

UŽITÍ OZE A REÁLNÝ PODÍL V ČESKÝCH BUDOVÁCH



Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2013 - Program EFEKT

STÚ-E s.r.o.

Stavebně technický ústav – Energetika budov

Podolská 401/50

147 01 Praha 4 - Podolí

Telefon: +420 603 811 016

Kontakty: Alena Horáková, horakova@stu-e.cz; Karel Mrázek, mrazek@stu-e.cz

prosinec
2013

UŽITÍ OZE A REÁLNÝ PODÍL V ČESKÝCH BUDOVÁCH

STÚ-E, s.r.o.

Název: UŽITÍ OZE A REÁLNÝ PODÍL V ČESKÝCH BUDOVÁCH

STÚ-E, S.R.O.

PODOLSKÁ 401/50, PODOLÍ, 147 00 PRAHA

zodpovědný řešitel : ing. Karel MRÁZEK
spolupráce: ing. Alena HORÁKOVÁ

tel.: +420 603 811 016; +420 602 451 548

e mail: horáková@stu-e.cz

oponent: Ing. František PLECHÁČ

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov zavedla pojem budov s téměř nulovou potřebou energie. Budovou s téměř nulovou potřebou energie“ je budova, jejíž energetická náročnost je velmi nízká. Téměř nulová či nízká potřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí.

Cílem publikace bylo ověřit na rozšířených druzích budov vícepodlažní BD, izolovaném RD, školní budově a administrativní budově, způsoby užití OZE a míry užití v % roční potřeby při splnění požadavku nákladově optimální energetické náročnosti. V publikaci se zaměřujeme na obnovitelné energie a netradiční účinné technologie integrované do budovy a snižující měrnou potřebu primární energie:

Sluneční energii -pasivní, aktivní a kombinované využití pro vytápění a přípravu TV; fotovoltaika pro výrobu elektřiny

Teplu prostředí – ze vzduchu, vody, půdy – TČ – pro výrobu tepla

Biomasu – pro výrobu tepla

Šedou vodu – pro výrobu tepla (předehřev TV)

Kombinovanou výrobu tepla v mikro zdrojích.

V kapitole 2 byly jednotlivé druhy OZE analyzovány, definováno jejich možné užití a pro vybrané druhy budov stanoveny možné podíly OZE.

V kapitole 3 jsou výsledky simulace energetické náročnosti referenčních budov formou EA a programem STUE. Ve variantách – souborech opatření – byly účelně užity OZE a netradiční technologie. Nákladová optimalizace byla provedena stanovením celkové ceny podle Nařízení a ČSN EN 15459 – Energetická účinnost budov – Metoda ekonomického hodnocení energetických soustav v budově, přiměřeně i pro stavební konstrukci. Referenční budova byla provedena podle zásad a hodnot z vyhlášky č. 78/2013 Sb.

Výstupem jsou přehledné tabulky: geometrie, parametry a charakteristiky konstrukce a soustav TZB referenčních budov; uvažované vytápěcí, větrací soustavy a soustavy přípravy TV; charakteristické vlastnosti konstrukce a soustav podle variant se soubory opatření a hodnoty; potřeby dodané a primární energie pro referenční budovy a varianty míra užití OZE.

Publikace má 167 stránek a je prezentována v tištěné formě a elektronicky jako *.pdf.

Publikace je určena pro energetické auditory, poradenská střediska EKIS, energetické konzultanty a experty, státní a místní správu, projektanty a podnikatele.

prosinec 2013

OBSAH

stránka

1	ÚVOD	1
2	VYBRANÉ POJMY, DEFINICE A OZNAČENÍ	3
2.1	SLUNEČNÍ ENERGIE	3
2.1.1	<i>Obecné vstupy pro možnou aplikaci v budovách napříč republikou, kritéria pro volbu slunečních kolektorů, sluneční energie</i>	3
2.1.2	<i>Aktivní, pasivní a kombinované soustavy</i>	5
2.1.2.1	Pasivní soustavy	7
2.1.2.1.1	Otvorové výplně	7
2.1.2.2	Zasklené lodžie, zasklené verandy, zimní zahrady	15
2.1.2.3	Trombeho stěna	16
2.1.2.4	Aktivní soustavy	19
2.1.2.4.1	Ověření dosažení minimálního ročního předpokládaného zisku energie	19
2.1.2.4.2	Kritéria výběru slunečních kolektorů	28
2.1.2.4.3	Solární soustavy	29
2.1.3	<i>Fotovoltaika</i>	42
2.1.3.1	Příklad realizace	45
2.1.4	<i>Výstup SE</i>	46
2.2	TEPLO PROSTŘEDÍ	47
2.2.1	<i>Teplo prostředí z odváděného vzduchu při větrání</i>	47
2.2.1.1	Obecné požadavky na větrání a stav větrání	48
2.2.1.1.1	Oděrové mikroklima	48
2.2.1.1.2	Tepelně vlhkostní mikroklima	49
2.2.1.2	Navrhování množství větracího vzduchu v bytových domech	51
2.2.1.3	Navrhování množství větracího vzduchu v občanských budovách	53
2.2.1.4	Větrací zařízení	56
2.2.1.4.1	Příklady řešení větrání s využitím tepla ve ve švýcarském programu Minergie	57
2.2.1.4.2	Panelové bytové domy	61
2.2.1.4.3	Bytové domy postavené v tradiční technologii	61
2.2.1.4.4	Rodinné domy	61
2.2.1.4.5	Občanské budovy	61
2.2.1.4.6	Dosažitelné úspory energie a další přínosy	61
2.2.2	<i>Tepelná čerpadla</i>	67
2.2.2.1	Základní parametry TČ	69
2.2.2.1.1	Teploty	70
2.2.2.2	Ekonomie	83
2.2.2.3	Dosažitelné úspory energie a další přínosy	83
2.3	BIOMASA – PRO VÝROBU TEPLA	96
2.3.1	<i>Přehled biomasy</i>	96
2.3.2	<i>Orientační kvantifikace dodávky biomasy</i>	96
2.3.3	<i>Koncepce zásobování obce palivem</i>	98
2.3.4	<i>Zdroje tepla pro tepelné výkony do cca 90 kW</i>	100
2.3.5	<i>Zdroje tepla pro tepelné výkony nad cca 90 kW</i>	100
2.3.6	<i>Přínos pro životní prostředí</i>	101
2.3.7	<i>Faktory, které degradují přínosy užití biomasy</i>	101
2.3.8	<i>Dosažitelné úspory energie a další přínosy</i>	101
2.4	ŠEDÁ VODA	111
2.4.1	<i>Potřeba šedé vody</i>	112
2.4.2	<i>Filtrace a akumulace šedé vody</i>	112

2.4.3	<i>Zařízení pro využití šedé vody</i>	113
2.4.4	<i>Dosažitelné úspory energie a další přínosy</i>	114
2.5	• KOMBINOVANÁ VÝROBA TEPLA – MIKRO ZDROJE	114
2.5.1	<i>Dosažitelné úspory energie a další přínosy</i>	116
3	OVĚŘENÍ NA VYBRANÝCH BUDOVÁCH	122
3.1	BYTOVÝ DŮM	122
3.2	RODINNÝ DŮM IZOLOVANÝ	137
3.3	ŠKOLNÍ BUDOVA	151
3.4	ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA	165
3.4.1	<i>Sluneční energie</i>	165
3.4.2	<i>Teplo prostředí</i>	165
3.4.3	<i>Biomasa</i>	165
3.4.4	<i>Šedá voda</i>	165
3.4.5	<i>Kombinovaná výroba tepla - mikrokogenerace</i>	165
3.4.6	<i>Závěr</i>	165
4	VÝSTUP OZE	167

1 ÚVOD

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov zavedla pojem budov s téměř nulovou potřebou energie.

„Budovou s téměř nulovou potřebou energie“ je budova, jejíž energetická náročnost je velmi nízká. Téměř nulová či nízká potřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí.

Názory na parametry OZE, na míru užití OZE v budovách a provedení těchto budov, zejména nZEB¹ nejsou dosud precizovány a postupně vznikají. V listopadu 2011 byla publikována první publikace zpracovaná společností Buildings Performance Institute Europe (BPIE) ve spolupráci s Ecofys Germany GmbH a Danish Building Research Institute (SBI). Její výstupy jsou zajímavé a vzhledem ke zpracovatelům seriózní. Na podporu nZEB zformulovaly tři hlavní zásady, z nichž druhá platí pro OZE:

- podíl obnovitelné energie: Musí být zřetelně definována hranice energetického toku pro provoz budovy, kde podíl obnovitelné energie se počítá nebo měří s jasným pokynem, jak ocenit tento podíl. Podíl obnovitelné energie považovaný za významný se musí postupně zvyšovat v letech 2021 až 2050. Počátek se stanoví podle optimálního provedení, které je vzorkem, co se může dosáhnout v hospodárném nákladovém cyklu. Rozumný rozsah se jeví mezi 50% až 90% (nebo 100%).
- přístup k zavedení: Může se uvažovat souhrn energetických potřeb a ztrát tepla v soustavách, např. celková dodaná energie do budovy aktivními soustavami včetně pomocné energie pro čerpadla, ventilátory, apod. Uvažovaný podíl obnovitelné energie je veškerá energie vyrobená v obnovitelných zdrojích v místě (včetně obnovitelného podílu TČ), vedle nebo jinde a dodávaná do budovy. Musí se zamezit dvojímu započítání
- hranice podílu obnovitelné energie: Musí se definovat hranice minimálního podílu obnovitelné energie

Vzhledem k dosavadním zkušenostem užití OZE v budovách se jeví požadavek 50 % pokrytí potřeby málo reálný v hromadném užití v ČR.

Náplň

Cílem publikace bylo ověřit na rozšířených druzích budov

- vícepodlažní BD
- izolovaném RD
- školní budově
- administrativní budově

způsoby užití OZE a míry užití v % roční potřeby při splnění požadavku nákladově optimální energetické náročnosti.

V požadovaném hodnocení optimální nákladové energetické náročnosti užitím měrné primární energie má užití OZE výraznou úlohu. Je proto nezbytné reálně ověřit, jaké a kolik OZE se uplatní v budovách při splnění nákladově optimální energetické náročnosti.

V publikaci se zaměříme na obnovitelné energie a netradiční účinné technologie integrované do budovy a snižující měrnou potřebu primární energie:

¹ Poznámka nZEB je zkratka z angličtiny „nearly Zero-Energy Buildings“ a znamená budovy s téměř nulovou potřebou energie.

- **Sluneční energii**
 - pasivní, aktivní a kombinované využití pro vytápění a přípravu TV
 - fotovoltaika - pro výrobu elektřiny
- **Teplu prostředí** – ze vzduchu, vody, půdy – TČ – pro výrobu tepla
- **Biomasu** – pro výrobu tepla
- **Šedou vodu** – pro výrobu tepla (předehřev TV)
- **Kombinovanou výrobu tepla** v mikro zdrojích.

V kapitole 2 byly jednotlivé druhy OZE analyzovány, definováno jejich možné užití a pro vybrané druhy budov stanoveny možné podíly OZE.

V kapitole 3 jsou výsledky simulace energetické náročnosti referenčních budov formou EA a programem STUE. Ve variantách – souborech opatření – byly účelně užity OZE a netradiční technologie. Nákladová optimalizace byla provedena stanovením celkové ceny podle Nařízení a ČSN EN 15459 – Energetická účinnost budov – Metoda ekonomického hodnocení energetických soustav v budově, přiměřeně i pro stavební konstrukci. Referenční varianta byla provedena podle zásad a hodnot vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.

Výstupem jsou přehledné tabulky:

- geometrie, parametry a charakteristiky konstrukce a soustav TZB referenčních budov
- uvažované vytápěcí, větrací soustavy a soustavy přípravy TV
- charakteristické vlastnosti konstrukce a soustav podle variant se soubory opatření a hodnoty
- potřeby dodané a primární energie pro referenční budovy a varianty
- míra užití OZE.

Publikace je určena pro poradenství a rozhodování. Výstup je tištěný v publikaci a v elektronické podobě na CD a v *pdf pro umístění na internetu. Publikace má 167 stránek.

Je určena pro energetické experty - auditory, poradenská střediska EKIS, energetické konzultanty a experty, státní správu a místní správu, projektanty a podnikatele.

2 VYBRANÉ POJMY, DEFINICE A OZNAČENÍ

Obnovitelné zdroje energie (OZE) k využití pro provoz budovy s téměř nulovou potřebou energie jsou:

- ☺ **Sluneční energie**
 - pasivní, aktivní a kombinované využití pro vytápění a přípravu TV
 - fotovoltaika- pro výrobu elektřiny
- ☺ **Teplο prostředí** – vzduchu, vody, půdy, technologické – TČ – pro výrobu tepla
- ☺ **Biomasa** – pro výrobu tepla
- ☺ **Geotermální** – pro výrobu tepla
- ☺ **Odpady** – pro výrobu tepla
- ☺ **Plyny** - skládkový, z čistíren vody a bioplyny (anaerobní) - pro výrobu tepla
- ☺ **Větrná a vodní energie** – pro výrobu elektřiny.

V publikaci se zaměřujeme na obnovitelné energie a netradiční účinné technologie integrované do budovy a snižující měrnou potřebu primární energie:

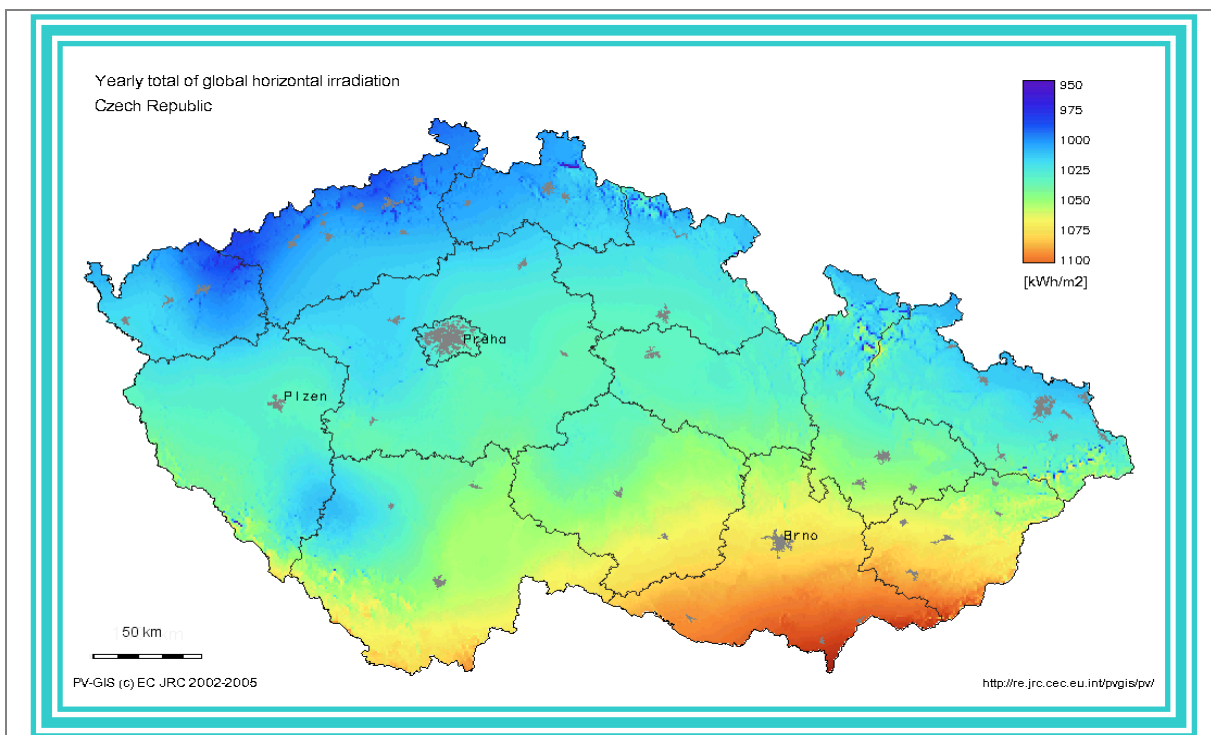
- **Sluneční energie**
 - pasivní, aktivní a kombinované využití pro vytápění a přípravu TV
 - fotovoltaika - pro výrobu elektřiny
- **Teplο prostředí** – vzduchu, vody, půdy, technologické – TČ – pro výrobu tepla a reverzibilní chladící jednotky
- **Biomasa** – pro výrobu tepla
- **Šedá voda**
- **Kombinovaná výroba tepla** – mikro zdroje.

2.1 SLUNEČNÍ ENERGIE

2.1.1 OBECNÉ VSTUPY PRO MOŽNOU APLIKACI V BUDOVÁCH NAPŘÍČ REPUBLIKOU, KRITÉRIA PRO VOLBU SLUNEČNÍCH KOLEKTORŮ, SLUNEČNÍ ENERGIE

Slunce, jehož povrchová teplota je přibližně 6 000 K, vyzařuje do kosmického prostoru paprsky. Z toho jsou pro přenos energie významné paprsky o vlnové délce 0,2 až 3,0 μm . Na hranici atmosféry Země je intenzita slunečního záření 1 340 až 1 390 $\text{W}\cdot\text{m}^2$ (v průměru 1 360 $\text{W}\cdot\text{m}^2$), to je tzv. sluneční konstanta.

Průchodem paprsků atmosférou se intenzita slunečního záření zmenšuje; dochází jednak k rozptylu paprsků odrazem o molekuly plynů a částičky prachu ve vzduchu, jednak k absorpci záření víceatomovými plyny (vodní párou H_2O , oxidem uhličitým CO_2 a ozónem O_3) obsaženými ve vzduchu. Mírou tohoto zmenšení intenzity slunečního záření je tzv. součinitel znečištění (zakalení) atmosféry Z, který závisí na obsahu příměsí ve vzduchu a na atmosférickém tlaku (na nadmořské výšce).

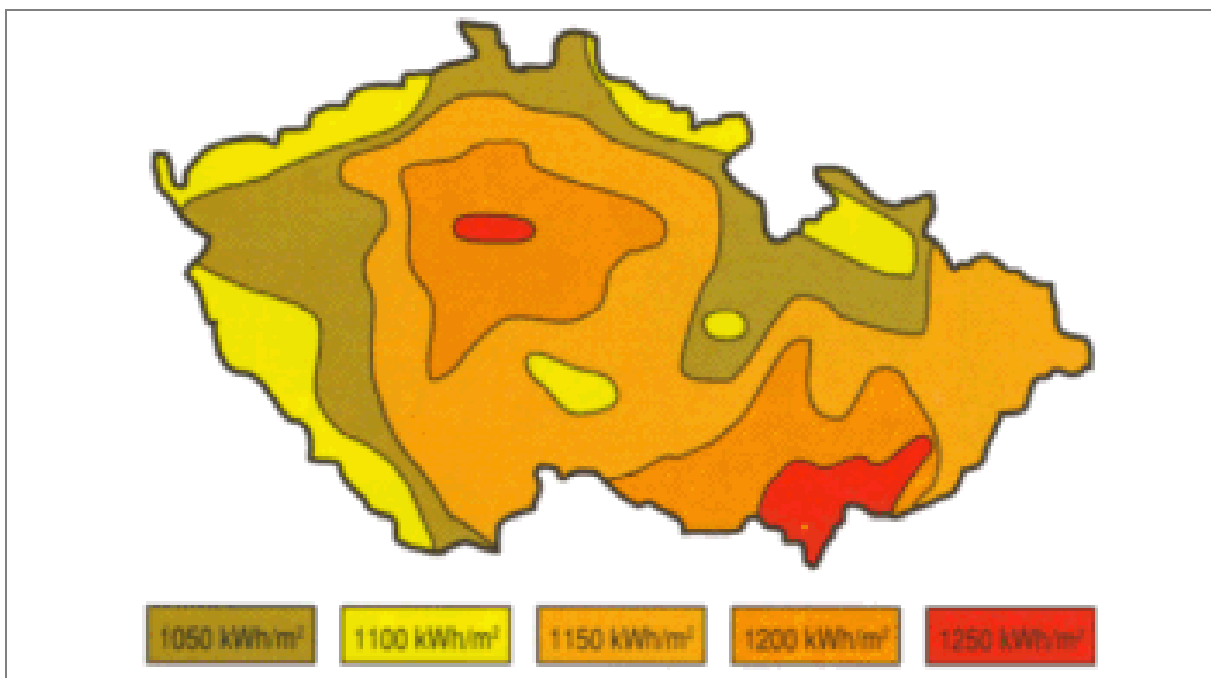


OBRÁZEK 2-1 ROČNÍ INTENZITA SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ V kWh/m²

Na venkově, kde je čistý vzduch, je součinitel Z menší než ve městech se značnou koncentrací exhalací. Také s přibývajícím nadmořskou výškou se součinitel Z zmenšuje. Nejmenší hodnoty byly zjištěny na vrcholcích velehor (Z = 2), největší, naopak v průmyslových městech (Z = 5 až 6, krátkodobě až 8). Za normálních okolností lze počítat s průměrnými hodnotami

Z = 3 pro venkov bez průmyslových exhalací,

Z = 4 pro města s průmyslovými exhalacemi.



