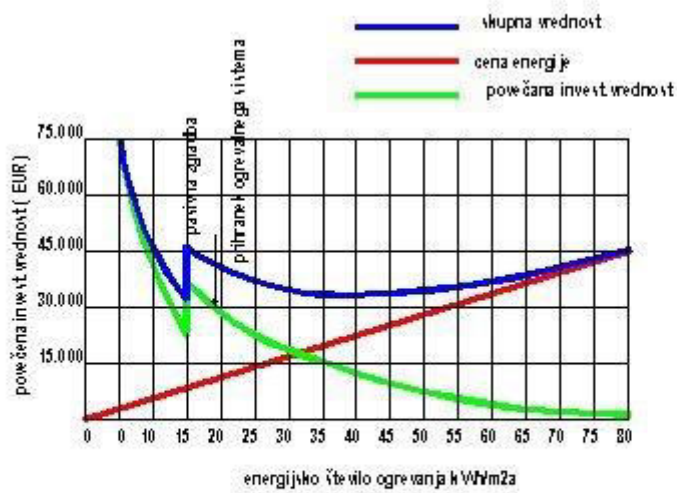


NIZKOENERGETSKE HIŠE

Pri načrtovanju nizkoenergijske (NEH) ali pasivne hiše (PH) nas pogosto zanima, koliko dražja je takšna izgradnja v primerjavi s stroški izgradnje za klasično hišo. Glede rabe energije je pri primerjavi stroškov klasična hiša načrtovana v skladu z veljavnimi predpisi o toplotni zaščiti. Ker je pri nas zgrajena le ena pasivna hiša z rabo energije, manjšo kot je $20 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{leto}$, je analiza narejena za zgrajene objekte v Avstriji. Podatki so bili objavljeni v strokovnih člankih »Passivhausinstituta« iz Darmstadta.



Uvod

Za primerjavo porabe energije za različne stavbe se poslužujemo energijskega števila, ki predstavlja celotno rabo energije v stavbi na površinsko enoto uporabne površine bivalnega prostora v obdobju enega leta. Energijsko število je seštevek energijskih števil za ogrevanja prostorov, pripravo tople sanitarne vode in druge opreme (razsvetljava, gospodinjski aparati, ipd).

Poraba letne rabe energije za ogrevanje v klasično grajenih zgradbah znaša v povprečju približno $200 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{leto}$, kar pomeni preračunano na porabo goriva 20 litrov olja na kvadratni meter uporabne stanovanjske površine na leto. Večji del teh stavb je bil zgrajen pred 20 in več leti in v večini primerov brez zadostne toplotne izolacije. Takšna raba energije, ki je občutno prevelika, pa v bodoče tudi ne bo več možna. Z uveljavitvijo novega Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije (Ur.list 42/2002) je predpisana največja letna raba energije za ogrevanje manjša od $45 + 40 \cdot f_o$, kjer pomeni » f_o « faktor oblike objekta ($f_o = A/V_e$ in predstavlja razmerje med celotno zunanjo površino stavbe A in ogrevano prostornino stavbe). Za stavbe to pomeni med 60 in $80 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{leto}$ oziroma preračunano na porabo goriva med 6 in 8 litri ekstra lahkega kurilnega olja na kvadratni meter stanovanjske površine

