

Energeticky pasívny dom – progresívne a ekologické bývanie

D. Kalús: Energetically Passive House – Progressive and Ecological Living. Život. Prostr., Vol. 40, No. 3, p. 151 – 155, 2006.

The paper describes progressive and ecological panel-type of dwelling IDA I. The exceptionality of this building is low, practically „zero“, energy demand of primary use energy and utilization of solar and geothermic energy for heating, ventilation and cooling. At present the prototype of panel house IDA is under construction and it will be used as an administrative building of civil engineering company, and at the same time as representative and experimental low-energy environmentally-friendly house.

Energetická kríza vo svete, narastanie cien energie, ale najmä narušený ekosystém našej planéty, nútia navrhovať energeticky úsporné, ekonomicky efektívne a environmentálne šetrné stavebné objekty. Vo vyspelých štátoch sveta je už samozrejmosťou výstavba nízkoenergetických, energeticky pasívnych, dokonca plusových budov. I na našom trhu sa zvyšuje dopyt po takýchto stavebných objektoch. Investičné náklady na ne sú síce o 5 – 15 % vyššie oproti klasickým stavbám, ale pri súčasných cenách energie je návratnosť investícií 5 – 10 rokov a s nárastom cien palív a energie sa bude ešte skracovať. V okolitých štátoch, či už v Česku, Maďarsku, Rakúsku, alebo Poľsku, sú s výstavbou takýchto objektov o krok pred nami. Súvisí to aj so štátnou hospodárskou politikou a systémom dotácií na environmentálne šetrnú výstavbu. Napriek tomu sa už aj na Slovensku postavilo niekoľko takýchto budov, v prevažnej miere rodinných domov.

Na výstavbu nízkoenergetických a energeticky pasívnych stavebných objektov možno využiť viacero stavebných a zatepľovacích systémov, ponúka sa aj viacero technických alternatívnych riešení energetických systémov (vykurovania, vetrania, chladenia, prípravy teplej vody) tvoriacich vhodnú vnútornú klímu budov s nadštandardnou kvalitou s podstatne nižšími, takmer nulovými prevádzkovými nákladmi. V nemalej miere k nízkym prevádzkovým nákladom takýchto stavebných objektov prispieva využívanie obnoviteľných zdrojov energie, najmä solárnej a geotermickej.

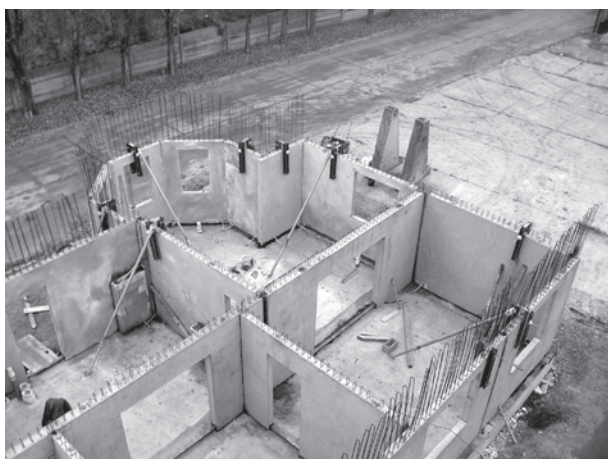
Tento nový trend vo výstavbe bol hnacím motorom aj pri návrhu typového panelového domu IDA I. Na základe požiadavky bratislavskej stavebnej firmy (bý-

valej panelárne), ktorá chce zaradiť do svojho programu aj výrobu a dodávku na kľúč energeticky pasívnych stavebných objektov, riešila túto úlohu Katedra technických zariadení budov Stavebnej fakulty STU v Bratislave. Prototyp typového panelového domu IDA I je momentálne vo výstavbe priamo v areáli firmy (obr. 1). Bude jej slúžiť ako administratívna budova i ako prezentačný typový objekt na komerčné účely a experimentálny energeticky úsporný dom.

