

Nizkoenergijski tipski hiši YTONG®

Avtor: Milan Černjak, dipl. inž. grad.
Xella porobeton SI, d. o. o.

Smernice v sodobnem arhitekturnem oblikovanju, težnja po kakovostnem prebivanju, učinkovita raba energije, zmanjševanje obremenjevanja okolja z emisijami CO₂, ekološka ozaveščenost, naraščanje cen energentov, kjotski protokol, direktiva EU o energetske učinkovitosti stavb, nov poostren slovenski pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (URES), uporaba obnovljivih virov energije in še druga dejstva so nas privedla k razmišljanju, da tudi mi s svojo usmeritvijo prispevamo majhen delež k veliki stvari, ki se imenuje ohranjanje našega življenjskega okolja.

Konzorcij proizvajalcev (Xella porobeton SI, d. o. o., Bramac strešni sistemi, d. o. o., Stabil Bauelemente, GmbH) in Fakulteta za arhitekturo Univerze v Ljubljani smo organizirali anonimni natečaj za študente arhitekture na temo »Sodobno oblikovanje za kakovostno bivanje«. Natečajna komisija je izmed 31 prispelih del izbrala 10 idejnih rešitev, ki so ustrezala razpisnim pogojem in jih uvrstila v finalni izbor. V podjetju Xella porobeton SI smo se odločili, da prvo in drugonagrajeni idejni projekt individualne hiše spravijo v življenje in za prihodnje vlagatelje izdelajo projektno dokumentacijo faze PGD, PZI, za tipsko nizkoenergijsko hišo. Prvo nagrajeno idejno rešitev avtoric, študentk arhitekture Ane Kreč in Tine Rome, smo predali v izvedbo mag. Tomažu Kanclerju iz arhitekturnega biroja SPRING, d. o. o., drugo nagrajeno idejno rešitev avtorjev, študentov arhitekture Boštjana Matula, Dominika Sagadina in Blaža Slivnika, pa arhitektu Vojku Pavčiču iz arhitekturnega ateljeja D. I. A. LOG.

Pri razvijanju nizkoenergijskih hiš smo si za osnovni cilj zadali, da mora biti računsko poraba energije za ogrevanje $\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ oziroma 3 l olja/m^2 bivalne površine letno (3-litrska hiša) ter temu cilju vse predredili.

1. Koncept nizkoenergijskih tipskih hiš YTONG®

Objekta sta arhitekturno zasnovana kot kompaktna podolgovata gladka kubusa (P + 1), brez zamikov in predorov ovoja stavbe. Projektirana sta skladno z naslednjimi kriteriji nizkoenergijske gradnje:

- preprosta tlorisna zasnova je razdeljena na bivalni, komunikacijski in servisni del;
- bivalni prostori so z velikimi steklenimi površinami locirani proti jugu, tako da v čim večji meri omogočajo rabo sončne energije za ogrevanje v zimskem času;
- servisni del je orientiran na severno stranico objekta, ki je tudi skladna z nizkoenergijskimi zahtevami ustrezno zaprta (minimalne okenske in vratne odprtine);



Nizkoenergijska tipska hiša YTONG®: Leska

- nizkoenergijska tipska hiša YTONG® »Leska« ima na južni stranici balkon, ki je konstrukcijsko in termično ločen element stavbe, na katerem so pritrjena drsna senčila;
- konstrukcija balkona se točkovno sidra v armiranobetonske horizontalne vezi, mesta pritrditve se ustrezno zatesnijo. S takšno rešitvijo je vpliv toplotnega mosta zmanjšan na minimum;



Nizkoenergijska tipska hiša YTONG®: Moja

- za preprečitev poletnega pregrevanja prostorov so na južni strani hiš predvidena drsna senčila iz macesnovega lesa;
- pogoj za umestitev takšnega objekta v prostor je orientiranost parcele proti jugu oz. $\pm 30^\circ$ v smeri vzhod ali zahod;
- nosilna konstrukcija nizkoenergijskih hiš zajema vse elemente gradbenega sistema YTONG®;
- predvidena je vgraditev oken s trojnim izolacijskim steklom, polnjena z žlahtnim plinom kriptonom.

2. Nosilna konstrukcija iz gradbenega sistema YTONG®

Porobeton YTONG® je izotropen gradbeni material, kar pomeni, da so njegove fizikalne lastnosti (toplotna izolativnost, tlačna trdnost, požarna odpornost, zvočna izolativnost ...) v vseh smereh enake. Konstrukcijski material za nizkoenergijski hiši YTONG® bo s svojo odlično toplotno izolativnostjo $\lambda = 0,12 \text{ W/(mK)}$ optimiral debelino toplotne izolacije na zunanjih zidovih in vlagatelju že v samem začetku znižal stroške gradnje ter tvoril osnovni toplotni ovoj stavbe. S prvo položeno vrsto termoblokov prekinemo toplotni most med temeljem in zunanjim zidom. V primerjavi z opečno gradnjo, kjer tega tako ne moremo doseči, je to velika prednost.

