

CROSKILLS – jesmo li spremni za izvedbu kvalitetne vanjske ovojnice zgrade?

Bojan Milovanović, Ivana Banjad Pečur, Nina Štirmer, Ivana Carević, Marina Bagarić
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Sažetak

U Hrvatskoj postoji mnogo primjera lošeg izvođenja toplinske ovojnice zgrada. U radu će biti prikazani primjeri građevinskih šteta nastalih zbog nedostatka komunikacije pri izvođenju radova, nedostatka znanja sudionika u projektu, prekratkih rokova, ušteda na upotrijebljenim materijalima i nedostatka osposobljene radne snage. Iako su projekti izrađeni prema svim pravilima struke, nakon procesa gradnje pojavile su se građevinske štete. Napori koji se provode na rješavanju problema nedostatka osposobljene radne snage projektom CROSKILLS II bit će također prikazani u ovom radu.

Ključne riječi: građevinska šteta, vanjska ovojnica zgrada, osposobljena radna snaga, CROSKILLS II

CROSKILLS – are we ready for the realization of high quality building thermal envelope

Abstract

In Croatia, there are many examples of poor construction of building's thermal envelope. In this paper, examples of construction damages that occurred due to the lack of knowledge of project participants, on communication between construction teams, as well as deadlines, saving on material used and unskilled work force. Although the design itself was correct, construction damage occurred after the construction. Additionally, efforts that are being conducted in order to solve the problem of unskilled workforce within the CROSKILLS II projects will be presented.

Key words: construction damages, building envelope, skilled workforce, CROSKILLS II project

1 Uvod

Energetska učinkovitost predstavlja osnovu za tranziciju Europe prema održivom ekonomskom razvoju te je jedna od važnijih niša za postizanje energetske sigurnosti i smanjenja emisije stakleničkih plinova. Europska komisija (EK) je to i iskazala u svojim strateškim dokumentima, od kojih su najvažniji:

- Zelena knjiga –europska strategija za održivu, konkurentnu i sigurnu energiju [1]
- Akcijski plan energetske učinkovitosti [2]
- Energija 2020 – strategija za konkurentnu, održivu i sigurnu energiju [3]
- Plan energetske učinkovitosti [4, 5].

Kao potvrda Europske politike emisije stakleničkih plinova koja uključuje i područje energetske učinkovitosti je i Pariški sporazum u sklopu Pariške klimatske konferencije (COP21) u prosincu 2015. godine [6]. S obzirom na činjenicu da zgrade prema podacima sudjeluju u potrošnji i do 26,8 % isporučene energije, te da sektor ima potencijal širenja, potreba za smanjenjem potrošnje energije i korištenjem energije iz obnovljivih izvora u zgradarstvu predstavlja jednu od važnih mjera koje su potrebne da bi se smanjila energetska ovisnost Unije i emisije stakleničkih plinova. Republika Hrvatska je prihvatila načela zajedničke europske energetske politike te uskladila nacionalne politike i zakonodavstvo s jedinstvenom strategijom energetskog razvoja i ublažavanja klimatskih promjena na razini Europske unije.

Pri provođenju mjera poboljšanja vanjske ovojnice zgrade treba se pridržavati postojeće zakonske regulative. Kao i u svakom drugom slučaju proces se dijeli na projektiranje i izvođenje radova s kvalitetnim materijalima. Građevinski sektor i prateća industrija trebaju biti spremni za gradnju novih zgrada i za rekonstrukcije postojećih zgrada kojima se ostvaruje visoka energetska učinkovitost kao i izvođenje novih zgrada sa što manjom potrošnjom energije. Osnovna je pretpostavka projektiranja vrlo-niskoenergetskih zgrada ili zgrada gotovo nulte energije (ZG0E) ta da je za uspješno izvođenje takvih zgrada potrebno integralno, interdisciplinarno projektiranje orijentirano na ocjenu cjelokupnoga životnog vijeka građevine, uz korištenje osposobljenih radnika koji posjeduju potrebne vještine za izvođenje takvih zgrada. Ovdje treba naglasiti da je u području energetski učinkovite gradnje istinita sljedeća tvrdnja: "Svaki je proračun dobar (istinit) onoliko koliko i promišljanje i koncipiranje problema te samo izvođenje (gradnja)."

