



# **Případová studie**

***Vliv udržitelné výstavby  
z technicko-ekonomického hlediska***



Název publikace

**Případová studie  
„ Vliv udržitelné výstavby z technicko-  
ekonomického hlediska“**

Zpracovatelský tým:

**ENVIROS, s.r.o.**

Petr Solopoliga a kol.

**Ing. Tomáš Vanický**

Ing. Tomáš Vanický a kol.

**VUT v Brně**

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc. a kol.

Adresa klienta:

**Ministerstvo průmyslu a obchodu  
Na Františku 32  
110 15 Praha 1**

**„Případová studie byla zpracována za podpory státního  
programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných  
zdrojů energie  
pro rok 2008– část A – PROGRAM EFEKT“**

Publikace je určena pro cílovou skupinu:

- ⇒ Architektů & projektantů
- ⇒ Vlastníků bytů a budov
- ⇒ Široká veřejnost
- ⇒ Odborníci z oblasti životního prostředí

## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVODEM</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SOUHR LEGISLATIVY</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>PŘÍPRAVA PODKLADŮ PRO DEFINOVÁNÍ CENY STAVEBNÍ ČÁSTI A ČÁSTI TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOV</b>	<b>6</b>
3.1	Přípravné práce	6
3.2	Stavební část	6
3.2.1	Koncepce	6
3.2.2	Tepelně technické parametry ochlazovaných konstrukcí	7
3.2.3	Požární bezpečnost	8
3.3	Technické zařízení budov	8
3.3.1	Varianty větrání, vytápění a ohřev teplé vody	8
3.3.2	Zemní plyn v dřevostavbách	12
<b>4</b>	<b>VYHODNOCENÍ VLIVU ŘEŠENÍ NA SPOTŘEBU SVÁZANÉ ENERGIE</b>	<b>14</b>
4.1	Teorie – důvody k hodnocení svázané energie	14
4.2	Hodnocení spotřeby svázané energie	15
<b>5</b>	<b>VYHODNOCENÍ VLIVU ŘEŠENÍ NA SPOTŘEBU PROVOZNÍ ENERGIE A ÚSPORY CO<sub>2</sub></b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>DEFINOVÁNÍ MOŽNOSTÍ A BARIÉR PRO JEDNOTLIVÉ STANDARDY</b>	<b>17</b>
6.1	Administrativní – úřady, realizační firmy	17
6.2	Technické	17
6.3	Široká veřejnost	17
6.4	Financování	18
6.4.1	Výhody	19
6.4.2	Nevýhody	19
<b>7</b>	<b>EKONOMICKÁ ANALÝZA</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>STUDIE PROVEDITELNOSTI</b>	<b>22</b>
8.1	Variantní řešení studie proveditelnosti	22
8.2	Dopad projektu na životní prostředí	22
8.3	Analýza trhu a odhad poptávky	22
8.4	Zajištění investičního majetku	22
8.5	Finanční plán – údržba, opravy	23
8.6	Harmonogram projektu	24
8.7	Závěr	24
<b>9</b>	<b>POUŽITÉ PODKLADY</b>	<b>25</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>26</b>





## 1 ÚVODEM

Cílem případové studie je poskytnout možnosti porovnání běžné s energeticky úspornou výstavbou na území České republiky dle následujících hledisek:

- ⇒ rozdílné náročnosti přípravných prací;
- ⇒ rozdílu výše energetické náročnosti během výstavby;
- ⇒ rozdílu provozní energetické náročnosti;
- ⇒ rozdílu užité plochy bytů při stejné zastavěné ploše;
- ⇒ dosažitelném komfortu.

Důvodem pro zpracování tohoto podkladu je definování výhod a nevýhod řešení energeticky úsporného projektu, počáteční investiční náklady a dosažené úspory do budoucna (provoz, údržba, demolice). Projekt bytového domu lze z hlediska návrhu energetického rozdělení považovat za pilotní nejen v České republice, ale také v zemích EU.

Koncepce bytového domu je navržena s ohledem na další možnosti měření a hodnocení energetické náročnosti objektu, ekonomiku výstavby a provozu rozdílného energetického konceptu, vlivu chování uživatel a jejich spokojenosti s užíváním bytů (a to včetně sociálních dopadů) v jedné lokalitě (tzn. stejný počet denostupňů, stejné výše solárních zisků, atd).

Objekt je navržen tak, aby splňoval požadavky územního plánu a svým architektonickým vzhledem doplňoval a půdorysem navazoval na bytový objekt sociální výstavby, jehož investorem je město.

- ⇒ 6 bytů je navrženo v nízkoenergetickém standardu (tzn. bude zařazena do třídy energetické náročnosti B – slovní ohodnocení ÚSPORNÁ, podle vyhl. č. 148/2007 Sb. – o energetické náročnosti budov).
- ⇒ 6 bytů je navržena v pasivním standardu (tzn. bude zařazena do třídy energetické náročnosti A – slovní ohodnocení MIMOŘÁDNĚ ÚSPORNÁ, podle vyhl. č. 148/2007 Sb.)

Kromě potenciálu v dosažení úspor energie v budovách by výsledkem studie mělo být zhodnocení potenciálu prodejnosti a opakovatelnosti v podmínkách České republiky.



## 2 SOUHR LEGISLATIVY

V rámci Evropského společenství je jednou z hlavních priorit úspora energie a snížení energetické náročnosti budov. Komplexní přístup ke snížení spotřeby energie na vytápění pomocí dostupných technologií a aplikovaných postupů s využitím obnovitelných zdrojů energie, dále jen „OZE“, je hlavní prioritou nejen z hlediska energetiky, ale i z hlediska sociálních dopadů na obyvatele Evropských států.

Závazky členských zemích EU v oblasti úspory energie vyplývají z přijatých dokumentů, které rámcově určují rozsah a dopad pro oblasti úspor energie:

- ⇒ konečné užití energie a jeho efektivita,
- ⇒ energetická účinnost budov,
- ⇒ eco-design a použití výrobků,
- ⇒ štítkování spotřebičů,
- ⇒ kombinovaná výroba tepla a elektřiny.

EK uvádí, že energetická náročnost budov je významným faktorem v programu celkové snížení spotřeby EU. Celková spotřeba energie v EU je rozdělena do třech základních kategorií vzhledem k jednotlivým sférám. Doprava a průmysl představují dvě velké sféry spotřeby energie a budovy a jejich provoz představují třetí základní sféru. Budovy se podle údajů EK podílí přibližně 40% na celkové spotřebě energie v Evropě. Spotřeba energie na osvětlení, vytápění, chlazení, přípravu teplé vody a celkový provoz všech budov, domácností a zařízení pro sport a kulturu je tedy větší než spotřebuje sama doprava nebo průmysl. Toto doplňuje několik základních faktů. Dvě třetiny energie, která je využita v budovách představuje energii pro domácnosti. Spotřeba energie v domácnostech navíc každoročně vzrůstá v souvislosti se zvyšováním životních standardů a vyšší míry užití složitějších vytápěcích a klimatizačních systémů i pro domácnosti.

Na základě podrobných analýz a statistických údajů EK základní dokumenty řešící tuto problematiku. Dokumenty vztahující se k problematice úspor energie v budovách na úrovni EU ukazují rámcově cestu k úsporám energie a ve vztahu k budovám se jedná o:

- ⇒ směrnici Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov - základní prováděcí dokument, který určuje požadavky,
- ⇒ zelenou knihu - Evropská strategie pro udržitelnou, konkurenceschopnou a bezpečnou energii,
- ⇒ akční plán EK pro energetickou účinnost ze dne 19. října 2006 - strategický dokument, který rámcově stanovuje cíle.

Evropská komise v roce 2000 a znovu v roce 2005 přijala tzv. Zelenou knihu (Green Paper - Evropská strategie pro udržitelnou, konkurenceschopnou a bezpečnou energii), v které je vyznačena strategie vedoucí k závazkům snížení spotřeby energie. Na základě tohoto návrhu EK vydala Akční plán se zaměřením na snížení spotřeby energie a z něj vycházející Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov je základním prováděcím dokumentem řešícím úspory energie v budovách. Směrnice vychází z požadavků Kjótského protokolu (pozn. Kjótský protokol je protokol k Rámcové úmluvě OSN o klimatických změnách a průmyslové země se v něm zavázaly snížit emise skleníkových plynů). Požadavek směrnice 2002/91/EC je zaměřen na stanovení minimálních požadavků na energetickou náročnost nových a renovovaných budov.

V současné době je nejaktuálnějším dokumentem „Akční plán EK pro energetickou účinnost“ ze dne 19. října 2006, který bude prováděn ještě po dobu příštích čtyř let. Akční



plán je silně zaměřen na energetiku a dodávky energie, ale také vyzdvihuje význam minimálních norem energetické náročnosti pro celou řadu spotřebičů a konkrétně také budovy. Akční plán pro energetickou účinnost byl vydán rovněž na základě dokumentu nazvaného Green Paper. Akční plán stanovil celkovou úsporu energie zemí EU o 20% do roku 2020, ta byla následně potvrzena podpisem zástupců zemí EU dne 8. března 2007. Akční plán stanovuje rámcově soubor opatření, kterými lze této úspory dosáhnout. Provozní energetické náročnost budov je jednou z důležitých oblastí, kde lze v současné době za přijatelné vložené prostředky získat významný podíl úspor na celkovém požadavku snížení spotřeby energie o 20% do roku 2020.

V České republice je cesta za snižováním energetické náročnosti budov, která zatím vrcholí v souladu s EU implementací směrnice 2002/91/ES, dlouhá již několik desítek let.

V druhé polovině 20. století došlo k postupnému vývoji požadavků na stavební prvky, konstrukce a stanovení maximální spotřeby tepla na vytápění. Důvodem k zavedení přísnějších požadavků na energetickou náročnost budov vyvstalo v závislosti na ropných krizích a citelnému zdražení energie v západní Evropě 70. a 80. letech 20. století.

Poslední zpřísnění požadavků na energetickou náročnost budov na evropském kontinentě přichází na konci 20. respektive na počátku 21. století. Zpřísnění požadavků na stavební konstrukce a snaha o sjednocení koeficientů je toho zřejmým důkazem. Např. v České republice do října 2002 byly požadavky na výplně otvorů stanoveny pro součinitel prostupu tepla a na ostatní konstrukce pro tepelný odpor. Od listopadu 2002 došlo ke sjednocení a současné požadavky jsou udávány v jednotkách součinitele prostupu tepla. Přepočty z tepelných odporů na součinitel prostupu tepla provedeny s tehdy platnými součiniteli přestupu tepla (resp. Tepelný odpor při přestupu tepla).

**Tab. 1 Vývoj požadavků na součinitel prostupu tepla U**

Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Výstavba od června 1964	Výstavba od ledna 1979	Výstavba od května 1994	Výstavba od listopadu 2002	Nová výstavba a renovace po roce 2006
Otvorové výplně		3,70	2,90	1,80	1,70
Vnější stěna	1,467	0,894	0,461	0,380	0,380
Podlaha	1,369	1,091	1,034	0,600	0,450
Střecha	0,900	0,508	0,316	0,300	0,240

*Pozn.: Voleny srovnatelné konstrukce, např. je uvažována těžká vnější stěna, podlaha na terénu, plochá střecha, svislé vnější okno. Požadavky platí pro venkovní teplotu -15 °C.*



Tab. 2 Základní požadavky z hlediska potřeby tepla na vytápění podle českých předpisů

Kritérium	Od roku	Jednotky	Hodnoty
potřeba tepla na vytápění vztážená k objemu 200 m <sup>3</sup> (pro byty)	1979	MWh/a	9,3
potřeba tepla na vytápění vztážená k objemu 200 m <sup>3</sup> (pro byty)	1992	MWh/a	6,5
celková tepelná charakteristika budovy (ostatní budovy)	1994	W/(m <sup>3</sup> K)	$1,5 \cdot ((A/V) + 0,1) / (A/V) + 1,1)^*$
potřeba tepla na vytápění vztážená na jednotkový vytápěný objem $e_v$ nebo na jednotkovou vytápěnou plochu $e_A$ **	2001	kWh/(m <sup>3</sup> a) kWh/(m <sup>2</sup> a)	$20,64 + 26,03 \cdot (A/V)^{**}$ $0,32 \cdot (20,64 + 26,03 \cdot (A/V))^{**}$
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}^{***}$	2005	W/(m <sup>2</sup> K)	$0,30 + 0,15 / (A/V)^{***}$

\* v závislosti na kompaktnosti budovy (faktoru tvaru  $A/V$  dříve označovaném také jako geometrická charakteristika budovy)

\*\* podle vyhlášky č. 291/2001 Sb. pro větší budovy (spotřeba energie nad 700 GJ) financované ze soukromých prostředků, při použití veřejných prostředků pro všechny budovy

\*\*\* Podle ČSN 73 0540:2+Z1 (2005) závazné pro všechny nové a rekonstruované budovy. Hodnoty  $U_{em,N}$  platí pro  $A/V$  v rozmezí 0,2 - 1,0. Pro  $A/V$  nižší než 0,2 platí hodnota 1,05 W/(m<sup>2</sup>K) a pro  $A/V$  vyšší než 1,0 platí hodnota 0,45 W/(m<sup>2</sup>K). Nadále platí vyhláška č. 291/2001 Sb.

V roce 2005 byly zpracovány podklady pro implementaci Směrnice 91/2002/ES o energetické náročnosti budov do České legislativy. Na základě těchto podkladů došlo k vydání zákona č. 177/2006 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií.

S implementací směrnice 91/2002/ES o energetické náročnosti budov přichází rozšíření oblasti hodnocení spotřeby energie v budovách. Kromě požadavků na stavební konstrukce a vytápění budou podle nové metodiky hodnocení energetické náročnosti budov zohledněny i další oblasti spotřeby energie jako je chlazení, mechanické větrání, klimatizace, příprava teplé vody, osvětlení a pomocná energie. Tyto oblasti se nehodnotí každá odděleně, ale jedná se o hodnocení celku se zohledněním vlivů synergického efektu. Hodnotícím kritériem budovy je tedy její celková roční dodaná energie.

V roce 2006-7 došlo ke zpracování metodiky a vypracování a vydání nové vyhlášky č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov, která nahradila vyhlášku č. 291/2001 Sb., podle níž byla dosud hodnocena energetická náročnost vytápění.

Přístup a metodika hodnocení uvedená v nové vyhlášce se diametrálně liší od dosavadních postupů hodnocení energetické náročnosti budov. Hodnotí se celková náročnost budovy bilančním výpočtem za standardizovaného užívání budovy, ale i dílčí energetická náročnost v následujících oblastech spotřeby energie v budově:

- ⇒ vytápění – energetická náročnost výroby, distribuce a regulace energie na vytápění, tepelně-izolační vlastnosti obálky budovy;
- ⇒ mechanické větrání se zvlhčováním – energetická náročnost a regulace nuceného přívodu, odtahu, příp. zvlhčování vzduchu v budově;
- ⇒ chlazení – energetická náročnost přípravy chladu, distribuce a regulace chladu v budově;
- ⇒ příprava teplé vody – efektivnost systému ohřevu, distribuce a regulace výtoku teplé vody;
- ⇒ osvětlení – energetická náročnost a regulace systému osvětlení v budově.





Součástí hodnocení je návrh energeticky úsporných opatření pro snížení energetické náročnosti budov a pro nové budovy s celkovou podlahovou plochou nad 1000 m<sup>2</sup> musí být provedeno i technické, ekonomické a ekologické posouzení proveditelnosti alternativních systémů dodávky energie v budově, jako např. využití tepelných čerpadel, solární energie nebo kogeneračních jednotek.

Vypočtené hodnoty celkové roční dodané energie do budovy, resp. měrné roční spotřeby energie pak jsou porovnány s následující tabulkou z vyhlášky 148/2007 Sb. a zařazeny do tříd energetické náročnosti. Budova vyhoví požadavkům na energetickou náročnost pokud se zařadí nejhůře do třídy C.

**Tab. 3 Třídy energetické náročnosti různých druhů budov**

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
Rodinný dům	< 51	51 - 97	98 - 142	143 - 191	192 - 240	241 - 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 - 82	83 - 120	121 - 162	163 - 205	206 - 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 - 200	201 - 294	295 - 389	390 - 488	489 - 590	> 590
Administrativní	< 62	62 - 123	124 - 179	180 - 236	237 - 293	294 - 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 - 210	211 - 310	311 - 415	416 - 520	521 - 625	> 625
Vzdělávací zařízení	< 47	47 - 89	90 - 130	131 - 174	175 - 220	221 - 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 - 102	103 - 145	146 - 194	195 - 245	246 - 297	> 297
Obchodní	< 67	67 - 121	122-183	184 - 241	242 - 300	301 - 362	> 362

Z hlediska energetické náročnosti budov můžeme objekty (především obytné, případně administrativní) ještě rozdělit do obecně definovaných skupin.

**Tab. 4 Benchmarky energetické náročnosti různých typů budov**

Typ budovy	Vytápění	Celková spotřeba
	kWh/(m <sup>2</sup> .rok)	kWh/(m <sup>2</sup> .rok)
Pasivní	15	42
Nízkoenergetická	50	130
Běžná novostavba (průměr)	115	170
Starší budova (průměr)	221	280

Zdroj: STAVIEL, Srpen 2006



### 3 PŘÍPRAVA PODKLADŮ PRO DEFINOVÁNÍ CENY STAVEBNÍ ČÁSTI A ČÁSTI TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOV

#### 3.1 Přípravné práce

Příprava projektu byla zahájena na podzim roku 2007, zpracováním energetického konceptu budovy. Energetický koncept, stejně jako provozní schéma projektu byly následně zohledněny v architektonické studii.

Architektonická studie je u energeticky úsporných objektů nedílnou a potřebnou součástí projektové dokumentace ke stavebnímu povolení. Ve studii byla zohledněna rozhodnutí územního plánu a návaznost na okolní výstavbu, dále byly ve studii

Zpracování projektové dokumentace ke stavebnímu povolení nebyly zohledněny technologie konkrétních firem. Projektovou dokumentaci pro stavební povolení dochází k naplnění legislativních požadavků a podkladům pro stavební firmy, které na základě dokumentace doloží konkrétní cenovou nabídku potřebnou k realizaci projektu.

Při zpracování projektové dokumentace je nutné zohlednění potřeb jednotlivých profesí. Tzn. tloušky jednotlivých konstrukcí musí umožňovat rozvody vody, plynu, kanalizace, elektrické energie atd.

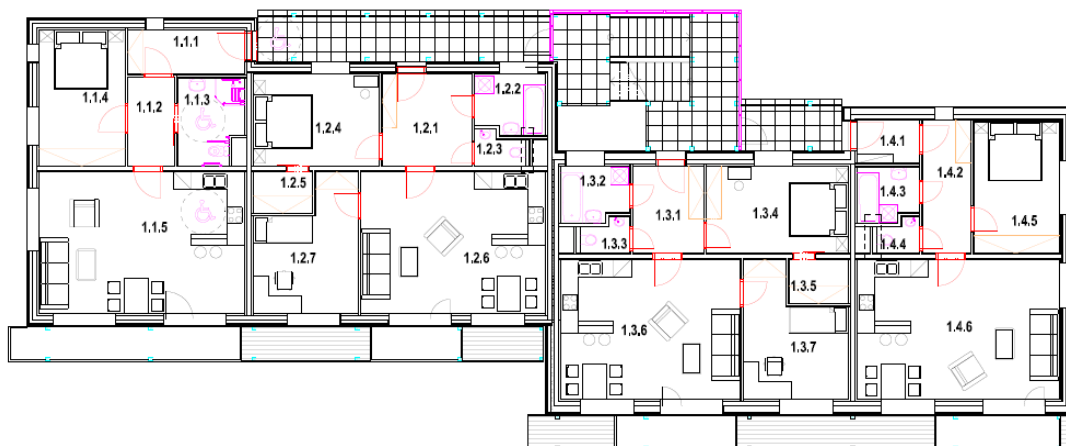
#### 3.2 Stavební část

##### 3.2.1 Koncepce

Budova je rozdělena na dvě části. Nepodsklepená část je navržena s cílem dosažení nízkoenergetického standardu a druhá s polosuterénem s cílem dosažení pasivního standardu. Přístup do jednotlivých bytů je ve všech nadzemních podlažích zajištěn z otevřených pavlačí, které jsou přístupné ze společného centrálního schodiště. V přízemí nepodsklepené (nízkoenergetické) části je uvažováno s bezbariérovými byty. Střeška bytového domu je dvouplášťová. Na střeše jsou umístěny solární kolektory a technické zázemí objektu.

Architektonická studie byla uvažováno s otevřeným schodištěm, avšak při zvážení všech argumentů (bezpečnosti, komfortu, údržbě, životnosti), došlo při zpracování podkladů pro stavební povolení k uzavření prostoru schodiště, lehkým obvodovým pláštěm. Provětrání a prosvětlení schodiště je zajištěno otvorovými výplněmi a světlíkem.

Obrázek 1: Půdorys přízemí – 1.NP





Nosný systém je obousměrný dřevěný lehký skelet. Dispozičně jsou stěny umístěny uvnitř objektu tak, aby byla využita jejich prostorová tuhost. Dřevěné stěny jsou tvořeny pravidelným rastrem svislých dřevěných trámů zaklopených sádrovláknitými deskami – ty zajišťují kromě statických hledisek, také hlediska požární. Prostor mezi svislými trámy je vyplněn izolační kamennou vlnou.

### **3.2.2 Tepelně technické parametry ochlazovaných konstrukcí**

#### **Podlaha**

U zděné výstavby byla použita klasická skladba lehké plovoucí podlahy uložená na železobetonové základové desce u nepodsklepené části, u podsklepené části na keramickém stropu.

Nízkoenergetická část objektu je nepodsklepená. Skladba nejnižší podlahy respektuje zvolený standard a na tepelné izolaci je navržena těžká plovoucí podlaha. Izolace proti radonu a zemní vlhkosti je pod skladbou podlahy lepená na podkladní beton vyztužený sítěmi Sz-KARI v celé ploše.

Pasivní část objektu je podsklepena, přičemž polo-suterén je nevytápěný prostor, skladba podlahy tedy odpovídá těmto požadavkům. Deska nad hydroizolací bude vyztužena vázanou výztuží, po obvodě s návaznou do stěn.

#### **Obvodový plášť**

V rámci studie byly varianty přípravy projektu dřevostavby doplněny o variantu klasickou, zděnou s dílců POROTHERM 44 P+D Si. Důvodem pro zařazení této konstrukce do studie jsou historické vazby na zděnou výstavbu, tloušťka stěny a tepelně technické parametry, které při dodržení technologického postupu stanoveného výrobcem odpovídají doporučeným normovým hodnotám ČSN 73 0540:2, z dubna roku 2007. Varianta zděné konstrukce je jednoplášťová.

Dřevostavba má dvouplášťovou konstrukci s provětrávanou vzduchovou mezerou. Vnitřní obvodový plášť je tvoří lehká sendvičová konstrukce. Tepelně technické parametry obvodových konstrukcí byly navrženy tak, aby bylo dosaženo požadovaného rozdílného (nízkoenergetického a pasivního) standardu obou částí bytového domu.

#### **Střecha**

Tepelně technické parametry střešního pláště byly navrženy tak, aby zděná stavba postavená klasickou technologií, splňovala doporučené hodnoty 73 0540:2, z dubna roku 2007.

U připravovaného projektu dřevostavby je střešní plášť obou částí navržen jako odvětrávaný dvouplášťový, s extenzivní zelení. Tepelně technické parametry jsou navrženy s ohledem na splnění požadavků nízkoenergetického a pasivního standardu.

#### **Otvorové výplně**

U klasické výstavby byly navrženy běžně (s ohledem na snížení provozních nákladů) používané otvorové výplně při současné výstavbě, tzn. plastová pětikomorová okna.

Do projektu dřevostavby byly navrženy otvorové výplně s nadstandardními tepelně technickými vlastnostmi, v závislosti na dosažení energetického standardu. Okenní rámy jsou s ohledem na splnění ekologických hledisek stavby, z pohledu celoživotního cyklu, dřevěné.



### Navržené hodnoty

Součinitele prostupu tepla, tloušťku izolantů zajišťující odpovídající tepelně technické parametry jsou uvedeny v příloze č. 1.

#### 3.2.3 Požární bezpečnost

Konkrétní projekt (dřevostavba) podléhá mnoha požadavkům na splnění požární bezpečnosti. Při posouzení těchto parametrů byly zohledněny požadavky následujících technických norem:

- ⇒ ČSN 73 0802. Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty. ČNI 2000
- ⇒ ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb. Budovy pro bydlení a ubytování ČNI 1996+ Z1 2000
- ⇒ ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb. Společná ustanovení. ČNI 2005
- ⇒ ČSN 73 0821 ed. 2 Požární bezpečnost staveb. Požární odolnost stavebních konstrukcí. ČNI 2007
- ⇒ Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb

Z těchto technických předpisů vplynuly dílčí požadavky na požární bezpečnosti nosných konstrukcí, požárních úseků a únikových zón – viz příloha č. 7.

Na základě požadavků požární bezpečnosti bylo přistoupeno ke statickému návrhu prvků nosné konstrukce, které byly zohledněny ve výpočtu svázané energie.

### 3.3 Technické zařízení budov

U pilotního projektu jsou na střeše umístěny teplovodní solární kolektory o celkové ploše 52 m<sup>2</sup>, zajišťující ohřev teplé vody (úspora energie pro ohřev TV odpovídá 72%) a přehřev media vytápění v přechodném období. Na střeše jsou dále instalovány fotovoltaické panely o celkové ploše 41 m<sup>2</sup> (tzn. přibližně 9,2 kW<sub>p</sub>).

Nad posledním podlažím nepodsklepené části objektu je umístěna technická místnost (kotelna), kde jsou navrženy akumulční nádoby na ohřev topné a teplé vody. Při projektu pro stavební povolení byly navrženy dvě akumulční nádoby s objemem 1 000 l.

Umístění kotelny na střechu bylo zvoleno z důvodů minimalizace tepelných ztrát rozvody solární soustavy a snížení nákladů na stavbu odtahu spalin z plynových kotlů.

Předpokládaný systém vytápění a ohřevu teplé vody u referenční budovy zohledňuje místní podmínky, tzn. plynový kotel pro každý byt, bez využití obnovitelných zdrojů energie.

#### 3.3.1 Varianty větrání, vytápění a ohřev teplé vody

Při přípravě projektu došlo k návrhu a zhodnocení několika variant způsobu vytápění energeticky úsporného objektu. Výpočet tepelných ztrát je uveden v příloze č.2 a návrh zdroje vytápění je uveden v příloze č.3. Schémata zohledněných variant jsou uvedeny v příloze 4.

V následujícím textu jsou uvedeny varianty s uvedením pozitiv a negativ jednotlivých návrhů při řešení pilotního projektu.



## **A) Vytápění a ohřev teplé vody**

### **A.1) Zdroj – elektrická energie**

#### ***A.1.a) Přímotopné vytápění***

- ⇒ Vytápění lokálními elektrickými topidly.
- ⇒ Vytápění elektrickými fóliemi (podlahové), v kombinaci s elektrickými topidly v koupelnách či místnostech s nedostatečně velkou volnou plochou.
- ⇒ Podlahové vytápění v přímotopném režimu s pokládkou přímo pod podlahovou krytinu přepokládá použití fólií pod plovoucí podlahy a rohoží pod dlažbu v koupelnách.

#### **Pozitiva:**

Vytápění lokálními elektrickými topidly je investičně nejlevnější varianta. Tento způsob vytápění se vyznačuje dobrou individuální regulovatelností, rychlou reakcí na regulační zásah.

#### **Negativa:**

Není využíváno energeticky obnovitelných zdrojů. Vyšší požadavky na elektroinstalaci a vyšší hodnota příkonu pro každou bytovou jednotku.

U podlahového vytápění je nutná znalost dispozic z hlediska nábytkových částí se soklem. Pod zařizovací předměty a další vybavení bytu, které brání odvodu tepla z povrchu podlahy se podlahové topné prvky neinstalují. Dispozice daná projektovou dokumentací pak musí být uživateli bytových jednotek dodržena.

#### ***A.1.b) Ohřev teplé vody***

- ⇒ Teplá voda může být připravována lokálně nebo centrálně. Při lokální přípravě teplé vody musí být elektrický zásobníkový ohříváč v každé z bytových jednotek, eventuálně je možná kombinace s průtokovým ohříváčem pro kuchyni.
- ⇒ Při centrální přípravě teplé vody lze v kombinaci s lokálním vytápěním bytových jednotek využít solární systém s kolektorovou plochou na střeše objektu a solárními zásobníky a elektrickým dohřevem.

