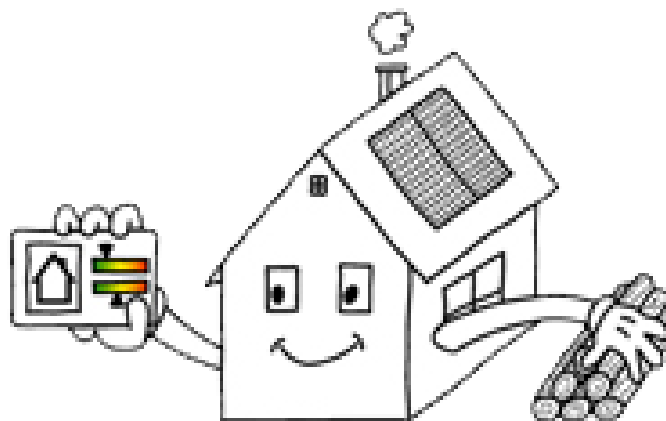




JAVNI VZGOJNO-IZOBRAŽEVALNI ZAVOD
OSNOVNA ŠOLA DESTRIK-TRNOVSKA VAS

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE



RAZISKOVALNA NALOGA

Področje: **Tehnika**

Avtorji: **Simon Fridl**
Žan Lorenčič
Aljoša Repinc

Mentorica: **Dragica PEŠAKOVIĆ**

Destrnik, 2014

ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorici, prof. Dragici Pešaković, in vodstvu šole. Hvala tudi gospe Nini Laki ter Urošu Pešakoviću za slovnično ureditev in angleški prevod povzetka.

VSEBINSKO KAZALO

1 UVOD	1
2 TEORETIČNI DEL.....	2
2.1 Energetska izkaznica stavbe	2
2.1.1 Kaj je energetska izkaznica?	2
2.1.2 Zakonodaja o obveznosti energetske izkaznice.....	3
2.1.3 Energetska izkaznica v nekaterih evropskih državah.....	4
2.2 Parametri, ki vplivajo na energetske učinkovitost stavbe	5
2.2.1 Toplotna prehodnost.....	5
2.2.2 Toplotna zaščita zunanlega zidu.....	6
2.2.3 Toplotna zaščita poševne strehe in stropa proti podstrešju	7
2.2.4 Toplotna zaščita oken	7
2.2.5 Toplotne izgube skozi ovoj stavbe	8
2.2.6 Predpisi o toplotnih izgubah gradbene konstrukcije.....	9
2.2.7 Izračun toplotnih izgub objekta.....	9
2.2.8 Prikaz izračunanih toplotnih izgub:.....	9
2.3 Energijsko število	11
2.3.1 Od energijsko potratne do energijsko varčne hiše.....	12
2.3.2 Nizkoenergijska hiša (NEH).....	12
2.3.3 Pasivna hiša (PH)	13
3 EMPIRIČNI DEL.....	15
3.1 Namen in cilj raziskave	15
3.2 Razčlenitev raziskovalnega problema	15
3.2.1 Raziskovalna vprašanja	15
3.2.2 Raziskovalne hipoteze	15
3.2.3 Spremenljivke.....	16
3.3 Metodologija	16
3.3.1 Namen in cilj raziskave	16
3.3.2 Raziskovalna metoda.....	16
3.3.3 Raziskovalni vzorec.....	16
3.3.4 Postopki zbiranja podatkov	16
3.3.5 Postopki obdelave podatkov.....	17
3.4 Rezultati in interpretacija	17
3.4.1 Toplotna prehodnost zunanlega ovoja stavbe – izračuni.....	17
3.4.2 Energijsko število – izračuni	18
3.4.3 Interpretacija rezultatov popisa	18
3.4.4 Tip objekta.....	19
3.4.5 Starost objekta	19
3.4.6 Nosilna konstrukcija.....	20

3.4.7 Toplotna izolacija zunanjega ovoja	21
3.4.8 Debelina izolacije na podstrešju	22
3.4.9 Okna	22
3.4.10 Kurivo – energent za ogrevanje.....	23
3.4.11 Energijsko število	23
3.5 Primerjava rezultatov popisa 1999 in 2014	24
3.5.1 Zunanji ovoj stavbe	24
3.5.2 Energent.....	25
3.5.3 Energijsko število	25
3.5.4 Primerjava energetske učinkovitosti stavb	26
3.6 Ukrepi za zmanjšanje porabe energije.....	27
4 RAZPRAVA	28
5 ZAKLJUČEK.....	28
6 LITERATURA.....	29
7 PRILOGE	29
7.1 Popisni list.....	29
7.2 Primer računalniškega izpisa.....	Napaka! Zaznamek ni definiran.

KAZALO SLIK

Slika 1:: Energetska izkaznica (Gradbeni inštitut ZRMK, 2013).....	3
Slika 2: Toplotna prevodnost snovi (λ) in toplotna prehodnost (U) konstrukcije	6
Slika 3: Prikaz delovanja nizkoemisijskega nanosa (Tomšič, 1999, str. 10).....	8

KAZALO TABEL

Tabela 1: Toplotna prehodnost nekaterih gradbenih konstrukcij	9
Tabela 2: Neizolirana zgradba.....	10
Tabela 3: Izolirana zgradba	10
Tabela 4: Kurilne vrednosti energentov	11
Tabela 5: Vrsta objekta glede na letno rabo energije	11
Tabela 6: Razredi energetske učinkovitosti stavb	12
Tabela 7: Raba energije in toplotne izgube pri NEH.....	12
Tabela 8: Toplotna prehodnost konstrukcij pri NEH	13
Tabela 9: Raba energije in toplotne izgube pri PH.....	14
Tabela 10: Toplotna prehodnost konstrukcij pri PH	14
Tabela 11: Primerjava energijskih števil ogrevanja	14
Tabela 12: Tip objekta.....	19
Tabela 13: Starost objekta	20
Tabela 14: Nosilna konstrukcija.....	20
Tabela 15: Toplotna izolacija zunanje ovoja	21
Tabela 16: Ovoj zgradbe	21
Tabela 17: Debelina izolacije na podstrešju.....	22
Tabela 18: Okna	22
Tabela 19: Energent.....	Napaka! Zaznamek ni definiran. 23
Tabela 20: Energijsko število	23
Tabela 21: Razporeditev objektov glede rabe energije	26
Tabela 22: Razredi energetske učinkovitosti stavbe.....	26

POVZETEK

V zadnjem času zasledimo v medijih veliko govora o energetske izkaznici stavbe, ki jo bo morala imeti vsaka stanovanjska stavba. V zgradbah porabimo največ energije za ogrevanje, količina pa je odvisna od velikosti in predvsem njenega zunanega ovoja, ki meji na okolje in skozi katerega prehaja energija. Ta ovoj mora biti iz ustrezno debele nosilne konstrukcije in kvalitetnih izolacijskih materialov, ki v zimskem času preprečujejo izgubo toplote, poleti pa zmanjšujejo segrevanje ter tudi omogočajo dobro zvočno izoliranost objekta. V namen raziskave smo s pomočjo učencev OŠ Destrnik-Trnovska vas popisali preko 100 gospodinjstev. Ugotovili smo, da so stanovanjske hiše še vedno slabo ali pa sploh niso izolirane. Na osnovi popisa porabe kuriva – energenta za ogrevanje v enem letu in skupne ogrevane površine smo izračunali energijsko število stanovanjske hiše in jo razvrstili v energetske razrede. Če je energijsko število preveliko, ga je potrebno zmanjšati z ustreznimi ukrepi. Predlagali smo, da lahko občani zmanjšajo porabo energije za ogrevanje tako, da spremenijo nekatere življenjske navade oziroma razvade ali pa se odločijo za večjo investicijo (obnova zunanega ovoja, menjava stekel na oknih, izolacija tal in podstrešja). Na učinke posegov gledamo dolgoročno, saj lahko nepravilna zasnova vpliva na večje stroške v času ogrevanja in tudi v letnem obdobju, ko moramo prostore ohlajevati s klimatskimi napravami. Rezultate letošnje raziskave smo primerjali s podobno raziskavo izpred desetih let. Prišli smo do zanimivih in pomembnih rezultatov, ki pa bodo prav gotovo v korist tudi Občini Destrnik.

Ključne besede: energetska izkaznica, toplotna prevodnost, toplotna prehodnost, energijsko število

ABSTRACT

Recently in media there is a lot of talk about the energy card of the building, which all residential building will have to have it. In buildings, most of the energy is used for heating. Its amount depends on the size of the building and its outer shell, which is adjacent to the environment and through it passes the energy. This shell should be adequate thickness and made out of quality insulation materials, which prevent heat loss in winter time and reduce the heat transfer in the summer. It should also improve sound insulation of the building. With the help of pupils of elementary school Destrnik-Trnovska an inventory of over 100 households has been made. We found out, that the residential houses are still poorly or not isolated at all. Based on the inventory of fuel consumption (energy consumed for heating in one year) and the total heated area, calculation of the energy number of residential houses has been made and classification of houses to the energy classes was carried out. If the number of energy is too high, it has to be adjusted with appropriate measures. We proposed to citizens reduction of energy consumption for heating by changing certain habits or to invest in renovation of the exterior shell, replacement glass windows and floor/deck insulation. This are long-term improvements, since improper design may result in higher costs. The results of this year's survey were compared with a similar survey, which was carried out 10 years ago. We came up with interesting and important results which will certainly benefit the municipality of Destrnik.

Key words: energy card, thermal conductivity, heat transfer, energy number

1 UVOD

Svetovna meteorološka organizacija je bila prva, ki je sprožila znanstveno diskusijo in naredila organizirane korake k osveščanju svetovnih politikov ter javnosti, plod teh prizadevanj pa je bila ustanovitev Medvladnega odbora za klimatske spremembe. Pod njegovim okriljem najvplivnejši svetovni znanstveniki ocenjujejo klimatske razmere, predvidevajo, kakšne klimatske spremembe nam bodo prinesla naslednja desetletja, poskušajo razložiti, kaj vse vpliva nanje, kakšna je ogroženost zaradi njih, oziroma kakšne so njihove posledice. Tudi v Sloveniji se vključujemo v ta mednarodna prizadevanja, politične akcije potekajo na Ministrstvu za okolje, prostor in energijo, na Agenciji RS za okolje pa budno spremljajo, kaj se dogaja s klimo pri nas ter v svetu, kakšne spremembe se nakazujejo in kaj bi lahko pomenile za naše podnebje.

Ob vseh teh dejstvih se nama poraja vprašanje, kakšno hišo naj zgradimo, da nam bo nudila občutek varnosti in zasebnosti, predvsem pa zavetje pred neugodnimi vremenskimi vplivi (zelo vroča poletja, mrzle zime ...). V mislih imava stavbo, ki bo ob učinkoviti rabi energije uporabniku zagotavljala zeleno raven toplotnega in zvočnega udobja ob minimalnih škodljivih vplivih na okolje v vseh življenjskih fazah objekta.

Visoke cene energentov nas silijo v razmišljanje o energetsko učinkovitih objektih, kjer bomo pri enaki površini objekta za ogrevanje plačali manj. Možnosti za zmanjševanje stroškov ogrevanja je več. Spremembe niso povzročile le vse višje cene nafte in naftnih derivatov, ampak so povzročile tudi spremembo načina gradnje. Včasih so gradili debele zidove in majhna okna, danes pa so zidovi bistveno tanjši in lažji, enako velja za medetažne konstrukcije. Novi materiali pri manjši debelini omogočajo večjo trdnost, hkrati pa prepuščajo več toplote in dušijo manj zvoka. V gradbeništvu so bili zato potrebni novi prijemi – boljša izolativnost materialov – dodaten izolacijski sloj, kvalitetnejša okna in vrata ter še vrsto drugih materialov.

»Trenutno se v Sloveniji trudimo uvesti standard nizkoenergijske hiše, kar poteka zelo počasi. Naslednji korak bo pasivna hiša, ki je dosledno izpopolnjena nizkoenergijska hiša. Ta korak predstavljajo predvsem izpopolnjeni energetski ukrepi,« je zapisala arhitektka dr. Martina Zbašnik-Senegačnik, nedvomno ena prvih avtoritet pasivne gradnje pri nas. Pasivna hiša bo z leti postala standardna hiša (Bogataj, 2008, pridobljeno s spletnega naslova <http://www.gorenjskiglas.si/novice>, 2. 9. 2008).

Smo Slovenci do danes spoznali prednosti pasivne tehnologije? Kaj pomenijo izrazi energetsko varčna, nizkoenergijska ali pasivna hiša? Bi bila gradnja takšne hiše dražja od običajne? V koliko letih bi se investicija povrnila? Kaj pa energetska izkaznica? Na vsa ta vprašanja bova poskušala najti odgovore v svoji nalogi, ki je razdeljena na dva dela: teoretični in empirični. V teoretičnem delu sva s pomočjo virov (pisnih, elektronskih) proučila problematiko učinkovite rabe energije in parametre, ki vplivajo na izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe (toplotna prevodnost in prehodnost materialov ter konstrukcij). V empiričnem delu pa sva analizirala in statistično obdelala dobljene rezultate popisa. Na osnovi rezultatov sva analizirala stanje na terenu, torej energetsko učinkovitost stavb na področju občine Destričnik, in poiskala rešitve za izboljšanje situacije.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Energetska izkaznica stavbe

V zadnjem mesecu v medijih srečujemo veliko člankov o energetske izkaznici, ki jo bodo morale imeti stavbe in brez katere ne bo mogoče pridobiti uporabnega dovoljenja ali prodati hiše. Zasedimo celo t.i. akcijske ponudbe – izdelava energetske izkaznice po znižani ceni. Namen energetske izkaznice je na trgu nepremičnin spodbujati tržno prednost energetske učinkovite gradnje. Zato je energetska izkaznica stavbe namenjena zlasti tistim investitorjem, ki gradijo stavbe za trg in želijo pri prodaji argumentirano poudariti energetske učinkovitost. Odločitev za energetske izkaznico je z vidika investitorja najracionalnejša v fazi načrtovanja stavbe in priprave projektne dokumentacije.