OBRÁZEK 2-2 ROČNÍ INTENZITY SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ V kWh/m²

Z obrázků 2-1 až 2-3 uvedených v Atlasu podnebí ČHMU je zřejmé, že v ploše republiky se intenzity slunečního záření mění v malém rozmezí od 950 do 1 100 kWh/m² a je možno použít společnou hodnotu pro celou republiku.

2.1.2 AKTIVNÍ, PASIVNÍ A KOMBINOVANÉ SOUSTAVY

Možnosti využití sluneční energie jsou:

Pasivní (popisuje ČSN EN ISO 13790) – bioklimatické přístřeší, apod.

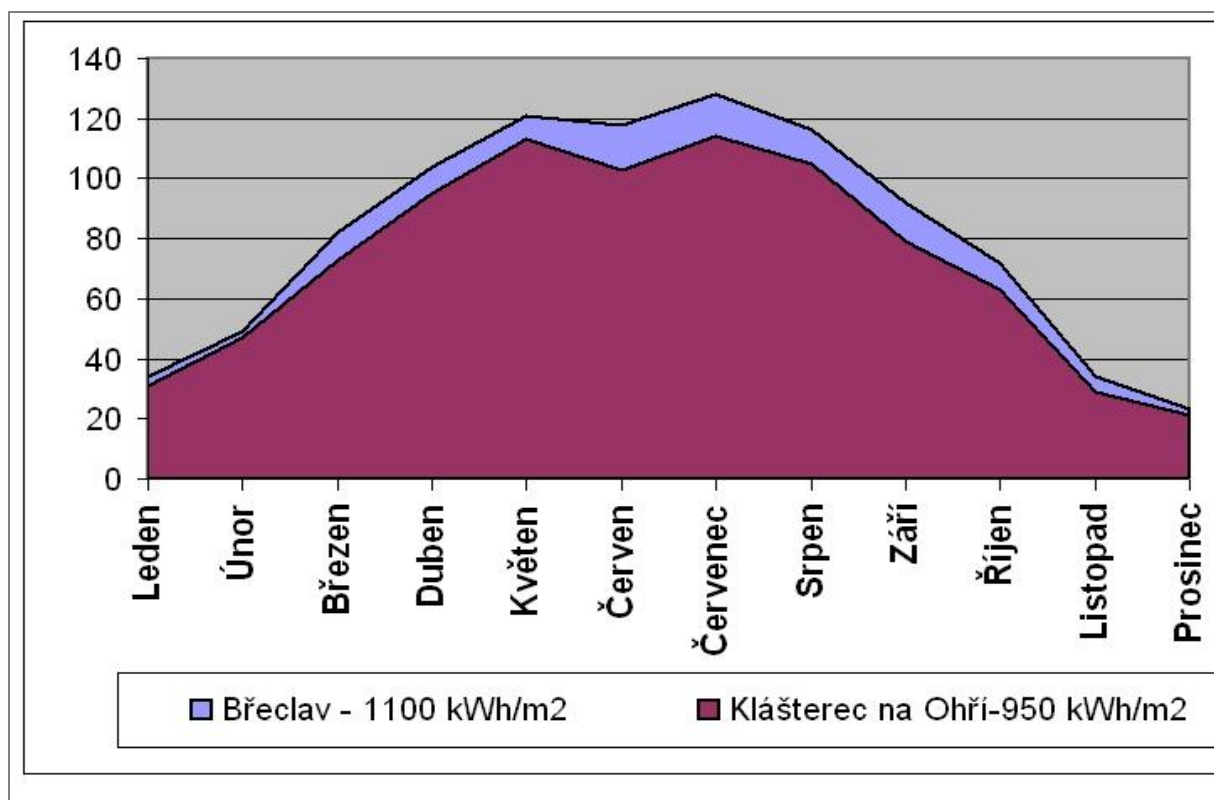
- otvorové výplně - vždy
- zasklené verandy, zimní zahrady, zasklené lodžie
- Trombeho stěna a jiné akumulční konstrukce a materiály (půda, voda, apod.)

Aktivní

- sluneční okruhy

Kombinované

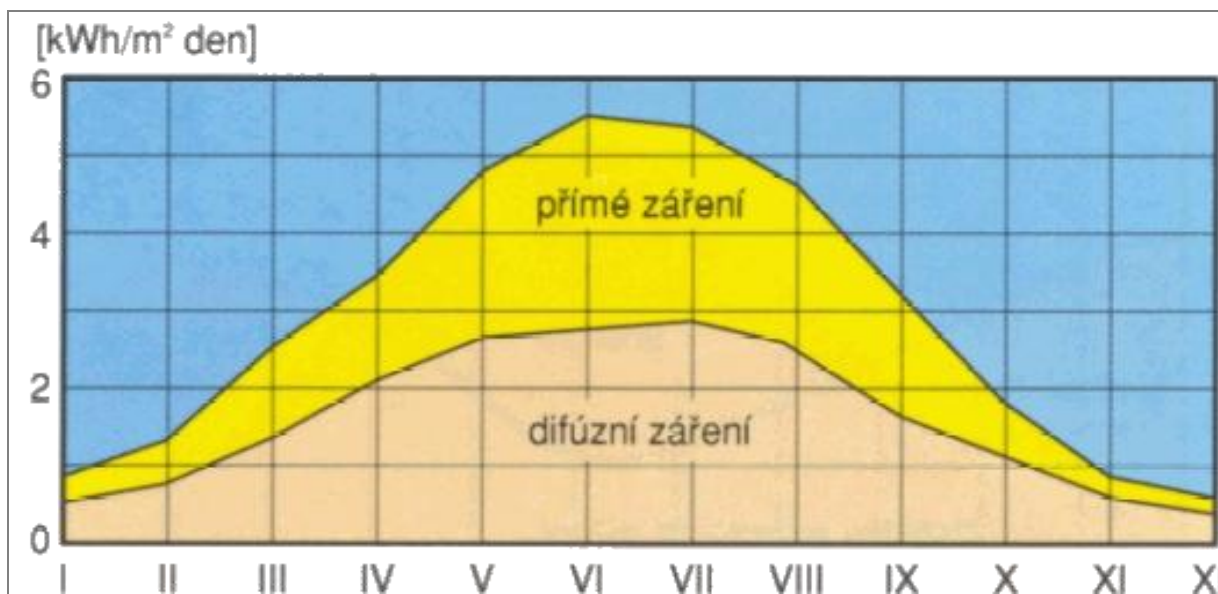
- Sluneční okruh a akumulace do zásobníku z vody, kamene
- Sluneční okruh integrovaný se speciálním kotlem na plyn kondenzačním, TČ, apod.



OBRÁZEK 2-3

MĚSÍČNÍ INTENZITY SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ V kWh/m²

Sluneční záření má tři složky: přímé záření, difuzní záření a odražené záření. Na obrázku 3-3 jsou zobrazeny přímá a difuzní složka a je důležité, že difuzní složka není zanedbatelná.



OBRÁZEK 2-4

STRUKTURA SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Skutečná energie dopadající za měsíc $Q_{S,měs}$ na různě skloněné plochy orientované na jih pro Prahu je v tabulce 3-1. V této části uvádíme hodnoty a postupy definované docentem Cihelkou, které se mírně liší od metodiky uvedené v příslušné TNI. Za celý rok dopadá nejvíce energie na plochu skloněnou pod úhlem $\alpha = 45^\circ$.

$$Q_{IV-IX} = 930,4 \text{ kW.h.m}^{-2} \quad (74,3 \%)$$

$$Q_{X-III} = 321,4 \text{ kW.h.m}^{-2} \quad (25,7 \%)$$

TABULKA 2-1

PRŮMĚRNÁ (GLOBÁLNÍ) SLUNEČNÍ ENERGIE DOPADAJÍCÍ ZA MĚSÍC PRO SKLON 0° AŽ 90°

Měsíc	Průměrná energie dopadající za měsíc $Q_{S,měs}$ (kW.h.m ⁻²) při úhlu sklonu osluněné plochy α						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
I.	22,6	27,3	31,6	33,8	35,3	36,0	35,7
II.	38,4	47,3	53,5	57,7	59,9	60,2	57,1
III.	81,8	93,3	101,4	104,5	102,6	98,6	89,9
IV.	110,4	120,9	127,5	129,0	120,3	107,7	91,5
V.	152,8	164,9	172,2	170,2	149,7	124,0	93,9
VI.	167,7	177,3	181,2	176,4	158,1	126,0	92,4
VII.	161,8	174,5	182,3	180,1	157,8	130,2	97,7
VIII.	131,8	144,8	152,8	154,4	143,8	127,4	106,3
IX.	92,1	106,2	116,1	120,3	117,9	113,1	102,0
X.	45,3	57,0	65,4	70,4	73,8	74,1	69,8
XI.	21,9	26,4	30,6	32,7	34,2	34,8	34,5
XII.	15,8	18,9	21,1	22,3	23,3	22,6	22,3
celkem za rok	1 042,4	1 158,8	1 235,6	1 251,8	1 176,7	1 054,7	893,1

Pro plochy skloněné pod úhlem $\alpha = 30^\circ$ vycházejí přibližně stejné hodnoty $Q_{S,m\acute{e}s}$ a $Q_{S,rok}$ jako pro plochu skloněnou pod úhlem $\alpha = 45^\circ$. Pro zimní období je výhodnější úhel sklonu $\alpha = 60^\circ$ až 90° . V našich podmínkách se zcela dobře vystačí s pevnými slunečními kolektory, jejichž úhel sklonu je trvale nastaven na $\alpha = 30^\circ$ až 45° .

V tabulce 2-2 jsou uvedeny hodnoty celkové globální sluneční energie publikované v TNI 73 0331 – Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet.

TABULKA 2-2 HODNOTY CELKOVÉ GLOBÁLNÍ SLUNEČNÍ ENERGIE PODLE TNI 73 0331

Měsíc	Počet dnů	Teplota vzduchu °C	Celková energie globálního slunečního záření [kWh/m ²]					
			Sever	Jih	Východ Západ	Horizont	Severovýchod Severozápad	Jihovýchod Jihozápad
		leden	31	-1,3	8,2	34,2	14,1	20,8
únor	28	-0,1	13,4	51,1	25,5	37	14,8	41
březen	31	3,7	25,3	74,4	46,9	72,2	29,8	64,7
duben	30	8,1	36	85,7	74,2	113,8	50,4	86,4
květen	31	13,3	49,1	87	87	148,8	65,5	92,3
červen	30	16,1	51,8	75,6	90	146,2	70,6	87,8
červenec	31	18	51,3	78,1	84,1	144,3	66,2	85,6
srpen	31	17,9	42,4	96	80,4	136,2	56,5	94,5
září	30	13,5	28,8	77,8	53,3	87,1	35,3	69,1
říjen	31	8,3	18,6	74,4	38,7	56,5	21,6	60,3
listopad	30	3,2	9,4	45,4	18	25,2	9,4	33,8
prosinec	31	0,5	6	29	11,2	14,9	6	23,1
rok	365		340	809	623	1003	434	765
říjen až březen	182		80,9	308,5	154,4	226,6	89,8	249,7
otopné období	225		119,9	390,9	224,6	344,6	140,2	330,4
září až květen	273		194,8	559,0	368,9	576,3	241,0	497,5

2.1.2.1 PASIVNÍ SOUSTAVY

Pasivní soustavy tvoří:

- otvorové výplně – okna, dveře, apod.
- zasklené lodžie, zasklené verandy, zimní zahrady
- Trombeho stěna a jiné akumulční konstrukce a materiály (půda, voda, apod.)

2.1.2.1.1 Otvorové výplně

Pro hodnocení využitelných slunečních (vnějších) zisků se stanoví tepelný tok ze slunečních zisků v závislosti na efektivních sběrných plochách příslušných stavebních prvků a korekcích na zastínění slunečního záření vnějšími překážkami. Proveďte se korekce zohledňující tepelné záření vůči obloze.

Sběrné plochy jsou zasklení (včetně jakýchkoli integrovaných nebo přidaných stínících zařízení) a související neprůsvitné konstrukce (stropy, vnitřní stěny, obvodové stěny z vnitřku do tepelné izolace), ve kterých se energie slunečního záření mění na tepelnou, akumuluje a následně při poklesu vnitřní teploty uvolňuje. Vlastnosti závisí na klimaticky, časově a místně závislých vlivech, jako je poloha slunce a poměr mezi přímým a difúzním slunečním zářením. Vlastnosti prvků se obecně mění v čase, jak po hodinách, tak i v průběhu roku.

Tepelné zisky vznikající jako důsledek sluneční radiace obvykle dostupné v dané lokalitě jsou závislé na orientaci sběrných ploch, trvalého a pohyblivého stínění, prostupnosti a pohltivosti slunečního záření a na vlastnostech charakterizujících přenos tepla sběrných ploch. Koeficient zahrnující vlastnosti a plochu sběrného povrchu (včetně vlivu stínění) se nazývá efektivní sběrná plocha. Uplatňuje se měsíční metoda.

2.1.2.1.1.1 Celkové sluneční tepelné zisky v měsíční metodě

U měsíční metody se součet tepelných zisků slunečního zdroje v uvažované zóně budovy pro uvažovaný měsíc Q_{sol} , stanoví jako funkce účinné sběrné plochy s danou orientací a úhlem sklonu v uvažovaném prostoru v m^2 , průměrné energie slunečního záření za měsíc na metr čtvereční sběrné plochy povrchu prvku k s danou orientací a úhlem sklonu ve W/m^2 , korekčního činitele stínění na vnější překážky pro solární účinnou sběrnou plochu prvku a přídatným tepelným tokem v důsledku tepelné radiace mezi oblohou a prvkem ve W . Účinná solární sběrná plocha A_{sol} je rovna ploše černého tělesa majícího stejný solární tepelný zisk jako uvažovaná plocha. Přídatný tepelný tok vzniklý sáláním k obloze není vlastně solární tepelný zisk, ale je vhodné ho k výpočtu solárních tepelných zisků přiřadit.

2.1.2.1.1.2 Účinná solární sběrná plocha zasklených prvků

Účinná solární sběrná plocha proskleného prvku obálky (např. okna) A_{sol} vyjádřená v metrech čtverečních se stanoví:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{wp} \quad (m^2) \quad (2-1)$$

kde

$F_{sh,gl}$ je korekční činitel stínění pro pohyblivá stínící zařízení, (-)

g_{gl} celková energetická propustnost sluneční energie průhlednými částmi prvku, (-)

F_F poměr vyjadřující plochu rámu, zpravidla 0,3, (-)

A_{wp} plocha otvorové výplně (m^2)

Průsvitná část prvku může obsahovat čiré sklo, ale i (trvalé) rozptýlení nebo sluneční clonu.

2.1.2.1.1.3 Celková energetická prostupnost

Celková energetická prostupnost solárního záření g_{gl} je časově zprůměrovaný podíl energie procházející průhledným prvkem k energii na prvek dopadající. Protože je časově zprůměrovaná hodnota celkové energetické prostupnosti solárního záření poněkud nižší než $g_{gl,n}$ je používán korekční činitel F_w : $g_{gl} = F_w g_{gl,n}$, kde $F_w = 0,90$.

Pro okna nebo jiné prosklené prvky obálky budovy s rozptylujícím zasklením nebo prvky solárního stínění může prostupnost solární energie pro radiaci kolmo k zasklení (normálová hodnota) $g_{gl,n}$ významně podcenit časově zprůměrovanou hodnotu prostupnosti solární energie. Jestliže má okno clonu z pohyblivých žaluzií, má být prostupnost sluneční energie vypočtena s žaluziemi v takové pozici, kdy je přímá složka slunečního záření z výškového úhlu alt_{gl} odstíněna, ale s maximálním možným prostupem světla a výhledem přes clonu. Použijí se hodnoty: $a_{gl} = 0,75$ a $alt_{gl} = 45$. V případě vodorovných sklopných žaluzií s listy v pozici, kdy je přímá složka zcela odstíněna (např. slabě skloněná), může být prostup sluneční energie způsobený difúzní radiací a radiací odraženou od země významně vyšší než $g_{gl,n}$.

Hodnoty a_{gl} a alt_{gl} jsou obecně závislé na zeměpisné šířce, podnebí, hodnoceném období a orientaci. V případě stávajících budov, kde by bylo zjišťování všech potřebných vstupních údajů příliš technicky a časově náročné a relativně finančně neefektivní pro daný účel, mohou být definovány hodnoty g (celkové energetické propustnosti slunečního záření) pro okna s a bez stínění. Pro zjednodušení práce jsou převzaty z DIN V 18599-2 některé hodnoty zohledňující metodiku, a to v tabulce 2-3. Typické hodnoty $g_{gl,n}$ jsou uvedeny v tabulce.

2.1.2.1.1.4 Pohyblivé stínící prvky

Pro měsíční nebo roční metodu se redukční činitel stínění pro pohyblivé stínící prvky $F_{sh,gl}$ vypočte podle rovnice:

$$F_{sh,gl} = \frac{1 - f_{sh,with} \cdot g_{gl} + f_{sh,with} \cdot g_{gl+sh}}{g_{gl}} \quad (m^2) \quad (2-2)$$

kde

g_{gl} je celková propustnost sluneční energie pro okno, když stínící prvky nejsou používány

g_{gl+sh} , $g_{gl,sh}$ celková propustnost slunečního záření pro okno, při používání stínících prvků

$f_{sh,with}$ vážený podíl času, při používání stínících prvků, např. jako funkce intenzity dopadajícího slunečního záření (proto je tato hodnota závislá na klimatu, období výpočtu a orientaci). Základní hodnoty jsou v EN ISO 13790.

V případě přerušovaného vytápění nebo chlazení, kdy je vliv přerušovanosti započten redukčním činitelem na potřebu energie na vytápění nebo chlazení, musí být vážený podíl vypočten s uvážením nepřerušovaného vytápění nebo chlazení. Proto se neuvažují dny, kdy je omezeno vytápění nebo chlazení nebo je vypnuto.

Stínící prvky se považují za aktivní, je-li intenzita slunečního záření na daný povrch a za danou hodinu vyšší než 300 W/m^2 , a za neaktivní, je-li je tato hodnota za danou hodinu nižší. Čas, po který je pohyblivý stínící systém aktivní nebo neaktivní, je závislý na klimatických poměrech. Existují různé regulace stínících prvků, jako například

- bez regulace (zde není relevantní; je zahrnuto v g hodnotě okna)
- manuální ovládání
- motorové ovládání
- automatické řízení zastíňování řídicím systémem.

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty $g_{gl,n,sh}$ pro nejběžnější druhy a nastavení slunečních clon. Hodnoty v tabulce byly převzaty z DIN V 18599-2. Byly stanoveny podle této normy a dalších zavedených EN.

