Prilike i prepreke u sustavnoj izgradnji niskoenergetskih objekata u Republici Hrvatskoj

Marđetko, Dino

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:524623

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Sjever

Završni rad br. 385/GR/2019

Prilike i prepreke u sustavnoj izgradnji niskoenergetskih objekata u Republici Hrvatskoj

Dino Marđetko, 5130/601

Varaždin, rujan 2019. godine

Sveučilište
Sjever

Odjel za Graditeljstvo

Završni rad br.385/GR/2019

Prilike i prepreke u sustavnoj izgradnji niskoenergetskih objekata u Republici Hrvatskoj

Student

Dino Marđetko, 5130/601

Mentor

Antonija Bogadi, dipl. ing. arh.

Varaždin, rujan 2019. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ preddiplomski stručni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Dino Marđetko | MATIČNI BROJ 5130/601

DATUM 23.09.2019. | KOLEGIJ Završni radovi i instalacije u graditeljstvu

NASLOV RADA Prilike i prepreke u sustavnoj izgradnji niskoenergetskih objekata u Republici Hrvatskoj

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Opportunities and obstacles for zero energy buildings construction in Croatia

MENTOR Antonija Bogadi | ZVANJE predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. prof.dr.sc. Božo Soldo
2. mr.sc. Vladimir Jakopec, predavač
3. Antonija Bogadi, predavač
4. doc.dr.sc. Alekesej Aniskin
5.

Zadatak završnog rada

BROJ 385/GR/2019

OPIS

Pristupnik u Radu iznosi analizu odrednica EU za izgradnju niskoenergetskih objekata od 2020. i izlaže implikacije tih odrednica za izgradnju zgrada u Republici Hrvatskoj. Nadalje je potrebno opisati tehnologiju gradnje niskoenergetskih objekata, s građevinskog i ekonomskog aspekta, s aspekta zaštite okoliša i u usporedbi sa "klasičnim" sustavima gradnje.
Pristupnik izlaže i argumentira svoj sud, temeljen na činjenicama izloženim u prvom dijelu rada, o mogućim poteškoćama koje bi se mogle javiti kod poštivanja EU smjernica za izgradnju niskoenergetskih objekata, te o prilikama za korisnike i gradevinsku industriju koje ta tehnologija predstavlja.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE SJEVER

ZADATAK URUČEN 05.10.2018. | POTPIS MENTORA

Zahvala

Zahvaljujem se mentorici Antoniji Bogadi, dipl. ing. arh., što mi je omogućila istraživanje teme koja me je zanimala tijekom studiranja i što mi je svojom pomoći, sugestijama i strpljenjem doprinijela stjecanju novog znanja. Zahvalu upućujem i ostalim profesorima i članovima Sveučilišta Sjever. Najveće hvala ide mojoj obitelji koja je bila velika podrška tijekom mog studiranja i uvijek je bila spremna pomoći.

Sažetak

Stalno slušamo na vijestima da su trenutne klimatske promjene ponajviše uzrokovane ljudskim nemarnim trošenjem prirodnih resursa i ako nešto ne poduzmemo nećemo imati što za ostaviti budućim generacijama. Europska Unija stoga donosi Direktivu kojom se regulira i nastoji smanjiti potrošnja energije. Jedan od načina za postizanje niže potrošnje energije je izgradnja niskoenergetskih objekata. Niskoenergetski objekti imaju nisku potrošnju energije zahvaljujući jednostavnom obliku objekta, orijentaciji na jug, niskotemperaturnom sustavu grijanja, dobroj izolaciji oplošja cijelog objekta, kvalitetnim troslojnim LOW-E IZO staklima te ugrađenoj ventilaciji s rekuperacijom. No zbog tih sustava niskoenergetski objekti su mnogo skuplji od tradicionalnih objekata što će biti dokazano u kasnijoj razradi. Naravno, ne smije se gledati samo financijska strana već i ugodnost življenja u niskoenergetskim objektima, koja je na visokoj razini. Zbog prednosti niskoenergetskih objekata, Europska Unija a i Republika Hrvatska pokušavaju građanima što više približiti mogućnost izgradnje niskoenergetskih objekata ili energetske obnove objekata putem sufinanciranja. Napravljena je studija slučaja energetske obnove obiteljske kuće u kojoj su prikazane poteškoće prilikom dobivanja sufinanciranja za energetsku obnovu.

Ključne riječi: niskoenergetska kuća, tradicionalna kuća, klimatske promjene, sustavi, energetska učinkovitost, sufinanciranje

Abstract

We constantly listen on news that current climate changes are mostly result of human careless use of natural resources and if we don't do something there will be nothing left for future generations. European Union therefore brings Directive with which is trying to regulate and keep energy consumption on lower levels. One of ways for achieving lower energy consumption is by building low energy buildings. Low energy buildings have low energy consumption thank's to simple shape of buildings, orientation to south, low-temperature heating system, well insulated buildings surface area, quality triple LOW-E glass and heat recovery ventilation. But because of this systems, low energy buildings are much more expensive than traditional buildings and this will be proved in further elaboration. Of course, we can't only observe financial side but also living comfort in low energy buildings, which is on high level. Because of advantages of low energy buildings, European Union and also Croatia are trying to bring citizens closer to possibility of building low energy buildings and performing energy renovation of buildings by co-financing. Case study for energy renovation of family home is made, in which are presented problems with getting co-financing for energy renovation.

Keywords: low energy house, tradicional house, climate changes, system, energy efficiency, co-financing

Popis korištenih kratica

ESI	Europski strukturni i investicijski fondovi
NECP	National Energy & Climate Plan
ICT	Information & Communications Technology
EPS	Ekspandirani polistiren
XPS	Ekstrudirani polistiren
IZO	Izolacijsko staklo
LOW-E	Low-emissivity
PVC	Polyvinyl Chloride

Sadržaj

1. Uvod 1

2. EU Direktiva za energetsku učinkovitost do 2020. i od 2020. 3

2.1. Mjere Europske Unije za poboljšanje energetske učinkovitosti 4

2.2. Napredak energetske učinkovitosti 4

2.3. Osvrt na pametne kablove za struju i cijevi za plin 6

2.3.1. Postavljanje pametnih kablova 7

2.4. Utjecaj EU Direktiva na Republiku Hrvatsku 7

2.4.1. Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost 8

2.4.2. Nacionalno koordinacijsko tijelo za energetsku učinkovitost 8

2.4.3. Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti 9

3. Smjernice za izgradnju niskoenergetskih objekata 11

3.1. Bitne odrednice kod projektiranja i gradnje niskoenergetskih objekata 11

3.1.1. Oblik kuće, odnosno faktor oblika 11

3.1.2. Orijentacija kuće 14

3.1.3. Niskotemperaturni sustav grijanja 15

3.1.4. Izolacija oplošja kuće 20

3.1.5. Ugradnja troslojnih stakla 24

3.1.6. Kontrolirana ventilacija s rekuperacijom 32

4. Dobrobiti niskoenergetske gradnje u Republici Hrvatskoj 34

5. Prepreke i moguće poteškoće kod energetske obnove objekata u Republici Hrvatskoj 36

5.1.Subvencije za izgradnju niskoenergetskih objekata 36

5.2. Energetska obnova objekta: studija slučaja obiteljske kuće *38*

5.3.Usporedba cijene izvedbe niskoenergetske i tradicionalne kuće *41*

5.4.Izvedba niskoenergetske kuće u Republici Hrvatskoj *45*

Zaključak **48**

Literatura web **50**

Literatura knjige **51**

Popis slika **51**

Popis tablica **53**

1. Uvod

Svakodnevno smo slušatelji informacija o globalnom zatopljenju i uništavanju ekološkog svijeta industrijalizacijom i nesavjesnim korištenjem resursa koje posjedujemo. Samim time prisiljeni smo i moralno dužni osmisliti načine koji više pogoduju zaštiti i očuvanju prirode u kojoj živimo.

Europska Unija osmislila je program pod nazivom „Operativni program konkurentnost i kohezija 2014-2020“ kojem je cilj poticati ulaganja u infrastrukturne investicije u područjima prometa, energetike, zaštite okoliša, ICT-a, obrazovanja u svrhu rasta i razvoja te otvaranju novih radnih mjesta. [1]

Jedan od načina za promicanje energetske učinkovitosti je sufinanciranje izgradnje i obnove javnih, stambenih i industrijskih objekata. Republika Hrvatska kao jedna od novijih članica Europske Unije počinje se upoznavati s novim granama graditeljstva a jedna od njih su niskoenergetski objekti.

Prema Europskim normama za Republiku Hrvatsku vrijedi da su niskoenergetski objekti svi novoizgrađeni ili energetski obnovljeni objekti čija godišnja potrošnja toplinske energije ne prelazi 30kWh/m^2. Bitno je napomenuti da za članice Europska Unije vrijede različite norme zbog različitih klimatskih faktora u tim zemljama. Npr. u Njemačkoj je ta propisana vrijednost 50kWh/m^2 zbog nepovoljnije klime. [3]

Da bi se postigao taj cilj potrošnje toplinske energije potrebno je pratiti neke od osnovnih smjernica prilikom izgradnje i obnove objekata. Tako je prilikom projektiranja i izgradnje potrebno ostvariti što više moguće jednostavni oblik objekta jer najjednostavniji oblici kasnije imaju najmanje toplinske gubitke. Potrebno je orijentirati objekt prema jugu zbog iskorištavanja sunčeve svjetlosti i topline. Nakon izgradnje potrebno je odabrati niskotemperaturni sustav grijanja zbog kontinuiranog održavanja ugodne temperature unutar objekta i kvalitetna troslojna LOW-E IZO stakla za zadržavanje postignute temperature unutar objekta. Potrebno je izvesti toplinsku izolaciju cijelog oplošja objekta da ne bi dolazilo do pregrijavanja ljeti i prekomjernog hlađenja zimi. Potrebno je izvesti kontroliranu ventilaciju s rekuperacijom radi kvalitetnog zraka unutar objekta koji pridonosi zdravijem životu.

Ako se prilikom izgradnje objekta prate sve smjernice nakon izgradnje dobit ćemo niskoenergetski objekt koji pomoću različitih tehnologija i sustava iskorištava toplinu koja dolazi iz prirode i zadržava ju unutar objekta radi ugodnog života. Naravno, zimi je potreba za toplinskom energijom veća te iz tog razloga imamo sustav grijanja koji održava temperaturu

konstantnom. Zahvaljujući ventilaciji imamo stalan dotok svježeg zraka pa je klima unutar prostora zdrava i ugodna, bez vlage i pljesni na zidovima.

Niskoenergetski objekti nisu na višoj razini pred tradicionalnim objektima samo sa sustavima koji se u njih ugrađuju već i s cijenom. Odnosno mnogo su skuplji od tradicionalnih objekata baš zbog tih istih sustava koje sadrže a tradicionalni objekt ih nema. Naravno da s vremenom dolazi i ušteda zahvaljujući tim sustavima. Kako je cijeli objekt veoma dobro izoliran i iskorištava toplinu koja dolazi od sunca tako nema velikih toplinskih gubitaka a samim time i financijskih gubitaka.

U kasnijoj razradi usporedbe tradicionalnih objekata i niskoenergetskih objekata dokazano je da su, u ovom slučaju niskoenergetske kuće za 40% skuplje od tradicionalnih. Isto tako dokazano je da se investicija uloženog novca, s obzirom na mjesečne troškove vraća kroz 35 godina upotrebe objekta.

Kako Europska Unija s jedne strane određuje da se mora smanjiti potrošnja toplinske energije za 20% do 2020. godine tako s druge strane financijski potpomaže u ostvarivanju tih ciljeva. Republika Hrvatska dobiva iz ESI fondova 531 810 805 Eura. S tim novcima Republika Hrvatska mora potaknuti građane na izgradnju niskoenergetskih objekata ili na energetsku obnovu postojećih objekata u smislu sufinanciranja izvedbe radova. U kasnijoj razradi teme obrazloženi su načini sufinanciranja i kriteriji dobivanja tih sufinanciranja. Napravljena je studija slučaja energetske obnove obiteljske kuće u kojoj su detaljnije prikazani problemi koji su se javili kod dobivanja sufinanciranja energetske obnove objekata.

2. EU Direktiva za energetsku učinkovitost do 2020. i od 2020. godine

Građani Europske Unije svojim štedljivijim korištenjem energije pomažu u smanjenju troškova opskrbom energije i očuvanju okoliša. Time se nastoji pomoći Europskoj Uniji da postane, odnosno da postanemo manje ovisni o vanjskim dobavljačima plina i goriva.

Kako bismo postali neovisniji, energetska učinkovitost mora biti poboljšana ne samo sa stajališta građana, već i kroz cijeli lanac opskrbe, od proizvođača do krajnjeg kupca tj. potrošača. U isto vrijeme, pogodnosti štednje energije moraju biti veće od troškova instalacije takvih sustava. Mjere Europske Unije se zato fokusiraju na sektore gdje su potencijalne uštede najveće kao što su zgrade, ili gdje je ključan koordinirani pristup.
2012. godine Europska Unija je u Europskoj direktivi za energetsku učinkovitost (2012/27/EU) donijela odluku da se do 2020. godine smanji potrošnja energije za 20%. Ugrubo gledajući to je kao da se isključi 400 elektrana. Taj zahtjev ispunjava svaka članica Europske Unije za sebe. Također, sve članice Europske Unije moraju osigurati do 2020. da se barem 10% goriva za transport koriste obnovljivi izvori energije.
U prosincu 2018. godine Europska komisija se ponovno sastala zbog dodatnog osiguranja da će se mjere iz 2012. godine ispuniti. Istodobno donesena je Direktiva o smanjenju potrošnje energije do 2030. godine za 32.5%. Također, prema novoj direktivi 2018/2002/EU sve članice Europske Unije moraju napraviti 10 godišnji NECP plan za 2021-2030. U NECP-u je opisano kako će svaka pojedina članica postići cilj o uštedi energije i obnovljivim izvorima energije do 2030. godine. Završni planovi moraju biti predani do 31.12.2019.

Kao što je prije navedeno, Direktiva iz 2012. godine ima cilj smanjiti potrošnju energije za 20% do 2020. godine. No ne vrijedi isto za sve članice Europske Unije. Uzeto je u obzir početno stanje svake zemlje te sveukupni potencijal ostvarenja cilja. Prema tome ciljevi variraju od 10% za Maltu do 49% za Švedsku. Napredak ka ostvarenju cilja mjeri se svakih dvije godine.

Kako bi se ispunili zadani zahtjevi, Direktiva iz 2012. godine promovira suradnju između članica Europske Unije kao i s vanjskim državama.

2.1. Mjere Europske Unije za poboljšanje energetske učinkovitosti

U kontekstu Direktive iz 2012., Europska Unija je navela brojne mjere kako poboljšati energetsku učinkovitost u Europi.
One uključuju:

- smanjenje godišnje potrošnje prodaje energije za 1.5%
- izvedbu energetski učinkovitih renovacija na 3% državnih objekata
- obavezne energetske certifikate na objektima koji se prodaju ili iznajmljuju
- ugradnju uređaja u kućanstva s minimalnom energetskom potrošnjom (bojleri, svijetla, kuhinjski uređaju, televizori)
- planirana zamjena 200 milijuna strujnih kabela s pametnim kablovima i oko 45 milijuna cijevi za plin s pametnim cijevima
- velike kompanije moraju raditi kontrole energije svakih 4 godine

2.2. Napredak energetske učinkovitosti

Kako je svaka članica Europske Unije morala podnijeti podatke o napretku 2014. i 2017. godine moguće su daljnje analize i planovi. Prema promatranju razdoblja 2007.-2014. vidljiv je pad potrošnje energije ali zato između 2014. i 2017. potrošnja energije opet raste. Rast potrošnje energije može se pripisati dobroj ekonomskoj situaciji od 2014., niskim cijenama goriva i hladnim zimama u kojima se trošilo više toplinske energije. Podaci iz Eurostat-a u travnju 2019. pokazuju da je potrošnja energije u 2017. godini bila za 5.3% veća od one koja bi trebala biti prema Direktivi za 2020., dok je ukupna potrošnja energije od početka Direktive veća za 3.4% od planirane.
Ako se potrošnja energije i dalje nastavi povećavati u narednim godinama, Europska Unija neće dostići cilj zacrtan za 2020. godinu.

Zemlje članice Europske Unije su implementirale energetski učinkovite mjere u sve sektore, što je uvelike doprinijelo smanjenju potrošnje energije u Europi. Tako da je već sada taj napredak osjetljiv što sa sobom donosi brojne pogodnosti. Neke od njih su:

- nove građevine troše na pola manje energije nego one izgrađene 1980-ih
- potrošnja energije se smanjila za 16% između 2005. i 2014.
- Štedljiviji uređaji koji se ugrađuju će očekivano štedjeti oko 465 Eura po kućanstvu godišnje do 2020.
- korištenje frižidera energetskog razreda „A „se povećala s 5% iz 1995. godine na više od 90% u 2010. godini.

S implementacijom energetski učinkovitih sustava i ambicioznim energetskim programima u Europi očekuju se i daljnje pogodnosti u budućnosti.
Pogodnosti koje nam donosi budućnost:

- manja potrošnja goriva i plina za uvoz u Europsku Uniju
- manji troškovi korištenja energije za ljude koji žive i rade u energetski učinkovitim objektima, ali i poboljšana kvaliteta zraka i zaštita od vanjske buke čemu pridonose energetski učinkoviti prozori
- ciljane mjere mogu pridonijeti kućanstvima s manjim prihodima da poboljšaju svoje životne uvjete
- niže cijene energije za tvrtke, naročito one koje koriste jako puno energije (struje)
- manje potrebe za dodatnim generatorima i jačim strujnim mrežama definitivno će pridonijeti razvoju novih firmi te tako i razvoju Europe
- otvarat će se novi poslovi u građevinarstvu, proizvodnji, istraživanju i industrijama koje investiraju u energetski učinkovite sustave. [4]

2.3. Osvrt na pametne kablove za struju i cijevi za plin

Kao što je prije spomenuto, nije dovoljno samo da krajnji potrošač energije investira u energetsku učinkovitost već to mora biti odrađeno kroz cijeli lanac opskrbe. Tako Europska Unija planira zamjenu običnih strujnih kablova i cijevi s pametnim kablovima, odnosno pametnim mrežama.