2.1.1 Kaj je energetska izkaznica?

Je dokument, ki podaja računsko določene kazalce rabe energije v stavbah, razvršča stavbo v enega od razredov rabe energije in informira kupca o pričakovani višini stroškov za energijo ter o morebitnih naložbah za energijsko učinkovito posodobitev stavbe in naprav v njej. Podlaga za uvajanje energetske izkaznice pri nas je v Evropski direktivi o energetske karakteristiki zgradbe za zmanjšanje emisij CO₂ in povečanje energijske učinkovitosti stavb ter v slovenskem energetske zakon (Gradbeni inštitut ZRMK, 2013).

Energetska izkaznica je oblikovana kot knjižnica, v kateri je na začetku podana informacija o stavbi, investitorju, lokaciji stavbe in projektni dokumentaciji. Na prvi strani energetske izkaznice je prikazanih sedem razredov rabe energije (A–G), vsak obsega območje po 15kWh/m²a. Razred A pomeni najbolj energetske učinkovito stavbo, pri kateri je potrebno najmanj toplote za ogrevanje stavbe. Za uvrstitev v razred A je potrebno uporabiti najsodobnejše energetske učinkovite materiale in tehnologije. Razred G predstavlja energetske najbolj potratne stavbe. Za novogradnje ni več dopustno doseganje razredov E, F in G, vanje se bodo uvrščale starejše stavbe, grajene po zahtevah leta iz 1980. Za stavbe, ki so grajene v skladu s sodobnimi pravili gradbene prakse, pričakujemo, da se bodo uvrščale v razred C, izjemoma v razred B, v določenih primerih (zelo razčlenjene stavbe) pa lahko izpolnjujejo zahteve tudi stavbe iz razreda D (prav tam).

Barvna puščica v prvem stolpcu energetske izkaznice označuje energijski razred, ki ga stavba dosega, z upoštevanjem podnebnih razmer na konkretni lokaciji. Druga puščica označuje normirani energijski razred glede na referenčno lokacijo (v pilotskem projektu so bili za ta namen izbrani klimatski podatki za Ljubljano), da je omogočena primerljivost različnih stavb med seboj. Tretja puščica označuje dovoljeno vrednost po predlogu novega pravilnika. Na notranjih straneh energetske izkaznice najdemo osnovne podatke o obliki stavbe, toplotnih lastnostih ovoja in zelo splošno informacijo o uporabljenem viru energije ter ogrevalnem sistemu. Prikazan je termografski posnetek ovoja stavbe in najpomembnejši vmesni rezultati iz postopka računa (povprečna toplotna prehodnost ovoja stavbe, celotna potrebna toplota za ogrevanje ipd.). Izkaznica še v tej fazi ne posega na področje ogrevalnega sistema in izkoristka pretvorbe goriva v koristno toploto za ogrevanje stavbe. S podatkom o potrebni toploti za ogrevanje po SIST EN 832 izpostavlja zlasti uspešnost pri načrtovanju zasnove stavbe, pasivno izkoriščanje sončne energije, gradbeno-fizikalno ustrezen ovoj stavbe s čim manjšimi toplotnimi izgubami in preprečevanje nastanka toplotnih mostov. Na zadnji strani izkaznice sta predstavljena vloga in namen energetske izkaznice ter navedeni podatki o izdajatelju (Šiljanec in drugi, 1999; 2002).



Enodružinska hiša Panjek, Slovenj Gradec, lesena montažna gradnja, Marles tip Valido, podkletena s klasično gradnjo. Letna potreba po ogrevanju znaša 61 kWh/m², energijski razred C.

Slika 1: Energetska izkaznica (Gradbeni inštitut ZRMK, 2013)

2.1.2 Zakonodaja o obveznosti energetske izkaznice

Na področju gradnje stavb je Evropska unija izdala tri direktive. Prva je direktiva o gradbenih proizvodih (89/106/EEC), ki je že prenesena v Zakon o gradbenih proizvodih. Ta navaja šest bistvenih zahtev, ki jih mora stavba dosegati, ena med njih je tudi »gospodarno ravnanje z energijo in zadrževanje toplote«. Druga pomembna direktiva je direktiva SAVE (93/76/EEC), ki članice EU in kandidatke obvezuje k razvoju in izvajanju programov na področju: obračun rabe energije za ogrevanje in priprava tople vode po dejanski rabi, uvajanje strožje regulative za toplotno zaščito stavb, uvajanje pogodbenega financiranja projektov učinkovite rabe energije v javnem sektorju, energetskih pregledov velikih porabnikov, rednih pregledov kotlov in uvajanje energetske izkaznice za stavbe. Tretja direktiva EU za področje energetske učinkovitosti stavb govori o uvajanju energetske izkaznice za stavbe, s posebnim poudarkom na stanovanjskih in javnih stavbah. Direktiva zahteva enotno metodologijo računa energetske bilance stavbe, minimalnih standardov energetske učinkovitosti stavb, obvezne energetske prenove pri obsežnejših prenovah večjih stavb, energetske izkaznice stavbe in rednih pregledih večjih naprav za ogrevanje in klimatizacijo ter starejših ogrevalnih sistemov (Gradbeni inštitut ZRMK, 2013).

Energetsko izkaznico je pri nas uvedel Energetski zakon (Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-B) (Ur. l. RS št. 118/2006, z dne 17. 11. 2006) in (EZ-E) (Ur. l. RS št. 10/2012, z dne 10. 02. 2012). V Sloveniji je uvedba energetske izkaznice stavb podprta z naslednjo zakonodajo:

- Energetski zakon (uradno prečiščeno besedilo) (EZ-UPB2) (Uradni list RS, št. 27/2007, z dne 26. 3. 2007), ki predpisuje obveznost energetske izkaznice, veljavnost, licence.
- Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-E) (Ur. l. RS št. 10/2012, z dne 10. 02. 2012), ki predpisuje posebne obveznosti glede pridobitve energetske izkaznice stavbe v večstanovanjskih stavbah ter prispevek za izdajo energetske izkaznice.
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb, (Ur. l. RS št. 77/2009, z dne 2. 10. 2009), ki predpisuje podrobnejšo vsebino in obliko energetskih izkaznic stavbe, metodologijo za izdajo energetske izkaznice ter vsebino podatkov, način vodenja registra energetskih izkaznic in način prijave izdane energetske izkaznice za vpis v register.

- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavb (Ur. l. RS, št. 93/2012), ki predpisuje novo grafično podobo energetske izkaznice ter uvaja primarno energijo kot enega od kazalnikov energijske učinkovitosti stavbe.
- Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetske izkaznice (Ur. l. RS št. 6/2010, z dne 29. 1. 2010), ki določa program usposabljanja za neodvisne strokovnjake za izdelavo energetske izkaznice, pogoje za izvajalca usposabljanja, program usposabljanja, pripravo in izvedbo usposabljanja.
- Pravilnik o spremembi pravilnika o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetske izkaznice (Ur. l. RS, št. 23/2013), kjer je dodana nova priloga 4 – Obrazec izkaznice neodvisnega strokovnjaka za izdelavo energetske izkaznice.
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES (Ur. l. RS št. 52/2010, z dne 30. 06. 2010) in Tehnična smernica TSG-1-004:2010 (povezava), ki določa računsko metodologijo energetske izkaznice stavb (Gradbeni inštitut ZRMK, 2013).

Na trgu se pojavljata dve vrsti energetske izkaznice, računsko in merjeno. Računska energetska izkaznica (na kratko rEI) se lahko izdela in izda za vsako stavbo. Predpisana je za stanovanjske stavbe in za vse nove stavbe. Pri računski energetske izkaznici ne upoštevamo vpliva uporabnika stavbe. Računamo s konstantno notranjo temperaturo 20°C (stanovanjske stavbe). Merjena energetska izkaznica (na kratko mEI) je namenjena samo obstoječim nestanovanjskim stavbam. Uvedena je bila, ker je potrebno manj dela pri njeni izdelavi. Če hotel, šola, pisarna ali trgovski center zamenjajo lastnika, se način uporabe, ki vpliva na rabo energije, ne bo bistveno spremenil. Pri stanovanjskih stavbah ne moremo uporabiti merjene energetske izkaznice, ker se pri zamenjavi lastnika lahko bistveno spremeni način uporabe take stavbe. Zato je pri stanovanjskih stavbah predpisana računsko energetska izkaznica (Zupan, 2002).

2.1.3 Energetska izkaznica v nekaterih evropskih državah.

Danska:

Na Danskem je energetska izkaznica obvezna od leta 1997 za vse stanovanjske, javne, trgovske in storitvene stavbe. Pri velikih stavbah se izdaja enkrat letno na podlagi dejanske rabe energije v enoletnem obdobju. Pri manjših stavbah gre pretežno za družinske hiše. Izkaznica je prav tako obvezna, vendar se izdaja ob prodaji nepremičnine. Bistvena razlika je ta, da so v tej izkaznici navedeni podatki izračunani na podlagi poznavanja stanja stavbe, na podlagi naprav in tudi na podlagi podatkov o uporabnikovih navadah ter klimatskih razmerah. S tem so ugotovili, da prebivalci Danske privarčujejo kar 20 % pri stroških za energijo v gospodinjstvih (Šiljanec in drugi, 2002).

Avstrija

V Avstriji poteka program izdajanja energetske izkaznice od leta 1993. Na začetku je bila pridobitev izkaznice prostovoljna, zadnjih nekaj let pa je obvezna. Izdaja energetske izkaznice, iz katere je razvidno, da načrtovana stavba izpolnjuje zahtevane kriterije za nizkoenergijsko stavbo in je pogoj za dodelitev ugodnega bančnega posojila kupcu. Pri računu se upoštevajo klimatski podatki za dejansko lokacijo, kot tudi standardizirani klimatski podatki, tako, da je omogočena primerjava z drugimi stavbami na drugačnih lokacijah. Energetske izkaznice v Avstriji izdaja agencija ESV v dogovoru z bankami in državo (Šiljanec in drugi, 2002).

Nemčija

V Nemčiji imajo energetske izkaznice od leta 1994 naprej. Obrazec je del projektne dokumentacije in povzema najpomembnejše podatke o toplotni karakteristiki stavbe. Navaja tudi potrebno toploto za ogrevanje stavbe. Po novih predpisih pa je postala tudi računski podatek o celotni potrebni energiji za delovanje stavbe (Šiljanec in drugi, 2002).

Češka

Na Češkem izdajajo energetske izkaznice od leta 1998 dalje. V okviru mednarodnega sodelovanja so na Češko prenesli avstrijski model izkaznice. Do sedaj so izdali nekaj več kot 400 izkaznic za nove in starejše stavbe. V postopku je tudi sprejemanje novih predpisov, ki predvidevajo obvezno uporabo izkaznice za velike javne stavbe z visoko rabo energije. Organizacija OPET je sprejela odločitve, kateri podatki so lahko na izkaznici. Odločili so se, da mora biti navedena katastrska občina, parcelna številka, naslov stavbe in najpomembnejši podatki o stavbi (Šiljanec in drugi, 2002).

Švica

V Švici nimajo nam poznane izkaznice, vendar izdajajo MINERGIE, znak, ki je podoben energetski izkaznici. Dobijo ga lahko samo stavbe s 25 % nižjo porabo energije pod povprečjem. Uporabljeni ukrepi morajo biti ekonomsko upravičeni, stavba ne sme biti za več ko 10 % dražja od običajnega primerljivega objekta. Ta znak pa lahko pridobijo tudi proizvodi (npr.: okno, stavbne konstrukcije, avtomobil ...) (Šiljanec in drugi, 2002).

2.2 Parametri, ki vplivajo na energetske učinkovitost stavbe

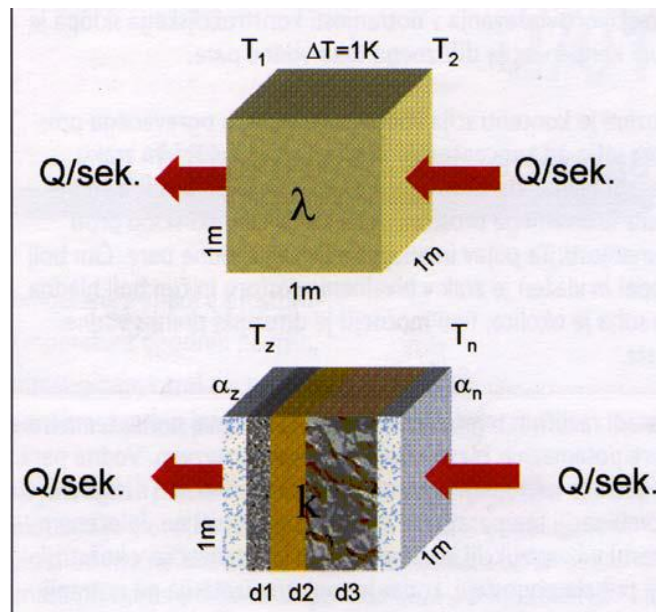
2.2.1 Toplotna prehodnost

Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije (Ur. list 93/2008) določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, gretja, prezračevanja, hlajenja, klimatizacije, priprave tople vode in razsvetljave v njih, ter načina izračuna projektnih energijskih karakteristik stavbe v skladu z Direktivo 2002/91 Evropskega parlamenta in Sveta (16. decembra 2002) o energetske učinkovitosti stavb (Ur. list 1/2003).

Predpogoj za sodobne, energijsko učinkovite stavbe je kakovostna toplotna zaščita, vgradnja energijsko varčnih oken in zasteklitve ter pravilno reševanje toplotnih mostov. Ker v prihodnje pričakujemo rast cen energije, se bodo zahteve glede energijske učinkovitosti stavb še povečale. Nov predpis, ki omejuje toplotno prehodnost ovoja stavbe navzgor, pri tem razen oblikovnega faktorja stavbe, upošteva tudi klimatske razmere kraja, v katerem je stavba postavljena.

Toplotna prevodnost snovi (λ) pove, koliko toplote preide v časovni enoti (1 sekundi) skozi 1 m² snovi z debelino 1 m pri temperaturni razliki 1 K. Je snovna lastnost materiala, določena pri srednji delovni temperaturi in vlažnosti materiala (Ur. list 93/2008). Izražamo jo v enoti W/mK. Čim manjša je toplotna prevodnost snovi, toliko boljše so njene izolacijske lastnosti.

