

## Porovnání energetické náročnosti pasivního domu, nízkoenergetického domu a energeticky úsporného domu

Aby bylo možno provést porovnání energetické náročnosti pasivního domu (PD), nízkoenergetického domu (NED) a energeticky úsporného domu (EUD), byly provedeny tzv. obálkovou metodou pro každý výše uvedený typ domu výpočty tepelných ztrát dle patřičných norem.

Ve výpočtech bylo uvažováno, že se jedná o tři z vnitřní strany rozměrově shodné vedle sebe samostatně stojící domy, z nichž jeden je navržen s obvodovými konstrukcemi ve standardu PD (s tepelně-technickými parametry obvodových konstrukcí dle doporučených hodnot pro pasivní domy v ČSN 73 0540-2), druhý s tepelně-technickými parametry obvodových konstrukcí ve standardu NED (s tepelně-technickými parametry obvodových konstrukcí dle doporučených hodnot v ČSN 73 0540-2) a třetí ve standardu EUD (s tepelně-technickými parametry obvodových konstrukcí dle požadovaných hodnot v ČSN 73 0540-2).

Tepelně-technické parametry staveb uvažované ve výpočtech jsou následující:

### TEPELNĚ TECHNICKÉ PARAMETRY PASIVNÍHO DOMU

<b>Obvodové zdivo</b>	<b>U = 0,15 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Střecha</b>	<b>U = 0,12 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Podlaha</b>	<b>U = 0,15 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Okna, dveře</b>	<b>U<sub>w</sub> = 0,80 W/m<sup>2</sup>.K</b> (U <sub>g</sub> skla=0,6 a speciální rámy U <sub>f</sub> = 0,8 W/m <sup>2</sup> .K)

Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s tepelně izolačními trojskly), která byla použita ve výpočtech je 0,5 (50% propustnost).

### TEPELNĚ TECHNICKÉ PARAMETRY NÍZKOENERGETICKÉHO DOMU

<b>Obvodové zdivo</b>	<b>U = 0,25 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Střecha</b>	<b>U = 0,16 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Podlaha</b>	<b>U = 0,4 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Okna, dveře</b>	<b>U<sub>w</sub> = 1,2 W/m<sup>2</sup>.K</b>

Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s tepelně izolačními dvojskly), která byla použita ve výpočtech je 0,64 (64% propustnost).

## TEPELNĚ TECHNICKÉ PARAMETRY ENERGETICKY ÚSPORNÉHO DOMU

Obvodové zdivo	$U = 0,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Střecha	$U = 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Podlaha	$U = 0,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Okna, dveře	$U_w = 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s tepelně izolačními dvojskly), která byla použita ve výpočtech je 0,7 (70% propustnost).

Ve všech třech případech je uvažováno, že budova splňuje závazné podmínky ČSN 73 0540-2 na celkovou průvzdušnost obvodového pláště pro budovy se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění ( $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ ).

Vytápěná plocha všech výše uvedených dvoupodlažních domů je  $161,2 \text{ m}^2$ .

Je známo, že k dosažení požadovaných ukazatelů měrné potřeby tepla u energeticky úsporných domů (EUD) a nízkoenergetických domů (NED), která nemá být pro EUD větší než  $75 \text{ kWh/m}^2$  vytápěné plochy za rok a pro NED větší než  $50 \text{ kWh/m}^2$  vytápěné plochy za rok, není potřeba instalovat nákladná větrací a rekuperační zařízení. Na druhé straně k dosažení požadovaných ukazatelů měrné potřeby tepla u pasivních domů (PD), která nemá být větší než  $15 \text{ kWh/m}^2$  vytápěné plochy za rok, se většinou v našich klimatických podmínkách bez rekuperačních zařízení neobejdeme.

V praxi se bohužel v tepelně technických výpočtech při zjišťování energetických potřeb tepla nejčastěji setkáváme, v souvislosti s pasivními domy, s porovnáváním neporovnatelného, neboť se u nízkoenergetických domů neuvažuje s možností instalace rekuperačních zařízení, tak jak je tomu u pasivních domů a tím se NED znevýhodňují oproti PD.

Z výše uvedeného důvodu bylo proto provedeno porovnání co se stane s ukazatelem měrné potřeby tepla, když také do EUD a NED nainstalujeme větrací a rekuperační zařízení.

Další porovnání energetických potřeb tepla na vytápění by mělo odpovědět na otázku: Jak může ovlivnit chování uživatelů EUD, NED a PD spotřebu paliv a energie?

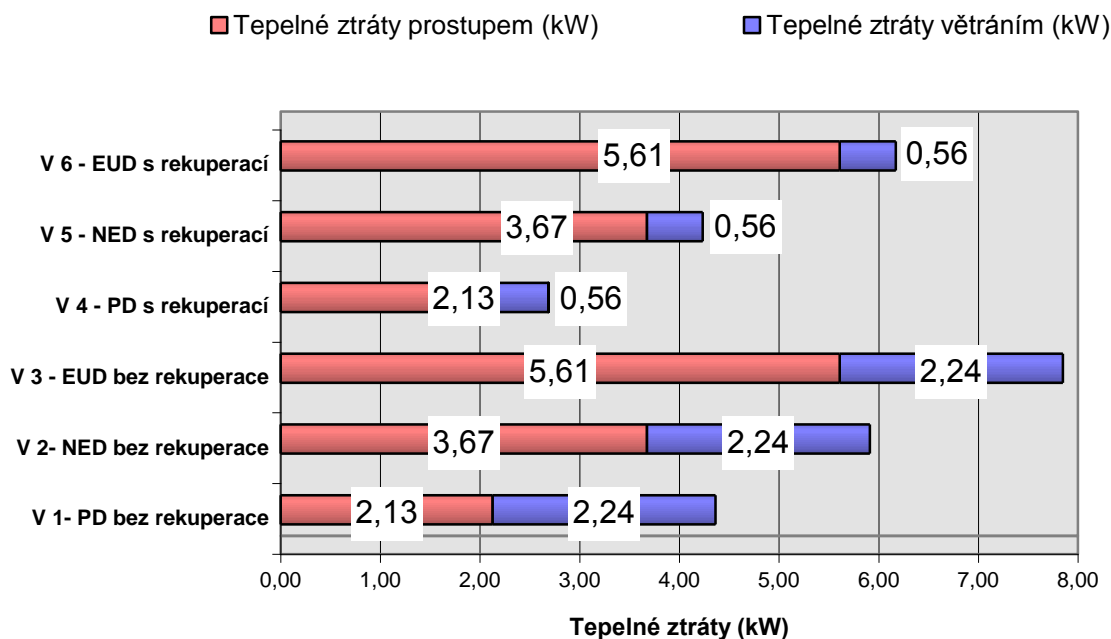
Proto byly pro všechny tři typy domů vypočteny tepelné ztráty také pro vyšší průměrné interiérové teploty ( $+22 \text{ }^\circ\text{C}$ ) než jsou normou požadované ( $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Ve výpočtech týkajících se potřeby tepla na vytápění pro jednotlivé uvažované varianty (V1 až V6) byly také zohledněny sluneční zisky a vliv regulace.

Cílem bylo zjistit, jak se budou nakonec u jednotlivých variant lišit vypočtené roční potřeby tepla a z nich vyplývající měrné potřeby tepla i roční náklady na paliva a energie na vytápění třech typů domů, PD, NED a EUD.

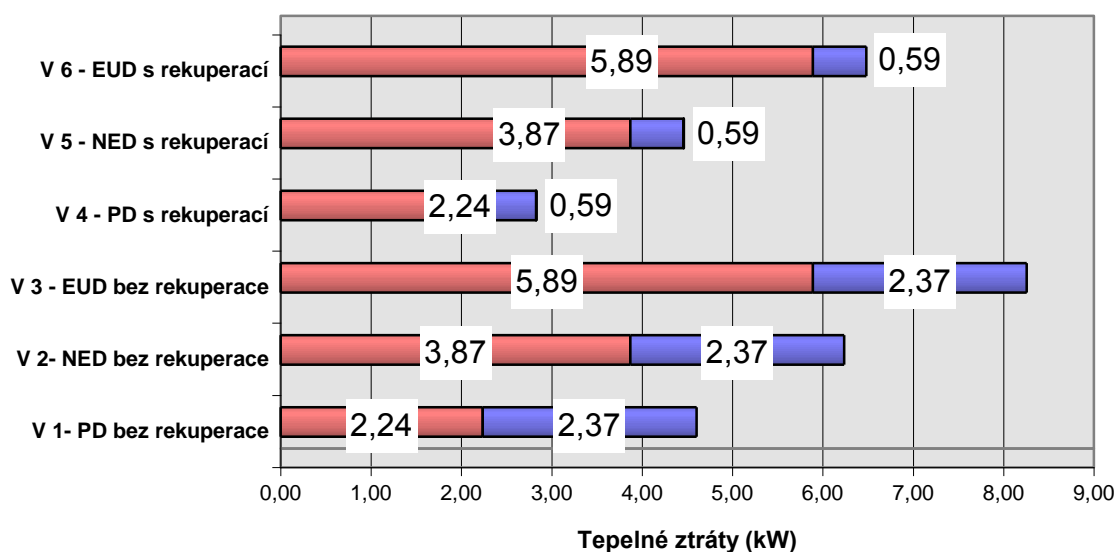
K jakým závěrům se dospělo můžete sledovat a vyčíst v následujících grafech:

### Porovnání a rozdělení vypočtených tepelných ztrát PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



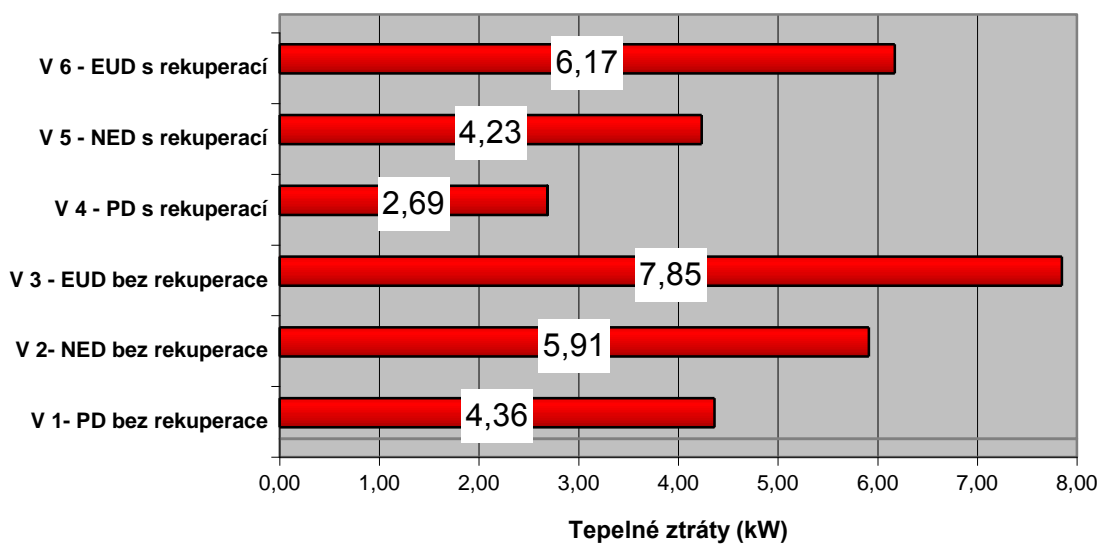
**Porovnání a rozdělení vypočtených tepelných ztrát  
PD, NED a EUD pro vyšší vytápěcí teplotu (+22 °C)  
o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>**

■ Tepelné ztráty prostupem (kW)      ■ Tepelné ztráty větráním (kW)

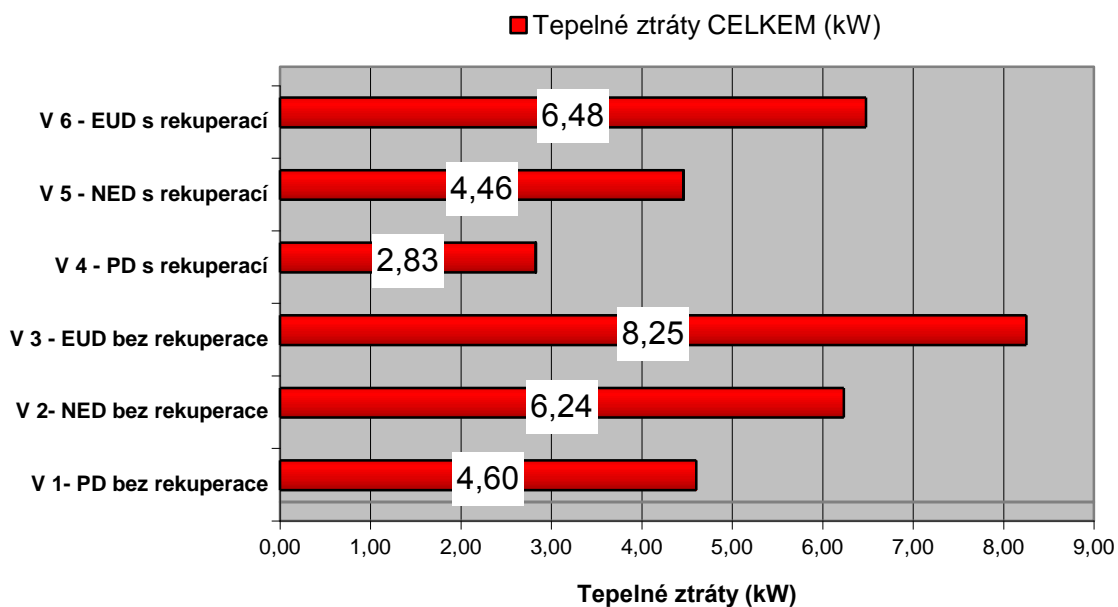


### Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>

■ Tepelné ztráty CELKEM (kW)

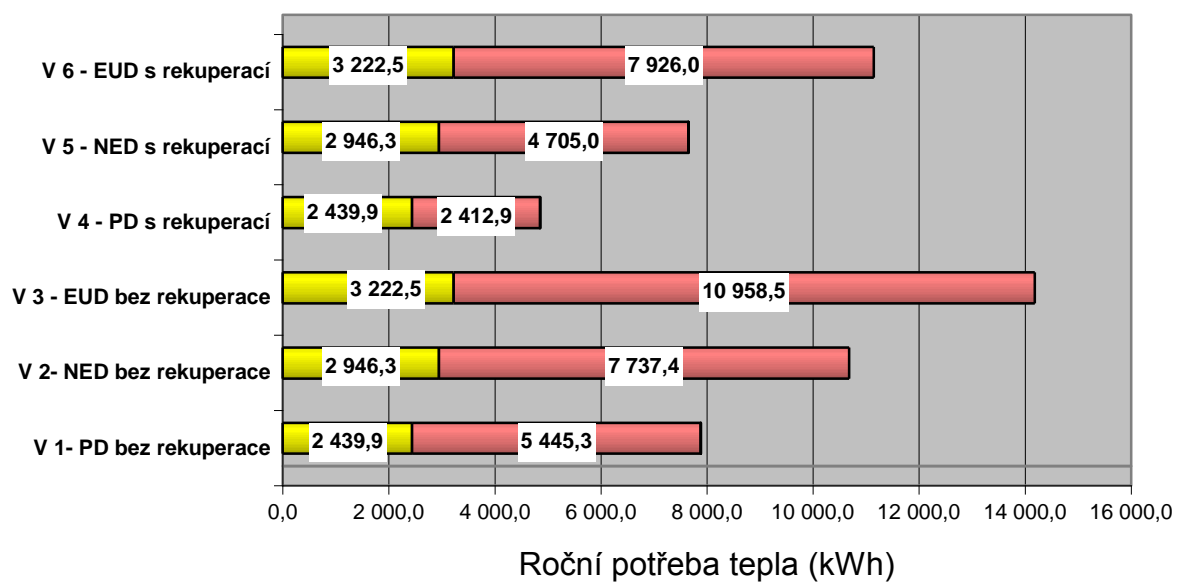


**Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát PD, NED a EUD pro vyšší vytápěcí teplotu (+22 °C) o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>**



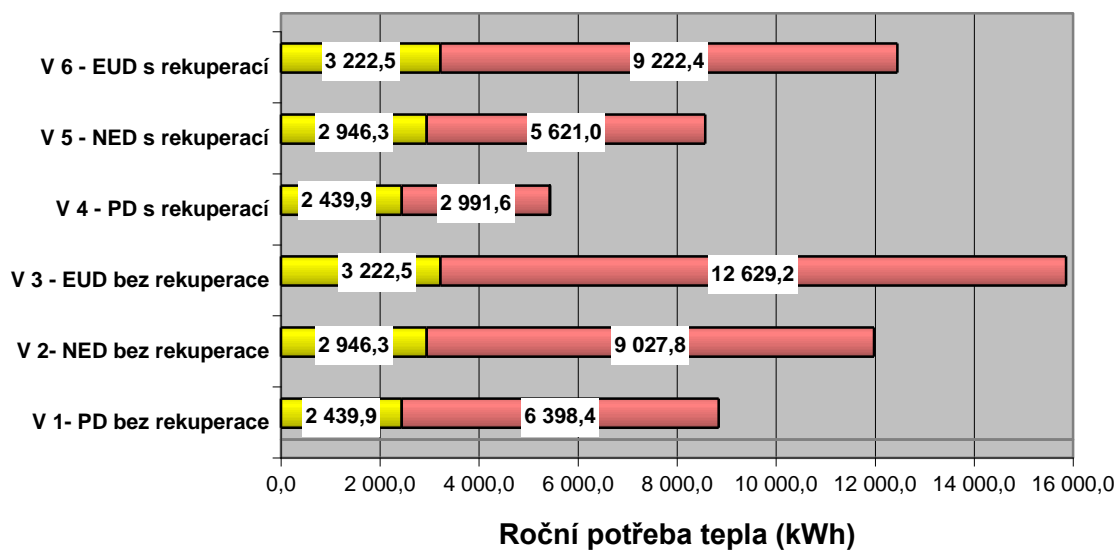
### Porovnání energetických potřeb na vytápění PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>

■ Roční tepel.zisky sluneč.zář.proskl.plochami (kWh)  
■ Celková roční potřeba tepla vč.tepel.slun.zisků (kWh)

