



B&B
VISOKA ŠOLA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija
Program: Varstvo okolja

**ANALIZA IZGRADNJE NIZKOENERGIJSKE
HIŠE Z VIDIKA EKONOMSKE
UPRAVIČENOSTI IN ENERGIJSKE
UČINKOVITOSTI NA IZBRANEM PRIMERU**

Mentor: doc. dr. Drago Papler
Lektorica: Ana Peklenik, prof. slov.

Aleksandar Simeunović

Ljubljana, maj 2020

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, doc. dr. Dragu Paplerju, za pomoč in nasvete.

Zahvaljujem se tudi lektorici Ani Peklenik, prof. slov., ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

Študent Aleksandar Simeunović izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom doc. dr. Drago Papler.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

V Sloveniji je trend življenje v mestih, v neposredni bližini vse možne infrastrukture. Skupni vsej mestni infrastrukturi so hrup, gneča in psihična napetost. V zadnjih letih se ugotavlja, da meščani v primerjavi z ljudmi, ki živijo na podeželju, doživijo nižjo starost in so večkrat deležni bolezni. Prav to je v kombinaciji z neprestano izpostavljenostjo hrupu in napetosti posledica hitrega življenja v mestih. Zato se vse pogosteje porajajo ideje o prehodu bivanja iz samih mestnih jeder v bližje okoliške kraje oziroma na podeželje.

Diplomsko delo na splošno opredeljuje problematiko energijske učinkovitosti nizkoenergijskih hiš. Predstavljena je ekonomska analiza izgradnje nizkoenergijske hiše na izbranem primeru, kjer so se investitorji odločili za prehod iz mestnega življenja na bližnje podeželje. Natančneje je opisano in raziskovalno predstavljen navzkriž interesov in koristi med ustrezno zasnovo in dejansko realizacijo izgradnje nizkoenergijske hiše. Raziskovalno je opredeljeno, kako želje investitorjev po maksimalnem udobju vplivajo ali ne vplivajo na energijsko učinkovitost gradnje na izbranem primeru.

S pomočjo ekonomske analize gradnje sta opredeljeni likvidnost in ekonomska upravičenost projekta z vidika investitorjev na izbranem primeru. Z izračuni pri ekonomski analizi je dokazano, da je kljub navzkrižnim željam investitorjev dani projekt likviden in ekonomsko upravičljiv. Z raziskovanjem je potrjeno, da vse spremembe z negativnim vplivom na energijsko bilanco ne pripeljejo do zmanjšanja energijske učinkovitosti projekta.

KLJUČNE BESEDE

- nizkoenergijska hiša
- zakonodaja o graditvi objektov
- ekonomska upravičenost
- energijska učinkovitost

ABSTRACT

In Slovenia, the trend is to live in cities where all necessary infrastructure is present. Common to all city infrastructures are noise, crowds and psychic tension. In recent years it has been observed that living in urban areas compared with rural areas, people in town experience a lower age and are more exposed to diseases. These are precisely the result of rapid urban living combined with constant exposure to noise and tension. So, the idea of transition from the city to nearby rural areas or to the countryside is becoming more and more often.

This diploma thesis in general discusses the energy efficiency of low energy houses. An economic analysis of the construction of a low-energy house is presented, where investors decide to move from urban life to closer rural areas. Specifically, there is a descriptive and research presentation of conflicts between interest and benefits of the proper design and actual realization at building a low-energy house. The research defines how investors wishes of maximum comfort influence or do not influence the energy efficiency of construction in given case.

Using economic analysis of construction, it is confirmed that the project liquidity and economic viability are determined from the investor's point of view. Economic analysis calculations show that despite the investor's conflicting wishes, a given project is liquid and economically acceptable. The research also confirms that any changes with a negative impact on project's energy balance do not lead to a decrease of energy efficiency of the project in the given case.

KEYWORDS

- low energy house
- the construction act
- economic justification
- energy efficiency

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema	1
1.2	Predstavitev hipotez	1
1.3	Cilji naloge	2
1.4	Predpostavke in omejitve	2
1.5	Metode dela	2
2	ENERGIJSKO UČINKOVITE HIŠE	3
2.1	Pojem in pomen energijsko učinkovitih hiš	3
2.2	Nizkoenergijska hiša	4
2.3	Pasivna hiša	6
2.4	NIčenergijska hiša	8
3	ZAKONODAJA NA PODROČJU UČINKOVITE RABE ENERGIJE	9
3.1	Zakonodaja Evropske unije	9
3.2	Zakonodaja Republike Slovenije	11
4	PREDSTAVITEV IZBRANEGA PRIMERA (ŠTUDIJA PROJEKTA)	14
4.1	Idejna zasnova projekta	14
4.2	Izvedba gradnje	15
4.3	Opis strojne opreme	17
5	ANALIZA IZGRADNJE NEH Z VIDIKA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI IN ENERGETSKE UČINKOVITOSTI	21
5.1	Opis in vrednotenje naložbe na izbranem primeru	21
5.2	Ekonomski vidiki in kazalniki na izbranem primeru	25
5.3	Energetska učinkovitost na izbranem primeru	42
6	ANALIZA REZULTATOV	46
6.1	Ugotovitve na podlagi podatkov dejanske in predvidene porabe energije	46
6.2	Preverjanje hipotez	46
7	ZAKLJUČEK	51
	LITERATURA IN VIRI	52
	PRILOGE	54

KAZALO SLIK

Slika 1:	Prezračevalni sistem NEH	6
Slika 2:	Konstrukcija tipične pasivne hiše	7
Slika 3:	Grafični prikaz razlage definicije sNes glede na direktivo EPBD	8
Slika 4:	Prikaz severne fasade z velikim steklenim predelom	16
Slika 5:	Tehnološka shema bioreaktorja	20
Slika 6:	Vrednotenje projektov	21

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz največje dovoljene vrednosti primarne energije in delež OVE glede na vrsto stavbe oz. za skoraj ničenergijsko stavbo	12
Tabela 2: Največje dovoljene vrednosti toplotne prehodnosti (U_{max}) za posamezne gradbene elemente stavb	14
Tabela 3: Prikaz prihodkov in prihrankov glede na različna obdobja.....	24
Tabela 4: Prikaz stroškov po različnih obdobjih	24
Tabela 5: Metoda sedanje vrednosti naložbe VS.....	30
Tabela 6: Metoda interne stopnje donosnosti NSD _n	31
Tabela 7: Metoda interne stopnje donosnosti NSD _p	31
Tabela 8: Metoda sedanje vrednosti pri 10-odstotnem zvišanju stroškov storitev ...	35
Tabela 9: Metoda interne stopnje donosnosti NSD _n pri 10-odstotnem zvišanju	36
Tabela 10: Metoda interne stopnje donosnosti NSD _p pri 10-odstotnem zvišanju	36
Tabela 11: Metoda sedanje vrednosti pri upoštevanju analize stroškov in koristi....	40
Tabela 12: Metoda interne stopnje donosnosti NSD _n pri upoštevanju analize stroškov in koristi.....	41
Tabela 13: Metoda interne stopnje donosnosti NSD _p pri upoštevanju analize stroškov in koristi.....	41
Tabela 14: Prikaz predvidenih in dejanskih mesečnih stroškov porabljene električne energije na letni ravni	43

KRATICE IN AKRONIMI

H – hipoteza

sNES – skoraj ničenergijska stavba

EU – evropska unija

NEH – nizkoenergijska hiša

PURES – Pravilnik o rabi učinkovite energije v stavbah

IR – infrardeče

UV – ultravijolično

ISD – interna stopnja donosnosti

EPS – plošče iz ekspaniranega polistirena

OSB – tri slojne vlaknene plošče iz usmerjeno nasutih mikro furnirjev

RS76 – obveznica Republike Slovenije za obdobje od 2015 do 2045

COST BENEFIT – analiza stroškov in koristi naložbe

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Diplomska naloga opredeljuje pojem in vrste energijsko učinkovitih hiš. Za razumevanje tega področja so zato predstavljeni določeni zakonski predpisi in direktive EU in Slovenije. S pomočjo predpostavljenih podatkov iz različnih strokovnih člankov in določenih zakonskih predpisov je treba raziskati in ugotoviti, kakšna je dejanska energijska učinkovitost v praksi v primerjavi s predvideno učinkovitostjo na izbranem primeru. S pomočjo pridobljenih kvantitativnih podatkov tako lahko analiziramo in opredelimo posamezna ekonomska, energetska in družbenokoristna vprašanja na izbranem primeru izgradnje nizkoenergijske hiše.

1.2 PREDSTAVITEV HIPOTEZ

S pomočjo strokovnih člankov, domače in tuje literature, ekonomskih kazalnikov in energetskih izračunov ter intervjuja bodo potrjene ali ovržene naslednje hipoteze.

H1: Projekt je kljub visoko kakovostnim vložkom in izdelavi na ključ ekonomsko upravičen in je likviden z vidika investitorjev.

H2: Projekt pri 10-odstotni podražitvi stroškov gradnje ni več ekonomsko upravičen.

H3: Želje investitorjev v nasprotju z upoštevanjem standardov vodijo v zmanjšanje energijske učinkovitosti.

H4: Velikost panoramskih stekel, oken in zunanjih steklenih sten ne vpliva na zmanjšanje energijske učinkovitosti objekta.

H5: Sistem aktivnega prezračevanja je obvezna sestavina strojne opreme pri nizkoenergijski hiši.

H6: Sistem aktivnega prezračevanja je brez pomanjkljivosti in deluje brezhibno v vsakem okolju in enakovredno pri vseh stopnjah vlažnosti.

H7: Predvidena in dejanska energijska učinkovitost na danem primeru projekta sta lahko enaki.

1.3 CILJI NALOGE

Cilj diplomske naloge je raziskati pojem nizkoenergijska hiša na splošno in ugotoviti, kakšni so predpisi za gradnjo take hiše. Raziskovali bomo, katere kriterije je treba upoštevati, da lahko določen objekt poimenujemo kot nizkoenergijsko hišo. Pri tem je treba prepoznati dejansko učinkovitost izbranega primera, in sicer z ustreznimi izračuni. Poleg tega je treba raziskati upravičenost izgradnje nizkoenergijske hiše z vidika ekonomske analize preko kazalnikov ekonomičnosti in zbranih kvantitativnih podatkov. S pomočjo strokovnih člankov, domačih in tujih, je opredeljena in definirana problematika učinkovitosti nizkoenergijskih hiš in upravičenosti vložkov v posamezne strojne komponente za doseganje maksimalnega izkoristka porabljene energije pri optimalnem delovanju. Prav tako je treba prikazati in ovrednotiti likvidnost projekta oz. ekonomsko upravičenost vloženih sredstev investitorjev na danem primeru.

1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Omejitev diplomske naloge predstavljajo kvantitativni podatki, ki so pridobljeni za določen primer izgradnje nizkoenergijske hiše. Natančneje vsi izračuni temeljijo na predvidenih in dejanskih podatkih, ki so zajeti v raziskovanje ter analizo izbranega primera. To pomeni, da vsi ekonomski in energetski izračuni veljajo oz. se nanašajo na izgradnjo ter delovanje nizkoenergijske hiše na Dreniku. V tem primeru se pridobljeni sklepi in rezultati ne morejo posplošiti na območje celotne vasi niti celotne regije, kjer se nizkoenergijska hiša nahaja. Diplomska naloga nima drugih večjih omejitev, saj gre za predstavitev že raziskanega pojma in samega področja. Zakonodaja in predpisi o tej vsebini so dostopni na spletu in v literaturi.

1.5 METODE DELA

Diplomska naloga vključuje naslednje metode dela:

- opisno metodo, ki je uporabljena pri predstavitvi določenih teoretičnih predpostavk in predstavitev področja o nizkoenergijskih hišah;
- induktivno-deduktivno metodo, ki je uporabljena za raziskovanje ekonomskega dela diplomske naloge in obsega izračune za dokazovanje hipotez s pomočjo statičnih ter dinamičnih metod vrednotenja projektov;
- analitično metodo, ki je uporabljena za prikaz energijskega vrednotenja izbranega primera (študija primera) ter temelji na primerjavi predvidenih izračunov in dejanskih izračunov porabe energije;
- metodo intervjuja, ki je uporabljena za preverjanje postavljenih hipotez.

2 ENERGIJSKO UČINKOVITE HIŠE

2.1 POJEM IN POMEN ENERGIJSKO UČINKOVITIH HIŠ

Človek je že od antičnih časov iskal različne načine za izboljšanje življenjskih pogojev. Gradnja hiš in iskanje novih tehnik za to je bil eden od načinov za izboljšanje življenja v bivalnih prostorih. Kljub temu da energijska učinkovitost ni bil tako pogosto uporabljen pojem v preteklosti, so ljudje iz generacije v generacijo ustvarjali in prenašali različne metode gradnje hiš, ki so privedle do uspešnih praks na področju energijske učinkovitosti. Vsaka doba v preteklosti je prinesla nekaj novega ali izboljšala obstoječe tehnike gradnje. Skrb za energijsko učinkovitost je bila od nekdaj pomembna na tem področju, vendar se je stopnja zavedanja o energijski učinkovitosti pojavila v 19. stoletju, ko je prišlo do razvoja tehnologije na tem področju ter pozneje, v 20. stoletju, ko so se pojavila vprašanja o okoljski problematiki (Ionescu, Baracu, Vlad, Necula in Badea, 2015).

Energijska učinkovitost stavbe oz. hiše predstavlja obseg, v katerem poraba energije na m^2 tal stavbe meri do uveljavljenih meril porabe energije za to določeno vrsto stavbe in v določenih klimatskih pogojih. Merila porabe energije v stavbah predstavljajo reprezentativne vrednosti za običajne tipe stavb, s katerimi je mogoče primerjati dejansko delovanje stavbe. Merila za uspešnost energijske učinkovitosti pa so pridobljena z analizo podatkov o različnih vrstah stavb v določeni državi. Značilno merilo je srednja raven zmogljivosti vseh stavb v dani kategoriji, dobra praksa pa predstavlja najvišjo četrtinsko zmogljivost. Primerjave s preprostimi merili letne porabe energije na kvadratni meter tal ali obdelane talne površine ($kWh/m^2/leto$) omogočajo oceno standarda energijske učinkovitosti. Merila se uporabljajo predvsem pri ocenjevanju ogrevanja, hlajenja, klimatizacije, prezračevanja, razsvetljavi, ventilatorjih, črpalkah in drugi električni opremi ter porabi električne energije za zunanjo razsvetljavo. Merjenje izgube toplote skozi material je vrednost, ki se prav tako uporablja za način opisovanja energijske učinkovitosti hiše in jo označujemo kot U-vrednost. Nanaša se na to, kako dober element prenaša toploto z ene strani na drugo. Pri tem se ocenjuje, kolikšen prehod toplote omogoča komponenta. So standardi, ki se uporabljajo pri gradbenih kodeksih za določanje najnižjih vrednosti energijske učinkovitosti, npr. za okna, vrata, stene in druge zunanje sestavne dele stavbe. U-vrednosti ocenjujejo tudi energijsko učinkovitost kombiniranih materialov v gradbeni komponenti ali odseku. Nizka U-vrednost kaže dobro energetska učinkovitost. Okna, vrata, stene in strešna okna lahko pridobivajo ali izgubljajo toploto in tako povečajo energijo, potrebno za hlajenje ali ogrevanje. Prav zato je večina gradbenih predpisov postavilo minimalne standarde za energijsko učinkovitost teh komponent (Sustainable energy regulation and policymaking training manual, 2009).

Za energijsko učinkovitost stavbe je potrebna pravilna uporaba ali izvedba pasivnih in aktivnih tehničnih sistemov. Med pasivne sisteme spadajo naravna osvetlitev (pravilna zasteklitev), evaporacija (vlaženje okolja), zelene strehe (zbiranje deževnice), steklenjaki (regulacija toplote), zagotovitev termalnega ovoja brez toplotnih mostov in hlajenje s prezračevanjem. Med aktivne sisteme pa spadajo sončna (solarni paneli), vetrna energija (vetrnice), toplota zraka, toplota zemlje, toplota podtalne vode (toplota črpalka) in prezračevanje (rekuperacija) (Ionescu, Baracu, Vlad, Necula in Badea, 2015).

Pomen energijske učinkovitosti stavb predstavlja del širšega koncepta trajnostne gradnje. Dimenzije, ki določajo koncept trajnostne gradnje, so (Smernica za trajnostno gradnjo, 2013):

- ekološka kakovost (varstvo naravnih virov in ekosistemov),
- ekonomska kakovost (optimizacija stroškov življenjskega cikla, povečanje produktivnosti virov s pomočjo principov gospodarnosti in ohranjanje kapitala ter vrednosti stavbe) in
- družbeno-kulturološka in funkcionalna kakovost (dejavniki, ki vplivajo na človekovo družbeno-kulturološko identiteto).

Glede na zgoraj naštetе dimenzije se energijska učinkovitost stavb predvsem navezuje na ekološko kakovost. Na področju gradbeništva je značilen velik pretok energije in materialov, kar je pomembno upoštevati že pri samem načrtovanju gradnje stavb. Vidiki trajnostne gradnje stremijo k minimizaciji porabe energije in drugih virov, ki jih je mogoče doseči z izborom določenih gradbenih elementov in energetskih virov (Smernice za trajnostno gradnjo, 2013).

V različnih strokovnih člankih in že ustaljenih praksah, ki se nanašajo na področje gradnje, arhitekture in energijske učinkovitosti hiš, so predvsem predstavljene nizkoenergijske hiše (v nadaljevanju NEH), pasivne hiše in ničenergijske hiše. Posamezne lastnosti hiš so predstavljene v naslednjih poglavjih.

2.2 NIZKOENERGIJSKA HIŠA

V splošnem NEH običajno uporabljajo visoko raven izolacije, energetsko učinkovita okna, nizko stopnjo prezračevanja zraka in prezračevanje toplotne energije za zmanjšanje energije ogrevanja in hlajenja hiše. Takšne hiše lahko uporabljajo tudi pasivne tehnike sončne stavbe ali aktivno sončno tehnologijo, ki ima zelo nizko toplotno izgubo, saj je njihov ovoj zelo dobro toplotno izoliran. Za nizkoenergijsko hišo ni globalne opredelitve, saj se nacionalni standardi znatno razlikujejo. To pomeni, da razvoj »nizke energije« v eni državi morda ne izpolnjuje »običajne prakse« v drugi. V Nemčiji ima takšna hiša omejitev porabe energije do 50 kWh/m² na leto za ogrevanje prostorov. V Švici se izraz NEH uporablja v povezavi s standardom MINERGIE, ki pravi, da za ogrevanje prostorov ne sme biti porabljenih

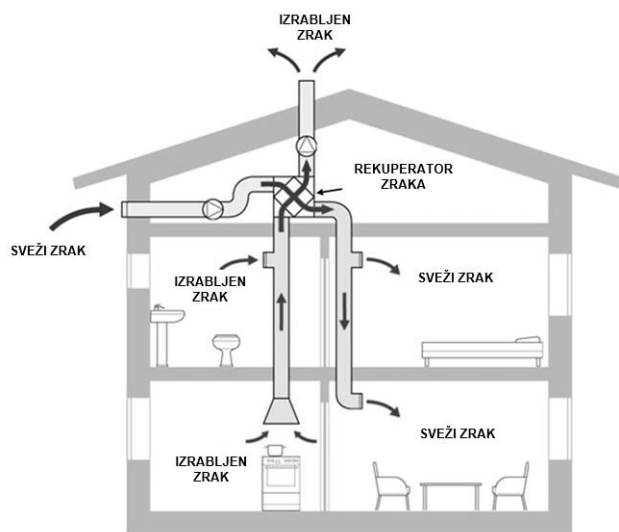
več kot 42 kWh/m² letno. Trenutno se na splošno šteje, da NEH porabi približno polovico energije, omenjeno v teh standardih za ogrevanje prostorov, običajno v območju od 30 kWh/m² do 20 kWh/m² na leto (Our Energy, 2015). Predpisi, ki veljajo v Sloveniji, so predstavljeni v naslednjem poglavju.

Klasične hiše, ki imajo zadostno toplotno izolacijo in vgrajena kakovostna okna, lahko štejemo med NEH. Pri takšnih hišah je zato potrebno za ogrevanje uporabljati nižje temperature dovoda, saj je s tem omogočeno izkoriščanje alternativnih virov toplote. Lastniki novih objektov lahko pri načrtovanju izbirajo med različnimi vrstami nizkotemperaturnih ogrevalnih sistemov, ki se prav tako uporabljajo v poletnih mesecih, in sicer za hlajenje prostorov. Pri tem je treba namestiti dodatno hladilno napravo, kot je npr. toplotna črpalka, in ploskovni ogrevalni sistem. V primeru že obstoječih hiš pa dobra toplotna izolacija in zamenjava oken zmanjšata porabo toplotne energije. Ob tem je treba omeniti, da postavitve toplotne izolacije lahko pomeni nevarnost za obstoječi ogrevalni sistem. To pomeni, da ogrevalni sistem postane predimenzioniran in s tem se zniža izkoristek kotla. Nadalje to vodi v neustrezno regulacijo in posledično znižanje izkoristka ogrevalnega sistema. Z vgradnjo tesnih oken pa pride do zmanjšanja ventilacijske izgube in izmenjave zraka v prostoru. V tem primeru je zato potrebna namestitev prezračevalnega sistema, saj odpiranje oken vodi v toplotne izgube in pojav vlage v prostoru (Grobvšek, 2008).

Grobvšek (2008) navaja naslednje osnovne smernice za gradnjo NEH, in sicer:

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

Zelo dobra NEH ima poleg očitne prednosti nizke porabe energije še veliko koristi, vezane na kakovostno bivalno in notranjo klimo. Te prednosti se nanašajo na toplotno, atmosfersko in zvočno klimo v zaprtih prostorih. Notranja klima in udobje sta dejavnika, s katerimi se je NEH izboljšala od prvih postavljenih hiš do zdaj in je zelo dober razlog, da se odločimo za življenje v zelo nizkoenergijski hiši.