### **A.2) Zdroj – zemní plyn**

Teoreticky jsou možné dva způsoby vytápění a přípravy teplé vody. První variantou je umístění zdrojů – plynových spotřebičů (kotlů) přímo v bytových jednotkách a provedení etážové soustavy vytápění v každém bytě. Druhou je provedení centrální kotelny nebo místnosti s plynovými spotřebiči (dle instalovaného příkonu zdrojů). V obou případech je přepokládáno použití kotlů kondenzačních.

Při provedení určitých úprav lze dále navržené systémy realizovat i s jinými zdroji tepla, např. s využitím pevných paliv nebo tepelného čerpadla vzduch-voda. Vzhledem k místním podmínkám se jeví nejvýhodněji zemní plyn, pro který jsou zpracovány další varianty.

#### ***A.2.a) Plynové spotřebiče v bytových jednotkách***

- ⇒ Umístění plynových spotřebičů (kotlů) přímo v bytových jednotkách by bylo podmíněno v daném typu stavby použitím uzavřených spotřebičů typu „C“ a výstavbou společných komínů se soustředným uspořádáním odvodů spalin a přívodů vzduchu. Kondenzační kotle s ohledem na nízké tepelné ztráty bytových jednotek a potřebu přípravy teplé vody jsou ve výkonové řadě s modulací výkonu cca 1 až 10 kW, pro přednostní



přípravu teplé vody v provedení pro napojení s nepřímotopného zásobníkového ohříváče objemu 120 l.

Pozitiva:

Individuální řízení provozu uživateli bytových jednotek, rozúčtování podle spotřeby zemního plynu.

Negativa:

Dispoziční nároky pro vedení komínových těles, dispoziční nároky pro umístění nástěnného kotle a stacionárního zásobníku teplé vody.

Požadavek řešení umístění plynoměrů jednotlivých odběratelů zemního plynu, vedení plynovodu v rámci celého objektu.

Nevhodná varianta pro kombinaci s nucenými větracími systémy v pasivní části objektu.

**A.2.b) Centrální plynová kondenzační kotelna**

⇒ Centrální plynová kotelna v provedení kaskády závěsných výkonově modulovaných plynových kotlů s umístěním v nástřešním prostoru nevyžaduje výstavbu komínového tělesa v rámci celého objektu. Odvod spalin je možno řešit odkouřením od každého zdroje nebo sdružené kouřové cesty, vždy s vyústěním nad střechem.

**A.2.c) Centrální kondenzační plynová kotelna a decentrální příprava teplé vody**

⇒ Centrální kondenzační plynová kotelna umožňuje v částech objektu decentrální přípravu teplé vody pro každou z bytových jednotek a to pomocí bytových stanic. Vzhledem k nízkoteplotnímu provozu je vhodné využití stanic se zásobníkem teplé vody. Etážové otopné soustavy za bytovou stanicí mohou být s otopnými tělesy nebo systémem podlahového vytápění. Bytové stanice umožní individuální měření spotřeby tepla pro vytápění i přípravu teplé vody.

Pozitiva:

Zjednodušení rozvodů vnitřního vodovodu, neboť odpadá cirkulace teplé vody.

Negativa:

Systém bytových stanic neumožní využití solárního systému pro přípravu teplé vody.

**A.2.d) Centrální kondenzační plynová kotelna a centrální příprava teplé vody**

⇒ Centrální příprava teplé vody v místě nástřešní kotelny umožní využití solárního systému k předehřevu a ohřevu teplé vody pro obě části objektu. Dohřev teplé vody v zimním období a tepelnou desinfekci zásobníků zajistí plynový kotel přednostním způsobem. V každé z bytových jednotek může být umístěn uzel s kalorimetrickým měřením spotřebované tepelné energie a musí být vodoměry na systému vnitřního vodovodu.

Pozitiva:

Energetické úspory v důsledku využití OZE při přípravě teplé vody.

Negativa:

Nutnost cirkulace teplé vody v rámci objektu. Vyšší statické zatížení objektu.



### **A.2.e) Centrální kondenzační plynová kotelna a teplovzdušné vytápění**

- ⇒ Centrální plynová kotelna zajistí topnou vodu pro VZT jednotky a centrální přípravu teplé vody. V jednotlivých bytech budou umístěny VZT jednotky pro větrání a teplovzdušné vytápění. V každé jednotce bude kromě vzduchových filtrů, ventilátorů, směšovací komory a deskového výměníku teplovodní ohříváč. Tím je umožněn každé bytové jednotce individuální provozní režim, nastavení teplot i intenzita větrání. Distribuce přiváděného vzduchu je vhodná zespoda nahoru, tj. přívod vzduchu pod okny obytných místností, odvod z hygienického zázemí, odvod cirkulačního vzduchu z vnitřní chodby bytu. Pro snížení energetické náročnosti je dále možné instalovat zemní výměník tepla, který by byl společný pro jednu sekci domu a zajistil napojení bytových jednotek na předehřátý venkovní vzduch (v létě předchlazený) z tohoto výměníku. Potrubí pro sání venkovního a výfuk odpadního vzduchu může být společné pro byty umístěné nad sebou a vhodně umístěno v instalační šachtě.

## **B) Větrání**

### **B.1) Přirozené větrání**

- ⇒ V zásadě je přirozené větrání bytových prostorů vždy kombinací přirozeného větrání obytných místností a podtlakového větrání nuceným odvodem vzduchu z místností hygienického zázemí bytu a kuchyně. Obytné místnosti musí tedy být vybaveny dostatečně otevíratelnými okenními otvory s vhodnou regulací průtoku vzduchu možností aretace okenního křídla v pootevřené poloze (ventilační křídlo), nebo tzv. 4. polohy. Pro zajištění potřebné kvality vnitřního vzduchu bez ohledu na chování uživatele jsou vhodná okna s vestavěnou mikroventilací, zejména s ohledem na otevřené plynové spotřebiče.
- ⇒ V kuchyni je nutné instalovat odsávač par, vhodně s odvodem vzduchu do venkovního prostoru, aby byla zajištěna alespoň minimální výměna vzduchu nutná k odvodu vodní páry a plyných škodlivin, zejména při použití plynového sporáku.
- ⇒ V každé koupelně a WC nutno umístit malé radiální nebo axiální ventilátory zaústěné do společného výtlačného potrubí odpadního vzduchu vyústěného nad střechní budovy. Ovládání ventilátorů je vhodné kromě spínání tlačítkem zajistit také hygrostatem pro odvod nadbytečné vodní páry.
- ⇒ Přívod vzduchu je také možné uvažovat s regulovatelnými štěrbinami nad okny nebo v oknech ovládanými ručně nebo servomotorem dle koncentrace CO<sub>2</sub>.

#### **Pozitiva:**

Jednoduché řešení z hlediska stavebních úprav, nízké pořizovací náklady.

#### **Negativa:**

Neřízený průtok vzduchu, vysoká spotřeba energie, nízký komfort z hlediska rizika průvanu a rozložení teploty a koncentrací.

### **B.2) Nucené větrání**

Systém nuceného rovnotlakého větrání přináší výrazné energetické úspory snížením spotřeby tepla pro ohřev vzduchu. Jeho použití v nízkoenergetických nebo přímo pasivních domech je proto žádoucí. Systém nuceného rovnotlakého větrání přichází v úvahu v těchto variantách:

#### **B.2.a) Nucené větrání ústřední**

- ⇒ V tomto případě je pro celý objekt, v tomto případě spíše pro jeho polovinu (NED nebo PD) instalováno jedno vzduchotechnické zařízení se společnou VZT jednotkou obsluhující 6 bytů současně. VZT jednotka může být ve venkovním provedení a



umístěna na střeše objektu, její skladba je dána účelem: vzduchové filtry, ventilátory, deskový výměník pro recyklaci tepla, ohřívač, příp. bez ohřevu, zejména v závislosti na řešení otopné soustavy. V systému ústředního vytápění je vhodné doplnit ohřívač, pokud není společný zdroj tepla, je možné provozovat zařízení s jednoduchou tepelnou úpravou vzduchu předehřevem odpadním vzduchem. V instalačních šachtách lze umístit potrubí pro přívod a odvod vzduchu, přívod vzduchu realizovat do obytných místností, odvod vzduchu z koupelen a WC. V kuchyních má být instalovány cirkulační digestoře a samostatný odvod vzduchu.

Pozitiva:

Výhodné řešení z hlediska kvality vzduchu a úspory energie.

Negativa:

Vyšší pořizovací náklady, nutnost společného provozního režimu.

**B.2.b) Nucené větrání decentrální**

⇒ V tomto případě jsou jednotlivé byty obsluhované samostatnými VZT zařízeními. V každém bytě by tak byla umístěna jedna větrací jednotka s filtry, ventilátory a deskovým výměníkem ZZT. Moderní větrací jednotky jsou prostorově nenáročné a umožňují i umístění v rámci kuchyňské linky, včetně zajištění odvodu odpadního vzduchu z kuchyňského odsávače par obtokem rekuperátoru. Rozvod vzduchu v bytě by byl realizován podle stejných zásad jako v příp. B.2.a. Vhodnou alternativou jsou rovněž VZT jednotky s entalpickým výměníkem pro přenos vodní páry z odpadního do přiváděného vzduchu.

Pozitiva:

Výhodné řešení z hlediska kvality vzduchu a úspory energie.

Negativa:

Vyšší pořizovací náklady, prostorové nároky.

**3.3.2 Zemní plyn v dřevostavbách**

Varianty, kde je zdrojem tepelné energie elektřina nemusí být dále posuzovány. U pilotního projektu je však jednou z posuzovaných variant zdrojem zemní plyn. Tzn., že při projektu rozvodů zemního plynu musí být zohledněny specifika rozdílného chování dřevostavby oproti klasické výstavbě.

Dřevostavba, díky materiálovým vlastnostem, je stavbou s postupným dotvarováním a s probíhajícími více či méně, cyklickými tvarovými změnami. Tyto vlastnosti mohou do pevných rozvodů potrubí zemního plynu vnášet nežádoucí statické napětí, zvyšující riziko porušení potrubí.

Nosnou konstrukcí dřevostavby jsou hořlavé materiály, což při lokálním požáru může způsobit destrukci části stavby a nosných prvků rozvodů.

Bytová dřevostavba s důrazem na šetření energií může mít množství uzavřených, nevětraných místností, jimiž není možno plynovou instalaci vést a nebo v těchto místnostech není možné umístit otevřené plynové spotřebiče skupin A a B.

Z výše uvedených důvodů je třeba zajistit, aby:

⇒ Plynová instalace byla flexibilní a akceptovala možné prostorové změny konstrukce domu.





- ⇒ Z požárního hlediska byla provedena a umístěna tak, aby nepodporovala průběh případného požáru.
- ⇒ Z pohledu nízké spotřeby energie, minimalizace tepelných ztrát větrání a tepelné pohody interiéru, nebyly plynovody umístěny v místnostech, kde musí z hygienického hlediska docházet k požadované výměně vzduchu. Ve většině místností je tento požadavek stanoven na 0,5 násobku objemu místnosti. V místnostech s otevřeným plynovým spotřebičem je požadavek stanoven na 1 násobek až 1,6 násobek výměny vzduchu. Z tohoto důvodu není u energeticky úsporných staveb vhodná instalace např. plynových sporáků.

Ke splnění uvedených požadavků je vhodné umístění plynové instalace vně objektu, nejlépe s uchycením na konstrukci s vysokou požární odolností. Plynová instalace základních větví je doporučena z trub ocelových spojených svary, s zvýrazněnými místy vyložení tak, aby pohyby potrubí mohly bezpečně podléhat tvarovým změnám. Sama nižší energetická náročnost dřevostavby umožňuje přepravu menších objemů plynu a tak i použití trub s menšími průměry, tím i možnou větší pružností při daných délkových rozměrech.

Vedení plynu nesmí být v dutých prostorech, proto je doporučeno uložení na povrchu konstrukcí. Prostupy konstrukcemi musí být v ochranných trubkách a při prostupu do jiného požárního úseku musí být opatřeny protipožárními úpravami, např. samopěnicími těsnicími hmotami a pod., provedenými pro trubní rozvody.

Není vhodné ani umístění HUP (hlavních uzávěrů), plynoměrů a regulátorů v dřevostavbě. Umístění HUP v pilířku, přístěnku nebo v samostatné skříni vně objektu je vhodným a bezpečným řešením.

Případné narušení celistvosti plynové instalace destrukcí objektu nebo jeho části požárem, nesmí podpořit požár uvnitř objektu unikajícím plynem. Vhodným řešením na úrovni nutné bezpečnosti je umístění bezpečnostního automatického uzávěru na přívod plynu. Bezpečnostní uzávěr umístit mimo objekt nejlépe do místa kde je HUP nebo jako součást HUP.

Plynovody z elektricky vodivých materiálů musí být pospojovány s ostatními el. vodivými konstrukcemi a vedení po fasádě nebo po střeše musí být pospojováno s ochrannoubleskosvodnou soustavou budovy.

Vedení po fasádě je vhodné umístit do architektonického členění fasády. Uložení např. ve fasádním kanálku musí splňovat odstupové vzdálenosti od stěn a nesmí být uzavřeny. Po celé délce musí být větrané a opatřeny odnímatelným obkladem.

Protikoroziční úprava potrubí se řeší nátěrem dle požadavků TPG 704 01 nebo s certifikovanou povlakovou izolací.



## 4 VYHODNOCENÍ VLIVU ŘEŠENÍ NA SPOTŘEBU SVÁZANÉ ENERGIE

### 4.1 Teorie – důvody k hodnocení svázané energie

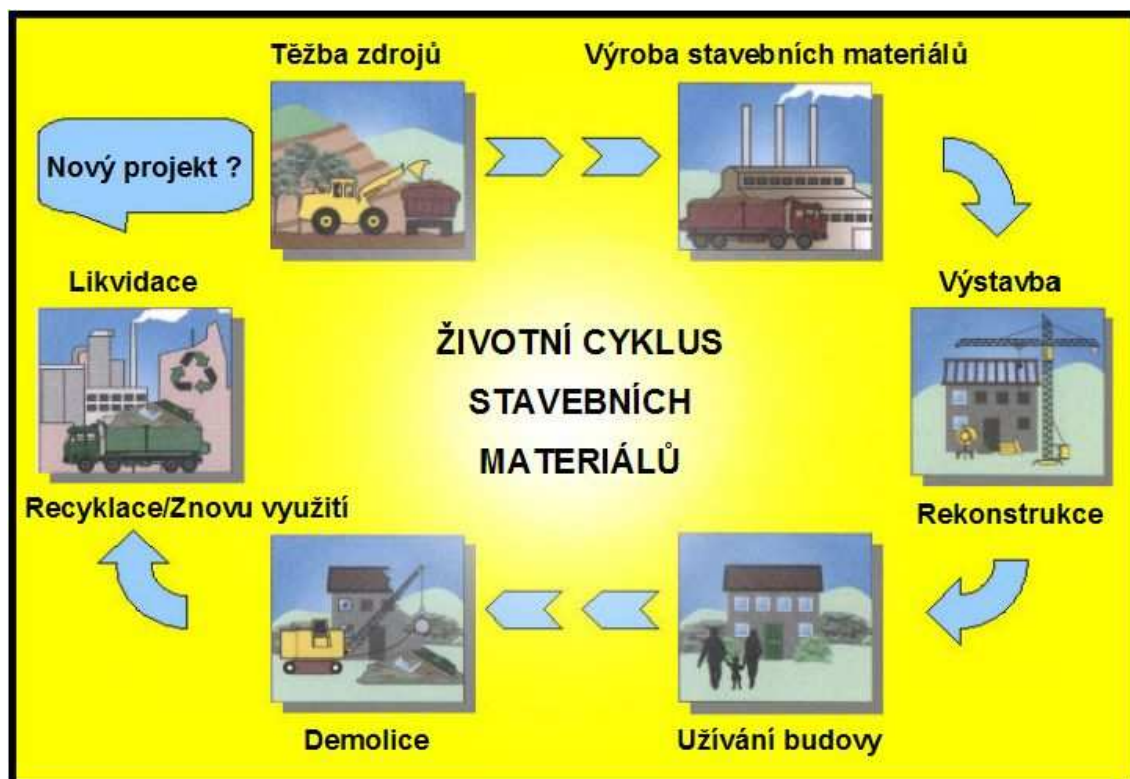
Stavební průmysl a jeho produkty jsou hlavním konzumentem surovinových a energetických zdrojů a nepřímo patří mezi významné znečišťovatele životního prostředí. Odborné odhady hovoří o tom, že v rámci EU spotřebovává stavebnictví přibližně 40 % z celkové konečné spotřeby energie, tzn. produkuje více než 30 % emisí CO<sub>2</sub> a přibližně 40 % veškerých odpadů.

Připravovaný projekt od samého začátku zohledňuje proces životního cyklu budovy (Obrázek 2:) a vliv svázané (někdy také „šedé“) energie při výstavbě. Důvodem je skutečnost, že snižování energetické náročnosti staveb bylo dosud spojováno především se snížením potřeby energie spojené s provozními zařízeními v budovách (tzn. vytápění, ohřev teplé vody, chlazení, klimatizace, osvětlení, větrání – viz požadavky vyhl. č. 148/2007 Sb. – o energetické náročnosti budov). Pilotní projekt by však měl ukázat na další vhodné ukazatele.

Vhodným ukazatelem energetické náročnosti z hlediska životního cyklu patří výše spotřeby svázané energie pocházející z neobnovitelných zdrojů potřebné pro výstavbu budovy, podíl použitých přírodních materiálů, podíl recyklovaných materiálů a podíl recyklovatelných materiálů po dožití budovy nebo jejich částí atd.

Dodržení plného rozsahu principů udržitelné výstavby vede ke zohlednění veškeré energie zabudované ve stavebních konstrukcích. Tzn. energie, která je spojena s výrobou stavebních materiálů, jejich dopravou na staveniště a uložením v konstrukcích, popř. s energetickými nároky spojenými s jejich demolicí, recyklací nebo skládkováním.

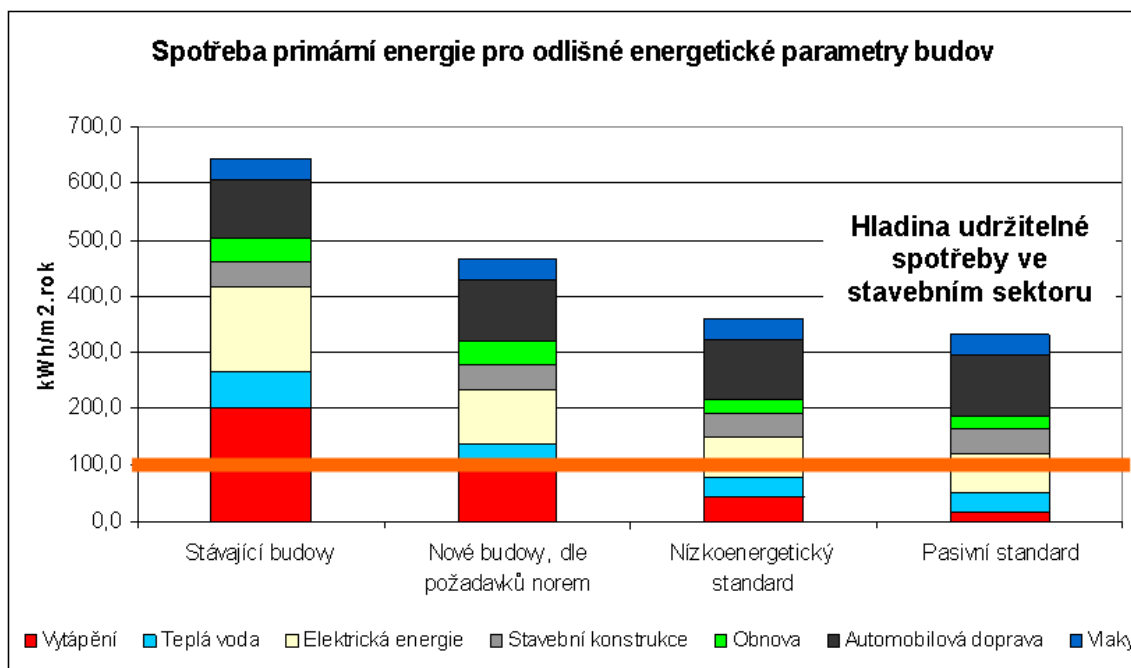
Obrázek 2: Výstavba z pohledu udržitelné výstavby





Důvod k zanesení této kapitoly do studie, vyplývá z následujícího grafu (Obrázek 3:) a tabulky (Tab. 5). V oblasti globálních energetických úspor je při minimalizaci provozní energetické náročnosti stále více zohledňovat také energetickou náčnost na výrobu a dopravu materiálů.

**Obrázek 3: Primární spotřeba energie kWh/m<sup>2</sup> a rok (vyhodnocení vlivu budov ve Švýcarsku – EMPA)**



Zdroj: Mark Zimmermann – EMPA, Švýcarsko (CEEM – CH)

V případě stávajících budov činí spotřeba svázané energie od 20 – 35 % energetické spotřeby z hlediska životního cyklu. U budov postavených v pasivním standardu je tento podíl téměř opačný a to 60 – 70%.

**Tab. 5 Podíl provozní a svázané energie během životního cyklu budov**

Standard/podíl spotřeby	Stávající	Nové*	Nízkoenergetický	Pasivní
Provozní energie	68%	55%	45%	39%
Svázaná energie	32%	45%	55%	61%

\*Budovy postavené podle platných předpisů po roce 2002

#### 4.2 Hodnocení spotřeby svázané energie

Hodnocení spotřeby svázané energie vychází z projektové dokumentace připravené pro stavební povolení projektu dřevostavby. Třetí variantou je zděný objekt technických parametrů popsanych v kapitole 3.2

Dosažené výsledky jsou přílohou č. 6.



## 5 VYHODNOCENÍ VLIVU ŘEŠENÍ NA SPOTŘEBU PROVOZNÍ ENERGIE A ÚSPORY CO<sub>2</sub>

Výpočet energetické náročnosti byl proveden s ohledem na platnou legislativu České republiky, vybranou klimatickou oblast a standardizované užívání budovy. S ohledem na poměrně časté a v dnešní době již dobře známé výpočty není nutné podrobně popisovat postupy uvedené v technických předpisech.

Technické předpisy použité při výpočtu:

- ⇒ ČSN 73 0540:2 – Tepelná ochrana budov;
- ⇒ ČSN EN ISO 13788 - Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků;
- ⇒ ČSN EN ISO 6946 - tavební prvky a stavební konstrukce;
- ⇒ ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu.

K výpočtu byl použit softwarový nástroj pro stavební fyziku a technické zařízení budov - TEPLO 2007, ZTRÁTY 2007. Při výpočtu bylo vycházeno z vnitřních půdorysných a výškových rozměrů místností.

Okrajové podmínky výpočtu teplených ztrát a potřebného výkonu tepelné soustavy:

- ⇒ Venkovní výpočtová teplota  $-15^{\circ}\text{C}$
- ⇒  $n_{50} = 4,5 \text{ h}^{-1} \text{ NED}$
- ⇒  $n_{50} = 1 \text{ h}^{-1} \text{ PD}$

### Způsob vytápění a větrání:

#### Referenční a nízkoenergetická část

Teplovodní otopná soustava a přirozené větrání

#### Pasivní část

**Varianta I** – Teplovodní otopná soustava a nucené větrání. Výměna vzduchu stanovena dle normově požadované minimální intenzity výměny vzduchu  $n$ .

**Varianta II** – Teplovzdušné vytápění a větrání, doplňkové otopné těleso v koupelně. Výměna vzduchu (vnitřní za venkovní) stanovena dle počtu uživatelů bytů.

Pro porovnání dosažených energetických standardů s referenční (zděnou) budovou byl proveden obálkovou metodou podle ČSN 73 0540:2, z dubna 2007.

Dosažené výsledky jsou uvedeny v příloze č. 2 a č. 3.



## 6 DEFINOVÁNÍ MOŽNOSTÍ A BARIÉR PRO JEDNOTLIVÉ STANDARDY

Nestandardní řešení se téměř vždy potýkají s nedůvěrou cílenou na úspěšnost realizace řešení. Stavební metody a postupy jsou historicky zakořeněny a zformovány do rutinních postupů, které se uplatňují na místním trhu.

### 6.1 Administrativní – úřady, realizační firmy

**Na úřadech** - Netradiční přístup k výstavbě je třeba osvětlit úředním osobám, ať již ze zájmu nebo antipatie k nestandardnímu řešení. To samozřejmě prodlouží dobu řízení.

**Při jednání s realizačními firmami** – V České republice v současné době nestojí několika podlažní pasivní bytový dům. Stavební a realizační firmy, přizpůsobené podmínkám na současném trhu s nemovitostmi nemají dostatečně ustálené pracovní týmy. Z toho vyplývá potřeba objasňování a časová náročnost při koordinaci řešení.

### 6.2 Technické

Technické bariéry se týkají proveditelnosti projektové dokumentace a díla jako takového. V současnosti je na území České republiky pouze několik málo společností, které dokáží garantovat kvalitu a zpracování díla. Při oslovení stavebních firem pouhých 10 % firem zareagovalo na poptávku pozitivně. Z tohoto procenta však velmi malé množství firem dokázalo nabídnout komplexní služby, které zajistí odpovídající integraci systémů technického zařízení do konstrukce. Největší obavy byly připisovány náročnosti a následné garanci za realizaci díla. Bariérami je v době stavebního „boomu“ časová náročnost přípravy a investiční náklady s ní spojené.

Pokud hovoříme o technických bariérách je třeba zmínit i marketingové tahy jednotlivých firem a nabídky řešení, které odpovídají zaběhnutým praktikám a možnostem těchto společností.

V tržních podmínkách netradiční řešení, svádí ke snaze aplikovat nové technologie zastaralým způsobem. Při definování bariér není primární snaha nalézt na konkrétní návrh nejlepší řešení, ale nahradit netradiční přístup klasickým řešením. Využitím lépe prodejné (levnější) technologie a stavebních prvků.

Příkladem budiš otvorové výplně. V každodenní realitě jsou v současnosti na trhu nabízeny dřevěné rámy tl. 68 mm, které nevyhovují současným požadavkům ČSN 73 0540:2; dubna 2007. Dřevěná okna jsou cenově investičně náročnější nežli okna plastová. Proto jsou právě rámy tl. 68 mm nabízeny nejčastěji jako vhodné řešení a to i pro trojitě zaklení, kde kromě tepelně technických vlastností musí dojít ke zhodnocení únosnosti profilu.

### 6.3 Široká veřejnost

V případě prodeje bytů postavených klasickou technologií, je pro kupujícího podstatným aspektem lokalita, velikost bytu (popř. jeho dispozice) a konečná cena, kterou zájemce zaplatí.

V případě nestandardního provedení výstavby a ne zcela standardního názvu je bariérou projektu, vyšší časová náročnost jednání s klienty. Osvětová činnost v oblasti energetických standardů a využití dřeva jako základního stavebního materiálu.



Nejčastěji kladené otázky:

⇒ Jaký je rozdíl v provozním užívání bytů pasivního standardu a bytů nízkoenergetického standardu?

Mezi širokou veřejností není dostatek nezávislých informací, které nabízí vysvětlení pojmu nízkoenergetický a pasivní standard. A to ani z hlediska spotřeby energie, ani z hlediska provozního.

⇒ Zajišťuje tato konstrukce dostatečně odhlučnění jednotlivých bytů?

Na území České republiky nejsou dřevostavby běžné ani v oblasti výstavby rodinných domů. O to více mezi širokou veřejností kolují informace o přenosu kročejové neprostupnosti (hluku způsobeného pohybem např. ve vyšším podlaží).

⇒ Jaká je akumulace tepla do stavebních konstrukcí?

Akumulace tepla známá ze zděných staveb je předmětem dalších častých otázek klientů. Tento fenomén ve společnosti přetrvává i přes to, že způsob vytápění, regulace a užívání je od běžné stavby odlišný.

⇒ Jaká je požární bezpečnost v dřevostavbách?

Často kladenou otázkou je požární bezpečnost. Absence dřevěných bytových a rodinných domů, a zkušenosti generací vyrůstajících v meziválečném a poválečném období 20. století je mezi širokou veřejností zakořeněna.

⇒ Vyšší investice a doba její návratnosti?

Lidé dobře chápou, že cena energie s největší pravděpodobností klesat nebude. Nicméně investice, které mají vydat na výstavbu energeticky úsporného bytu často zvažují a často se přiklánějí k nižší pořizovací ceně. Důvodem jsou možnosti čerpání hypoték či úvěrů pro nižší, středně příjmové vrstvy obyvatelstva.