na leto. Če še upoštevamo dodatne toplotne izgube na ogrevalnemu sistemu, ki so lahko od 10 do 20 %, znaša poraba kurilnega olja med 7 in 10 litra /m²leto. V naprej predpisana letna raba energije za ogrevanje je tudi v skladu z zakonodajo v Evropski skupnosti, kjer je ta vrednost približno 70 kilovatnih ur toplotne energije na kvadratni meter uporabne površine letno (70 kWh/m²leto). Z dobro izolacijo lahko občutno zmanjšamo toplotne izgube in se tako približamo razredu energijsko varčnih hiš, pri katerih letna rabe energije za ogrevanje in pripravo tople vode ne presega 80 kWh/m²leto. Za nizkoenergijske hiše tako velja, da za ogrevanje prostorov porabimo največ 55, za pripravo vode pa 25 kilovatnih ur na kvadratni meter uporabne površine na leto. Glede na količino porabljene letne energije za ogrevanje ločimo med nizkoenergijskimi hišami s porabo med 20 in 55 kWh/m² leto ter pasivnimi hišami, kjer ta vrednost znaša manj od 20 kWh/m²leto. V svetu je zgrajenih že precej poskusnih stavb, ki imajo povečano toplotno zaščito ovoja in vgrajene sodobne sisteme ogrevanja in prezračevanja, pri katerih je raba energije za ogrevanje od 0 do 20 kWh/m²leto (zero heating energy house).

Nizkoenergijske hiše (NEH)

Med nizkoenergijske hiše štejemo lahko tudi klasične hiše, kjer je poudarek na zadostni toplotni izolaciji in vgrajenih kvalitetnih oknih. Za ogrevanje teh zgradb koristimo nižje temperature dovoda, kar nam omogoča izkoriščanje alternativnih virov toplote. Pri načrtovanju novih objektov lahko izbiramo med različnimi vrstami nizkotemperaturnih ogrevalnih sistemov, ki ga uporabimo tudi poleti za hlajenje prostorov. Za hlajenje potrebujemo dodatno hladilno napravo, odločimo se lahko za uporabo toplotne črpalke in vgradnjo površinskega oziroma ploskovnega ogrevanja (stensko, talno, stropno ogrevanje). Pri obstoječih zgradbah lahko z dobro toplotno izolacijo ter zamenjavo oken porabo toplotne energije za ogrevanje toliko zmanjšamo, da zgradbo štejemo med nizkoenergijske. Pri tem obstaja nevarnost, da je obstoječi ogrevalni sistem postane predimenzioniran, kar ima za posledici znižanje izkoristka kotla in ponavadi zaradi neustrezne regulacije, tudi znižanje izkoristka ogrevalnega sistema. Poleg tega z vgradnjo tesnih oken zmanjšamo ventilacijske izgube in izmenjavo zraka v prostoru. Iz teh razlogov je potrebno najpogosteje za dovod zadostne količine svežega zraka vgraditi prezračevalni sistem. V nasprotnem primeru lahko povzročimo neugodje v prostoru, pojavi se lahko vlaga in z njo povezana plesen. Če si pomagamo z prekomernim odpiranjem oken, pomeni to znatne toplotne izgube. Za t.i. 3 - litrsko nizkoenergijsko hišo, to je s porabo 3 litrov ekstra kurilnega olja na kvadratni meter uporabne stanovanjske površine na leto, veljajo sledeče vrednosti:

Tabela 1:

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

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

Tabela 2:

Gradbena konstrukcija	U_{mak} (W/m ² K)
Zunanje stene in stene proti neogrevanem podstrešju	0,18
Strop nad neogrevano kletjo	0,3

Gradbena konstrukcija	U_{mak} (W/m ² K)
Zunanje stene in strop proti terenu	0,3
Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	0,15
Tla na terenu pri talnem ogrevanju	0,3
Okna (steklo + okvir)	1,5

Osnovne smernice za gradnjo NEH:

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

V NEH pomemben del energije za potrebe objekta (ogrevanje, pripravo tople vode, ostalo) zagotovimo z elementi za nizkotemperaturno pretvarjanje sončnega obsevanja in sicer:

- z aktivnimi solarnimi sistemi (sprejemniki sončne energije, fotovoltaika),
- s pasivnimi solarnimi sistemi (velike zastekljene površine na južni strani, stekleniki).

