujući sveobuhvatnu obnovu) zgrade sa statusom kulturnog dobra preporuča se obuhvatiti mjere:

- povećanja toplinske zaštite ovojnice zgrade
 - vanjskih zidova
 - zidova prema negrijanom prostoru
 - zidova prema tlu
 - zidova između grijanih prostora različitih korisnika
 - podova na tlu
 - stropova iznad negrijanog prostora (podruma, veža i sl.)
 - stropova ispod negrijanog prostora (tavana)
 - kosih krovova iznad grijanog prostora
 - ravnih krovova iznad grijanog prostora
 - stropova iznad vanjskog prostora
 - međukatne konstrukcije koja odvaja prostore različitih korisnika
 - otvora (prozora, staklenih stijena i vrata),
- unaprjeđenja postojećih ili ugradnje novih visokoučinkovitih tehničkih sustava zgrade, koji uključuju tehničku opremu za
 - grijanje
 - hlađenje
 - ventilaciju
 - klimatizaciju
 - pripremu potrošne tople vode
 - sustav rasvjete
 - elektrotehničke sustave
 - sustav automatizacije zgrade ili njezina dijela i upravljanja njima
 - ugradnju uređaja za samoreguliranje temperature,
- rekonstrukcije toplinskih stanica (gdje je izvedivo) s balansiranjem sustava grijanja (ugradnja elektroničkih crpki i elemenata za dinamičko hidrauličko uravnoteženje sustava itd.),
- ugrađivanja visokoučinkovitih alternativnih sustava opskrbe energijom koji koriste obnovljive izvor energije ili priključenja zgrade na učinkoviti sustav daljinskog grijanja (i hlađenja) uz izbjegavanje poticanja sustava koji ispuštaju CO₂ (biomasa i sl.) u gradovima,
- unaprjeđenja ostalih temeljnih zahtjeva za građevinu, osobito zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta (naglasak na prethodnu sanaciju vlage prije primjene mjera energetske učinkovitosti), povećanja sigurnosti u slučaju požara, unaprjeđenja mehaničke otpornosti i stabilnosti (posebice povećanja potresne otpornosti zgrade),
- primjene ostalih horizontalnih mjera: unaprjeđenja pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti, ugradnje elemenata zelene infrastrukture na zgradi (pročelje/krov i oko zgrade), ugradnje punionica za električna vozila, parkiralište za bicikle.

Energetska obnova (uključujući sveobuhvatnu obnovu) zgrade sa statusom kulturnog dobra doprinijeti će sigurnosti i ugodnosti boravka ljudi u unutarnjim prostorima, uštedi potrošnje energenata, klimatskoj otpornosti i trajnosti same zgrade kulturnog dobra.

Nakon obnove zgrada potrebno je osigurati edukaciju za stanare o pravilnom korištenju, ostvarivim uštedama i mogućim gubicima energije uzrokovanim

nepravilnim korištenjem zgrade i njezinih dijelova. Potrebno je kontinuirano ulagati u održavanje zgrade kako bi se zadržala ili unaprijedila njezina svojstva.

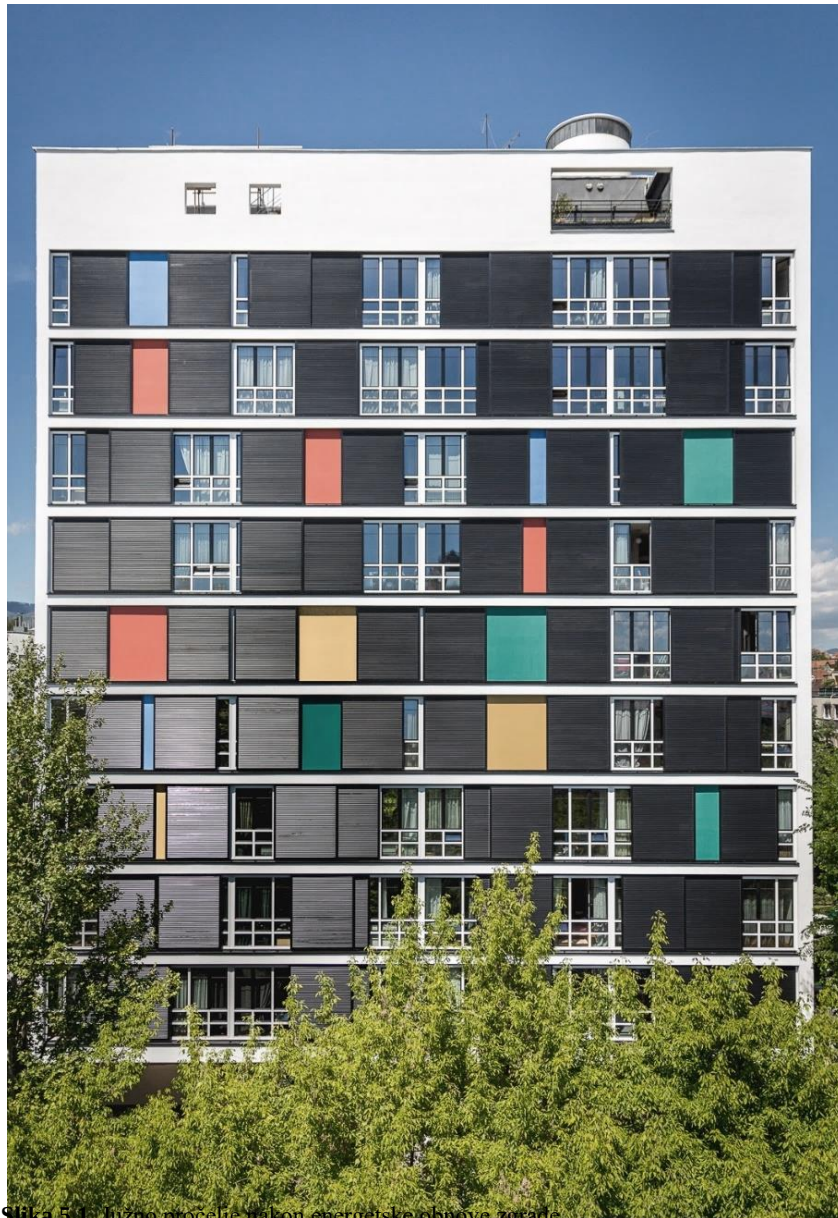
V.

Primjeri energetske obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra



1. Stambena zgrada (stambeni blok „Narodne banke“)

Lokacija: Zagreb, Ulica Matka Laginje 7/9
Autor: Ivan Vitić
Razdoblje izgradnje: 1958. – 1962.
Godina obnove: 2018.



Slika 541 Južno pročelje nakon energetske obnove zgrade.

Opis primijenjenih mjera:

Sanacija i obnova pročelja i krova na zgradi obuhvatila je zamjenu postojeće drvene stolarije aluminijskom bravarijom s prekinutim toplinskim mostom prema izvornoj geometriji i detaljima, ostakljenom s trostrukim Low-E IZO staklom debljine 4+12+4+12+4 mm ispunjenim plinom argonom.

Postojeće drvene klizne rebrenice su zamijenjene novim iz aluminijskih profila s izmijenjenim sustavom klizanja.

Na punim zabatima pročeljima ugrađen je ETICS sustav iz tvrdih ploča lamelirane kamene vune debljine 10 cm (prema proračunu predviđena ugradnja 15 cm).

Obnova i sanacija prohodnih terasa i neprohodnog krova izvedena je ugradnjom toplinske izolacije u sloju debljine 15 cm (ploče mineralne - kamene vune).

U procesu obnove uklonjene su sve u međuvremenu izvedene nezakonite intervencije na građevini (prozori, *eslinger* rolete, zagrađene *loggie*, dogradnje na terasi 9. kata, vanjske jedinice klima uređaja na pročeljima i krovu, tende na galerijama).

Komentar:

Projektnim zadatkom nije bila obuhvaćena zamjena instalacijskih sustava.

2. Francuski paviljon Sveučilišnog centra u Zagrebu

Lokacija:	Zagreb, Savska cesta 25
Autori:	Bernard Lafaille, Robert Camelot
Razdoblje izgradnje:	1936. – 1937.
Godina obnove:	2014.



Slika 5.2 Pročelje paviljona nakon obnove.

Opis primijenjenih mjera:

Obnovom i rekonstrukcijom zgrade, pročelja su rekonstruirana u potpunosti prema izvornom stanju. Postojeća drvena građa je u potpunosti zamijenjena poštivajući izvorne detalje arhitektonskog oblikovanja. Između vanjskog i unutarnjeg lica drvenog zida ugrađena je toplinska izolacija. Rekonstruirana je sva stolarija prema izvornoj uz ostakljivanje IZO staklom debljine 3+8+3 mm. Betonske zidove donje zone paviljona, debljine 25 cm, nije bilo moguće „neprimjetno“ toplinski izolirati.

U konzultaciji s nadležnim konzervatorom Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode Grada Zagreba zaključeno je da ti zidovi ostaju neizolirani, jer bi se u protivnom narušila izvorna geometrija interijera. Problem pojave kondenzata na zidovima riješen je projektom sustava grijanja i provjetravanja.

3. Upravna zgrada Vlade RH - „Kockica“

Lokacija:	Zagreb, Prisavlje 14
Autori:	Ivan Vitić, Raul Goldoni
Razdoblje izgradnje:	1963. – 1968.
Godina obnove:	2020.



Slika 5.3 Sjeverno pročelje i prilazni plato nakon obnove.

