

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**AKTIVNA HIŠA DRAGOMELJ – TEMELJ
ENERGETSKE UČINKOVITOSTI IN
TRAJNOSTNEGA RAZVOJA**

Kandidat: Gašper Fistravec

Vrsta študija: Študent izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Vladimir Dragorajac, uni. dipl. inž. gradb.

Mentor v podjetju: Nataša Teraž Krois, univ. dipl. inž. gosp.

Lektor: Dejan Rumež, prof. slov. in biol.

Maribor, december 2021

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Gašper Fistravec, sem avtor diplomskega dela z naslovom Aktivna hiša Dragomelj – temelj energetske učinkovitosti in trajnostnega razvoja, ki sem ga napisal pod mentorstvom Vladimirja Dragorajca, univ.dipl.inž. gradb.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, december 2021

Podpis študenta:

ZAHVALA

Največja zahvala gre moji partnerici Neji in sinu Nalu, ki sta mi skozi celoten študij in pri pisanju diplome stala ob strani.

Zahvaljujem se tudi mentorju g. Vladimirju Dragorajcu in mentorici ga. Nataši Teraž Krois za vso podporo in pomoč pri pisanju diplomskega dela.

POVZETEK:

Izbira teme diplomskega dela ni bila težavna, saj trenutno delam v podjetju, ki se ukvarja z montažo skoraj nič energijskih objektov. Lahko bi zapisali, da je gradnja skoraj nič energijskih in pasivnih objektov postala uveljavljen standard, medtem ko je aktivna hiša še stopnička višje v smeri trajnostne gradnje z izrabo obnovljivih virov energije in posledično znižanega vpliva na okolje. Naše podjetje je postavilo aktivno hišo v naselju Dragomelj pri Domžalah, ki je prva certificirana aktivna hiša s certifikatom Active House in prav tako tudi navdih za izdelavo diplomskega dela.

V diplomski nalogi bom predstavil osnovne značilnosti aktivne hiše, saj menim, da je skoraj nič energijska gradnja, gradnja prihodnosti. Osnova aktivne hiše je količina porabljene energije, saj lahko za hlajenje in ogrevanje aktivnega objekta porabimo tudi do desetkrat manj energije kot pri klasični gradnji. V idealnih razmerah pa aktivna hiša proizvede celo več energije kot je porabi.

Aktivna hiša torej predstavlja gradnjo, ki je korak naprej pri merilu skoraj nič energijske hiše - porabe pod 15kWh/m²a.

Pri projektiranju in gradnji aktivne hiše stremimo k temu, da uporabimo čim več naravnih materialov (les, celuloza, kamena volna, lesno vlaknene plošče), za katere je značilen pozitiven vpliv na okolje. Ta vpliv se ohranja tudi po končani uporabi, saj se lahko vgrajeni materiali ponovno uporabijo.

Glavne značilnosti načrtovanja aktivne hiše so: bivalno ugodje, vpliv na okolje in poraba energije.

Skozi projektno nalogo se bom podrobneje dotaknil zgoraj opisanih treh glavnih lastnosti aktivne hiše in jih podrobneje razdelal – prezračevanje, konstrukcija iz naravnih materialov, načrtovanje tlorisa, ogrevanje, naravna osvetlitev (steklene površine za skoraj nič energijsko gradnjo), ogrevanje s toplotno črpalko, toplotni pribitki, umestitev objekta na parcelo, sončna elektrarna, PHPP preračun, ipd. Koncept aktivne hiše predstavlja skupek rešitev s čim manj emisijami, katere imajo pozitiven vpliv na okolje in so s tem pripomogle h kvalitetnejšem življenju in bivanju za vse nadaljnje generacije. Če smo v preteklosti le redko zasledili gradnjo aktivnih hiš, se danes njihovo število vse bolj povečuje.

Ključne besede: *Aktivna hiša, bivalno ugodje, vpliv na okolje, energija, skoraj nič energijska gradnja.*

ABSTRACT

ACTIVE HOUSE DRAGOMELJ - THE CORNERSTONE OF ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Choosing the topic of this thesis was not a difficult task, as I am currently working at a company, which specializes in the installation of Nearly-Zero Energy Buildings. We could argue that while the construction of Nearly-Zero Energy and Passive House Buildings has become a recognized standard, the Active House is one step further in the field of sustainable construction, using renewable sources of energy which results in a lesser impact on the environment. Our company built the first certified Active House in Dragomelj, near Domžale, which was also the inspiration for the following paper.

This thesis will present the basic characteristics of an Active House, as it is my belief that Nearly-Zero Energy Building construction is the future. The basis of an Active House is the sum of all energy used, as we can use up to ten times less energy for cooling and heating an Active House than in conventional construction. Moreover, under ideal conditions, an Active House even produces more energy than it consumes.

Therefore, an Active House is a type of construction that presents a step forward on the scale of Nearly-Zero Energy Building construction, with consumption under 15kWh/m²a.

When designing and building an Active House we try to use as many natural resources as possible, e.g. wood, cellulose, stone wool and wood fiber boards, since they are known to have a positive impact on the environment. Furthermore, the installed materials can be reused. The main characteristics of designing an Active House: Living comfort, Environmental impact and Energy consumption.

Throughout this project, I will address the above mentioned characteristics of an Active House in a greater detail- ventilation, natural materials construction, ground plan, heating, natural lighting (glass surfaces for Nearly-Zero Energy Building construction), heat pump heating, heat surcharges, installing the building on land, solar power plants, PHPP calculation, etc. The concept of an Active House presents a sum of solutions with as little emissions as possible which have a positive impact on the environment and have consequently contributed to a better quality of life for all future generations. While the construction of Active Houses was quite rare in the past, nowadays, their number is increasing.

Keywords: *Active House, living comfort, environmental impact, energy, Nearly-Zero Energy Building*

KAZALO VSEBINE

1. UVOD.....	8
1.1. Opis področja in opredelitev problema	8
1.2. Namen, cilji in osnovne trditve.....	9
1.2.1. Namen in cilj	9
1.2.2. Hipoteze.....	9
1.2.3. Predpostavke in omejitve	10
1.2.4. Uporabljene raziskovalne metode	10
2. DELO V PROJEKTNi SKUPINI.....	11
3. TEORETIČNI DEL	15
3.1 Definicija skoraj nič energijske stavbe	15
3.1.1. Aktivna hiša v primerjavi z nizko energijsko gradnjo	16
3.2 Pogoji za postavitve skoraj nič energijske stavbe	16
3.3 Preračun PHPP	18
4. EMPIRIČNI DEL	20
4.1. Vzorčna hiša Lumar.....	20
4.2 Certifikat Active House	23
4.3. Konstrukcijski ovoj hiše	25
4.4 Koncept Lumar Zero Emission Living.....	28
4.4.1. Bivalno ugodje.....	29
4.4.2. Vpliv materialov na ugodje	32
4.4.3 Energija.....	33
4.5. Izvedba aktivne hiše	35
5. SKLEP	37
6. VIRI IN LITERATURA	40
Kazalo vsebine.....	40
7. PRILOGE	41

KAZALO SLIK

Slika 1 Vzorčna hiša Lumar v Dragomlju pri Domžalah	20
Slika 2 Tloris aktivne hiše v Dragomlju - pritličje	21
Slika 3 Tloris aktivne hiše v Dragomlju - nadstropje	22
Slika 4 Prerez aktivne hiše v Dragomlju	22
Slika 5 Stenski sestav Lumar Prestige	26
Slika 6 Količnik dnevne svetlobe na vzorčni hiši	30

KAZALO GRAFOV

Graf 1 Radar diagram Active House	24
Graf 2 Toplotno ugodje v aktivni hiši Lumar	31

1. UVOD

1.1. Opis področja in opredelitev problema

Veliko ljudi razmišlja o načrtovanju svoje prihodnosti. Ena izmed teh je gradnja svoje sanjske hiše. Velikokrat se pri tem porajajo vprašanja o načinu gradnje, ki ga bomo izbrali oz. gradnja, ki je za dane zmožnosti najbolj ugodna in nam bo prinesla korist na dolgi rok. Pri načrtovanju je vsekakor potrebno upoštevati tudi hitrost projektiranja, pridobitev gradbenega dovoljenja in možnost subvencionirane gradnje. Največkrat se investitorji z gradnjo ne zavedajo svojega posega v okolje in posledično vplivov, ki jih oddamo v okolje, saj je za enkrat še vedno v prvi vrsti vodilni dejavnik načrtovanja finančni okvir, ki pa je pri načrtovanju aktivne hiše kar nekaj odstotkov višji, kot pri klasični gradnji. Zmotno se mi zdi tudi razmišljanje, da so aktivne hiše modni trend oz. si jih lahko privoščijo samo ljudje z višjim dohodkom, pri tem pa pozabljamo, da bodo tudi naše generacije morale živeti na našem planetu. Pretirana onesnaženost okolja, izčrpavanje zemeljskih virov, vedno dražja energija, ipd. so pojmi, s katerimi se znova in znova srečujemo. Tukaj vidim glavno omejitev zakaj je aktivnih hiš v Sloveniji še vedno manj kot bi jih po mojem mnenju morale biti, vendar sem ob tem mnenja, da bomo v naslednjih letih oz. desetletjih začeli skrbeti za naš planet z energetske učinkovitimi objekti, ki bodo imeli najvišjo stopnjo izkoriščanja obnovljivih virov (energija sonca in okolja). Trend varovanja okolja se v prvi vrsti kaže z uporabo električnih avtomobilov, za katere države že razpisujejo subvencije, kar je pravilno. Po drugi strani pa zmotno, saj je subvencija za električno avto primerljiva s subvencijo za skoraj nič energijsko hišo, le da je vložek v hišo skoraj trikrat višji. Glede na to, da bodo evropski standardi za novogradnjo enostanovanjskih objektov vsako leto ostrejši, bi bilo smiselno predvidet dodatno denarno pomoč pri gradnji s strani skladov in države, saj se naravne surovine dražijo, podizvajalci so iz leta v leto dražji... Nas, kot porabnike bi bilo potrebno več osveščati o zmanjšani porabi fosilnih goriv in povečanju energetske učinkovitosti, dodatno izobraziti o varstvu okolja in nam predstaviti mehki prehod v nizko energijsko družbo, ki zna ravnati z energijo.

Tudi načrtovanje, projektiranje in izvedba aktivne hiše nista standardni postopek, saj je na trgu občutno premalo informacij o skoraj nič energijski gradnji, premalo strokovnjakov na tem področju, ki bi lahko s svojimi izkušnjami svetovali investitorjem, da bi se lažje odločili za nizko energijsko gradnjo. Snovanje aktivne hiše je kompleksen proces, ki ga predstavlja skupek strokovnjakov, ki se med seboj povezujejo. Samo s sprotnim sodelovanjem med njimi, je lahko končni objekt uspešno izveden.

1.2. Namen, cilji in osnovne trditve

1.2.1. Namen in cilj

Tema, katero sem si izbral za diplomsko delo je bila velikokrat že predstavljena, vendar še nikoli na primeru hiše s certifikatom Active House. Namen in cilj diplomske naloge je predstaviti skoraj nič energijsko gradnjo in aktivno hišo, kot primer celovite rešitve pri trajnostni gradnji, brez dodatnih emisij, katere bodo imele pozitiven vpliv tudi v prihodnosti. Predstavitev prve certificirane aktivne hiše v Sloveniji po certifikatu Active house in dokazati, da je bilo strokovno načrtovanje vseh detajlov ključno za končni produkt.

1.2.2. Hipoteze

H1: Ugodje v aktivni hiši je večje kot pri običajno grajenih hišah. Pri tej hipotezi predpostavljam, da bo potrjena, saj ima aktivna hiša v Dragomlju pridobljen mednarodni certifikat Active House, kateri obravnava vse vidike in merljive kriterije udobja.

H2: Izvedba aktivne hiše se mora načrtovati z uporabo ustreznih naravnih materialov in predhodnega izračuna meritve zrakotesnosti (PHPP). Pri drugi hipotezi predpostavljam, da so v podjetju Lumar v času projektiranja hiše imeli predhodno izdelane vse izračune za zagotavljanje najvišjih kriterijev udobnosti – izbira fasadne izolacije, tip oken, tip strešnih oken, idealna umestitev hiše na parcelo, pravilna izbira rekuperatorja ipd. Glede na to, da je podjetje poznano kot ponudnik skoraj nič energijskih hiš in je to njihova politika poslovanja, predvidevam da bom potrdil tudi drugo hipotezo.

H3: Aktivna hiša v Dragomlju proizvede več energije kot je porabi. Za tretjo hipotezo bo potrebno pridobiti dejanske vrednosti porabljene in proizvedene energije. Ker sem zaposlen v podjetju Lumar predpostavljam, da bodo podatki dostopni oz. jih bom lahko pridobil za potrditev oz. zavrnitev tretje hipoteze. Edino vprašanje glede objektivnosti rezultata se pojavi pri dejstvu da hiša ni vseljena, saj je namenjena samo za izvajanje prodajnega in poprodajnega servisa. Velikokrat je tudi do tri dni na teden prazna, kar pomeni da je poraba energije zagotovo manjša kot pri hiši v kateri biva družina.

1.2.3. Predpostavke in omejitve

V diplomskem delu predpostavljam, da je način načrtovanja izvedbe z upoštevanjem vseh dejavnikov, ki vplivajo na razvoj ključna za izvedbo aktivne hiše. Menim, da bodo potrjene vse zastavljene hipoteze in s tem bom dokazal, da je izvedba aktivnih hiš pri nas lahko s pravilno ekipo strokovnjakov brez težav izvedljiva. Omejitev diplomskega dela bo v veliki meri predstavljala povezava delovnega mesta v podjetju Lumar in temo diplomskega dela. Delovno mesto vodja prodaje sicer prinaša velike prednosti pri poznavanju problematike teme diplomskega dela, vendar so podatki in informacije katere lahko zapišem pri načrtovanju velika poslovna skrivnosti, zato bo meja med podajanjem in omejitvijo podajanja informacij največji izziv.

