

PRIPREMILI:

Mislav Stepinac, Margareta Zidar,
Vesna Bukarica, Dominik Skokandić

Otvaranje nZEB trening-centra

Rješavanje problema izrazito loših energetske karakteristika javnih zgrada u središtu je dvaju ključnih dokumenata energetske politike Republike Hrvatske: *Nacionalnog energetskog i klimatskog plana (NECP) za Republiku Hrvatsku za razdoblje 2021. – 2030. i Dugoročne strategije obnove nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine*

Uvodne napomene

Iako je Republika Hrvatska usvojila standardizaciju zgrada gotovo nulte energije (engl. *Nearly Zero Energy Buildings – nZEB*), stvarna primjena nZEB standarda u obnovi postojećih zgrada izostaje. Kako bi obnova zgrada po nZEB standardu za živjela, neophodna je promijeniti ustaljene prakse u procesu obnove.

Troškovno optimalni odabir tehnologija i rješenja u obnovi nije sastavni dio uobičajene prakse u projektiranju, kao ni sagledavanje troškova i koristi u čitavome uporabnom vijeku zgrade, zbog čega se nZEB standard obnove još uvijek percipira kao preskup. Potrebno je unaprijediti metode projektiranja kako za nove zgrade tako i za stare zgrade. U početnoj fazi projektiranja treba analizirati više mogućnosti opskrbe energijom i sustava

potrošnje energije, uključujući u analizu ne samo investicijske troškove, nego i buduće operative troškove. To zahtijeva poznavanje alata za dinamičku simulaciju energetske tokova u zgradi, koji u Hrvatskoj još uvijek nisu uvedeni u projektantsku praksu.

Projekt PDP-nZEB (PDP - predefinirani projekt) financiran je iz programa Energija i klimatske promjene u sklopu Financijskog mehanizma Europskoga gospodarskog prostora za razdoblje 2014. – 2021. godine. Projekt je započeo u svibnju 2021. i njegov je cilj bio obuhvatiti sve ključne dionike u procesu nZEB obnove zgrada te im kroz pilot-akciju pokazati dobrobiti obnove zgrada prema nZEB standardu.

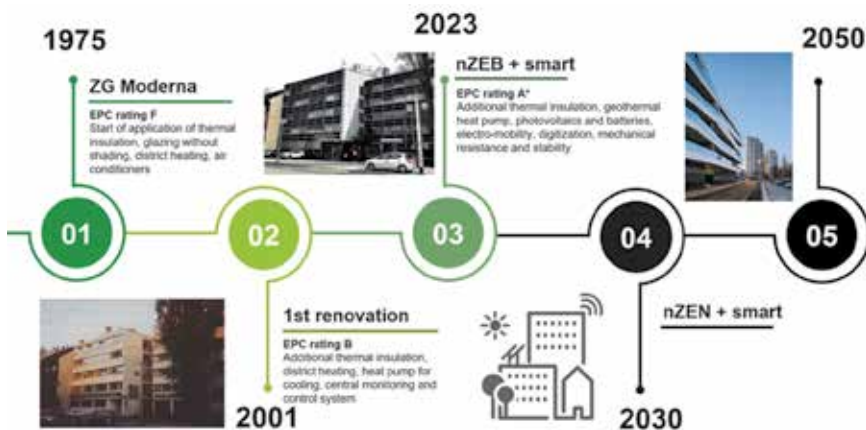
Pilot-akcija projekta bila je konkretna sveobuhvatna obnova poslovne javne zgrade Energetskog instituta "Hrvoje Požar". Sveobuhvatna je obnova osim mje-

ra energetske obnove zgrade uključivala mjere za povećanje razine sigurnosti u slučaju požara, mjere za osiguranje zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta i mjere za unaprijeđenje ispunjavanja temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti zgrade, posebno radi povećanja potresne otpornosti zgrade. Ta će pilot-investicija ujedno biti pokazni primjer suvremenih tehnologija koje se ugrađuju pri obnovi postojećih zgrada prema nZEB standardu i kojima zgrade postaju "pametne", a to su elektrifikacija sustava grijanja i hlađenja, novi sustav rasvjete, integracija obnovljivih izvora energije te e-mobilnosti u zgradu te potpuna digitalizacija svih tehničkih podsustava koje koristi uredska zgrada. Tom pilot-akcijom Projekt odgovara na dvostruke izazove zelene i digitalne tranzicije, a ukupna vizija i buduće perspektive prikazani su na slici 1.