## 6.4 Financování

V počáteční fázi projektu byly osloveny 3 developerské společnosti, které by projekt zašítily a připravily pro úspěšnou realizaci.

Projekt byl dvěmi společnostmi označen jako vysoce rizikový a v dané lokalitě neprodejný. Důvodem byly specifické požadavky na provozní energetickou náročnosti. Třetí společnost byla z tendru vyřazena s ohledem na znehodnocení projektu dodávkou stavebních materiálů a technologií, které jsou používány u běžné výstavby.

Většina energeticky úsporných projektů budov končí či je degradována právě z důvodů výše investičních nákladů na výstavbu a minimalizaci zisku developerským či stavebním společností.

Z tohoto důvodu byl v době zpracování studie finanční model nastaven s ohledem na průběžné a splátkové financování konečnými uživateli.



Na oslovených potencionálních zájemcích se v době zpracování tohoto materiálu promítla obava z finanční krize, snžování poskytování hypoték a úvěrů bank.

#### **6.4.1 Výhody**

- ⇒ Jedna půjčka u bankovního domu a to konečným uživatelem;
- ⇒ financování s minimálním vkladem vlastních investic;
- ⇒ plynulý tok investic.

#### **6.4.2 Nevýhody**

- ⇒ Nutnost prodeje bytů minimálně ze 75 %, před započítáním projektu;
- ⇒ vyšší riziko nesolventnosti dílčích investorů během výstavby a nutná záloha financování projektu;
- ⇒ snaha konečných vlastníků vyšší měrou zasahovat do požadavků projektu – podobné problémy jako u družstevní výstavby;
- ⇒ možnost ovlivnění lidí současnou situací na finančních trzích.



## 7 EKONOMICKÁ ANALÝZA

Obsahuje porovnání investičních nákladů do jednotlivých variant – energetické náročnosti a návratnost těchto nákladů v závislosti na dosaženém energetickém standardu.

Cena investic je rozdělena na fázi přípravy, stavební část a technologii. Cenové položky jsou zaokrouhleny na 500 Kč/m<sup>2</sup>.

Při zpracování ekonomické analýzy byly dosazeny základní vstupní údaje na jedné straně příjmové položky (v podobě úspory za energie) a na druhé straně výdajové položky (v podobě více nákladů).

**Vstupní údaje** pro ekonomickou analýzu byla získávána takto :

- ⇒ Výše nákladů na úsporná opatření plynoucího z odborného odhadu na základě běžné ceny u zděné varianty a předběžné ceny stanovené stavební firmou na variantu energeticky úsporného projektu.
- ⇒ Informace z publikací a internetu.

Jako základ pro výpočet úspor slouží nový objekt postavený dle doporučených hodnot platných technických norem (tzn. stále ještě nestandardní řešení v ČR) a příslušné provozní výdaje, tak jak je uvedeno v korigovaných energetických bilancích jednotlivých variant.

Při zpracování ekonomické analýzy byly stanoveny další doplňkové vstupní údaje - doba porovnání, diskontní míra, cenový vývoj.

### ***Diskontní míra***

Pro ocenění hodnoty prostředků vydaných nebo přijatých v budoucnu často pracuje s převodem na současnou hodnotu. Diskontní míra je prostředek, který tento převod umožňuje. Jde o určitou formu vyjádření meziroční hodnotové změny úrokové míry a dalších faktorů. Zvolená diskontní míra je 0% (při hodnocení fotovoltaických panelů) 3 % (u celkového variantního posouzení, které je běžně užíváno při energetických auditech) a 5% (u celkového variantního posouzení, které je běžně používáno dle evropské metodiky pro posouzení environmentálních projektů).

### ***Doba porovnání***

Doba porovnání se obvykle stanovuje na základě životnosti zařízení. Vzhledem k tomu, že u navrhovaných opatření na úsporu energie se v průběhu minimálně 30 let nepředpokládají významné dodatečné investice, byla jako vhodná doba porovnání pro ekonomické vyhodnocení zvolena právě 30 let. Tato doba byla zvolena také z důvodů splátky hypoték a dlouhodobých bankovních úvěrů

### ***Cenový vývoj***

Během doby provozování zařízení se může významně měnit inflace a tím i ceny. V obvyklém případě pak především změny cen energie výrazně ovlivňují ekonomické výsledky energetických projektů. Předpokládá se nárůst cen energie o 0% (při hodnocení fotovoltaických panelů) a 4%, 7 %, 12,5% (u celkového variantního posouzení).

**Výstupními údaji** jsou prostá návratnost investic, diskontovaná doba návratnosti a čistá současná hodnota.

Pro každou uvedenou variantu byly vypočteny základní ukazatele efektivity tak, jak je uvádí vyhláška č. 213/2001 Sb., podle které jsou prováděny energetické audity.





Základními ukazateli jsou:

1. Prostá doba návratnosti, doba splacení investice:

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

kde:

$IN$  investiční výdaje projektu

$CF$  roční přínosy projektu (cash flow, změna peněžních toků pro realizaci projektu)

2. Reálná doba návratnosti, doba splacení investice při uvažování diskontní sazby  $T_{sd}$  se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0$$

kde:

$CF_t$  roční přínosy projektu (změna peněžních toků pro realizaci projektu)

$r$  diskont

$(1+r)^{-t}$  odúročitel

3. Čistá současná hodnota (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN$$

kde:  $T_z$  doba životnosti (hodnocení) projektu

4. Vnitřní výnosové procento (IRR).

Hodnota IRR se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+IRR)^{-t} - IN = 0$$

Pro ekonomické vyhodnocení bylo hodnocené období uvažováno v souladu s technickou životností investice, a to 30 let pro obě varianty. Pro výpočet byla použita diskontní sazba a složený nárůst cen, který je uveden stejně jako výstupy této části v příloze č. 8.



## 8 STUDIE PROVEDITELNOSTI

### 8.1 Variantní řešení studie proveditelnosti

Studie je provedena na základě stávající koncepce bytového domu. Tzn. 6 bytů je navrženo v nízkoenergetickém a 6 bytů v pasivním standardu. Tyto byty mají stejnou zastavěnou plochu a také hlavní orientaci ke světovým stranám.

K porovnání bude sloužit výstavba 6 bytů postavených klasickou (zděnou) metodou tak, aby ochlazované stavební konstrukce dosahovaly doporučených hodnot dle ČSN 73 0540:2, z dubna 2007. Způsob vytápění a ohřevu teplé vody bude řešen běžným způsobem v dané lokalitě, např. použitím při výstavbě prvního bytového domu na novém rozvojovém území. Výstavba prvního domu byla započata v roce 2007 a bude zkolaudována na konci roku 2008.

### 8.2 Dopad projektu na životní prostředí

Projekt byl připraven tak, aby jeho dopady byly minimální během výstavby, užívání a případné likvidaci stavby po fyzickém a morálním dožití budovy.

Dopady projektu na životní prostředí jsou shrnuty v příloze č. 9.

### 8.3 Analýza trhu a odhad poptávky

Analýza trhu byla provedena na základě zveřejnění v konkrétním městě o záměru výstavby a prodeje bytů.

Zatímco v Praze a dalších velkých městech o jednotlivé byty pomalu upadá, na menších městech, kde od 90. let 20. století nedocházelo k výstavbě bytových domů byl o byty projeven enormní zájem, který převyšuje množství nabízených bytů.

### 8.4 Zajištění investičního majetku

Nadbytečné množství zájemců umožňuje samofinancování výstavby a tedy i snížený ceny projektu o developerský úrok z půjčky.

Zájemcům bude poskytnuta cena bytových jednotek. Nositel projektu stanoví splátkový kalendář a z první vybrané zálohy odkoupí stavební parcelu. Tato část bude zaplácena ze záloh vybraných na základě smlouvy o smlouvě budoucí na odkoupení bytů a kupní smlouvy na část pozemku.

Předpoklad uzavření smlouvy o smlouvě budoucí s jednotlivými zájemci, bude proveden na základě projektové dokumentace ke stavebnímu povolení. Ta bude sloužit budoucím vlastníkům bytů s celkovou cenou jako doklad pro udělení hypotéky či úvěru.

Záloha za byt vybraná bude použita na odkoupení pozemku. Zbylé investice budou po udělení stavebního povolení sloužit k pokrytí nákladů na prováděcí projektovou dokumentaci.

Výstavba bude financována na základě stanoveného splátkového kalendáře. Ten bude uzavřen mezi nositelem projektu, generálním dodavatelem stavby a budoucími vlastníky bytů.



## Prodejní cena bytových jednotek

Prodejní cena bytů na trhu se odvíjí na podle lokality, kvality stavebního materiálu, technologie, hodnotě práce v dané lokalitě. Při prodeji bytů se tyto parametry vztahují na užitnou plochu bytu.

V bytovém domě je umístěno 12 bytových jednotek. 6 bytových jednotek je v nízkoenergetické části, 6 v pasivní. Půdorysná zastavěná plocha obou částí je shodná. Užitná plocha je však u jednotlivých energetických standardů, v závislosti na tloušťce izolace rozdílná.

Při porovnání velikosti užité plochy bytů, vycházíme z projektu energeticky úsporného projektu dřevostavby a zděné konstrukce dosahující doporučených normových hodnot – ČSN 73 0540:2; duben 2007.

Předpokladem zaneseným do porovnání zděného objektu (referenční budovy) a dřevostavby je stejná zastavěná plocha. U zděného objektu byly navrženy následující konstrukce. Obvodová stěna ze zdících prvků POROTHERM 44 P+D, mezibytové příčky POROTHERM 36,5 P+D AKU, nosná vnitřní stěna POROTHERM 24 P+D, příčky koupelny a WC – POROTHERM 11,5 P+D, zbylé příčky POROTHERM 8 P+D.

**Tab. 6 Velikost užité plochy bytů**

Energetický standard	Typ bytu	Užitná plocha	Rozdíl
Běžný standard – zděná konstrukce	2 + kk	60,50	100,0%
Nízkoenergetický standard – dřevostavba	2 + kk	63,19	+4,4%
Pasivní standard – dřevostavba	2 + kk	61,05	+0,9%
Běžný standard – zděná konstrukce	3 + kk	73,04	100,0%
Nízkoenergetický standard – dřevostavba	3 + kk	75,29	+3,1%
Pasivní standard – dřevostavba	3 + kk	72,24	-1,1%

Zatímco prodejní cena bytů, postavených při pouhém splnění ve větších městech často začíná na 35 000 Kč/m<sup>2</sup> užité plochy bytů, je právě tato cena horní hranici prodejnosti na menších městech.

Počáteční obavy z prodeje bezbariérových bytů se při marketingových akcích ukázaly zcela neoprávněné. Právě o bezbariérové byty byl při oznámení záměru výstavby největší zájem.

## 8.5 Finanční plán – údržba, opravy

Pro zajištění odpovídající údržby a potřebných oprav, dojde po prodeji jednotlivých bytů k uzavření smlouvy vlastníků bytových jednotek, ve které bude definována výše měsíčního finančního příspěvku. Dalším zdrojem financí do fondu údržby a oprav je předpoklad výkupu elektrické energie z fotovoltaických článků. Výkupní cena elektrické energie byla odvozena z cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2007 ze dne 20. listopadu 2007, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů.

Získaná elektrická energie bude vykupována do veřejné sítě a finanční zisk bude zahrnut do fondu údržby a oprav objektu. Kalkulace návratnosti vložených investic je uvedena v příloze č. 5.

Dalším finančním zdrojem na běžnou údržbu a potřebné opravy je fond oprav, který je nedílnou součástí připravované smlouvy kupní smlouvy. Měsíční příspěvek byl stanoven na základě odpisové doby technického zařízení budovy.





## 9 POUŽITÉ PODKLADY

- ⇒ Počínková M, Rubínová O – Tepelné ztráty, návrh – dokumentace Bytový dům B – Vostelčnice, Choceň
- ⇒ Vališ I, - Požadavky na plynové instalace energeticky úsporných dřevostaveb
- ⇒ Bradáčová I, - POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ STAVBY
- ⇒ Agenda 21 pro udržitelnou výstavbu, CIB Report Publication 237, české vydání ČVUT v Praze, Praha 2001
- ⇒ Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten, Dok. SIA D 093, 1995
- ⇒ Ružička J. - NÁVRH KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU Z HLEDISKA PRINCIPŮ UDRŽITELNÉ VÝSTAVBY BUDOV
- ⇒ Hájek P, Tywoniak J.: Udržitelná výstavba budov, Stavební listy 12 – 13/2002, ISSN 1211- 4790, ČKAIT, 2002
- ⇒ Doležilková H, Kabele K, Frolík S - Svázané hodnoty energie a emisí CO<sub>2</sub> v systémech TZB



## **10 SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha č. 1 - Tepelně technické vlastnosti ochlazovaných konstrukcí**

**Příloha č. 2 - Výpočet tepelných ztrát**

**Příloha č. 3 - Návrhový výkon zdroje s centrální kotelnou a předpokládaná roční spotřeba energie**

**Příloha č. 4 - Variantní návrh způsobu vytápění a ohřevu teplé vody v energeticky úsporném bytovém domě**

**Příloha č. 5 - Fotovoltaika**

**Příloha č. 6 - Vliv svázané energie**

**Příloha č. 7 - Požární bezpečnost**

**Příloha č. 8 - Ekonomické hodnocení**

**Příloha č.9 - Ekologické přínosy**

**Tab. 1 Tepelná izolace podlahy**

Energetický standard	Tloušťka TI [mm]		Součinitel skladby podlahy [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Zděná varianta		60*	0,40/0,16
Nízkoenergetická část	-**	180***	0,12
Pasivní část	50**	300***	0,09

Pozn. \*polystyrén – měrná tepelná kapacita 2060 J/kg. K; objemová hmotnost 30 kg/m<sup>3</sup>  
 \*\*kamenná vlna - měrná tepelná kapacita 840 J/kg. K; objemová hmotnost 56 kg/m<sup>3</sup>  
 \*\*\*kamenná vlna - měrná tepelná kapacita 840 J/kg. K; objemová hmotnost 100 kg/m<sup>3</sup>

**Tab. 2 Tloušťka tepelné izolace obvodového pláště**

Energetický standard	Tloušťka TI [mm]	Součinitel skladby obvodového pláště [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Zděná varianta	440*	0,24
Dřevostavba – NED	260	0,14
Dřevostavba – PD	360	0,11

Pozn. \* - zděný prvek je v tomto případě chápán z hlediska tepelně technických vlastností jako izolant obvodového pláště

**Tab. 3 Tloušťka tepelné izolace střechy**

Energetický standard	Tloušťka TI [mm]		Součinitel skladby střechy [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Běžná výstavba		220**	0,16
Dřevostavba – NED	170*	160**	0,12
Dřevostavba – PD	290*	160**	0,09

Pozn. \*minerální vlna o měrné tepelné kapacitě 840 J/kg. K; objemová hmotnost 56 kg/m<sup>3</sup>;  
 \*\* minerální vlna o měrné tepelné kapacitě 840 J/kg. K; objemová hmotnost 100 kg/m<sup>3</sup>

**Tab. 4 Tepelně technické parametry otvorových výplní**

Energetický standard	Tloušťka rámu [mm]	Součinitel U - okna [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	Součinitel U – dveře [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Zděná stavba	70	1,30	1,30
Dřevostavba – NED	86	1,20	1,20
Dřevostavba – PD	92	0,76	0,90

Pozn. U zděné stavby byla osazena pětikomorová plastová okna se součinitelem prostupu tepla zasklením 1,0 W/(m<sup>2</sup>.K)

## Výpočet tepelných ztrát

### Součinitele prostupu tepla U bez a s korekcí tepelných vazeb

	NED	PD
Střecha	0,12	0,09
Stěna ochlazovaná	0,14 (+0,05)	0,11 (+0,02)
Podlaha na zemině (NED) Podlaha nad nevytáp. prost. (PD)	0,19	0,11
Dveře vstupní	1,2	0,9
Okna	1,2 (1,4)	0,76 (1,0)

Pozn: NED – nízkoenergetická část  
PD – pasivní část

## Nízkoenergetická část – 6 bytů

### Návrh tepelného výkonu - 1.NP

Místnost	Č.	T <sub>i</sub>	Prostup	Větrání	Celkem
<b>1.NP byt č.1</b>					
Zádveří	1.1.1	15°C	186 W	51 W	237 W
Chodba	1.1.2	20°C	12 W	0W	12 W
Koupelna	1.1.3	24°C	94 W	57 W	151 W
Ložnice	1.1.4	20°C	287 W	220 W	507 W
Obývací pokoj s kuchyní	1.1.5	20°C	729 W	553 W	1 282 W
<b>Celkem</b>					<b>2 189 W</b>
<b>1.NP byt č.2</b>					
Zádveří	1.2.1	18°C	42 W	106 W	149 W
Koupelna	1.2.2	24°C	226 W	186 W	412 W
Ložnice	1.2.4	20°C	161 W	220 W	381 W
Obývací pokoj s kuchyní	1.2.6	20°C	540 W	500 W	1 040 W
Pokoj	1.2.7	20°C	225 W	238 W	463 W
<b>Celkem</b>					<b>2 445 W</b>

### Návrh tepelného výkonu - 2.NP

Místnost	Č.	T <sub>i</sub>	Prostup	Větrání	Celkem
<b>2.NP byt č.1</b>					
Zádveří	2.1.1	15°C	93 W	30 W	126 W
Chodba	2.1.2	20°C	94 W	74 W	168 W
Koupelna	2.1.3	24°C	36 W	41 W	77 W
Ložnice	2.1.4	20°C	251 W	220 W	471 W
Obývací pokoj s kuchyní	2.1.5	20°C	736 W	553 W	1 289 W
<b>Celkem</b>					<b>2 131 W</b>
<b>2.NP byt č.2</b>					
Zádveří	2.2.1	18°C	28 W	106 W	134 W
Koupelna	2.2.2	24°C	212 W	186 W	398 W
Ložnice	2.2.4	20°C	134 W	220 W	354 W
Obývací pokoj s kuchyní	2.2.6	20°C	479 W	500 W	979 W
Pokoj	2.2.7	20°C	190 W	238 W	428 W
<b>Celkem</b>					<b>2 293 W</b>



**Návrh tepelného výkonu - 3.NP**

Místnost	Č.	T <sub>i</sub>	Prostup	Větrání	Celkem
<b>3.NP byt č.1</b>					
Zádveří	3.1.1	15°C	108 W	30 W	138 W
Chodba	3.1.2	20°C	125 W	74 W	199 W
Koupelna	3.1.3	24°C	58 W	41 W	99 W
Ložnice	3.1.4	20°C	307 W	220 W	527 W
Obývací pokoj s kuchyní	3.1.5	20°C	876 W	553 W	1 429 W
<b>Celkem</b>					<b>2 392 W</b>
<b>3.NP byt č.2</b>					
Zádveří	3.2.1	18°C	72 W	108 W	180 W
Koupelna	3.2.2	24°C	236 W	186 W	421 W
Ložnice	3.2.4	20°C	189 W	220 W	410 W
Obývací pokoj s kuchyní	3.2.6	20°C	605 W	500 W	1 105 W
Pokoj	3.2.7	20°C	262 W	238 W	500 W
<b>Celkem</b>					<b>2 616 W</b>

**Tepelná ztráta nízkoenergetické části:**

**CELKEM.....14 066 W**

**Pasivní část – 6 bytů – VARIANTA 1**

Návrhový tepelný výkon pro vytápění a nucené větrání

Stupeň těsnosti obvodového pláště  $n_{50} = 1,0 \text{ h}^{-1}$ .**Návrh tepelného výkonu - 1.NP**

Místnost	Č.	$T_i$	Prostup	Větrání	Celkem
<b>1.NP byt č.1</b>					
Zádveří	1.3.1	18°C	42 W	33 W	75 W
Koupelna	1.3.2	24°C	104 W	152 W	256 W
WC	1.3.3	20°C	4 W	23 W	27 W
Ložnice	1.3.4	20°C	127 W	86 W	213 W
Obývací pokoj s kuchyní	1.3.6	20°C	413 W	278 W	691 W
Pokoj	1.3.7	20°C	156 W	83 W	239 W
<b>Celkem</b>					<b>1 501 W</b>
<b>1.NP byt č.2</b>					
Zádveří	1.4.1	15°C	50 W	8 W	58 W
Chodba	1.4.2	20°C	90 W	45 W	135 W
Koupelna	1.4.3	24°C	54 W	99 W	153 W
WC	1.4.4	20°C	-3 W	3 W	0 W
Ložnice	1.4.6	20°C	180 W	79 W	259 W
Obývací pokoj s kuchyní	1.4.7	20°C	523 W	316 W	839 W
<b>Celkem</b>					<b>1 444 W</b>

**Návrh tepelného výkonu - 2.NP**

Místnost	Č.	$T_i$	Prostup	Větrání	Celkem
<b>2.NP byt č.1</b>					
Zádveří	2.3.1	15°C	32 W	33 W	65 W
Koupelna	2.3.2	24°C	95 W	152 W	247 W
WC	2.3.3	20°C	1 W	23 W	24 W
Ložnice	2.3.4	20°C	104 W	86 W	190 W
Obývací pokoj s kuchyní	2.3.6	20°C	336 W	278 W	614 W
Pokoj	2.3.7	20°C	134 W	83 W	217 W
<b>Celkem</b>					<b>1 357 W</b>
<b>2.NP byt č.2</b>					
Zádveří	2.4.1	15°C	47	8	55
Chodba	2.4.2	20°C	70	45	115
Koupelna	2.4.3	24°C	38	99	137
WC	2.4.4	20°C	-6	3	-3
Ložnice	2.4.6	20°C	159	79	238
Obývací pokoj s kuchyní	2.4.7	20°C	470	316	786
<b>Celkem</b>					<b>1 328 W</b>

**Návrh tepelného výkonu - 3.NP**

Místnost	Č.	T <sub>i</sub>	Prostup	Větrání	Celkem
<b>3.NP byt č.1</b>					
Zádveří	3.3.1	18°C	53 W	33 W	86 W
Koupelna	3.3.2	24°C	111 W	152 W	263 W
WC	3.3.3	20°C	6 W	23 W	29 W
Ložnice	3.3.4	20°C	148 W	86 W	234 W
Obývací pokoj s kuchyní	3.3.6	20°C	456 W	278 W	734 W
Pokoj	3.3.7	20°C	177 W	83 W	260 W
<b>Celkem</b>					<b>1 606 W</b>
<b>3.NP byt č.2</b>					
Zádveří	3.4.1	15°C	55 W	8 W	63 W
Chodba	3.4.2	20°C	93 W	45 W	138 W
Koupelna	3.4.3	24°C	52 W	99 W	151 W
WC	3.4.4	20°C	0 W	3 W	3 W
Ložnice	3.4.6	20°C	200 W	79 W	279 W
Obývací pokoj s kuchyní	3.4.7	20°C	572 W	316 W	888 W
<b>Celkem</b>					<b>1 522 W</b>

Tepelná ztráta pasivní části:

**CELKEM.....8 758 W**

## Pasivní část – 6 bytů – VARIANTA 2

Návrhový tepelný výkon pro teplovzdušné vytápění a větrání.

Stupeň těsnosti obvodového pláště  $n_{50} = 1,0 \text{ h}^{-1}$ .

### 1.NP - Teplovzdušné vytápění - byt 1 (4 osoby)

Místnost	č.	Ti	Tepelná ztráta prostupem	Tepelná ztráta infiltrací	Množství vzduchu infiltrací	Vzduch přiváděný	Vzduch odváděný (vzt nebo do sousední místn.)	Vzduch dodávaný ze sousedních místností	Teplota přiváděného vzduchu	Tepelná ztráta větráním	Výkon teplovzdušného vytápění	Potřebný tepelný výkon těles	Způsob vytápění
		[°C]	[W]	[W]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[°C]	[W]	[W]	[W]	
Chodba	1.3.1	18	42	15	1,2	0	90	89	21	-70	0	-28	bez systému vytápění
Koupelna	1.3.2	24	104	11	0,72	0	61	60	18	148	0	252	otopné těleso
WC	1.3.3	20	4	0	0	0	30	30	18	22	0	26	bez systému vytápění
Pokoj	1.3.4	20	127	24	1,95	60	62	0	30	-170	170	-43	teplovzdušné vyt.
Obývací pokoj + KK	1.3.6	20	413	57	4,8	180	185	0	30	-523	523	-110	teplovzdušné vyt.
Pokoj	1.3.7	20	156	26	2,3	60	62	0	30	-172	172	-16	teplovzdušné vyt.

Potřeba pro vytápění: 252 W (koupelna) - OT

Potřeba tepla pro teplovzdušné vytápění a větrání:

Odvod vzduchu do exteriéru 100 m<sup>3</sup>/h

Požadovaný instalovaný výkon výměníku

Potřeba tepla pro vytápění a teplovzdušné větrání celkem

**1 163 W**

2 kW

1 415 W

se ZZT 80% účinnost a s cirkulací části vzduchu

se ZZT 80% účinnost, bez cirkulace vzduchu

**1.NP - Teplovzdušné vytápění - byt 2 (3 osoby)**

Místnost	č. místnosti	Ti	Tepelná ztráta prostupem (W)	Tepelná ztráta infiltrací	Množství vzduchu infiltrací	Vzduch přiváděný	Vzduch odváděný (vzt nebo do sousední místn.)	Vzduch dodávaný ze sousedních místností	Teplota přiváděného vzduchu	Tepelná ztráta větráním	Výkon teplovzdušného vytápění	Potřebný tepelný výkon těles	Způsob vytápění
		[°C]	[W]	[W]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[°C]	[W]	[W]	[W]	
Zá dveří	1.4.1	18	50	5	0,6	0	31	30	21	-33	0	17	bez systému vytápění
Chodba	1.4.2	20	90	17	1,5	35	120	84	30	-92	92	-3	tepl ovzdušné vytápění
Koupelna	1.4.3	24	54	0	0	0	60	60	21	78	0	132	otopné těleso
WC	1.4.4	20	-3	0	0	0	30	30	21	-7	0	-10	bez systému vytápění
Pokoj	1.4.5	20	180	31	2,5	70	72	0	30	-192	192	-12	tepl ovzdušné vyt.
Obývací pokoj + KK	1.4.6	20	523	101	8,2	200	208	0	30	-543	543	-20	tepl ovzdušné vyt.

Potřeba pro vytápění: 173 W (koupelna) - OT

Potřeba tepla pro teplovzdušné vytápění a větrání:

Odvod vzduchu do exteriéru 75 m<sup>3</sup>/h

**1 117 W**

se ZZT 80% účinnost a s cirkulací části vzduchu

Požadovaný instalovaný výkon výměníku

**2 kW**

se ZZT 80% účinnost, bez cirkulace vzduchu

Potřeba tepla pro vytápění (OT) a teplovzdušné větrání celkem

**1 249 W**

**2.NP - Teplovzdušné vytápění - byt 3 (4 osoby)**

Místnost	č. místnosti	Ti	Tepelná ztráta prostupem (W)	Tepelná ztráta infiltrací	Množství vzduchu infiltrací	Vzduch přiváděný	Vzduch odváděný (vzt nebo do sousední místn.)	Vzduch dodávaný ze sousedních místností	Teplota přiváděného vzduchu	Tepelná ztráta větráním	Výkon teplovzdušného vytápění	Potřebný tepelný výkon těles	Způsob vytápění
		[°C]	[W]	[W]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[°C]	[W]	[W]	[W]	
Chodba	2.3.1	18	32	15	1,2	0	90	89	21	-63	0	-31	bez systému vytápění
Koupelna	2.3.2	24	95	11	0,72	0	61	60	18	154	0	249	otopné těleso
WC	2.3.3	20	1	0	0	0	30	30	18	-7	0	-6	bez systému vytápění
Pokoj	2.3.4	20	104	24	1,95	60	62	0	30	-155	155	-50	teplovzdušné vyt.
Obývací pokoj + KK	2.3.6	20	366	57	4,8	160	165	0	30	-426	426	-60	teplovzdušné vyt.
Pokoj	2.3.7	20	134	26	2,3	60	62	0	30	-157	157	-23	teplovzdušné vyt.