1.2.4. Uporabljene raziskovalne metode

V prvem delu bom predstavil teoretična izhodišča za skoraj nič energijsko gradnjo. V drugem delu bom najprej z metodo sekundarnega raziskovanja, z dobrimi praksami iz delavnega mesta, ter v kombinaciji s potrjeno literaturo podrobneje predstavil načrtovanje, izvedbo in vgrajene materiale v aktivni hiši Dragomelj. Nato bom izvedel še intervju z ga. Natašo Terež Krois, vodjo razvoja v podjetju Lumar. Ga. Terež Krois je imela eno izmed vodilnih vlog pri načrtovanju arhitekture aktivne hiše za pridobitev certifikat Active House, danes pa ima večino potrebnih podatkov za potrditev oz. zavrnitev zapisanih hipotez.

2. DELO V PROJEKTNI SKUPINI

V sklopu priprave na diplomsko nalogo smo na sedežu Academie opravili tudi predpriprave. Za začetek smo rešili dva testa: Belbinov test – popis teama in Myers Briggsov test osebnosti. Ko smo prejeli rezultate kateri osebnosti pripadamo, so nas razporedili v skupine, v katerih smo predstavili svojo nalogo. Sam sem imel vlogo izvajalca, za katerega je značilna dobra organiziranost, rutina, samodisciplina in predanost trdnemu delu. Ko smo se dogovorili za prvo srečanje sem svoji skupini predstavil temo diplomskega dela. Predlagal sem idejo, da naredimo primerjavo stroškov in analizo udobja med klasično in montažno gradnjo, ter jih predamo morebitnim kupcem ki niso še natančno odločeni za katero vrste gradnje se naj odločijo. Vsi so se s tem strinjali. Ker sem zaposlen v podjetju, kjer se ukvarjamo s postavitvijo montažnih hiš, sodelavec iz skupine pa opravlja nadzor pri izvedbi klasičnih gradenj na ključ, začetni koraki niso predstavljali prevelikega problema.

Začetni korak pri načrtovanju projekta je bil kratek povzetek zgodovine in izbire materialov tako pri montažni, kot tudi klasični gradnji. Naslednji poudarek je bil pri izboru analize izvajalca. Tukaj smo pod drobnogled vzeli obe podjetji, pregledali njune reference na trgu, število izvedenih hiš v zadnjih desetih letih, razvoj in napredek podjetja, nagrade, boniteto, razmere za delo v podjetju ipd.

Pri analizi sprva nismo bili pozorni na izvedbo, ki ju podjetji opravljata sami oz. jih opravljajo njihovi podizvajalci. Tukaj smo ugotovili prvo veliko razhajanje, saj podjetje s področja montažne gradnje uporablja lastno, certificirano proizvodnjo, ima zaposlene lastne proizvodne delavce, lastne monterje, ter lasten prevoz in avto dvigalo za montažo, ter svoje krovce. Tudi vsi ostali podizvajalci so lastni: strojnik, elektroinštalater, keramičar, parketar, mizar... Med tem ko se pri ponudniku klasične gradnje pojavijo različni sistemi že v prvem koraku gradnje. Od opeke, betona, pa vse do Jitong gradnje. Za vsakega izmed naštetih tudi nima izbranega izvajalca, ampak se odloča na osnovi razpisa in področja na katerem dela. Enako velja za podizvajalce, ki so praktično na vsakem objektu drugačni.

Nadaljevali smo z načrtom kako se bomo lotili analize stroškov in udobja. Kot osnovo smo vzeli 3 približno enakovredne zidane in montažne nadstropne hiše, velikosti 140m², s spalnimi prostori in kopalnico v nadstropju, ter dnevno bivalnimi prostori, sanitarijami oz. kopalnico in

kabinetom oz. dodatno sobo v pritličju. V vseh hišah je bivala družina s 4 člani, kjer otroci še nikjer niso zaključili srednje šole.

Pri analizi smo si zadali cilj, da od podjetij poizkušamo pridobiti podatke o stroških, ki nastanejo v hiši skozi celo leto. Največji poudarek smo dali električni virom ogrevanja, ki je predviden v hiši. Pri analizi smo poizkušali pridobiti tudi čim več podatkov o vgrajenih materialih, oknih, viru ogrevanja, velikosti bivalne površine in številu prebivalcev, saj so po našem mnenju to ključni dejavniki, ki vplivajo na stroške. Pri primerjavi smo prav tako upoštevali okoljske dejavnike hiše. Torej orientacija hiše proti jugu, odprtost hiše (brez dreves, da ni pozicionirana za hribom ali za večjo sosednjo stavbo), da hiša ni podkletena ipd. Ter eden izmed najpomembnejših pokazateljev – energetska izkaznica hiše.

Analiza udobja je predstavljala večji izziv. Najprej se je porodila ideja, da opravimo več intervjujev s stanovalci, ki že živijo v hišah, vendar smo prišli do zaključka, da rezultati ne bi bili realni, saj bi na odgovore najverjetneje vplivala čustva, tako da bi marsikaj ostalo prikritega. Iz tega razloga smo se odločili, da pri tem koraku uporabimo splošno merljive podatke, ki so na voljo za analizo udobja: povprečno število vgrajenih oken, viri ogrevanja, prezračevanje z rekuperacijo zraka, strešna okna, vlaga v prostoru, zrakotesnost, fasadna izolacija in senčenje.

Rezultati analize so bili nekoliko nepričakovani, saj je prišlo do velikih sprememb med obema tipoma gradnje. Pri analizi letnih stroškov smo najprej pregledali energetske izkaznice novogradenj. Vse tri montažne hiše so imele energetske izkaznice, katera je ustrezala kriterijem pod $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (ena izmed njih z izjemno veliko količino oken celo pod $10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$), kar pomeni, da jih uvrščamo v razred skoraj nič energijskih hiš. Najboljša klasično zidana hiša je imela energetske izkaznice v razredu do $35 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, ostali dve pa nad $50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar je bilo za naša pričakovanja izjemno velika razlika.

Ko smo podrobneje ugotavljali kje prihaja do razlik, smo ugotovili, da je v klasično grajenih hišah vir ogrevanja predstavljal v dveh primerih plinska peč z radiatorji, v enem primeru pa je šlo za talno gretje s toplotno črpalko, medtem ko je bila v vseh treh montažnih hišah vgrajena toplotna črpalka s talnim gretjem. Kot smo si že v začetku zadali cilj, je bilo vseh šest hiš orientirano proti jugu, tako da so bili solarni dobitki pri vseh hišah enaki. Iz zgoraj zapisanega smo sklepali, da so stroški v montažnih hišah neprimerno nižji kot v klasičnih hišah. Potrditev

pa smo dobili od stanovalcev. Povprečen račun za elektriko v montažnih hišah (v katerega je zajet strošek gospodinjstva, ogrevanja prostorov, ogrevanja sanitarne vode in delovanje rekuperatorja) je znašal nekaj manj kot 90€ na mesečni ravni. Kar pomeni na letni ravni nekaj več kot 1.000,00€. Pri klasično grajenih hišah je samo povprečni strošek za ogrevanje na letni ravni presegel 1.100,00€, v katerega pa ni zajeta elektrika za gospodinjstvo, prezračevanje in ogrevanje sanitarne vode.

Kot smo pričakovali, nam je nekaj več dela predstavljala analiza udobja. V začetku smo se usmerili na število steklenih površin, ki jih je bilo približno enako: klasična gradnja v povprečju 11 kom., montažna gradnja pa v povprečju 12 kom. Sama številka morda ni pravi pokazatelj realnega stanja, zato smo šli merit še povprečno kvadraturu vgrajenih oken, kjer pa je spet prevladovala montažna gradnja s skoraj 6m² več vgrajenih okenskih površin. Med vsemi hišami je samo ena klasično grajena hiša imela tudi strešno okno, ki pa smo ga upoštevali pri analizi klasičnih oken. Opazili smo, da je velik del razlike v kvadraturi nastala pri tem, da sta imeli kar dve montažni hiši vgrajeni okna od tal do stropa v spodnji etaži, kar daje bivalnemu ugodju dodano vrednost.

Kot smo zapisali že v prejšnjem odstavku, je v montažnih hišah predstavljala vir ogrevanja toplotna črpalka s talnim gretjem, medtem ko so v klasične hiše dvakrat vgradili plin z radiatorji v eni pa toplotno črpalko s talnim gretjem. Talno gretje predstavlja pomemben faktor pri bivalnem udobju, saj nimamo občutka izsušenega zraka, tako kot npr. pri radiatorskem ogrevanju. Prav tako je temperatura po prostoru enakomerno razdeljena, medtem ko je v sistemu z radiatorju ogrevanje posameznih delov sobe močnejše. Razlika nastane tudi pri energijski učinkovitosti, saj pri približno 35°C ogrevane vode v talnem gretju, potrebujemo v radiatorjih enak učinek pri ogrevanju na približno 55°C.

Tretji kriterij udobnosti je predstavljalo prezračevanje. Spet so imele vse tri montažne hiše vgrajen centralni sistem prezračevanja z rekuperacijo zraka in entalpijskim izmenjevalcem, medtem ko sta klasično grajeni hiši s plinskim ogrevanjem bili brez prezračevanja. Klasično grajena hiša s toplotno črpalko pa je imela vgrajeno lokalno prezračevanje, pa še to ne v vseh prostorih. Ko je govora o entalpiji, imamo v mislih vračanje vlage v prostor. Pri montažnih hišah se velikokrat zgodi, da je povprečna vlažnost nižje od idealne (40%-60%). Da do tega ne

pride vgradimo prezračevanje z vračanjem vlage. V dveh primerih klasične gradnje smo prisiljeni prezračevati hišo z odpiranjem oken, kar je velikokrat nenadzorovano, pojavi se pa tudi občutek prepiha v hiši.

Naslednja točka analize je bila izolacija v konstrukciji. Spet je v vseh treh primerih montažne hiše bila uporabljena kamena volna kot fasadna izolacija (skupaj 30cm), v kombinaciji z dvojno mavčno vlakneno ploščo in parno oviro. Takšna izvedba predstavlja difuzijsko odprt sistem gradnje, kar pomeni, da lahko vodna para prehaja skozi konstrukcijo. Na drugi strani so vse tri hiše grajene s klasičnim Neoporjem kot fasadno izolacijo, kar pomeni, da gre za difuzijsko zaprte sisteme. Pri senčenju je vseh šest hiš imelo žaluzije kot vir senčenja. Za konec smo od lastnikov pridobili podatke še o povprečni vlagi v prostoru. V montažnih hišah se je povprečna vlaga po podatkih lastnikov gibala okoli 50%, medtem ko je bila vlaga v klasično grajenih hišah dobrih 60%.

Znano je, da je ugodje v skoraj nič energijskih hišah boljše kot v klasično grajenih hišah. Veliko prednost predstavlja dobra izolativnost zunanje konstrukcije, kar posledično pomeni, da so v hiši stene vedno tople, temperatura zraka pa je po celotni hiši enakomerna razdeljena. Zaradi tega se zrak praktično ne ohladi, posledično pa je manj gibanja zraka v prostoru. Zaradi potrebe po certificirani vgradnji oken je tudi pri tem detajlu toplotnih izgub zelo malo oziroma praktično nič.

Na kocu smo bili v skupini enotnega mnenja, da smo z našo analizo ugotovili, da je tako z vidika stroškov, kot tudi bivalnega ugodja bolje izbrati montažno gradnjo. Res je sicer, da je najverjetneje začetni strošek nekoliko višji, vendar se skozi leta poplača, tako da bomo vsem potencialnim kupcem predlagali, da za izvajalca izberejo montažnega ponudnika.

Delo v projektni skupini je sicer potekalo nemoteno in predvsem zelo organizirano. Čeprav so vloge bile razdeljene korektno in pravilno smo večino problematike in izzivov rešili skupaj. Ker smo bili organizirani zelo dobro, poslušali ideje in nasvete ostalih, smo do zaključkov prišli relativno v hitrem časovnem obdobju.

3. TEORETIČNI DEL

3.1 Definicija skoraj nič energijske stavbe

Skoraj nič energijsko hišo odlikuje več faktorjev: visoka kvaliteta bivalnega ugodja, energijska učinkovitost, enakomerno porazdeljena klima v prostorih, nizka toplotna prevodnost, vgradnja sistema prezračevanja z rekuperacijo zraka, vgradnja sistema za ogrevanje (navadno toplotna črpalka). Ko načrtujemo gradnjo, moramo uporabiti materiale, ki so prijazni okolju, so obnovljivi in jih proizvedemo z minimalno količino vgrajene energije in CO₂. Pri izvedbi je potrebno upoštevati čim manj (oz. nič) toplotnih mostov, zato je potrebno veliko časa nameniti detajlom, da je na koncu rezultat zrakotesen objekt. (Grobovšek, 2009)

Ime skoraj nič energijska hiša ne izhaja iz pasivne izrabe sončne energije, temveč iz dejstva, da zgradba ne potrebuje aktivnega ogrevalnega sistema. Skoraj nič energijska hiša ni nova tehnologija gradnje, temveč dosledno izpeljana nizko energijska zgradba. Zgradba sama in njena funkcija sta popolnoma tradicionalni, prav tako ni novih omejitev pri tlorisni zasnovi ali obliki zgradbe. V pasivni hiši se živi tako kot v vsaki ostali hiši. Višji bivalni standardi so zagotovljeni izključno s tehničnimi izboljšavami na ovojju zgradbe in pri hišni tehniki. Za te izboljšave niso potrebne nobene dodatne komponente. Vse zahteve pasivnega standarda je mogoče izpolniti z vgradnjo inovativnih tehničnih naprav za ogrevanje in prezračevanje – tako kot je bilo že pri nizko energijskih hišah. Res pa je, da so gradbeno-fizikalne pomanjkljivosti na ovojju zgradbe za zagotavljanje potreb po toploti veliko usodnejše kot pri običajnih zgradbah.

