

Primljen / Received: 6.2.2024.

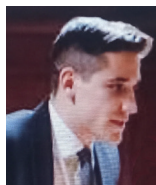
Ispravljen / Corrected: 27.6.2024.

Prihvaćen / Accepted: 18.7.2024.

Dostupno online / Available online: 10.9.2024.

Održiva sveobuhvatna obnova zgrada: studija slučaja iz Švicarske

Autori:



Mr.sc. **Stefan Koprivica**, dipl.ing.građ.
Sveučilište Union - Nikola Tesla, Srbija
Građevinski fakultet
stefankoprivica@unionnikolatesla.edu.rs



Izv.prof.dr.sc. **Kosa Golić**, dipl.ing.građ.
Sveučilište Union - Nikola Tesla, Srbija
Građevinski fakultet
kgolic@unionnikolatesla.edu.rs

Autor za korespondenciju



Dr.sc. **Vesna Kosorić**, dipl.ing.arh.
Balkan Energy AG, Švicarska
vesna.kosoric@gmail.com

Pregledni rad

Stefan Koprivica, Kosa Golić, Vesna Kosorić

Održiva sveobuhvatna obnova zgrada: studija slučaja iz Švicarske

Europska komisija je utvrdila da je obnova ključni element u ostvarivanju ciljeva održivosti u građevinskoj industriji. Analizirajući studiju slučaja iz stvarnog života u Švicarskoj, ona daje uvid u strategije i mjere ključne ne samo za postizanje energetske učinkovite zgrade, već i za postizanje širih ciljeva održivosti koji obuhvaćaju društvene i ekonomske aspekte. Osim toga, dan je opći okvir za donošenje odluka o obnovi stambenih zgrada. Prikazana studija slučaja može poslužiti kao uzor za uspješnu održivu obnovu ostalih sličnih stambenih zgrada i potaknuti daljnja istraživanja koja potiču učinkovitu održivu sveobuhvatnu obnovu.

Ključne riječi:

obnova zgrada, energetska učinkovitost, održiva sveobuhvatna obnova, stambene zgrade

Subject review

Stefan Koprivica, Kosa Golić, Vesna Kosorić

Holistic sustainable buildings renovation: a case study from Switzerland

Renovation is a pivotal element in realising sustainability objectives in the construction industry, as established by the EU Commission. By analysing a real-life case study in Switzerland, this study provides insights into strategies and measures crucial not only for attaining an energy-efficient building state but also for achieving broader sustainability goals encompassing social and economic aspects. In addition, a general decision-making framework for residential building renovations is provided. The presented case study may serve as a role model for the successful sustainable renovation of other similar residential buildings and stimulate further research that facilitates effective holistic sustainable renovation.

Key words:

building renovation, energy efficiency, holistic sustainable renovation, residential buildings

1. Uvod

Nadolazeća globalna energetska kriza i širi izazovi rastućih životnih troškova stvorili su snažnu motivaciju za zamjenu sustava grijanja koji ovise o fosilnim gorivima za ekološki prihvatljivije izvore [1]. Taj je proces usko povezan sa širokim rasponom društvenih, ekonomskih i okolišnih parametara koji se trebaju uzeti u obzir prije donošenja prijelaznih mjera i propisa. Trostruku ideju održivosti, koja sadrži društvene, ekološke i ekonomske dimenzije, prvi je uveo Elkington [2] za procjenu uspješnosti održivosti, a sada je široko prepoznata kao ključni okvir za postizanje dugoročnog uspjeha u građevinarstvu i šire. To osigurava da tranzicijske mjere, osim što koriste okolišu, također uzimaju u obzir društvene i ekonomske učinke. Naglašavajući integraciju i inkluzivnost, dobrobit ljudi, kvalitetu zajedničkog života, povijesno i kulturno nasljeđe te vizualnu privlačnost [3] te dodatno uzimajući u obzir ekonomski aspekt, građevinski sektor može osigurati prelazak na ekološki prihvatljivije energetske sustave koji je pravedan i ravnopravan za sve uključene strane. Međutim, ove prakse i dostupna literatura imaju značajna ograničenja, uključujući subjektivnost pokazatelja održivosti, izostanak sudjelovanja uključenih strana, prevladavanje kriterija zaštite okoliša i varijabilnost skupova pokazatelja [4, 5].

U Europi stambene zgrade čine više od 75 % ukupnog fonda zgrada i odgovorne su za značajan dio onečišćenja okoliša, energetske krize, iscrpljivanja resursa i prekomjernog stvaranja otpada [6]. Točnije, građevinski sektor odgovoran je za 32 % globalne potrošnje energije, 40 % globalne emisije CO₂ i približno 40 % stvaranja krutog otpada u svijetu [6, 7]. Jedna od primarnih strategija kojima EU želi smanjiti emisije CO₂, uštedjeti energiju i materijalne resurse te poboljšati pitanja društvene održivosti je obnova građevinske industrije [7]. Unatoč značajnom udjelu zgrada koje zahtijevaju renoviranje, obnova je i dalje niska, s godišnjim stopama u rasponu od 0,4 % do 1,2 % u zemljama EU [8]. Zbog njihovog značajnog utjecaja na urbano okruženje, socioloških posljedica te financijske i ekološke održivosti, u mnogim slučajevima nije opravdana zamjena starih zgrada, bez obzira na probleme koje predstavlja njihova energetska neučinkovitost i konstrukcijski nedostaci. Kao alternativa, povoljniji pristup bio bi davanje prioriteta obnovi ili rekonstrukciji kako bi se produžio vijek trajanja postojećih zgrada. Međutim, politike obnove tradicionalno naglašavaju energetska obnova, zanemarujući druga dva stupa održivosti. Oslanjanje isključivo na energetska obnova zgrade ne rješava druge kritične nedostatke, što potencijalno može dovesti do pogrešnih predodžbi o opsegu postignutih ušteda [9].