Potřeba pro vytápění: 249 W (koupelna) - OT

Potřeba tepla pro teplovzdušné vytápění a větrání:

Odvod vzduchu do exteriéru 100 m<sup>3</sup>/h

**1 101 W**

se ZZT 80% účinnost a s cirkulací části vzduchu

Požadovaný instalovaný výkon výměníku

2 kW

se ZZT 80% účinnost, bez cirkulace vzduchu

Potřeba tepla pro vytápění (OT) a teplovzdušné větrání celkem

**1 350 W**

**2.NP - Teplovzdušné vytápění - byt 4 (3 osoby)**

Místnost	Č. místnosti	Ti	Tepelná ztráta prostupem (W)	Tepelná ztráta infiltrací	Množství vzduchu infiltrací	Vzduch přiváděný	Vzduch odváděný (vzt nebo do sousední místn.)	Vzduch dodávaný ze sousedních místností	Teplota přiváděného vzduchu	Tepelná ztráta větráním	Výkon teplovzdušného vytápění	Potřebný tepelný výkon těles	Způsob vytápění
		[°C]	[W]	[W]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[°C]	[W]	[W]	[W]	
Zá dveří	1.4.1	18	47	5	0,6	0	31	30	21	-43	0	3	bez systému vytápění
Chodba	1.4.2	20	70	17	1,5	35	120	84	30	-73	92	-23	tepl ovzdušné vytápění
Koupelna	1.4.3	24	38	0	0	0	60	60	21	78	0	116	otopné těleso
WC	1.4.4	20	-6	0	0	0	30	30	21	-7	0	-12	bez systému vytápění
Pokoj	1.4.5	20	159	31	2,5	70	72	0	30	-194	194	-35	tepl ovzdušné vyt.
Obývací pokoj + KK	1.4.6	20	470	101	8,2	180	188	0	30	-478	478	-8	tepl ovzdušné vyt.

Potřeba pro vytápění: 116 W (koupelna) - OT

Potřeba tepla pro teplovzdušné vytápění a větrání:

Odvod vzduchu do exteriéru 75 m<sup>3</sup>/h

**1 056 W**

se ZZT 80% účinnost a s cirkulací části vzduchu

Požadovaný instalovaný výkon výměníku

2 kW

se ZZT 80% účinnost, bez cirkulace vzduchu

Potřeba tepla pro vytápění (OT) a teplovzdušné větrání celkem

1 172W

**3.NP - Teplovzdušné vytápění - byt 5 (4 osoby)**

Místnost	č. místnosti	Ti	Tepelná ztráta prostupem (W)	Tepelná ztráta infiltrací	Množství vzduchu infiltrací	Vzduch přiváděný	Vzduch odváděný (vzt nebo do sousední místn.)	Vzduch dodávaný ze sousedních místností	Teplota přiváděného vzduchu	Tepelná ztráta větráním	Výkon teplovzdušného vytápění	Potřebný tepelný výkon těles	Způsob vytápění
		[°C]	[W]	[W]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[°C]	[W]	[W]	[W]	
Chodba	3.3.1	18	53	15	1,2	0	90	89	21	-63	0	-10	bez systému vytápění
Koupelna	3.3.2	24	111	11	0,72	0	61	60	18	154	0	264	otopné těleso
WC	3.3.3	20	6	0	0	0	30	30	18	-7	0	-1	bez systému vytápění
Pokoj	3.3.4	20	148	24	1,95	60	62	0	30	-155	155	-7	teplovzdušné vyt.
Obývací pokoj + KK	3.3.6	20	456	57	4,8	180	185	0	30	-492	492	-35	teplovzdušné vyt.
Pokoj	3.3.7	20	177	26	2,3	70	73	0	30	-190	190	-13	teplovzdušné vyt.

Potřeba pro vytápění: 264 W (koupelna) - OT

Potřeba tepla pro teplovzdušné vytápění a větrání:

Odvod vzduchu do exteriéru 100 m<sup>3</sup>/h

**1 194 W**

se ZZT 80% účinnost a s cirkulací části vzduchu

Požadovaný instalovaný výkon výměníku

2 kW

se ZZT 80% účinnost, bez cirkulace vzduchu

Potřeba tepla pro vytápění (OT) a teplovzdušné větrání celkem

1 458 W



**3.NP - Teplovzdušné vytápění - byt 4 (3 osoby)**

Místnost	Č. místnosti	Ti	Tepelná ztráta prostupem (W)	Tepelná ztráta infiltrací	Množství vzduchu infiltrací	Vzduch přiváděný	Vzduch odváděný (vzt nebo do sousední místn.)	Vzduch dodávaný ze sousedních místností	Teplota přiváděného vzduchu	Tepelná ztráta větráním	Výkon teplovzdušného vytápění	Potřebný tepelný výkon těles	Způsob vytápění
		[°C]	[W]	[W]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	[°C]	[W]	[W]	[W]	
Zá dveří	3.4.1	18	55	5	0,6	0	31	30	21	-43	0	12	bez systému vytápění
Chodba	3.4.2	20	93	17	1,5	35	120	84	30	-92	92	1	tepl ovzdušné vytápění
Koupelna	3.4.3	24	52	0	0	0	60	60	21	78	0	130	otopné těleso
WC	3.4.4	20	0	0	0	0	30	30	21	-7	0	-7	bez systému vytápění
Pokoj	3.4.5	20	200	31	2,5	76	78	0	30	-213	213	-13	tepl ovzdušné vyt.
Obývací pokoj + KK	3.4.6	20	572	101	8,2	220	228	0	30	-611	611	39	tepl ovzdušné vyt.

Potřeba pro vytápění: 130 W (koupelna) - OT

Potřeba tepla pro teplovzdušné vytápění a větrání:

Odvod vzduchu do exteriéru 75 m<sup>3</sup>/h

**1 196 W**

se ZZT 80% účinnost a s cirkulací části vzduchu

Požadovaný instalovaný výkon výměníku

2 kW

se ZZT 80% účinnost, bez cirkulace vzduchu

Potřeba tepla pro vytápění (OT) a teplovzdušné větrání celkem

**1 326 W**

Potřeba tepelného výkonu pasivních bytů pro vytápění a teplovzdušné vytápění a větrání celkem - **7 970 W** .

## Stanovení přípojného (návrhového) výkonu zdroje s centrální kotelnou

### Vstupní parametry:

Tepelné ztráty nízkoenergetické části: 14,1 kW  
Potřeba tepla pro pasivní část: 8,5 kW (viz příloha č.2)

Nízkoenergetická část: 6 bytů  
Pasivní část: 6 bytů  
Počet osob: 40

Klimatické podmínky oblasti:

Lokalita (okres)	Ústí nad Orlicí		
Nejbližší meteorologická stanice	Hradec Králové		
Výpočtová venkovní teplota	$\theta_e$	°C	-15
Otopné období pro teplotu	$\theta_{e,max}$	°C	13
Průměrná venkovní teplota v otopném období	$\theta_{em}$	°C	3,6
Délka otopného období	n	dny	251
Počet denostupňů teoretický	DD	K.den	4 116
Podíl denostupňů roku 2005 a teoretických	-	-	0,87
Podíl denostupňů roku 2006 a teoretických	-	-	0,87
Podíl denostupňů roku 2007 a teoretických	-	-	0,86

### Varianta s bytovými stanicemi se zásobníky (75 l, 7kW):

Potřeba výkonu s ohledem na bytové stanice (budovy s více než 10 byty, koeficient současnosti 0,5)  
 $12 \times 6 \times 0,5 \times 1,05 = 38 \text{ kW}$

Potřeba výkonu pro budovy s malým zatížením (součinitel současnosti 0,83 pro 12 bytů)  
 $12 \times 6 \times 0,83 \times 1,05 = 63 \text{ kW}$

Potřeba výkonu s ohledem na tepelnou ztrátu  
 $6 \times (1,5+1) \times 1,05 + 6 \times (2,5+1) \times 1,05 = 37,8 \text{ kW}$

Požadovaný návrhový výkon kotelný s ohledem na přípravu teplé vody je **63 kW** pro obě části domu.

### Varianta s centrální přípravou teplé vody:

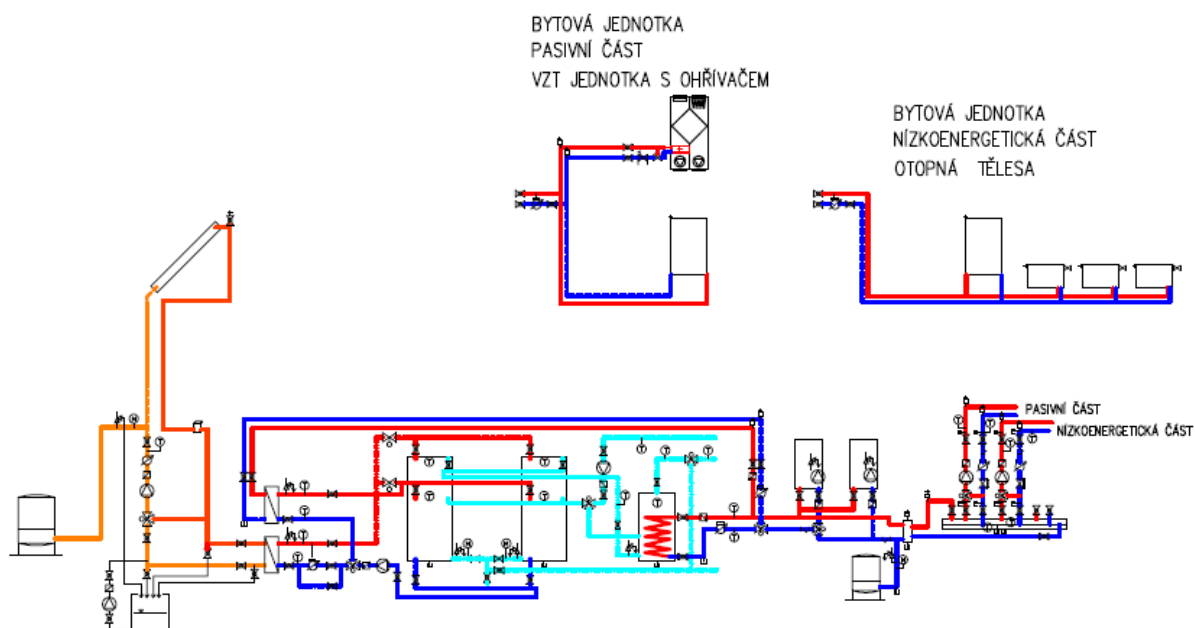
Denní potřeba tepla  
 $4,3 \times 40 = 172 \text{ kWh/den}$

Denní včetně ztraceného tepla  
 $172 \times 1,5 = 258 \text{ kWh/den}$

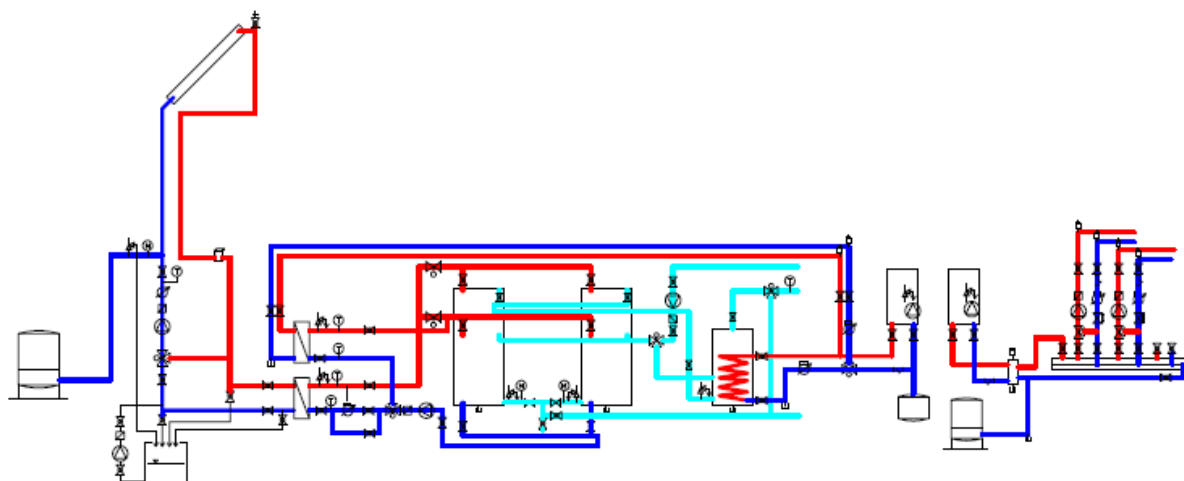
Odběrová hodinová špička, při předpokladu 50% spotřeby v průběhu 3 hodin, je 32,3 kWh, čemuž odpovídá zásobník 600 l. Při požadované době ohřevu cca 45 minut je potřeba příkonu **42 kW**.

Přípojný výkon kotelný při paralelním ohřevu teplé vody:  
 $0,7 \cdot 22,6 + 42 = 58 \text{ kW}$

Obrázek 1: Kaskádové zapojení zdrojů – solární systém + plynové kotle



Obrázek 2: Zapojení s oddělenými zdroji - solární systém + plynové kotle



**Předpoklad ročních potřeb energie – pro hodnocený projekt**

**Geometrické a energetické parametry objektu a jeho zhodnocení podle ČSN 73 0540**

Část objektu		V	A/V	U <sub>em</sub>	U <sub>em,N,rq</sub>	U <sub>em</sub> ≤ U <sub>em,N,rq</sub>	U <sub>em,N,rc</sub>	U <sub>em</sub> ≤ U <sub>em,N,rc</sub>	Q <sub>c</sub>	DD
Číslo	Název	m <sup>3</sup>	m <sup>-1</sup>	W/(m <sup>2</sup> .K)	W/(m <sup>2</sup> .K)		W/(m <sup>2</sup> .K)		kW	K.den
1	NED - 6 bytů	1 686	0,50	0,32	0,60	splňuje	0,45	splňuje	14	4 116
2	PD – 6 bytů	1 696	0,50	0,23	0,60	splňuje	0,45	splňuje	8	4 116
<b>Celkem / Průměrně</b>		<b>3 382</b>	<b>0,50</b>	<b>0,27</b>	<b>0,60</b>	<b>splňuje</b>	<b>0,45</b>	<b>splňuje</b>	<b>22</b>	<b>4 116</b>

**Spotřeba energie objektu v klimaticky normálním roce - souhrn**

Část objektu		E <sub>vvt</sub>	E <sub>z,v</sub>	E <sub>vvt,celkem</sub>	E <sub>vvt,celkem</sub>	E <sub>TV,TE</sub>	E <sub>TV,EE</sub>	E <sub>EE</sub>	E <sub>tech</sub>	E <sub>CELKEM</sub>
Číslo	Název	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	%	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
1	NED - 6 bytů	97	22	75	79%	77	0	54	0	206
2	PD – 6 bytů	52	32	19	21%	76	0	55	0	151
<b>Celkem</b>		<b>149</b>	<b>54</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>	<b>153</b>	<b>0</b>	<b>109</b>	<b>0</b>	<b>357</b>

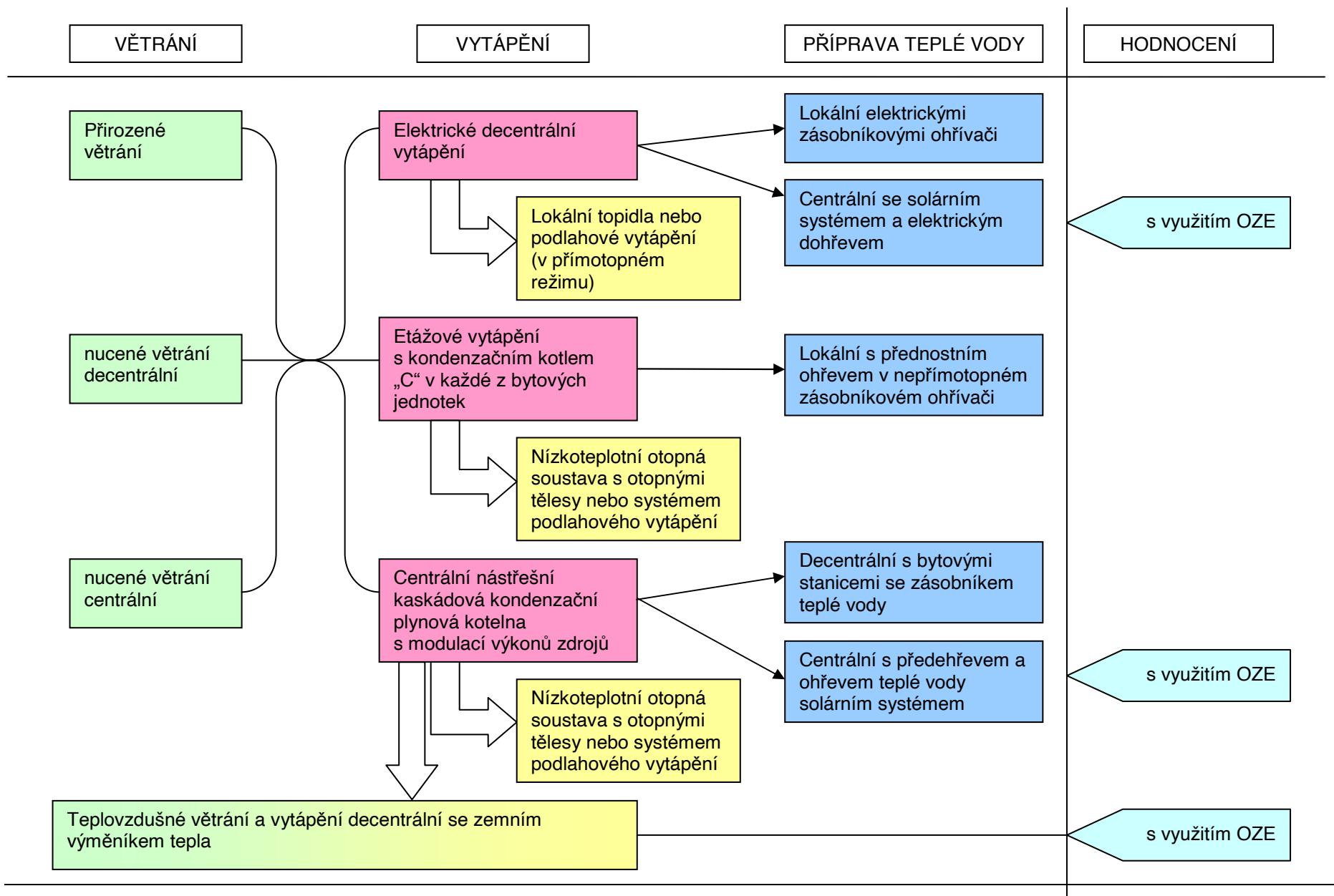
**Předpoklad ročních potřeb energie – pro referenční budovu (doporučené hodnoty stavebních konstrukcí)**

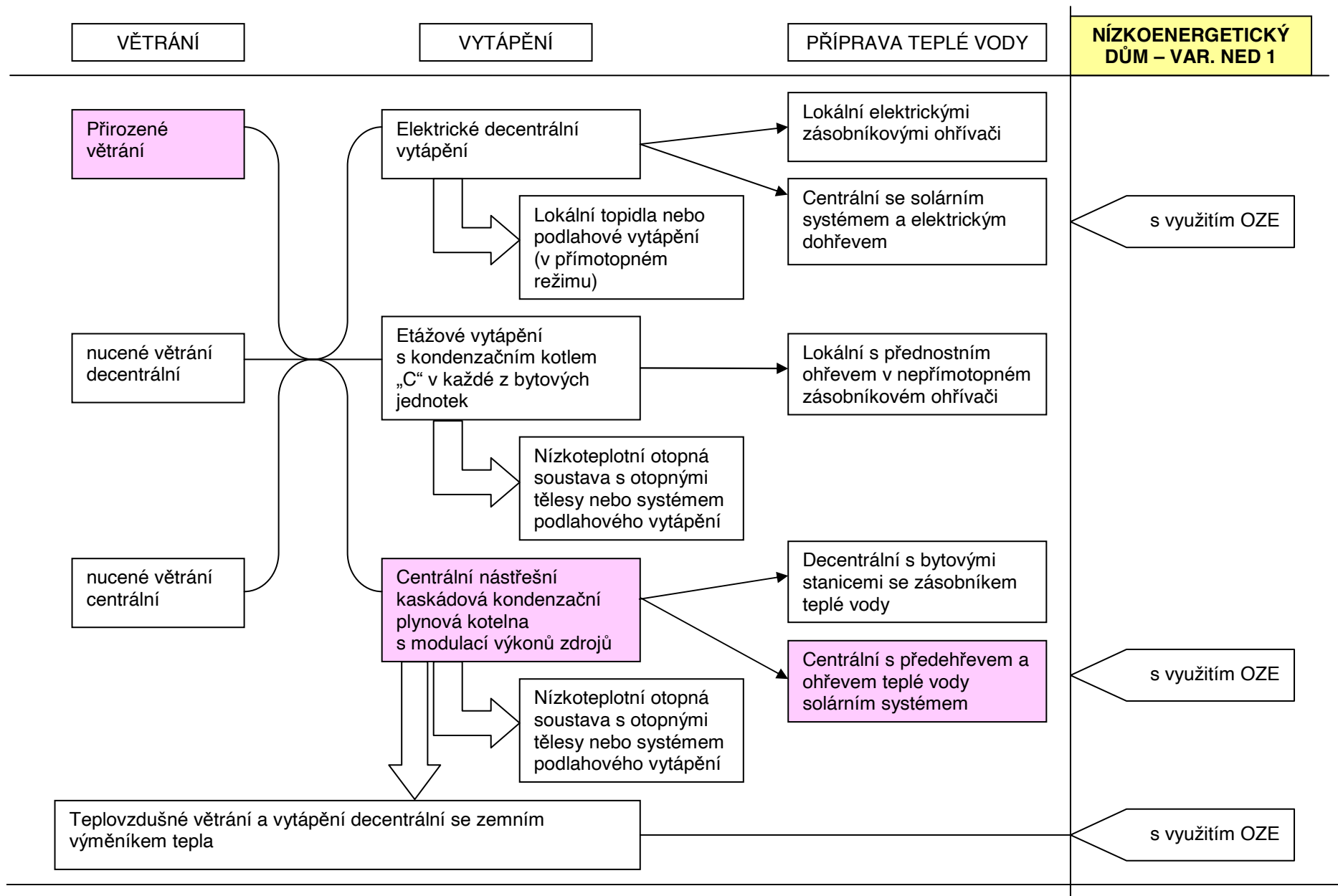
**Geometrické a energetické parametry objektu a jeho zhodnocení podle ČSN 73 0540**

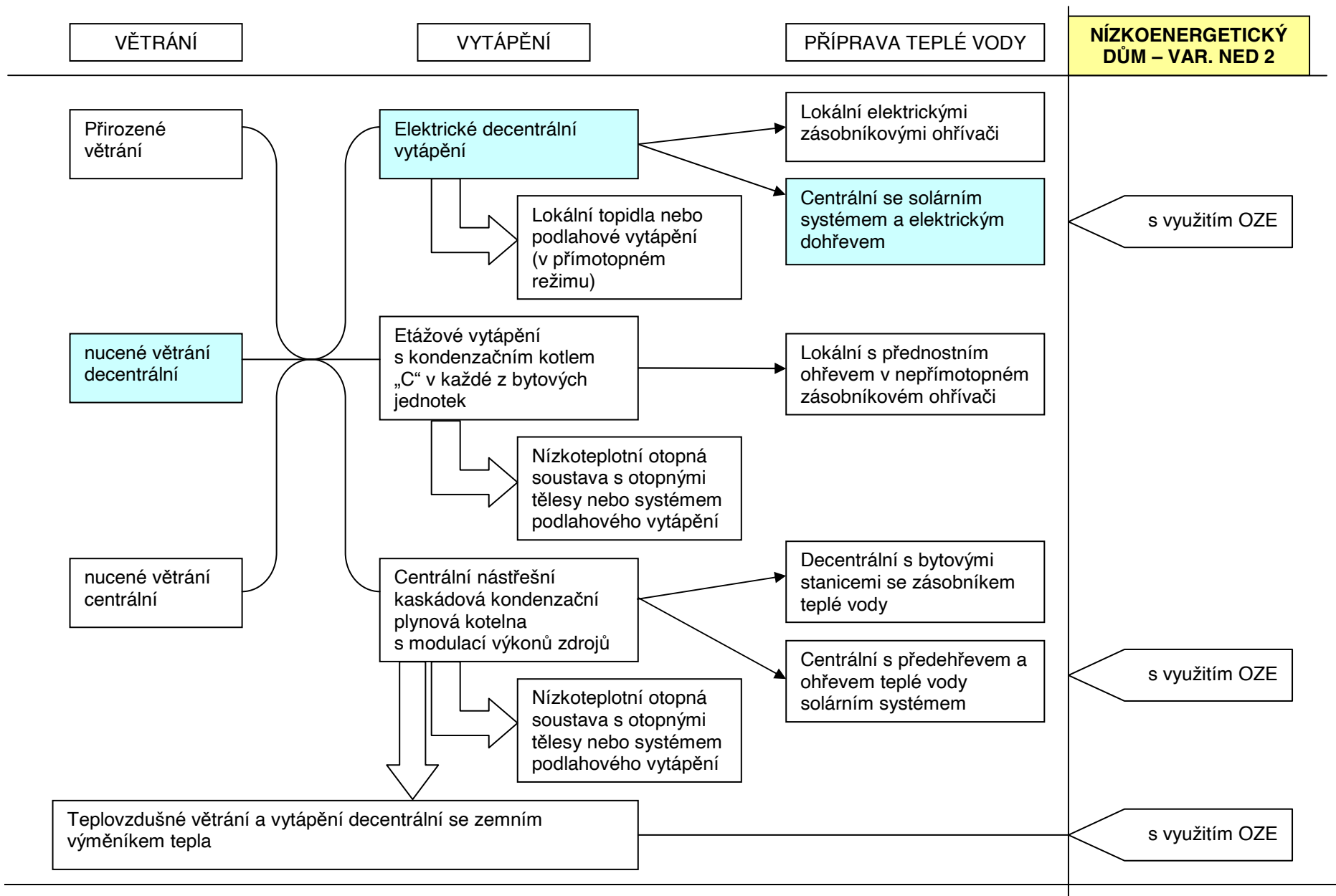
Část objektu		V	A/V	U <sub>em</sub>	U <sub>em,N,rq</sub>	U <sub>em</sub> ≤ U <sub>em,N,rq</sub>	U <sub>em,N,rc</sub>	U <sub>em</sub> ≤ U <sub>em,N,rc</sub>	Q <sub>c</sub>	DD
Číslo	Název	m <sup>3</sup>	m <sup>-1</sup>	W/(m <sup>2</sup> .K)	W/(m <sup>2</sup> .K)		W/(m <sup>2</sup> .K)		kW	K.den
1	Referenční budova - 6 bytů	1 686	0,50	0,47	0,60	splňuje	0,45	nesplňuje	19	4 116
2	Referenční budova – 6 bytů	1 696	0,50	0,45	0,60	splňuje	0,45	nesplňuje	18	4 116
<b>Celkem / Průměrně</b>		<b>3 382</b>	<b>0,50</b>	<b>0,46</b>	<b>0,60</b>	<b>splňuje</b>	<b>0,45</b>	<b>nesplňuje</b>	<b>37</b>	<b>4 116</b>