Opis primijenjenih mjera:

Izvedena je sanacija i obnova ravnog krova. Rekonstrukcija ostakljenog pročelja na zgradi obuhvatila je zamjenu postojeće staklene stijene iz čeličnih profila aluminijskim profilima ostakljenim trostrukim Low-E IZO staklom debljine 4+12+4+12+4 mm ispunjenim plinom argonom. Sanirani su i svi betonski elementi pročelja. Ugrađena je nova LED rasvjeta i gromobranska instalacija. Obnovljen je prilazni plato zamjenom postojećeg kamenog opločenja novim.

4. Dvorac Bračak – Energetski centar Bračak

Lokacija:	Zabok, Bračak 4
Autor:	Aleksandar Seć
Razdoblje izgradnje:	1890.
Godina obnove:	2017.
www:	https://bracak.croenergy.eu/



Slika 5.4 Pročelje dvorca nakon obnove.

Opis primijenjenih mjera:

Dvorac Bračak obnovljen je s ciljem da bude ogledni primjer energetski učinkovite obnove kulturnog dobra. Nakon obnove u dvorcu je otvoren prvi energetski centar u Hrvatskoj.

Dvorac je kompletno i temeljito obnovljen s ciljem prenamjene iz zdravstvene ustanove u poslovnu namjenu s osobitim zahtjevom ostvarenja energetske uštede u daljnjem korištenju. Tijekom energetske obnove, kojoj je prethodila statička rekonstrukcija, toplinski je izolirana cijela ovojnica zgrade. Toplinska izolacija vanjskih zidova postavljena je s unutarnje strane zidova s ugrađenom aktivnom parnom branom koja omogućava isušivanje zidova prema unutra, a sve u svrhu očuvanja izvornog izgleda pročelja zgrade. Stubišni je prostor izuzet iz obračuna za potrebnu dodatnu toplinsku zaštitu, dok je u ostalim prostorima dvorca toplinska zaštita provedena u skladu s spomeničkim svojstvima zgrade. Potpuno je očuvano i obnovljeno unutarnje historicističko trokrako stubište: kamene stube, kovana željezna ograda, reprezentativna vanjska i unutarnja prozorska stolarija s koloriranim ostakljenjem te zidni oslici. Obnova zgrade obuhvatila je i potpunu rekonstrukciju pročelja prema izvornom oblikovanju.

Ugrađena je energetski učinkovita vanjska stolarija, drvena, dvostruka, s unutarnjim krilom ostakljenim IZO staklom debljine 4+16+4 mm s Low-E premazom te punjenim plinom argonom. Ukupni koeficijent prolaska topline prozora je $<1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Ugrađen je kotao za grijanje na pelete, visokoučinkoviti VRV sustav za hlađenje, visokoučinkovita ventilacija s povratom topline, mikrokogeneracija na plin za zagrijavanje potrošne tople vode, središnji nadzorni i upravljački sustav koji upravlja GHVK sustavom i rasvjetom te služi za očitavanje potrošnje energenata i vode po pojedinim

korisnicima, visokoučinkovita LED rasvjeta, visokoučinkovita fluo T5 rasvjeta, srednje brza punionica za dva električna automobila te spremnik za skupljanje kišnice koja služi za ispiranje sanitarija.

Dvorac Bračak je iz prvotnog energetskeg razreda E prešao u energetske razrede B i C ovisno o zoni pojedine namjene koristeći pri tome 88 % udjela obnovljivih izvora energije za svoj rad. Energetska ušteda na godišnjoj razini iznosi 70 % potrebne toplinske energije za grijanje u odnosu na prvotno stanje.

5. Ljetnikovac Waidmann

Lokacija:	Zagreb, Ulica Ivana Gorana Kovačića 17
Autor:	Kuno Waidmann
Razdoblje izgradnje:	1893.
Godina obnove:	2023.



Slika 5.5 Južno pročelje ljetnikovca prije obnove.

Opis primijenjenih mjera:

Ljetnikovac je sveobuhvatnom obnovom uređen za stanovanje prema zahtjevima suvremenog stanovanja i odredbama tehničkih propisa. Obnovom je poboljšana nosiva konstrukcija, izolirana je i obnovljena cijela ovojnica zgrade (podovi, zidovi, stropovi, krov), ugrađeni su suvremeni termotehnički sustavi te je uređen okoliš.

Postojeća nosiva konstrukcija ljetnikovca je izvedena od kanatnih stijena, drvene skeletne konstrukcije s ispunom od opeke, debljine 15 cm. Nakon uklanjanja postojećih slojeva unutarnje i vanjske žbuke pristupilo se obnovi i zamjeni dotrajalih elemenata drvene nosive konstrukcije. Kako je izvorna namjena bila predviđena samo za povremeno stanovanje, izvorno zide nije projektirano u uobičajenim debljinama te ne posjeduje potrebnu masu koja bi se mogla koristiti za akumulaciju toplinske energije. Zato je bilo potrebno adekvatno toplinski izolirati ovojnicu zgrade. Tijekom istražnih radova u interijeru zgrade, otkriven je izvorni sloj toplinske izolacije izveden od drvolit ploča debljine 3 cm postavljenim na unutarnjem licu obodnih zidova (izvorna toplinska izolacija zidova s kraja 19. stoljeća!). Na osnovu tog nalaza bilo je moguće uz odobrenje nadležnog konzervatora na istoj poziciji izvesti novi sloj toplinske izolacije od MW debljine 12 cm. Sloj toplinske izolacije je izveden s odmakom od 3 cm od lica zida kako bi se omogućilo ventiliranje i spriječila kondenzacija vodene pare između izvornog zida i novog sloja toplinske

izolacije. Vanjska drvena stolarija je zamijenjena novom, prema izvornoj, uz dodatak unutarnjeg drvenog prozora ostakljenog dvostrukim IZO staklom debljine 4+9+4 mm.

Grijanje zgrade izvedeno je ugradnjom dizalice topline voda-voda pomoću dubinske sonde na parceli zgrade, za što su ishođena sve potrebne suglasnosti Ministarstva gospodarstva, prometa i veza i Hrvatskih voda.

6. Zgrada Gradske vijećnice - Gradskog poglavarstva Zagreba

Lokacija: Zagreb, Trg Stjepana Radića 1
Autor: Kazimir Ostrogović
Razdoblje izgradnje: 1958. - 1960.
Godina obnove:



Slika 5.6 Fotonaponska elektrana na krovu zgrade Gradskog poglavarstva, Grad Zagreb.

Opis primijenjenih mjera:

Na ravnom krovu zgrade postavljena je fotonaponska elektrana.

7. Kompleks Namjesništva (bivše Providurove i Kneževe palače)

Lokacija:	Zadar, Poljana Šime Budinića 3
Autor:	-
Razdoblje izgradnje:	13. – 20. stoljeće
Godina obnove:	2014. – 2017., 2019. – 2022.



Slika 5.7 Unutarnje dvorište nakon obnove.

Opis primijenjenih mjera:

Zbog specifičnosti zahtjeva toplinske zaštite predviđena toplinska zaštita vanjskih zidova zgrada morala je biti ugrađena s unutarnje strane zida. Da bi se izbjegao problem navlaživanja drvenih grednika primijenjena je toplinska izolacija vanjskog kamenog зида sistemom iQ Therm koja omogućava apsorpciju vodene pare u toplinskoj izolaciji te njezino otpuštanje kad se za to stvore uvjeti. U fizikalnom proračunu je dana analiza toplinsko-parodifuznog procesa unutar zida s računalnim programom iQ-Lator u kojem je primijenjen algoritam prof. P. Haeupl-a. Naime, Glaserova metoda parodifuzije ima ograničenje da ne uzima u obzir kapilarno širenje kondenzirane vodene pare u konstrukciji. Kapilarno širenje kondenzata dovodi od higroskopske relaksacije u konstrukciji. Uzimajući to u obzir, algoritam primijenjen u programu daje realnije i niže količine kondenzata u konstrukciji.

Zaštita od sunca translucentne polikarbonatne fasade novog dijela zgrade predviđena je niskim solarnim (g) faktorom. Pri dnu ove stijene nalazi se ulaz zraka, a pri vrhu izlaz zraka čiji se otvori kontroliraju senzorima na razliku u temperaturi unutarnjeg i vanjskog prostora. Nadalje, krov fasadne stijene iza koje se nalazi stubište u ljetnom periodu omogućava prirodnu ventilaciju kroz otvor u krovu koji se otvara na senzor kada se temperatura u zadnjoj etaži povisi za više od cca 3 °C od temperature zraka u etaži ispod.

Spojni tuneli iznad kompleksa zgrada predviđeni su da se griju do 18 °C. Predviđena je zaštita od sunca $g = 0,2$ faktorom. Osnovno rješavanje prekomjernog nakupljanja toplog zraka rješava se automatskim otvaranjem ulaza zraka uz pod i izlaza zraka uz krov staklene stijene.

Ventilacija prostorija unutar građevine riješena je mehaničkim putem preko klima komora s rotacijskim rekuperatorom topline, limenim kanalima istrujnim distributerima zraka. Ventilacija objekta podijeljena je na više ventilacijskih sustava s komorama smještenim u zasebnim prostorijama (ventilostrojarnicama), u neiskorištenom dijelu potkrovlja, te na ravnom betonskom krovu objekta. Ventilokomorama se ubacuje zrak koji se zagrijava, ili hladi.