TABULKA 2-3 CELKOVÁ PROPUSTNOST SLUNEČNÍ ENERGIE ZASKLENÍM PRO RŮZNÁ CLONĚNÍ PROTI SLUNEČNÍMU ZÁŘENÍ $G_{gl,n,sh}$

Druh zasklení	hodnoty, bez ochrany pro slunečnímu záření			Venkovní sluneční clony						Vnitřní sluneční clony						
				venkovní žaluzie				svislé markýzy (předokenní plátěné clony)		vnitřní žaluzie				textilní roleta		folie
				nastavení 10°		nastavení 45°				nastavení 10°		nastavení 45°				
				bílé	tma-vošedé	bílé	tma-vošedé	bílé	šedé	bílé	světle-šedé	bílé	světle-šedé	bílé	šedé	bílé
U_w	U_g	$g_{gl,n}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$		
jednoduché	4,5	5,7	0,87	0,07	0,13	0,15	0,14	0,22	0,18	0,30	0,40	0,38	0,46	0,25	0,52	0,26
dvojsklo	2,5	2,9	0,78	0,06	0,10	0,12	0,10	0,20	0,14	0,34	0,43	0,40	0,47	0,29	0,51	0,30

TABULKA 2-3

 CELKOVÁ PROPUSTNOST SLUNEČNÍ ENERGIE ZASKLENÍM PRO RŮZNÁ CLONĚNÍ PROTI SLUNEČNÍMU ZÁŘENÍ $G_{gl,n,sh}$

Druh zasklení	hodnoty, bez ochrany pro slunečnímu záření			Venkovní sluneční clony						Vnitřní sluneční clony						
				venkovní žaluzie				svislé markýzy (předokenní plátěné clony)		vnitřní žaluzie				textilní roleta		folie
				nastavení 10°		nastavení 45°				nastavení 10°		nastavení 45°				
				bílé	tma-vošedé	bílé	tma-vošedé	bílé	šedé	bílé	světle-šedé	bílé	světle-šedé	bílé	šedé	bílé
U_w	U_g	$g_{gl,n}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	$g_{gl,n,sh}$	
trojsklo		2,0	0,7	0,05	0,07	0,11	0,08	0,18	0,11	0,35	0,43	0,40	0,47	0,31	0,50	0,32
vícevrstvé izolační - 2		1,7	0,72	0,05	0,07	0,11	0,07	0,18	0,11	0,35	0,44	0,41	0,48	0,30	0,51	0,32
vícevrstvé izolační - 2		1,4	0,67	0,04	0,06	0,10	0,06	0,17	0,10	0,35	0,43	0,40	0,47	0,31	0,49	0,32
vícevrstvé izolační - 2		1,2	0,65	0,04	0,05	0,10	0,06	0,16	0,09	0,35	0,43	0,40	0,46	0,31	0,48	0,32
vícevrstvé izolační - 3		0,8	0,5	0,03	0,04	0,07	0,04	0,13	0,07	0,32	0,37	0,35	0,39	0,30	0,40	0,31
vícevrstvé izolační - 3		0,6	0,5	0,03	0,03	0,07	0,03	0,12	0,06	0,33	0,37	0,36	0,39	0,30	0,40	0,31
zasklení s ochrano u proti SZ - 2		1,3	0,48	0,02	0,02	0,06	0,02	0,11	0,05	0,32	0,37	0,35	0,39	0,30	0,39	0,31
zasklení s ochrano u proti SZ - 2		1,2	0,37	0,03	0,05	0,07	0,05	0,11	0,07	0,27	0,29	0,29	0,30	0,26	0,31	0,26
zasklení s ochrano u proti SZ - 2		1,2	0,25	0,03	0,05	0,06	0,05	0,09	0,07	0,20	0,21	0,21	0,22	0,20	0,22	0,20

U_w součinitel prostupu otvorové výplně ($W/m^2.K$) hodnoty jsou orientační, přesné hodnoty jsou v národních normách, např. v ČSN 73 0540-3
 U_g součinitel prostupu zasklení ($W/m^2.K$) – viz ČSN 73 0540-3, tabulka D.6, D.3.1
 $g_{gl,n}$ celková propustnost sluneční energie zasklením pro záření dopadající kolmo k povrchu bez sluneční clony
 $g_{gl,n,sh}$ celková propustnost sluneční energie zasklením pro záření dopadající kolmo k povrchu se sluneční clonou
 $g_{gl,sh} = F_w \cdot g_{gl,n,sh} = 0,9 \cdot g_{gl,n,sh}$

2.1.2.1.1.5 Stínění vnějšími překážkami

Vyjadřuje se činitelem vnějších překážek a snižuje hodnoty dopadajícího slunečního záření způsobené stálým stíněním zkoumaného povrchu. Stínění je způsobeno jinými budovami, krajinou (kopce, stromy, atd.), markýzami, jinými prvky zkoumané budovy, ostěními a nadpražními stěnami, v které je prosklený prvek zasazen. Standardní hodnoty (zejména pro stínění horizontem, markýzou s bočními žebry) uvedené v normě do jisté míry zachycují i vliv putujícího stínu.

2.1.2.1.1.6 Dynamické parametry pro provoz vytápění

Dynamické vlivy se zahrnují činitelem využitelnosti tepelných zisků pro vytápění a činitelem využitelnosti tepelných ztrát pro chlazení. Vliv tepelné setrvačnosti v případě přerušovaného vytápění nebo vypnutí je zahrnutý odděleně.

Činitel využitelnosti tepelných zisků pro vytápění $\eta_{H,gn}$ je funkcí bilančního poměru γ_H a numerického parametru a_H , který závisí na časové konstantě, tedy tepelné setrvačnosti budovy.

$$\text{když } \gamma_H > 0 \text{ a } \gamma_H \neq 1: \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad (-) \quad (2-3)$$

$$\text{když } \gamma_H = 1 \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad (-) \quad (2-4)$$

$$\text{když } \gamma_H < 0: \eta_{H,gn} = \frac{1}{\gamma_H} \quad (-) \quad (2-5)$$

s

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \quad (-) \quad (2-6)$$

kde (pro každý měsíc nebo rok)

γ_H je bezrozměrný bilanční poměr tepla z tepelných zisků a tepla kryjícího ztráty prostupem a větráním pro vytápění, (-)

$Q_{H,ht}$ celkové množství tepla pro vytápění stanovené z tepelných ztrát prostupem a větráním, (GJ/měsíc; rok)

$Q_{H,gn}$ celkové tepelné zisky v režimu vytápění, (GJ/měsíc; rok)

a_H bezrozměrný numerický parametr závisející na časové konstantě τ_H , definované rovnicí.

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad (-) \quad (2-7)$$

kde

$a_{H,0}$ je bezrozměrný referenční numerický parametr určený dle tabulky 2-4

τ časová konstanta budovy (h)

$\tau_{H,0}$ referenční časová konstanta určená v souladu s tabulkou 4-36, (h).

TABULKA 2-4 HODNOTY NUMERICKÉHO PARAMETRU $a_{H,0}$ A REFERENČNÍ ČASOVÉ KONSTANTY $\tau_{H,0}$

Druh metody	$a_{H,0}$	$\tau_{H,0}$ h
Měsíční výpočtová metoda	1,0	15
Sezónní výpočtová metoda	0,8	30

Obrázek 2-5 zobrazuje činitel využitelnosti tepelných zisků pro měsíční metodu výpočtu a různé časové konstanty.

Činitel využitelnosti tepelných zisků je stanoven nezávisle na vlastnostech otopné soustavy. Vychází se z předpokladu dokonalé teplotní regulace a ideálního plynulého nastavení výkonu. Pomalá reakce otopné soustavy a nedokonalá regulace mohou významně ovlivnit využití tepelných zisků.

2.1.2.1.1.6.1 Časová konstanta budovy

Časová konstanta zóny budovy τ (h), charakterizuje tepelnou setrvačnost prostoru s upravovaným vnitřním prostředím pro oba režimy - vytápění a chlazení.

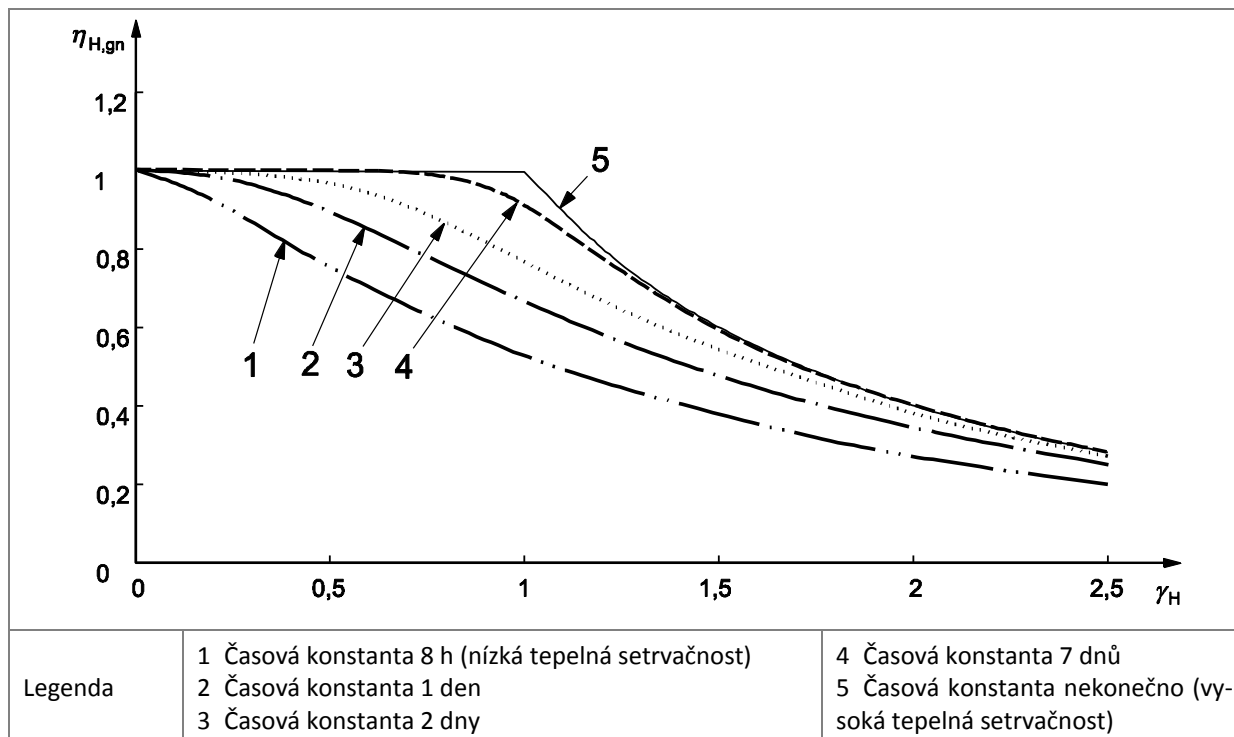
$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr} + H_{ve}} \cdot 3600 \quad (-) \quad (2-8)$$

kde

C_m je vnitřní tepelná kapacita budovy, (J/K)

H_{tr} celkový součinitel tepelné ztráty prostupem podle ČSN EN 12831, (W/K)

H_{ve} celkový součinitel tepelné ztráty větráním podle ČSN EN 12831, (W/K).



OBRÁZEK 2-5 ZOBRAZENÍ FAKTORU VYUŽITELNOSTI TEPELNÝCH ZISKŮ PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ PŘI ČASOVÉ KONSTANTĚ ODPOVÍDAJÍCÍ 8 HODINÁM, 1 DNU, 2 DNŮM, 1 TÝDNU A NEKONEČNU, PRO VÝPOČET PO MĚSÍCÍCH

TABULKA 2-5 ORIENTAČNÍ HODNOTY DYNAMICKÝCH PARAMETRŮ

Třída	Měsíční a sezónní metoda	Jednoduchá hodinová metoda	
	C_m J/K ^b	A_m m ²	C_m J/K
velmi lehká	$80\,000 \times A_f$	$2,5 \times A_f$	$80\,000 \times A_f$
lehká	$110\,000 \times A_f$	$2,5 \times A_f$	$110\,000 \times A_f$
střední	$165\,000 \times A_f$	$2,5 \times A_f$	$165\,000 \times A_f$
těžká	$260\,000 \times A_f$	$3,0 \times A_f$	$260\,000 \times A_f$
velmi těžká	$370\,000 \times A_f$	$3,5 \times A_f$	$370\,000 \times A_f$

A_f je podlahová plocha

2.1.2.1.1.6.2 Časová konstanta budovy

Časová konstanta zóny budovy τ (h), charakterizuje tepelnou setrvačnost prostoru s upravovaným vnitřním prostředím pro oba režimy - vytápění a chlazení.

$$\tau = \frac{C_m}{3600 \cdot (H_{tr} + H_{ve})} \quad (-) \quad (2-9)$$

kde

- C_m je vnitřní tepelná kapacita budovy, (J/K)
 H_{tr} celkový součinitel tepelné ztráty prostupem, (W/K)
 H_{ve} celkový součinitel tepelné ztráty větráním, (W/K).

2.1.2.1.1.6.3 Přerušovaný provoz vytápění

Při přerušovaném vytápění s kratšími intervaly přerušení (např. přes víkend) je potřeba energie na vytápění $Q_{H,nd,intern}$ vypočtena:

$$Q_{H,nd,intern} = a_{H,red} \cdot Q_{H,nd,cont} \quad (\text{GJ/měsíc; rok}) \quad (2-10)$$

kde

- $Q_{H,nd,cont}$ je potřeba energie na nepřerušované vytápění podle ČSN EN ISO 13790, (GJ/měsíc; rok)
 $a_{H,red}$ bezrozměrný redukční činitel na přerušované vytápění určený z rovnice (2-11), (-).

Bezrozměrný redukční faktor na přerušované vytápění $a_{H,red}$ je vypočten:

$$a_{H,red} = 1 - b_{H,red} \cdot \left(\frac{T_{H,0}}{T} \right) \cdot \gamma_H \cdot \left(1 - f_{H,hr} \right) \quad (-) \quad (2-11)$$

s minimální hodnotou: $a_{red,H} = f_{H,hr}$ a maximální hodnotou $a_{H,red} = 1$.

kde

- $f_{H,hr}$ je podíl z počtu hodin v týdnu s požadovanou teplotou pro vytápění (bez snížené hodnoty nebo vypnutí) ku počtu týdenních hodin, (-)
 $b_{H,red}$ empirický korelační činitel; hodnota $b_{H,red} = 3$, (-)
 τ časová konstanta budovy, (h)
 $\tau_{H,0}$ referenční časová konstanta pro režim vytápění, (h)
 γ_H bilanční poměr pro režim vytápění, (-).

2.1.2.1.1.6.4 PŘÍKLAD 2-1

Zadání: vytápění kancelářské budovy s denní dobou požadované vnitřní teploty 14 hodin. Provoz kanceláří je od pondělí do pátku, tj. 5 dnů:

Řešení:

$$f_{H,hr} = \frac{14 \cdot 5}{24 \cdot 7} = 0,42$$

$$f_{H,hr} = 0,42$$

Pro přerušovaný provoz s delším obdobím neužívání, například školní prázdniny, je postup shodný s obecným postupem určeným pro dlouhé období neužívání, s rozdílem, že pro dlouhé období je při-

dán druhý člen pro zahrnutí možného vytápění na sníženou hodnotu požadované teploty během období neuzítí.

2.1.2.1.1.6.5 Korekce na dlouhé období neuzítání, provoz vytápění

V některých budovách, například školách, vedou neobsazená období během období vytápění, například období prázdnin, k redukci spotřeby energie na vytápění.

Potřeby energie na vytápění se zahrnutím neobsazeného období $Q_{H,nd}$ (GJ/měsíc; rok), jsou vypočteny takto: pro měsíce, které obsahují období neuzítání se provede výpočet dvakrát

a) pro nastavení vytápění v době užítí

pro nastavení v době neuzítání.

Lineárně se interpolují výsledky podle časového podílu neuzítaného a užítaného období.

$$Q_{H,nd} = (1 - f_{H,nocc}) (Q_{H,nd,occ} + f_{H,nocc}) Q_{H,nd,nocc} \quad (\text{GJ/měsíc; rok}) \quad (2-12)$$

kde

$Q_{H,nd,occ}$ je potřeba energie na vytápění podle ČSN EN ISO 13790, (buď $Q_{H,nd,cont}$ nebo $Q_{H,nd,interm}$) uvažující pro všechny dny měsíce regulaci a nastavení termostatu pro období užítí, (GJ/měsíc; rok)

$Q_{H,nd,nocc}$ potřeba energie na vytápění, (buď $Q_{H,nd,cont}$ nebo $Q_{H,nd,interm}$) uvažující pro všechny dny měsíce regulaci a nastavení termostatu pro období neuzítí, (GJ/měsíc; rok)

$f_{H,nocc}$ podíl z měsíce, který je obdobím neuzítí (vytápění).

2.1.2.1.1.7 Příklady využití tepelných zisků

Bytový dům

TABULKA 2-6

VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ V BILANCI VYTÁPĚNÍ U BYTOVÉ BUDOVY

L+N - stávající													
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
γ_H	0,077	0,125	0,239	0,448	1,041	2,659	6,114	3,560	0,779	0,245	0,103	0,069	
$\eta_{H,gn}$	1,000	1,000	1,000	1,000	0,881	0,376	0,164	0,281	0,975	1,000	1,000	1,000	
$Q_{H,ht}$	231,6	193,1	170,9	115,5	64,3	26,9	11,4	16,5	56,4	114,3	168,2	211,9	1380,9
$Q_{H,gn}$	17,8	24,1	40,9	51,8	66,9	71,5	69,6	58,9	43,9	28,0	17,2	14,6	505,2
$Q_{H,nd,cont}$	213,8	169,0	130,0	63,7	5,3	0,0	0,0	0,0	13,6	86,4	151,0	197,2	1030,0
L+N – s hodnotami podle platné legislativy													
γ_H	0,16	0,24	0,45	0,82	1,88	4,78	11,02	6,48	1,44	0,47	0,21	0,15	
$\eta_{H,gn}$	1,00	1,00	1,00	0,97	0,53	0,21	0,09	0,15	0,69	1,00	1,00	1,00	
$Q_{H,ht}$	90,3	75,3	66,6	45,0	25,1	10,5	4,4	6,4	22,0	44,6	65,6	82,6	538,3
$Q_{H,gn}$	14,3	18,3	29,8	36,9	47,1	50,1	48,9	41,8	31,7	21,1	13,9	12,2	366,1
$Q_{H,nd,cont}$	75,9	57,0	36,9	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	23,4	51,7	70,3	324,9

Administrativní budova

TABULKA 2-7

VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ V BILANCI VYTÁPĚNÍ U ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

Administrativní budova s lehkým pláštěm - stávající													
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
V_H	0,151	0,212	0,313	0,506	1,006	2,439	5,792	3,784	1,001	0,414	0,216	0,152	
$\eta_{H,gn}$	0,999	0,998	0,991	0,960	0,788	0,401	0,172	0,263	0,790	0,978	0,998	0,999	
$Q_{H,ht}$	1 050	876	775	524	292	122	52	75	256	519	763	961	6 264
$Q_{H,gn}$	159	186	243	265	293	298	299	284	256	215	165	146	2 808
$Q_{H,nd,cont}$	891	690	535	270	61	3	0	0	54	309	599	815	4 225
s hodnotami podle platné legislativy													
V_H	0,177	0,249	0,367	0,592	1,178	2,856	6,782	4,430	1,172	0,484	0,253	0,178	
$\eta_{H,gn}$	0,999	0,996	0,985	0,938	0,721	0,346	0,147	0,225	0,723	0,965	0,996	0,999	
$Q_{H,ht}$	897	748	662	448	249	104	44	64	218	443	652	821	5 350
$Q_{H,gn}$	159	186	243	265	293	298	299	284	256	215	165	146	2 808
$Q_{H,nd,cont}$	738	563	423	199	38	1	0	0	33	236	487	675	3 393

2.1.2.2 ZASKLENÉ LODŽIE, ZASKLENÉ VERANDY, ZIMNÍ ZAHRADY

Metodika stanovení je obdobná, jako pro otvorové výplně. Sběrné plochy tvoří zasklení a teplo je akumulováno a zpětně vydáváno konstrukcemi:

- vnitřní stěny a podlahy zimních zahrad a stěny za transparentními výplněmi.

Dále se pro uvedená zasklení užívá název lodžie.

Energeticky umožní zasklení prostoru výrazné snížení potřeby energie na vytápění. Fyzikálně se jedná o ohřev vnitřního vzduchu za zaskleným prostorem. Zpravidla se uvažuje při certifikaci výpočtová teplota v zaskleném prostoru v rozmezí +5 až -5 °C oproti oblastní např. -12. Lze doporučit 0°C.

Při měření v CSI bylo zjištěno, že zasklená lodžie kryjící celou venkovní stěnu přilehlého prostoru může uspořit až 50 % potřeby tepla na vytápění (Ss VVÚ ETA), při správném užití této lodžie. Orientačně se uvádí úspora cca 20%. Doporučuji množství užitného tepla pro přilehlý prostor propočítat.

Zasklení balkonu nebo lodžie přinese energetický užitek vždy, bez ohledu na to, zda je na jižní nebo severní fasádě. Účinek tepelně vyrovnávacího prostoru se projeví i tehdy, když je fasáda zastíněná. S rostoucím slunečním zářením však stoupá teplota a tím i počet dní kdy lze zasklený balkon a lodžii používat na pobyt.