Autori ovoga rada žele naglasiti činjenicu da je utjecaj kvalitete izvođenja zgrada u dijelu energetske učinkovitosti često zanemaren. Ovo je očigledno iz velikoga broja primjera lošeg izvođenja toplinske ovojnice zgrada, što je proizašlo iz:

- nedovoljnog znanja sudionika u gradnji
- velikog broja podizvođača i obrtnika kojima nedostaje znanja o usklađenosti poslova s drugim izvođačima (cross-crafting)
- nedostatka vremena za međusobnu komunikaciju i koordinaciju (prekratkih rokova izvođenja),

- ušteda na materijalima upotrijebljenima pri gradnji
- neadekvatno educiranih radnika,
- nekoordiniranosti ili pak "pogrešnog" redoslijeda izvođenja radova uzrokuju štetu, pri čemu je često vrlo teško odrediti odgovornost.

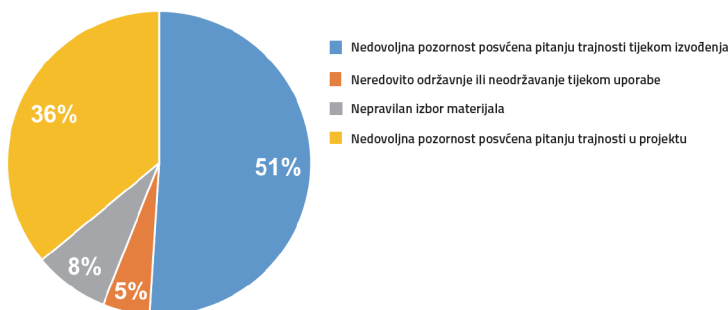
Iz navedenoga slijedi da postoji potreba za stručnim usavršavanjem svih sudionika u procesu gradnje, a pokazalo se da je potrebno i certificiranje, odnosno povećanje broja stručno osposobljenih radnika koji sudjeluju u izvođenju ZGOE. Republika Hrvatska, ali i mnoge stručne i profesionalne udruge i komore prepoznale su važnost dodatne izobrazbe i osposobljavanja inženjera i radnika kao i sustave usavršavanja i vrednovanja kvalificirane radne snage na tržištu. Uz postojanje mnogih problema može se tvrditi da se krenulo pravim putem u smjeru poboljšanja kvalitete gradnje i poboljšanja energetske učinkovitosti u procesu projektiranja.

Najveći utjecaj na kvalitetu zgrade u smislu energijske učinkovitosti ima ovojnica zgrade, i to ne samo vrste upotrijebljenih materijala, već i izvedba pojedinih detalja [7]. Pokazala se točnom tvrdnja da energetska učinkovita gradnja zahtijeva dodatna znanja i vještine radnika. Dakle, za kvalitetno izvođenje radova, radnik mora imati potrebnu kvalifikaciju, odgovarajuću opremu, ali isto tako treba biti motiviran za kvalitetan rad. S obzirom na navedeno, projektom CROSKILLS Build Up Skills u sklopu Build Up SKILLS inicijative pokrenute na razini EU uspostavljena je shema kontinuirane izobrazbe i certifikacije građevinskih radnika radi unapređenja vještina građevinskih radnika za rad po načelu energetske učinkovite gradnje.

U ovom su radu prikazani primjeri pojavljivanja građevinske štete nastale zbog nedostatka interakcije i komunikacije pri integralnom izvođenju radova, odnosno gradnji, te nedostatka znanja sudionika u projektu u problemima vezanima za građevinsku fiziku. Iako su sami projekti napravljeni korektno i prema svim pravilima struke, izmjene projekata koje su se dogodile u procesu gradnje uzrokovale su građevinske štete koje su uzrokovale nezadovoljstvo investitora, odnosno korisnika, pa čak i rušenja, a na kraju i sudske tužbe (slika 1.). Slika 2. prikazuje najčešće uzroke preranoga dotrajanja konstrukcija.



Slika 1. Primjeri rušenja vanjske ovojnice zgrade: a) Zagreb, 2013., b) Rijeka, 2015

