

## 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

<b>Obvodové zdivo</b>	<b>U = 0,38 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Střecha</b>	<b>U = 0,25 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Podlaha</b>	<b>U = 0,6 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Okna, dveře</b>	<b>U<sub>w</sub> = 1,7 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 0,7 (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?

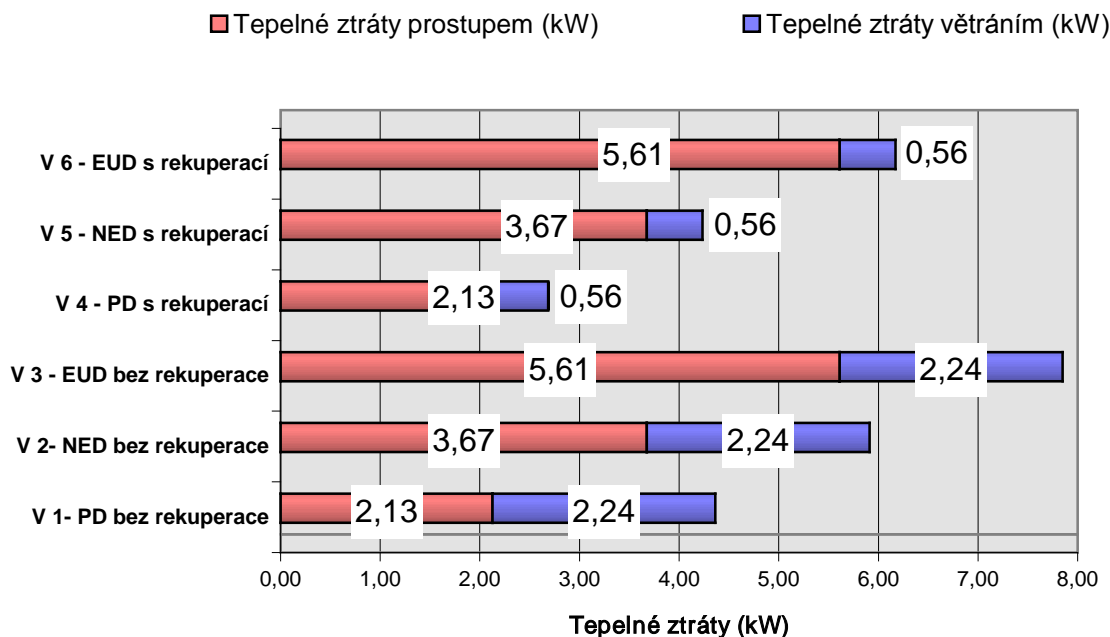
Proto byly pro všechny tři typy domů vypočteny tepelné ztráty také pro vyšší průměrné interiérové teploty ( $+22 \text{ }^\circ\text{C}$ ) než jsou normou požadované ( $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

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

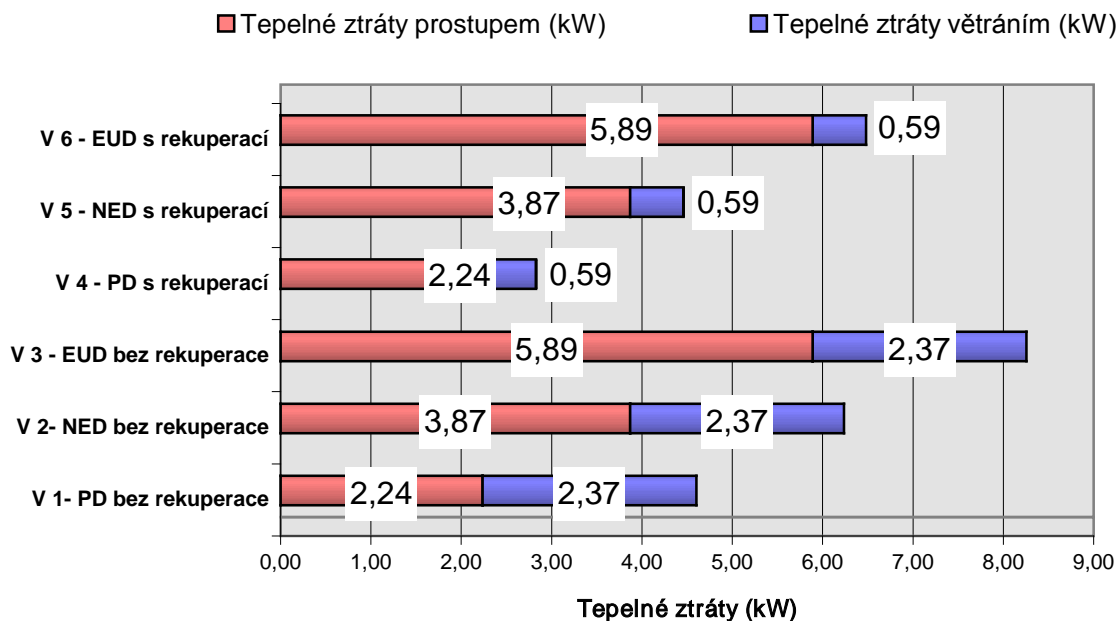
Cílem bylo zjistit, jak se budou nakonec u jednotlivých variant lišit vypočtené roční potřeby tepla a z nich vyplývající měrné potřeby tepla i roční náklady na paliva a energie na vytápění třech typů domů, PD, NED a EUD.

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

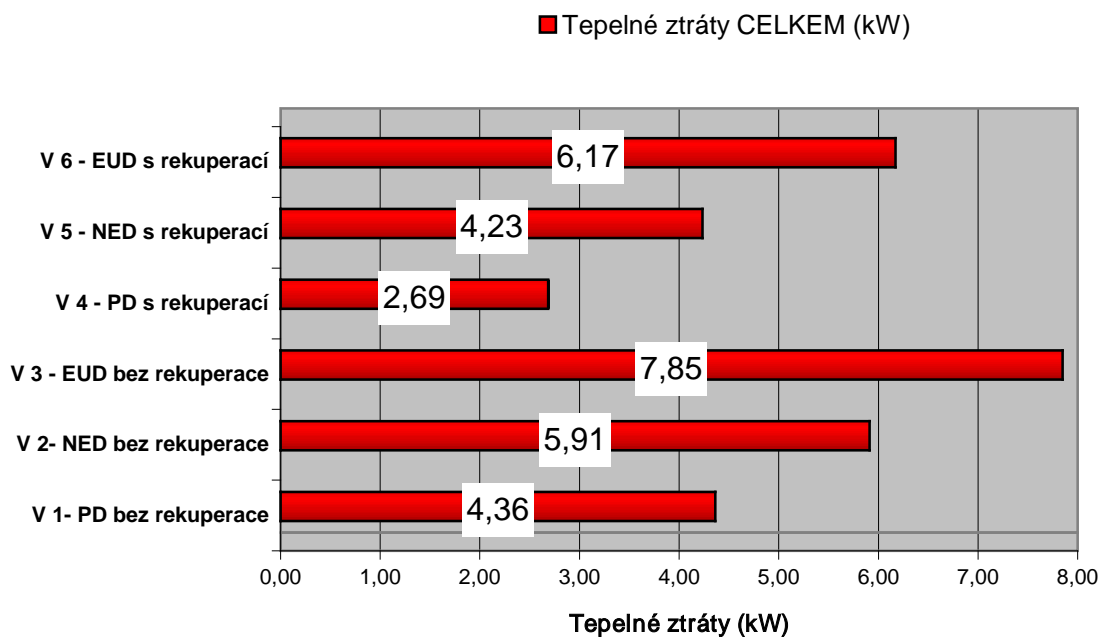
### Porovnání a rozdělení vypočtených tepelných ztrát PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