Pametne mreže su energetske mreže koje uz pomoć software-a prate protok energije i prilagođavaju se promjenama u opskrbi energijom i potrošnji. Kada se povežu s pametnim kablovima, pametne mreže dolaze do potrošača i dobavljača pružajući Real-time informacije o potrošnji. S pametnim kablovima, potrošači mogu prilagoditi na vrijeme svoju potrošnju energije kako bi im odgovaralo prema različitim cijenama tijekom dana i tako štedjeti svoj novac koristeći više energije kada joj je cijena manja a ne obrnuto. Primjer uređaja za kontrolu potrošnje energije u kućanstvu nalazi se na Slici 2.1.



Slika 2.1. Uređaj za kontrolu potrošnje energije u kućanstvu

Pametne mreže mogu također pomoći u boljoj integraciji obnovljivih izvora energije. S obzirom na to da sunce ne sije cijelo vrijeme i vjetar ne puše stalno, kombinirajući informacije o potrošnji energije i vremenske prognoze može se omogućiti operaterima mreža bolje planiranje integracije obnovljivih izvora energije u sustav i njihovom balansiranju na mreži. Pametne mreže mogu također omogućiti potrošaču koji ima svoj izvor energije posredstvom obnovljivih izvora energije da proda višak energije natrag mreži. Slika 2.2. prikazuje razvodnu kutiju pametne mreže u kućanstvu. Prednosti takve razvodne kutije u odnosu na standardnu razvodnu kutiju su da na nju mogu bit spojena i gradska mreža i solarni paneli. Ukoliko solarni paneli

kućanstva proizvode više energije nego je potrebno, možemo preko te razvodne kutije energiju prodati opskrbnoj mreži. [5]



Slika 2.2. Razvodna kutija pametne mreže

2.3.1. Postavljanje pametnih kablova

Europska Unija planira zamijeniti barem 80% klasičnih električnih kablova s pametnim kablovima do 2020. Postavljanje pametnih kablova i pametnih mreža može smanjiti emisiju plinova u Europi do 9% i godišnju energetsku potrošnju kućanstva u istom iznosu.

Komisija je u istraživanju 2014. došla do nekih rezultata:

- postavit će se preko 200 milijuna pametnih kablova za struju i 45 milijuna za plin do 2020. procjenjuje se da je to investicija od 45 milijardi eura
- do 2020. očekivano je da će skoro 72% građana Europe imati pametne kablove za struju a oko 40% za plin

2.4. Utjecaj EU Direktiva na Republiku Hrvatsku

Republika Hrvatska kao članica Europske Unije mora također pridonijeti postizanju cilja za 2020. godinu. Kao i svaka druga članica, tako i Republika Hrvatska mora donijeti određene mjere i formirati nova nadležna tijela koja će provoditi politiku energetske obnove i energetske učinkovitosti, bilježiti rezultate i podnositi izvještaje Europskoj komisiji.

Prema tome, u pripremi i provođenju politike energetske učinkovitosti Ministarstvo izrađuje Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti, zajedno s ministarstvom nadležnim za poslove graditeljstva i ministarstvom nadležnim za poslove zaštite okoliša. Ministarstvo ocjenjuje učinak provedbe mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti, a posebno Nacionalnog akcijskog plana za energetsku učinkovitost. Ministarstvo izrađuje izvješća o provedbi nacionalnog akcijskog plana i provodi politiku Republike Hrvatske u području energetske učinkovitosti. Također izvješćuje Europsku komisiju o provedbi Nacionalnog akcijskog plana.

2.4.1. Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost

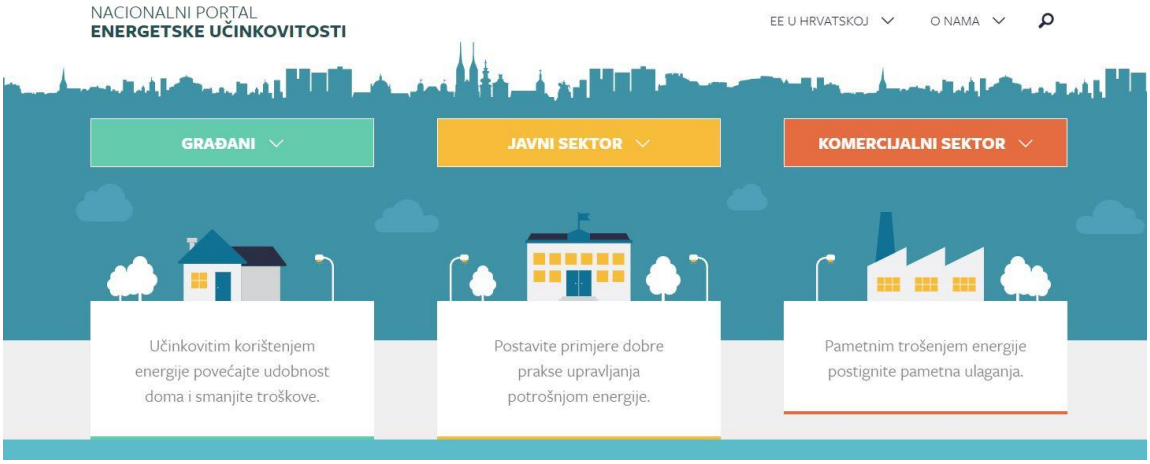
Zadaće Fonda su: upravljanje racionalnim gospodarenjem energije i pospješivanje energetske učinkovitosti, osigurati sufinanciranje provedbe mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti i dostaviti Ministarstvu program rada i financijski plan.

2.4.2. Nacionalno koordinacijsko tijelo za energetsku učinkovitost

Zadaća Nacionalnog koordinacijskog tijela je provođenje politike energetske učinkovitosti. Navedeno tijelo djeluje kao zasebna jedinica Ministarstva, a nadležno je za:

1. Osiguravanje sustavnog planiranja za poboljšanje Energetske učinkovitosti u Republici Hrvatskoj
2. Davanja suglasnosti za planove
3. Vođenje sustava za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije i provođenje postupaka verifikacije
4. Objavljivanje na svojim mrežama i stranicama informacije o dostupnim ugovorima o:
    - energetskim uslugama
    - financijskim instrumentima, poticajima, financijskim potporama i zajmovima kojima se podupiru projekti u vezi s uslugama energetske učinkovitosti
    - o izradi popisa pružatelja energetskih usluga
    - provedbi Nacionalnog akcijskog plana energetske učinkovitosti

Stranica Nacionalnog portala energetske učinkovitosti nalazi se na Slici 2.3.



Slika 2.3. Internetska stranica Nacionalnog portala energetske učinkovitosti

2.4.3. Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti

Nacionalni akcijski plan je planski dokument koji se donosi za trogodišnje razdoblje, a kojim se utvrđuje provedba politike za poboljšanje energetske učinkovitosti. Izrađuje ga Ministarstvo a donosi ga Vlada Republike Hrvatske svake tri godine.

Nacionalni akcijski plan mora sadržavati:

1. Prikaz i ocjenu stanja te potrebe u potrošnji energije
2. Dugoročne ciljeve, uključujući nacionalni okvirni cilj ušteda energije, mjere i pokazatelje za poboljšanje energetske učinkovitosti
3. Nositelje aktivnosti i rokove provedbe
4. Mjere za poboljšanje energetske učinkovitosti u skladu sa Strategijom energetskog razvitka i drugim strateškim dokumentima Republike Hrvatske
5. Plan za povećanje broja objekata gotovo nulte energije
6. Mjere za osiguranje godišnje obnove 3% (Direktiva EU) objekata koje su u vlasništvu ili uporabi središnje vlasti kako bi se ispunili barem minimalni zahtjevi energetskih svojstava
7. Izračun planiranih ušteda energije
8. Izvore financiranja plana

Republika Hrvatska donosi odluku da jedinice lokalne samouprave i veliki gradovi moraju imati akcijske planove energetske učinkovitosti. Što znači da svaka lokalna samouprava ima „mali“ Nacionalni akcijski plan koji kasnije formiraju cjelinu na bazi države. Također prema Direktivi Europske Unije velika poduzeća dužna su izraditi neovisan energetski pregled svake četiri godine.

Zakonom se propisuje da javni sektor mora održavati i rekonstruirati javnu rasvjetu tako da smanjuje potrošnju električne energije.

Ministarstvo je zajedno s ministarstvom nadležnim za poslove graditeljstva i Nacionalnim koordinacijskim tijelom razvilo internetsku platformu za pružanje informacija o energetskim certifikatima, izvješćima o pregledu, njihovoj svrsi i ciljevima ,te troškovno učinkovitim načinima poboljšanja energetske učinkovitosti zgrada. Ministarstvo donosi odluke o kaznama ako se mjere iz zakona ne poštuju. Npr. ako veliko poduzeće nema izrađen energetski certifikat može biti kažnjeno od 20 000 do 500 000 kuna. [6]

3. Smjernice za izgradnju niskoenergetskih objekata

Kako je prije rečeno, niskoenergetski objekt je svaki novoizgrađeni ili energetski obnovljeni objekt čija godišnja potrošnja toplinske energije ne prelazi 30kWh/m^2. Za niskoenergetske objekte postoji i donja granica potrošnje toplinske energije, a to je 15kWh/m^2. Ako bi niskoenergetski objekt imao potrošnju toplinske energije manju od 15kWh/m^2 onda bi se on nazivao pasivni objekt. Pasivni objekt je druga vrsta energetski učinkovitih objekata a njima se nećemo baviti u ovome radu. [7]

3.1. Bitne odrednice kod projektiranja i gradnje niskoenergetskih objekata.

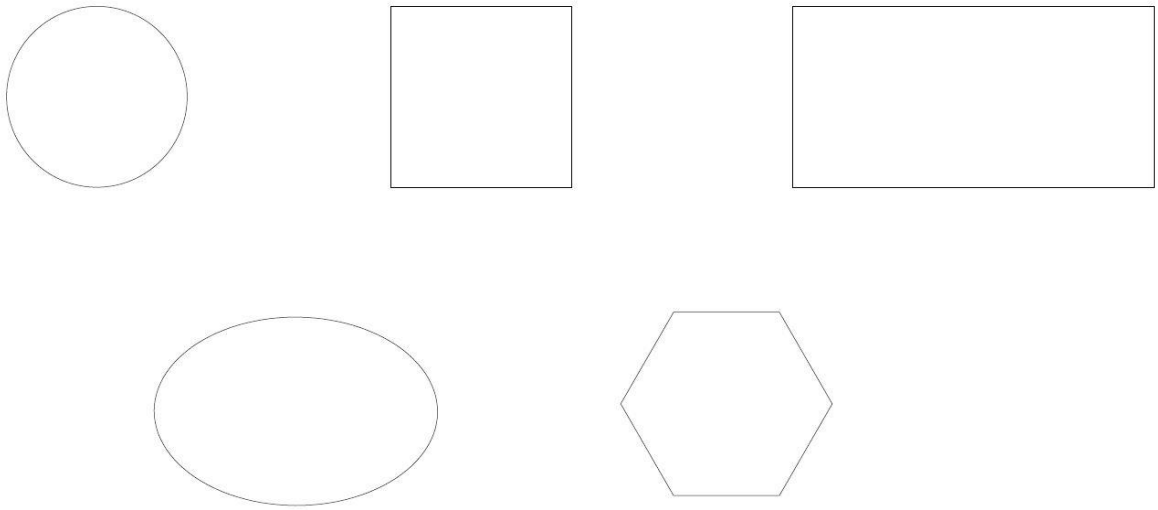
1. Kod projektiranja i gradnje niskoenergetskih objekata bitno je ostvariti kompaktnost u gradnji oblika objekta.
2. Orijentirati objekt prema jugu
3. Odabrati niskotemperaturni sustav grijanja
4. Dobro izolirati cijelo oplošje objekta
5. Ugraditi troslojna stakla
6. Ugraditi kontroliranu ventilaciju s rekuperacijom

3.1.1. Oblik objekta odnosno faktor oblika

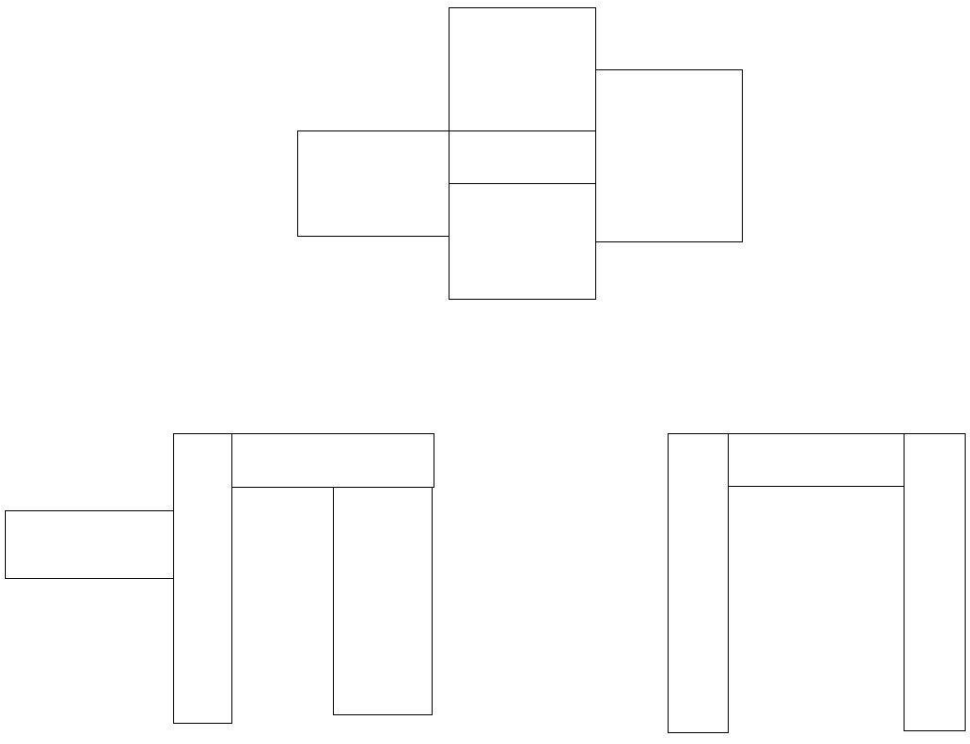
Za postizanje energetskog standarda niskoenergetskog objekta važno je pronalaženje optimalnog tlocrtnog oblika objekta. Najbolji oblici za gradnju niskoenergetskih objekata su jednostavni oblici kao što su krug, kvadrat, pravokutnik, šesterokut, elipsa. Isto tako, kod projektiranja niskoenergetskih objekata preferira se što manje konzola, balkona ili razvedenih pročelja što doprinosi toplinskim svojstvima objekta. Sve je to bitno zbog izračuna faktora oblika.

Faktor oblika (f_o) je odnos između površine vanjskog oplošja grijanog dijela objekta i volumena grijanog dijela objekta. Površina vanjskog oplošja je omotač koji čine zidovi, podovi, krov, prozori i ostali dijelovi koji od vanjskog negrijanog prostora odvajaju unutarnji grijani dio prostora.

Faktor oblika je najpovoljniji kod jednostavnih i kompaktnih građevina (Slika 3.1.).
Slika 3.2. prikazuje razvedene oblike koji nisu preporučljivi kod projektiranja niskoenergetskih objekata.



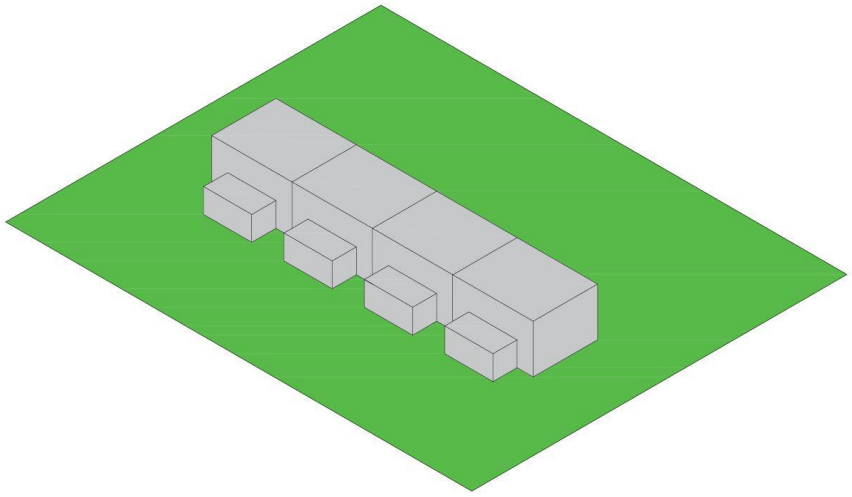
Slika 3.1. Jednostavni oblici objekata



Slika 3.2. Razvedeni oblici objekata

Faktor oblika povećava se s razvedenošću objekta zbog toga što imaju puno više oplošja gdje je dodir grijanog i negrijanog dijela od jednostavnih oblika. Takvi oblici se ne preferiraju u gradnji niskoenergetskih objekata jer nam otežavaju postizanje cilja od 30kWh/m^2 potrošnje toplinske energije. Teoretski, najpovoljniji oblik objekta bi bio kugla jer ima veliki volumen a malu površinu. No takav oblik nije praktičan u praksi pa se ne primjenjuje. Oblik koji je najprimjenjiviji u praksi i koji ima najbolji faktor oblika je kocka, a nakon kocke slijedi kvadar.