Autori [6] tvrde da postoji nedostatak dogovora oko primarnih kriterija i pokazatelja društvene održivosti, kao i odgovarajućih procesa obnove zgrada, programa i tehnika. Prema [10], raznolikost kriterija i indeksa društvene održivosti može se pripisati nekoliko ključnih čimbenika: varijacijama u multikulturalnim dimenzijama, nedostatku istraživanja o društvenoj održivosti u smislu alata za procjenu zgrada, klimatskim uvjetima i često nedostatku stručnosti u

građevinskom sektoru. Nadalje, nedostatak dobro definiranog i sveobuhvatnog okvira za procjenu ljudskih potreba i želja, kao i uspostavljanje veza s određenim elementima oblikovanja, čini društvenu stranu implementacije nesigurnom i izazovnom [11, 12]. Osim varijacija u klimi i zemljopisnom položaju, šire usvajanje trenutačnih alata i metodologija procjene ometaju razlike u potencijalu za proizvodnju obnovljive energije, potrošnja resursa (kao što su voda i energija), karakteristike građevnog fonda, građevni materijali, tehnologija i korištene tehnike, vladine politike i propisi, rast stanovništva, očuvanje povijesne baštine, svijest zajednice, i drugi čimbenici [13].

U ovom radu analiziramo i demonstriramo uspješne strategije i mjere u konceptualizaciji i oblikovanja sveobuhvatnog održivog renoviranja zgrada kroz stvarnu studiju slučaja, koja je u skladu sa švicarskim propisima i smjernicama grada Züricha za održivu obnovu stambenih zgrada [14-18]. Općenito, te strategije uspjeha pokazuju holistički i održivi pristup gradskom stambenom stanovanju koji naglašava pristupačnost, dugoročno planiranje, društvene dimenzije i prilagodljivost rastućim potrebama.

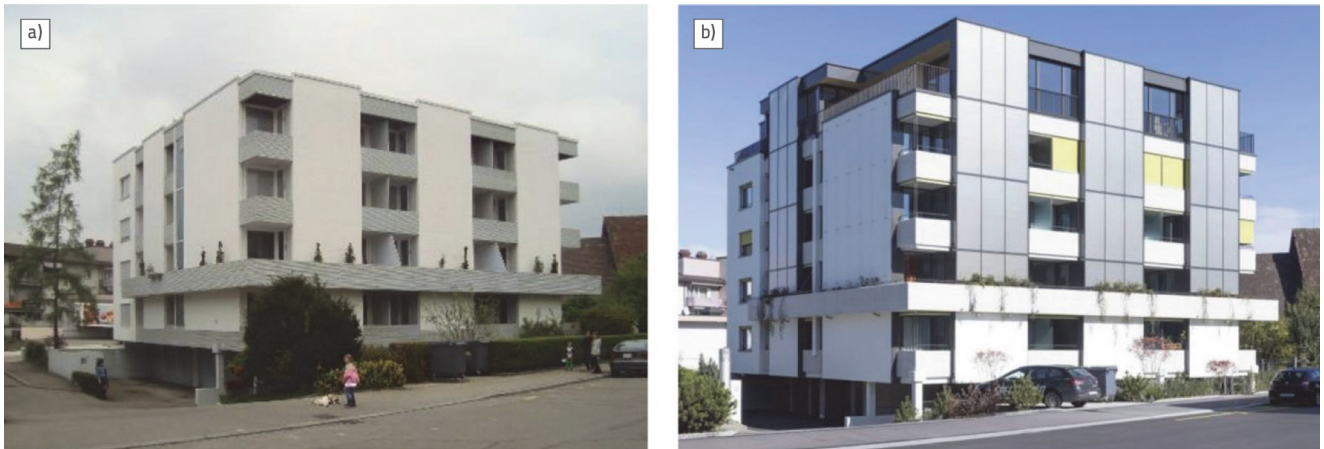
U ovom će se radu pojam "obnova" ili "rekonstrukcija" upotrijebiti kao opći pojam koji se odnosi na poboljšanje učinka postojeće zgrade. Može biti u obliku ponovne izgradnje, obnove ili rekonstrukcije zgrade kao dio modernizacije ili prilagodbe promijenjenoj namjeni. Građevine od kulturne ili baštinske vrijednosti, ili one koje se nalaze na mjestima posebne vrijednosti, izvan su opsega ovog istraživanja.

2. Materijali i metode

2.1. Opis studije slučaja: višestambena zgrada Zürich-Schwamendingen

Višestambena zgrada Zürich-Schwamendingen (slika 1.) nalazi se u središtu okruga Zürich-Schwamendingen i 5,5 km od središta Züricha. S obzirom na to da je zgrada stara 45 godina (i da su svih ovih godina rađeni samo osnovni radovi na održavanju) te s obzirom na veliku potrošnju energije zgrade, kao i dotrajalost namještaja i obloga, vlasnik/investitor [19] odlučili su obnoviti zgradu u skladu s načelima održivosti.

Prvi korak u dolasku do adekvatnog rješenja obnove zgrade je analiza postojećeg stanja zgrade i njenog konteksta. To uključuje procjenu konstrukcijskog integriteta, kvalitete ovojnice zgrade, unutarnje funkcionalnosti prostora, materijalizacije, opreme, kvalitete građevinske opreme (strojarske, električne, itd.), energetske učinkovitosti te društvenih usluga i praksi [20]. U tu svrhu predložen je računalni program "Quick Check Ersatzneubau" [21]. Taj program pruža izravnu procjenu najznačajnijih atributa zgrade iz sve tri perspektive održivosti. Posljedično, pomaže u donošenju informiranih odluka omogućujući transparentne usporedbe između različitih opcija oblikovanja (slika 2.). Nadalje, pomaže u identificiranju područja koja zahtijevaju poboljšanje i pronalaženju odgovarajuće ravnoteže između suprotnih zahtjeva i ciljeva.



