



## **Středoškolská technika 2010**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

# **NÍZKOENERGETICKÉ RODINNÉ DOMY**

**Daniela Vaničková**

SŠS Jihlava  
Žižkova 20, Jihlava



Nízkoenergetický rodinný dům:  
jihozápadní pohled



Vybavení interiéru:  
Obývací pokoj+jídélna

**Střední škola stavební Jihlava**

Žižkova 20, 588 26 Jihlava

**Dlouhodobá ročníková práce**

# **Nízkoenergetické rodinné domy**



Jméno a příjmení žáka: **Daniela Vaníčková**

Třída: **3. TL**

Studijní obor: **78 – 42 – M /001 Technické lyceum**

Školní rok: **2009/2010**

Vedoucí práce: **Ing. Jana Svobodová**

Termín zadání: **12. 10. 2009**

Termín odevzdání: **21. 5. 2010**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval(a) samostatně a použil(a) jsem pouze literárních a jiných pramenů, které uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů. Dále souhlasím s tím, aby tato práce, její části nebo výstupy byly používány Střední školou stavební Jihlava.

## **Anotace**

Vypracovala jsem práci na téma nízkoenergetické rodinné domy. Zaměřila jsem se na obecnou charakteristiku, materiály používané při výstavbě, hlavní výhody a nevýhody. Navštívila jsem majitele takového domu a vypracovala svůj vlastní návrh.

## **Die Annotation**

Ich habe die Arbeit zum Thema niedrigenergetische Familienhäuser ausgearbeitet. Ich habe mich an allgemeine Charakteristiken, Baumaterialien, hauptsächlich Vor- und Nachteile orientiert. Ich habe den Besitzer eines solchen Hauses besucht und meinen eigenen Vorschlag ausgearbeitet.

I.	Výběr tématu .....	6
II.	Co je to nízkoenergetický dům .....	6
	A. Obecně o nízkoenergetických domech .....	6
	B. Energetická bilance, tepelné ztráty a zisky .....	12
	C. Stavební konstrukce .....	16
	D. Technická zařízení budov .....	21
III.	Návrh studie nízkoenergetického domku .....	27
	A. Použité materiály .....	27
	B. Dispoziční řešení .....	28
IV.	Porovnání NED .....	33
	A. Výstavba v Jihlavě za rok 2009 .....	33
	B. Pořizovací cena NED x pořizovací cena standardního RD .....	34
	C. Cena na provoz NED x cena na provoz standardního RD .....	35
	D. návratnost .....	35
V.	Kontaktování konkrétního majitele .....	35
	Nízkoenergetický rodinný dům v Rantířově .....	35
	A. Dispoziční řešení .....	36
	B. Konstrukční řešení .....	38
	C. Energetická koncepce .....	38
	D. Tepelně izolační vlastnosti obvodových konstrukcí .....	39
	E. Solární systém .....	39
	F. Realizační tým .....	41
	G. Od uživatelů domu .....	41
VI.	Závěrečný názor na tento druh staveb .....	41

## I. Výběr tématu

Když jsme dostali témata na ročníkové práce, našla jsem si o nízkoenergetických domech něco na internetu. Tohle téma mi přišlo zajímavé, protože tyto domy už nejsou vůbec nedostupné a ani to nemusí být hranaté "krabice", což asi málo lidí ví a proto jsou v České republice ne tolik rozšířené. Stavět nízkoenergeticky je určitě budoucnost stavitelství a proto má cenu se o to zajímat.

## II. Co je to nízkoenergetický dům

### A. Obecně o nízkoenergetických domech

#### 1. Co to vlastně nízkoenergetický dům je

Nízkoenergetický dům je v podstatě běžná stavba s promyšleným návrhem a kvalitním provedením stavebních postupů především bez tepelných mostů. Izolační schopnosti objektu jsou dimenzovány podle doporučených hodnot normy ČSN 73 0540 "Tepelná ochrana budov". Nízkoenergetický dům je definován spotřebou tepla na vytápění do 50 kWh/m<sup>2</sup> za rok. Z hlediska nároků na energie je nízkoenergetický dům přechodem mezi pasivním domem a dosavadní výstavbou. Norma tedy není tak striktní jako u pasivního domu a je možné ji docílit nejen u každé novostavby, ale i rekonstrukcí stávajícího objektu. Proto má koncept nízkoenergetického domu maximální podporu a v zahraničí je nízkoenergetický dům současným standardem. Nejdůležitějšími částmi přispívající k úspoře energií je obálka domu obvodový plášť budovy, okna, střecha a podlaha na terénu.



Obr.č1

## 2. Členění nízkoenergetických domů

Budovy s velmi nízkou náročností mají měrnou potřebu tepla na vytápění výrazně nižší, než je odpovídající závazný požadavek aktuálních stavebně-energetických předpisů. Myšleno je tím množstvím tepla za rok (per annum, proto a v označení fyzikálních rozměrů), stanovené výpočtem a vztažené na  $1\text{m}^2$  plochy vytápěné části budovy.

### a) Nízkoenergetické domy

Za NED se považují budovy s roční měrnou spotřebou tepla na vytápění nepřesahující  $50\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , pokud využívají velmi účinnou otopnou soustavu. Toto kritérium se používá bez ohledu na tvar budovy. Při výhodném kompaktním tvaru bude snadněji splnitelné než při tvaru velmi členitém.



Obr. č.2

### b) Pasivní domy



Jsou to budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující  $15\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ . Tento parametr ovšem není jediným požadavkem. Velmi přísný požadavek je kladen dále na celkovou neprůvzdušnost budovy, současně nesmí u těchto budov celkové množství primární energie spojené s provozem budovy (vytápění, ohřev teplé vody a elektrická energie pro spotřebiče a osvětlení) překračovat hodnotu  $120\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .

Obr.č 3

V praxi se objevují budovy, které se svým pojetím a použitými technickými prostředky téměř blíží pasivnímu domu, ale některých z jeho parametrů z nějakého důvodu nedosáhly. K jejich označení se dá použít výraz „**téměř pasivní domy**“. Konkrétní číselné vyjádření pro takovou skupinu není dáno.

### c) Nulové domy

Domy s „nulovou potřebou energie“ jsou budovy, které mají svou potřebu tepla blízkou nule (menší než  $5\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ). Takové řešení je možné dosáhnout jen při mimořádně vhodných podmínkách, a proto se takové domy objevují jen velmi zřídka.



Obr.č 4

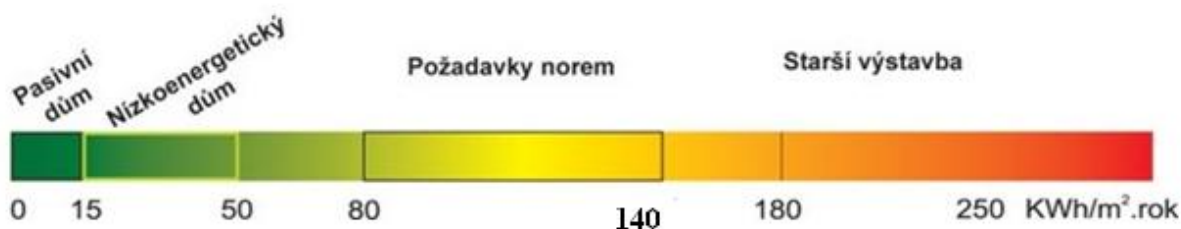
Další ale už méně známé a používané kategorie:

**d) Domy s energetickým přebytkem**

Jsou to domy, které produkují zpravidla více energie, než sami spotřebují, bývají také označovány „Energie-plus“. Jedná se o pasivní domy, kde je navíc použito velkoplošné intelligence fotovoltaických systémů pro výrobu energie. Dům dodává elektřinu do rozvodné sítě. To může být v ročním součtu větší množství energie, než dům samotný spotřebuje.

**e) Energeticky nezávislý dům**

Stojí mezi tyto kategorie. Je řešen tak, že potřebnou energii pro svůj provoz vyprodukuje sám, bez dodávek energie zvenku. Takový dům má smysl například v extrémní horské poloze, kde nejsou k dispozici obvyklé energetické sítě.



nulový dům, dům s přebytkem tepla	pasivní dům	nízkoenergetický dům	současná novostavba	domy běžné v 70. -80. letech
charakteristika				
parametry min. na úrovni pasivního domu, velká plocha fotovoltaických panelů	pouze teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce	otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	klasické vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu, větrání otevřením okna, konstrukce na úrovni požadavků normy	zastaralá otopná soustava, zdroj tepla je velkým zdrojem emisí; větrá se pouhým otevřením oken, nezateplené, špatně izolující konstrukce, přetápí se
potřeba tepla na vytápění [kWh/(m2a)]				
méně než 5	méně než 15	méně než 50	80 - 140	většinou nad 200



### 3. Vývoj

V řadě evropských zemí je dynamika vývoje v oblasti nízkoenergetických domů do slova fascinující, zatímco jinde dochází ke změnám jen pomalu. V roce 2003 bylo podle studie mezinárodní společnosti ISES postaveno – především v německy mluvících zemích – již 1300 bytových jednotek ve standardu pasivního domu, pro rok 2004 se udává 4000 bytových jednotek, v roce 2010 jich bylo až 60000. To by s ostatními nízkoenergetickými domy mohlo tvořit až polovinu novostaveb pro bydlení. Velké množství odborníků se podle této studie domnívá, že již dnes není žádný důvod stavět s horším energetickým standardem.