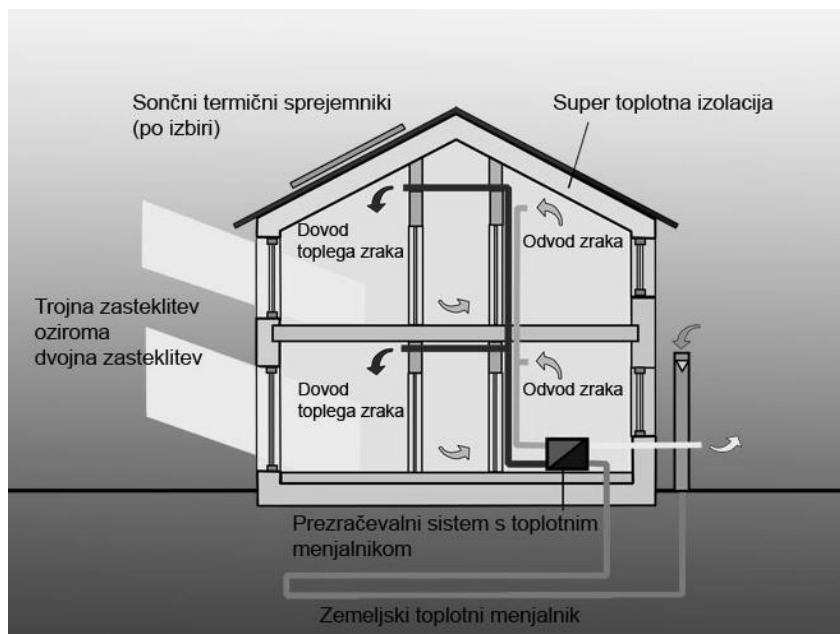
Slika 1: Prezračevalni sistem NEH
(Vir: Mcsolar, 2020)

NEH v okolico ne prenaša energije iz hiše in hkrati ne dovoli vstopa hladnega ali toplega zraka. S slike 1 je razviden prezračevalni sistem, ki je razporejen po celi hiši. Ta poskrbi za črpanje zraka iz hiše v sistem, v katerem se toplota odpadnega zraka prenese na svež zrak. Ta prihaja v hišo od zunaj in se po ceveh vrne v vse prostore v hiši. Tako se toplota ne izgubi in se v velikem deležu vrača. Iz tega sledi, da je za ogrevanje hiše potrebne manj energije. Prav tako je zaradi zrakotesnega toplotnega ovoja s prezračevalnim sistemom in učinkovito razporejenimi vgrajenimi senčili mogoče ohranjati nižje temperature v času poletnih mesecev. V NEH je mogoče občutiti homogeno toplino sten, tal, stropov in oken, saj so konstrukcije dobro izolirane in nepropustne. To pomeni, da so vse površine tople in ne hladne, kot je to mogoče v standardnih hišah, kjer raven izolacije in zrakotesnosti ni tako visoka. V NEH lahko torej opremimo stene naravnost navzgor, ne da bi se bali pojava plesni. Ovoj in kakovost stavbe imata vse opraviti s toplotno klimo v zaprtih prostorih. Da bi bila hiša oz. objekt razvrščen kot zelo dobra NEH, mora biti ovoj zelo zrakotesen in raven izolacije dokaj visoka. Pri tem je treba pozornost nameniti toplotnim mostovom, da vlaga in hladen zrak ne bosta prodirala skozi konstrukcije in v stavbo (NorthPass, 2012).

2.3 PASIVNA HIŠA

Izraz pasivna hiša se nanaša na standard načrtovanja in gradnje hiše, ki želi drastično zmanjšati potrebe po ogrevanju, pri čemer običajni ogrevalni sistemi niso več potrebni. Gre torej za hišo, ki ohranja prijetno temperaturo v vseh letnih časih in brez uporabe posebnega ogrevalnega sistema. Izraz »pasivna« hiša se uporablja, ker sta glavni vir ogrevanja sonce in toplota, ki jo oddajajo stanovalci sami in ostali

notranji viri. Tako to toploto hiša pasivno porabi, ne da bi za to potrebovala posebne in/ali namenske ogrevalne sisteme (Ionescu, 2017).



Slika 2: Konstrukcija tipične pasivne hiše
(Vir: Pasivna gradnja, 2019)

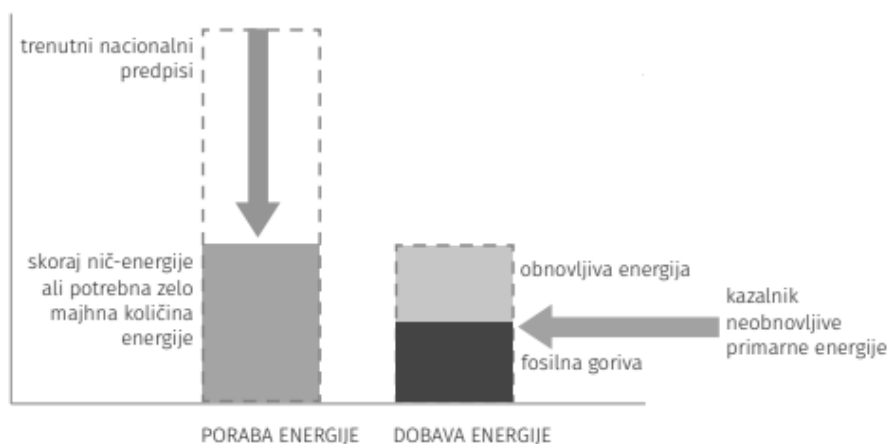
Slika 2 prikazuje standardno pasivno hišo, ki vključuje uporabo sončne energije, toplotne kolektorje, super izolacijo, zasteklitev, prezračevalni sistem z rekuperacijo toplote in zemeljski izmenjevalec toplote. Proces pretoka zraka za dovod in odvajanje je jasno prikazan na zgornji sliki. V pasivnih hišah je kroženje zraka lahko naravno ali prisilno. Naravno kroženje zraka lahko dosežemo z ustrezno postavitvijo prostorov v hiši. Kot je bilo že omenjeno, to pomeni, da so toplejši prostori obrnjeni proti jugu (kuhinja, dnevna soba), hladnejši pa proti severu (spalnice, hodniki). Naravno kroženje zraka je težko nadzorovati, zato je treba uporabljati prezračevalnike in kanale za prisilno kroženje zraka. V tem primeru razporeditev prostorov v hiši ni več tako pomembna, vendar je treba sistem prezračevanja postaviti tako, da se zrak med osončenimi in neosončenimi prostori izmenja vsaj 5-krat na uro (Grobvšek, 2008).

V večini primerov imajo pasivne hiše značilnost, da izkoriščajo sončno energijo za ogrevanje hiše in imajo izdatnejši toplotni ovoj v primerjavi z NEH. V pasivnih hišah se najpogosteje kot vir ogrevanja uporablja toplotna črpalka, ki jo dopolnjujejo sončni termični sprejemniki. Slednji so največkrat nameščeni na ovoju stavb oz. strehi hiše. V tem primeru hiša sama sprejema sončno energijo in obenem predstavlja hranilnik toplote ter ogrevalni sistem. Pasivne hiše so v večini primerov postavljene v smeri sever–jug. To pomeni, da je na severni steni hiše predviden

majhen delež zastekljeni odprtini, medtem ko južna stran hiše vsebuje večji delež zastekljenih odprtini z ustreznimi stekli. Po navadi so zato bivalni prostori hiše obrnjeni proti jugu, ostali pomožni prostori pa proti severu (Grobvšek, 2008).

2.4 NIČENERGIJSKA HIŠA

Ničenergijska hiša ali hiše brez energije predstavlja nadgradnjo pasivne hiše. Opredelitev tovrstne hiše se med posameznimi evropskimi državami razlikuje, saj ima vsaka država navedene določene direktive, ki se nanašajo na porabo energije v stavbah.



Slika 3: Grafični prikaz razlage definicije sNes glede na direktivo EPBD
(Vir: CoNEZs, 2019)

Slika 3 ponazarja, kaj pomeni skoraj ničenergijska stavba (v nadaljevanju sNES) po direktivi o energetski učinkovitosti stavb (EPBD). SNES je torej stavba z zelo majhno količino potrebne energije za delovanje, pri čemer je ta energija v veliki meri proizvedena iz obnovljivih virov na kraju samem ali v bližini. Obnovljivi viri so viri, ki jih zajemamo iz stalnih naravnih procesov, kot so sončno sevanje, fotosinteza, s katero rastline gradijo biomaso, ter vetrna in vodna energija (CoNEZs, 2019).

Bistvene prednosti sNES, ki so navedene v sklopu projekta CoNEZs (2019, str. 4), so naslednje:

- nizka raba energije za ogrevanje (in hlajenje),
- visok delež rabe energije iz obnovljivih virov,
- nizki stroški za energijo,
- nizke emisije CO₂ in
- dobro toplotno ugodje ter kakovost notranjega zraka.

V evropskih državah že skoraj deset let raziskujejo tehnično optimizirane in ekonomsko izvedljive zasnove sNES. Zgodnje gradnje sNES, ki so bile postavljene v različnih podnebnih razmerah in so sledile različnim gradbenim tehnikam ter tradicijam, so imele veliko korist za končne porabnike, arhitekta, inženirje, tehnološke proizvajalce, vlagatelje in oblikovalce politik. Tako so države pripravile podrobno nacionalno definicijo sNES in jo vključile v gradbene predpise (CoNEZs, 2019, str. 4).

3 ZAKONODAJA NA PODROČJU UČINKOVITE RABE ENERGIJE

3.1 ZAKONODAJA EVROPSKE UNIJE

Gradbeni sektor v EU je največji evropski porabnik energije. Porabi je 40 %, približno 75 % stavb pa je energetske učinkovite. Na področju energijske učinkovitosti stavb je tako EU postavila določene direktive. Vse države članice imajo svoje standarde in zakone v zvezi s tem področjem. Nekateri vključujejo tudi opredelitev nizkoenergijskih stavb, drugi pa ne. Poleg vlade, ki postavlja standarde, so prisotne tudi nevladne organizacije in so odgovorne za certificiranje različnih vrst nizkoenergijskih stavb, ki imajo svoje lastne standarde z merili. Pogosto so mejne vrednosti v standardih neprimerljive, saj obstajajo razlike v nacionalnih ureditvah, kot so na primer metode izračuna, sistemske meje med toplotno porabo in toplotno oskrbo, sorodna področja za specifične energetske vrednosti, raven energije, podnebne spremembe in navade (Thullner, 2010).

EU ima tako določeno Direktivo o učinkoviti rabi energije v stavbah, ki te razvršča v različne razrede A–G, kjer je A najbolj in G najmanj učinkovita. Evropska direktiva o energetske učinkovitosti stavb (Direktiva 2002/91/ES), posebno pa še njena prenovljena različica (Direktiva 2010/31/ES) določa pogoje za izračun energetske učinkovitosti tehničnih sistemov v stavbah. Tehnični sistemi v stavbi predstavljajo tehnično opremo za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, toplo vodo, razsvetljavo ali kombinacijo teh namenov, stavbe ali stavbne enote. Energetska učinkovitost stavbe pomeni izračunano (ali izmerjeno) količino energije, potrebne za zadovoljevanje potreb po energiji, povezano z običajno uporabo stavbe, ki med drugim vključuje energijo za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, toplo vodo in razsvetljavo (Prek, Stritih in Butala, 2010).

Cilj **Direktive 2010/31/EU o energetske učinkovitosti stavb (EPBD)** je bil od leta 2010 izboljšati energetske učinkovitost stavb v EU ob upoštevanju različnih podnebnih in lokalnih pogojev. Ta direktiva je določala minimalne zahteve in skupni

okvir za izračunavanje energetske učinkovitosti. Vsebovala je naslednje pomembne točke (Eur-lex.europa.eu, 2018):

- članice EU morajo določiti minimalne zahteve za optimalno energetsko učinkovitost in jih pregledati vsakih 5 let;
- Evropska komisija je podala primerjalni metodološki okvir za izračunavanje stroškovno optimalnih ravni za minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti;
- minimalne standarde morajo izpolnjevati tudi nove stavbe – te, ki jih javni organi uporabljajo kot lastniki, morajo doseči status sNES do 31. decembra 2018, druge nove stavbe pa do 31. decembra 2020;
- obstoječim stavbam, ki so v procesu prenove, je treba izboljšati energetsko učinkovitost (v skladu z veljavnimi zahtevami);
- članice EU morajo voditi sistem izdajanja energetskih izkaznic in
- nacionalni organi držav EU so dolžni poskrbeti, da so uvedeni programi pregledovanja ogrevalnih in klimatskih sistemov.

Leta 2018 je bila direktiva 2010/31/EU dopolnjena in preimenovana v **Direktivo o energetske učinkovitosti stavb 2018/844/EU**. Namen te direktive je pospešiti stroškovno učinkovite prenove obstoječih stavb in spodbuditi uporabo pametne tehnologije v stavbah. Ključne spremembe te direktive so naslednje (Eur-lex.europa.eu, 2018):

- priprava dolgoročne strategije prenove za podporo prenove stanovanjskih in nestanovanjskih stavb v visoko energetsko učinkovit in razogljičen stavbni fond do leta 2050;
- dolgoročna strategija mora določati časovni načrt z ukrepi in indikatorji za merjenje napredka (cilj je zmanjšanje emisij toplogrednih plinov v EU za 80–95 % do leta 2050 glede na leto 1990);
- v časovnem načrtu morajo biti zapisani okvirni mejniki za leta 2030, 2040 in 2050 ter pomen teh mejnikov glede na doseganje ciljev EU.

Direktiva o energetske učinkovitosti 2012/27/EU predstavlja splošni okvir za spodbujanje energetske učinkovitosti v EU in je bila objavljena leta 2012. Evropska komisija je v letu 2011 predstavila načrt energetske učinkovitosti, v katerem so podani predlogi za dopolnitev vrzeli pri doseganju cilja: 20-odstotnega prihranka energije. Določeni ukrepi so vezani na doseganje z viri gospodarnega in nizkoogljičnega gospodarstva, manjše energetske odvisnosti in izboljšane zanesljivosti oskrbe z energijo in predstavljajo vizijo EU za leto 2050. Zapisani ukrepi tega načrta se odražajo v Direktivi o energetske učinkovitosti 2012/27/EU, ki nadomešča Direktivi 2006/32/ES o energetskih storitvah ter 2004/8/ES o sproizvodnji toplote in električne energije in spreminja Direktivi 2009/125/ES o okoljsko primerni zasnovi izdelkov, povezanih z energijo in 2010/30/EU o navajanju porabe energije in drugih virov izdelkov povezanih z energijo (Služba za varstvo okolja, 2020). Z direktivo o energetske učinkovitosti 2012/27/EU so bile navedene

novosti in obveznosti, ki predvsem veljajo za obstoječe stavbe in za javni sektor. Ta direktiva izpostavlja naslednje zahteve:

- javni organi (po letu 2014) lahko kupujejo le energetske varčne stavbe in morajo prenoviti 3 % svojih obstoječih stavb ter s tem zmanjšati porabo energije;
- za 1,5 % manjša raba energije na leto s strani distributerjev energije in podjetji za maloprodajo energije;
- boljši pregled nad rabo energije pri porabnikih in s tem boljša informiranost;
- obvezen energetski pregled (na 3 leta) v industriji in pri večjih porabnikih energije;
- uvedba nadzora nad učinkovitostjo pretvorbe energije v državah EU;
- uvedba certificiranja za izvajalce energetskih storitev, pregledov, dobaviteljev in ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti.

3.2 ZAKONODAJA REPUBLIKE SLOVENIJE

V Sloveniji so zahteve o energetske učinkovitosti stavb oblikovane z določili in pravilniki. Z vidika učinkovite rabe energije je treba pri samem načrtovanju in gradnji stavb upoštevati določene zakone, pravilnike in uredbe. Spodaj so navedene naslednje (Šijanec Zavrl, 2018):

- Zakon o graditvi objektov (ZGO-1);
- Energetski zakon (EZ-1);
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 52 z dne 30. 6. 2010), (PURES 2, 2010);
- Tehnična smernica za graditev TSG-1–004 Učinkovita raba energije;
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/2002);
- Pravilnik o metodologiji izdelave in vsebini študije izvedljivosti alternativnih sistemov za oskrbo stavb z energijo (Uradni list RS, št. 35/2008);
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Ur. l. RS, št. 92/2014, velja od 20. 12. 2014);
- Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic (Ur. l. RS št. 6/2010 z dne 29. 1. 2010);
- Pravilnik o spremembi Pravilnika o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic (Ur. l. RS, št. 23/2013);
- Uredba o določitvi najvišjih cen za izdajo energetske izkaznice (Ur. l. RS, št. 15/2014, z dne 28. 2. 2014);
- Uredba o upravljanju z energijo v javnem sektorju (Ur. l. RS, št. 52/16);
- Pravilnik o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. l. RS, št. 41/16);

- Pravilnik o načinu delitve in obračunu stroškov za toploto v stanovanjskih in drugih stavbah z več posameznimi deli (Ur. l. RS, št. 82/15 in 61/16).

Zakonske podlage za energetska učinkovitost stavb predstavljata **Zakon o graditvi objektov (ZGO-1)** in **Energetski zakon (EZ-1)**. Namen slednjega je zagotoviti konkurenčno, varno, zanesljivo in dostopno oskrbo z energijo ter energetskimi storitvami ob upoštevanju trajnostnega razvoja (Ur. l. RS, št. 60/19). Z EZ-1 so bile tako prenesene določene direktive EU, ki določajo načela energetske politike, načine in oblike izvajanja gospodarskih javnih službe na področju energetike in ostala pravila ter načela za povečanje energetske učinkovitosti. Poleg tega je v Energetskem zakonu predpisan člen (v skladu z Direktivo 200/31/EU), ki zahteva zagotovilo od držav članic EU, da so do 31. 12. 2020 vse nove stavbe skoraj ničenergijske stavbe in da so po 31. 12. 2018 nove stavbe, čigar lastniki so javni organi, skoraj ničenergijske stavbe. Iz tega sledi, da se definicija pojma »ničenergijska stavba« zajema tako novogradnje kot starejše stavbe, ki so potrebne celovite preнове. Pri tem so določene največje dovoljene rabe primarne energije v stavbi in najmanjši dovoljeni delež obnovljivih virov energije v skupni dovedeni energiji za delovanje stavbe (AN sNES, 2015).

Vrsta stavbe	Največja dovoljena vrednost primarne energije na enoto kondicionirane površine na leto (kWh/m ² a)		Delež OVE (%)
	Novogradnja	Večja prenova (rekonstrukcija)	RER**
Enostanovanjske	75	95	50
Večstanovanjske	80	90	50
Nestanovanjske*	55	65	50

Tabela 1: Prikaz največje dovoljene vrednosti primarne energije in delež OVE glede na vrsto stavbe oz. za skoraj ničenergijsko stavbo
(Vir: AN sNES, 2015)

Tabela 1 prikazuje največje dovoljene vrednosti primarne energije in s tem dopolnjuje tehnični pomen ničenergijske stavbe. Za določilo teh vrednosti je Slovenija analizirala tri vrste stavb, in sicer enostanovanjske, med katere spadajo stavbe z oznakami CC-SI 1110 in CC-SI 1121, večstanovanjske in nestanovanjske stavbe (*na podlagi analize stroškovno optimalnih ravni za pisarniške stavbe kot najmočnejše zastopano skupino nestanovanjskih stavb). Delež obnovljivih virov energije se med vrstami stavb ne razlikuje in opredeljuje (** RER) delež obnovljivih virov glede na skupno dovedeno energijo (AN sNES, 2015).

V začetku druge polovice leta 2010 je bil oblikovan **Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES)**. Oblikovan je bil na podlagi Direktive o gradbenih proizvodih 89/106/EEC iz leta 1988, Direktive o energetske učinkovitosti stavb 2013/31/EU in Direktive o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov 2009/28/ES. Ta pravilnik se od starejših predpisov razlikuje v sami zasnovi strukture, ki navaja ključne zahteve za učinkovito rabo energije pri novogradnjah in obstoječih stavbah. Poleg tega pa pravilnik vključuje enotno metodologijo za račun rabe energije za dokazovanje minimalnih zahtev in za energetske izkaznice stavbe. PURES 2010 navaja tudi zahtevo po najmanj 25-odstotnem deležu obnovljivih virov v celotni končni energiji za delovanje sistemov v stavbi (Akcijski načrt za skoraj ničenergijske stavbe za obdobje do leta 2020, 2015).

Bistvo omenjenega pravilnika je, da (Inpro 22):

- izpolnjuje zahteve Direktive EU o učinkoviti rabi energije v stavbah,
- omogoča kontrolo izpolnjenih zahtev pravilnika o končani izgradnji stavbe, oz. prevzemu ali prodaji,
- zagotavlja gradnjo nizkoenergijskih stavb pri najmanj dvakrat nižjih toplotnih izgubah in 25-odstotnem deležu moči naprav z uporabo OVE, kar pomeni zmanjšanje porabe fosilnih goriv v novih stavbah s 100 na 40 % – po novem predpisu,
- omogoča urbanistično planiranje na področju energijske oskrbe,
- projektantom omogoča enostavno določanje energijskih parametrov stavbe,
- uvaja obvezno uporabo OVE v stavbah,
- zagotavlja uporabo kvalitetnih in okolju prijaznih naprav (kondenzacijskih kotlov, toplotnih črpalk, SSE, sončnih celic itd.),
- zagotavlja dobre higienske pogoje bivanja z minimalnim prezračevanjem stavb ter
- zagotavlja večjo rabo domačih izolacijskih materialov in povečuje zaposlenost, saj bodo odprta številna delovna mesta za izboljšanje toplotnega ovoja stavb ter rekonstrukcije instalacij.

Zahteve glede minimalne energetske učinkovitosti stanovanjskih stavb se presojajo z izpolnjevanjem različnih pogojev, npr. koeficienta specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja stavbe (H'_T), dovoljene letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe (Q_{NH}), dovoljenega letnega potrebnega hlada za hlajenje stavbe (Q_{NC}) in letne primarne energije za delovanje sistemov v stavbi (Q_p). Vsi ti gradbeni elementi stavbe imajo določeno največjo dovoljeno vrednost toplotne prehodnosti, kar je prikazano v tabeli 2 (AN sNES, 2015).

	Gradbeni elementi stavb, ki omejujejo ogrevane prostore	U_{max} (W/(m ² K))
1	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	0,28
2	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine, ki skupaj ne presegajo 10 % površine neprozornega dela zunanje stene	0,60
3	Stene, ki mejijo na ogrevane sosednje stavbe	0,50
4	Stene med stanovanji in stene proti stopniščem, hodnikom in drugim manj ogrevanim prostorom Notranje stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov v nestanovanjskih stavbah	0,70 0,90
5	Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu	0,35
6	Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)	0,35
7	Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo	0,35
8	Tla nad zunanjim zrakom	0,30
9	Tla na terenu in tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo pri panelnem – talnem ogrevanju (ploskovnem gretju)	0,30
10	Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi v sestavi ravnih ali poševnih streh (ravne ali poševne strehe)	0,20
11	Terase manjše velikosti, ki skupaj ne presegajo 5 % površine strehe	0,60
12	Strop proti terenu	0,35
13	Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umetnih mas Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz kovin	1,30 1,60
14	Strešna okna, steklene strehe	1,40
15	Svetlobniki, svetlobne kupole (do skupno 5 % površine strehe)	2,40
16	Vhodna vrata	1,60
17	Garažna vrata	2,00

Tabela 2: Največje dovoljene vrednosti toplotne prehodnosti (U_{max}) za posamezne gradbene elemente stavb
(Vir: AN sNES, 2015)

Prepoznavanje energijske učinkovitosti stavb se zagotavlja tudi s pomočjo energetskih izkaznic, ki jih definira Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Ur. l. RS, št. 77/2009). Izkaznice je npr. treba kupcem ali najemnikom stavb predložiti ob trgovanju z nepremičninami. Za nove stavbe se izdelujejo računske energetske izkaznice, za obstoječe stavbe pa izkaznice z merjenimi podatki (EnSvet, 2013).