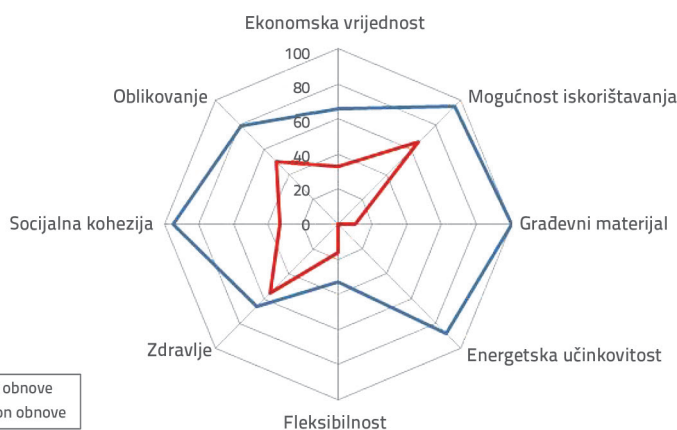
Slika 1. Višestambena zgrada Zürich-Schwamendingen: a) prije obnove, b) poslije obnove (fotografije: Kämpfen für Architektur [19])

Rezultati dijagnostike zgrade pokazali su da su pokazatelji ekološke održivosti energetske učinkovitosti ("Energetska učinkovitost" na slici 2.), kao što su potrošnja energije i korištenje obnovljivih izvora energije te kvaliteta građevinskih elemenata ("Građevinska supstanca" na slici 2.) kao što su konstrukcijski elementi zgrade, ovojnica zgrade i opremanje objekata, prilično nezadovoljavajući. Nadalje, društveni pokazatelji ("Društvena kohezija i miješanje" na slici 2.), uključujući fleksibilnost građevinskog prostora, društveno miješanje i kvalitetu oblikovanja prostora i korištenih materijala, također su ocijenjeni nezadovoljavajućima. Osim toga, ekonomski aspekt zgrade procijenjen je relativno skromnim ("Ekonomska vrijednost" na slici 2.) zbog propadanja materijala, obloga, građevinske opreme zgrade (strojarske, električne, vodovodne, itd.), energetske neučinkovitosti i nezadovoljavajuće financijske dobiti od iznajmljivanja, zgrada služi isključivo za iznajmljivanje. Stoga se tijekom obnove moraju poboljšati glavni elementi i atributi sve tri dimenzije održivosti zgrade.

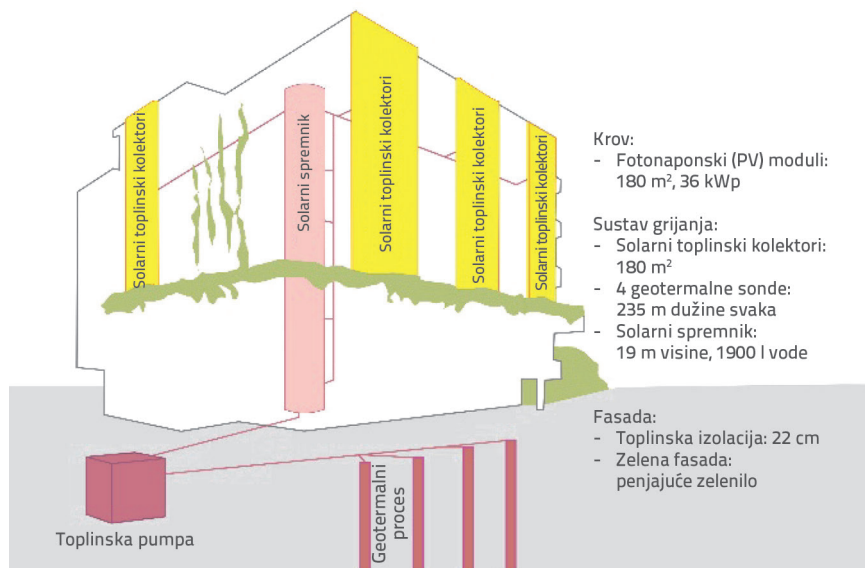
Proces obnove u ovom je slučaju proveden na obziran način, uzimajući u obzir posebne karakteristike zgrade i njen kontekst, potrebe stanara/investitora, klimatske uvjete, financijska

ograničenja investitora i kulturne vrijednosti. Poticano je sudjelovanje stanara u definiranju ciljeva i prioriteta obnove kako bi se uklonili ili smanjili postojeći i potencijalni sukobi među njima. Konačno, projektantski tim je postavio sljedeće glavne ekološke ciljeve održive obnove ali i nadogradnje zgrade, u skladu s potrebama vlasnika i stanara: poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade u skladu s kriterijima ekološke održivosti, povećanje unutarnje udobnosti i korištenje lokalnog i ekološki prihvatljivog materijala. Glavni ciljevi s društvenog aspekta bili su optimizacija korištenja prostora uz poboljšanje funkcionalne i estetske kvalitete, diversifikacija društvenog, kulturnog i dobnog miješanja, oblikovanje bez barijera, očuvanje niskih troškova najma i osiguranje mogućnosti vraćanja stanara u prijašnje stanove u roku od godinu dana. Ciljevi s ekonomskog aspekta bili su pristupačne najamnine, uravnoteženi troškovi životnog ciklusa, dovršetak obnove u jednoj godini te osiguranje da ukupni troškovi obnove ne premaše vrijednost koju je odredio vlasnik.