Pasivne hiše porabijo več kot štiri krat manj energije v primerjavi z novogradnjami, izvedenimi po trenutno veljavnih predpisih. To omogoča oskrbi zgradb z energijo iz obnovljivih virov popolnoma nove možnosti. Do nedavnega je veljalo, da ekonomija, ekologija, nizka poraba energije in oskrba zgradb z obnovljivimi viri energije niso združljivi. Do združenja je prišlo šele pri zgradbi, ki potrebujejo minimalne količine energije za obratovanje, te pa je mogoče zagotavljati z minimalnimi količinami fosilnih energetskega virov». (Zbašnik-Senegačnik, 2008)

3.1.1. Aktivna hiša v primerjavi z nizko energijsko gradnjo

Energetsko učinkovita gradnja, ki je izražena v veliki meri skozi pasivne stavbe in zelo dobre nizko energijske stavbe je danes praktično že standard in temelji predvsem na energetski učinkovitosti stavbe - znižuje stroške za ogrevanje in celotno delovanje stavbe. Med tem ko aktivna hiša ta koncept obravnavanja stavb gleda bolj celostno – temelji na treh principih: energetski učinkovitosti, varovanju okolja in pa z bivalnim ugodjem. Aktivna hiša je razvila shemo, kjer se lahko kvantitativno določajo parametri bivalnega ugodja, dnevne svetlobe, toplotnega ugodja in kakovosti zraka.

3.2 Pogoji za postavitev skoraj nič energijske stavbe

Pri načrtovanju je po Zbašnik Senegačnikovi (Zbašnik-Senegačnik, 2008) potrebno upoštevati naslednje ukrepe:

- čim bolj idealna orientacija lege stavbe s primernim senčenjem in izpostavljenosti proti vetru,
- oblika zgradbe (enostavna),
- konstrukcija z debelino in izbiro materiala toplotne izolacije,
- kakovostna vgradnja stavbnega pohištva in vhodnih vrat, ki izpolnjujejo vse standarde za skoraj nič energijsko gradnjo,
- izvedba brez toplotnih mostov,
- načrtovanje in izvedba zrakotesnosti z meritvami.

ORIENTACIJA:

Pri skoraj nič energijskih hišah pomembno vlogo igrajo toplotni dobitki, med katerimi najpomembnejšo vlogo odigrajo dobitki sončnega obsevanja. Količina vpadnih žarkov je odvisna od orientacije oz. postavitve hiše na parcelo. Pri iskanju zemljišča za izvedbo hiše je najprimerneje oz. najugodnejše, da jo umestimo tako, da je večina steklenih površin (dnevni prostori) obrnjena proti jugu. Takšna orientacija nam pozimi omogoči maksimalni izkoristek sončne energije in s tem kar do 40% prispevek k ogrevanju stavbe v zimskih mesecih. Takšna izraba sončne energije vpliva pozitivno na toplotno bilanco hiše.

OBSEVANJE S SONCEM:

Tukaj imamo v mislih obsevanost fasad skozi letne čase. Južna fasada je najbolj obsevana pozimi, medtem ko je vzhodna in zahodna fasada obsevana manj. Poleti je ravno obratno, saj sta zahodna in vzhodna fasada obsevana bolj, medtem ko je južna obsevana manj.

ARHITEKTURNA ZASNOVA HIŠE:

Da toplotne izgube čim bolj zmanjšamo je pomembno, da je zunanjih površin gledano na celotni objekt, čim manj. Najbolj ugodna je zasnova, ko je hiša enostavna in kompaktna – kvadrat.

TOPLOTNA IZOLACIJA

Predstavlja eno izmed pomembnejših faktorjev pri načrtovanju. Konstrukcija hiše mora imeti zelo dobre izolacijske lastnosti. Vsi elementi morajo imeti lastnosti toplotne prehodnosti pod $15\text{kWh/m}^2\text{a}$. Pri enodružinskih hišah z optimalno orientacijo in kvalitetno izvedbo velikokrat dosežemo tudi toplotno prevodnost pod $15\text{kWh/m}^2\text{a}$. Sama debelina toplotne izolacije je odvisna od celotne sestave konstrukcije. V zadnjih letih največ uporabljamo gradiva kot so kamena volna, lesena vlakna, vpihana celuloza, ipd.

VGRADNJA OKEN IN VRAT:

Za pasivno gradnjo so primerna kakovostno vgrajena trislojno zastekljena okna s plinskim argonom med stekli in dodatno zaščitnim okovjem. Taka okna imajo prednost, da v zimskem času prepustijo več energije v prostor, kot toplote iz prostora. Druga prednost je ta, da so pozimi površinske temperature na notranji strani oken tako visoke, da ni za občutiti padajoči hladni zrak ob oknu.

Prav tako morajo biti vrata primerna za vgradnjo nizko energijske hiše.

TOPLOTNI MOSTOVI:

Arhitekturna zasnova modernih enostanovanjskih hiš v zadnjem času ni sestavljena samo iz pravilnih elementov, kot so ravne linije in ravna streha. Velikokrat se lahko na robovih, stikih, vogalih ipd. pojavijo toplotni mostovi. V načrtovanju in kasnejši izvedbi skoraj nič energijske hiše, lahko samo en toplotni most pomeni motnjo koncepta. Za primer lahko navedemo izvedbo

žaluzij oz. drugih oblik senčenja na ročni pogon. V takem primeru hiša zaradi izgub pri oknih ne more obdržati skoraj nič energijskega standarda in s tem ne moremo črpati subvencije eko sklada. Podobni primeri se pojavijo v primeru izvedbe podkletitve hiše, balkona, strešnih oken ipd.

ZRAKOTESNOST:

V načrtovanju skoraj nič energijske hiše moramo biti pozorni na detajle, ki bi lahko povzročili toplotne izgube. Ovoj pri montažnih hišah mora zato biti načrtovan zrakotesno. Da zrakotesnost zagotovimo pri montažnih hišah, največkrat na notranjih stenah vgradimo parno oviro oziroma zaporo – odvisno od izolacije v konstrukciji. Zraven primerne zrakotesnosti moramo biti pozorni tudi, da so primerno zatesnjeni stiki med elementi (tesnilni profili, trakovi, ipd.). Učinkovitost zrakotesnosti merimo z Blower Door-jevim testom. Poteka tako, da ventilator postavimo pri vhodnih vratih in v hiši ustvarimo podtlak oz. nadtlak. Ob tem je potrebno vsa okna v hiši zapreti, vhodna vrata pa dobro zatesniti. Zračni tok se meri v m³/h, in mora biti dovolj velik da se v hiši obdrži tlačna razlika 50Pa. Ovoj je zrakotesen če dosežemo pri naravno prezračevani zgradbi 3 kratno izmenjavo zraka v eni uri, pri hiši s klimo 1 krat izmenjan zrak v eni uri. Če smo prišli do vrednosti 3, pomeni da se je zrak pri zaprtih oknih v eni uri zamenjal 3 krat.

3.3 Preračun PHPP

Za načrtovanje skoraj nič energijskih hiš s komponentami, so bila skozi obdobja razvita različna simulacijska orodja in modeli, ki pomagajo dosegati pasivni standard. Ko ocenjujemo energijsko učinkovitost stavb z eno izmed orodij, moramo upoštevati več različnih parametrov. Taka značilnost velja tudi za orodje PHPP – Passive House Planning Package, ki je bilo razvito v Evropi za podporo projektantom pri načrtovanju energijsko učinkovitih stavb. Uporaba orodja zahteva več podatkov o projektu (orientacija, izolacija v konstrukciji, tip oken, tip prezračevalne naprave, itd.), zato se ga navadno ne uporabi v fazi idejnega načrtovanja stavbe. Če bi imeli v zgodnji fazi načrtovanja možnost orodja za preverjanje ustreznosti zasnove stavbe, bi tudi to olajšalo delo projektantov.

»Najnovejše verzije tega projektantskega orodja vključujejo možnost uporabe obnovljivih virov energije oz. pričakovanih donosov fotonapetostnih sistemov, toplotnih črpalk in zemeljskih kolektorjev. Poleg tega je povezan tudi s komponentami certifikata Passivhaus Institut, kar

omogoča hitrejša in natančnejša izračuna energijske učinkovitosti stavb. Passivhaus Institut v Darmstadtu namreč dodeljuje posameznim komponentam certifikat, s katerimi se dokazuje ustrezna kakovost. Trenutno je certificiranih več kot 500 komponent v različnih segmentih (okna, vrata, zasteklitve, rolete, žaluzije, detajli vgradnje stavbnega pohištva, stenski sistemi, stenski sistemi za prenove, temelji, detajli stikovatike, balkonski priključki, pritrditev fasadnih oblog, prezračevalne naprave za manjše in velike stavbe, toplotne črpalke). Orodje Design P, ki vključuje 3D design software SketchUp, je nadgradnja orodja PHPP in omogoča 3D modeliranje». (Praznik & Znašnik Senegačnik, 2016)

Skoraj nič energijske hiše se razvijajo naprej. V prihodnosti bo zraven energije, ki je trenutno najpomembnejša za ogrevanje, poudarek še na obnovljivih virih energije v bilanci stavbe (npr. sončna elektrarna). Proizvodnja energije se bo ocenjevala glede na potencial stavbe (Praznik & Znašnik Senegačnik, 2016)

4. EMPIRIČNI DEL

4.1. Vzorčna hiša Lumar

Vzorčna hiša v Sloveniji je dokaj neobičajen pojav, medtem ko je v tujini to že nekaj povsem običajnega. Na vzorčni hiši si lahko kupec v miru ogleda detajle, kako je hiša narejena, tloris hiše in se navsezadnje preko tega prepriča ali mu ugaja ali ne. Navsezadnje gre za življenjsko odločitev za katero je potrebno nameniti veliko denarja, zato je pojav vzorčne hiše tudi v Sloveniji vedno bolj priljubljen.