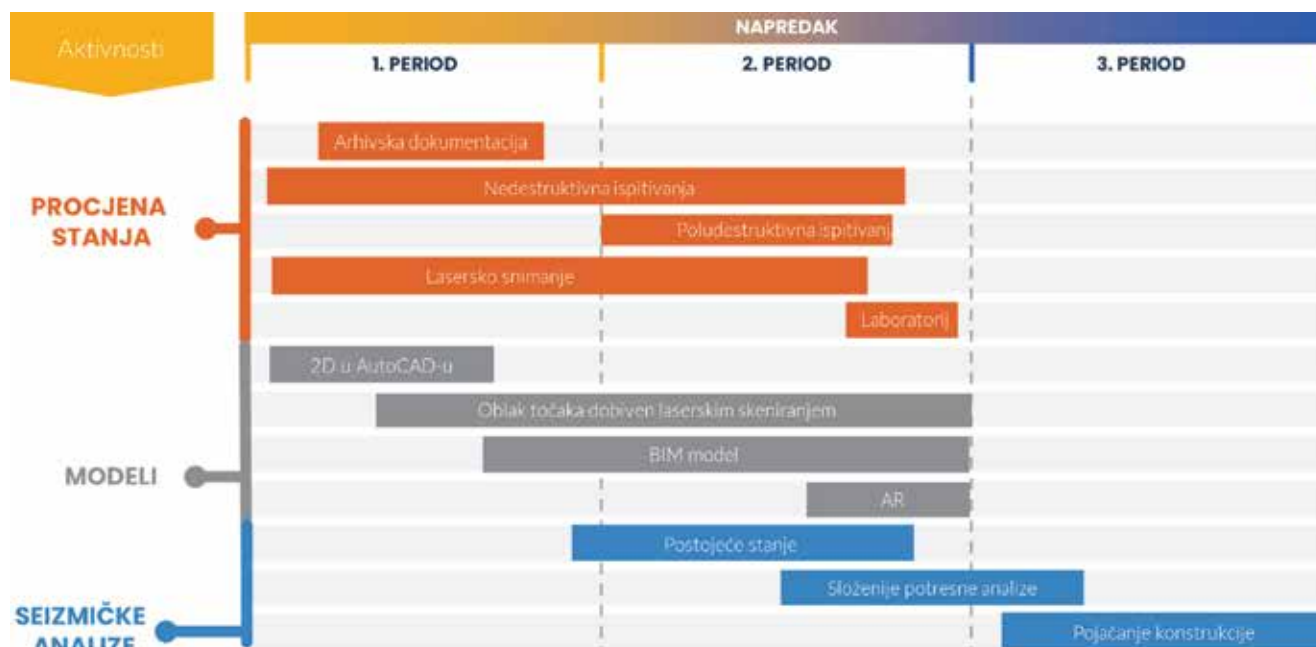
Projekt PDP-nZEB

Projekt "Osnivanje Nacionalnog trening-centra za zgrade gotovo nulte energije (nZEB)" financiran je iz programa Energija i klimatske promjene u sklopu Financijskog mehanizma Europskoga gospodarskog prostora (EGP) za razdoblje 2014. – 2021. godine. Taj je financijski mehanizam doprinos Islanda, Lihtenštajna i Norveške zelenoj, kompetitivnoj i inkluzivnoj Europi. Vrijednost projekta, odnosno iznos subvencije, je 1,6 milijuna eura. Projekt je trajao od svibnja 2021. do travnja 2024. Voditelj projekta bio je Energetski institut "Hrvoje Požar", a projektni partner Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Projekt je bio organiziran u sljedeće četiri komponente:

- KOMPONENTA 1: Upravljanje Projektom
- KOMPONENTA 2: Analiza postojećeg stanja zgrade i razvoj novog nZEB projekta obnove zgrade



Slika 1. Vizija projekta PDP-nZEB i budućih aktivnosti



Slika 2. Postupci vezani uz procjenu stanja i modeliranje

- KOMPONENTA 3: Dubinska obnova postojeće javne zgrade do nZEB standarda
- KOMPONENTA 4: Uspostava Nacionalnoga trening-centra za nZEB.

Osnovni cilj Projekta bio je unaprijediti znanja specifičnih dionika koji sudjeluju u obnovi zgrada te povećati razinu svijesti o važnosti obnove zgrada primjenom inovativnih tehničkih rješenja za postizanje nZEB standarda. Specifični ciljevi Projekta bili su:

- uspostava Nacionalnog trening-centra za nZEB
- dubinska energetska i seizmička obnova EIHP-ove zgrade prema nZEB standardu
- jačanje suradnje među istraživačkim institucijama Republike Hrvatske i Kraljevine Norveške
- uspostava lokalnih partnerstva za unapređenje znanja i podizanje razine svijesti o nZEB i ZEN standardima.

Očekivani rezultati projekta bili su:

- u Nacionalnome trening-centru za nZEB educirati najmanje 50 dionika koji se profesionalno bave energetikom u sektoru zgradarstva tako da budu spremni napredno primjenjivati nZEB standard

- EIHP-ova zgrada obnovljena prema nZEB standardu
- promocija i prijenos iskustava i primjera uspješno provedenih projekata i inicijativa u području nZEB-a i ZEN-a iz zemlje donora na polaznike Nacionalnog trening-centra za nZEB
- uspostavljena lokalna tematska partnerstva kako bi projekt postao dugoročno održiv.