Uzimajući u obzir značajke zgrade i kontekst zgrade te tražeći poboljšanje performansi održivosti okoliša, što neizravno pridonosi estetici zgrade (tj. društvenom aspektu) i boljem zdravlju i dobrobiti stanara, projektantski tim [19] predložio je koncept koji integrira solarne kolektore (STC) na fasadnim zidovima i fotonaponske panele na krovu (slika 1.b). Taj koncept uglavnom je bio motiviran sa sljedeće tri građevinske karakteristike: a) fasada ima velike, zatvorene, pravokutne površine, potpuno osunčane tijekom cijele godine, b) velika potrošnja tople vode u zgradi, i c) centralno postavljeno ventilacijsko okno (oko 3 m²) parkirne garaže koje prolazi kroz sve etaže što je nepoželjno zbog zvučne i protupožarne zaštite te hlađenja objekta. Ovo je također osiguralo da su zadovoljena pravila postavljena u nacionalnom modelu



Slika 2. Rezultati dijagnostike zgrade prije i nakon obnove, procjene pomoću računalnog programa "Quick-Check Ersatzneubau" [21]



Slika 3. Energetski koncepti temeljeni na solarnim i geotermalnim izvorima te položaj zelenih sustava (fotografija: Kämpfen für Architektur [24])

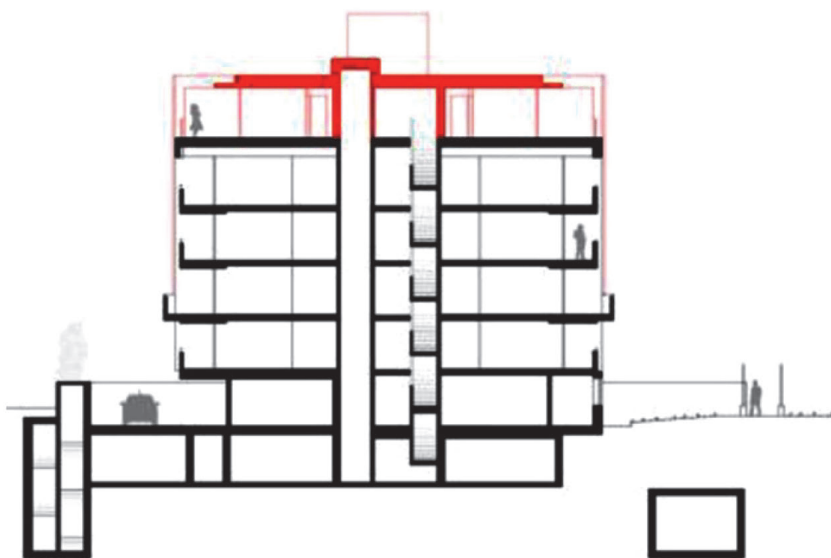
građevinskog kodeksa [22]. Na primjer, minimalni energetska standard za nove zgrade i obnovljene ograničava vrste sustava grijanja koji se mogu ugraditi (centralno izravno električno grijanje je zabranjeno) i zahtijeva da nove i obnovljene zgrade koriste obnovljive izvore energije (OIE). Prethodno istraživanje [23] daje jasnu ilustraciju kako različiti nacionalni standardi utječu na energetska učinkovitost zgrade. Točnije, ova studija predstavlja komparativnu analizu energetske učinkovitosti zgrada izgrađenih u Turskoj u skladu sa sadašnjim standardima i istražuje različite scenarije poboljšanja korištenjem austrijskih građevinskih standarda. Ugrađeni STC-ovi dizajnirani su da budu okomito postavljeni (slika 1.b) i svijetle su boje, mijenjajući se od svjetlosive do brončane kako bi se osigurala veća društvena prihvatljivost. Također su optimizirani u odnosu na dobitak Sunčeve svjetlosti i potrebe za grijanjem odgovarajućim pozicioniranjem: 36 m² STC-a ugrađeno je na istočnoj te 108 m² i 36 m² STC-a na južnoj i zapadnoj fasadi (slika 3.).

Na ovaj način fasade omogućavaju proizvodnju energije tijekom cijelog dana. Na sjevernom pročelju ugrađeni su i lažni STC-ovi (ne proizvode energiju već služe samo kao uobičajena fasadna obloga) kako bi se postigla što bolja usklađenost fasadnih zidova, a time i pridonijelo estetici objekta. Iako je to jasno povećalo troškove obnove/rekonstrukcije, takav kompromis je odabran zbog estetike, koja je subjektivni društveni čimbenik koji stanari često visoko vrednuju i cijene. Osim toga, implementiran je vertikalni zeleni

sustav (eng. *Vertical Greenery System* - VGS) koji djelomično pokriva fasadu (slika 3.). Taj sustav poboljšava energetska učinkovitost i ekološke uvjete zgrade. Prethodno istraživanje [25] sveobuhvatno je analiziralo prednosti primjene VGS-a na fasadama stambenih zgrada za povećanje energetske učinkovitosti i ublažavanje utjecaja na okoliš.

Ventilacijsko okno zamijenjeno je ispušnom cijevi promjera samo 30 cm zbog znatno manje emisije plinova suvremenih automobila u odnosu na one iz 1970-ih, čime se oslobodio prostor za 19 metara visok spremnik za vodu kapaciteta 20.000 litara, koji služi kao jezgra novouspostavljenog energetskeg sustava. Dizalica topline je smještena u podrumu blizu solarnog spremnika i spojena na zemaljske geotermalne sonde kratkim vodovima (slika 3.).

