

Projektantski parametri za optimizacijo energijske učinkovitosti tipske hiše JUBHome



Iz razvojnega procesa tipskih enodružinskih hiš JUBHome želimo na konkretnem primeru pokazati vpliv izbora posameznih projektantskih parametrov na porabo energentov pri predpostavki nespremenjenega bivalnega udobja v vseh letnih časih.

Funkcionalna in kompaktna tipska hiša v razvoju je zasnovana kot dvoetažen objekt v obliki kvadra s proti jugu usmerjenimi bivalnimi prostori; bruto tloris pritličja znaša 88 m², uporabna površina med 127 in 132 m², namenjena pa je družinam z do dvema otrokoma. V nadaljevanju pri potrebnem pogoju zagotavljanja nespremenjenega visokega bivalnega ugodja s PHPP¹ simuliramo vpliv različnih izvedb arhitekture zgornje etaže, ovoja, učinkovitosti prezračevanja in orientacije stavbe na stroške gradnje, ogrevanja in hlajenja. Kadar ni drugače navedeno, upoštevamo ljubljansko klimo ter ceno kWh električne energije 0,139 EUR².

Simulacije smo opravili s PHPP 8 pri naslednjih predpostavkah:

1. poenostavljena ocena toplotnih mostov (poslabšanje toplotne prehodnosti ovoja za 0,06 W/m²K) brez ločitve na tiste v stiku z zrakom ali zemljinjo;
2. zrakotesnost: n50 ≤ 0,6 h⁻¹;
3. klimatski podatki: Ljubljana Center;

4. strešna okna: $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$; $g = 0,5$; $U_i = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$;
5. toplotna prehodnost vhodnih vrat: $U = 0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$;
6. idealna orientacija, odklon od severa = 0 stopinj;
7. toplotna prehodnost strehe z JUBHome ROOF, $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$;
8. toplotna prehodnost previsa medetažne AB plošče z upo-

rabo ICF elementov JUBHome FLOOR, $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vpliv različne arhitekture zgornje etaže tipske hiše smo preverili za naslednje izvedbe:

M – mansarda, dvokapnica z naklonom 40°, strešna okna;
F – mansarda, dvokapnica z naklonom 40°, strešna okna kombinirana s frčado;

ENERGIJSKI STANDARD IZVEDBE TIPSKE HIŠE	AB temeljna plošča, v JUBHome BASE ICF elementih, Peripor, $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$	AB obodne stene, v JUBHome WALL ICF elementih, sivi EPS, $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$	Steklene površine		Okenski okvir	Učinkovitost sistema prisilnega prezračevanja	
	koeficient toplotne prehodnosti sklopa $U \text{ (W/m}^2\text{K)}$		$U_g \text{ (W/m}^2\text{K)}$	prepustnost sončnega obsevanja g	$U_i \text{ (W/m}^2\text{K)}$	učinkovitost rekuperacije (%)	poraba elektrike na m ² zraka (Wh/m ²)
1 - NEH	0,185	0,129	1,100	0,53	1,200	75	0,45
2 - dobra NEH	0,132	0,099	0,700	0,51	0,900	85	0,34
3 - pasivna hiša	0,102	0,084	0,500	0,50	0,790	93	0,24

Tabela 1: Različni energijski standardi izvedbe ovoja in rekuperacije tipske hiše

¹ Passivhausprojektierungspaket, www.passiv.de

² Vir: SURS, povprečna drobnoprodajna cena električne energije za gospodinjstva v letu 2014, višja tarifa

N – nadstropje, dvokapnica z naklonom 35°;

E – nadstropje, enokapnica z naklonom 10°.

Ob predpostavki konstantno visokega bivalnega udobja smo energijsko učinkovitost vsake arhitekturne različice simulirali v treh standardih izvedbe ovoja in prezračevanja z rekuperacijo (tabela 1). Pri energijskem standardu izvedbe 1 dodatnih stroškov nimamo, pri izvedbi 2 smo jih ocenili na 2000 EUR, dodatni vložek 3000 EUR pa omogoča izvedbo 3 v pasivnem standardu.