Rezultati projekta

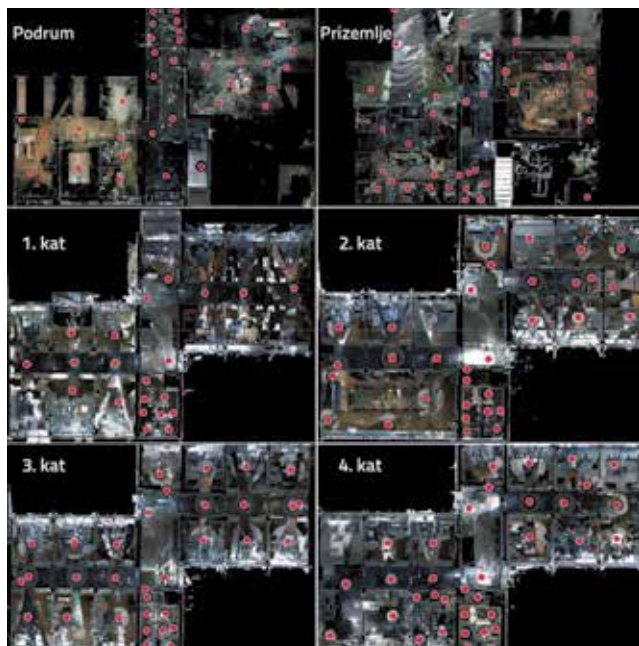
Provjera mehaničke otpornosti i stabilnosti

U sklopu Projekta izrađen je projekt rekonstrukcije građevine u kojoj se nalazi Energetski institut "Hrvoje Požar". Građevina nije oštećena u potresima u 2020. te na nju nije primijenjen *Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije* (NN 21/23), već je projekt izveden u skladu sa *Zakonom o gradnji* (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i *Pravilnikom o jednostavnim i drugim građevinama i radovima* (NN 112/17).

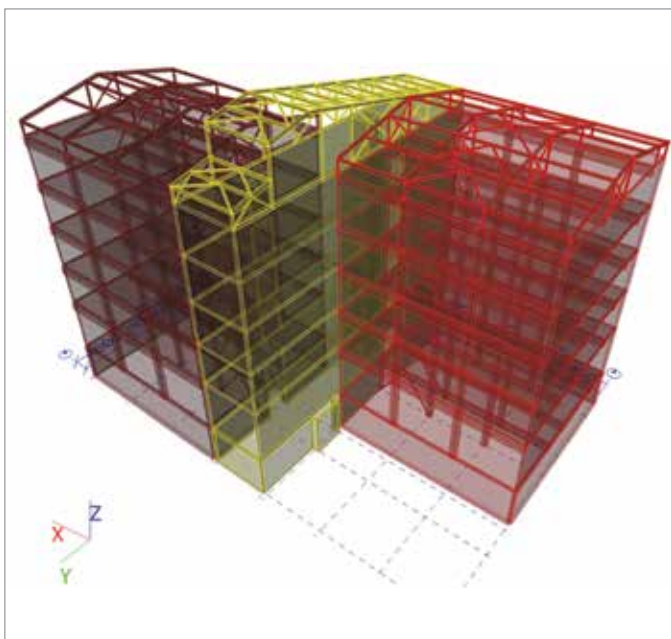
Uredska zgrada izgrađena je 1975., a prvi je put obnovljena 2001. Ukupna površina

zgrade iznosi 2471 m², dok korisna grijana površina iznosi 2061 m². Zgrada ima kapacitet za 85 zaposlenika i koristi se od osam do 10 sati na dan, pet dana u tjednu. Zgrada obuhvaća podrum, prizemlje i četiri kata.

Trebalo je provesti cjelovito geometrijsko snimanje zgrade te analizu postojeće dokumentacije i prethodnih faza izgradnje. Opis postupaka za procjenu stanja, izradu modela i naknadnu prezentaciju projekta prikazan je na slici 2. Za uspješnu seizmičku procjenu postojeće AB konstrukcije prvi je korak utvrđivanje količine i položaja ugrađene armature. To se može postići korištenjem originalne projektne dokumentacije i nacrti (ako su dostupni). Nažalost, za starije konstrukcije dokumentacija često nije dostupna pa su potrebne i nedestruktivne i destruktivne metode ispitivanja. U ovome slučaju originalna dokumentacija nije pronađena ni u jednome arhivu. Kao dio pregleda zgrade i određivanja dimenzija izvedeno je detaljno skeniranje laserskim skenerom, čime je stvoren preliminarni oblak točaka. Lasersko skeniranje izvodilo se nekoliko tjedana upotrebom kompaktnoga laserskog skenera Leica BLK360 3D, kako bi se izradio 3D oblak točaka unutrašnjosti i vanjšine zgrade (slika 3.).