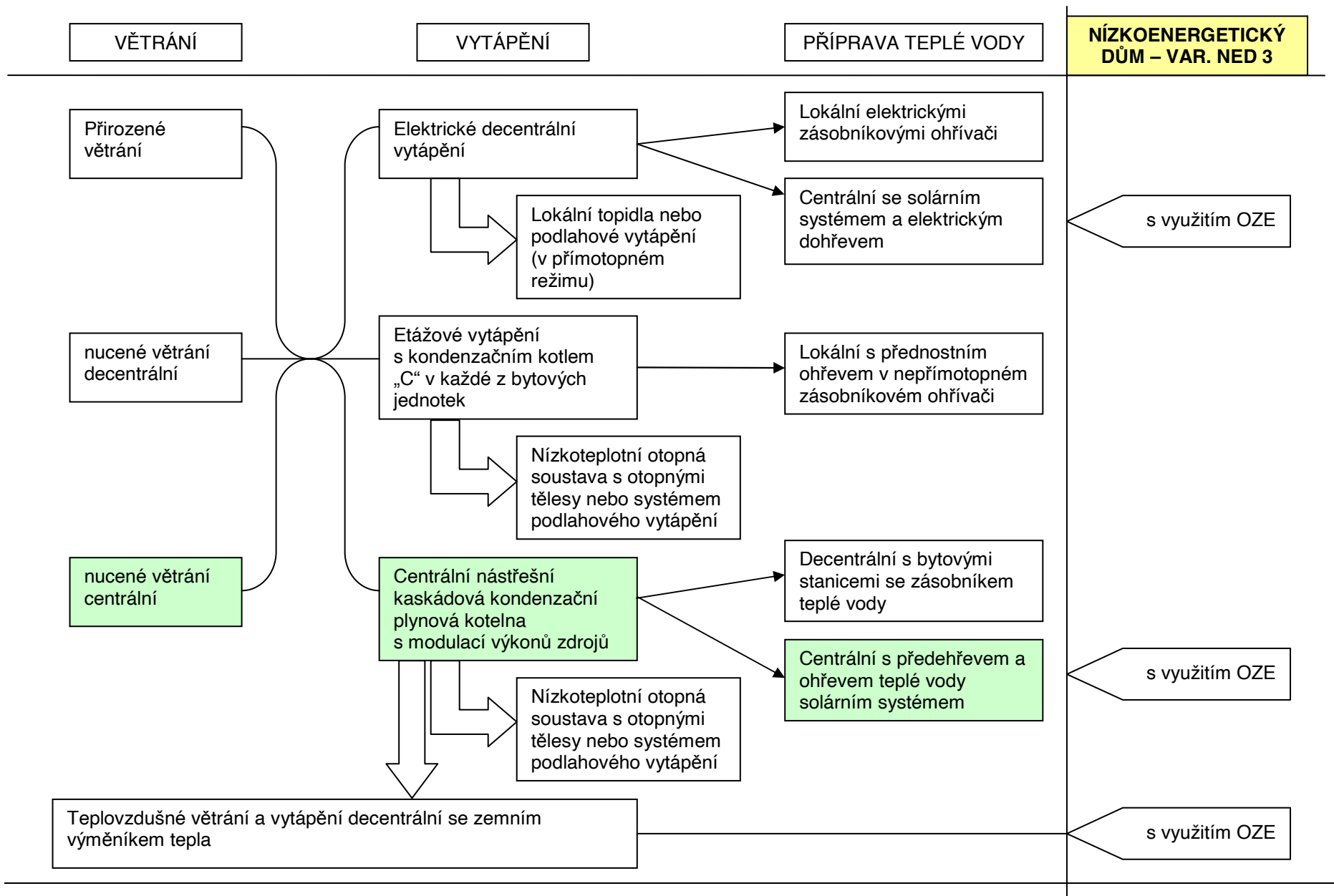
**Spotřeba energie objektu v klimaticky normálním roce - souhrn**

Část objektu		E <sub>vvt</sub>	E <sub>z,v</sub>	E <sub>vvt,celkem</sub>	E <sub>vvt,celkem</sub>	E <sub>TV,TE</sub>	E <sub>TV,EE</sub>	E <sub>EE</sub>	E <sub>tech</sub>	E <sub>CELKEM</sub>
Číslo	Název	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	%	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
1	Referenční budova – 6 bytů	128	22	106	51%	77	0	54	0	237
2	Referenční budova – 6 bytů	125	21	104	49%	76	0	53	0	233
<b>Celkem</b>		<b>253</b>	<b>43</b>	<b>211</b>	<b>100%</b>	<b>153</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>0</b>	<b>470</b>

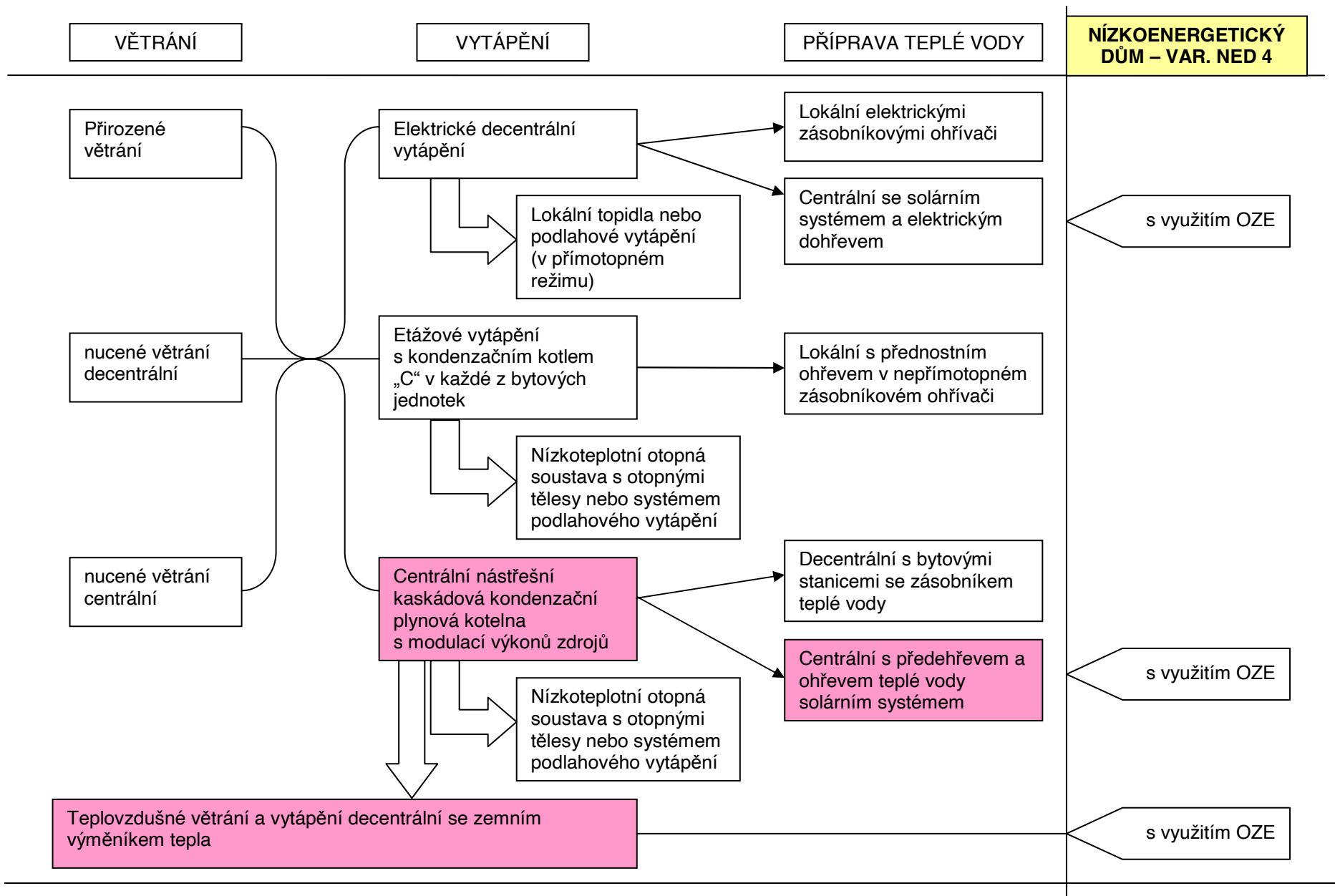


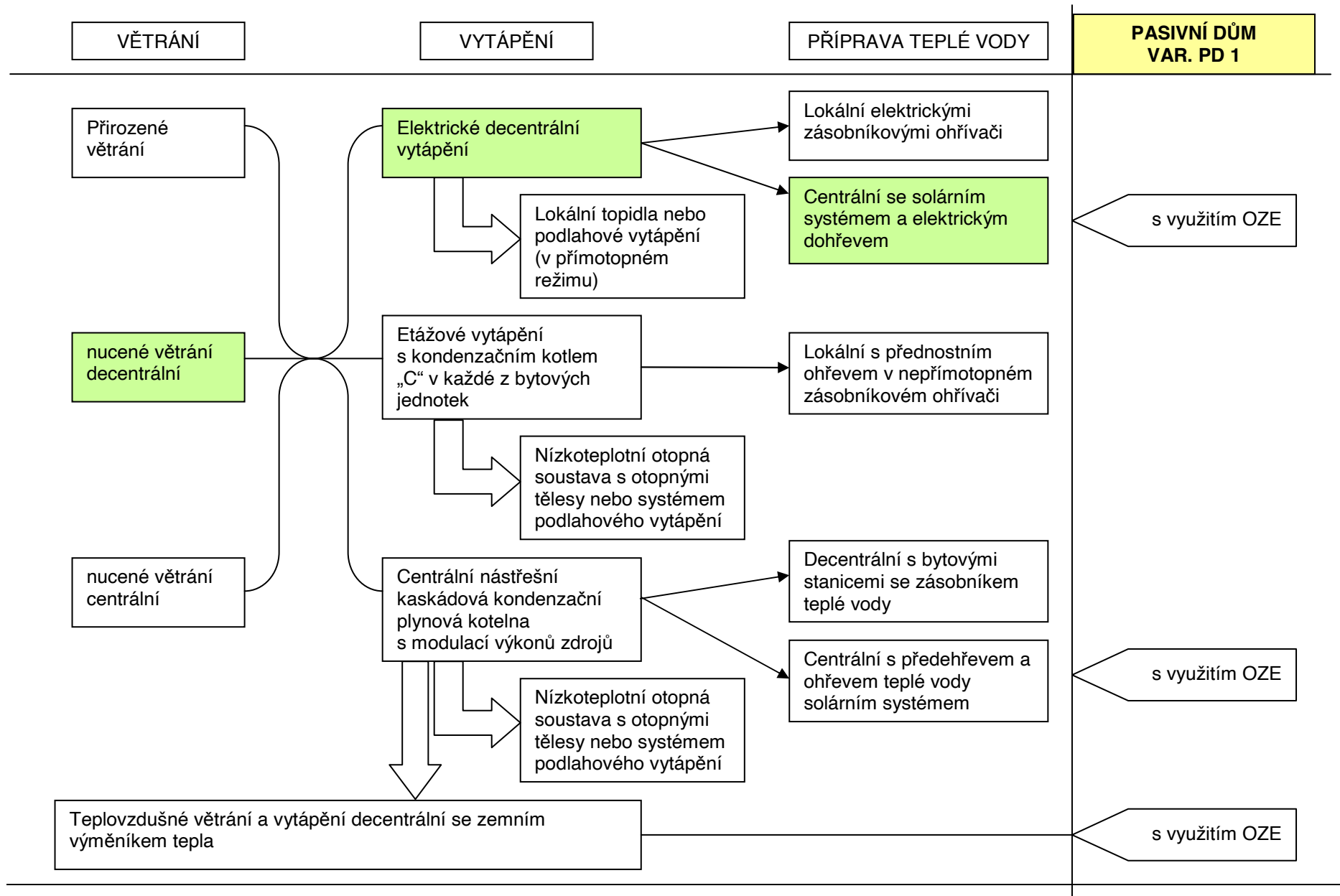


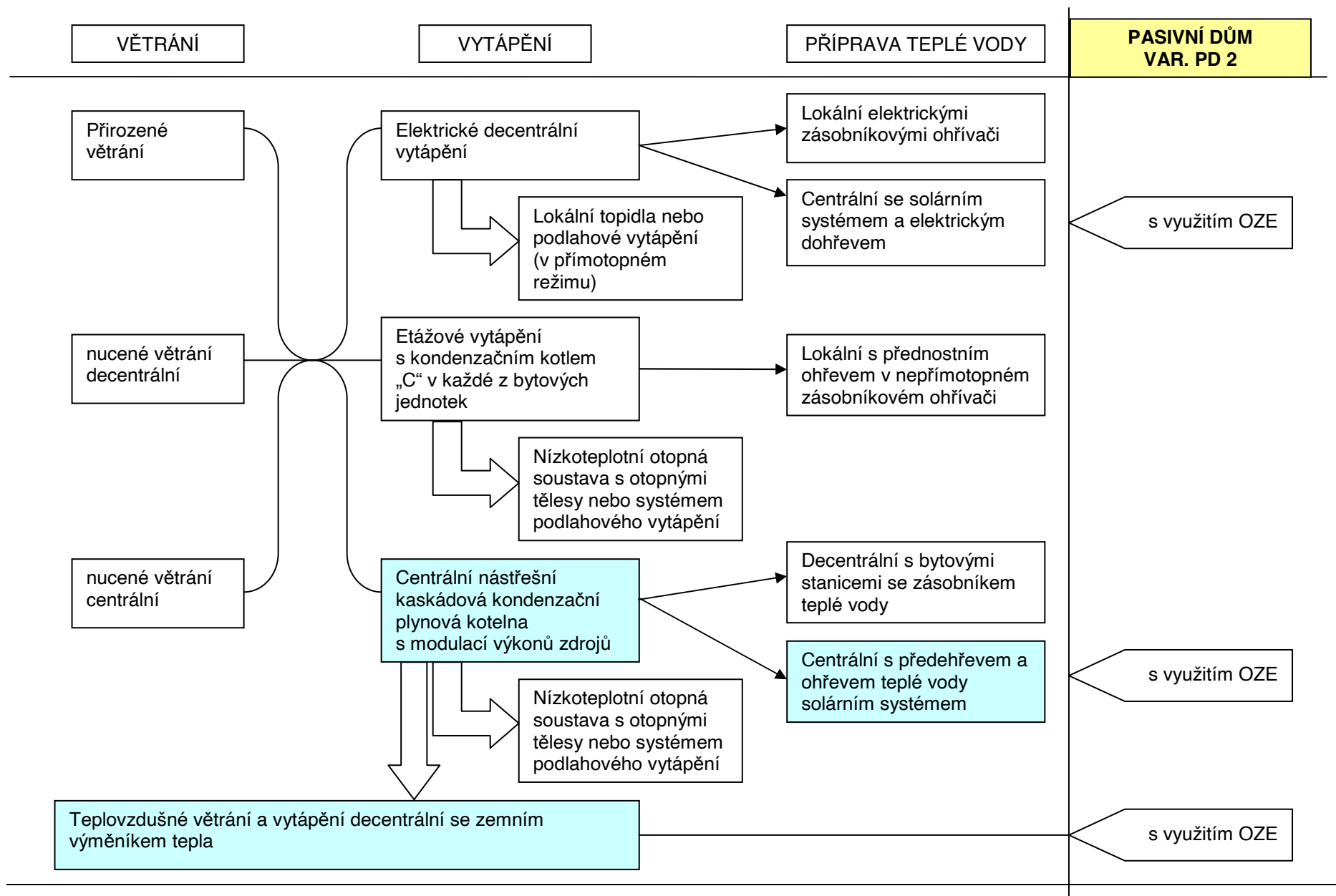












### Lokalita a návrh fotovoltaických článků (panelů)

Mapa **Satelitní** Hybridní

Latitude: 50.002701  
Longitude: 16.220844

#### Modify Your Calculation:

Panel model: Generic Polycrystalline -

Panel efficiency (as a decimal): 0.15

Panel size: 0.60960 by 1.21920  
 inches  feet  
 centimeters  meters

Number of Panels: 55

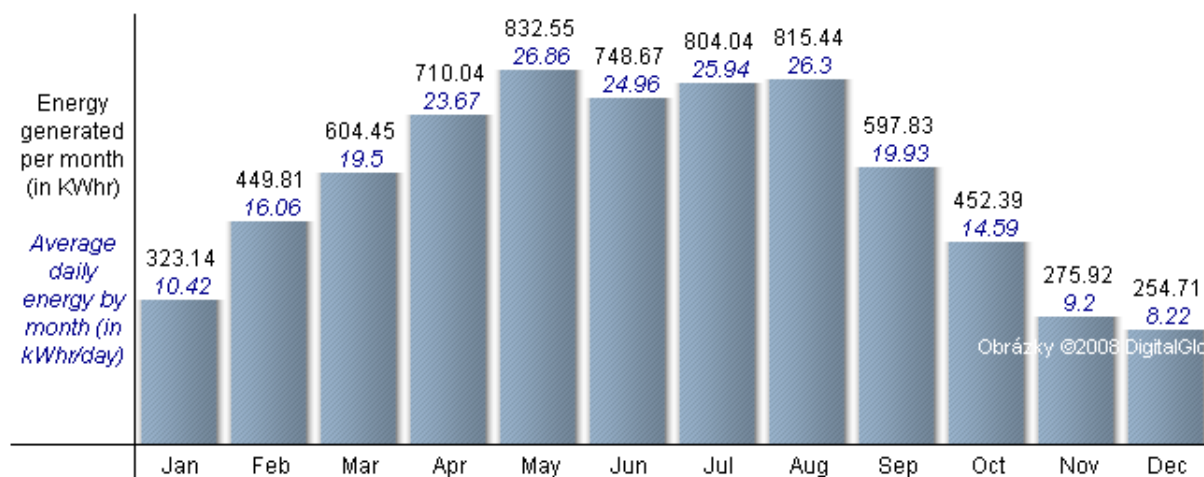
Area covered: 40.877419354836  
 feet<sup>2</sup>  meters<sup>2</sup>

**kWatts: 9.185**

### Množství vyrobené elektrické energie

For this location and configuration, you will get about **6,871 kWhr/year** of energy from the sun.

The following is a breakdown of energy by month:



Souhrnné údaje týkající se měsíčních zisků elektrické energie a finanční zisk na základě výkupních cen energie z obnovitelných zdrojů je z energetického i ekonomického hlediska v České republice **preferovaná fotovoltaika** (zákon č. 180/2005 Sb., vyhlášky Energetického regulačního úřadu, směrnice EP a Rady 2001/77/ES z roku 2001).

	Získaná energie	Měsíční zisk
	kWh	Kč
Leden	323,14	4 349 Kč
Únor	449,81	6 054 Kč
Březen	604,45	8 136 Kč
Duben	710,04	9 557 Kč
Květen	832,55	11 206 Kč
Červen	748,67	10 077 Kč
Červenec	804,04	10 822 Kč
Srpen	815,44	10 976 Kč
Září	597,83	8 047 Kč
Říjen	452,39	6 089 Kč
Listopad	275,92	3 714 Kč
Prosinec	254,71	3 428 Kč
<b>Celkem</b>	<b>6 868,99</b>	<b>92 457 Kč</b>

*Pozn.: Výkupní cena energie - 13,46 Kč/kWh*

V ekonomickém hodnocení je zohledněno snižování účinnosti fotovoltaických panelů a to 1% během jednoho roku provozu. Výkupní cena energie je zanesena po 15 let hodnocení provozu zařízení ve výši 13,46 Kč/kWh. Tzn., že během 15 let provozu zařízení je při stanovené ceně energie dosaženo zisku 1 370 tis. Kč.

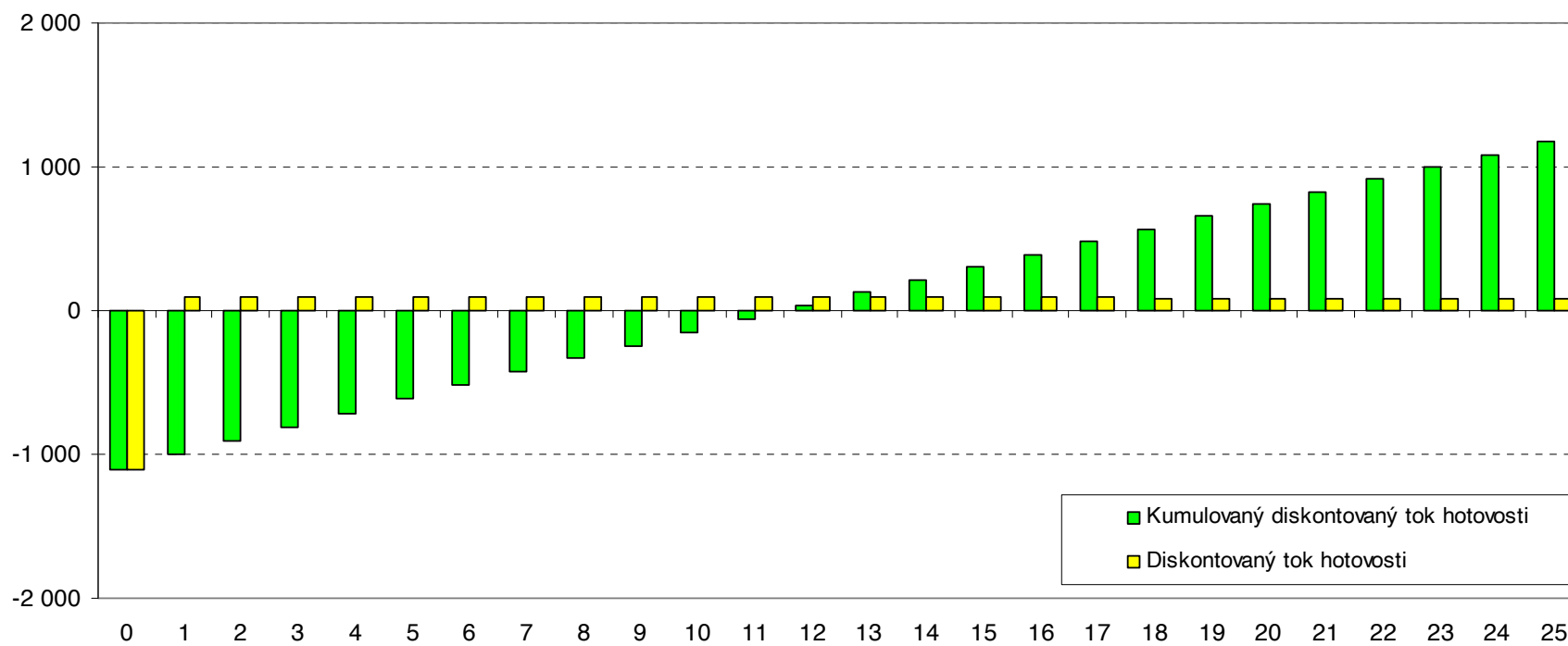
## Varianta – Osazení fotovoltaických panelů

Investiční	1 102 tis. Kč
Životnost	20 let
Diskontní sazba	0%
Složený nárůst cen	0,0%

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Úspora energie v cenách nultého roku	0	92	92	91	90	89	88	87	86	85	84
Jiné zisky z projektu v cenách nultého roku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Náklady na provoz a údržbu v cenách nultého roku	0	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-7	-7	-8	-8
Hrubé úspory v cenách nultého roku	0	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92
Finanční výdaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diskontní faktor	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tok hotovosti	-1 102	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92
Diskontovaný tok hotovosti	-1 102	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92
Kumulovaný tok hotovosti	-1 102	-1 004	-906	-809	-713	-617	-522	-428	-335	-242	-149
Kumulovaný diskontovaný tok hotovosti	-1 102	-1 004	-906	-809	-713	-617	-522	-428	-335	-242	-149

<b>Čistá současná hodnota úspor (NPV)</b>	<b>743 tis. Kč</b>
<b>Vnitřní výnosová míra projektu (IRR)</b>	<b>5,6%</b>
<b>Ukazatel ziskovosti (PI)</b>	<b>67%</b>
<b>Prostá doba návratnosti</b>	<b>11,2 let</b>
<b>Reálná doba návratnosti</b>	<b>11,6 let</b>

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - fotovoltaika



Zpráva v kapitole 4 uvádí důvody vedoucí k zohlednění energetické náročnosti stavebních materiálů, prvků a technologií užívaných při výstavbě nových či rekonstrukcích stávajících budov.

Tabulka 1 uvádí měrné hodnoty produkce emisí CO<sub>2</sub> a spotřeby energie (tzv. svázané), které jsou dosahovány při výrobě materiálů používaných při výstavbě.

**Tab. 1 Hodnoty produkce emisí CO<sub>2</sub> a spotřeby svázané energie použité při výpočtu**

	g CO <sub>2</sub> /kg	MJ/kg
Beton	132	0,8
Ocel	768	13
Keramické bloky	350	3,3
Pěněný beton	456	4,1
Dřevěná konstrukce	394	4,7
Vlaknocement desky	290	3,2
Sádkokartón	410	5,3
Kamenná vlna	1196	17,5
Skelná vlna	2130	42,7
Polystyren	2312	94,9
Nepálené cihly	208	1,8
Lepenice	3	0
Pozink	4079	59,7
Ocel	2588	38,6
Měď	5409	97,2
Hliník	20981	410
Litina	2769	41,1
Mosaz	5950	106,92
Kamenina	311	3,402
Keramika	259	2,8
PE	3169	111,1
Rouno – plst'	3562	115,6
PP	2448	87
PVC	2161	52,7
PU	2938	104,4

Hodnoty svázané energie a emisí CO<sub>2</sub> vycházejí z obecně uváděných hodnot a tudíž se u specifických konstrukcí, vybraných prvků a zařízení a mohou lišit v závislosti na výrobci, dodavatelské a realizační firmě.

Hodnoty spotřeby energie a produkce CO<sub>2</sub> pro technické zařízení budovy bylo převzato z hodnot uvedených v příloze článku zpracovaného katedrou technických zařízení budov ČVUT v Praze - <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3250&h=207&pl=49>.

Produkce emisí a spotřeby svázané energie stavebních prvků a konstrukcí podrobně uvedených v tabulkách a grafech, odpovídá polovině objektu, který je předmětem studie, tzn. 6 bytům. V závěru kapitoly stavební konstrukce je uvedena souhrnná tabulka odpovídající 12 bytům připravovaného projektu a referenční budovy.



## Stavební konstrukce

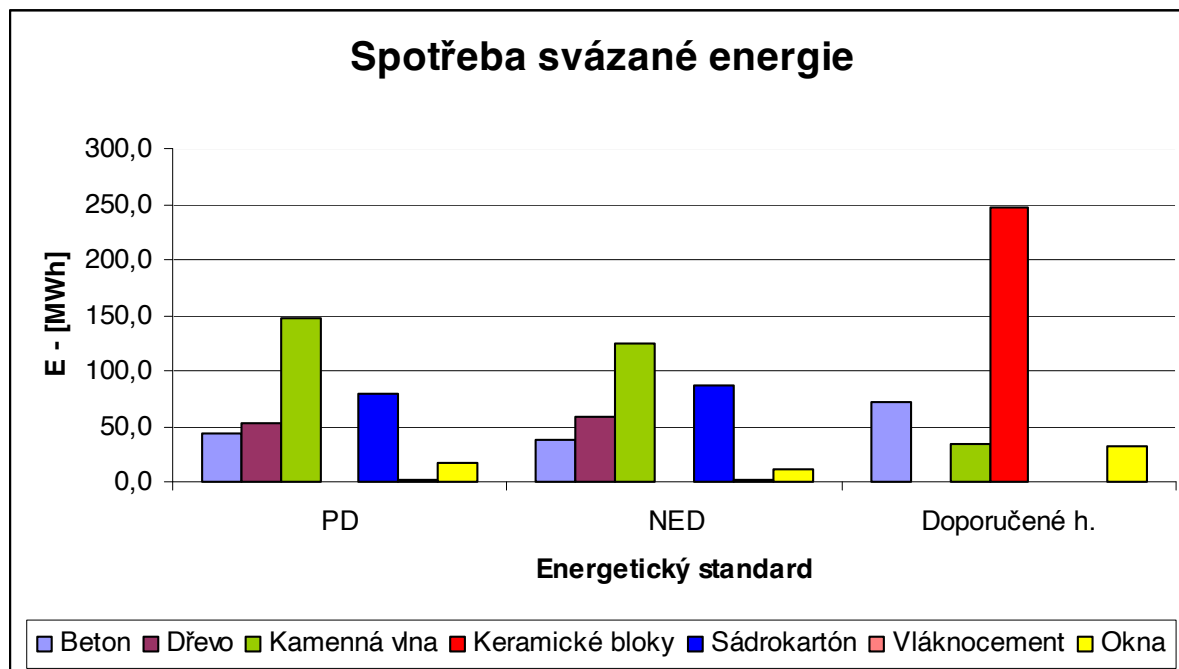
Hodnocení bylo provedeno na konstrukcích nadzemních podlaží. Stavební konstrukce zanesené do výpočtu zohledňují pouze hrubou stavbu, nikoliv povrchové úpravy. Tzn., že u zděného objektu např. nebyly do výpočtu zaneseny vnější a vnitřní omítky. Oproti tomu u dřevostavby byly zohledněny sádkokartóny, které kromě přestěrkování, obkladů či konečných nátěrů mohou být použity jako pohledový materiál.

U žádné z variant nebyly hodnoceny elektroinstalace, nášlapné vrstvy podlah či konečné vybavení bytů, např. předměty zdravotní techniky.

