

CJELOVITA ENERGIJSKA OBNOVA VIŠESTAMBENIH I JAVNIH ZGRADA

Gradnja obiteljskih pasivnih kuća u Sloveniji već je stekla ugled. Na red dolaze nestambene, uglavnom veće pasivne novogradnje i, dakako, sanacije postojećih višestambenih i javnih zgrada s pasivnim tehnologijama. O primjerima i značenju dobre građevinske prakse na području niskoenergetske i pasivne obnove već se pisalo, a ove će se godine u Sloveniji realizirati prva obnova vrtića Manka Golarja u Gornjoj Radgoni s pasivnim tehnologijama.

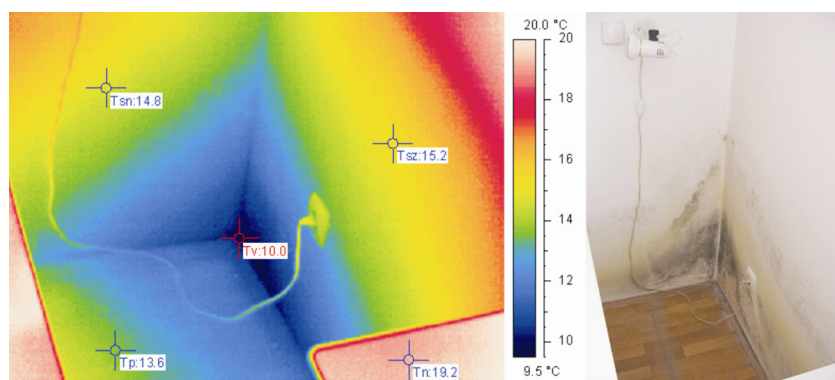
Općenito

Slovenija je po direktivama EU obvezna primjenjivati zahtjeve za energetska učinkovitost, uporabu obnovljivih izvora energije te smanjivanje emisija stakleničkih plinova. Na građevinskom području među brojnim djelotvornim postupcima učinkovite upotrebe energije i obnovljivih izvora energije pri novogradnjama sve veću ulogu ima uloga cjelovite energetske sanacije postojećega stambenog fonda, ponajprije javnih i stambenih zgrada. Poznato je da bi se izvođenjem osnovnih zahvata energetske sanacije toplinski gubici cjelokupnog stambenog fonda u Sloveniji smanjili najmanje 30 posto, uporabom obnovljivih izvora energije potrošnja energije za grijanje zgrada smanjila bi se najmanje 50 posto. Cjelovitom obnovom višestambenih zgrada na niskoenergetsku, tj. pasivnu razinu postiže se 70 do 90 posto manja potrošnja energije za grijanje, ovisno o postojećem stanju zgrade i izboru zahvata koji se izvode pri obnovi.

Rezultat brižno planiranih, provjerenih i optimiziranih zahvata učinkovite upotrebe energije i obnovljivih izvora energije pri obnovi višekatnih stambenih i javnih zgrada bitno

smanjuje potrošnju energije i ispuste CO₂, smanjuje ovisnost o dobavljaču energije i njihovim cijenama, smanjuje troškove rada zgrade te povećava vrijednost zgrade i stambenu udobnost njezinih korisnika.

investicija zamjenom prozora ili većom debljinom toplinske izolacije. U Sloveniji ne postoji slučaj kod kojega su sanacijom plašta višestambene zgrade na niskoenergetsku razinu ugrađeni odgovarajući sustavi



Termografska snimka mjesta na vanjskome plaštu zgrade gdje je kombinacija manjega geometrijskog TM te povišene relativne zračne vlažnosti u duljem razdoblju uzrokovala intenzivan razvoj plijesni

Svaku energetska sanaciju valja izvoditi cjelovito. Kod višestambenih zgrada paušalno planirani i izvedeni sanacijski zahvati često su uzrok nizu neželjenih učinaka koji stanare uvjeravaju da zahvati energetske sanacije nisu uvijek jednako učinkoviti – iako su izvedeni u skladu s propisima.