Slika 3. Pozicije snimanja laserskim skenerom i izlazni oblak točaka



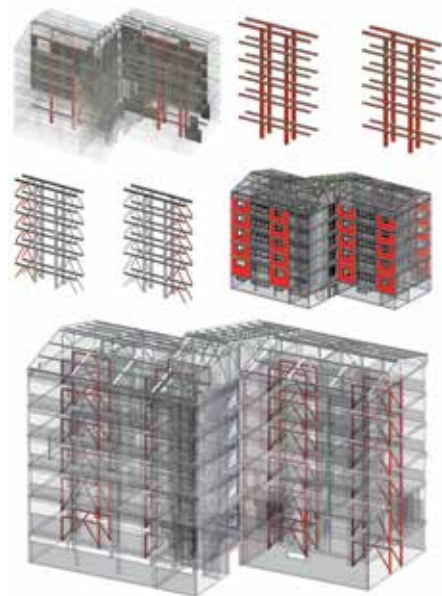
Slika 4. Numerički prostorni model konstrukcije

Tlačna čvrstoća betona utvrđena je standardnom metodom ispitivanja betonskih valjaka. Za određivanje lokacije armature korišten je GPR (*Ground Penetrating Radar*). S obzirom na to da je bio nedostatan za određivanje promjera armature, armatura je potvrđena destruktivnom metodom, uklanjanjem zaštitnih slojeva betona s ključnih nosivih elemenata. Numerički 3D model konstrukcije izrađen je u računalnome paketu *SCIA Engineer*. Izrađena su četiri zasebna modela, i to jedan u kojemu su definirane sve tri dilatacije (A, B i C) te zasebni model za svaku dilataciju. Potrebno je istaknuti da je zgrada prema dokumentaciji iz 2001. dilatirana, no dilatacije su izvedene nepravilno. Modalna analiza provedena je i na zajedničkom modelu, gdje su dilatacije aproksimirane s oprugama koje imaju tlačnu krutost, ali ne i onu vlačnu, kako bi dopustile odvajanje, ali ne i međusobno sudaranje dilatacija, jer je zgrada izvedena kao zgrada u nizu, ugrađena s obje strane. Model sa sve tri dilatacije prikazan je na slici 4. (ulično pročelje). Dilatacije su označene različitim bojama, i to:

- Dilatacija A: tamnocrvenom,
- Dilatacija B: žutom
- Dilatacija C: crvenom bojom.

Modelirana je i podrumaska etaža, a na ukopane dijelove zadano je dodatno opterećenje od tla kao dodatno stalno opterećenje. Svi zidovi i ploče u modelu zadani su kao plošni elementi, s veličinom konačnog elementa od 20 x 20 cm. Svi linijski elementi (stupovi, grede, konstrukcija krovništva) zadani su kao štapni konačni elementi s pripadnim poprečnim presjecima. Uvrštene su vrijednosti armature i betona dobivene *on-site* ispitivanjima. Stupovi u podrumu i prizemlju armirani su s 10 glatkih šipki $\varnothing 25$, dok su na gornjim katovima armirani s četirima šipkama $\varnothing 25$ te vilicama $\varnothing 8$ na razmacima od 25 cm. Kod greda, koje su povezane s pločama, utvrđena je samo armatura u donjoj zoni, koja se sastoji od dviju šipki $\varnothing 25$ te vilica $\varnothing 8$ razmaka od 8 cm na osloncima do 25 cm na sredini raspona.

Investitoru su predložena četiri rješenja ojačanja konstrukcije zgrade: ojačanje stupova i greda FRP trakama, ojačanje stupova i greda FRP trakama, dodavanje spregova (označeno crvenom bojom na slici 5.) u X-smjeru (mekši smjer) te izvedba novih AB zidova pročelja u punoj visini (prikazano na slici 5.).



Slika 5. Predložena rješenja ojačanja

Više detalja o numeričkome modeliranju može se pronaći u članku (Stepinac et al., 2022). Svi dokumenti dostupni su na <https://www.nzebcentar.hr/prije-nzeb-obnove/>.

Za potrebe obračuna količina i vizualizacije izrađeni su i BIM i AR (engl. *Augmented reality*) modeli prikazani na slici 6.



Slika 6. BIM i AR modeli

Energetska obnova zgrade

Projektni zadatak za energetska obnovu temelji se na energetske pregledu zgrade, troškovno optimalnoj analizi kombinacija mjera energetske učinkovitosti i multikriterijskoj analizi za odabir tehničkog rješenja.