Při zvažování zasklených lodžií a balkonů je třeba zvážit výhody i nevýhody, neboť správný návrh a vhodné užívání přinese řadu výhod. Naopak existuje při nesprávném návrhu a užití vysoké riziko letního přehřátí a nevhodné mikroklimatické podmínky podpoří vznik plísní. Výrazné nebezpečí v zimním provozu hrozí v nesprávném užití zaskleného prostoru jeho záměnou na obytný prostor vedoucí k růstu potřeby tepla přilehlého prostoru. Poklesne-li teplota prostoru pod teplotu vnitřní sousedícího prostoru, musí být trvale uzavřeny dveře do lodžie.

V zasklených lodžiích vzniká specifické mikroklima. Zasklená lodžie je nevytápěný prostor. V zaskleném prostoru je vyšší teplota vzduchu ohřátím sluneční energií. Odhaduje se rozdíl mezi teplotou v lodžii a přilehlé místnosti na jaře a na podzim přibližně 1,5 °C.

Zasklení balkonů ztěžuje větrání přiléhajících obytných místností, jejichž okna jsou orientována na balkon nebo lodžii. Aby se zajistila dostatečná výměna vzduchu, musí se současně se zasklením řešit i nucené větrání prostorů s využitím tepla z odváděného vzduchu.

U bezrámových systémů je mezi jednotlivými skly několikamilimetrová mezera, která infiltraci zabezpečuje. Některé systémy nabízejí jako doplněk krycí lišty, které tyto mezery utěsní. Pokud není větrání zajištěno jiným způsobem, vedou tyto těsnicí lišty ke vzniku plísní.

Rámové systémy mají mezi skleněnými tabulemi těsnicí štětinky. Při úplném zavření se větrání jen částečně omezí, protože vzduch proudí prostorem mezi křídlem a kolejnicemi přes odvodňovací kanálky. V letním období však takovéto větrání nestačí a je potřeba otevřít nejen okno ale i lodžii. V opačném případě může vzniknout skleníkový efekt, při němž je v bytě větší teplota než venku, což je předpokladem pro vznik nežádoucích plísní.

Obyvatelnost lodžie je možná až do venkovní teploty cca 5 °C, což je zhruba o 2 měsíce déle než v případě nezaskleného prostoru. Velikost skleníkového efektu v zasklené lodžii je závislá především na orientaci lodžie – v zimních měsících vlivem kratší doby slunečního svitu dopadne na jižně orientovanou lodžii dvakrát více sluneční energie než na stranu východní a západní. Tento rozdíl se stírá až v letních měsících. Vliv na výrazné snížení skleníkového efektu má pochopitelně i zastínění okolními budovami či vegetací.

U zasklených lodžií a balkonů musí být zajištěno dostatečné větrání. V opačném případě vzroste vlhkost, okna se začnou rosit a v konečném důsledku může vzniknout i plíseň. Všechny certifikované systémy zasklení však mají potřebnou infiltraci dostatečně zajištěnou.

Základní systémy pro dodatečné zasklení lodžie a balkónu jsou rámové a bezrámové.

Rámový systém je tvořen hliníkovými rámy, vodíci kolejnici a uzavřenými lištami. Samotné sklo má tloušťku 4–6 mm nebo je použito izolační dvojsklo. Mezi rámové systémy patří například Glasa, Balco či Expodul.

Bezrámový systém obsahuje vodící hliníkové profily a čiré izolační sklo o tloušťce 6 mm. To je zasazené do plastových dílců, které zajišťují pohyb ve vodících lištách. K bezrámovým systémům patří například Vario, Almíra nebo Optimi.

Při užití zasklených lodžií je nutné posoudit denní osvětlení přilehlých prostorů a hlukové poměry mezi sousedícími lodžiami a staticky ověřit přetížení konstrukce.

Ceny za zasklení lodžie záleží na šířce a výšce lodžie a množství doplňkových prací, jako je izolace nebo například montáž žaluzií. Obecně platí, že bezrámový systém je o něco levnější a zasklení prostoru o šířce 3 m stojí zhruba 15 000 Kč, o šířce 6 m cca 23 000 Kč. Rámový systém je dražší, 18 000 Kč, respektive 25 000 Kč.

Přehled přínosů zasklení:

- snížení potřeby tepla pro vytápění
- zvětšení obytné plochy bytu ve vhodných měsících (ve kterých se nevytápí)
- vytvoření hlukové bariéry.

Pro letní provoz je třeba zejména u na jih orientovaných bytů zajistit dostatečné clonění zaklení.

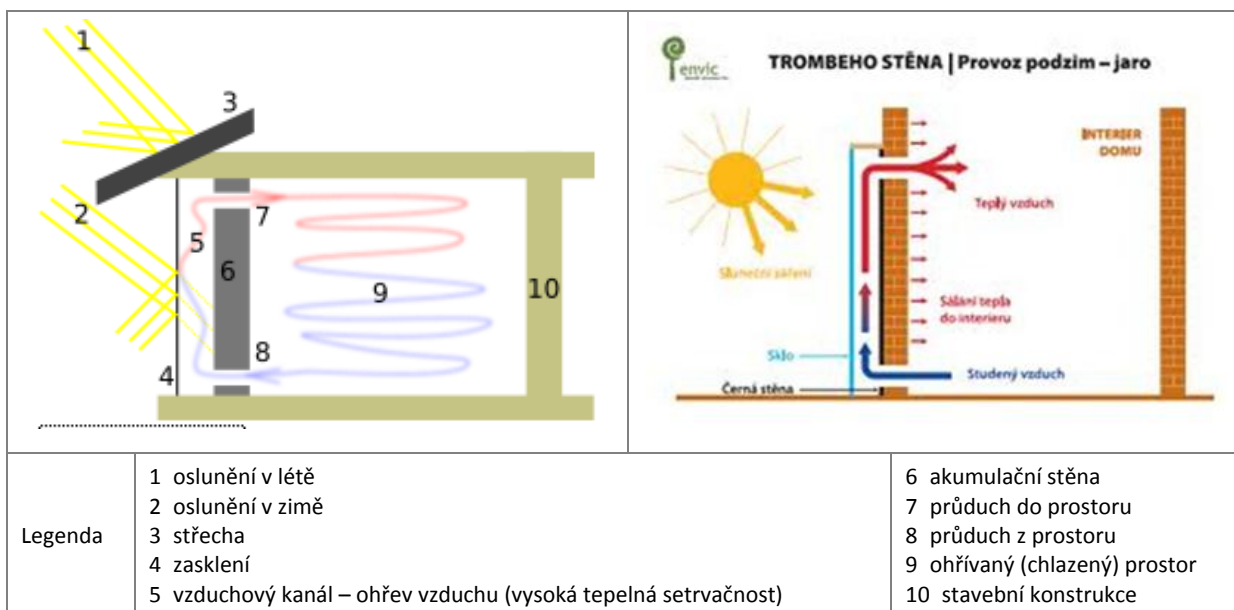
2.1.2.3 TROMBEHO STĚNA²

Tento způsob vytápění pochází u z roku 1881 od Edwarda Morseho, ale využití způsobilý až francouzský inženýr Felix Trombe, který také v roce 1964 s architektem Jacquesem Michelem postavil ve francouzském Odeillo solární pec.

Obvykle má Trombeho stěna podobu černé jižně orientované stavební konstrukce, před kterou je zasklení. Teplo z oslunění se částečně akumuluje, částečně ohřívá vzduch mezi sklem a zdí. Tento vzduch pak přirozeným způsobem cirkuluje do místnosti, s kterou je prostor propojen průduchy u podlahy a u stropu. Během noci jsou průduchy uzavřeny a je předáváno pouze teplo naakumulované zdí.

² Zpracováno s užitím publikace Trombeho stěna, nejjednodušší využití solární energie, vydal Krajský úřad Plzeňského kraje, odbor životního prostředí, zpracoval ENVIC, občanské sdružení Plzeň a podkladů z Wikipedie.

V létě, kdy je ohřívání místnosti naopak nevhodné, je možné jednak s ohledem na jinou polohu slunce předpřipravit stínící překryv střechy, jednak je možné uzavřením horních průduchů do místnosti a naopak otevřením horních průduchů zcela ven ohřívát a vysávat vzduch z místnosti — pokud je naopak otevřen někde jinde přístup studeného vzduchu, je takto možné místnost ochlazovat.



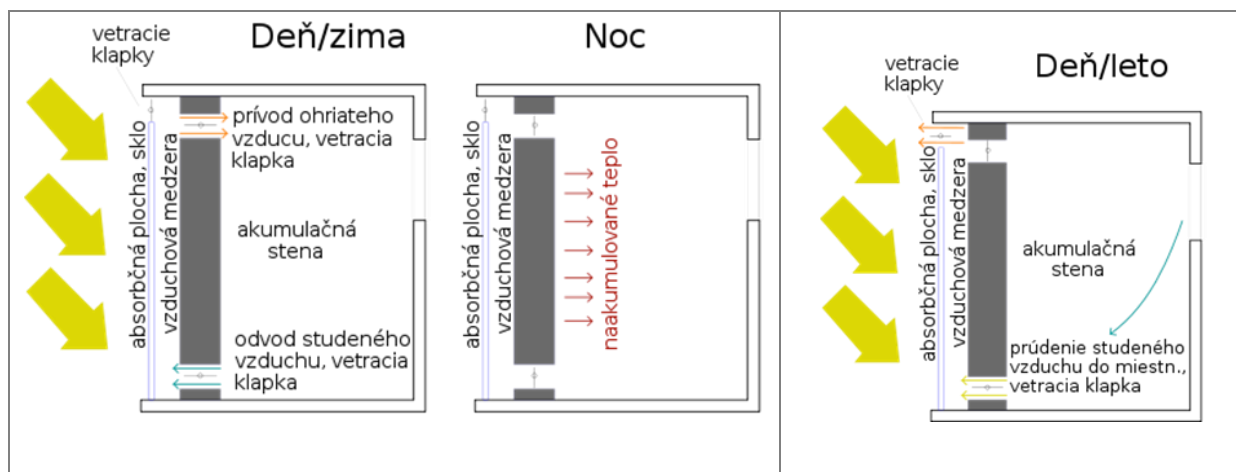
OBRÁZEK 2-6

SCHÉMA TROMBEHO STĚNY

Aby Trombeho stěna měla maximální účinnost, musí být orientována co nejvíce na jih. Dále nesmí Trombeho stěnu nic zakrývat, takže před stěnou nesmí být keře, stromy, přístřešky apod. Každý kousek stínu dopadajícího na plochu Trombeho stěny snižuje její účinnost. Neprůsvitné konstrukce Trombeho stěny musí mít dobré akumulční vlastnosti. Jako nejlepší se jeví pálená cihla, vápenopísková cihla nebo beton. Také nesmí mít tepelnou izolaci, která by snižovala účinnost. Zeď by měla být bez oken a dveří kvůli snadné instalaci a rizikům úniku tepla, i když Trombeho stěna může být v různých výškách a v různých tvarech.

V podmínkách ČR lze efektivně provozovat Trombeho stěnu. Je však nutné uplatnit stěnu se zasklením. Zároveň se zvýší i tepelná izolace dotčené části konstrukce. V našich zeměpisných šířkách je nutné dodržet podmínky pro stavbu Trombeho stěny, zejména orientaci stěny na jih. Přínosy jsou zejména v jarních a podzimních měsících. V extrémním zimním počasí, kdy teploty klesají velmi hluboko pod nulu, může být Trombeho stěna mírně ztrátová. To se však týká jen několika málo dnů v roce a v souhrnu Trombeho stěna přispívá k úsporám výdajů za teplo.

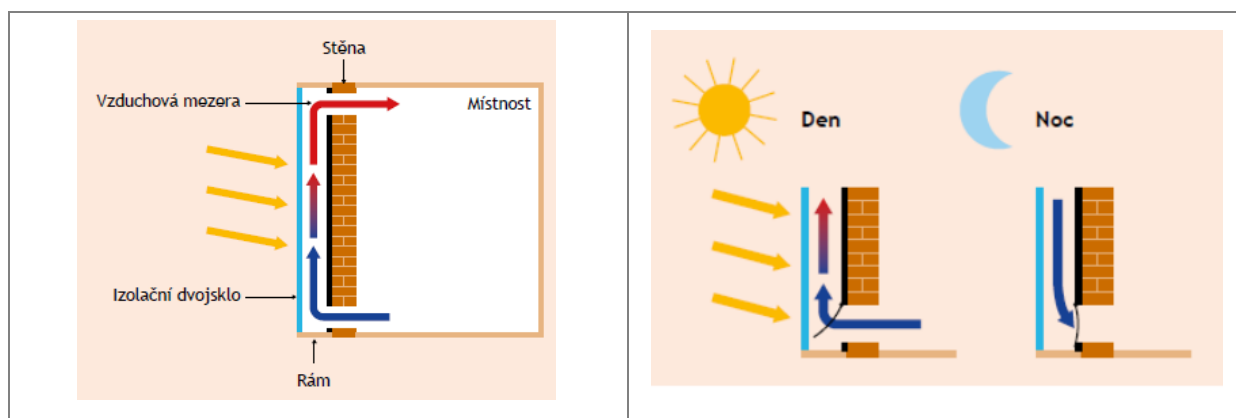
Nejdůležitější pro účinnost Trombeho stěny je materiál, ze kterého je postavena zeď. Musí dostatečně dobře akumulovat a uvolňovat teplo. V současné době jsou u nových domů používány obvykle cihly typu „therm“ pro jejich dobré tepelněizolační vlastnosti. Ty ale špatně akumulují teplo. Měřením bylo zjištěno, že cihly typu „therm“ mají v Trombeho stěně o několik stupňů nižší teplotu, než klasické pálené cihly. Ty relativně dobře izolují, a protože neobsahují vzduchové mezery, také dobře akumulují teplo. Jsou tedy pro stavbu zdi Trombeho stěny ideální. Z hlediska tepelných ztrát je důležité, aby zasklení Trombeho stěny bylo provedeno z izolačního dvojskla se součinitelem prostupu tepla alespoň $U = 1,2 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$. Viditelné záření projde skrz skla a ve formě tepla se akumuluje do zdi. Je také zahříván vzduch v mezeře mezi zdí a skleněnou plochou. Sklo je zasazeno do rámu, který je ze dřeva nebo plastu, aby netvořil tepelný most s únikem tepla do okolí. Rám Trombeho stěny musí těsně doléhat ke zdi, aby se zabránilo ztrátám tepla. Také upevnění jednotlivých tabulí musí být utěsněno jednak kvůli únikům tepla a jednak kvůli pronikání vlhkosti. K tomu se používají izolační pěny nebo tmely, které jsou často používány k těsnění prosklených fasád zejména na administrativních budovách.



OBRÁZEK 2-7

FUNKCE TROMBEHO STĚNY V ZIMĚ A V LÉTĚ

Dům musí splňovat základní, zejména dispoziční, podmínky pro stavbu Trombeho stěny. Ve zdi se vytvoří větrací otvory. Vstupní otvory musí být u paty Trombeho stěny. Do vstupních otvorů je možné umístit ventilátory, které zesílí cirkulaci vzduchu. Výstupní otvory z Trombeho stěny se umístí co nejvýše. Pak se stěna natře černou barvou. Hloubka rámu se volí tak, aby izolační dvojsklo, které se do něj zasadí, bylo přibližně 10 cm od stěny. Izolační dvojsklo se upevní do nosníků z dřeva nebo odolného plastu. Všechny části – rám i nosníky – musí být pečlivě zaizolovány. Protože chladný vzduch klesá dolů, je důležité u vstupních otvorů zajistit, že studený vzduch nebude proudit do domu. To lze vyřešit lehkou fólií. Teplý vzduch stoupá vzhůru, fólie jím bude nadnášena a vzduch bude procházet do Trombeho stěny. Pokud bude vzduch chladný, bude klesat a fólií uzavře otvor. Místo fólie může být též použita klapka uzavíratelná automaticky (ovládaná regulačním systémem) nebo ručně.



OBRÁZEK 2-8

FUNKCE TROMBEHO STĚNY VE DNE A V NOCI

Solární kolektor nebo Trombeho stěna? Je-li dům vystavěn z izolačních cihel, měla by Trombeho stěna výrazně omezenu jednu část svojí funkce – akumulaci tepla ve zdi a jeho postupné uvolňování do interiéru. Pokud je dostatek financí a prostor na zásobník a výměník, jsou vhodnější solární panely. Pokud má být řešení levné a bude se jednat o starší dům z pálených cihel a dobrou orientací jedné stěny bez zastínění, je Trombeho stěna ideálním řešením.



OBRÁZEK 2-9 PŘÍKLAD UŽITÍ TROMBEHO STĚNY V ČESKÝCH PODMÍNKÁCH DOPLNĚNÝ PŘÍPRAVOU TV

Výpočet bilance Trombeho stěny je uveden v ČSN EN ISO 13790 v příloze E. 4 Větrané solární stěny (Trombeho stěny)

2.1.2.4 AKTIVNÍ SOUSTAVY

2.1.2.4.1 Ověření dosažení minimálního ročního předpokládaného zisku energie

Ověření energetického přínosu solární soustavy je vhodné u rozsáhlého projektu jako je příprava TV pro bytové domy provést podrobným měsíčním postupem ve 3 krocích.

2.1.2.4.1.1 1. krok - ověření potřeby teplé vody, a to analyzováním stávající fakturované spotřeby a uplatněním jednotně zaváděných programů odběru vody – denní

Ověření potřeby teplé vody se provede časovým snímkem denní potřeby TV a analýzou stávající fakturované spotřeby a uplatněním jednotně zaváděných evropských programů odběru vody.

Časový snímek se zpracuje pro bytové domy podle dále uvedených evropských programů.

TABULKA 2-8 PROGRAM ODBĚRU VODY Č. 1 (PROFIL PRŮMĚRNÉHO DENNÍHO ODBĚRU PRO JEDNU OSOBU, 36 LITRŮ PŘI 60°C)

Č.	Začátek, čas	Energie kWh	Druh odběru	$\Delta\theta$ – požadováno (dosažitelné během odběru)	$\Delta\theta$ – minimální
	hh/mm			(dosažitelné během odběru)	(začátek odečtu využitelné energie)
				°C	°C
1	7:00	0,105	malý		15
2	7:30	0,105	malý		15
3	8:30	0,105	malý		15
4	9:30	0,105	malý		15
5	11:30	0,105	malý		15

TABULKA 2-8

PROGRAM ODBĚRU VODY Č. 1 (PROFIL PRŮMĚRNÉHO DENNÍHO ODBĚRU PRO JEDNU OSOBU, 36 LITRŮ PŘI 60°C)

Č.	Začátek, čas	Energie kWh	Druh odběru	$\Delta\theta$ – požadováno (dosažitelné během odběru)	$\Delta\theta$ – minimální
				(dosažitelné během odběru)	(začátek odečtu využitelné energie)
	hh/mm			°C	°C
6	11:45	0,105	malý		15
7	12:45	0,315	umývání nádobí	45	0
8	18:00	0,105	malý		15
9	18:15	0,105	úklid		30
10	20:30	0,42	umývání nádobí	45	0
11	21:30	0,525	velký		30
Celkem		2,1			
Ekvivalentní objem teplé vody při 60°C			36 litrů		

TABULKA 2-9

PROGRAM ODBĚRU VODY Č. 2 (CHARAKTERISTICKÝ PRO POUŽÍVÁNÍ V EVROPĚ - PROFIL PRŮMĚRNÉHO DENNÍHO ODBĚRU PRO RODINU S POUŽÍVÁNÍM SPRCHY, 100 LITRŮ PŘI 60 °C)

Č.	Začátek, čas	Energie kWh	Druh odběru	$\Delta\theta$ – požadováno (dosažitelné během odběru)	$\Delta\theta$ – minimální
				(dosažitelné během odběru)	(začátek odečtu využitelné energie)
	hh/mm			°C	°C
1	7:00	0,105	malý		15
2	7:15	1,4	sprchování		30
3	7:30	0,105	malý		15
4	8:01	0,105	malý		15
5	8:15	0,105	malý		15
6	8:30	0,105	malý		15
7	8:45	0,105	malý		15
8	9:00	0,105	malý		15
9	9:30	0,105	malý		15
10	10:30	0,105	umývání podlahy	30	0
11	11:30	0,105	malý		15
12	11:45	0,105	malý		15

TABULKA 2-9

PROGRAM ODBĚRU VODY Č. 2 (CHARAKTERISTICKÝ PRO POUŽÍVÁNÍ V EVROPĚ - PROFIL PRŮMĚRNÉHO DENNÍHO ODBĚRU PRO RODINU S POUŽÍVÁNÍM SPRCHY, 100 LITRŮ PŘI 60 °C)