Zaradi vsega naštetega smo pri projektiranju nizkoenergijskih hiš za zidanje zunanjega zidu izbrali termoblok (TB 40) debeline 40 cm. Debelina notranjih nosilnih zidov je skladna z EC 6 in s potresno varno gradnjo 25 cm. Nenosilni zidovi pa so debeline 15 cm.

Medetažna in strešna konstrukcija sta izvedeni iz stropnih plošč YTONG® debeline 20 cm, ki lahko premostijo maksimalni razpon z ležiščem vred 5,20 m. Nad okenskimi in vratnimi odprtinami do svetle razpetine 1,6 m smo uporabili tipske preklade. Za premostitev večjih odprtin kot predizdelan opaž služijo elementi »U«, v katerih smo izdelali armiranobetonske preklade. Elemente »U« smo uporabili tudi za izdelavo horizontalnih, poševnih in kolenčnih armiranobetonskih vezi. Opaž zunanjega roba plošče smo izdelali iz elementov »L«. Vertikalne armiranobetonske vezi smo izvedli iz protipotresnih zidnih blokov. Protipotresni zidni bloki imajo funkcijo opaža in toplotnega ovoja vezi ter hkrati pospešijo gradnjo objekta.

Zrakotesnost osnovne nosilne konstrukcije zagotovimo tako, da bloke med seboj lepimo po celotni stični ploskvi. Zatesnimo stik med temeljem in zunanjim zidom ter zunanjim zidom in strešnimi ploščami. Strešne plošče so izdelane po principu pero-utor, stike zatesnimo in bandažiramo. Vse ploskve prekrijemo s tankoslojnim apnenomavčnim ometom. S takšnim načinom gradnje smo zagotovili osnovno zrakotesnost in izolativnost konstrukcijskega ovoja stavbe.

3. Konstrukcijske sestave zunanjega ovoja hiš

V nadaljevanju so predstavljene konstrukcijske sestave neprosojnih in prosojnih delov zunanjega ovoja hiš ter izračuni njihovih toplotnih prehodnosti. Zunanji ovoj hiš je načrtovan tako, da je toplotna izolacija sklenjena, okenske špalete so toplotno izolirane. Vsi stiki in točkovni preboji se pri izvedbi ustrezno zatesnijo.

Debelino toplotne izolacije na zunanjih stenah smo morali prilagajati zaradi različnih fasadnih oblog. Pri nizkoenergijski tipski hiši YTONG® »Moja« znaša debelina toplotne izolacije na južni in severni fasadi 8 cm. Na vzhodni in zahodni fasadi variira debelina toplotne izolacije med 8 in 15 cm zaradi segmentirane lesene cezure na fasadi, ki smo jo vstavili tako, da je prišla v isto ravnino. Nizkoenergijska tipska hiša YTONG® »Leska« pa ima enakomerno toplotno izolacijsko oblogo debeline 10 cm. Pri obeh hišah je toplotna izolacija zunanjih zidov izvedena s toplotnoizolacijskimi lamelami iz kamene volne **Rockwool RP-PL**. Tla na terenu so pri obeh hišah izolirana skupno z 21 cm toplotne izolacije iz ekstrudiranega polistirena **Styrofoam Roofmate SL-A**, v poševni strehi nad ogrevanim nadstropjem pa smo vgradili 25 cm toplotne izolacije iz kamene volne **Rockwool Multirock**.

Toplotno prehodnost večslojne homogene konstrukcije izračunamo po naslednji enačbi:

$$U = 1/R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_e \quad (1.)$$

U – toplotna prehodnost konstrukcije (W/m²K)

R_i, R_e – upor prestopu toplote s konvekcijo in sevanjem na notranji in zunanji strani konstrukcije (m²K/W)

R₁... R_n – toplotni upor (m²K/W) prehodu toplote skozi posamezne sloje gradbene konstrukcije, ki ga določimo po enačbi:

$$R_1 \dots R_n = d_1 \dots d_n / \lambda_1 \dots \lambda_n \quad (2.)$$

d₁... d_n – debelina posameznega sloja konstrukcije (m)

λ₁... λ_n – toplotna prevodnost materiala posameznega sloja konstrukcije W/(mK)

Tabela 1: Izračun toplotne prehodnosti konstrukcijskega sklopa zunanje stene

št.	material	d (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
1	notranji omet YTONG®	0,01	1500	0,7	0,014
2	termoblok TB 40 YTONG®	0,40	450	0,12	3,334
3	lepilna malta za kameno volno	0,005	1420	0,90	0,0056
4	kamena volna Rockwool RP-PL	0,10	140	0,042	2,38
5	lepilna malta za kameno volno	0,005	1420	0,90	0,0056
6	zaključni sloj	0,003	1450	0,45	0,0067
Upor prestopu toplote s konvekcijo in sevanjem na notranji strani konstrukcije R _i (m ² K/W)					0,13
Upor prestopu toplote s konvekcijo in sevanjem na zunanji strani konstrukcije R _e (m ² K/W)					0,04
Vsota vseh uporov prehodu toplote R (m ² K/W)					5,92
Toplotna prehodnost U = 1/R (W/m²K)					0,17