Za kompletan rad svih ventilacijskih sustava predviđena je automatska regulacija koja omogućava potpuno automatiziran rad svakog pojedinog sustava s prikazima svih alarmnih stanja na osnovu kojih služba održavanja može pravovremeno reagirati u prostorima.

Za potrebe grijanja i hlađenja prostorija Kneževe i Providurove palače ugrađeni su VRF sustavi. VRF sustavi su podijeljeni na više logičkih cjelina. Vanjske jedinice VRF sustava smještene su na čeličnu rešetkastu konstrukciju iznad krova šetnice objekta. Vanjske inverterske jedinice kompaktnog su dizajna s modularajućim ventilima koji omogućavaju preciznu kontrolu prema potrebama unutarnjih jedinica.

Regulacija rada VRF sustava riješena je preko centralnog regulatora, preko kojeg se mogu uključivati i isključivati pojedine unutarnje jedinice bilo kojeg sustava, podešavati temperature po pojedinim zonama i pratiti ostale parametre rada sustava.

U prostorijama depoa u podrumu, radi osiguravanja konstantne količine vlage u zraku od 50-55 % relativne vlažnosti, postavljene su mlaznice parnog dovlaživača zraka. Parni ovlaživač spojen je na priključak vode, te na priključak odvodnje i preko elektrogrijača proizvodi paru. Regulacija rada parnog ovlaživača je automatska prema zadanim parametrima.

U sanitarnim prostorijama u objektu ugrađeno je električno podno grijanje.

Kao energent za grijanje i hlađenje te ventilaciju prostorija palače koristi se električna energija.

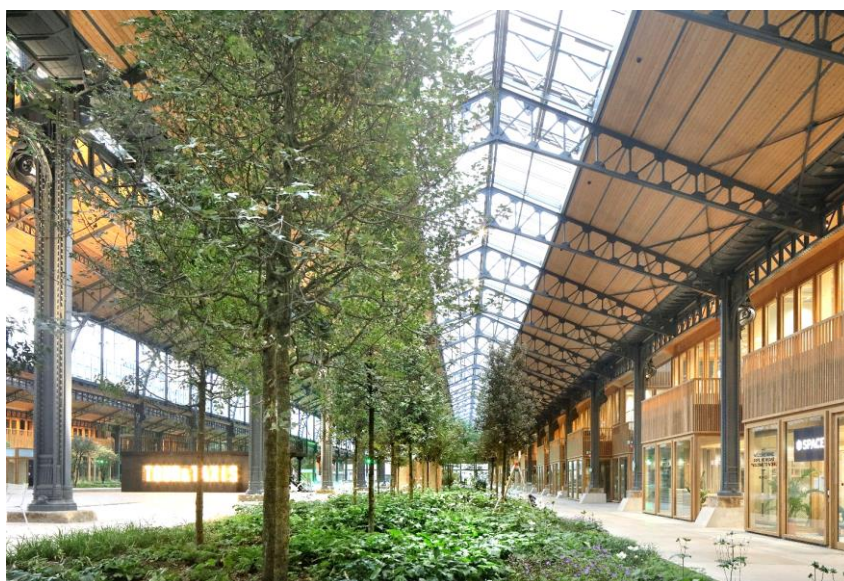
8. Gare Maritime

Lokacija: Bruxelles, Belgija

Razdoblje izgradnje: početak 20. st.

Godina obnove: 2020.

www: <https://neutelings-riedijk.com/projects/gare-maritime/>



Slika 5.9 Vanjska fasada i unutrašnjost zgrade nakon obnove.

Primjer kvalitetne obnove graditeljske baštine utilitarne namjene (izvorno ranžirni kolodvor) kod kojeg je potrebno istaknuti postignutu arhitektonsku kvalitetu novih dijelova zgrade, kako u oblikovanju, tako i u izboru korištenih materijala. Novi dijelovi zgrade jasno se razlikuju od izvorne strukture zgrade i omogućuju reverzibilnost ugradnje u svrhu kružnog gospodarenja materijalima.

Ugrađeni materijali su održivi i imaju nizak otisak CO₂ - nosiva konstrukcija novih dijelova zgrade je od križno lameliranih drvenih elemenata - CLT.

Zgrada se grije i hladi ugrađenim dizalicama topline koje koriste geotermalnu energiju i ima ugrađene spremnike za skupljanje kišnice koja se koristi za sanitarnu potrebu, navodnjavanje zelenila i za sustav adijabatskog (evaporativnog) hlađenja.

Projektom je ostvarena uspješna integracija fotonaponskih (PV) panela u ovojnicu zgrade (pročelja i krov), djelomično i zbog podesne izvorne namjene zgrade. Ogledan je i primjer ugradnje PV elemenata u vertikalne ostakljene stijene pročelja (*BIPV – Building Integrated Photovoltaics*).

Zgrada je energetska samodostatna i ugljično neutralna.

Projekt obnove je nagrađen između ostalih i nagradom *European Heritage Awards / Europa Nostra Awards 2021.*, kao najbolji primjer obnove zgrade kulturne baštine temeljene na primjeni održivih rješenja.

9. Eiffel Palace

Lokacija:	Budimpešta, Bajcsy-Zsilinsky út 78
Autori:	Flóris Korb i Kálmán Giergl
Razdoblje izgradnje:	1894.
Godina obnove:	2014.
www:	https://eiffelpalace.hu/en



Slika 5.10 Zgrada nakon obnove.

10. Primjeri ugradnje fotonaponskih panela na zaštićenim zgradama

- **Dvorana Pavla VI.**, Vatikan, autor: Pier Luigi Nervi, 1971.
PV paneli instalirani na krovu zgrade 2008. godine,⁷⁶
- **Kuća (domus) Vettii**, Pompeji, antika
PV paneli koji izgledom oponašaju oblik i boju kupe kanalice instalirani na krovu zgrade tijekom obnove dovršene 2023. godine,⁷⁷
- **Katedrale**, Ujedinjeno Kraljevstvo (Engleska), srednji vijek
U sklopu aktivnosti Engleske crkve u području energetske učinkovitosti i dostizanjem cilja *net-zero* emisija do 2030. godine, instalirani su PV paneli na katedralne sklopove u Chesteru⁷⁸ (2008.), Bradfordu⁷⁹ (2011.), Gloucestoru⁸⁰ (2016.), Salisburyju⁸¹ (2020.), i na katedrali u Yorku⁸² (u izvođenju 2023.).

Dodatne primjere dobre prakse obnove povijesnih i/ili zaštićenih zgrada s područja Europske Unije moguće je pronaći na mrežnim stranicama Historic Building Energy Retrofit Atlas⁸³ te na mrežnim stranicama udruge Efficient Energy for EU Cultural Heritage⁸⁴ (3encult).

⁷⁶ <https://www.sma.de/newsroom/news-detail/the-vatican-inaugurates-its-first-solar-power-system>

⁷⁷ <https://edition.cnn.com/style/article/pompeii-dyaqua-solar-panels-tan/index.html>

⁷⁸ <https://chestercathedral.com/news/solar-panels-installed-at-chester-cathedral>

⁷⁹ <https://bradfordcathedral.org.uk/visit-us/about-us/eco-cathedral/>

⁸⁰ <https://www.mypoweruk.com/case-studies/gloucester-cathedral-installation/>

⁸¹ <https://www.salisburyjournal.co.uk/news/18572741.new-solar-panels-installed-salisbury-cathedral/>

⁸² <https://yorkminster.org/latest/pioneering-york-minster-leads-way-with-photovoltaic-roof-installation-plan/>

⁸³ <https://www.hiberatlas.com/en/welcome-1.html>

⁸⁴ <http://www.3encult.eu/en/casestudies/default.html>

VI.

Sažetak



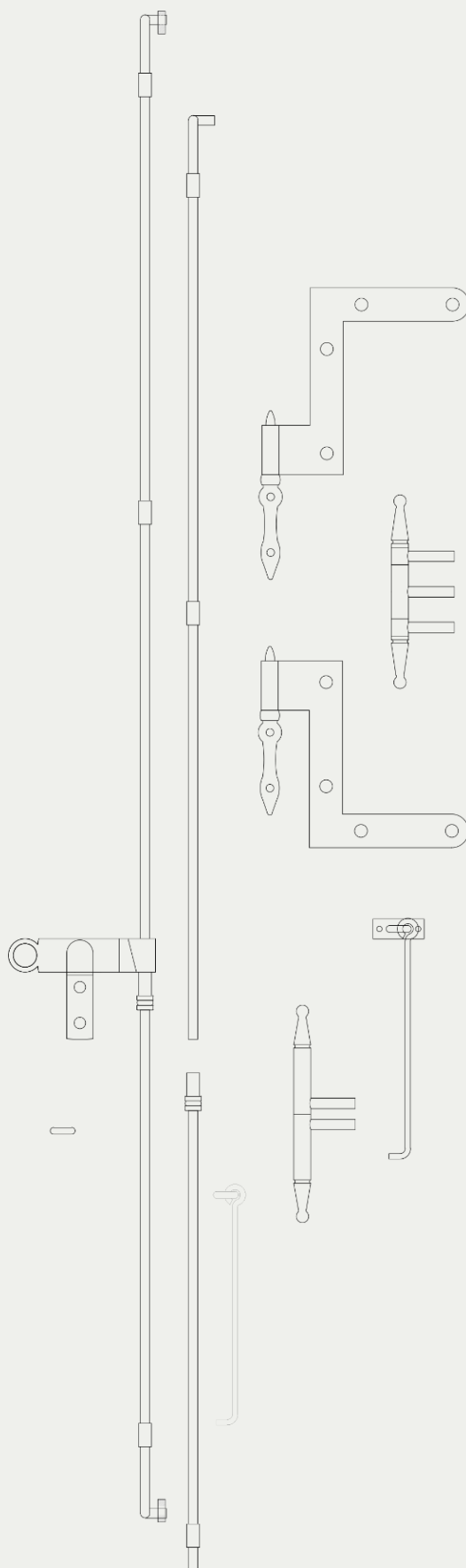
6. Sažetak

Postupak projektiranja energetske, odnosno sveobuhvatne obnove zgrada sa statusom kulturnog dobra zahtijeva interdisciplinarni pristup od pripremnog (idejnog) dijela do izvedbe. U tom postupku potrebno je stalno koordinirano integralno sudjelovanje svih relevantnih struka (arhitektonska, građevinska, strojarska, elektrotehnička i dr.), s posebnim osvrtom na fiziku zgrade kako bi se uspostavio interdisciplinarni dijalog i predložila optimalna obnova zgrade.