Nízkoenergetické stavění se sice velmi obtížně, ale již viditelně začíná prosazovat i v České republice. Zlepšily se odborné znalosti projektantů, hlásících se k těmto trendům výstavby, také tím, že získali vlastní praktické zkušenosti.

### 4. Zásady výběru místa pro NED

Při zpracování a projednání zadání a studie rozhodujeme o budoucích vlastnostech budovy. Další kroky už jen zpřesňují úvodní řešení. Neoptimálnější řešení je, když celý projekční tým pracuje od počátku až do konce společně a snaží se najít nejlepší možnou cestu. To je však ojedinělé, nejčastěji se používá „integrované navrhování“.

Faktory, které nejvíce ovlivňují výslednou energetiku stavby:

- Volba pozemku a osazení budovy na něm
- Orientace budovy ke světovým stranám
- Převládající směr a intenzita větru
- Velikost budovy – přiměřenou danému účelu
- Tvarové řešení (celková kompaktnost tvaru)
- Vnitřní uspořádání s ohledem na soulad s vytápěcím režimem
- Vlastnosti obvodových konstrukcí
- Velikost prosklených ploch
- Řešení výměny vzduchu
- Otopná soustava
- Efektivnost ohřevu teplé vody
- Skutečné užívání domu

### *a) Volba pozemku*

Rozvojové plochy nalezneme nejčastěji v blízkosti větších měst, vznikající většinou v návaznosti na menší sídla a obce, kde lidé hledají kvalitní životní prostředí a snaží se využít existující infrastruktury a občanské vybavenosti. Volných pozemků ve stávající výstavbě. Volných pozemků ve stávající zástavbě je nedostatek a ne vždy je intravilán obce vhodný pro záměr výstavby NED (menší odstupy staveb, konflikt s tradičním tvaroslovím domů, nemožnost výběru orientace...). Proto se většina rodinných domů realizuje spíše na okrajích původních staveb.

Nejčastěji se parcely dělí na výměru 700-1000m<sup>2</sup>, které se snáze prodávají. Tento rozměr pozemku však ve většině případů nezajistí dostatečné odstupové vzdálenosti, které jsou nezbytné pro dokonalé oslunění stavby v zimních měsících, a proto na ně není vždy možné umístit NED.

Odstup vlastní stavby od hranice pozemku je klíčovým parametrem pro posouzení možného zastínění.

Důležitá je rovněž konfigurace terénu, optimálních jižních svahů bude asi vždy nedostatek, takže projektant musí zodpovědně vyhodnotit potenciál konkrétního místa a posoudit jeho vhodnost pro daný typ stavby.

Komplikace v umístění stavby může přinést i regulace výstavby platná v některých lokalitách. Ta stanoví např. umístění domu na pozemku, tvar domu, orientaci hřebene či sklon střechy. To vše má na celkovou energetickou bilanci vliv.

## *b) Orientace budovy*

Obecně platí pro NED obdobné požadavky jako pro kteroukoli jinou obytnou stavbu. Jedním z významných požadavků je denní osvětlení a oslunění co největšího podílu obytné plochy. Důležitou věcí pro získání co největších zisků jsou rozměrná okna orientovaná na osluněné strany domu.

Umístěním oken jen na jižní stranu domu také není nejlepší řešení, připravíme se o ranní a večerní sluneční záření, ze kterého sice nejsou solární zisky tak výrazné, ale projevuje se dobrý psychologický vliv Slunce.

Přínosem pro energetickou bilanci je velkým přínosem zónování půdorysu, nemělo by se mu však podřizovat vše a dům by měl zachovat přirozené provozní vazby na své okolí. V zónovaném půdorysu jsou na jihu nejteplejší obytné místnosti (ložnice, obývací, kuchyně atd.) uvnitř dispozice tzv. přechodová zóna (komunikace, šatny, schodiště) se středními tepelnými nároky a na severu „nárazníková zóna“ nevytápěných místností. Tu tvoří garáž, zvěťtí, sklad zahradních potřeb atd. a veškeré obytné místnosti jsou orientované do zahrady na opačné osluněné straně. Do domu se potom vstupuje od severu.

Stále častěji je požadována co nejotevřenější kompozice vnitřních prostor domu. Zde se spojený prostor otevírá často do všech světových stran tedy i ke studené severní fasádě. Praktické zkušenosti však ukazují, že při kvalitních tepelně-izolačních parametrech obvodových stěn není problém řešit takto i NED. '



jižně orientovaná strana



severně orientovaná strana

Obr.č5 a6

## B. Energetická bilance, tepelné ztráty a zisky

**Ztráta energie** prostupem tepla a výměnou vzduchu musí být kompenzována dodanou energií.

**Dodaná energie** se z části skládá z vnitřních tepelných zisků, přesněji řečeno z jejich využitelné části- od osob, spotřebičů a proměnlivých solárních zisků. Druhá část musí být dodána pomocí otopné soustavy, která často řeší ohřev teplé vody. Příznivě se zde projeví zpětně získané teplo z větracího vzduchu.

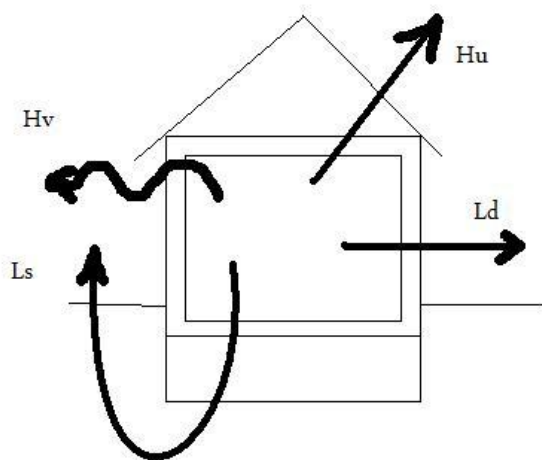
Z analýz nízkoenergetických domů v zahraničí vyplívá průměrné rozdělení tepelných ztrát zhruba v tomto poměru

- 25% okny
- 15% obvodovými stěnami
- 15% střechou
- 5% podlahou ve sklepě
- 40% větráním

Nutné pokrytí těchto ztrát:

- 40% Vytápění
- 35% vnější zisky z oslunění
- 25% vnitřní tepelné zisky (pohyb osob, provoz vybavení)

### 1. Tepelné ztráty



Tepelné ztráty můžeme rozdělit na ztráty prostupem tepla a ztráty výměnou vzduchu. Prostup tepla může probíhat konstrukcemi přímo, pokud jsou v kontaktu s venkovním vzduchem, nebo nepřímo, pokud je mezi vytápěným prostorem a exteriérem prostor nevytápěn. Dalším složitějším příkladem je prostup tepla přes zeminu přiléhající k budově, kdy je pod vytápěnou budovou jen základová konstrukce na zemině nebo nevytápěný suterén.

### *a) Ztráty prostupem tepla*

Výpočet měrné tepelné ztráty  $H_T$ :

$$H_T = L_D + H_U + L_S$$

$L_D$  tepelná propustnost obvodovým pláštěm mezi vytápěným prostorem a vnějším prostředím

$L_S$  ustálená tepelná prostupnost přes zeminu

$H_U$  měrná ztráta prostupem tepla přes nevytápěné prostory

Před výpočtem měrné ztráty prostupem tepla se musí jednoznačně stanovit vytápěný prostor posuzované budovy. Ztrátu prostupem tepla uvažujeme na hranicích vytápěného prostoru (vytápěné zóny)

### *b) Ztráty výměnou vzduchu*

Známe-li množství vzduchu, které je z vytápěné místnosti odváděno a na jehož místo je přiváděn čerstvý vzduch, můžeme určit tepelnou ztrátu.

Výpočet měrné tepelné ztráty  $H_V$ :

$$H_V = \rho * c * V$$

$P$  hustota vzduchu [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$C$  měrná tepelná kapacita vzduchu [ $\text{J}/(\text{kgK})$ ]

Tepelná kapacita vzduchu se uvažuje hodnotou  $1200 \text{ J}/(\text{m}^3\text{K})$ , což odpovídá  $0,33 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K})$

Množství přiváděného čerstvého vzduchu by mělo odpovídat hygienickým a dalším požadavkům, účelu místnosti, aktuálnímu obsazení osobami atd.

Intenzita výměny vzduchu:  $n$  [ $\text{h}^{-1}$ ]

$$n_N \leq n \leq 1,5 n_N$$

$n_N$  Požadovaná intenzita výměny vzduchu v užívané místnosti, přepočítaná z minimálních množství potřebného čerstvého vzduchu stanovené v předpisech.