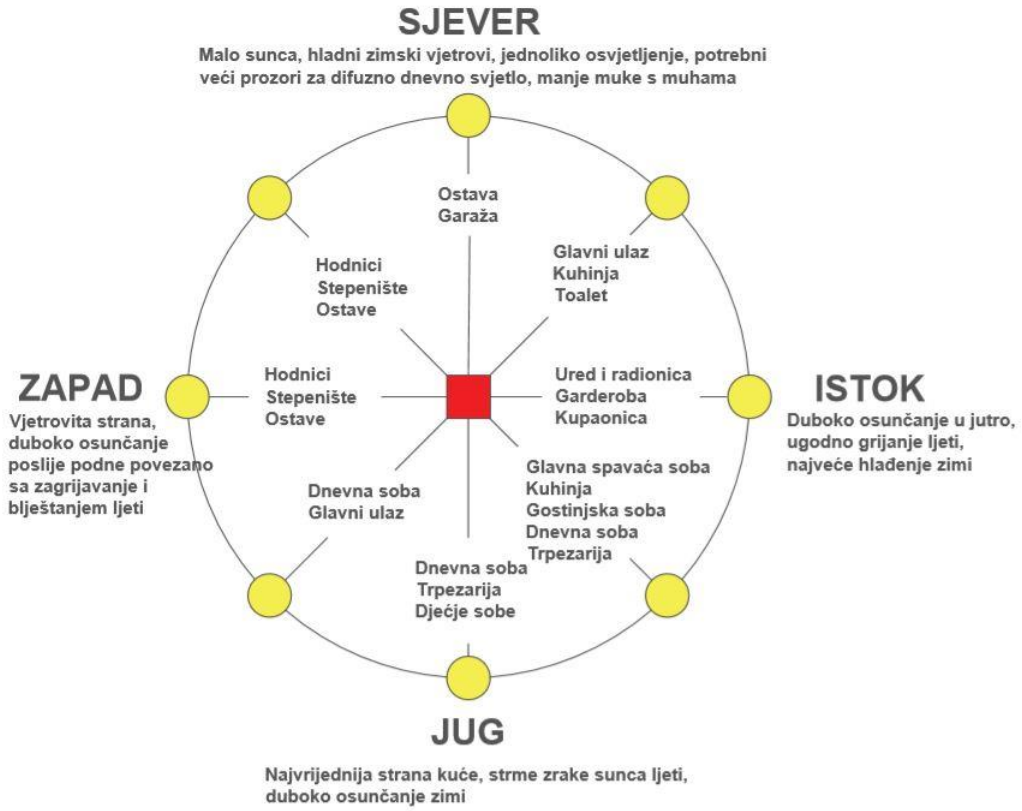
Još jedan aspekt koji trebamo gledati dok gradimo niskoenergetski objekt i odlučujemo o njegovom obliku je taj hoće li objekt biti samostojeći ili u nizu. Samostojeći objekti imaju veći faktor oblika jer su sa svih strana okruženi vanjskim negrijanim prostorom. Dok objekti u nizu sa svoje jedne ili dvije strane imaju drugi objekt i dijele zajedničku stranu te tako smanjuju broj negrijanih strana koje okružuju objekt. Slika 3.3. prikazuje kuće u nizu. Isto vrijedi i za zgrade s više katova. Zgrade koje imaju veći broj katova dobivaju niže faktore oblika jer se podovi i stropovi zajednički i ne graniče s vanjskim negrijanim prostorom.



Slika 3.3. Kuće u nizu

3.1.2. Orijentacija objekta

Orijentacija objekta na slobodnoj parceli nije striktno određena no ako želimo objekt koji će imati najpovoljnije toplinske uvjete i najmanju potrošnju onda se moramo držati provjerenog pravila, a to je okrenuti objekt na jug. To znači da trebamo sve prostorije u kojima se odvijaju dnevne aktivnosti okrenuti na južnu stranu (ili jugoistočnu) a zone spavanja i pomoćne prostorije ka sjeveru (ili sjeverozapadu). Sjeverna strana je uvijek najhladnija strana jer na toj strani sunce ne sije, i ako ćemo imati velike staklene površine i dnevni boravak okrenut na sjevernu stranu trošit ćemo puno toplinske energije za zagrijavanje tog prostora zimi i za hlađenje ljeti. Dok će nam s druge strana smočnica biti na južnoj toplijoj strani i morat ćemo se brinuti o hlađenju proizvoda koje tamo skladištimo. Zbog toga je racionalnije i energetski učinkovitije dnevnu sobu s velikim staklenim površinama okrenuti na jug, a smočnicu i spavaće sobe staviti na sjever. Slika 3.4. prikazuje detaljniju podjelu prostorija prema svim stranama svijeta. [8]



Slika 3.4. Prikaz preporučene raspodjele prostorija prema stranama svijeta

3.1.3. Niskotemperaturni sustav grijanja

Visoka temperatura vode u sustavu grijanja uzrokuje pregrijavanje zraka i njegovo isušivanje, što je uzročnik nezdrave klime i veće količine prašine. Da bi se popravila situacija potrebno je koristiti niskotemperaturni sustav grijanja.
Niskotemperaturni sustav grijanja je sustav u kojem je temperature na 30-50°C, dok je u tradicionalnom sustavu grijanja temperatura na oko 80°C.

Jedan od primjera niskotemperaturnog sustava grijanja je podno grijanje. To je grijanje kod kojeg se cijevi polažu u slojeve poda duž cijele prostorije. Cijevi se polažu na toplinsku izolaciju a nakon polaganja zalijevaju se glazurom. Slika 3.5. prikazuje polaganje cijevi podnog grijanja u slojevima poda.

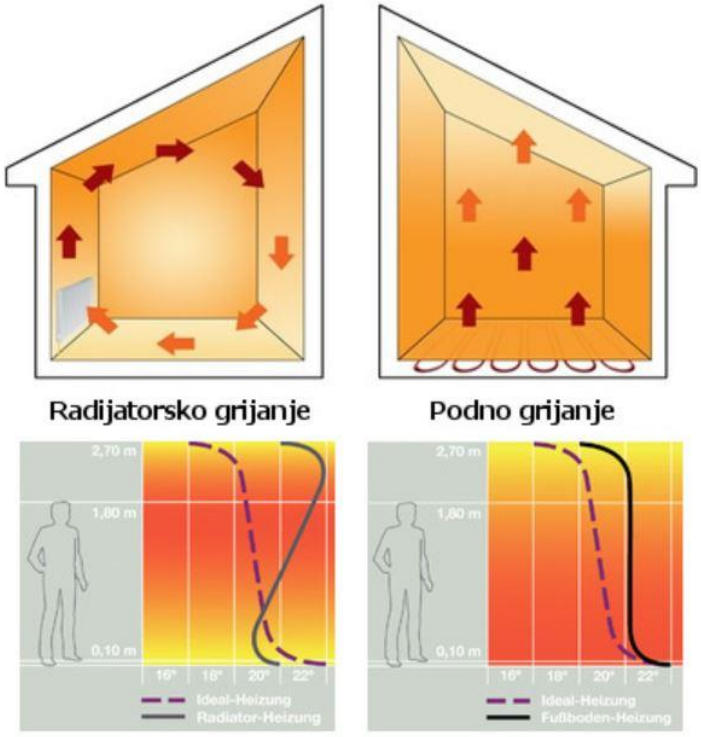


Slika 3.5. Prikaz polaganja podnog grijanja u slojevima poda

Kod podnog grijanja zagrijavanje zraka je sporije, ali nastaje upravo tamo gdje čovjek boravi – uz pod. Mala razlika u temperaturi između zagrijanog i nezagrijanog zraka za posljedicu ima sporije strujanje pa se topli zrak polaganije diže u vis. Zbog toga nema stvaranja, dizanja i kovitlanja prašine. Isto tako vlažnost zraka je bliža prirodnoj a ugodan osjećaj topline dolazi od nogu, a ne od glave.

Velika razlika između podnog grijanja i tradicionalnog radijatorskog grijanja je ta što kod podnog grijanja strujanje toplog zraka započinje s poda na kojem stojimo dok radijatorsko grijanje puni prostor toplim zrak od stropa prema podu. Slika 3.6. predstavlja grafički prikaz strujanja zraka kod radijatorskog i podnog grijanja. Također, iz grafa možemo vidjeti da je temperatura kod radijatorskog grijanja najveća u području glave a prema podu se hladi, dok je kod podnog grijanja okrenuto. Kod podnog grijanja je najveća temperatura kod poda a prema stropu se smanjuje i tako cijelo ljudsko tijelo dobiva bolju i ugodniju raspodjelu temperature.

Prednost podnog grijanja je da za ugodnu temperaturu ono mora zagrijati zrak u prostoru na 20°C dok radijatorsko grijanje treba zagrijati zrak na 22°C. Samim time podno grijanje je i ekonomičnije jer treba manje energije da bi zagrijalo prostor.



Slika 3.6. Grafički prikaz strujanja toplog zraka radijatorskog i podnog grijanja

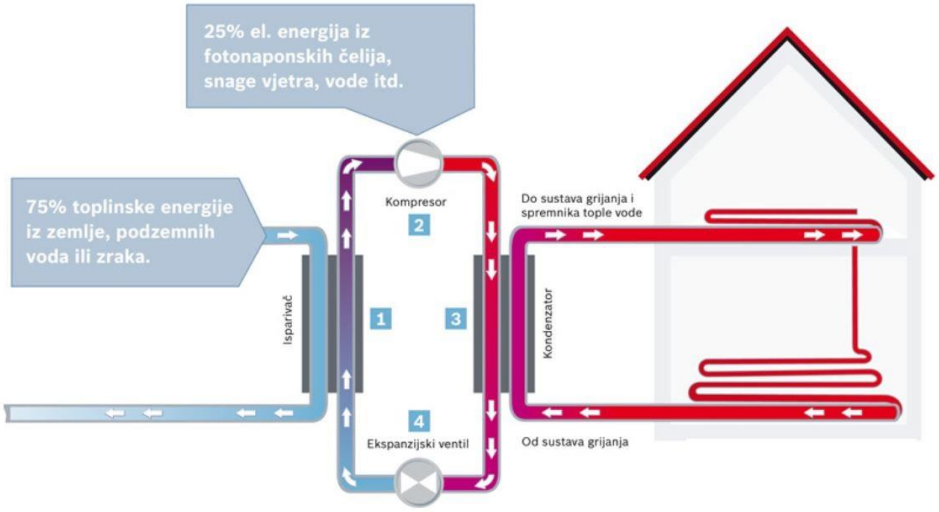
Važno je naglasiti da je sve niskotemperaturne sustave grijanja najbolje koristiti ako objekt ima dobre toplinske karakteristike, tj. ako ima male toplinske gubitke. Ako ima velike toplinske gubitke kroz prozore ili ako nije dobro izolirana toplinska ovojnica objekta onda niskotemperaturni sustav grijanja neće biti dovoljno snažan da nadoknadi te toplinske gubitke.

Sustav podnog grijanja korišten za zagrijavanja prostora može se lako koristiti i za hlađenje prostora. Razlika je u tome što medij koji se propušta kroz cijevi može biti voda za grijanje ili tekućina za hlađenje. No s obzirom na to da se radi o podnom grijanju rashladni medij ne smije biti previše rashlađen da ne bi došlo do neugodnog osjećaja pothlađivanja, s toga se taj sustav hlađenja često kombinira s drugim oblicima hlađenja kao što su klima uređaji. Sustav može biti posebno efikasan i ekonomičan ako se kombinira s dizalicama topline. [9]

Dizalice topline su sustavi koji uz vrlo malu potrošnju električne energije koriste toplinu iz okoliša – zemlje, podzemnih voda ili zraka, te putem medija prenose tu energiju u prostorije. Osim funkcije grijanja imaju i mogućnost hlađenja prostora.

Uzet ćemo za primjer dizalicu topline zrak-voda. Ona ima vanjsku jedinicu koja usisava zrak u sebe i provodi ga kroz sustav cijevi u kojima se nalazi grijači medij. Taj medij na sebe apsorbira toplinu koju nosi zrak i transportira je u kompresor. Kompresor kompresira zrak i tako ga diže na višu temperaturu koja putuje grijaćim medijem do uređaja za zagrijavanje prostora. Nakon što je medij odradio svoj posao i prenio temperaturu u unutrašnjost objekta on se vraća kroz ekspanzijski ventil gdje se hladi. Kasnije medij ponovno preuzima toplinu iz zraka te se ciklus ponavlja. Taj sustav se također može koristiti i za hlađenje prostora. Slika 3.7. prikazuje djelovanje dizalice topline.

Sustav dizalice topline za svoj rad i funkcionalnost koristi 75% toplinske energije iz okoliša koja kasnije zagrijava ili hladi prostor te 25% električne energije koja pokreće kompresor. Ta električna energija lako se kombinira se sustavom solarnih panela ili vjetroelektranom i sl.



Slika 3.7. Grafički prikaz dizalice topline

Usporedba tradicionalnog grijanja s dizalicom topline

Kao što smo prije naveli dizalice topline su sustavi koji iskorištavaju već postojeću toplinu iz okoline te ju kroz određene procese prenose do unutrašnjih prostora.

U nastavku ćemo usporediti cijenu izvedbe nekih klasičnih grijanja s dizalicom topline, te njihovu učinkovitost i godišnje troškove odnosno uštede.

U tablici 3.1. su prikazane procijenjene visine početnih investicija za različite sustave grijanja. Vidimo da je za izvedbu dizalice topline zrak-voda potrebno izdvojiti 40 014 kn. Dok je početna investicija za grijanje na drvo najjeftinija i iznosi 8 169 kn, što je 5 puta jeftinije nego dizalica topline. Grijanje prirodnim plinom zauzima treće mjesto u cijeni, a iznos investicija iznosi 12 400 kn. Nije tako daleko od grijanja na drva a svi znamo koliko se lako grijati na plin. Uključimo bojler i za nekoliko minuta već možemo osjetiti neku toplinu dok se drva moraju pripremati i skladištiti te se vatra mora upaliti da bi uopće došlo do procesa grijanja vode.

	Prirodni plin	Lož ulje	Drvo	Peleti	Električni	Dizalica topline zrak-voda
Snaga	25kW	25kW	25kW	25kW	24kW	25kW
Kotao (kn)	12 400	15 610	8 169	15 509	6 652	40 014
Spremnik (kn)	-	2 090	-	-	-	-
Ukupna cijena (kn)	12 400	17 700	8 169	15 509	6 652	40 014

Tablica 3.1. Procijenjena visina početne investicije za različite sustave grijanja

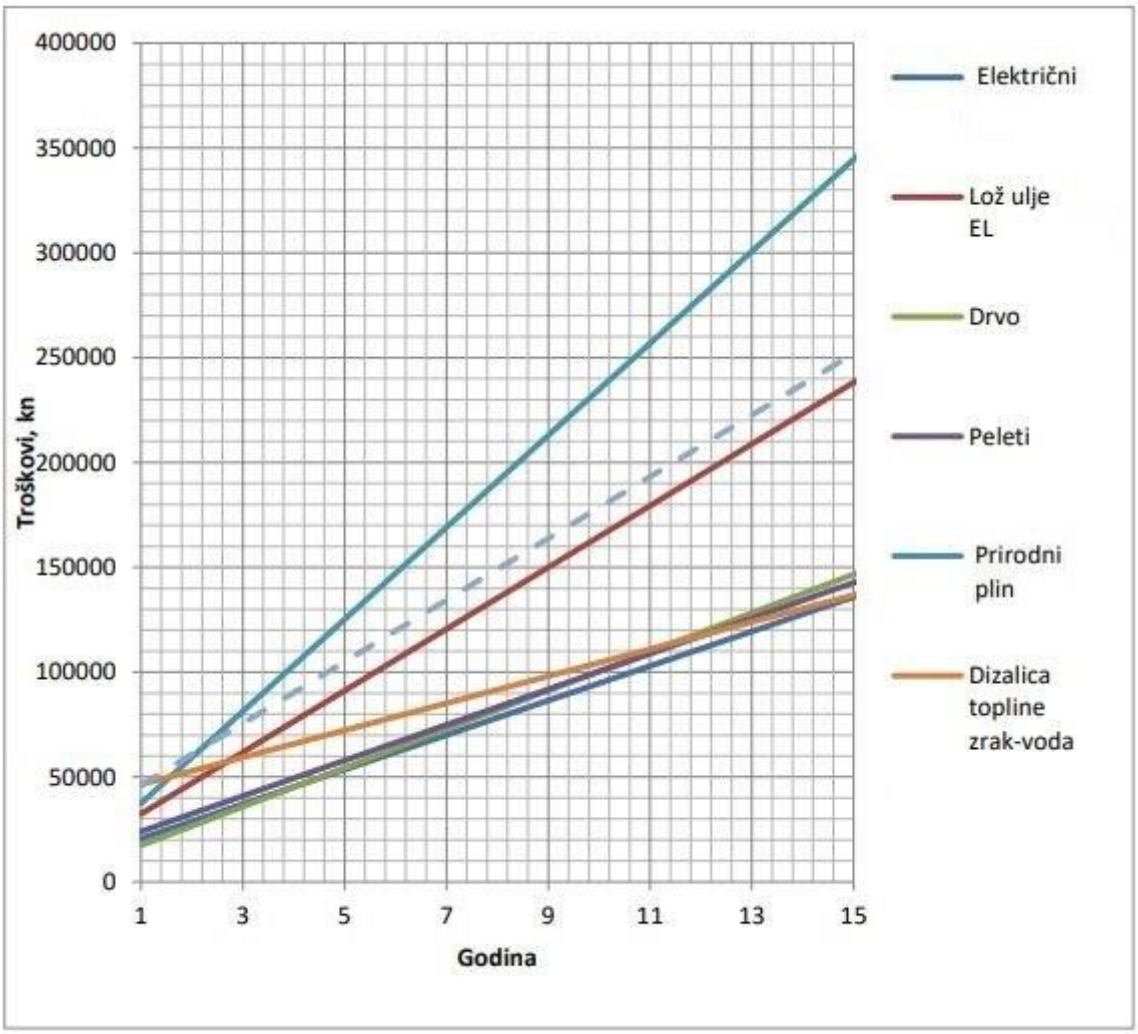
No, da bi vidjeli stvarnu situaciju nije dovoljno samo usporediti početnu investiciju već je potrebno promatrati svaki pojedini sustav kroz duži vremenski period i vidjeti koliko je troškova i energenata potrebno iz godine u godinu da bi se taj sustav pokretao i davao toplinu.

