



Středoškolská technika 2010

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

NÍZKOENERGETICKÝ DŮM

Lucie Kostková

**Střední zdravotnická škola Benešov
Máchova 400, Benešov**

ÚVOD

Od roku 2002 máme rodinný „baráček“. Sedm let ho přestavujeme ze starého na nový. Tatínek si celou rekonstrukci řídí sám a o mnohém doma mluvíme. Proto mě zajímalo, co znamená nízkoenergetický dům a jestli by nešel udělat z toho našeho domečku.



Původní stav

VÝZNAM NÍZKOENERGETICKÉ VÝSTAVBY

Globální oteplení, klimatické změny a zhoršení životního prostředí konečně nutí lidstvo nejen zamýšlet se, ale i dělat něco pro to, aby se tento stav neradikalizoval. Podobně jako v automobilovém průmyslu, kde se snižování spotřeby paliv a využívání alternativních zdrojů, které nezatěžují ovzduší, stalo prioritou vývojových středisek, i ve stavebnictví vznikla přirozená reakce na současný stav životního prostředí v podobě nízkoenergetické a ekologické stavby.

V současnosti, vzdor všeobecné tendenci šetřit, je většina existujících i nově postavených budov energeticky, materiálově či technologicky ještě stále velmi náročná. Normy ve stavebnictví se u nás příliš nezabývají šetřením energií, a to i přesto, že oblast nízkoenergetické výstavby se prudce vyvíjí. Obytné stavby (a nejen ty) mohou člověku nabídnout stejný komfort i s několikanásobně nižší spotřebou energií a také s využitím surovin a zdrojů, které nezatěžují životní prostředí. Co vlastně znamená nízkoenergetické bydlení nebo nízkoenergetický dům?

DĚLENÍ RODINNÝCH DOMŮ Z HLEDISKA ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI:

STANDARTNÍ RODINNÝ DŮM: energetická spotřeba 100 až 195 kWh/m² za rok, postavený z běžně používaných materiálů běžnými stavebními postupy.

ENERGETICKÝ ÚSPORNÝ DŮM: energetická spotřeba 50 až 70 kWh/ m² za rok dosažená:

- zvýšením tepelně-izolačních hodnot obvodových konstrukcí a jejich styků,
- využitím úsporného konvenčního systému vytápění (radiátory),
- využitím solárních prvků.

NÍZKOENERGETICKÝ DŮM: energetická spotřeba 15 až 50 kWh/ m² za rok dosažená:

- použitím kvalitní masivní tepelné izolace obvodového pláště,
- využitím mechanického regulovaného větrání s rekuperací tepla,
- využitím nízkoteplotního vytápění,
- využitím solárních prvků.

ENERGETICKY PASIVNÍ DŮM: energetická spotřeba 5 až 15 kWh/ m² za rok dosažená:

- dokonalým tepelně-izolačním obalem domu,
- vzduchotěsností obalu domu,
- využitím mechanického větrání s rekuperací tepla,
- bez konvenčního vytápění (využití solárních prvků není podmínkou).

NULOVÝ DŮM: energetická spotřeba 0 až 5 kWh/ m² za rok.

Za spotřebu energie se v takovém domě neplatí nic, protože si výlučně z obnovitelných zdrojů v létě vyrobí takový nadbytek energie, že mu vystačí na celé zimní období. Tepelná energie se získává buď pomocí velkoplošných slunečních kolektorů a uchovává se v zásobníku teplé vody s objemem 3 000 až 10 000 litrů, nebo se využívají velkoplošné fotovoltaické panely napojené na veřejnou síť, která slouží jako sezonní zásobník (v zimě se odběrem elektrické energie ze sítě pokrývá zbytková potřeba tepla v domě).

Nízkoenergetický dům optimalizuje obytný komfort, kvalitu stavebních konstrukcí, energetickou a finanční úspornost a ochranu životního prostředí. To znamená, že umístěním na pozemku, použitými materiály, způsobem výstavby a systémem vytápění se minimalizují provozní náklady a nepříznivý vliv na životní prostředí. Nízkoenergetický dům potřebuje na vytápění na metr čtvereční užité plochy kolem 15 až 50 kWh energie. Pro porovnání – moderní dům postavený standardním způsobem potřebuje na provoz dvoj- až trojnásobné množství energie.