Pro pobytové místnosti:  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  na osobu (při aktivitě s produkcí metabolického tepla do  $80 \text{ W}/\text{m}^2$ )

$25 \text{ m}^3/\text{h}$  na osobu (při aktivitě s produkcí tepla nad  $80 \text{ W}/\text{m}^2$ )

V učebnách  $20\text{-}30 \text{ m}^3/\text{h}$  na žáka

V administrativních bud.  $50 \text{ m}^3/\text{h}$

## 2. Tepelné zisky

### a) Vnitřní zisky

Značný vliv na celkový výsledek energetické bilance má započítávání vnitřních tepelných zisků. Aby byly výsledky porovnatelné pro odlišné varianty téže budovy nebo při kontrole splnění energetického cíle, musí být i přístup k započítávání vnitřních tepelných zisků jednotný. ČSN EN ISO 13790 jednoznačně říká, že se mají použít údaje na národní úrovni. Pokud nejsou k dispozici, doporučuje se pracovat s hodnotou vnitřních tepelných zisků na výši  $5\text{W/m}^2$ .

To je ovšem pro nízkoenergetické domy hodnota příliš vysoká.

Základní smluvní hodnoty:

$2,1\text{ W/m}^2$  (obytné plochy) pro rodinné a bytové domy

$4,1\text{ W/m}^2$  (obytné plochy) pro ubytovny apod.

$3,5\text{ W/m}^2$  (užitné plochy) pro administrativní a správní budovy

$2,8\text{ W/m}^2$  (užitné plochy) pro školy

Protože se v tomto případě jedná o výpočet tepla na vytápění, měly by být vnitřní tepelné zisky uvažovány realistickými, spíše nižšími hodnotami, aby nebyl jejich pozitivní příspěvek v jejich příspěvek v chladné části domu přeceňován.

### b) Pasivní solární zisky

Jedná se o energii, která proniká do interiéru budovy prosklenými plochami v obvodovém plášti (okna, zimní zahrady) Proto je základem navrhování NED umístit co největší plochu zasklení na jižní fasádu (jihovýchodní, jihozápadní)

Výpočet pasivních solárních zisků:

$$A_s = A * F_s * F_C * F_G * g$$

A celková plocha zaskleného prvku (např. okna včetně rámu)

g celková energetická propustnost slunečního záření, která charakterizuje zasklení. Charakterizuje podíl energie procházející skrz sklo do interiéru (tabulková hodnota)

$F_F$  korekční činitel rámu-poměr celkové plochy okenní konstrukce a prosklené plochy

$F_S$  Korekční činitel stínění-Vliv okolních budov a dalších vyvýšených objektů na horizontu. Stínit můžou i konstrukce budovy (markýzy, boční stínící žebra...) Hodnoty jsou uvedeny v tabulkách.

$F_C$  korekční činitel clonění-vliv clonících prostředků na oknech (žaluzie, záclony) Hodnoty uvedeny také v tabulkách

$A_s$  výsledná účinná sběrná plocha

### 3. Tepelná ochrana budov

Hlavní veličina –  $U$  [ $W/m^2K$ ](součinitel prostupu tepla konstrukcí)

Vyjadřuje kolik energie projde jedním  $m^2$  plochy konstrukce za vteřinu při rozdílu venkovní a vnitřní teploty 1K. Vypočítá se jako převrácená hodnota tepelného odporu konstrukce. Tepelný odpor pak závisí na tloušťce posuzované konstrukce a na jejím materiálovém složení.

Pro součinitel prostupu tepla pro nízkoenergetické stavby by měly být asi takové hodnoty:

Vnější obvod konstrukce: kolem  $0,2 W/m^2K$

Okna: menší než  $1,1 W/m^2K$

Střešní konstrukce : pokud možno menší než  $0,2 W/m^2K$

Pro srovnání uvedu některé příklady ze zahraničí, kde se optimálními požadavky na hodnotu  $U$  zabývají už dlouho. Ve srovnatelných klimatických podmínkách se v letech 1975-1990 požadovaly jako minimální hodnoty  $U$  pro střechy 0,5, dnes stavěné 0,25 a pro budoucnost 0,23. U obvodových konstrukcí dříve 1,0, dnes 0,41 a s výhledem do budoucna 0,38. U oken je původní hodnota 3,5 dnes je to 1,84 a do budoucna se očekává 1,68. Uvedené hodnoty jsou mezní, tedy nejměkčí pro dané období. Je zřejmé, že tlak na stavění v nízkoenergetických standardech je společný všem zemím.

Důležité je také se zmínit o tzv. kondenzaci vodních par. Při takto malých hodnotách  $U$  nemusí ke kondenzaci docházet vůbec, ale pokud ano, mělo by se zkontrolovat v jakém množství a jestli je roční bilance koncentrace par kladná. Při vyšší koncentraci je potřeba uložit tepelnou izolaci i zevnitř domu a zkontrolovat kvalitu a správné uložení parozábrany.

## C. Stavební konstrukce

### 1. Základní požadavky

#### a) *Bilance vlhkosti*

Výpočtovým postupem se zjišťuje pro standardizované zimní výpočtové podmínky výskyt kondenzace vodních par ve skladbě konstrukce. Pokud ke kondenzaci nedochází, je konstrukce vyhovující.

Jestliže ke kondenzaci dochází, můžeme konstrukci považovat přesto za vyhovující, pokud nemůže ohrozit požadovanou funkci konstrukce, nebo je to pouze é množství. Za ohrožení funkce se považuje zkrácení předpokládané životnosti konstrukce a snížení vnitřní povrchové teploty konstrukce vedoucí ke vzniku plísní. Za malé množství se považuje 0,1-0,5kg/(m<sup>2</sup>a)

#### b) *Neprůvzdušnost*

V doporučených předpisech pro nízkoenergetické domy se dbá na relativní vzduchotěsnost (neprůvzdušnost) u ostatních budov je požadavek méně přísný. V některých zemích je tento požadavek naprosto zásadní, u nás se tento jev zatím za tak zásadní nepovažuje.

### 2. Obvodové zdivo

Parametry požadované pro obvodové konstrukce prakticky vylučují použití jednovrstvých zdících materiálů. Bez tepelně izolační vrstvy ve skladbě stěny není možné dosáhnou větší hodnoty tepelného odporu než 3,5m<sup>2</sup>/KW. Používají se proto sendvičové konstrukce.

#### a) *Obvodový plášť*

Kromě celkového tepelného odporu budovy je důležitá také difuzní propustnost jednotlivých vrstev a volba skladby, ve které nebude docházet ke kondenzaci vlhkosti, která by termoizolaci i jiné vrstvy úplně znehodnotila. Pro všechny konstrukce domu platí, že difuzní prostupnost vrstev musí stoupat od interiéru k exteriéru, tedy ve směru tepelného toku. Vždy je důležité použít celý kompletní systém od jednoho výrobce a nekombinovat komplety od různých firem.

Nejrozšířenější je dnes izolovat polystyrenovými deskami. Hodí se na konstrukce z menší difuzní propustností (cihla, kámen, beton). Porézní a lépe izolující zdivo (pórobeton, děrované cihly, lehčené tvárnice) propouští větší množství vody a proto je lepší je izolovat minerálním vláknem. Nejnovější je tzv. transparentní zateplení. To má kromě tepelně izolačních vlastností i funkci absorbéru slunečního záření, takže by se mohlo řadit i k solárním systémům. Černá absorpční vrstva je přímo na zdivu, kolmo na ní jsou světlovaná vlákna tepelné izolace, zvenku překryté skleněnou deskou nebo transparentní šterkovou hmotou. Světelné paprsky procházejí vlákny a na černé ploše se mění na teplo, které se akumulují ve stěně a pomalu, se zpožděním 6-10 hodin, prohřívá interiér stavby. Transparentní izolace se instaluje na svislé jižní strany domů.





Obr.č 7

**solární fasáda, transparentní tepelná izolace**

*b) Nosné konstrukce*

(1) Dřevostavby

Jedná se o tradiční systém používaný po celém světě. Při stavbě je potřeba velké množství dřeva, což je z hlediska emisí CO<sub>2</sub> výhodou, protože je dřevo plně obnovitelný materiál a proto je stavba ekologická. Tepelný odpor samotného dřeva se pohybuje okolo hodnoty  $R=2 \text{ m}^2/\text{KW}$ , ale na druhou stranu má dřevo menší tepelnou pohltivost, takže ani ze studené stěny nejde chlad a umožňuje rychlé a snadné prohřátí interiéru.



**Dřevěná stěna, tep. Izolace-konopné desky  $u=0,12-0,25 \text{ W(m}^2\text{K)}$**  Obr.č 9

Obr.č 8

$= 0,12-0,25 \text{ W/m}$

„Použití dřeva pro nízkoenergetický dům je velmi vhodné, širší aplikace dřeva jako plně obnovitelné suroviny je z globálního hlediska žádoucí.“

## (2) Stavby zděné, monolitické a prefabrikované

Tradiční pohled laické veřejnosti považuje za lepší zděnou stavbu. Pramení to asi z historického vývoje urbanizace, kdy dřevěné stavby byly postupně vytlačovány stavbami zděnými. Paradoxem je, že uživatelský komfort kamenného domu je výrazně horší oproti celodřevěnému.