Na slici 3.8. prikazani su troškovi energenata pri zagrijavanju objekta kroz vremenski period od 15 godina. Lijeva strana grafa prikazuje početnu investiciju koju smo naveli u prijašnjoj tablici 3.1. Kako se krećemo prema desnoj strani tako vremenski idemo sve dalje od početne ugradnje sustava i približavamo se promatranom maksimumu od 15 godina. Iz slike se može zaključiti da je, kao što je to već u prijašnjoj tablici navedeno, cijena izvedbe dizalice topline zrak-voda značajno skuplja od bilo kojeg navedenog sustava. Od sustava grijanja na drvo 5 puta

skuplja a od sustava grijanja na plin 3 puta. No, kako se iz godine u godinu mora obnavljati zaliha energenata kojima se sustav koristi tako se i cijena korištenja tog sustava sve više i više diže. Iz grafa se može iščitati da dizalica topline uz početna ulaganja od 40 000 kn, kroz 15 godina korištenja dolazi do troškova od 135 000 kn. Dok je zemni plin skočio s početne investicije od 12 000 kn na troškove od 345 000 kn kroz 15 godina. Grijanje na drvo je i dalje isplativo, njegova početna investicija je s 8 000 kn došla na troškove od 145 000 kn kroz 15 godina.

Jedna stavka koje se još nismo dotaknuli je električno grijanje, a ono je što se tiče omjera uloženog i dobivenog najisplativije. Na početnu investiciju od 6 652 kn kroz 15 godina dobijemo troškove u iznosu od 135 000 kn. To su troškovi jednaki dizalici topline ali sa znatno manjim početnim ulaganjima. No, važno je napomenuti da je grijanje električnom strujom jedno od najvećih proizvođača emisije CO_2. Ne konkretno grijanje u domaćinstvu nego nastanak električne energije koja pokreće to grijanje. U Hrvatskoj se 32% električne energije proizvede u termoelektrana koja su na fosilna goriva. A izgaranjem fosilnih goriva nastaje CO_2 koji se energetski učinkovitim objektima želi smanjiti. Tako ugradnjom sustava grijanja koji se temelji samo na električnoj energiji ne bismo dobili traženi rezultat, a to je smanjenje korištenja fosilnih goriva i smanjenje emisije CO_2.

Stoga, na kraju dolazimo do zaključka da iako dizalica topline ima iznimno skupe početne troškove investicije i izvedbe, njezine ekonomske i ekološke pogodnosti se višestruko isplate. [10]



Slika 3.8. Troškovi energenata pri zagrijavanju kuće

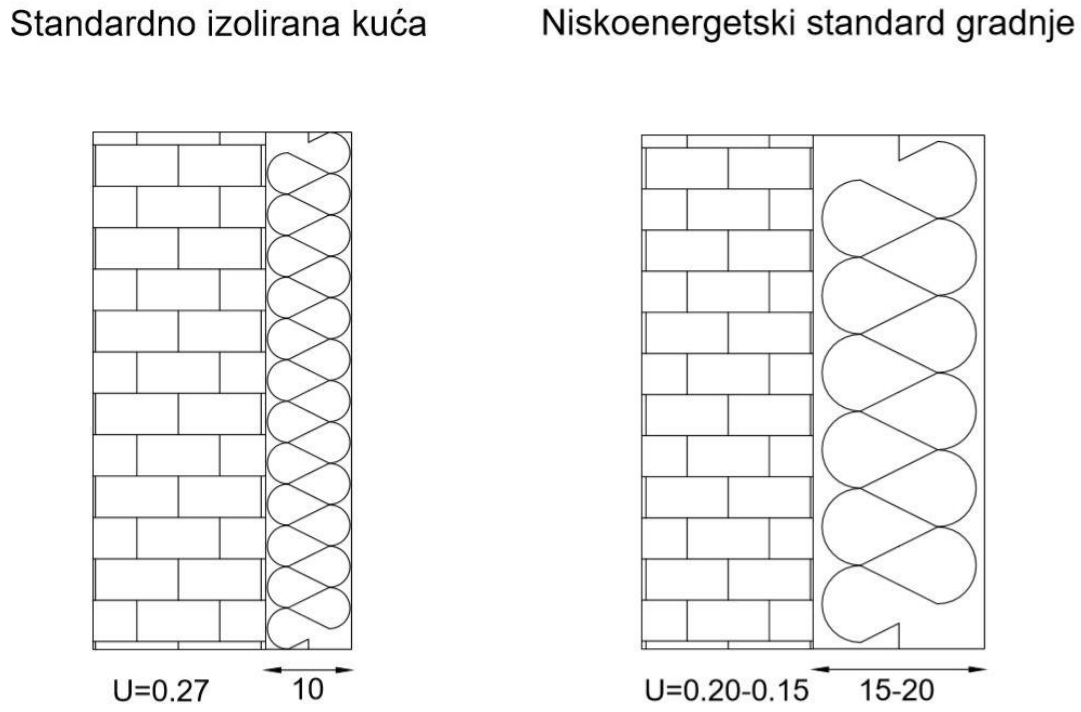
3.1.4. Izolacija oplošja objekta

Jedna od ključnih smjernica u gradnji niskoenergetskih objekata je toplinska zaštita vanjske konstrukcije. Svrha izolacije nije samo sprječavanje toplinskih gubitaka zimi već i pregrijavanja ljeti te zaštita same konstrukcija od temperaturnih naprezanja. Najpovoljniji položaj toplinske izolacije je s vanjske strane konstrukcije. Kod projektiranja važno je uskladiti materijal s kojim gradimo, orijentaciju i samu izolaciju koju namjeravamo staviti. Debljina i sama vrsta izolacijskog materijala omogućavaju „disanje“ zgrade koje je bitno za postizanje odgovarajuće mikroklime u objektu. Toplinskom izolacijom kuće postižemo ugodniji život, produžujemo joj vijek te pridonosimo zaštiti okoliša.

Toplinska izoliranost objekta definira se koeficijentom prolaska topline U.

Koeficijent prolaska topline U je količina topline koju neki građevinski element gubi u 1 sekundi po m^2 površine, kod razlike temperature od 1 K. Izražava se u W/m^2K. Koeficijent prolaska topline je bitna karakteristika vanjskog elementa konstrukcije i značajan je faktor u analizi ukupnih toplinskih gubitaka objekta a time i potrošnji energije u objektu.

Što je koeficijent prolaska topline manji, to je toplinska zaštita objekta bolja. Slika 3.9. prikazuje kako se povećanjem debljine toplinske izolacije koeficijent prolaska topline smanjuje. To rezultira manjim ulaskom topline izvana (ljeti) te je unutrašnju klimu lakše regulirati i održavati stalnom i ugodnom. A to je glavna zadaća toplinske izolacije objekta.



Slika 3.9. Usporedba debljina toplinske izolacije u odnosu na toplinske karakteristike vanjskog zida

Kako niskoenergetski objekti imaju određen cilj koji moraju ispuniti, a to je maksimalna godišnja potrošnja toplinske energije od 30 kWh/m^2, tako sukladno tome i toplinska izolacija

ima određen cilj koeficijenta prolaska topline od U=0,35 W/m^{2}K. Da bi se postigla ta veličina, svaki dio konstrukcije ima preporučenu debljinu toplinske izolacije.

Preporučena debljina toplinske izolacije kod niskoenergetskih objekata:

- vanjski zid: 16 – 20 cm toplinske izolacije
- kosi krov: 30 – 40 cm toplinske izolacije
- pod na tlu: 12 – 20 cm toplinske izolacije

Kako debljine toplinske izolacije na konstruktivnim dijelovima objekta direktno utječu na koeficijent prolaska topline, sukladno tome možemo napisati koeficijent U za svaki dio konstrukcije. [11]

Koeficijenti U za dijelove konstrukcije koji se izoliraju u niskoenergetskim objektima su:

- za vanjski zid: U<=0,20 (W/m^{2}K)
- za krov: U<=0,15 (W/m^{2}K)
- za pod na tlu U<=0,15 (W/m^{2}K)

Vrste toplinskih izolacija:

- Mineralna vuna – S obzirom na sirovinu iz koje se izrađuje, mineralna vuna dijeli se na staklenu i kamenu vunu. Staklena i kamena vuna dobri su toplinski izolatori s toplinskom provodljivosti U=0,035-0,045 W/m^{2}K. Pogodne su za toplinsku, zvučnu i protupožarnu izolaciju. Otporna je na starenje i raspadanje, te je razvojem tehnologije postala još naprednija u pogledu ekološke proizvodnje. Koristi se u svim vanjskim konstrukcijama kao toplinska izolacija, te u unutarnjim kao zvučna izolacija. Slika 3.10. prikazuje polaganje mineralne vune u slojeve poda kao toplinsku i zvučnu izolaciju. [12]



Slika 3.10. Postavljanje mineralne vune u sloj poda kao toplinsku izolaciju

- Polistiren - komercijalni naziv „stiropor“ postao je sinonim za ekspandirani polistiren EPS koji se zbog svoje niske cijene, jednostavne montaže i dobrih izolacijskih svojstava U=0,035-0,040 W/m^{2}K koristi kao toplinska izolacija vanjskih dijelova konstrukcije te kao plivajući pod u podnim međukatnim konstrukcijama. Za razliku od kamene vune nije otporan na temperature više od 80°C. Slika 3.11. prikazuje postavljanje ekspandiranog polistirena u potkrovlje kao toplinska izolacija prostorije ispod i moguća kasnija zvučna izolacija ako se potkrovlje preuredi u stambeni prostor.



Slika 3.11. Postavljanje EPS-a u potkrovlje

- Poliuretanska pjena - za razliku od mineralne vune i EPS-a, poliuretanska pjena ima bolja toplinska svojstva, odnosno U=0,020-0,035W/m^{2}K. Najveća primjena joj je kod sanacije krovova ali zbog visoke cijene, slabe vatrootpornosti te otrovna plina tijekom gorenja nije u širokoj primjeni. Slika 3.12. prikazuje nanošenje poliuretanske pjene s unutarnje strane krovišta. Poliuretanska pjena se šprica na željeno mjesto te se jako brzo

širi u svim smjerovima i popunjava sav prazan i šuplji prostor. Kad se posuši zalijepljena je za krovnu konstrukciju i tako pruža veoma dobru toplinsku izolaciju.



Slika 3.12. Nanošenje poliuretanske pjene na krovišˇ

- Novi izolacijski materijali - zelena gradnja nas potiče na prirodne materijale, pa su tako primjenu u izolaciji pronašli i: ovčja vuna, slama, lan, pamuk, trstika, celuloza, glina te drugi. Oni su nešto slabijih toplinskih svojstava pa je potrebna kompenzacija s debljinom prilikom njihove ugradnje. Slika 3.13. prikazuje postavljanje slame kao toplinskog izolatora krovišta.



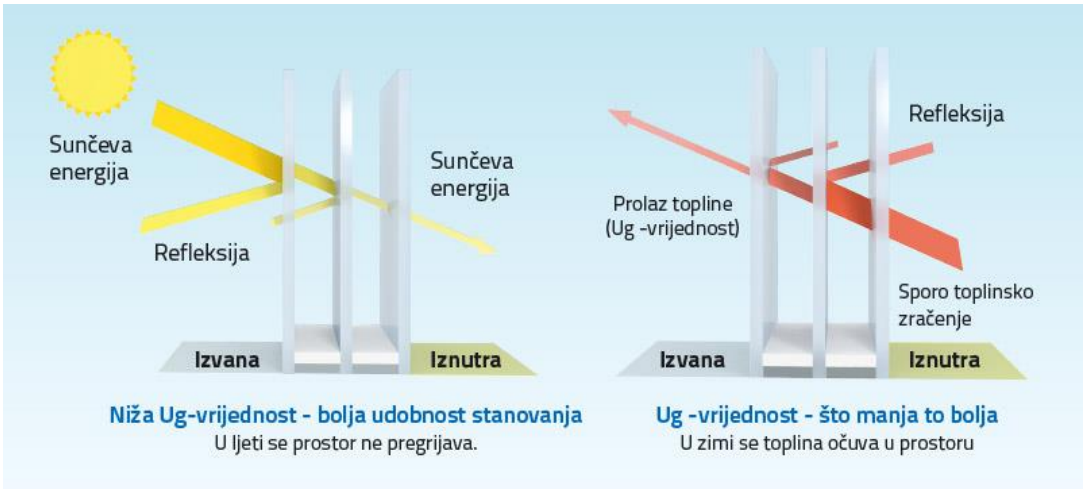
Slika 3.13. Postavljanje slame na krovište

3.1.5. Ugradnja troslojnih stakla

Kako bi nam bio ugodniji boravak u objektu s vremena na vrijeme posežemo za otvaranjem prozora odnosno prozračivanjem. Upravo to prozračivanje dovodi nas do ventilacijskih gubitaka koji, kada pribrojimo i transmisijske, iznose više od 50 % gubitaka objekta. Ukupni gubitci kroz prozore deset puta su veći od onih kroz zid, stoga je energetska učinkovitost prozora od krucijalne važnosti. U skladu s tehničkim propisima koeficijent kod „klasičnih“ objekata maksimalno iznosi U=1,8W/m^{2}K. Koeficijenti za niskoenergetske i pasivne objekte kreću se U=0,08-1,40 W/m^{2}K. Bez obzira na vrstu materijala od kojih su izrađeni prozori, njihova zadaća je: osigurati dobro brtvljenje i jednostavno rukovanje, prekinuti toplinski most u profilu te osigurati nizak koeficijent prolaska topline.

S obzirom na to da staklo čini najveći dio prozora potrebno je odabrati najprihvatljivije prema zahtjevima objekta. Padom popularnosti dvostrukog IZO stakla pala je i cijena, stoga za desetak kuna više po kvadratnom metru dobivamo trostruko IZO staklo s U=0,6W/m^{2}K.

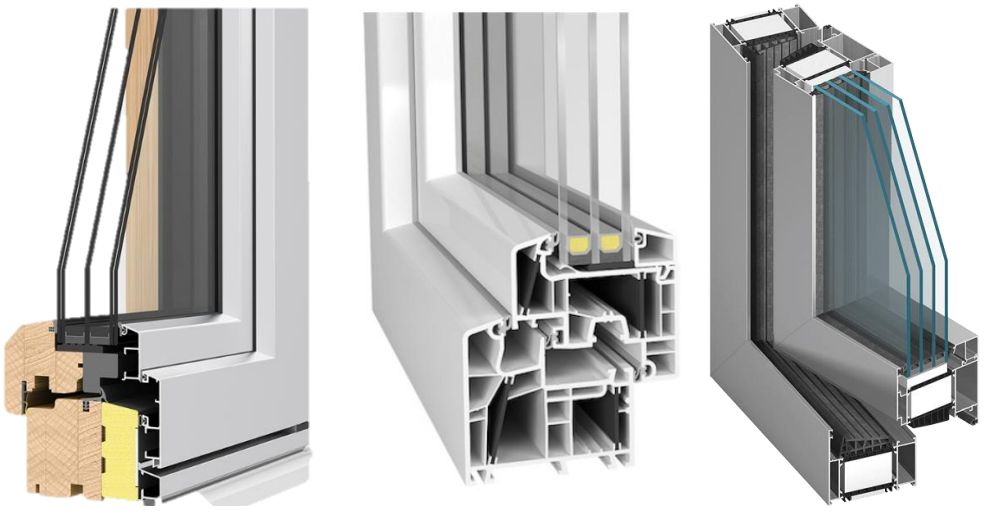
Trostruko IZO staklo označava da se samo staklo sastoji od 3 stakla međusobno udaljena s letvicama koje mogu biti 6, 8, 12, 14 – 18 mm široke. Upravo s tim letvicama dobivamo veći volumen koji će ispuniti neki od plemenitih plinova (najčešće je to argon). Samo staklo premazuje se tzv. LOW-e premazom čija je svrha propuštanje sunčeve svjetlosti a odbijanje infracrvenih zračenja. Na Slici 3.14. nalazi se učinak djelovanja energije na LOW-e premaz.



Slika 3.14. Staklo sa LOW-e premazom

Danas na tržištu postoje i nove generacije stakla koja ne samo da odbijaju infracrvena zračenja već se prilagođavaju određenom godišnjem dobu promjenom fizioloških svojstava unutar IZO stakla.

Najkvalitetniji prozorski profili izrađuju se od PVC-a, aluminija, drveta, drvo-aluminija. Razvojem tehnologije klasične drvene prozore zamijenili su drveni prozori s aluminijskom „školjkom“, PVC prozori bez čeličnog ojačanja i aluminijski prozori s iznenađujućim Uw vrijednostima. Na Slici 3.15. se nalaze presjeci svakog od spomenutog prozorskog profila.[19]



Slika 3.15. Drvo-aluminijski, PVC i aluminijski prozorski okviri (s lijeva na desno)

U tablici 3.2. nalaze se dobivene Uw vrijednosti s obzirom na staklo i profil.

Profil	Staklo	Ukupna Uw vrijednost
Drvo-aluminij sa XPS umetkom	Uw=0,5 W/m^{2}K	Uw od 1,0 do 0,50 W/m^{2}K
Aluminij sa XPS umetkom	Uw=0,5 W/m^{2}K	Uw od 1,2 do 0,69 W/m^{2}K
PVC sa sedmerokomornim profilom	Uw=0,5 W/m^{2}K	Uw od 1,0 do 0,57 W/m^{2}K

Tablica 3.2. Uw vrijednosti s obzirom na vrstu profila i ostakljenje

Nakon što je stolarija u skladu s normama niskoenergetskog objekta potrebno je kvalitetno izvesti i montažu. Europska Direktiva nalaže tzv. „Montažu po RAL smjernicama“, što je u Hrvatskoj još uvijek opcionalno. Značajke RAL montaže su specijalne paropropusne a vodonepropusne folije koje dodatno izoliraju spoj stolarije i konstrukcije u koju se ugrađuje. Slika 3.16. prikazuje montažu prema RAL smjernicama. Kako bismo smanjili insolaciju potrebno je na stolariju ugraditi sjenila. Bitna stavka kod prozora je i kvalitetna ugradnja i izolacija sjenila. S toga se preporučuju izolirane kutije koje se montiraju kao zasebna stavka te se ne narušava toplinski most.