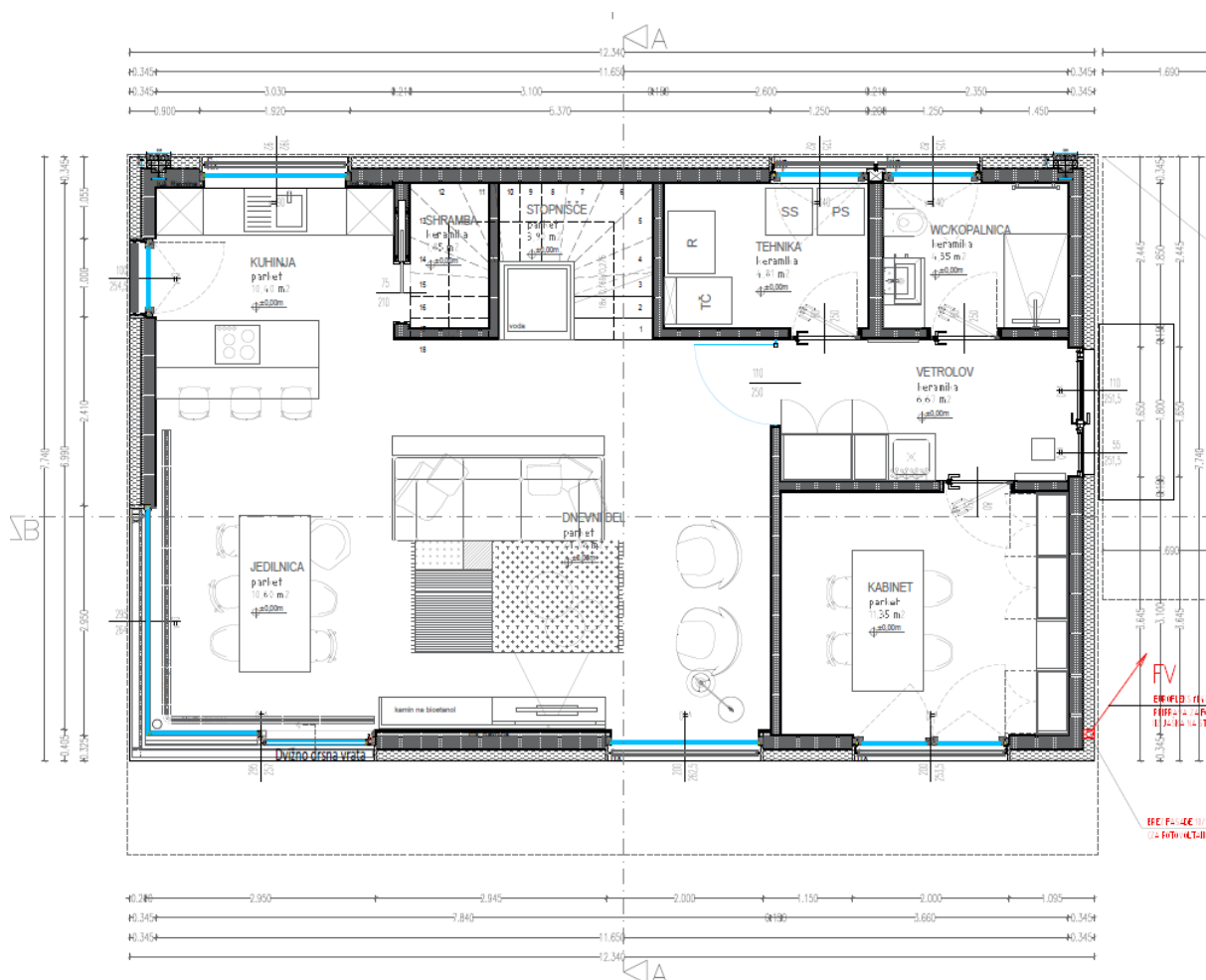


Slika 1 Vzorčna hiša Lumar v Dragomlju pri Domžalah

Vir: www.lumar.si

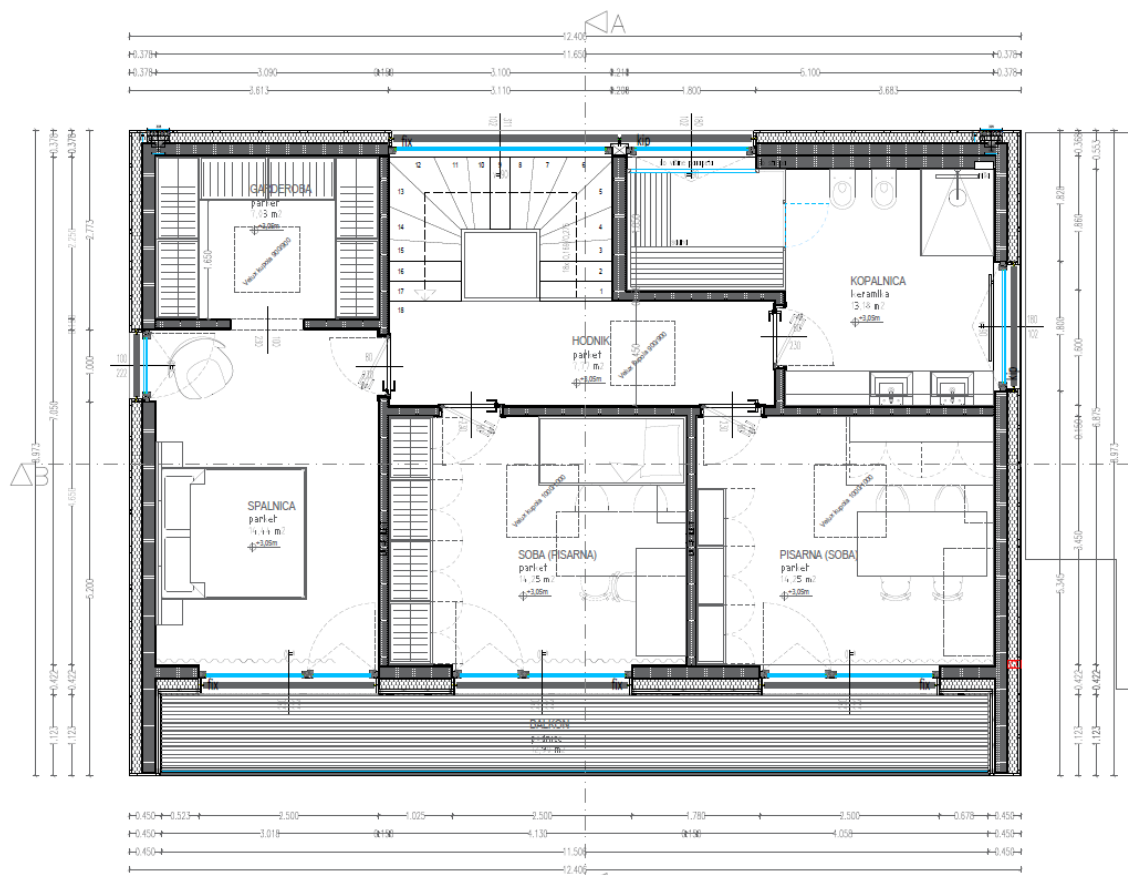
ARHITEKTURA

Aktivna hiša Lumar Primus-R 150 iEdition je bila razvita z misijo na energetske učinkovitost in nadstandardno bivalno ugodje. Gre za enostanovanjsko kataloško hišo, ki se razteza v dveh etažah in je postavljena v Dragomlju pri Domžalah na 650m² parcele. Grajena je z leseno konstrukcijo v konstrukcijskem sistemu Lumar Prestige. Racionalen tloris z odprtim dnevno bivalnim delom v pritličju, kateri združuje kuhinjo, jedilnico in dnevni prostor, z ločenim tehničnim prostorom, kabinetom in dnevno kopalnico. Zgornja etaža zajema funkcionalne spalne prostore, ki dani arhitekturi nudijo maksimalno izkoriščenost. Hiša se ponaša s čistimi linijami (kocka), kompaktnim dizajnom in sodobno arhitekturo.



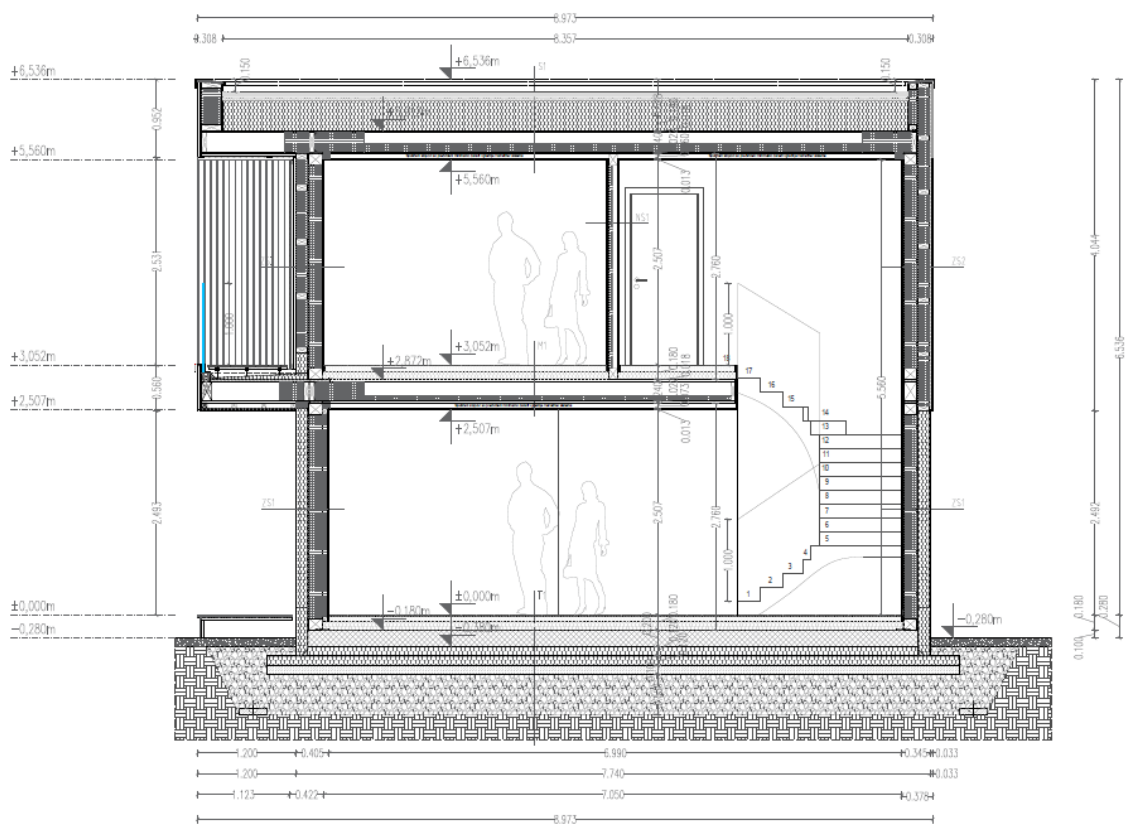
Slika 2 Tloris aktivne hiše v Dragomlju – pritličje

Vir: Arhiv podjetja Lumar



Slika 3 Tloris aktivne hiše v Dragomlju - nadstropje

Vir: Arhiv podjetja Lumar



Slika 4 Prezrez aktivne hiše v Dragomlju

Vir: Arhiv podjetja Lumar

4.2 Certifikat Active House

Poznamo več certifikacijskih shem (kot na primer DGNB ali LEED). Nekatere so bolj uveljavljene kot druge in imajo več izdanih certifikatov oz. certificiranih stavb. Podjetje Lumar se je odločilo, da certificira hišo po shemi Active House, ki predstavlja morda nekoliko bolj enostavno in uporabniku enostavno shemo. Lumarjev koncept Zero Emission Living posodablja koncept trajnosti v gradbeništvu, kar potrjuje tudi pridobljen certifikat Active Houses.

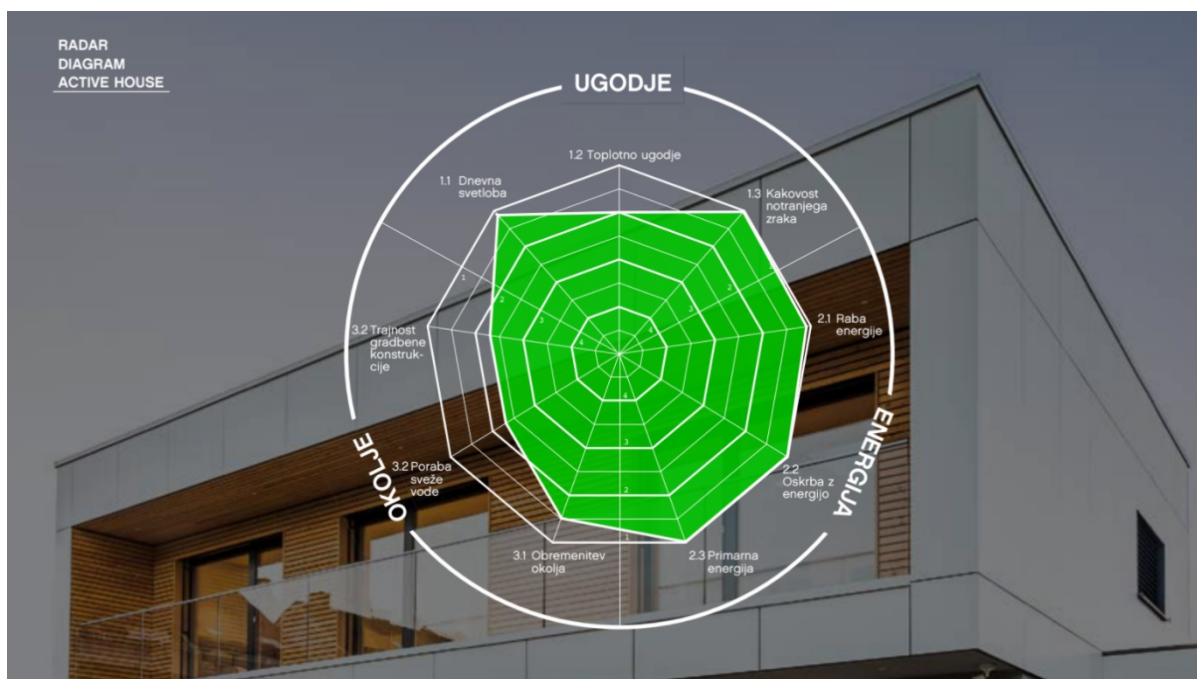
»Zveza Active House (Active House Alliance) je neprofitno združenje, ki ga uporabljajo in podpirajo člani in partnerji združenja. Ustanovljena je bila leta 2011 s sedežem v Bruslju. Zveza podpira vizijo o stavbah, ki omogočajo njenim uporabnikom zdravo in udobno bivanje, brez negativnega vpliva na podnebje in okolje v katerem živimo. Certifikacijski sistem Active House je organiziran na treh glavnih principih: princip ugodja, energije in okolja. Vizija, ki se izraža skozi vse tri principe je načrtovanje stavb, ki dajejo več kot porabijo («Buildings that give more than take»). Kriterij vseh treh principov ugodja, energije in okolja so zapisani v specifikaciji Active House (Active House Specification) in so namenjeni tako novogradnji, kot prenovi pretežno stanovanjskih stavb. Specifikacija Active House vsebuje tako kvantitativne kot kvalitativne kriterije. Vsak od principov ugodja, energije in okolja je razdeljen v tri podkriterije. Ti kvantitativni parametri predstavljajo devet najbolj pomembnih tematik za vrednotenje stavbe po Active House shemi, med katerimi je še posebej potrebno izpostaviti kakovost notranjega zraka, dnevno svetlobo in vpliv na okolje. Vsak parameter je obravnavan individualno in prikazan v obliki radar diagrama. Radar diagram Active house povzema vrednost vseh devetih kriterijev in pokaže, kako so parametri med seboj uravnoteženi in kako aktivna je stavba. Diagram kaže nivo ambicije zasledovanja posameznih kvantitativnih kriterijev v razponu od 1 do 4, kjer je 1 najvišji nivo in 4 najnižji.

Za pridobitev certifikata Active House je potrebno objekt verificirati. Postopek zahteva izdelavo radarja s pomočjo za to narejenih orodij.

Vzorčna hiša Lumar je prvi stanovanjski objekt v Sloveniji, ki je prejel certifikat Zveze Active House. (Lumar, Vzorčna hiša Dragomelj, 2019)

Energetska poraba in skrb za okolje sta pomembni za vsako hišo, udobje pa je pomembno predvsem za ljudi, za naše zdravje in dobro počutje. Aktivna hiša v Dragomlju je izjemno

učinkovita. Dnevna svetloba in kakovost zraka sta bili najvišje ocenjeni, kar pomeni da je po merilih ugodja ta hiša izvrstna. Če kot lastnik hiše razmišljate kako dobra je hiša, želite, da ima dovolj dnevne svetlobe in da je v njej zrak dober. Ta hiša ima najboljšo oceno iz osvetljenosti in kakovosti zraka, zato se lahko sami določite kako boste porabili denar. Vendar pa tukaj ne gre samo za energetske učinkovitost, saj je v povezavi s skrbjo za okolje bistvena. Na nek način sta kot nogi, na kateri stoji vsaka hiša. Človeška čutila: oči, ki zaznavajo dnevno svetlobo, koža, ki zaznava toplotno udobje, pljuča, ki zaznavajo zrak in ušesa, ki zaznavajo akustiko. Človek to začuti in prav to je najbolj pomembno za nas in družino – da dobro spimo, da kdo ne zboli za astmo in da lahko v vseh letnih časih od jutra do večera doma živimo po svojih željah.



Graf 1 Radar diagram Active House

Vir: Arhiv podjetja Lumar

Potreba po energiji za ogrevanje in hlajenje je manjša od 15 kWh/m²a. To izpolnjuje tudi razpisne pogoje Eko sklada. Za hišo je bila pridobljena tudi subvencija s strani Eko sklada. Raba energije za celotno delovanje stavbe pa po preračunih znaša 42,1 kWh/m²a. Ob tem je zanimivo dejstvo, da večino energije potrebujemo za pripravo tople vode, kar se dandanes pojavlja pri energetsko zelo učinkovitih hišah. Ogrevanje v tem primeru predstavlja le slabo tretjino v strukturi celotne porabe energije za delovanje stavbe. Na drugi strani je proizvedena električna energija s pomočjo sončne elektrarne ocenjena na 57,2 kWh/m²a, kar pomeni, da pokrijemo vso potrebo po električni energiji za delovanje hiše.