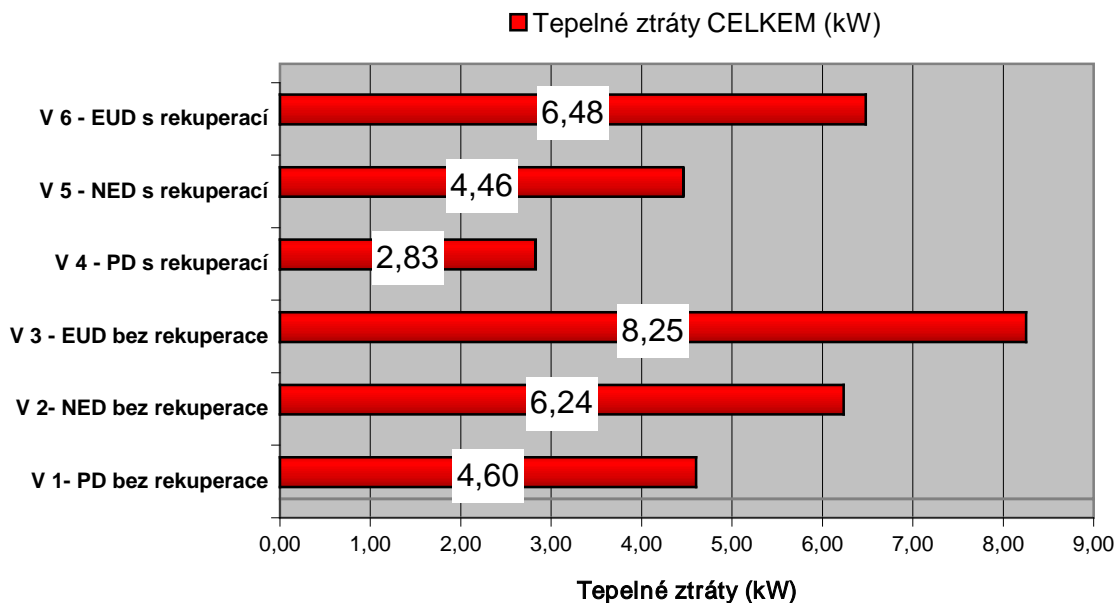
### Porovnání a rozdělení vypočtených tepelných ztrát PD, NED a EUD pro vyšší vytápěcí teplotu (+22 °C) o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



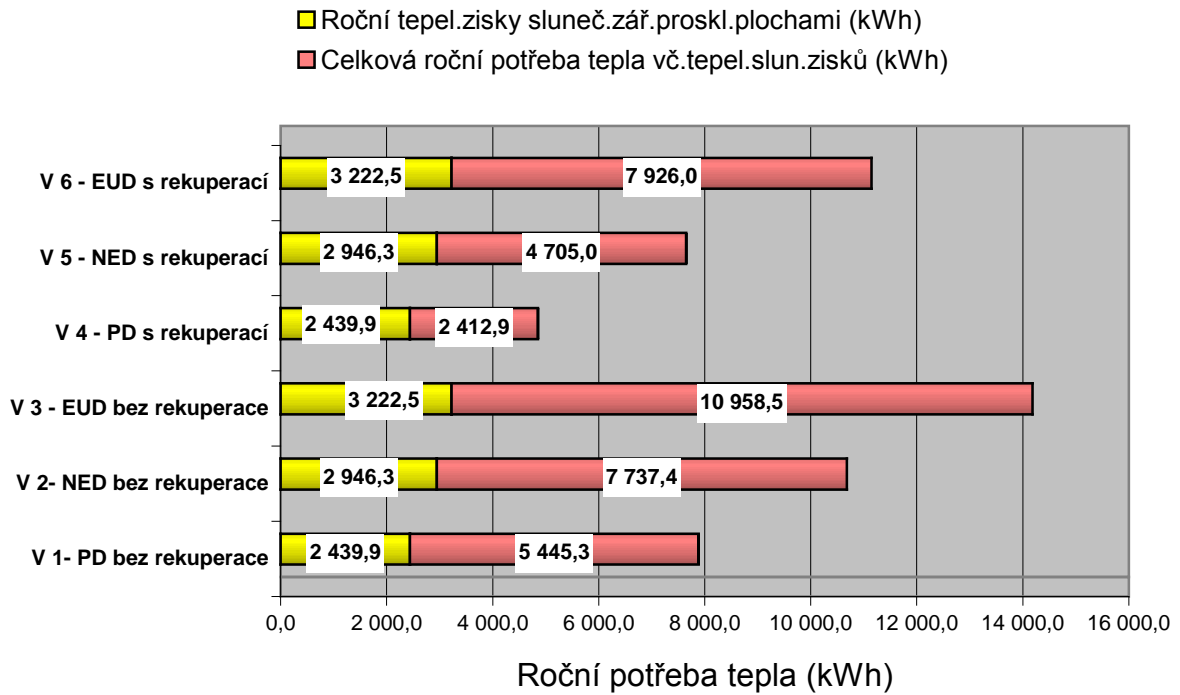
### Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



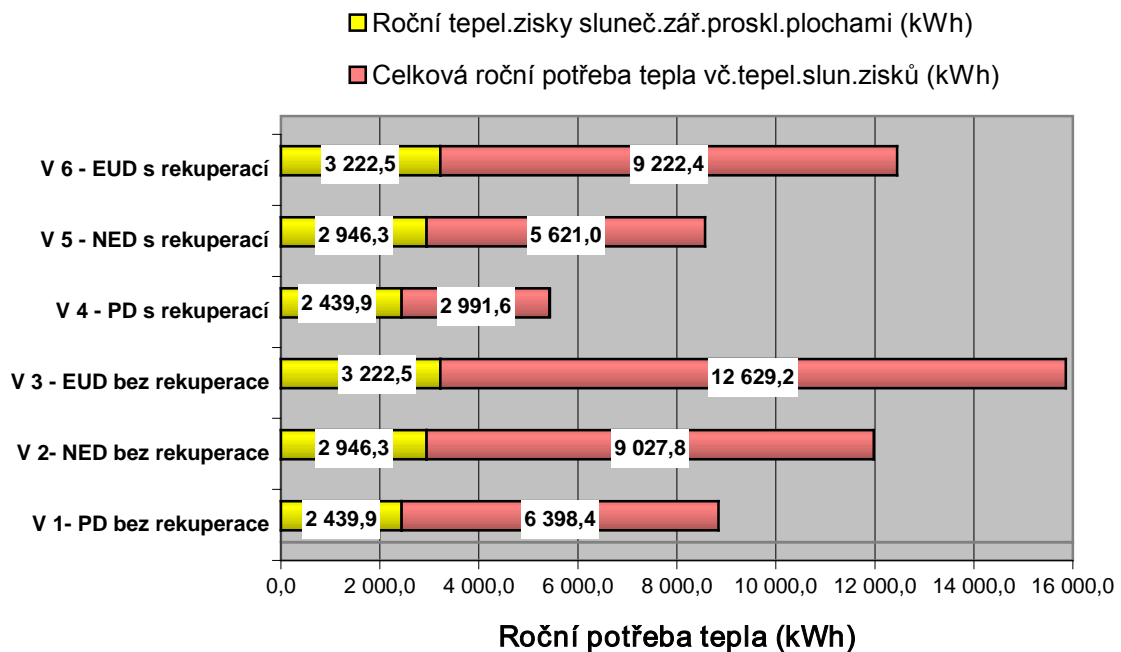
### Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát PD, NED a EUD pro vyšší vytápěcí teplotu (+22 °C) o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