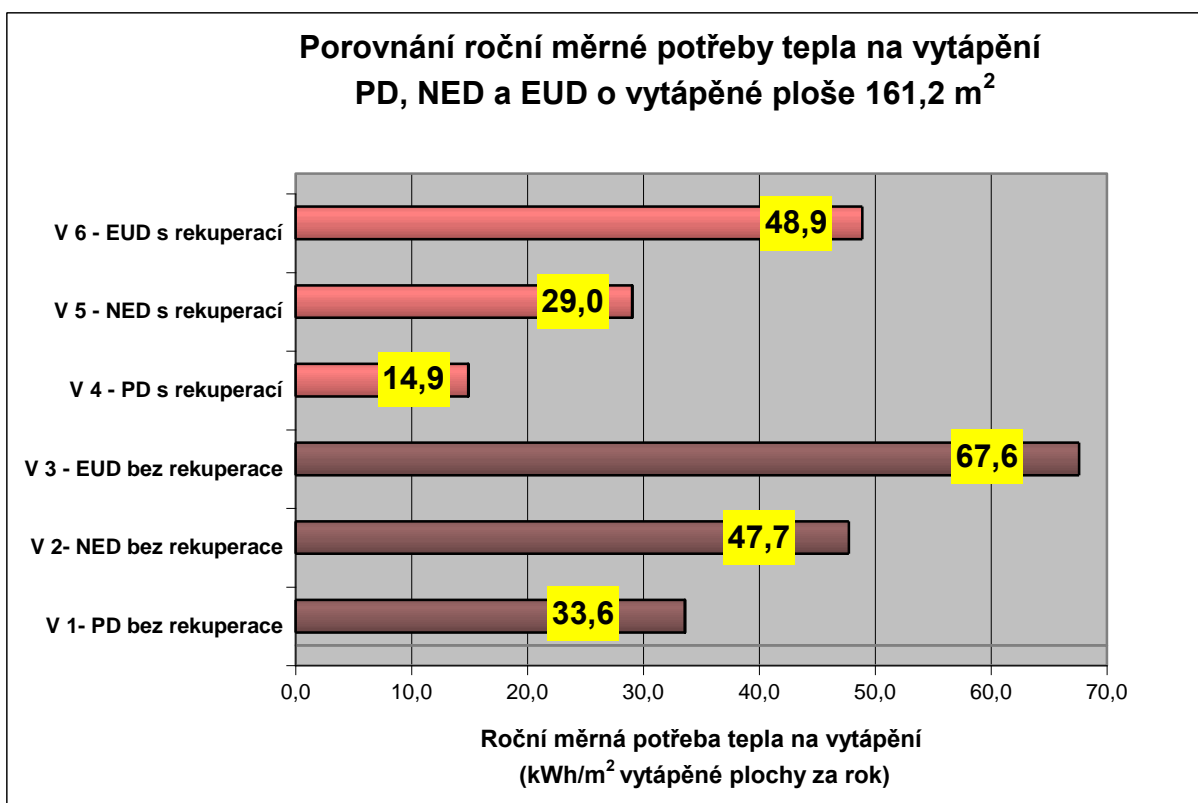


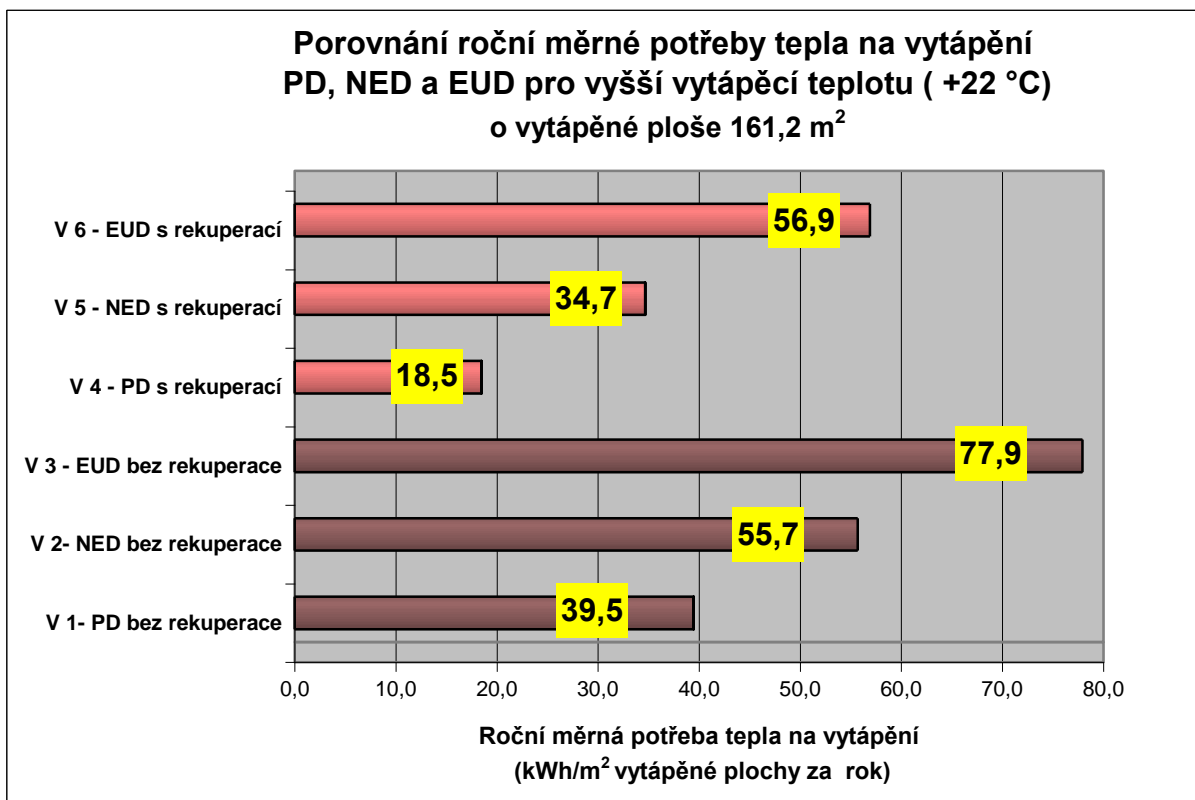
### Porovnání energetických potřeb na vytápění PD, NED a EUD pro vyšší vytápěcí teplotu (+22 °C) o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>

- Roční tepel.zisky sluneč.zář.proskl.plochami (kWh)
- Celková roční potřeba tepla vč.tepel.slun.zisků (kWh)