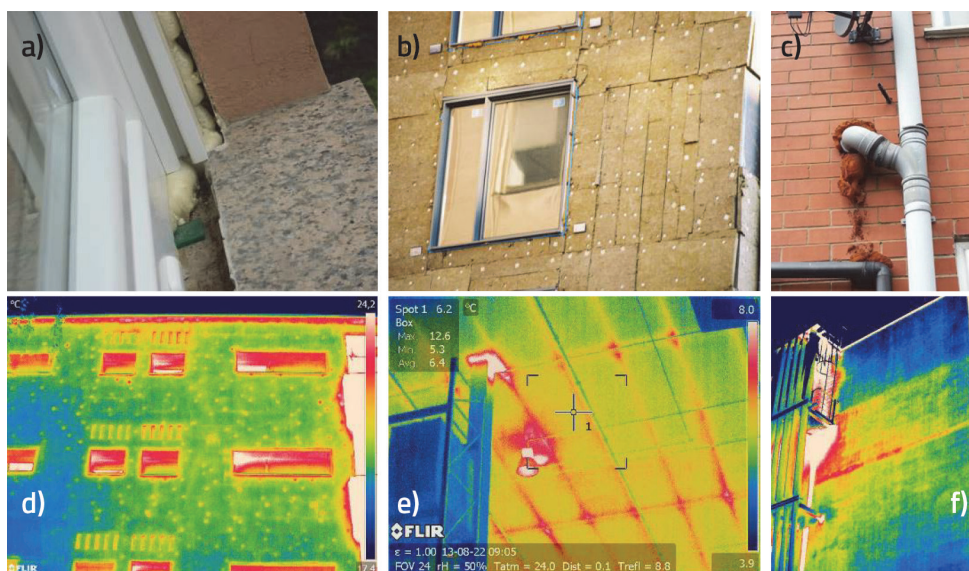


Slika 2. Uzroci preranoga dotrajavana konstrukcija

2 Primjeri građevinskih šteta u građevinama

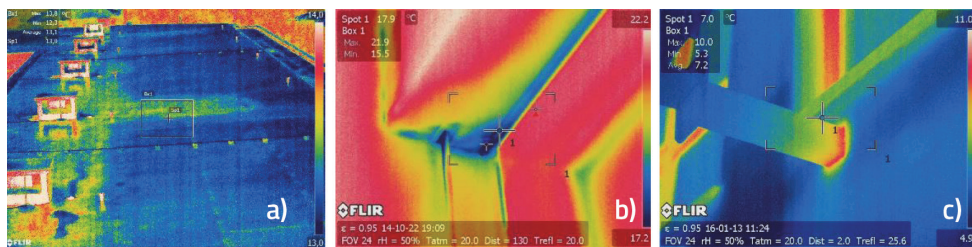
Sama je korist energetske obnove i izgradnje ZGOE višestruka, kroz poboljšanje uvjeta života i rada, odnosno udobnost stanovanja i smanjenje troškova režija, te pokretanje cjelokupnoga gospodarstva uključujući građevinski, financijski, industrijski i druge sektore [8].

Međutim, energetska učinkovita obnova te izgradnja novih zgrada te ZGOE trenutačno predstavlja veliki izazov za građevinski sektor, jer izgradnja ZGOE zahtjeva visoku kvalitetu izvođenja radova te pažljivo izvođenje i najsitnijih detalja na vanjskoj ovojnici zgrade i ugrađenim tehničkim sustavima. Postavlja se pitanje: *Jesmo li zaista spremni za izvedbu kvalitetne vanjske ovojnice zgrade?*

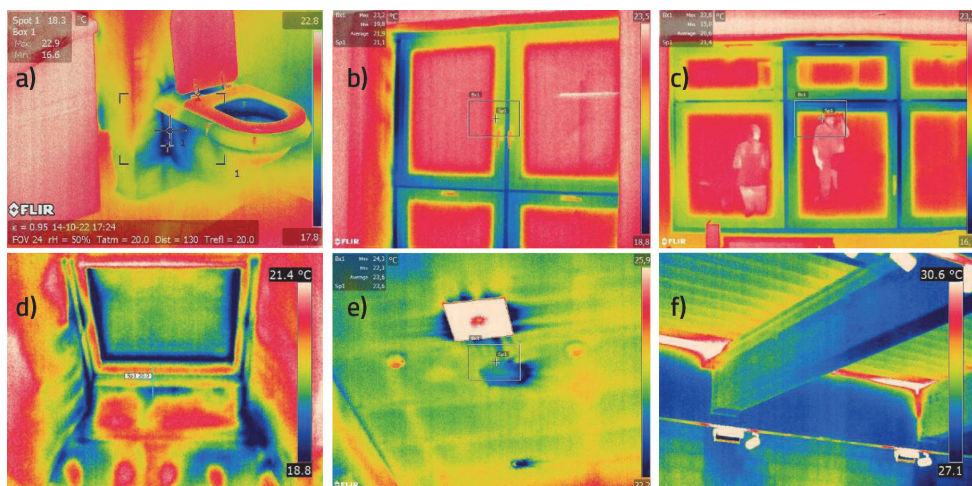


Slika 3. a) Ugradnja prozora (obnova), b) loše ugrađena toplinska izolacija, c) neadekvatno brtvljenje proboja, d) točkasti toplinski mostovi (obnova), e) toplinski most na prodoru čelične konstrukcije kroz krov, propuštanje zraka, f) loša izvedba toplinske izolacije na fasadi (obnova)