Toplotna prehodnost nam pove, koliko energije se izgublja skozi 1 m² elementa stavbe (stena, okno, tla, strop in podobno) pri temperaturni razliki med obema stenama elementa. Je specifični toplotni tok skozi gradbeni element zaradi razlike temperatur na obeh straneh (Ur. list 93/2008). Zapišemo jo kot U z enoto W/m² K (K = kelvin). Izračunamo jo na podlagi toplotne prevodnosti in debeline posameznih sestavnih delov gradbene konstrukcije ter toplotne prestopnosti površin (AURE, 2/01, str. 3).



Slika 2:

Slika 2: Toplotna prevodnost snovi (λ) in toplotna prehodnost (U) konstrukcije

(AURE, 2/01, str. 3)

2.2.2 Toplotna zaščita zunanjega zidu

Zunanje stene, kakršne so v preteklosti gradili iz kamena ali opeke, glede toplotne izolativnosti ne ustrezajo več. Za gradnjo danes uporabljamo votličave in luknjičave opečne bloke ali bloke iz penjenega betona – siporeks. Zidovi, debeline 30 do 40 cm, z ustrezno toplotno zaščito na zunanji in tudi notranji strani stene imajo takšno toplotno izolativnost, da ustreza priporočeni U vrednosti.

Izolacijo v grobem delimo na hidro, zvočno in toplotno izolacijo. Toplotna izolacija pozimi preprečuje prehod toplote iz objekta navzven, poleti pa od zunaj navznoter. Tako v prostorih ohranja zaželeno temperaturo. To zahteva tudi zakonodaja, drugi vidik pa je povsem človeški – dobro toplotno izoliran objekt je za bivanje prijetnejši tako pozimi kot poleti. K dobremu počutju pa bo veliko pripomogla tudi ekonomika ogrevanja, za kar posredno poskrbi prav dobro načrtovana toplotna izolacija.

Toplotni izolacijski materiali so lahko organskega ali anorganskega izvora. Organski so na primer slama, pluta, celuloza, kokosova vlakna, volna in drugi materiali. Anorganskega izvora sta predvsem steklena in kamena volna. Izolacijske materiale glede na strukturo ločimo po tem, ali so penjeni ali vlaknasti in tudi po tem, v kakšnem stanju jih lahko kupimo. Poznamo, na primer materiale v svitku (kamena ali steklena volna, polistirol, polietilen, kokos, pluta, klobočevina ...) in v drugih oblikah, v katerih se pojavljajo, na primer v mrežah, trdih ploščah, večplastnih ploščah, ploščah z utori ali v blokih. Nekatere materiale dobimo tudi v razsutem stanju; takšna je na primer izolacija iz celuloznih vlaken.

Analiza toplotnih izgub obstoječih stanovanjskih stavb kaže, da znaša delež izgub, ki nastopajo zaradi prehoda toplote skozi ovoj stavb, približno 2/3. Delež prehoda toplote skozi zunanji zid tipične hiše se giblje okoli 40 %, približno 20 % deleža pa imajo prehod toplote skozi okna in vrata, streho oziroma strop ter tla in stene v terenu (Praznik, 2001, pridobljeno s spletnega naslova <http://www.gi-zrmk.si/ensvet.htm>, 4. 9. 2013). Zato bova v nadaljevanju namenila posebno pozornost toplotni izolativnosti zunanjega ovoja, poševne strehe in podstrešja ter zmanjšanju toplotne prehodnosti skozi okna.

2.2.3 Toplotna zaščita poševne strehe in stropa proti podstrešju

Pri načrtovanju toplotne zaščite v tem delu stavbe velja priporočilo, naj toplotna prehodnost ne presega vrednosti $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. V primeru betonske plošče v neogrevanem podstrešju vgrajujejo do 15 cm toplotnoizolacijskega materiala, pri leseni stropni konstrukciji pa okoli 20 cm. V primeru prezračevane konstrukcije poševne strehe je priporočena debelina vgrajenega izolacijskega materiala prav tako 20 cm (Praznik, 2001, pridobljeno s spletnega naslova <http://www.gi-zrmk.si/ensvet.htm>, 4. 9. 2008).

Zaradi relativne preprostosti gradbenega posega lahko izvedbo večine teh sistemov prevzame celo lastnik objekta, če se pred tem dovolj dobro informira o načrtovanem posegu. Najpreprostejši in zato najpogostejši je primer samoizvedbe toplotne zaščite s ploščo v nepohodni izvedbi. Vse pogosteje pa lastniki sami izvajajo tudi toplotno zaščito lesene stropne konstrukcije in poševne strehe, pri čemer pa je potrebnega nekaj več znanja ter spretnosti.

Najpogosteje uporabljana izolacijska materiala v teh konstrukcijah sta steklena (filc) in kamena volna (plošče). Zaradi cenenosti izolacijskega materiala in preprostosti posega, ki prinašata velike prihranke energije ob relativno majhni investiciji, se ti ukrepi povrnejo že v kratkem času. Vračilna doba glede na konstrukcijo in izbrani material znaša od 2 do 4 let (prav tam).

2.2.4 Toplotna zaščita oken

Okna so z vidika toplotnih izgub pomemben element stavbe, saj toplota ne prehaja samo skozi zasteklitev in okvir. Od tesnjenja oken je namreč odvisna tudi izmenjava zraka v prostoru z okoliškim. V primeru relativno novih, dobro ohranjenih oken, velja preveriti njihovo tesnjenje. Če so tovarniško vgrajena tesnila že izrabljena, jih je moč preprosto zamenjati s sodobnimi. Občuten prihranek energije se zaradi praktično minimalne investicije v povprečju povrne že v 2 letih.

V nekaterih primerih je možno obstoječo zasteklitev, ki z energijskega vidika ni najbolj učinkovita (dvojna zasteklitev vezanega okna, izolacijska zasteklitev termopan ipd.), zamenjati s sodobno, z energijsko učinkovitejšo. Na račun takšne menjave zasteklitve lahko toplotno prehodnost in s tem toplotne izgube praktično razpolovimo. Tipične vračilne dobe se glede na zahtevnost teh posegov gibljejo med 2 in 4 leti (Praznik, 2001, pridobljeno s spletnega naslova <http://www.gi-zrmk.si/ensvet.htm>, 4. 9. 2008).

Pri menjavi obstoječih oken ali njihovi vgradnji v novozgrajeni objekt lastniki stavb na račun dobrega informiranja in seveda sprejemljive cene vgrajujejo večinoma le še energijsko učinkovito dvojno zasteklitev z nizkoemisijskim nanosom ter argonskim polnjenjem medsteklenega prostora.

Takšna sodobna okna se zaradi večje zrakotesnosti ponašajo tudi z občutno manjšo nenadzorovano izmenjavo zraka. To po eni strani prispeva k zmanjševanju toplotnih izgub, po drugi strani pa od uporabnika zahteva nekoliko spremenjen režim uporabe oken. Zaradi zagotovitve potrebne izmenjave zraka je treba ročno izvajati kratkotrajno prezračevanje. V sodobnih objektih pa takšne postopke vse pogosteje nadomešča sistem nadzorovanega prisilnega prezračevanja bivalnih prostorov, pri katerem z dodatno vgrajenimi napravami (rekuperatorji) vračamo toploto iz stavbe izstopajočega odpadnega zraka.

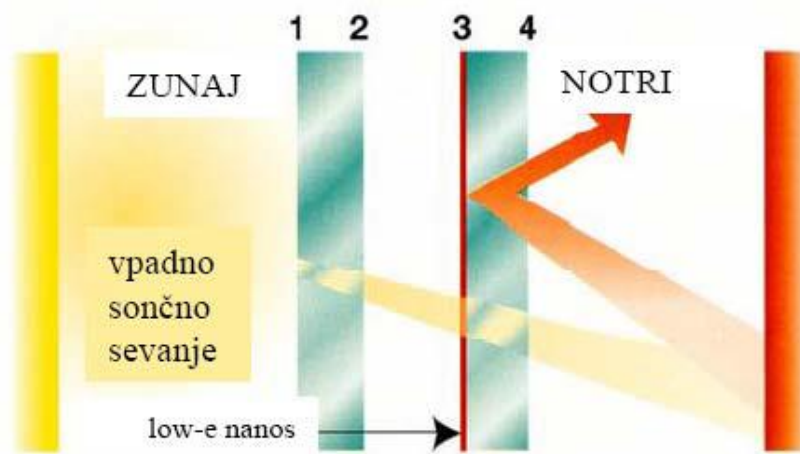
Pri izbiri sodobnih oken občani najpogosteje zastavljajo vprašanje o materialu okenskega okvirja. Z vidika toplotne prehodnosti sta tako les kot tudi večkomorni (npr. 3–5) PVC profil skoraj izenačena. Sodobna konstrukcija v primeru prvega in drugega materiala omogoča zadostno dimenzijsko stabilnost. Nekaj prednosti prinašata PVC profilu preprostejša in zato cenejša izdelava ter odsotnost rednega vzdrževanja, kakršnega poznamo pri lesenih oknih. Vsekakor pa sta pomembna tudi okoljski vidik, pri čemer ima les (kot naravni material) prednost, in življenjska doba.

Posebno pozornost pri načrtovanju je potrebno posvetiti velikosti in razporeditvi oken. Toplotne izgube skozi okna predstavljajo do 40 % celotnih toplotnih izgub zgradbe. Priporočljivo je, da večja okna vgradimo na južni strani in jih dodatno toplotno zaščitimo z roletami, žaluzijami ali s polkni. V

naših razmerah moramo uporabljati najmanj dvoslojno zasteklitev. Toplotna prehodnost stekla je odvisna od debeline zračne plasti med stekli. Izboljšamo jo z nanosom tankih refleksijskih slojev, z napolnitvijo prostora med stekli s posebnimi plini ali s povečanjem števila stekel, to je zračnih plasti. Toplotne izgube zmanjšamo z uporabo kakovostnih tesnil.

Nizkoemisijski nanos na šipi omogoča neoviran prehod kratkovalovnega sončnega sevanja v prostor, navzven pa ne prepušča dolgovalovnega toplotnega sevanja (infrardeči spekter) predmetov, segrelih na sobno temperaturo. Gre za izjemno tanke in za oko nevidne nanose kovinskih oksidov ali celo polprevodniških filmov, ki zmanjšajo emisivnost površine tudi do vrednosti 0,04.

Steklo s takim nanosom deluje kot toplotna past in v tem primeru lahko govorimo o lokalnem dejanskem »učinku tople grede«. Nizkoemisijski nanos je občutljiv na mehanske dražljaje, zato se praktično vedno nahaja na tisti strani šipe, ki omejuje medstekelni prostor. Pri običajni izvedbi je to zunanja stran notranje šipe, če gledamo iz prostora navzven. Obstajajo pa tudi zasteklitveni sistemi z dvema nizkoemisijskima nanosoma (pri obeh šipah na površinah, ki omejujeta medstekelni prostor). Skupni toplotni upor take zasteklitve je na ta način dodatno povečan. Vedeti je potrebno tudi, da nizkoemisijski nanos na šipi delno sicer res odbija toploto iz zunanjega okolja v toplem obdobju in tako nekoliko zmanjšuje nevarnost pregrevanja prostorov. Vendar gre tu le za odboj dolgovalovnega toplotnega sevanja iz okolice, torej tistega, ki ga proti zasteklitvi sevajo od sonca segreti predmeti in objekti (na primer sosednje stavbe, cestne površine ter podobno). Kratkovalovno sončno sevanje pa še vedno neovirano vstopa v prostor, tako kot v zimskem času, ko je to najbolj zaželeno. (Šiljanec, Tomšič, 1999, str. 10).



Slika 3: Prikaz delovanja nizkoemisijskega nanosa (Tomšič, 1999, str. 10)

2.2.5 Toplotne izgube skozi ovoj stavbe

Volumenske toplotne izgube, FVL (W/m^3), so vsota transmisijskih in prezračevalnih izgub na enoto grete prostornine stavbe ter so enake specifičnemu toplotnemu toku, ki ga ob projektnih pogojih oddajajo končni prenosniki toplote (Ur. l. št 93/2008). Klasične stanovanjske hiše, zgrajene v sedemdesetih letih, brez primerne toplotne izolacije, s potratnimi in z netesnimi okni, s slabim izkoristkom ogrevalnega sistema, imajo rabo toplotne energije približno 200 kWh na kvadratni meter ogrevane površine v kurilni sezoni. Primer takšne rabe toplotne energije je stanovanjska zgradba s 150 m ogrevanih površin, kjer prostore ogrevamo na približno 20 °C ter porabimo 3000 litrov kurilnega olja v kurilni sezoni.

Glede na rabljeno toplotno energijo, spadajo takšne hiše med energijsko potratne, saj imajo porabo 20 litrov kurilnega olja na kvadratni meter ogrevane površine. Glede na novi pravilnik o toplotni zaščiti je predpisana poraba olja med 6 in 8 litrov/m² letno.

2.2.6 Predpisi o toplotnih izgubah gradbene konstrukcije

Na področju toplotne zaščite zgradb je pri izračunu potrebno upoštevati Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, ki je začel veljati septembra 2008. V tabeli so prikazane dovoljene toplotne prehodnosti U_{\max} (W/m^2K) gradbenih konstrukcij.

Tabela 1: Toplotna prehodnost nekaterih gradbenih konstrukcij (Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, 2008)

Vrsta konstrukcije	Toplotna prehodnost U_{\max} ($W/m^2 K$)
1. Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	0,6
2. Stene med ogrevanimi prostori	1,6
3. Zunanja stena in strop proti terenu	0,7
4. Stropna konstrukcija med ogrevanimi prostori	1,35
5. Tla na terenu	0,45
6. Strop proti neogrevanemu podstrešju	0,35
7. Strop nad neogrevano kletjo	0,4
8. Ravna streha	0,25
9. Lahke gradbene konstrukcije razen streh (pod 150 kg/m ²)	0,30

Letna raba energije za ogrevanje znaša za starejše stavbe preko 200 kWh/m^2 . Za zgradbe, zgrajene po letu 1995, se je ta raba zmanjšala na 90 kWh/m^2 oziroma na tretjino. Takšen trend zmanjševanja rabe energije se še nadaljuje, kar potrjujejo že zgrajene nizkoenergijske hiše, ki rabijo za ogrevanje 30–50 kWh/m^2 letno in 3-litrske hiše, ki rabijo za ogrevanje manj kot 30 kWh/m^2 letno. Najmanj rabijo pasivne hiše, in sicer manj kot 15 kWh/m^2 na leto (Grobovšek, 2007).