Projektom obnove nužno je uravnotežiti uvjete za buduće korištenje zgrade, a uz poboljšanje energetske svojstava potrebno je unaprjeđivati ispunjavanje i ostalih temeljnih zahtjeva za građevinu, posebice onih koji utječu na sigurnost i zdravlje korisnika (zaštita od požara, povećanje potresne otpornosti zgrade, zdravi unutarnji klimatski uvjeti, pristupačnost osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivošću) ali i održivost zgrade, revitalizaciju njezinih vrijednosti i obilježja kulturnog dobra, a da se istovremeno pridonosi klimatskoj otpornosti primjenom elemenata zelene infrastrukture na zgradi i oko zgrade, gradnjom parkirališta za bicikle, punionica za električna vozila te sustava koji koriste obnovljive izvore energije. Zahvati predviđeni projektom ne smiju ni na koji način tijekom izvedbe radova i kasnijeg korištenja zgrade negativno utjecati na svojstva kulturnog dobra i njegovu cjelovitost. Stoga je potrebno predvidjeti dobro planirane i dugoročno održive sustave obnove, neinvazivne i po mogućnosti reverzibilne zahvate, a koji će dugoročno osigurati autentičnost i vrijednost zgrade. Kulturno dobro može biti ugroženo neodgovarajućim građevinskim zahvatima, stoga je potrebno promišljeno pristupati tradicionalnim kao i inovativnim metodama i suvremenim energetske konceptima.

VII.

Dodatak



7.1. Stručni pojmovnik

Algoritam za izračun energetske svojstva zgrade (u tekstu: Algoritam)

Sastavni dio Metodologije provođenja energetskog pregleda zgrada, objavljen na službenim internetskim stranicama ministarstva nadležnog za građenje⁸⁵, koji propisuje način proračuna svih potrebnih vrijednosti za izračun energetske svojstva zgrade.

Broj izmjena zraka, n [h-1]

Broj izmjena unutarnjeg zraka zgrade s vanjskim zrakom u jednom satu.

Daljinsko grijanje ili daljinsko hlađenje

Sustav koji se sastoji od centralnog izvora za proizvodnju energije, razvoda toplinske ili rashladne energije u obliku vode ili pare te toplinskih podstanica u više međusobno udaljenih zgrada na različitim lokacijama radi korištenja za grijanje, ili hlađenje prostora ili tehnoloških procesa ili pripremu potrošne tople vode. Toplinska podstanica jest sklop uređaja i opreme potrebne za preuzimanje i mjerenje toplinske ili rashladne energije na lokaciji zgrade.

Dizalica topline

Uređaj koji prenosi toplinu iz toplinskog spremnika niže temperaturne razine prema toplinskom spremniku više temperaturne razine. Toplinski spremnik može biti zrak, voda ili tlo. Kod reverzibilnih dizalica topline toplina se također može prenositi iz zgrade u prirodno okruženje.

Energetska obnova zgrade

Primjena mjera energetske učinkovitosti u svrhu poboljšanja energetskog svojstva zgrade ili samostalne uporabne cjeline zgrade i temeljnog zahtjeva za građevinu – gospodarenje energijom i očuvanje topline, pri čemu mjere energetske učinkovitosti obuhvaćaju: energetski pregled i energetsko certificiranje zgrade za potrebe energetske obnove, izradu projektne dokumentacije za energetsku obnovu zgrade kojom se dokazuje ušteda energije, povećanje toplinske zaštite ovojnice zgrade, unapređenje tehničkih sustava zgrade koji uključuju tehničku opremu za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i pripremu potrošne tople vode, sustav rasvjete, sustav automatizacije i upravljanja zgrade ili njezina dijela te uvođenje sustava obnovljivih izvora energije.

Energetski certifikat zgrade

Certifikat iz kojega je vidljivo energetsko svojstvo zgrade ili samostalne uporabne cjeline zgrade izračunato u skladu s Metodologijom provođenja energetskog pregleda zgrade.

Energetski pregled zgrade

Sustavan postupak za stjecanje odgovarajućeg znanja o postojećoj potrošnji energije i energetskim svojstvima zgrade ili skupine zgrada koje imaju zajedničke energetske sustave, utvrđivanje i određivanje isplativosti primjene mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti te izradu izvješća o energetskom pregledu zgrade s prikupljenim informacijama i predloženim mjerama, a obavlja ga ovlaštena osoba.

Energetski razred zgrade je pokazatelj:

- specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i režim rada tehničkih sustava
- specifične godišnje primarne energije za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i režim rada tehničkih sustava, koja kod stambenih zgrada
- obuhvaća energiju za grijanje, pripremu potrošne tople vode i ventilaciju/klimatizaciju (ventilacija/klimatizacija se uzima u obzir ukoliko

⁸⁵<https://mpgi.gov.hr/pristup-informacijama-16/zakoni-i-ostali-propisi/podrucje-energetske-ucinkovitosti/metodologija-provodjenja-energetskog-pregleda-zgrada-primjenjuje-se-od-1-srpnja-2021/13704>

postoji i to samo kroz grijanje), a kod nestambenih zgrada obuhvaća energiju za rasvjetu i energije onih termotehničkih sustava

- naznačenih u Metodologiji provođenja energetskog pregleda zgrada u Tablici 5.18 (Definirani tehnički sustavi za proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke za pojedine vrste zgrada) za pojedinu vrstu nestambene zgrade.

Energetsko svojstvo zgrade

Izračunata ili izmjerena količina energije potrebna za zadovoljavanje potreba za energijom prilikom karakteristične uporabe zgrade, a koja među ostalim uključuje energiju koja se koristi za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu potrošne tople vode i rasvjetu. Energetsko svojstvo zgrade izražava se brojčanim pokazateljem korištenja primarne energije u $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$ u svrhu izdavanja energetskih certifikata i usklađenosti s minimalnim zahtjevima na energetsko svojstvo zgrade. Prema nacionalnim propisima energetsko svojstvo zgrade dokazuje se kao izračunata količina energije.

Energija iz obnovljivih izvora

Energija iz obnovljivih nefosilnih izvora, tj. energija vjetra, sunčeva energija, aerotermalna, geotermalna, hidrotermalna energija i energija mora, hidroenergija, biomasa, deponijski plin, plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda i bioplinovi.

Europska norma

Norma koju je prihvatio Europski odbor za normizaciju, Europski odbor za elektrotehničku normizaciju ili Europski institut za telekomunikacijske norme te koja je dostupna za javnu uporabu.

Faktor umanjenja naprave za zaštitu od sunčeva zračenja, F_c [-]

Količnik između prosječne sunčeve energije koja dospije u zgradu kroz prozor s napravom za zaštitu od sunčeva zračenja i sunčeve energije koja bi dospjela u zgradu kroz prozor bez te naprave.

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje, $Q_{H,nd}$ [kWh/a]

Računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade. Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade označava se oznakom $Q''_{H,nd}$ $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$.

Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje, $Q_{C,nd}$ [kWh/a]

Računski određena količina topline koju sustavom hlađenja treba tijekom jedne godine odvesti iz zgrade za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja hlađenja zgrade. Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{C,nd}$ $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$.

Gradnja

Projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja.

Građenje

Izvedba građevinskih i drugih radova (pripremni, zemljani, konstruktorski, instalaterski, završni te ugradnja građevnih proizvoda, opreme ili postrojenja) kojima se gradi nova građevina, rekonstruira, održava ili uklanja postojeća građevina.

Građevina

Građenjem nastao i s tlom povezan sklop, izveden od svrhovito povezanih građevnih proizvoda sa ili bez instalacija, sklop s ugrađenim postrojenjem, samostalno postrojenje povezano s tlom ili sklop nastao građenjem.

Grijana prostorija

Prostorija s unutarnjom projektnom temperaturom višom od $12\text{ }^{\circ}\text{C}$, koja se grije neposredno ogrjevnim tijelima ili posredno zbog prostorne povezanosti s neposredno grijanim prostorijama. Sve grijane prostorije čine grijani dio zgrade.

Integralna energetska obnova

Obuhvaća kombinaciju više mjera energetske obnove, a obavezno uključuje jednu ili više mjera na ovojnici zgrade kojima se postiže ušteda u godišnjoj potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje (QH,nd) od najmanje 50 % u odnosu na stanje prije obnove; o Integralna energetska obnova iznimno može obuhvaćati samo jednu mjeru na ovojnici ako ona rezultira uštedom godišnje potrebne toplinske energije za grijanje (QH,nd) na godišnjoj razini od najmanje 50 % u odnosu na stanje prije obnove.