Slika 3.16. Montaža prema RAL smjernicama

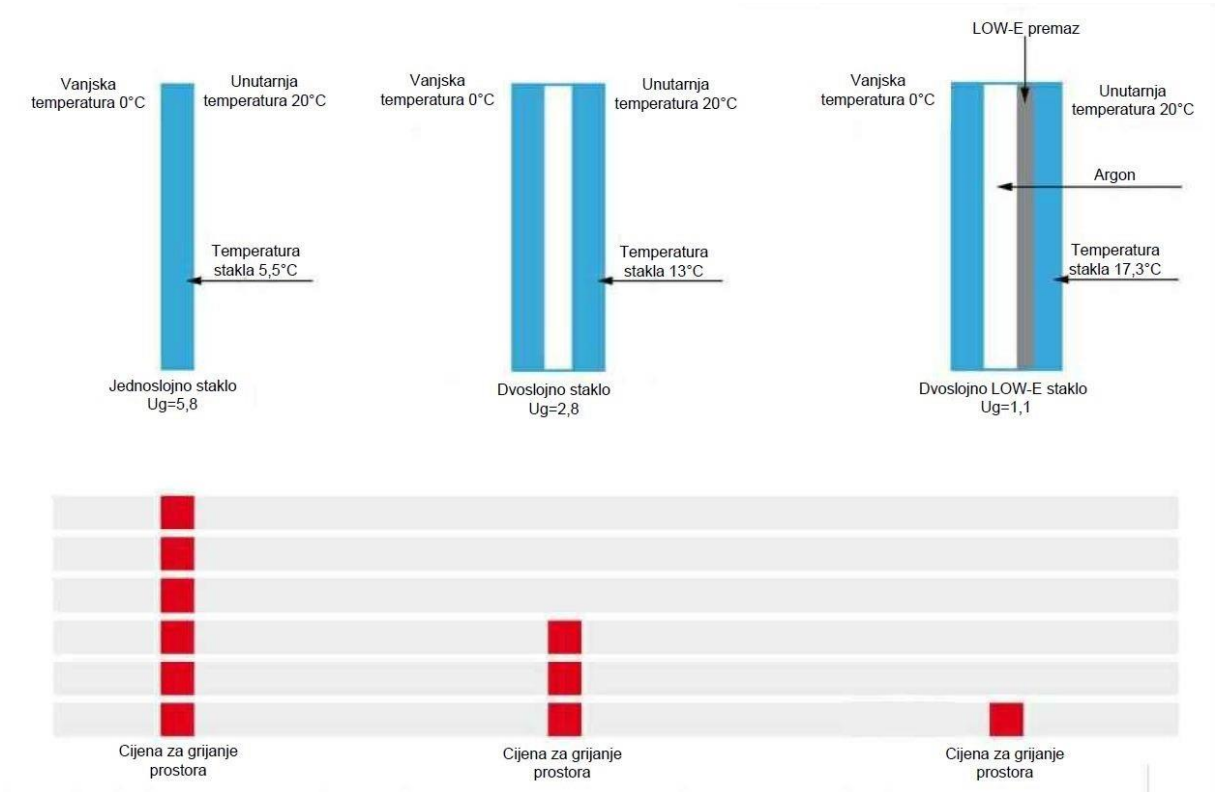
Usporedba različitih vrsta stakla prema Ug i G faktorima

S obzirom na to da cijena stolarije uvelike ovisi o dimenzijama te materijalu, nećemo se opterećivati usporedbom cijena. Radije ćemo se posvetiti usporedbi Ug faktora i G faktora koji su veoma bitno za odabir odgovarajućih stakla za prozore.

Ug faktor je koeficijent prolaska topline, izražen prema standardu EN-673, čije je mjerna jedinica W/m^2K. Što je vrijednost Ug faktora niža, to je sposobnost toplinske izolacije bolja.

G faktor je ukupan prolazak sunčeve energije kroz staklo. Izražen je prema standardu EN-410. Što je vrijednost G faktora niža, manje je zagrijavanje unutarnjeg prostora od strane sunca.

Za početak ćemo usporediti jednoslojno staklo koje se koristilo nekad davno s običnim dvoslojnim staklom i dvoslojnim staklom ispunjenim argonom i LOW-E premazom na unutarnjem staklu.



Slika 3.17. Usporedba jednoslojnog i dvoslojnog stakla

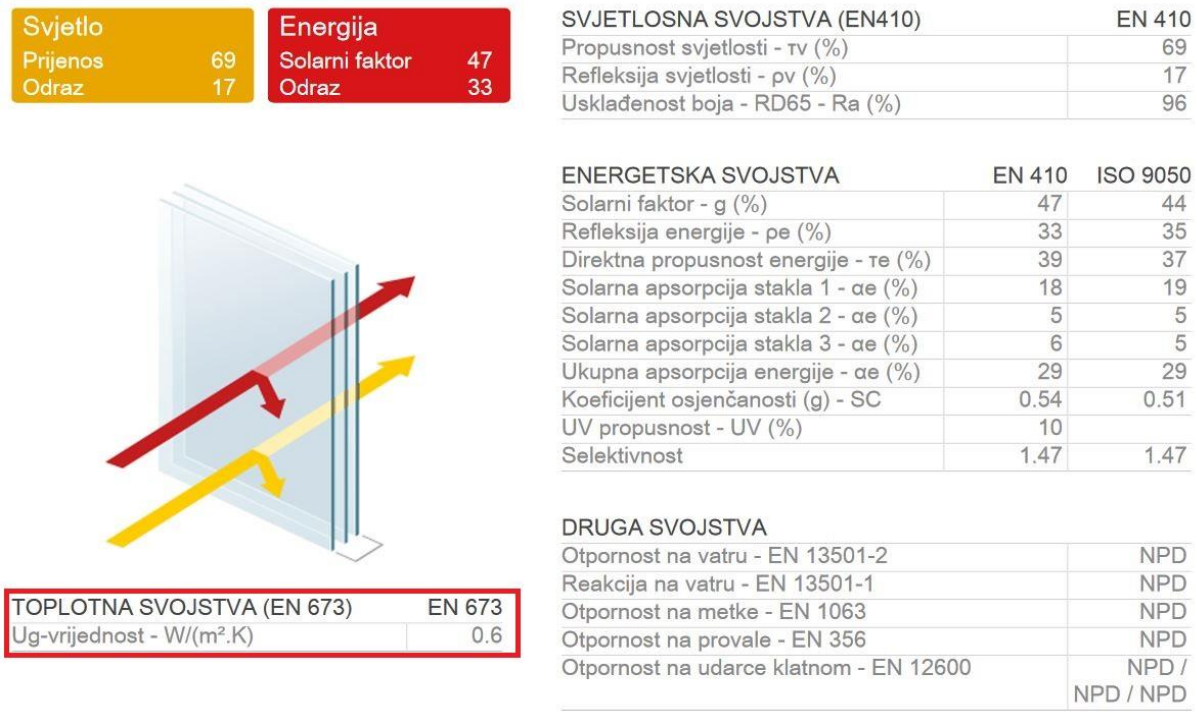
Uzmimo za usporedbu stakla kada je vani 0°C a unutra 20°C. Kao što je prikazano na slici 3.17. jednoslojno staklo na svojoj površini s unutarnje strane ima temperaturu od 5,5°C, a Ug za to staklo iznosi 5,8. što znači da će staklo zbog svojih loših izolacijskih svojstava dio niske temperature izvana prenijeti u prostoriju.

Ako stavimo dvoslojno staklo već smo izolacijsko svojstvo stakla poboljšali za više nego duplo. Ug za dvoslojno staklo iznosi 2,8 i samim time je temperatura na površini stakla s unutarnje strane veća, a iznosi 13°C. To je samo 7°C manje od unutarnje temperature. No, možemo još dodatno poboljšati dvoslojno staklo tako da ima još bolja izolacijska svojstva. A to radimo na način da u ispunu umjesto zraka stavimo plemeniti plin argon koji poboljšava izolacijska

svojstva stakla i premazivanjem unutarnje stjenke stakla LOW-E premazom koji odbija sunčevo zračenje izvana a zadržava toplinu iznutra. Takvo staklo se onda zove dvoslojno LOW-E IZO staklo ispunjeno argonom. Takvo staklo ima veoma dobra izolacijska svojstva, sa Ug faktorom od 1,1. Temperatura na površini stakla s unutarnje strane iznosi 17,3°C što je veoma blizu unutarnjoj temperaturi zraka pa nema velikih gubitaka topline kroz staklo. Sa slike je također vidljivo koliko bi ispali troškovi grijanja za pojedino staklo koje smo sad objasnili Jednoslojno staklo ima najveće troškove grijanja dok dvoslojno LOW-E IZO staklo ima veoma male troškove grijanja. [13]

No kako danas živimo u suvremenom svijetu gdje se tehnologija razvija rapidnom brzinom, tako ni staklo koje je prije 3-4 godine bilo najbolje, danas nije najbolje. Danas su uobičajena troslojna stakla s LOW-E premazom te ispunjena argonom.

.



3.18. A-Test troslojnog LOW-E stakla

Slika 3.18. prikazuje službeni A-Test troslojnog LOW-E IZO stakla ispunjenog argonom. Sa slike je vidljivo da je A-Test rađen prema normi koju smo i prije spomenuli, EN-673. Ug faktor

za to staklo iznosi tek 0.6. Što je skoro duplo manje od najboljeg dvoslojnog LOW-E IZO stakla. To znači da bi gubici topline kroz takvo staklo bili gotovo ne zamjetni.

Slike 3.19., 3.20. i 3.21. predstavljaju ponude za tri vrste stakla. Usporedba nama bitnih vrijednost sažeta je tablici 3.3. koju ćemo sada detaljnije objasniti.

Za usporedbu je uzeto jednoslojno staklo, dvoslojno LOW-E IZO staklo ispunjeno argonom i troslojno LOW-E IZO staklo ispunjeno argonom.

Kao što je vidljivo, i kao što je prije rečeno, jednoslojno staklo ima najlošija izolacijska svojstva. Jednoslojno staklo ni nema faktor G jer sva svjetlost i toplina neometano prolaze kroz staklo u prostoriju. Uw faktor je iznimno velik, čak 18,53 W/m^2K i to staklo ne možemo koristiti kod gradnje niskoenergetskih objekata.

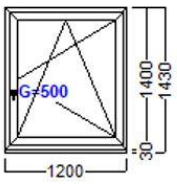
Dvoslojno LOW-E IZO staklo ima prihvatljivi Uw faktor za niskoenergetske objekte, značajno manji Ug faktor od jednoslojnog stakla i to ga čini pogodnim za ugradnju u niskoenergetske objekte. Njegov G faktor je 64% što znači da propušta 64% sunčeve energije unutar prostora. Zimi je to prihvatljivo ali ljeti će se ta prostorija više zagrijavati nego što je to potrebno. Cijena je samo 400 kn skuplja od jako lošeg jednoslojnog stakla.

Troslojno LOW-E IZO staklo je najbolje od sva tri navedena. Njegov Uw je 0,94 W/m^2K što je prihvatljivo i za pasivnu gradnju, Ug faktor je deklariranih 0,6 kao što je A-Test sa slike 3.18. to potvrdio. G faktor je 53% što je značajno manje nego kod dvoslojnog LOW-E IZO stakla, što ga čini mnogo boljim izborom za vruće ljetne mjesece. Razlika u cijeni od 500 kn prilikom ugradnje brzo će se vratiti s toplinskim uštedama troslojnog LOW-E IZO stakla jer je značajno bolje u odnosu na dvoslojno LOW-E IZO staklo.

	Ug	G	Uw (W/m^2K)	Cijena
Jednoslojno staklo	5,7	-	18,53	1.717,55 kn
Dvoslojno LOW -E staklo	1,1	64%	1,27	2.180,07 kn
Troslojno LOW-E staklo	0,6	53%	0,94	2.682,25 kn

Tablica 3.3. Usporedba jednoslojnog, dvoslojnog LOW-E i troslojnog LOW-E stakla

Rb	Naziv	Količ.	Jm	Cijena	Iznos	Val
1	**PVC Prozor 1K 1200x1430 ID5 BIJEL: 1200x1430 mm**					



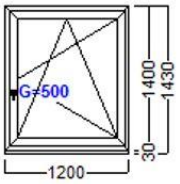
PROFILI: Aluplast ENERGETO Powerdur 5000
OKVIR: Okvir 80 mm Energeto powerdur 050003
KRILO: Krilo 77mm CL 150420
LAJSNA: Profil 140_871
PODŠTOK: Podštok standard 30mm 124213
BOJA: Bijelo
ISPUNA: Float 6mm - jednostruko staklo Ug=5,7 W/m2K Rw=31dB
OKOV: Maco MM DK Getriebe Fix [Maco/Bijela RAL 9016]
Sigurnost A (Standard)
Poluoliva bijela - Marlex
POGLED IZNUTRA

Uw = 18,53 W/m2K

1,00 Kom 1.717,55 1.717,55 KN

Slika 3.19. Ponuda jednoslojnog stakla

Rb	Naziv	Količ.	Jm	Cijena	Iznos	Val
2	**PVC Prozor 1K 1200x1430 ID5 BIJEL: 1200x1430 mm**					



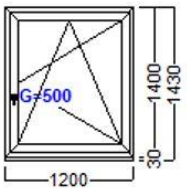
PROFILI: Aluplast ENERGETO Powerdur 5000
OKVIR: Okvir 80 mm Energeto powerdur 050003
KRILO: Krilo 77mm CL 150420
LAJSNA: Letvica za staklo 24/34mm CL 120866
PODŠTOK: Podštok standard 30mm 124213
BOJA: Bijelo
ISPUNA: Float 4-16-4 Low-E+argon Ug=1,1 W/m2k Rw=30dB g=64%
OKOV: Maco MM DK Getriebe Fix [Maco/Bijela RAL 9016]
Sigurnost A (Standard)
Poluoliva bijela - Marlex
POGLED IZNUTRA

Uw = 1,27 W/m2K

1,00 Kom 2.180,07 2.180,07 KN

Slika 3.20. Ponuda dvoslojnog LOW-E IZO stakla

3	**PVC Prozor 1K 1200x1430 ID5 BIJEL: 1200x1430 mm**					



PROFILI: Aluplast ENERGETO Powerdur 5000
OKVIR: Okvir 80 mm Energeto powerdur 050003
KRILO: Krilo 77mm CL 150420
LAJSNA: Letvica za staklo 40/50 mm 140661
PODŠTOK: Podštok standard 30mm 124213
BOJA: Bijelo
ISPUNA: Low-E 4-14-4F-14-4 Low-E+argon, Ug=0,6 W/m2K Rw=32dB g=53%
OKOV: Maco MM DK Getriebe Fix [Maco/Bijela RAL 9016]
Sigurnost A (Standard)
Poluoliva bijela - Marlex
POGLED IZNUTRA

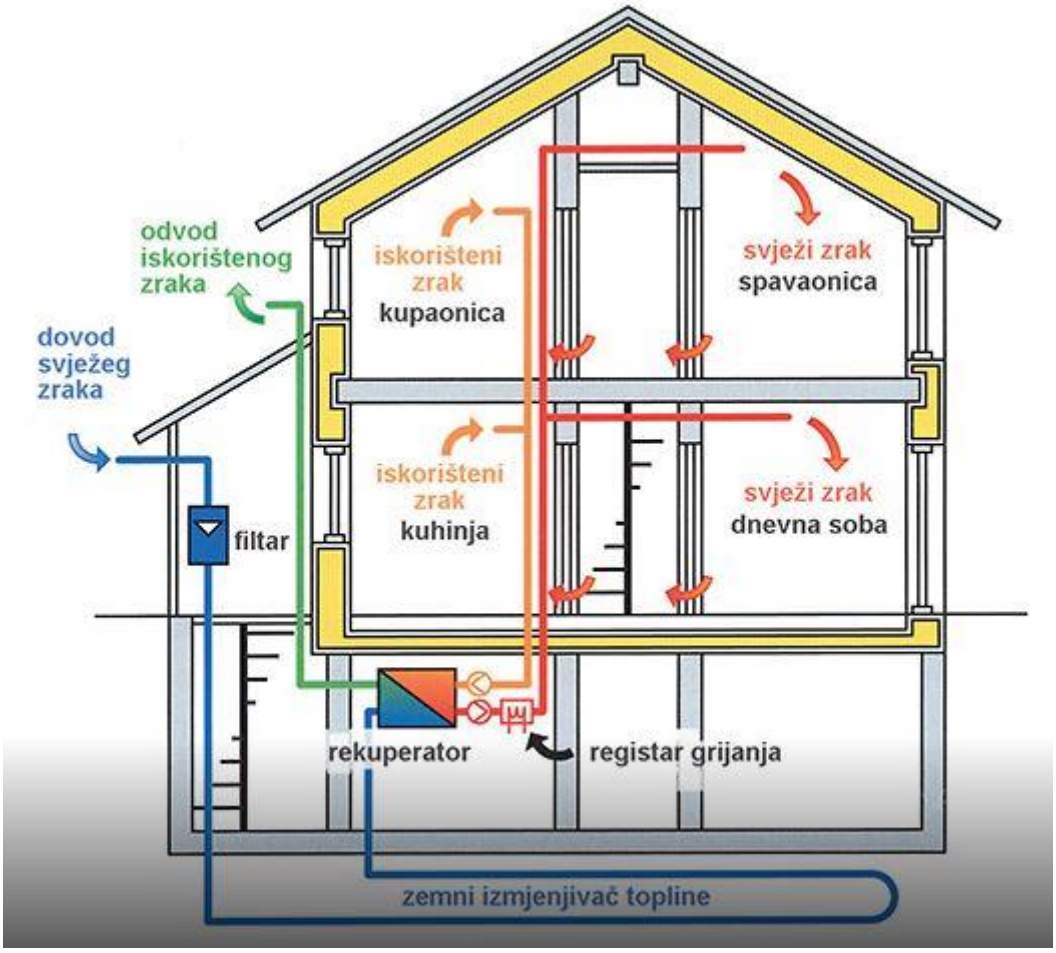
Uw = 0,94 W/m2K

1,00 Kom 2.628,25 2.628,25 KN

Slika 3.21. Ponuda troslojnog LOW-E IZO stakla

3.1.6. Kontrolirana ventilacija s rekuperacijom

Da bi se zadovoljio cilj o racionalnoj potrošnji energije u niskoenergetskom objektu iznimno je važno imati stalni dotok svježeg zraka ljeti i zimi. Konstantni dotok svježeg zraka nije samo bitan za dobro funkcioniranje niskoenergetskog objekta, već je bitan i za zadovoljenje zdravstveno-higijenskih zahtjeva. Da bi se razina CO_2 zadržala na prihvatljivoj razini u prostor je potrebno svakog sata dovesti 25-30m^3 svježeg zraka, a to je kao da otvaramo prozor svakih 3 sata na 15 minuta što je vrlo neracionalno. Iz tog razloga, u niskoenergetske objekte postavlja se sustav ventilacije koji konstantno dovodi svježi zrak u prostor i odvodi štetni zrak iz prostora bez potrebe za otvaranjem prozora.