2.2.7 Izračun toplotnih izgub objekta

Za prikaz načina izračuna toplotnih izgub izberemo neizolirano zgradbo tlorisne površine 11 x 11 m, ki je grajena iz modularne opeke, debeline 29 cm. Vgrajena ima okna in vrata z dvojnimi izolacijskimi stekli z nizkoemisivnim nanosom (prav tam).

Osnovni podatki zgradbe so:

- bruto površina: 438 m^2
- bruto prostornina: 525 m^3
- površina oken in vrat: 38 m^2
- oblikovno število f_0 : 0,83 m^{-1}
- notranja temperatura: 20 $^{\circ}C$
- zunanja projektna temperatura: - 16 $^{\circ}C$

Na osnovi veljavnega pravilnika o toplotni zaščiti stavb predvidimo naslednjo debelino toplotne izolacije:

- zunanji zidovi $d = 12$ cm
- tla proti terenu $d = 12$ cm
- streha – strop $d = 25$ cm

Razen izoliranja zgradbe se odločimo še za zamenjavo energijskih varčnih oken, ki imajo skupno toplotno prehodnost za okvir in steklo 1,4 W/m^2K .

2.2.8 Prikaz izračunanih toplotnih izgub

Toplotne izgube posameznih elementov (W/K) so prikazane v tabeli, kjer so toplotne prehodnosti posameznih gradbenih konstrukcij pomnožene s pripadajočimi površinami.

V tabeli 2 so prikazane toplotne izgube za neizolirano zgradbo, v tabeli 3 pa toplotne izgube za izolirano zgradbo. Kot izolacijski material se lahko uporabi steklena ali kamena volna, polistiren, s toplotno prevodnostjo λ med 0,035 in 0,040 W/m²K.

Tabela 2: Neizolirana zgradba

Konstrukcija	%
zunanjji zidovi $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	45
streha – strop $U = 1,25 \text{ W/m}^2\text{K}$	31
tla na terenu $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	10
okna $U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	14
SKUPAJ	100

Tabela 3: Izolirana zgradba

Konstrukcija	%
zunanjji zidovi $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$	32
streha – strop $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	13
tla na terenu $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	15
okna $U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	40
SKUPAJ	100

Največji delež prenosa izgubljene toplote poteka sedaj preko oken, in sicer 40 %. Delež zunanjih zidov in strehe pa se močno zniža ter znaša 45 %, kar je razvidno iz zgornje tabele (Grobvšek, 2007).

Na osnovi izračuna prehoda toplote skozi posamezne dele gradbenih konstrukcij izračunamo toplotno obremenitev zgradbe. Izračunana toplotna obremenitev objekta nam služi tudi za izračun letne porabe goriva, kar je razvidno iz grafa 1. Poenostavljen izračun pokaže, da porabi neizolirana hiša za ogrevanje v kurilni sezoni približno 3250 litrov kurilnega olja, medtem ko izolirana le približno 1412 litrov.

Preprost izračun toplotnih izgub je pokazal, da je pri izolirani zgradbi poraba goriva za več kot polovico manjša kot pri neizolirani. Za opečne zidove, debeline 29 cm, se še vedno vgrajuje toplotna izolacija, debeline 8 cm, debelina toplotne izolacije na strehah pa znaša 15–20 cm. Če bomo hoteli zadostiti še strožjim novim predpisom, bo potrebno za opečne zidove vgraditi 18 cm debelo toplotno izolacijo, za strehe pri rekonstrukciji stavb pa toplotno izolacijo debeline 25 cm. Pri projektiranju toplotne zaščite zgradbe je potrebno upoštevati krajevno ugotovljene podatke o projektni zunanji temperaturi, temperaturnem primanjkljaju, o trajanju ogrevalne sezone in globalnem sončnem obsevanju. Predvidena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe se izračuna skladno s standardom SIST EN 832. Upoštevajo se transmissijske in prezračevalne toplotne izgube, dobitki notranjih virov ter dobitki sončnega sevanja.

S pravilnim načrtovanjem in izbiro gradbenih materialov se lahko že v fazi projektiranja izognemo problemom, ki so povezani s kondenzacijo vlage v gradbenih konstrukcijah. Na razpolago imamo mnogo različnih vrst izolacijskega materiala, vendar se ti močno razlikuje glede oviranja prehoda vodni pari. Od klasičnih izolacijskih materialov se za izolacijo zunanjega ovoja največ uporabljata mineralna volna in polistiren. Mineralna volna, ki ima difuzijsko upornost vodni pari ($\mu = 1,1\text{--}2,5$), omogoča dober prehod vodne pare, medtem ko polistiren (ekspandirani in ekstrudirani), ki ima difuzijsko upornost vidni pari ($\mu = 35\text{--}60$), prehod vodne pare znatno ovira.

2.3 Energijsko število

Da lahko primerjamo rabo energije za ogrevanje med več stanovanjskimi objekti in ocenimo, kako energijsko varčen je objekt, moramo postaviti rabljeno energijo na skupni imenovalec. To naredimo tako, da izračunamo tako imenovano energijsko število. Z njim si pomagamo pri ovrednotenju rabe energije v objektu in pri primerjavi rabe med različnimi objekti. Vrednost energijskega števila zgradbe se lahko uporablja za oceno potrebnih energetskih ukrepov, ki naj bi jih povzeli pri energetski sanaciji starejših zgradb.

Energijsko število, v katerem je zajeta raba energije za ogrevanje in pripravo tople vode, se lahko izračuna za novogradnjo, kjer nam služi kot napoved rabe energije, kot tudi za obstoječo zgradbo, da lahko ocenimo energijsko učinkovitost. Tako lahko že v fazi projektiranja izbiramo med energijsko zelo varčnimi zgradbami s porabo pod 7 litrov olja na kvadratni meter ogrevane površine ali z energijsko potratnimi s porabo več kot 20 litrov kurilnega olja na kvadratni meter ogrevane površine zgradbe. Velika poraba olja kaže na energijsko potratnost, kar pomeni, da bi morali zgradbo čim prej energetsko sanirati.

Energijsko število (E) je razmerje med letno količino rabljene energije in ogrevano površino objekta. Tako dobljeni količnik je rabljena energija na kvadratni meter ogrevane površine objekta.

Najbolj preprost je izračun za lahko kurilno olje, saj je kurilna vrednost zaokrožena. Pri drugih energentih pa moramo upoštevati vrednosti, ki veljajo za to vrsto goriva. Naslednja preglednica prikazuje kurilnost za različne vrste goriv (AURE, 1/01, str. 4).

Tabela 4: Kurilne vrednosti energentov

Energent	Gostota kg/m ³	Kurilnost
kurilno olje – ekstra lahko	830	10,0 kWh/l
zemeljski plin	0,7	9,5 kWh/m ³
UNP – butan/propan	2,02	6,95 kWh/l
bukov les	570	4,2 kWh/kg
polena		2045 kWh/prm*
sekanci		800 kWh/nm**
peleti		5 kWh/kg

*prm = prostorninski meter

**nm = nasuti meter

Tako izračunano energijsko število uporabimo za grobo analizo in primerjavo različnih objektov (tabela 5 in 6). Če želimo natančnejše podatke, lahko pri primerjavi energijskih števil upoštevamo tudi različne korelacijske faktorje (npr. temperaturni primanjkljaj, višina prostorov, znižana temperatura v določenih prostorih, geometrijska oblika stavbe itd.). Upoštevati moramo tudi rabljeno energijo za pripravo tople vode.

Tabela 5: Vrsta objekta glede na letno rabo energije

VRSTA OBJEKTA	RABA ENERGIJE kWh/(m ² a)
zelo potratna hiša	več kot 250
potratna hiša	151–250
povprečna hiša	100–150
varčna hiša	60–99
nizkoenergijska hiša	30–59
pasivna hiša	15 in manj

Tabela 6: Razredi energetske učinkovitosti stavb

Razred	RABA ENERGIJE kWh/(m ² a)
A1	0–10
A2	10–15
B1	15–25
B2	25–35
C	35–60
D	60–105
E	105–150
F	150–210
G	210–300

2.3.1 Od energijsko potratne do energijsko varčne hiše

Pojmi, kot so energetska varčna hiša, nizkoenergijska hiša in podobni, se v zadnjem času uporabljajo vse pogosteje. Pogosto jih omenjajo tudi izvajalci oz. ponudniki gotovih objektov (npr. montažnih hiš). Glede na količino rabljene letne energije za ogrevanje ločimo med nizkoenergijskimi hišami z rabo med 20 in 50 kWh/(m² na leto) in pasivnimi hišami, pri katerih znaša ta vrednost manj kot 15 kWh/(m² na leto). V svetu je zgrajenih že precej poskusnih stavb, ki imajo povečano toplotno zaščito ovoja in vgrajene sodobne sisteme ogrevanja ter prezračevanja, pri katerih je raba energije za ogrevanje od 0 do 20 kWh/(m² na leto) (zero heating energy house).

2.3.2 Nizkoenergijska hiša (NEH)

Za pojem nizkoenergijska hiša so se tako tudi že izoblikovali kriteriji, ki jih mora dosegati. Pri nizkoenergijski hiši znaša specifična letna raba toplote za ogrevanje 30–50 kWh/(m² na leto). Mednje prištevamo tudi tako imenovane 3-litrške hiše, ki rabijo letno za ogrevanje manj kot 30 kWh/(m² na leto). Pri tem pomeni 1 liter kurilnega olja ekvivalent energije 10 kWh. Med nizkoenergijske hiše lahko štejemo tudi klasične hiše, kjer je poudarek na zadostni toplotni izolaciji in vgrajenih kakovostnih oknih. Za ogrevanje teh zgradb koristimo nižje temperature dovoda, kar nam omogoča izkoriščanje alternativnih virov toplote. Pri načrtovanju novih objektov lahko izbiramo med različnimi vrstami nizektemperaturnih ogrevalnih sistemov, ki jih uporabimo za hlajenje prostorov tudi poleti. Za hlajenje potrebujemo dodatno hladilno napravo, odločimo se lahko za uporabo toplotne črpalke in vgradnjo površinskega oziroma ploskovnega ogrevanja (stensko, talno, stropno) (Grobovšek, 2007).

Za tako imenovano 3-litrsko nizkoenergijsko hišo, to je hišo s porabo 3 litrov ekstra kurilnega olja na kvadratni meter uporabne stanovanjske površine na leto, veljajo naslednje vrednosti:

Tabela 7: Raba energije in toplotne izgube pri NEH

Vrednost		Enota
Specifične toplotne izgube	20	W/m ²
Raba energije za ogrevanje	30	kWh/(m ² na leto)

Da dosežemo te vrednosti, so potrebne naslednje vrednosti za toplotno prehodnost (U_{\max}) posameznih gradbenih konstrukcij in oken:

Tabela 8: Toplotna prehodnost konstrukcij pri NEH

Gradbena konstrukcija	U_{\max}
	W/m ² K
Zunanje stene in stene proti neogrevanem podstrešju	0,18
Strop nad neogrevano kletjo	0,30
Zunanje stene in strop proti terenu	0,30
Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	0,15
Tla na terenu pri talnem ogrevanju	0,30
Okna (steklo + okvir)	1,5

Osnovne smernice za gradnjo NEH:

- kompaktna gradnja, zagotovljena zrakotesnost ovoja,
- zadostna toplotna izolacija,
- nadzorovano prezračevanje,
- izkoriščanje toplote odtočnega – izrabljenega zraka,
- optimalna izbira ogrevalnega sistema, priprave tople sanitarne vode in prezračevanja.

2.3.3 Pasivna hiša (PH)

Pasivne hiše, zgrajene po nizkoenergijskih standardih, imajo ob uporabi nadzorovanega prezračevanja z rekuperacijo toplote majhne toplote izgube. Te znašajo na kvadratni meter ogrevane površine manj kot 10 W. Enodružinska hiša s stanovanjsko površino 100 m² potrebuje za ogrevanje vir toplote moči 1 kW. Povprečna vrednost toplotne prehodnosti zunanjega ovoja pasivne hiše (zunanjih sten, oken, strehe in tal) znaša pod 0,2 W/m²K (Grobovšek, 2007).

Majhne toplotne izgube zahtevajo ustrezen ogrevalni sistem, katerega nadaljnji razvoj je opredeljen s ciljem zmanjšanja emisij ogljikovega dioksida. Evropska unija je sprejela vrsto direktiv, med katerimi je tudi direktiva o energijski učinkovitosti stavb. Ta zahteva podajanje celovitih energijskih lastnosti stavb v obliki končne ali primarne namesto potrebne energije, kot velja sedaj. V Sloveniji predpisujemo največjo potrebno toploto za ogrevanje z novim pravilnikom o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list, št. 93/2008), v katerem je ta omejitev izražena v obliki celotne energije za delovanje stavbe ali kar primarne energije. Članek opisuje osnovne smernice za načrtovanje ogrevanja in prezračevanja pasivne hiše ter primerjavo rabe energije glede na klasično gradnjo. Pri načrtovanju pasivnih hiš upoštevamo določene nizkoenergijske standarde. Te dosežemo z različnimi izvedbami stavb in instalacij v njih, s formami ter z materiali (Prav tam).

Za pasivne hiše je značilna takšna arhitektura, da v zimskem času omogoča izkoriščanje sončne energije za ogrevanje v čim večji meri. Debelina toplotne izolacije ovoja stavbe je še bolj izdatna kot pri NEH in znaša od 30 do 40 cm. Zaradi nizkih potreb po ogrevanju se kot vir ogrevanja najpogosteje uporabljajo toplotne črpalke v kombinaciji s sprejemniki sončne energije za pripravo in hranjenje ogrevalne ter sanitarne vode. Nadaljnje prihranke dosežemo s prisilnim prezračevanjem in vgradnjo naprav za vračanje toplote odtočnega zraka.

Velike steklene površine omogočajo v zimskem času naravno ogrevanje stavb, v poletnem času pa so lahko vzrok za pregrevanje prostorov. Toploto, ki jo preko dneva sprejmejo gradbene konstrukcije, moramo prenesti iz stavbe z močnim nočnim prezračevanjem. To pomeni, da samo masivne gradbene konstrukcije, če nimamo urejenega nočnega prezračevanja, ne preprečujejo pregrevanja stavb v poletnem času. Primerno bivalno ugodje v stavbah v poletnem času zagotovimo le s senčenjem, to je z vgradnjo ustreznih naravnih ali umetnih senčil.