Predložena alternativa dodavanja novog kata dok se postojeći balkoni pretvaraju u zimske vrtove kako bi se riješio problem toplinskih mostova i povećala toplinska, akustična i prostorna udobnost u zatvorenom prostoru napuštena je kako bi se izbjeglo stvaranje dodatne bruto podne površine ograničene uvjetima urbanističkog planiranja Züricha. Konačna alternativa uključivala je dogradnju nove etaže/potkrovlja (slika 4.) i ugradnju akustičnog sustava i sustava grijanja. Na ovaj način povećana je udobnost, a zahvaljujući uklanjanju dotadašnjih elemenata za razvod topline (tj. konvektora ispred prozora), stanovi su postali prostraniji i ugodniji za stanare. Ovo poboljšanje udobnosti odgovara uvjetima unutarnje udobnosti ispitanim u ovoj studiji [26].



Slika 4. Vertikalni presjek zgrade (kat dodan tijekom nadogradnje, crveno), fotografija: Kämpfen für Architektur [24]

Tablica 1. Energetski podaci prije i nakon obnove/rekonstrukcije višestambene zgrade Zürich-Schwamendingen [24]

Površina grijanog poda [m ²]	Prije obnove			Poslije obnove							
	1748			2132							
	Energetske potrebe			Energetske potrebe			Proizvodnja energije				
	kWh/m ² a	%	kWh/a	kWh/m ² a	%	kWh/a		kWh/m ² a	%	kWh/a	
Topla voda	30	15	52 493	3.4	8	7 249	PV krov (230 m ²)	183	46	42 066	
Grijanje prostora	106.6	53	186 368	4.3	10	9 168	Solarni toplinski kolektori (181 m ²)	134	27	24 177	
Struja	64.1	32	112 047	35.0	82	74 620	Energetska samoopskrba		73	66 243	
Ukupno	200.7	100	350 908	42.7	100	91 037	Energetska opskrba iz električne mreže		27	24 794	

Vodoravno postavljen fotonaponski sustav od 36 kWp na krovu zgrade proizveo je približno 42.000 kWh godišnje i zadovoljio potrebe zgrade za električnom energijom tijekom cijele godine, isključujući razdoblje od studenog do veljače. Tehnički podaci koji se odnose na energetske zahtjeve zgrade i proizvodnju iz različitih izvora navedeni su u tablici 1. U fazi ocjenjivanja ovaj koncept (alternativa) ocijenjen je najboljim među nekoliko drugih opcija, uzimajući u obzir društvene aspekte uz ekološku i ekonomsku dimenziju.

Tako je zgrada, koju je u početku karakterizirala visoka potrošnja energije temeljena na fosilnim gorivima, pretvorena u prvu nadograđenu višestambenu zgradu u Švicarskoj certificiranu s oznakom Minergie-A, koja je nakon rekonstrukcije zahtijevala manje od 1/4 početnih energetske potrebe (tj. 91.037,00 kWh/a naspram 350.908,00 kWh/a prije nadogradnje, tablica 1.). Štoviše, zgrada sama proizvodi 73 % ukupnih energetske potrebe, zahtijevajući samo 24.794,00 kWh/a iz električne mreže (tablica 1.). Dodatno, zgrada nudi visokokvalitetno stanovanje u smislu kriterija društvene održivosti. Kako bi se ispunili navedeni ciljevi društvene održivosti, koji uključuju poboljšanje funkcionalnih i estetskih aspekata, maksimalnu iskoristivost prostora, promicanje raznolikosti u smislu društvenih, kulturnih i dobnih skupina te održavanje pristupačnih cijena najma, projektantski tim napravio je nekoliko izmjena u interijeru zgrade. To je uključivalo kombiniranje jednosobnih stanova kako bi se stvorili 2,5-sobni stanovi, renoviranje i očuvanje nekih jedinica (slika 5.), te modificiranje drugih kako bi bile pristupačne osobama u invalidskim kolicima.

Dogradnja dodatnog kata/potkrovlja omogućila je stvaranje 2,5- i 3,5-sobnih stanova u potkrovlju (slika 5.), što je rezultiralo dolaskom novih stanara i povećanjem društvene i dobnе raznolikosti. Nadalje, učinkovit proces renoviranja omogućio je