Slika 3.22. Ventilacija niskoenergetske kuće

Da bi lakše objasnili složeni sustav ventilacije niskoenergetske kuće poslužit ćemo se slikom 3.19. Na slici je plavom bojom označeni ulaz svježeg zraka u kuću kroz rešetku na pročelju kroz dobro izoliranu cijev do filtera zraka. Filter zraka pročišćava zrak od prašine. Od filtera se zrak dalje odvodi do zemnog izmjenjivača topline. Zemni izmjenjivač topline je sustav cijevi na dubini 1,2 – 2 m pod zemljom i pomoću tog sustava zrak dobiva temperaturu od zemlje. Zimi je zemlja toplija od vanjskog zraka te grije zrak koji prolazi cijevima dok je ljeti zemlja hladnija od vanjskog zraka te se zrak u cijevima na taj način hladi. To je prva faza promjene temperature zraka prije daljnje upotrebe. Sljedeća faza je rekuperator. Rekuperator je uređaj koji zagrijava zrak pomoću otpadnog toplog zraka, na slici označenog narančastom bojom, kojeg je sustav prethodno isisao iz prostorija. Zatim se svježi ali ugodno zagrijani zrak, na slici označen crvenom bojom, odvodi u prostorije u koje se ispušta te tako hladi odnosno zagrijava prostor. Otpadni zrak opterećen vlagom i mirisima se usisava iz prostorija te se odvodnim cijevima dovodi do rekuperatora. Tamo se zagrijava svježi zrak koji ulazi u prostoriju. Otpadni zrak, na slici označen zelenom bojom, se nakon rekuperatora odvodi izvan građevine gdje se ispušta u vanjski prostor. Tako zagrijavamo zrak koji ulazi u prostoriju toplinom koju bi inače izgubili da samo provjetravamo prostorije stoga je taj sustav energetski učinkovitiji i štedljiviji. Temperatura svježeg dovodnog zraka pri učinkovitom prijenosu topline je uvijek iznad 16°C. Suvremeni rekuperatori u ventilacijskim sustavima imaju iskoristivost topline izlaznog zraka oko 90%. U slučaju da ventilacijski sustav nema zemni izmjenjivač topline onda možemo iza rekuperatora postaviti registar grijanja. Registar grijanja je uređaj u koji se dovodi toplina iz sustava grijanja (dizalica topline) te se time potpomaže zagrijavanje svježeg vanjskog zraka prije ispuštanja u unutarnji prostor.

Bitna stavka kod izvedbe ventilacijskog sustava je zaštita od buke. Ventilacijski uređaji ne smiju opterećivati šumom i bukom jer bi inače umanjili akustičnu ugodnost prostora. Zato se u dovodni i odvodni kanal zraka ugrađuju prigušivači zvuka. Oni moraju biti pravilno dimenzionirani jer su naknadni popravci teški i skupi.

Sustav za dovod zraka ne bi trebao prelaziti glasnoću od 25dB, dok sustav za odvodnju zraka ne bi trebalo prelaziti 30dB. [14]

4. Dobrobiti niskoenergetske gradnje u Republici Hrvatskoj

Gradnja niskoenergetskih objekata je iznimno bitna jer se kod svake niskoenergetske kuće ili zgrade smanjuje emisija štetnih plinova. Ako budućim generacijama ne želimo ostaviti u nasljeđe klimatsku katastrofu onda je vrijeme da se malo trgnemo i počnemo razmišljati o okolini u kojoj živimo. Efekt staklenika koji je normalna pojava se od 1970-ih godina pretvorio u značajnu prijetnju zbog povećanja stakleničkih plinova u atmosferi. Najveći krivac za to je ugljikov dioksid koji nastaje izgaranjem fosilnih goriva (ugljena, nafte, plina). Kako se danas velika većina kućanstava, stambenih i poslovnih zgrada te industrijskih postrojenja grije fosilnim gorivima to predstavlja značajni problem. U posljednjih 30 godina zabilježen je porast ugljikovog dioksida kao i porast u 200 godina prije toga.

No, pojedinac ne može utjecati na cijeli svijet odjednom. Važno je krenuti od sebe, i ako više ljudi počne prihvaćati da trenutnom nemarnom raspodjelom energije narušavamo prirodni bioritam možda se uskoro situacija promijeni.

Tako da nećemo pričati o spašavanju svijeta nego o poboljšanju našeg osobnog životnog prostora i krenuti od svog doma.

Kao što je već prije naglašeno, svaki niskoenergetski objekt mora zadovoljavati uvjet godišnje toplinske potrošnje energije do 30 kWh/m^2. Da bi to ostvario on mora imati ugrađene kvalitetne sustave kojima se regulira potrošnja struje, vode, grijanja, ventilacije. Sve sustave smo pojedinačno objasnili u prijašnjem poglavlju, no što oni zapravo znače kao cjelina. Zahvaljujući dobroj orijentaciji kuće i raspodjeli prostorija uspeli smo iskoristiti besplatnu energiju sunca koje bi nas ionako grijalo. Razlika je u tome da bi se kod tradicionalne kuće možda grijala garaža za auto a u niskoenergetskoj kući se grije dnevna soba. To znači da ćemo zimi morati trošiti manje energije na grijanje jer ćemo prirodnim putem već dobiti nešto od topline. Uz to još možemo ugradimo kvalitetna troslojna IZO stakla s LOW-E premazom te tako dodatno zadržati toplinu u prostoru zimi a istovremeno odbijajući vruće sunčeve zrake ljeti. Naravno, ne smijemo zaboraviti ni toplinsku izolaciju cijelog oplošja kuće koja nas ljeti spašava od nesnosnih vrućina i prekomjernog korištenja klima uređaja, a zimi od hladnoća i intenzivnog trošenja fosilnih goriva za zagrijavanje vode i prostora. S ugrađenim kvalitetnim sustavom grijanja i jednom od vrsta dizalice topline eliminirali smo i korištenje fosilnih goriva u kućanstvu. Time nismo samo iskoristili prirodne izvore topline a sačuvali fosilna goriva nego

smo i smanjili razinu vlage u zraku zbog izgaranja drva pa se tako popravila i klima unutar prostora. Da bi dodatno održavali ugodnu klimu unutar prostora ugrađujemo ventilaciju sa rekuperatorom koja iskorištava topli zrak iznutra te zagrijava hladni svježi zrak koji dolazi izvana i upuhuje se u prostor. Konstantni dotok svježeg zraka izrazito je bitan zbog ugodnog mirisa unutar prostora, smanjene vlage i smanjene pojave plijesni i gljivica. Nakon izgradnje niskoenergetske kuće i ugradnje svih potrebnih sustava za njezino održavanje dobili smo čisto, zdravo i pametno rješenje u kojem možemo boraviti i odmarati se.

Ugradnja niskoenergetskih sustava nosi i svoje financijske prednosti. Kako sada imamo „zatvorenu“ kuću koja se većinom grije iz povlačenja topline iz okolnog prostora, zraka ili zemlje, tako trošimo manje ili skoro ništa novca za grijanje. Isto tako, ne trošimo toliko topline na grijanje jer se razina temperature konstantno održava na ugodnoj razini točno u području ugodnosti pa ni u jednoj točki prostora ne dolazi do prekomjernog zagrijavanja ili hlađenja. Imamo ventilaciju koja dovodi svježi zrak ugodne temperature izvana i stalno ga upuhuje u unutarnji prostor pa nema potrebe za otvaranjem prozora i provjetravanjem. Tako da se ni tu ne gubi toplina koju smo postigli unutar prostora. U tablici 3.4. prikazana je suma prosječnih mjesečnih troškova u razdoblju od 15 godina za tradicionalnu kuću i niskoenergetsku kuću. Kao što iz tablice možemo vidjeti, uštede na mjesečnim troškovima kroz 15 godina su poprilično velike. Životom u niskoenergetskoj kući uštedi se čak 144 000 kn više nego životom u tradicionalnoj kući. A kao i što smo prije rekli, boravak u niskoenergetskoj kući je daleko zdraviji i ugodniji.

	Tradicionalna kuća	Niskoenergetska kuća
Prosječni mjesečni troškovi	1 000 kn	200 kn
Vremensko razdoblje	15 godina	15 godina
Ukupno	180 000 kn	36 000 kn

Tablica 3.4. Prikaz ušteda na mjesečnim troškovima kroz razdoblje od 15 godina

Financijska strana bi nas trebala manje zabrinjavati od ekološke strane ali s obzirom na to da su svi resursi na zemlji ograničeni pa tako i novac moramo razmatrati stvari i s tog aspekta.

5. Prepreke i moguće poteškoće kod energetske obnove objekata u Republici Hrvatskoj

Kako Europska Unija nalaže da se do 2020. godine mora smanjiti potrošnja energije za 20% tako Republika Hrvatska mora reagirati u skladu s tim i potaknuti građene na izvedbu niskoenergetskih objekata ili renovaciju postojećih objekata prema dozvoljenim energetskim certifikatima. Koliko je Vlada Republike Hrvatske angažirana i proaktivna u vezi energetske učinkovitosti istražit ćemo u sljedećem poglavlju.

5.1. Subvencije za izgradnju niskoenergetskih objekata

Vlada Republike Hrvatske, Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja i Ministarstvo zaštite okoliša donijeli su 27. ožujka 2014. godine program kojeg provodi Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost. Cilj programa je povećanje energetske učinkovitosti postojećih kuća, smanjenje potrošnje energije i emisija CO_2 u atmosferi te smanjenje mjesečnih troškova za energente, uz ukupno poboljšanje kvalitete života. U 2015. godini usvojene su izmjene programa kojima se omogućila prijava svim građanima Republike Hrvatske za sufinanciranja. Za poticaj se mogu prijaviti kuće bruto površine do 600m^2 ili najviše 3 stambene jedinice, kojima je 50% površine namijenjeno za stanovanje. [15]

Sufinanciranje je bilo moguće na određenim dijelovima objekta, ali i do određenog iznosa.

Za primjer sufinanciranja uzet ćemo zadnje sufinanciranje koje je bilo otvoreno i za područje kontinentalne Hrvatske. Dana 26. lipnja 2019. godine otvoren je javni natječaj za sufinanciranje korištenja obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplinske ili toplinske i rashladne energije u kućanstvima, za vlastitu potrošnju. Bilo je moguće ugraditi jedan ili više sustava za korištenje obnovljivih izvora energije. Na izbor je bio kotao na drvnu sječku/pelete ili pirolitički kotao za drva, dizalica topline i sunčani toplinski pretvarači. Kuća je morala biti legalna, više od 50% površine je trebalo biti stambeno i površine manje od 600m^2. Iznos mogućeg sufinanciranja je iznosio 2 000 kn za izradu glavnog projekta, 1 000 kn za stručni nadzor i 34 500 kn za nabavu i ugradnju jednog ili više sustava. Znači sveukupno 37 500 kn sufinanciranja za kontinentalnu Hrvatsku.

No, pitanje je koliko košta ugradnja npr., dizalice topline i koliko nam zapravo to sufinanciranje pomaže u tome. Naravno da pomaže jer je to bespovratno sredstvo kojim nam država potpomaže kupnju nekog skupog sustava, tako da već u startu nije loše. No da li se nama kao pojedincu isplati uopće prolaziti kroz mukotrpan proces dobivanja svih papira za sudjelovanje u sufinanciranju izvedbe jednog od tih sustava ili da sami platimo još tih dodatnih 37 500 kn troškova. U prijašnjem poglavlju smo naveli da su početni troškovi izvedbe dizalice topline oko 40 000 kn. Kako se u ovom poglavlju, odnosno javnom natječaju, radi o postojećem objektu koji već ima postavljene cijevi u zid, a dizalica topline ne radi na isti način kao klasična peć, potrebna je adaptacija cijevi u zidovima. Onda takav projekt može koštati i do 80 000 kn. Jer ako se ugrađuje dizalica topline onda se preporučuje ugradnja podnog grijanja za maksimalnu iskoristivost dizalice topline. A ugradnja podnog grijanja isto nosi određenu investiciju.

Tako da bi nam uz državnu pomoć preostalo pola iznosa za platiti sami. Kako smo u poglavlju 3.1.3. izračunali, investicija dizalice topline bi nam se vratila u 10-oj godini korištenja pred sljedećim po redu najboljim sustavom a to je grijanje na drva. Znači, uz sufinanciranje države, investicija u dizalicu topline nam se isplati nakon 5 godina korištenja, a to je jako dobar podatak.

No, u svemu tome naravno postoji i prepreka. A to je da se natječaj za sufinanciranje ugradnje niskoenergetskih sustava pojavljuje jednom godišnje i jako brzo se popuni. Primjer sufinanciranja od prije, koje je bilo javno oglašeno 26. lipnja 2019. godine a bilo je zatvoreno već 2. srpnja 2019. godine zbog toga što je premašen limit postavljen za taj natječaj. Budžet tog javnog natječaja je bio 11 milijuna kuna i javilo se oko 700 ljudi. Ako je svih tih 700 ljudi dobilo sufinanciranje to znači da je svatko dobio cca 15 000 kn. A to više nije tako veliki broj kao što je na početku bio. Prema zadnjem popisu stanovništva koje je bilo 2011. godine Republika Hrvatska je imala 4 284 889 stanovnika i 1 519 038 kućanstava. Od toga je sufinanciranje od strane države dobilo 700 kućanstava a to iznosi 0.05%. A to je jako mali postotak.

Moje mišljenje je da se država za sufinanciranje energetske obnove ne bi trebala bazirati samo na sredstvima dobivenim iz ESI fondova već bi i sama trebala uložiti neki dio novca. Onda bi se i taj postotak povećao. Jer to je kao da ja, pojedinac, uspijem dobiti sufinanciranje od države u iznosu od 15 000 kn i očekujem da ću s tim novcem ugraditi dizalicu topline koja košta 40 000 kn. To jednostavno nije moguće ako ja ne investiram i dio svojeg novca u taj projekt. [16]

I još jedna bitna stvar je ta da je gore navedeni natječaj bio za sufinanciranje izvedbe jednog od tri sustava: peć na pelete ili pirolitički kotao, dizalica topline ili sunčani toplinski pretvarač. No kao što svi jako dobro znamo, većina kućanstava u hrvatskoj nema ni toplinsku izolaciju oplošja kuće kao ni adekvatnu stolariju. Tim kućanstvima ugradnja npr. dizalice topline neće donijeti uštede, nego će im donijeti još i veće troškove. Kako smo naveli u poglavlju *3.1.3. Niskotemperaturni sustavi grijanja*, dizalica topline spada u niskotemperaturni sustav grijanja s kojim se preporučuje izvedba podnog grijanja. Temperatura u cijevima kod takvog grijanja kreće se od 30-50°C dok je kod tradicionalnog grijanja temperatura u cijevima 80°C što je znatno više. Za vrijeme hladnih zimskih mjeseci s tradicionalnim grijanjem je potrebno veoma intenzivno grijati da bi se postigla ugodna temperatura u prostorijama, a kako bi tek onda bilo s dizalicom topline i podnim grijanjem a bez toplinske izolacije i adekvatne stolarije. Troškovi za takvo grijanje i vrijeme zagrijavanja prostorija bili bi apsurdni. Tako da to sufinanciranje tim „lošijim“ kućanstvima ne znači baš ništa. Država bi trebala malo bolje razraditi plan sufinanciranja prema tome što bi koristilo većini građana, odnosno većini kućanstava. Ne kažem da treba zanemariti i izbaciti iz sufinanciranja bolje stojeća kućanstva koja već imaju neku vrstu toplinske zaštite, nego bi trebalo bolje rasporediti sredstva i gledati u smjeru poboljšanja kućanstava koja nemaju nikakvu toplinsku zaštitu.

5.2. Energetska obnova objekta: studija slučaja obiteljske kuće

Da bi se najlakše dobila stvarna slika o tome kako sufinanciranje energetske obnove objekata funkcionira u Republici Hrvatskoj napravljena je studija slučaja. Uzeta je jedna obiteljska kuća na području Varaždinske županije u općini Jalžabet. Na stranicama općine Jalžabet nalazi se članak *„Kako do bespovratnih sredstava za energetsku obnovu obiteljske kuće“* u kojem je detaljno objašnjeno koje sve uvjete mora obiteljska kuća ispunjavati. Također je objašnjeno kako i u kojoj vrijednosti se mogu dobiti bespovratna sredstva.