4.3. Konstrukcijski ovoj hiše

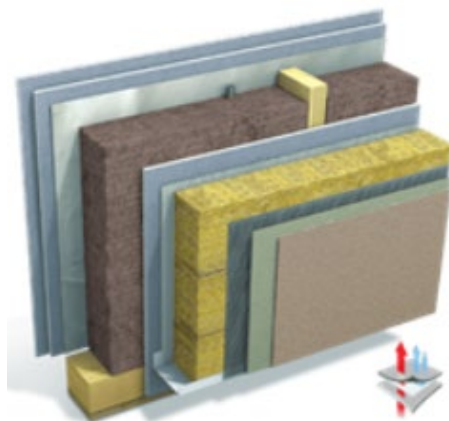
Vsaka hiša ima poleg temeljev konstrukcijski ovoj. Osnovo aktivne hiše predstavlja odlično izoliran ovoj z natančno dodelanimi detajli za montažo, kateri hiši zagotovijo primerno zrakotesnost in izvedbo brez toplotnih mostov. Ovoj hiše zajema zunanje stene, pripadajoče stavbno pohištvo, strešno konstrukcijo in ploščo. Pri načrtovanju skoraj nič energijskih hiš navadno izberemo najbolj optimalni konstrukcijski sistem. Ovoj montažne hiše je bil predviden in izveden s sistemom Lumar Prestige.

KONSTRUKCIJSKI SISTEM LUMAR PRESTIGE:

Konstrukcijski sistemi Lumar Prestige v podjetju Lumar predstavljajo izhodiščni sistem za montažo hiš. Nosilna konstrukcija je izolirana s 160mm kamene volne in skupaj s kameno volno kot fasadno izolacijo predstavlja difuzijsko odprt sistem gradnje. Difuzijsko odprt sistem je pri nizko energijskih hišah pomembna lastnost in pomeni upor prehoda vlage. V konstrukciji je od materialov, ki jo sestavljajo, je od njihovega zaporedja odvisno, koliko vlage bodo prepustili. Pomembno je tudi, koliko vlage se kje kondenzira in ali je stena dovolj kvalitetno sestavljena, da se vlaga v bolj toplih mesecih posuši. Nekateri detajli difuzijsko odprtega sistema ne posvečajo dovolj pozornosti, vendar lahko ta fizikalen pogled povzroči resno poškodbo ali pusti trajno posledico na konstrukcijskih slojih, znižuje izolativnost in v najslabšem scenariju povzroči propadanje sestavnih materialov. Pomemben detajl pri vgradnji je tudi paroprepustna folija. V sistemu Prestige je vključena parna ovira, ki prehoda vlage skoraj ne omejuje. Lumar Prestige je že v osnovi zasnovan z zelo dobrimi toplotnimi karakteristikami s katerimi že danes presežemo vse zakonske zahteve. Tukaj bi izpostavili še pomemben detajl z dvojno oblogo sten iz mavčno vlaknenih plošč, kateri zagotavlja manjšo prepustnost zvoka med prostori, odlično zvočno in požarno zaščito, manjšo možnost pojava razpok na stenah, ter s tem prijetno bivalno ugodje in klimo.

Sestava konstrukcije Lumar Prestige:

- tankoslojni zaključni omet,
- lepilo in armirana mrežica z vogalniki,
- fasadna izolacija iz kamene volne $d=160\text{mm}$,
- mavčno vlaknena plošča Fermacell, $d=15\text{mm}$,
- leseni nosilci iz dolžinsko lepljenega smrekovega lesa, $d=160\text{mm}$,
- vmesna toplotna in zvočna izolacija kamena volna, $d=160\text{mm}$,
- parna ovira – folija, $s_d=18\text{m}$,
- ognjevarna mavčno vlaknena plošča Fermacell, $d=15\text{mm}$,
- ognjevarna mavčno vlaknena plošča Fermacell, $d=10\text{mm}$.



Slika 5 Stenski sestav Lumar Prestige

Vir: www.lumar.si

STREŠNA KONSTRUKCIJA:

Takoj za ovojem je strešna konstrukcija najpomembnejši element za zagotavljanje zrakotesnega ovoja stavbe. Dobra toplotna izolacija in kvalitetna izvedba, zagotavljata zaščito pred neizogibnimi zunanjimi vplivi in doprineseta k prijetni bivalni temperaturi. Streha na vzorčni hiši je predvidena ravna – zelena streha. Toplotno izolacijo predstavlja kombinacija izolacije med stropniki in naklonske izolacije. Z izvedbo zelene strehe so pravzaprav na nek način izpeljali koncept, ki ga je že pred davnimi leti vpeljal znani švicarsko-francoski arhitekt Le Corbusier, ki je pri svojih umestitvah nadomeščal tisto, kar je naravi »odvzel«. Če se navežemo na tehnične značilnosti zelene strehe, je ena izmed najpomembnejših ta, da lahko zadrži v sebi

vodo – ob morebitnih večjih nalivih to pomeni manjša obremenitev meteorne kanalizacije, sočasno z zelenjem skrbi za bolj kakovosten zrak na mikrolokaciji, v poletnem času preprečuje pregrevanje hiše in nenazadnje štiti kritino, ki je predvidena kot primarna na hiši in ji podaljšuje življenjsko dobo.

TEMELJNA PLOŠČA:

Temeljna plošča zaokroži zrakotesni ovoj stavbe, čeprav se njena glavna nahaja v zemlji. Osnovni funkciji temeljne plošče sta zagotavljanje oz. zaščita pred vlago in stabilnost hiše. Zaščita pred vlago se zagotovi z ustreznim načrtovanjem oz. projektiranjem, stabilnost pa z vgradnjo ustreznih materialov in kakovostno izvedbo. Ker v našem primeru govorimo o skoraj nič energijski gradnji, je na temeljni plošči potrebna dodatna toplotna izolativnost, ki zaokroži toplotno izolacijo ovoja in strehe. Debelino toplotne izolacije definiramo predhodno na podlagi celostne analize izgub skozi ovoj stavbe. V primeru vzorčne hiše se je uporabila izolacija Fibran, ki je narejena iz ekstrudiranega polistirena z gladko površino, katera ima robe v obliki črke L. Ti robovi preprečujejo nastajanje toplotnih mostov.

SENČENJE:

Orientacija hiše je z veliko steklenimi površinami orientirana proti jugu in zahodu. Glavno zaščito pred morebitnim pregrevanjem predstavljajo žaluzije v povezavi s pametnimi inštalacijami, ki s predpripravami omogočajo vnašanje posameznih dnevnih režimov, kar pomeni, da se tekom dneva lahko ob prekomernih temperaturah žaluzije avtomatsko spustijo, v nočnem času oz. po potrebi pa dvignejo.

4.4 Koncept Lumar Zero Emission Living

Koncept Zero emission living predstavlja celovito rešitev s področja trajnostne gradnje, brez emisijskega bivanja, ki bo imel pozitiven vpliv tudi na prihodnje generacije. Pred leti se je ta koncept zdel kot nemogoč oz. misija nemogoče, danes pa je bistvo oz. jedro tega koncepta ne samo osredotočenost na nizko rabo energije za ogrevanje hiše, prezračevanje, razsvetljavo ipd., ampak tudi celoten pristop k zmanjšanju emisij, zato je hiša opremljena s sončno elektrarno, preko katere pokrijemo celotno potrebo po porabi električne energije v hiši, istočasno pa zagotovimo še 15.000,00 – 20.000,00 kilometrov uporabe za električni avto, ima zeleno streho in veliko steklenih površin. Koncept je realizirana rešitev na temo trajnostnega bivanja, pri katerem moramo upoštevati ključne vidike gradnje:

a) BIVALNO UGODJE:

- Zagotovljena optimalna naravna osvetljenost prostorov.
- Zagotavljanje svežega zraka.
- Zagotavljanje temperaturnega ugodja.
- Zagotavljanje akustičnega ugodja.

b) VPLIV NA OKOLJE:

- Uporaba materialov z majhnim vplivom na ugodje in analiza vplivov na okolje za celotno stavbo.
- Vgradnja elementov s pozitivnim vplivom na okolje – z zeleno streho vrnemo površino, ki smo jo z gradnjo odvzeli.
- Zaščita objekta pred vplivi iz okolja - zaščita pred radonom.

c) ENERGIJA:

- Optimizacija celotne energije potrebne za delovanje stavbe (ogrevanje, hlajenje, priprava tople vode, prezračevanje, razsvetljava).
- Maksimalno izkoriščanje naravnih danosti in obnovljivih virov energije.

- Samooskrba z električno energijo.
- Vgradnja učinkovitih sistemov prezračevanja in ogrevanja.

4.4.1. Bivalno ugodje

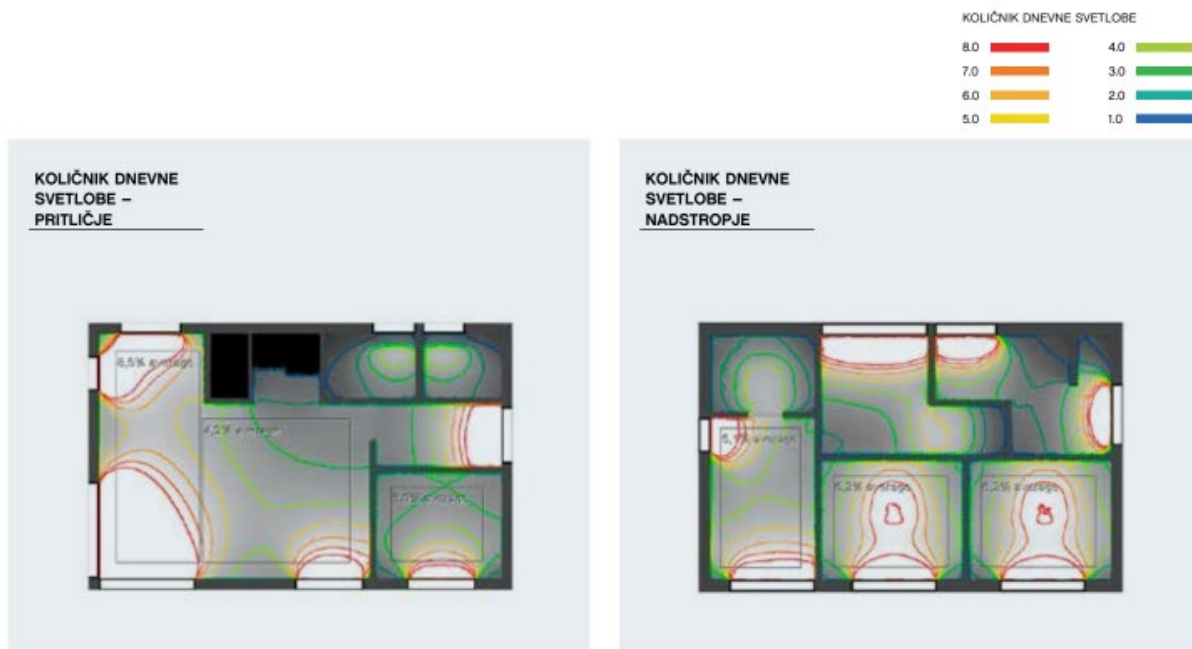
V zadnjem obdobju generacije večino časa preživimo v zaprtih prostorih (po zadnjih raziskavah skoraj dve tretjini), zato je zelo pomembno, da arhitekturo načrtujemo tako, da uporabniku zagotovimo prijetne in zdrave pogoje bivanja. Ključna parametra bivalnega ugodja po evropskih raziskavah sta dnevna svetloba in svež zrak, ki sta v veliki meri definirana že z arhitekturno zasnovo. To nakazuje tudi na to, da je pri snovanju trajnostnih stavb zelo pomembno interdisciplinarno sodelovanje, saj lahko že s samo arhitekturno zasnovo veliko vplivamo na končni rezultat. Zraven obeh bi izpostavili še temperaturno ugodje (vzdrževanje ugodne temperature) in akustično ugodje, katera predstavljata bolj tehnični rešitvi, ki se implementirata s pomočjo razvitih oz. novo razvitih rešitev.

OSVETLJENOST PROSTOROV:

Naravna osvetljenost prostorov z dnevno svetlobo je ključna za dobro počutje in zdravje vsakega človeka. Po opravljenih evropskih študijah vpliva pozitivno na produktivnost in delovanje našega biološkega ritma. Ob tem ni zanemarljivo izpostaviti podatek, da primerna razporeditev, količina in uporaba svetlobe, zmanjšujeta rabo energije umetne razsvetljave. Arhitekturna zasnova vzorčne hiše z okni so na hiši umeščena tako, da vsi prostori prejmejo kar največ dnevne svetlobe – v pritličju skozi okna od tal do stropa (med njimi tudi vogalni okenski sestav v jedilnici), v nadstropju so v otroških sobah in spalnici umeščena dvokrilna balkonska vrata za izhod na ložo. Dodatno se v nadstropju koristijo tudi strešna okna (kupole) z zenitalno svetlobo, ki so vgrajena na ravni strehi. V obeh otroških sobah s strešnima oknoma dodamo dodatno količino dnevne svetlobe po celotni globini. Strešni okni na hodniku in garderobi pa dodajata svetlobo tudi v povezovalnem in pomožnem prostoru v hiši.