Energeticky pasívne stavebné objekty

Podľa W. Feista (1944), tvorcu koncepcie pasívneho domu a zakladateľa Passivhaus Institut v Darmstade, sa považujú za energeticky pasívne stavebné objekty, ktorých ročná spotreba energie na vykurovanie neprekračuje 15 kWh.m⁻². Energeticky pasívne domy (EPD) využívajú externé zisky slnečného žiarenia cez okná, interné zisky rekuperáciou odpadového vzduchu pomocou riadeného (núteného) vetrania a „odpadového“ tepla zo spotrebičov v domácnosti a, samozrejme, aj obyvateľov. Hlavné zásady návrhu EPD:

- Vhodná orientácia pozemku a vlastného stavebného objektu.
- Orientácia obytných miestností na juh – využitie pasívnych solárnych ziskov.
- Kompaktný tvar budovy z hľadiska faktoru tvaru (plocha/obostavaný priestor) a optimálny rozsah transparentných stavebných konštrukcií.
- Vylúčenie tepelných mostov.
- Použitie stavebných konštrukcií s veľmi nízkymi súčiniteľmi prechodu tepla.



1. Pohľad na montáž energeticky pasívneho panelového domu IDA I. Foto: autor

- Nízka výrobná energetická náročnosť stavebných materiálov (vhodnosť napr. unifikovaných panelových stavieb, drevostavieb a pod.).
- Dokonalá vzduchotesnosť celej stavby (maximálne $0,6 \text{ h}^{-1}$).
- Inštalácia riadeného (núteného) vetrania s rekuperáciou tepla.
- Inštalácia bivalentného (doplňkového) vykurovacieho zdroja na biomasu (kozub).
- Inštalácia aktívnych solárnych systémov so zemnými zásobníkmi tepla na nízko teplotné vykurovanie, resp. chladenie (podlahové, stropné a stenové) a prípravu teplej vody.
- Používanie energeticky úsporných spotrebičov.

Stavebné riešenie typového panelového domu IDA I

Z hľadiska statického ide o montovaný pozdĺžny systém s nosnými obvodovými a jednou strednou stenou, ktorý je vytvorený železobetónovými panelmi (obr. 1). Strop je z filigránov s monolitickou železobetónovou doskou. Krov je drevený, strecha sedlová, krytina betónová. Stavebný objekt je riešený ako dvojpodlažný, má prízemie a podkrovia.

Energetické systémy typového panelového domu IDA I

Optimálne využitie solárnej a geotermickej energie na vykurovanie a vetranie je podmienené konštrukčným a dispozičným riešením stavebného objektu. *Pasívny slnečný konštrukčný systém* (priamy) zachytáva slnečnú energiu predovšetkým vhodne umiestnenými a upravenými prvkami stavebnej konštrukcie. Využívajú sa maximálne oslnené plochy na južnej a ju-

hozápadnej strane budovy. Avšak situovanie objektu musí vyhovovať požiadavkám slnečnej architektúry, to znamená, treba čo najviac obmedziť nepriaznivé vplyvy (nadmerné slnečné žiarenie v lete, účinky vetra) a, naopak, využívať slnečné žiarenie v zime.

Aktívny slnečný systém (nepriamy) využíva slnečné zariadenia na výrobu nízko potenciálneho tepla, resp. elektrickej energie získanej na báze energie slnečného žiarenia a ich akumuláciu. Tieto kritériá spĺňajú energeticky pasívne domy. Zdrojom tepla na vykurovanie a vetranie je solárna energia absorbovaná energetickou strechou (obr. 2) a akumulovaná do strednotepotného zemného zásobníka tepla (ZZT – ST), kde sa pohybuje v rozmedzí $30 - 50 \text{ }^\circ\text{C}$. Ako doplnkový zdroj tepla, ktorý nie je nevyhnutný na pokrytie tepelných strát, je navrhnutý kozub. V kozube je aj teplovodný výmenník tepla, prepojený so zemným zásobníkom tepla. Absorbér solárnej energie – energetická strecha – je navrhnutý z polypropylénových potrubných okruhov 20×2 alebo 16×2 s dĺžkou $100 - 120 \text{ m}$. Jednotlivé okruhy budú v podstrešnom priestore prepojené pomocou rozdeľovača a zberača s vykurovacou sústavou domu.

Zemný zásobník tepla tvoria tri zóny s rozličnými teplotami (obr. 3). Dve teplotné zóny sa nachádzajú pod základovou doskou, tretia je vytvorená priamo v nej. Zóny tvoria polypropylénové potrubia 20×2 s dĺžkami od 120 do 200 m . Vykurovaciu sústavu tvoria okruhy podlahového a stenového vykurovania. Jednotlivé okruhy sú pomocou rozdeľovačov a zberačov prepojené s energetickou strechou, zemným zásobníkom tepla i doplnkovým zdrojom tepla – kozubom, takže energiu na vykurovanie možno dodať kedykoľvek a z ktoréhokolvek zdroja.