Vpliv arhitekture in kakovosti gradnje

Vpliv arhitekture na letno potrebno toploto za ogrevanje (Q_h) prikazujemo v tabeli 2. Najnižji Q_h dosežemo zaradi večjih na jug usmerjenih steklenih površin pri arhitekturi F ter z manjšo

Arhitekturne različice zgornje etaže tipske hiše	Oblikovni faktor	Površina južnih oken v m ²	Q_h arhitekturnih in izvedbenih različic tipske hiše v kWh/(m ² /a)					
			Energijski standard izvedbe tipske hiše			Nadaljnja energijska optimizacija		Tipična hiša v energijskem standardu iz 1980 -ih let
			1 (NEH)	2 (dobra NEH)	3 (pasivna hiša)	Odpravljanje toplotnih mostov	Premik okna na južno fasado	
M	1,31	15,66	41	25	15	13	12	150
F	1,33	18,19	40	23	14	12	11	150
N	1,31	14,84	43	25	15	13	12	150
E	1,27	14,84	42	24	14	12	11	150

Tabela 2: Vpliv arhitekture, elementov ovoja in sistema rekuperacije tipske hiše na letno potrebno toploto za ogrevanje

površino strehe pri arhitekturi E. Nadaljnje znižanje Q_h dosežemo s premikom enega izmed oken iz zahodne na južno fasado (opcionalno: privoljenje investitorja) ter z znižanjem toplotnih mostov z izboljšanjem toplotne prehodnosti ovoja iz 0,06 na 0,03 W/m²K, kar omogoča lastnosti ICF sistema.

Vpliv hlajenja

V nadaljevanju dejavnike energetske učinkovitosti pre-

verjamo le še za arhitekturno varianto E z nadstropjem in enokapnico. Z večanjem proti jugu usmerjenih steklenih površin se pojavi prekomerno poletno pregrevanje. V tabeli 3 prikazujemo porabo energije za hlajenje (Q_c) pri vseh treh energijskih standardih izvedbe hiše E. Pri pasivni izvedbi hiše E pa porabo energije za hlajenje optimiramo s postopnim dodajanjem spodaj naštetih običajnih ukrepov za zniževa-

nje pogostosti in intenzivnosti poletnega pregrevanja:

1. odpravljanje toplotnih mostov (na zgoraj opisan način);
2. predohlajevanje vstopnega zraka z zračnim zemeljskim prenosnikom toplote;
3. senčenje steklenih površin z zunanji žaluzijami;
4. senčenje južne fasade z listopadnimi rastlinami.

Iz tabele 3 je razvidno, da je poraba energije za hlajenje, če

RAZVIJAMO ZA VAS!



JUBHome BASE - Nosilna toplotna izolacija za temeljne plošče

- ▶ Zmanjšuje toplotne izgube skozi tla, $U = 0,2 - 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$, prepreči toplotne mostove;
- ▶ Omogoča temeljenje tudi na seizmično aktivnih področjih in slabše nosilnih tleh.



JUBHome WALL - Toplotnoizolativni zidaki za zunanje in notranje nosilne zidove

- ▶ Zmanjšujejo toplotne izgube skozi fasadne stene, $U = 0,2 - 0,084 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- ▶ Sistemsko zagotavlja potrebno zrakotesnost in odsotnost toplotnih mostov.



JUBHome FLOOR - Toplotnoizolativni opaž za ravne in poševne AB plošče

- ▶ Omogoča enostavno izvedbo neogrevane kleti pod ogrevanim pritličjem;
- ▶ Izgubljeni opaž in hkrati dodatna toplotna izolacija ravnih in poševnih betonskih streh.



JUBHome ROOF - Toplotna izolacija za strehe

- ▶ Enostavno polaganje po sistemu pero/utor na pripravljeno leseno strešno konstrukcijo;
- ▶ Pohodne plošče so primerne za novogradnjo, prenavo in energijsko sanacijo strehe.



JUBHome - Energijsko varčna masivna družinska hiša

- ▶ Poljuben razred energetske varčnosti: nizkoenergijska, pasivna, skoraj nič energetska, samozadostna hiša.
- ▶ Poljubni paketi: od samogradnje do gradnje na ključ;
- ▶ Individualno projektiranje in gradnja na ključ; gradnja tipskih hiš in gradnja za trg.