Letna raba energije za ogrevanje nizkoenergijske hiše (NEH)

Prikazana je letna raba nizkoenergijske hiše (NEH), ki je zgrajena v Salzburgu. Neto površina (NPE) ogrevalnih površin znaša 130 m² in bruto površina (BPE) znaša 190 m². Osnovni ovoj je zidan iz opečnega bloka debeline 25 cm z vgrajeno toplotno izolacijo iz mineralne volne debeline 17 cm. Vgrajenih je 31 m² sprejemnikov sončne energije. Na južni strani so velike zastekljene površine za pasivno izkoriščanje sončne energije. Osnovni podatki:

Konstrukcija

- zunanja stena: 25 cm opečni blok , 17 cm toplotne izolacije
- streha: 30 cm toplotne izolacije
- tla na terenu pri talnem ogrevanju: 12 cm toplotne izolacije

U – vrednost

- zunanje stene: 0,19 W/m²K
- streha: 0,16 W/m²K
- strop nad kletjo: 0,22 W/m²K
- okna (okvir + steklo): 0,9 W/m²K

Ogrevanje, priprava tople vode, prezračevanje

- ogrevanje: 40 % s solarnim sistemom, ostalo z zemeljskim plinom
- priprava tople vode: s sprejemniki sončne energije (SSE) izkoristek približno 80 %
- površina SSE: 31 m²
- kontrolirano prezračevanje

Energijsko število ogrevanja

- bruto površina (BPE): 190 m²
- energijsko število ogrevanja $E_{\text{og}} = 33 \text{ kWh/m}^2\text{BPEa}$
- top.energija pridobljena s kurilno napravo: $20 \text{ kWh/m}^2\text{BPEa}$
- top.energija za ogrevanje pridobljena s SSE: $13 \text{ kWh/m}^2\text{BPEa}$ ali 40 %

Koliko dražja je NEH od klasične hiše?

Analiza stroškov za izgradnjo nizkoenergijske hiše (NEH) je pokazala, da so ti za približno 33.000 EUR višji, če jih primerjamo s stroški za izgradnjo stanovanjske klasične hiše, ki je načrtovana glede rabe energije v skladu z veljavnimi predpisi o toplotni zaščiti. Višji stroški pri gradnji nizkoenergijske hiše (NEH) nastanejo zaradi vgradnje kontroliranega prezračevanja, vgradnje povečane debeline toplotne izolacije ter gradnje, kjer je z ustreznim načinom preprečimo prekomerne pojave je toplotnih mostov ter zagotovljena ustrezna zrakotesnost ovoja.

Pasivna hiša (PH)

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

Elementi za pretvarjanja sončnega obsevanja so v večini nameščeni na ovoju stavb in jih imenujemo tudi elementi za naravno ogrevanje stavb z soncem. Stavbo pripravimo tako, da sama sprejema sončno energijo, da je obenem hranilnik toplote in ogrevalni sistem. To naredimo tako, da stavbo dobro toplotno izoliramo in na severni strani predvidimo minimalne zastekljene odprtine. Za takšne hiše je značilna postavitev v smeri sever – jug. Južna stena je zastekljena z ustreznimi stekli, na severni steni pa je delež zasteklitve majhen. Toplotna prehodnost okna (skupaj za okvir in steklo) znaša $< 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stavba naj bo z bivalnimi prostori obrnjena proti jugu, ter z ostalimi pomožnimi prostori obrnjena proti severu. Na južni strani lahko namestimo pasivne elemente (okna, zastekljene zidove, steklenike in prezračevane fasadne elemente), omogočimo dobro kroženje zraka med prostori ter predvidimo zaščito pred poletnim soncem. Pri večini teh naprav segrevamo neposredno zrak v stavbi. Za shranjevanje toplote v gradbenih elementih najpogosteje uporabimo kar maso gradbene konstrukcije. Med gradbeni materiali so to predvsem opeka, beton in silikatna opeka. Pri tem je potrebno omeniti, da pa nobeden gradbeni material po kvaliteti shranjevanja toplote ne dosega vode.