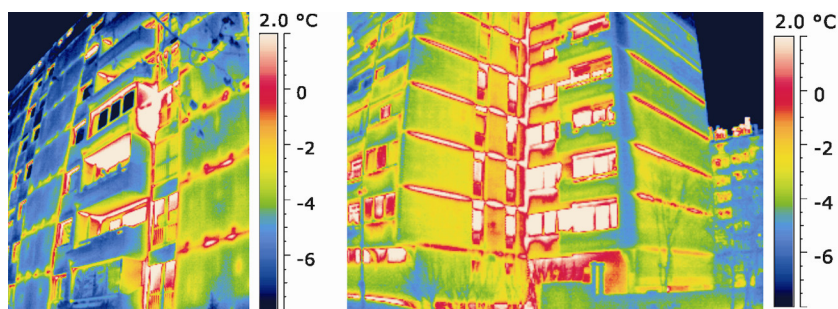
Tako se pri sanaciji starijih višestambenih zgrada premalo pozornosti posvećuje dosljednom rješavanju toplinskih mostova, primjerenoj debljini toplinske izolacije, a zanemaruju se zahvati na instalacijskim sustavima. Primjeri se susreću u vlastitim dvorištima: žarko obojena pročelja s 3 cm toplinske izolacije ili bez nje zbog neslaganja susjeda, premalo novca ili sl. Upravitelji zgrada često izvještavaju o teškoćama koje imaju s usklađivanjem različitih mišljenja i odlučivanjem za izvođenje cjelovite energetske obnove – bez obzira na uštedu na troškovima rada i održavanja te povoljnom vremenu povrata

prozračivanja s rekuperacijom (povratom topline).

Stoga se često pri zamjeni starih i ugradnji novih prozora te dodatnom povećanom zrakonepropusnošću zgrade ubrzo i na pravilno toplinski saniranim dijelovima zgrade pojavljuju oštećenja u obliku različitih vrsta plijesni. Uzrokuju ih povišena relativna vlažnost zraka zimi (iznad 45 posto) i povišena relativna zračna vlaga na premalo izoliranim toplinskim mostovima (TM) koji na hladnijim dijelovima plašta iznose i do 80 posto (uglovi, nezračeni vanjski zidovi iza namještaja,...).

Utvrđeno je da su u takvim slučajevima glavni uzroci neugodnih stambenih odnosa, uvjetovanih štetnim plijesnima, kondenzacijom i slabim zrakom u stanovima ponajprije nepromijenjene životne navike stanara koji stanove nedovoljno prozračuju. Statistički podaci o negativnim iskustvima pri energetska sanacijama iz

proteklih razdoblja (bez ugrađenoga mehaničkog prozračivanja) dolaze uglavnom iz inozemstva, jer na našim prostorima cjelovitih energetske sanacije na niskoenergetsku razinu nema dovoljno. Kod nas su stari zamjenjivali dotrajale prozore novima, ostakljivali balkone, lože i sl., što je sve skupa povećalo zrakonepropusnost plašta, ali zbog djelomičnih i samovoljnih rješenja vlasnika uzrokovalo nastajanje nenadziranih, nesansiranih toplinskih mostova i drugih posljedica izvođenja zahvata učinkovite upotrebe energije.



Termografska snimka plašta višestambene građevine: linijski i točkasti TM konstrukcijskoga izvora, smanjivanje učinka toplinske zaštite zbog propuštanja vlage, energetska učinkovitost izvedenih ostakljenja i grijanja balkona

Na temelju takvih iskustava u proteklom desetljećima i razvojem novih tehnologija u inozemstvu su počeli u obnove stambenih zgrada ugrađivati visokoučinkovite uređaje za prozračivanje s rekuperacijom i povećavati i energetska učinkovitost cijeloga plašta na razinu koja vrijedi za gradnju niskoenergetskih i pasivnih zgrada (veća debljina ugrađene toplinske izolacije, kvalitetno troslojno ostakljenje). Kvaliteta zraka u zgradama tako je kontrolirana, puno su veće uštede energije za grijanja jer se s pomoću zahvata učinkovite upotrebe energije i obnovljivih izvora energije smanjuju u prosjeku na 25 kWh/m²a i više. Takve se karakteristike teže postižu pri spomenički zaštićenim zgradama gdje se npr. ne može postaviti toplinska izolacija s vanjske strane. Kod takvih su zgrada uštede nešto manje, izvedba takvih zahvata je redovito zahtjevnija i skuplja.