SEDM ZÁSAD PRO NÍZKOENERGETICKÝ DŮM

Výstavba nízkoenergetického domu neznamena jen zateplení a instalování slunečních kolektorů či tepelného čerpadla, ale musí splňovat i několik dalších zásad, které výrazně přispějí ke snížení výsledné sumy na účtu za energii. Které to jsou?

- 1.** Umístění domu s ohledem na místní klima, terén, jeho orientaci na světové strany a vegetaci.
- 2.** Využití sluneční energie pomocí pasivních solárních prvků a systémů, jako jsou například velká jižně orientovaná okna, zimní zahrady, stěnové systémy, proměnlivá protisluneční ochrana a letní tepelná ochrana proti přehřívání budovy.
- 3.** Vysoká tepelná ochrana obvodového pláště (podlahy, stěny, střechy, okna a dveře) a

důsledné tepelně-izolační opatření ve všech detailech (bez tepelných mostů).

4. Regulované větrání podle aktuálních potřeb, tj. mechanická výměna vzduchu spojená s odbouráním škodlivin ve vnitřním prostředí, s minimálními energetickými ztrátami a zpětným získáváním tepla z odváděného vzduchu a dostatečnou vzduchotěsností obvodového pláště.

5. Účinná, efektivní a k přírodním zdrojům šetrná výroba tepla, využití obnovitelných zdrojů energie, využití odpadního tepla, (pro nízkou spotřebu tepla nepotřebuje vysoce výkonná zařízení na vytápění, vhodná jsou například tepelná čerpadla).

6. Využití nízkoteplotního systému vytápění a přídatné využití sluneční energie prostřednictvím aktivních solárních a jiných alternativních zařízení pro úsporný ohřev teplé vody.

7. Správné užívání nízkoenergetického domu a efektivní využívání elektrického proudu (energeticky úsporné osvětlení a domácí spotřebiče).

Z ČEHO POSTAVIT NÍZKOENERGETICKÝ DŮM?

Nízkoenergetický dům lze postavit různými stavebními systémy z téměř každého běžného stavebního materiálu.

U masivních konstrukcí je to například klasická pálená cihla, pórobeton, beton. K dosažení parametrů nízkoenergetického domu je nutné masivní konstrukci zateplit tepelnou izolací (její tloušťka se určuje výpočtem, orientačně však lze počítat s 15 až 25 cm).

Skladba obvodové stěny nízkoenergetického domu se dá vytvořit různými technickými řešeními, která lze shrnout do pěti konstrukčních druhů:

- zdivo s kontaktním zateplovacím systémem (takzvaným tepelným obalem, vytvořeným vnější tepelnou izolací a ušlechtilou omítkou);
- zdivo se zavěšenou fasádou (zdivo s vnější tepelnou izolací a s vnějším obkladem s provětrávanou vzduchovou vrstvou);
- dvouplášťové zdivo (s tepelnou izolací umístěnou v mezeře mezi dvěma plášti);
- lehká rámová konstrukce s výplní (dřevěná nosná rámová konstrukce s tepelnou izolací a oboustranným opláštěním);
- lehká vrstvená stěna (na bázi vrstvených panelů vyrobených z několika vrstev desek a s přídatnou tepelnou izolací).



Běžné zdivo



Lehká vrstvená stěna

Současný trend výstavby energeticky nenáročných domů se však pomalu přesouvá k lehkým stavebním systémům, nejčastěji na bázi dřeva, s jednoduchou montáží. Lehký konstrukční systém s dřevěnou sloupkovou nosnou konstrukcí je schopen splnit náročné požadavky na tepelně-izolační vlastnosti obvodového pláště při relativně malých tloušťkách konstrukce. Konstrukci z velké části tvoří tepelná izolace, proto je obvodová stěna užší a zároveň má výborné tepelně-izolační vlastnosti. Důkazem výhodnosti dřevěných staveb je jejich široké uplatnění v klimaticky náročných podmínkách skandinávských zemí, lehké systémy jsou však poměrně náročné na správný návrh konstrukční skladby a důslednou realizaci.

PROČ A ČÍM TEPELNĚ IZOLOVAT NÍZKOENERGETICKÝ DŮM?

Standardních, normou stanovených hodnot tepelně-izolačních parametrů lze dosáhnout i jednovrstvým zdivem (například z pórovité cihly tloušťky 38 cm nebo z pórobetonu), avšak na obvodové konstrukce nízkoenergetických domů se kladou podstatně vyšší nároky, než požadují současné normy.