Isporučena energija

Energija, izražena po nositelju energije, koja se dovodi u tehnički sustav u zgradi kroz granicu sustava kako bi se zadovoljile promatrane potrebe za grijanjem, hlađenjem, ventilacijom i klimatizacijom, potrošnom toplom vodom i rasvjetom prema Tablici 8.a TPRUETZZ.

Izvešće o energetsom pregledu

Dokument koji sadrži sve propisane podatke, analize, procjene i prijedloge iz Pravilnika o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju („Narodne novine“, br. 88/17, 90/20, 01/21, 45/21) te je izrađen u skladu s Metodologijom provođenja energetskog pregleda zgrada.

Koeficijent prolaska topline, U [W/(m²·K)]

Pokazuje toplinsko izolacijsku vrijednost nekog građevnog dijela kao količinu topline koju građevni element gubi u 1 sekundi po m² površine, kod razlike temperature od 1 K.

Koeficijent provodljivosti topline, λ [W/(m·K)]

Pokazuje toplinsko izolacijsku vrijednost nekog građevnog materijala kao količinu topline koju građevni element gubi u 1 sekundi po m, kod razlike temperature od 1 K.

Koeficijent toplinskog gubitka provjetravanjem, H_{ve,adj}[W/K]

Količnik između toplinskog toka koji se prenosi iz grijane zgrade prema vanjskom prostoru izmjenom zraka u prostoriji s vanjskim zrakom i razlike između unutarnje projektne temperature grijanja i vanjske temperature.

Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka, H_{tr,adj}[W/K]

Količnik između toplinskog toka koji se transmisijom prenosi iz grijane zgrade prema vanjskom prostoru i razlike između unutarnje projektne temperature grijanja i vanjske temperature.

Konzervatorski elaborat

Stručni dokument koji se izrađuje za potrebe složenijih zahvata na kulturnom dobru zaštićenom posebnim rješenjem, koji mogu utjecati na tehničko stanje odnosno svojstva kulturnog dobra, te za postojeću građevinu ili planiranu izgradnju unutar zaštićene kulturno-povijesne cjeline na lokaciji koja je od interesa za očuvanje svojstva kulturo-povijesne cjeline.

Kotao

Sklop tijela kotla i plamenika koji proizvodi toplinsku energiju izgaranjem nekog goriva (npr. prirodni plin, loživo ulje, biomasa) i prenosi ju na radni medij, a koja se može koristiti u sustavu grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode.

Kulturno-povijesna cjelina

Smatra se naselje ili dio naselja, kao i područje, koji su zaštićeni kao kulturno dobro.

Metodologija provođenja energetskog pregleda zgrada (u tekstu: Metodologija)

Skup radnji i postupaka za provođenje energetskog pregleda zgrada, sadrži Algoritam za izračun energetskog svojstva zgrade u standardnim uvjetima korištenja te se koristi u procesu izdavanja energetskih certifikata zgrada i za provjeru usklađenosti s minimalnim

zahtjevima na energetska svojstva, a objavljuje se na službenim web-stranicama Ministarstva. Metodologija je transparentna i otvorena za inovacije.

Nestambena zgrada

Zgrada koja nema niti jednu stambenu jedinicu ili skup prostorija namijenjen stanovanju zajednica.

Nova zgrada

Izgrađena zgrada prije nego što je puštena u pogon, odnosno prije početka uporabe, a koja se gradi na temelju akta za građenje izdanog poslije 1. listopada 2007.

Obujam grijanog dijela zgrade, V_e [m³]

Bruto obujam, obujam grijanog dijela zgrade kojemu je oplošje A (m²).

Obujam grijanog zraka, V [m³]

Neto obujam, obujam grijanog dijela zgrade u kojem se nalazi zrak. Taj se obujam određuje koristeći unutarnje dimenzije ili prema približnom izrazu $V = 0,76 \cdot V_e$ za zgrade do tri etaže, odnosno $V = 0,8 \cdot V_e$ u ostalim slučajevima.

Očuvanje kulturnoga dobra

Provedba mjera zaštite i očuvanja radi produženja trajanja spomeničkih svojstava kulturnoga dobra.

Održavanje građevine

Izvedba građevinskih i drugih radova na postojećoj građevini radi očuvanja temeljnih zahtjeva za građevinu tijekom njezina trajanja, kojima se ne mijenja usklađenost građevine s lokacijskim uvjetima u skladu s kojima je izgrađena.

Održavanje kulturnoga dobra

Sustavno praćenje stanja kulturnoga dobra te poduzimanje mjera i radova nužnih za očuvanje spomeničkih svojstava, cjelovitosti i namjene kulturnoga dobra.

Oplošje grijanog dijela zgrade, A [m²]

Ukupna ploština građevinskih dijelova koji razdvajaju grijani dio zgrade od vanjskog prostora, tla ili negrijanih dijelova zgrade (ovojnica grijanog dijela zgrade), uređena prema HRN EN ISO 13789:2008, dodatak B, za slučaj vanjskih dimenzija građevinskih dijelova.

Oprema

Pojedinačni uređaji, strojevi, procesne instalacije i drugi proizvodi od kojih se sastoji postrojenje ili su samostalno ugrađeni u građevinu radi tehnološkog ili drugog procesa kojemu je namijenjena građevina.

Ovojnica zgrade

Ugrađeni dijelovi zgrade koji odvajaju unutrašnjost zgrade od vanjskog okoliša.

Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade, A_K [m²]

Ukupna ploština neto podne površine grijanog dijela zgrade.

Posebni uvjeti

Uvjeti za građenje koje u slučaju propisanom posebnim propisom u svrhu provedbe tog propisa javnopravno tijelo utvrđuje na način propisan Zakonom o gradnji, odnosno posebnim zakonom kojim se uređuje prostorno uređenje, osim uvjeta priključenja, uvjeta koji se utvrđuju u postupku procjene utjecaja na okoliš, postupku ocjene o potrebi procjene utjecaja na okoliš i u postupku ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu.

Potvrda glavnog projekta

Potvrda da je glavni projekt izrađen u skladu s posebnim uvjetima koju izdaje javnopravno tijelo u slučajevima propisanim posebnim zakonom na način propisan Zakonom o gradnji.

Primarna energija, E_{prim} [kWh]

Energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe.

Pročelje (fasada)

Kombinacija građevnih proizvoda koji se primjenjuju za vanjske zidove zgrade, a kojom se istodobno osiguravaju svojstva fizike zgrade (zaštita od vremenskih utjecaja, toplinska izolacija) i zaštita od požara.

Redoviti pregled

Redoviti pregled sustava grijanja, sustava hlađenja i sustava ventilacije i klimatizacije u zgradi radi ocjene načina rada i održavanja sustava s obzirom na energetske učinkovitost i po potrebi utvrđivanja mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti sustava radi osiguranja maksimalne učinkovitosti tih sustava u normalnim uvjetima rada, a obavlja ga za to ovlaštena osoba.

Referentna klima

Klima za meteorološke postaje preuzete kao karakteristične za područje kontinentalnog dijela Hrvatske (kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade prema podacima iz Meteoroloških podataka za najbližu klimatski mjerodavnu meteorološku postaju Θ_{mm} jest $\leq 3^{\circ}\text{C}$) i za područje primorskog (kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade prema podacima iz Meteoroloških podataka za najbližu klimatski mjerodavnu meteorološku postaju Θ_{mm} jest $> 3^{\circ}\text{C}$).

Rekonstrukcija građevine

Izvedba građevinskih i drugih radova na postojećoj građevini kojima se utječe na ispunjavanje temeljnih zahtjeva za tu građevinu ili kojima se mijenja usklađenost te građevine s lokacijskim uvjetima u skladu s kojima je izgrađena (dograđivanje, nadograđivanje, uklanjanje vanjskog dijela građevine, izvođenje radova radi promjene namjene građevine ili tehnološkog procesa i sl.), odnosno izvedba građevinskih i drugih radova na ruševini postojeće građevine.

Samostalna uporabna cjelina zgrade

Dio zgrade, kat, stan odnosno apartman, poslovni prostor i slično unutar zgrade koji je predviđen ili preuređen za zasebno korištenje.

Solarni faktor, $g^{\perp}$ [-] ili SF [%],

Bitno svojstvo stakla za zaštitu od sunčevog zračenja. Stupanj propuštanja ukupne sunčeve energije kroz ostakljenje kod okomitog upada zračenja (inozemna oznaka SHGC).

Stambena zgrada

Zgrada koja je pretežito stambene namjene.

Stvarni klimatski podaci

Klimatski podaci dobiveni statističkom obradom prema meteorološkoj postaji najbližoj lokaciji zgrade.

Sustav automatizacije i upravljanja zgradom (SAUZ)

Sustav, koji obuhvaća sve proizvode, softver i inženjerske usluge, kojim se može poduprijeti energetske učinkovito, ekonomično i sigurno funkcioniranje tehničkih sustava zgrade putem automatskog upravljanja i olakšavanjem ručnog upravljanja tim tehničkim sustavima zgrade.

Sustav grijanja

Kombinacija komponenti koje su potrebne za određeni način obrade zraka u prostoriji pomoću koje se povisuje temperatura.

Sustav za klimatizaciju

Sklop kojim se djeluje na temperaturu, vlažnost i kvalitetu zraka te ostvaruje prisilna izmjena zraka u prostoriji u svrhu postizanja mikro-higijenskih uvjeta i odgovarajućeg stupnja ugodnosti prostora.