4 PREDSTAVITEV IZBRANEGA PRIMERA (ŠTUDIJA PROJEKTA)

4.1 IDEJNA ZASNOVA PROJEKTA

Leta 2017 so investitorji ob brskanju po spletni strani Nepremičnine.net zasledili zanimivo in privlačno parcelo (zadnjo v vrsti z gradbenim dovoljenjem) na lokaciji Drenik. Zaradi privlačne lege parcele in pogleda s hriba na gore so se odločili za

izdelavo idejnega projekta za hišo na obrobju mesta Ljubljana (na meji med Škofljico in Pijavo Gorico). Želeli so izračunati celoten strošek investicije za novogradnjo po lastnih željah za štiričlansko družino in ga primerjati z vidika ekonomskih in družbenih dejavnikov z vsakdanjim življenjem dveh članov v luksuznem stanovanju na Viški cesti na Viču in dveh članov v najemniškem stanovanju na Ljubeljski ulici v Šiški.

Po hitrem izračunu in kratkem premisleku je sledil ogled lokacije in dokumentacije parcele, kjer jih je navdušil pogled na mesto, gorovje in gozdnati del pokrajine. Pot od zamisli do odločitve za nakup zemljišča je bila hitra. Na željo novih lastnikov zemljišča je bil zasnovani projekt hitro realiziran. Tako je bil izdelan načrt za pridobitev gradbenega dovoljenja za objekt s približno 220 m² neto bivalnega prostora na že gradbeno urejeni parceli velikosti 1.200 m².

Investitorji so se zaradi neravnega terena in trdnega skalovja takoj pod prvo plastjo zemlje odločili za izgradnjo hiše brez kletnega prostora, saj bi to predstavljalo dodatno zajetno investicijo (stroške miniranja, izkopa itd.). Tako je bil projekt zasnovan kot hiša s pritličjem, mansardo in podstrešjem. Vsaka etaža zajema približno 110 m², pri čemer sta bivalno opremljena le pritličje in mansardni prostor. Podstrešje služi le kot skladišče s t. i. strojnico, aktivnim ventilacijskim sistemom in sobo za oddih s koticom za fitnes.

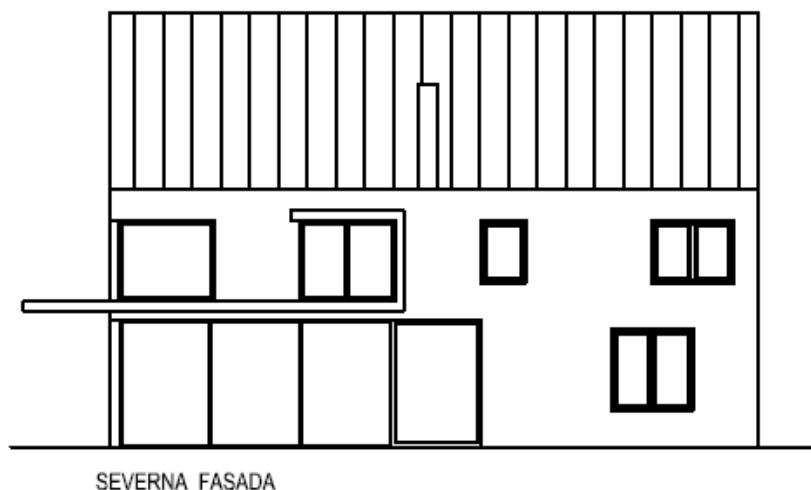
Cilj ideje je bil zgraditi nizkoenergijsko hišo z minimalnimi izgubami in ugodnim počutjem v kombinaciji s sodobno arhitekturo po lastnih željah in obenem doseči maksimalno ekonomsko in energetsko učinkovitost projekta. Prav vsak nenavaden poseg v zasnovi konstrukcije je kompenzacija želje po udobju, sodobni arhitekturi in energetsko varčni zasnovi objekta.

4.2 IZVEDBA GRADNJE

Posledica neravnega terena in želje po ravni parceli je bil strošek dovoza približno 1.100 m³ zemlje in strojna utrditev tako zasnovane parcele kot novonastale brežine. Temelj v dolžini 13 metrov, širini 10 metrov in debelini 15 centimetrov predstavlja osnovno oporo proti zdrsni in za stabilizacijo hiše. Temu je sledila izolacija s posebnim ekstrudiranim polistirenom Fibran etics (t. i. stirodurjem) debeline 25 centimetrov.

Želja investitorjev je bila samo zunanja fiksna armiranobetonska konstrukcija z velikim steklenim predelom, kot prikazuje slika 4. Na račun tega je bilo treba opraviti posebne izračune za trdno armirano betonsko konstrukcijo, ki bi lahko nosila še težo temelja zgornje etaže brez vmesnih nosilnih zidov v pritličju. Rezultat uresničitve teh želja je kar 16 ton železne gradbene armature samo v pritličju, tako da se je lahko dosegla ustrezna stabilnost objekta. Prav zaradi tega je bila prilagojena konstrukcija

mansarde, katere zunanje stene in notranje nosilne stene so iz lahkih, vendar obstojnih gradbenih zidnih elementov proizvajalca Siporex debeline 20 centimetrov. Celotna osnova podstrešja pa sloni na železnih samostoječih trikotnih nosilcih, ki jih povezujejo lesene gredi, te pa prekrivajo lesene OSB-plošče. Ekonomski vidik realizacije teh želja je bil večji strošek gradnje, nakupa dodatnega materiala ter dodatnih kompleksnih izračunov.



*Slika 4: Prikaz severne fasade z velikim steklenim predelom
(Lastni vir)*

Kot je bilo že omenjeno, je temelj maksimalno izoliran, tako da se je dosegel minimalni faktor izgube. Vsi zunanji betonski zidovi pritličja in zunanji zidovi mansarde iz zidnih elementov so debeli po 20 centimetrov. Dodatno izolacijo za učinkovito izolacijo z minimalnimi izgubami zunanjih sten predstavlja 30-centimetrski gradbeni stiropor EPS Fragmat. Dodatne izolacijske vložke predstavljajo še zunanje steklene stene višjega razreda proizvajalca Wicona, ki so sestavljene iz dveh slojev stekel termopan z vmesnim polnim steklom, debelim 1 cm, ki skrbi za dodatno energetsko varčnost in učinkovitost (preprečuje izgube energije). Prav tako je nad izolacijo temelja in nad tlakom zgornje etaže vgrajeno talno gretje/hlajenje. Za dodaten ugoden občutek pa je na stropu pritličja vgrajeno posebno stropno gretje/hlajenje.

Hiša je dodatno opremljena tudi z aktivnim prezračevalnim sistemom z vgrajenim vlažilcem zraka, ki omogoča pretok zraka do 450 kubičnih metrov na uro, in v kombinaciji z ustrezno zasnovano zračno tesnostjo objekta predstavlja dodatno udobje, zračnost ter učinkovit prenos toplotne energije med prostori.

Podstrešje je izolirano na zunanjem delu enako kot celotni zunanji del hiše s 30 centimetrov gradbenega stiropora. Strop podstrešja in strehe ločuje izolacija

debeline 25 centimetrov posebne toplotno neprepustne izolacijske kamene volne. S posebno tehniko vpihovanja pa so dodatno izolirani še predeli z odprtinami, ki jih po običajni poti izdelave izolacije ni bilo možno zapolniti. Z naštevanjem vseh dodatnih vložkov varčevanja izgube energije želim poudariti, da je bil cilj izdelave kvalitetna in dolgotrajna energijsko varčna hiša.

4.3 OPIS STROJNE OPREME

Strojna oprema je pomemben faktor pri novogradnji, saj vpliva tako na energijsko varčnost kot tudi vsakodnevno počutje ob bivanju znotraj objekta v vseh letnih časih in ob vseh vremenskih pogojih. Prav tako je pomembno, da se preudarno in premišljeno (s pomočjo strokovne pomoči) definirajo tehnične potrebe novogradnje, na račun katerih se pozneje izbereta tip in moč strojne opreme. Pomembno je, da se izbere tak tip strojne opreme, ki ob optimalnem delovanju obsega maksimalne zahteve objekta.

Toplotna črpalka zrak/voda DAIKIN ALTHERMA

Namen in delovanje toplotne črpalke sta jasna, saj inovativne tehnologije ogrevanja zmanjšujejo stroške in optimizirajo porabo, s čimer se v kombinaciji s preostalo strojno opremo in izolacijo doseže maksimalna energijska učinkovitost objekta. Po raziskavi in temeljiti primerjavi so se investitorji odločili za toplotno črpalko svetovno znane znamke Daikin, ki ga je kot pooblaščen distributer in pooblaščen servis montiralo slovensko podjetje Akvakul d.o.o. Natančneje gre za izbiro toplotne črpalke, ki temelji na nizkotemperaturnem režimu ogrevanja. V kombinaciji z vgradnjo talnega ali stropnega gretja oz. hlajenja je odlična izbira. Nizkotemperaturna črpalka znamke Daikin tipa Altherma nudi učinkovito delovanje ne glede na zunanjo temperaturo, saj zunanja enota deluje tudi do $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Natančneje komplet sestavljata zunanja enota tipa ERGA08DAV3 in notranja enota tipa EHVH08S23DA9W moči 6–8 kW s pomožnim električnim grelcem in 230-litrskim rezervoarjem za ogrevanje sanitarne vode. Gre za samostoječo toplotno črpalko tipa zrak–voda za ogrevanje in toplo vodo, ki je idealna za novogradnje oz. nizkoenergijske hiše. Doseganje visokih izkoristkov je primarna naloga toplotne črpalke, saj kar 80 % maksimalnega izkoristka vse toplote proizvede pri zunanji temperaturi od -2 do $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. To močno prispeva k visokim sezonskim izkoristkom in s tem maksimalni energijsko ugodni letni bilanci.

Ploskovno talno ogrevanje in hlajenje SELTRON

V zadnjem času, od kar veljajo novosti Zakona o energijski učinkovitosti zgradb in trajnostnega razvoja novogradenj, se v praksi kaže, da investitorji v novogradnjah (predvsem v stanovanjskih hišah) upoštevajo priporočila sodobne gradnje. Večinoma se odločijo za ustrezne komponente strojnih instalacij, vendar posvečajo

manj pozornosti ustrezni in tehtni izbiri regulacijske opreme ogrevalnega sistema. Dostikrat je temeljni razlog za to pomanjkljivo poznavanje tehničnih specifikacij in tehničnih rešitev koordiniranja oz. reguliranja sistemov za povezovanje strojne opreme. Z ustreznimi tehničnimi rešitvami in strojnimi inženiringom posameznih komponent (toplotne črpalke, sistema ogrevanja, sistema aktivnega prezračevanja itd.) se lahko doseže maksimalno optimalno delovanje strojne opreme in s tem maksimalna energijska učinkovitost celotnega objekta oz. zgradbe. Kakovostna regulacija ogrevanja poskrbi za ustrezno delovanje naprav ter pri porabi toplote za ogrevanje prostorov in sanitarne vode. Reguliranje in regulatorji ogrevanja so ključni za varčno ogrevanje. Le z optimalnim delovanjem bodo naprave ustrezno pretvorile energente v toploto, ki je bomo porabili le toliko, kot je minimalno potrebno za želeno udobje bivanja. Regulacija je proces, pri katerem s stalnim merjenjem, primerjanjem in povratnim delovanjem nastavljamo in ohranjamo regulirano veličino na predpisani želeni vrednosti (Alatič, 2015, str. 8).

Prav zaradi prej omenjenega so investitorji temu namenili kar nekaj sredstev v kombinaciji s tehničnim posvetovanjem in dolgim premislekom. Dolgoročno so dobili odlično rešitev in se odločili za nakup ter integracijo sodobnega regulacijskega sistema ogrevanja slovenskega podjetja Seltron d.o.o. z mehanizmom ploskovnega ogrevanja ali hlajenja. Pri ploskovnem ogrevanju se toplota bolje razporedi po prostoru. Prostor se segreje enakomerneje in z manj potrebne toplotne energije. Toplota, ki seva, tudi zmanjša kroženje zraka, kar pomeni občutno manj pršic in alergenov v zaprtem prostoru. Sistem nima izpostavljenih vročih površin ali kovinskih robov in je tako prijazen do zdravstveno občutljivih ljudi.

Poleg ustrezne namestitve strojne opreme talnega ogrevanja je pomembna tudi ustrezna regulacija delovanja. Povezana je z informacijskim sistemom, ki preko različnih temperaturnih tipal v posameznih prostorih objekta, v neposredni okolici objekta in tudi na sami toplotni črpalci uravnava delovanje vseh naštetih komponent oz. delov strojne opreme za doseganje optimalnega delovanja in maksimalnega izkoristka porabljene energije. Posamezni regulatorji, ki skrbijo za koordinirano delovanje vsega na osnovi zunanje temperature, imajo prednost. Delujejo neodvisno od temperature izbranega referenčnega prostora, kar pomeni, da ima vsak prostor svoje tipalo in termostat, ki skrbi za optimalno delovanje v izbranem prostoru, kjer je vgrajen. Tako merjenje in uravnavanje omogoča, da se delovanje uravnava glede na spremembe zunanje temperature, še preden ta začne vplivati na temperaturo v prostoru objekta. Omenjeni sistem proizvajalca Seltron samodejno preklaplja med dnevnim in nočnim režimom delovanja, hkrati pa omogoča tudi ročno uravnavanje za vsak prostor posebej s pomočjo posamezne sobne enote s termostatom.

Rekuperacija ZEHNDER COMFOAIR Q350 TR

Eden od pomembnejših dejavnikov, od katerega sta odvisna ugodno počutje in sposobnost koncentracije za delo, pa naj bo to bivalni ali delovni prostor, je kakovost zraka. Slab zrak je tipičen pojav v prostorih, ki nimajo urejenega prezračevanja ali pa je to slabo urejeno. V takšnih prostorih se pojavljajo povišana temperatura zraka, vlaga, visoka koncentracija ogljikovega dioksida, pomanjkanje kisika in neprijetne vonjave.

Rekuperacija ali natančneje rekuperacijska prezračevalna naprava, za katero so se investitorji odločili, je naprava švicarskega proizvajalca Zehnder, čigar produkte prodaja ekskluzivni zastopnik Minergia d.o.o. tipa Comfoair Q350 za notranjo stensko vgradnjo. Gre za edinstveni visokokakovostni sistem aktivnega prezračevanja s posebnim protitočnim izmenjevalcem zraka in posebnim pretočnim filtrom z možnostjo naravnega hlajenja ter sistemom uravnavanja vlage. Že samo ime tipa naprave definira, da gre za pretok zraka do 350 m³/h in do Hmax 150 PA pritiska.

Rekuperator je toplotni izmenjevalec, kjer izstopni zrak predaja svojo toploto vstopnemu zraku oz. se naredi t. i. prenos toplote iz izstopnega na vstopni zrak. Ventilatorja v rekuperatorju uravnava pretok dovodnega in odvodnega zraka, filtri pa uravnava njegovo čistost zraka. Za primere, ko izstopni zrak ne more dovolj segreti vstopnega zraka, ima rekuperator lahko vgrajen električni, vodni grelec ali geotermalni izmenjevalec.

Poleg ustrezne izbire je bila pomembna tudi ustrezna vgradnja, ki ji je že od samega začetka morala biti prilagojena zidava, saj se cevi prezračevalnih sistemov vlivajo z betonom v temelj plošče med etažami novogradnje.

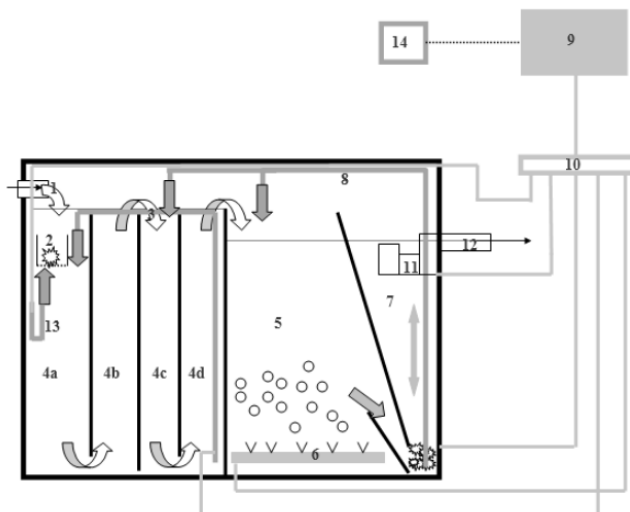
Biološka čistilna naprava AT8 Vodateh

Naselje Drenik, ki spada v občino Škofljica, zaradi svoje visoko ležeče pozicije nima zagotovljene javne komunalne oskrbe s kanalizacijo. Investitorji so se zato odločili za izgradnjo male komunalne čistilne naprave. Po pregledu ustreznih karakteristik in konkurenčnih tipov je bila izbrana mala čistilna naprava slovaškega proizvajalca Aquatec VFL s.r.o., ki ga v Sloveniji zastopa in zanj distribuira podjetje Vodateh d.o.o. Natančneje gre za tip naprave AT6, ki zadostuje za 2–5 oseb. Čistilna naprava deluje na principu konstantnega čiščenja odpadne vode s pomočjo razpršene biomase. Sestavljena je iz navpičnega rezervoarja valjaste oblike, ki je izdelan iz polipropilena. Rezervoar imenujemo tudi bioreaktor, saj s svojo kompleksno zgradbo posameznih prekatov znotraj reaktorja nudi naslednje procese:

- mehansko predobdelavo odpadne vode in pretiranega blata,
- biološko čiščenje odpadne vode s pomočjo razpršene biomase,

- ločevanje aktivnega blata v sekundarnem usedalniku.

Kot je bilo že omenjeno, so bile tehnične specifikacije naprave tehten razlog za izbiro omenjenega tipa. Glede na ceno in rok dobave je bil med konkurenco v času izbire investitorjev Vodatech d.o.o. najboljši ponudnik na trgu.



1-PRITOK / 2-SITO / 3-DENITRIFIKACIJA / 4-AKTIVACIJA / 5-DIFUZOR ZRAKA / 6-SEKUNDARNI USEDALNIK / 7-VRAČANJE AKTIVNEGA MULJA (ZRAČNA ČRPALKA) / 8-ZRAČNA ČRPALKA / RAZDELILNIK ZRAKA / 11-IZTOK

Slika 5: Tehnološka shema bioreaktorja
(Vir: Vodatech, 2018)

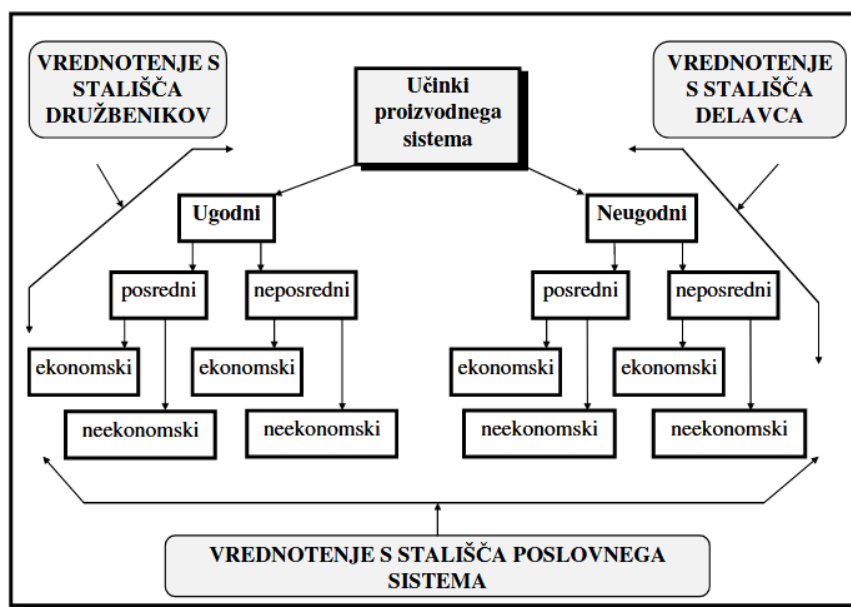
Kot je prikazano na sliki 5, surove vode z grobimi delci nečistoč vstopajo skozi dovod (1) v prvi prekat (4a) v neprezračevano komoro v bioreaktorju. Za mehansko predobdelavo je v reaktorju nameščena sitoza ločevanja večjih in netopnih trdih delcev (2). Pod sitom je zračna črpalka, ki služi razbijanju trdih delcev na manjše frakcije s pomočjo velikih vodnih mehurčkov. Zračna črpalka je postavljena nad vodno gladino prvega prekata, da prečrpava mešanico aktivnega blata in vode iz četrtega razdelka (4d) v neprezračevano komoro (4), s čimer se dosežeta hidrodinamični učinek velikih mehurčkov zračne črpalke pod sitom in kroženje aktivnega blata s pomočjo zračne črpalke (13), ki obdela grobe nečistoče, topne v vodi. Mehansko predobdelana voda teče v neprezračevano komoro bioreaktorja. Ta neprezračevana komora služi mehanski predobdelavi odpadne vode, denitrifikaciji in zbiranju odvečnega blata. Zmes aktivnega blata in vode teče iz četrtega razdelka neprezračevane komore v prezračevano komoro (5). Komora aktivnega blata ali prezračevana komora vsebuje poseben element, imenovan difuzor zraka, ki s pomočjo puhalca proizvaja zelo drobne mehurčke zraka, velikostni red 1–2 mm (6). Aktivno blato teče v sekundarni usedalnik (7), kjer se prečiščena voda loči od aktivnega blata. Blato se nato s pomočjo zračne črpalke (8) iz sekundarnega

usedalnika prečrpa v tretji prostor (4c) neprezračevane komore in prezračevano komoro. Regulator pretoka (11) je nameščen na nivoju vode v sekundarnem usedalniku in služi za reguliranje iztoka ter ohranja nivo vode med normalno in najvišjo vrednostjo, tj. t. i. zadrževalno območje. Presežno blato se črpa iz četrtega (4d) v prvi razdelek neprezračevane komore (4a) s pomočjo zračne črpalke, kjer se volumen blata zmanjša v postopku biološkega razkroja v anaerobnih pogojih. Odvečno blato se črpa enkrat do dvakrat letno, odvisno od obremenitev čistilne naprave oz. koncentracije zbranega odpadnega blata v čistilni napravi (Vodateh, 2018).