Při výstavbě nízkoenergetického domu je třeba dosáhnout hodnoty součinitele prostupu tepla obvodovou stěnou $U = 0,15$ až $0,25$ W/m^2K , což v praxi znamená navíc asi 15 až 25 cm tepelné izolace podle druhu konstrukce stěn. (Pasivní dům potřebuje za stejných podmínek tepelnou izolaci o tloušťce 30 až 40 cm.) Jaký typ tepelné izolace zvolit, je otázkou celého

konceptu domu a konstrukčního systému. Vybrat se dá z celé škály materiálů na přírodní bázi (keramzit, perlit, dřevovláknité desky, heraklit, celulóza, třtina, sláma, ovčí vlna, bavlna, len, kokosová vlákna, konopí či korek), které se stále více prosazují z ekologického hlediska, nebo z umělých izolačních materiálů (pěnový expandovaný polystyren – EPS, extrudovaný polystyren – XPS, polyuretan – PUR, minerální a skleněná vlna). Ať už si vyberete jakýkoliv tepelně izolační materiál, očekávaný účinek přinese pouze tehdy, aplikuje-li se správným způsobem.

CO STŘECHA?

Stejně jako u stěnových konstrukcí i u střechy nízkoenergetického domu musíme dosáhnout součinitele prostupu tepla $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, což znamená asi 30 cm vrstvu tepelné izolace. (Pro porovnání: u pasivního domu je to až 40 cm a více.) Zvláštní pozornost je nutné věnovat preciznímu a bezespárovému uložení tepelné izolace na místech napojení na obvodovou a štítovou stěnu, na místech osazení střešních oken či ve styku střešních rovin a důslednému provedení parozábrany s precizními detaily. Na celkovou energetickou bilanci má velký vliv i tvar a členitost střechy. Opět tu platí stejné pravidlo: čím jednodušší je tvar střechy, tím menší je pravděpodobnost vzniku tepelných mostů a tím menší je ochlazovaná plocha, čehož důsledkem je menší potřeba tepla. Nejčastěji se proto u nízkoenergetických domů využívá pultová a sedlová střecha bez vikýřů.

JAKÁ OKNA?

Pro nízkoenergetické domy je typický poměrně velkorysý přístup při návrhu prosklených ploch, vyžaduje to však správnou orientaci na světové strany, důsledné konstrukční řešení detailů osazení okenní konstrukce a použití kvalitních tepelně-izolačních skel. Na celkovou energetickou bilanci okna má největší vliv zasklení, protože představuje největší plochu okna. Ideální je tepelně-izolační dvojsklo nebo trojsklo s tepelně-reflexní vrstvou a s tepelně-izolačním plynem (převážně argon, krypton nebo xenon) mezi skly. Kromě dřevěných rámu oken se v nízkoenergetických domech využívají i okna na bázi plastů a slitin hliníku s komorami vyplněnými tepelně-izolačním materiálem a s přerušením tepelných mostů.

JAK VĚTRAT?

V nízkoenergetickém domě je výhodné použít řízené větrání (pomocí větracího zařízení) se zpětným získáváním tepla – rekuperací. (V energeticky pasivních domech je toto větrání nutnou podmínkou). Teplo získané z odváděného vzduchu ohřívá přiváděný vzduch, což přispívá ke snížení spotřeby energie na vytápění. Pokud například spotřebovaná energie na vytápění za otopnou sezonu bude stát 25 000 Kč, využíváním rekuperátoru s účinností 85 % se výsledná částka sníží asi o 4 500 Kč. Nejmodernější rekuperační výměníky dosahují účinnosti až 95 %. Pro optimální využití výhod rekuperace je důležité zabezpečit co nejlepší vzduchotěsnost domu, aby k dosažení tepelné pohody nebylo třeba příliš dohřívát přiváděný vzduch. (Pro energeticky pasivní domy je těsnost nutnou podmínkou a musí splňovat přesně stanovené parametry).



Příklad začlenění střešního okna



Schéma větrání

JAK DOSÁHNOUT V OTOPNÉM OBDOBÍ TEPELNÉ POHODY?