Prema slici 5.1 radi se analiza što bi sve moglo ući u kriterij sufinanciranja energetske obnove. To je zamjena vanjske stolarije, toplinska zaštita vanjske ovojnice, ugradnja kondenzacijskog plinskog kotla i ugradnja sustava za korištenje obnovljivih izvora energije. [17]



Slika 5.1. Prikaz mogućih dijelova objekta za sufinanciranje

Prvo po redu je zamjena vanjske stolarije što podrazumijeva stolariju s ukupnim koeficijentom Uw manjim od 1,4 W/m^{2}K. Kao što smo naučili u poglavlju poglavlja *3.1.5. Ugradnja troslojnih stakla* da jednoslojna stakla propuštaju dio hladnoće u prostor te se time povećavaju troškovi grijanja. Odlučeno je da će se napraviti zamjena vanjske stolarije.

Upoznati s EU sufinanciranjem započinje se istraživanje kako doći do sufinanciranja gdje dolazimo do poražavajućih rezultata. Fond je dodjeljivao sredstva donacije do kraja 2015. godine odnosno do iskorištenja raspoloživih sredstava. Što znači, ukoliko bi se mijenjala vanjska stolarija na obiteljskoj kući uz sufinanciranje od strane Fonda potrebno je pričekati još nekoliko mjeseci dok Vlada ne raspiše novi natječaj koji je najavljen za drugu polovicu 2019. godine. Kada se usporede cijene i ponude dobavljača vidljivo je da i bez sufinanciranja za

zamjenu stolarije, cijena stolarije nije toliko visoka, te da se s obzirom na uložen novac može dobiti stolarija prema zahtjevima niskoenergetskih objekata. Prihvatljivom cijenom PVC stolarije s ugrađenim staklima s U=0,6 W/m^{2}K iz vlastitog kućnog budžeta financira se zamjena stolarije. Ukućani obiteljske kuće jednoglasno su se složili da se osjeti znatna razlika u temperaturi sa novom stolarijom. Isto tako, s obzirom na prošlogodišnje grijanje za aktualne mjesece troškovi su smanjeni za 30%.

S obzirom na pozitivno iskustvo sa zamjenom vanjske stolarije kreće druga faza energetske obnove obiteljske kuće, odnosno obnova toplinske izolacije ovojnice kuće. Prema pravilima natječaja koji je bio raspisan 2014. godine a izmijenjen 2015. godine, da bi se dobilo sufinanciranje za energetsku obnovu kuće, kuća mora biti izgrađena prije 1987. godine s minimalnom fasadom ili treba biti izgrađena prije 21. lipnja 2011., ali bez toplinske fasade.

Kako je promatrana obiteljska kuća izrađena u kolovozu 2011, a nije izvedena toplinska fasada, možebitna bespovratna sredstva tu ne znače ništa jer kuća spada u kategoriju koja ih ne može dobiti. Tu dolazi pitanje, da li je izmjena zakona kojom je jasno definiran datum 21. lipnja 2011. godine bilo pogodovanje nekome ili je navedeni datum možda bio prekretnica u gradnji. Bez obzira na opsežno istraživanje, odgovora na pitanje nema. No nada postoji u pogledu da se još uvijek čekaju izmjene zakona za 2019. godinu, unatoč tome što smo zakoračili u mjesec rujan. Navedeni fondovi za energetsku obnovu ovojnice kuće vrijede do 2020. godine.

S obzirom na to da obiteljska kuća ne ulazi u kategoriju za dodjelu sredstava za izvedbu toplinske ovojnice planovi se okreću ka krovištu. Na stranicama energetska-obnova.hr navodi se da u sufinanciranja za izmjenu krovišta osim pokrova konstrukcije ubraja toplinska izolacija krovišta, kreće sumnja u idealno stanje. Znači, na stranici se navodi da se poticaj može dobiti samo ako u papirima kuće stoji da je pod krovom stambeni dio a ukoliko se stambeni prostor misli širiti na tavan, prvo je potrebno riješiti legalizaciju. Ako tavan ostaje tavan, dio poticaja se može dobiti za izolaciju stropne konstrukcije, što svakako može pomoći u energetskoj obnovi. Dolazimo do pitanja, hoće li se izgubiti pravo na zamjenu krovišta ako je pod istim tavan? Ili hoće li se izgubiti sufinanciranje toplinske izolacije stropne konstrukcije ako je sama konstrukcija krovišta i obloga krovišta oštećena? Odgovor na oba pitanja je da. Nije moguće dobiti sufinanciranje za toplinsku izolaciju stropne konstrukcije ako je krovište iznad u lošijem stanju jer bi se time narušio integritet toplinske izolacije. Znači prvo bi opet bilo potrebno financirati iz vlastitog obiteljskog budžeta sanaciju krovišta da bi obiteljska kuća mogla spadati u kategoriju za sufinanciranje toplinske izolacije stropne konstrukcije. Ili druga varijanta,

financirati legalizaciju tavana u stambeni dio samo da se dobije uvjet kojim obiteljska kuća spada u kategoriju sufinanciranja zamjene krovišta.

Nažalost, situacija sa ovim primjerom obiteljske kuće je da se na kraju krajeva cjelokupna obnova kuće financirala iz vlastitih sredstava bez sufinanciranja od strane Fonda.

Smatram da su razlozi za odustajanje od energetske obnove stambenih objekata nedovoljno definirani i razrađeni uvjeti, dok je sama ide Fondova u redu. Na sufinanciranje treba osim s energetskog gledišta gledati i sa socijalnog. Važno je i jedinice lokalnih samouprava obučiti što je energetska učinkovitost te koje nam prednosti može donijeti. Inertnost Vlade da u 4 godine od raspisivanja posljednjeg natječaja nije uspjela sastaviti uvijete natječaja za 2019., te neznanje kada će biti raspisan natječaj za 2019, a u rujnu smo iste godine, poražavajuća je činjenica. Upravo iz navedenog, želja za poboljšanjem pada u drugi plan. [18]

5.3. Usporedba cijene izvedbe niskoenergetske kuće i tradicionalne kuće

Kao što znamo, gradnja kuće je velik zahvat i potrebna su velika financijska sredstva da bi se taj projekt uspješno realizirao. U sljedećem poglavlju razradit ćemo cijene izvedbe niskoenergetske kuće i tradicionalne kuće. Pokušat ćemo dobiti neke realne prosječne mjesečne troškove za stanovanje u obje kuće te na kraju izračunati nakon koliko godina se niskoenergetska kuća isplati naspram tradicionalne.

U tablici 5.1. prikazani su radovi koji se uspoređuju kod tradicionalne i niskoenergetske gradnje. To su najbitniji radovi koji čine razliku između tih dviju gradnja. U izračun ne ulaze cijene opremanja kuća jer to nema veze s energetskom učinkovitošću. Tradicionalna kuća građena je na Roh Bau nivou izvedbe, a pod to spada iskop i betoniranje temelja, izvedba nosivih zidova i stropnih ploča, izvedba krovišta i limarije, izvedba pregradnih zidova. Ugrađena je PVC stolarija s dvoslojnim LOW-E staklom ispunjeno argonom. Ugrađena su dvoja vrata srednje kvalitete. Toplinska izolacija nije postavljena zbog nade u buduće sufinanciranje države. Sustav grijanja je peć na kruta goriva sa standardnim radijatorima. Ventilacije nema kao ni solarnih panela.

Niskoenergetska kuća također je izrađena na Roh Bau nivou izvedbe s PVC stolarijom s troslojnim LOW-E staklom ispunjenim argonom. Ugrađena su dvoja vrata visoke kvalitete. Kao toplinska izolacija postavljena je kamena vuna debljine 18cm po cijelom oplošju kuće i u potkrovlju. Sustav grijanja koji je ugrađen je dizalica topline zrak-voda s podnim grijanjem u svim prostorijama. Ventilacija s rekuperatorom postavljena je u sve prostorije. Također su instalirani solarni paneli na krovište kuće zbog iskorištavanja sunčeve energije primarno za pokretanje dizalice topline i ventilacije s rekuperatorom.

U tablicu 5.2. uvrštene su cijene za svaki pojedini sustav. Cijena izvedbe konstrukcije dobivena je iz upita na internetskim stranicama tvrtke Ytong. Prema njihovom iskustvu cijena izvedbe konstrukcije na Roh Bau nivou kreće se od 1800 – 2300 kn/m^2. Za proračun sam uzeo srednju vrijednost od 2000 kn/m^2 što iznosi 400 000 kn. Cijena izvedbe konstrukcije je ista u oba slučaja jer tu nema izvedenih sustava koji bi utjecali na razlike u cijenama. Jedina razlika se može desiti ako se koristi drugačiji materijal za izgradnju, no u svojem sam izračunu odlučio za isti materijal od kojeg su kuće napravljene. Sljedeća stavka je stolarija. Cijene stolarije uzete su iz poglavlja *3.1.5. Ugradnja troslojnih stakla* gdje sam priložio stvarne ponude za prozore. Za cijenu vrata opet sam se obratio tvrtki Marlex te su mi dali informaciju da pretežito ljudi kupuju vrata do 5 000 kn za obične kuće a oko 7 500 kn za tipove kuća na kojima se radi energetska obnova. Jer su ta vrata kvalitetnija i imaju bolja izolacijska svojstva. Također, dali su mi informaciju koliko bi okvirno koštala ugradnja 10 prozora i dvaju vrata. Tradicionalna kuća nema toplinske izolacije dok niskoenergetska kuća ima ugrađenu kamenu vunu debljine 18 cm. Grijanje u tradicionalnoj kući izvedeno je pomoću peći na kruta goriva, odnosno drva, i standardnih radijatora. Za grijanje u niskoenergetskoj kući izvedena je dizalica topline i podno grijanje u svim prostorijama. Što se tiče ventilacije, tradicionalna kuća ju nema dok niskoenergetska kuća ima ugrađenu ventilaciju s rekuperatorom. Također, na niskoenergetsku kuću ugrađeni su solarni moduli za proizvodnju električne energije. Ti solarni moduli se prvenstveno koriste za pokretanje dizalice topline i ventilacije s rekuperatorom.

Konačno, nakon istraživanja i informiranja o cijenama sustava koji se ugrađuju u tradicionalne kuće i niskoenergetske kuće dolazimo do zaključka da je izvedba niskoenergetske kuće sa svim potrebnim sustavima 40% skuplja od tradicionalne kuće. Cijena izvedbe tradicionalne kuće je 468 800 kn dok je cijena izvedbe 792 680 kn.

Tradicionalna kuća sa prizemljem i potkrovljem površine 200m2	Niskoenergetska kuća sa prizemljem i potkrovljem površine 200m2
Izvedba konstrukcije -Roh Bau	Izvedba konstrukcije - Roh Bau
Stolarija - PVC dvoslojno LOW-E staklo, 10 prozora. 2 vrata.	Stolarija - PVC troslojno LOW-E staklo, 10 prozora. 2 vrata.
Toplinska izolacija - Nema	Toplinska izolacija - Kamena vuna, 18cm debljine
Grijanje - Peć na kruta goriva + cjelokupne instalacije	Grijanje - Dizalica topline zrak-voda + podno grijanje u svim prostorijama
Ventilacija - Nema	Ventilacija - Ulazna jedinica + rekuperator + instalacije
Solarni moduli za električnu energiju - Nema	Solarni moduli za električnu energiju - 5 kW

Tablica 5.1. Prikaz izvedbe radova tradicionalne i niskoenergetske kuće

Tradicionalna kuća sa prizemljem i potkrovljem površine 200m2	Niskoenergetska kuća sa prizemljem i potkrovljem površine 200m2
Konstrukcija 400 000 kn	Konstrukcija 400 000 kn
Stolarija 10 prozora x 2 180 kn = 21 800 kn 2 vrata x 5 000 kn = 10 000 kn + 5 000 kn ugradnja	Stolarija 10 prozora x 2 628 kn = 26 280 kn 2 vrata x 7 500 kn = 15 000 kn + 5 000 kn ugradnja
Toplinska izolacija - Nema	Toplinska izolacija - Kamena vuna 190 kn/m2 x 160 m2 = 30 400kn
Grijanje - Peć na kruta goriva + cjelokupne instalacije 7 000 kn + 25 000 kn = 32 000 kn	Grijanje - Dizalica topline + podno grijanje 72 000 kn + 144 000 kn
Ventilacija - Nema	Ventilacija 50 000 kn
Solarni moduli za električnu energiju - Nema	Solarni moduli za električnu energiju - 5 kW 50 000 kn
Ukupno = 468 800 kn	Ukupno = 792 680 kn

Tablica 5.2. Usporedba cijena izvedbe radova tradicionalne i niskoenergetske kuće

Ponovnim kontaktiranjem tvrtke Ytong dobio sam potvrdu da to okvirno i jeste cijena izvedbe niskoenergetske kuće, čak i da iznos zvuči malo previše idealan. Prema njihovim podacima cijena izvedbe niskoenergetske kuće s nivoom izvedbe ključ u ruke iznosi oko 1 000 000 kn.

Tako da je gradnja tradicionalne kuće daleko jeftinija nego gradnja niskoenergetske kuće. No, to nije ništa novo jer o tome govorimo od samog početka radnje. Pitanje koje slijedi nakon dobivanja cijene izvedbe tradicionalne kuće i niskoenergetske kuće je za koliko godina će se niskoenergetska kuća isplatiti. Da bi to saznali moramo saznati mjesečne troškove na režije u obadvije kuće, zatim uštede niskoenergetske kuće i kada će te uštede nadoknaditi znatno veću početnu investiciju izgradnje niskoenergetske kuće.

Kako kroz cijelo poglavlje tradicionalnu kuću uspoređujem s niskoenergetskom, a stanujem u tradicionalnoj kući sličnih dimenzija, mjesečne troškove uzet ću iz svog kućanstva. Podatke za mjesečne troškove niskoenergetske kuće doznajem s nekoliko internetskih stranica i uvijek je taj podatak oko 200 kn. [19]

U tablici 5.3. prikazani su mjesečni troškovi za tradicionalnu kuću i mjesečni troškovi za niskoenergetsku kuću. Također, prikazana je početna investicija izgradnje tradicionalne kuće i niskoenergetske kuće koju smo izračunali u tablici 5.2. Vremensko razdoblje je uzeto od 35 godina da vidimo koliko će početna investicija zbrojena s mjesečnim troškovima do onda iznositi. To vremensko razdoblje uzeto je iz razloga što se obično veći stambeni krediti uzimaju na 30-35 godina.

	Tradicionalna kuća	Niskoenergetska kuća
Mjesečni troškovi	1 000 kn	200 kn
Početna investicija	468 800 kn	792 680 kn
Vremensko razdoblje	35 godina	35 godina
Ukupni trošak	888 800 kn	876 680 kn

Tablica 5.3 Usporedba mjesečnih troškova i povrat investicije

Kao što iz tablice 5.3. možemo vidjeti, tradicionalna kuća je za 35 godina od početka izgradnje došla na troškove od 888 800 kn, dok je niskoenergetska došla na troškove od 876 680 kn. Znači da u razdoblju od 35 godina izgradnja tradicionalne kuće i njezini mjesečni troškovi iznose 12 120 kn više od niskoenergetske. No taj podatak iznenađuje jer je to jako dugo vremensko razdoblje da bi se niskoenergetska kuća isplatila. A razlog tome je što na početku na tradicionalnu kuću nismo stavili nikakvu toplinsku izolaciju pa su troškovi izgradnje manji za 30 000 kn. Isto tako, tradicionalna kuća za grijanje koristi centralna peć na drva a niskoenergetska dizalicu topline i podno grijanje koje nije povoljno. Iz poglavlja *3.1.3. Niskotemperaturni sustav grijanja,* dio *Usporedba tradicionalnog grijanja s dizalicom topline* povlačimo zaključak do kojeg smo došli, a to da je sustav dizalice topline isplativ naspram grijanja na drva tek nakon 13 godina korištenja. Ako bi tradicionalna kuća imala grijanje na plin, mjesečni troškovi bili bi veći i vremensko razdoblje isplativosti bi se smanjilo.
U proračun nije uračunata proizvodnja električne energije iz solarne elektrane na krovištu jer se u ovoj temi ne bavimo time. Ali to je dodatni prihod koji će svake godine smanjiti razliku isplativosti tradicionalne kuće i niskoenergetske kuće.

No, veoma je važno reći da je u niskoenergetskoj kući znatno bolja kvaliteta zraka zbog kontinuirane ventilacije. Znatno je ugodnija temperatura u prostorijama zbog stalnog održavanja topline i kvalitetnog podnog grijanja. Isto tako, nema pregrijavanja prostorija u vrućim ljetnim mjesecima i nema plijesni i gljivica na zidovima tijekom zimskih mjeseci. Zbog tih razloga, niskoenergetska kuća je bolje rješenje nego tradicionalna, iako su njeni početni troškovi izgradnje veći. Ona se daleko prije zdravstveno isplati nego financijski.

5.4. Izvedba niskoenergetske kuće u Republici Hrvatskoj

Do sada smo zaključili da je poprilično teško dobiti sufinanciranje od strane države za izvedbu bilo kakvih radova u energetskoj obnovi objekata i da su početne investicije izgradnje niskoenergetskih objekata znatno veće od tradicionalnih objekata. No unatoč tome niskoenergetski objekti imaju svoje prednosti zbog koji se ljudi ipak odlučuju na izgradnju. Ali zašto ne slušamo često o izgradnji niskoenergetskih objekata i zašto je potrebno ljude toliko nagovarati na taj korak? Znajući da će mjesečni troškovi niskoenergetske kuće biti znatno manji nego kod tradicionalnih i da je kvaliteta življenja u niskoenergetskoj kući daleko bolja od one u tradicionalnoj, zašto je niskoenergetska izgradnja i dalje u zaostatku pred tradicionalnom

izgradnjom? Razlog je upravo rutina. Ljudi su naučeni na tradicionalne objekte, znaju mnogo o njima i o tradicionalnim sustavima koji se ugrađuju. Nije nikakva mudrost nacijepati drva i staviti ih u peć ali kada se otvori tema niskoenergetskih objekata, dizalica topline i ventilacija svi samo mašu s glavom i govore da to nije potrebno i da se stvari previše kompliciraju. Nisu ljudi glupi ili nezainteresirani, samo nisu dovoljno dobro informirani o novim tehnologijama i njihovim mogućnostima.