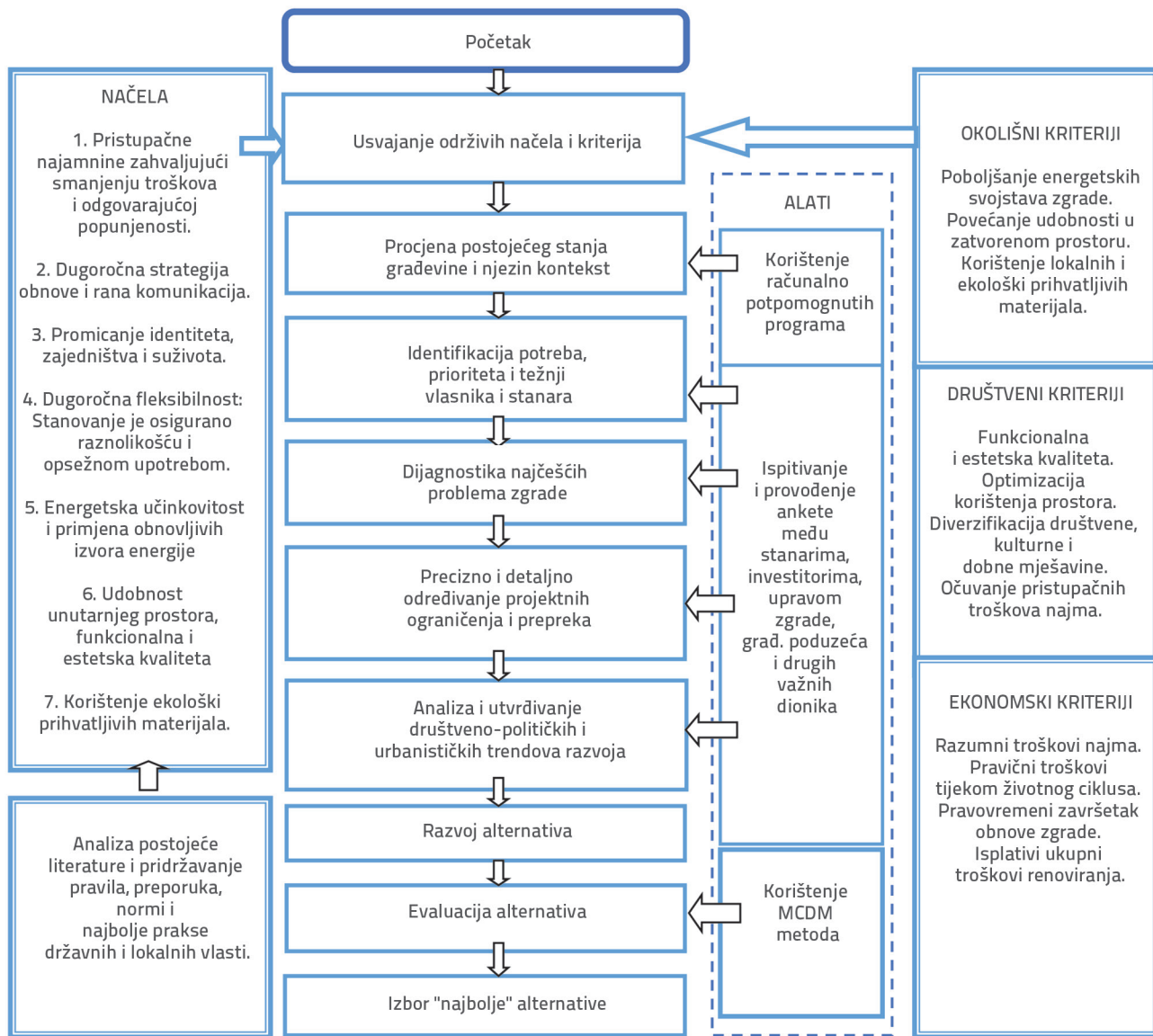
Slika 5. Tipični (lijevo) i potkrovlje (desno) tlocrti (1-sobni, 2-sobni, stanovi pristupačni invalidskim kolicima, 2,5-sobni, 3,5-sobni, ventilacijski otvor). Fotografija: Kämpfen für Architektur [24]

prethodnim stanarima da se vrate u obnovljene stanove u roku od samo 10 mjeseci.

Na taj je način prosječni stambeni prostor od samo 35 m² po osobi, uključujući stubište i zajedničku prostoriju u prizemlju, oblikovan za promicanje kontakta među stanarima, doveo do niže potrošnje energije po osobi i pomogao održati niske cijene najma u 50 stanova (ranije 48), što je bio jedan od primarnih ekonomskih ciljeva. Nadalje, ukupni trošak obnove bio je 6,5 milijuna CHF, što je 2/3 troška izgradnje nove zgrade, a čini samo otprilike 1/3 utjelovljene energije nove zgrade [24], čime se pokazalo da je ekološki prihvatljivo, društveno i ekonomski (troškovi-korist) učinkovit.

3. Dijagram toka odlučivanja za obnovu zgrade

Kako bi se procijenio potencijal za održivu obnovu zgrada i došlo do optimalnog rješenja obnove, prvi pripremni koraci uključuju usvajanje skupa načela održivosti, nakon čega slijedi definiranje skupa ciljeva i kriterija održivosti iz sva tri aspekta održivosti (koraci 1 i 2 na slici 6.). Odabir odgovarajućih načela i ciljeva temeljio se na analizi literature i uzimajući u obzir



Slika 6. Dijagram toka odlučivanja za izradu koncepta i projekta obnove zgrade

pravila, preporuke, norme i najbolje prakse državnih i lokalnih vlasti.

Nakon toga, druge pripremne aktivnosti uključuju proučavanje i procjenu sadašnjeg stanja zgrade i njezine okoline (korak 3 na slici 6.). Stručnjaci bi mogli razmotriti korištenje računalnih programa kao što je "Quick-Check Ersatzneubau" [21] ili sličnih programa te alata za izvođenje temeljite dijagnostike zgrade. Program podržava procjenu nekoliko čimbenika uključujući građevne materijale, energetska učinkovitost, kvalitetu unutarnjeg okoliša, oblikovanje, prilagodljivost, društvenu interakciju i ekonomsku vrijednost. Stručnjaci mogu analizirati mnoge scenarije obnove i odrediti troškove povezane sa svakim scenarijem. Rezultati procjene stanja zgrade prikazani su kao dijagram paukove mreže na slici 2., koji daje jasan vizualni prikaz izvedbe zgrade u različitim kategorijama, omogućujući

stručnjacima da lako identificiraju područja koja zahtijevaju poboljšanje. Dodatno, pogledajte [27] za preporuke o ojačanju i ocjeni izvedbe konstrukcije i [28] za postupke obnove konstrukcije nakon oštećenja izazvanih potresom.