Pri energetska učinkovitoj obnovi čvrsto se isprepleće rad različitih stručnjaka koji najprije moraju provjeriti konstrukciju, zatim predložiti moguće načine sanacije vanjskoga plašta (izabrati materijale, toplinsku zaštitu, zrakonepropusnost), provjeriti mogućnost za uporabu obnovljivih izvora energije (npr. grijanje toplinskom crpkom, na biomasu, priprema tople vode solarnim sustavom) uvesti mehaničko prozračivanje s rekuperacijom i omogućiti ljetno noćno hlađenje prirodnim prozračivanjem, pobrinuti se za racionalnu

upotrebu električne energije. Provjerenе odluke različitih stručnjaka bitno utječu na potrošnju energije za grijanje i na potrošnju ukupne energije – ali i na ispuštanje CO₂ i predstavljanje tržišne energetske karakteristike zgrada koje će se ubuduće iskazivati preko primjerice, znaka kvalitete u graditeljstvu ili energetska iskaznicom zgrade.

Nažalost, pojednostavljeni proračuni često investitorima pokazuju da je cjelovita energetska sanacija postojećega plašta i energetska sustava s pasivnim tehnologijama skuplja od novogradnje. No, trenutačno veća investicija znači i produženi vijek trajanja sanirane građevine, bitno niže radne troškove, veći stambeni standard i veću tržišnu vrijednost građevine, a ne smije se zanemariti i pozitivan utjecaj na okolinu. Činjenica jest da sanirana višestambena zgrada poticajno utječe na susjedne zgrade i njihove vlasnike.

Kod svih ostalih aspekata koje uključuje energetska sanacija postojećega stambenog fonda (statička sanacija, preuređenje tlocrta, uklanjanje arhitektonskih zapreka, generacijski i drugi arhitektonski izazovi, uporaba inovativnih tehnologija, nove socijalne i sociokulturološke komponente ...) i drugih novih mogućnosti koje se nude, održivi razvoj zajedno s visokom energetska učinkovitošću postaju nešto samo po sebi razumljivo, a u inozemstvu su razumljivi i financijski državni poticaji i zahtjevi koji su usmjereni u ekološku i energetska obnovu višestambenih i javnih zgrada.

Optimiziranom uporabom zahvata učinkovite upotrebe energije može se svaka zgrada približiti razredu energetska štedljivih kuća. Pritom se godišnja potrošnja energije za grijanje i pripremu sanitarne tople vode koja ne prelazi 50 kWh/m² na godinu, postiže povećanom debljinom toplinske izolacije, boljim prozorima, štedljivim i energetska učinkovitim grijanjem.

Kod niskoenergetskih kuća potrošnja energije za grijanje ne smije prijeći 30 kWh/m². U takvoj su kući specifični toplinski gubici pet puta manji nego u klasičnim kućama, a imaju ugrađen sustav energetska učinkovitoga mehaničkog prozračivanja prostora.

Energetska najmanje rasipne su tzv. pasivne kuće gdje se za grijanje troši 15 kWh/m² na godinu, zgrade za postizanje visokoga stupnja stambene udobnosti imaju ugrađen sustav prozračivanja s rekuperacijom.

Potrebnu debljinu toplinske izolacije na pojedinim dijelovima plašta postojeće zgrade građevnog instituta ZRMK optimizira se energetska pregledom postojećega stanja zgrade predinvesticijskim studijama predlaganih varijanata sanacije. Studije investitorima prikazuju vrijeme povrata investicije i opravdanost izvođenja pojedinih predloženih zahvata.

Upotreba vrijedećih propisa tako je samo minimalni kriterij, na temelju analiza ušteda i povratnog vremena uvedenih zahvata odlučuje se o energetske sanaciji na niskoenergetsku ili pasivnu razinu: za ugradnju većih debljina toplinske izolacije i bolje stolarije te za uporabu novijih tehnologija grijanja i prozračivanja.

Toplinski mostovi moraju biti odgovarajuće sanirani, detalji pravilno planirani i proračunski provjereni. Samo mali dio nepravilno saniranih toplinskih mostova ima pri obnovi na niskoenergetsku ili pasivnu razinu velik utjecaj na zajedničke transmisivne toplinske gubitke koji se moraju uzeti u obzir pri zajedničkoj energetske bilanci zgrade. Toplinsko - izolacijski materijali moraju se pravilno izabrati, upotrijebiti na pravome mjestu i pravilno ugraditi, isto tako i građevna stolarija.

Pri planiranju svake energetske obnove zgrade nužno je prepletanje različitih struka; građevni fizičar provjerava građevno-fizikalne karakteristike plašta, odgovarajuće detalje, toplinske mostove i preporučuje pravilna rješenja, energetičar provjerava utjecaj odluka na cjelovitu energetske bilancu zgrade i predlaže moguća poboljšanja postojećih energetske sustava, slijedi projektiranje i optimizacija rješenja.