Č.	Začátek, čas	Energie	Druh odběru	$\Delta\theta$ – požadováno (dosažitelné během odběru)	$\Delta\vartheta$ – minimální
				(dosažitelné během odběru)	(začátek odečtu využitelné energie)
	hh/mm	kWh	°C	°C	
13	12:45	0,315	umývání nádobí	45	0
14	14:30	0,105	malý		15
15	15:30	0,105	malý		15
16	16:30	0,105	malý		15
17	18:00	0,105	malý		15
18	18:15	0,105	úklid		30
19	18:30	0,105	úklid		30
20	19:00	0,105	malý		15
21	20:30	0,735	umývání nádobí	45	0
22	21:15	0,105	malý		15
23	21:30	1,4	sprchování		30
Celkem		5,845			
Ekvivalentní objem teplé vody při 60°C			100,2 litrů		

TABULKA 2-10

PROGRAM ODBĚRU VODY Č. 3 (PROFIL PRŮMĚRNÉHO DENNÍHO ODBĚRU PRO 3 ČLENOU RODINU S POUŽÍVÁNÍM VANY A SPRCHY, 200 LITRŮ PŘI 60 °C)

Č.	Začátek, čas	Energie	Druh odběru	$\Delta\theta$ – požadováno (dosažitelné během odběru)	$\Delta\vartheta$ – minimální
				(dosažitelné během odběru)	(začátek odečtu využitelné energie)
	hh/mm	kWh	°C	°C	
1	7:00	0,105	malý		15
2	7:05	1,4	sprchování		30
3	7:30	0,105	malý		15
4	7:45	0,105	malý		15
5	8:05	3,605	koupání	30	0
6	8:25	0,105	malý		15
7	8:30	0,105	malý		15

TABULKA 2-10

PROGRAM ODBĚRU VODY Č. 3 (PROFIL PRŮMĚRNÉHO DENNÍHO ODBĚRU PRO 3 ČLENOU RODINU S POUŽÍVÁNÍM VANY A SPRCHY, 200 LITRŮ PŘI 60 °C)

Č.	Začátek, čas	Energie	Druh odběru	$\Delta\theta$ – požadováno (dosažitelné během odběru)	$\Delta\theta$ – minimální
				(dosažitelné během odběru)	(začátek odečtu využitelné energie)
	hh/mm	kWh		°C	°C
8	8:45	0,105	malý		15
9	9:00	0,105	malý		15
10	9:30	0,105	malý		15
11	10:30	0,105	umývání podlahy	30	0
12	11:30	0,105	malý		15
13	11:45	0,105	malý		15
14	12:45	0,315	umývání nádobí	45	0
15	14:30	0,105	malý		15
16	15:30	0,105	malý		15
17	16:30	0,105	malý		15
18	18:00	0,105	malý		15
19	18:15	0,105	úklid		30
20	18:30	0,105	úklid		30
21	19:00	0,105	malý		15
22	20:30	0,735	umývání nádobí	45	0
23	21:00	3,605	koupání	30	0
24	21:30	0,105	malý		15
Celkem		11,655			
Ekvivalentní objem teplé vody při 60°C			199,8 litrů		

TABULKA 2-11

PRŮTOKY PŘI ODBĚRU VODY

Druh odběru vody	Energie	Průtoky teplé vody odpovídající zvýšení teploty o 45 K
	kWh	
úklid	0,105	3 ± 0,5
malý	0,105	3 ± 0,5
umývání podlahy	0,105	3 ± 0,5
umývání nádobí	0,315	4 ± 0,5
umývání nádobí	0,42	4 ± 0,5

TABULKA 2-11

PRŮTOKY PŘI ODBĚRU VODY

Druh odběru vody	Energie	Průtoky teplé vody odpovídající zvýšení teploty o 45 K
	kWh	
umývání nádobí	0,735	4 ± 0,5
velký (cyklus č. 1)	0,525	4 ± 0,5
sprchování	1,4	6 ± 0,5

TABULKA 2-12

POTŘEBA TEPLÉ VODY A UŽITNÉ TEPLO NA JEJÍ OHŘEV (NA VÝTOKU)

počet bytů	kategorie bytů	počet osob	program odběru vody - denní									
			1			2			3			
			l/osobu	celkem l	kWh	l/byt	celkem 1	kWh	l/byt	celkem 1	kWh	
12	1+kk	12	36,0	432,0	25,2							
24	2+k	48				100,2	2 404,8	140,3				
12	3+k	36							199,8	2 397,6	139,9	
celkem množství vody v m ³ /den (60°C)			36,0	432,0	25,2	100,2	2 404,8	140,3	199,8	2 397,6	139,9	
60 °C			5,23									
45 °C			7,48									
celkem užité teplo v kWh/den			305									
Při uvažování tradičních hodnot potřeby teplé vody 76,5 l/den na osobu a teplé na výtoku 45 °C je denní potřeba 7,34 m ³ , což je v souladu s výše uvedenými programy.												

V tabulce jsou uvedeny pro zmíněný bytový dům tradiční hodnoty i hodnoty podle programů odběru vody (tvořené denním snímkem odběrů). Těchto programů je 5 a v posouzení je užitý program 1 (pro 1 osobu), program 2 (evropský pro rodinu) a program 3 pro rodinu s dětmi.

2.1.2.4.1.2 2. krok - ověření dosažení minimálního ročního předpokládaného zisku energie.

Byl využit postup deklarovaný ing. Matuškou, PhD. v TNI 73 0302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav – zjednodušený výpočtový postup.

Pro budovu doporučuji provést měsíční výpočet. Vzhledem k tomu, že část výrobců vychází z tradičního postupu publikovaného doc. Cihelkou (uvedený dále), konstatuji, že u běžných řešení nedochází k výrazným odchýlkám.

TABULKA 2.13

STANOVENÍ ÚČINNOSTI SOLÁRNÍHO KOLEKTORU

$\eta_k = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{t_{k,m} - t_{e,s}}{G_{T,m}} - a_2 \cdot \frac{(t_{k,m} - t_{e,s})^2}{G_{T,m}}$									
Měsíc	počet dnů	Průměrná venkovní teplota	Střední teplota v době slunečního svitu	střední denní teplota teplosné kapaliny v solárních kolektorech v průběhu dne	střední denní sluneční ozáření uvažované plochy solárních kolektorů	optická účinnost	lineární součinitel tepelné ztráty	Účinnost absorberu	účinnost solárního kolektoru
		$t_{e,p}$	$t_{e,s}$	$t_{k,m}$	$G_{T,m}$	η_0	a_1	a_2	η_k
		°C	°C	°C	W/m ²	-	W/m ²	-	-
leden	31	-1,5	2,2	40,0	418	0,77	3,68	0,02	0,38
únor	28	0	3,4	40,0	489	0,77	3,68	0,02	0,45
březen	31	3,2	6,5	40,0	535	0,77	3,68	0,02	0,50
duben	30	8,8	12,1	40,0	527	0,77	3,68	0,02	0,55
květen	31	13,6	16,6	40,0	521	0,77	3,68	0,02	0,59
červen	30	17,3	20,6	40,0	517	0,77	3,68	0,02	0,62
červenec	31	19,2	22,5	40,0	512	0,77	3,68	0,02	0,63
srpen	31	18,6	22,6	40,0	515	0,77	3,68	0,02	0,64
září	30	14,9	19,4	40,0	516	0,77	3,68	0,02	0,61
říjen	31	9,4	13,8	40,0	488	0,77	3,68	0,02	0,55
listopad	30	3,2	7,3	40,0	427	0,77	3,68	0,02	0,44
prosinec	31	-0,2	3,5	40,0	387	0,77	3,68	0,02	0,36
Celkem za rok	365								

kde

η_k je střední denní (měsíční) účinnost solárního kolektoru

η_0 optická účinnost solárního kolektoru, udává výrobce

$H_{T,den}$ skutečná denní dávka slunečního ozáření, hodnoty pro různé sklonů a orientace plochy kolektorů v jednotlivých měsících jsou tabelovány, kWh/(m²den)

G_{Tm} střední denní sluneční ozáření uvažované plochy solárních kolektorů, W/m², hodnoty pro různé sklonů a orientace plochy kolektorů v jednotlivých měsících jsou tabelovány;

n počet dnů v měsíci

A_k plocha apertury solárních kolektorů, v m²

p hodnota srážky z tepelných zisků solárních kolektorů vlivem tepelných ztrát solární soustavy (rozvody, solární zásobník)

t_{km} střední denní teplota teplotné kapaliny v solárních kolektorech v průběhu dne, ve °C; hodnota se uvažuje celoročně konstantní a stanoví se podle typu aplikace

t_{es} střední venkovní teplota v době slunečního svitu, ve °C

a_1 lineární součinitel tepelné ztráty a_1 W/(m².K), udává výrobce

a_2 kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru, W/(m²K²), udává výrobce.

V tabulce 2.13 se stanoví účinnost solárního kolektoru v jednotlivých měsících a tato hodnota se užije v tabulce 2.14. Výpočet je proveden pro definovaný panelový bytový dům.

TABULKA 2-14 STANOVENÍ POTŘEBY TEPLA VČETNĚ TEPELNÝCH ZTRÁT A PODÍLŮ SOLÁRNÍ SOUSTAVY A TRADIČNÍHO ZDROJE TEPLA (NAPŘ. DPS NEBO KOTELNY)

$Q_{k,u} = 0,9 \cdot \eta_k \cdot H_{T,den} \cdot n \cdot A_k \cdot \left(\frac{1}{p} - 1 \right)$												
měsíc	den	$t_{e,p}$	$t_{e,s}$	$H_{T,den}$	η_k	A_k	p	$Q_{k,u}$	Q_w	$Q_{w,ls}$	$Q_{w,gen,in}$	$Q_{w,h,in}$
		°C	°C	kWh/(m ² .den)	-	m ²	-	kWh/měsíc				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
leden	31	-1,5	2,2	1,10	0,38	113	0,03	1 272	9 455	945,5	10 400,5	9 129,0
únor	28	0	3,4	1,97	0,45	113	0,03	2 433	8 540	854,0	9 394,0	6 961,1
březen	31	3,2	6,5	3,20	0,50	113	0,03	4 924	9 455	945,5	10 400,5	5 476,0
duben	30	8,8	12,1	3,96	0,55	113	0,03	6 441	9 150	915,0	10 065,0	3 624,3
květen	31	13,6	16,6	4,84	0,59	113	0,03	8 681	9 455	945,5	10 400,5	1 719,7
červen	30	17,3	20,6	5,29	0,62	113	0,03	9 695	9 150	915,0	10 065,0	369,8
červenec	31	19,2	22,5	5,19	0,63	113	0,03	10 060	9 455	945,5	10 400,5	340,5
srpen	31	18,6	22,6	4,71	0,64	113	0,03	9 153	9 455	945,5	10 400,5	1 247,5
září	30	14,9	19,4	3,95	0,61	113	0,03	7 117	9 150	915,0	10 065,0	2 948,0
říjen	31	9,4	13,8	2,40	0,55	113	0,03	4 022	9 455	945,5	10 400,5	6 378,2
listopad	30	3,2	7,3	1,21	0,44	113	0,03	1 593	9 150	915,0	10 065,0	8 472,2
prosinec	31	-0,2	3,5	0,77	0,36	113	0,03	855	9 455	945,5	10 400,5	9 545,1
Celkem za rok	365							66 246	111 325	11 133	122 458	56 211
								54,1%				45,9%
užité teplo na ohřev vody					305		kWh/den	předpokládaný zisk	kWh/m ²	586,2	350,0	
plocha apertury 1 kolektoru					2,26		m ²		kWh/byt	1 380,1	1 000,0	
plocha absorberu 1 kolektoru					2,23		m ²					
počet kolektorů					50		ks					

kde

$Q_{k,u}$ je energie zachycená plochou solárních kolektorů, kWh/měsíc

Q_w užité teplo na ohřev vody, kWh/měsíc

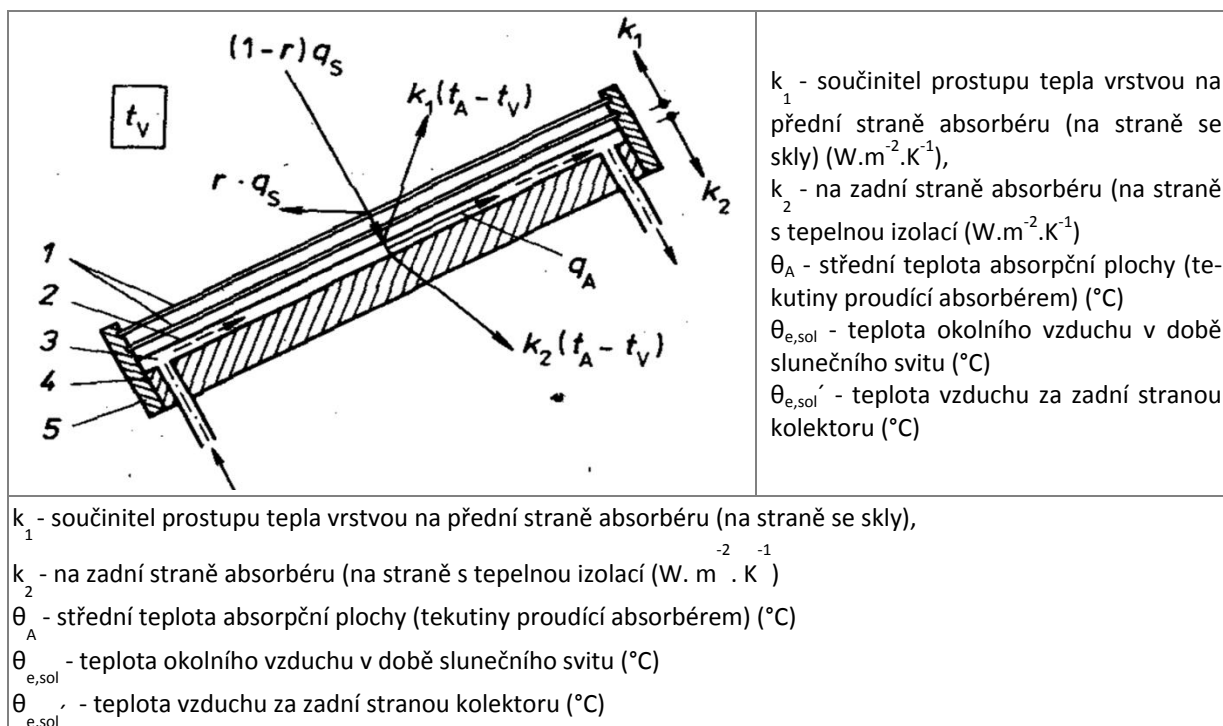
- $Q_{W,ls}$ tepelná ztráta v soustavě přípravy TV, kWh/měsíc
- $Q_{W,gen,in}$ potřeba tepla na přípravu TV, kWh/měsíc
- $Q_{W,h,in}$ potřeba tepla krytá jiným zdrojem než solární soustavou, kWh/měsíc.

Je vhodné si uvědomit jemné rozdíly v názvosloví a důsledky pro hodnocení. Je to zejména pojem plocha apertury a absorpční plocha. Podle evropského slovníku je **absorbér** součástí solárního kolektoru pohlcující zářivou energii a převádějící ji jako teplo do teplonosné látky. **Apertura** solárního kolektoru je otvor, kterým nesoustředěné solární záření vstupuje do kolektoru. Plocha apertury A_a je největší plochou průmětu apertury, kterou nesoustředěné solární záření vstupuje do kolektoru. Plocha apertury nezahrnuje jakoukoliv průhlednou část zastíněnou od solárního záření, když toto dopadá kolmo na projekční rovinu, určující plochu apertury.

Vzhledem k tomu, že převážná část tuzemských výrobců v technické dokumentaci neuvádí plochu apertury, je možné ji s vyhovující přesností pro tento program nahradit absorpční plochou. Jak je vidět na uvedeném příkladu v tabulce 2-14, jejich odchylka je u plochých kolektorů zanedbatelná.

Variantně je uveden tradiční návrh slunečních kolektorů podle metody docenta Cihelky

Vnější povrch krycích skel je osluněnou plochu, na niž dopadá energie slunečního záření. Krycí skla dopadající energii zčásti odrážejí zpět do okolí, z větší části ji propouštějí k absorpční ploše. Označí-li se poměrná reflexní schopnost krycích skel r a měrný tepelný tok dopadajícího záření q_s ($W \cdot m^{-2}$), prochází krycími skly k absorpční ploše měrný tepelný tok $q_s \cdot (1 - r)$. Měrný tepelný tok q_s je totožný s intenzitou celkového slunečního záření $I = I_P + I_D$ při jasné obloze, popř. s intenzitou difúzního záření I_D při zatažené obloze.



OBRÁZEK 2-10

SCHÉMA SLUNEČNÍHO SBĚRAČE

Absorpční plocha pohlcuje dopadající energii a tím se zahřívá na určitou teplotu. Současně je však také ochlazována okolním vzduchem. Měrný tepelný tok zachycený absorbérů q_A vyplývá z rovnice tepelné rovnováhy (2-13)

$$\left(-r\right) \cdot q_s = q_A + k_1 \cdot \left(\theta_A - \theta_{e,sol}\right) + k_2 \cdot \left(\theta_A - \theta_{e,sol}\right) \quad (\text{kWh/m}^2) \quad (2-13)$$

kde

k_1 je součinitel prostupu tepla vrstvou na přední straně absorbéru (na straně se skly) ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

k_2 součinitel prostupu tepla vrstvou na zadní straně absorbéru (na straně s tepelnou izolací) ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

θ_A střední teplota absorpční plochy (tekutiny proudící absorbérem) ve $^{\circ}\text{C}$

$\theta_{e,sol}$ teplota okolního vzduch v době slunečního svitu ve $^{\circ}\text{C}$

$\theta'_{e,sol}$ teplota vzduchu za zadní stranou kolektoru ve $^{\circ}\text{C}$

r poměrná reflexní schopnost krycích skel; $r = 0,10$ až $0,15$ při dokonale čistých sklech; $r = 0,15$ až $0,20$ při mírně znečištěných sklech.

Poměrná reflexní schopnost r krycích skel záleží na počtu krycích skel – pro dvě krycí skla je výsledná reflexní schopnost přibližně dvojnásobná ($0,25$) než u absorbérů s jedním krycím sklem ($0,15$).

$k = k_1 + k_2$ závisí na konstrukci a umístění absorbérů – 6 pro kolektory s jedním sklem a 4 pro kolektory se dvěma skly.

q_s - měrný tepelný tok dopadajícího záření, tj. intenzita slunečního záření $I_{stř}$ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$).

Výpočet účinnosti η_A je podle rovnice 2-14

$$\eta_A = \frac{q_A}{q_s} = \left(-r\right) \cdot \frac{\left(k_1 + k_2\right) \cdot \left(\theta_A - \theta_{e,sol}\right)}{q_s} \quad (-) \quad (2-14)$$

kdy

pro dvě krycí skla s reflexní schopností $0,25$

$$\eta_A = 0,75 - \frac{4 \cdot \left(\theta_A - \theta_{e,sol}\right)}{q_s} \quad (-) \quad (2-15)$$

pro jedno krycí sklo s reflexní schopností $0,15$

$$\eta_A = 0,85 - \frac{6 \cdot \left(\theta_A - \theta_{e,sol}\right)}{q_s} \quad (-) \quad (2-16)$$

Energie zachycená plochou absorbéru $Q_{A,mes}$ se stanoví podle rovnice (2-17)

$$Q_{A,mes} = \eta_A \cdot Q_{S,mes} = \eta_A \cdot n \cdot \left[Q_{S,den,teor} + \left(-\bar{r}\right) \cdot Q_{D,den} \right] \quad (\text{kWh/m}^2) \quad (2-17)$$

Pro jednotlivé měsíce z tabelované $Q_{S,mes}$ s orientací na jih a sklonem 45°C a $\theta_{A,sol} = 40^{\circ}\text{C}$ jsou hodnoty v tabulce. Je uvedeno množství zachycené energie plochou 1 m^2 absorbéru, dále pro 2 kolektory o celkové ploše $4,46 \text{ m}^2$ množství tepla $11,75 \text{ GJ/rok}$

V tabulce 2-15 jsou hodnoty energie zachycené plochou absorbéru $Q_{A,mes}$.

V tabulce 2-16 jsou hodnoty průměrné dopadající energie a doby slunečního svitu.