Za pasivno hišo, ki porabi manj kot 1,5 litra ekstra lahkega kurilnega olja na kvadratni meter uporabne stanovanjske površine na leto, veljajo sledeče vrednosti:

Tabela 9: Raba energije in toplotne izgube pri PH

Vrednost		Enota
Specifične toplotne izgube	< 10	W/m ²
Raba energije za ogrevanje	< 15	kWh/m ² na leto

Da dosežemo te vrednosti, so potrebne naslednje vrednosti za toplotno prehodnost (U_{\max}) posameznih gradbenih konstrukcij in oken:

Tabela 10: Toplotna prehodnost konstrukcij pri PH (Grobovšek, 2007).

PH Gradbena konstrukcija	U_{\max} W/m ² K
Zunanje stene in stene proti neogrevanemu podstrešju	0,12
Strop nad neogrevano kletjo	0,20
Zunanje stene in strop proti terenu	0,20
Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	0,10
Tla na terenu pri talnem ogrevanju	0,20
Okna (steklo + okvir)	< 0,8

Primerjava energijskih števil ogrevanja za stanovanjsko zgradbo z uporabno površino 130 m² je prikazana v spodnji tabeli.

Tabela 11: Primerjava energijskih števil ogrevanja (Grobovšek, 2007).

Vrsta zgradbe	BPE – bruto	Eog – BPE	Eog – NPE
KH – klasična hiša	180 m ²	64 kWh/m ² na leto	89 kWh/m ² na leto
NEH – nizkoenergijska hiša	190 m ²	24 kWh/m ² na leto	35 kWh/m ² na leto
PH – pasivna hiša	200 m ²	11 kWh/m ² na leto	17 kWh/m ² na leto

BPE = bruto površina

NPE = neto površina

Dokaj preprost izračun pokaže, da je tudi pri nas možno z določenimi ukrepi zgraditi hiše, ki spadajo v razred s porabo 3 litre olja na kvadratni meter uporabne površine. Glede na stroške gradnje 3-litrske hiše, posebno pa pasivne hiše s porabo manjšo od 2 litra olja na kvadratni meter uporabne površine, se lahko pojavi problem ekonomske upravičenosti, ker so lahko vračilni roki takšne investicije precej dolgi. Drugače razmišljajo v Avstriji, kjer so za graditelje, ki se odločijo za gradnjo NEH ali PH, na voljo zelo ugodni krediti.

Pri nas je bila prva pasivna hiša zgrajena kot pasivna montažna hiša. Zunanje stene ima izolirane s celulozno toplotno izolacijo in ploščami iz lesnih vlaken skupne debeline 41 cm, streho pa v debelini 45 cm. Vgrajena okna imajo toplotno prehodnost manjšo od 0,8 W/m²K. Letna raba energije za ogrevanje znaša 15 kWh/m² leto. Gradnja pasivne hiše ne pomeni le debelejšje toplotne izolacije, temveč zahteva tudi obvezno nadzorovano prezračevanje. Tako zagotovimo manjšo porabo energije, manjše emisije CO₂, prijetno bivanje in manjšo obremenitev z zunanjim hrupom. Vgradnja zemeljskega prenosnika toplote omogoča hlajenje prostorov v letnem času.

Za zmanjšanje toplotnih izgub imamo na volje številne ukrepe. Ti so:

- povečana toplotna zaščita,
- sodobni ogrevalni in prezračevalni sistemi,
- pasivno – solarno koriščenje sončne energije,
- koriščenje odpadne energije odtočnega zraka prezračevalnih naprav,
- pozitivno stališče do nizkoenergijskih hiš.

3 EMPIRIČNI DEL

3.1 Namen in cilj raziskave

Temeljni namen in cilj empiričnega dela je ugotoviti število energijsko varčnih hiš ter energetska učinkovitost stavb na področju občine Destrnik. Poskušali bomo:

1. Spoznati ukrepe za zmanjšanje rabe energije pri ogrevanju hiše.
2. Ugotoviti stanje na terenu (način ogrevanja, toplotna izolacija hiše, poraba energenta v obdobju enega leta in energetska učinkovitost stavbe).
3. Primerjati rezultate popisa iz leta 1999 s pridobljenimi rezultati.
4. Na osnovi popisa ugotoviti, koliko hiš ima dobro izoliran zunanji ovoj zgradbe, kolikšno je energijsko število hiše in najti energijsko varčno, nizkoenergijsko ter pasivno hišo.
5. Analizirati in najti rešitve za zmanjšanje porabe kuriva za energijsko zelo potratno hišo.

3.2 Razčlenitev raziskovalnega problema

2.2.1 Raziskovalna vprašanja

1. Kako izračunamo toplotno prehodnost materiala?
2. Kako izračunamo letno rabo energije, ki je potrebna za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode?
3. Ali starost objekta vpliva na letno porabo energije za ogrevanje in pripravo tople vode?
4. Katero toplotno zaščito najpogosteje uporabljajo občani za toplotno izolacijo zunanjega ovoja?
5. Ali imajo okna trojno zasteklitev?
6. Ali kurilno olje še vedno prevladuje kot glavni energent?
7. Ali je razlika v številu energijsko varčnih hiš na območju občine Destrnik v primerjavi s popisom iz leta 1999.

3.2.2 Raziskovalne hipoteze

Do odgovorov sva skušala priti s preverjanjem naslednjih hipotez:

H_1 = Med popisanimi je največ hiš starih več kot 20 let, ki imajo samo omet brez izolacije.

H_2 = Več kot polovica popisanih hiš ne bo ustrezalo priporočeni vrednosti toplotne prehodnosti zunanjega ovoja.

H_3 = Še vedno je glavni energent kurilno olje.

H_4 = Od vseh popisanih hiš bo večina energijsko potratnih.

H_5 = Od vseh popisanih hiš ne bo pasivne hiše.

H_6 = V primerjavi s popisom iz leta 1999 je več energijsko varčnih hiš.

3.2.3 Spremenljivke

Pri proučevanju povezanosti smo uporabili naslednje spremenljivke:

Neodvisne spremenljivke:

- tip objekta,
- starost objekta.

Odvisne spremenljivke:

- toplotna izolacija zunanje stene proti neogrevanim prostorom,
- toplotna izolacija stropa proti neogrevanemu prostoru,
- vrsta zasteklitve,
- ogrevane površine,
- letna raba energije za ogrevanje in pripravo tople vode,
- energetska učinkovitost stavbe.

3.3 Metodologija

3.3.1 Namen in cilj raziskave

Temeljni cilj empiričnega dela je ugotoviti število energijsko varčnih hiš. Poskušali bomo:

1. Spoznati ukrepe za zmanjšanje rabe energije pri ogrevanju hiše.
2. Ugotoviti stanje na terenu (način ogrevanja, toplotna izolacija hiše, poraba energenta v obdobju enega leta).
3. Na osnovi popisa ugotoviti, koliko hiš ima dobro izoliran zunanji ovoj zgradbe, kolikšno je energijsko število hiše in najti energijsko varčno, nizkoenergijsko ter pasivno hišo.
4. Analizirati in najti rešitve za zmanjšanje porabe kuriva za energijsko zelo potratno hišo.

3.3.2 Raziskovalna metoda

Pri raziskavi smo uporabili:

- deskriptivno metodo, ki podaja opis in oriše meje pojavov, ki so predmet raziskave,
- kavzalno neeksperimentalno metodo, ki temelji na proučevanju na ravni vzročnega razlaganja oziroma iskanja odgovorov na vprašanja,
- induktivno-deduktivno metodo, ki temelji na sklepanju iz posameznih primerov v splošno in obratno, iz splošnega v posamezni primer,
- metodo kompilacije, ki temelji na uporabi izpiskov, navedb, citatov drugih avtorjev ter
- statistično metodo, ki temelji na zbiranju podatkov in njihovi obdelavi (Čagran idr. 2004).

3.3.3 Raziskovalni vzorec

Raziskovalni vzorec je zajel popis 100 stanovanjskih objektov – individualne hiše, kar predstavlja 12 % vseh hiš v občini Destrnik.

3.3.4 Postopki zbiranja podatkov

Podatke smo zbrali s pomočjo učencev OŠ Destrnik-Trnovska vas. Učencem smo razdelili popisne liste in jim podali navodila za vpisovanje podatkov. Popisne liste so učenci odnesli svojim staršem, da

so jih izpolnili. Tisti, ki so želeli povratno informacijo, so lahko na list napisali ime in priimek učenca/-ke. Tem smo popisne liste tudi vrnili. Ostale hranimo v šoli.

3.3.5 Postopki obdelave podatkov

Vrnjenih je bilo 133 popisnih listov, vendar smo jih morali 33 izločiti zaradi nepopolnih podatkov. Dobljene podatke prikazujemo s preglednicami in z grafičnimi prikazi. Ob upoštevanju podatkov, pridobljenih s popisnimi listi, podajamo sklepe, vezane na podane hipoteze.

3.4 Rezultati in interpretacija

3.4.1 Toplotna prehodnost zunanje ovojne stavbe – izračuni

Pri izračunu smo si pomagali s programom Gradbena fizika URSA 4.0, ki je namenjen izračunu toplotne bilance stavb po standardu SIST EN 832, skladno s Pravilnikom o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list Republike Slovenije, št. 93, z dne 30. 9. 2008). Standard SIST EN 832 je preveden v slovenščino. Program je zasnovan tako, da lahko projektant stavbo obravnava kot celoto in sproti preverja, kako posamezne arhitekturne rešitve, oblika ter usmerjenost stavbe, uporabljeni materiali in količina toplotne izolacije vplivajo na predvideno rabo toplote v stavbi. Kot največjo dovoljeno toplotno prehodnost konstrukcije upošteva $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Primeri računalniških izračunov toplotne prehodnosti konstrukcije so v prilogi. Zaradi preprostejšega računanja največkrat predpostavimo, da so gradbene konstrukcije homogene. Enačba toplotne prehodnosti za večslojne gradbene konstrukcije se tako uporabi za izračun toplotnih izgub prostorov v zgradbi. Zahtevnejši računi pa upoštevajo tudi nehomogenost in linijske izgube v konstrukcijah.

Primeri izračuna toplotne prehodnosti:

a) Neizoliran ovoj zgradbe ($k = 1,0\text{--}1,2 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$)

Zunanji zid: votla opeka, debeline 30 cm
Zunanji omet in izolacija: fasadna malta

$$\underline{K = 1,401 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}}$$

b) Srednje izoliran ovoj zgradbe ($k = 0,65\text{--}0,8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$)

Zunanji zid: siporeks, debeline 30 cm
Zunanji omet in izolacija: perlit, debeline 4 cm

$$\underline{k = 0,65 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}}$$

c) Dobro izoliran ovoj zgradbe ($k = 0,4\text{--}0,5 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$)

Zunanji zid: siporeks, debeline 30 cm
Zunanji omet in izolacija: »thermoputz«, debeline 5 cm

$$\underline{k = 0,53 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}}$$

d) Zelo dobro izoliran ovoj zgradbe ($k = 0,2\text{--}0,4 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$)

Zunanji zid: mrežasta votla opeka
Zunanji omet in izolacija: mineralna volna, debeline 8 cm

$$\underline{K = 0,34 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}}$$

3.4.2 Energijsko število – izračuni

V nadaljevanju bova prikazala primere izračuna energijskega števila ogrevanja in priprave tople vode za več energentov.

Primeri izračuna energijskega števila objektov, ki uporabljajo različne energente:

a) Energent:	kurilno olje
Poraba na leto:	2500 l
Ogrevana površina:	100 m ²
Kurilna vrednost:	1l = 10 kWh

$$E = \frac{\text{poraba}}{\text{površina}}$$

$$E = \frac{2500 \cdot 10 \text{ kWh}}{100 \text{ m}^2} = 250 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

b) Energent:	drva (bukev, hrast)
Poraba na leto:	10 m ³
Ogrevana površina:	120 m ²
Kurilna vrednost:	1 m ³ = 2897 kWh

$$E = \frac{10 \cdot 2897 \text{ kWh}}{120 \text{ m}^2} = 241 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

č) Energent:	drva (bukev, hrast), olje
Poraba na leto:	2 m ³ , 2000 l
Ogrevana površina:	120 m ²
Kurilna vrednost:	1 m ³ = 2897 kWh (drva) 1l = 10 kWh (olje)

$$E = \frac{2 \cdot 2897 \text{ kWh} + 2000 \cdot 10 \text{ kWh}}{120 \text{ m}^2} = 171 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

d) Energent:	UNP
Poraba na leto:	2800 l
Ogrevana površina:	180 m ²
Kurilna vrednost:	1l = 6,9 kWh

$$E = \frac{2800 \cdot 6,9 \text{ kWh}}{180 \text{ m}^2} = 107 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

3.4.3 Interpretacija rezultatov popisa

Za analizo je bilo izbranih 100 stanovanjskih hiš na področju občine Destričnik. Popis je zajemal dimenzije in sestave gradbenih konstrukcij stavbe (zunanjšega ovoja in stropa proti neogrevanemu prostoru) ter pregled ogrevalnega sistema. Določitev specifičnih transmisivskih toplotnih izgub, izhajajočih iz površin elementov ovoja, in pripadajočih toplotnih prehodnosti, nam daje prve informacije glede stanja toplotne izolativnosti ovoja. Pri vrednotenju učinkovitosti rabe energije v stavbah uporabljamo različne načine ocenjevanja. Ena izmed najpogostejših oblik za grobo ocenjevanje energijske učinkovitosti obstoječih stavb je uporaba kazalcev energije, npr. specifične letne rabe energije za ogrevanje glede na enoto ogrevane površine stavbe oziroma t. i. energijsko število ogrevanja.

Ker nas je predvsem zanimalo, kako vpliva zunanji ovoj na posamezne parametre – toplotno prehodnost ovoja in energijsko število objekta, sva popisane objekte razvrstila v pet skupin glede na tip zunanjega ometa – izolacije:

- brez fasade,
- omet brez izolacije,
- fasadna izolacijska malta,
- toplotnoizolacijska fasada,
- drugo.

Rezultate smo prikazali tabelarno in grafično, poiskali smo tudi medsebojne korelacije oz. povezave in odvisnosti.