Međutim, kako bi se osiguralo da rješenje obnove uzima u obzir specifične potrebe i težnje svih uključenih strana, daljnji koraci uključuju prepoznavanje potreba vlasnika i stanara, dijagnosticiranje čestih problema u izgradnji, određivanje ograničenja projekta i analizu društveno-političkih i urbanih razvojnih trendova (koraci 4, 5, 6 i 7 na slici 6.). To uključuje provođenje anketa među sudionicima kako bi se osiguralo da rješenje obnove uzima u obzir potrebe i težnje svih strana. Uz to, uzimajući u obzir društveno-političke i urbane razvojne trendove, renoviranja se mogu uskladiti sa širim ciljevima i doprinijeti poboljšanju zajednice.

U nekim slučajevima, kada postoji nekoliko rješenja obnove sa sličnim rezultatima izvedbe (tj. Pareto optimalna rješenja), stručnjaci mogu upotrijebiti podatke iz analize kako bi odredili prioritet određenim područjima (dajući im veću težinu) na temelju definiranih vrijednosti sudionika i njihovih preferencija. Za odabir optimalnog rješenja obnove može se primijeniti metoda višekriterijskih odluka (eng. *multi-criteria decision making* - MCDM) kako bi se stručnjacima pomoglo u donošenju informiranih odluka u vezi s najprikladnijim strategijama obnove. Metode MCDM kao što je analitički hijerarhijski proces (eng. *Analytic Hierarchy Process* - AHP) ili tehnika za redoslijed prednosti prema sličnosti idealnom rješenju (eng. *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* - TOPSIS) mogu pružiti sustavan okvir za procjenu različitih kriterija i vaganje njihove važnosti u procesu donošenja odluka. Primjenom tih metoda stručnjaci mogu osigurati usklađenost odabranih strategija renoviranja s ciljevima održivosti, troškovne učinkovitosti i sveukupnog poboljšanja performansi zgrade. Nadalje, uključivanjem sudionika i uključivanjem njihovih doprinosa tijekom procesa obnove, stručnjaci mogu potaknuti osjećaj vlasništva i angažmana zajednice, što dovodi do uspješnije i održivije transformacije zgrade.

4. Zaključak

Kroz odabranu studiju slučaja iz stvarnog života, ova je studija istaknula potrebu za simultanim razmatranjem parametara iz sve tri dimenzije održivosti kako bi se omogućio i kontrolirao odgovarajući "kompromis" između suprotnih ciljeva iz različitih stupova održivosti i došlo do najboljeg rješenja koje

zadovoljava sve navedene ciljeve održivosti. Sukladno tome, ciljevi projekta u predstavljenoj studiji slučaja u potpunosti su postignuti slijedeći ove strategije: a) odgovarajuća i sveobuhvatna analiza postojećeg stanja zgrade i okoline, b) utvrđivanje potreba, prioriteta i težnji investitora i stanara, c) dijagnostika najčešćih problema zgrade (problemi u najmu, održavanju, struktura stanara, itd.), d) analiza i utvrđivanje društveno-političkih i urbanih razvojnih tokova, e) precizno i detaljno određivanje projektnih ograničenja i prepreka, f) adekvatno postavljanje ciljeva projekta, uzimajući u obzir ne samo potrebe investitora, već i potrebe stanara i poticanje njihovog aktivnog sudjelovanja, g) visokokvalitetna projektna rješenja za obnovu (kao rezultat temeljitog znanja, stručnosti i projektnog iskustva projektantskog tima), i h) potporu izvrsne mreže građevinsko tehnoloških tvrtki tijekom cijele provedbe projekta i dobro koordinirano izvođenje prema projektu [29].

Na taj način ukupni trošak obnove bio je samo 2/3 troška izgradnje nove zgrade, a čini samo otprilike 1/3 utjelovljene energije nove zgrade [24]. Stoga ova studija slučaja pokazuje da iako je održiva obnova/rekonstrukcija izazovna i iz perspektive arhitekture i urbanizma, može biti ekološki, društveno i ekonomski učinkovita. Nadalje, ističe potencijal nadogradnje kao održivog rješenja za stvaranje održivijih i otpornijih gradova očuvanjem vrijednih resursa, promicanjem učinkovitijeg korištenja prostora i resursa te ponudom visokokvalitetnog stanovanja u smislu kriterija društvene održivosti, koji uključuju poboljšanje funkcionalne i estetske aspekte, povećanje iskorištenosti prostora i promicanje raznolikosti u smislu društvenih, kulturnih i dobnih skupina.

LITERATURA

- [1] IEA: Heating, Paris, IEA, 2022. Available from: <https://www.iea.org/reports/heating>. Elkington, J.: The triple bottom line. Environmental management: Readings and cases, 2 (1997), pp. 49-66.
- [2] Elkington, J.: The triple bottom line. Environmental management: Readings and cases, 2 (1997), pp. 49-66.
- [3] Ajmal, M.M., et al.: Conceptualizing and incorporating social sustainability in the business world, International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 25 (2018) 4, pp 327-339, <https://doi.org/10.1080/13504509.2017.1408714>
- [4] Fernández-Sánchez, G., Rodríguez-López, F.: A methodology to identify sustainability indicators in construction project management—Application to infrastructure projects in Spain. Ecological Indicators, 10 (2010) 6, pp. 1193-1201. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.04.009>
- [5] Abbasi, M.H., et al.: A framework to identify and prioritise the key sustainability indicators: Assessment of heating systems in the built environment. Sustainable Cities and Society, 95 (2023), 104629. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104629>.
- [6] Kamari, A., Corrao, R., Kirkegaard, H.: Sustainability-focused decision-making in building renovation. International Journal of Sustainable Built Environment, 6 (2017) 2, pp. 330-350. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.05.001>
- [7] Park, J., Yoon, J., Kim, K.H.: Critical review of the material criteria of building sustainability assessment tools. Sustainability, 9 (2017) 2, pp. 186. <https://doi.org/10.3390/su9020186>
- [8] European Commission-Energy Performance of Buildings, 31.07.2014. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-performance-of-buildings/overview>
- [9] Hashempour, N., Taherkhani, R., Mahdikhani, M.: Energy performance optimization of existing buildings: A literature review. Sustainable Cities and Society, 54 (2020), Article 101967. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101967>
- [10] Atanda, J.O.: Developing a social sustainability assessment framework. Sustainable Cities and Society, 44 (2019), pp. 237-252. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.023>
- [11] Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., Brown, C.: The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability, Sustainable Development, 19 (2011) 5, pp. 289-300. <https://doi.org/10.1002/sd.417>
- [12] Atanda, J.O., Öztürk, A.: Social criteria of sustainable development in relation to green building assessment tools. Environment, Development and Sustainability, 22 (2020), pp. 61-87. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0184-1>