V postopku certificiranja je bila izvedena s programom Velux Daylight Visualizer tudi analiza dnevne osvetlitve posameznih prostorov. Ocena je 1,2 (Graf 1). Iz spodnjih fotografij je razvidno, da so prostori zelo dobro naravno osvetljeni. Posebnost v nadstropju je, kot smo že zapisali, da sta v obeh otroških sobah ob oknih, ki so vertikalno na fasadi, tudi strešni okni, ki dajeta ogromno naravne svetlobe in bistveno dvigneta faktor dnevne svetlobe na povprečje 6,2,

kar predstavlja že zelo visok faktor. V tem primeru je za normalno delo in bivanje v prostoru potrebno zelo malo dodatne (umetne) svetlobe. Iz grafa je razvidno, da je tudi v pritličju dnevno bivalni prostor s povprečjem 4,2 zelo dobro osvetljen. (Lumar, YouTube , 2020)



Slika 6 Količnik dnevne svetlobe na vzorčni hiši

Vir: Arhiv podjetja Lumar

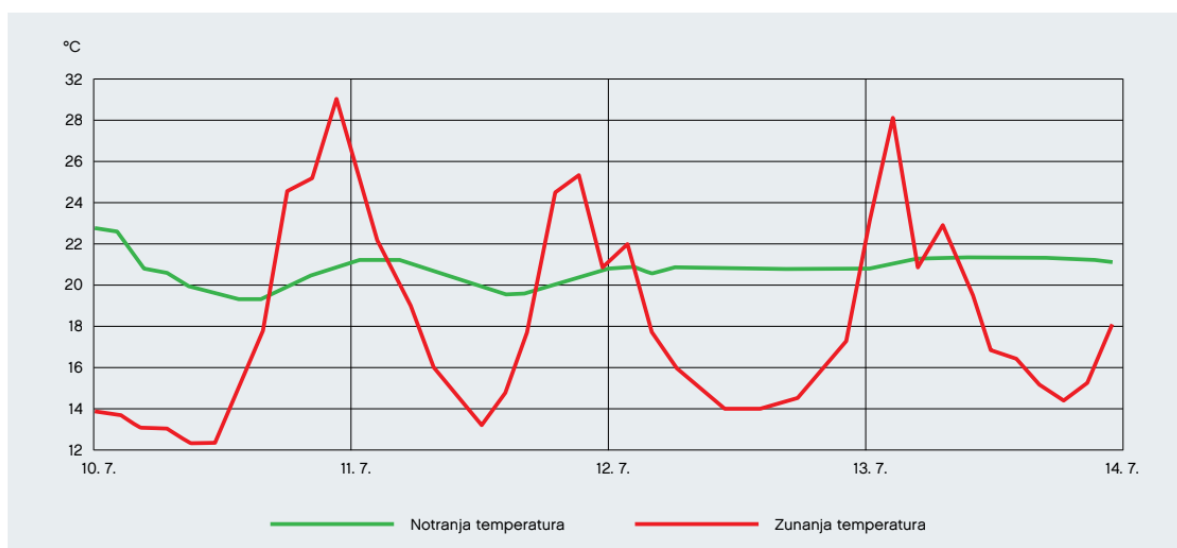
KAKOVOST ZRAKA:

Koncept kakovosti zraka vključuje tehnične rešitve. Kot smo že zapisali, v zadnjih letih vedno več časa preživimo v zaprtih prostorih, zato je zadostna količina svežega zraka osnoven pogoj, ki ga moramo upoštevati pri dejavnikih bivalnega okolja. Ker je danes večina novogradenj grajena z najmodernejšimi tehnologijami, kjer je velik poudarek na izjemni zrakotesnosti, je za zagotovitev svežega zraka v prostoru potrebno vgraditi prezračevanje z rekuperacijo. Prezračevanje zagotavlja neposredni dovod svežega zraka, brez dodatnega odpiranja oken, tako da predstavlja učinkovito naravno prezračevanje. Načrtovanje in postavitev prezračevalne naprave Zehnder z razvodi, je na vzorčni hiši zagotovljeno po predhodno usklajenem načrtu PZI. Na vzorčni hiši se lahko poslužujemo tudi naravnega prezračevanja, ki je kombinacija odpiranja vertikalnih okenskih odprtih in strešnih oken. Ker je vse skupaj povezano s pametnimi inštalacijami, ki nadzorujejo celotno delovanje hiše, se lahko ta sistem zelo dobro uporablja tudi v poletnem času za pasivno hlajenje, v kolikor temperature ponoči to omogočajo. Ocena je 1,0 (Graf 1), katera je bil dosežena z analizo, da koncentracije CO₂ zraka ne preseže 894 ppm (spalnica), v ostalih prostorih pa ne 660 ppm.

TOPLOTNO UGODJE:

Ko govorimo o toplotnem ugodju stavbe se ne moremo ogniti kvalitetnemu ovoju stavbe. Na vzorčni hiši se je s premišljeno izbiro izolacijskih materialov (kamena volna) v konstrukciji v kombinaciji z ustreznim stavbnim pohištvom, strešno konstrukcijo in temeljno ploščo, omogočilo višje površine temperaturnega ovoja. S tem se izognemo pojavi, da v zimskem času pride do asimetrije sevanja, kar omogoči prijetno bivalno ugodje, v poletnem času pa z nadzorom senčenja steklenih površin preprečimo prekomerno pregrevanje znotraj konstrukcijskega ovoja. Ker je v hiši vgrajena toplotna črpalka, omogoča v poletnih mesecih pasivno hlajenje preko talnega gretja, preko strešnih oken pa to omogočimo tudi z naravnim prezračevanjem v nadstropju.

Naslednji element samega ovoja stavbe so steklene površine, ki na eni strani zagotavljajo solarne dobitke, ki pa jih je potrebno ustrezno senčiti, da preprečujejo v letnem času pregrevanje. Senčenje z zunanjimi žaluzijami oz. tudi z arhitekturnimi elementi (loža oz. balkon) lahko senčimo površine pred visokim letnim soncem. Enako oz. še bolj pomembno je to pri strešnih oknih, kjer z ustreznimi senčili (na hiši so vgrajena tako zunanja, kot tudi notranja senčila) preprečujemo prekomerno pregrevanje. Ocena kriterija je 2,0. Rezultat je pridobljen z analizo, ki je temeljila na urnih postavkah. Dober rezultat je posledica dobrega konstrukcijskega ovoja s pravilno izbrano toplotno izolacijo, ki ustrezno poskrbi, da je amplituda nihanja med zunanjo in notranjo temperaturo izredno majhna. (Lumar, YouTube , 2020)



Graf 2 Toplotno ugodje v aktivni hiši Lumar

Vir: Arhiv podjetja Lumar

AKUSTIČNO UGODJE:

Notranja akustika posameznih prostorov je dejavnik, ki zaokroži zadnji kriterij bivalnega ugodja. Na vzorčni hiši so zaradi tega namena vgrajene perforirane stropne plošče, ki omogočajo boljšo notranjo akustiko. Dodatno je bila pozornost namenjena tudi izolaciji v medetažni plošči, za katero so bile razvite in vgrajene dodatne rešitve za zmanjšanje prehoda udarnega zvoka med etažama.

4.4.2. Vpliv materialov na ugodje

Vsaka stavba, ki jo postavimo v določeno okolje ima na njega vpliv. Govora je o različnih vplivih: arhitekturna zasnova, izbor materialov pri gradnji, zaznamovanje stavbe v okolju in izraba obnovljivih virov energije.

Na vzorčni hiši je vgrajena toplotna črpalka in sončna elektrarna. Skupaj maksimalno izkoriščata obnovljive vire energije, saj sončna elektrarna (katera je vgrajena na strehi nadstreška za avto) zagotovi lastno proizvodnjo za celotno delovanje stavbe in polnjenje električnega avtomobila.

Izbor vgrajenih materialov pa se zraven odlične energetske učinkovitosti stavbe odraža tudi v vplivih na okolje, ki ga prinaša hiša kot celota. V podjetju Lumar so v ta namen za oceno obremenitve hiše na okolje izračunali analizo življenjskega cikla stavbe. V analizo so vključeni konstrukcijski elementi in vgrajene inštalacije. Trajnost sicer potrjujejo okoljski certifikati za posamezne vgrajene gradbene materiale. Pri lesenih konstrukcijah je govora o PEFC oz. FSC certifikatskih shemah, ki so izdani na podali trajnostnega gospodarjenja z gozdovi.

Dodatno skrb za okolje predstavlja izvedba zelene strehe, ki ima kar nekaj pozitivnih vplivov na okolje, predvsem v urbanem okolju. Zelena streha nudi nadomestni naravni habitat, ki je pri gradnji stavbe odvez okolju. S fotosintezo se tako zmanjšujejo emisije CO₂, rastlinje poskrbi za svež zrak, ob enem pa je funkcija zelene strehe tudi ta, da učinkovito hladi hišo v poletnih mesecih, s čimer doprinesemo k prijetnemu bivalnemu ugodju.

Tukaj lahko predstavimo še nekaj vrednosti, ki so bile zavedene oz. evalvirane skozi proces: delež lesa z okoljskimi certifikati (PEFC oz. FSC) na tej hiši znaša 90%, kar predstavlja dejansko skoraj ves konstrukcijski les, le manjši delež lesa predstavlja iz manjših pridelovalnih obratov, ki teh certifikatov še nimajo. Delež materialov z okoljsko deklaracijo (EPD) znaša 22%, kar je res da mogoče nekoliko nizko, ampak to je posledica oz. težava trenutne situacije na trgu

gradbenih proizvodov, saj je proizvodov ki so certificirani še relativno malo. Delež materialov znotraj objekta, ki jih je mogoče reciklirati predstavlja 41,00%, kar pa tudi daje še nekaj možnosti za izboljšavo.

Ocena obremenitve okolja je 1,5, kar pomeni da je narejen izračun analize v skladu s LCA obdobjem 50 let. Poraba sveže vode je ocenjena z 2,3 (ocena prihranka vode glede na standarde). Ocena trajnosti gradbene konstrukcije znaša prav tako 2,3.

4.4.3 Energija

Osnovni koncept je energetska učinkovitost hiše, ki je v podjetju Lumar dobro poznana, saj so šli od faze pasivnih hiš, do dobrih nizko energijskih hiš in danes skoraj nič energijskih hiš. Tukaj je potrebno poudariti, da v naslednjih fazah ne govorimo samo o potrebi po energiji, pač pa tudi o oskrbi z energijo, kako to energijo dobimo in o skupni rabi primarne energije. V primeru aktivne hiše Dragomelj, gre za hišo, ki ima zelo nizko potrebo po delovanju energije, k čemur doprinese odlično izoliran konstrukcijski ovoj (kot primer lahko izpostavimo toplotno prevodnost oken $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, zunanjih sten $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, talne plošče in strešne konstrukcije $U = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$), na drugi strani pa potrebno energijo za električno energijo za delovanje zagotavlja sončna elektrarna, ki je nameščena na nadstrešku ob hiši, z močjo 7,8 kWp, kar po izračunih zadostuje za celotno porabo, ki jo hiša potrebuje za delovanje, pa še višek ostane za polnjenje električnega avta. Kar je morda posebnost sončne elektrarne je to, da je izvedena na nadstrešku za avto, s propustnimi paneli, tako da dobi neko dodano, funkcionalno vrednost celotni nadstrešek v povezavi z električnimi avtomobilom povezuje tudi trajnostno bivanje in mobilnost. Celotna arhitektura stavbe je bila od začetkov načrtovana s poudarkom na najmanjši možni porabi energije za celotno delovanje hiše in kvalitetnem bivalnem udobju. Ocena celotne rabe energije znaša 1,1, oskrba z energijo (toplotna črpalka zrak-voda in sončna elektrarna) in primarna energija (množenje dovedene in proizvedene energije z ustreznimi faktorji pretvorbe. Za električno energijo znaša faktor 2,5, za sončno elektrarno pa je negativen $-92,7 \text{ kWh/m}^2$) pa 1,0. Zelo nizko porabo energije pokrivamo z učinkovitimi sistemi, ki nam nudijo kvalitetno bivalno okolje:

SISTEM OGREVANJA IN HLAJENJA

Dovod zadostne količine toplote za ogrevanje in morebitno hlajenje v poletnih mesecih zagotavljamo s toplotno črpalko zrak-voda. Sistem talnega in stropnega ploskovnega ogrevanja

srbi za enakomerno razporeditev toplote. Ob bolj vročih poletnih dneh, pa hlajenje zagotavljajo s stropnim hlajenjem.

PREZRAČEVANJE

Kot smo že zapisali, se pri gradnji nizko energijskih stavb dosega odlična zrakotesnost ovoja, zato rešitev za zagotavljanje svežega zraka v prostorih služi prezračevalna naprava. Vseeno pa se kljub vgrajeni prezračevalni napravi spodbuja kombinacija z naravnim prezračevanjem, sploh v poletnih mesecih oz. nočeh, ko z odpiranjem oken v pritličju in strešnih oken na ravni strehi ustvarimo naraven obtok zraka s katerim zagotovimo nočno hlajenje stavbe.

SAMOOSKRBA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO

Koncept Zero Emission Living v osnovi ponuja rešitve, s katerimi zmanjšujemo stroške v času bivanja v hiši. Z vgrajeno sončno elektrarno tako zagotovimo obnovljiv vir energije, katera postaja vezni člen med trajnostnim bivanjem in mobilnostjo – višek proizvedene elektrike se lahko porabi za polnjenje električnega avta.

PAMETNE INŠTALACIJE

Sistem pametnih inštalacij omogoča uporabnikom enostavno upravljanje hišne tehnike, varnosti, luči, žaluzij in drugega nadzora nad bivalnim ugodjem v hiši. Sistem je nadgradljiv z možnostjo prednastavitev zelenih scenarijev s katerim hiši omogočimo da sama poskrbi za prijetno bivalno ugodje, ter posledično manjšo porabo elektrike. Pametne inštalacije zagotavljajo tudi večjo varnosti objekta s senzorji za izliv vode, požara, gibanja in odprtih vhodnih vrat.

4.5. Izvedba aktivne hiše

NAČRTOVANJE HIŠE:

Da dosežemo standard aktivne gradnje je najbolj pomemben celoten konstrukcijski ovoj z načinom delovanja. Vsaka od posameznih komponent ima določen pomen, skupek vseh, pa da določen rezultat. Zelo velik pomen predstavlja toplotni ovoj zgradbe, njena oblika, sama sestava in končna izvedba. Z najbolj optimalno zasnovo pri načrtovanju pred izgradnjo, se izognemo dodatnim ukrepom za zmanjševanje porabe dodatne energije in morebitnim toplotnim mostovom, do katerih bi lahko prišlo pri fazi montaže. Med montažno gradnjo pa moramo vseskozi dobro preverjati kakovost izvedbe. Ko je stavba finalizirana, je potrebno izvedbo dokazovati s certifikati, ki ustrezajo določenim standardom.