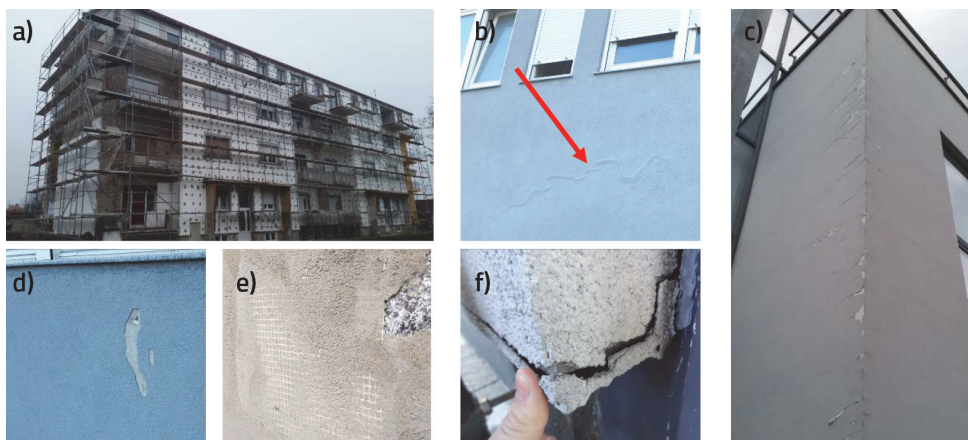
Pokazalo se da je prilikom obnove postojeće ili izvedbe nove zgrade posebno bitno posvetiti pažnju rješavanju detalja linijskih i točkastih toplinskih mostova, izvedbi zrako-nepropusne vanjske ovojnice zgrade, ugradnji prozora i vrata te spojevima građevnih dijelova zgrade, kako bi se ispunila projektirana svojstva zgrade kao i njezina trajnost tijekom cjelokupnog životnog vijeka. Danas u Hrvatskoj postoji mnogo primjera lošega izvođenja građevinskih radova, koje mogu rezultirati građevinskom štetom manjeg do onog značajnijeg razmjera (slike 3. do 6.).



Slika 4. Termogrami: a) ugažena toplinska izolacija na neprohodnom ravnom krovu (nova), b) vlaženje zbog nekvalitetne izvedbe kutije za rolete (nova), c) toplinski most na nosaču brisoleja (obnova)



Slika 5. Infiltracija zraka u građevne dijelove zgrade: a) kanalizacijska vertikala, b) ugradnja doprozornika, c) brtljenje prozorskog krila, d) ugradnja krovnog prozora, e) ugradnja električnih instalacija, f) spoj zida i krovnih sendvič panela te drvenih lameliranih nosača



Slika 6. Primjeri izvođenja sustava ETICS: a) faza izvođenja (obnova), b) eksfolijacija završne žbuke (nova), c) neadekvatno armiranje ugla završne žbuke (nova), d) ljuštenje završne žbuke (nova), e) pretanki armaturni sloj, f) nepravilno izveden detalj ETICS-a prema podnožju

Također, moguće nabrojiti nekoliko primjera kod kojih je došlo do izmjene projekta prilikom procesa gradnje, što je dovelo do građevinske štete u smislu pojavljivanja vlage, odnosno povećanja potrebne energije za grijanje i hlađenje u zgradama te pojave potencijalne opasnosti od požara, slika 7. Promatraju se građevine različite namjene, ali u kojima se pojavljuju specifični problemi karakteristični za vanjsku ovojnicu zgrade.



Slika 7. a) Dječji vrtić, b) hladnjača, c) višestambena zgrada, d) visoka zgrada

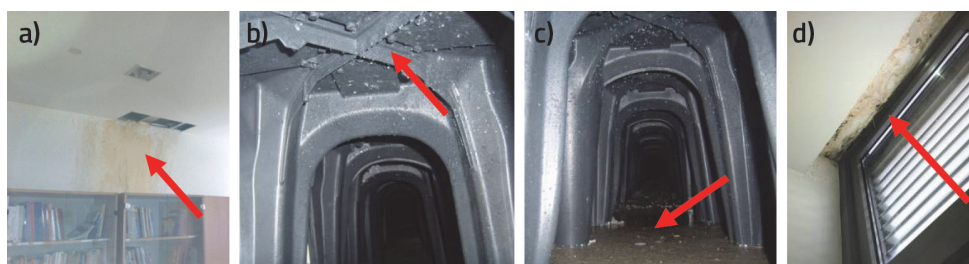
2.1 Kondenzacija vodene pare u zelenom ravnom krovu