5 ANALIZA IZGRADNJE NEH Z VIDIKA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI IN ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

5.1 OPIS IN VREDNOTENJE NALOŽBE NA IZBRANEM PRIMERU

Ovrednotenje uspešnosti je kompleksen problem, če ga hočemo opraviti vsestransko, torej sistemsko. Potreba po natančnem in temeljitejšem vrednotenju je pri različnih projektih različna, temu primerno so oblikovane tudi metode vrednotenja. Razlago kompleksnosti problema vrednotenja pomembnih, zahtevnih projektov prikazuje slika 6.



Slika 6: Vrednotenje projektov
(Vir: Bizjak, 2008, str. 239)

Pravilna odločitev glede vrednotenja naložbe se skriva v ustreznem preučevanju analize trga, ocenjevanju denarnega toka, ekonomskih metodah analize uspešnosti in tveganj za investicijo oz. naložbo. Na danem primeru vrednost celotne naložbe predstavlja dejanska vrednost celotne investicije, ki je vsota vseh sredstev, porabljenih za končno realizacijo projekta oz. investicije. Celotna naložba pri danem primeru izgradnje nizkoenergijske hiše je bila sprva ocenjena nižje, kot je ob končani gradnji izkazalo. Kljub predračunom in predhodno podpisanim pogodbam s podizvajalci so se nekateri sklopi obrtniških del (gradnja, oprema itd.) zaradi kompleksnosti gradnje podražile, nekateri sklopi oz. stroški sklopov pa so ob končani izvedbi bili nižji kot je bilo predvideno na račun manjše ali večje količine porabljenega materiala kot po ponudbi. Prav tako je na ceno naročenih storitev pozneje vplivala želja investitorjev, ki so sproti spreminjali podrobnosti vgradnih materialov in strojnih komponent. Tako se je končni seštevek celotne investicije povečal, kot je bilo omenjeno, na račun želje investitorjev po visoko kakovostnih materialih in tudi dizajnerskih kosih.

V diplomski nalogi kot primerjavo obravnavamo življenje v jedru mesta, natančneje v luksuznem stanovanju za dvočlansko družino na Viški cesti v Ljubljani in dvočlansko družino, ki živi v najemniškem stanovanju na Ljubeljski ulici 20 v Ljubljani s skupnim življenjem v hiši kot ena štiričlanska družina. Primerjava je narejena na podlagi stroškov, da bo razvidno, kako poteka združitve dveh dvočlanskih v eno štiričlansko družino z realizacijo projekta novogradnje na obrobju mesta v naselju Drenik. Ob vseh pozitivnih vidikih ugodnega življenja v mestu se prav tako najde ogromno pomanjkljivosti sobivanja v večstanovanjskem objektu. Predstavljene so v nadaljevanju diplomske naloge in temeljijo na primerjavi vseh ekonomskih, tehnoloških in ostalih koristi, ki jih predstavlja nova nizkoenergijska hiša.

Pred vsako izvedbo investicije oz. naložbe moramo imeti jasno vizijo glede sredstev za izvedbo in tudi glede prihrankov, ki bodo rezultat izvedbe: prihranek visokih skupnih stroškov bivanja v večstanovanjskem objektu, prihranek stroška rezervnega sklada za naslednjih 15 let, cenejši obratovalni stroški z vidika porabe energije, nižji stroški z vidika najema garaže in dvojnih stroškov dveh dvočlanskih družin, ki se z novo investicijo občutno zmanjšajo, nižji življenjski standard z vidika podeželja, kar predstavljajo cenejše storitve in kvalitetnejši domače proizvedeni, vendar tudi cenejši pridelki. Vse to so razlogi, ki so hitro pretehtali odločitev za izvedbo projekta.

Zaradi zaprtega sistema aktivnega prezračevanja, t. i. rekuperacije, in internega talnega oz. stropnega gretja se v kombinaciji z novimi tehnologijami in maksimalno izolacijo doseže maksimalno neodvisno delovanje nizkoenergijske hiše v kombinaciji z maksimalnim udobjem in dobrim počutjem.

Lokacija parcele, ki se nahaja na vrhu Dreniškega hriba s pogledom na vse štiri konce Slovenije (gore, mesto, gozdne pokrajine in planote ...) predstavlja neopisljivo

prednost za zdravje in s tem počutje. Kot dodano vrednost lokacije parcele je treba poudariti, da gre za zadnjo parcelo v naselju z gradbenim dovoljenjem (naprej je zaščiteno območje Nature 2000). Takšna lokacija tako nudi psihično razbremenilno in popolnoma pomirjujoče sobivanje z naravo, ki leži v neposredni bližini celotne nujno potrebne infrastrukture, kot so šole, vrtci, javni prevoz (avtobus in železnica).

Naložba

Stanovanje, ki so ga so investitorji prodali na Viču v Ljubljani, je bilo luksuzno opremljeno, saj je bila celotna oprema stanovanja izdelana po naročilu, in s to opremo tudi prodano. V izračunih je kot celotna naložba zajeta hiša s parcelo in opremo na ključ, kjer so upoštevane vse nujno potrebne strojne instalacije in nujna vgradna oprema za nemoteno bivanje. V tem primeru je tako znašala celotna naložba približno 427.233,00 EUR. Podroben izračun naložbe se nahaja v prilogi 1.

Sredstva

Sredstva so najpomembnejši del pri zasnovi in izvedbi projekta. V primeru financiranja projekta oz. naložbe z lastnimi sredstvi je namreč najpomembnejši ekonomski vidik upravičenosti naložbe in seveda učinkovitosti vloženih sredstev s strani investitorja, tako da se doseže največja možna ekonomska in družbena korist.

Vsa sredstva investitorjev za izgradnjo danega projekta so bila v celoti pridobljena s prodajo luksuznega stanovanja z dvema parkirnim prostoroma v garaži v Ljubljani (skupna vrednost 283.000,00 EUR) in v obliki lastnih privarčevanih sredstev investitorjev (skupna vrednost 144.233,00 EUR), ki so jih skozi leta privarčevali s finančno pomočjo družine. Potrebe po financiranju oz. najemu kredita torej ni bilo.

Prihodki

Prihodke smo izračunali oz. smo jih ocenili na podlagi dejstva, da bodo prihranki z vidika maksimalne ekonomičnosti in energijske učinkovitosti veliko večji kot sedaj vsi stroški rednega obratovanja dveh gospodinjstev in fiksnih obratovalnih stroškov. Se pravi, na danem primeru prihodke predstavlja razlika oz. prihranek med vsemi obratovalnimi stroški, ki jih predstavlja ocena med stroški pri predhodnem gospodinjstvu in na novo realiziranim gospodinjstvom. Z realizacijo projekta se je ogromno prihrankov in s tem prihodkov ustvarilo s stroški, ki so po realizaciji projekta postali nepotrebni (najem garaže, najemnina za stanovanje itd.).

Kot je prikazano v tabeli 3, bomo na letni ravni tako privarčevali 1.885,00 EUR z vidika tekočih stroškov za bivanje v dveh stanovanjih glede na bivanje v hiši, saj se bodo komunalni stroški znižali, ne bo skupnih stroškov upravnika, prav tako bodo stroški nižji zaradi varčnosti nizkoenergijske hiše in navsezadnje zaradi združitve

dveh gospodinjstev v eno. Upoštevati je treba še strošek najema garaže, ki ga sedaj ob bivanju v hiši ne bo zaradi gradnje lastnega nadstreška. Na letni ravni je to dodatnih 720,00 EUR. Prav tako pa bo predhodni strošek najema stanovanja na Ljubeljski ulici predstavljal ogromen prihranek in s tem tudi prihodek v času trajanja investicije.

Privarčevano	1 mesec	1 leto	25 let
Najemnina	460,00 EUR	5.520,00 EUR	138.000,00 EUR
Razlika v tekočih stroških		1.885,00 EUR	47.125,00 EUR
Najem garaže	70,00 EUR	840,00 EUR	21.000,00 EUR
Eko sklad		2.720,00 EUR	2.720,00 EUR

Tabela 3: Prikaz prihodkov in prihrankov glede na različna obdobja
(Lastni vir)

Stroški

Stroški so sestavljeni iz stalnih in spremenljivih in so odvisni od različnih dejavnikov. Pri danem primeru so spremenljivi stroški definirani kot poraba energije za obratovanje gospodinjstev, katerih vrednost smo zajeli in prikazali kot razliko med stroški predhodnega gospodinjstva in novonastalega projekta. Skladno s svetovanjem monterjev in vzdrževalcev strojne opreme smo ocenili spremenljive stroške, to so stroški redne oskrbe in popravil. Glede na garancijo in brezplačno pogodbeno vzdrževanje strojne opreme in posameznih komponent, ki obsega obdobje petih let, smo predpostavili, da jih v tem času ne bo. Tabela 4 prikazuje končni strošek rednega vzdrževanja med 6. in 25. letom. Ocena je pridobljena s strani prodajalcev in vzdrževalcev strojne opreme, Predstavljajo pribl. 25 % nabavne vrednosti strojne opreme, kar razporedimo sorazmerno skozi obdobje 15 let oz. natančneje med 6. in 25. letom.

Stroški vzdrževanja	od 1. do 5. leta	od 6. do 25. leta	25 let
Stroški popravil	0,00 EUR	380,00 EUR/leto	7.600,00 EUR
Stroški redne oskrbe	0,00 EUR	170,00 EUR/leto	3.400,00 EUR

Tabela 4: Prikaz stroškov po različnih obdobjih
(Lastni vir)

Amortizacija

Stalna sredstva, v naše primeru zgradba oz. natančneje hiša, se z leti obrablja in tako posledični izgublja vrednost. Z leti se vse bolj obrablja in po določenem

časovnem obdobju pride na vrednost nič, zato prav to obdobje imenujemo življenjska doba projekta (investicije, prenove itd.). Bolje povedano gre pri amortizaciji za razporeditev vrednosti vloženih sredstev med stroške v ocenjeni dobi koristnosti projekta oz. investicije. V danem primeru je stopnja amortizacije zaradi visokotehnoloških vložkov in visokokvalitetnih materialov 25 let oz. je prilagojena stopnji štirih odstotkov letne amortizacije.

$$Z_a = 25 \text{ let}$$

$$S_t = \frac{100}{Z_a} = 4 \%,$$

kjer je

S_t – stopnja amortizacije,

Z_a – življenjska doba (v danem primeru 25 let).

$$N_v = 427.233,00 \text{ EUR}$$

$$P_p = 25 \text{ let}$$

$$A_m = \frac{N_v}{P_p} = 17.089,32 \text{ EUR/leto,}$$

kjer je

A_m – amortizacija,

N_v – nabavna vrednost naložbe,

P_p – predvidena življenjska doba (v našem primeru 25 let).

Individualna diskontna stopnja

V diplomskem delu je kot osnova za primerjavo ocene vrednotenja ekonomskih učinkov vlaganja v dano investicijo vzeta obrestna mera obveznice RS76 (3,125 %), začetek obrestovanja leto 2015 in rok dospelja leto 2045. Za analizo z vidika ekonomičnosti in donosnosti investicije je pomembno, da pri definiranju ekonomske upravičenosti, učinkovitosti in uspešnosti danega projekta lahko primerjamo, kaj bi se zgodilo, če bi lastna sredstva oz. lastni kapital vložili v obveznice. V nadaljevanju je razvidno, da ima individualna diskontna stopnja pomembno vlogo, saj višina te stopnje pove, pod kakšno vsoto vrednost naložbe v nobenem primeru ne sme pasti.

5.2 EKONOMSKI VIDIKI IN KAZALNIKI NA IZBRANEM PRIMERU

Bistvo vseh ocen in vrednotenj investicij je merjenje upravičenosti uporabe kapitala oz. vlaganja v določen projekt. Da bi dobili realno sliko uspešnosti investicije, se

vedno primerjajo korist in vložek, prihodki in odhodki, privarčevano in stroški itd. Z različnimi primerjavami, ocenami in izračuni se ocenjujeta uspešnost in upravičenost projektov s pomočjo statičnih in dinamičnih metod ocenjevanja investicij. Ker so statične metode pomanjkljive oz. zelo enostavne za vrednotenje, se jih ne uporablja za sisteme odločanja, saj ne dajo odgovora na vrsto pomembnih vprašanj ob pripravi, analizi in nadaljnji odločitvi glede naložbe oz. investicije. V nadaljevanju so predstavljene preglednice s podatki in grafičnimi prikazi za zahtevnejše ter kompleksnejše dinamične metode vrednotenja danega projekta, in sicer:

- ocena učinkov naložbe s pomočjo denarnih tokov,
- metoda sedanje vrednosti,
- metoda interne stopnje donosnosti.

Investicijske odločitve je treba presojeti z vidika, ali so denarni prilivi večji od denarnih odlivov (razen nekaterih izjemnih primerov, ko npr. analiziramo okoljevarstvene naložbe, kjer so stroški običajno višji od koristi). V literaturi zasledimo različne razvrstitve sodil za ugotavljanje uspešnosti investicije, običajno se uporablja delitev na statične in dinamične metode ocenjevanja. Osnovni kriterij za delitev je vključevanje časovne dimenzije denarja v presojo investicije. Statični kriteriji povsem zanemarjajo časovno komponento ali jo upoštevajo le delno, pri dinamičnih metodah pa z diskontiranjem bodočih denarnih tokov na začetni trenutek naredimo zneske primerljive (Papler, 2017).

Ocena učinkovitosti naložbe

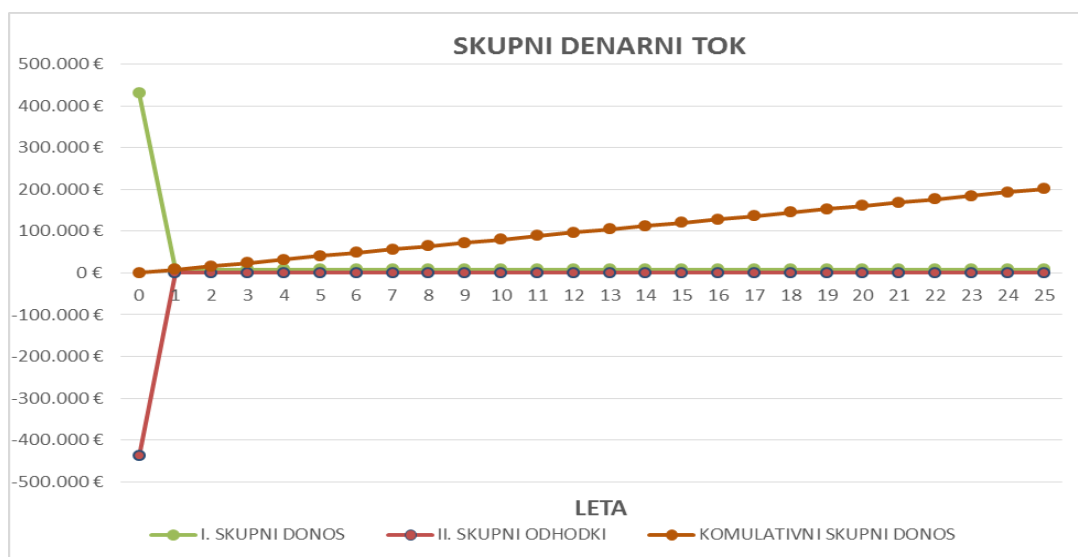
Če opazujemo tako naložbe in stroške kot tudi učinke oz. prihodke in odhodke v času življenjske dobe projekta z družbenega vidika in vidika investitorja, jih ovrednotimo v denarju preko denarnih tokov (Papler, 2017):

- skupni denarni tok,
- realni denarni tok,
- družbeni denarni tok.

Posamezni denarni tokovi se v največji meri med seboj razlikujejo po vključevanju različnih postavk med prihodke in odhodke, kar se potem grafično lepo vidi pri vseh treh denarnih tokovih. Skupni vsem trem je neto skupni prihodek, ki predstavlja razliko med vsemi skupnimi prihodki in odhodki za posamezni primer denarnega toka. Kot je bilo že omenjeno, je odraz neto skupnega prihodka odvisen od posamezne vrste denarnega toka.

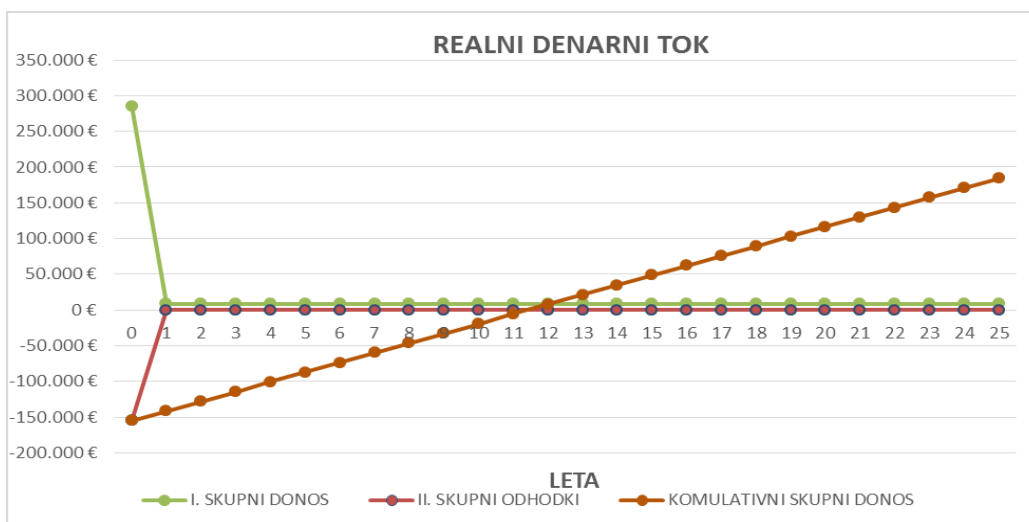
Skupni denarni tok zajema vse donose in odhodke, torej tudi lastna in tuja sredstva in naložbe, ki se pojavljajo v življenjski dobi projekta od izgradnje do izkoriščanja, natančneje na danem primeru 25 let (Papler, 2017). Skupni denarni tok vključuje vsa sredstva, od lastnih, celotnih stroškov do celotne vrednosti naložbe. Celotni stroški so vrednost celotne naložbe, kjer so povzete vsa posamezna stroškovna

mesta (gradnja, oprema, dodatki itd.). Preglednica podatkov (priloga 2) zajema vsa sredstva in odhodke (vezane na dani primer), ki vključujejo lastna sredstva investitorja, se pri realnem in družbenem denarnem toku ne vključujejo v izračune in preglednice. Vse vrednosti so v evrih z vključenim DDV-jem. Iz grafa 1 je razvidno, da je vsota donosov in odhodkov vedno pozitivna, kar zagotavlja likvidnost izbranega projekta.



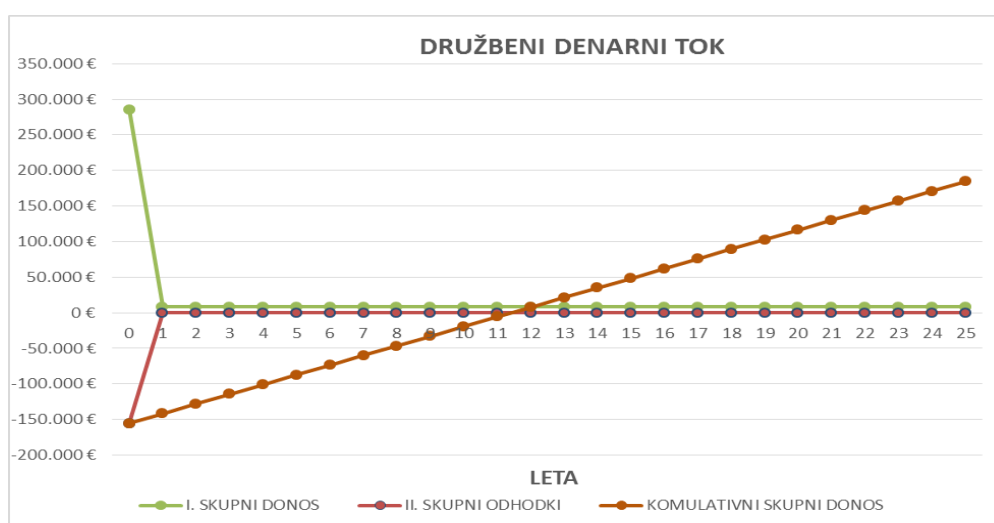
Graf 1: Skupni denarni tok in likvidnost
(Lastni vir)

Realni denarni tok zajema oz. predstavlja vse prihodke in odhodke s stališča investitorja v življenjski dobi projekta (Papler, 2017). V danem primeru je to 25 let (priloga 3). Iz grafa 2 je možno razbrati, da med 11. in 12. letom številke preidejo iz negativnega v pozitivno stanje. To predstavlja dobo vračanja investicije pri danem projektu oz. čas, ko začne investitor služiti. Natančneje torej prikazuje, kdaj prihodki investitorja presežejo nastale odhodke pri naložbi. Ker je to na sredini celotnega obdobja naložbe, lahko rečemo, da je ugodni naložbeni kazalec. Na tem primeru lahko vidimo realizacijo, da je doba vračanja naložb čas, ko vsota neto prilivov iz realnega denarnega toka pokrije naložbena sredstva.



Graf 2: Realni denarni tok
(Lastni vir)

V preglednici družbenega denarnega toka (priloga 4) lahko opazimo, da so vrednosti enake kot v preglednici realnega denarnega toka. Tako je, ker pri izbranem projektu ni pogodbenih obveznosti (npr. plač delavcev), ni zakonskih obveznosti (npr. zakonsko določenih stroškov, saj je imela parcela že poplačane vse zakonsko obvezujoče pristojbine), prav tako pa za omenjen projekt pri financiranju ni bilo potrebe po kreditu. Upoštevati je treba, da omenjeni projekt zajema cel kup družbenih koristi naložbe, ki so predhodno predstavljene v posebnem podpoglavju v točki pod družbene koristi naložbe. Graf 3 je zato v tem primeru ekvivalenten grafu realnega denarnega toka (graf 2), saj so v danem primeru projekta vsi prihodki in odhodki z vidika investitorja in družbe v enakem obsegu.