LUMAR PROIZVODNA HALA:

Proizvodna hala podjetja Lumar se nahaja na Studencih v Mariboru. Sestava stene se začne pri razrezu na CNC stroju v kontrolirani klimi, tako da je možno delati v proizvodni vse dni v letu, ne glede na vremenske razmere. Lastna proizvodnja omogoča možnost notranje in zunanje kontrole končnega produkta. Kontrolirano delavno okolje in standardizirani postopki so bili osnova za pridobitev evropskega tehničnega soglasja in certifikata Passive house. Ko so stene pripravljene, se postavijo v fasadne proge v katerih se vgradi stavbno pohištvo. Okna so v nizko energijske hiše vgrajene skladno s standardom RAL, kar zagotavlja tesnjenje v treh ravlinah: paro nepropustna, izolativna in paro propustna. Način take gradnje nam omogoča boljšo zrakotesnost objekta, s tem boljšo bivalno klimo v prostoru in podaljšanje življenjske dobe vgrajenih materialov. Lumar Pasiv predstavlja enega izmed najsodobnejših konstrukcijskih sistemov z vpihano celulozo kot fasadno izolacijo, katero odlikuje velika gostota in dobra izolativnost. Celuloza se vpihuje že v proizvodni hali. Gostota pa se kontrolira tako, da se v prekat stene zvrta luknja iz katere se odvzame material, katerega stehtamo in s tem določimo gostoto celulozne izolacije. Z izbiro celulozne izolacije pripomoremo tudi k manjši obremenitvi okolja, saj se tukaj odpadki praktično ne pojavljajo.

MONTAŽA NA TERENU:

Pred pričetkom montaže se na ploščo natančno narišejo vse notranje in zunanje stene. Ko so vse stene narisane, monterji s pomočjo avto dvigala razložijo stene s kamionov in jih natančno postavljajo na temeljno ploščo. Pri sami montaži je potrebno biti zelo natančen, saj odstopanj praktično ne sme biti. Vertikalni stiki zunanjih sten in stropov se dodatno zatesnijo s tesnilnimi trakovi, da se zagotovi optimalna zrakotesnost. Ko se vgradijo stropni elementi, se zarišejo še zunanje in notranje stene etaže. Med samo montažo se neprestano meri vertikalnost in kotnost stenskih elementov. Ker so v proizvodni hali vsi elementi hiše sestavljeni pod istimi klimatskimi pogoji, tudi montaža stremi k čim hitrejšemu pokritju in s tem zaščito pred zunaj vremenskimi vplivi. Montaža hiše do same zaščite traja v povprečju 2-3 dni.

SIDRANJE IN ZAKLJUČEK GROBE POSTAVITVE:

Ko se konča faza grobe postavitve hiše, moramo najprej zagotoviti da je hiša primerno posidrana. Sidranje zagotovimo s kotniki, mesta sidranja pa so predhodno natančno določena glede na statiko. Za zagotavljanje zrakotesnosti objekta, se že med samo montažo uporabljajo tesnilni trakovi, za nadgradnjo le-teh, pa se uporabljajo dodatni lepilni trakovi (bitumen), s katerimi samo še dodatno zagotovimo zrakotesnost. Da je zunanost objekta zaključena in pripravljena na izvajanje fasaderskih del, je potrebno zapreti vse stropne pasove. Da je objekt kar najhitreje zaščiten pred zunanjimi vplivi, začnejo najprej z delom krovci. Najprej se lotijo dela na ravnih delih strehe, kjer je možnost zamakanja največja, šele nato pričnejo z delom na poševninah.

STROJNE IN ELEKTRO INŠTALACIJE TER OBRTNIŠKA DELA:

Po končani grobi montaži sledijo grobi razvodi elektro in strojnih inštalacij. Navadno se vzporedno postavijo tudi nadstreški za avtomobile ali pergole na terasi, ki dajo hiši še bolj atraktiven zunanji izgled. Za ogrevanje in hlajenje so v aktivni hiši vgrajeni stenski in stropni paneli (Harreithet), ki se po vgradnji zaprejo oz. obložijo z mavčno-vlaknenimi ploščami. V pritličju so vgrajeni klasični mikroarmirani cementni estrihi, v nadstropju pa suhi estrihi (Rigidur). Po izvedbi estrihov lahko v hiši pričnemo s slikopleskarskimi deli – najprej kitanje in bandažiranje sten, hkrati pa se na zunanosti hiše izvajajo dela za pripravo fasade. Nato sledijo še ostala dela za finalizacijo objekta: parketarska dela, keramičarska dela, notranja vrata, notranje stopnice, sanitarna oprema in finomontaža stikalnih tipk.

5. SKLEP

Za potrditev prve hipoteze je v prvi vrsti potrebno pojasniti določena fizikalna dejstva:

Temperatura notranjih površin je le malo nižja od temperature zraka:

V aktivni hiši nimamo grelnih teles, katera zmanjšujejo simetralo temperature. To pomeni, da moramo v hiše vgraditi okna, ki imajo toplotno prevodnost pod ali enako $0,8\text{W/m}^2\text{K}$, ter da morajo biti stavbe primerno toplotno izolirane.

Operativna temperatura v prostoru in gibanje zraka v prostoru:

Operativna temperatura v prostoru predstavlja srednjo vrednost med temperaturo zraka in sevalno temperaturo v prostoru. V aktivnih hišah je zaradi kvalitete stekel in same vgradnje, operativna temperatura enakomerna. Enakomerna je tudi ob oknih, kjer se navadno občuti vpad hladnega zraka.

Zrak v prostoru se neprestano giblje. Kjer je hladneje se ohlaja in se zaradi visoke zračne gostote spušča proti tlu. Ko se ogreje se začne spet dvigati. Pri veliki večini hiš, se zaradi velike površine hladilnih površin zrak hitro spušča in dviguje, kar zmanjšuje bivalno ugodje. Hladen zrak, ki se zadržuje pri tleh povzroča nelagodje za noge, velik pretok zraka pa nelagodje, še posebej pri nizkih temperaturah. Ugodje lahko sicer izboljšamo z dodajanjem grelnih teles pod okni, saj poskrbijo za vzgon toplega zraka, ki se obrne in temperatura pri tleh se s tem poviša. Za aktivno hišo je zaradi toplotne črpalke s talnim gretjem značilno, da so temperature površin v notranjosti tako visoke, da se zrak v prostoru giba minimalno. S tem dosežemo, da imamo tudi pri nizkih temperaturah izjemno kvalitetno toplotno ugodje.

Rosenje:

Najslabša izolativnost pri aktivni hiši predstavljajo okna. Temperatura pri notranji steni je pri zunanji temperaturi -10 stopinj Celzija, še vedno približno 17 stopinj Celzija. Do rose bi v aktivni hiši prišlo šele, če bi imeli notranjo vlago višjo od 85% . To bi se sicer lahko zgodilo, vendar samo v kopalnicah, pa še to zelo težko oz. redko. Če podrobneje pogledamo detajl pri stikih elementov z zunanjo konstrukcijo, tudi tukaj ne bi smelo prihajati do toplotnih mostov, tako, da je rosenje tudi tukaj izključeno.

Ugodna klima, nizki obratovalni stroški in prijetno bivalno okolje so trije elementi, ki so najbolj pomembni za vsakega investitorja. Visok standard z odličnim konstrukcijskim ovojem,

prezračevanjem z vračanjem vlage v prostor, talnim gretjem in ohranjanjem ugodne bivalne toplote omogoča najvišjo stopnjo ugodja. Tukaj je potrebno poudariti, da tudi strošek elektrike ne presega 1€/m² za ogrevanje, prezračevanje in sanitarno vodo.

Iz zgoraj naštetega lahko potrdimo prvo hipotezo.

Načrtovanje aktivne hiše se je začelo takoj, ko je podjetje kupilo parcelo na kateri je predvidelo izvedbo hiše. Kot je povedala ga. Teraž-Krois, čisto v začetni fazi niso načrtovali izvedbo aktivne hiše, vendar so bile osnovne smernice za načrtovanje skoraj nič energijskega objekta tako dobro nastavljene, da so za pridobitev certifikata Active House potrebovali le malo nadgradnje. Še največ dela so posvetili svetlim površinam in izpolnjevanju dokumentacije, ki je ni bilo malo. Tudi zahteva PHPP preračuna jim v načrtovanju ni povzročala težav, saj je hiša ob idealni orientaciji, s steklenimi površinami obrnjenimi proti jugu, izvedbo ravne zelene strehe in uporabo naravnih materialov v konstrukciji, brez težav ustrezala vsem kriterijem. Tudi drugo hipotezo lahko zato potrdimo.

Kot smo predpostavljali že na začetku, nam polnega podatka glede porabljene in proizvedene električne energije podjetje Lumar sprva ni hotelo izdati, saj točne analize skozi leta niso opravljali. Skozi kasnejšo podrobnejšo analizo porabe smo ugotovili, da hiša dejansko porabi manj električne energije kot jo ustvari (Graf 4). Pri načrtovanju so se v podjetju najprej osredotočili na konstrukcijo, ki je izdelana trajnostno – toplotnih mostov praktično ni, toplotna izolativnost pa je na najvišjem mogočem nivoju. Ob uporabi talnega gretja, centralnega prezračevanja z rekuperacijo zraka, sončno elektrarno, vrhunsko izolacijo in 3 slojno zasteklitvijo velikih steklenih površin, katere v zimskih mesecih poskrbijo za dovolj dobikov sončne svetlobe, uporabnikom hiše ni potrebno plačati dodatnega stroška za elektriko. To pomeni da je hiša samooskrbna. Kot smo že zapisali, čisto točnega podatka o porabi električne energije nimamo, saj hiša ni v uporabi ves čas, ampak je namenjena kot vzorčna hiša. Iz grafa 3 je razvidno, da letno fotovoltaika proizvede okoli 9.000,00 kWh električne energije. Od tega porabimo letno okoli 450,00 kWh za ogrevanje, 265,00 kWh za hlajenje, 360,00 kWh za prezračevanje, 1.150,00 kWh za toplo vodo, ter 3.500,00 kWh za gospodinjstvo. Skupaj okoli 5.725,00 kWh, kar pomeni, da proizvede hiša za nekaj več kot 3.000,00 kWh dodatne elektrike, ki jo lahko vrnemo v omrežje ali uporabimo za polnjenje električnega avtomobila. V Dragomlju imamo tudi polnilnico za električni avto, ki jo uporabljamo vsaj 3-4 krat tedensko za polnjenje

avtomobila z dosegom okoli 300km. Če vzamemo v kalkucijo, da je povprečna poraba energije za električni avto BMW i3 15,3 kWh/100 kilometrov, lahko z 2.000,00 kWh prevozimo z električnim avtom dobrih 13.000,00 km, pa še vedno ostane okoli 1.000,00 kWh viška energije. Tudi tretjo hipotezo lahko na osnovi izračunov proizvedene in porabljene električne energije potrdimo.

Izvedba skoraj nič energijske hiše predstavlja odgovor na vprašanje o zavedanju kako poraba energije vpliva na naše okolje. Nove smernice v gradbeništvu z rekupreacijo, bolj kvalitetnimi okni in vhodnimi vrati, naravnimi materiali v konstrukciji za gradnjo in večje zavedanje, da lahko z lastnimi dejanji vplivamo na okolje so povzročili oz. povzročajo, da bodo skoraj nič energijske hiše postale standard, ter da se bo o njih govorilo. Izvedba aktivne hiše sicer na začetku res zahteva nekoliko višjo začetno investicijo in bolj poglobljeno izvedene detajle pri gradnji, vendar na dolgi rok omogoča minimalne obratovalne stroške in obremenitev okolja. Strinjal bi se s svojo sogovornico ga. Teraž-Krois, da je potrebno ustaviti klimatske spremembe, porabo energije bolj kvalitetno izrabiti in izkoristiti sončno energijo kot energetski vir za ogrevanje našega doma. Ko na ta način izkoriščamo sončni vir, okolja dodatno ne obremenjujemo.

Na koncu lahko zaključimo, da je aktivna hiša na dolgi rok bistveno boljša izbira kot ostale gradnje, ima pozitiven vpliv na okolje, počutje in bivanje. K tej izbiri pripomorejo tudi dodatne subvencije, ki omogočajo da se nam del končne investicije povrne.

6. VIRI IN LITERATURA

- Dolinšek, B. P. (10. april 2020). *Ozaveščenost javnosti o energetske učinkovitosti* . Pridobljeno iz Arso okolje: <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/ozavescenost-javnosti-o-energetski-ucinkovitosti>
- Grobovšek, B. (2009). *Praktična uporaba toplotnih črpalk*. Ljubljana : Energetika Marketing d.o.o.
- Kuzman, K., & Manja. (2010). *Les v sodobni slovenski arhitekturi* . Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Fakulteta za arhitekturo .
- Lumar. (2019). *Vzorčna hiša Dragomelj*. Maribor : Lumar IG d.o.o. .
- Lumar. (23.. november 2020). *YouTube* . Pridobljeno iz Prva slovenska hiša s certifikatom Active House : https://www.youtube.com/watch?v=pH_iL5LzBgo
- LUMAR. (september. 1 2021). Arhiv podjetja Lumar . *Arhiv*. Maribor , Maribor , Slovenija .
- LUMAR. (1. september 2021). *LUMAR* . Pridobljeno iz Podjetje Lumar : www.lumar.si
- Media, F. (24. november 2020). *YouTube*. Pridobljeno iz Prva slovenska hiša s certifikatom Active house - vzorčna hiša Lumar:
https://www.youtube.com/watch?v=pH_iL5LzBgo
- Praznik, M., & Znašnik Senegačnik, M. (2016). *Trajnostna zasnova energijsko učinkovitih enodružinskih hiš*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani: Fakulteta za arhitekturo.
- Zbašnik-Senegačnik, M. (2008). *Pasivna hiša*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.