2. Realizácia energetickej strechy. Foto: autor

Na vetranie objektu a spätné získavanie tepla (rekuperáciu) je navrhnutý vetrací systém s rekuperačnou jednotkou. Ide o systém s pretlakovým vetraním. Do jednotlivých miestností sa vzduch vedie vzduchotechnickými potrubiami umiestnenými v podlahe. Odvádza sa do hygienických miestností a na chodbu. Prípadný ohrev alebo chladenie vetracieho vzduchu možno zabezpečiť pomocou výmenníka tepla umiestneného vo vzduchotechnickom potrubí za rekuperačnou jednotkou.

Na chladenie objektu je navrhnutý tiež okruh zemného chladenia, t. j. systém z polypropylénového potrubia 20 x 2 uložený v 2 m hĺbke mimo objektu. Tento systém je cez rozdeľovač a zberač prepojený s okruhmi v stenách, ktoré slúžia nielen na vykurovanie, ale aj na chladenie a ako termobariéra – na vyrovnávanie vplyvov ožiarenia alebo ochladzovania stien.

Príprava teplej vody má dve fázy. V prvej fáze sa voda predhrieva v zemnom zásobníku z ca 10 °C na ca 35 °C. V druhej fáze sa predhriata voda dohrieva na požadovanú teplotu 55 °C v trivalentnom zásobníkovom ohrievači.

Energetická bilancia

Vzhľadom na prísne tepelno-technické kritériá stavebných konštrukcií energeticky pasívnych domov, majú stavebné konštrukcie nasledujúce súčinitele prechodu tepla: obvodové múry $U = 0,120 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, podlaha $U = 0,180 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, strecha $U = 0,085 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, okná a dvere $U = 1,000 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Klimatické údaje, ktoré sú potrebné na energetickú bilanciu stavebného objektu, obsahuje tab. 1. Tepelné straty vetraním sa budú v typovom dome IDA I eliminovať pomocou rekuperácie s účinnosťou



3. Okruhy v zemnom zásobníku tepla. Foto autor

85 %. Projektovaný tepelný príkon vykurovacej sústavy podľa STN EN 12831 je 4,5 kW. Rozdiel tepelného príkonu a merné tepelné straty stavebného objektu pre alternatívu klasický dom a energeticky pasívny dom sú zrejme z tab. 2. Z ich porovnania vidno, že pasívny rodinný dom má 2,37-krát menšie tepelné straty ako klasický stavebný objekt spĺňajúci súčasné požiadavky na tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií podľa STN 73 0540. Na základe energetickej bilancie je ročná potreba tepla a energie na vykurovanie zrejme z tab. 3. Merné potreby tepla klasického

Tab. 1. Klimatické údaje na výpočet energetickej bilancie objektu

Kategória	Charakteristika
Výpočtová vonkajšia teplota	-11 °C
Výpočtová vnútorná teplota	20 °C
Intenzita výmeny vzduchu	0,5 l . h ⁻¹
Nadmorská výška	142 m n. m.
Tepelná oblasť	1
Veterná oblasť	2
Počet vykurovacích dní v roku	206
Priemerná ročná vonkajšia teplota	9,9 °C
Priemerná vonkajšia teplota počas vykurovacej sezóny	4 °C
Vnútorná teplota počas útlmu	15 °C

Tab. 2. Výsledky energetickej bilancie stavebného objektu

Položky energetickej bilancie	Hodnota
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla pre klasický RD	0,43 W/(m ² .K)
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla pre pasívny RD	0,21 W/(m ² .K)
Tepelná strata vetraním pre klasický RD	3 640 W
Tepelná strata vetraním pre pasívny RD (SPT = 85 %)	910 W
Projektovaný tepelný príkon pre klasický RD *	10 650 W
Projektovaný tepelný príkon pre pasívny RD *	4 500 W
Merná tepelná strata obostavaného priestoru klasického RD	12,70 W . m ³
Merná tepelná strata obostavaného priestoru pasívneho RD	5,00 W . m ³
Merná tepelná strata vykurovaného priestoru klasického RD	16,40 W . m ³
Merná tepelná strata vykurovaného priestoru pasívneho RD	6,925 W . m ³
Merný výpočtový príkon tepla pre vykurovanie a vetranie pre klasický RD	35,64 W . m ³
Merný výpočtový príkon tepla pre vykurovanie a vetranie pre pasívny RD	15,00 W . m ³