Graf 3: Družbeni denarni tok
(Lastni vir)

Razlika med denarnimi tokovi je odraz razlike med skupnimi prihodki in odhodki v vseh treh primerih, ki tvori neto skupni prihodek. Prav ta neto skupni prihodek je v različnih denarnih tokovih različen, kar je lepo razvidno v grafičnih prikazih in podatkih v preglednicah za vsak denarni tok posebej.

Metoda sedanje vrednosti naložbe

Kot je dobro opisal in prikazal Papler (2017), so osnovni razlog za uvajanje dinamičnih metod pri naložbenem odločanju pomanjkljivosti statističnih kriterijev, ker ne upoštevajo časovne preference sredstev in obresti kot kategorije, ki usmerjajo nagnjenost k varčevanju in investiranju. Pri metodi sedanje vrednosti je diskontna stopnja določena vnaprej, alternativna obrestna mera pa je praviloma tista povprečna obrestna mera, ki jo dajejo banke za dolgoročna sredstva. To nam omogoča primerjavo med učinkovitostjo naložb na banki in naložb v projekt (Papler, 2017).

Po tej metodi sedanje vrednosti projekta je projekt sprejemljiv, če izpolnjuje pogoj:

$$SV \geq N \quad \text{ali} \quad NSV \geq 0,$$

kjer velja

SV – sedanja vrednost projekta,

N – naložba,

NSV – neto sedanja vrednost,

Sd – skupni donosi,

So – skupni odhodki.

Spodaj je podana formula za ugotavljanje sedanje vrednosti projekta, kjer na koncu sedanja vrednost projekta mora biti večja, kot če bi vložili denar v obveznice RS 76 (3,125 %). Sedanjo vrednost naložbe izračunamo z upoštevanjem diskontne stopnje, ki je v našem primeru 3,125 %. Izračunamo, koliko denarja bi morali imeti danes, da bi v določenem času z naložbo pri določeni donosnosti dosegli določeno prihodnjo vrednost.

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1 + r)^i} = 146.290,39 \text{ EUR} - 144.233,00 \text{ EUR} = 2.057,39 \text{ EUR}$$

$$Sd = 211.845,00 \text{ EUR}$$

$$So = 144.233,00 \text{ EUR}$$

$$Sd \text{ (pri diskontnem faktorju } r = 3,125 \% \text{)} = 146.290,39 \text{ EUR}$$

$$So \text{ (pri diskontnem faktorju } r = 3,125 \% \text{)} = 144.233,00 \text{ EUR}$$

Če podrobneje pogledamo tabelo 5, je razvidno, da celotni odhodki So pomenijo naložbo v projekt, prihodki Sd pa neto prihodke, ki so rezultat poročila stroškov. Vsota neto prihodkov se diskontira po diskontni stopnji $r = 3,125\%$ (obveznice RS76), s čimer upoštevamo časovne preference in prilagodimo oz. diskontiramo prihodke ter odhodke na primerljive veličine. S tem je izpolnjen pogoj $Sd > So$, kar pomeni, da je dani projekt ekonomsko sprejemljiv.

časovna obdobja				(1+r) ⁱ	1/(1+r) ⁱ		
i	leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja $r = 3,125\%$	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju $r = 3,125\%$	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju $r = 3,125\%$
0	2018	0	144.233	1	1	0	144.233,00
1	2019	11.085	0	1,031	0,970	10.749,09	0,00
2	2020	8.365	0	1,063	0,940	7.865,71	0,00
3	2021	8.365	0	1,097	0,912	7.627,36	0,00
4	2022	8.365	0	1,131	0,884	7.396,22	0,00
5	2023	8.365	0	1,166	0,857	7.172,10	0,00
6	2024	8.365	0	1,203	0,831	6.954,76	0,00
7	2025	8.365	0	1,240	0,806	6.744,01	0,00
8	2026	8.365	0	1,279	0,782	6.539,65	0,00
9	2027	8.365	0	1,319	0,758	6.341,48	0,00
10	2028	8.365	0	1,360	0,735	6.149,31	0,00
11	2029	8.365	0	1,403	0,713	5.962,97	0,00
12	2030	8.365	0	1,447	0,691	5.782,27	0,00
13	2031	8.365	0	1,492	0,670	5.607,05	0,00
14	2032	8.365	0	1,538	0,650	5.437,14	0,00
15	2033	8.365	0	1,587	0,630	5.272,38	0,00
16	2034	8.365	0	1,636	0,611	5.112,61	0,00
17	2035	8.365	0	1,687	0,593	4.957,68	0,00
18	2036	8.365	0	1,740	0,575	4.807,45	0,00
19	2037	8.365	0	1,794	0,557	4.661,77	0,00
20	2038	8.365	0	1,850	0,540	4.520,50	0,00
21	2039	8.365	0	1,908	0,524	4.383,52	0,00
22	2040	8.365	0	1,968	0,508	4.250,68	0,00
23	2041	8.365	0	2,029	0,493	4.121,88	0,00
24	2042	8.365	0	2,093	0,478	3.996,97	0,00
25	2043	8.365	0	2,158	0,463	3.875,85	0,00
Skupaj		211.845,00	144.233,00			146.290,39	144.233,00
SV			67.612,00			Sv=Sd-So=	2.057,39

Tabela 5: Metoda sedanje vrednosti naložbe VS
(Lastni vir)

Metoda interne stopnje donosnosti

Pomemben kazalnik učinkovitosti projekta je kazalnik interne stopnje donosnosti, kjer je diskontna stopnja nepoznana, vendar je opredeljena, tako da zagotavlja naslednje pogoje:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{(Sdi - Soi)i}{(1+r)^i} = NSV$$

kjer je:

Sdi – skupni prihodki projekta v letu i,

Soi – skupni odhodki projekta v letu i,

r – diskontni faktor, pri katerem mora biti izpolnjen pogoj $NSV = 0$,

r = ISD – interna stopnja donosnosti=diskontna stopnja,

n – časovno razdobje v življenjski dobi trajanja projekta v letih.

Interna stopnja donosnosti je tista diskontna stopnja donosnosti, pri kateri je sedanja vrednost projekta enaka nič, izenačijo pa se vsi donosi in odhodki projekta v celotni življenjski dobi. Izračunamo jo s postopkom diskontiranja in metodo interpolacije. Za lažjo ponazoritev so podatki prikazani v tabelah 6 in 7 ter z izračuni spodaj.

časovna obdobja				(1+r)	1/(1+r)	Skupni donos Sd pri		Skupni odhodki So pri
i	leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r= 4 %	Diskontni faktor	diskontnem faktorju r=4 %		diskontnem faktorju r=4 %
0	2018	0	144.233	1	1	0		144.233,00
1	2019	11.085	0	1,040	0,962	10.658,65		0,00
2	2020	8.365	0	1,082	0,925	7.733,91		0,00
3	2021	8.365	0	1,125	0,889	7.436,45		0,00
4	2022	8.365	0	1,170	0,855	7.150,44		0,00
5	2023	8.365	0	1,217	0,822	6.875,42		0,00
6	2024	8.365	0	1,265	0,790	6.610,98		0,00
7	2025	8.365	0	1,316	0,760	6.356,71		0,00
8	2026	8.365	0	1,369	0,731	6.112,22		0,00
9	2027	8.365	0	1,423	0,703	5.877,14		0,00
10	2028	8.365	0	1,480	0,676	5.651,09		0,00
11	2029	8.365	0	1,539	0,650	5.433,74		0,00
12	2030	8.365	0	1,601	0,625	5.224,75		0,00
13	2031	8.365	0	1,665	0,601	5.023,80		0,00
14	2032	8.365	0	1,732	0,577	4.830,58		0,00
15	2033	8.365	0	1,801	0,555	4.644,79		0,00
16	2034	8.365	0	1,873	0,534	4.466,14		0,00
17	2035	8.365	0	1,948	0,513	4.294,37		0,00
18	2036	8.365	0	2,026	0,494	4.129,20		0,00
19	2037	8.365	0	2,107	0,475	3.970,38		0,00
20	2038	8.365	0	2,191	0,456	3.817,68		0,00
21	2039	8.365	0	2,279	0,439	3.670,84		0,00
22	2040	8.365	0	2,370	0,422	3.529,66		0,00
23	2041	8.365	0	2,465	0,406	3.393,90		0,00
24	2042	8.365	0	2,563	0,390	3.263,37		0,00
25	2043	8.365	0	2,666	0,375	3.137,85		0,00
Skupaj		211.845,00	144.233,00			133.294,08		144.233,00
SV		Sd-So= 67.612,00				NSDn=Sv=Sd-So=		-10.938,92

Tabela 6: Metoda interne stopnje donosnosti NSDn
(Lastni vir)

časovna obdobja				(1+r)	1/(1+r)	Skupni donos Sd pri		Skupni odhodki So pri
i	leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r= 3 %	Diskontni faktor	diskontnem faktorju r=3 %		diskontnem faktorju r=3 %
0	2018	0	144.233	1	1	0		144.233,00
1	2019	11.085	0	1,030	0,971	10.762,14		0,00
2	2020	8.365	0	1,061	0,943	7.884,81		0,00
3	2021	8.365	0	1,093	0,915	7.655,16		0,00
4	2022	8.365	0	1,126	0,888	7.432,19		0,00
5	2023	8.365	0	1,159	0,863	7.215,72		0,00
6	2024	8.365	0	1,194	0,837	7.005,56		0,00
7	2025	8.365	0	1,230	0,813	6.801,51		0,00
8	2026	8.365	0	1,267	0,789	6.603,41		0,00
9	2027	8.365	0	1,305	0,766	6.411,08		0,00
10	2028	8.365	0	1,344	0,744	6.224,35		0,00
11	2029	8.365	0	1,384	0,722	6.043,05		0,00
12	2030	8.365	0	1,426	0,701	5.867,04		0,00
13	2031	8.365	0	1,469	0,681	5.696,16		0,00
14	2032	8.365	0	1,513	0,661	5.530,25		0,00
15	2033	8.365	0	1,558	0,642	5.369,18		0,00
16	2034	8.365	0	1,605	0,623	5.212,79		0,00
17	2035	8.365	0	1,653	0,605	5.060,96		0,00
18	2036	8.365	0	1,702	0,587	4.913,56		0,00
19	2037	8.365	0	1,754	0,570	4.770,44		0,00
20	2038	8.365	0	1,806	0,554	4.631,50		0,00
21	2039	8.365	0	1,860	0,538	4.496,60		0,00
22	2040	8.365	0	1,916	0,522	4.365,63		0,00
23	2041	8.365	0	1,974	0,507	4.238,48		0,00
24	2042	8.365	0	2,033	0,492	4.115,03		0,00
25	2043	8.365	0	2,094	0,478	3.995,17		0,00
Skupaj		211.845,00	144.233,00			148.301,76		144.233,00
SV		Sd-So= 67.612,00				NSDp=Sv=Sd-So=		4.068,76

Tabela 7: Metoda interne stopnje donosnosti NSDp
(Lastni vir)

Po diskontiranju in interpolaciji ugotovimo, da je interna stopnja donosnosti za dani projekt izračunana iz vrednosti prihodkov in odhodkov med 3- in 4-odstotno diskontno stopnjo. To je razvidno iz diskontiranja, ko neto sedanja vrednost NSD spremeni znak iz negativnega v pozitivno stanje z metodo interpolacije. Sedaj pa lahko izračunamo točne deleže. Ugotovimo, da je interna stopnja donosnosti 3,27 %, kar pomeni, da se projekt ob taki izpeljavi izkaže za uspešnega.

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n}$$

$$ISD = 3 + (4 - 3) \cdot \frac{4.068,76}{4.068,76 + 10.938,92} = 3,27\%$$

ISD – interna stopnja donosnosti (neznana)

NSD_p – neto skupni donosi pri r_p = 3 %

NSD_n – neto skupni donosi pri r_n = 4 %

r_p – diskontna stopnja, pri kateri je NSD pozitiven

r_n – diskontna stopnja, pri kateri je NSD negativen

Kazalniki učinkovitosti in uspešnosti

Kot je bilo že prej omenjeno, statične metode oz. ocene omogočajo grobo presojo poslovnih rezultatov in običajno ne dajejo zadovoljivih ter korektnih podatkov o posamezni investiciji. Pri izračunih kazalnikov bomo uporabili podatke iz preglednice izračuna za diskontno stopnjo r = 3,125 %, kjer so:

N – naložba oz. celotna investicija,

t – odplačilna doba v letih,

d – letna vrednost dobička od naložbe,

S_d – skupni prihodki,

S_o – skupni odhodki,

NSD – neto skupni prihodek po diskontiranju (S_d – S_o = NSD),

E – kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti,

D – kazalnik donosnosti naložb ali rentabilnosti naložb,

Do – kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnosti vlaganj,

SV – skupni prihodek pred diskontiranjem (S_d – S_o = SV).

- **Doba vračanje naložbe**

Doba vračanja sredstev je pojem oz. kazalnik, ki nam pove, kolikšno je pričakovano število potrebnih let za povrnitev investicije. Z drugimi besedami to pomeni, kako hitro bodo neto denarni tokovi, ki bodo posledica investicije, povrnili začetna vložena sredstva oz. začetni vložek (Papler, 2017).

$$t = \frac{N}{d} = \frac{144.233 \text{ EUR}}{8.034 \text{ EUR}} = 17,95 \text{ let}$$

- **Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti**

$$E = \frac{S_d}{S_o} = \frac{148.301 \text{ EUR}}{144.233 \text{ EUR}} = 1,02$$

- **Kazalnik donosnosti naložbe**

$$D = \frac{S_d - S_o}{SV} \cdot 100(\%) = \frac{148.301,76 \text{ EUR} - 144.233 \text{ EUR}}{67.612 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 6,01 \%$$

- **Kazalnik donosnosti odhodkov**

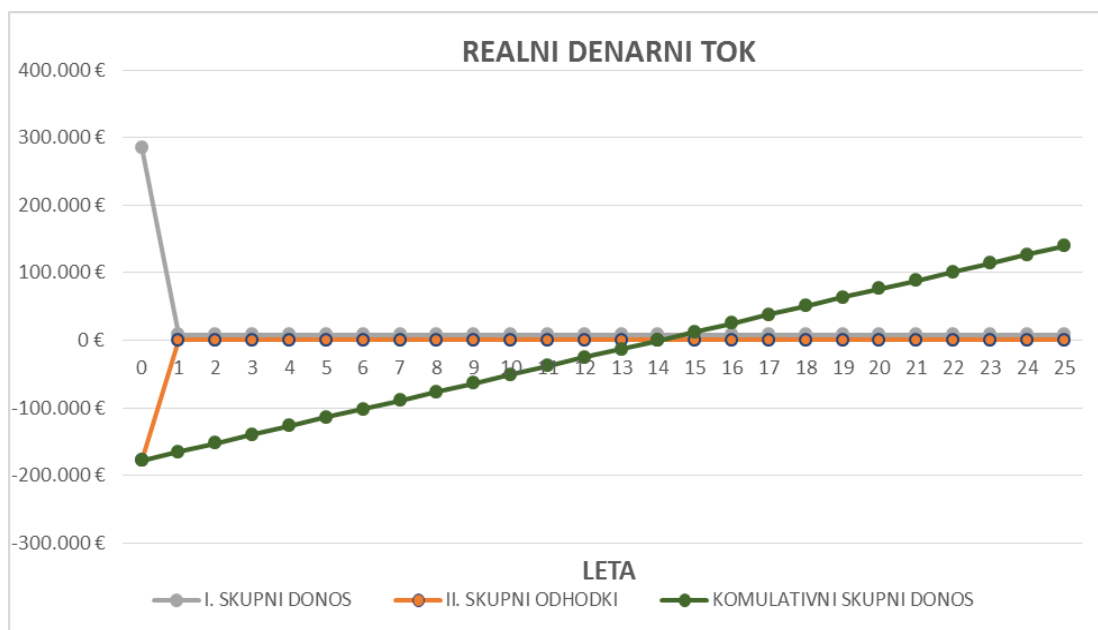
$$D_o = \frac{S_d - S_o}{S_o} \cdot 100(\%) = \frac{148.301,76 \text{ EUR} - 144.233 \text{ EUR}}{144.233 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 2,82 \%$$

Ocena tveganj in negotovosti

Zaradi vse večjega povpraševanja po lažjih gradbenih in obrtniških delih smo predpostavili, da bi lahko prišlo do povišanja cen teh storitev. Zato si bomo ogledali, kaj bi se zgodilo ob delnem zvišanju cen stroškov izgradnje za 10 %. Tukaj govorimo le o storitvah, ki bi se ob taki predpostavki zvišale, ne gre za celotno zvišanje naložbe, ampak bi v praksi privedlo do podražitve za približno 22.500,00 EUR.

Realni denarni tok pri zvišanju stroškov gradnje za 10 %

Omenjeno predpostavko o zvišanju cen bomo analizirali skozi denarne tokove in njene učinke po predhodno predstavljenih metodah vrednotenja projektov in preko kazalnikov učinkovitosti in uspešnosti.



Graf 4: Realni denarni tok pri 10-odstotnem zvišanju stroškov gradnje
(Lastni vir)

Z grafa 4 je razvidno, da kumulativni skupni donos preide iz negativne v pozitivno vrednost med 14. in 15. letom od končane gradnje oz. bivanja v hiši. To je ugodni naložbeni kazalec glede na povišanje storitev za 10 %. Kot je bilo že omenjeno, je doba vračanja naložbe čas, ko vsota prilivov iz realnega denarnega toka pokrije naložena sredstva. Grafični prikaz realnega denarnega toka kaže, da se poleg spremembe dobe vračanja veliko ne spremeni, kar pa ne drži pri metodah vrednotenja učinkov naložbe (priloga 5).

Metoda sedanje vrednosti naložbe pri zvišanju stroškov gradnje za 10 %

Iz tabele 8 je razvidno, da so celotni odhodki rezultat poročuna stroškov. Vsota neto prihodkov se diskontira po prej ustrezno določeni diskontni stopnji $r = 3,125\%$ (obveznice RS76), s čimer diskontiramo prihodke in odhodke na primerljive veličine.

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1+r)^i} = 146.290,39 \text{ EUR} - 166.733,00 \text{ EUR} = -20.442,61 \text{ EUR}$$

V spodnji tabeli 8 vidimo, da ni več izpolnjen pogoj $Sd > So$. To pomeni, da dani projekt ni več ekonomsko sprejemljiv. Vse to je obrazloženo v analizi pregleda podatkov, kjer se bomo osredotočili na prikaz elastičnosti danega primera na spremembe oz. tveganja in negotovosti.

časovna obdobja				(1+r) ⁱ	1/(1+r) ⁱ	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=3,125 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=3,125 %
i	leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r= 3,125 %	Diskontni faktor		
0	2018	0	166.733	1	1	0	166.733,00
1	2019	11.085	0	1,031	0,970	10.749,09	0,00
2	2020	8.365	0	1,063	0,940	7.865,71	0,00
3	2021	8.365	0	1,097	0,912	7.627,36	0,00
4	2022	8.365	0	1,131	0,884	7.396,22	0,00
5	2023	8.365	0	1,166	0,857	7.172,10	0,00
6	2024	8.365	0	1,203	0,831	6.954,76	0,00
7	2025	8.365	0	1,240	0,806	6.744,01	0,00
8	2026	8.365	0	1,279	0,782	6.539,65	0,00
9	2027	8.365	0	1,319	0,758	6.341,48	0,00
10	2028	8.365	0	1,360	0,735	6.149,31	0,00
11	2029	8.365	0	1,403	0,713	5.962,97	0,00
12	2030	8.365	0	1,447	0,691	5.782,27	0,00
13	2031	8.365	0	1,492	0,670	5.607,05	0,00
14	2032	8.365	0	1,538	0,650	5.437,14	0,00
15	2033	8.365	0	1,587	0,630	5.272,38	0,00
16	2034	8.365	0	1,636	0,611	5.112,61	0,00
17	2035	8.365	0	1,687	0,593	4.957,68	0,00
18	2036	8.365	0	1,740	0,575	4.807,45	0,00
19	2037	8.365	0	1,794	0,557	4.661,77	0,00
20	2038	8.365	0	1,850	0,540	4.520,50	0,00
21	2039	8.365	0	1,908	0,524	4.383,52	0,00
22	2040	8.365	0	1,968	0,508	4.250,68	0,00
23	2041	8.365	0	2,029	0,493	4.121,88	0,00
24	2042	8.365	0	2,093	0,478	3.996,97	0,00
25	2043	8.365	0	2,158	0,463	3.875,85	0,00
Skupaj		211.845,00	166.733,00			146.290,39	166.733,00
SV			45.112,00			SV=Sd-So=	-20.442,61

Tabela 8: Metoda sedanje vrednosti pri 10-odstotnem zvišanju stroškov storitev
(Lastni vir)

Metoda interne stopnje donosnosti pri zvišanju stroškov gradnje za 10 %

Po upoštevanih spremembah denarnih tokov in spremembah vseh odhodkov pri predpostavki zvišanja cen ponovno skozi sistem diskontiranja in interpolacije pridemo do različnih rezultatov in ugotovitev. Pride do občutne spremembe, saj je po novih izračunih interna stopnja donosnosti pri danem projektu izračunana iz vrednosti prihodkov in odhodkov med 2- in 1-odstotno diskontno stopnjo. To je razvidno iz diskontiranja, ko neto sedanja vrednost NSD spremeni znak iz negativnega v pozitivno stanje z metodo interpolacije.