- [13] Alyami, S.H., Rezgui, Y.: Sustainable building assessment tool development approach. *Sustainable Cities and Society*, 5 (2012) 1, pp. 52-62. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2012.05.004>
- [14] SNBS-SNBS 2.1 Hochbau KRITERIENBESCHREIB, Nutzungsarten Wohnen, Verwaltung, Bildungsbauten, Gewerbenutzung im Erdgeschoss, https://nbs.ch/wp-content/uploads/2023/05/Kriterienbeschreibung_SNBS-Hochbau-2.1.pdf, 11.01.2021.
- [15] Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein (SIA)-Empfehlung SIA 112/1:2017 Bauwesen (in German). Nachhaltiges Bauen - Hochbau, Verständigungsnorm zu SIA 112. https://www.schaeublinarch.ch/portfolio/0737-ish/?_sft_jetpack-portfolio-type=wohnen+projektierung&from=werkliste&fformid=119,1.09.2017.
- [16] Stadt Zürich, Novatlantis and SVW-Checkliste nachhaltige Gebäudeerneuerung für gemeinnützige Wohnbaugenossenschaften (in German). Bundesamt für Energie (BFE), https://www.econcept.ch/media/projects/downloads/2018/04/635_Checkliste_Genossenschaften_definitiv_0706_25.pdf, 25.06.2007.
- [17] Stadt Zürich, Novatlantis and SVW, Bundesamt für Energie (BFE)-Checkliste und Entscheidungstool nachhaltige Gebäudeerneuerung (in German), https://www.econcept.ch/media/projects/downloads/2018/04/635_be_Materialienband_zu_Checkliste_definitivmit_anhang.pdf, 25.06.2007.
- [18] Stadt Zürich, Amt für Hochbauten-Guide "Success factors of socially sustainable replacement buildings and renovations, https://www.stadt-zuerich.ch/prd/de/index/stadtentwicklung/gesellschaft-und-raum/entwicklung-wohnstadt-2/sozialvertraegliche-innenentwicklung/sozialnachhaltigbauen/leitfaden_sozialnachhaltige_Sanierungen_Ersatzneubauten.html, 04.06.2006.
- [19] Kämpfen für Architektur. <https://www.kaempfen.com/projekte/umbauten/apartmenthaus-zuerich-schwamendingen-2017> (accessed 22. 06. 2024).
- [20] Golić, K., Kosorić, V., Lau, S.K.: A Framework for Early Stages of Socially Sustainable Renovation of Multifamily Buildings with Occupants' Participation, *Sustainability*, 12 (2020), 8823. <https://doi.org/10.3390/su12218823>
- [21] Online tool Quick-Check Ersatzneubau, *Green Building*, (2019). Available online: <http://www.greenbuilding.ch>
- [22] EnDK-Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), https://www.fhnw.ch/plattformen/energieapero/wp-content/uploads/sites/272/MuKE-Energieapero-2_20150616-Mathys.pdf, 9.01.2015.
- [23] Kalfaoglu Hatipoglu, H., Cetin, R., Hatipoglu, A.: Sustainable housing: Analysis of energy performance potential in Turkey with translation of building standards of Austria, *GRAĐEVINAR*, 74 (2022) 8, pp. 647-659, <https://doi.org/10.14256/JCE.3332.2021>
- [24] Fritzenwallner, C.: Vom Vielfrass zum Energieproduzenten, Sanierung und Aufstockung eines Mehrfamilienhauses in Zürich, in *Deutsche Bauzeitung*, 3 (2019), pp. 118-121.
- [25] Trkulja, T., Radujković, M., Nikolić-Topalović, M.: Vertical greenery system: a model for improving energy efficiency of buildings, *GRAĐEVINAR*, 74 (2022) 7, pp. 561-571, <https://doi.org/10.14256/JCE.3370.2021>
- [26] Aycam, İ., Görgülü, L.S., Soyluk, A.: Post-occupancy evaluation in indoor comfort conditions for green office buildings, *GRAĐEVINAR*, 74 (2022) 9, pp. 721-737, <https://doi.org/10.14256/JCE.3179.2021>
- [27] Erdem, R.T., Karal, K.: Performance assessment and strengthening proposal of an existing building, *GRAĐEVINAR*, 74 (2022) 1, pp. 51-61, <https://doi.org/10.14256/JCE.3250.2021>
- [28] Pojatina, J., Barić, D., Anđić, D., Bjegović, D.: Structural renovation of residential building in Zagreb after the 22 March 2020 earthquake, *GRAĐEVINAR*, 73 (2021) 6, pp. 633-648, <https://doi.org/10.14256/JCE.3195.2021>
- [29] Milovanović, B., Bagarić, M.: How to achieve Nearly zero-energy buildings standard, *GRAĐEVINAR*, 72 (2020) 8, pp. 703-720, <https://doi.org/10.14256/JCE.2923.2021>