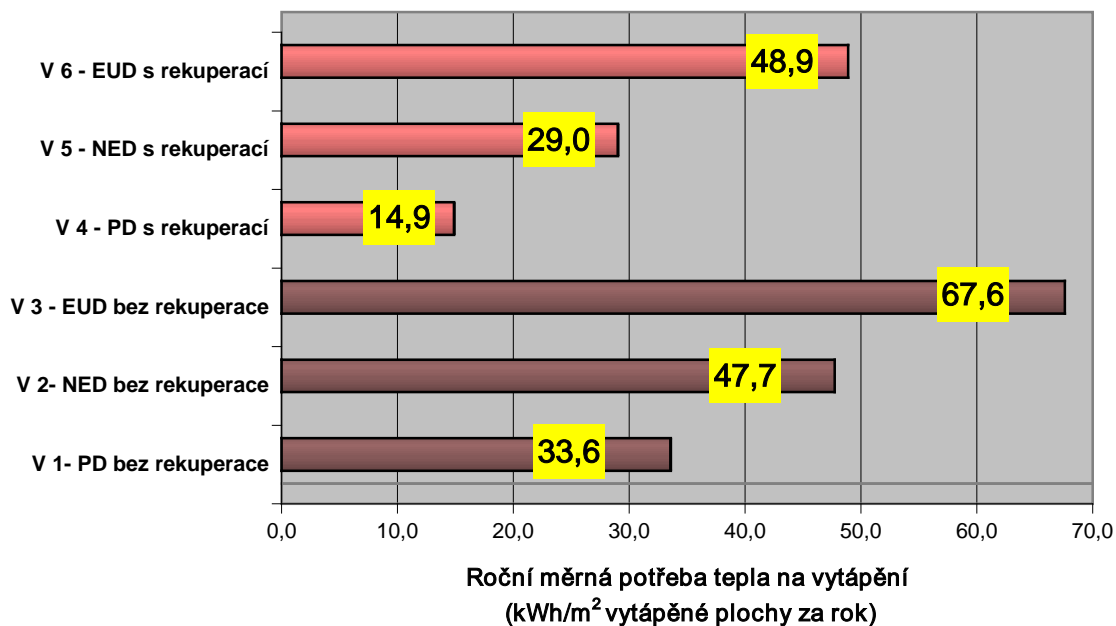
### Porovnání energetických potřeb na vytápění PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



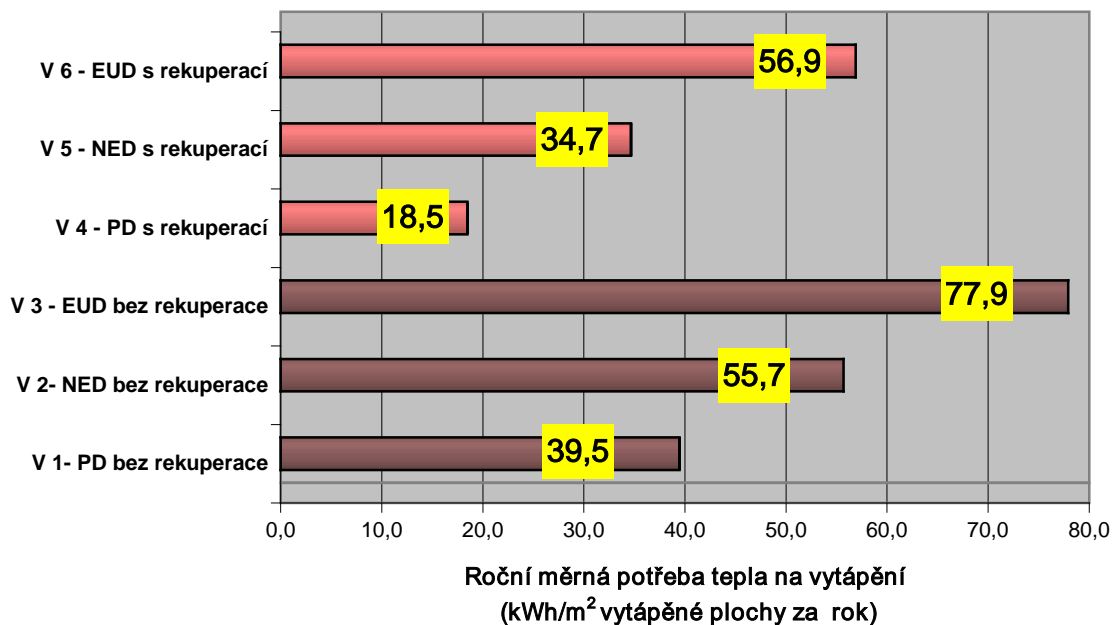
### Porovnání energetických potřeb na vytápění PD, NED a EUD pro vyšší vytápěcí teplotu (+22 °C) o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



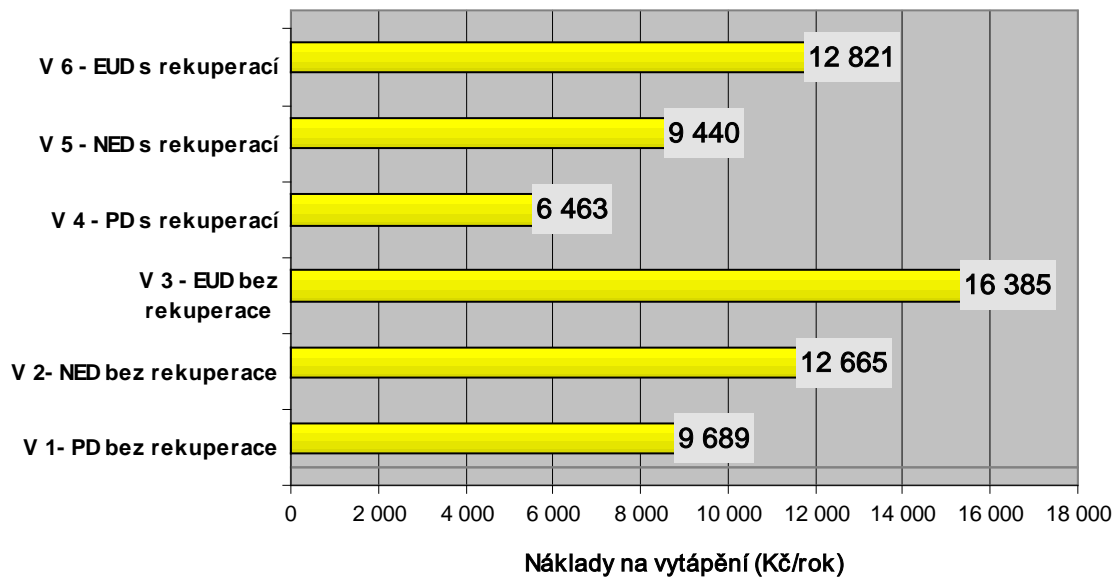
### Porovnání roční měrné potřeby tepla na vytápění PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



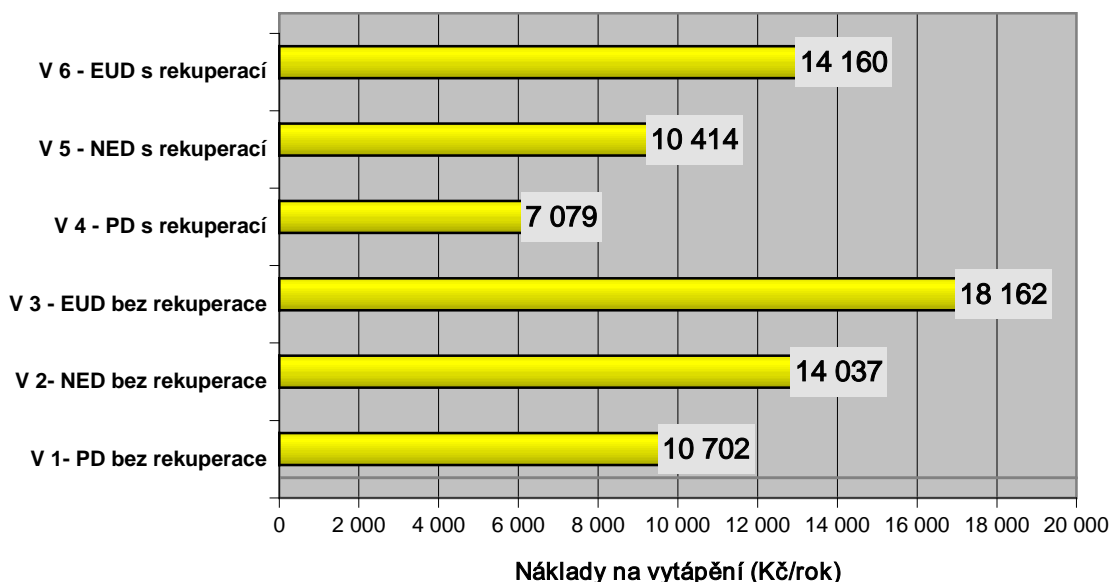
### Porovnání roční měrné potřeby tepla na vytápění PD, NED a EUD pro vyšší vytápěcí teplotu (+22 °C) o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