Prvi primjer je dječji vrtić koji je formiran i započeo s radom u rujnu 2007. godine, kapaciteta 240–300 djece. Vrtić se prostire na 2700 m² bruto razvijene površine, a iznad dijela prizemlja nalazi se prohodni zeleni ravni krov površine približno 500 m², dok je iznad kata izveden neprohodni ravni krov, slika 8. U promatranom je dječjem vrtiću tijekom posljednjih nekoliko godina došlo do pojave vlage na nekoliko mjesta na zidovima i stropovima vrtića. Vizualnim pregledom i analizom dokumentacije utvrđeno je da postoji nekoliko razloga za pojavljivanje problema, među kojima je najzanimljiviji problem kondenzacije vodene pare koji se javlja u prohodnom zelenom ravnom krovu.

Slika 9. prikazuje štetu koja se javlja u prostorima u kojima borave djeca, a sve zbog nedostataka u gradnji.



Slika 8. Fotografije zelenog ravnog krova promatranog dječjeg vrtića, prije i tijekom sanacije



Slika 9. Karakteristične fotografije: a) šteta koja se javlja zbog prodora vode s krova, b) i c) kondenzirana voda u zelenom ravnog krovu, d) vlaga i gljivice iznad prozora, ispod pukotine na fasadi

Tijekom izrade stručnoga mišljenja o uzrocima oštećenja na zgradi dječjeg vrtića, uviđom u glavni i izvedbeni projekt, probne sonde napravljene na promatranom ravnog krovu utvrdile su da je došlo do izmjene projekta. Utvrđeno je da je došlo do izmjene u sastavu slojeva i upotrijebljenih materijala, uz činjenicu da je pritom izostavljena parna brana iznad nosive armiranobetonske stropne ploče. Navedeno je rezultiralo kondenzacijom vodene pare u slojevima krova, pri čemu je kondenzat naknadno curio u prostore prizemlja. Slika 9. prikazuje fotografije snimljene u probnim sondama ravnog krova i kondenzat koji se skupio u slojevima krova tijekom eksploatacije.

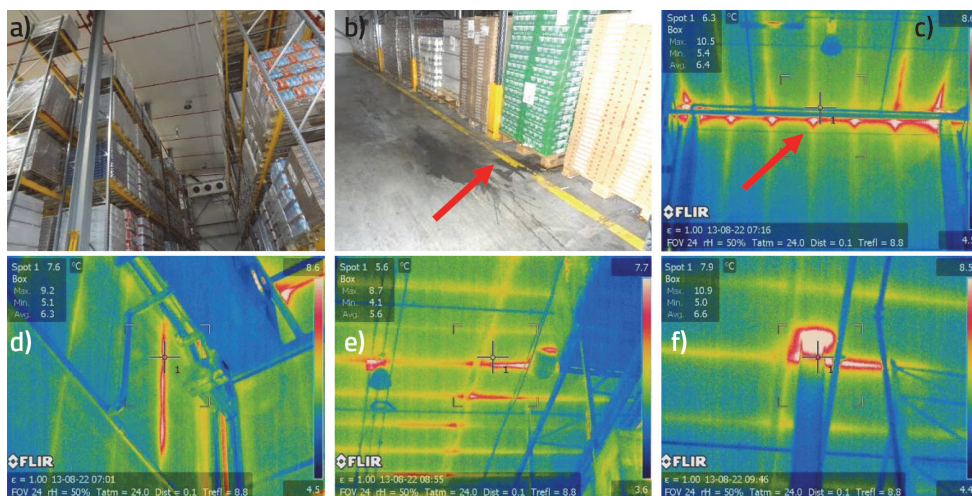
Najuočljiviji nedostatak slojeva izvedenoga ravnog krova nedostatak je parne brane između konstrukcijske armiranobetonske ploče i sloja "plastičnih stolica". Proračunom difuzije vodene pare kroz slojeve izvedenoga ravnog krova dobiveno je da u sloju iznad armiranobetonske konstrukcije zelenog krova dolazi do kondenzacije vodene pare. Nakon toga kondenzirana vlaga prodire kroz pukotine AB ploče i uzrokuje mrlje od procurivanja koje su vidljive na stropu i zidovima pojedinih spremišta i sanitarnih prostora, kao što je prikazano na slici 9.