Kroženje zraka (toploto med prostori v stavbi prenaša zrak) v stavbi je lahko naravno ali prisilno. Naravno krožno zraka je možno, če je stavba arhitektonsko zasnovana tako, da so toplejši prostori na jugu (dnevna soba, jedilnica), hladnejši pa ne severu (spalnice, hodniki). Takšno zasnovo imenujemo temperaturno coniranje. Naravno kroženje zraka v stavbi težko nadzorujemo, odvisno je od temperaturnih razmer v stavbi in od vdora zunanjega zraka skozi rege oken in vrat. Da dosežemo bolj enakomeren prenos toplote med prostori, uporabljamo ventilatorje in kanale za prisilno kroženje zraka. Če uporabljamo prisilno kroženje zraka, notranja razporeditev prostorov ni tako pomembna kot pri naravnem kroženju zraka. Sistem za prisilno kroženje zraka je potrebno dimenzionirati tako, da se zrak med osončenimi in neosončenimi prostori izmenja vsaj 5 krat na uro. Velike steklene površine v zimskem času omogočajo naravno ogrevanje stavb, v poletnem času pa so lahko vzrok za pregrevanje prostorov. Toploto, ki jo preko dneva sprejmejo gradbene konstrukcije, moramo prenesti iz stavbe z močnim nočnim prezračevanjem, ki naj znaša 5 krat na uro. To pomeni, da samo masivne gradbene konstrukcije, če nimamo urejenega nočnega prezračevanja, ne preprečujejo pregrevanja stavb v poletnem času. Primerno bivalno ugodje v stavbah v poletnem času zagotovimo le s senčenjem, to je vgradnjo ustreznih naravnih ali umetnih senčil.

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

Tabela 3:

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

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

Tabela 4:

Gradbena konstrukcija	U_{mak} (W/m ² K)
Zunanje stene in stene proti neogrevanem podstrešju	0,12
Strop nad neogrevano kletjo	0,2
Zunanje stene in strop proti terenu	0,2
Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	0,1
Tla na terenu pri talnem ogrevanju	0,2
Okna (steklo + okvir)	< 0,8

V naslednji tabeli so prikazana energijska števila ogrevanja za klasično hišo, z rabo energije glede na obstoječe avstrijske predpise o toplotni zaščiti, ter energijska števila ogrevanja za nizkoenergijsko hišo (NEH) in pasivno hišo (PH). Primerjava energijskih števil ogrevanja za stanovanjsko zgradbo z uporabno površino 130 m² je prikazana v spodnji tabeli.

Tabela 5:

Vrsta zgradbe	BPE - bruto	$E_{\text{og}} - \text{BPE}$	$E_{\text{og}} - \text{NPE}$
KH - klasična hiša	180 m ²	64 kWh/m ² a	89 kWh/m ² a
NEH - nizkoenergijska hiša	190 m ²	24 kWh/m ² a	35 kWh/m ² a
PH - pasivna hiša	200 m ²	11 kWh/m ² a	17 kWh/m ² a

Koliko dražja je pasivna hiša (PH) od nizkoenergijske hiše (NEH)

Na diagramu (slika1) je razvidno, da je potrebno investirati približno 4.000 EUR več za vgradnjo dodatne toplotne izolacije ovoja pri načrtovanju PH v primerjavi z NEH oziroma približno 37.000 EUR več v primerjavi z klasično hišo. Višji stroški pri gradnji nizkoenergijske hiše (NEH) v primerjavi z

klasično hišo nastanejo zaradi vgradnje kontroliranega prezračevanja z vračanjem toplote odtočnega zraka, vgradnje optimalnega ogrevalnega sistema, vgradnje povečane debeline toplotne izolacije ter tudi takšnega načina gradnje, da preprečimo pojav toplotnih mostov ter tudi zagotovimo ustrezno zrakotesnost ovoja.

Z ustrezno zasnovo stavbe in določitvijo optimalne toplotne zaščite lahko zmanjšamo količino potrebne dodatne energije za ogrevanje, kajti absolutna količina sončne energije se manjša z naraščanjem kakovosti toplotne zaščite stavbe.