TABULKA 2-15

 ENERGIE ZACHYCENÁ PLOCHOU ABSORBÉRU $Q_{A,MES}$

Měsíc	počet dnů	Průměrná venkovní teplota	Střední teplota v době slunečního svitu	Průměrná energie dopadající za měsíc	rozdílná teplota absorpční plochy a venkovní teploty	Střední intenzita slunečního záření	Účinnost absorbérů	Energie zachycená plochou 1 m ² absorbérů
		θ_e	$\theta_{e,sol}$	Q_{Σ} měs	$\theta_{A,sol} - \theta_{e,sol}$	$I_{str} = q_s$	η_A	$Q_{A,mes}$
		°C	°C	kWh/m ²	K	W/m ²	-	kWh/m ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
leden	31,0	-0,9	2,2	33,8	37,8	412	0,30	10,12
únor	28,0	0,8	3,4	57,7	36,6	490	0,40	23,19
březen	31,0	4,6	6,5	104,5	33,5	558	0,49	51,18
duben	30,0	9,2	12,1	129,0	27,9	580	0,56	72,42
květen	31,0	14,2	16,6	170,2	23,4	600	0,62	104,84
červen	30,0	17,5	20,6	176,4	19,4	590	0,65	115,14
červenec	31,0	19,0	22,5	180,1	17,5	600	0,68	121,57
srpen	31,0	18,5	22,6	154,4	17,4	580	0,67	103,45
září	30,0	14,8	19,4	120,3	20,6	558	0,63	75,61
říjen	31,0	9,7	13,8	70,4	26,2	490	0,53	37,25
listopad	30,0	4,4	7,3	32,7	32,7	412	0,37	12,22
prosinec	31,0	0,9	3,5	22,3	36,5	344	0,21	4,76
Celkem za rok	365,0			1 251,80				731,75
					počet sběračů		plocha absorbérů	
střední teplota absorbérů - kapaliny			$\theta_{A,sol}$	40		2	2,23	4,46
$\eta_A = \frac{q_A}{q_S} = (1 - \tau) - \frac{(k_1 + k_2) \cdot (\theta_A - \theta_e)}{q_S}$				0,85	MWh/rok	GJ/rok		
				6,0	množství tepla	3,26	11,75	

2.1.2.4.2 Kritéria výběru slunečních kolektorů

Pro výběr slunečního kolektoru jsou důležitá kritéria

- energetická účinnost
- cena
- životnost
- uživatelské podmínky.

2.1.2.4.3 Solární soustavy

- Solární kolektory – kolektorová pole
- Solární okruh - primární okruh propojuje kolektory měděným potrubím s hnací jednotkou a zásobníkem teplé vody. V potrubí proudí teplotně nemrzoucí kapalina, která zajišťuje celoroční provoz, při teplotě -32°C začíná mít kapalina emulzní konzistenci
- Hnací jednotka soustavy s regulací a čidly - diferenciální elektronická regulace spíná oběhové čerpadlo solárního systému, pokud je teplota teplotně nemrzoucího média v kolektorech vyšší než teplota vody v zásobníku. Teplota je zjišťována teplotními čidly. Dále je do soustavy zapojen pojistný ventil a expanzní nádoba, neboť okruh je pod tlakem
- Zásobníky pro přípravu TV a její akumulaci - teplá voda je připravována v solárním předřazeném zásobníku a v případě nedostatku slunečního záření je dohřívána v klasickém ohříváči teplem z CZT (PS) nebo z kotle.

Tabulka 2-16

 Průměrná dopadající energie $Q_{\Sigma, \text{mes}}$

Měsíc	Průměrná energie dopadající za měsíc $Q_{\Sigma, \text{més}} - \text{kWh/m}^2$							Měsíc	doba slunečního svitu	
	úhel sklonu kolektorů								Praha Karlov - průměr 1971 až 2000	
	0	15	30	45	60	75	90		hodiny	
1.	22,6	27,3	31,6	33,8	35,3	36	35,7	1.	44,6	
2.	38,4	47,3	53,5	57,7	59,9	60,2	57,1	2.	69,2	
3.	81,8	93,3	101,4	104,5	102,6	98,6	89,9	3.	119,0	
4.	110,4	120,9	127,5	129	120,3	107,7	91,5	4.	162,8	
5.	152,8	164,9	172,2	170,2	149,7	124	93,9	5.	208,3	
6.	167,7	177,3	181,2	176,4	158,1	126	92,4	6.	210,8	
7.	161,8	174,5	182,3	180,1	157,8	130,2	97,7	7.	219,6	
8.	131,8	144,8	152,8	154,4	143,8	127,4	106,3	8.	210,4	
9.	92,1	106,2	116,1	120,3	117,9	113,1	102,0	9.	156,4	
10.	45,3	57	65,4	70,4	73,8	74,1	69,8	10.	117,3	
11.	21,9	26,4	30,6	32,7	34,2	34,8	34,5	11.	50,1	
12.	15,8	18,9	21,1	22,3	23,3	22,6	22,3	12.	42,5	
Celkem za rok	1 042,4	1 158,8	1 235,7	1 251,8	1 176,7	1 054,7	893,1	Celkem za rok		1 611,0

•

Roční zisk SE je závislý na základních vstupních podmínkách:

- ☞ zeměpisné orientace a sklonu kolektoru
- ☞ průměrné teplotě ohřívání kapaliny
- ☞ průměrné teplotě vzduchu v době slunečního svitu
- ☞ intenzitě slunečního záření dopadající na kolektor
- ☞ počtu hodin přímého slunečního svitu za rok
- ☞ zeměpisné lokalitě (čisté nebo znečištěné ovzduší)
- ☞ nadmořské výšce území
- ☞ možnému stínění přírodními nebo umělými překážkami
- ☞ technické koncepci soustavy
- ☞ pravidelnosti odběru TV.

Podle tepelného výkonu kolektorů se kolektory dělí na pět základních skupin (pořadí 5 má tepelný výkon nejvyšší)

- 1) absorbér bez zasklení
- 2) zasklený neselektivní kolektor
- 3) zasklený selektivní kolektor
- 4) plochý vakuový kolektor
- 5) trubicový vakuový kolektor

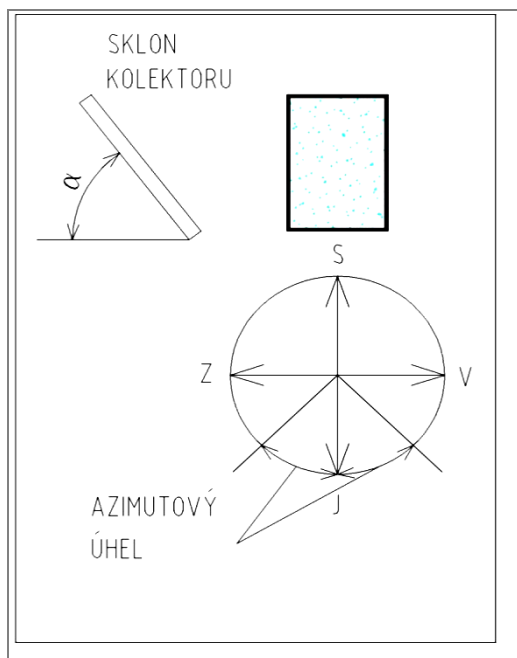
2.1.2.4.3.1 Volba typu kolektorů

Kolektory volíme při uvažování okrajových podmínek:

- ✓ rozboru spotřeby TV
- ✓ pro vyšší teploty pro celoroční provoz typ 2
- ✓ pro přednostní větší zisk tepla od podzimu do jara kolektory typu 3
- ✓ pro vyšší teploty média a vyšší výkony kolektorů – typ 4 a 5, (cenově dražší). Použití vakuových kolektorů např. pouze pro letní provoz je ekonomicky nevýhodné
- ✓ cena jednotlivých typů kolektorů není v relaci s jejich výkonem.

Účinnost celé soustavy se pohybuje podle typu kolektoru mezi 50 – 60 %. Vyšší je při ohřevu vody na nižší teplotu.

Životnost kolektorů byla dříve krátká, u kovových kolektorů 10 – 15 let. Vývojem koncepcí i výběrem materiálů vzrostla na **20 – 25** let, někteří výrobci uvádějí již 35 let. Výsledkem tak dlouhé životnosti je použití kaleného skla, barevných kovů (náhrada železa) i použití tepelné izolace absorbérů, která extrémní teplotou neuvolňuje látky, které by kondenzovaly na vnitřní straně zasklení a snižovaly jeho propustnost. Dále by měly mít teplotní odolnost a vysokou životnost i všechny těsnící materiály, které by měly být navíc zalištovány a chráněny před degradací způsobenou přímým působením UV záření.



OBRÁZEK 2-11

SKLON A ORIENTACE KOLEKTORU

Kolektory je nutné po zimě omýt, zvláště tam, kde se topí uhlím a komín je na střeše poblíž kolektorů. Je nutné použít saponát, protože déšť mastné saze sám nesmyje.

V technických aplikacích většiny solárních soustav považujeme za nejvhodnější orientaci kolektoru nasměrování jižním směrem (azimutový úhel je 0°). Při výběru umístění solárního panelu mezi plochou orientovanou jihozápadně a plochou jihovýchodní, pak volíme plochy orientované jihozápadně. Nevhodnou orientaci plochy lze pro dosažení dostatečného výkonu kompenzovat zvětšením absorpční plochy kolektorů.

Optimální odklon kolektoru α od vodorovné roviny pro celoroční užívání je cca 40 - 45°. Pro sezónní systémy pro letní provoz je vhodné volit úhel odklonu menší.

2.1.2.4.3.2 Umístění a upevnění kolektorů

Budovy s plochou střechou zpravidla nemají problémy s jižní orientací kolektorů. Novým problémem je zatížení střešní konstrukce a ochrana před zatékáním. Existuje dvojí řešení vyžadující statické posouzení:

- betonové bloky dostatečné hmotnosti pod každým kolektorem (tahová reakce od větru) s omezením, že již nebude přístup pro opravu pláště pod bloky
- roznášecí ocelová konstrukce nejčastěji mezi obvodovými zdmi (nosné atiky) s dostatečnou výškou nad střešním pláštěm pro jeho budoucí údržbu a opravy. Nad nosnými vnitřními stěnami v objektu je možné provést mezipodpory. Nosná konstrukce celou investici značně prodražuje.

Proti poškození asfaltové krytiny obsluhou v letním období se na tuto krytinu pokládají (lepí) např. gumové pásy odolné proti UV záření, betonové dlaždice nebo se navrhuje obslužné lávky (pororošty) na ocelové konstrukci před každou kolektorovou řadou. Tyto lávky investici také prodražují.

Doposud žádná norma nebo předpis nevyžadují u plochých střech možnou rezervu pro budoucí instalaci slunečních kolektorů. Nejedná se ani tak o statické přetížení, jako zabezpečení reakcí od větru proudícího na kolektory buď zepředu (přetížení) nebo zezadu (tahová reakce). Účinek větru roste s výškou nad terénem. Proto se např. vyrábějí nosné konstrukce kolektorů do 5 m nad terénem, do 20 m nad terénem a podpory pro výše umístěné kolektory již musí atypicky posoudit a řešit statik. U kolektorů na vícepodlažních budovách je nutné počítat s ochlazujícím účinkem větrů – řeší se např. zvýšenými atikami. Ochranné zábradlí po obvodu střechy by mělo být samozřejmostí.

Jiným problémem jsou ventilační šachty, strojovny výtahů, výlezy na střechu, apod. Zvláště strojovny vrhají celodenní pohyblivý stín a tím je část střechy pro další kolektory nevyužitelná.

2.1.2.4.3.3 Kolektory a mezní teplota

Kolektor je „tepelný stroj“, se ztrátami tepla přes skříně a sklo do okolí. Jeho užitečný výkon je funkcí střední teploty absorberu, teploty okolí a intenzity dopadajícího slunečního záření. Pokud se z něho přestane teplo odebírat, a takových případů je mnoho:

- výpadek elektrického proudu pro čerpadlo nebo porucha čerpadla nebo porucha MaR
- zavzdušnění potrubí nebo únik kapaliny

solární ohříváč již nemůže žádnou tepelnou energii přijmout. Dojde k takovému růstu maximální teploty, až se výdej tepelných ztrát vyrovná s příjmem sluneční energie.

Vzhledem ke stále dokonalejším kolektorům tato tzv. extrémní teplota roste:

- u plochých kolektorů se spektrálně selektivní vrstvou až na 190°C
- u vakuových kolektorů se stejnou vrstvou až na 270°C.

Následkem je var kapaliny, únik přes pojistovací ventil do zásobní nádoby, likvidaci jejich užitečných vlastností, roztečení umělohmotné tepelné izolace potrubí poblíž kolektorů, atd.

Dříve docházelo k přerušení činnosti solární soustavy, a proto se do soustavy zahrnovalo ruční dočerpávání vyteklé kapaliny; v současné době se problém řeší kolektory a pojistným ventilem nastavenými na 0,6 MPa a zvýšeným objemem expanzní nádoby. Při správně navržené soustavě by uživatel neměl výpadek proudu vůbec zaznamenat.

2.1.2.4.3.4 Zabezpečovací zařízení

Soustavy jsou jištěny proti poškození z přehřátí primárního okruhu pojistným zařízením. Teplota zásobníku je hlídána pod kritickou teplotou havarijní funkcí regulace nebo např. zónovým ventilem pro odpouštění teplé vody.

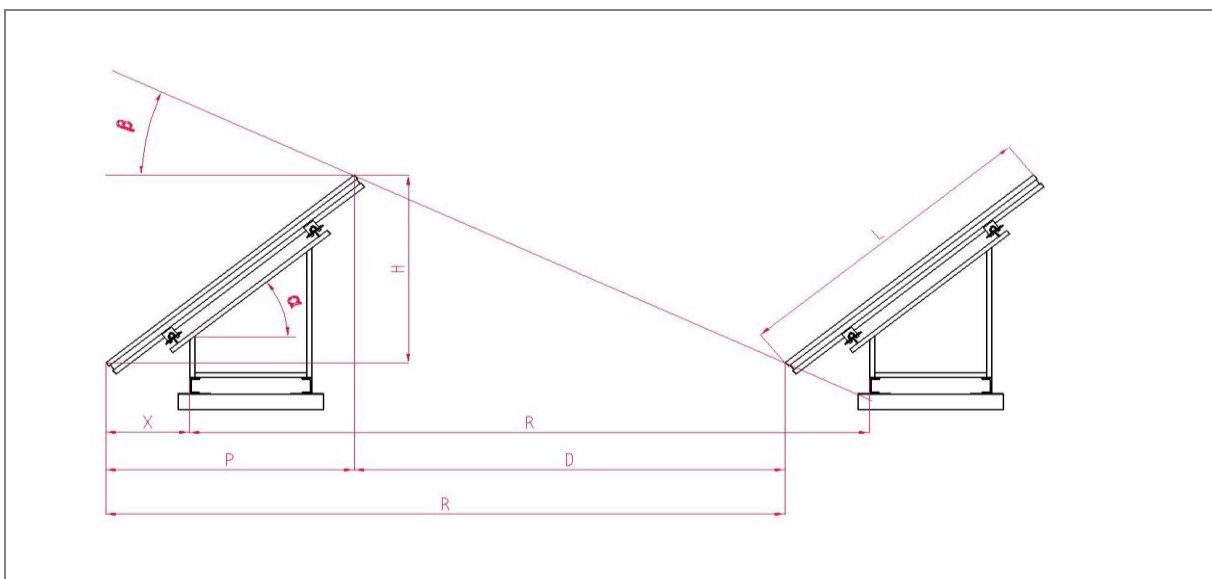
Velikost expanzní nádoby by měla být navržena tak, že ani při klidové teplotě kolektorů by neměla unikat nemrznoucí směs pojistným ventilem. Pojistný ventil zajišťuje havarijní funkci, chrání systém před vzrůstem tlaku nad hodnotu otevíracího přetlaku. Expanzní nádrž by měla mít dostatečný objem tak, aby byla schopna pojmout objem kolektorů; její objem by neměl být nižší než 60 % celkového objemu soustavy.

Počet kolektorů je třeba zvolit dle spotřeby vody a to tak, aby v letním období nedocházelo k výrazným přebytkům tepla. Dle zkušeností společnosti doporučují orientačně 1m^2 kolektorové plochy pro ohřev 50 l (jižní orientace, sklon cca $40 - 45^\circ$) teplé vody denně v letním období. Nenahrazuje bilanční výpočet okruhu.

Tento empirický vztah lze korigovat po dalším posouzení realizace. Je-li zaručen dostatečný odběr tepla v letních měsících, lze zvýšit velikost kolektorové plochy.

2.1.2.4.3.5 Vzdálenost řad kolektorů

Je nutné zajistit, aby nedocházelo ke vzájemnému zastínění kolektorových aktivních ploch kolektory umístěnými v předních řadách. Proto je při instalaci nutné dodržet mezi sousedními řadami dostatečný odstup. Pro návrh rozestupu R , je třeba znát úhel slunce β , sklon kolektorů a velikost kolektoru L .



OBRÁZEK 2-12

VZDÁLENOST ŘAD KOLEKTORŮ

Obvykle se připustí zastínění kolektorů v prosinci a lednu, pak je úhel $\beta=23^\circ$,

sklon kolektorů $\alpha= 40 - 45^\circ$,

$L = 1580 \text{ mm}$

Výpočtem

$R = 3\,570 \text{ mm}$

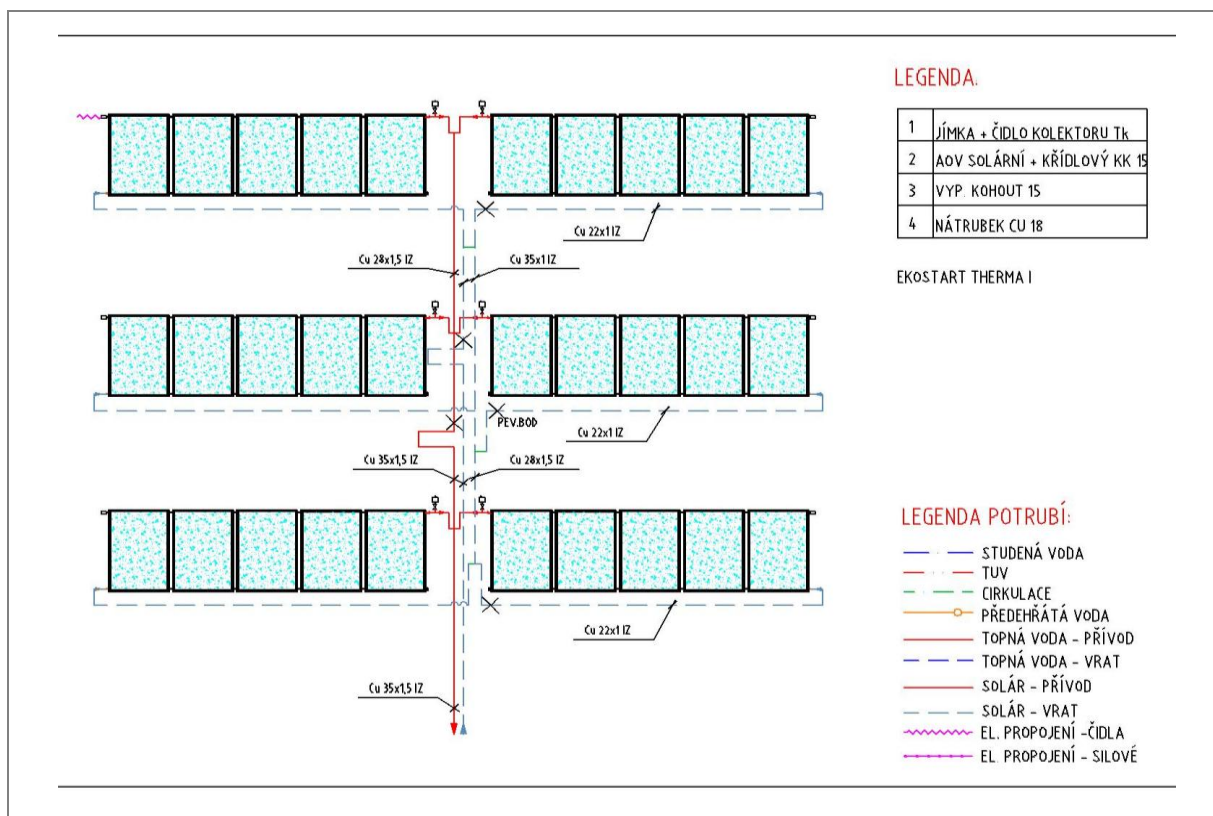
2.1.2.4.3.6 Rozmístění a upevnění kolektorů

Kolektory jsou ve stojatém provedení zapojovány do kolektorových polí v maximálním počtu 5 kusů. V ležatém provedení je vhodné zapojit do kolektorového pole maximálně 3 kusy.