U sklopu energetske pregleda zgrade provedena je analiza postojećeg stanja ovojnice zgrade i tehničkih sustava te potrošnje energije, troškova za energiju i emisija CO₂. Specifična godišnja potrošnja električne energije iznosi 90,51 kWh/m², potrošnja toplinske energije iz sustava daljinskoga grijanja 65 kWh/m², a emisija CO₂ 90 tCO₂. Ukupni godišnji trošak energije iznosi 30.775 eura ili 14,93 eura/m². Svi indikatori energetske učinkovitosti upućuju na visok potencijal za uštedu energije i troškova.

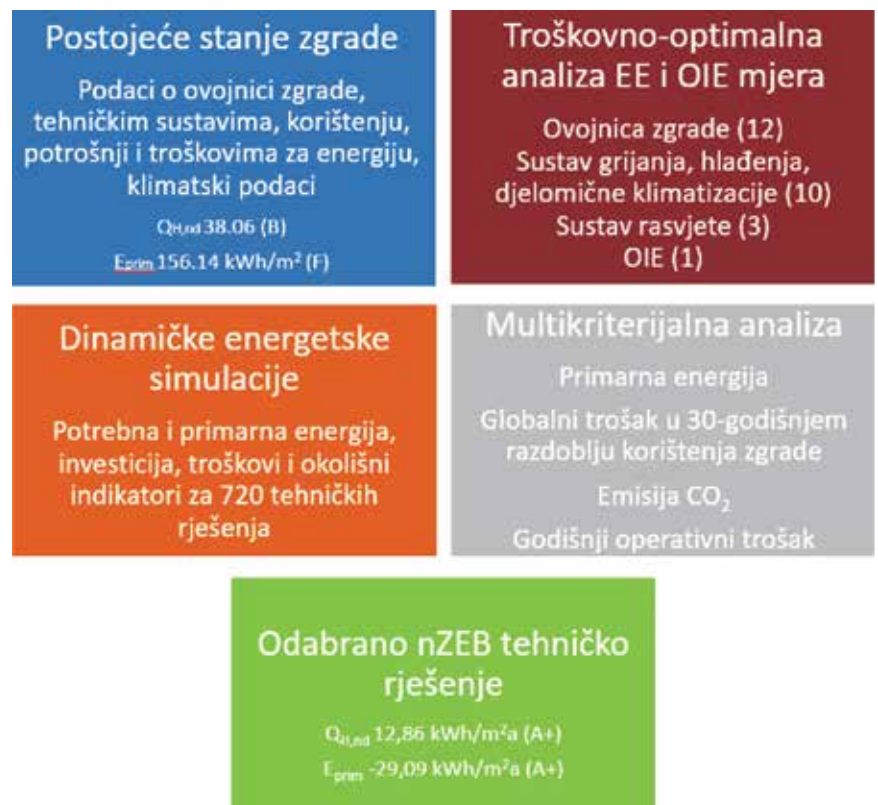
U prvome koraku troškovno optimalne analize definirane su mjere energetske učinkovitosti za pojedinačne elemente ovojnice i tehničke sustave. Za svaku su mjeru na ovojnici zgrade (12), izvora toplinske energije (7), izvora rashladne energije (3), sustava rasvjete (3) i izvora obnovljive energije na lokaciji zgrade (2), izrađene dinamičke simulacije potrebne i primarne energije te ukupno 728 kombinacija cjelovitih tehničkih rješenja. Za svako tehničko rješenje definirani su indikatori za primarnu energiju, globalni trošak (suma investicije u tehničko rješenje i trošak energije u tridesetogodišnjem razdoblju korištenja zgrade), emisiju CO₂ i godišnji trošak za energiju. U drugome koraku troškovno optimalne analize provedena je multikriterijska analiza za navedene indikatore i odabrano tehničko rješenje u standardu gotovo nulte energije.

Odabrano tehničko rješenje uključivalo je dodatnu toplinsku izolaciju ovojnice zgrade (postojećih 10 cm i još 6 cm na pročelju, postojećih 10 cm na stropu prema negrijanome tavanu i dodatnih 10 cm), nove prozore s trostrukim izolacijskim ostakljenjem, nove LED svjetiljke, dizalicu topline podzemna voda – voda za potrebe klimatizacije zgrade i foto-naponsku elektranu na krovu zgrade. Specifična godišnja potrošnja električne energije za potrebe rasvjete i klimatizacije u zgradi iznosila bi -3,52 kWh/m². Dostupnim obnovljivim izvorima energije na lokaciji zgrade proizvela bi se sva potreb-

na energija (osim energije potrebne za uredsku opremu), a emisije CO₂ iznosile bi 12,57 tCO₂. Cijeli postupak prikazan je na slici 7.

Više detalja o odabiru tehničkog rješenja prema metodologiji troškovno optimalne i multikriterijske analize u zgradarstvu dostupno je u članku (Jurjević et al., 2023).