časovna obdobja				(1+r) ⁱ	1/(1+r) ⁱ		
i	leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r= 2 %	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=2 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=2 %
0	2018	0	166.733	1	1	0	166.733,00
1	2019	11.085	0	1,020	0,980	10.867,65	0,00
2	2020	8.365	0	1,040	0,961	8.040,18	0,00
3	2021	8.365	0	1,061	0,942	7.882,53	0,00
4	2022	8.365	0	1,082	0,924	7.727,97	0,00
5	2023	8.365	0	1,104	0,906	7.576,44	0,00
6	2024	8.365	0	1,126	0,888	7.427,88	0,00
7	2025	8.365	0	1,149	0,871	7.282,24	0,00
8	2026	8.365	0	1,172	0,853	7.139,45	0,00
9	2027	8.365	0	1,195	0,837	6.999,46	0,00
10	2028	8.365	0	1,219	0,820	6.862,21	0,00
11	2029	8.365	0	1,243	0,804	6.727,66	0,00
12	2030	8.365	0	1,268	0,788	6.595,75	0,00
13	2031	8.365	0	1,294	0,773	6.466,42	0,00
14	2032	8.365	0	1,319	0,758	6.339,62	0,00
15	2033	8.365	0	1,346	0,743	6.215,32	0,00
16	2034	8.365	0	1,373	0,728	6.093,45	0,00
17	2035	8.365	0	1,400	0,714	5.973,97	0,00
18	2036	8.365	0	1,428	0,700	5.856,83	0,00
19	2037	8.365	0	1,457	0,686	5.741,99	0,00
20	2038	8.365	0	1,486	0,673	5.629,41	0,00
21	2039	8.365	0	1,516	0,660	5.519,02	0,00
22	2040	8.365	0	1,546	0,647	5.410,81	0,00
23	2041	8.365	0	1,577	0,634	5.304,71	0,00
24	2042	8.365	0	1,608	0,622	5.200,70	0,00
25	2043	8.365	0	1,641	0,610	5.098,73	0,00
Skupaj		211.845,00	166.733,00			165.980,38	166.733,00
SV		Sd-So=	45.112,00			NSDn=Sv=Sd-So=	-752,62

Tabela 9: Metoda interne stopnje donosnosti NSD_n pri 10-odstotnem zvišanju
(Lastni vir)

časovna obdobja				(1+r) ⁱ	1/(1+r) ⁱ		
i	leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r= 1 %	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=1 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=1 %
0	2018	0	166.733	1	1	0	166.733,00
1	2019	11.085	0	1,010	0,990	10.975,25	0,00
2	2020	8.365	0	1,020	0,980	8.200,18	0,00
3	2021	8.365	0	1,030	0,971	8.118,99	0,00
4	2022	8.365	0	1,041	0,961	8.038,60	0,00
5	2023	8.365	0	1,051	0,951	7.959,01	0,00
6	2024	8.365	0	1,062	0,942	7.880,21	0,00
7	2025	8.365	0	1,072	0,933	7.802,19	0,00
8	2026	8.365	0	1,083	0,923	7.724,94	0,00
9	2027	8.365	0	1,094	0,914	7.648,45	0,00
10	2028	8.365	0	1,105	0,905	7.572,73	0,00
11	2029	8.365	0	1,116	0,896	7.497,75	0,00
12	2030	8.365	0	1,127	0,887	7.423,51	0,00
13	2031	8.365	0	1,138	0,879	7.350,01	0,00
14	2032	8.365	0	1,149	0,870	7.277,24	0,00
15	2033	8.365	0	1,161	0,861	7.205,19	0,00
16	2034	8.365	0	1,173	0,853	7.133,85	0,00
17	2035	8.365	0	1,184	0,844	7.063,22	0,00
18	2036	8.365	0	1,196	0,836	6.993,28	0,00
19	2037	8.365	0	1,208	0,828	6.924,04	0,00
20	2038	8.365	0	1,220	0,820	6.855,49	0,00
21	2039	8.365	0	1,232	0,811	6.787,61	0,00
22	2040	8.365	0	1,245	0,803	6.720,41	0,00
23	2041	8.365	0	1,257	0,795	6.653,87	0,00
24	2042	8.365	0	1,270	0,788	6.587,99	0,00
25	2043	8.365	0	1,282	0,780	6.522,76	0,00
Skupaj		211.845,00	166.733,00			186.916,77	166.733,00
SV		Sd-So=	45.112,00			NSDp=Sv=Sd-So=	20.183,77

Tabela 10: Metoda interne stopnje donosnosti NSD_p pri 10-odstotnem zvišanju
(Lastni vir)

S pomočjo izračuna tako ugotovimo, da je interna stopnja donosnosti 1,96 %. To pomeni, da se je projekt ob taki izpeljavi izkazal za uspešnega, kar kažejo spodnji izračuni.

$$ISD = 1 + (2 - 1) \cdot \frac{20.183,77 \text{ EUR}}{20.183,77 \text{ EUR} + 752,62 \text{ EUR}} = 1,96\%$$

- **Doba vračanje naložbe:**

$$t = \frac{N}{d} = \frac{166.733 \text{ EUR}}{8.034 \text{ EUR}} = 20,75 \text{ let}$$

- **Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti**

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{186.916,77 \text{ EUR}}{166.733 \text{ EUR}} = 1,12$$

- **Kazalnik donosnosti naložbe**

$$D = \frac{Sd - So}{SV} \cdot 100(\%) = \frac{186.916,77 - 166.733}{45.112} \cdot 100(\%) = 44,73\%$$

- **Kazalnik donosnosti odhodkov**

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100(\%) = \frac{186.916,77 \text{ EUR} - 166.733 \text{ EUR}}{166.733 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 12,10\%$$

Izračuni kažejo, da je naložba na danem primeru projekta ne glede na to, da je navidezno stabilna in varna, lahko tudi malce tvegana. Že pri 10-odstotnem zvišanju stroška storitev gradbenih in zaključnih obrtniških del (povišanje za 22.500,00 EUR) je naložba pod dano obrestno mero nerentabilna. To je posledica visoko kakovostnih materialov in želja investitorjev, ki so povezane z maksimalnim udobjem. Da bi se izognili višanju cen, so se investitorji pred začetkom izvedbe oz. že pri zasnovi projekta vnaprej dogovorili z gradbenimi in obrtniški izvajalci za podpis pogodb, s katerimi so se izvajalci del zavezali za izvedbo del v pogodbenem roku in po cenah, ki so bile določene pogodbeno in niso vezane na fleksibilnost oz. spremenljivost povpraševanja in ponudbe na trgu.

Analiza stroškov in koristi

Pri lastnih projektih oz. projektih investitorjev, ki gradijo in investirajo za lastni užitek in udobje, se najraje odločijo za najboljšo varianto, tudi če je včasih najdražja. Ta projekt izgradnje nizkoenergijske hiše ni bil omejen s stroški zaradi želje po

maksimalnem udobju in seveda najboljših strojnih instalacijah za doseganje maksimalne energijske učinkovitosti. Zato bomo pri analizi stroškov in koristi preračunali, kolikšen bi bil prihranek, če bi sredstva vložili v nižji razred strojnih instalacij s slabšo energijsko učinkovitostjo enakih proizvajalcev in slabšo izolacijo pri gradnji objekta ter razred nižjih energijsko varčnih strojnih komponent.

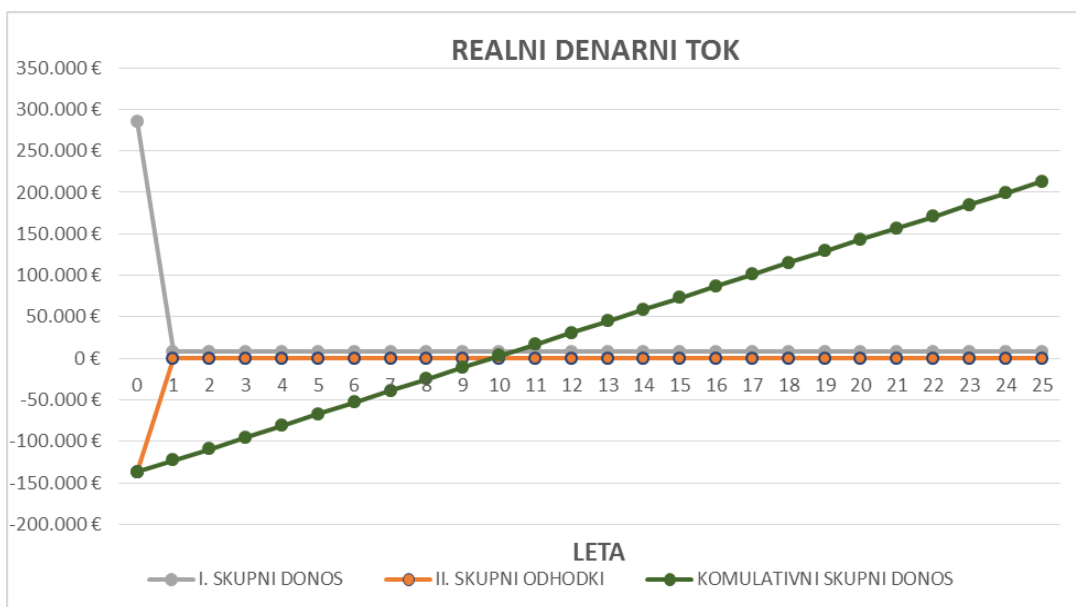
Po posvetu s strokovnjaki za prezračevanje, prodajalci sistemov hlajenja in gretja, prodajalci izolacijskih tehnik in materialov itd., je bilo ugotovljeno, da bi z uporabo za razred nižjih in manj energijsko učinkovitih materialih in komponentah prihranili:

- na slabši izolaciji temelja pribl. 5.500,00 EUR sredstev, stroški porabe energije za ogrevanje in hlajenje v obdobju 25 let pa bi bili višji za približno 2.250,00 EUR (povprečno 7,5 EUR na mesec h/g);
- na slabši izolaciji fasade približno 6.000,00 EUR sredstev, stroški porabe energije za gretje in hlajenje v obdobju 25 let pa bi bili višji za približno 3.000,00 EUR (povprečno 10,00 EUR na mesec h/g);
- na slabši izolaciji oken približno 4.600,00 EUR sredstev, stroški porabe energije za gretje in hlajenje v obdobju 25 let pa bi bili višji za približno 1.400,00 EUR (povprečno 10 EUR na mesec h/g);
- na razred nižjem prezračevanju približno 2.000,00 EUR sredstev, stroški porabe energije za gretje in hlajenje v obdobju 25 let pa bi bili višji za približno 900,00 EUR (povprečno 3,00 EUR na mesec zaradi večjega pretoka in porabi pri optimalni rabi).

Celotni stroški oz. celotna investicija bi se torej zmanjšala za 18.100,00 EUR, prav tako pa bi se prihranki povečali za približno 7.550,00 EUR. V preostale zadeve ne bi posegli, saj če bi npr. kupili slabši hladilno-ogrevalni sistem, bi kljub navideznemu prihranku stroški gretja in hlajenja eksponentno narasli. Enako velja tudi za razred cenejšo toplotno črpalko in še druge primarne komponente strojnih instalacij, od katerih je odvisen izkoristek porabljene in proizvedene energije.

Realni denarni tok pri analizi stroškov in koristi

Za lažjo predstavbo celotnih sprememb pri denarnem toku z upoštevanjem sprememb analize stroškov in koristi je predstavljen graf 5. Vidimo, da kumulativni skupni donos preide iz negativne v pozitivno vrednost med 9. in 10. letom od končane gradnje. V preglednici (priloga 6) realnega denarnega toka je razvidno, da se prihranki z vidika porabe energije zmanjšajo. Na račun nižjega razreda strojnih komponent in slabše izolacije se znižajo tudi odhodki, ki vplivajo na celotni denarni tok.



Graf 5: Realni denarni tok z upoštevanjem analize stroškov in koristi
(Lastni vir)

Metoda sedanje vrednosti naložbe pri upoštevanju analize stroškov in koristi

Iz tabele 14 je razvidno, da so celotni odhodki rezultat poročna stroškov. Vsota neto prihodkov se diskontira po prej ustrezno določeni diskontni stopnji $r = 3,125\%$ (obveznice RS76), s čimer diskontiramo prihodke in odhodke na primerljive veličine. Po pregledu novonastale preglednice podatkov je takoj razvidno, da je ponovno izpolnjen pogoj $S_d > S_o$, kar pomeni, da je dani projekt ekonomsko sprejemljiv.

časovna obdobja				(1+r) ⁱ	1/(1+r) ⁱ		
i	leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r= 3,125 %	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=3,125 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=3,125 %
0	2018	0	126.133	1	1	0	126.133,00
1	2019	10.783	0	1,031	0,970	10.456,24	0,00
2	2020	8.063	0	1,063	0,940	7.581,74	0,00
3	2021	8.063	0	1,097	0,912	7.351,99	0,00
4	2022	8.063	0	1,131	0,884	7.129,20	0,00
5	2023	8.063	0	1,166	0,857	6.913,16	0,00
6	2024	8.063	0	1,203	0,831	6.703,67	0,00
7	2025	8.063	0	1,240	0,806	6.500,53	0,00
8	2026	8.063	0	1,279	0,782	6.303,55	0,00
9	2027	8.063	0	1,319	0,758	6.112,53	0,00
10	2028	8.063	0	1,360	0,735	5.927,30	0,00
11	2029	8.063	0	1,403	0,713	5.747,69	0,00
12	2030	8.063	0	1,447	0,691	5.573,51	0,00
13	2031	8.063	0	1,492	0,670	5.404,62	0,00
14	2032	8.063	0	1,538	0,650	5.240,84	0,00
15	2033	8.063	0	1,587	0,630	5.082,03	0,00
16	2034	8.063	0	1,636	0,611	4.928,03	0,00
17	2035	8.063	0	1,687	0,593	4.778,70	0,00
18	2036	8.063	0	1,740	0,575	4.633,89	0,00
19	2037	8.063	0	1,794	0,557	4.493,47	0,00
20	2038	8.063	0	1,850	0,540	4.357,30	0,00
21	2039	8.063	0	1,908	0,524	4.225,26	0,00
22	2040	8.063	0	1,968	0,508	4.097,22	0,00
23	2041	8.063	0	2,029	0,493	3.973,06	0,00
24	2042	8.063	0	2,093	0,478	3.852,67	0,00
25	2043	8.063	0	2,158	0,463	3.735,92	0,00
Skupaj		204.295,00	126.133,00			141.104,12	126.133,00
SV			78.162,00			Sv=Sd-So=	14.971,12

Tabela 11: Metoda sedanje vrednosti pri upoštevanju analize stroškov in koristi
(Lastni vir)

Pri tem je bila upoštevana spodnja enačba.

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1+r)^i} = 141.104,12 \text{ EUR} - 126.133,00 \text{ EUR} = 14.971,12 \text{ EUR}$$

Metoda interne stopnje donosnosti pri upoštevanju analize stroškov in koristi

Po upoštevanih spremembah denarnih tokov, zmanjšanju celotnih odhodkov in zmanjšanju prihrankov na porabi energije, ponovno skozi sistem diskontiranja in interpolacije pridemo do različnih rezultatov in ugotovitev. Pride do občutne spremembe, saj je po novih izračunih interna stopnja donosnosti pri danem projektu izračunana iz vrednosti prihodkov in odhodkov med 4- in 5-odstotno diskontno stopnjo. To je razvidno iz diskontiranja, ko neto sedanja vrednost NSD spremeni znak iz negativnega v pozitivno stanje z metodo interpolacije.

časovna obdobja				(1+r) ⁱ	1/(1+r) ⁱ		
i	leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r = 5 %	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=5 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=5 %
0	2018	0	126.133	1	1	0	126.133,00
1	2019	10.783	0	1,050	0,952	10.269,52	0,00
2	2020	8.063	0	1,103	0,907	7.313,38	0,00
3	2021	8.063	0	1,158	0,864	6.965,12	0,00
4	2022	8.063	0	1,216	0,823	6.633,45	0,00
5	2023	8.063	0	1,276	0,784	6.317,57	0,00
6	2024	8.063	0	1,340	0,746	6.016,73	0,00
7	2025	8.063	0	1,407	0,711	5.730,22	0,00
8	2026	8.063	0	1,477	0,677	5.457,36	0,00
9	2027	8.063	0	1,551	0,645	5.197,48	0,00
10	2028	8.063	0	1,629	0,614	4.949,98	0,00
11	2029	8.063	0	1,710	0,585	4.714,27	0,00
12	2030	8.063	0	1,796	0,557	4.489,78	0,00
13	2031	8.063	0	1,886	0,530	4.275,98	0,00
14	2032	8.063	0	1,980	0,505	4.072,36	0,00
15	2033	8.063	0	2,079	0,481	3.878,44	0,00
16	2034	8.063	0	2,183	0,458	3.693,75	0,00
17	2035	8.063	0	2,292	0,436	3.517,86	0,00
18	2036	8.063	0	2,407	0,416	3.350,34	0,00
19	2037	8.063	0	2,527	0,396	3.190,80	0,00
20	2038	8.063	0	2,653	0,377	3.038,86	0,00
21	2039	8.063	0	2,786	0,359	2.894,15	0,00
22	2040	8.063	0	2,925	0,342	2.756,34	0,00
23	2041	8.063	0	3,072	0,326	2.625,08	0,00
24	2042	8.063	0	3,225	0,310	2.500,08	0,00
25	2043	8.063	0	3,386	0,295	2.381,03	0,00
Skupaj		204.295,00	126.133,00			116.229,95	126.133,00
SV		Sd-So=	78.162,00			NSDn=Sv=Sd-So=	-9.903,05

Tabela 12: Metoda interne stopnje donosnosti NSD_n pri upoštevanju analize stroškov in koristi
(Lastni vir)

časovna obdobja				(1+r) ⁱ	1/(1+r) ⁱ		
i	leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja r = 4 %	Diskontni faktor	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=4 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=4 %
0	2018	0	126.133	1	1	0	126.133,00
1	2019	10.783	0	1,040	0,962	10.368,27	0,00
2	2020	8.063	0	1,082	0,925	7.454,70	0,00
3	2021	8.063	0	1,125	0,889	7.167,98	0,00
4	2022	8.063	0	1,170	0,855	6.892,29	0,00
5	2023	8.063	0	1,217	0,822	6.627,20	0,00
6	2024	8.063	0	1,265	0,790	6.372,31	0,00
7	2025	8.063	0	1,316	0,760	6.127,22	0,00
8	2026	8.063	0	1,369	0,731	5.891,56	0,00
9	2027	8.063	0	1,423	0,703	5.664,96	0,00
10	2028	8.063	0	1,480	0,676	5.447,07	0,00
11	2029	8.063	0	1,539	0,650	5.237,57	0,00
12	2030	8.063	0	1,601	0,625	5.036,13	0,00
13	2031	8.063	0	1,665	0,601	4.842,43	0,00
14	2032	8.063	0	1,732	0,577	4.656,18	0,00
15	2033	8.063	0	1,801	0,555	4.477,10	0,00
16	2034	8.063	0	1,873	0,534	4.304,90	0,00
17	2035	8.063	0	1,948	0,513	4.139,33	0,00
18	2036	8.063	0	2,026	0,494	3.980,12	0,00
19	2037	8.063	0	2,107	0,475	3.827,04	0,00
20	2038	8.063	0	2,191	0,456	3.679,85	0,00
21	2039	8.063	0	2,279	0,439	3.538,32	0,00
22	2040	8.063	0	2,370	0,422	3.402,23	0,00
23	2041	8.063	0	2,465	0,406	3.271,37	0,00
24	2042	8.063	0	2,563	0,390	3.145,55	0,00
25	2043	8.063	0	2,666	0,375	3.024,57	0,00
Skupaj		204.295,00	126.133,00			128.576,22	126.133,00
SV		Sd-So=	78.162,00			NSDp=Sv=Sd-So=	2.443,22

Tabela 13: Metoda interne stopnje donosnosti NSD_p pri upoštevanju analize stroškov in koristi
(Lastni vir)

Sedaj lahko s pomočjo izračuna ugotovimo točne deleže. Ugotovimo, da je interna stopnja donosnosti 1,96 %, kar pomeni da se je projekt ob taki izpeljavi izkazal za uspešnega:

$$ISD = 1 + (2 - 1) \cdot \frac{2.443,22 \text{ EUR}}{2.403,22 \text{ EUR} + 9.903,05 \text{ EUR}} = 4,19\%$$

- **Doba vračanje naložbe:**

$$t = \frac{N}{d} = \frac{126.133 \text{ EUR}}{7.732 \text{ EUR}} = 16,31 \text{ let}$$

- **Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti**

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{128.576,22 \text{ EUR}}{126.133 \text{ EUR}} = 1,01$$

- **Kazalnik donosnosti naložbe**

$$D = \frac{Sd - So}{SV} \cdot 100(\%) = \frac{128.576,22 \text{ EUR} - 126.133 \text{ EUR}}{78.162 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 19,15\%$$

- **Kazalnik donosnosti odhodkov**

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100(\%) = \frac{128.576,22 \text{ EUR} - 126.133 \text{ EUR}}{126.133 \text{ EUR}} \cdot 100(\%) = 11,87\%$$

Podrobnejša primerjava ekonomskih kazalnikov je v prilogi 7, kjer so prikazani ekonomski kazalniki pri optimalnem poteku realizacije naložbe, oceni tveganja pri 10-odstotnem zvišanju stroškov gradnje in predvidevanju sprememb s pomočjo analize stroškov in koristi.

5.3 ENERGETSKA UČINKOVITOST NA IZBRANEM PRIMERU

Glavna tema ohranjanja narave v kombinaciji z učinkovito rabo energije je pravilna izbira in izraba primarnih virov porabljene energije (plin, elektrika, trda goriva itd.). Za uspešno izgradnjo energijsko učinkovitega in energijsko varčnega objekta je nujno potrebna ustrezna prepoznava parametrov za posamezni primer gradnje in nato še ustrezna izbira učinkovite strojne opreme z ustreznim primarnim virom energije (npr. toplotna črpalka, plinska/električna peč itd.). Pomemben je ustrezen nadzor in križno sodelovanje skozi vse faze projekta od planiranja gradnje, dizajniranja zunanosti in notranosti, izvedbenega dela oz. gradnje do končnega

operativnega dela gradnje in opremljanja. Kot je bilo že omenjeno, je v strokovnem članku večkrat omenjeno, da je najpomembnejše uspešno križno sodelovanje oz. vzajemna interakcija vseh oddelkov od arhitektov, konstrukcijskega dizajna, gradbenih delavcev, energijskih inženirjev, konstrukcijskih tehnikov vse do investitorjev, s katerimi se lahko zagotovi ustrezna gradnja z upoštevanjem učinkovite izrabe energije in trajnostnega razvoja.

V nadaljevanju je predstavljen še dani projekt izgradnje nizkoenergijske hiše z vidika porabe energije s podatki o enoletnem bivanju. Podatki temeljijo na posredovanih izračunih s strani prodajalcev strojnih komponent in vrednostih, ki so bile odčitane na tedenski ravni s strani investitorjev ter primerjavi teh s predvideno porabo nizkoenergijske hiše. Poudariti je treba, da dejanski podatki oz. odčitki dejanske porabe temeljijo na danem primeru in jih ne moremo posplošiti za celotno regijo.

Predvidena poraba energije

Predvidena poraba energije je bila preračunana na podlagi predvidene porabe posameznih komponent strojnih instalacij oz. strojne opreme v kombinaciji izračunov na tem projektu vgrajenih energijsko varčnih izolacij in drugih vložkov. Te podatke smo prejeli s strani podizvajalcev, ki so prodali, namestili in tudi vzdržujejo vso strojno opremo pod nadzorom projektantskega podjetja Žgur d.o.o. Direktor podjetja je eden od lastnikov in investitorjev pri danem primeru projekta, ki je na podlagi arhitekturnih načrtov novogradnje določil zasnovo strojnih instalacij in elektroinstalacij. Odlična ideja je bilo tedensko vodenje evidence porabljene energije oz. porabe električne energije, ker je bila ta edini vir pretvorjene in porabljene energije. Po enoletnem bivanju v hiši in pregledu analize popisa porabe (obseg podatkov celoletne porabe v 365 dneh) so investitorji hitro ugotovili, da se posamezni sklopi porabe razlikujejo glede na letni čas (hlajenje ali ogrevanje), ki so sorazmerno odvisni od intenzivnosti nizkih temperatur v zimskem času in visokih temperatur v poletnem času.