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

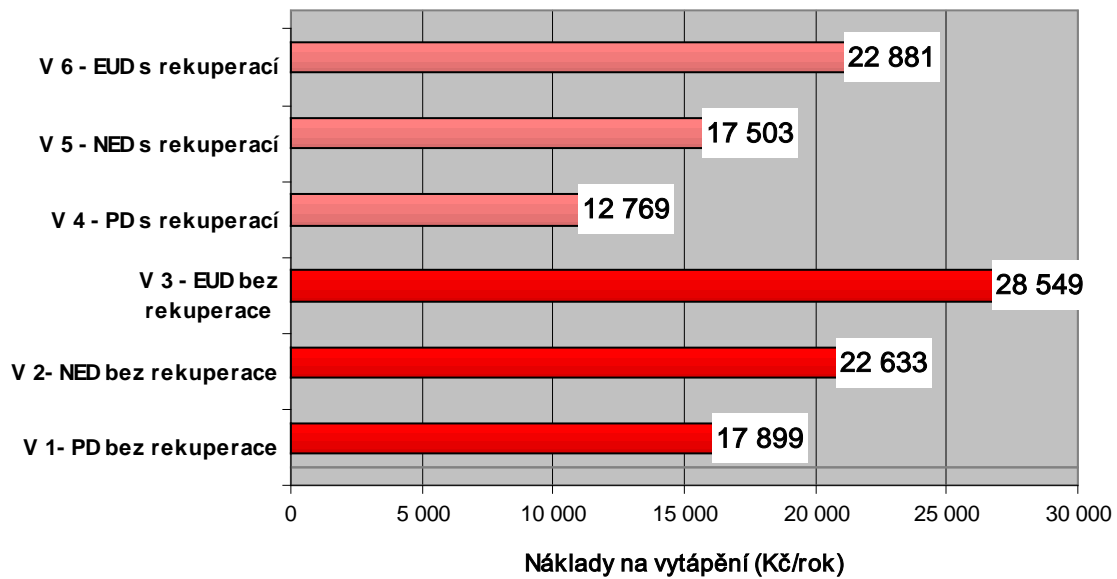


**Porovnání ročních nákladů na vytápění zemním plynem  
pro vyšší vytápěcí teplotu (+22 °C) u PD, NED a EUD  
o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>**

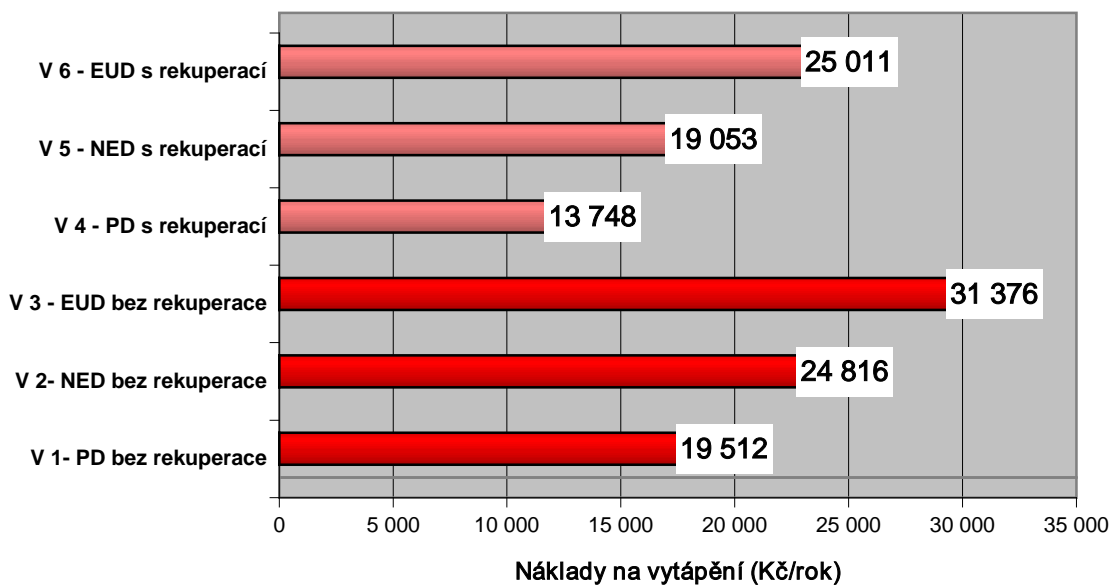


**Poznámka:** Při nižší spotřebě ZP u V1, V2 a V4 až V6 je ve skutečnosti zemní plyn dražší (v pásmu nad 1,89 do 9,45 MWh/rok). V těchto výpočtech to však není uvažováno.

**Porovnání ročních nákladů na vytápění elektřinou (akumulační)  
u PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>**

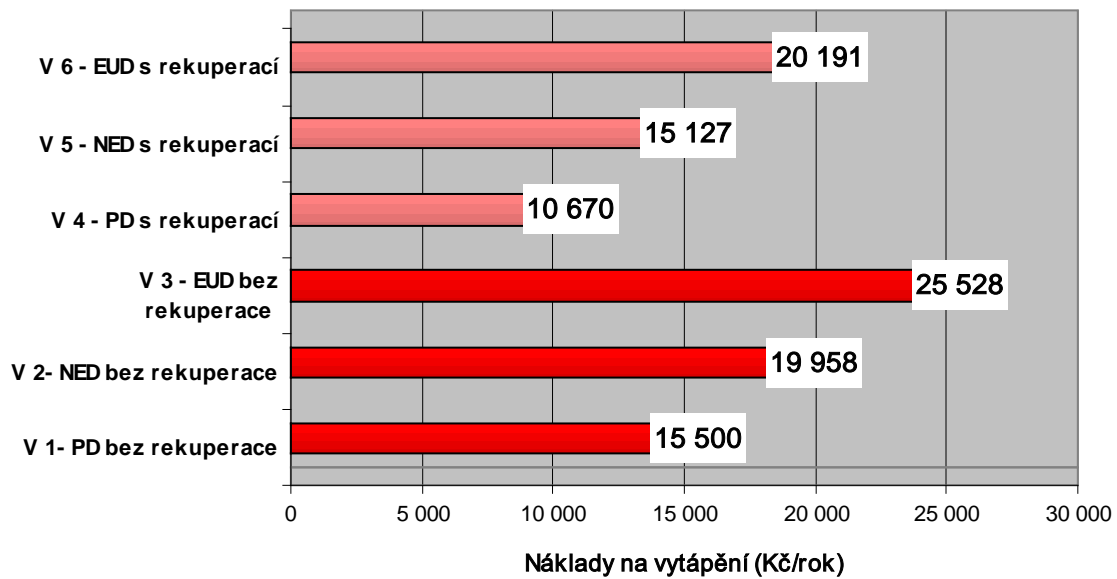


**Porovnání ročních nákladů na vytápění elektřinou (akumulační)  
při vyšší vytápěcí teplotě (+22 °C) u PD, NED a EUD  
o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>**