Na nosné zdivo se ze  $\frac{3}{4}$  používají tepelně izolační pálené bloky anebo bloky z lehčeného betonu. Používají se i betonové tvárnice a vápenopískové tvarovky, které se musí dostatečně tepelně izolovat polystyrenovými deskami nebo minerálními vlákny. Přibližně jednu desetinu tvoří monolitické stavby do ztraceného bednění z dřevocementových desek.



**system ztraceného bednění z polystyrenu**

Obr.č 10

### 3. Střechy

Střecha nízkoenergetického domu by měla být konstrukcí s nejvyšším tepelným odporem, dosahujícím hodnot  $R=6,5-10 \text{ m}^2/\text{KW}$ . To se rovná asi 30-40cm izolace z minerální vlny nebo polystyrenu. Střecha se nejčastěji řeší jako jednoplášťová nebo dvouplášťová.

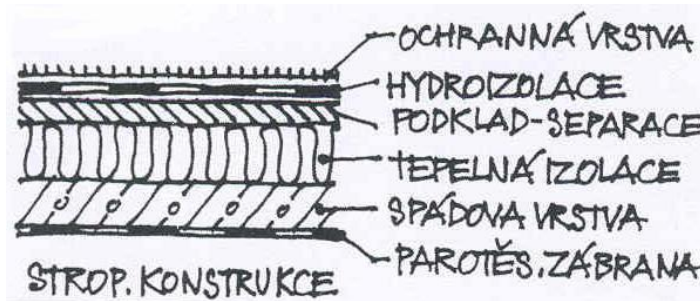
Velice moderní a oblíbené jsou zelené zatravněné střechy. Přednostně by měla být volena extenzivní zeleň, která má menší pořizovací i provozní náklady. Vždy je třeba pečlivě dodržet specifická pravidla návrhu. Taková střecha zpravidla výrazně přispívá ke zlepšení tepelné setrvačnosti budovy. Je třeba, aby střecha měla sklon asi 2%. Potom se přímo na silikátový strop, nebo lehké dřevěné bednění položí hlavní hydroizolace s úpravou proti prorůstání kořínků a na ni se klade voděodolná termoizolace z extrudovaného polystyrenu. Nad tepelnou izolací je vegetační vrstva ve tloušťce 12-20 cm



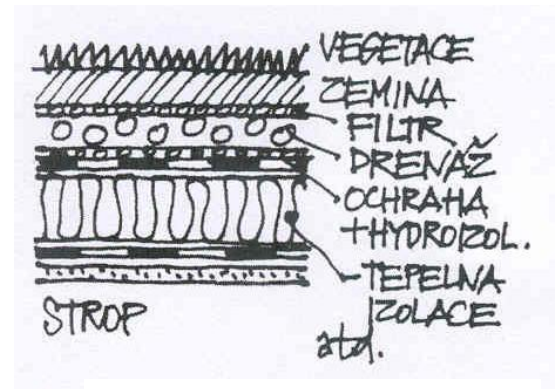
Obr.č 11



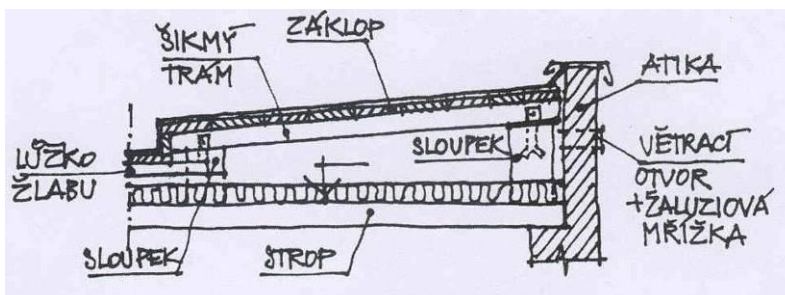
Obr.č 12



Obr.č 13 Jednoplášťová střecha- schéma



Obr.č 14 Zelená střecha- schéma



Obr.č 15 Dvouplášťová střecha

#### 4. Okna a dveře

Největší prosklená plocha domu by měla být orientovaná směrem ke slunci. Nejvíce otvorů se tedy umísťuje na jižní, východní a západní strany, nejméně na sever, protože tam vznikají největší tepelné ztráty.

Je lepší použít méně oken s velkou zasklenou plochou, než více menších oken, protože sice mají stejnou plochu, ale při použití menších oken se mění poměr mezi rámem a prosklením a tím se i zvyšuje prostup tepla.

Při osazení oken musí být provedeno dokonalé napojení na zateplovací systém a zabránění tak vzniku tepelného mostu. Rám domu musí vždy těsně navazovat na zateplení domu. Okno se osazuje spíše k vnějšímu líci, aby sklu nestínili rohy ostění a maximalizovali se tak tepelné zisky.

##### a) Rámy oken

Rámy oken se v posledním desetiletí staly slabším místem než zasklení. Používají se plastové rámy s ocelovým vystužením a 5-8 vzduchovými komorami. Používají se hlavně v bílé barvě, protože jsou nejekonomičtějším řešením. Nejčastěji se ale používají dřevěná okna z lepených hranolů, nebo tepelně izolační vložkou z korku.

##### b) Zasklení

Pro zasklení se používají tepelné izolační dvojskla (ty požadavkům pro NED jen obtížně vyhoví), ale také tepelné izolační trojskla (jejich hlavní nevýhodou je vysoká hmotnost okenních křídel. Dutina mezi skly se plní Argonem, Xenonem nebo směsí plynů. Kompromisem mezi dvojsklem je tzv. Heat Mirror, což je dvojsklo se speciální fólií vloženou do meziskelní dutiny, čímž vzniknou dvě oddělené vzduchové dutiny jako u trojskla.

Maximální tepelná prostupnost okna by neměla být větší než  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Při větší tepelné prostupnosti nejen narůstají ztráty, ale klesá kondenzační teplota na vnitřním líci, která způsobuje rosení okna.

Součinitel prostupu tepla zasklení $U_w[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$		Běžný rám $U_f= 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Kvalitní rám $U_f= 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Vynikající rám $U_f= 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Standardní izolační dvojsklo	$U_g= 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	2,41	2,29	2,08
Kvalitní izolační dvojsklo	$U_g= 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,72	1,60	1,39
Vynikající izolační dvojsklo	$U_g= 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,44	1,31	1,10
Izolační trojsklo	$U_g= 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,20	1,08	0,87
Zasklení Heat Mirror	$U_g= 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,15	1,02	0,81
Vhodné pro NED				

## D. Technická zařízení budov

### 1. Vytápění

Podle výpočtem stanovené tepelné ztráty budovy se hledá vhodný zdroj tepla. Je také možná koncepce záměrného poddimenzování zdroje a pro období nejnižších teplot (těchto dnů není v roce mnoho) volit doplňkový zdroj. Již na samém počátku ovlivňují výběr způsobu vytápění místní podmínky a dostupnost jednotlivých energetických médií, ale také osobní preference investora. Bereme-li v úvahu ekologické důvody, je vhodné dát přednost obnovitelným zdrojům energie. Otopné období v nízkoenergetických domech se zkracuje na dva až čtyři měsíce, z toho v některých dnech se vůbec netopí. K tomu stačí například správně navržená (rozměrem a parametry) okna na jižní straně domu, akumulací schopnost podlahy nebo stěn a sluníčko se o topení postará. Předpokladem je samozřejmě výborná tepelná izolace a vysoká vzduchotěsnost domu.

#### *a) Zdroje tepla*

Při volbě způsobu vytápění rozhoduje dostupnost zdrojů tepla, předpokládaná velikost a tepelná ztráta objektu, přijatelná výše investice a doba její návratnosti a osobní preference spolu s požadavky na komfort. Můžeme použít jeden zdroj tepla (riziko závislosti) nebo kombinovat dva a více způsobů vytápění. Zdrojem tepla nám může být:

elektřina (také tepelná čerpadla)

plyn

biomasa (dřevo, dřevěná štěpka, peletky)

fosilní paliva (pevná i kapalná)

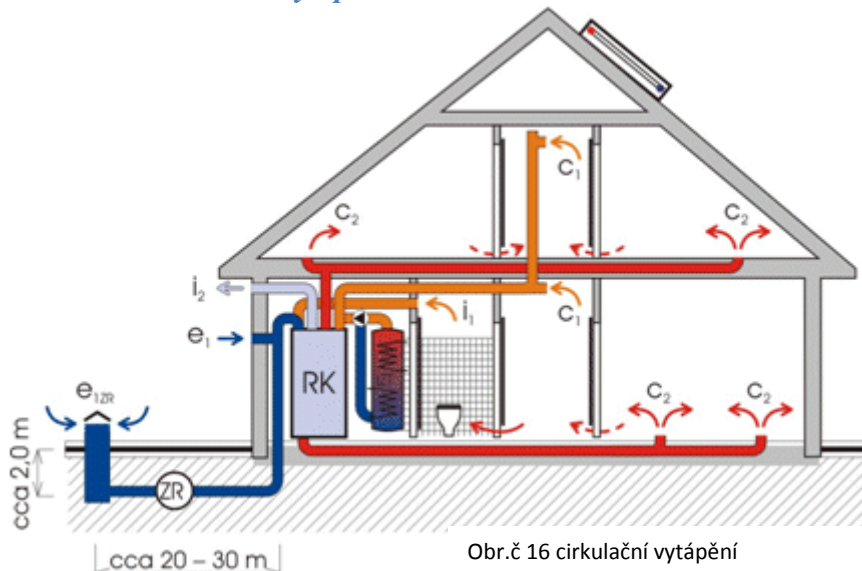
solární energie

jiné (např. teplo získané rekuperací)

### b) Systémy vytápění

Pro nízkoenergetický dům se jako nejvhodnější jeví nízkoteplotní systémy vytápění, tedy takové, u nichž teplota nosného média je nízká, obvykle do 65 °C. Nízkoteplotní systémy jsou nejčastěji teplovodní (radiátory, podlahové, stěnové vytápění) a teplovzdušné otevřené nebo teplovzdušné uzavřené, u nichž je nositelem tepla vzduch.