Izvedivost odabranoga tehničkog rješenja naišla je na prepreke tijekom projekta, a glavne su bile one administrativne i financijske prirode. Projektni se tim detaljno upoznao s administrativnim procedurama, koje svakako treba unaprije-



Slika 7. Koraci izrade projektnog zadatka za odabrano nZEB tehničko rješenje



Slika 8. Shematski prikaz faza energetske obnove i ostvarenih indikatora energetske svojstva za EIHP-ovu poslovnu zgradu

diti da bi bile spremne podržati primjenu novih tehnologija kao što je dizalica topline voda-voda, koja je zbog specifičnosti lokacije i prostorno-planskih ograničenja zahtijevala dugotrajnu proceduru ishoda dozvola te u konačnici nije mogla biti izvedena tijekom projekta. Financijska ograničenja također su utjecala na provedbu Projekta te je zaključak da je fazna obnova često jedino primjenjivo rješenje.

Energetska obnova jest prva faza i uključivala je djelomičnu dodatnu toplinsku izolaciju pročelja u prizemlju (dodatnih 6 cm) i stropa prema tavanu (dodatnih 20 cm), djelomičnu zamjenu staklenih stijena s trostrukim ostakljenjem ($U_w = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$) i premazom niske emisivnosti ($g = 0,30$), postavljanje novih LED svjetiljki, potpunu zamjenu opreme za grijanje, hlađenje i djelomičnu klimatizaciju zgrade mehaničkom ventilacijom s regeneracijom 85 % topline u prostorima za zajedničko korištenje, uz zadržavanje postojećih izvora toplinske energije (daljinsko grijanje, toplinska podstanica s izmjenjivačem snage od 250 kW) i energije za hlađenje (kompresijski rashladnik instalirane snage 190 kW), sustav automatizacije i upravljanja tehničkim sustavima i fotonaponsku elektranu snage 50 kW na krovu zgrade. Nakon prve faze energetske obnove specifična godišnja potrošnja električne energije iznositi će $31,54 \text{ kWh/m}^2$, potrošnja toplinske energije iz sustava daljinskog grijanja $52,46 \text{ kWh/m}^2$, a emisija CO_2 $49,44 \text{ tCO}_2$. Shematski je prikaz na slici 8.

Radovi na energetskoj obnovi zgrade trajali su sedam mjeseci, a ukupni trošak

tih radova iznosio je 1,43 milijuna eura ili 572 eura/m^2 . Tijekom radova utvrđeno je da se u postojećoj zgradi uvijek mogu očekivati nepredviđene situacije, koje su rezultat prethodnih nedokumentiranih promjena na zgradi, ali i degradacije dijelova zgrade koje nisu vidljive prije uklanjanja obloga sa zidova i stropova. Sve to uzrokuje nepredviđene radove, po-

većanje troškova te upućuje na potrebu da se svaka obnova dobro dokumentira. Na EIHP-ovoj zgradi trošak je građevinsko-obrtničkih radova u dijelu rušenja i demontaže odnosno prilagodbe prostora za nove instalacije te naknadnih završnih radova uvećan za 26 % u odnosu na ugovorene radove.

U dodatnih pet mjeseci izvedeni su radovi na unapređenju ostalih važnih zahtjeva za građevinu: mjere zaštite od požara, novi sustav vodovoda i odvodnje, opremanje dvorana za predavanja, dnevni boravak i nova soba za servere. U te radove uloženo je dodanih 465.000 eura.

Za sljedeću je fazu energetske obnove osim dizalnice topline bila planirana instalacija punionice za električna vozila i baterijskog spremnika električne energije. Time je EIHP-ova zgrada postala energetski samodostatna i zgrada gotovo nulte emisije. Sve analize provedene za unapređenje energetske svojstva zgrade i



Slika 9. Zgrada tijekom energetske obnove



Slika 10. Zgrada tijekom energetske obnove



Slika 11. Zgrada tijekom i nakon energetske obnove



Slika 12. Novoopremljeni prostori u EIHP-ovoj zgradi

ostvarenje energetske samodostatnosti dostupne su na mrežnoj adresi: <https://www.nzebcentar.hr/prije-nzeb-obnove/>. Na slikama od 9. i 10. prikazani su građevinski radovi na obnovi zgrade, a na slikama 11. i 12. prikazani su novoopremljeni prostori EIHP-ove zgrade.

Studijski posjeti

U sklopu Projekta odrađeni su studijski posjeti u Norvešku, konkretno u Oslo i Trondheim (slika 13.). Cilj posjeta istraživačkim centrima bio je usvajanje novih znanja na primjerima dobre prakse o tehničkim rješenjima za uspostavu zgrada odnosno četvrti.