Optimizacija rješenja određuje konačni oblik sanacije. Tako se na temelju metodologije studije izvedivosti određuju pojedini zahvati koji su ekonomski opravdani i koji se u sklopu sanacije i izvode.

U nastavku su prikazani neki primjeri iz okolice Weiza u Austriji. Da bi investitori izveli energetske učinkovite zahvate u sklopu obnove postojećih građevina, između ostaloga su potaknuti programom -40% koji nudi subvencionirane zajmove u slučaju da izvedeni zahvati donesu bar 40 posto smanjenja postojeće potrošnje energije za grijanje. Taj postotak uglavnom se postiže već s

osnovnim zahvatima poboljšane toplinske zaštite plašta zgrade koji obuhvaća zamjenu prozora s energetske učinkovitijima i povećanjem debljine toplinske zaštite plašta zgrade. Tu su i dodatne subvencije za poboljšanu toplinsku zaštitu, za obnovu višestambenih zgrada, za prijelaz na obnovljive izvore energije za grijanje i pripremu tople vode (biomasa, spremnici sunčeve energije), za fotonaponske ćelije, za uporabu ekoloških trajnosnih materijala itd.

Energetska sanacija osnovne škole u Peesnu

Stara je osnovna škola u Peesnu izgrađena 1900., a sanirana je od 2003. do 2007. S proširenjima ima zajedno 878 m². Prije obnove potrošnja energije za grijanje bila je 92 kWh/m²a, a nakon obnove spala je na 41 kWh/m²a. Zahvati koji su iz-



Stara školska zgrada – zidano podnožje sa saniranim plaštom, toplinska zaštita vanjskoga zida u dijelu koji se grije, svi prozori izloženi sunčevu zračenju imaju sjenila

vedeni na stogodišnjoj školi obuhvatili su sanaciju vanjskih obodnih zidova sa 18 cm toplinske izolacije (pjenasti polistiren). Strop prema tavanu dodatno je izoliran s 14 cm mineralne vune, podovi na tlu s 5 cm toplinske izolacije. Svi su prozori zamijenjeni drvenima, s trostrukim ostakljenjem i ukupnom toplinskom prolaznosti $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zajedno s obnovom pročeljnoga plašta s neobnovljivoga izvora energije za grijanje (loživo ulje) prešlo se na obnovljivi izvor – biomasu.

Tim je zahvatima škola smanjila potrošnju energije više od 50 posto i

time zaslužila austrijski znak za okolinu koji se dodjeljuje školama s održivim procesom rada. U ovom se slučaju obnove nije radilo samo o energetske učinkovitim zahvatima, nego i o odgoju djece. U svom obrazovnom programu velika se pozornost posvećuje okolišnoj pedagogiji, boravku i zdravlju djece u školi, ergonomiji i opremi, sigurnoj uporabi energije, hrani i namirnicama koje se rabe, prirodnim sredstvima za čišćenje, okolini, prometu i mobilnosti, postupanju s vodom i otpadom te smanjivanju zagađenja okoliša. Učenici su preuzeli ulogu energetske policajaca koji se brinu o gašenju svjetla, zatvaranju slavina, vrata, odvajanju otpada. Isto tako svaki dan zapisuju podatke o temperaturi u prostoru i potrošnji energije. Radi se o procesu učenja, uzoru i izvođenju zahvata kojima se energetske i okolišno osvješćuju već prvoškolci.

U Sloveniji su slični projekti *Ekoškola, Školsko energetske knjigovodstvo*, a pokrenuti su i pojedinačni odgojno - školski projekti u sudjelovanju s *Eforumom* i suradnji s *Institutom ZRMK*. Na istom su institutu izrađene studije izvedivosti za energetske sanaciju osnovnih škola, a započeti su i procesi njihove realizacije.

Obnova višestambene kuće Gasen

Energetske sanacije nekadašnjega učiteljskog bloka iz 1966. sa 680 m² površine završena je 2006. u okviru demonstracijskoga projekta *Ökosan*.



Južno, istočno i sjeverno pročelje sanirane građevine

Zahvatima na plaštu i decentraliziranim prozračivanjem s rekuperacijom smanjila se potrošnja energije za grijanje 77 posto (sa 157 kWh/m²a na 36 kWh/m²a), bitno se poboljšala udobnost boravka u stanovima gdje je prije bilo previše vlage i plijesni.