Dodatno, na fasadi sjeverozapadnog pročelja vidljiva je pukotina kroz koju voda ulazi u slojeve fasade i prolazi do okvira prozora koji se nalazi na glavnom hodniku. Kod oborina dolazi do procurivanja vode u unutrašnje dijelove konstrukcije kroz spojeve zida i podne konstrukcije te fasade, zbog čega se pojavljuju gljivice i plijesan te trulež na drvenim i

gipskartonskim dijelovima zidova, slika 9.d. Pukotina je nastala zbog lošega izvođenja detalja toplinske izolacije spoja između zida kata i nadozida zelenog ravnog krova. Ovdje nije izvedeno dijagonalno armiranje, odnosno polaganje staklene mrežice u svježi mort za armaturni sloj točno na ugao pod kutem od 45° prije punoplošnog nanošenja mrežice.

2.2 Kondenzacija vodene pare u skladištu

Drugi primjer prikazuje slučaj visokoregalnog skladišta prehrambenih proizvoda izgrađenoga 2011., u kojem tijekom ljetnih mjeseci dolazi do kondenzacije vodene pare na stropu. Skladište se kondicionira na $+5^\circ\text{C}$ te 60–70 % vlage, tijekom cijele godine. Nosiva je konstrukcija skladišta čelična, dok je vanjska ovojnica skladišta izrađena od sendvič panela s mineralnom vunom kao jezgrom, slika 10.a.



Slika 10. a) Pogled na unutrašnjost i konstrukciju skladišta, b) kapanje kondenzata po paletama s prehrambenim proizvodima, c) spoj zidnih i stropnih panela, d) spoj dva zidna panela, e) spoj stropnih panela, f) toplinski most i infiltracija toplog zraka

Probleme uzrokuju kondenzacija vodene pare i kapanje kondenzata po prehrambenim proizvodima, slika 10.b, tako da postoji opasnost pojave gljivica i plijesni, zbog čega bi sanitarna inspekcija mogla zatvoriti skladište. Kondenzacija se javlja zbog toga što topli zrak koji u sebi sadrži veliku količinu vodene pare prolazi kroz spojeve vanjskih panela, zidnih i krovni panela ulazi u međuprostor krovnih i stropnih panela, te dolazi na hladne površine stropnih panela. Na hladnim površinama se vodena para kondenzira zbog manjega kapaciteta zraka za zadržavanje vlage. Zrak do hladnih površina panela dolazi kroz nezabrtvljene spojeve stropnih panela.

Uzrok pojave opisanog problema je u činjenici da je došlo do zamjene u projektu definiranih panela određenoga proizvođača i detalja riješenih u skladu s njegovim preporuka-

ma panelima drugog proizvođača jednake, pa čak i bolje kvalitete, ali s drugačije riješenim detaljima spajanja. Konkretno, radi se o rješenju brtvljenja spojeva panela koje nije u slučaju panela s kojima se izvodilo postojalo, odnosno nije provedeno na odgovarajući način. Također, problemi s dinamikom izvođenja radova i pomicanje rokova uvjetovali su promjene u redoslijedu izvođenja radova, tako da su se najprije ugrađivali stropni paneli, a nakon toga krovni paneli. Zbog toga nije bilo fizički moguće zabrtviti spojeve između krovni i zidnih panela s unutarnje strane, kako je predviđeno projektom i kako je kao detalj izvođenja preporučio proizvođač sendvič panela. Slike 10.c–10.f prikazuju karakteristične termograme problematičnih spojeva stropnih i zidnih panela koji uzrokuju kondenzaciju vodene pare. Pokazalo se da se neposredno ispod prikazanih mjesta prodora toplog zraka pojavljuju tragovi kapanja ili lokve vode na podu skladištu.

2.3 Vanjska ovojnica višestambene zgrade

Promatra se višestambena zgrada sa 6 stambenih etaža, odnosno ukupno 38 stanova, koja je izgrađena u Zagrebu. Prema projektu nosivu je konstrukciju promatrane zgrade trebalo izvesti u obliku armiranobetonskih zidova debljine 20 cm, a na nju je trebalo izvesti toplinsku izolaciju debljine 10 cm od EPS-a. Pri izradi energetskog certifikata zgrade, prije tehničkog pregleda, utvrđeno je da je došlo do odstupanja od projekta. Promatrajući samo energetske učinkovitost, ovdje će se spomenuti da su prve tri etaže izvedene prema projektu, kako je opisano, dok su 4., 5. i 6. kat izvedeni tako da je armirani beton zamijenjen omeđenim zidom, odnosno šupljom blok opekom debljine 25 cm, te 5 cm EPS-a kao toplinske izolacije, slike 11.b) i c). Treba također naglasiti da je u garaži, koja se nalazi ispod visokog prizemlja promatrane zgrade, toplinska izolacija koja je projektom predviđena kao porobetonске ploče debljine 10 cm, prilikom izvođenja zanemarena, te pod grijanog prostora prema garaži uopće nije izoliran. Nakon reakcije certifikatora i razgovora s investitorom/izvođačem pri energetske pregledu zgrade dolazi do uvjeravanja da će se strop izvesti primjenom EPS-a kao toplinsko-izolacijskog materijala. Zbog ponašanja EPS-a u požaru, za koji postoji veliki rizik u garažama, ovakav način izoliranja podgleda je pogrešan i neprihvatljiv, te je izvođač upozoren na opasnost.