### c) Kombinace vytápění s větráním – Teplovzdušné cirkulační vytápění



Jako velmi perspektivní a ekonomicky výhodné se ukazuje u nízkoenergetických a pasivních domů teplovzdušné cirkulační vytápění slučující funkci větrání a vytápění. Odpadá tím nutnost budování teplovodního systému vytápění a potřebná funkce řízeného větrání je zachována. Předpokladem je tepelná ztráta budovy do výše, kterou je větrací/vytápěcí jednotka schopna zajistit.

#### (1) úspora nákladů sloučením funkce větrání a vytápění

- úspora až 90 % nákladů na větrání využitím rekuperace tepla z odpadního vzduchu
- velmi pružná regulace systému bez velké setrvačnosti
- dokonalá filtrace přírodního vzduchu s možností instalace protipylových filtrů, značné snížení prašnosti v domě
- využití všech energetických zisků v celém domě vlivem cirkulace (spotřebiče, lidé, krb)
- využití solárních zisků z osluněných oken v celém domě vlivem cirkulace
- možnost chlazení interiéru v letním období (nejlépe s využitím zemního registru vzduchu)
- celoročně optimální teplotně vlhkostní klima

(2) Možné nevýhody teplovzdušného cirkulačního vytápění:

- nevýhoda vysoušení vzduchu v zimním období, která se projevila již při prvních realizacích koncem minulého století v Německu, byla odstraněna právě zavedením cirkulační větve a přesně definovaným mixováním potřebného množství čerstvého vzduchu
- chybějící sálavá složka tepla, pro některé potřebná pro pocit pohody, se nahrazuje doplňkovým zdrojem tepla, např. krbem nebo krbovými kamny; ten současně vytváří jakýsi záložní zdroj tepla v domě
- snížení koncentrace záporných iontů rozvodem vzduchu v kovovém potrubí většina lidí nepocítuje, vnímavější lidé mohou systém doplnit vhodným ionizátorem; tato problematika dosud není zcela vyjasněna

## 2. Větrání

### a) Požadavky na kvalitu vzduchu

Potřebné množství čerstvého vzduchu je třeba z hygienických důvodů zajistit v každém případě- bez ohledu na „nízkoenergetické ambice“. Množství vzduchu je dáno počtem osob. Producentem škodlivin v interiéru budovy jsou nejen osoby samotné a důsledky jejich činností, ale ve značné míře i uvolňování škodlivin z nábytku a dalších předmětů, podlahovin apod. Významnou oblast tvoří radioaktivní látky a karcinogenní vláknité látky.

Základní požadavky jsou uvedeny v národních vyhláškách, předpisech a technických normách

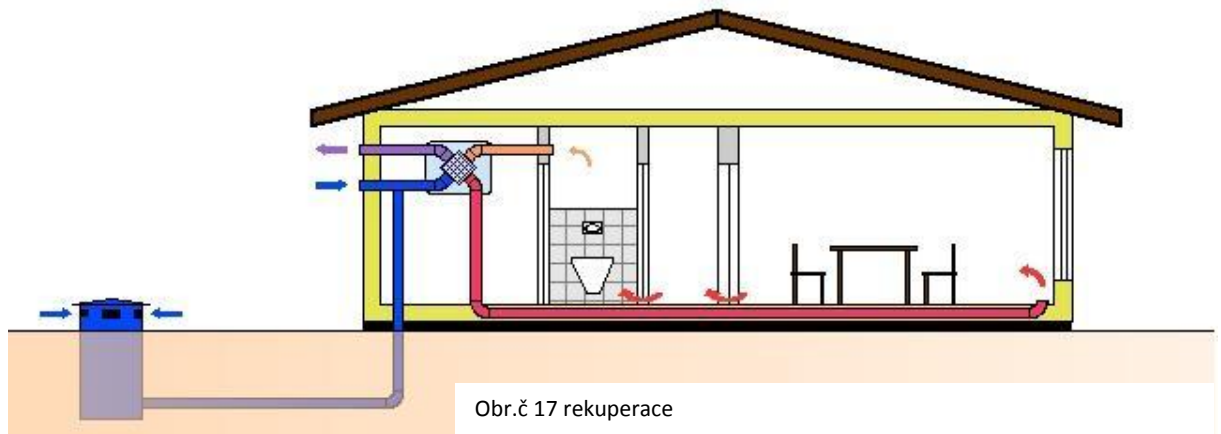
### b) Způsoby větrání

#### (1) Nucené větrání

získáme možnost částečně uspořit teplo při větrání a máme zajištěn hygienicky nutný přísun čerstvého vzduchu. O větrání se postará jeden nebo více ventilátorů. Tím nám odpadá také nutnost každé dvě hodiny otevírat okna dokořán a větrat krátkodobě místnost, což je asi nejvhodnější způsob jak zajistit v současných běžných novostavbách s těsnými okny a bez mechanického větrání čerstvý vzduch, aniž by docházelo ke ztrátě tepla naakumulovaného ve stavebních konstrukcích domu. Nucené větrání se realizuje vícero způsoby (např. podtlakové, rovnotlaké, přetlakové)

- **nucený odtah vzduchu** - skrze kuchyň, koupelnu a WC dochází k odsávání vzduchu a v obytných místnostech pak k nasávání čerstvého vzduchu regulovatelnými štěrbinami v obvodovém zdivu či v oknech. Systém je zapotřebí správně navrhnout, aby nedocházelo k diskomfortu v místech přívodu ledového venkovního vzduchu.
- **nucené větrání s centrálním přívodem i odvodem vzduchu** obvykle realizované jako rovnotlaké - systém má nesporné výhody v možnosti dokonalé filtrace vzduchu, regulace výkonu, využití rekuperace a možnosti instalace výměníků pro předehřev, chlazení či vlhčení vzduchu

## (2) Rekuperace



Zpětné získávání tepla, velmi významně snižuje spotřebu tepla připadající na větrání, a která u současných domů může činit cca jednu třetinu spotřeby. U dobře zateplených domů je tento podíl ztrátou větráním logicky vyšší a u pasivních domů je již naprosto zásadní. K rekuperaci dochází ve výměníku vzduch/vzduch, kde odpadní odváděný vzduch předá své teplo přiváděnému čerstvému vzduchu. Současné jednotky kombinující větrání a rekuperaci dosahují teoretické účinnosti až 90%. Praktická účinnost je pak o něco nižší (obvykle 70-80%) a závisí na rozdílu teplot a vlhkosti vzduchu. Některá tepelná čerpadla kombinující také větrání umí předat teplo i do zásobníku teplé vody nebo např. zemní smyčky či vrtu, odkud jímají teplo. Jedná se také o rekuperaci, pouze je teplo využito jiným způsobem.



### c) Zemní výměníky tepla

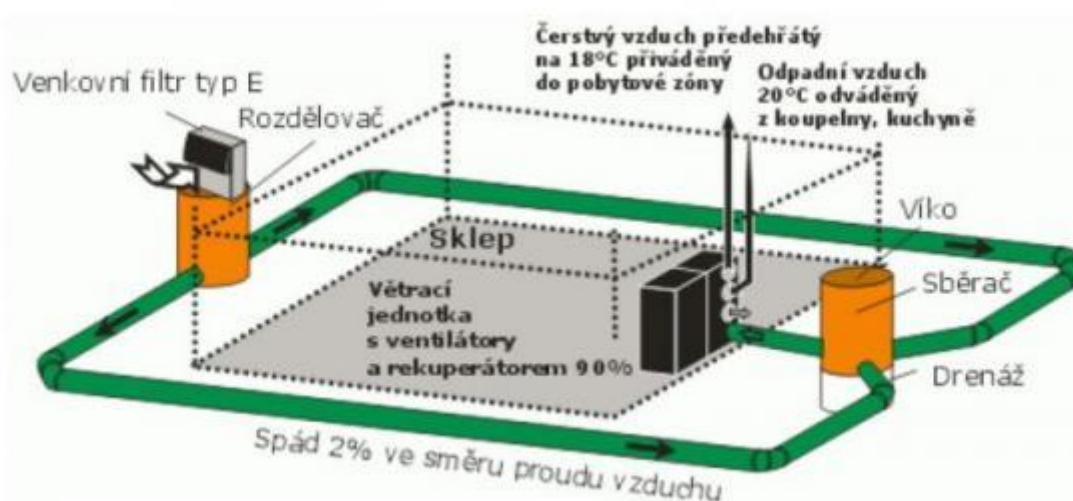


Zařízení, které slouží pro předehřátí vzduchu v zimě a ochlazení v létě nemusí být nic složitějšího než kanalizační trubka zakopaná v zemi, kterou se nasává vzduch. Země jako sezónní zásobník sluneční energie se v poslední době stále častěji využívá u zemního výměníku tepla k předehřevu čerstvého vzduchu pro větrací zařízení. V létě se naproti tomu využívá chladu zeminy k ochlazení čerstvého vzduchu stí.