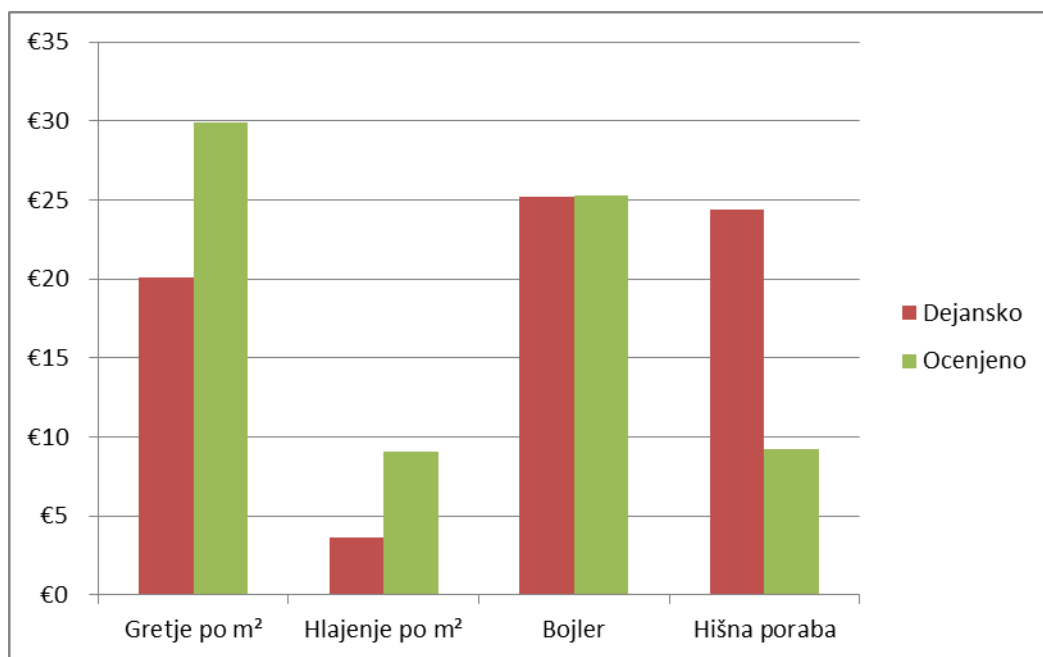
	OCENA	DEJANSKO
Gretje po m²	29,89 EUR	20,06 EUR
Hlajenje po m²	9,10 EUR	3,67 EUR
Bojler	25,25 EUR	25,18 EUR
Hišna poraba	9,22 EUR	24,36 EUR
SKUPAJ	73,47 EUR	73,27 EUR

*Tabela 14: Prikaz predvidenih in dejanskih mesečnih stroškov porabljene električne energije na letni ravni
(Lastni vir)*

Ob pregledu tabele 18 lahko vidimo jasne znake stanja letnih časov za leto 2018 na podlagi podatkov. To leto je bilo dokaj zmerno, saj je bila zaradi ugodno nizkih temperatur v zimskem času in ugodno toplih dni (brez velikih ekstremov) poleti poraba energije za gretje in hlajenje nižja od predvidene.

Prav tako je treba omeniti, da je bil izračun predviden za štiričlansko družino. Zaradi zdravstvenih težav starih staršev lastnikov sta oba bivala v hiši vsaj pol leta, torej se je tudi potrošnja povečala. To je najlažje razvidno iz razlike v strošku porabe v gospodinjstvu, t. i. hišne porabe. Kljub temu pa je lepo razvidno, da je generalno ostala dejanska poraba v okviru grobo preračunane predvidene ali ocenjene porabe energije.

Leta 2018 je bilo kar nekaj intenzivnih temperaturnih sprememb. V zimskem času je bilo kar nekaj obdobji zaznamovanih z ekstremno nizkimi temperaturami, kar je možno opaziti tudi v podrobnem pregledu porabe energije po posameznih tednih, mesecih in nato skupaj na letni ravni, kar je razvidno z grafa 6.

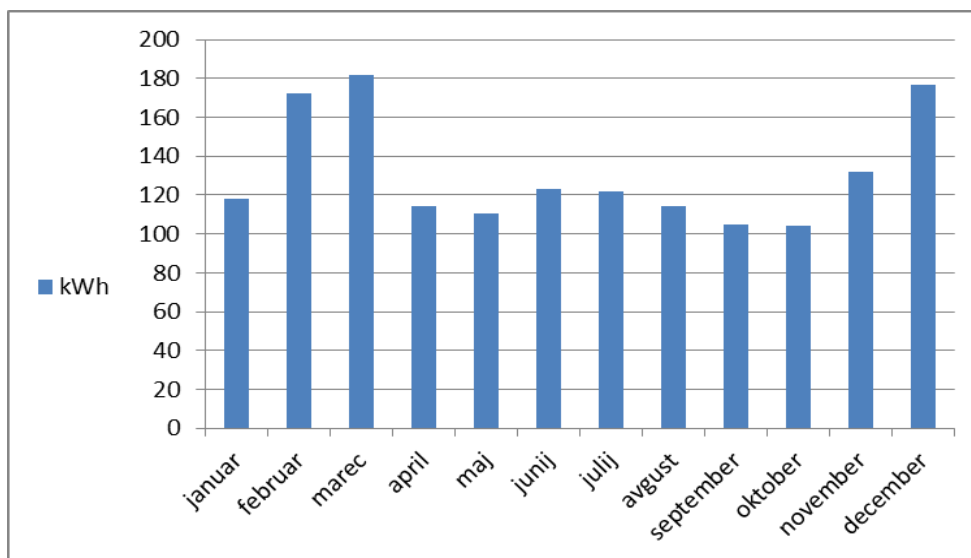


Graf 6: Prikaz predvidenih in dejanskih stroškov porabljene električne energije na letni ravni (Lastni vir)

Dejanska poraba energije na letni ravni

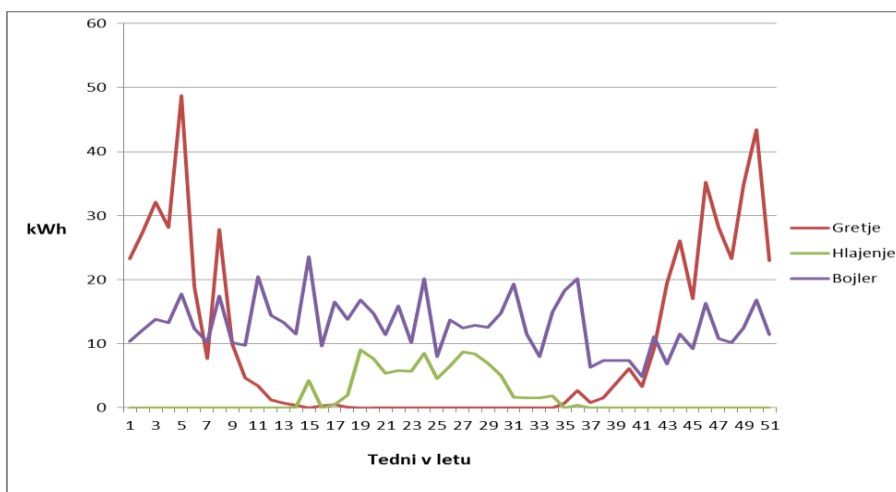
Z grafa 7 je mogoče razbrati, da je januarja nerazumljivo nižja poraba celotne električne energije kot decembra in februarja. Po temeljitem pregledu in po pogovoru z lastniki smo ugotovili, da je to posledica vsakoletnega zimskega

dopusta, saj lastnikih običajno odidejo vsaj za 14 dni na smučat v tujino. Takrat je delovanje toplotne črpalke znižano na minimum, vključno s talnim gretjem prostorov in gretjem sanitarne vode. Tako pride do občutne razlike v porabljeni energiji v januarju.



Graf 7: Poraba energije na mesečni ravni za obdobje enega leta
(Lastni vir)

Za lažjo predstavbo je v preglednici podatkov (priloga 8) možno videti odčitane podatke porabljene električne energije na tedenski ravni za leto 2018. Iz preglednice je ustvarjen prikaz podatkov na grafu 8.



Graf 8: Prikaz porabe v kWh za posamezni teden v letu 2018
(Lastni vir)

6 ANALIZA REZULTATOV

6.1 UGOTOVITVE NA PODLAGI PODATKOV DEJANSKE IN PREDVIDENE PORABE ENERGIJE

Po podrobnem pregledu ugotovimo, da poraba energije na letni ravni niha. Izmenjujeta se dve ključni obdobji, kjer je poraba povišana zaradi ekstremno hladnejših ali ekstremno toplejših tednov. V teh zimskih in poletnih mesecih se poraba zaradi hlajenja oz. ogrevanja zviša.

Kot je bilo že omenjeno, lahko na podatkih, kjer so nerazumljivi ekstremi, na tedenski ravni ugotovimo, da gre za enkratne dogodke, ki so lahko posledica:

- različnega števila družinskih članov (spremenjena poraba vode),
- dopustov oz. daljše odsotnosti (minimalne nastavitve ogrevanja/hlajenja),
- prehodna obdobja z izmenjavo hlajenja in gretja na dnevni ravni.

Prav tako je treba omeniti, da se bo poraba v prihajajočih letih še dodatno znižala, saj je treba kar nekaj časa spremljati porabo in spremembe v trenutnem okolju objekta, da bi se lahko pravilno namestilo optimalno delovanje toplotne črpalke, sistema aktivnega prezračevanja, hlajenja in gretja.

Precej je odvisno tudi od navad stanujočih članov, saj tako kot se razlikujemo po karakterjih in običajih, se tudi naše potrošniške navade razlikujejo, kar se lahko opazi tudi na preseku porabe energije, in sicer:

- koliko tople/hladne vode porabimo,
- kdaj in kako uporabljamo pralni in sušilni stroj,
- kako skrbimo za pravilno senčenje objekta/hiše.

6.2 PREVERJANJE HIPOTEZ

H1: Projekt je kljub visoko kakovostnim vložkom in izdelavi na ključ ekonomsko upravičen in je likviden z vidika investitorja. POTRJENA.

Formula po metodi sedanje vrednosti projekta, kjer mora biti na koncu sedanja vrednost projekta večja, kot če bi vložili denar v obveznice RS 76 (3,125 %), privede do potrditve prve hipoteze. S to formulo izračunamo, koliko denarja bi morali imeti danes, da bi v določenem času z naložbo pri določeni donosnosti dosegli določeno prihodnjo vrednost:

$S_d = 211.845,00$ EUR,

$S_o = 144.233,00$ EUR,

S_d (pri diskontnem faktorju $r = 3,125$ %) = 146.290,39 EUR,

So (pri diskontnem faktorju $r = 3,125\%$) = 144.233,00 EUR.

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1+r)^i} = 146.290,39 \text{ EUR} - 144.233,00 \text{ EUR} \\ = 2.057,39 \text{ EUR}$$

Iz preglednice podatkov v tabeli 8 je lepo razvidno, da celotni odhodki So pomenijo naložbo v projekt, prihodki Sd pa neto prihodke, ki so rezultat poračuna stroškov. Vsota neto prihodkov se diskontira po diskontni stopnji $r = 3,125\%$ (obveznice RS76), s čimer upoštevamo časovne preference in prilagodimo oz. diskontiramo prihodke in odhodke na primerljive veličine. S tem se izpolni oz. je izpolnjen pogoj $Sd > So$, kar pomeni, da je dani projekt ekonomsko sprejemljiv, prav tako je likviden in hipoteza je potrjena.

H2: Projekt pri 10-odstotni podražitvi stroškov gradnje ni več ekonomsko upravičen s strani investitorja. POTRJENA.

Potrditev te hipoteze najdemo pri oceni tveganja in negotovosti, kjer leži obrazložitev hipoteze v formuli za izračun po metodi sedanje vrednosti projekta.

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1+r)^i} = 146.290,39 \text{ EUR} - 166.733,00 \text{ EUR} = \\ = -20.442,61 \text{ EUR}$$

Podrobnejši pregled preglednice podatkov v tabeli 11 kaže, da ni več izpolnjen pogoj $Sd > So$, kar pomeni, da dani projekt ni več ekonomsko sprejemljiv. To potrjuje, da je bil dani projekt že od samega začetka ekonomsko zelo nestabilen in ni fleksibilen oz. je bil na samem robu rentabilnosti in likvidnosti.

H3: Projekt glede na porabo energije zaradi realizacije lastnih želja investitorji pripeljejo do zmanjšanja energijske učinkovitosti. POTRJENA.

H4: Velikost panoramskih stekel, oken in zunanjih steklenih sten ne vpliva na zmanjšanje energijske učinkovitosti objekta. OVRŽENA.

Odgovor in obrazložitev tretje in četrte hipoteze temeljita na študijah in raziskavah v tujih strokovnih člankih. Natančneje gre za dva članka, ki opisujeta energijsko učinkovitost v povezavi in odvisnosti od posameznih parametrov. Prvi članek je napisal lokalni gradbeni inženir, ki je v Avstraliji naredil študijo nizkoenergijskih hiš, katerih cilj je temeljil na izkoriščanju toplotne energije svetlobe, toplotno maso konstrukcije in internega ventilacijskega sistema. Ampak po nadaljnjih raziskavah je bilo ugotovljeno, da je ta projekt razdružilo skupno mišljenje različnih raziskovalcev glede neposvečenih delov oz. pomanjkljivosti pasivnih hiš. Skupno vsem je bilo

mišljenje o popolni zračni tesnosti objektov, mehanični ventilaciji in zasnovi objektov le na podlagi energijskega modeliranja in programov za dizajniranje na podlagi izračunov energije. Rezultat raziskav je bila študija, ki je zasnovala objekt pasivne gradnje, ki virtualno ne potrebuje nobenega gretja pri nočnih temperaturah $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ niti hlajenja pri dnevnih temperaturah do $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Prav tako pa je celoletna energijska bilanca oz. poraba energije objekta manjša do 64 % glede na okoliške objekte v istem mestu. V članku je posebej poudarjeno, da so za zmanjšanje stroškov in racionaliziranje porabe energije najpomembnejši naslednji parametri: debelina izolacije, tip okenskih okvirov, izolacijski faktor stekel, solarni faktor stekel, velikost in pozicija oken ter učinkovit sistem aktivnega prezračevanja za razporeditev in vračanje energije v objektu (Truong in Garvie, 2017).

Nato je podrobno opisan vsak parameter posebej z natančnimi primerjavami in izračuni. Za tretjo in četrto hipotezo so pomembne trditve o občutljivosti energijske učinkovitosti na posamezne parametre, še posebno na lastnosti oken, ki je najpomembnejši parameter glede velikosti oken in ustreznega senčenja. Raziskave kažejo, da so zračno tesni okviri in zračno tesna stekla (termopani) kar za 33 % bolj energijsko varčni kot pa navadni okviri iz enakega materiala. Prav tako raziskava kaže, da morajo biti okenska stekla vsaj iz dveh delov zračno tesnih stekel oz. iz dveh termopanov. Zelo pomembno je tudi ustrezno senčenje v kombinaciji z zunanje in notranje strani, saj zunanje senčenje poleti preprečuje nezdravo sevanje in segrevanje tako oken kot okvirov. V zimskem času pa je ustreznejše notranje senčenje, da lahko svetlobna energija segreje okna in okvire ter prepreči vdor prekomerne svetlobe v notranjost objekta (Truong in Garvie, 2017).

Prav tako je zelo pomemben drugi članek, ki se nanaša na ustreznost izbire oken in zunanjih steklenih sten kot pomemben faktor pri skoraj ničenergijski hiši. Z zmanjševanjem kakovosti in povečanjem površine t. i. fasadnih oken se občutno zmanjša energijska učinkovitost celotnega objekta in počutje pri bivanju v njem. Ta članek se osredotoča na to, kako pomembno je razmerje med velikostjo, orientacijo in faktorjem tesnosti pri fasadnih oknih s primerom gradnje skoraj ničenergijskih hiš na Danskem. V članku se opisno prikaže, kako pomemben je ta parameter za potrebo po energiji za ogrevanje in hlajenje objekta, udobju topotne bilance v objektu in osvetlitvi oz. količine svetlobe v objektu. Kot rečeno, imajo okna velik vpliv na potrebo po energiji oz. porabo energije pri objektu in tudi na notranje počutje oz. notranje okolje objekta. Nasprotje med potrebo po svetlosti v objektu (večja okna) in ekonomičnostjo pri porabi (manjša okna) je glavna problematika, ki se lahko rešuje za vsak prostor objekta ločeno. V bivalnih in delovnih prostorih torej potrebujemo velika okna. Da bi izkoristili svetli del dneva, je treba pri zasnovi objekta te prostore obrniti proti jugu, kjer je najprijetnejši in najučinkovitejši del dnevne svetlobe in njene toplotne energije. V spalnih predelih in predelih shrambe pa je količina svetlobe nepomembna, zato se ti deli pri zasnovi planirajo na severno stran, tako da se

postavijo majhna okna z minimalnimi izgubami (Vanhouetteghem, Skarning, Hviid, Svendsen, 2015).

Za komercialne oz. poslovne stavbe je bilo do sedaj narejenih dosti študij, za stanovanjske hiše pa ne toliko. Dolgo je veljalo, da velikost oken zanesljivo vpliva na porabo energije, predvsem v zimskih obdobjih za ogrevanje. Potem pa je izšla študija, ki so jo avtorji tega članka navedli kot zanimivo, da pri pasivnih hišah na Švedskem, katerih gradnja je maksimalno strokovno preiščena od zasnove do realizacije, velikost oken ne vpliva na energijsko bilanco objekta in problematiko dobro izoliranih pasivnih hiš usmerjajo na pregrevanje. Avtorjem članka Perssonu, Roosu in Wallu (2006, str. 185) se to ni zdelo smiselno, zato so se odločili za študijo, ki bi dokazala zastavljeno vprašanje glede velikosti oken in v našem primeru definirala hipotezo. Da bi lahko naredili smiselno primerjavo, se niso osredotočili na več primerljivih objektov na isti lokaciji, ampak so zaradi boljše primerjave vzeli analizo posameznega prostora. Za prostor z enako gradnjo, enakimi izolacijami in enako temperaturno bilanco so naredili primerjavo z različnimi tipi oken (Persson, Roos in Wall, 2006).

Po dveh navidezno nasprotujočih si trditvah o vplivu velikosti oken pri energijski bilanci nizkoenergijskih hiš skozi študijo avtorja članka, ki prikaže kup izračunov na podlagi dejanski odčitkov, ugotovimo sledeče:

- velikost oken nedvomno vpliva na energijsko bilanco in porabo energije,
- orientacija oken v še večji meri vpliva na energijsko bilanco in na porabo energije,
- kombinacija velikosti in orientacije pa lahko eksponentno pozitivno ali negativno vpliva na energijsko bilanco in porabo energije,
- pri primeru enake velikosti in orientacije pa ima največji vpliv ustrezno ali neustrezno senčenje, ki vpliva na energijsko bilanco in na porabo energije,
- prav tako postavitev objekta in geometrija posameznega prostora v objektu še dodatno negativno ali pozitivno vplivata na orientacijo in velikost oken ter senčenje, kar pripelje do velikega vpliva na energijsko bilanco in porabo energije.

H5: Sistem aktivnega prezračevanja je obvezna sestavina strojne opreme pri nizkoenergijski hiši. POTRJENA.

H6: Sistem aktivnega prezračevanja je sistem brez pomanjkljivosti, ki deluje brezhibno v vsakem okolju in enakovredno pri vseh stopnjah vlažnosti. OVRŽENA.

V vseh strokovnih člankih, ki se navezujejo na objekte z učinkovito rabo energije, trajnostni razvoj in okolju prijazni gradnji objektov, so kot ključne sestavine za doseganje standardov energijsko varčnih objektov navedeni:

- ustrezna gradnja z vidika orientacije objekta,
- ustrezna izolacija in zračna tesnost objekta,
- sistem aktivnega prezračevanja,
- učinkovita raba primarne in sekundarne energije.

V diplomskem delu se nenehno poudarja največji pomen energijske bilance objektov, ki so temelj definicije nizkoenergijskih hiš. Pri tem je eden pomembnejših parametrov sistem aktivnega prezračevanja, ki skrbi za ustrezen prenos toplote in učinkovito tesnost objekta z maksimalno kakovostjo notranjega okolja v objektu. To je navedeno v zakonodaji v 3. poglavju, podprto z navedbo v točki 4.2 z obveznimi strojnimi komponentami pri poglavju 4, in na koncu definirano kot glaven parameter v vseh povzetkih predhodno predstavljenih strokovnih člankov. S tem se potrди hipoteza, da je sistem aktivnega prezračevanja nujno potreben parameter oz. komponenta strojne opreme pri nizkoenergijskih hišah.

Obrazložitev šeste hipoteze je pridružena obrazložitvi pete zaradi skupne tematike. Hipoteza je ovržena na podlagi debate v intervju z investitorjem (priloga 9), kjer je sam kot strokovna oseba ovrigel hipotezo na danem primeru, ko je kot pomanjkljivost gradnje navedel manjkajoči sistem vlaženja zraka, ki deluje in dopolnjuje ustrezno delovanje aktivnega prezračevanja. Prav tako je zadeva omenjena v vseh strokovnih člankih v prilogi kot pomanjkljiv sistem, katerega negativni vplivi se odražajo na neustreznem okolju znotraj objekta kot posledica viška oz. manka vlage, neustreznega počutja na račun vlage in nezdravega okolja zaradi kondenzacije ali presuhega zraka v objektu.

H7: Predvidena in dejanska energijska učinkovitost na danem primeru projekta sta lahko enaki. OVRŽENA.