3.4.4 Tip objekta

Naslednja preglednica prikazuje tip objekta in način izolacije zunanjega ovoja. Prevladujejo enodružinske hiše.

Tabela 12: Tip objekta

	Brez fasade	Omet brez izolacije	Fasadna izolacijska malta	Toplotno-izolacijska fasada	Drugo	SKUPAJ	ODSTOTEK
Enodružinska hiša	14 16,7 %	18 21,4 %	18 21,4 %	31 36,9 %	3 3,6 %	84 100 %	84 %
Dvodružinska hiša	1 6,3 %	6 37,4 %	1 6,3 %	8 50,0 %	0 0 %	16 100 %	16 %
Drugo	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 %
Skupno št. %	15 15 %	24 24 %	19 19 %	39 39 %	3 3 %	100	100 %

V občini Destnik (tabela 12) je kar 16,7 % enodružinskih hiš brez fasade. Večina je novogradenj. 21,4 % enodružinskih hiš ima omet brez izolacije, prav toliko fasadno izolacijsko malto in 36,9 % toplotnoizolacijsko fasado. Od vseh popisanih je 84 % enodružinskih hiš, dvodružinskih je 16 %. Od teh jih je 6,3 % brez fasade, 37,4 % jih ima omet brez izolacije, 6,3% hiš ima fasadno izolacijsko malto, 50 % dvodružinskih hiš pa ima toplotnoizolacijsko fasado.

3.4.5 Starost objekta

Preverili smo prvo hipotezo:

H₁ = Med popisanimi hišami je največ hiš starih več kot 20 let, ki imajo samo omet brez izolacije.

Tabela 13: Starost objekta

	Brez fasade	Omet brez izolacije	Fasadna izolacijska malta	Toplotnoizolacijska fasada	Drugo	SKUPAJ	ODSTOTEK
do 10 let	8 22,2 %	1 2,8 %	1 2,8 %	26 72,2 %	0 0 %	36 100 %	36 %
11–19 let	6 24,0 %	2 8,0 %	8 32,0 %	9 36,0 %	0 0 %	25 100 %	25 %
20 let in več	1 2,6 %	21 53,8 %	10 25,6 %	4 10,3 %	3 7,7 %	39 100 %	39 %
Skupno št.	15	24	19	39	3	100	100 %
%	15 %	24 %	19 %	39 %	3 %		

V občini Destrnik (tabela 13) je od popisanih hiš 36 % starih do 10 let. 22,2 % je novogradenj, ki še nimajo fasade, 2,8 % hiš ima samo omet brez izolacije in fasadno izolacijsko malto, 72,2 % hiš pa ima toplotnoizolacijsko fasado. 25 % popisanih hiš je starih od 11 do 19 let. 24 % jih še vedno nima fasade, 8 % jih ima samo omet brez izolacije, 32 % hiš ima fasadno izolacijsko malto in le 36 % toplotnoizolacijsko fasado. 39 % od vseh popisanih hiš je starejših od 20 let. 2,6 % hiš nima ometa, kar 53,8 % hiš pa ima samo omet brez izolacije. 25,6 % hiš ima fasadno izolacijsko malto in le 10,6 % hiš ima toplotnoizolacijsko fasado. Kot drugo (7,7 %) je fasada z izolacijo in s klinker opeko. **Prvi del hipoteze je potrjen, drugi del pa ne. Res je med vsemi 100 popisanimi hišami največ starih več kot 20 let, in sicer kar 42,5 %. Drugi del hipoteze ni bil potrjen. Odstotek hiš, starih več kot 20 let, ki imajo samo omet brez izolacije, je 21 %.**

3.4.6 Nosilna konstrukcija

Tabela 14: Nosilna konstrukcija

	Brez fasade	Omet brez izolacije	Fasadna izolacijska malta	Toplotno izolacijska fasada	Drugo	SKUPAJ	ODSTOTEK
Opeka (modularna, polna)	12 13,5 %	21 23,6 %	17 19,1 %	36 40,4 %	3 3,4 %	89 100 %	89 %
Penjeni beton	2 40 %	0 0 %	2 40 %	1 20 %	0 0 %	5 100 %	5 %
Montažna gradnja	1 25 %	1 25 %	0 0 %	2 50 %	0 0 %	4 100 %	4 %
Drugo	0 0 %	2 100 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	2 100 %	2 %
Skupno št.	15	24	19	39	3	100	100 %
%	15 %	24 %	19 %	39 %	3 %		

Nosilna konstrukcija (tabela 14) je v večini primerov, kar 89 %, zgrajena iz polne ali votle opeke, v povprečju debeline 29 cm, pri starejših hišah celo 90 cm. Manj kot polovica hiš, zgrajenih iz opeke, 40,4 %, ima toplotnoizolacijsko fasado, 19,1 % pa fasadno izolacijsko malto. 23,6 % hiš ima samo omet brez izolacije. To so hiše starejše od 20 let in so zgrajene predvsem iz polne opeke. Zunanji ovoj iz penjenega betona se pojavlja samo v 5 primerih, kar je 5 % od popisanih hiš. Kot drugo, 2 %, se pojavlja zunanji zid, zgrajen iz blata in slame – but. V obeh primerih ima zunanji tudi toplotnoizolacijsko fasado.

3.4.7 Toplotna izolacija zunanjega ovoja

Preverili smo drugo hipotezo:

H₂ = Več kot polovica popisanih hiš ne bo ustrezalo priporočeni vrednosti toplotne prehodnosti zunanjega ovoja.

Tabela 15: Toplotna izolacija zunanjega ovoja

	Brez fasade	Omet brez izolacije	Fasadna izolacijska malta	Toplotno-izolacijska fasada	Drugo	SKUPAJ
ŠTEVILO	15	24	19	39	3	100
ODSTOTEK (%)	15,0	24,0	19,0	39,0	3,0	100

Vidimo (tabela 15), da 15 % hiš na področju občine Destrnik sploh še nima fasade, 24 % hiš ima samo omet brez izolacije. Toplotnoizolacijsko fasado ima samo 39 % popisanih hiš.

Po izračunu toplotne prehodnosti zunanjega ovoja zgradbe za vsako hišo posebej sva jih razvrstila v štiri skupine:

- slabo oz. neizoliran ovoj zgradbe **U = 0,81–2,0 W/m²K**
- srednje izoliran ovoj zgradbe **U = 0,61–0,8 W/ m²K**
- dobro izoliran ovoj zgradbe **U = 0,29–0,6 W/ m²K**
- zelo dobro izoliran ovoj zgradbe **U = 0,28 W/m²K in manj – USTREZA ZAHTEVAM PRAVILNIKA ZA TOPLOTNO PREHODNOST** (Agencija RS, 2013).

Tabela 16: Ovoj zgradbe

	Brez fasade	Omet brez izolacije	Fasadna izolacijska malta	Toplotno izolacijska fasada	Drugo	SKUPAJ	ODSTOTEK
Slabo oz. neizolirani ovoj zgradbe	15 30 %	24 48 %	11 22 %	0 0 %	0 0 %	50 100 %	50 %
Srednje izoliran ovoj zgradbe	0 0 %	0 0 %	7 100 %	0 0 %	0 0 %	7 100 %	7 %
Dobro izoliran ovoj zgradbe	0 0 %	0 0 %	1 2,7 %	33 89,2 %	3 8,1 %	37 100 %	37 %
Zelo dobro izoliran ovoj zgradbe	0 0 %	0 0 %	0 0 %	6 100 %	0 0 %	6 100 %	6 %
Skupno št.	15	24	19	39	3	100	100 %
%	15 %	24 %	19 %	39 %	3 %		

V občini Destrnik (tabela 16) je kar 50 % hiš s slabo oz. neizoliranim ovojem zgradbe. 30 % od teh jih je brez fasade, 48 % jih ima samo omet brez izolacije, 22 % pa jih ima fasadno izolacijsko malto. Le 37 % popisanih hiš ima dobro izoliran ovoj zgradbe. Od tega jih ima 89,2 % toplotnoizolacijsko fasado. Zelo dobro izoliran ovoj zgradbe ima le 6 % popisanih hiš. Vse imajo toplotnoizolacijsko fasado, pri kateri je bil uporabljen stiropor ali steklena volna, debeline nad 10 cm.

Med izolacijskimi ometi se najpogosteje pojavljajo PERLIT (TERMOPUTZ) in izolacijska fasada DEMIT (uporabljeni so stiropor, kombi plošče ...). Vzrok, zakaj vse hiše z izolacijsko fasado ne spadajo v skupino z dobro izolacijo ovoja zgradbe, je v pretankem nanosu posameznega materiala ali v premajhni debelini zunanje stene oziroma nosilne konstrukcije. **Naša hipoteza je bila potrjena. Priporočeni vrednosti toplotne prehodnosti zunanjega zidu med vsemi popisanimi 100 hišami v povprečju ne ustreza kar 94 % hiš.**

3.4.8 Debelina izolacije na podstrešju

Tabela 17: Debelina izolacije na podstrešju

	Brez fasade	Omet brez izolacije	Fasadna izolacijska malta	Toplotno izolacijska fasada	Drugo	SKUPAJ	ODSTOTEK
Brez izolacije	10 25 %	12 30 %	10 25 %	8 20 %	0 0 %	40 100 %	40 %
Do 5 cm	0 0 %	2 20 %	4 40 %	4 40 %	0 0 %	10 100 %	10 %
Od 6 do 14 cm	1 3 %	5 14,7 %	5 14,7 %	20 58,8 %	3 8,8 %	34 100 %	34 %
Od 15 do 20 cm	3 30 %	3 30 %	0 0 %	4 40 %	0 0 %	10 100 %	10 %
Več kot 20 cm	1 16,7 %	2 33,3 %	0 0 %	3 50 %	0 0 %	6 100 %	6 %
Skupno št. %	15 15 %	24 24 %	19 19 %	39 39 %	3 3 %	100	100 %

Polovica popisanih hiš na podstrešju sploh nima izolacije ali pa je ta minimalna, debeline do 5 cm. Druga polovica popisanih hiš ima izolacijo debeline od 6 do 14 cm (34 %), debelino od 15 do 20 cm ima le 10 % popisanih hiš. Le 6 % hiš ima izolacijo na podstrešju debelejšo od 20 cm. Spet opazimo, da so za toplotno izolacijo najbolj poskrbeli tisti, ki imajo na zunanji steni toplotnoizolacijsko fasado (tabela 17).

3.4.9 Okna

Okna so pomemben dejavnik pri toplotnih izgubah. Ugotovila sva, da je kljub dobri izolaciji zunanjega ovoja poraba energije za ogrevanje v nekaterih primerih prevelika zaradi slabo zatesnjenih oken in navadnih stekel brez nizkoemisijskega nanosa.

Tabela 18: Okna

	Brez fasade	Omet brez izolacije	Fasadna izolacijska malta	Toplotno izolacijska fasada	Drugo	SKUPAJ	ODSTOTEK
Navadna	2 8,7 %	11 47,8 %	4 17,4 %	6 26,1 %	0 0 %	23 100 %	23 %
Vezana	2 7,7 %	7 26,9 %	4 15,4 %	10 38,5 %	3 11,5 %	26 100 %	26 %
Toplotno izolacijska dvojna zasteklitev	11 23,4 %	5 10,6 %	11 23,4 %	20 42,6 %	0 0 %	47 100 %	47 %
Toplotno izolacijska trojna zasteklitev	0 0 %	1 25 %	0 0 %	3 75 %	0 0 %	4 100 %	4 %
Skupno št. %	15 15 %	24 24 %	19 19 %	39 39 %	3 3 %	100	100 %

Iz tabele 18 lahko ugotovimo, da ima kar dobra polovica vseh popisanih hiš toplotnoizolacijska okna z dvojno ali s trojno zasteklitvijo. Največji odstotek spet zasledimo pri hišah, ki imajo tudi dobro toplotnoizolacijsko fasado.

3.4.10 Kurivo – energent za ogrevanje

Preverili smo tretjo hipotezo – **H₃**, da je še vedno glavni energent kurilno olje.

Tabela 19: Energent

DESTRNIK	Brez fasade	Omet brez izolacije	Fasadna izolacijska malta	Toplotno izolacijska fasada	Drugo	SKUPAJ	ODSTOTEK
Kurilno olje LKO	5 10,4 %	10 20,8 %	11 23,0 %	22 45,8 %	0 0 %	48 100 %	48 %
Zemeljski plin	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 %
UNP propan butan	0 0 %	0 0 %	0 0 %	1 25 %	3 75 %	4 100 %	4 %
Bukova drva	8 19 %	12 28,6 %	8 19 %	14 33,4 %	0 0 %	42 100 %	42 %
Peleti, sekanci, polena	1 33,3 %	1 33,3 %	0 0 %	1 33,3 %	0 0 %	3 100 %	3 %
Drugo	1 33,3 %	1 33,3 %	0 0 %	1 33,3 %	0 0 %	3 100 %	3 %
Skupno št. %	15 15 %	24 24 %	19 19 %	39 39 %	3 3 %	100 100 %	100 %

V občini Destrnik (tabela 19) kot glavni energent še uporabljajo kurilno olje, kar 48 %. Sledi uporaba trdih goriv (drva), predvsem zato, ker so mnogi lastniki gozdov. Uporaba utekočinjenega plina je zelo redka. Zemeljskega plina v občini še ni. Kot drugo uporabljajo za ogrevanje toplotno črpalko ali pa kombinacijo različnih energentov. **Potrdili smo tretjo hipotezo, da je še vedno glavni energent kurilno olje.**

3.4.11 Energijsko število

Preverili smo četrto in peto hipotezo:

H₄ = Od vseh popisanih bo večina energijsko potratnih.

H₅ = Od vseh popisanih hiš ne bo pasivne hiše.