Sva stakla imaju trostruko ostakljenje

Na sve opečne (30 do 40 cm) obodne vanjske zidove i strop iznad negrijanog podruma izvedeno je 16 cm ekspanziranog polistirena, na strop prema tavanu 14 cm mineralne vune, na ukopanom sjevernom dijelu zgrade izvedena je nova hidroizolacija s drenažom te su zidovi prema terenu izolirani sa 16 cm ekstrudiranog polistirena. Stari su prozori i ulazna vrata zamijenjeni novima od PVC-a (trostruko energetska učinkovito ostakljenje), s prosječnom toplinskom prolaznošću 0,8 W/m²K i u sve prostore stanovanja ugrađeni su uređaji za prozračivanje s rekuperacijom (64 posto učinkovitosti). Grijanje je radijatorsko s termostatom i vezano za daljinsku kotlovnicu na biomasu.

Troškovi energetske obnove bili su otprilike 309 €/m² stambene površine i vratit će se uštedama na grijanju za 21 godinu.

Kako je od sanacije prošla godina dana, već su dobiveni prvi povoljni

rezultati potrošnje energije i prilagodbe stanara koji su u projekt sanacije uključeni od početka. Vrlo su zadovoljni smanjenim troškovima grijanja i poboljšanim stambenim odnosima.

Cjelovita obnova škole Stenzengreich

Stara osnovna škola iz 1953. cjelovito je obnovljena 2006. Prvu su vlastitim rukama sagradili sami mještani, a 2004. je školski program zbog manjka učenika ukinut. Iz škole je nastao općinski centar s 530 m² ko-

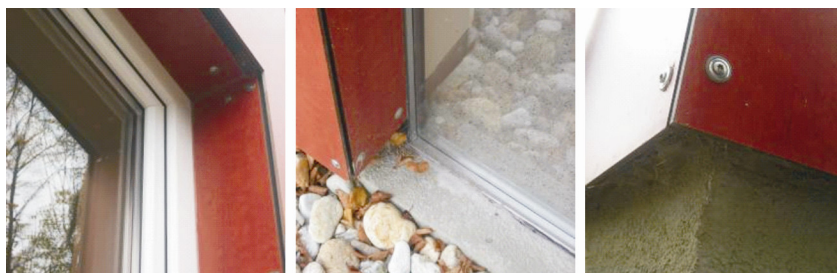
220 kWh/m²a, nakon obnove 50 kWh/m²a. Vanjski zidovi i podovi na terenu izolirani su s 12 cm ekspanziranog polistirena, u krovu je 35 cm mineralne vune. Prozori su u starom dijelu zgrade zamijenjeni drvenima, u novom dijelu s prozorima od umjetne tvari s prosječnim U = 1,2 W/m²K.

Pojedini dijelovi zgrade decentralizirano se prozračuju. Zgrada je s grijanja na lož - ulje prešla na biomasu (kotao na palete sa snagom 23 kW), djelomično se potrebe grijanja pokrivaju pomoću kolektora sunčane energije (16 m²), ugrađen je spremnik topline od 1000 litara. Kolektori sunčeve energije služe i za pripremu tople sanitarne vode (prije lož - ulje). Regulacija grijanja moguća je odvojeno po prostorima i katovima. Iskoristava se i kišnica.

Prije sanacije zgrada je proizvodila 46,76 t CO₂ na godinu, nakon sanacije ispusti su se smanjili na 1,7 t CO₂. U okviru cjelovite obnove ispred zgrade je izgrađen prostor za



Sanirani dio starije školske zgrade te novoizgrađeni dio



Pročelje sa slojem za prozračivanje na novom dijelu građevine, dobro izolirani sokli i temelji, prozori s trostrukim ostakljenjem

jom se koriste stanovnici općine, razna društva i župan. Prije obnove potrošnja energije za grijanje bila je

priredbe srednje veličine sa zdencom i dječjim igralištem. U obnovljenoj je školi u prizemlju stvoren

veći prostor za priredbe, prostori za mlade i prostori za slobodne aktivnosti. Na katu su mjesni uredi i ured župana, a u potkrovlju su dobivena dva stana. Gradnja je završena za devet mjeseci. Projekt je izveden financijskim sredstvima iz više izvora: za obnovu sela, za održivu obnovu zgrada, za energetska sanaciju stambenih prostora itd.