Slika 11. Stanje višestambene zgrade na dan energetskog pregleda

Prema projektu, izračunana je specifična potrebna godišnja energija za grijanje zgrade od 46,36 kWh/m²a, što bi promatranu zgradu svrstalo u energetske razred B. Nakon energetskog pregleda i uvida u stvarno izvedeno stanje napravljen je proračun potrebne godišnje energije za grijanje te je dobivena vrijednost od 54,93 kWh/m²a, što je povećanje od 20 % u odnosu na potrebnu energiju ako bi zgrada bila izvedena prema projektu. Ovime zgrada spada u energetske razred C, što investitoru predstavlja problem zbog stanja na tržištu nekretninama u trenutku useljenja u zgradu, kada je bankarski sektor nudio povoljnije kredite za kupce stanova koji su energetskog razreda A+, A ili B, u odnosu na ostale energetske razrede. Stoga su stanovi u promatranj zgradi u nepovoljnijem položaju na tržištu, pri čemu je investitor/izvođač prekasno uvidio posljedice svojih postupaka, koji se očituju u financijskoj šteti, a sve zbog neupućenosti i neznanja.

2.4 Vanjska ovojnica uredske zgrade

Promatra se visoka uredska zgrada sa 20 etaža u Zagrebu, s koje je 2013. godine sa sjeveroistočnog pročelja otpao završni sloj fasade (uključujući armiranu temeljnu žbuku te završnu žbuku). Navedena je fasada izvedena 2007. godine u sklopu obnove zgrade i poboljšanja njezinih energetskih svojstava. Fasadni sustav ETICS sastoji se od termoozolacijskih ploča od pjenastih mineralnih sirovina, koje su ljepilom vezane za podložni zid i učvršćene tiplama, te od sloja armirane temeljne žbuke, međupremaza, završne žbuke i završnog premaza. Pod utjecajem olujnoga vjetrova (izmjereni udari sjevernog vjetrova od 27 m/s), svi su se slojevi nakon toplinske izolacije u potpunosti oljuštili, slika 12. Zaključeno je da je fasadni sustav manjkav u pogledu čvrstoće prionjivosti između temeljne žbuke i toplinsko-izolacijskih ploča. Sve prosječne vrijednosti čvrstoće prianjanja ova dva sloja po visini fasade manje su od tehničkim dopuštenjem deklarirane čvrstoće prianjanja, odnosno $\geq 0,08$ MPa.



Slika 12. a-c) fotografije štete na fasadi nastale nakon energetske obnove, d) fotografija fasade nakon sanacije

Do popuštanja fasadnih dijelova došlo je zbog djelovanja olujnoga vjetrova te zbog pojave vrtložnih strujanja (podtlaka) oko istaka fasade oštarih kutova, te zbog male čvrstoće prianjanja temeljne žbuke i toplinske izolacije. Iz navedenoga se zaključuje da je za specifičnu namjenu upotrijebljen neprimjereni toplinskoizolacijski materijal s preniskom čvrstoćom prionjivosti.

3 Zaključak

Vlaga je čimbenik koji najviše smanjuje kvalitetu građevnih dijelova zgrade i njezinih konstrukcijskih elemenata. Studije upućuje na to da je kod problema sa zgradama u 70 % slučajeva direktni ili indirektni uzročnik vlaga. U ovom su radu prikazana dva slučaja u kojima je nestručnim izvođenjem vanjske ovojnice uzrokovana šteta u građevinama: slučaj dječjega vrtića te slučaj skladišta prehrambenih proizvoda.