**Tab. 2 Porovnání spotřeby svázané energie potřebné pro výstavbu hrubé stavby**

Stavební materiál	Dřevostavba Pasivní standard	Dřevostavba Nízkoenergetický standard	Zděná stavba Doporučené hodnoty
	E – [MWh]		
Beton	43,5	37,8	72,1
Dřevo	52,7	58,7	0,0
Kamenná vlna	148,1	125,3	33,8
Keramické bloky	0,0	0,0	246,9
Sádkokartón	79,6	86,9	0,0
Vlákno cement	2,0	2,4	0,0
Okna	17,1	10,5	31,6
<b>Celkem</b>	<b>343,0</b>	<b>321,6</b>	<b>384,3</b>

**Obr. 1 - Spotřeba svázané energie potřebná pro výstavbu hrubé stavby**

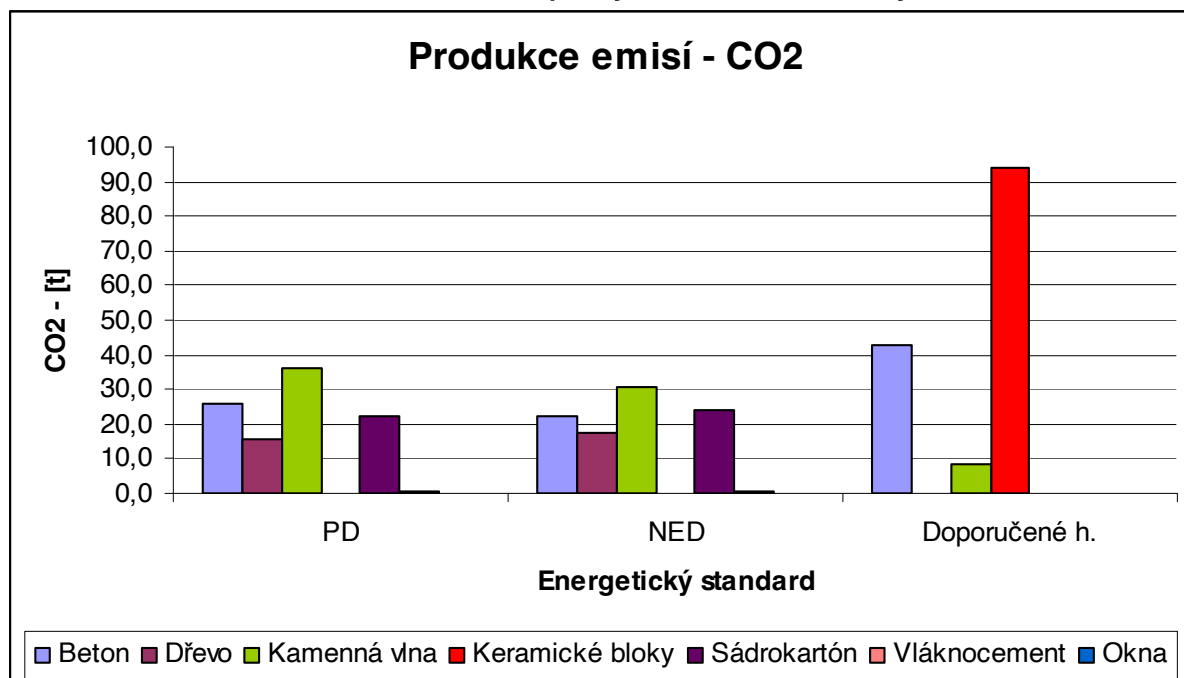


Tab. 3 Porovnání produkce emisí CO<sub>2</sub> pro hrubou stavbu nadzemních podlaží

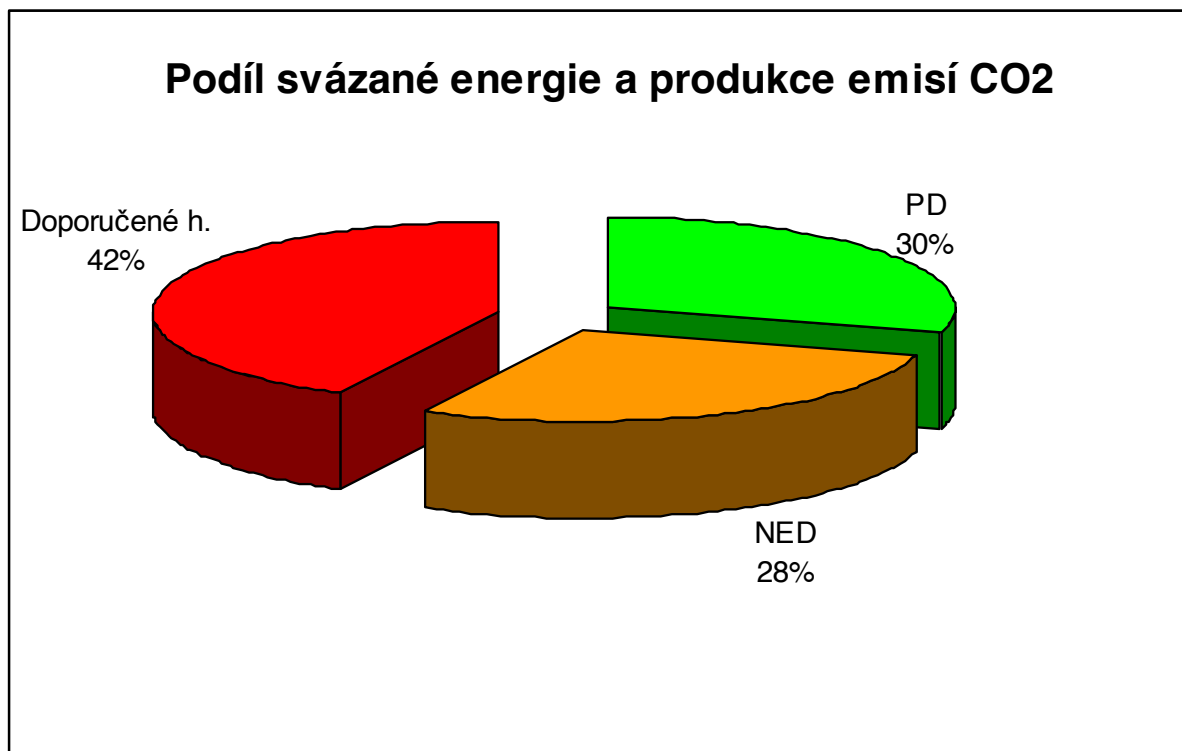
Stavební materiál	Dřevostavba Pasivní standard	Dřevostavba Nízkoenergetický standard	Zděná stavba Doporučené hodnoty
	CO <sub>2</sub> – [t]		
Beton	25,9	22,5	42,8
Dřevo	15,9	17,7	0,0
Kamenná vlna	36,4	30,8	8,3
Keramické bloky	0,0	0,0	94,3
Sádrokartón	22,2	24,2	0,0
Vláknocement	0,7	0,8	0,0
Okna	0,0	0,0	0,0
<b>Celkem</b>	<b>101,0</b>	<b>96,0</b>	<b>145,4</b>

Tab. 4

Obr. 2 - Produkce emisí CO<sub>2</sub> vzniklá při výstavbě hrubé stavby



Obr. 3 - Podíl spotřeby svázané energie a produkce emisí CO<sub>2</sub> pro budovy postavené v klasické zděné technologii dle doporučených hodnot uvedených v ČSN 73 0540:2, z dubna 2007 a dřevostavby postavené v nízkoenergetickém a pasivním standardu



Tab. 5 Porovnání spotřeby svázané energie a produkce emisí CO<sub>2</sub> pro hrubou stavbu nadzemních podlaží

	E	CO <sub>2</sub>
	[MWh]	[t]
Připravovaný projekt	664,6	197,0
Referenční budova	768,6	290,8

## Technické zařízení budov

Z hlediska poměru spotřeby svázané energie do technického zařízení (TZB) a stavebních konstrukcí, je spotřeba energie do TZB několikanásobně nižší. I zde však lze z hlediska životního cyklu materiálů a použitých zařízení dosáhnout optimalizace, která zohlední energetickou bilanci objektu.

Při návrhu solárního kolektoru byla vypočtena produkce tepelné energie ve výši 30 271kWh. Z provedeného výpočtu vyplývá, že energie potřebná (svázaná energie) pro výrobu komponent solárního systému je během prvního roku pokrytá solárními zisky.

**Tab. 6 Svázaná energie - solární systém**

	MWh	CO <sub>2</sub> – [t]
Solární kolektor kryt z ušlechtilé oceli, měděný absorbér	16,33	4,19
Expanzní nádoba 160 l	0,39	0,09
Potrubí měděné 18x1	0,91	0,18
Potrubí měděné 22x1	0,24	0,05
Potrubí měděné 28x1,5	0,91	0,18
Výměník ocel.	0,42	0,10
Akumulační nádoba 1000 l (teplá voda)	4,44	1,06
Izolace DN 15	0,05	0,01
Izolace DN 20	0,01	0,00
Izolace DN 25	0,03	0,01
Doplňovací čerpadlo	0,10	0,03
Oběhové čerpadlo	0,10	0,03
Uzavírací armatury	0,09	0,02
Pojistný ventil	0,01	0,00
Zpětný ventil	0,03	0,01
Odvzdušnění	0,05	0,01
Vypouštěcí kohout	0,05	0,01
Trojcestný ventil	0,03	0,01
Spirovent	0,04	0,01
<b>Celkem</b>	<b>24,24</b>	<b>5,99</b>

Tab. 7 Svázaná energie - vytápění (na straně topné vody), bez vodovodu – NED, PD

	Jedn.	Množst	Výchozí hodnoty		E	CO <sub>2</sub>
			MJ/jedn	gCO <sub>2</sub> /jedn		
Otopná tělesa	ks	6	608	40 710	1,01	0,24
	ks	21	1 140	76 430	6,65	1,61
	ks	12	728	48 790	2,43	0,59
Rozvody	m	20	74	4 110	0,41	0,08
	m	100	47	2 590	1,31	0,26
	m	150	39	2 130	1,63	0,32
	m	350	31	1 680	3,01	0,59
Izolace	m	500	5	135	0,65	0,07
	m	100	6	157	0,15	0,02
	m	20	6	179	0,04	0,00
R+S, 3 okr.	ks	1	89	4 940	0,02	0,00
Čerpadla oběhová	ks	2	375	25 110	0,21	0,05
Trojcestné ventily	ks	10	84	5 544	0,23	0,06
Uzavírací kohouty	ks	70	31	2 080	0,60	0,15
Zpětné klapky	ks	6	31	2 080	0,05	0,01
Odvzdušňovací ventily	ks	19	19	1 250	0,10	0,02
Vypouštěcí kohouty	ks	25	45	2 500	0,31	0,06
Pojistné ventily	ks	1	48	3 190	0,01	0,00
Termostatické ventily	ks	12	56	3 100	0,19	0,04
Expanzní nádoba	ks	1	541	36 240	0,15	0,04
Kotle	ks	2	7 334	491 720	4,07	0,98
Ohřívač teplé vody nepřímotopný stacionární	ks	1	6 500	429 000	1,81	0,43
Deskový výměník	ks	1	1 500	99 000	0,42	0,10
Seřizovací armatury	ks	12	85	5 610	0,28	0,07
Kalorimetry	ks	16	250	16 500	1,11	0,26
Filtry	ks	3	174	11 650	0,15	0,03
Šroubení jednoduché	ks	12	42	2 700	0,14	0,03
Šroubení dvojité	ks	27	21	1 350	0,16	0,04
Vzduchotechnické jednotky	ks	6	56 040	297 800	93,41	1,79
Sonoflex – 160 mm	m	56	597	31 310	9,32	1,76
Sonoflex – 200 mm	m	81	756	39 610	16,95	3,20
Rozvod vzduchu - 200 x 50	m	451	59,7	4079	7,48	1,84
Vyústky	ks	3	16 120	236	14,22	0,00
<b>Celkem</b>					<b>168,69</b>	<b>14,73</b>

Tab. 8 Svázaná energie - vytápění (na straně topné vody), bez vodovodu – REFERENČNÍ BUDOVA

	Jedn.	Množst	Výchozí hodnoty		E	CO <sub>2</sub>
			MJ/jedn	gCO <sub>2</sub> /jedn		
otopná tělesa	ks	12	608	40 710	2,03	0,49
	ks	42	1 140	76 430	13,30	3,21
	ks	12	728	48 790	2,43	0,59
rozvody	m	40	74	4 110	0,82	0,16
	m	200	47	2 590	2,61	0,52
	m	300	39	2 130	3,25	0,64
	m	700	31	1 680	6,03	1,18
izolace	m	1 000	5	135	1,31	0,14
	m	200	6	157	0,31	0,03
	m	49	6	179	0,09	0,01
Odvzdušňovací ventily	ks	40	19	1 250	0,21	0,05
Vypouštěcí kohouty	ks	54	45	2 500	0,68	0,14
Pojistné ventily	ks	12	48	3 190	0,16	0,04
Trojcestné ventily	ks	12	84	5 544	0,28	0,07
Termostatické ventily	ks	54	56	3 100	0,84	0,17
Expanzní nádoba	ks	12	541	36 240	1,80	0,43
Kotle	ks	12	7 334	491 720	24,45	5,90
Sonoflex - 160	m	56,2	597	31 310	9,32	1,76
<b>Celkem</b>					<b>69,90</b>	<b>15,51</b>

Požární úseky byly rozděleny na:

- ⇒ Jednotlivé byty;
- ⇒ nechráněnou únikovou cestu (pavlač se schodištěm);
- ⇒ instalační šachty v bytech;
- ⇒ kotelnu s výměňikovou stanicí;
- ⇒ kočárkárnu s kolárnou;
- ⇒ prostor všech sklepů.

Stupeň požární bezpečnosti požárních úseků:

- ⇒ 1. PP: požární úsek PP 1.01 – sklípky,  $p_v = 45 \text{ kgm}^{-2}$  SPB III
- ⇒ požární úsek PP 1.02 – kočárkárna s kolárnou (čl. 4.1.4 ČSN 730833)  
 $p_v = 15 \text{ kgm}^2$  SPB II
- ⇒ 1. NP až 3. NP: každý byt,  $p_v = 40 \text{ kgm}^{-2}$  SPB  
IV
- ⇒ 4. NP 4.01 kotelna s výměňikem,  $p_v = 10 \text{ kgm}^{-2}$  SPB II
- ⇒ Instalační šachty v bytech Š -1. NP/3. NP s rozvodem nehořlavých látek SPB  
II
- ⇒ Pavlače se schodištěm jsou nechráněnou únikovou cestou –  $h < 9 \text{ m}$ .

**Tab. 1 Požadovaná požární odolnost stavebních konstrukcí**

Stavební konstrukce	SPB	Požární odolnost
Požární stěny nosné a stropy v PP 1.02 (kočárky)	II. SPB	REI 45 DP1
Požární stěny nosné a stropy v PP 1.01 (sklepy)	III. SPB	REI 60 DP1
Požární stěny nosné a stropy v 1.NP až 3.NP (byty v nižší části domu)	IV. SPB	REI 45
Požární stěny nosné a stropy v posledním 3. NP (byty ve vyšší části domu, strop má funkci střechy)	IV. SPB	REI30/ RE 30
Požární uzávěr v 1. PP (vstupní dveře do kočárkárny PP 1.02)	II. SPB	EI 30 DP1-C
Požární uzávěr v 1. PP (vstupní dveře do sklepů PP1.01)	III. SPB	EI 30 DP1-C
Požární uzávěry v 1. až 3. NP (vstupní dveře do bytů)	IV. SPB	EI 30 DP3
Obvodové nosné stěny v 1. PP (PP 1.02)	II. SPB	REW 45 DP1
Obvodové nosné stěny v 1. PP (PP 1.01)	III. SPB	REW 60 DP1
Obvodové nosné stěny v 1. a 2. NP (byty)	IV. SPB	REW 60
Obvodové nosné stěny ve 3. NP, nižší část domu, (byty)	IV. SPB	REW 60
Obvodové nosné stěny ve 3. NP, vyšší část domu, (byty)	IV. SPB	REW 45
Obvodové nosné/nenosné stěny ve 4. NP(kotelna)	II. SPB	REW 15/EW 15
Vnitřní stěny nosné 1. PP	III. SPB	R 60 DP1
Vnitřní stěny nosné 1. NP a 2. NP	IV. SPB	R 60
Vnitřní stěny nosné 3. NP	IV. SPB	R 30
Střešní plášť ve 3. NP (byty)	IV. SPB	EI 15
Nosné konstrukce střechy ve 4. NP (kotelna)	II. SPB	RE 15
Střešní plášť ve 4. NP (kotelna)	II. SPB	bez požadavku
Instalační šachty (požární stěny a revizní dvířka)	II. SPB	viz komentář

### Analýza toku hotovosti – výchozí předpoklady pro 6 bytů, tzn. polovina bytového domu, bez fotovoltaických panelů

Varianta	Celkem	Vícenálady	
		6 bytů	navýšení
		%	tis. Kč
<b>Referenční – doporučené hodnoty ČSN 73 0540</b>	<b>10 902 500 Kč (1m<sup>2</sup> – 24,5 tis. Kč)</b>	100	0
<b>Nízkoenergetická</b>	<b>11 792 500 Kč (1m<sup>2</sup> – 27,0 tis. Kč)</b>	92	890
<b>Pasivní</b>	<b>12 771 500 Kč (1m<sup>2</sup> – 28,7 tis. Kč)</b>	85	1 869

### Normální rok - bilanční výpočet, spotřeba energie + náklady – bez fotovoltaických panelů

Spotřeba paliv a energie v klimaticky normálním roce	Referenční budova		NED		PD	
	Energie MWh	Náklady tis. Kč	Energie MWh	Náklady tis. Kč	Energie MWh	Náklady tis. Kč
Vstupy paliv a energie	<b>96</b>	<b>163</b>	<b>53</b>	<b>106</b>	<b>36</b>	<b>85</b>
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	8	11	4	6	2	4
Spotřeba energie na vytápění	30	39	21	28	6	8
Spotřeba energie na přípravu TV	42	56	12	16	12	16
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	15	57	15	57	16	58



## Úspory energie a nákladů na základě dosažení energetických standardů

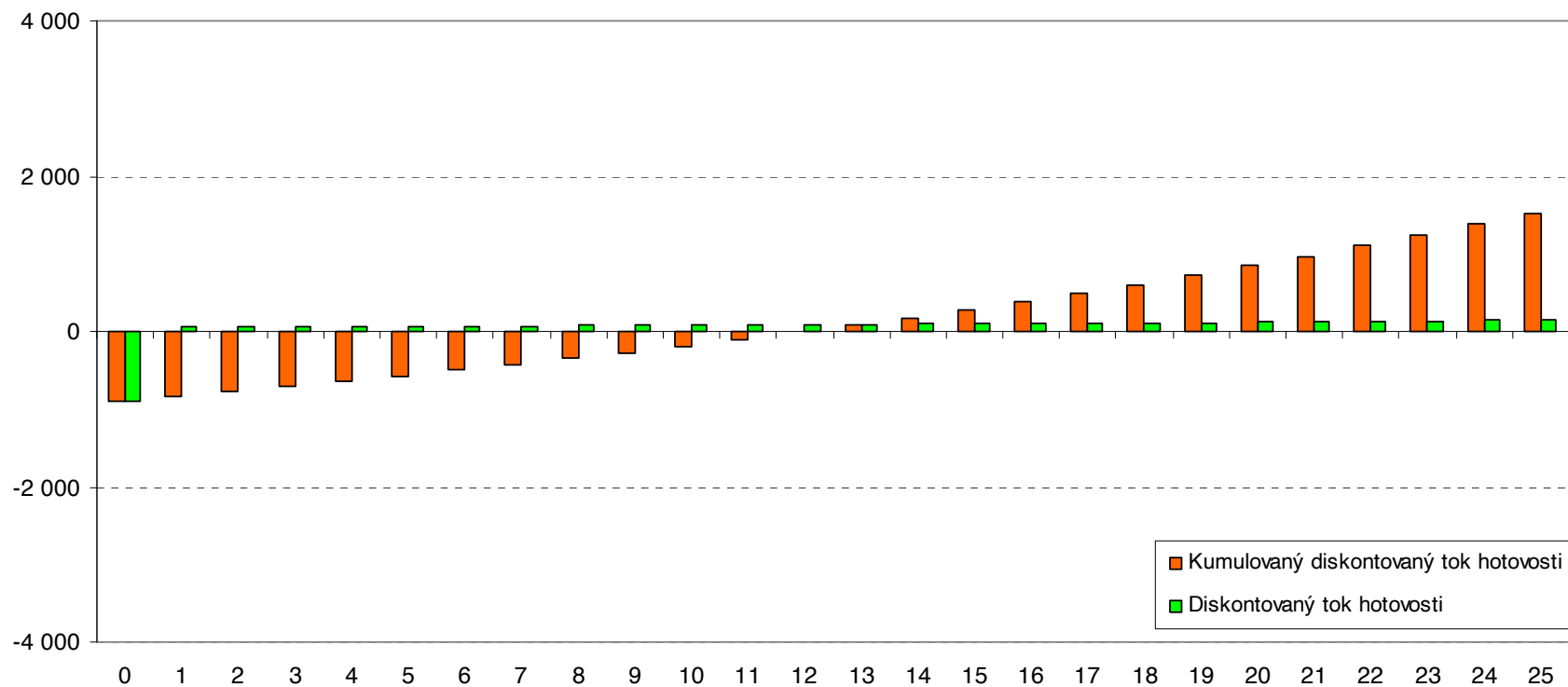
		ČEZ		Referenční budova		NED		PD	
		Sazba		Spotřeba	Náklady	Spotřeba	Náklady	Spotřeba	Náklady
		Kč/MWh		MWh	t.Kč	MWh	t.Kč	MWh	t.Kč
<b>ZP</b>	Ztráty	1 324	<b>Sazba pro výkup EE Kč/MWh 13 460</b>	8	11	4	6	6	8
	Vytápění			30	39	8	11	23	31
	TV			42	56	30	40	30	40
	Technologie aj.			0	0	0	0	0,0	0
	<b>Celkem</b>			<b>80</b>	<b>106</b>	<b>43</b>	<b>57</b>	<b>60</b>	<b>79</b>
<b>EE</b>	Ztráty	3 686		0	0	0	0	0	0
	Vytápění			0	0	0	0	0	0
	TV			0	0	0	0	0	0
	Technologie aj.			15	57	0	0	0	-1
	<b>Celkem</b>			<b>15</b>	<b>57</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>
<b>Celkem</b>	<b>1 705 Kč</b>		<b>96</b>	<b>163</b>	<b>43</b>	<b>57</b>	<b>59</b>	<b>78</b>	

**Ekonomické hodnocení jednotlivých variant – bez fotovoltaických panelů**

Ukazatele pro současný stav	Jednotka	Varianta 1.1	Varianta 2.1	Varianta 1.2	Varianta 2.2	Varianta 1.3	Varianta 2.3
Investiční náklady	tis. Kč	890	1 869	890	1 869	890	1 869
Úspora energie	MWh/rok	43	59	43	59	43	59
Úspora nákladů na energii v nultém roce	tis. Kč/rok	57	78	57	78	57	78
Úspora provozních nákladů v nultém roce	tis. Kč/rok	0	0	0	0	0	0
Cash-Flow projektu	tis. Kč	57	78	57	78	57	78
Prostá doba návratnosti	roky	15,7	24,0	15,7	24,0	15,7	24,0
Doba hodnocení	roky	30	30	30	30	30	30
<b>Diskont</b>	<b>%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
<b>Složený roční nárůst cen</b>	<b>%</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>
<b>Čistá současná hodnota</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>2 355</b>	<b>2 578</b>	<b>5 007</b>	<b>6 212</b>	<b>584</b>	<b>151</b>
<b>Vnitřní výnosové procento</b>	<b>%</b>	<b>12,2</b>	<b>8,6</b>	<b>17,9</b>	<b>14,2</b>	<b>9,0</b>	<b>5,6</b>
<b>Ukazatel ziskovosti</b>	<b>%</b>	<b>265%</b>	<b>138%</b>	<b>563%</b>	<b>332%</b>	<b>66%</b>	<b>8%</b>
<b>Reálná doba návratnosti</b>	<b>roky</b>	<b>12,1</b>	<b>16,8</b>	<b>10,4</b>	<b>13,9</b>	<b>17,1</b>	<b>27,4</b>

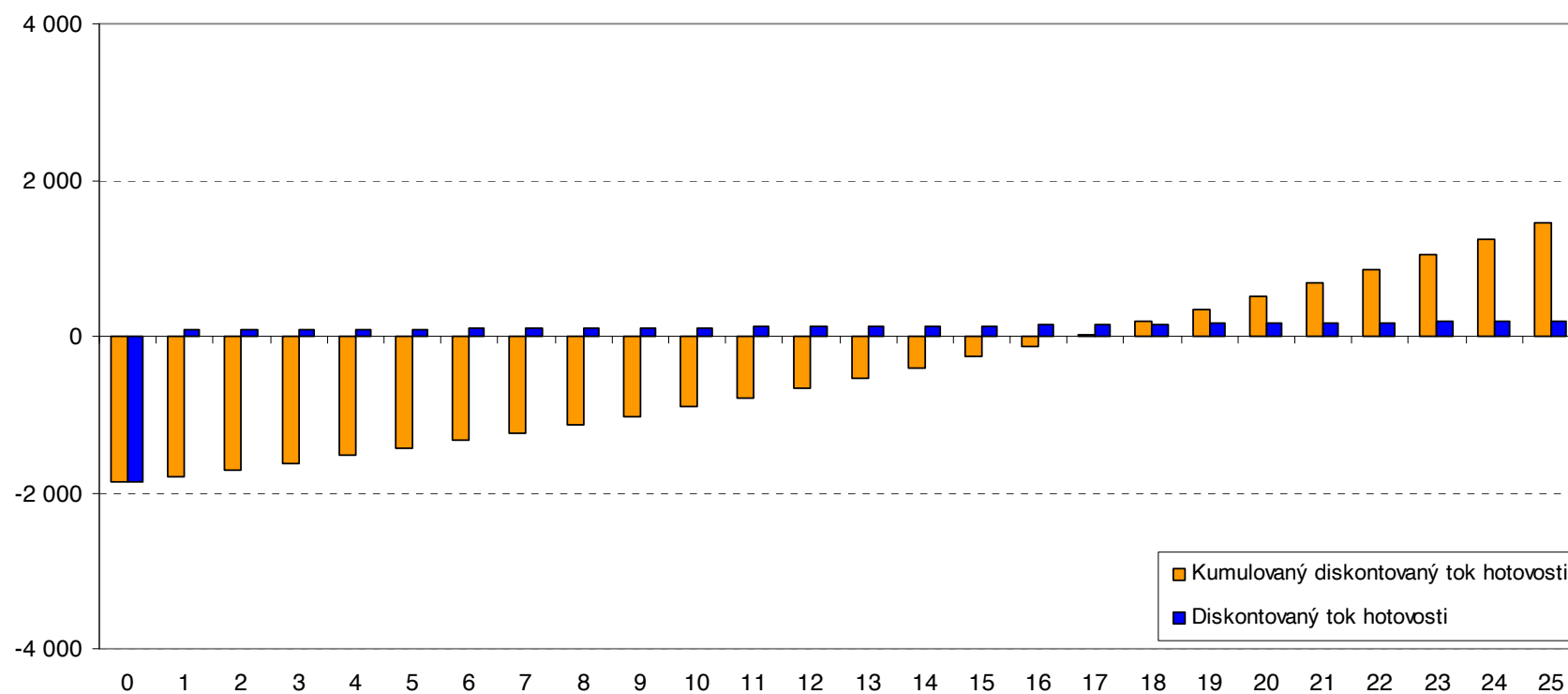
## Varianta 1.1 - Nízkoenergetická + solární ohřev TV