Obr.č 18

### Obecné principy

Zemní výměník tepla (ZVT) tvoří potrubí uložené do země, kterým se nasává vzduch prostřednictvím ventilátoru rekuperační jednotky



Obr.č 19 zemní výměník tepla

U řízeného větrání se ve vysoce účinném tepelném výměníku (rekuperátoru) z odváděného vzduchu získává zpět tepelná energie a tím se venkovní vzduch ohřívá např. z 0 °C na 18 °C. Při ochlazení odváděného vzduchu může docházet k tvorbě kondenzátu. Za velmi nízkých venkovních teplot by mohla tato kondenzovaná voda na deskách rekuperátoru namrznat a tím omezovat, nebo i zcela blokovat funkci rekuperátoru. K tomu, aby při venkovní teplotě nižší než -4 °C mohl tedy rekuperátor fungovat, je zapotřebí vnější vzduch předehřívat. Použití zemního výměníku tepla je pro předehřev velmi vhodné. Kromě toho zemní výměník tepla nabízí cenově výhodnou variantu větrání a ochlazení místností v létě. Ta stále více získává na důležitosti u obytných budov, u nichž se příjemného, světlým zaplaveného vzhledu místností dosahuje velkými plochami oken, skleněnými přístavky a zimními zahradami. V důsledku velkých solárních zisků to však má za následek přehřívání místností. Velice se doporučuje dobré venkovní zastínění oken. K tomu se ještě načítají vnitřní zdroje tepla, kterými jsou pobývající osoby, technické domácí spotřebiče, osvětlení a počítače.

### Přehřívání vzduchu v zimě:

Teplota zeminy se v zimě pohybuje mezi 4°C a 8°C. V zemním výměníku tepla se na výstupu dosahují následující teploty.

Venkovní teplota [°C]	-15	-9	-7	-4
Výstupní teplota vzduchu ze ZVT [°C]	+2	+3	+4	+5
Průtok vzduchu [m <sup>3</sup> /hod]	200			
Průměr potrubí [mm]	200			
Délka potrubí [m]	23			
Hloubka uložení [m]	1,7			

Měření byly realizovány v rodinném domě v Německu.

### Ochlazování vzduchu v létě

Zařízení funguje výborně jako přirozená forma klimatizace prostoru. Následující tabulka ukazuje výsledky měření v létě na jiném rodinném domku:

Venkovní teplota [°C]	26	33
Výstupní teplota vzduchu ze ZVT [°C]	14	16
Průtok vzduchu [m <sup>3</sup> /hod]	155	
Průměr potrubí [mm]	100	
Délka potrubí [m]	20	
Hloubka uložení [m]	1	

### 3. Elektroinstalace a spotřebiče

Trasování, umístění zásuvek, elektroinstalačních krabic a dalších prvků musí být voleno tak, aby byla co nejméně narušena celistvost tepelně izolační vrstvy a vzduchotěsnost konstrukcí.

Doporučuje se použít elektrické spotřebiče a osvětlovací tělesa s nejlepšími energetickými parametry (třída A, A+,...) Pokud je v budově instalován solární systém, může být vhodné napojit pračku a myčku na přívod teplé vody.

Pozornost je třeba věnovat množství elektrické energie potřebné na pohon systémů domovní techniky (čerpadla, ventilátory). Jen část této energie a jen po část roku je využitelná ve prospěch budovy, ostatní znamená energetickou ztrátu.

**„Jestliže se rozhodnete žít v nízkoenergetickém domě, přednostně si pořizujte spotřebiče s nejlepší energetickou účinností. Je škoda energii velmi efektivně ušetřenou ve vašem domě spotřebovat málo účinnou pračkou, sušičkou, lednicí.....“**

### III. Návrh studie nízkoenergetického domku

Jako svůj návrh nízkoenergetického domu jsem zvolila dvoupodlažní rodinný dům o dispozici 4+kk.

Snažila jsem se při navrhování dodržet všechny zásady.

1) zónovaný půdorys- jihovýchodním a jihozápadním směrem jsou umístěny ložnice, jižně je orientovaný obývací pokoj a naopak na sever neobytné místnosti (chodba, technická místnost, šatna)

2) kompaktní tvar- Dům má jednoduchý tvar, aby nedocházelo ke zbytečným tepelným ztrátám

3) Maximalizace solárních zisků- nejvíce velkých oken je umístěno na jižní straně, na východní a západní méně a na severní straně jsou pouze nutná malá okna. Směrem na jih a jihovýchod se rozkládá zimní zahrada

4) Snížení tepelných ztrát- použila jsem kvalitní stavební materiály vhodné pro nízkoenergetické domy

#### A. Použité materiály

##### 1. Obvodové zdivo

Zvolila jsem pórobetonové tvárnice Ytong + zateplení o celkové tloušťce 460 mm. Z toho 300 mm Ytong P2-400 a 160mm zateplovací systém ze superizolačních desek MULTIPOR. Celková tepelná vodivost  $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### 2. Okna a balkónové dveře

Plastová okna Dimension+  $U=0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### 3. Tepelné izolace

Tloušťky izolací jsou dle normovaných požadavků.

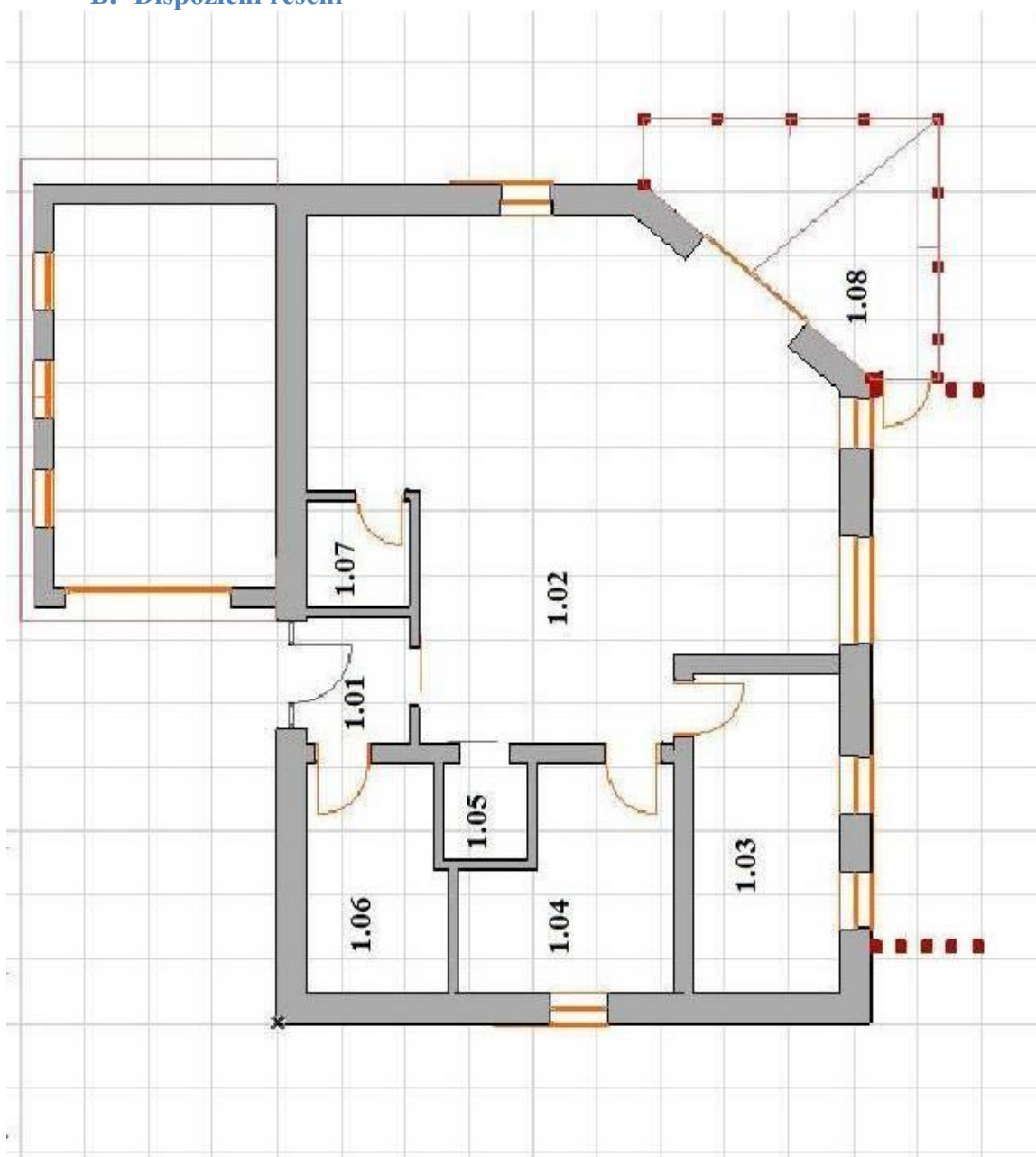
Podlaha přízemí je izolována polystyrenovými deskami EPS 150 S Stabil o tloušťce 120 mm, tepelný prostup podlahou je  $U=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Podlaha v podkroví je izolována polystyrenovými deskami EPS 150 S Stabil o tloušťce 70 mm