U Oslu sudionici su obišli SINTEF-ovu središnjicu, Powerhouse Kjørbo i Klimahuset, a u Trondheimu NTNU i ZEB laboratory by SINTEF and NTNU. SINTEF jest renomirana istraživačka organizacija koja ima snažan fokus na energetske učinkovitosti, posebno u kontekstu nZEB zgrada i četvrti gotovo nulte potrošnje energije. Kao jedan od vodećih istraživačkih centara u Europi, SINTEF pruža stručnost, inovacije i rješenja za postizanje visokih standarda energetske učinkovitosti u sektoru zgradarstva. Aktivno se bavi istraživanjem, razvojem i primjenom tehnologija, materijala i koncepta koji omogućavaju nZEB zgrade, što uključuje proučavanje i optimiranje energetske performansi zgrada, identifikaciju najnovijih trendova i tehničkih rješenja te analizu njihovih potencijala i ograničenja. Kroz svoja istraživanja SINTEF radi na razvoju novih metoda i alata za dizajn, izgradnju, održavanje i evaluaciju nZEB zgrada kako bi se postiglo maksimalnu energetske učinkovitost. NTNU je najbolje rangirano norveško sveučilište.



Slika 13. Obilazak Powerhouse Kjørbo i Klimahuset u Oslu

Projekti koje su proveli NTNU i SINTEF kao i projekt ZEB laboratorija primjeri su izvrsnosti u gradnji energetske učinkovitih zgrada i demonstriraju kako se postizanje visoke energetske učinkovitosti može kombinirati s održivosti. Projekti tog tipa inspiriraju druge da slijede put energetske učinkovitih i održivih zgrada kako bi smanjili svoj ekološki otisak i pridonijeli održivome razvoju.

Osnivanje trening-centra

Jedan od osnovnih ciljeva projekta bio je osnivanje Nacionalnoga trening-centra za nZEB, što je uspješno i provedeno. Edukacija će se provoditi kroz osam modula (slika 14.):

- Koncepti i strategije za nZEB:
 - upoznati se s trenutačnim stanjem fonda zgrada, novim standardima rekonstrukcije i izgradnje zgrada iz tehničke, ekonomske i pravne perspektive

- usvojiti znanja o novim trendovima razvoja koji će u skoroj budućnosti biti mogući novi segmenti poslovanja u sektoru zgradarstva
- usvajanje trenutačnih trendova te spremnost za buduće trendove u sektoru zgradarstva
- Kako postići nZEB – iskustva iz provedbe:
 - prepoznati tehnička rješenja za ostvarivanje nZEB standarda
 - prepoznati dodatne izazove zbog potrebe ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu definiranih regulativom i posebnim uvjetima javnopravnih tijela
 - Upotreba naprednih materijala:
 - prepoznati interakciju između različitih aspekata gradnje, pojačanja i uklanjanja
 - pripremati i provoditi eksperimente te analizirati i interpretirati rezultate
 - razmjenjivati informacije sa stručnom okolinom

- primijeniti stečena znanja na kreativan način pri donošenju odluka
- primijeniti stečene vještine i potrebna znanja na prepoznavanje, formuliranje i analiziranje problema te pronalazak jednog ili više prihvatljivih idejnih rješenja prilikom ojačanja građevina
- Sustavi opskrbe energijom u nZEB-u:
 - upoznati nove tehnologije koje se koriste u energetske sustavima
 - u sustavima grijanja, hlađenja, ventilacije, klimatizacije i pripreme PTV-a, a kroz primjer obnove EIHP-ove zgrade, upoznati se s troškovno optimalnim tehničkim rješenjima
 - upoznati se s novim rješenjima sustava rasvjete te s važnosti i integracijom fotonaponskog sustava te baterijskog sustava
- dobiti cjelovito znanje o optimalnim tehničkim rješenjima u vidu energetskih sustava te upravljanja njima
- Ocjena otpornosti i ranjivosti zgrada:
 - prepoznati i opisati inženjerske probleme u građevinarstvu vezane uz potresna djelovanja
 - razumjeti eksperimente te analizirati i interpretirati rezultate
 - razmjenjivati informacije sa stručnom okolinom
 - razumjeti opće fenomene potrebnog djelovanja i probleme seizmičkog projektiranja građevina
 - primijeniti stečene vještine i potrebna znanja na prepoznavanje, formuliranje i analiziranje problema te pronaći jedno ili više prihvatljivih rješenja prilikom pojačanja građevina
- Kolaborativni BIM za postizanje nZEB-a:
 - upoznati se s funkcijama BIM alata i prednostima primjene BIM modela za definiranje preporuka za unapređenje energetske učinkovitosti zgrada
- Energetsko modeliranje zgrade:
 - upoznati se s osnovnim programima i mogućnostima dinamičkoga energetskog modeliranja zgrada
 - usvojiti temeljna znanja modeliranja građevinskog dijela zgrade, elektro i termotehničkih sustava u programu *DesignBuilder*, provođenja simulacija i prikaza rezultata simulacija