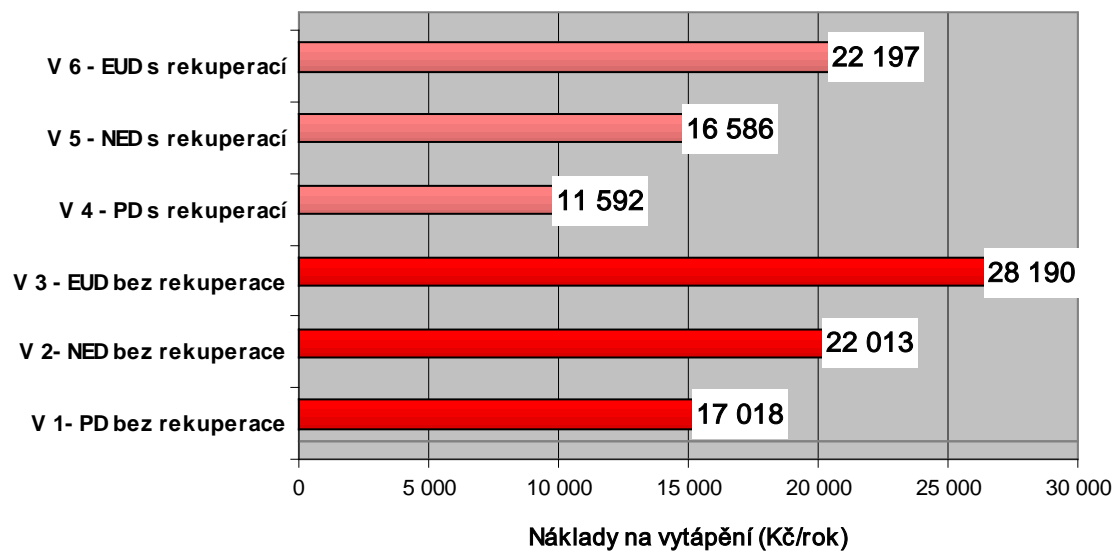




**Porovnání ročních nákladů na vytápění elektřinou (přímotop)  
u PD, NED a EUD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>**



**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>**



Závěrem lze říci:

Uvědomělé chování uživatelů domu při využívání paliv a energií k energetickým účelům může velkou měrou kladně ovlivnit spotřebu paliv a energií v domě. Naopak nevhodnými návyky či neznalostí jak uspořít paliva a energie, mohou být naše náklady i v energeticky úsporném domě vysoké.

Většinou se chování uživatelů budov v průběhu provozu objektu nedá odhadnout, neboť uživatel objektu ovlivňuje:

- stanovení teploty a doby vytápění v místnostech
- volbu intervalu výměny vzduchu
- rozdělení tepla (nastavení regulačních ventilů na otopných tělesech)
- spotřebu teplé užitkové vody

Pokud použijeme rekuperační jednotky v energeticky úsporném a nízkoenergetickém domě, můžeme také snížit jejich měrnou potřebu tepla a z toho vyplývající náklady na energii.

Rozdíly v provozních nákladech EUD, NED a PD nejsou tak vysoké, pokud nebudeme v domech zbytečně přetápět.

Návratnost vložených finančních prostředků do drahých rekuperačních zařízení je velmi dlouhá (navíc spotřebováváme drahou elektrickou energii na pohon ventilátorů) a jejich hlavní výhodou může být pouze zajištění dostatečného množství čerstvého vzduchu v místnostech například v době spánku.

Velkou pozornost bychom také měli věnovat umístění a výběru vhodných oken, protože jejich velikost a kvalitativní parametry mohou rovněž výrazně ovlivnit tepelné ztráty objektu a to jak prostupem, tak naopak slunečními tepelnými zisky, které se příznivě projeví na snížené spotřebě tepelné energie na vytápění objektu.

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:

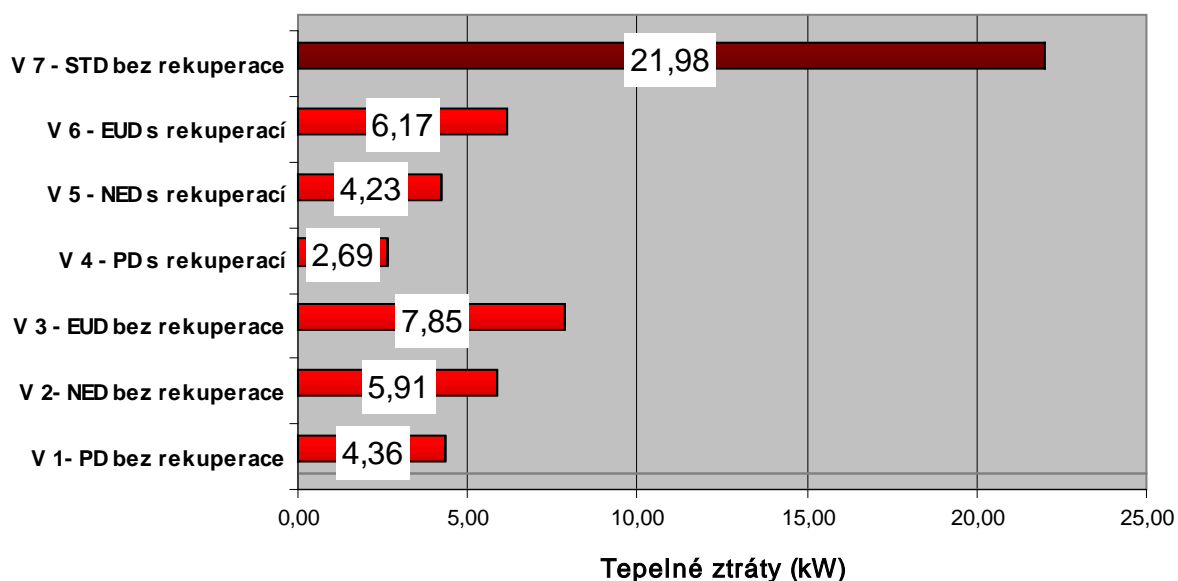
### TEPELNĚ-TECHNICKÉ PARAMETRY STARŠÍHO DOMU

Obvodové zdivo	$U = 1,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Střecha	$U = 1,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Podlaha	$U = 1,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Okna, dveře	$U_w = 2,80 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

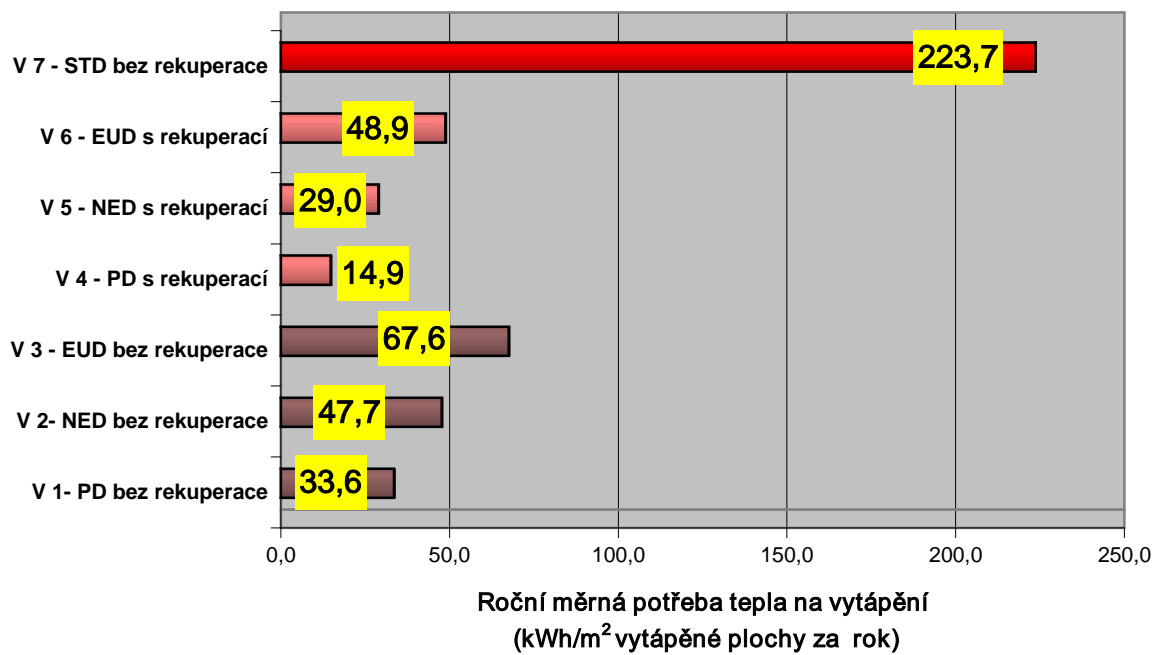
Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s dvojskly), která byla použita ve výpočtech, je 0,75 (75% propustnost).