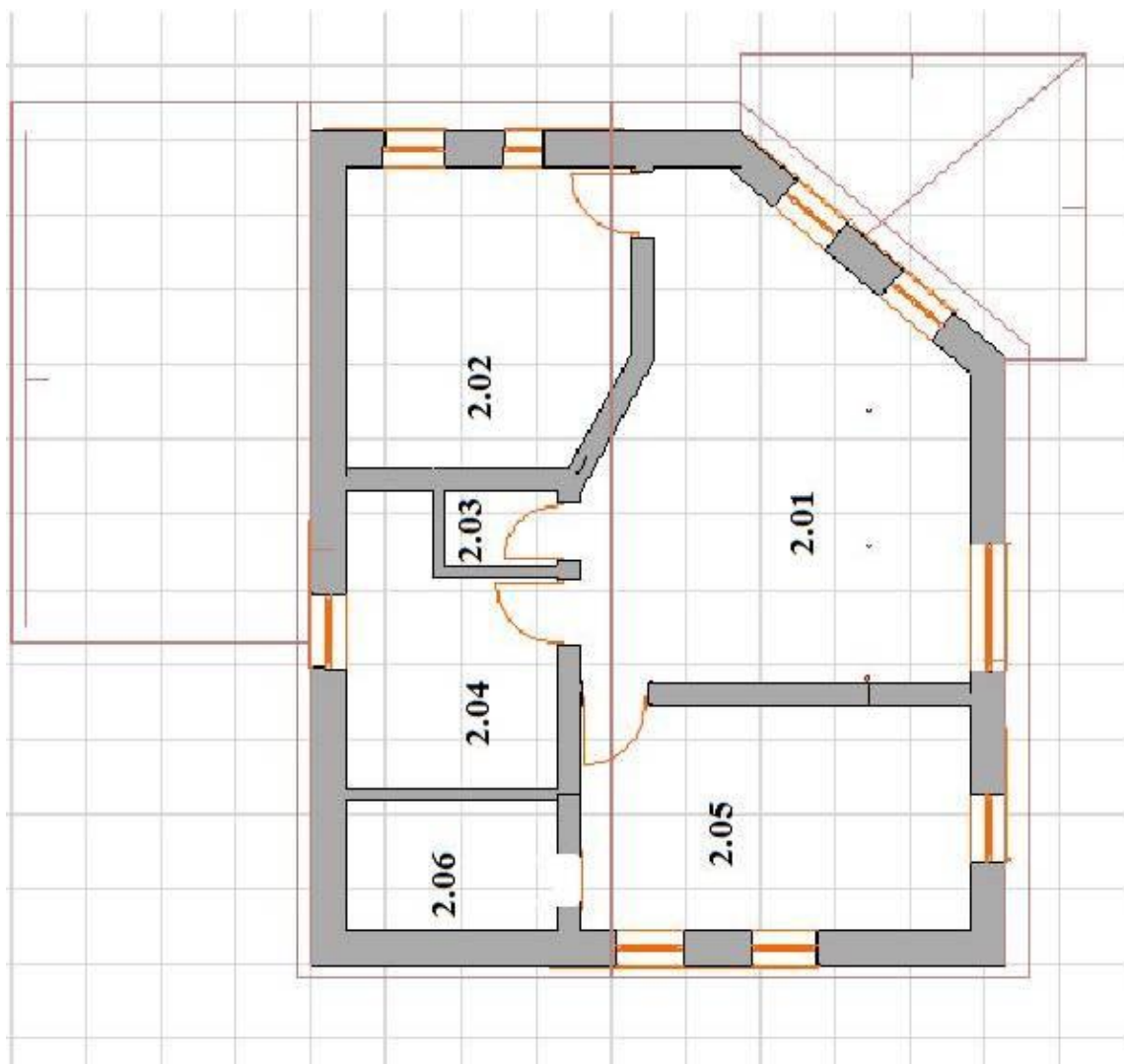
Zateplení střechy je provedeno tepelnou izolací PUR Puren Protect-c tl. 180 mm,  $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Všechny parametry o tloušťce a typu izolací jsem použila z katalogu o nízkoenergetických domech, abych měla přesnější přehled o velikosti prostupu tepla. Katalog je uveden na konci práce v seznamu použitých zdrojů.

## B. Dispoziční řešení



- 1.01 ZÁDVEŘÍ
- 1.02 OBÝVACÍ POKOJ + KUCH. KOUT
- 1.03 LOŽNICE
- 1.04 KOUPELNA
- 1.05 ZÁCHOD
- 1.06 TECHNICKÁ MÍSTNOST
- 1.07 SKLAD
- 1.08 ZIMNÍ ZAHRADA



2.01 HALA

2.02 POKOJ

2.03 ZÁCHOD

2.04 KOUPELNA

2.05 POKOJ

2.06 ŠATNA



Obr.č 20 jihozápad



Obr.č 21 západ

Obr.č 22 jižní pohled



Obr.č 23 východní pohled

Obr.č 24 sever





Obr.č 25 ložnice



Obr.č 26 Kuchyň

Obr.č 27 jídelna, obývací pokoj+kk



Obr.č 28 schodiště

Obr.č 29 obývací pokoj





Obr.č 30 koupelna 1.patro



Obr.č 31 koupelna 1.patro

Obr.č 32 koupelna přízemí



Obr.č 33 hala 1.patro

Obr.č 34 hala 1.patro





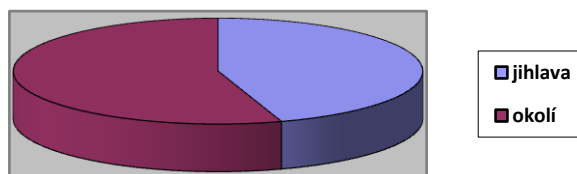
## IV. Porovnání NED

### A. Výstavba v Jihlavě za rok 2009

#### 1. Za rok 2009 v Jihlavě dostalo stavební povolení přes třicet rodinných domků.

Rozložení bylo celkem rovnoměrné.

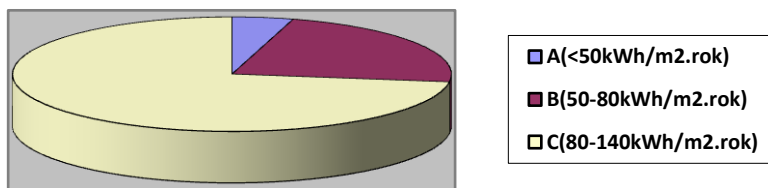
45% rodinných domů bylo postaveno v Jihlavě a 55% v přilehlém okolí



Obr.č 35 graf rozložení novostaveb

#### 2. Z hlediska energetiky

Přesto, že se mluví o ekologii, zvyšující se ceně topných materiálů a investici do budoucna, v Jihlavě (a myslím, že nejen tady) se stále z 72,8% staví v energetickém standardu C (80-140kWh/m<sup>2</sup>.rok), který je nařízen normou. Do energetické skupiny B ( 50-80kWh/m<sup>2</sup>.rok) se zařadilo 22,7% domů a do skupiny A, do které se řadí nízkoenergetické domy (<50 kWh/m<sup>2</sup>.rok) patří pouze 4,5% rodinných domů.



Obr.č 36 graf rozdělení energetických tříd

## B. Pořizovací cena NED x pořizovací cena standardního RD

Pořizovací cena NED je asi tak o 17-20% vyšší než cena rodinné ho domku s nižším energetickým standardem.

Dá se také říct, že s rostoucí plochou roste i procentuální rozdíl mezi cenami. Při rozloze 127,10m<sup>2</sup> je cenový rozdíl 12,3% , ale při výměře 233,18m<sup>2</sup> je rozdíl už 20,1%

Pro další příklady a porovnání jsem si našla dvojici domů nabízených v katalogu se stejnou výbavou, rozlohou a dispozičním řešením.



Obr.č 37 Nízkoenergetický dům NERO 2019



Obr.č 38 Rodinný dům Lenka 8.04

### Nízkoenergetický dům NERO2019

Disp.řešení: 4+1

Výměra: 202,19m<sup>2</sup>

Cena: 4 580 000 Kč

Nároky na vyt.: 39,20 kWh/m<sup>2</sup>.rok

### Rodinný dům Lenka 8.04

Disp.řešení: 4+1

Výměra: 202,80m<sup>2</sup>

Cena: 3 920 000 Kč

Nároky na vyt.: 97,30 kWh/m<sup>2</sup>.rok

Cenový rozdíl mezi standardním a nízkoenergetickým rodinným domem je 660 000Kč , což je 16,8% celkové ceny.