V nízkoenergetických domech by se jako zdroj tepla měly využívat hlavně obnovitelné zdroje energie. Nejvhodnější je zabezpečit rozvod tepla nízkoteplotním systémem vytápění (např. podlahovým nebo stěnovým vytápěním), přičemž teplo, potřebné na vytápění a přípravu teplé vody, se může získat z:

- energie z biomasy (odpadové dřevo, sláma) – pomocí kotlů na biomasu nebo pomocí kachlových kamen a pecí na biomasu,
- energie z prostředí – pomocí tepelných čerpadel a rekuperací,

- sluneční energie – pomocí pasivních systémů (např. velké zasklení a zimní zahrady) a aktivních systémů (solární kolektory a zásobníky tepla),
- fosilních paliv a elektřiny – pomocí plynových (nejlépe kondenzačních) a olejových kotlů a elektrických konvektorů. Z ekologického hlediska by se tyto zdroje tepla měly využívat jen v ojedinělých případech, například na dohřev integrovaného zásobníku při použití větrací jednotky nebo krátkodobě při vytápění odlehklých částí domu.

TEPELNÉ ČERPADLO:

Odebírá tepelnou energii přírodnímu prostředí a odevzdává ji otopnému médiu. Tepelná čerpadla se označují způsobem: zdroj tepla/otopné médium. Otopným médiem může být voda (v nízko-teplotních systémech vytápění) nebo vzduch. Zdrojem tepla může být:

- voda – nejefektivnější způsob získávání tepla, při kterém se využívá teplo podzemní vody,
- země – využívá zemní teplo pomocí zemních kolektorů,
- vzduch – využívá teplotu vnějšího vzduchu; při nízkých teplotách však potřebuje i doplňkový zdroj tepla.

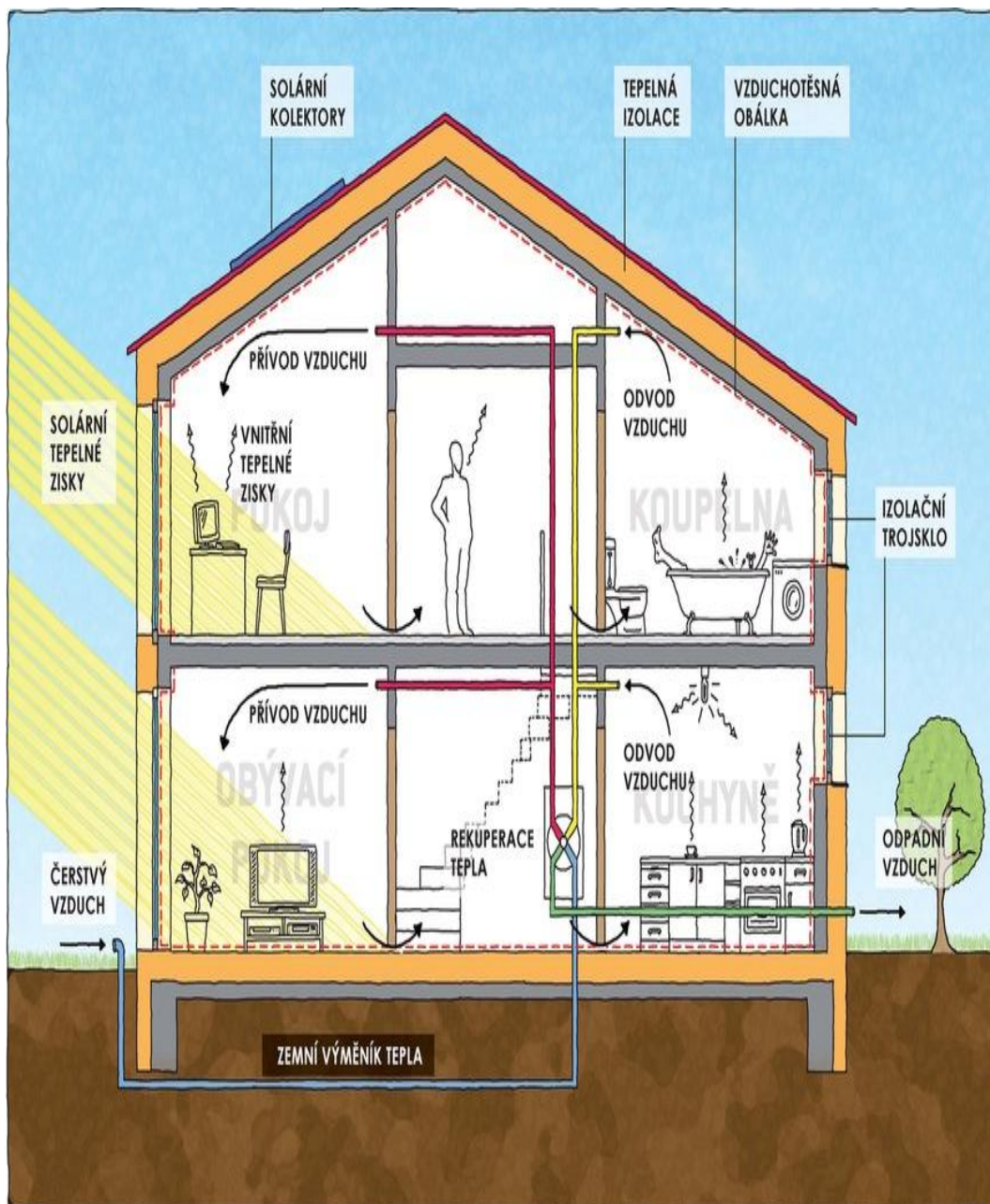
Tepelné čerpadlo nemusí být jen zdrojem tepla na vytápění, ale může být i zdrojem chladu.