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

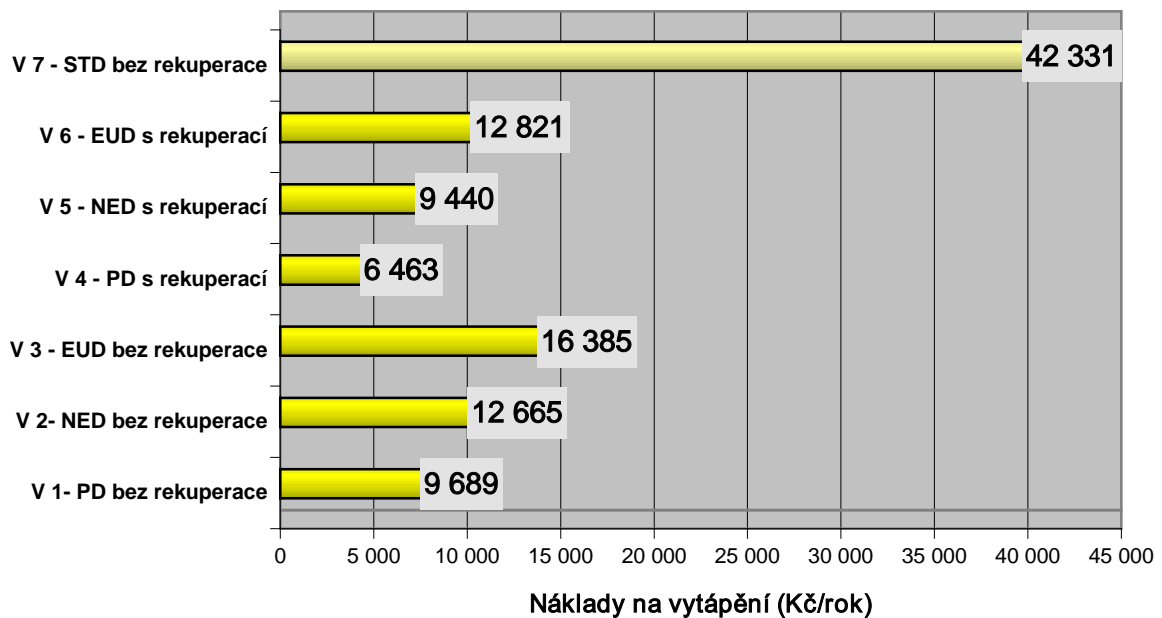
### Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát PD, NED, EUD a STD o vytápěné ploše 161,2 m<sup>2</sup>



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



**Porovnání ročních nákladů na vytápění zemním plynem  
u 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:

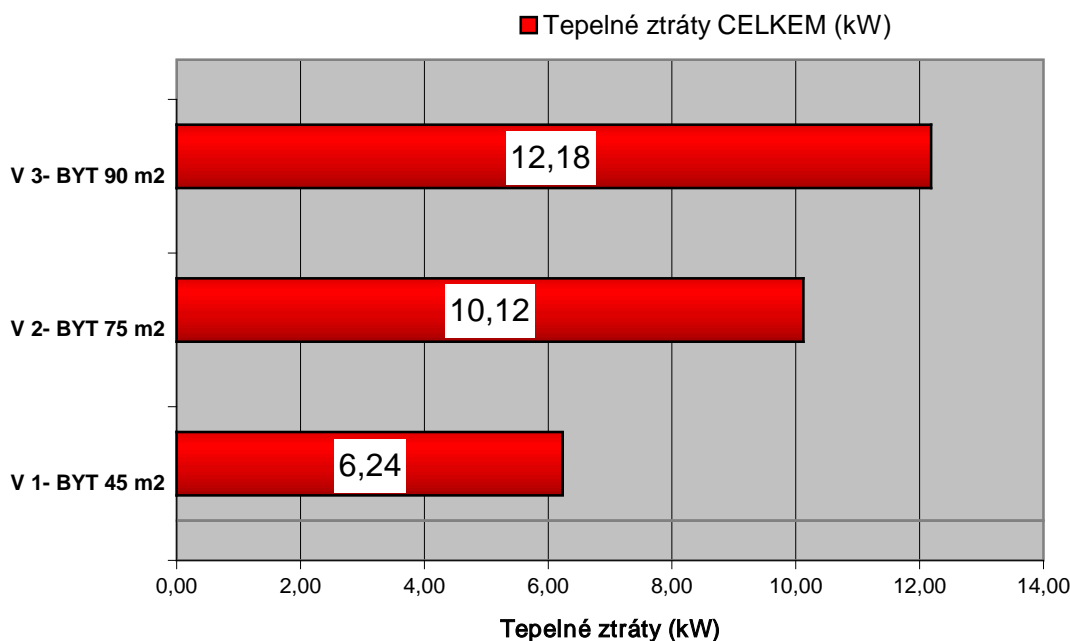
### TEPELNĚ-TECHNICKÉ PARAMETRY BYTŮ

<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>

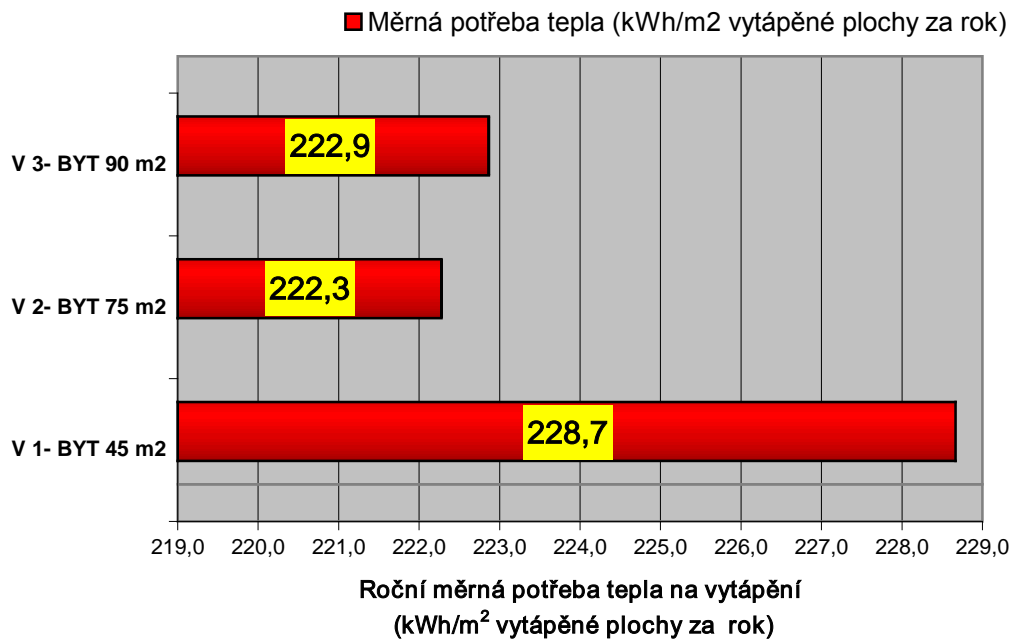
Hodnota „g“, týkající se součinitele propustnosti celkové energie slunečního záření, pro uvažovaná okna (s dvojskly), která byla použita ve výpočtech je 0,75 (75% propustnost).