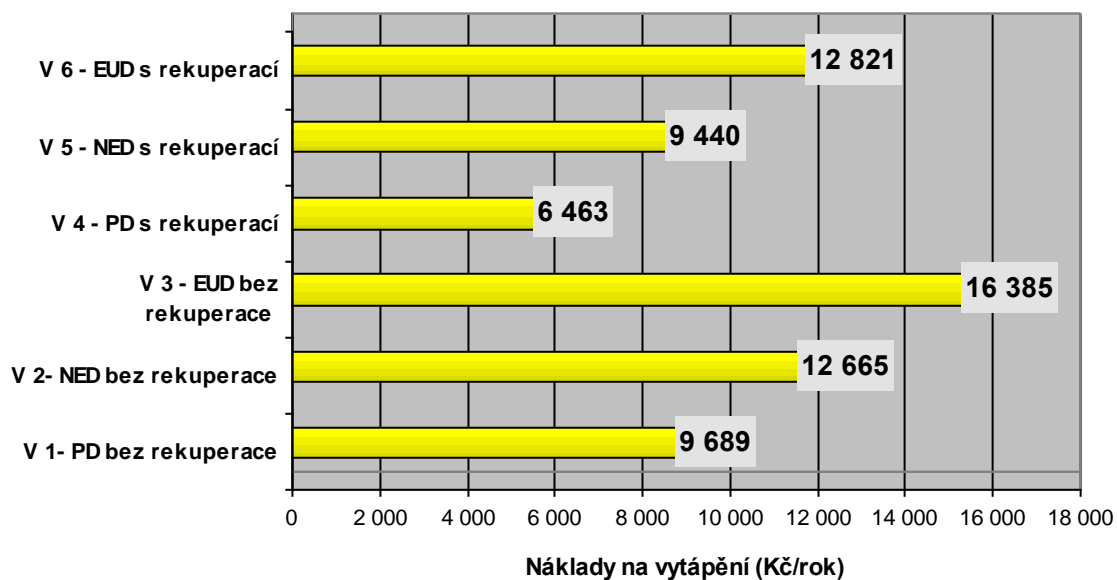


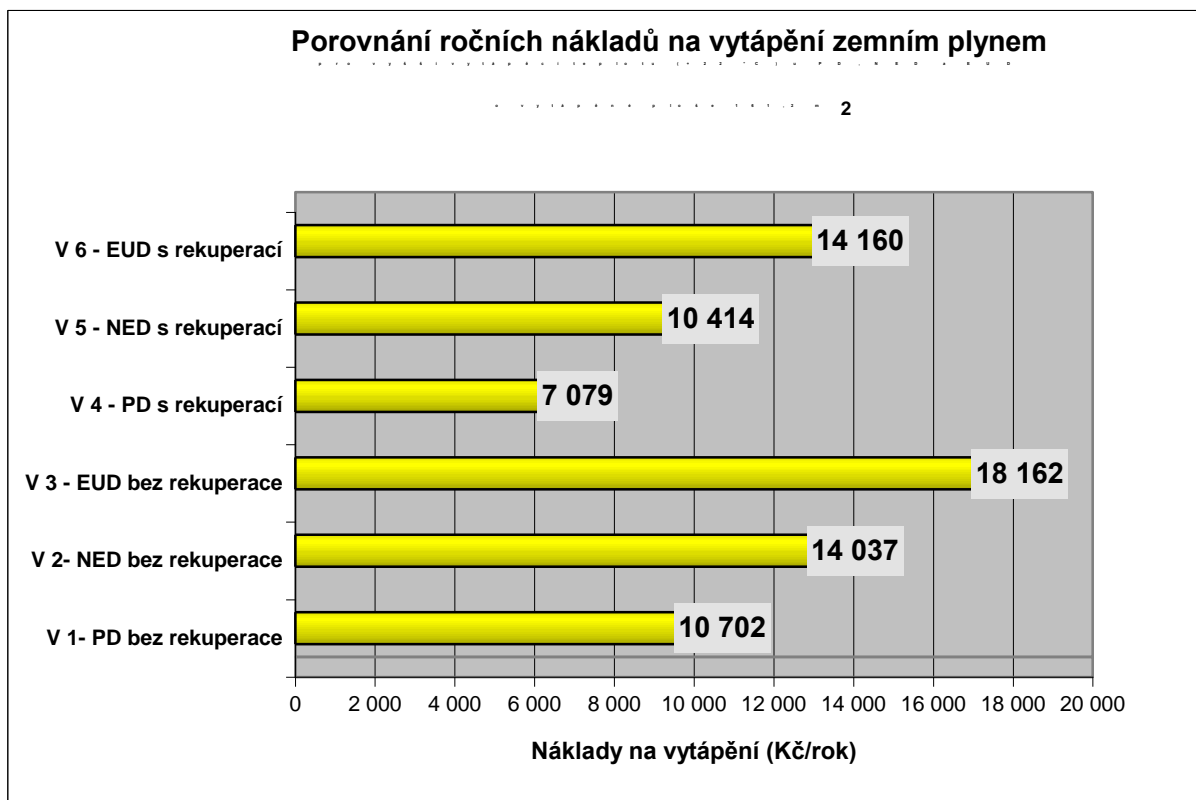




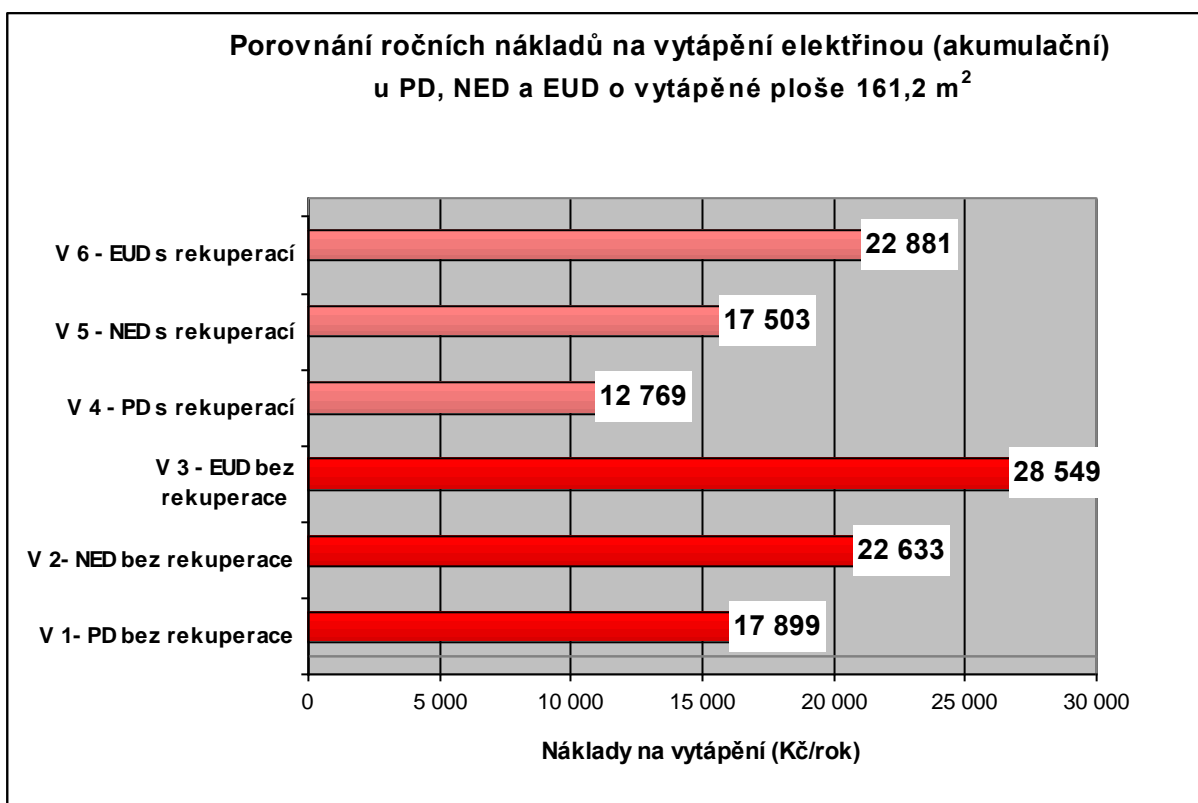


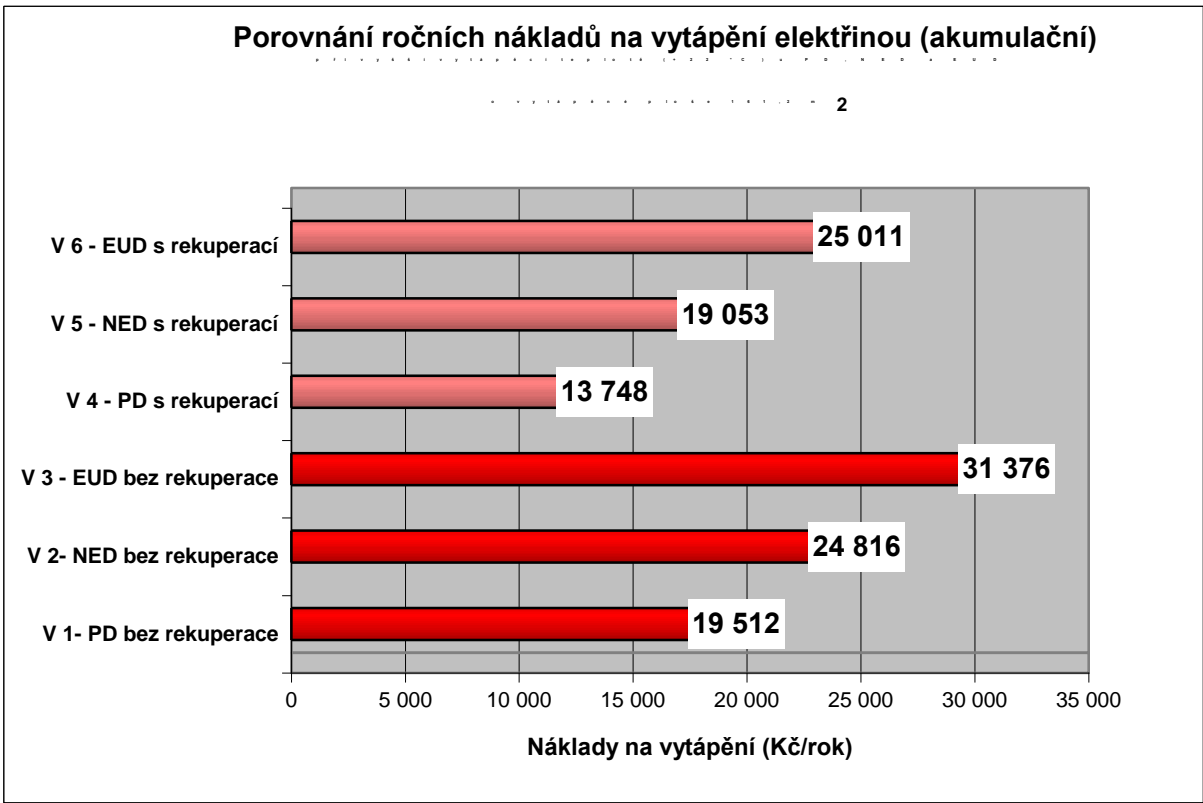
**Porovnání ročních nákladů na vytápění zemním plynem  
u PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>**