Tijekom posljednjih nekoliko godina došlo je povećane aktivnosti oko poboljšanja energetske učinkovitosti postojećih zgrada, posebno zbog pojačane promidžbe svih prednosti, ali i povećanja troškova za grijanje i hlađenje prostora. Pokazalo se, međutim, da implementacija mjera za poboljšanje energijskih svojstava zgrada u slučaju nestručne izvedbe može uzrokovati probleme najčešće vezane uz kondenzaciju vodene pare unutar građevnih dijelova zgrada, povećanje relativne vlažnosti u zgradi i veći utjecaj toplinskih mostova na ukupnu potrošnju energije.

Znanje u projektiranju, ali i izvođenju vanjske ovojnice zgrade posebno se ističe kod zgrada visoke razine toplinske zaštite, kod kojih do većega izražaja dolazi rješavanje detalja kao što su toplinski mostovi ili pak proboji na vanjskoj ovojnici zgrade. Općenito se može zaključiti da se s povećanjem razine toplinske zaštite povećava važnost projektiranja i izvedbe detalja koji kod takvih zgrada, ako su nesmotreno izvedeni, mogu uzrokovati pojavu građevinske štete u obliku pojave plijesni ili korozije (propadanja) materijala unutar građevnih dijelova zgrada. Takva situacija zahtijeva promjene stručnih kvalifikacija radnika na tržištu, odnosno formiranje radne snage koja će imati dovoljno specifičnih znanja za primjenu novostečenih znanja i kvalitetnu izvedbu građevinskih radova, poglavito detalja.

Temelj su kvalitetne obnove i izgradnje zgrada u okviru energetske učinkovitosti vještine građevinskih radnika, što dovodi do potražnje za educiranim i kvalificiranim radnicima u području energetske učinkovitosti u zgradarstvu. Analiza građevinskog sektora u zgradarstvu u području energetske učinkovitosti u RH [9] upućuje na nedostatak stručno osposobljenih građevinskih radnika i nedostatak institucionaliziranih shema educiranja. S obzirom na potrebe tržišta i u pokušaju rješavanja identificiranog problema manjka educirane radne snage za energetske učinkovitost u zgradarstvu pokrenuti su projekti CROSKILLS i CROSKILLS II koji su usmjereni na izradu programa kontinuirane izobrazbe građevinskih radnika za stjecanje znanja u području energetske učinkovitosti u zgradarstvu. Kontinuiranim stjecanjem novih znanja i vještina certificiranim radnicima za energetske učinkovitu gradnju omogućit će se prilagođavanje promjenama društva, gospodarstva i potrebama tržišta rada.

Literatura

- [1] Commission Green Paper of 8 March 2006: A European strategy for sustainable, competitive and secure energy, COM(2006) 105 final

- [2] Communication from the Commission of 19 October 2006 entitled: Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, COM(2006) 545
- [3] Communication from the Commission Europe: 2020 A strategy for smart, sustainable and inclusive growth Brussels, 3.3.2010 COM(2010) 2020
- [4] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Energy efficiency plan 2011 (COM(2011) 109 final of 8.3.2011)
- [5] Tomšić, Ž.: Pravni okvir za gospodarenje energijom i energetska efikasnost u Europskoj uniji (EU); Ciljevi energetske politike EU i energetska efikasnost u Europskoj uniji, 2014
- [6] Communication from the Commission to the European parliament and the council: "The Road from Paris: assessing the implications of the Paris Agreement and accompanying the proposal for a Council decision on the signing, on behalf of the European Union, of the Paris agreement adopted under the United Nations Framework Convention on Climate Change", COM(2016) 110, Brussels, 2.3.2016
- [7] Mikulić, D., Štirmer, N., Milovanović, B., Banjad Pečur, I.: Energijsko certificiranje zgrada, Građevinar, 62 (2010) 12, pp. 1087-1096
- [8] Banjad Pečur, I., Štirmer, N., Milovanović, B.: CROSKILLS – razvoj nacionalne strategije za obrazovanje građevinskih radnika u području energetske učinkovitosti, Hrvatski savez građevinskih inženjera Cavtat, 15. – 17. studenoga 2012.
- [9] Banjad Pečur, I., Štirmer, N., Milovanović, B., Carević, I., Balen, I., Škrlec, D., Marđetko Škoro, N., Pintarić, K., Križ Šelendić, I., Brnada, I., Slišković, B., Štambuk, I., Duić, M., Pazman, Z., Roža, A., Šestan, S., Mišćević, Lj., Šimić, A., Major, J., Benjak, K., Novak, S., Vlašić, S., Pašičko, R., Mirjanić, G.: Analiza postojećeg stanja u zgradarstvu u Republici Hrvatskoj i vještina građevinskih radnika u području energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije, 2013.