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 1.1



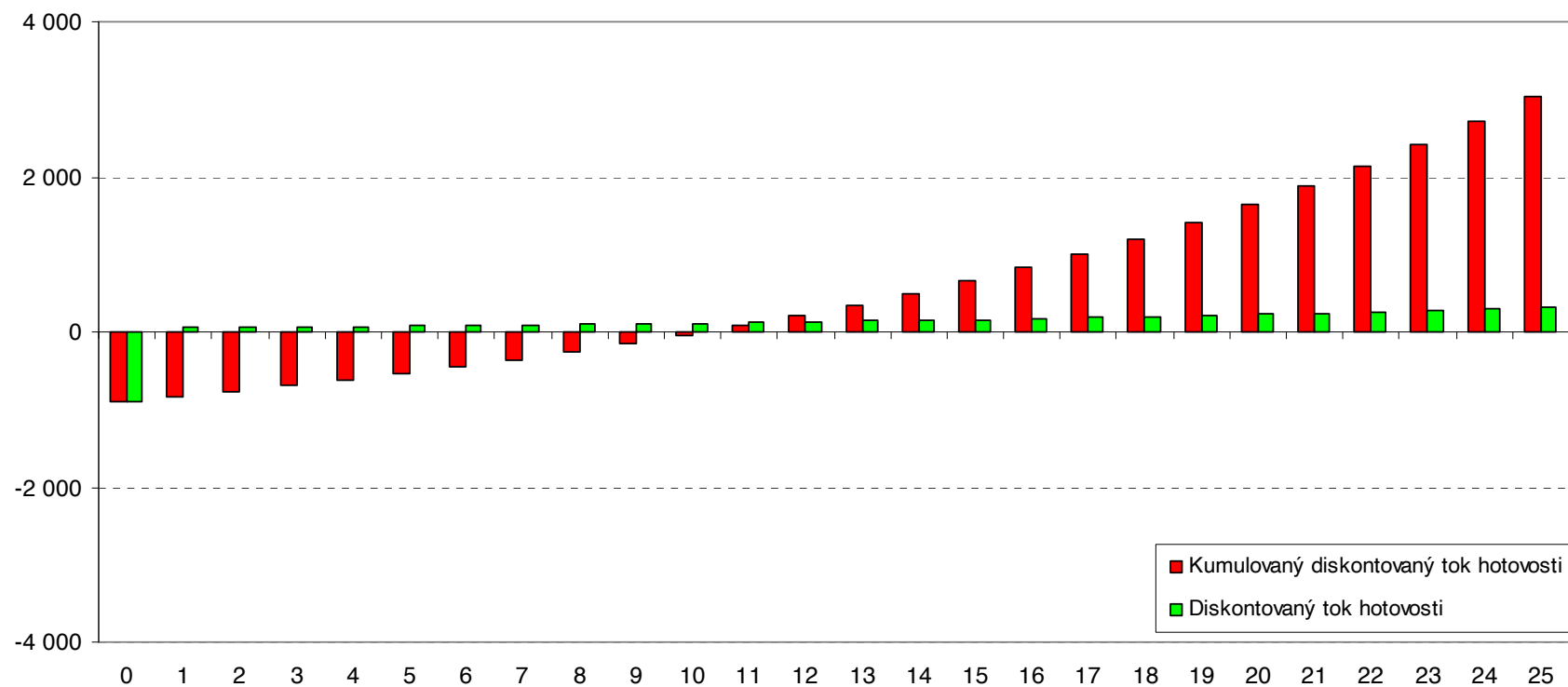
## Varianta 2.1 – Pasivní + solární ohřev TV

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 2.1



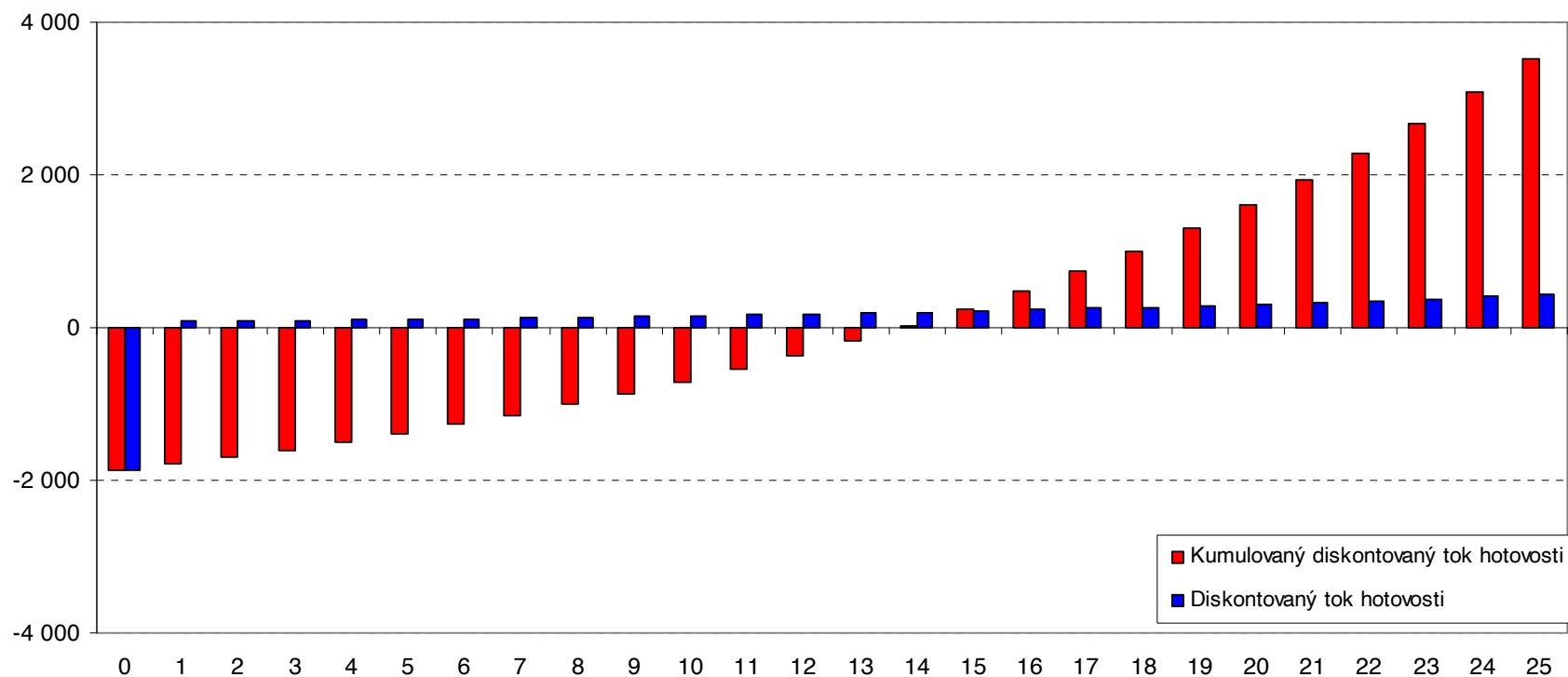
## Varianta 1.2 - Nízkoenergetická + solární ohřev TV

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 1.2



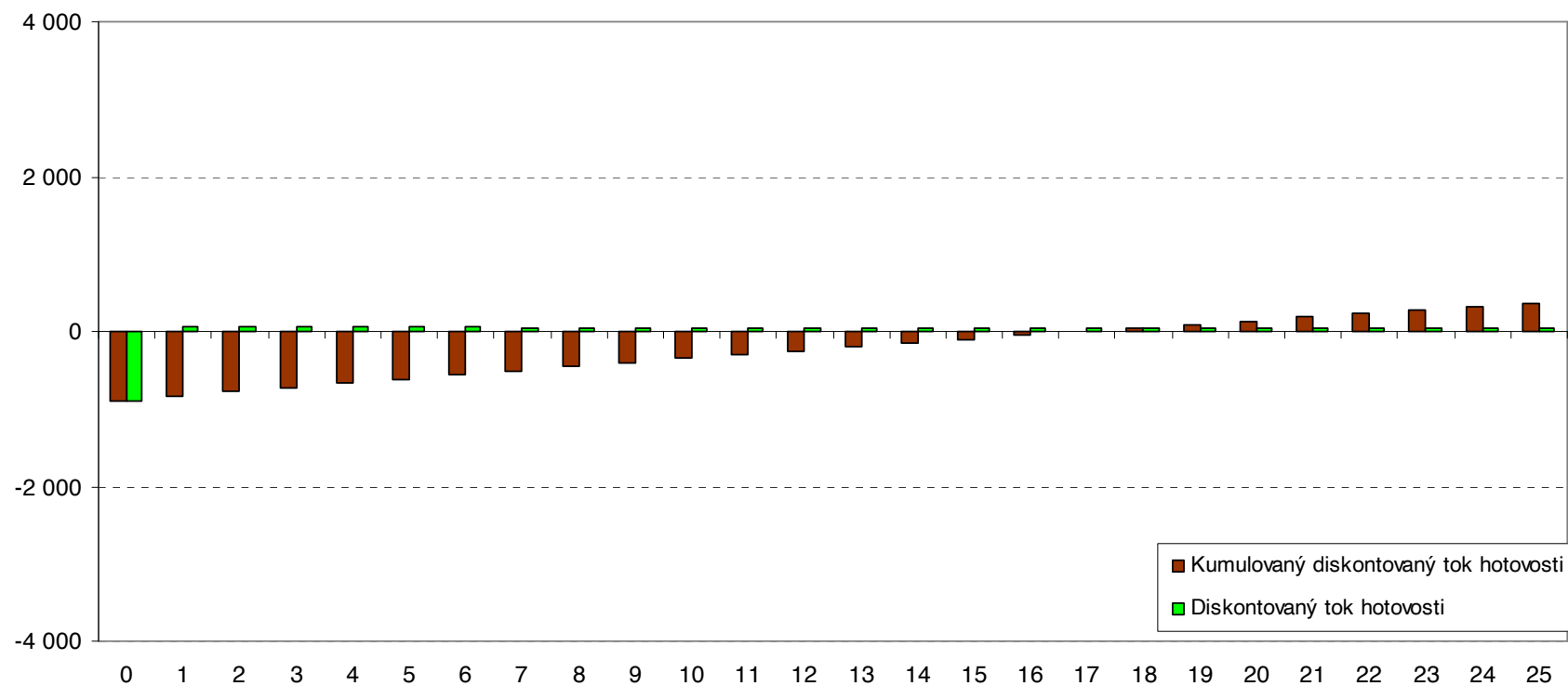
## Varianta 2.2 – Pasivní + solární ohřev TV

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 2.2



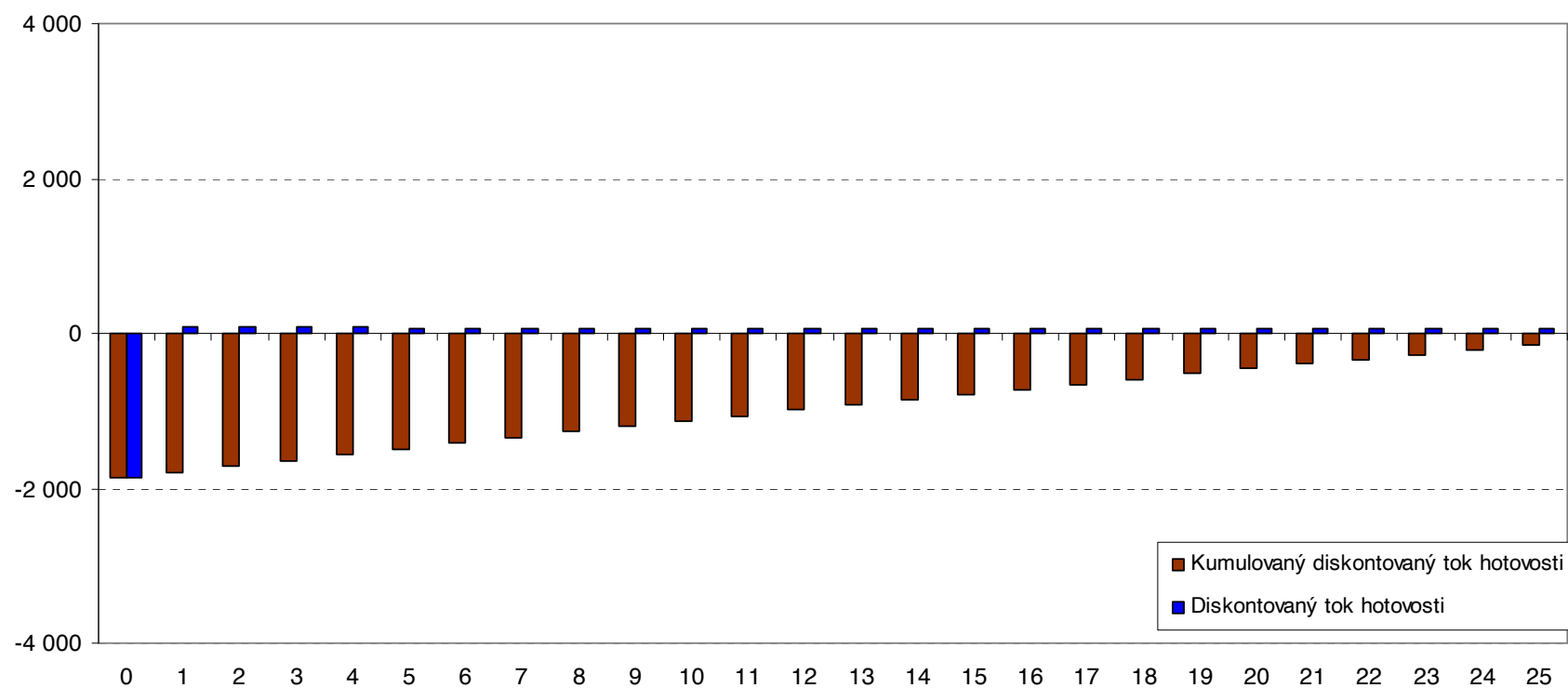
### Varianta 1.3 - Nízkoenergetická + solární ohřev TV

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 1.3



## Varianta 2.3 – Pasivní + solární ohřev TV

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 2.3





V architektonické studii a původních předpokladech je u energeticky úsporného projektu uvažováno s osazením fotovoltaických panelů. Následující ekonomická hodnocení zohledňují vícenáklady nutné na pořízení fotovoltaik a jejich přínos na základě stávajících výkupních cen elektrické energie. V průběhu životnosti je uvažováno s poklesem účinnosti fotovoltaik – viz příloha č. 5

### Analýza toku hotovosti – výchozí předpoklady pro 6 bytů, tzn. polovina bytového domu, s fotovoltaickými panely

Varianta	Celkem	Vícenáklady	
	6 bytů	navýšení	
		%	tis. Kč
<b>Referenční – doporučené hodnoty ČSN 73 0540</b>	<b>10 902 500 Kč (1m<sup>2</sup> – 24,5 tis. Kč)</b>	100	0
<b>Nízkoenergetická</b>	<b>12 894 700 Kč (1m<sup>2</sup> – 29,0 tis. Kč)</b>	85	1 992
<b>Pasivní</b>	<b>13 873 700 Kč (1m<sup>2</sup> – 31,2 tis. Kč)</b>	79	1 869

### Normální rok - bilanční výpočet, spotřeba energie + náklady – s fotovoltaickými panely

Spotřeba paliv a energie v klimaticky normálním roce	Referenční budova		NED		PD	
	Energie MWh	Náklady tis. Kč	Energie MWh	Náklady tis. Kč	Energie MWh	Náklady tis. Kč
Vstupy paliv a energie	<b>96</b>	<b>163</b>	<b>46</b>	<b>13</b>	<b>29</b>	<b>-8</b>
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	8	11	4	5	2	3
Spotřeba energie na vytápění	30	39	21	28	6	8
Spotřeba energie na přípravu TV	42	56	12	16	12	16
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	15	57	9	-36	9	-35

### Bilance nákupu a prodeje EE do/z veřejné sítě

EE spotř	EE prodej – PV	EE spotř	EE prodej - PV
MWh/r			
15,4	6,9	15,7	6,9

Pozn. - Podrobněji je znázorněno v příloze č. 5

### Úspory energie a nákladů na základě dosažení energetických standardů

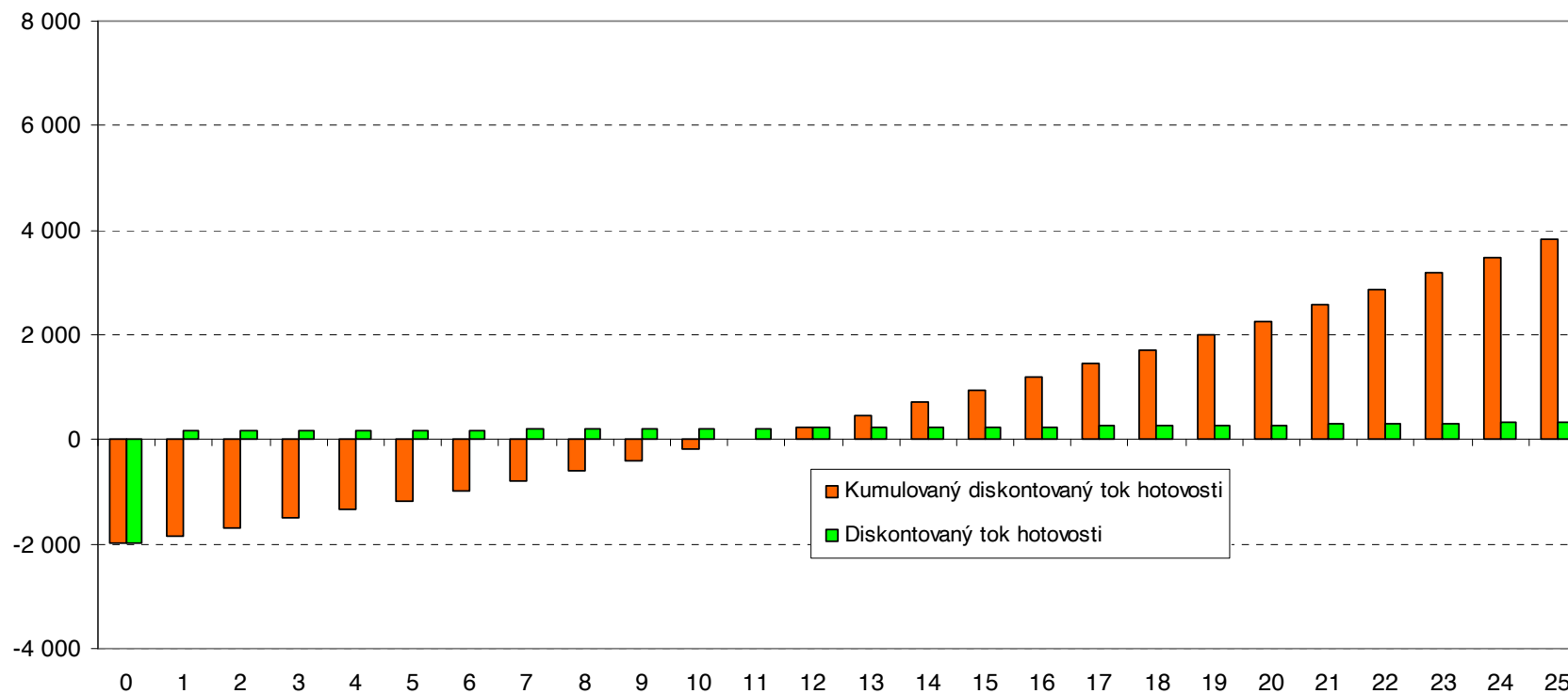
		ČEZ		Referenční budova		NED		PD	
		Sazba		Spotřeba	Náklady	Spotřeba	Náklady	Spotřeba	Náklady
		Kč/MWh		MWh	t.Kč	MWh	t.Kč	MWh	t.Kč
<b>ZP</b>	Ztráty	1 324	<b>Sazba pro výkup EE Kč/MWh 13 460</b>	8	11	4	6	6	8
	Vytápění			30	39	8	11	23	31
	TV			42	56	30	40	30	40
	Technologie aj.			0	0	0	0	0,0	0
	<b>Celkem</b>			<b>80</b>	<b>106</b>	<b>43</b>	<b>57</b>	<b>60</b>	<b>79</b>
<b>EE</b>	Ztráty	3 686		0	0	0	0	0	0
	Vytápění			0	0	0	0	0	0
	TV			0	0	0	0	0	0
	Technologie aj.			15	57	7	92	7	91
	<b>Celkem</b>			<b>15</b>	<b>57</b>	<b>7</b>	<b>92</b>	<b>7</b>	<b>91</b>
<b>Celkem bez PV</b>			<b>15</b>	<b>57</b>	<b>43</b>	<b>57</b>	<b>60</b>	<b>78</b>	
<b>Celkem s PV</b>			<b>96</b>	<b>163</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>66</b>	<b>171</b>	

**Ekonomické hodnocení jednotlivých variant – s fotovoltaickými panely**

Ukazatele pro současný stav	Jednotka	Varianta 3.1	Varianta 4.1	Varianta 3.2	Varianta 4.2	Varianta 3.3	Varianta 4.3
Investiční náklady	tis. Kč	1 992	2 971	1 992	2 971	1 992	2 971
Úspora energie	MWh/rok	50	66	50	66	50	66
Úspora nákladů na energii v nultém roce	tis. Kč/rok	150	171	150	171	150	171
Úspora provozních nákladů v nultém roce	tis. Kč/rok	0	0	0	0	0	0
Cash-Flow projektu	tis. Kč	150	171	150	171	150	171
Prostá doba návratnosti	roky	13,3	17,4	13,3	17,4	13,3	17,4
Doba hodnocení	roky	20	30	30	30	30	30
<b>Diskont</b>	<b>%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
<b>Složený roční nárůst cen</b>	<b>%</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>
<b>Čistá současná hodnota</b>	<b>tis. Kč</b>	<b>2 272</b>	<b>5 839</b>	<b>11 630</b>	<b>12 836</b>	<b>1 551</b>	<b>1 118</b>
<b>Vnitřní výnosové procento</b>	<b>%</b>	<b>10,9</b>	<b>10,6</b>	<b>18,9</b>	<b>16,3</b>	<b>9,9</b>	<b>7,5</b>
<b>Ukazatel ziskovosti</b>	<b>%</b>	<b>114%</b>	<b>197%</b>	<b>584%</b>	<b>432%</b>	<b>78%</b>	<b>38%</b>
<b>Reálná doba návratnosti</b>	<b>roky</b>	<b>10,9</b>	<b>13,6</b>	<b>9,4</b>	<b>11,4</b>	<b>15,0</b>	<b>20,3</b>

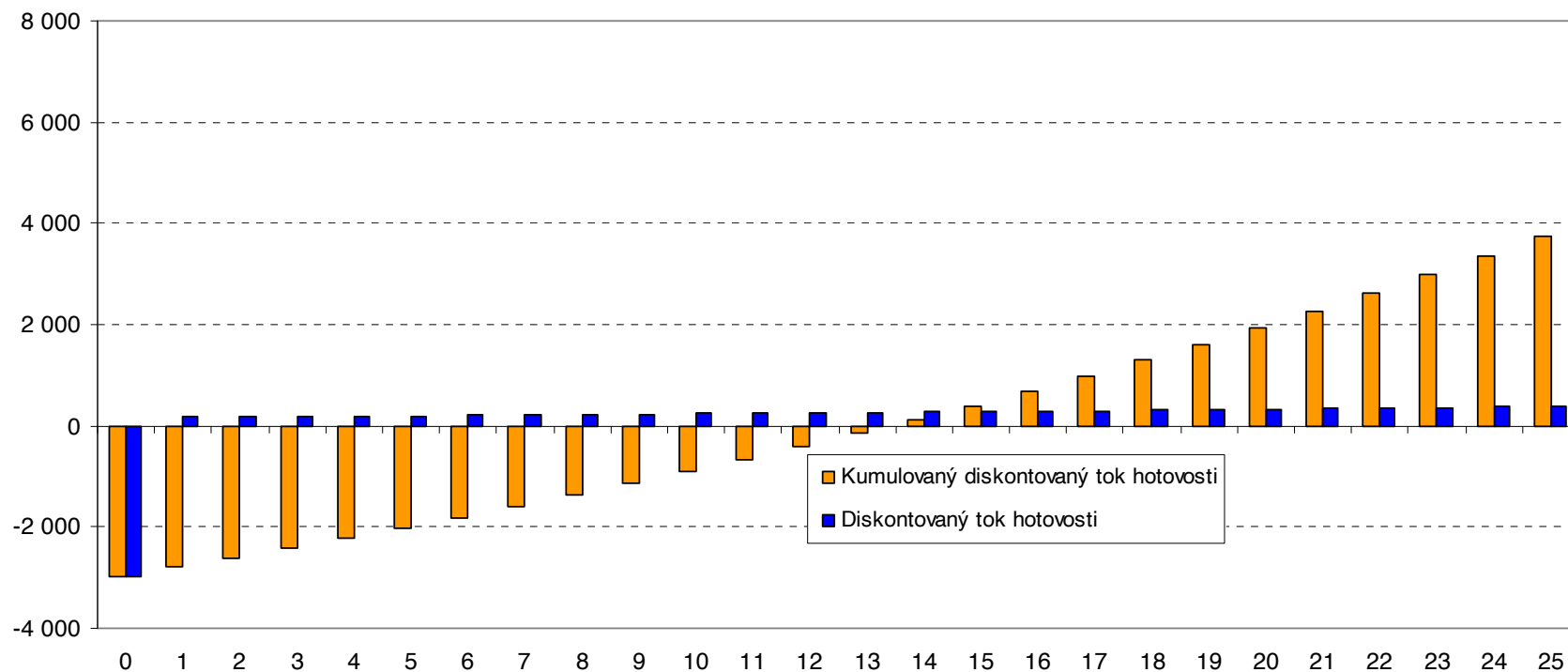
### Varianta 3.1 - Nízkoenergetická + solární ohřev TV + fotovoltaické panely

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 3.1



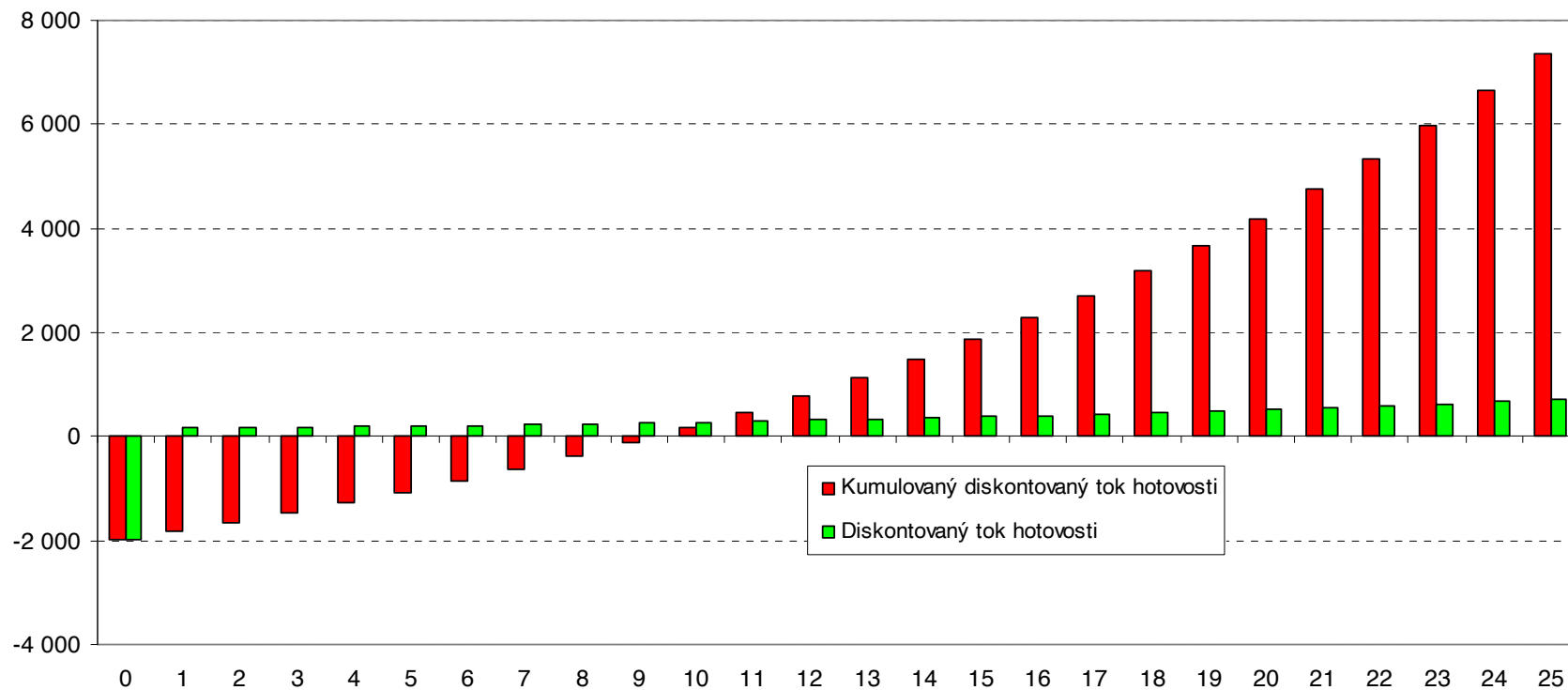
### Varianta 4.1 – Pasivní + solární ohřev TV + fotovoltaické panely

#### Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 4.1



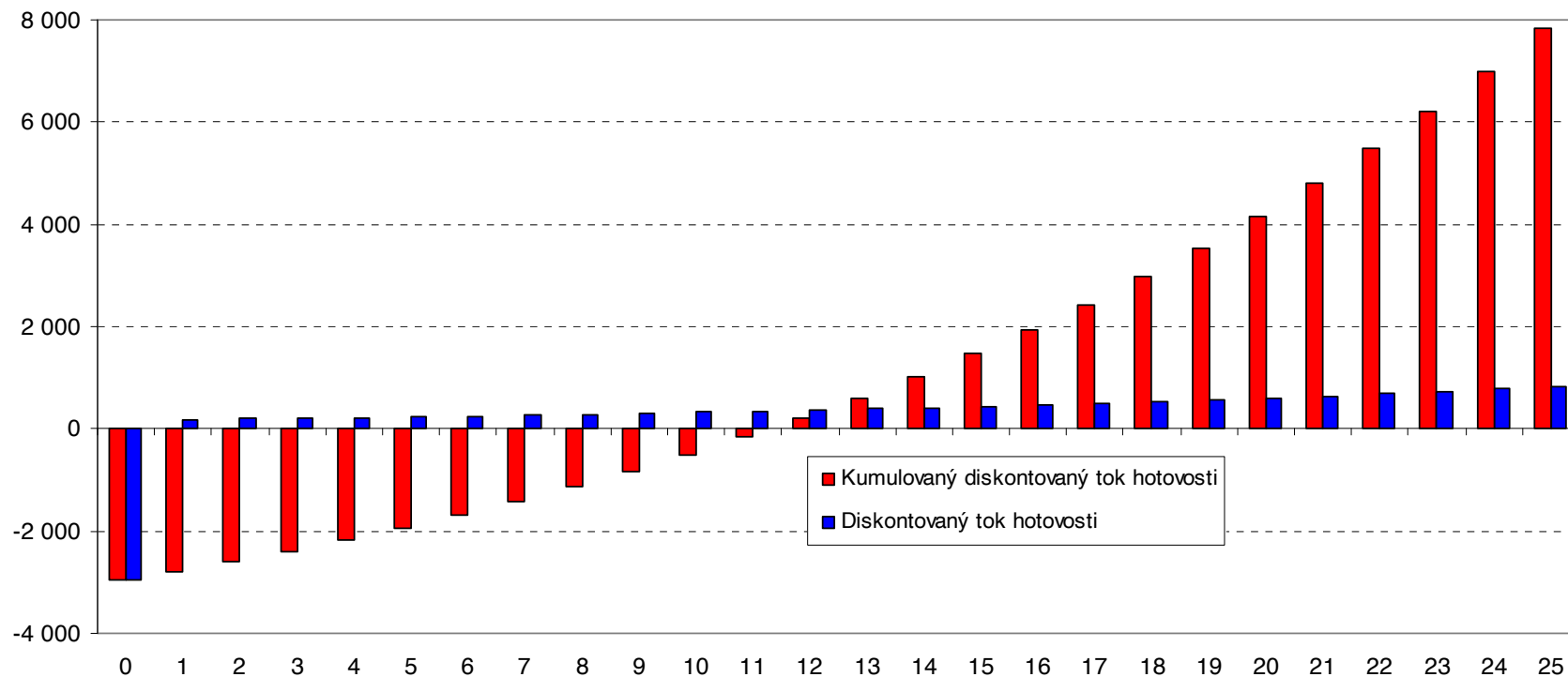
### Varianta 3.2 - Nízkoenergetická + solární ohřev TV + fotovoltaické panely

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 3.2



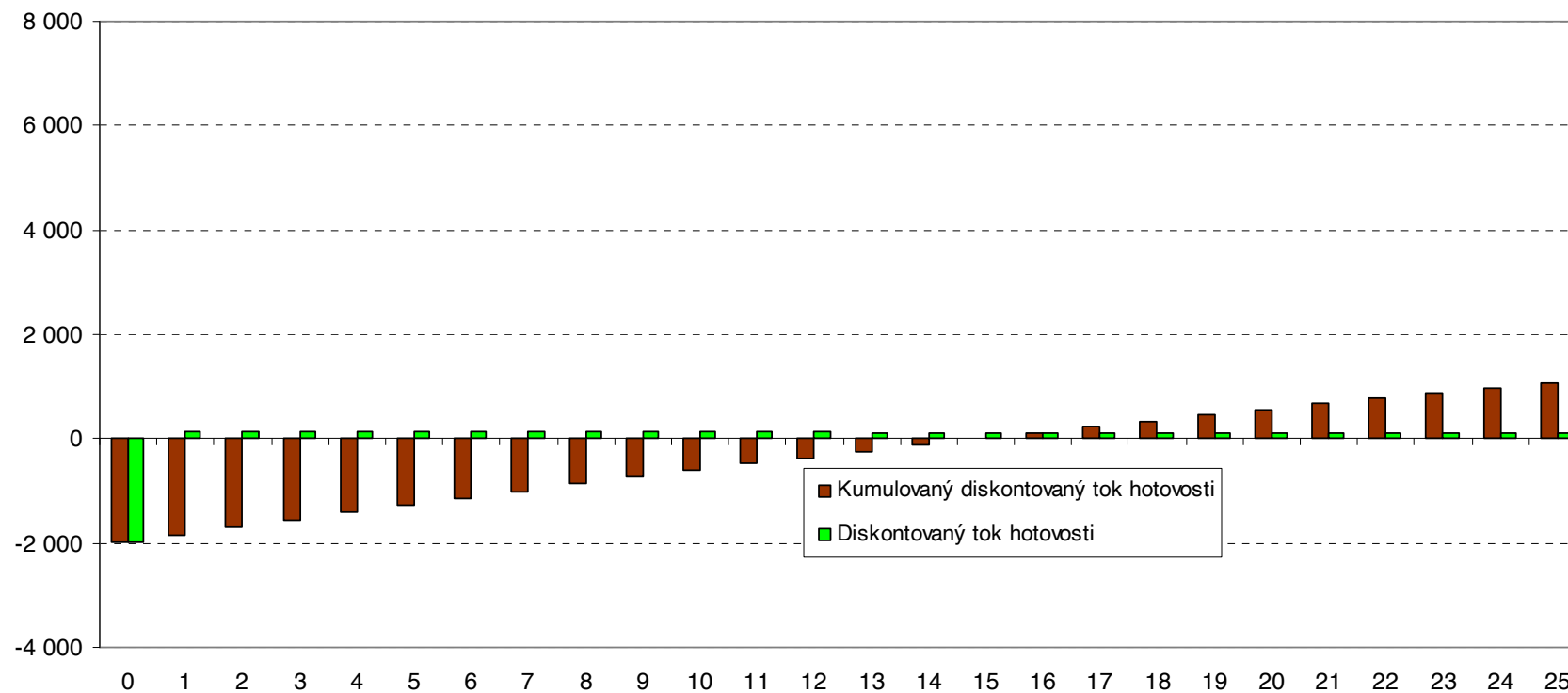
## Varianta 4.2 – Pasivní + solární ohřev TV + fotovoltaické panely

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 4.2



### Varianta 3.3 - Nízkoenergetická + solární ohřev TV + fotovoltaické panely

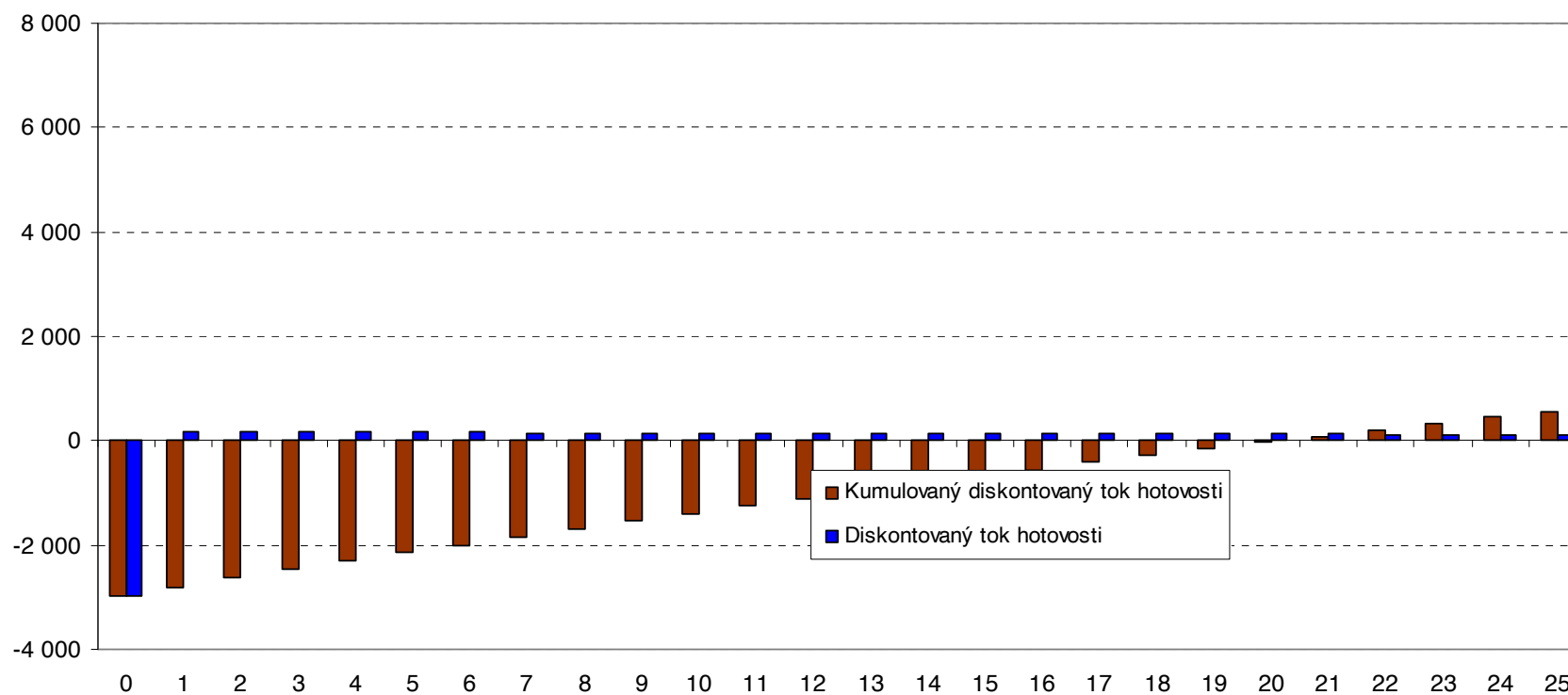
Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 3.3





### Varianta 4.3 – Pasivní + solární ohřev TV + fotovoltaické panely

Diskontovaný tok hotovosti (Cash Flow) investora - varianta 4.3



**Souhrnné ekonomické parametry jednotlivých variant**

Označení variant	Spotřeba energie $E_1$ MWh/rok	Úspora energie dE MWh/rok	Náklady na energii R tis.Kč/rok	Úspora nákladů na energii dR tis.Kč/rok	Úspora nákladů na údržbu a provoz dR tis.Kč/rok
Referenční budova	96	-	163	-	-
Varianta – NED	53	43	106	57	0
Varianta – PD	36	59	85	78	0
Varianta – NED + fotovoltaika (PV)	46	50	13	150	0
Varianta – PD + fotovoltaika (PV)	29	66	-8	171	0

**Ekonomické hodnocení jednotlivých variant**

Označení variant	Snížení provoz. nákladů R tis. Kč/rok	Invest. náklady opatření $J_i$ tis. Kč	Životn. z rok	Prostá doba návratnosti $n_1$ rok	Diskont. doba návratnosti $n_2$ rok	NPV tis. Kč	IRR %
Varianta 1.1 – NED	57	890	30	15,7	12,1	2 355	12,2
Varianta 1.2 – NED	57	890	30	15,7	10,4	5 007	17,9
Varianta 1.3 – NED	57	890	30	15,7	17,1	584	9,0
Varianta 3.1 – NED (PV)	150	1 992	20	13,3	10,9	2 272	10,9
Varianta 3.2 – NED (PV)	150	1 992	30	13,3	9,4	11 630	18,9
Varianta 3.3 – NED (PV)	150	1 992	30	13,3	15,0	1 551	9,9
Varianta 2.1 – PD	78	1 869	30	24,0	16,8	2 578	8,6
Varianta 2.2 – PD	78	1 869	30	24,0	13,9	6 212	14,2
Varianta 2.3 – PD	78	1 869	30	24,0	27,4	151	5,6
Varianta 4.1 – PD (PV)	171	2 971	30	17,4	13,6	5 839	10,6
Varianta 4.2 – PD (PV)	171	2 971	30	17,4	11,4	12 836	16,3
Varianta 4.3 – PD (PV)	171	2 971	30	17,4	20,3	1 118	7,5



## Ekologický přínos energeticky úsporných variant projektu

Hodnoty pro zemní plyn - bloková kotelna - výkon do 3,5 MW

Tuhé látky	0,001
SO <sub>2</sub>	0,000
NO <sub>x</sub>	0,047
CO	0,009
Org. Látky	0,001
CO <sub>2</sub>	55,780

Hodnoty pro elektrickou energii

Tuhé látky	0,026
SO <sub>2</sub>	0,576
NO <sub>x</sub>	0,399
CO	0,039
Org. Látky	0,000
CO <sub>2</sub>	325,000

Vyhodnocení emisí v důsledku realizace projektu

Označení varianty		Současný stav	Varianta 1	Rozdíl 1	Rozdíl 1	Varianta 2	Rozdíl 2	Rozdíl 2
Tuhé látky	t/rok	0,002	0,001	0,001	47%	0,001	0,001	47%
SO <sub>2</sub>	t/rok	0,031	0,017	0,015	47%	0,017	0,014	44%
NO <sub>x</sub>	t/rok	0,035	0,018	0,017	49%	0,016	0,020	56%
CO	t/rok	0,005	0,002	0,002	51%	0,002	0,003	61%
Org. Látky	t/rok	0,000	0,000	0,000	54%	0,000	0,000	74%
CO <sub>2</sub>	t/rok	33,725	16,840	16,885	50%	13,991	19,734	59%

Označení variant	Tuhé látky	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Org. Látky	CO <sub>2</sub>
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Referenční budova	0,002	0,031	0,035	0,005	0,000	33,725
Varianta 1	0,001	0,017	0,018	0,002	0,000	16,840
Varianta 2	0,001	0,017	0,016	0,002	0,000	13,991

Snížení emisí v důsledku realizace projektu oproti původnímu stavu

Označení variant	Tuhé látky	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Org. Látky	CO <sub>2</sub>
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Varianta 1	0,001	0,015	0,017	0,002	0,000	16,885
Varianta 2	0,001	0,014	0,020	0,003	0,000	19,734

## Podrobný ekologický přínos solárního systému pro průměrný rok

Reálná denní potřeba TV, na základě expertního odhadu, činí 2 000 l. Objekt je navržen pro 35 až 40 osob. Solární systém je navržen s potřebou teplé vody cca 50 až 60 l/osobu. Normová hodnota činí 83 l /osobu.

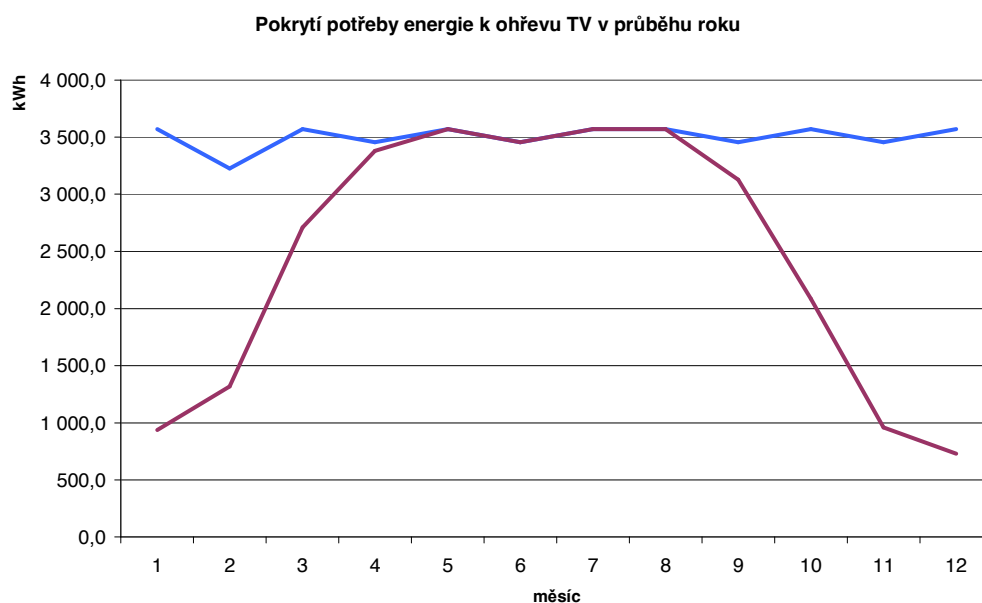
### Varianta 1

- ⇒ 30 kolektorů – rozměr 1 600 x 1 000 mm;
- ⇒ zásobníky teplé vody celkem 2000 l;
- ⇒ ztráta 10%.

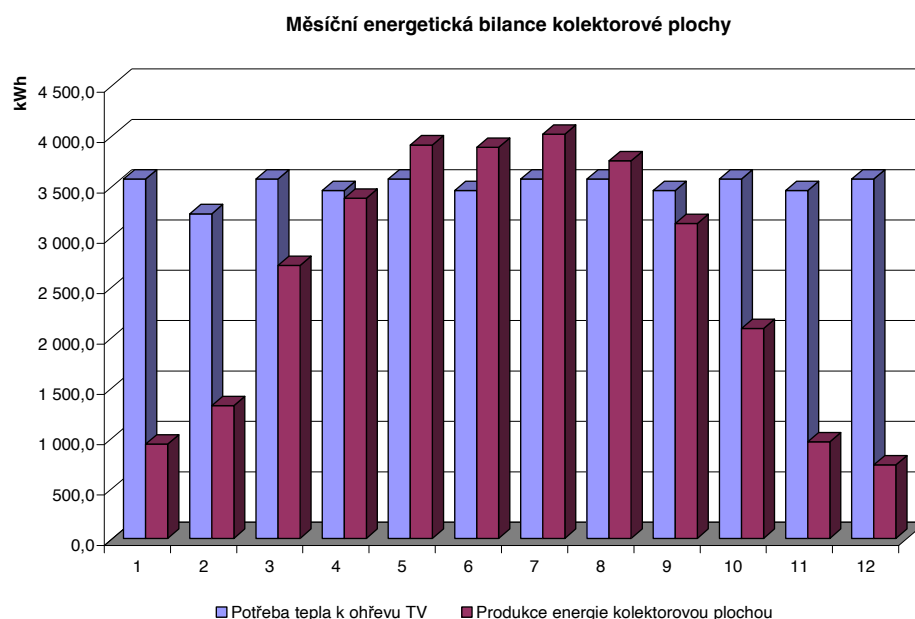
**Tab. 1 Přehled potřeby teplé vody a jeho pokrytí zisky ze solárních kolektorů – Var 1**

Měsíc	počet dní	potřeba energie [kWh]	pokrytí TV kolektory [kWh]	pokrytí TV kolektory [%]	energetický rozdíl [kWh]
leden	31	3 569,2	938,0	26%	-2 631,3
únor	28	3 223,8	1 317,9	41%	-1 906,0
březen	31	3 569,2	2 709,7	76%	-859,5
duben	30	3 454,1	3 378,8	98%	-75,4
květen	31	3 569,2	3 569,2	100%	339,0
červen	30	3 454,1	3 454,1	100%	428,9
červenec	31	3 569,2	3 569,2	100%	443,2
srpen	31	3 569,2	3 569,2	100%	182,7
září	30	3 454,1	3 126,6	91%	-327,5
říjen	31	3 569,2	2 084,4	58%	-1 484,8
listopad	30	3 454,1	958,2	28%	-2 496,0
prosinec	31	3 569,2	729,5	20%	-2 839,7
Rok	365	42 025,0	29 404,9	70%	

**Obrázek 1: Pokrytí potřeby energie k ohřevu TV v průběhu roku – Var 1**



Obrázek 2: Měsíční energetická bilance kolektorové plochy – Var 1



Následně uvedená tabulka vyjadřuje kilogramy měrných emisí, které jsou vypočteny dle vyhlášky č. 270/93 Sb., vydané MŽP, přepočtené na 1MWh tepla obsaženého v palivu (údaje v kg/MWh).

Tab. 2 Emisní faktory pro neobnovitelné zdroje energie dle vyhl. 270/1993 Sb.

Palivo	SO <sub>2</sub> [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	CO [kg]	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> [kg]	tuhé částice [kg]
Hnědé uhlí netříděné energetické	3,245	4,120	0,075	0,023	4,975
Elektrina - 30% účinnost elektráren	10,817	13,733	0,250	0,075	16,583
Hnědé uhlí tříděné	4,880	0,770	11,500	2,570	2,130
Černé uhlí	1,850	0,225	6,750	1,500	1,244
Topný koks	1,470	0,208	6,230	1,385	1,420
LTO	3,420	0,875	0,050	0,035	0,182
Velmi LTO	0,875	0,428	0,061	0,035	0,122
Dřevo	0,257	0,770	0,257	0,257	3,210
Zemní plyn	0,086	3,500	1,200	0,014	0,002

Při předpokládaném ročním energetickém zisku, výše uvedená tabulka vyjadřuje kilogramy emisí skleníkových plynů, které nevzniknou při užívání neobnovitelných zdrojů.

Palivo	SO <sub>2</sub> [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	CO [kg]	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> [kg]	tuhé částice [kg]
Hnědé uhlí netříděné energetické	99,942	126,891	2,310	0,693	153,224
Elektrina – 30% účinnost elektráren	333,140	422,970	7,700	2,310	510,747
Hnědé uhlí tříděné	150,298	23,715	354,186	79,153	65,601
Černé uhlí	56,978	6,930	207,892	46,198	38,314
Topný koks	45,274	6,406	191,877	42,656	43,734
LTO	105,332	26,949	1,540	1,078	5,605
Velmi LTO	26,949	13,182	1,879	1,078	3,757
Dřevo	7,915	23,715	7,915	7,915	98,864
zemní plyn	2,649	107,796	36,959	0,425	0,066

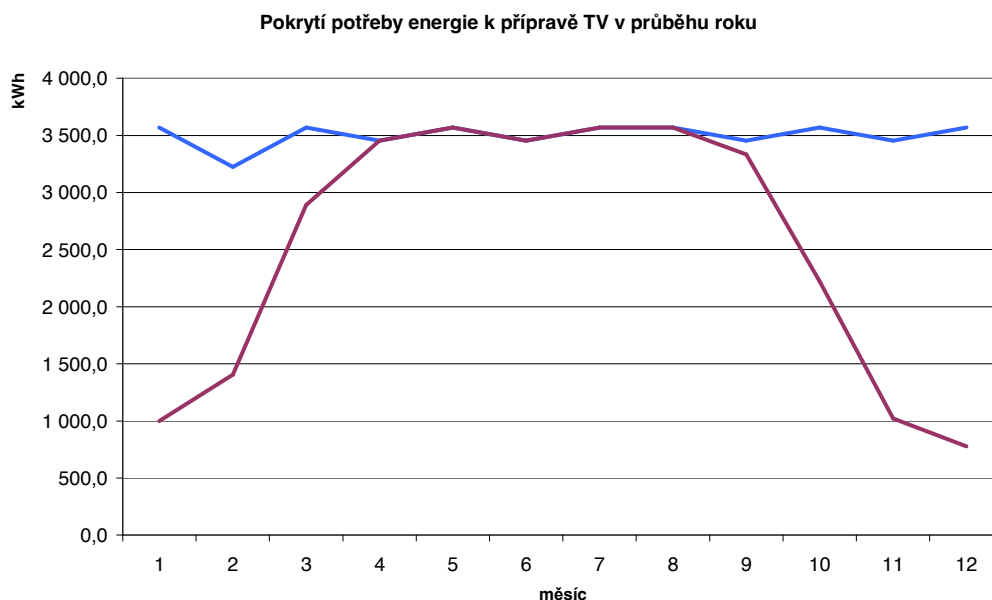
**Varianta 2**

- ⇒ 32 kolektorů – rozměr 1 600 x 1 000 mm;
- ⇒ Zásobníky teplé vody celkem 2000 l;
- ⇒ ztráta 10%.

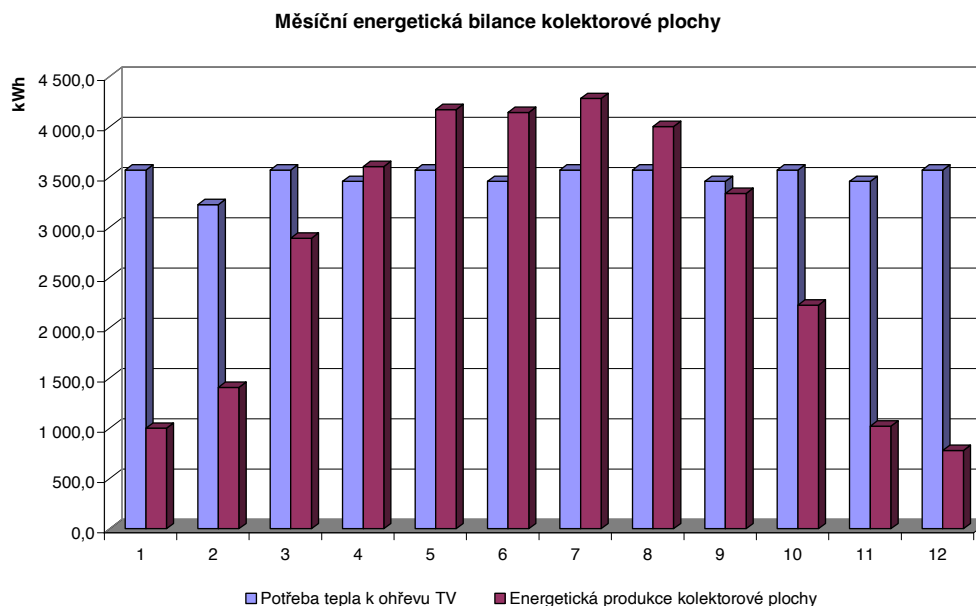
**Tab. 3 Přehled potřeby teplé vody a jeho pokrytí zisky ze solárních kolektorů**

měsíc	počet dní	potřeba energie [kWh]	pokrytí TV kolektory [kWh]	pokrytí TV kolektory [%]	energetický rozdíl [kWh]
leden	31	3 569,2	1 000,5	28%	-2 568,7
únor	28	3 223,8	1 405,7	44%	-1 818,1
březen	31	3 569,2	2 890,4	81%	-678,9
duben	30	3 454,1	3 454,1	100%	149,9
květen	31	3 569,2	3 569,2	100%	599,6
červen	30	3 454,1	3 454,1	100%	687,8
červenec	31	3 569,2	3 569,2	100%	710,7
srpen	31	3 569,2	3 569,2	100%	432,8
září	30	3 454,1	3 335,1	97%	-119,1
říjen	31	3 569,2	2 223,4	62%	-1 345,9
listopad	30	3 454,1	1 022,0	30%	-2 432,1
prosinec	31	3 569,2	778,2	22%	-2 791,1
Rok	365	42 025,0	30 271,2	72%	

**Obrázek 3: Pokrytí potřeby energie k ohřevu TV v průběhu roku – Var 2**



Obrázek 4: Měsíční energetická bilance kolektorové plochy – Var 2



Tab. 4 Emisní faktory pro neobnovitelné zdroje energie dle vyhl. 270/1993 Sb.

Palivo	SO <sub>2</sub> [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	CO [kg]	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> [kg]	tuhé částice [kg]
Hnědé uhlí netříděné energetické	3,245	4,120	0,075	0,023	4,975
elektřina - 30% účinnost elektráren	10,817	13,733	0,250	0,075	16,583
Hnědé uhlí tříděné	4,880	0,770	11,500	2,570	2,130
Černé uhlí	1,850	0,225	6,750	1,500	1,244
Topný koks	1,470	0,208	6,230	1,385	1,420
LTO	3,420	0,875	0,050	0,035	0,182
Velmi LTO	0,875	0,428	0,061	0,035	0,122
Dřevo	0,257	0,770	0,257	0,257	3,210
Zemní plyn	0,086	3,500	1,200	0,014	0,002

Při předpokládaném ročním energetickém zisku, výše uvedená tabulka vyjadřuje kilogramy emisí skleníkových plynů, které nevzniknou při užívání neobnovitelných zdrojů.

Palivo	SO <sub>2</sub> [kg]	NO <sub>x</sub> [kg]	CO [kg]	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> [kg]	tuhé částice [kg]
Hnědé uhlí netříděné energetické	106,605	135,350	2,464	0,739	163,439
Elektřina – 30% účinnost elektráren	355,350	451,168	8,213	2,464	544,797
Hnědé uhlí tříděné	160,318	25,296	377,799	84,430	69,975
Černé uhlí	60,776	7,392	221,751	49,278	40,868
Topný koks	48,293	6,833	204,668	45,500	46,650
LTO	112,354	28,746	1,643	1,150	5,979
Velmi LTO	28,746	14,061	2,004	1,150	4,008
Dřevo	8,443	25,296	8,443	8,443	105,455
zemní plyn	2,825	114,982	39,422	0,453	0,071