Pro porovnání – dům s obytnou plochou 150 m², roční náklady na vytápění:

- plynem – 50 000 Kč,
- tepelným čerpadlem voda – voda se stabilním výkonem – 10 000 Kč,
- tepelným čerpadlem země – voda (při dobře navržených vrtech) – 10 000 Kč,
- tepelným čerpadlem vzduch – voda – 16 000 Kč.

Úspory při provozu vrátí zvýšené investiční náklady za 3 až 7 let.

SCHÉMA NÍZKOENERGETICKÉHO DOMU:



HISTORIE NÍZKOENERGETICKÉHO DOMU

Zájem o úsporu energií v bytové výstavbě probudila teprve ropná krize počátkem 70. let 20. století. Tehdy se poprvé objevil pojem nízkoenergetický dům. V roce 1947 dánský projektant V. Korsgaard navrhl a realizoval s Technickou univerzitou v Kodani a s podporou dánského Ministerstva pro vědu a průmyslový rozvoj projekt domu, který nepotřebuje aktivní

dodávku energie z vnějšku. Tím byl formulován technický sen, meta, cíl a během 70. let přibývalo experimentálních staveb.

V roce 1980 bylo ve švédském Malmö předáno do užívání celé obytné sídliště, které splňuje požadavky pro nízkoenergetické bydlení. V roce 1985 workshop na téma nízkoenergetické domy v Darmstadtu dal praktický impuls k rozvoji těchto staveb v Německu. O rok později v německém Mosbachu rekonstrukce domu z 19. století na nízkoenergetický standart dává důkaz, že ani staré domy nemusí spotřebovávat mnoho energie. V roce 1988 spolková země Hesensko zahájila jako první v SRN program podpory nízkoenergetických domů.

Nízkoenergetický bytový dům v Darmstadtu z roku 1991 potvrdil, že ve středoevropském klimatu jsou nízkoenergetické domy provedené, a to takřka bez potřeby energie na vytápění.

V roce 1993 vzniká ve Freiburgu sídliště nízkoenergetických domů pro 4 500 obyvatel.

V roce 1999 se opět ve Freiburgu poprvé realizuje vícepodlažní bytový dům s takřka nulovou spotřebou energie na vytápění – 13 kWh/m²/rok. Na přelomu tisíciletí je jen v Německu dokončeno nebo ve výstavbě přibližně 2 500 nízkoenergetických, vlastně už spíše pasivních objektů.

NÁŠ RODINNÝ DŮM

Rodinný domeček máme už od roku 2002. Sedm let ho přestavujeme ze starého na nový.

Zahrada má 300 m², zastavěná plocha je 120 m². Obytná plocha je 200 m².

Dům je podlouhlý.

Jako první se dělala střecha. Byla použita krytina Bramac, izolace Orsil.



Nová střecha a komín vyšla na cca 100 000 Kč.

Po nové střeše se vše v domě vybouralo mimo obvodových zdí. Obvodové zdi jsou z cihlových bloků – tloušťka je 35cm, vnitřní příčky jsou z ytongů – tloušťky 10 cm. Dále se dělaly nové podlahy, příčky, voda, topení. Vzhledem k nižším investičním nákladům a dostupnosti dřeva jsme se rozhodli pro kotel na pevná paliva – dřevo, uhlí a elektřinu o výkonu 17 kW. Kotel bude sloužit i pro ohřev TUV. V místnostech máme radiátory Radega.