Tabela 20: Energijsko število

DESTRNIK	Brez fasade	Omet brez izolacije	Fasadna izolacijska malta	Toplotno izolacijska fasada	Drugo	SKUPAJ	ODSTOTEK
Zelo potratna hiša	8 26,7 %	10 33,3 %	6 20 %	6 20 %	0 0 %	30 100 %	30 %
Potratna hiša	0 0 %	4 26,7 %	8 53,3 %	3 20 %	0 0 %	15 100 %	15 %
Povprečna hiša	6 23,1 %	5 19,2 %	2 7,7 %	13 50 %	0 0 %	26 100 %	26 %
Varčna hiša	1 5,9 %	3 17,6 %	2 11,8 %	11 64,7 %	0 0 %	17 100 %	17 %
Nizkoenergijska hiša	0 0 %	2 16,7 %	1 8,3 %	6 50 %	3 25 %	12 100 %	12 %
Pasivna hiša	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 0 %	0 %

V občini Destrnik (tabela 20) je še vedno največ zelo potratnih hiš, kar 30 % vseh popisanih. Njihovo energijsko število ogrevanja je večje od 250 kWh/(m² na leto). To so predvsem hiše, ki še nimajo fasade (26,7 %), in hiše, starejše kot 20 let z ometom brez izolacije (33,3 %). Potratnih hiš z energijskim številom ogrevanja od 151 do 250 kWh/(m² na leto) je 15 % vseh popisanih hiš. Energijsko število ogrevanja od 60 do 150 kWh/(m² leto) ima le 43 % popisanih hiš. Od tega jih je 26 % povprečno varčnih, 17 % je varčnih. 12 % je nizkoenergijskih hiš, pri katerih energijsko število ogrevanja ne presega 60 kWh/(m² na leto). Zanimivo je tudi, da spada med nizkoenergijske hiše 16,7 % popisanih hiš, ki nimajo ometa z izolacijo. Gre za starejše hiše (več kot 50 let), pri katerih je debelina zunanje zidu 50 cm. Med popisanimi hišami ni bilo nobene pasivne hiše, pri kateri bi bilo energijsko število manjše od 15 kWh/(m² na leto). Ugotovila sva, da je tudi tukaj energijsko število ogrevanja najbolj odvisno od izolacije zunanjega ovoja stavbe.

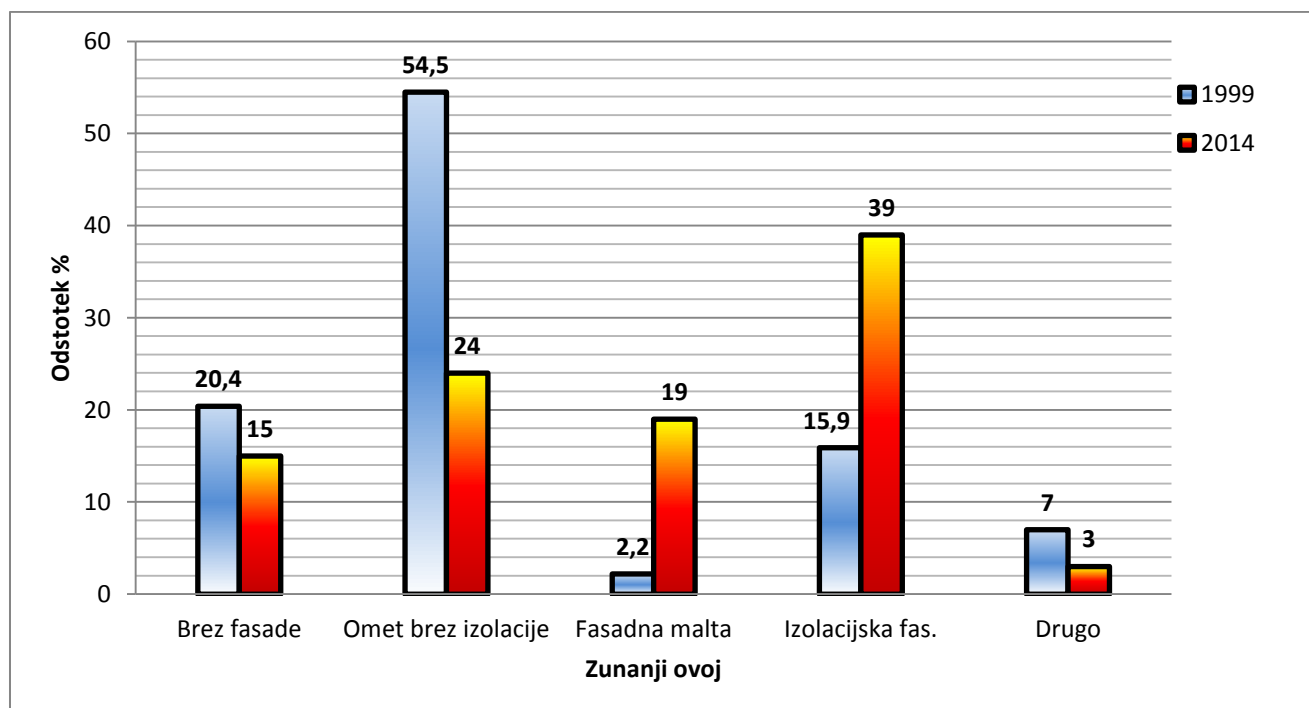
Potrdili smo obe hipotezi, **H₄**, da je od vseh popisanih večina energijsko potratnih in **H₅**, da od vseh popisanih hiš ne bo pasivne hiše.

3.5 Primerjava rezultatov popisa med letoma 1999 in 2014

Primerjali smo rezultate raziskave, ki so jo opravili naši nekdanji učenci v letu 1999. Primerjave so prikazane grafično.

3.5.1 Zunanji ovoj stavbe

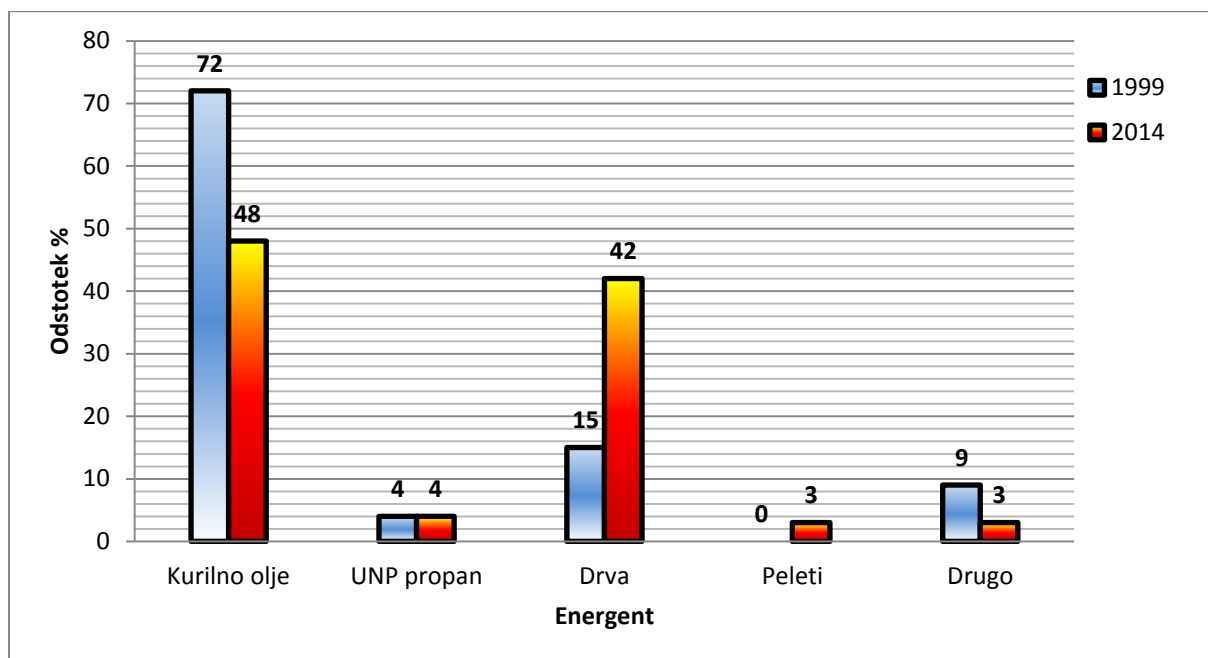
Na energetske učinkovitost stavbe vpliva predvsem zunanji ovoj zgradbe. Zanimala naju je primerjava obeh raziskav.



Graf 1:Primerjava zunanjega ovoja zgradbe

Ugotovimo lahko (graf 1), da se je število stavb z izolacijsko fasado povečalo, kar je razveseljiv podatek. Vendar je še kar 15 % vseh popisanih hiš brez fasade in 24 % hiš brez izolacije zunanjega ovoja.

3.5.2 Energent

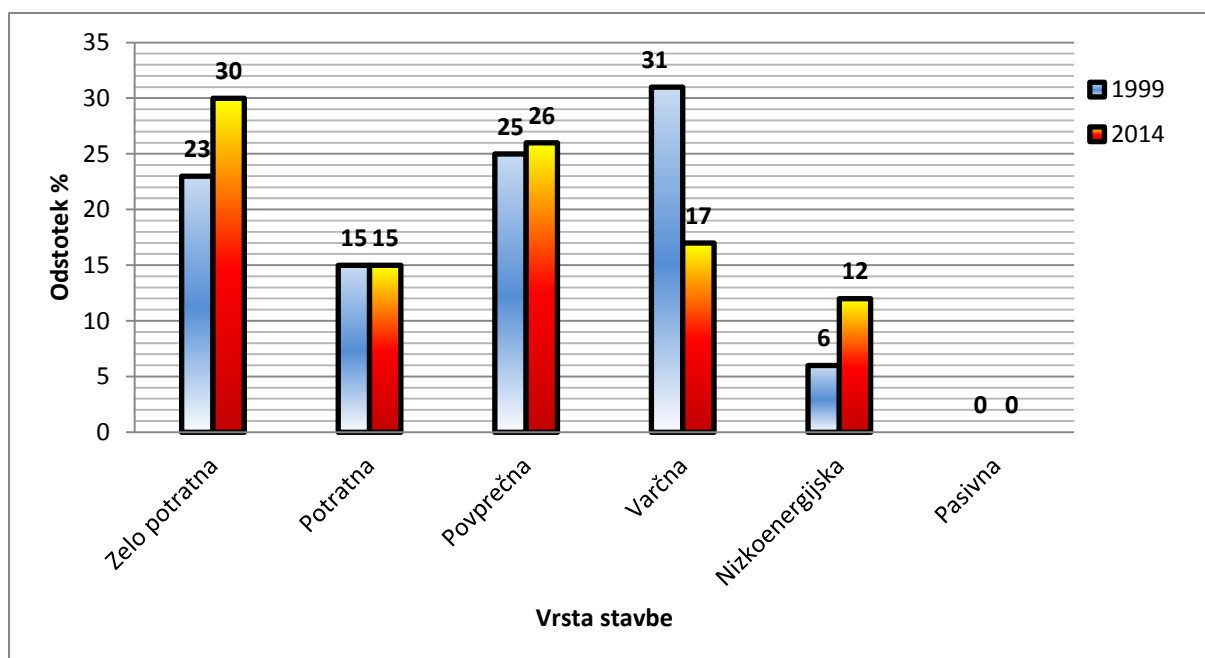


Graf 2: Primerjava načina ogrevanja – energent

Primerjava rezultatov popisa (graf 2) kaže, da se je zmanjšuje uporaba kurilnega olja kot energenta, viša pa se uporaba trdega goriva, torej drv. Nekaj gospodinjstev uporablja tudi pelete. Kot drugo navadno uporabljajo kombinacijo toplotne črpalke in alternativno obliko energije, predvsem solarno energijo v kombinaciji s toplotno črpalko.

3.5.3 Energijsko število

Preverili smo šesto hipotezo – H_6 , da je v primerjavi s popisom iz leta 1999 danes več energijsko varčnih hiš.



Graf 3: Primerjava stavb glede na energijsko število

Primerjava rezultatov popisa (graf 3) kaže, da se je na eni strani zmanjšalo število zelo potratnih hiš, narašča pa število nizkoenergijskih hiš, čeprav je odstotek varčnih hiš iz letošnjega popisa manjši kot leta 1999. Vzrok je v spremembi Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije, kjer je znižana raba energije predvsem pri varčni in zelo varčni hiši (tabela 21).

Tabela 21: Razporeditev objektov glede rabe energije

1999		2014	
VRSTA OBJEKTA	RABA ENERGIJE kWh/ m ² na leto	VRSTA OBJEKTA	RABA ENERGIJE kWh/(m ² a)
Zelo potratna hiša	več kot 250	zelo potratna hiša	več kot 250
Potratna hiša	200–250	potratna hiša	151–250
Povprečna hiša	150–200	povprečna hiša	100–150
Varčna hiša	100–150	varčna hiša	60–99
Zelo varčna hiša	50–100	nizkoenergijska hiša	30–59
Hiša prihodnosti	manj kot 50	pasivna hiša	15 in manj

Potrdila sva hipotezo H₆, da je v primerjavi s popisom iz leta 1999 danes več energijsko varčnih hiš.

3.5.4 Primerjava energetske učinkovitosti stavb

Tabela 22: Razredi energetske učinkovitosti stavbe

Razred	RABA ENERGIJE kWh/(m ² a)	1999 %	2014 %
A1	0–10	0	0
A2	10–15	0	0
B1	15–25	0	0
B2	25–35	0	0
C	35–60	6	12
D	60–105	31	17

E	105–150	25	26
F	150–210	15	15
G	210–300	23	30

Glede na izračunano energijsko število sva stavbe razvrstila v energetske razrede. Ugotovila sva, da več kot polovica stanovanjskih objektov na področju občine Destrnik spada po energetski učinkovitosti v energetske razrede D, E, F in G, kjer je poraba energije nad 100 kWh/(m²a).

3.6 Ukrepi za zmanjšanje porabe energije

Seveda naju je zanimalo tudi, s katerimi ukrepi lahko zmanjšamo rabo energije za ogrevanje. Ukrepe sva razdelila na tiste, za katere potrebujemo mnogo denarja, in tiste, pri katerih lahko z malo denarja tudi nekaj prihranimo (Grobovšek, 2007).

Ukrepi, za katere ne potrebujemo mnogo denarja, so pa vezani na spremembe določenih življenjskih navad, so naslednji:

- pravilno prezračevanje (zapremo ventil na radiatorju in za nekaj minut večkrat na dan na stežaj odpremo okno, namesto da dolgotrajno prezračujemo skozi odprto okno),
- izločitev zraka iz ogreval lahko prihrani 15 % energije,
- za eno stopinjo nižja temperatura v prostoru pomeni 7 % prihranka energije,
- odstranitev ovir pred ogrevali (boljša oddaja toplote) in
- optimalna nastavitve gorilnika pomeni do 10 % prihranka.