Slika 14. Sažeti prikaz obrazovnih modula Nacionalnoga trening-centra za nZEB za cjeloživotno obrazovanje u graditeljstvu

- znanje stečeno na predavanjima dodatno učvrstiti primjerom kroz kalibrirani EIHP-ov model zgrade
- nZEN: od zgrade do susjedstva:
 - upoznati se s bazama podataka u sektoru zgradarstva Republike Hrvatske te s načinima prikupljanja i obradom relevantnih podataka u tome sektoru
 - usvojiti temeljna znanja u alatu za prostorno prikazivanje podataka (QGIS) te se upoznati s energetske planiranjem u kontekstu implementacije mjera energetske učinkovitosti u sektoru zgradarstva koje su usklađene s nacionalnim energetske ciljevima
 - dobiti uvid u modeliranje četvrti kroz primjere projekata u svijetu.

Nacionalni trening-centar za nZEB nastavlja provoditi cjeloživotno usavršavanje prema programu osam obrazovnih modula. EIHP-ova će se zgrada koristiti kao živi laboratorij za testiranje naprednih tehničkih rješenja za zgrade gotovo nulte emisije. Time će se unapređivati razvijeni obrazovni program i komunicirati će se izazovi u korištenju zgrada s pametnim tehnologijama. U planu je razvoj novih komunikacijskih alata poput *podcasta* kako bi se ubrzala razmjena znanja i iskustava u energetske i strukturnoj obnovi zgrada.

Zaključak

U svibnju 2024. završen je projekt "Osniivanje Nacionalnog trening-centra za zgrade gotovo nulte energije (nZEB)". EIHP-ova poslovna zgrada obnovljena je i njezina su energetska svojstva znatno poboljšana, a još važnije je da je dobio detaljan uvid u cijeli proces obnove. Pokazano je koje su sve složene analize zgrada potrebne da bi se utvrdilo postojeće stanje zgrade u energetske i konstrukcijske smislu te utvrdilo optimalno tehničko rješenje. Izvedivost optimalnog rješenja naišla je na prepreke tijekom projekta, a glavne su one administrativne i financijske prirode. Projektni se tim detaljno upoznao s administrativnim procedurama, koje svakako tre-



Slika 15. Sudionici otvorenja Nacionalnog trening-centra za nZEB

ba uskladiti sa specifičnostima lokacija i zahtjevima za primjenu novih tehnologija kao što je dizalica topline voda-voda, koja zbog dugotrajnosti procedure korištenja zemljišta u javnome vlasništvu nije mogla biti izvedena tijekom projekta. Financijska ograničenja također diktiraju tijekom obnove te je glavni zaključak Projekta da je često fazna obnova jedino rješenje. Važan je rezultat i unaprijeđeno znanje projektnog tima o postupcima javne nabave usluga i radova te aktivno sudjelovanje projektnog tima u obnovi zgrade. Nacionalni centar službeno je otvoren, a otvorenju su prisustvovali brojni uzvanici među kojima i ravnatelj EIHP-a Dražen Jakšić, ministar regionalnog razvoja i fondova Šime Erlić, veleposlanik Kraljevine Norveške Nj. E. Arne Sannes Bjørnstad, prof. dr. sc. Stjepan Lakušić, rektor Sveučilišta u Zagrebu, prof. dr. sc. Domagoj Damjanović, dekan Građevinskoga fakulteta, i mnogi drugi (slika 15.). Nacionalni trening-centar za nZEB djelovat će u obnovljenoj poslovnoj zgradi Energetskog insti-

tuta "Hrvoje Požar" te će postati središnje mjesto za edukaciju stručnjaka i njihovo osposobljavanje za rješavanje izazova u obnovi postojećeg fonda zgrada.

Zahvala

Projekt je financiran iz programa *Energija i klimatske promjene* u sklopu *Financijskog mehanizma Europskoga gospodarskog prostora za razdoblje 2014. – 2021. godine*.

Literatura

- [1] Jurjević, R., Dergestin, D., Knezović, F., Bačan, I.: FINAL METHOD FOR SELECTION OF THE OPTIMAL SOLUTION FOR DEEP ENERGY RENOVATION OF A BUILDING. *Thermal Science*, 27 (2023) 6, pp. 4431–4445. <https://doi.org/10.2298/TSCI230410155>
- [2] Stepinac, M., Skokandić, D., Ožić, K., Zidar, M., Vajdić, M.: Condition Assessment and Seismic Upgrading Strategy of RC Structures - A Case Study of a Public Institution in Croatia. *Buildings*, 12 (2022) 9, Paper 1489. <https://doi.org/10.3390/buildings12091489>