Kotel Viadrus

Následovaly omítky a izolace, stropy a drenáže kolem celého domu, zateplení střechy Orsilem. Izolace doplnilo použití sádkokartonů, štukování, obklady, dlažba.

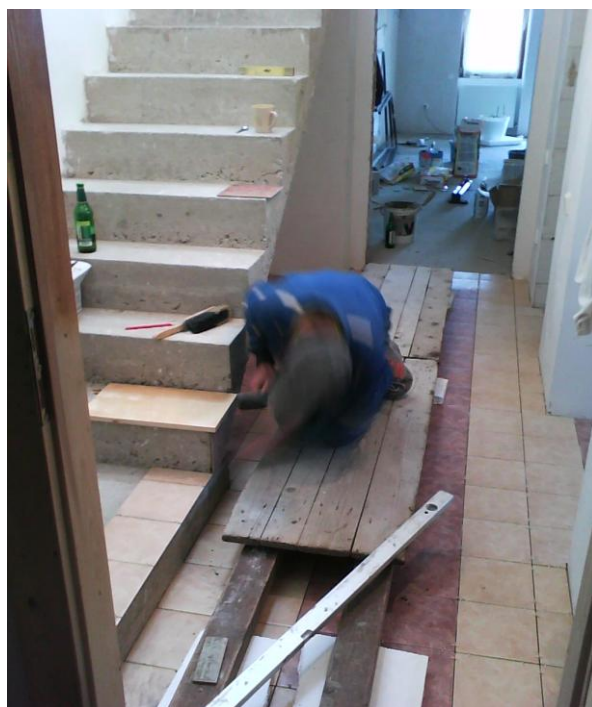


Zateplení střechy Orsilem

Zvolili jsme dřevěné dveře i okna (Euro se dvojskly vakuová), protože jsou ekologická a hezčí než plastová.



Okna v podkroví



Nové dveře

Obklady koupelny

Schody

Poté se dělaly schody do patra, které sice nemají vliv na tepelné ztráty objektu, ale jsou samozřejmě nezbytné.

Teď již zbývá položit podlahové krytiny, vymalovat a zařídit novým nábytkem, který bude opět z 90% z čistého dřeva.

ZÁVĚR:

Vzhledem k tomu, že jsme rekonstruovali již stávající objekt, který se nachází v Čerčanech nedaleko Benešova, nebylo možné měnit umístění domu, velikost oken a další prvky, ale přesto jsme se snažili, aby byl náš dům byl nejekologičtější a šetrný k přírodě.

Podle výpočtů by měl náš dům patřit do kategorie energetický úsporný dům s energetickou spotřebou 50 až 70 kWh/ m² za rok. Nemohla jsem zatím spočítat hodnotu přesně, protože ještě přesně nevíme, jaký bude topný režim – na jakou teplotu budeme topit v noci apod. Skutečnou spotřebu energie tedy ukáže až provoz.

Našla jsem zajímavou kalkulačku na výpočet roční spotřeby energie. Je z ní patrné, že výpočet je poměrně složitý:

Lokalita (Tabulka) tem = 12 °C tem = 13 °C tem = 15 °C ???

Město Délka topného období d = [dny]

Venkovní výpočtová teplota t_e = °C Prům. teplota během otopného období t_{es} = °C

Vytápění

Tepelná ztráta objektu Q_c = kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota t_{is} = °C ???

Vytápěcí denostupně
D = d · (t_{is} - t_{es}) = 3700 K.dny

Opravné součinitele a účinnosti systému

e_i = ??? η_o = ???
e_t = ??? η_r = ???
e_d = ???

Opravný součinitel ε ???

ε = e_i · e_t · e_d = 0.765
 ε =

$$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

Q_{VYT,r} = (GJ/rok
 MWh/rok) **Náklady**

Ohřev teplé vody

t₁ = °C ??? ρ = kg/m³ ???
t₂ = °C ??? c = J/kgK ???
V_{2p} = m³/den ???

Koeficient energetických ztrát systému z = ???