Sustav mjera zaštite kulturnog dobra

Ukupnost svih zaštitnih mjera utvrđenih radi potpune zaštite i očuvanja pojedinoga kulturnog dobra.

Sveobuhvatna obnova

Obuhvaća optimalne mjere unaprjeđenja postojećeg stanja zgrade te osim energetske obnove zgrade uključuje mjere poput povećanja sigurnosti u slučaju požara, mjere za osiguravanje zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta te mjere za unaprjeđenje ispunjavanja temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti zgrade, posebice radi povećanja potresne otpornosti zgrade, a može uključivati i druge mjere kojima se unaprjeđuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu.

Termotehnički sustav

Tehnička oprema za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i pripremu potrošne tople vode zgrade ili samostalne uporabne cjeline zgrade/.

Tehnički sustav

Tehnička oprema zgrade ili samostalne uporabne cjeline zgrade za grijanje prostora, hlađenje prostora, ventilaciju, klimatizaciju, pripremu potrošne tople vode, ugrađenu rasvjetu, automatizaciju i upravljanje zgradom, proizvodnju električne energije u krugu zgrade ili kombinaciju navedenog, uključujući sustave koji upotrebljavaju energiju iz obnovljivih izvora.

Tijela javne vlasti u Republici Hrvatskoj (prema Zakonu o pravu na pristup informacijama, „Narodne novine“, br. 25/13., 85/15, 69/22.)

Tijela državne uprave, druga državna tijela, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, pravne osobe i druga tijela koja imaju javne ovlasti, pravne osobe čiji je osnivač Republika Hrvatska ili jedinica lokalne ili područne (regionalne) samouprave, pravne osobe koje obavljaju javnu službu, pravne osobe koje se temeljem posebnog propisa financiraju pretežito ili u cijelosti iz državnog proračuna ili iz proračuna jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave odnosno iz javnih sredstava (nameta, davanja, i sl.), kao i trgovačka društva u kojima Republika Hrvatska i jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave imaju zasebno ili zajedno većinsko vlasništvo.

Toplinski most

Manje područje u ovojnici grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene proizvoda, debljine ili geometrije građevnog dijela.

Troškovno optimalna razina

Razina energetske svojstava koja rezultira najmanjim troškom tijekom procijenjenoga gospodarskog vijeka trajanja, pri čemu se najmanji trošak određuje uzimajući u obzir troškove ulaganja povezanih s energijom, troškove održavanja i operativne troškove (uključujući troškove i uštede energije, vrstu zgrade, zaradu od proizvedene energije), gdje je primjenjivo, kao i troškove zbrinjavanja, gdje je primjenjivo, a procijenjeni gospodarski vijek trajanja određuje svaka država članica. Procijenjeni gospodarski vijek se odnosi na preostali procijenjeni vijek trajanja zgrade, ako se zahtjevi energetske svojstva određuju u odnosu na zgradu u cjelini, odnosno na procijenjeni gospodarski vijek trajanja dijela zgrade, ako se zahtjevi energetske svojstava određuju u odnosu na dijelove zgrade. Troškovno optimalna razina nalazi se unutar područja razina energetske svojstava za koje je analiza troškova i koristi tijekom procijenjenoga gospodarskog vijeka trajanja pozitivna.

Udio ploštine prozora u ukupnoj ploštini pročelja, f [-]

Količnik ploštine prozora, balkonskih vrata i prozirnih elemenata pročelja (građevinski otvor) i ukupne ploštine pročelja (zid + prozor,...). Kod grijanih potkrovlja ploštini prozora dodaje se ploština krovnih prozora, a ukupnoj ploštini pročelja dodaje se pripadna ploština kosog krova s krovnim prozorima.

Ugradnja

Izvedba građevinskih i drugih radova kojim se povezuju građevni proizvodi, instalacije ili postrojenja tako da postaju sastavni dio građevine i ne mogu se bez uklanjanja ili bez utjecaja na ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu odvojiti od građevine.

Ukupna korisna površina zgrade

Ukupna neto podna površina zgrade koja odgovara namjeni uporabe zgrade, a koja se računa prema točki 5.1.7. HRN EN ISO 9836.

Unutarnja projektna temperatura grijanja, $\Theta_{\text{int,set,H}}$ [°C]

Projektom predviđena temperatura unutarnjeg zraka svih prostora grijanog dijela zgrade.

Upravno tijelo

Upravni odjel, odnosno služba velikog grada, Grada Zagreba, odnosno županije nadležna za obavljanje upravnih poslova graditeljstva.

Vanjska temperatura, Θ_e [°C]

Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka na lokaciji zgrade prema podacima iz Meteoroloških podataka za najbližu klimatski mjerodavnu meteorološku postaju Θ_{mm} .

Vanjska projektna temperatura za strojarske projekte grijanja

Temperatura vanjskog zraka Θ_{minym} (°C) prema podacima iz Meteoroloških podataka za najbližu klimatski mjerodavnu meteorološku postaju.

Zgrada

Zatvorena i/ili natkrivena građevina namijenjena boravku ljudi, odnosno smještaju životinja, biljaka i stvari. Zgradom se ne smatra pojedinačna građevina unutar sustava infrastrukturne građevine.

Zgrada gotovo nulte energije

Zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva. Ta gotovo nulta, odnosno vrlo niska količina energije trebala bi se u vrlo značajnoj mjeri pokrivati energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u njezinoj blizini, a za koju su zahtjevi utvrđeni posebnim propisom.

Zgrada javne namjene

Zgrada ili dio zgrade koju koristi tijelo javne vlasti za obavljanje svojih poslova, zgrada ili dio zgrade za stanovanje zajednice te zgrada ili dio zgrade koja nije stambena u kojoj boravi više ljudi ili u kojoj se pruža usluga većem broju ljudi.

Značajna obnova

Obnova zgrade gdje se obnovi podvrgava više od 25 % površine ovojnice zgrade.

7.2. Literatura

Monografije

Malinar, H. (2003.), *Vlaga u povijesnim građevinama: sistematika, dijagnostika, sanacija*, Zagreb: Mala biblioteka godišnjaka zaštite spomenika kulture.

Veršić, Z. (2001.), *Metode sanacije starih građevina i građevina pod zaštitom sa stanovišta zahtjeva toplinske zaštite i uštede energije*, magistarski rad, Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Članci

Chemisana, D.; Lamnatou, C. (2014.), „Photovoltaic-green roofs: An experimental evaluation of system performance“, *Applied Energy* 119: 246-256, raspoloživo na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030626191301026X?via%3Dihub> [15.12.2022.]

Galbiati, G.; Medici, F.; Graf, F., Marino, G. (2021.), „Methodology for energy retrofitting of Modern Architecture. The case study of the Olivetti office building in the UNESCO site of Ivrea“, *Journal of Building Engineering* 44, raspoloživo na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221012365?via%3Dihub> [15.12.2022.]

Prihatmanti, R.; Taib, N. (2017.), „Improving Thermal Comfort through Vertical Greeneries in Transitional Spaces for the Tropical Climate: A Review“, *Journal of Engineering Technology* 4 (3): 116-123

Ostalo

Dugoročna strategija obnove nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine („Narodne novine“, br. 140/20.), raspoloživo na: https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/DSO_14.12.2020.pdf [15.12.2022.]

Jelčić Rukavina, M.; Carević, M.; Veršić, Z. (2020.), Sigurna uporaba toplinsko-izolacijskih materijala u građevinama s aspekta zaštite od požara, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatska gospodarska komora, raspoloživo na: <https://www.een.hr/upload/publikacije/dokumenti/sigurna-uporaba-toplinsko-izolacijskih-materijala-u-graevinama-s-aspekta-zalтите-od-pollara.pdf> [15.12.2022.]

Jelčić Rukavina, M. (2021.), nZEB u obnovi / TRESS, Tehnička rješenja za energetske i statičku sanaciju zgrada, Sigurna uporaba toplinsko-izolacijskih materijala u građevinama s aspekta zaštite od požara - prikaz priručnika, raspoloživo na: https://www.nzeb.hr/nzeb_u_obnovi/predavanja/1_dan/2_1_1_TRESS_Marija_Jelcic_Rukavina_GF.pdf [15.12.2022.]

Preporuke za primjenu mjera energetske učinkovitosti na graditeljskoj baštini, raspoloživo na: <https://min-kulture.gov.hr/vijesti-8/preporuke-za-primjenu-mjera-energetske-ucinkovitosti-na-graditeljskoj-bastini/17519> [15.12.2022.]

Program energetske obnove zgrada koje imaju status kulturnog dobra za razdoblje do 2030. godine („Narodne novine“, br. 143/21.), raspoloživo na: https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Program_energetske_obnove_kulturna_dobra_do_2030.pdf [15.12.2022.]

Smjernice za izradu analize postojećeg stanja zgrade s prijedlogom mjera i procjenom investicije u dijelu - zdravi unutarnji klimatski uvjeti, mehanička otpornost i stabilnost, sigurnost u slučaju požara, raspoloživo na: <https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/13808> [15.12.2022.]

Zelena budućnost grada, raspoloživo na: https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/EUFondovi/Zelena_buducnost_grada-brosura.pdf [15.12.2022.]

Internetski izvori

<https://bracak.croenergy.eu/> [15.12.2022.]

<https://eiffelpalace.hu/en> [15.12.2022.]

<https://neutelings-riedijk.com/projects/gare-maritime/> [15.12.2022.]