JUBHome d.o.o.
Dol pri Ljubljani 28, SI-1262 Dol pri Ljubljani, E: info@jubhome.eu
Član Skupine JUB

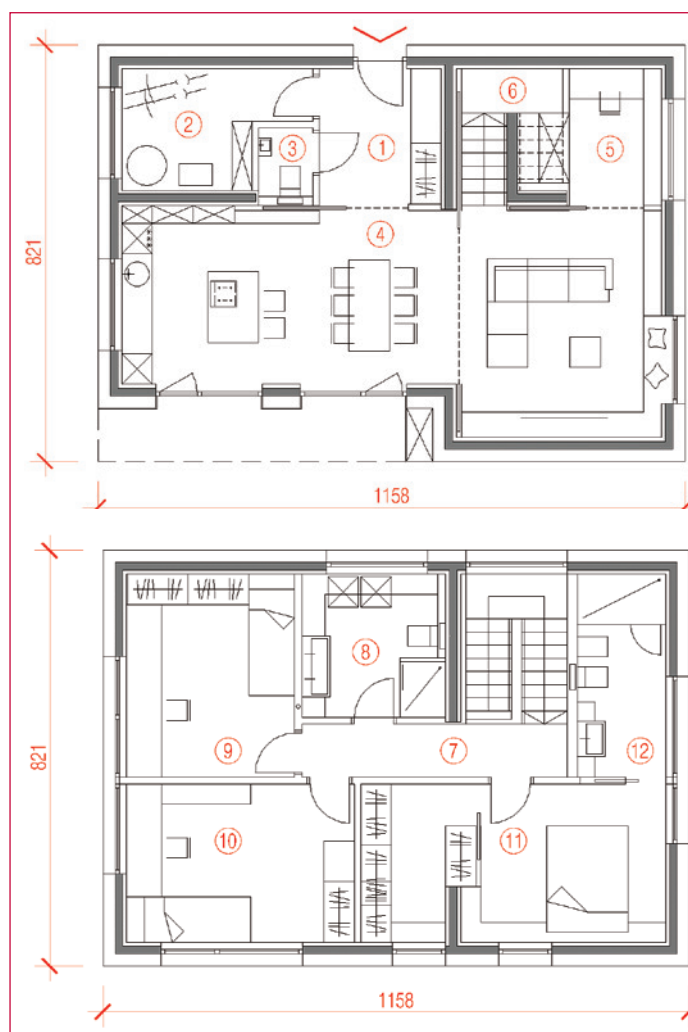
Q _e – letna energija, potrebna za hlajenje 1 m ² tipske hiše E v kWh/(m ² /a)						
Q _e različnih energijskih standardov izvedbe hiše E			Q _e pri zaporedno izvedenih ukrepih proti pregrevanju na pasivni izvedbi hiše E			
1 (NEH)	2 (dobra NEH)	3 (pasivna hiša)	Odpravljanje toplotnih mostov	Zračni zemeljski kolektor	Žaluzije	Senčenje južne fasade
5	7	12	13	10	2	1

Tabela 3: Letna energija, potrebna za hlajenje 1 m² tipske hiše E v kWh/(m²/a)

zagotovimo standard gradnje z manj toplotnimi mostovi, ob izkopu poskrbimo za relativno poceni cevno napeljavo zračnega kolektorja ter če hišo opremimo z žaluzijami, zanemarljiva. V smislu optimizacije stroškov zato v nadaljevanju predpostavljamo, da je problem pregrevanja hiše E zadovoljivo rešen že s senčenjem steklenih površin, nadaljnje manjše izboljšanje rešitve pa zahteva investicijo v zračni zemeljski kolektor pri predpostavki, da geomehanske okoliščine to dovoljujejo. Praktične izkušnje kažejo, da se problem pregrevanja učinkovito rešuje tudi z nočnim odpiranjem oken ali z bypassom, a učinkovitost tega ukrepa je pogojena z mikroklimatsko lokacijo objekta in nanjo ni moč vplivati s projektantskimi parametri. Enako velja za razvlaževanje pregretega zraka, ki vpliva na nižanje subjektivno višjega občutenja temperature v bivalnem prostoru.

Vpliv orientacije

Prostorski predpisi, ki določajo umestitev objekta na parcelo, lahko kljub ugodnemu oblikovnemu faktorju odločilno poslabšajo potencialno energijsko učinkovitost objekta. Primerjava rezultatov v tabeli 4 s tistimi iz tabele 2 pokaže, da ima pravilna umestitev hiše E glede na orientacijo glavne fasade precej večji vpliv na potrebno toploto za ogrevanje kot toplotna prehodnost ovoja in učinkovitost rekuperacije. Posledično sledi, da pravilno projektiranje do neke mere lahko ublaži negativen učinek neugodne



Seznam prostorov in površin:

1. vhod	6,45 m ²
2. utiliti s tehniko	7,40 m ²
3. wc	1,45 m ²
4. bivalni del	40,85 m ²
5. kabinet	4,90 m ²
6. stopnišče	5,20 m ²
PRITLIČJE	66,25 m²

7. hodnik	5,50 m ²
8. kopalnica	7,70 m ²
9. soba	13,30 m ²
10. soba	14,10 m ²
11. spalnica	18,30 m ²
12. kopalnica	7,00 m ²
NADSTROPJE	65,90 m²

OBJEKT SKUPNO 132,15 m²

umestitve na energijsko učinkovitost objekta, ne more pa ga v celoti nevtralizirati. Investitorje, ki energijsko varčnost objekta uvrščajo med prednostne zahteve, kaže še posebej opozoriti na pazljiv izbor parcele za gradnjo.