Isto vrijedi i za izvođače radova. Firme i zanatlije u graditeljstvu su već dobro uhodani u posao izvedbe tradicionalnih objekata. Bave se tim poslom 20-30 godina, možda čak i više i to je ono što oni rade dobro i što znaju. S vremenom su naučili primjenjivati neke novije tehnologije i materijale, npr. postavljanje toplinske izolacije vanjskog oplošja objekta. Ali rijetko koji majstor koji gradi kuću će znati što je to ugradnja stolarije prema RAL smjernicama ili što je rekuperator. Neznanje ljudi i neznanje izvođača idu ruku pod ruku s time da u Republici Hrvatskoj nema toliko niskoenergetskih objekata koliko bi ih moglo biti. No nisu oni krivi za to. Prilikom pisanja ovog rada istraživao sam na internetu i veoma je teško naći neke konkretne informacije i detalje na hrvatskom jeziku u vezi niskoenergetskih objekata i sustavima koji se u njih ugrađuju. A s time da ja već i ponešto znam o tome pa znam i što tražim. Netko tko si ni ne može zamisliti što je dizalica topline ne zna ni od kud početi tražiti informacije o tome. A o tome kako je teško naći cijene za niskoenergetske sustave da i ne govorim.

Time dolazimo do specijaliziranih firmi koje se bave striktno izvedbom niskoenergetskih objekata. One imaju mogućnost nivoa izvedbe objekta Roh Bau ali i ključ u ruke. Ključ u ruke znači da objekt ima sve pripadajuće sustave već ugrađene i samo treba namještaj da bi se u njemu moglo živjeti. Prilikom takve kupnje objekta investitor se nema razloga brinuti oko tehničkih stvari i instalacija. No tu opet dolazimo do problema. Kao što sam prije rekao, prilikom pisanja ovog rada istraživao sam na internetu a i kontaktirao firme koje se bave izgradnjom niskoenergetskih objekata. Važno je reći da sam naišao na popriličan otpor u vezi dobivanja besplatnih informacija. Uglavnom, svaka firma koja se bavi niskoenergetskom gradnjom izvodi svoje projekte i troškovnike. Idejni projekt i troškovnik je moguće dobiti, ali to je samo za Roh Bau nivo izgradnje i to samo okvirni troškovnik. Što se tiče izvedbe ključ u ruke, idejni projekt i troškovnik je potrebno platiti između 3 000 – 4 000 kn. Tek nakon toga investitor, odnosno kupac objekta, može vidjeti što je sve ugrađeno u objekt koji kupuje i nakon onda krenuti u istraživanje koliko se njemu isplati graditi takav objekt. Za nekoga tko samo razmišlja o izgradnji niskoenergetskog objekta to je mukotrpan proces kojeg će najvjerojatnije zaobići i investirati u tradicionalni objekt s malo boljom stolarijom i toplinskom izolacijom

oplošja objekta. Jer za tradicionalan objekt ima pregršt informacija i firmi koje se u potpunosti razumiju u to što rade.

Kako smo naveli u poglavlju *5.1. Subvencije za izgradnju niskoenergetskih objekata* na natječaj za energetsku obnovu objekata u 2019. godini javilo se 700 kućanstava, tako da zainteresiranih definitivno ima. No tih 700 kućanstava kojih se javilo za sufinanciranje energetske obnove je tek 0,05% kućanstava Republike Hrvatske a da bi se stvari promijenilo taj postotak se mora povećati.

Javnost a i izvođače treba bolje informirati i podučiti novim energetski učinkovitim načinima gradnje putem organiziranih seminara ili dana otvorenih vrata u firmama koje se bave niskoenergetskom gradnjom. Već bi puno pomoglo i ako bi samo na internetu bilo dostupno više informacija o energetski učinkovitoj gradnji i sustavima koji se ugrađuju u takve objekte. Kako bi javnost stekla opsežnije znanje o energetski učinkovitoj gradnji tako bi bila sve više zainteresirana za investiranje u nju, a samim time bi se otvorio put starim i novim firmama za upuštanje u projekte izvedbe niskoenergetskih objekata.

U ovom slučaju kao i u slučaju sufinanciranja energetske obnove, država nije pokazala dovoljan trud da informira svoje građane u vezi energetski učinkovite gradnje i očekuje da će informacije javnosti doći same od sebe i da će se stvari onda pokrenuti.

Zaključak

Kako se stanovništvo sve više povećava tako se i povećava potražnja sa slobodnim prostorom na kojem se može živjeti. Krčenje šuma i ostalih zelenih površina dovodi do neravnoteže između prirodnog svijeta i ljudske civilizacije. Da bi donekle vratili ravnotežu prirodnom svijetu okrenuli smo se energetski učinkovitoj gradnji. Energetski učinkovita gradnja je način izvedbe objekata s namjerom da se što više energije koju će taj objekt trošiti dobije preko obnovljivih izvora energije ili minimalnim uplitanjem čovjeka u prirodu. Također, nastoji se smanjiti razina CO_2 zbog kojeg dolazi do jačanja efekta staklenika i klimatskih promjena.

Europska Unija donijela je 2012 Direktivu u kojoj nalaže da se potrošnja energije smanji za 20% do 2020. godine. Europska Unija također je propisala niz mjera i pravila koja treba poštivati da bi se taj cilj zadovoljio. Republika Hrvatska također mora poštivati ta pravila ali i donijeti neka svoja pravila i regulative da bi se postigao zacrtani cilj. Tako Vlada formira Fond za energetsku učinkovitost i Nacionalno koordinacijsko tijelo kojima je zadaća sprovoditi politiku Europske Unije o energetskoj učinkovitosti i pobrinuti se da je javnost upućena i obaviještena o mogućim sufinanciranjima sustava energetske učinkovitosti.

Niskoenergetski objekti imaju nekoliko smjernica po kojima se vodi izgradnja da bi taj novoizgrađeni objekt zaista mogao biti niskoenergetski. Najvažnije je prilikom projektiranja voditi brigu o faktoru oblika objekta, jer objekti jednostavnijeg oblika imaju manje toplinske gubitke u fazi korištenja. Također, bitna stvar prije same izgradnje je i orijentacija objekta te toplinsko zoniranje objekta. To znači da sve prostorije u kojima se boravi kroz dan trebaju gledati na jug radi iskorištavanja topline sunca a sve pomoćne prostorije na sjever. Sljedeća bitna stvar je odabrati niskotemperaturni sustav grijanja pomoću kojeg ćemo koristiti toplinu vanjskog zraka, vode ili zemlje pri zagrijavanju vode za korištenje u objektu. Veoma bitna stvar je ugradnja kvalitetne toplinske izolacije oko cijelog oplošja objekta da ne bi negdje dolazilo do nepotrebnih toplinskih gubitaka. Još jedna bitna stvar je stolarija, koja može drastično promijeniti temperaturu unutarnjeg prostora. Razlika između dvoslojnog LOW-E IZO stakla i troslojnog LOW-E IZO stakla je oko 400 kn a dobivamo puno kvalitetniji prozor koji će zimi i ljeti imati bolja izolacijska svojstva. Treba voditi računa i o zraku koji se nalazi unutar prostorija, jer zbog korištenja prostorija stvaraju se vlaga i mirisi. Tu dolazi ventilacija s rekuperacijom. Rekuperator je uređaj koji pomoću sustava metalnih ploča uzima toplinu od toplog unutarnjeg zraka i prenosi je na svježi zrak koji je povučen iz vanjskog prostora i

spreman za upuhivanje u unutarnji prostor objekta. Važnost kvalitetne ventilacije bitno je napomenuti jer zbog nje imamo čisti svježi zrak, bez mirisa i vlage koji konstantno cirkulira unutar objekta. Tako da uopće nema potrebe za otvaranjem prozora i stvaranjem toplinskih gubitaka na taj način.

Nedostatak niskoenergetskih objekata i općenito energetske obnove objekata je jednostavan – novac. Svi ti navedeni sustavi zahtijevaju poveće financijske izdatke da bi se ugradili. Jednom kad se svi sustavi ugrade onda se uštede počinju osjećati na mjesečnim troškovima no treba dosta godina da bi se uloženi novac isplatio. Država u tom pogledu pokušava pomoći putem sufinanciranja iz ESI fondova. Sama ideja sufinanciranja je dobra dok realizacija nije još na odgovarajućoj razini. Da bi se dobilo neko sufinanciranje za energetsku obnovu kuća treba imati ispunjeno puno zahtjeva i treba spadati u uski krug dopuštenih kriterija. A s obzirom na popularnost energetske učinkovitosti treba imati i puno sreće da se dobije jedno od sufinanciranja. Nakon što država uloži više truda, a i novaca, u sufinanciranje energetske obnove objekata i informiranje javnosti i izvođača o energetski učinkovitoj gradnji tada će se razlike i osjetiti. A do onda, sve je to lijepo u teoriji a ne tako lako izvedivo za veliku većinu kućanstava.

U Varaždinu, _____ 2019. Dino Marđetko

Literatura web:

[1] https://mgipu.gov.hr/o-ministarstvu-15/djelokrug/europski-strukturni-i-investicijski-fondovi-8437/8437?fbclid=IwAR1TLeSsoc6pWSPL1nhP8qdUzCrS8wMrt2hsg53C5l23AymB55-3998QbxI (Dostupno 01.08.2019.)

[2] https://strukturnifondovi.hr/eu-fondovi/esi-fondovi-2014-2020/op-konkurentnost-i-kohezija/ (Dostupno 01.08.2019.)

[3] https://gradnjakuce.com/pasivna-niskoenergetska-gradnja/niskoenergetska-ili-trolitarska-kuca/ (Dostupno 01.08.2019.)

[4] https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive/eu-targets-energy-efficiency (Dostupno 06.08.2019.)

[5] https://ec.europa.eu/energy/en/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters/overview (Dostupno 06.08.2019.)

[6] https://www.zakon.hr/z/747/Zakon-o-energetskoj-u%C4%8Dinkovitosti (Dostupno 08.08.2019.)

[7] https://gradnjakuce.com/pasivna-niskoenergetska-gradnja/niskoenergetska-ili-trolitarska-kuca/ (Dostupno 01.08.2019.)

[8] https://arhingreen.rs/zasto-kako-graditi-niskoenergetske-kuce/ (Dostupno 12.08.2019.)

[9] http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/_podnogrijanje.html (Dostupno 19.08.2019.)

[10] http://www.irena-istra.hr/uploads/media/Usporedba_cijena_klasicnih_sustava_grijanja_01.pdf (Dostupno 19.08.2019.)

[11] https://www.webgradnja.hr/strucni-dio/energetski-ucinkovita-gradnja/skola-izoliranja-niskoenergetski-i-pasivni-objekti/c-1080/ (Dostupno 26.08.2019.)

[12] http://www.enu.fzoeu.hr/ee-savjeti/toplinska-zastita-objekta (Dostupno 06.08.2019.)

[13] https://www.savokusic.com/blog/koje-staklo-odabrati-za-stolariji (Dostupno 02.09.2019.)

[14] https://korak.com.hr/korak-027-rujan-2009-pasivna-kuca-3-dio-ventilacija/ (Dostupno 09.09.2019.)

[15] https://www.enu.hr/gradani/natjecaji/ (Dostupno 12.09.2019.)

[16] http://www.fzoeu.hr/docs/javni_poziv_v4.pdf (Dostupno 12.09.2019.)

[17] http://ludbreg.hr/wp-content/uploads/2015/05/vodic_2015.pdf (Dostupno13.09.2019.)

[18] http://energetska-obnova.hr/index.php (Dostupno 18.09.2019.)

[19] http://www.poslovni.hr/nekretnine/ovo-je-kuca-koja-grije-za-svega-200-kn-mjesecno-239831 (Dostupno 20.09.2019.)

Literatura knjige:

[19] Željka Hrs Borković, Priručnik za energetsko certificiranje zgrada, Poglavlje 4

Popis slika:

Slika 2.1. Uređaj za kontrolu potrošnje energije u kućanstvu,

Izvor: https://www.bbc.com/news/business-45127426 ..... Strana 6

Slika 2.2. Razvodna kutija pametne mreže,

Izvor: https://www.geopal.com/role-smart-meters-utilities ..... Strana 7

Slika 2.3. Internetska stranica Nacionalnog portala energetske učinkovitosti,

Izvor: https://www.enu.hr/ ..... Strana 9

Slika 3.1. Jednostavni oblici objekata, Izvor: Autor ..... Strana 12

Slika 3.2. Razvedeni oblici objekata, Izvor: Autor ..... Strana 12

Slika 3.3. Kuće u nizu, Izvor: Autor ..... Strana 13

Slika 3.4. Prikaz preporučene raspodjele prostorija prema stranama svijeta,

Izvor: Autor ..... Strana 14

Slika 3.5. Prikaz polaganja podnog grijanja u slojevima poda,

Izvor: https://pravimajstor.hr/podno-grijanje-keramika-i-drvo ..... Strana 15

Slika 3.6. Grafički prikaz strujanja toplog zraka radijatorskog i podnog grijanja,

Izvor:http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/_podnogrijanje.html ..... Strana 16

Slika 3.7. Grafički prikaz dizalice topline,

Izvor: https://www.klimakoncept.hr/hr/podrska-dizalice_topline__toplinske_pumpe-kompletna_rjesenja_za_stambene_i_poslovne_prostore/1129/135 ..... Strana 17

Slika 3.8. Troškovi energenata pri zagrijavanju kuće

Izvor: http://www.irena-istra.hr/uploads/media/Usporedba_cijena_klasicnih_sustava_grijanja_01.pdf Strana 20

Slika 3.9. Usporedba debljina toplinske izolacije u odnosu na toplinske karakteristike vanjskog zida, Izvor: Autor Strana 21

Slika 3.10. Postavljanje mineralne vune u sloj poda kao toplinsku izolaciju,

Izvor: http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/_mineralnavuna.html Strana 22

Slika 3.11. Postavljanje EPS-a u potkrovlje,

Izvor: http://energetska-efikasnost.rs/toplotna-izolacija/eps-stiropor/austrotherm-tpe-tavanski-podni-element.html Strana 23

Slika 3.12. Nanošenje poliuretanske pjene na krovište,

Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Toplinska_izolacija Strana 23

Slika 3.13. Postavljanje slame na krovište,

Izvor: https://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/2375/820/profesionalizacija-branse-koja-se-bavi-izolovanjem-pomocu-slame-u-francuskoj Strana 24

Slika 3.14. Staklo sa LOW-e premazom,

Izvor: https://www.pana.hr/proizvodi/dodatna-oprema/staklo/ Strana 25

Slika 3.15. Drvo-aluminijski, PVC i aluminijski prozorski okviri,

Izvor: https://www.troha-dil.hr/ Strana 26

Slika 3.16. Montaža prema RAL smjernicama,

Izvor: https://pugb.hr/stolarija/79/34/ral-montaza-stolarije Strana 27

Slika 3.17. Usporedba jednoslojnog i dvoslojnog stakla

Izvor: https://www.savokusic.com/blog/koje-staklo-odabrati-za-stolariji Strana 28

3.18. A-Test troslojnog LOW-E stakla

Izvor: http://www.marlex.hr/wp-content/uploads/2015/06/Atest-IZO-lowe-4-14-4-14-4-lowe-argon.pdf Strana 29

Slika 3.19. Ponuda jednoslojnog stakla, Izvor: Ponuda Marlex Strana 31

Slika 3.20. Ponuda dvoslojnog LOW-E stakla, Izvor: Ponuda Marlex Strana 31

Slika 3.21. Ponuda troslojnog LOW-E stakla, Izvor: Ponuda Marlex Strana 31

Slika 3.22. Ventilacija niskoenergetske kuće

Izvor: https://korak.com.hr/korak-027-rujan-2009-pasivna-kuca-3-dio-ventilacija/ Strana 32

Slika 5.1. prikaz mogućih dijelova objekta za sufinanciranje Strana 39

Izvor:http://www.fzoeu.hr/hr/energetska_ucinkovitost/enu_u_zgradarstvu/energetska_obnova_obiteljskih_kuca/ Strana 43

Popis tablica:

Tablica 3.1. Procijenjena visina početne investicije za različite sustave grijanja

Izvor: Autor Strana 18

Tablica 3.2. Uw vrijednosti s obzirom na vrstu profila i ostakljenje,

Izvor: Autor Strana 26

Tablica 3.3. Usporedba jednoslojnog, dvoslojnog LOW-E i troslojnog LOW-E stakla

Izvor: Autor Strana 30

Tablica 3.4. Prikaz ušteda na mjesečnim troškovima kroz razdoblje od 15 godina

Izvor: Autor Strana 35

Tablica 5.1. Prikaz izvedbe radova tradicionalne i niskoenergetske kuće

Izvor: Autor Strana 43

Tablica 5.2. Usporedba cijena izvedbe radova tradicionalne i niskoenergetske kuće

Izvor: Autor Strana 43

Tablica 5.3 Usporedba mjesečnih troškova i povrat investicije

Izvor: Autor Strana 44

Sveučilište Sjever

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, DINO MARETIĆ *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom PRIČINE I PREPREKE U USTAVNOJ IZGRADNJI VISOKOEUROPSKIH OBJEKATA U REPUBLICI HRVATSKOJ *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, DINO MARETIĆ *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom PRIČINE I PREPREKE U USTAVNOJ IZGRADNJI VISOKOEUROPSKIH OBJEKATA U REPUBLICI HRVATSKOJ *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)