Ukrepi, ki predstavljajo večjo investicijo, pa so naslednji:

- vgradnja avtomatskega uravnavanja ogrevanja in termostatskih ventilov v posameznih prostorih lahko pomeni do 30 % prihranka,
- zamenjava oken pomeni do 20 % prihranka in
- zamenjava navadnega ometa s toplotnoizolacijskim materialom.

Večji del pričakovanih energijskih prihrankov je možno doseči z boljšo toplotno izolacijo ovoja stavbe, saj s temi ukrepi vplivamo na vzroke za preveliko rabo energije za ogrevanje. Manjši del prihrankov pri rabi energije za ogrevanje dosežemo tudi z izboljšanjem ogrevalnega sistema.

Če analiziramo rabo končne energije pri obravnavanem vzorcu 100 hiš, odpade na ogrevanje 77 %, na pripravo sanitarne tople vode 11 %, gospodinjske aparate in ostale hišne naprave 10 % ter na razsvetlavo 2 %. Energijski prihranki so odvisni od starosti stavbe, tehnologije gradnje, kakovosti izvedbe in vzdrževanja.

Na podlagi rezultatov energetskega pregleda lahko investitor oblikuje načrt obnove hiše za doseganje večje energijske učinkovitosti. V večini primerov je najprej na vrsti izvajanje organizacijskih ukrepov, ki niso povezani z velikimi stroški, vplivajo pa na spremembo odnosa uporabnika do rabe energije. Temu sledijo cenejši ukrepi oziroma ukrepi s kratko vračilno dobo, ki jih lahko izvajamo že pri rednem vzdrževanju objekta. Sledijo še ukrepi, ki imajo daljšo vračilno dobo in zahtevajo večja investicijska vlaganja. Najpogosteje priporočeni ukrepi so tesnjenje oken, zamenjava zasteklitve, zamenjava oken, dodatna toplotna izolacija podstrešja, toplotna izolacija ravne ali poševne strehe, toplotna izolacija tal na terenu, dodatna toplotna izolacija ovoja in nadzorovano naravno prezračevanje. Za investitorja so pri odločanju o izvedbi ukrepov zanimivi podatki o vračilni dobi, višini naložbe, pričakovanih prihrankih pri energiji in stroških, o izboljšanju toplotnega ugodja ter prednostih za okolje.

Pri obnovi ovoja hiše zaradi povečanja energijske učinkovitosti so potrebna večja investicijska vlaganja. Kadar se odločamo za toplotno izolacijo poševne strehe, se moramo zavedati, da le-ta ne bo zmanjševala toplotnih izgub le pozimi, ampak nas bo tudi ščitila pred pretirano vročino in pregrevanjem mansardnega bivalnega prostora v poletnem času. V tem primeru je potrebno predvideti debelino toplotne izolacije od 25 do 30 cm in jo ustrezno zaščititi pred zamakanjem zaradi morebitnih poškodb kritine. Pomembno je tudi doseganje zrakotesnosti, kajti slabi stiki in nenadzorovano prezračevanje lahko znatno povečajo toplotne izgube. Najprimernejši čas, da uredimo toplotno zaščito

strehe je, ko obnavljamo kritino, predelujemo podstrešje v mansardo, polagamo pohodni sloj na plošči ali saniramo druge poškodbe (npr. posledice plesni).

Toplotna izolacija zunanjih sten je najdražji ukrep, vendar je obnova nujna v primeru, ko je življenjska doba fasade že potekla. Analize so pokazale, da se dodatna naložba v obnovo zunanjih sten, to je vgradnjo dodatne toplotne izolacije za povečanje energijske učinkovitosti, povrne že v 10 letih. Cena toplotnoizolacijskega materiala predstavlja samo desetino naložbe v ceni vgrajene toplotno izolacijske obloge.

Rezultati energetskega pregleda so pokazali, da je večina stavb, ki je bila je bil zgrajena pred 20 ali več leti, brez zadostne toplotne izolacije. Takšna raba energije, ki je občutno prevelika, v bodoče tudi ne bo več dovoljena. Z uveljavitvijo novega Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije (Ur. list, št. 93/2008) je predpisana največja letna raba energije za ogrevanje. Za zgradbe to pomeni med 60 in 80 kWh/(m² na leto) oziroma med 6 in 8 litri ekstra lahkega kurilnega olja na kvadratni meter stanovanjske površine na leto. Predpisana specifična letna raba energije za ogrevanje je tudi v skladu z zakonodajo v EU, kjer je ta vrednost približno 70 kWh/(m² na leto).

4 RAZPRAVA

Na koncu naloge sva (na osnovi preverjanja hipotez) ugotovila, da sva dosegla zastavljene cilje.

V teoretičnem delu naloge smo predstavili vpliv toplotnoizolacijskega materiala na rabo energije. V nadaljevanju naloge smo analizirali nekatere količine, ki jih srečujemo, kadar govorimo o rabi energije. To so toplotna prehodnost, toplotna prevodnost materiala, toplotne izgube ter energijsko število. Prikazali smo primere izračuna teh parametrov. Primerjali smo tudi toplotne prehodnosti posameznih gradbenih konstrukcij med nizkoenergijsko in pasivno hišo.

Drugi del naloge predstavlja empirični del. S pomočjo učencev OŠ Destrnik-Trnovska vas smo izvedli popis 100 stanovanjskih hiš na področju občine Destrnik. Z analizo dobljenih rezultatov smo preverjali postavljene hipoteze. Vse so bile potrjene oz. delno potrjene. Prva hipoteza je bila delno potrjena. Med popisanimi hišami jih je največ starih več kot 20 let. Med njimi jih ima 17,5 % le omet brez izolacije. Kar 87 % hiš ima zunanjo konstrukcijo iz polne ali modularne opeke, kar smo tudi predvidevali. Po izračunu toplotne prehodnosti zunanjega zidu smo potrdili drugo hipotezo. Priporočeni vrednosti toplotne prehodnosti zunanjega zidu ne ustreza kar 82 % vseh popisanih hiš. Velike toplotne izgube se vršijo skozi strop oz. podstrešje in skozi okna. Kar 61 % vseh popisanih hiš nima izolacije na podstrešju ali pa je minimalne debeline (do 10 cm). Glavni energent za ogrevanje je še vedno kurilno olje, kar smo tudi predvidevali in tako potrdili tretjo hipotezo. Na osnovi porabljenega energenta in površine ogrevanega prostora sva izračunala energijsko število in hiše razvrstila med zelo potratne, potratne, povprečne, varčne, nizkoenergijske in pasivne. Četrta in peta hipoteza je bila potrjena. Pasivne hiše med popisanimi ni bilo. V primerjavi s popisom iz leta 1999 smo ugotovili, da število energijsko varčnih hiš na področju občine narašča. Tako smo potrdili tudi šesto hipotezo.

5 ZAKLJUČEK

Raziskava predstavlja le grobo analizo stanja na terenu. Če bi hoteli dobiti natančne podatke o toplotnih izgubah skozi stene, bi morali za vsak objekt dobiti natančnejše podatke o zunanji površini sten, celotni površini oken in prostornini ogrevanega prostora. Popis pa bi moral zajeti tudi večji vzorec stanovanjskih hiš na področju občine Destrnik.

6 LITERATURA

Bogataj, B. (2008). Pasivna hiša bo z leti postala standardna hiša. *Gorenjski glas*. Pridobljeno 2. 9. 2008, s spletnega mesta http://www.gorenjskiglas.si/novice/priloga_moja_gorenjska/index.php?action=clanek&id=22865.

Čagran, B., Pšunder, M., Fošnarič, S. (2004). *Priročnik za izdelavo diplomskega dela*. Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta.

Energetska učinkovitost pri obnovi ovoja stavbe. AURE, zbirka informativnih listov, 2/05, 1–3.
Gradbeni inštitut ZRMK. (2013). Energetska izkaznica stavbe.

Grobovšek, B. (2007). *Od energijsko potratne do energijsko varčne hiše*. Pridobljeno 23. 9. 2008 s spletnega mesta: <http://www.gi-zrmk.si/ensvet.htm>.

Grobovšek, B. (2007). *Toplotne izgube*. Pridobljeno 23. 9. 2008, iz <http://www.gi-zrmk.si/ensvet.htm>.

Burina, M., Herak, J., Kajzer, D., Rodvaj, P., Kramberger, S. (1999). Ljubljana: ZTKS.

Osnove toplotne zaščite zgradb. AURE, zbirka informativnih listov, 2/01, 3.

Praznik, M. (2001). *Izbor ustrezne toplotne zaščite za stanovanjske objekte*. Pridobljeno 4. 9. 2008 s spletnega mesta: <http://www.gi-zrmk.si/ensvet.htm>.

Priročnik za energetske svetovalce. Agencija RS za učinkovito rabe energije. Obrazec 6 – Izračun toplotne prehodnosti, podatki 26 – Gradbeno fizikalne karakteristike gradbenih materialov, podatki 27 – Toplotni upor gradbenih elementov.

Splošno o energiji. AURE, zbirka informativnih listov, 1/01, 4.

Šiljanec Zavrl, M. (2002). *Energetska izkaznica stavbe*. Ljubljana: ZRMK, tehnološki inštitut za graditeljstvo, d.o.o.

Šiljanec Zavrl, M., Tomšič, M. (1999). *Energetsko učinkovita zasteklitev in okna*. Ljubljana: Femopet, str. 10–20.

Šiljanec Zavrl, M., Tomšič, M., Rakušček, A. (2002). *Energetska izkaznica stavbe*. Ljubljana: Konzorcij OPET, str. 16–20.

Uradni list R Slovenije. (2002). *Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energij*, 42, 4114–4160.

Uradni list R Slovenije. (2008). *Pravilnik učinkoviti rabi energije v stavbah*, 93, 12698–12707.

Zupan, M. (2002). *Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah*. Novo mesto: Pfeleiderer Novoterm, str. 11.

7 PRILOGE

7.1 Popisni list

POPISNI LIST

Učenci Simon Fridl, Žan Lorenčič in Aljoša Repinc pripravljamo s pomočjo mentorice Dragice Pešaković raziskovalno nalogo z naslovom **ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE**. Osrednji del raziskave zajema izračun toplotne prevodnosti in prehodnosti zunanjega ovoja stavbe in izračun energetskega števila stavbe. **Vaši podatki bodo uporabljeni samo v raziskovalne namene.**

Ime in priimek:

Naslov:

1. TIP OBJEKTA:

- enodružinska hiša
 dvodružinska hiša
 drugo

2. STAROST OBJEKTA:

- stara gradnja, leta ____
 novogradnja, leta ____

3. ZUNANJI ZID:

- opeka, debelina ____
 siporeks, debelina ____
 Drugo _____, debelina ____

4. TIP ZUNANJEGA OMETA – IZOLACIJA

- DEMIT omet, debelina izolacije ____
 TERMOPUTZ omet, debelina ____
 NAVADNI omet, brez izolacije
 drugo _____, debelina ____

5. DEBELINA IZOLACIJE NA PODSTREŠJU:

- brez izolacije
 do 5 cm
 od 5 – 10 cm
 od 10 – 15 cm
 več kot 15 cm

6. OKNA – STEKLA

<input type="checkbox"/>	navadna, št. stekel _____
<input type="checkbox"/>	vezana – TERMOPAN, št. stekel _____
<input type="checkbox"/>	plinsko polnjena, št. stekel _____
<input type="checkbox"/>	plinsko polnjena z nizko emisijskim nanosom, št. stekel _____

7. OGREVANE POVRŠINE

PROSTOR	POVRŠINA m^2	POVPREČNA TEMPERATURA $^{\circ}C$
KLET		
PRITLIČJE		
I. NADSTROPJE		
PODSTREŠJE		
SKUPAJ		

8. LETNA PORABA ENERGIJE ZA OGREVANJE IN PRIPRAVO TOPLE VODE

ENERGENT	/ leto
Kurilno olje	
UNP plin (cisterna)	
Električna energija	
Toplotna črpalka	
Sončna energija	
Les	
Lesni peleti	
Drugo:	

10. PRIPRAVA TOPLE VODE

A) Kurilna sezona

<input type="checkbox"/>	s kurilno napravo
<input type="checkbox"/>	drugače (elektrika) _____ kWh

B) Izven kurilne sezone

<input type="checkbox"/>	s kurilno napravo
<input type="checkbox"/>	drugače (elektrika) _____ kWh

HVALA ZA SODELOVANJE!

7.2 Primer računalniškega izpisa

Analiza gradbenih konstrukcij

Privzeta cona

Ovoj stavbe

Linijski toplotni mostovi

Izgube skozi tla in zidove v zemlji
Izgube skozi neogrevane prostore
Prezračevalne izgube
Notranji dobitki
Dobitki sončnega sevanja
Zaščita pred sončnim sevanjem

Ogrevalni sistem
Razvodi ogrevalnih sistemov
Priprava tople vode
Kulinine naprave
Solarni toplotni sistem
Toplotna črpalka
Daljinsko ogrevanje
Geotermalna energija
Dovedena energija za hlajenje

HVAC sistem
Razsvetljava
Fotonapetostni sistem

Prikaz rezultatov izračuna

Elaborat URE
Izkaz energijskih lastnosti stavbe
Energetska izkaznica

Naziv gradbene konstrukcije: Zunanji ovoj Notr. temperatura (°C): 20 V redu

Material	Debelina (cm)
PODALJŠANA APNENA MALTA 1900	3,0000
MREŽASTA IN VOTLA OPEKA 1400	40,0000
URSA SF 38	10,0000
Skupna debelina	53,0000

Toplotna prehodnost
 Notranja kondenzacija
 Kondenzacija na površini

R_{si} (m ² K/W)	0,130
R_{se} (m ² K/W)	0,040
Toplotna upornost konstrukcije R (m ² K/W)	3,488
Toplotna upornost neogrevanega prostora R_U	0,000
Skupna toplotna upornost R_T (m ² K/W)	3,488
Toplotna prehodnost U (W/m ² K)	0,287
Korekcija zaradi zračnih prostorov ΔU_g (W/m ² K)	0,000
Korekcija zaradi mehanskih spojin ΔU_f (W/m ² K)	0,000
Skupna toplotna prehodnost U_C (W/m ² K)	0,287
Največja dovoljena U_{max} (W/m ² K)	0,280

Toplotna prehodnost ni ustrezna.

01