RD – rodinný dom, SPT – stupeň potreby tepla, * v zmysle STN EN 12 831

Tab. 3. Porovnanie ročnej potreby tepla a energie na vykurovanie klasického a energeticky pasívneho domu

Potreba tepla na vykurovanie domu [GJ. rok ⁻¹]		Potreba tepla na vykurovanie domu [kWh. rok ⁻¹]		Potreba energie na vykurovanie domu [kWh. rok ⁻¹]	
klasický	pasívny	klasický	pasívny	klasický	pasívny
63,80	16,89	17 722,49	4 692,55	24 729,47	11 299,32

podľa STN 73 0540:2-2002

Tab. 4. Merná potreba tepla klasického a energeticky pasívneho domu

Merná potreba tepla E ₁ , E ₂				Faktor tvaru budovy	Normová merná potreba tepla	
E ₁		E ₂			E _{1,N}	E _{2,N}
Klasický dom	IDA I	Klasický dom	IDA I		kWh/(m ³ .rok)	kWh/(m ³ .rok)
21,09	5,58	56,30	14,91	0,69	28,10	78,60

a energeticky pasívneho domu a porovnanie s hodnotami STN 73 0540 uvádza tab. 4.

Posledným bodom energetickej bilancie je stanovenie stupňa potreby tepla (SPT) na vykurovanie a klasifikácia objektu z hľadiska SPT. Klasický dom sa na základe výpočtu zaraďuje do kategórie úsporné [SPT = (21,09 : 28,1) . 100 = 75 %], pričom energeticky pasív-

ny dom IDA I sa zaraďuje do kategórie veľmi úsporné [SPT = (5,58 : 28,1).100 % = 20 %]. Z toho vyplýva, že energeticky pasívny dom IDA I má 3,75-krát nižšiu potrebu tepla na vykurovanie ako klasický dom.

* * *

Typový panelový dom IDA I je navrhnutý ako vysoko energeticky úsporný, ekonomicky efektívny a environmentálne šetrný stavebný objekt. Technické riešenie energetických systémov (vykurovania, vetrania, chladenia a prípravy teplej vody) je založené na aplikácii solárnej energie (energetická strecha) a geotermickej energie (zemný zásobník tepla a zemný rekuperátor vzduchu). Využívanie dlhodobého akumulovaného tepla a chladu na vykurovanie a chladenie možno pokladať za riešenie s takmer nulovou potrebou primárnej energie. Energeticky pasívne domy sa dajú riešiť na rôznej báze stavebných materiálov s použitím rôznych energetických systémov. Optimálny návrh stavebných konštrukcií a energetických systémov zabezpečí návratnosť zvýšených investícií (5 – 15 %) na energeticky pasívny dom oproti klasickému domu v rozmedzí 5 – 10 rokov.

Literatúra

Feist, W.: Die Luftung im Passivhaus. Darmstadt : IWU, 1944.

Chmúrny, I: Tepelná ochrana budov, Bratislava: Jaga, 2003.

Kalús, D.: Využitie solárnej a geotermickej energie na vykurovanie a vetranie rodinných domov. In: Zborník z medzinárodnej konferencie Vnútorňa klíma budov 2005. Vysoké Tatry, 2005.

Nagy, E.: Nízkoenergetický dom. Bratislava : Jaga, 2002.

Petráš, D. a kol.: Nízkoenergetické vykurovanie a obnoviteľné zdroje energie. Bratislava : Jaga, 2001.

Tywniak, J.: Hodnocení strategií nízkoenergetického stavění. In: Sborník ze 4. mezinárodnej konferencie Tepelná ochrana budov 2002. České Budějovice, 2002, s. 81.

Doc. Ing. Daniel Kalús, PhD., Katedra technických zariadení budov Stavebnej fakulty STU v Bratislave, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, kalus@svf.stuba.sk