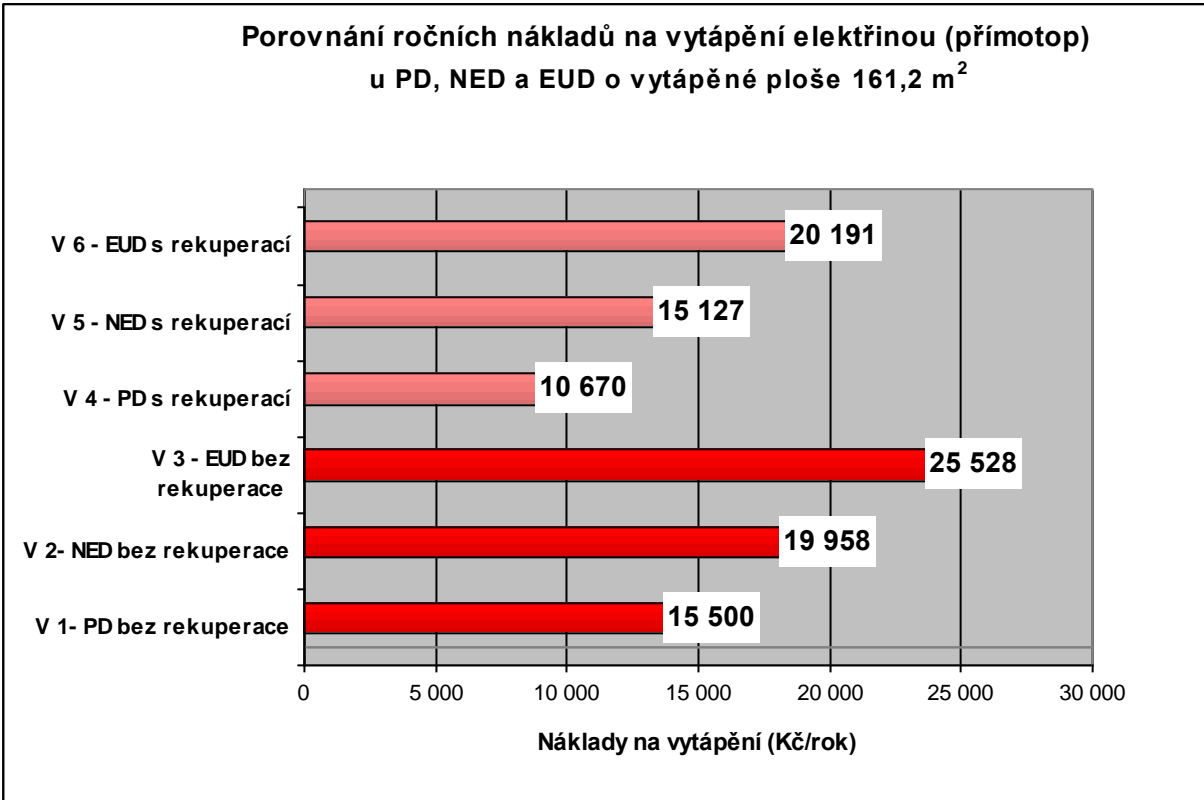




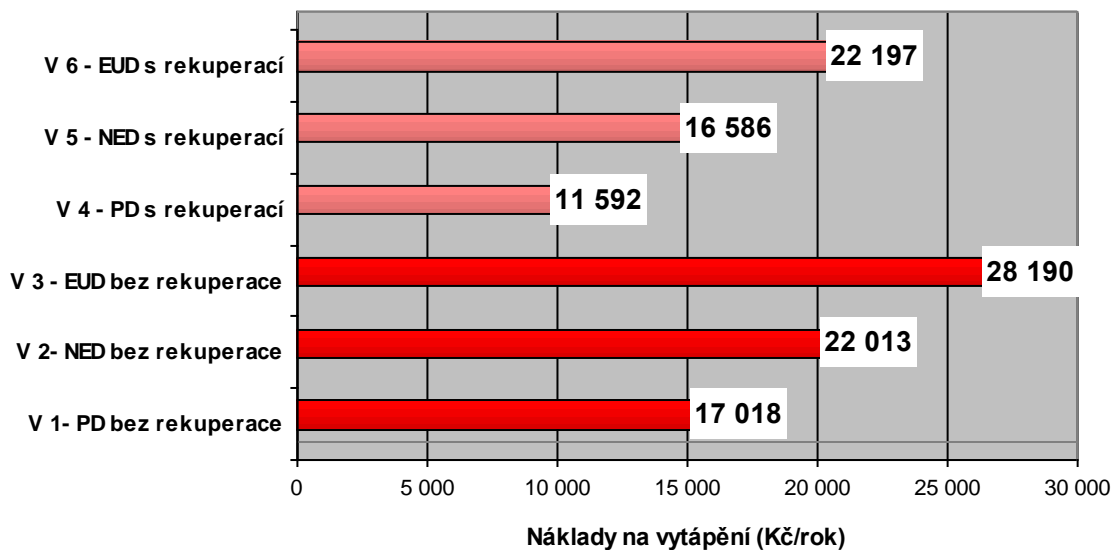
**Poznámka:** Při nižší spotřebě ZP u V1, V2 a V4 až V6 je ve skutečnosti zemní plyn dražší (v pásmu nad 1,89 do 9,45 MWh/rok). V těchto výpočtech to však není uvažováno.







**Porovnání ročních nákladů na vytápění elektřinou (přímotop)  
při vyšší vytápěcí teplotě (+22 °C) u PD, NED a EUD  
o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>**







Abychom si uvědomili, jakým tempem se snižuje energetická náročnost budov, byly také pro porovnání provedeny obálkovou metodou výpočty tepelných ztrát dle patřičných norem pro starší dům (STD) postavený před 30-ti až 100 lety, jenž je rozměrově shodný s domy zde již uváděnými (PD, NED a EUD), s jejichž výsledky výpočtů jsme se již seznámili.

Zajímavé je, že tepelně-technické parametry staršího domu (STD) postaveného před cca 30 lety panelovou technologií a nebo domu činžovního postaveného před cca 100 lety jsou téměř totožné.

Zde jsou tepelně-technické parametry použité ve výpočtech:

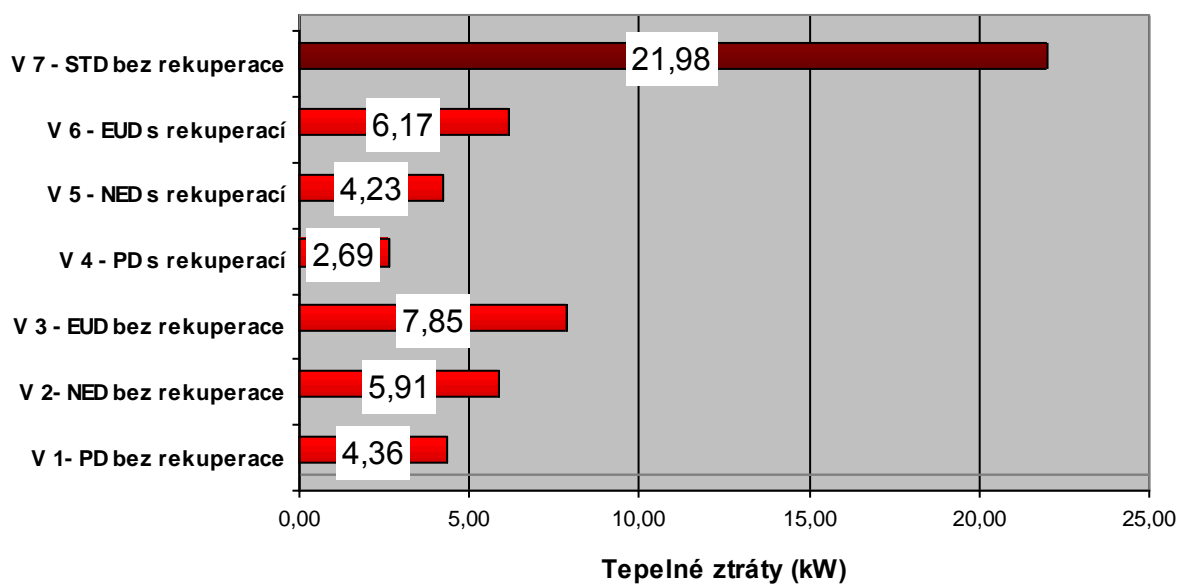
### TEPELNĚ-TECHNICKÉ PARAMETRY STARŠÍHO DOMU

<b>Obvodové zdivo</b>	<b>U = 1,40 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Střecha</b>	<b>U = 1,00 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Podlaha</b>	<b>U = 1,50 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Okna, dveře</b>	<b>U<sub>w</sub> = 2,80 W/m<sup>2</sup>.K</b>

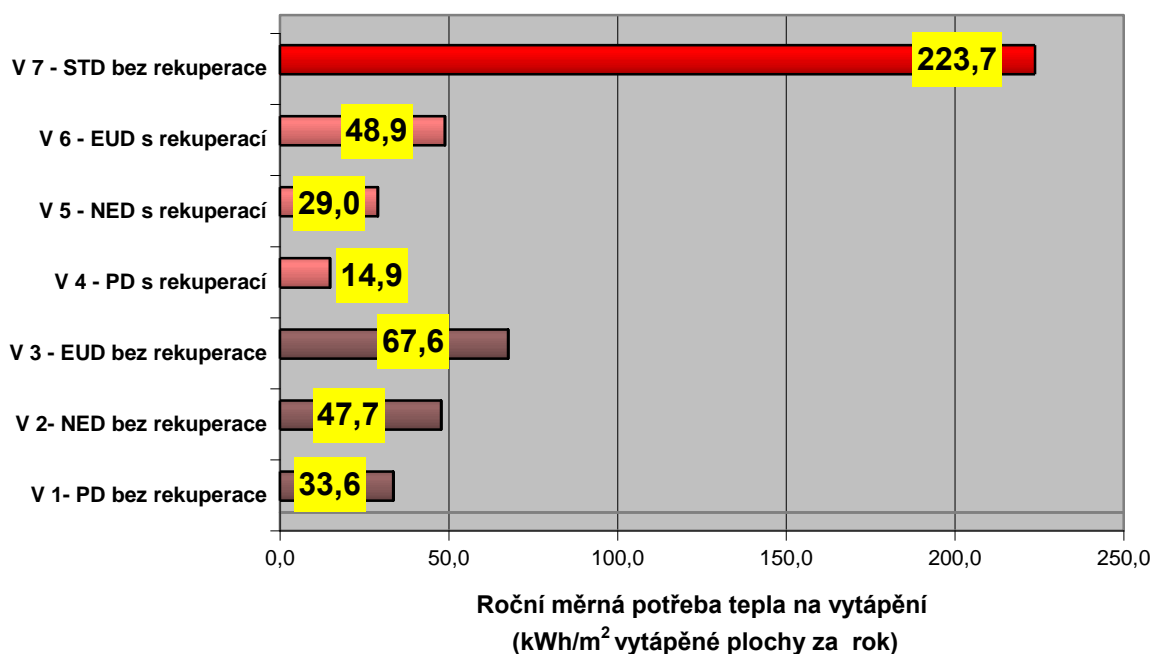
Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s dvojskly), která byla použita ve výpočtech, je 0,75 (75% propustnost).