<https://www.archdaily.com/949630/gare-maritime-offices-neutelings-riedijk-architects-plus-bureau-bouwtechniek> [15.12.2022.]

<https://2021.prizes.new-european-bauhaus.eu/node/268500> [15.12.2022.]

7.3. Izvori slika

Slika 4.33. i Slika 4.34 Goranka Tropčić Zekan, dipl. ing. stroj.

Slika 4.35 © David Dixon (cc-by-sa/2.0)
<https://www.geograph.org.uk/photo/6859374> [15.12.2022.]

© Bête spatio-temporelle (cc-by-sa/4.0)
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triple_junction_amorphous_photovoltaic_tiles.png [15.12.2022.]

© Ben West (cc-by-sa/2.0)
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_Shingles.jpg
[15.12.2022.]

Slika 5.1 © Sandro Sklepić/punkufer.hr

Slika 5.2 Tomislav Vidović

Slika 5.4 Regea

Slika 5.5 Leon Kota, mag.ing.aedif., Valakon d.o.o.

Slika 5.6 Služba za informacijski sustav i tehničke poslove Grada Zagreba

Slika 5.7 © Bosnić+Dorotić

Slika 5.8 Filip Dujardin © Neutelings Riedijk Architects

Slika 5.9 Filip Dujardin © Neutelings Riedijk Architects

Slika 5.10 Horizon Development ltd

Ostale slike i grafičke prikaze izradili autori Smjernica, Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

PRILOG - TABLICA I.

Pregled aktivnosti za obnovu pojedinačno zaštićenog kulturnog dobra ili zgrade unutar kulturno-povijesne cjeline, kao i aktivnosti za zahvate na području prostornih međa kulturnog dobra za koje, sukladno posebnom propisu kojim se uređuje gradnja, nije obvezna izrada glavnog projekta, niti ishođenje građevinske dozvole, a za koje je sukladno Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara potrebno od nadležnog Konzervatorskog odjela ili Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode (dalje: KO/GZ) ishoditi **Rješenje o prethodnom odobrenju za radove na kulturnom dobru**.¹ Postupak se vodi izvan sustava e-Dozvole, pri nadležnom KO/GZ. Svaka aktivnost iz ove tablice provodi se u konzultaciji projektanata i nadležnog KO/GZ.

	I.	NARUČITELJ / INVESTITOR	II.	SUDIONICI U GRADNJI (ovlašteni projektant / osoba ovlaštena prema posebnom propisu / nadzorni inženjer / izvođač radova)	III.	KONZERVATORSKI ODJEL / GRADSKI ZAVOD (KO/GZ)		
				AKTIVNOSTI				
0	a	Imenovanje projektanta ²	a	Provjera projektnog zadatka				
	i	Projektni zadatak						
1	a	Zahtjev nadležnom KO/GZ	a	PRIJEDLOG ENERGETSKE OBNOVE ZGRADE (Opis i grafički prikaz) ³	a	Prethodno odobrenje za radove na kulturnom dobru ⁴		
			i	Arhitektonska snimka postojećeg stanja (mj. 1:50, 1:20, 1:10, 1:5, 1:2) ⁵	i	Posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra ⁶		
			ii	Energetski pregled zgrade - Izvješće o energetsom pregledu zgrade i Energetski certifikat zgrade				
			iii	Analiza postojećeg stanja zgrade ⁷				
			iv	Tehnički opis i troškovnik planiranog zahvata ⁸				
			b	IDEJNI PROJEKT ⁹				
			c	TROŠKOVNIK ¹⁰				
			d	ELABORAT ISTRAŽNIH RADOVA ¹¹				
			i	Elaborat s izvješćem istražnih konzervatorsko-restauratorskih radova				
			ii	Elaborat s izvješćem istražnih radova ¹²				
			iii	Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije ¹³				
1a	a	Zahtjev nadležnom KO/GZ	a	DOPUNJENI PRIJEDLOG ENERGETSKE/SVEOBUHVAATNE OBNOVE ZGRADE (Opis i grafički prikaz)	a	Prethodno odobrenje za radove na kulturnom dobru		
						Posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra – po potrebi		
2	a	Ugovor o građenju	a	Izvođenje radova	a	Konzervatorski nadzor ¹⁴		
	b	Obavijest nadležnom KO/GZ o početku radova	b	Projektantski nadzor				
3		Završetak radova	a	Izjava izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine				
			b	Energetski pregled zgrade - Izvješće o energetsom pregledu zgrade i Energetski certifikat zgrade				

- Napomene:** ¹ Rješenje o prethodnom odobrenju izdaje se za radove koji se ne obavljaju na temelju glavnog projekta, ali i za one koje sukladno propisu kojim se uređuje gradnja nije potrebno ishoditi potvrdu glavnog projekta, lokacijsku ili građevinsku dozvolu.
- ² Projektu i svu ostalu tehničku dokumentaciju (uključujući opis i grafički prikaz) izrađuju projektanti prema nadležnosti struke koji posjeduju dopuštenje Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, ovlaštene osobe za izradu elaborata zaštite od požara i ostale fizičke osobe s odgovarajućim stručnim zvanjem. Preporuka je da izradu projektne dokumentacije u svojstvu glavnog projektanta koordinira ovlašteni/a arhitekt/ica koji/a posjeduje navedeno dopuštenje. Projekti trebaju biti izrađeni sukladno Pravilniku o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina („Narodne novine“ broj 118/19, 65/20).
- ³ Prijedlog energetske obnove zgrade (opis i grafički prikaz) izrađuje se na osnovi analize postojećeg stanja zgrade, prijedloga mjera energetske učinkovitosti te ostalih mjera kojima je potrebno razmotriti i mogućnosti primjene visokoučinkovitih alternativnih sustava s OIE (uključujući priključak na učinkoviti sustav daljinskog grijanja), kao i mjera: unaprjeđenje pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti, mogućnost primjene elemenata zelene infrastrukture (pročelje/krov i okoliš zgrade), ugradnja punionica za električna vozila, parkirališta za bicikle. U svrhu ubrzanja procedura i pronalaženja optimalnih rješenja prije ishoda posebnih uvjeta moguće je zatražiti mišljenje na opis i grafički prikaz nadležnog KO/GZ o načinu provedbe Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara. Preporuka su prethodne konzultacije svih uključenih sudionika. Prijedlog energetske obnove zgrade (opis i grafički prikaz), zajedno s tehničkom dokumentacijom izrađenom u skladu s Pravilnikom o dokumentaciji za izdavanje prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru („Narodne novine“, br. 134/15.) (dalje: Pravilnik), upućuje se nadležnom KO/GZ na izdavanje prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru.
- ⁴ Prethodno odobrenje za radove na kulturnom dobru izdaje se nakon dostave tehničke dokumentacije izrađene u skladu s Pravilnikom. Ukoliko se ne radi o složenijem zahvatu, a predana je tehnička dokumentacija u skladu s Pravilnikom, nadležni KO/GZ izdaje prethodno odobrenje za radove na kulturnom dobru, a u slučaju složenijeg zahvata prethodno odobrenje izdaje se nakon izrade elaborata i provedbe istražnih radova (ako je potrebno) i izdavanja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra te dopune tehničke dokumentacije. Prethodno odobrenje za radove na kulturnom dobru prestaje važiti nakon isteka roka od tri godine računajući od dana pravomoćnosti prethodnog odobrenja.
- ⁵ Arhitektonska snimka postojećeg stanja u postupku izdavanja prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru, ovisno o obuhvatu zahvata, izrađuje se za cijelu zgradu ili za njezine posebne dijelove ili građevinske elemente na kojima se planira obnova, odnosno u skladu sa zahtjevima nadležnog KO/GZ u sklopu izdavanja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra.
- ⁶ Nadležni KO/GZ je ovlašten, prema potrebi, u slučaju izvođenja složenijeg zahvata na kulturnom dobru, prije izdavanja prethodnog odobrenja za radove na kulturnom dobru utvrditi posebne uvjete zaštite kulturnog dobra.
- ⁷ [Analiza postojećeg stanja zgrade](#) izrađuje se kada se provodi značajna obnova zgrade (obnavlja se više od 25% ovojnice zgrade) u skladu sa smjernicama za izradu analize Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine. Analiza sadrži prijedlog mjera za unaprjeđenje postojećeg stanja zgrade i procjenu investicije za unaprjeđenje zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta, povećanje sigurnosti u slučaju požara te povećanje potresne otpornosti zgrade.
- ⁸ Izrađuje se kada se ne izrađuje idejni projekt s troškovnikom.
- ⁹ Detaljnost izrade projektne dokumentacije: izradu tehničkog opisa, idejnog projekta, izvedbenih detalja ili radioničkih nacrti, troškovnika te izradu ostalih projekata, propisuje nadležni KO/GZ prilikom izdavanja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra ovisno o vrsti i obujmu (složenosti) zahvata u skladu s Pravilnikom.
- ¹⁰ Sadrži troškovnik građevinsko-obrtničkih i konzervatorsko-restauratorskih radova.
- ¹¹ U slučaju izvođenja složenijeg zahvata na kulturnom dobru nadležni KO/GZ prethodno ili u sklopu izdavanja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra prema potrebi upućuje na izradu elaborata istražnih radova. Elaborat izrađuje fizička osoba sa zvanjem ili dopuštenjem Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara u suradnji s drugim stručnjacima iz ostalih područja istraživanja.
- ¹² Sadrži rezultate i izvješće o istraživanjima provedenim na nosivoj konstrukciji i materijalima zgrade; elaborat izrađuje tvrtka registrirana za ispitivanje materijala i konstrukcija u građevinarstvu.
- ¹³ Elaborat izrađuje projektant/ica nosive konstrukcije s dopuštenjem Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara.
- ¹⁴ Konzervatorski nadzor po službenoj dužnosti provodi djelatnik nadležnog KO/GZ.