Uchycení se provádí trojúhelníkovými a podélnými nosníky (popř. podkladovou konstrukcí). Nosníky se upevňují k betonovým PZD deskám. Posoudí se staticky zatížení nosné konstrukce střechy. Konstrukce s kolektory musí být bezpečně zajištěna proti převržení, zpravidla ovětráním zadní plochy kolektorů.

Pokud není použita podkladová konstrukce a nosníky jsou upevněny k PZD deskám, pak lze k jejich ukotvení využít ocelová lanka. Ukotvení se provádí ze zadní strany kolektorů (zpravidla severní strana).

U skloněných (sedlových) střech se upřednostní zabudování kolektorů do střešní konstrukce. Zpravidla dodavatelé krytiny mají technologii uspokojivě vyvinutou.



OBRÁZEK 2-13

ZAPOJENÍ KOLEKTORU



OBRÁZEK 2-14

SKLON A ORIENTACE KOLEKTORU, NOSNÁ KONSTRUKCE, UPEVNĚNÍ



OBRÁZEK 2-15

SKLON A ORIENTACE KOLEKTORU, UMÍSTĚNÍ NA ŠKOLNÍ BUDOVĚ



OBRÁZEK 2-16

SKLON A ORIENTACE KOLEKTORU, NOSNÁ KONSTRUKCE, UPEVNĚNÍ

2.1.2.4.3.7 Zásobní nádrže

Ukázka možné instalace zásobních nádrží; pro ohřev sluneční energií a dohřev teplem z CZT nebo z kotle



OBRÁZEK 2-17

ZÁSObNÍ NÁDRŽE

2.1.2.4.3.8 Možná degradace užití SE

Aktivní a kombinované využití sluneční energie v budovách v současných podmínkách je vhodné a vyžaduje vytvoření předpokladů:

- pro přípravu TV, zejména v RD kolektory o ploše cca 4,5 m². Náklady na zařízení včetně slunečního okruhu jsou cca 140 tis. Kč.
- pro přípravu TV v bytových domech zejména panelových s plochou střechou.
- pro přípravu TV v občanských budovách po zvážení okrajových podmínek a při integrovaném projektovém řešení spolu se zdrojem tepla a stávajícím zařízením pro přípravu TV
- vhodné užití zařízení, a to zejména v letních měsících. Je rozhodujícím pro efektivnost zařízení
- plně automatický provoz, snadnou údržbu a přijatelnou obsluhu a cenovou dostupnost
- zpracování nezávislého projektu (ne podle projektu dodavatele zařízení).

Je třeba zvažovat faktory, které by mohly degradovat užití sluneční energie:

- při instalaci kolektorů vhodnou konstrukci s ohledem na jejich stabilitu, neporušení střechy (zejména ploché) a vytvoření předpokladu pro opravy plochých střech s takovou konstrukcí. Tato konstrukce může podstatně prodražit zařízení a při údržbě i jeho provoz
- integraci kolektorů do šikmých střech tak, jak ji nabízejí někteří výrobci krytin
- co nejvíce omezovat možné zdroje tepelných ztrát slunečním okruhem. Proto snižovat a co nejnižší vzdálenost spojení slunečních kolektorů a zásobníků a potrubí dokonale tepelně izolovat
- malou vhodnost užití sluneční energie pro vytápění.

2.1.2.4.3.9 Dosažitelné úspory energie

Jsou uvedeny příklady užití slunečních okruhů pro přípravu TV v izolovaném rodinném domu (RD) a vícepodlažním panelovém bytovém domu.

Rodinný dům

Je uvažován RD o užitkové ploše 177 m². Zdroj tepla je plynový, příprava TV je zdrojem tepla a slunečním okruhem. Sluneční okruh tvoří:

- 3 ks kolektorů o celkové ploše apertury 6,78 m²
- potrubí s regulací a čerpadlem
- akumulace – jmenovitý objem zásobníku 200 l.

Výpočet je podle TNI 73 0302 a ČSN EN 15316-4-3. Podle TNI bylo stanoveno množství sluneční energie, podle ČSN EN ztráty tepla a pomocná energie.

Výpočet potřeby tepla ve výtakovém místě pro ohřátí vody je tradiční, omezený smlouvenou hodnotou potřeby pro certifikaci bytových domů 20 kWh/m².rok. Reálná potřeba bývá vyšší, nicméně v zavedeném druhu certifikace je třeba užít standardizované hodnoty.

Postup je v tabulkách 2-17 až 2-19. Jsou uvedeny i výpočtové vzorce. V tabulce 2-19 je provedena kontrola na možné přehřátí slunečních kolektorů. Potřeba tepla pro ohřev vody by měla být vždy vyšší než dodávka sluneční energie. Tento problém nastává v letních měsících. Je uvedena maximální hodnota nezohledňující přerušení odběru např. neobýváním domu v dovolené, apod. Doporučují proto nevolit max. hodnotu, v tomto případě 3 kolektory s max. úsporou 44,8 % ale nižší v rozsahu 35 až 40%.

Dosažitelnou úsporu v tomto případě výrazně ovlivňuje ztráta tepla zásobníku a pomocná energie – tabulka 2-18.

Bytový dům

Je uvažován BD s 96 byty o užitkové ploše 4290 m². Zdroj tepla je plynový, příprava TV je zdrojem tepla a slunečním okruhem. Sluneční okruh tvoří:

- 45 ks kolektorů o celkové ploše apertury 101,7 m²
- potrubí s regulací a čerpadly
- akumulace – 4 ks zásobníku o jmenovitém objemu každého 800 l.

Výpočet je podle TNI 73 0302 a ČSN EN 15316-4-3. Podle TNI bylo stanoveno množství sluneční energie, podle ČSN EN ztráty tepla a pomocná energie.

Výpočet potřeby tepla ve výtakovém místě pro ohřátí vody je tradiční, omezený smlouvenou hodnotou potřeby pro certifikaci bytových domů 20 kWh/m².rok. Reálná potřeba bývá vyšší, nicméně v zavedeném druhu certifikace je třeba užít standardizované hodnoty.

Postup je v tabulkách 2-20 až 2-21. Jsou uvedeny i výpočtové vzorce. V tabulce 2-22 je provedena kontrola na možné přehřátí slunečních kolektorů. Potřeba tepla pro ohřev vody by měla být vždy vyšší než dodávka sluneční energie. Tento problém nastává v letních měsících. Je uvedena maximální hodnota nezohledňující přerušení odběru např. neobýváním domu v dovolené, apod. Tento vliv je vzhledem k současnosti provozu nižší než u RD. Přesto doporučují nevolit max. hodnotu, v tomto případě 45 kolektorů s max. úsporou 53,2 % ale nižší v rozsahu 40 až 45%.

Dosažitelnou úsporu v tomto případě mírně ovlivňuje ztráta tepla zásobníku a pomocná energie – tabulka 2-21.

TABULKA 2-17

VÝPOČET SLUNEČNÍCH SBĚRAČŮ PRO RD

pořadí	rovnice; označení		referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	jednotka	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	$t_{k,m}$	střední denní teplota teplotnosné kapaliny v kolektorech v průběhu dne	40,0	40,0	40,0	40,0	°C	
2	η_0	optická účinnost	0,77	0,77	0,77	0,77	-	
3	a_1	lineární součinitel tepelné ztráty	3,68	3,68	3,68	3,68	W/m ²	
4	a_2	účinnost absorberu	0,0173	0,0173	0,0173	0,0173	-	
5	účinnost solárního kolektoru η_k							
6	$\eta_k = \eta_0 \cdot a_1 \cdot \frac{t_{k,m} - t_{e,s}}{G_{T,m}} - a_2 \cdot \frac{(t_{k,m} - t_{e,s})^2}{G_{T,m}}$	leden	0,38	0,38	0,38	0,38	-	
7		únor	0,45	0,45	0,45	0,45	-	
8		březen	0,50	0,50	0,50	0,50	-	
9		duben	0,55	0,55	0,55	0,55	-	
10		květen	0,59	0,59	0,59	0,59	-	
11		červen	0,62	0,62	0,62	0,62	-	
12		červenec	0,63	0,63	0,63	0,63	-	
13		srpen	0,64	0,64	0,64	0,64	-	
14		září	0,61	0,61	0,61	0,61	-	
15		říjen	0,55	0,55	0,55	0,55	-	
16		listopad	0,44	0,44	0,44	0,44	-	
17		prosinec	0,36	0,36	0,36	0,36	-	
18		$H_{T,den}$	dávka celkového slunečního ozáření	tabelováno				kWh/m ² .den
19		n	počet dnů v měsíci	tabelováno				-
20			plocha apertury kolektoru	2,26	2,26	2,26	2,26	m ²
21			plocha absorberu kolektoru	2,23	2,23	2,23	2,23	m ²
22			počet kolektorů	3,0	3,0	3,0	3,0	ks
23	A_k	celková plocha apertury	6,78	6,78	6,78	6,78	m ²	
24	p	tepelné ztráty solární soustavy	0,03	0,03	0,03	0,03	-	
25	energie zachycená plochou solárních kolektorů							
26	$Q_{k,u} = 0,9 \cdot \eta_k \cdot H_{T,den} \cdot n \cdot A_k \cdot (1-p)$	leden	76,3	76,3	76,3	76,3	kWh/měsíc	
27		únor	146,0	146,0	146,0	146,0	kWh/měsíc	
28		březen	295,5	295,5	295,5	295,5	kWh/měsíc	
29		duben	386,4	386,4	386,4	386,4	kWh/měsíc	
30		květen	520,8	520,8	520,8	520,8	kWh/měsíc	
31		červen	581,7	581,7	581,7	581,7	kWh/měsíc	
32		červenec	603,6	603,6	603,6	603,6	kWh/měsíc	
33		srpen	549,2	549,2	549,2	549,2	kWh/měsíc	
34		září	427,0	427,0	427,0	427,0	kWh/měsíc	
35		říjen	241,3	241,3	241,3	241,3	kWh/měsíc	
36		listopad	95,6	95,6	95,6	95,6	kWh/měsíc	
37		prosinec	51,3	51,3	51,3	51,3	kWh/měsíc	
38			celkem	3 974,8	3 974,8	3 974,8	3 974,8	kWh/rok
39	zásobníky teplé vody							
40	$V_{ref} = 75$ litrů . plocha aperturní	referenční objem zásobníků	225,0	225,0	225,0	225,0	l	
41		počet zásobníků	1	1	1	1	ks	
42	V_{nom}	jmenitý objem zásobníku	200,0	200,0	200,0	200,0	l	
43	$V_{sol} = V_{nom}$	objem slunečního zásobníku pro předehřev	200,0	200,0	200,0	200,0	l	
44	$V_{sol} = V_{nom} \cdot (1-f_{aux})$	objem slunečního zásobníku pro doplňkový ohřev	68,0	68,0	68,0	68,0	l	
45	f_{aux}	standardní hodnota 0,5 pro zvislý a 0,66 pro vodorovný zásobník	0,66	0,66	0,66	0,66	-	

TABULKA 2-18

VÝPOČET SLUNEČNÍCH SBĚRAČŮ PRO RD – ZTRÁTY TEPLA A PŘÍNOS

pořadí	rovnice; označení		referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	jednotka
(1)	(2)		(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	$Q_{W, sol, st, S}$	Tepelné ztráty části akumulace TV	0,7	0,7	0,7	0,7	MWh/rok
2	V	objem akumulace (1 ohříváku)	200,0	200,0	200,0	200,0	l
3	$Q_{W, et, le} = f_{vazba} \cdot \frac{(50 - \theta_i)}{45} \cdot d_{Nutz, a} \cdot q_{B, S}$	tepelná ztráta akumulací	714,0	714,0	714,0	714,0	kWh/rok
4	f_{vazba}	činitel tepelné vazby daný vzájemným umístěním zdroje a akumulace vody; při stejném prostoru 1,2; jinak 1,5	1,2	1,2	1,2	1,2	-
5	θ_i	výpočtová teplota prostoru s přípravou TV	13,0	13,0	13,0	13,0	°C
6	$d_{Nutz, a}$	počet dnů dodávky TV	365	365	365	365	dnů
7	$\theta_{W, o}$	teplota studené vody	10,0	10,0	10,0	10,0	°C
8	$q_{B, S} = 0,8 + 0,02 \cdot V^{0,77}$	denní ztráta v pohotovostním stavu ohříváče do 1000 l	2,0	2,0	2,0	2,0	kWh/den
9	$q_{B, S} = 0,39 \cdot V^{0,35} + 0,5$	denní ztráta v pohotovostním stavu ohříváče nad 1000 l	3,0	3,0	3,0	3,0	kWh/den
10	$W_{sol, aux}$	Pomocná energie					
11		celkový jmenovitý příkon čerpadel (štitkový)	83,9	83,9	83,9	83,9	W
12		leden	3,74	3,74	3,74	3,74	kWh
13		únor	5,81	5,81	5,81	5,81	kWh
14		březen	9,98	9,98	9,98	9,98	kWh
15		duben	13,66	13,66	13,66	13,66	kWh
16		květen	17,48	17,48	17,48	17,48	kWh
17		červen	17,69	17,69	17,69	17,69	kWh
18		červenec	18,42	18,42	18,42	18,42	kWh
19		srpen	17,65	17,65	17,65	17,65	kWh
20		září	13,12	13,12	13,12	13,12	kWh
21		říjen	9,84	9,84	9,84	9,84	kWh
22		listopad	4,20	4,20	4,20	4,20	kWh
23		prosinec	3,57	3,57	3,57	3,57	kWh
24		celkem za rok	135,16	135,16	135,16	135,16	kWh/rok
25	Výs tupy						
26	$Q_{W, sol, S}$	Celkové ztráty tepla	0,71	0,71	0,71	0,71	MWh/rok
27	$W_{sol, aux}$	Celková pomocná energie	0,14	0,14	0,14	0,14	MWh/rok
28	$Q_{W, sol, out}$	Celková energie dodaná sluneční soustavou	3,26	3,26	3,26	3,26	MWh/rok

TABULKA 2-19

VÝPOČET SLUNEČNÍCH SBĚRAČŮ PRO RD – BILANCE A KONTROLA SLUNEČNÍCH SBĚRAČŮ NA PŘEHŘÁTÍ

pořadí	rovnice; označení		referenční stav		stávající stav		I. soubor opatření		II. soubor opatření		jednotka
			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	Porovnání celková energie dodané sluneční soustavou a potřeby tepla na přípravu TV	leden	0,06	OK	0,06	OK	0,06	OK	0,06	OK	MWh/rok
2		únor	0,12	OK	0,12	OK	0,12	OK	0,12	OK	MWh/rok
3		březen	0,24	OK	0,24	OK	0,24	OK	0,24	OK	MWh/rok
4		duben	0,32	OK	0,32	OK	0,32	OK	0,32	OK	MWh/rok
5		květen	0,43	OK	0,43	OK	0,43	OK	0,43	OK	MWh/rok
6		červen	0,48	OK	0,48	OK	0,48	OK	0,48	OK	MWh/rok
7		červenec	0,50	přehřátí	0,50	přehřátí	0,50	přehřátí	0,50	přehřátí	MWh/rok
8		srpen	0,45	OK	0,45	OK	0,45	OK	0,45	OK	MWh/rok
9		září	0,35	OK	0,35	OK	0,35	OK	0,35	OK	MWh/rok
10		říjen	0,20	OK	0,20	OK	0,20	OK	0,20	OK	MWh/rok
11		listopad	0,08	OK	0,08	OK	0,08	OK	0,08	OK	MWh/rok
12		prosinec	0,04	OK	0,04	OK	0,04	OK	0,04	OK	MWh/rok
13			dodávka celkového slunečního ozáření	3,26	5,90	3,26	5,90	3,26	5,90	3,26	5,90
14	Potřeba teplé vody TV	leden		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
15		únor		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
16		březen		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
17		duben		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
18		květen		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
19		červen		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
20		červenec		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
21		srpen		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
22		září		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
23		říjen		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
24		listopad		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
25		prosinec		0,49		0,49		0,49		0,49	MWh/rok
26		dodávka teplé vody		5,90		5,90		5,90		5,90	MWh/rok
27		Maximální dosažitelná úspora energie		44,8%		44,8%		44,8%		44,8%	%

TABULKA 2-20

VÝPOČET SLUNEČNÍCH SBĚRAČŮ PRO BD

pořadí	rovnice; označení		referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	jednotka	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	$t_{k,m}$	střední denní teplota teplotosné kapaliny v kolektorech v průběhu dne	40,0	40,0	40,0	40,0	°C	
2	η_0	optická účinnost	0,77	0,77	0,77	0,77	-	
3	a_1	lineární součinitel tepelné ztráty	3,68	3,68	3,68	3,68	W/m ²	
4	a_2	účinnost absorberu	0,0173	0,0173	0,0173	0,0173	-	
5	účinnost solárního kolektoru η_k							
6	$\eta_k = \eta_0 \cdot a_1 \cdot \frac{t_{k,m} - t_{e,s}}{G_{\tau,m}} - a_2 \cdot \frac{(t_{k,m} - t_{e,s})^2}{G_{\tau,m}}$	leden	0,38	0,38	0,38	0,38	-	
7		únor	0,45	0,45	0,45	0,45	-	
8		březen	0,50	0,50	0,50	0,50	-	
9		duben	0,55	0,55	0,55	0,55	-	
10		květen	0,59	0,59	0,59	0,59	-	
11		červen	0,62	0,62	0,62	0,62	-	
12		červenec	0,63	0,63	0,63	0,63	-	
13		srpen	0,64	0,64	0,64	0,64	-	
14		září	0,61	0,61	0,61	0,61	-	
15		říjen	0,55	0,55	0,55	0,55	-	
16		listopad	0,44	0,44	0,44	0,44	-	
17		prosinec	0,36	0,36	0,36	0,36	-	
18		$H_{\tau,den}$	dávka celkového slunečního ozáření	tabelováno				kWh/m ² .den
19		n	počet dnů v měsíci	tabelováno				-
20			plocha apertury kolektoru	2,26	2,26	2,26	2,26	m ²
21			plocha absorberu kolektoru	2,23	2,23	2,23	2,23	m ²
22			počet kolektorů	45,0	45,0	45,0	45,0	ks
23	A_k	celková plocha apertury	101,70	101,70	101,70	101,70	m ²	
24	p	tepelné ztráty solární soustavy	0,03	0,03	0,03	0,03	-	
25	energie zachycená plochou solárních kolektorů							
26	$Q_{k,u} = 0,9 \cdot \eta_k \cdot H_{\tau,den} \cdot n \cdot A_k \cdot (1-p)$	leden	1 144,4	1 144,4	1 144,4	1 144,4	kWh/měsíc	
27		únor	2 189,6	2 189,6	2 189,6	2 189,6	kWh/měsíc	
28		březen	4 432,0	4 432,0	4 432,0	4 432,0	kWh/měsíc	
29		duben	5 796,6	5 796,6	5 796,6	5 796,6	kWh/měsíc	
30		květen	7 812,7	7 812,7	7 812,7	7 812,7	kWh/měsíc	
31		červen	8 725,7	8 725,7	8 725,7	8 725,7	kWh/měsíc	
32		červenec	9 054,0	9 054,0	9 054,0	9 054,0	kWh/měsíc	
33		srpen	8 237,7	8 237,7	8 237,7	8 237,7	kWh/měsíc	
34		září	6 405,3	6 405,3	6 405,3	6 405,3	kWh/měsíc	
35		říjen	3 620,1	3 620,1	3 620,1	3 620,1	kWh/měsíc	
36		listopad	1 433,5	1 433,5	1 433,5	1 433,5	kWh/měsíc	
37		prosinec	769,9	769,9	769,9	769,9	kWh/měsíc	
38			celkem	59 621,5	59 621,5	59 621,5	59 621,5	kWh/rok
39	zásobníky teplé vody							
40	$V_{ref} = 75$ litrů . plocha aperturní	referenční objem zásobníků	3 375,0	3 375,0	3 375,0	3 375,0	l	
41		počet zásobníků	4	4	4	4	ks	
42	V_{nom}	jmenitý objem zásobníku	800,0	800,0	800,0	800,0	l	
43	$V_{sol} = V_{nom}$	objem slunečního zásobníku pro předehřev	800,0	800,0	800,0	800,0	l	
44	$V_{sol} = V_{nom} \cdot (1-f_{aux})$	objem slunečního zásobníku pro doplňkový ohřev	272,0	272,0	272,0	272,0	l	
45	f_{aux}	standardní hodnota 0,5 pro zvislý a 0,66 pro vodorovný zásobník	0,66	0,66	0,66	0,66	-	