7. PRILOGE

Priloga 1: Intervju

Za potrditev hipotez in boljše razumevanje koncepta Aktivne hiše, sem v empiričnem delu opravil intervju z ga. Natašo Teraž Krois, ki ni samo mentorica projektne naloge, pač pa je tudi moja sodelavka. Na podjetju Lumar je zaposlena od leta 2008 kot razvojni tehnolog v sodelovanju z Eko skladom. Tako kot so skozi leta rasle delavne tematike in obseg dela, je tudi ga. Teraž-Krois napredovala v vodjo razvoja, danes pa je njen naziv vodja razvoja in trajnosti. Izobrazbo je pridobila na gradbeni fakulteti v Mariboru, smer GING, gradbeništvo in ekonomija.

Vaš pogled na napredek skoraj nič energijskih hiš v dobrih desetih letih odkar ste zaposleni na podjetju Lumar?

Pred desetimi leti so se začele izvajati prve pasivne hiše in so bile bolj izjeme kot pravilo. V tistem času je pomenila nizko energijska hiša nekaj čisto posebnega in drugačnega. Največji napredek v tem času je to, da je v današnjem času izvedba skoraj nič energijskih hiš postal dejansko standard. Od letos je veljaven tudi pravilnik in zakonodaja, tudi celotna Evropa se usmerja v to, da je danes to res standard, da je to nekaj kar je več. Danes je v prvi vrsti poudarek na ovoju oz. energetiki – koliko energije se porabi oz. koliko energije se lahko prihrani. Vedno bolj pa postaja pomembna tudi kakovost bivanja – kako so osvetljeni prostori, kako kvaliteten zrak dihamo v hiši, ipd. V prihodnosti je za pričakovati, da bo del standarda postal tudi okoljski vpliv, torej kakšen material uporabiš pri montaži oz. gradnji objekta. Kako je uporabljen posamezni material in kako celotni objekt onesnažuje okolje. Do današnjega dne je rasla samo energetska učinkovitost, ampak dejstvo je, da smo prišli tukaj do limita. Če gremo še na višjo stopnjo energetske učinkovitosti to ne bi bilo več smiselno iz ekonomskega vidika, saj je potrebno preveč vložiti, da se strošek povrne. Npr. če imamo hišo, ki porabi 10kWh/m², želeli bi pa imeti hišo ki porabi 8kWh/m², to pomeni 2kWh/m² na leto. To je pri 150m² neto površine hiše 300kWh toplote. Če ima toplotna črpalka grelni število 3, to pomeni 100kWh elektrike. Če vzamemo, da stane trenutno 1kWh elektrike okoli 0,15€, to pomeni minimalen strošek. Ukrep se ne povrne nikoli. Pomembno se mi zdi to, da kar je danes že zaznano kot standard, ni potrebno ljudi prepričevati v to, vendar da vzamejo to kot dejstvo.

Kako pomemben je bil PHPP preračun pri načrtovanju aktivne hiše v Dragomlju?

Po slovenski zakonodaji imamo tehnični pravilnik oz. tehnična smernica zajema elaborat za gradbeno fiziko, ki je pri nas enakovreden PHPP preračunu in je nastavljen na slovenske standarde. V postopku analize ima program vnesena opozorila, da če je npr. kakšna U vrednost prevelika, te bo na to opozoril, ker ni v skladu s slovenskim pravilnikom. PHPP na žalost tega nima, saj gre za Excell platformo v katero vnašamo številke. Sedaj so ga sicer nadgradili, da nam program sam javlja napake, drugače pa je to samo polje v Excellu, ki izračuna energetske učinkovitost objekta. So ga pa nadgradili, da sedaj računa že porabo primarne energije in pokrivanje s primarno energijo, saj so na Passiv house Institutu sedaj izdali različne klasifikacije.

Kje je nastala ideja o postavitvi aktivne hiše ?

Tudi naša prva vzorčna hiša, ki se je nahajala v Dragočajni je bila zasnovana po shemi Active House. Active House je shema, ki jo razvija Velux, vendar je povsem neodvisna in od vsega začetka sloni na treh stebrih bivanja kakovosti, ki jih moraš zagotoviti. Že v času izvedbe hiše v Dragočajni je bil naš partner Velux, tako da so nas na nek način potegnili v to zgodbo, vendar je tudi nam bila vedno blizu aktivna hiša, saj ima lahko pasivna hiša tudi negativna konotacijo. Tam npr. je bil tudi poudarek na vseh parametrih bivanja, tudi dnevna svetloba – zato je bilo že v Dragočajni veliko strešnih oken, svetli prostori otroških sob, veliki volumni ostalih steklenih površin. Med drugim smo tudi tam imeli strešna okna in tudi nekatera klasična okna elektrificirana, da smo lahko poleg rekuperacije v poletnih mesecih pohlajevali tudi z naravnim zračenjem. Ko smo načrtovali hiši v Dragomlju je bilo to nadgrajeno v smislu, da se je vmes razvil tudi program po katerem lahko to certificiraš, saj Active House ponuja sistem oz. certifikacijsko shemo, kjer kvantitativno ocenjuješ posamezne parametre. V Dragomlju je bil tudi večji poudarek, poleg energetske učinkovitosti, tudi na dnevni svetlobi, zato smo vgradili strešna okna na ravni strehi, na odnosu do okolja, kar predstavlja zelena streha, na samooskrbi, kar predstavlja sončna elektrarna, s katero polnimo tudi električni avto in zagotovimo mobilnost. Vse skupaj smo tudi certificirali po njihovi shemi. V Dragomlju smo velik poudarek dali tudi zvoku z uporabljenimi akustičnimi trakovi na stiku med steno in medetažno konstrukcijo, uporabili smo tudi drugačno folijo, tako da smo tudi tehnično poizkušali hišo v vseh pogledih nagraditi.

Zakaj ravno shema Active House?

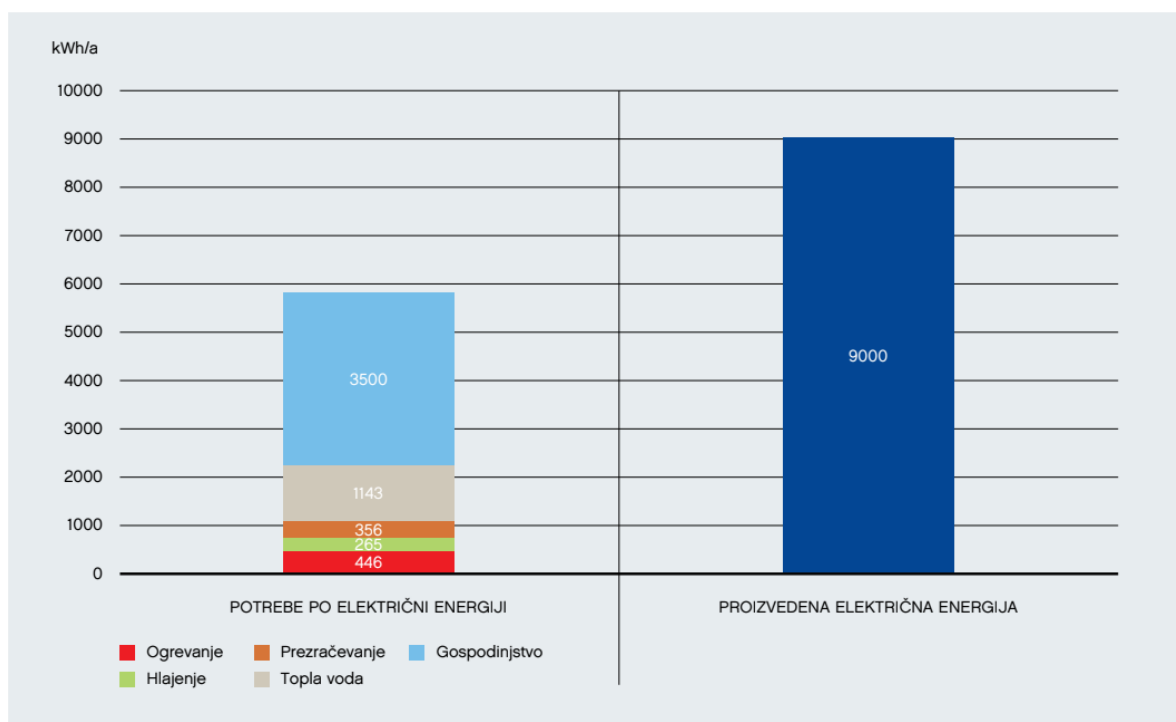
Kot vemo, poznamo dosti trajnostnih shem, med katerimi so najbolj znani nemški DGMB, ameriški LEED in angleški BREEAM. Te sheme smo tudi pregledali, vendar so tako velike in kompleksne, da zna investicija od načrtovanja do končnega izdelka zelo narasti zaradi vseh dopolnil. Vgraditi moramo npr. material, ki ustreza določenemu standardu. Strošek materiala in vgradnje je zelo visok, vendar trg tega materiala ne prizna kot dodano vrednost. Shema Active House pa je na nek način uporabniku najbolj prijazna. Še vedno dobimo podatke oz. graf/radar, ki je izredno transparenten in ga lahko relativno enostavno razložimo. Zraven vsega je obvladljivo, saj ima devet kriterijev ki jih moramo obravnavati, pri DGMB pa je teh kriterijev ogromno, skoraj za vsako postavko posebej, kar predstavlja veliko brezpredmetnega dela, zato sem mnenja, da nima prave uporabne vrednosti, saj če tega ne moremo prodati, hiša pa zaradi vgrajenih materialov stane tudi več 10.000,00€ več kot bi sicer, potem tukaj ni prave matematike.

Kako je potekalo načrtovanje Aktivne hiše?

Sheme so namenjene temu, da se že v fazi načrtovanja lahko ocenimo trajnostni vidik stavbe in ga kasneje med izvedbo lahko deloma prilagodimo, da bo izdelek najbolj optimalen. Mi smo v bistvu imeli v začetku projekt za izvedbo skoraj nič energijske hiše, vendar smo potem projekt nadgradili z idejo po certifikatu Active House in začeli so se preračuni, ki tudi nam v začetku niso bili poznani. Arhitektura v začetku ni bila prilagojena izvedbi aktivne hiše, šele nato smo dodajali elemente da smo dosegli zelen standard. V bistvu smo morali prilagoditi svetle površine oz. dnevno svetlobo, energetiko, pri kateri smo vedeli da ne bo težave, kakovost zraka, ki zaradi rekuperacije prav tako ne bo vprašljiva. Največja neznanka je bil LCA -(life cycle assessment) oz. okoljski odtis materiala, saj je to element, ki ga do takrat nismo dobro poznali in ima lahko različne vplive. LCA gleda okoljski odtis, ali boš npr. vzel za fasadno izolacijo stiropor ali kameno volno in ti pove kako močno z vgrajenim materialom onesnažujemo okolje. Sama izvedba LCA zahteva podrobne analize in je zelo zahtevna. Ko smo delali analizo smo morali poznati npr. točen delež lesa in vsako kosovnico, koliko m³ katere izolacije je vgrajene, koliko m³ lepila itd. To je zelo obsežen postopek, ki smo ga izvedli prvič, zato je bil kar velik izziv to organizacijsko tudi speljati.

Poraba energije v aktivni hiši?

Poraba električne energije je bila preračunana ob pogojih bivanja. Teh pogojev bivanja pri vzorčni hiši ne moremo gledati realno, saj v hiši trenutno ne biva nihče. Sicer je res, da je hiša v uporabi praktično vsak dan, vendar bi jo lahko glede porabe energije še bolj optimizirali z urniki uporabe. Druga težava pri merjenju porabe je, da nimamo tokovnih klešč na vseh porabnikih merilnika, da bi videli koliko elektrike se npr. porabi za polnjenje električnega avta. Po izračunih in moči toplotne črpalke in sončne elektrarne naj bi tudi v normalni pogojih uporabe bilo elektrike dovolj, da je nebi bilo potrebno doplačati. Če naredimo pregled zadnjih treh let, od kar se hiša uporablja, lahko operiramo z naslednjimi podatki: hiša na letni ravni s sončno elektrarno proizvede okoli 9.000,00 kWh/a. Za svoje delovanje, če številke zaokrožimo navzgor, pa potrebuje okoli 3.500,00 kWh/a za potrebe gospodinjstva, 1.143,00 kWh/a za toplo vodo, ter slabih 1.100,00 kWh/a za ogrevanje, hlajenje in prezračevanje. Iz tega je razvidno, da proizvede hiša dobro tretjino več na letni ravni, kot jo porabi.



Graf 3: Razmerje med porabljeno in proizvedeno električno energijo

Vir: Arhiv podjetja Lumar

Vaše splošno mnenje o trenutnih standardih gradnje na slovenskem trgu?

Trenutno se na trgu še vedno pojavljajo tradicionalne hiše, npr. brez prezračevanja, vendar sem mnenja, da gradnja takšnih hiš v prihodnosti ne bo mogoča. Ko je prišel v veljavo zakon, da moramo graditi skoraj nič energijske hiše, je bila definirana tudi zgornja meja porabe in teh 25kWh/m^2 ne bomo dosegli brez prezračevanja. Ta zakon sicer velja od 01. 01. 2021, vendar je problem Slovenije, da imamo to sicer zapisano v zakonu, vendar ob tem nismo spremenili tehničnih smernic, ki definirajo te številke tako, da so te tehnične smernice zaenkrat še stare in po njih so npr. posamezne U vrednosti, ki so dovoljene še mnogo slabše. Prav tako tudi poraba tako, da za enkrat lahko po starem spravimo izvedbo pod streho. V bistvu je samo ime drugačno, nima pa še drugih pogojev. Ko bodo ti pogoji izpolnjeni bomo lahko govorili o standardu. Če to ne bo postal standard bodo podnebne spremembe, ki se dogajajo in jih dosti ljudi še ne prizna postajale vedno večji problem. S tem seveda tega problema ne bomo rešili, bomo pa sprožili morda zavedanje glede našega okolja za nadaljnje rodove in kaj je pomembno.