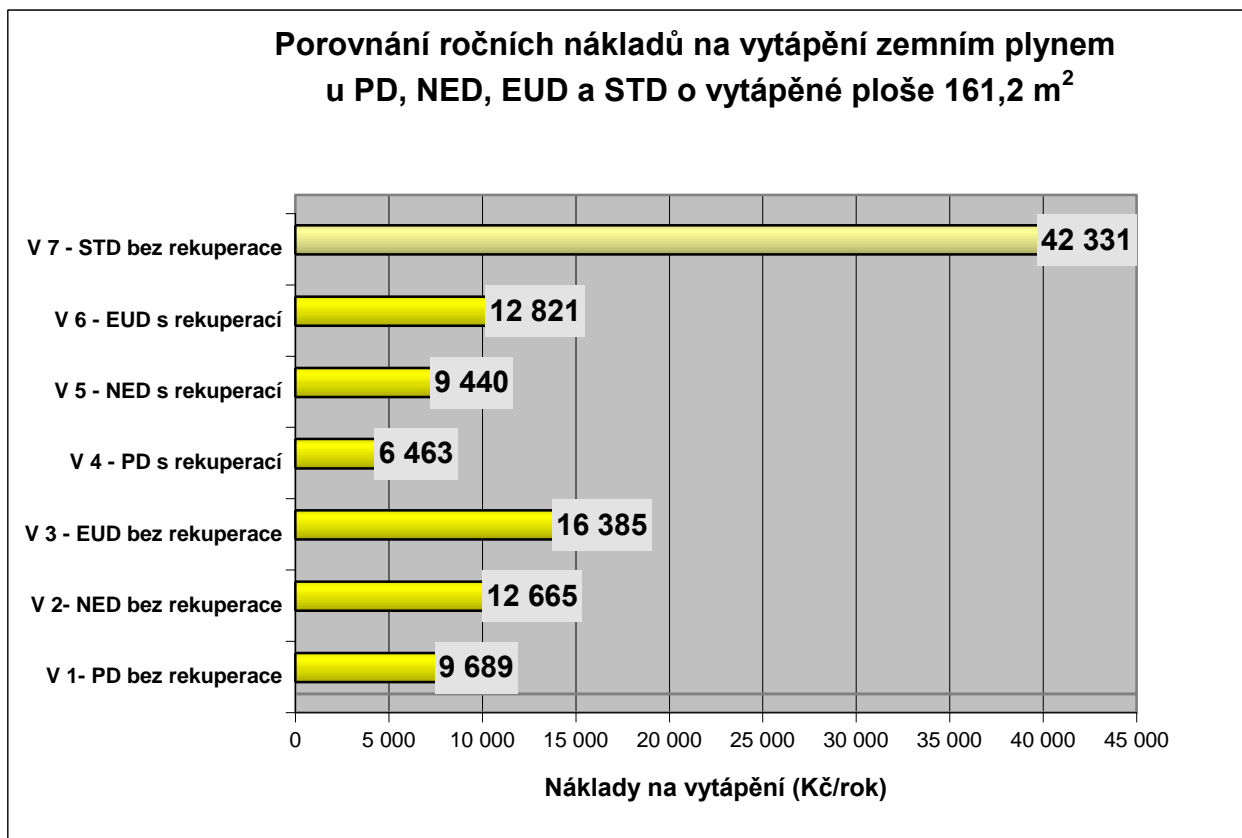
K jakým výsledkům se dospělo, můžete sledovat a vyčíst v následujících grafech:

### Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát PD, NED, EUD a STD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



**Porovnání roční měrné potřeby tepla na vytápění  
PD, NED, EUD a STD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>**





Aby bylo porovnání energetických potřeb objektů pro bydlení komplexní, byly provedeny obdobné energetické výpočty také pro tři typy bytů, které se liší svojí půdorysnou vytápěnou plochou (45 m<sup>2</sup>, 75 m<sup>2</sup>, 90 m<sup>2</sup>). Ve výpočtech je uvažováno, že jsou postaveny stejnou technologií a ze stavebních materiálů se stejnými tepelně-technickými vlastnostmi, situovány jsou jako rohové byty umístěné pod stropem nejvyššího podlaží. Tudíž jsou více ochlazované než byty uprostřed domu.

Tepelně-technické parametry bytů uvažované ve výpočtech jsou následující a mohou platit jak pro panelovou výstavbu, tak také pro byty ve starším činžovním domě:

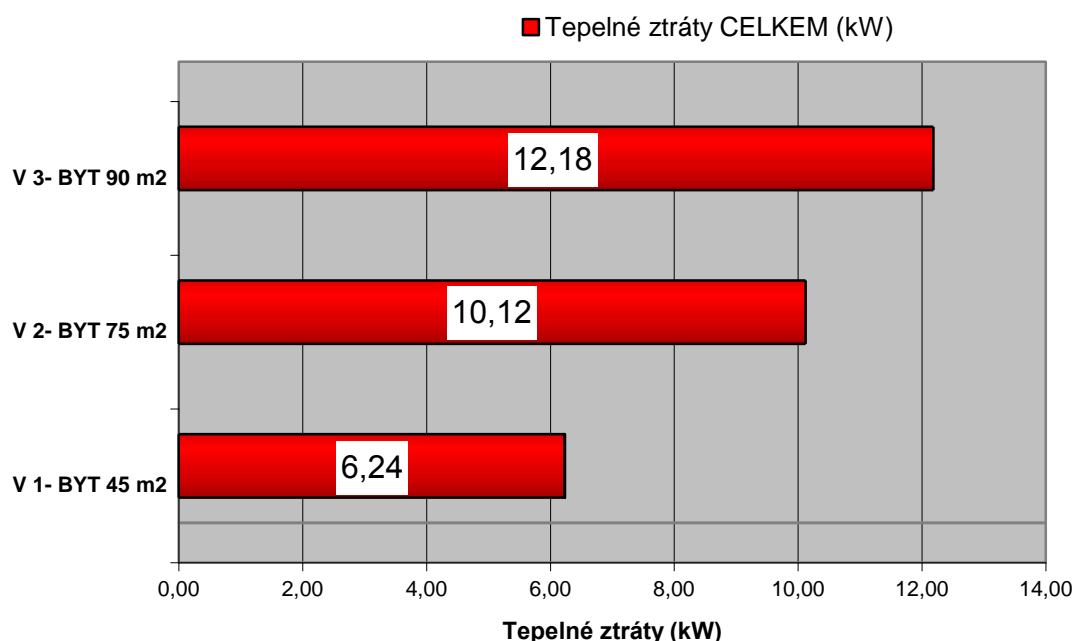
## TEPELNĚ-TECHNICKÉ PARAMETRY BYTŮ

Obvodové zdivo	$U = 1,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Strop	$U = 1,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Podlaha	$U = 1,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Okna, dveře	$U_w = 2,80 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

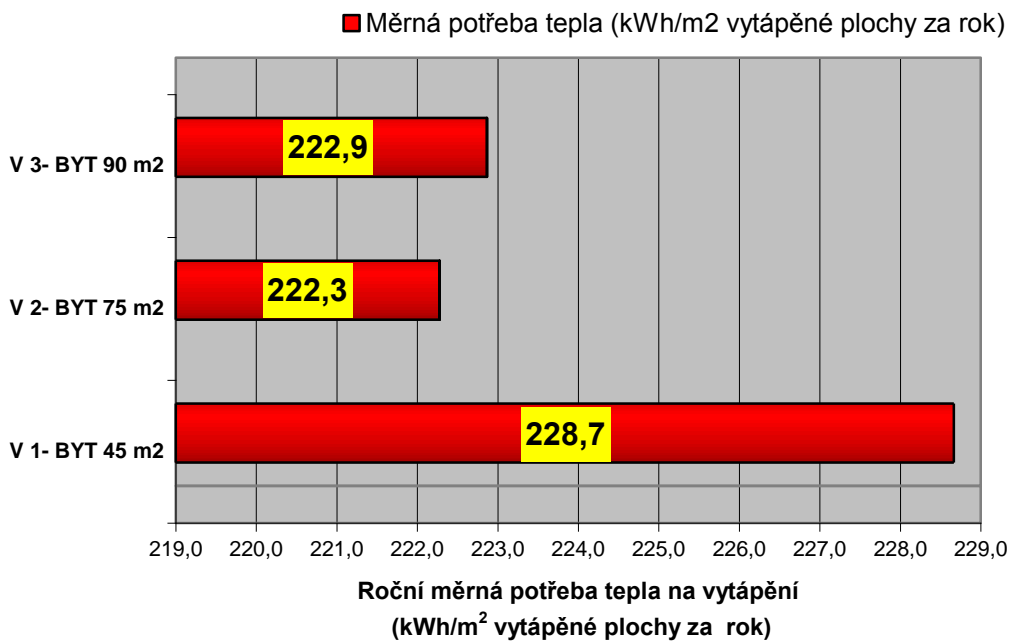
Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s dvojskly), která byla použita ve výpočtech je 0,75 (75% propustnost).

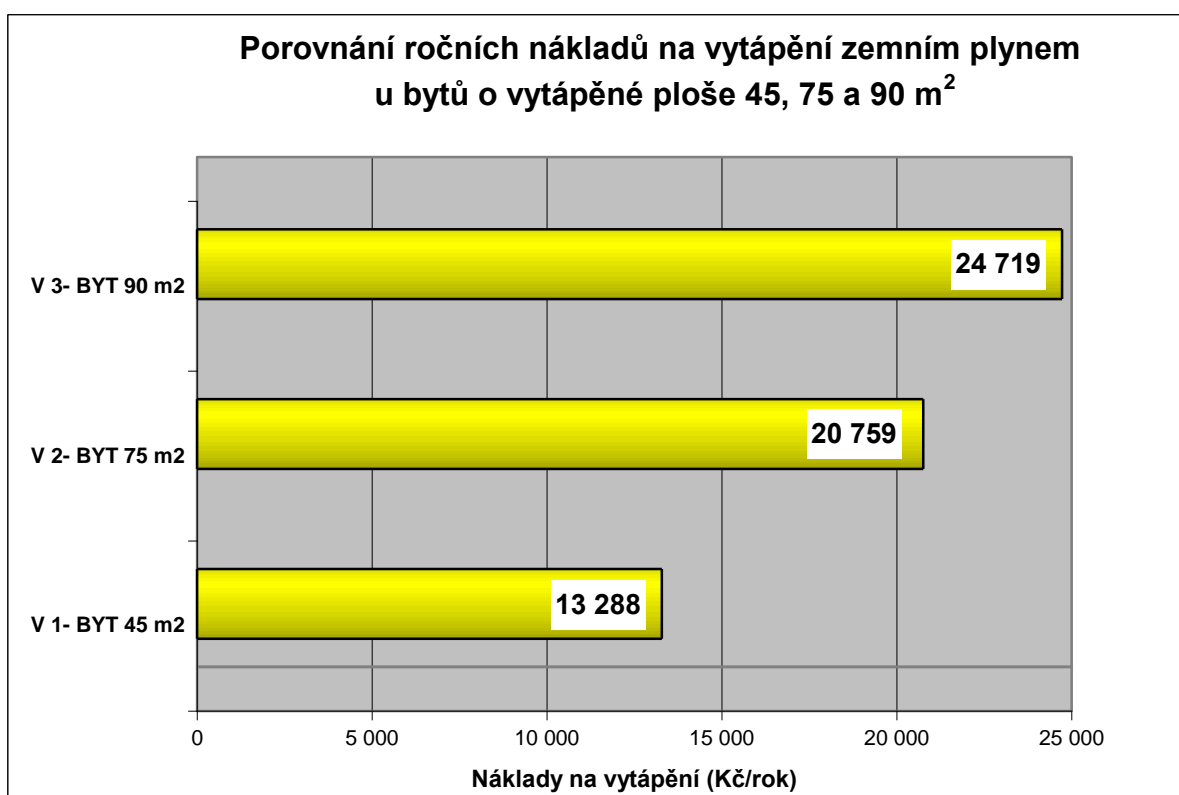
K jakým výsledkům se dospělo můžete sledovat a vyčíst v následujících grafech:

**Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát bytů o vytápěné ploše 45, 75 a 90 m<sup>2</sup>**



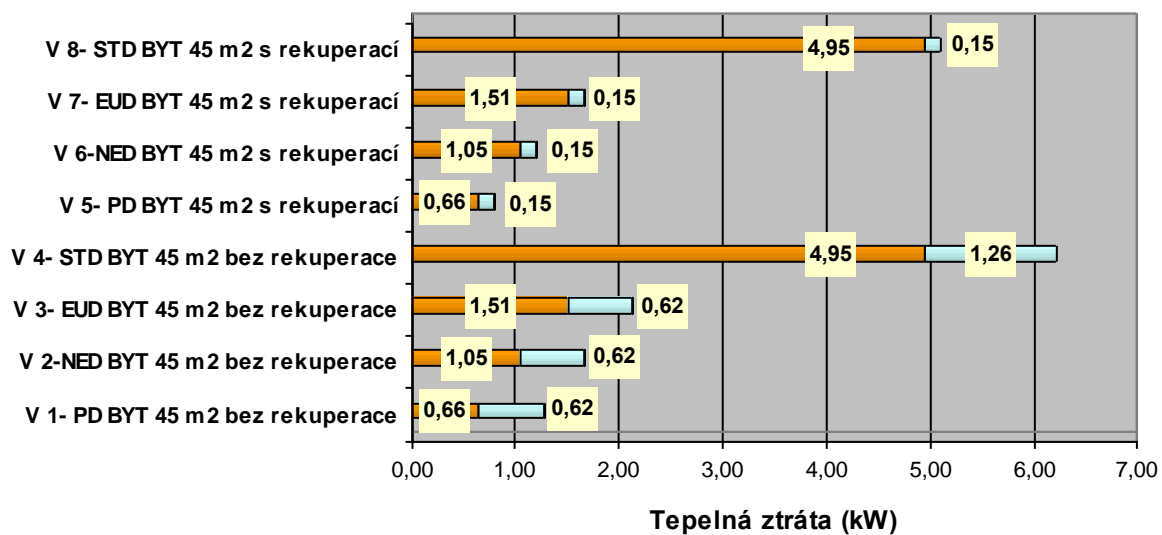
### Porovnání roční měrné potřeby tepla na vytápění bytů o vytápěné ploše 45, 75 a 90 m<sup>2</sup>



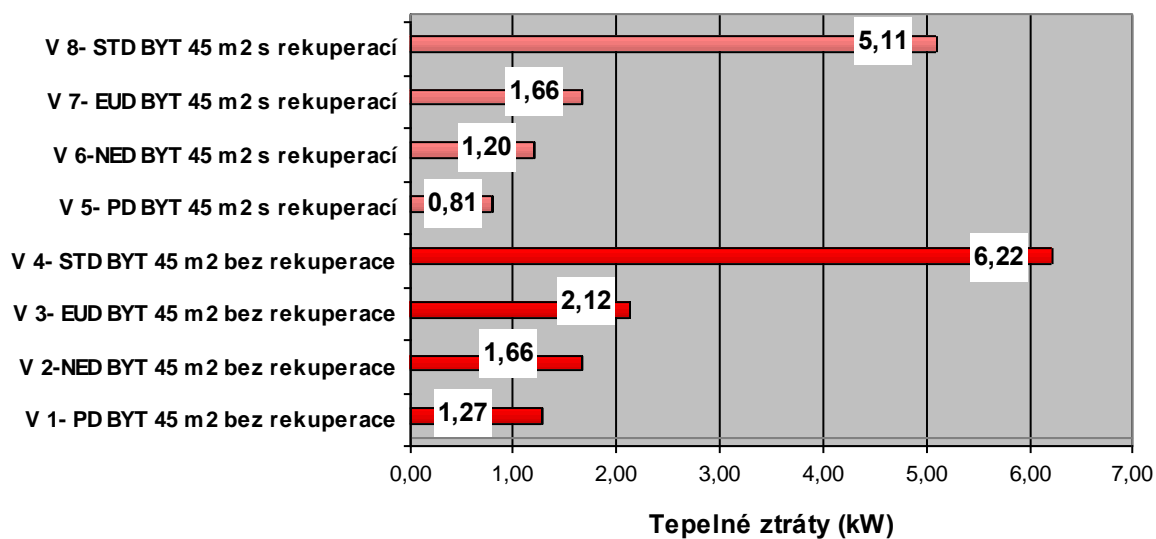




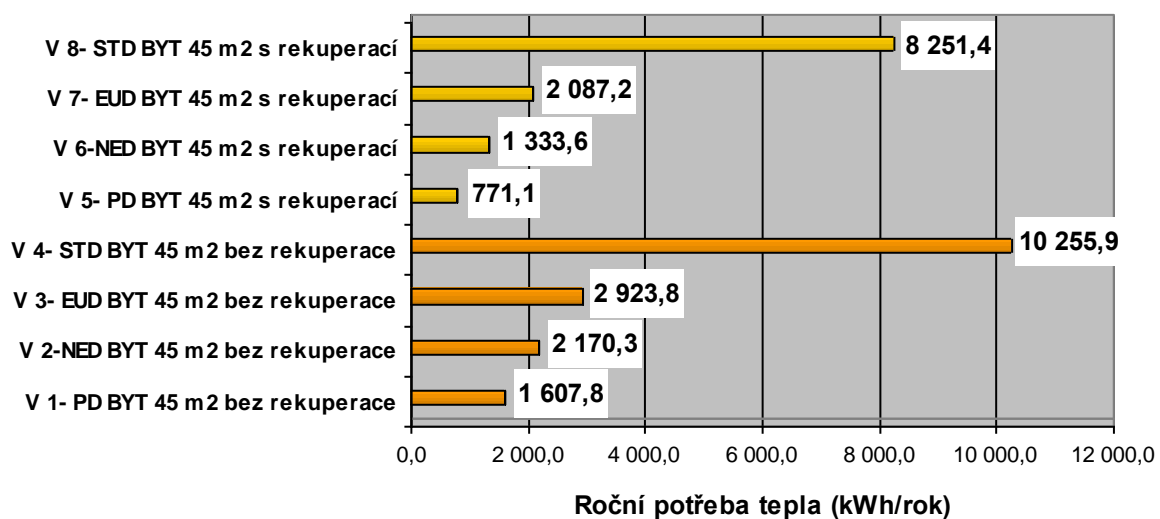
**Porovnání tepelných ztrát prostupem a větráním  
u bytů s parametry PD, NED, EUD, STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**



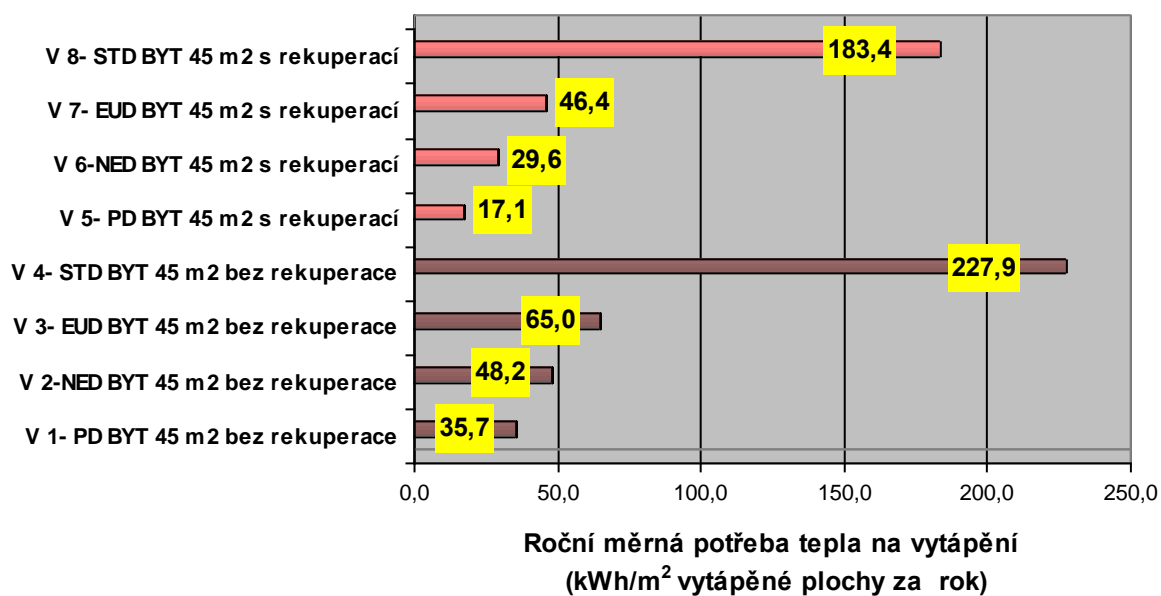
**Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát bytů s parametry PD, NED, EUD, STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**