### C. Cena na provoz NED x cena na provoz standardního RD

Pro výpočet uvažujeme ceny 1 kWh plynu za 1,30 Kč

Pro porovnání použijeme opět domy NERO 2019 a Lenka 8.04

Lenka 8.04 má spotřebu na vytápění 97,30 kWh/m<sup>2</sup>.rok a rozlohu 202,80 m<sup>2</sup> takže roční spotřeba plynu je 19 732.44 kWh →cena za vytápění za rok je asi 25 652 Kč

NERO 2019 má spotřebu na vytápění 39,20 kWh/m<sup>2</sup>.rok a rozlohu 202,19 m<sup>2</sup> takže roční spotřeba plynu je 7 925.84 kWh→cena za vytápění za rok je asi 10 303 Kč

→uživatel domu Lenka 8.04 zaplatí každý rok za plyn (kdyby cena zůstávala stejná) o 15 349Kč více.

### D. Návratnost

Při pořizovacím rozdílu 660 000 Kč a každoročním rozdílu 15 349 Kč na provoz se majiteli domu NERO 2019 vrátí za 43 let. Tento výsledek je ovšem pouze teoretický, užíváním domy budou ztrácet svoje tepelně ochranné vlastnosti a ceny za vytápění se budou měnit. Výsledek je tedy nepřesný a čistě orientační.

## V. Kontaktování konkrétního majitele

### Nízkoenergetický rodinný dům v Rantířově



Novostavba přízemního rodinného domu s obytným podkro-

Obr.č 39 jižní pohled

## A. Dispoziční řešení

V přízemí obývací pokoj spojený s jídelnou a kuchyňským koutem, hostinský pokoj a



Obr.č 40 interiér



Obr.č 41 koupelna

prostor v přízemí navazuje z jihu zimní zahrada o ploše cca 10 m<sup>2</sup>.

Dům je ideálně orientovaný ke světovým stranám. Vstup a sociální zařízení směrem na sever, obývací pokoj přízemí a pracovna v horním patře na jih. K jihovýchodní straně je orientovaná ložnice a kuchyň a na jihozápad dětský pokoj.



Obr.č 42 Pohled na severovýchod



Obr.č 43 severní část



Obr.č 44 Severozápad



Obr.č 45 jižní pohled



Domek nemá vlastní zděnou garáž, ale přístřešek na jedno auto na východní straně domu.  
Obr.č 46 přístřešek

## B. Konstrukční řešení

Stěny: Z cihel POROTHERM 365 s kontaktním zateplením

Strop: železobetonový monolitický

Krov: Vaznicové soustavy se sloupky uloženými na stropní desce.

Obestavěný prostor: 684m<sup>2</sup>

Vytápěná plocha: 164m<sup>2</sup>

## C. Energetická koncepce

Zdrojem tepla je plynový kondenzační kotel s vestavěným zásobníkem, pro kombinovaný ohřev vody teplovodního topení využívá kombinace radiátorů s podlahovým topením.



Obr. č. 38 krb

Doplňkovým zdrojem tepla je krb na dřevo s uzavřenou, trojstranně prosklenou vložkou, výdechy teplého vzduchu jsou vyvedeny do otevřeného obytného prostoru a obytných místností v podkroví.



Obr. č. 47 Tepelný zásobník



Obr.č 49 Výdechy teplého vzduchu v dětském pokoji



#### **D. Tepelně izolační vlastnosti obvodových konstrukcí**

Stěny POROTHERM 365 + kontaktní zateplení minerální vlnou 140mm  $R=5,24 \text{ m}^2/\text{KW}$

Střecha 220mm skelná vata rotaflex KP  $R=5,1 \text{ m}^2/\text{KW}$

Okna dřevěná EURO, zasklení  $k=1,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  (zimní zahrada se stejným prosklením)

Střešní okna Velux TERMOSTAR s venkovními akumetrickými roletami

Podlahy izolovány 80mm PPS,  $R=2,0 \text{ m}^2/\text{KW}$ , sokl domu zateplen 80 mm extrudovaného polystyrenu

Tepelná ztráta objektu: 9,48 kW

#### **E. Solární systém**

Dům je navržen na maximalizaci pasivních solárních prvků, jižní fasáda má prosklení 40% plochy a dále je před ní zimní zahrada, přímo navazující na obytný prostor, který je takto temperován

Aktivní systém 3. solárních panelů Junkers se používá na ohřev teplé užitkové vody



Tepelný zásobník propojený se solárními panely

Obr.č 50 tepelný zásobník

Roční spotřeba energie:77980 kWh

Roční náklady na vytápění:9045Kč



## F. Realizační tým

Projekt: Ing. Arch. Pavel Šmelhaus

Ing. Arch. Kateřina Rottová

Ing. Arch. Marek Řehoř

Atelier ARS

## G. Od uživatelů domu

### a) *Myšlenka o nízkoenergetickém bydlení*

Majitelé začali o svém vlastním domě v nízkoenergetickém standardu uvažovat poté, co si přečetli pár kladných hodnocení v odborné literatuře a časopisech. Nakonec se rozhodli kvůli lepší kvalitě bydlení a hlavně z ekologických a finančních důvodů.

### b) *Realizace*

Projektanta a odborný tým si majitelé našli v jednom z odborných časopisů. Byli velice ochotní, společně našli pozemek ve vyhovující vzdálenosti od Jihlavy, orientace i polohy. Majitelé uvádí, že spolupráce byla výborná, sami si mohli do projektu zasahovat a ve všem se hledal kompromis mezi požadavky majitelů a požadavky na dodržení standardu. Celá realizace domu trvala dva roky.

### c) *Spokojenost s bydlením*

„V provedení stavby se zatím neshledáváme s žádnými nedostatky.“

## VI. Závěrečný názor na tento druh staveb

Když jsem s touto prací začínala, myslela jsem si, že stavět nízkoenergetické domy je hlavně finančně výhodné. Potom jsem postupem času zjistila, že pořizovací cena je o dost vyšší a po ušetřených nákladech za vytápění se přeplatek nevrací tak rychle. Z toho vyplývá, že pokud se lidé rozhodnou postavit si NED bude to spíše z ekologických důvodů než finančních. Je přeci málo reálné, že by si mladý dvacetiletý pár raději připlatil 660 000 Kč aby se jim za 43 let vklad vrátil. Více investovat do stavby můžou již zabezpečení lidé kolem 40 let, ale pokud je návratnost kolem 40 let, už toho příliš nevyužijí. Z toho jsem byla chvíli zklamaná, ale můj názor na NED se nezměnil. Jsou to moderní ekologické stavby a s vysokým komfortem bydlení a budoucnost stavebnictví. Neobnovitelné zdroje na naší Zemi nejsou nevyčerpatelné a v dnešní době by se měl člověk naučit přemýšlet ekologicky.

Zdroje:

#### Použitá literatura

Nízkoenergetický dům: Pavel Šmelhaus a kolektiv    ISBN:80-86165-94-9, Rok vydání: 2004

Nízkoenergetické domy, principy a příklady: Jan Tywoniak

Náš dům XVI. – Nízkoenergetické domy/2 : agenturana Náš dům s.r.o.

#### Internetové adresy

[www.nizkoenergetickydum.cz](http://www.nizkoenergetickydum.cz)

[www.profiportal.cz](http://www.profiportal.cz)

<http://www.knauf.cz>

<http://www.pasivnidomy.cz/>

#### Použité programy

ArchiCAD 12- studentská licence

Microsoft Office Word

#### Zdroje obrázků

- Obr.č 1-4    [www.bydlet.cz/fotky/rodinne-domy/nizkoekonomicky\\_dum\\_ekonomik/](http://www.bydlet.cz/fotky/rodinne-domy/nizkoekonomicky_dum_ekonomik/)  
Obr.č 5-6    [http://bydleni.idnes.cz/nizkoenergeticky-dum-pro-mlady-par-rocni-naklady-na-vytapeni-16-600-korun-1mu-/dum\\_osobnosti.asp?c=A091211\\_165939\\_dum\\_osobnosti\\_rez](http://bydleni.idnes.cz/nizkoenergeticky-dum-pro-mlady-par-rocni-naklady-na-vytapeni-16-600-korun-1mu-/dum_osobnosti.asp?c=A091211_165939_dum_osobnosti_rez)  
Obr.č 9-10    [www.pasivnidomy.cz](http://www.pasivnidomy.cz)  
Obr.č 11-12    [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zelena\\_strecha\\_ekologicky\\_institut\\_veronica.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zelena_strecha_ekologicky_institut_veronica.jpg)  
Obr.č 13-15    učebnice pozemního stavitelství  
Obr.č 16    <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3012>  
Obr.č 17    <http://nizkoenergetickydum.cz/vetrani>  
Obr.č 20-36    vlastní obrázky  
Obr.č 37    <http://www.typoveprojekty.cz/nas-dum-nero-2019.html>  
Obr.č 38    <http://www.typoveprojekty.cz/nas-dum-lenka-804.html>  
Obr.č 39-50    Vlastní fotografie