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

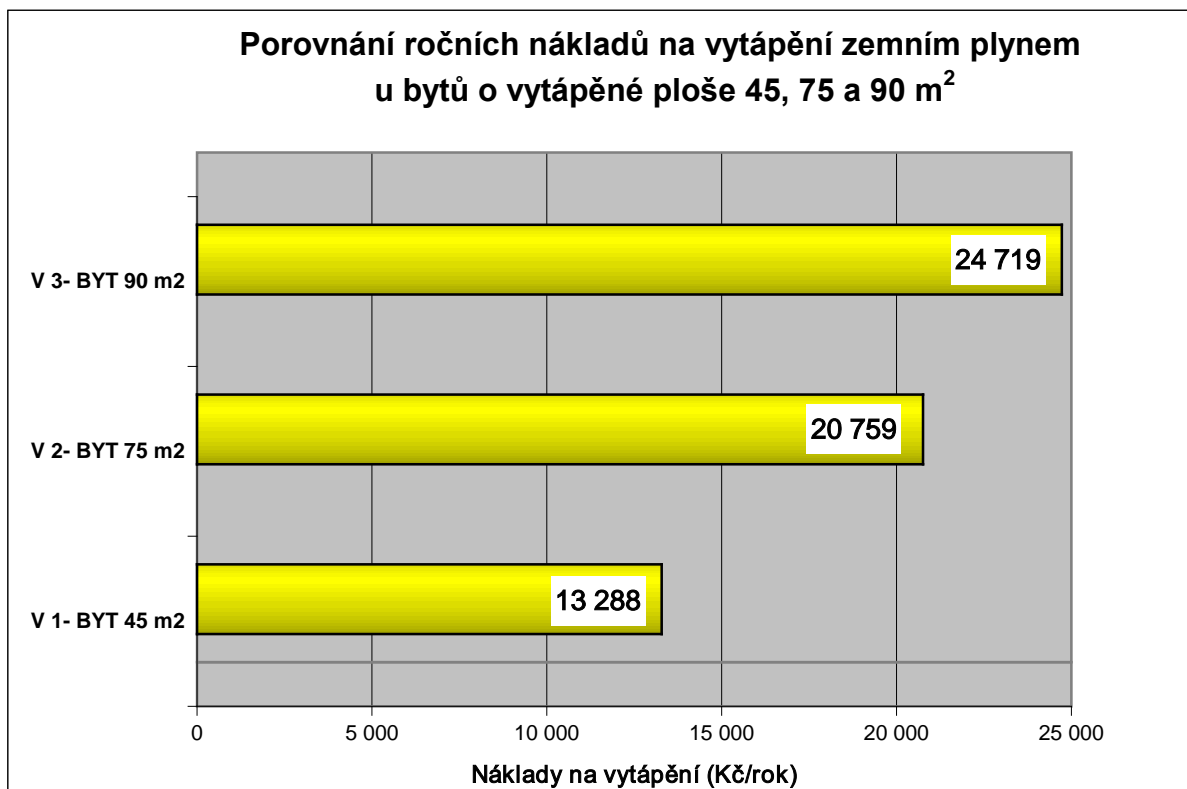
**Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát bytů o vytápěné ploše 45, 75 a 90 m<sup>2</sup>**



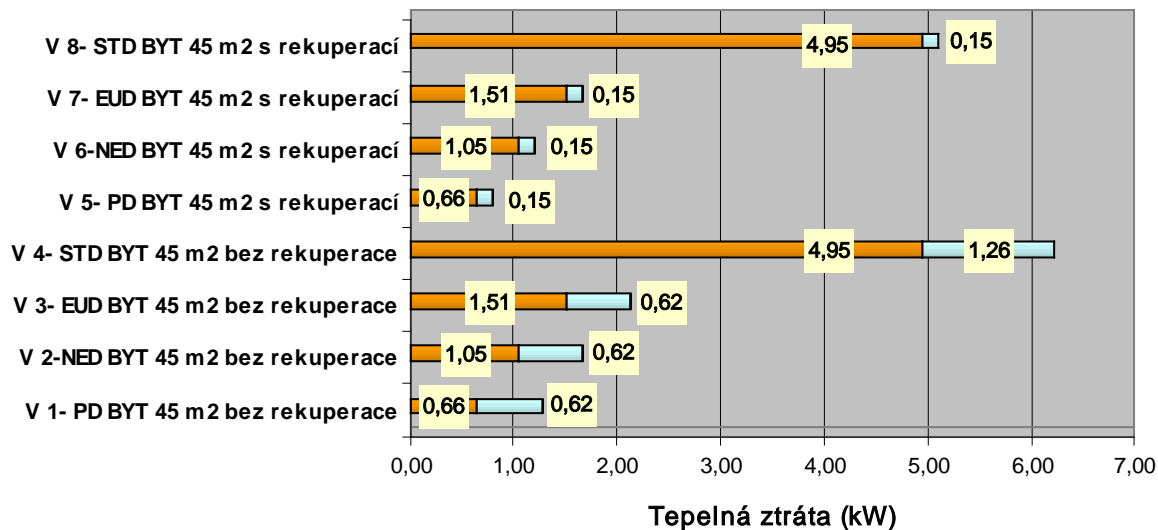
## Porovnání roční měrné potřeby tepla na vytápění bytů o vytápěné ploše 45, 75 a 90 m<sup>2</sup>



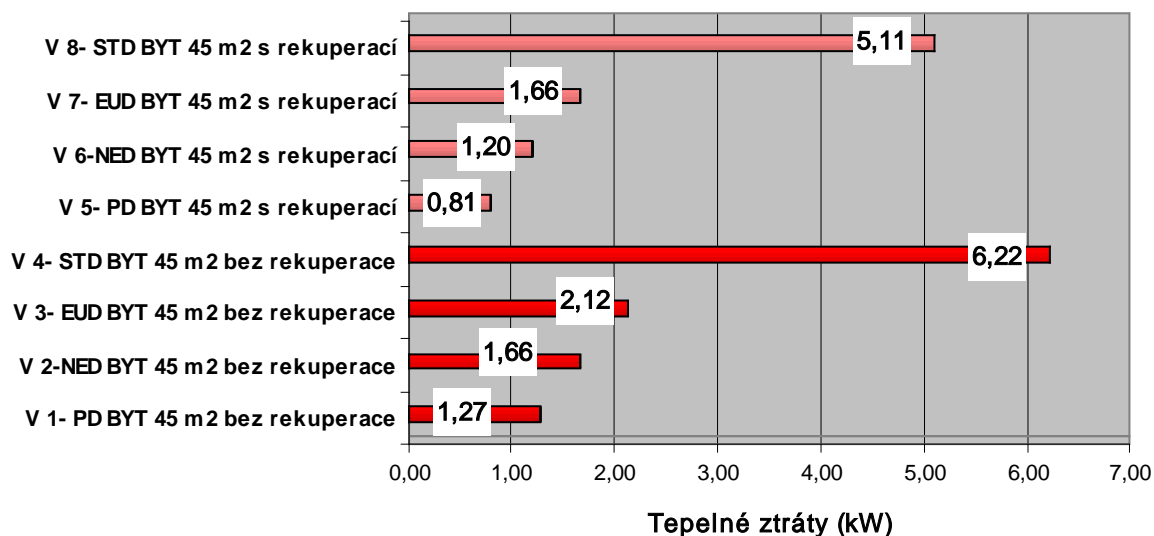
## Porovnání ročních nákladů na vytápění zemním plynem u bytů o vytápěné ploše 45, 75 a 90 m<sup>2</sup>



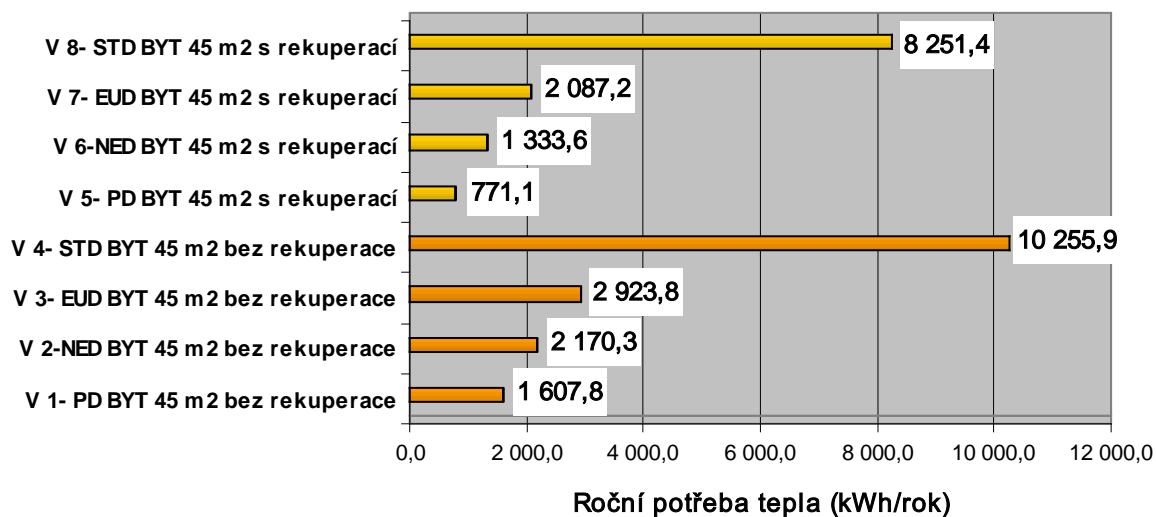
**Porovnání tepelných ztrát prostupem a větráním  
u bytů s parametry PD, NED, EUD, STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**