[Slika 1: Vrednost investicije v odvisnosti od energijskega števila ogrevanja stavbe](#)

Sanacija obstoječih stavb

V Nemčiji teče projekt sanacije starih stavb tako, da se bo dosegla letna raba primarne energije 30 kWh/m², kar znaša preračunano v kurilno olje 3 l/m². Projekt teče pod imenom 3 – litrska hiša (Das Drei -Liter - Haus). Prikazan je način, kako lahko s primernimi ukrepi na ovoju stavbe, ogrevalnem sistemu in prezračevanju dosežemo porabo tri litre kurilnega olja na kvadratni meter uporabne oziroma neto stanovanjske površine. Pojavlja se vprašanje, kakšne ukrepe je potrebno izvesti, da bomo tudi pri nas dosegli porabo goriva tri litre kurilnega olja na kvadratni meter neto stanovanjske površine? Izračun za takšne ukrepe naredimo z metodo, ki je določena v novem pravilniku (standard SIST EN 832). Kot primer je izbrana hiša:

- enostanovanjska hiša s 160 m² uporabne površine,
- zunanja stena 8 do 10 cm toplotne izolacije iz mineralne volne ($\lambda = 0,03 - 0,04 \text{ W/mK}$),
- strop proti nepohodnemu podstrešju 20 cm toplotne izolacije iz mineralne volne,
- poševna streha 20 cm toplotne izolacije iz mineralne volne,
- tla 6 cm izolacije iz mineralne volne,
- okna s 5 komornimi PVC profili in stekli z $U_{st} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- ogrevalni sistem z ekstra lahkim kurilnim oljem (ELKO),
- letni ogrevalni izkoristek $h_{og} = 0,75$,
- temperaturni primanjkljaj (3300 K,dan, klimatski pogoji za Maribor),
- 0,5 - kratna izmenjava zraka,
- notranji viri 5 W/m².

Izračunana letna raba primarne energije za ogrevanje brez priprave sanitarne vode znaša 73 kWh/m² oziroma 7,3 l ELKO/m². Da bi dosegli letno rabo primarne energije za ogrevanje približno 30 kWh/m², preračunano v porabo goriva 3 l ELKO/m², je potrebno na zgradbi povečati debelino toplotne izolacije, zamenjati okna in posodobiti ogrevalni sistem. Spremembe so naslednje:

- zunanje stene imajo 20 cm toplotne izolacije iz mineralne volne ($\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$),
- strop proti nepohodnemu podstrešju ima 30 cm toplotne izolacije iz mineralne volne,
- poševna streha ima 25 cm toplotne izolacije iz mineralne volne,
- tla 10 cm izolacije iz mineralne volne,
- vgrajena so okna s skupno toplotno prehodnostjo (okvir + steko) $U_{okna} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- ogrevalni sistem je izboljššan, z vgrajenim kondenzacijskim kotlom ter ustrezno regulacijo ter letnim izkoristkom ogrevalnega sistema $h_{og} = 0,90$.

Če želimo še dodatno zmanjšati toplotne izgube, je potrebno izvesti prisilno prezračevanje in vgraditi prenosnik toplote za vračanje toplote odtočnega zraka.

Zaključek

Dokaj enostaven izračun pokaže, da je tudi pri nas možno z določenimi ukrepi zgraditi hiše, ki spadajo v razred s porabo 3 litre olja na kvadratni meter uporabne površine. Glede na stroške gradnje 3 - litrske hiše, posebno pa pasivne hiše s porabo manjšo od 2 litra olja na kvadratni meter uporabne

površine, se lahko pojavi problem ekonomske upravičenosti , ker so vračilni roki takšne investicije lahko precej dolgi. Drugače razmišljajo v Avstriji, kjer so za graditelje, ki se odločijo za gradnjo NEH ali PH na voljo zelo ugodni krediti.