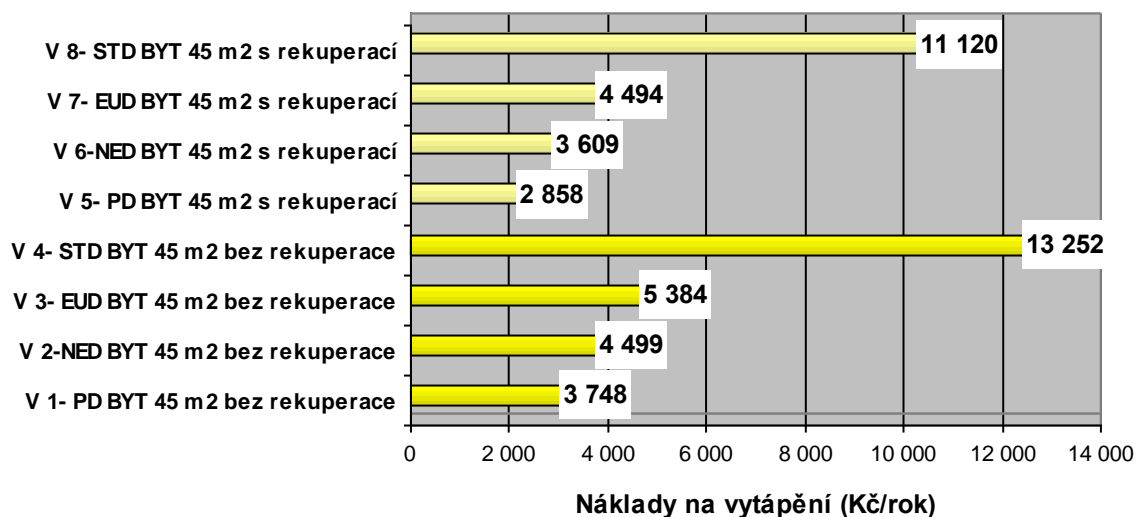
**Porovnání ročních potřeb tepla u bytů s parametry PD, NED, EUD, STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**



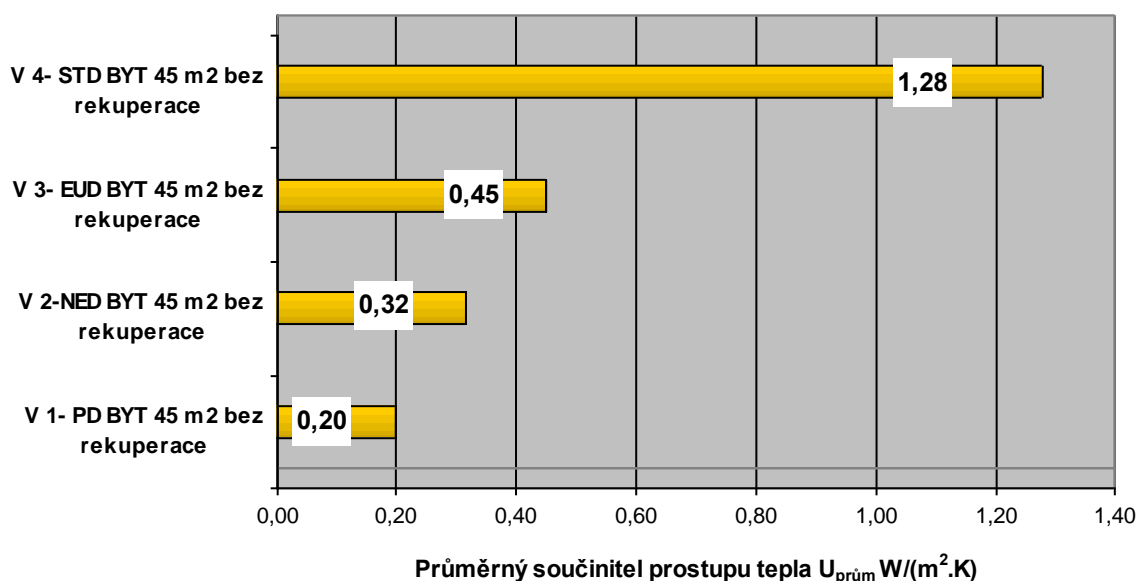
**Porovnání roční měrné potřeby tepla na vytápění bytů  
s parametry PD, NED, EUD a STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**



**Porovnání ročních nákladů na vytápění zemním plynem  
bytů s parametry PD, NED, EUD a STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**



**Porovnání průměrných součinitelů prostupu tepla obvodových konstrukcí u bytů s parametry PD, NED, EUD, STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**



Ve výše uvedených výpočtech je uvažováno, že byty jsou v objektech situovány jako rohové a umístěné pod stropem nejvyššího podlaží. Tudiž jsou více ochlazované než byty uprostřed domu.

Dále je počítáno s následujícími klimatickými podmínkami a dobou vytápění:

$t_e$	-15	°C	Součinitel vlivu regulace	0,7
$t_{es}$	3,8	°C	Počet dnů vytápění	244
$t_{is}$	20	°C	Denní doba vytápění	16

Poznámka: V případě, že by se stavba nacházela v jiné klimatické oblasti, budou samozřejmě teoretické výsledky potřeb tepla i reálné hodnoty skutečných spotřeb tepla odlišné.

Například v Praze budou potřeby tepla nižší než v těchto výpočtech, protože výpočtová exteriérová teplota  $t_e = -12$  °C. Naopak to však bude například v Českém Krumlově, kde průměrná výpočtová teplota exteriéru pro tuto klimatickou oblast  $t_e = -18$  °C.

Absolutní rozdíly ve vypočtených potřebách tepla mezi jednotlivými typy budov (STD, EUD, NED a PD), které se liší konstrukčně tepelně technickými vlastnostmi použitých stavebních materiálů i použitých technologií, budou však obdobné.

Tepelně-technické parametry staveb uvažované ve výpočtech jsou následující:

### TEPELNĚ TECHNICKÉ PARAMETRY BYTU V PASIVNÍM DOMĚ (PD)

Obvodové zdivo	$U = 0,15$ W/m <sup>2</sup> .K
Střecha	$U = 0,12$ W/m <sup>2</sup> .K
Podlaha	$U = 0,15$ W/m <sup>2</sup> .K
Okna, dveře	$U_w = 0,80$ W/m <sup>2</sup> .K ( $U_g$ skla=0,6 a speciální rámy $U_f = 0,8$ W/m <sup>2</sup> .K)

Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s tepelně izolačními trojskly), která byla použita ve výpočtech je 0,5 (50% propustnost).

### TEPELNĚ TECHNICKÉ PARAMETRY BYTU V NÍZKOENERGETICKÉM DOMĚ (NED)

Obvodové zdivo	$U = 0,25$ W/m <sup>2</sup> .K
Střecha	$U = 0,16$ W/m <sup>2</sup> .K
Podlaha	$U = 0,4$ W/m <sup>2</sup> .K
Okna, dveře	$U_w = 1,2$ W/m <sup>2</sup> .K

Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s tepelně izolačními dvojskly), která byla použita ve výpočtech je 0,64 (64% propustnost).

### TEPELNĚ TECHNICKÉ PARAMETRY BYTU V ENERGETICKY ÚSPORNÉM DOMĚ (EUD)

Obvodové zdivo	$U = 0,38$ W/m <sup>2</sup> .K
Střecha	$U = 0,25$ W/m <sup>2</sup> .K
Podlaha	$U = 0,6$ W/m <sup>2</sup> .K
Okna, dveře	$U_w = 1,7$ W/m <sup>2</sup> .K

Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s tepelné izolačními dvojskly), která byla použita ve výpočtech je 0,7 (70% propustnost).

## TEPELNĚ-TECHNICKÉ PARAMETRY BYTU VE STARŠÍM DOMĚ (STD)

<b>Obvodové zdivo</b>	<b>U = 1,30 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Strop</b>	<b>U = 1,00 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Podlaha</b>	<b>U = 1,20 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Okna, dveře</b>	<b>U<sub>w</sub> = 2,80 W/m<sup>2</sup>.K</b>

Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s dvojskly), která byla použita ve výpočtech je 0,75 (75% propustnost).

### Poznámka:

U bytu, který se nachází ve starším domě je uvažováno s větší výměnou vzduchu vlivem méně těsných oken ( $n = 1,0 \text{ h}^{-1}$ ), než je tomu u všech předchozích, kde je uvažováno s hodnotou hygienické výměny vzduchu nižší ( $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ ).

V všech případech, kdy je ve výpočtech uvažováno, že bude použita rekuperační jednotka, je však počítáno s tím, že budova splňuje podmínky závazné ČSN 73 0540-2 na celkovou průvzdušnost obvodového pláště pro budovy se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění ( $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ ). Vytápěná plocha všech výše uvedených bytů je  $45 \text{ m}^2$ .

Z výše uvedených výsledků je patrné, že stávající starší zástavba potřebuje, v rámci údržby staveb i jejich rekonstrukcí, v prvé řadě zlepšit tepelně-technické parametry, abychom snížili tepelné ztráty a minimalizovali spotřeby energií. Je známo, že uvědoměnou a promyšlenou rekonstrukcí lze i zde dosáhnout parametrů nízkoenergetického domu a v některých případech se dostaneme v součinnosti s moderními technologiemi i na požadované parametry domu pasivního.

Zateplování budov je nyní aktuální i v zemích, kde je výrazně teplejší klima než v ČR a hlavním důvodem je opět energetická náročnost, která se zde však týká chlazení v letních měsících a cílem je snížení energetické náročnosti při provozu klimatizačních zařízení.

*Autor: Lubomír Klobušník, energetický poradce*