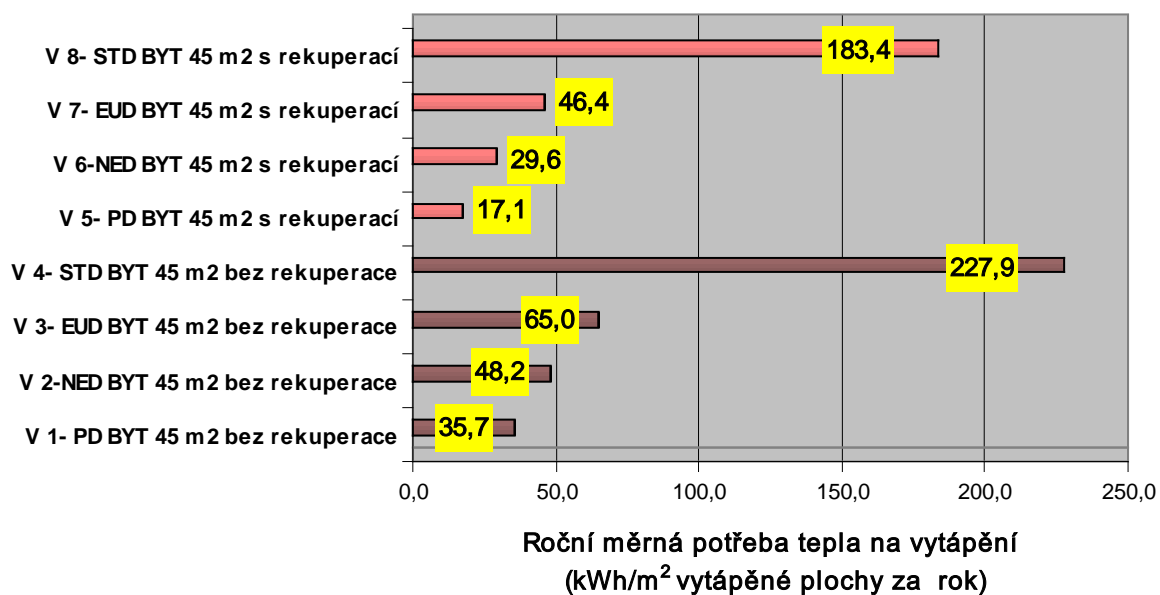
**Porovnání celkových vypočtených tepelných ztrát bytů  
s parametry PD, NED, EUD, STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**



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

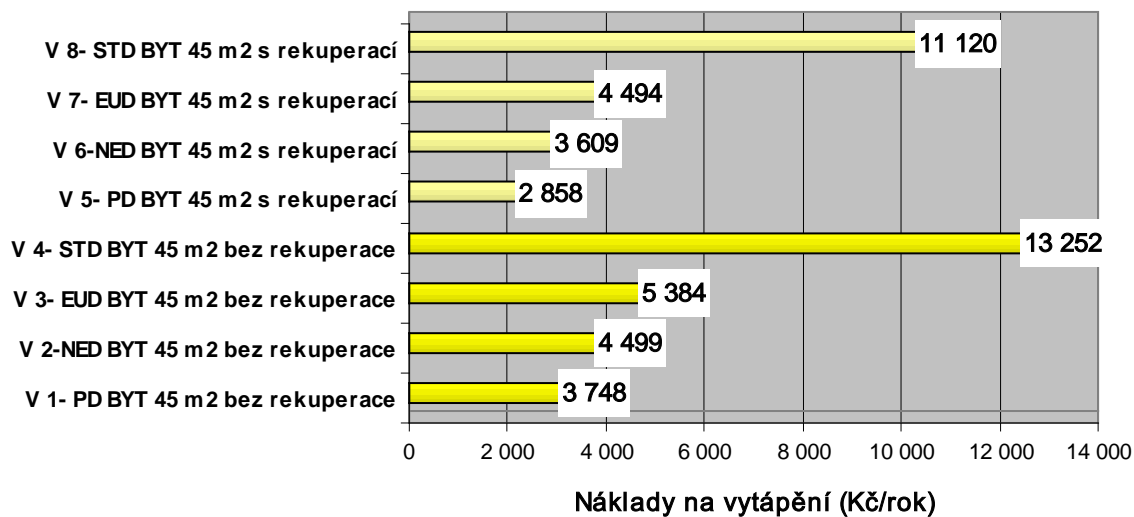


**Porovnání roční měrné potřeby tepla na vytápění bytů s parametry PD, NED, EUD a STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**

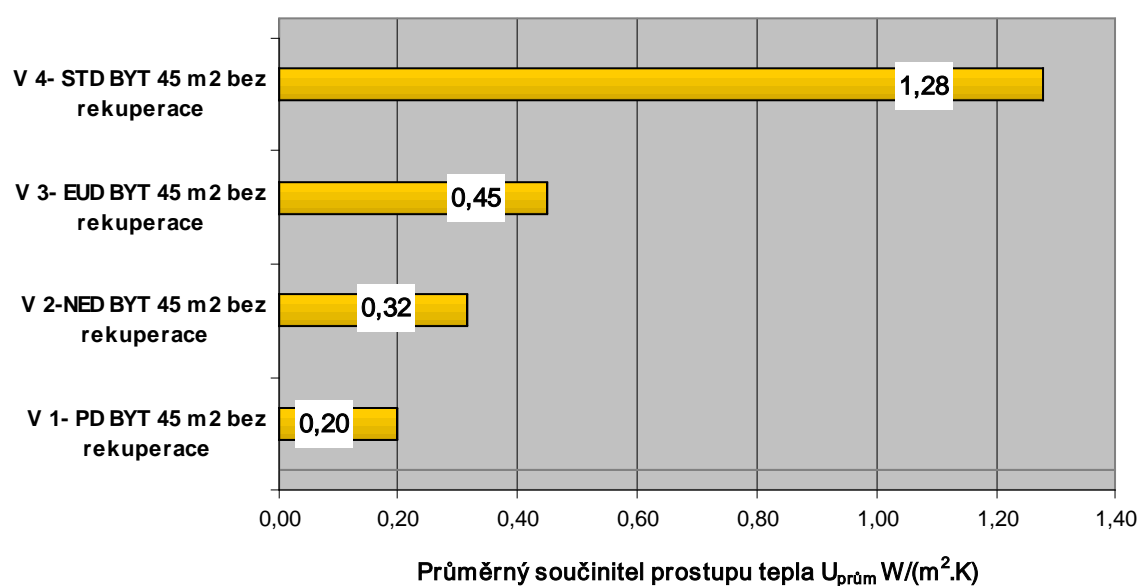




**Porovnání ročních nákladů na vytápění zemním plynem  
bytů s parametry PD, NED, EUD a STD o vytápěné ploše 45 m<sup>2</sup>**



**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. Tudíž 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)

<b>Obvodové zdivo</b>	<b>U = 0,38 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Střecha</b>	<b>U = 0,25 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Podlaha</b>	<b>U = 0,6 W/m<sup>2</sup>.K</b>
<b>Okna, dveře</b>	<b>U<sub>w</sub> = 1,7 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 0,7 (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 první řadě zlepšit tepelně-technické parametry, abychom snížili tepelné ztráty a minimalizovali spotřeby energií. Je známo, že uvědomělou 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*