PRILOG - TABLICA II.

Pregled aktivnosti za obnovu pojedinačno zaštićenog kulturnog dobra ili zgrade unutar kulturno-povijesne cjeline, kao i za zahvate na području prostornih međa kulturnog dobra, koji se obavljaju na temelju glavnog projekta, a za koje sukladno propisu kojim se uređuje gradnja nije potrebno ishoditi građevinsku dozvolu (proceduru je moguće primjenjivati i prilikom postupka ishodaenja građevinske dozvole, s razlikom da je na kraju postupka potrebno ishoditi Uporabnu dozvolu za izvedene radove u skladu s važećim zakonskim propisima). Za izvođenje radova potrebno je od nadležnog Konzervatorskog odjela ili Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode (dalje: KO/GZ) ishoditi **Potvrdu glavnog projekta** sukladno Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.¹ Postupak vodi nadležno upravno tijelo putem sustava e-Dozvole. Svaka aktivnost iz ove tablice provodi se u konzultaciji projektanata i nadležnog KO/GZ.

	I.	NARUČITELJ / INVESTITOR	II.	SUDIONICI U GRADNJI (ovlašteni projektant / osoba ovlaštena prema posebnom propisu / nadzorni inženjer / izvođač radova)	III.	NADLEŽNO UPRAVNO TIJELO, KONZERVATORSKI ODJEL / GRADSKI ZAVOD (KO/GZ)	IV.	MINISTARSTVO PROSTORNOGA UREĐENJA, GRADITELJSTVA I DRŽAVNE IMOVINE
				AKTIVNOSTI				
0	a	Ugovor/Imenovanje projektanta ²						
	i	Projektni zadatak	i	Provjera projektnog zadatka				
1	a	Zahtjev nadležnom upravnom tijelu	a	PRIJEDLOG ENERGETSKE/SVEOBUH VATNE OBNOVE ZGRADE (Opis i grafički prikaz) ³	a	Poziv na utvrđivanje posebnih uvjeta		
			i	Arhitektonska snimka postojećeg stanja (mj. 1:50, 1:20, 1:10, 1:5, 1:2)	i	Posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra		
			ii	Energetski pregled zgrade - Izvješće o energetsom pregledu zgrade i Energetski certifikat zgrade				
			iii	Analiza postojećeg stanja zgrade ⁴				
2	a	Zahtjev nadležnom KO/GZ	a	KONZERVATORSKI ELABORAT ⁵	a	Potvrda konzervatorskog elaborata		
			i	Elaborat s izvješćem istražnih konzervatorsko-restauratorskih radova				
			ii	Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije ⁶				
			iii	Elaborat s izvješćem istražnih radova ⁷				
3	a	Zahtjev nadležnom upravnom tijelu	a	DOPUNJENI PRIJEDLOG ENERGETSKE/SVEOBUH VATNE OBNOVE ZGRADE (Opis i grafički prikaz)	a	Posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra		
4	a	Zahtjev nadležnom upravnom tijelu	a	GLAVNI PROJEKT	a	Potvrda glavnog projekta	a	Suglasnost ⁸
			i	Iskaznica energetskeih svojstava zgrade				
			ii	Kontrola glavnog projekta ⁹				
5		Zahtjev nadležnom KO/GZ	a	IZVEDBENI PROJEKT ¹⁰				
			i	Izvedbeni detalji obnove graditeljsko-obrtničkih elemenata izvornog stanja s troškovnikom radova				
6	a	Ugovor o građenju	a	Stručni nadzor / Projektantski nadzor	a	Konzervatorski nadzor		
	b	Ugovor/Imenovanje nadzornog inženjera	b	Izvođenje radova				
	c	Prijava početka građenja						
7	a	Završetak radova						
			i	Pisana izjava izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine				
			ii	Završno izvješće (glavnog) nadzornog inženjera				
			iii	Energetski pregled zgrade - Izvješće o energetsom pregledu zgrade i Energetski certifikat zgrade				
	b	Zahtjev nadležnom upravnom tijelu	b	Tehnički pregled i <i>Uporabna dozvola</i> ¹¹				
9		Plan i program održavanja ¹²						

Napomene:

- ¹ Za radove za koje sukladno propisu kojim se uređuje gradnja nije potrebno ishoditi potvrdu glavnog projekta, lokacijsku i građevinsku dozvolu izdaje se Rješenje o prethodnom odobrenju sukladno odredbama Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara kojim se potvrđuje da je glavni projekt izrađen u skladu s posebnim uvjetima zaštite.
- ² Projektnu i tehničku dokumentaciju, uključujući opis i grafički prikaz, izrađuju projektanti prema nadležnosti struke koji posjeduju dopuštenje Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, ovlaštene osobe za izradu elaborata zaštite od požara i ostale fizičke osobe s odgovarajućim stručnim zvanjem. Preporuka je da izradu projektne dokumentacije u svojstvu glavnog projektanta koordinira ovlašteni/a arhitekt/ica koji/a posjeduje navedeno dopuštenje. Projekti trebaju biti izrađeni sukladno Pravilniku o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina („Narodne novine“ broj 118/19, 65/20).
- ³ Prijedlog energetske/sveobuhvatne obnove zgrade izrađuje se na osnovu analize postojećeg stanja zgrade i prijedloga mjera energetske učinkovitosti te ostalih mjera u kojima je potrebno razmotriti i mogućnosti primjene visokoučinkovitih alternativnih sustava s OIE (uključujući priključak na učinkoviti sustav daljinskog grijanja) kao i primjenu mjera: unaprjeđenje pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti, mogućnost primjene elemenata zelene infrastrukture (pročelje/krov i okoliš zgrade), ugradnja punionica za električna vozila, parkirališta za bicikle. U svrhu ubrzanja procedura i pronalaženja optimalnih rješenja prije ishođenja posebnih uvjeta moguće je zatražiti mišljenje na opis i grafički prikaz nadležnog KO/GZ o načinu provedbe Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara. Preporuka su prethodne konzultacije svih uključenih sudionika. Prijedlog energetske/sveobuhvatne obnove zgrade (opis i grafički prikaz) se upućuje nadležnom upravnom tijelu sa zahtjevom za izdavanje posebnih uvjeta i uvjeta priključenja.
- ⁴ [Analiza postojećeg stanja zgrade](#) izrađuje se kada se provodi značajna obnova zgrade (obnavlja se više od 25% ovojnice zgrade) u skladu sa smjericama za izradu analize Ministarstva prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine. Analiza sadrži prijedlog mjera za unaprjeđenje postojećeg stanja zgrade i procjenu investicije za unaprjeđenje zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta, povećanje sigurnosti u slučaju požara te povećanje potresne otpornosti zgrade.
- ⁵ U slučaju izvođenja osobito složenog zahvata na kulturnom dobru nadležni KO/GZ za potrebe utvrđivanja posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra, Rješenjem upućuje na izradu Konzervatorskog elaborata koji objedinjuje rezultate prethodno izvedenih istražnih radova i/ili procjenu utjecaja na kulturno dobro. Nakon ishodene potvrde konzervatorskog elaborata od nadležnog KO/GZ potrebno je ponovno zatražiti izdavanje posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra, ako isto nije riješeno u prethodnom postupku izdavanja posebnih uvjeta. Konzervatorski elaborat izrađuje fizička osoba s dopuštenjem Ministarstva kulture i medija za izradu konzervatorskog elaborata za nepokretno kulturno dobro u suradnji s drugim stručnjacima iz ostalih područja istraživanja.
- ⁶ Elaborat izrađuje projektant/ica nosive konstrukcije s dopuštenjem Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara.
- ⁷ Sadrži rezultate i izvješće o istraživanjima provedenim na nosivoj konstrukciji i materijalima zgrade; elaborat s izvješćem izrađuje tvrtka registrirana za ispitivanje materijala i konstrukcija u građevinarstvu.
- ⁸ Za odstupanje od temeljnih zahtjeva za građevinu potrebno je ishoditi suglasnost Ministarstva prostornoga uređenja, gradnje i državne imovine, na temelju mišljenja Ministarstva kulture i medija. Suglasnost MPGI prilaže se zahtjevu za izdavanje potvrde glavnog projekta nadležnom upravnom tijelu.
- ⁹ Kontrolu glavnog projekta potrebno je izraditi za sve zahvate u skladu s Pravilnikom o kontroli projekata („Narodne novine“, broj 32/14., 72/20., 90/23.).
- ¹⁰ Izvedbeni projekt izrađuje se u slučaju kada je to propisano posebnim uvjetima zaštite kulturnog dobra ili ostalim važećim propisima. Opseg izrade Izvedbenog projekta i/ili detalja izvedbe propisuje nadležni KO/GZ prilikom izdavanja posebnih uvjeta za izradu glavnog projekta. Izvedbeni projekt prije izvođenja radova potrebno je dostaviti nadležnom KO/GZ na suglasnost.
- ¹¹ Za sve aktivnosti nakon dovršetka kojih je u skladu s važećim propisima potrebno ishoditi Uporabnu dozvolu.
- ¹² U skladu s Pravilnikom o održavanju građevina („Narodne novine“, broj 122/14., 98/19.).