Tabela 2: Izračun toplotne prehodnosti konstrukcijskega sklopa strop proti neogrevanemu podstrešju

št.	material	d (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
1	notranji omet YTONG®	0,01	1500	0,7	0,014
2	stropne plošče YTONG® SP 20	0,20	700	0,18	1,11
3	parna ovira Tyvek VCL	0,00013	1800	1,80	0,00007
4	kamena volna Rockwool, Multirock	0,25	50	0,037	6,76
5	paropropustna folija	0,00013	459	0,19	0,00068
Upor prestopu toplote s konvekcijo in sevanjem na notranji strani konstrukcije R _i (m ² K/W)					0,13
Upor prestopu toplote s konvekcijo in sevanjem na zunanji strani konstrukcije R _e (m ² K/W)					0,04
Vsota vseh uporov prehodu toplote R (m ² K/W)					8,05
Toplotna prehodnost U = 1/R (W/m²K)					0,12

Tabela 3: Izračun toplotne prehodnosti konstrukcijskega sklopa tla na terenu

št.	material	d (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
1	parket	0,01	700	0,21	0,048
2	cementni estrih	0,06	2200	1,4	0,043
3	polietilenska folija	0,00015	1000	0,19	0,0008
4	XPS_Styrofoam Roofmate SL-A	0,21	32	0,035	6
5	hidroizolacija	0,01	1500	1,4	0,007
6	betoni s kam. agregati (2500)	0,12	2500	2,33	0,052
7	gramozno nasutje	0,3	1750	1,4	0,21
Upor prestopu toplote s konvekcijo in sevanjem na notranji strani konstrukcije R_i (m ² K/W)					0,17
Upor prestopu toplote s konvekcijo in sevanjem na zunanji strani konstrukcije R_e (m ² K/W)					0,00
Vsota vseh uporov prehodu toplote R (m ² K/W)					6,53
Toplotna prehodnost U = 1/R (W/m²K)					0,15

Podnebni podatki:

Projektna temperatura: -13 °C

Temperatura zraka zunaj: -5 °C

relativna vlažnost zraka zunaj: 90 %

Temperatura zraka znotraj: +20 °C

relativna vlažnost zraka znotraj: 65 %

Temperaturni primanjkljaj (K-dni): 3300

V konstrukcijah se ne pojavlja kondenzacija vodne pare.

5. Prosojni deli zunanje ovojja hiše (okna)

Pri projektiranju naših nizkoenergijskih hiš smo veliko pozornost posvetili tudi izbiri energetske učinkovitega stavbnega pohištva. Izbrali smo okna z naslednjimi karakteristikami:

- trojna zasteklitev TITANIS® K, B4K/K12K/4K/K12K/B4K (Stabil)
- toplotna prehodnost okna $U_w = 0,9$ W/m²K
- toplotna prehodnost stekla $U_g = 0,5$ W/m²K
- g-vrednost 47 %
- na južni, vzhodni in na zahodni strani so predvidena senčila

Strokovna vgraditev oken je zelo pomembna, saj morajo biti ta vgrajena brez toplotnih mostov. Zelo pomembno je izdelati natančen stik med okenskim okvirjem in zunanjo steno. Okno se s sidri pritrdi v zid, da se ne bi pod vplivom dihanja konstrukcije in obremenitev zgodile poškodbe tesnil na stiku med okenskim okvirjem in zunanjim zidom. Stik se izvede s PU-peno in tesnilnimi trakovi. Tesnilni trak, ki se namesti na zunanji strani okenskega okvirja, mora biti dovolj difuzijsko odprt za vodno paro, zrakotesen in vodo-tesen. Na notranji strani okenskega okvirja se namesti tesnilni trak, ki služi kot difuzijska zapora.

S kakovostno vgraditvijo oken (po proizvajalčevih detajlih) bodo njihove kvalitativne lastnosti prišle popolnoma do izraza.

6. Sklep

Porobeton YTONG® je zaradi odličnih toplotnoizolacijskih lastnosti v vseh pogledih zelo primeren konstrukcijski gradbeni material za gradnjo energijsko varčnih, nizkoenergijskih in pasivnih hiš. Z uporabo vseh elementov gradbenega sistema YTONG® lahko na zelo preprost način zgradimo osnovni homogeni konstrukcijsko-izolativni ovoj nizkoenergijske ali pasivne hiše. S takšnim pristopom se že v fazi načrtovanja projektira konstrukcijski ovoj stavbe, tako da se zmanjša vpliv toplotnih mostov.

Dobro načrtovan projekt nizkoenergijske hiše še ne pomeni, da bodo njegove računske vrednosti enake vrednostim zgrajenega objekta. V procesu gradnje nizkoenergijske hiše je treba posebno pozornost posvetiti kakovostni izvedbi detajlov, ki zagotavljajo, da bo hiša zgrajena zrakotesno in da bo vpliv toplotnih mostov zmanjšan na minimum.

Da bi vse to dosegli, je treba v celotnem procesu gradnje zagotoviti ustrezen nadzor kakovosti izvedbe gradbeno-obrtniških in inštalacijskih del.