Letni stroški ogrevanja in hlajenja in vračilo investicije

Razlika med stroški ogrevanja in hlajenja med nizkoener-

gijsko in pasivno izvedbo hiše E znaša 386 EUR na leto oziroma 32 EUR mesečno. Dodatnih 5000 EUR, vloženih v debelejši toplotni ovoj in učinkovitejšo rekuperacijo, ki stroškovno loči gradnjo nizkoenergijske od pasivne izvedbe hiše E, se tako povrne v 13 letih. Ker investitor dodatno vложи le 2500

nismo diskontirali na sedanjo vrednost.

V sivo obarvanem delu tabele informativno prikazujemo še vrednosti istih parametrov za energijsko popolnoma optimirano izvedbo hiše E (zmanjšani toplotni mostovi, premik okna iz zahodne na južno fasado, izvedba zračnega zemeljskega kolektorja, vgra-

Sprememba Q _e pasivne izvedbe hiše E pri rotaciji objekta od idealnega odklona								
stopinje rotacije	5	10	22,5	45	67,5	90	180	270
Q _e v kWh/m ² K/leto	11	11	12	13	14	16	18	15

Tabela 4: Gibanje Q_e pri rotaciji optimirane pasivne izvedbe hiše E od idealne orientacije

	Letni stroški ogrevanja in hlajenja (Q _h + Q _e) tipske hiše E v različnih energijskih standardih izvedbe				
	1 (NEH)	2 (dobra NEH)	3 (pasivna hiša)	Optimirana pasivna hiša	Standard gradnje 1980
ogrevanje	771 €	441 €	257 €	202 €	2.755 €
hlajenje	92 €	129 €	220 €	18 €	n.p.
skupaj	863 €	569 €	478 €	220 €	2.755 €

Tabela 5: Letni stroški ogrevanja in hlajenja različnih energijskih izvedb tipske hiše E

dnja zunanjih žaluzij in senčenje južne fasade), ter pomanjkljivo oceno vrednosti teh parametrov za hišo E, če bi jo zgradili v standardu gradnje 1980-ih let.

Priporočila za optimizacijo razmerja med stroški in energijsko učinkovitostjo

- izbor parcele, ki dopušča čim položnejšo dvokapno ali enokapno streho;
- čim nižji oblikovni faktor, izogibanje fasadnim elementom, ki kvarijo obliko kvadra;
- arhitektonsko logična orientacija večjih okenskih odprtin proti jugu;
- ugodno razmerje med insolacijo ter zaščito pred prekomernim poletnim pregrevanjem;
- tloris naj ne presega 160 m² uporabne površine;
- kletna etaža naj bo izven toplotnega ovoja;
- etažna višina naj ne bo po nepotrebnem previsoka;
- zaradi minimiranja toplotnih izgub in poletnega pregrevanja se izogibamo strešnim oknom;
- večja okna ločimo na fiksni del in krilo z odpiranjem;
- izogibamo se panoramskih sten z velikimi krili, drsnemu odpiranju in kotnim oknom;
- senčenje zagotovimo z arhitekturnimi elementi ali naravno osenčitvijo z listopadnimi rastlinami;
- izvedba prislonjenih balkonov in teras;
- projektiranje s PHPP od IDZ, sočasno projektiranje arhitekture in strojnih instalacij;
- kakovostna izvedba: zvezna toplotna in hidroizolacija vseh sklopov stavbnega ovoja, zrakotesnost prebojev, RAL vgradnja stavbnega pohištva;
- preverjanje kakovosti izvedbe z Blowerdoor testom in termografskim pregledom.

Prikazanih ugotovitev ni moč posploševati na vsak podoben objekt v ljubljanskem klimatskem področju, saj so učinki posameznih dejavnikov močno odvisni od individualne arhitekture, orientacije in mikrolokacije. Dajejo pa usmeritve, katerih učinkovitost je treba preizkusiti za vsak objekt posebej. 