Obnova doma umirovljenika u Weizu

Obnova doma umirovljenika na pasivnu energetska razinu završena je 2006. prema projektu arhitekta Kalteneggera i donijela je bitne prednosti svojim stanarima. Oni sada borave u vrlo kvalitetnom stambenom okruženju. Uvođenje središnjeg sustava za prozračivanje s rekuperacijom osigurava uvijek svjež zrak u prostorima doma.

koni su sanirani montažnim panelima koji su ugrađeni na mjestu vanjskoga ruba balkona. Zgrada je time osim smanjenih toplinskih gubitaka zimi i toplinskih opterećenja ljeti dobila novu površinu s povećanom uporabljivošću novonastaloga toplinskog međuprostora. Ukupna stambena površina povećala se s 4321 m² na 4978 m². Stanari doma dobili su nove zajedničke, višenamjenske prostore i kapelu.

Masivni sklopovi neprozirnoga vanjskog plašta (zid i ploče otvorenih balkona) toplinski su zaštićeni pločama izolacijskoga materijala optimiziranih debljina. Većom debljinom toplinske izolacije povećala se unutarnja površinska temperatura vanjskih zidova.

Toplinske prolaznosti neprozirnih dijelova plašta zgrade nakon sanacije

đen mjestu ugradnje, tj. između 0,9 W/m²K na mjestu trostrukih fiksnih ostakljenja do 1,1 W/m²K za prozore na ostakljenim balkonima.

Zahvati, izvedeni na plaštu, obuhvaćaju ugradnju različitih vrsta i debljine toplinske izolacije na pojedine dijelove vanjskoga plašta zgrade (npr. 16 cm vanjski zid, 22 cm ravni krov, 16 cm strop iznad negrijanoga podruma, 12 cm vanjski ukopani zid i zid prema negrijanome podrumu, kosi krov 34 cm, stop prema vanjskom zraku 28 cm). Sve su debljine toplinske izolacije zajedno s mogućim varijantama sanacije staklenih površina i toplinskih mostova na pročelju optimizirani s obzirom na udio njihova doprinosa smanjivanju upotrebe energije za grijanje i pripadajuće troškove. Vrata i prozori zamijenjeni su aluminijskim, U = 1,01 W/m²K. Sva fiksna ostakljenja su tro-



Pogled na sanirani dom za starije – osuvremenjen izgled pročelja, na krovu solarni sustav

Energetska sanacija građevine bila je definirana na pasivni standard. Zahvatima na vanjskome plaštu i instalacijama dosegla bi uobičajene učinke *faktora 10*. Cjelovitom toplinskom zaštitom ovoja zgrade te izabranim zahvatima na instalacijama grijanja i prozračivanja osigurano je 15 – postotno smanjenje potrošnje ishodišnih potreba za toplinom.

Većinu vertikalnih površina plašta zauzimaju balkoni apartmana. Bal-

kreću se između 0,15 i 0,30 W/m²K. Prozori imaju prolaz topline prilago-

slojna i postižu U = 0,6 W/m²K. Posebnost je ovješeno stakleno pročelje



Veći dio vanjskoga plašta saniran je ugradnjom montažnih panela

Energetska učinkovitost

u bojama jesenskoga lišća ($U = 0,97 \text{ W/m}^2\text{K}$) s kojom su uklonjeni svi mogući toplinski mostovi na pročelju.



Primjer izvedbe prozračivanja u blagovaonici

Grijanje zgrade je daljinsko, ugrađeno je prozračivanje s rekuperacijom (70 posto), priprema tople sanitarne

vode dopunjuje se postojećim kolektorima sunčane energije (otprilike 200 m^2). Ljetno pregrijavanje sprje-



čavaju rebrenice u prostorima između stakla. Poznati su rezultati prve sezone grijanja: upotreba energije za

grijanje smanjila se s $157 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ na $24 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (85 posto), a bitno su niži i troškovi grijanja (s 30450 eura na 4190 eura na godinu).

Najvećoj uštedi kod energije za grijanje pridonijela je sanacija postojećih toplinskih mostova (30 posto), zatim zamjena prozora i stakleno pročelje (24 posto), slijede učinci rekuperacije (16 posto), ostalo je na strani toplinske zaštite vanjskih obodnih površina. Proračuni su pokazali da će se investicija izvedenih zahvata učinkovite uporabe energije vratiti uštedom troškova grijanja u roku od 18 godina.

mr. sc. Miha Praznik, dipl. ing. str.

mr. sc. Silvija Kovič, dipl. ing. arh.

Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.,
Dimičeva 12, Ljubljana