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody v létě t_{svl} = °C
Teplota studené vody v zimě t_{svz} = °C
Počet pracovních dní soustavy v roce N = [dny]

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

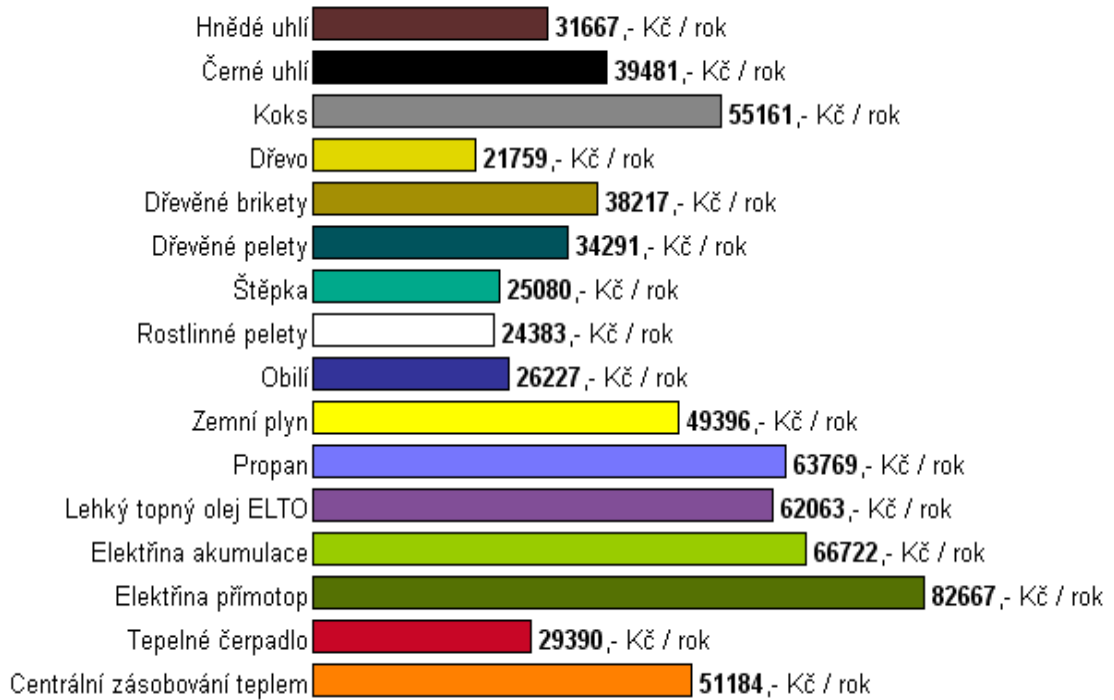
Q_{TUV,r} = (GJ/rok
 MWh/rok) **Náklady**

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody

Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = (GJ/rok
 MWh/rok) **Náklady**

Z další kalkulačky, která porovnává finanční náročnost jednotlivých paliv, je vidět, že jsme volili druh paliva dobře.

Náklady na vytápění:



Časem přibudou na střeše solární panely na teplou vodu. Na ekologickou elektrárnu nemáme dostatečně velkou zahradu.

Časem až si budu chtít postavit baráček, tak budu chtít mít nízkoenergetický, čímž se ušetří hodně energie, je to výhodnější finančně.

Díky tomuto projektu jsem zjistila, že lze ze starého – staršího domku udělat i jen částečně nízkoenergetický dům.

Anketu jsem prováděla v rodinném kruhu a mezi přáteli.

ANKETA:

Kolik spotřebuje nízkoenergetický dům energetické spotřeby na m²/1 rok?

- 15 – 50 kWh
- 0 – 5 kWh

2. Kdy se začalo mluvit o nízkoenergetickém domu?

- a) 40. léta 20. století
- b) 70. léta 20. století

3. V jakém roce bylo předáno do užití celé obytné sídliště, které splňovalo požadavky pro nízkoenergetické bydlení?

- a) roku 1980
- b) roku 1995

Na první otázku odpovědělo dobře 15 dotazovaných ze 20 (A je správně)

Na druhou otázku odpovědělo dobře 11 dotazovaných ze 20 (B je správně)

Na třetí otázku odpovědělo dobře 8 dotazovaných ze 20 (A je správně)

POUŽITÁ LITERATURA:

http://cs.wikipedia.org/wiki/Nízkoenergetický_dům

<http://www.lidovky.cz/ln-bydleni.asp>

<http://obrazky.cz/?q=n%C3%ADzkoenergetick%C3%BD+d%C5%AFm>

www.google.cz

[vlastní poznatky, rodinná pomoc](#)

<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=47>

<http://elektro.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=47&h=38&obor=9>