Obrazložitev zadnje hipoteze temelji na danem primeru v danem časovnem obdobju, saj so podatki za dejansko porabo zajeti v letu 2018. Se pravi, da bi lahko in bi zanesljivo bili v drugem časovnem obdobju drugačni, saj se vreme spreminja iz dneva v dan, podnebje pa iz leta v leto. Predvidena energijska učinkovitost za leto 2018 temelji na izračunih porabe pod idealnimi pogoji posameznih komponent strojne opreme in preostalih gospodinjstskih porabnikov. Če se osredotočimo samo na porabnike strojne opreme, lahko na danem primeru ugotovimo, da je učinkovitost odvisna od porabe, poraba pa je odvisna od optimalnega delovanja strojne opreme. Navsezadnje pa je optimalno delovanje predvideno v idealnih pogojih (npr. optimalno delovanje z maksimalnim izkoristkom toplotne črpalke med temperaturo – 2 °C in +10 °C), ki so žal odvisni od vremena oz. podnebja in navsezadnje od sezonskih oz. letnih podatkov. Skratka, kot je prikazano v petem poglavju pod točko 5.3, v tabeli 14 s prikazom predvidene in dejanske porabe, je možno videti porabo za posamezne komponente strojne opreme. Pomembne so predvsem tiste (hlajenje, ogrevanje, toplotna črpalka), ki so neodvisne od navad uporabnikov oz. porabnikov.

Možno je videti, da so kljub dobrim pogojem in ugodnim temperaturam v zajetem časovnem obdobju razlike med predvidenim in dejanskim stanjem. Prav tako je v strokovnih člankih definirano, da so energijska učinkovitost, učinkovita raba in energijska bilanca odvisni od podnebja in vremena v zajetem letu (Dakwalea, Ralegaonkar in Mandavgane, 2011).

7 ZAKLJUČEK

Cilj EU in celotnega sveta je zmanjšati porabo energije, s čimer uresničujemo cilj trajnostnega razvoja za ohranjanje naravnih virov za prihodne generacije. Prav tako pa je treba omejiti in maksimalno usmeriti ves trud v zmanjšanje nastajanja toplogrednih plinov in njihovih učinkov, tako da bi se lahko zagotovilo dobro stanje okolja za naslednje generacije. Način za doseganje teh ciljev tiči v energijsko učinkoviti gradnji vseh objektov. Zanimivo dejstvo je namreč, da za gradnjo objektov na svetovni ravni porabimo eno šestino vse porabljene vode, eno četrtno vsega posekanega gozda in dve petini vseh polproizvodov teh surovin. Zato je še toliko pomembnejše resno vzeti dejstvo, da je nujno treba zmanjšati in racionalizirati vso porabo energije, vso porabo primarnih surovin in zmanjšati emisije toplogrednih plinov, da bi se dosegla maksimalna energijska učinkovitost. To lahko dosežemo z učinkovito izrabo primarne energije, nadomeščanjem primarnih energijskih virov s sekundarnimi in maksimalnem izkoristku pri optimalnem delovanju porabnikov. Zavedati se je treba, da je gradnja objektov druga po porabi energije, takoj za industrijo.

Cilj gradnje nizkoenergijske hiše je bil, da dejansko zmanjšamo stroške in povečamo učinkovitost rabe energije. Kot je razvidno, je v diplomski nalogi poudarjena raznolikost mišljenja z vidika arhitekta, gradbenega inženirja in končne odločitve investitorjev za izgradnjo hiše. Prav zaradi želja lastnikov so nekateri posegi pri gradnji povečali udobnost in zeleno ugodnost bivanja. S tehničnega vidika pa so te želje pripomogle k manjši realizaciji oz. manjši dejanski učinkovitosti. Navsezadnje pa je treba poudariti, da je bil projekt z vidika arhitekture in gradbeništva odlično zasnovan in prav tako tudi odlično izveden. S pomočjo doseženih kompromisov med željami lastnika in priporočili gradbenikov se je doseglo maksimalno energijsko učinkovitost pri danih pogojih, zato lahko rečemo, da je projekt uspešno izveden.

LITERATURA IN VIRI

CoNEZs (2019). Zakaj so skoraj nič-energijske stavbe prava odločitev. Pridobljeno 29. 2. 2020 z naslova https://www.conzebs.eu/images/CoNZEBS_brochure_SLO_web.pdf.

Eur-lex.europa.eu (2018). Energetska učinkovitost stavb. Pridobljeno 1. 3. 2020 z naslova <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=LEGISSUM%3Aen0021>.

Grobovšek, B. (17. februar 2008). Načrtovanje nizkoenergijske ali pasivne hiše. *Novogradnje*. Pridobljeno 25. 2. 2020 z naslova https://www.novogradnje.com/Clanki/Nacrtovanje_nizkoenergijske_ali_pasivne_hise.html.

Inpro 22. Pures (2010). Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Dosegljivo 20. 5. 2018 na naslovu <http://www.inpro-projektiranje.com/pures-2010/pures-2010-pravilnik-o-ucinkoviti-rabi-energije.html>.

Ionescu, C., Baracu, T., Vlad, G.-E., Necula, H. in Badea, A. (2015). The historical evolution of the energy efficient buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49(september), 243–253.

Ionescu, G. L. (2017). Passive house. *Journal of Applied Engineering Sciences*, 7(20), 23–27.

Mcsolar (b. l.). Pridobljeno 1. 3. 2020 z naslova www.mcsolar.hr.

Ministrstvo za infrastrukturo (2015). Akcijski načrt za skoraj ničenergijske stavbe za obdobje do leta 2020 - AN sNES. Pridobljeno 1. 3. 2020 z naslova https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/slovenia_adopted_2015.pdf

NorthPass (2012). *NorthPass – Promotion of the Very Low-Energy House Concept to the North European Building Market*. Pridobljeno 25. 2. 2020 z naslova https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/northpass_low_energy_house_concepts_en.pdf

Our Energy (2015). Low energy, passive and zero-energy houses. Pridobljeno 19. 5. 2018 z naslova https://www.ourenergy.com/low_energy_passive_and_zero_energy_houses.html.

Papler, D. (2017). *Ekonomika varstva okolja*. Zapiski predavanj. Kranj: B&B Visoka šola za trajnostni razvoj.

Persson, M.-L., Roos, A. in Wall, M. (2006). Influence of window size on the energy balance of low energy houses. *Energy and Buildings*, 38(3), str. 181–188.

Prek, M., Stritih, U. in Butala, V. (2010). Metodologija izračuna kazalnikov rabe energije, Eges. Pridobljeno 20. 5. 2018 z naslova <http://www.e-m.si/media/eges/casopis/2010/4/14.pdf>.

Služba za varstvo okolja (b. l.). Energetska učinkovitost. *Gospodarska zbornica Slovenije*. Pridobljeno 1. 3. 2020 z naslova https://www.gzs.si/skupne_naloge/varstvo_okolja/vsebina/Podnebnepremembe/Dir_ektiva-o-energetski-u%C4%8Dinkovitosti.

Smernica za trajnostno gradnjo (2013). Ljubljana: Inženirska zbornica Slovenije. Pridobljeno 23. 2. 2020 z naslova http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/publikacije-IZS/Smernice_IZS/Smernica-TG-final-smal.pdf

Sustainable energy regulation and policymaking training manual (2009). Pridobljeno 25. 2. 2020 z naslova https://www.unido.org/sites/default/files/2009-02/Module18_0.pdf.

Šijanec Zavrl, M. (2018). *Učinkovita raba energije in stavbe*. Učno gradivo k temi za predmet: Energetska infrastruktura. Ljubljana: Evropska pravna fakulteta.

Thullner, K. (2010). Low-energy buildings in Europe - Standards, criteria and consequences. Pridobljeno 19. 5. 2018 z naslova <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=1585765&fileId=1585770>.

Truong, H. in Garviam A. M. (2017). Chifley Passive House: A Case Study in Energy Efficiency and Comfort. *Energy Procedia*, 121, 214–221.

Vanhoutteghem, L., Skarning, G. C. J., Hviid, C. A. in Svendsen, S. (2015). Impact of façade window design on energy, daylighting and thermal comfort in nearly zero-energy houses. *Energy and Buildings*, 102, 149–156.

Vaidehi, A. Dakwalea, Ralegaonkar, V. R., Mandavgane, S. (2011). Improving environmental performance of building through increased energy efficiency: A review. *Sustainable Cities and Society* 1, 211–218.

Vodateh (b. l.). Pridobljeno 19. 5. 2018 z naslova www.vodateh.si.

PRILOGE

Priloga 1: Naložba razčlenjena na posamezne postavke ali rekapitulacija naložbe

REKAPITULACIJA

A./	GRADBENA DELA	OBRAČUN
A1.0	PRIPRAVLJALNA DELA	1.060,00 EUR
A2.0	ZEMELJSKA DELA	3.788,35 EUR
A3.0	BETONSKA DELA	18.290,44 EUR
A4.0	TESARSKA DELA - OPAŽ	6.165,05 EUR
A5.0	ZIDARSKA DELA	22.995,78 EUR
A6.0	FASADERSKA DELA	8.141,00 EUR
A7.0	DODATNA GRADBENA DELA	4.093,54 EUR
A8.0	ZUNANJA UREDITEV	12.312,00 EUR
A9.0	NASUTJE	15.875,00 EUR
	SKUPAJ GRADBENA DELA	92.721,17 EUR
B./	OBRTNIŠKA DELA	
B1.0	KROVSKA DELA	12.367,00 EUR
B2.0	KLEPARSKA DELA	3.208,42 EUR
B3.0	KLJUČAVNIČARSKA DELA	8.137,00 EUR
B4.0	MIZARSKA DELA	1.785,00 EUR
B5.0	STAVBNO POHIŠTVO	21.407,50 EUR
B6.0	ESTRIH	5.338,85 EUR
B7.0	TLAKARSKA DELA	9.883,25 EUR
B8.0	KERAMIČARSKA DELA	18.354,68 EUR
B9.0	SLIKOPLESKARSKA DELA	6.519,00 EUR
B10.0	MONTAŽERSKA DELA	16.973,22 EUR
B11.0	STEKLARSKA DELA	4.215,00 EUR
	SKUPAJ OBRTNIŠKA DELA	108.188,92 EUR
C./	STROJNE INSTALACIJE	
C1.0	STROJNE INSTALACIJE	28.587,62 EUR
C1.1	SANITARNA KERAMIKA	5.556,43 EUR
C1.2	PIPE	6.517,55 EUR
C1.3	PREZRAČEVANJE	8.764,20 EUR
C1.4	MALA ČISTILNA NAPRAVA + VODOHRAM	4.078,20 EUR
	SKUPAJ STROJNE INSTALACIJE	53.504,00 EUR
D./	ELEKTRO INSTALACIJE	

D1.0	ELEKTRO INSTALACIJE	12.350,00 EUR
D1.1	LUČI	5.719,09 EUR
SKUPAJ ELEKTRO INSTALACIJE		18.069,09 EUR
E./	ZUNANJA UREDITEV	
E1.0	ZIDARSKO	5.200,00 EUR
E2.0	ŠTOKANJE	2.843,00 EUR
E3.0	ASFALT	9.872,00 EUR
E4.0	PERGOLA	4.452,32 EUR
E5.0	SENČENJE	5.112,60 EUR
SKUPAJ ZUNANJA UREDITEV		27.479,92 EUR
F./	OPREMA	
F1.0	KAMIN	3.281,45 EUR
F2.0	DRUGA OPREMA	21.687,60 EUR
F3.0	SAVNA	4.562,00 EUR
F4.0	BELA TEHNIKA	4.405,25 EUR
G./	ZEMLJIŠČE	
G1.0	NAKUP ZEMLJIŠČA	71.500,00 EUR
G2.0	IZDELAVA DOKUMENTACIJE	5.120,00 EUR
G3.0	ODVETNIK IN NOTAR	2.893,60 EUR
G4.0	TAKSE IN PRISPEVKI	13.820,00 EUR
SKUPAJ ZEMLJIŠČE		93.333,60 EUR
SKUPAJ z DDV		427.233,00 EUR

Priloga 2: Preglednica podatkov za skupni denarni tok in graf 1

Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Leto		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
I. SKUPNI DONOS	639078	429953	8.365,00 €	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365
Lastna sredstva	427233	427233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eko sklad	2720	0	2720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Privarčevano	209125	0	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365
II. SKUPNI ODHODKI	438233	438233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naložba v osn. sred.	427233	427233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stroški vzdrževanja	11000	0	0	0	0	0	0	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Zakonske obveznosti	0																										
NETO SKUPNI DONOS	200845	0	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034	8034
KOMULATIVNI SKUPNI DONOS		0	8034	16068	24101	32135	40169	48203	56237	64270	72304	80338	88372	96406	104439	112473	120507	128541	136575	144608	152642	160676	168710	176744	184777	192811	200845

Priloga 3: Preglednica podatkov za realni denarni tok in graf 2

Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Leto		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
I. SKUPNI DONOS	494845	285720	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365
Sredstva	283000	283000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eko sklad	2720	0	2720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Privarčevano	209125	0	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365
II. SKUPNI ODHODKI	155233	155233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naložba v osn. sred.	144233	144233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stroški vzdrževanja	11000	0	0	0	0	0	0	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Zakonske obveznosti	0																										
NETO SKUPNI DONOS	339612	0	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584
KOMULATIVNI SKUPNI DONOS		-155233	-141649	-128064	-114480	-100895	-87311	-73726	-60142	-46557	-32973	-19388	-5804	7781	21365	34950	48534	62119	75703	89288	102872	116457	130041	143626	157210	170795	184379

Priloga 4: Preglednica podatkov za družbeni denarni tok in graf 3

Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Leto		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
I. SKUPNI DONOS	494845	285720	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365
Sredstva	283000	283000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eko sklad	2720	0	2720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Privarčevano	209125	0	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365
II. SKUPNI ODHODKI	155233	155233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naložba v osn. sred.	144233	144233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stroški vzdrževanja	11000	0	0	0	0	0	0	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Zakonske obveznosti	0																										
NETO SKUPNI DONOS	339612	0	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584	13584
KOMULATIVNI SKUPNI DONOS		-155233	-141649	-128064	-114480	-100895	-87311	-73726	-60142	-46557	-32973	-19388	-5804	7781	21365	34950	48534	62119	75703	89288	102872	116457	130041	143626	157210	170795	184379

Priloga 5: Preglednica podatkov za realni denarni tok pri zvišanju stroškov gradnje za 10 % in graf 4

Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Leto		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
I. SKUPNI DONOS	494845	285720	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365
Sredstva	283000	283000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eko sklad	2720	0	2720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Privarčevano	209125	0	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365	8365
II. SKUPNI ODHODKI	177733	177733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naložba v osn. sred.	166733	166733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stroški vzdrževanja	11000	0	0	0	0	0	0	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Zakonske obveznosti	0																										
NETO SKUPNI DONOS	317112	0	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684	12684
KOMULATIVNI SKUPNI DONOS		-177733	-165049	-152364	-139680	-126995	-114311	-101626	-88942	-76257	-63573	-50888	-38204	-25519	-12835	-150	12534	25219	37903	50588	63272	75957	88641	101326	114010	126695	139379

Priloga 6: Preglednica podatkov za realni denarni tok z upoštevanjem analize stroškov in koristi

Stanje	Skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Leto		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
I. SKUPNI DONOS	487295	285720	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063
Sredstva	283000	283000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eko sklad	2720	0	2720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Privarčevano	201575	0	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063	8063
II. SKUPNI ODHODKI	137133	137133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naložba v osn. sred.	126133	126133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stroški vzdrževanja	11000	0	0	0	0	0	0	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Zakonske obveznosti	0																										
NETO SKUPNI DONOS	350162	0	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006	14006
KOMULATIVNI SKUPNI DONOS		-137133	-123127	-109120	-95114	-81107	-67101	-53094	-39088	-25081	-11075	2932	16938	30945	44951	58958	72964	86971	100977	114984	128990	142997	157003	171010	185016	199023	213029

Priloga 7: Preglednica podatkov s primerjavo ekonomskih kazalnikov

	Optimalno delovanje brez vplivov	Povečanje stroškov 10%	Cost-Benefit analiza
Kumulativno skupni donosi	200.845 €	200.845 €	193.295 €
Prihodki	211.845 €	144.233 €	201.575 €
Odhodki	144.233 €	166.733 €	126.133 €
Doba vračanja naložbe (let)	17,95 let	20,75 let	16,31 let
Kazalnik gospodarnosti	1,02	1,12	1,01
Kazalnik donosnosti naložbe (%)	6,01%	44,73%	19,15%
Kazalnik donosnosti odhodkov (%)	2,82%	12,10%	11,87%
ISD (%)	4,20	1,96	4,19

Priloga 8: Preglednica podatkov za porabo v kWh za posamezni teden v letu 2018

DNEVNI ODČITKI IN IZRAČUN PORABE ENERGIJE kWh						
Dni	Gretje	Hlajenje	Bojler	SKUPAJ	OSTALO	SKUPAJ
7,00	23,29		10,43	33,71	11,60	45,31
7,00	27,43		12,14	39,57	13,00	52,57
7,00	32,14		13,86	46,00	10,63	56,63
7,00	28,14		13,29	41,43	15,51	56,94
7,00	48,80		17,80	66,60	15,36	81,96
7,00	18,91		12,34	31,26	10,70	41,95
7,00	7,71		10,29	18,00	12,20	30,20
7,00	27,86		17,43	45,29	15,81	61,10
7,00	10,00		10,18	20,18	10,55	30,73
7,00	4,71		9,82	14,53	14,21	28,74
7,00	3,43		20,43	23,86	14,31	38,17
7,00	1,29		14,43	15,71	12,37	28,09
7,00	0,71		13,29	14,00	10,70	24,70
7,00	0,43	0,14	11,57	12,00	10,84	22,84
7,00		4,29	23,57	23,57	12,59	36,16
7,00	0,29		9,71	10,00	16,29	26,29
7,00	0,57	0,57	16,57	17,14	11,93	29,07
7,00	0,14	2,00	13,86	14,00	12,64	26,64
7,00		9,00	16,86	16,86	21,87	38,73
7,00		7,71	14,71	14,71	23,63	38,34
7,00		5,43	11,43	11,43	15,53	26,96
7,00		5,86	15,86	15,86	18,83	34,69
7,00		5,71	10,14	10,14	15,44	25,59

7,00		8,57	20,14	20,14	25,13	45,27
7,00		4,57	8,00	8,00	27,03	35,03
7,00		6,57	13,71	13,71	8,04	21,76
7,00		8,71	12,43	12,43	16,23	28,66
7,00		8,43	12,86	12,86	16,07	28,93
7,00		7,00	12,57	12,57	18,34	30,91
7,00		5,14	14,71	14,71	15,01	29,73
7,00		1,71	19,29	19,29	17,26	36,54
7,00		1,57	11,57	11,57	10,74	22,31
7,00		1,57	8,00	8,00	8,16	16,16
7,00		1,86	15,00	15,00	15,01	30,01
7,00	0,71		18,29	19,00	11,26	30,26
7,00	2,71	0,43	20,14	22,86	13,99	36,84
7,00	0,86		6,29	7,14	8,04	15,19
7,00	1,57		7,43	9,00	13,31	22,31
7,00	3,86		7,43	11,29	14,83	26,11
7,00	6,14		7,43	13,57	14,51	28,09
7,00	3,29		4,86	8,14	9,19	17,33
7,00	9,29		11,14	20,43	19,09	39,51
7,00	19,43		6,86	26,29	9,96	36,24
7,00	26,14		11,57	37,71	12,46	50,17
7,00	17,00		9,29	26,29	4,11	30,40
7,00	35,29		16,29	51,57	39,23	90,80
7,00	28,14		10,86	39,00	-1,26	37,74
7,00	23,29		10,14	33,43	15,11	48,54
7,00	34,86		12,43	47,29	14,73	62,01
7,00	43,43		16,86	60,29	15,43	75,71
7,00	23,00		11,43	34,43	14,76	49,19

Priloga 9: Intervju z investitorjem po enoletnem bivanju v novogradnji

Po uvodni predstavitvi sem se pogovarjal z gospodom Brankom Žgurjem, ki je bil eden glavnih pobudnikov pri investitorjih za strokovno zasnovo in strokovni nadzor pri gradnji projekta nizkoenergijske hiše v naselju Drenik pri Škofljici. V pogovoru sva se poglobila v projekt skozi razna vprašanja, ki so prinesla kar nekaj zanimivih odgovorov in argumentov. V nadaljevanju predstavljam tri, ki so po moji izbiri najzanimivejša glede na tematiko diplomskega dela.

Kot je razvidno iz projektne dokumentacije in zasnove projekta, ste se odločili za kar 12 m povezanih steklenih površin v obliki panorame v dnevnem prostoru in dodatna okna v preostalih prostorih. Kaj vas pripeljalo do tega, da ste spregledali standarde in se odločili za to varianto?

»Naj poudarim, da je omenjeni projekt bil izvedba sanjske hiše oz. idejnega projekta, kjer smo želeli najprej realizirati želje investitorjev po udobju, lagodju bivanja v naravi, s pogledom na vse strani okoliških gora, gozdov in naše prestolnice. Šele po tem smo se odločili glede na te zahteve maksimalno vložiti v energijsko varčne in maksimalno učinkovite vložke, kar je prineslo kar nekaj stroškov. Vendar je treba poudariti, da smo uporabili za omenjeno stekleno panoramo kar petslojni termopan z aluminijastimi okvirji z dodatno izolacijo in sistemom hlajenja/dogrevanja stekel za minimalne izgube toplotne energije.«

Ste le z izbiro stekel omejili izgube in dosegli želeno optimalno energijsko bilanco objekta?

»Seveda ne. Poleg pravilne izbire stekel smo prav tako ustrezno izvedli senčenje s premičnimi dvoslojnimi pločevinastimi paneli, ki se samodejno prilagajajo na svetlobo in temperaturo, obenem pa nadzorujejo količino vhodne svetlobe in s tem sevanja toplote sonca. Poleg tega smo umestili odlično rekuperacijo (aktivno prezračevanje) za učinkovit pretok zraka in s tem temperature. Za konec smo poleg talnega gretja/hlajenja dodali še stropno gretje/hlajenje, za boljše počutje pa še IR-panele.«

Bi po enoletnem bivanju v hiši kakšno stvar glede na temo energijske učinkovitosti spremenili?

»Seveda bi se lahko marsikaj dalo spremeniti, dodelati in urediti. Čeprav je bilo v zasnovo hiše vloženega veliko truda in energije, se je na koncu izkazalo, da smo spregledali pomemben faktor. Zaradi velike količine sevanja sončne toplote, zelo učinkovitega sistema aktivnega prezračevanja in talno/stropnega gretja je v objektu zelo nizka vlaga v zraku. Ker tega nismo predvideli ob montaži rekuperacije, bo sedaj treba odšteti veliko več sredstev za montažo dodatnega sistema

navlaževanja. Če bi to predhodno vedeli, bi kupili rekuperacijo s sistemom za vlaženje zraka, kar bi predstavljalo veliko manj porabljenih sredstev, kot sedaj, ko je treba to dodatno namestiti na obstoječi sistem.«

Po končanem intervjuju sem si ogledal se makete realiziranega projekta in vso dokumentacijo, ki je bila narejena in zasnovana v času zasnove projekta.