TABULKA 2-21

VÝPOČET SLUNEČNÍCH SBĚRAČŮ PRO BD – ZTRÁTY TEPLA A PŘÍNOS

pořadí	rovnice; označení		referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	jednotka
(1)	(2)		(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	$Q_{W, sol, st, JS}$	Tepelné ztráty části akumulace TV	6,6	6,6	6,6	6,6	MWh/rok
2	V	objem akumulace (1 ohříváku)	800,0	800,0	800,0	800,0	1
3	$Q_{W, st, ls} = f_{vazba} \cdot \frac{(50 - \theta_i)}{45} \cdot d_{Nutz, a} \cdot q_{B, S}$	tepelná ztráta akumulací	6 550,3	6 550,3	6 550,3	6 550,3	kWh/rok
4	f_{vazba}	činitel tepelné vazby daný vzájemným umístěním zdroje a akumulace vody; při stejném prostoru 1,2; jinak 1,5	1,2	1,2	1,2	1,2	-
5	θ_i	výpočtová teplota prostoru s přípravou TV	13,0	13,0	13,0	13,0	°C
6	$d_{Nutz, a}$	počet dnů dodávky TV	365	365	365	365	dny
7	$\theta_{W, o}$	teplota studené vody	10,0	10,0	10,0	10,0	°C
8	$q_{B, S} = 0,8 + 0,02 \cdot V^{0,77}$	denní ztráta v pohotovostním stavu ohříváče do 1000 l	4,2	4,2	4,2	4,2	kWh/den
9	$q_{B, S} = 0,39 \cdot V^{0,36} + 0,5$	denní ztráta v pohotovostním stavu ohříváče nad 1000 l	4,5	4,5	4,5	4,5	kWh/den
10	$W_{sol, aux}$	Pomocná energie					
11		celkový jmenovitý příkon čerpadel (štítkový)	558,5	558,5	558,5	558,5	W
12		leden	24,91	24,91	24,91	24,91	kWh
13		únor	38,65	38,65	38,65	38,65	kWh
14		březen	66,46	66,46	66,46	66,46	kWh
15		duben	90,92	90,92	90,92	90,92	kWh
16		květen	116,34	116,34	116,34	116,34	kWh
17		červen	117,73	117,73	117,73	117,73	kWh
18		červenec	122,65	122,65	122,65	122,65	kWh
19		srpen	117,51	117,51	117,51	117,51	kWh
20		září	87,35	87,35	87,35	87,35	kWh
21		říjen	65,51	65,51	65,51	65,51	kWh
22		listopad	27,98	27,98	27,98	27,98	kWh
23		prosinec	23,74	23,74	23,74	23,74	kWh
24		celkem za rok	899,74	899,74	899,74	899,74	kWh/rok
25	Výstupy						
26	$Q_{W, sol, JS}$	Celkové ztráty tepla	6,55	6,55	6,55	6,55	MWh/rok
27	$W_{sol, aux}$	Celková pomocná energie	0,90	0,90	0,90	0,90	MWh/rok
28	$Q_{W, sol, out}$	Celková energie dodaná sluneční soustavou	53,07	53,07	53,07	53,07	MWh/rok

TABULKA 2-22

VÝPOČET SLUNEČNÍCH SBĚRAČŮ PRO BD – BILANCE A KONTROLA SLUNEČNÍCH SBĚRAČŮ NA PŘEHŘÁTÍ

pořadí	rovnice; označení		referenční stav		stávající stav		I. soubor opatření		II. soubor opatření		jednotka
			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	Porovnání celkové energie dodané sluneční soustavou a potřeby tepla na přípravu TV	leden	1,02	OK	1,02	OK	1,02	OK	1,02	OK	MWh/rok
2		únor	1,95	OK	1,95	OK	1,95	OK	1,95	OK	MWh/rok
3		březen	3,95	OK	3,95	OK	3,95	OK	3,95	OK	MWh/rok
4		duben	5,16	OK	5,16	OK	5,16	OK	5,16	OK	MWh/rok
5		květen	6,95	OK	6,95	OK	6,95	OK	6,95	OK	MWh/rok
6		červen	7,77	OK	7,77	OK	7,77	OK	7,77	OK	MWh/rok
7		červenec	8,06	OK	8,06	OK	8,06	OK	8,06	OK	MWh/rok
8		srpen	7,33	OK	7,33	OK	7,33	OK	7,33	OK	MWh/rok
9		září	5,70	OK	5,70	OK	5,70	OK	5,70	OK	MWh/rok
10		říjen	3,22	OK	3,22	OK	3,22	OK	3,22	OK	MWh/rok
11		listopad	1,28	OK	1,28	OK	1,28	OK	1,28	OK	MWh/rok
12		prosinec	0,69	OK	0,69	OK	0,69	OK	0,69	OK	MWh/rok
13			dodávka celkového slunečního ozáření	53,07	113,35	53,07	113,35	53,07	113,35	53,07	113,35
14	Potřeba teple vody TV	leden		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
15		únor		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
16		březen		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
17		duben		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
18		květen		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
19		červen		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
20		červenec		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
21		srpen		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
22		září		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
23		říjen		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
24		listopad		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
25		prosinec		9,45		9,45		9,45		9,45	MWh/rok
26			dodávka teple vody		113,35		113,35		113,35		113,35
27		Maximální dosažitelná úspora energie		53,2%		53,2%		53,2%		53,2%	%

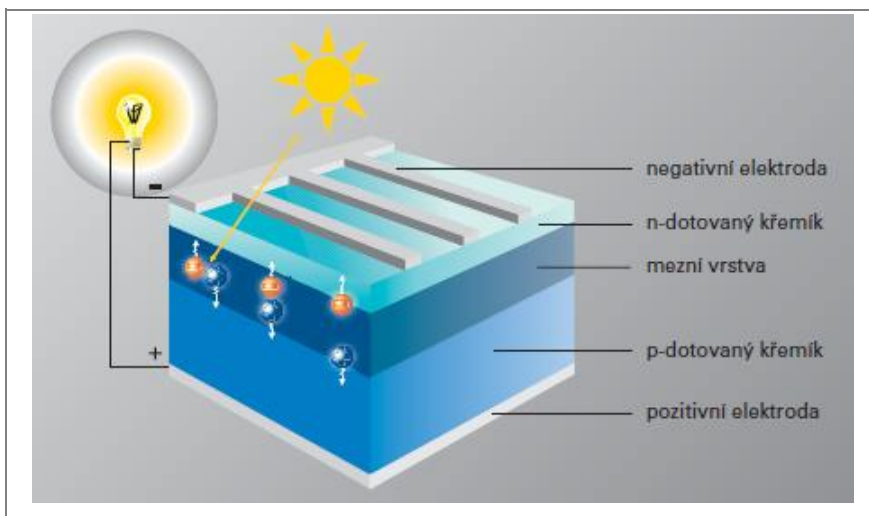
2.1.3 FOTOVOLTAIKA

Mezi moderní zdroje elektřiny patří i fotovoltaické články. Energetická účinnost přeměny slunečního záření na elektrickou energii je u současných hromadně vyráběných solárních článků 14 až 17 % (v laboratorních podmínkách se dosahuje až 28 %).

Základní výkonovou charakteristikou fotovoltaických článků je jejich jmenovitý výkon udávaný ve Watt-peak [Wp]. Na výkon článků má vliv intenzita ozáření současně s jejich teplotou. Se zvyšující se intenzitou ozáření článků stoupá úměrně množství generovaného proudu, výkon však nestoupá proporcionalně, protože změna napětí není přímo úměrná změně intenzity ozáření.

Fotovoltaický solární článek je velmi pevný, ale značně křehký, proto je nutné jej zapouzdřit do pevnějšího obalu, který jej ochrání před vnějšími vlivy a poškozením. Panel musí zajistit hermetické zapouzdření solárních článků, musí zajišťovat dostatečnou mechanickou a povětrnostní odolnost (např.

vůči silnému větru či krupobití). Panely jsou instalovány zpravidla na jižní (JV až JZ) střechy a fasády budov.



OBRÁZEK 2-18

FUNKCE SOLÁRNÍHO ČLÁNKU ³

Fotovoltaický zdroj (PV zdroj) se sestává z fotovoltaických polí (sestavené z fotovoltaických článků). Fotovoltaický měnič (PV měnič) je zařízení měnící stejnosměrné napětí dodávané z PV zdroje na střídavé napětí (AC). Poněvadž výstupní napětí z tohoto PV měniče neodpovídá síťovému napětí (AC 400/230 V) je za něj řazen transformátor. Z důvodů rovnoměrnosti dodávky (a případně i dodávka elektřiny v době bez

osvitu PV zdroje), zapojuje se před PV měnič ještě akumulátorová baterie zajišťující rovnoměrnost dodávky elektřiny.

Fotovoltaické systémy se dělí podle způsobu využití vyrobeného elektrického proudu na:

- autonomní (lokální) fotovoltaické systémy (grid-off), kdy je elektrický proud vyprodukovaný solárními články ukládán přes regulátor napětí do akumulátoru a následně bezprostředně spotřebováván místními spotřebiči,
- fotovoltaické systémy napojené na veřejnou rozvodnou síť (grid-on), kdy je vyprodukovaný stejnosměrný elektrický proud přeměněn střídačem na střídavý proud 230V, 50 Hz a dodáván do veřejné rozvodné sítě. Typickým prvkem těchto systémů je proto vedle střídače i výstupní měřicí zařízení umístěné za střídačem před rozvodnou deskou.

Výroba elektřiny a dodávka do sítě sestává z výroby stejnosměrného proudu v článku, změny stejnosměrného proudu v měničích na střídavý a dodávky do rozvodné sítě.

Dopadne-li světlo na fotovoltaické články, uvolňují se elektrony (obrázek 2-18). Na elektrických kontaktech se shromažďují pozitivní popř. negativní nosiče nábojů, čímž vzniká stejnosměrné napětí.

Jeden čtvereční metr solárního modulu s monokrystalickými články má výkon 110 WP (špičkový výkon) při standardním osvětlení 1000 W/m² a slunečním spektru AM 1,5. Ze solárního panelu s touto plochou je možné během jednoho roku získat 70 - 100 kWh elektrické energie. Průměrné hodnoty elektrické energie [Wh/den], kterou lze získat ke spotřebě během jednoho dne ze solárního panelu s výkonem 110 WP dle měsíců jsou v následující tabulce ⁴:

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wh/den	80	138	213	302	383	390	408	360	265	179	83	60

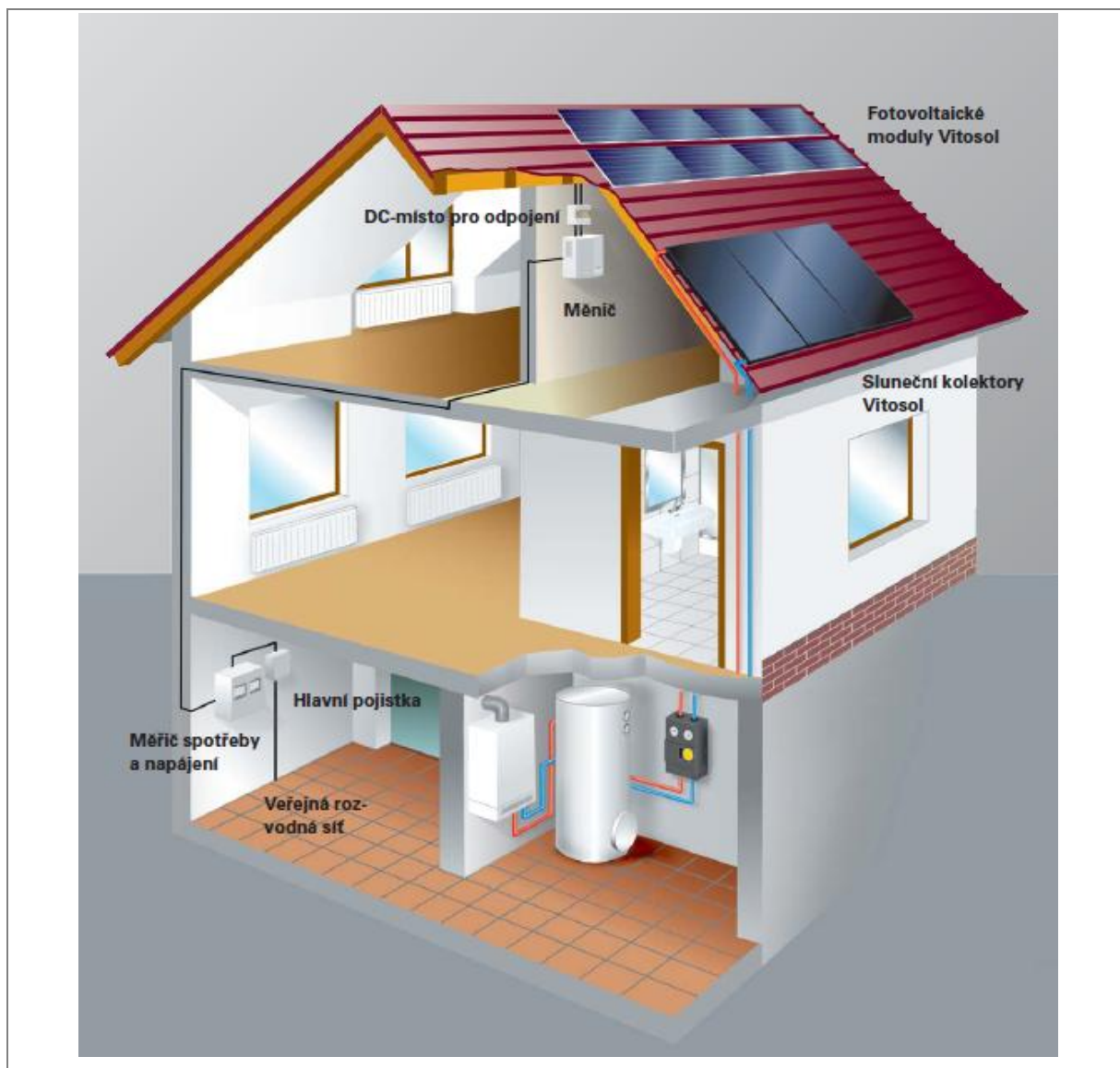
Funkci solárních panelů v pořadí důležitosti ovlivňují:

- a) směrová orientace (optimální azimut 180 ±10 °)

³ Poznámka: Přebráno z podkladů společnosti Viessmann, fotovoltaické systémy.

⁴ Poznámka: Zdrojem jsou podklady společnosti Ekowatt

- b) úhel sklonu FV panelů (celoročně 45°, při možnosti přenastavení – 60 °pro zimní provoz, 35 °pro letní provoz)
- c) vlastní konstrukce FV panelů („barva“ článků, texturace povrchu)
- d) kvalita návrhu a provedení FV systému (profesionální zkušenosti s instalacemi)
- e) umístění v terénu (stínění okolními objekty či stromy)
- f) znečištění FV systému.



OBRÁZEK 2-19

SCHÉMA REALIZACE RD S VYUŽITÍM OZE⁵

Užití této technologie nepříznivě ovlivňuje poměrně nízká průměrná roční intenzita slunečního záření, omezená průměrná roční doba slunečního svitu, velké kolísání intenzity záření v průběhu roku, vysoké investiční náklady, životnost (20 let) v poměru k ceně a potřeba záložního zdroje elektřiny.

Celková návratnost fotovoltaického systému napojeného na síť je závislá na dlouhodobém zachování relativně vysoké nákupní ceny za elektřinu vyrobenou těmito systémy. Přitom s ohledem na množství projektů, které jsou ověřovací a převážně dotované, je málo zkušeností pro podporu hromadného

⁵ Poznámka: Přebráno z podkladů společnosti Viessmann, fotovoltaické systémy.

rozšíření. V současnosti s ohledem na cenu těchto zařízení a jeho technické možnosti nelze předpokládat okamžité hospodárné využití v běžné praxi, které by nahradilo napájení z distribuční sítě.

Zařízení při současných podmínkách nevyhoví požadavku optimální ekonomické energetické náročnosti a spíše splňuje okrajovou podmínku Směrnice: Jsou-li náklady a přínosy během ekonomického životního cyklu budovy negativní, neuplatní se v odůvodněných případech požadavky vedoucí k budově s téměř nulovou potřebou energie.

Na druhé straně nelze dobře prognózovat možný pokles pořizovacích nákladů kvalitního provedení fotovoltaického systému k roku 2018 či 2020 a vývoj ceny elektrické energie. Proto je třeba ověřovat řešení s fotovoltaikou pro:

- možné rychlé snížení ceny zařízení
- pro optimální integraci zařízení do budovy s téměř nulovou potřebou energie.

2.1.3.1 PŘÍKLAD REALIZACE

Realizaci v občanské budově dokumentuje systém na budově MŽP.

Fotovoltaický systém o instalovaném výkonu 25,8 kWp určený pro propagační a demonstrační účely je umístěn na hraně střechy (21,2 kWp) a na fasádě (4,6 kWp). Umístění a konstrukce systému je architektonicky sladěna s celkovým rázem budovy. Vlastní fotovoltaické panely jsou upevněny na samonosných ocelových rámech, které jsou kotveny přímo do nosného skeletu budovy. FV systém je připojen do elektrické sítě a za rok dodá přibližně 23 000 kWh elektrické energie. Vyrobená energie je přes tzv. rozpadový bod distribuována do elektrické sítě budovy, kde je přímo spotřebovávána. Okamžité hodnoty vyráběné elektřiny a vybrané parametry systému jsou zobrazovány na zobrazovací jednotce ve vstupní hale Ministerstva životního prostředí a ukládány řídicím systémem do počítače k dalšímu zpracování a vyhodnocení.

Technická data:

- připojení k síti 12/2006
- orientace jih (18° na jihovýchod)
- instalovaný výkon 25,8 kWp
- celková plocha panelů 211m²
- počet panelů 244
- typ panelů SG 72-106
- typ solárních článků: monokrystalický křemík,
- aktivní strana modré barvy výrobce Solartec
- garance výkonu 20 let

Síťové střídače

- typ Fronius IG40, maximální výkon 4 100 W, počet jednotek 1
- typ Fronius IG60HV, maximální výkon 5 000 W, - počet jednotek 4

Předpokládaná roční výroba energie

- fasádní systém – 4664Wp, roční energie 2829kWh
- systém umístěný na hraně budovy 4 x 5 300 Wp, panely se sklonem 32° a 55°, roční energie 9 433 kWh (32°) a 9 009 kWh (55°).

Celková roční vyrobená energie 23 MWh

Úspora emisí CO₂ 27 tun ročně.

Monitorovací a vizualizační systém

- nepřetržitý sběr dat
- informační panel se základními údaji
 - současný aktuální výkon
 - celková suma získané energie
 - ekvivalentní snížení emisí CO₂.



OBRÁZEK 2-20

PŘÍKLAD REALIZACE FOTOVOLTAICKÝCH ČLÁNKŮ NA BUDOVĚ MŽP

2.1.4 VÝSTUP SE

Současný stav poznání a praktických realizací prokazuje, že:

- významné je využití vnějších tepelných zisků pro vytápění. I když statisticky nejsou uvažované jako OZE, činí podíl v bilanci vytápění do 50 % roční potřeby tepla na vytápění při jejich dokonalém využití a dodržení pohody prostředí. Podle druhů zasklení:
 - otvorové výplně podle své orientace přinášejí od 30 do 50 % tepla v bilanci. Podle metodiky ČSN EN ISO bývají vyšší než 50 %, pak je třeba pečlivě vážit jejich užití. Nedoporučuji využívat více než 50 % tepla z oslunění v bilanci užitného tepla (při vyšším podílu nutno zvážit vhodnou technologii pro akumulaci tepla z tepelných zisků)

- zasklené lodžie přinesou podle své velikosti (poměr délek lodžie a přilehlé stěny místnosti) od 20 do 50 %. V tomto případě záleží na správném užívání lodží zejména v zimních měsících
- zasklené verandy jsou individuálním řešením, kdy je třeba určit pro každou realizaci podíl přínosu SE pro bilanci (ČSN EN ISO 13790). V každém případě jsou vhodné pro nízkopodlažní zástavbu a uživatele v důchodovém věku.
- aktivní užití sluneční energie je vhodné především pro přípravu TV. Pro vytápění je zajímavé u občanských budov při návrhu více zdrojů a vhodném skloubení. Základní omezující podmínkou je užití vyrobeného tepla v letních měsících tak, aby nedošlo k přehřátí slunečního okruhu a jeho destrukci. Toto kritérium také rozhodne o míře a způsobu užití. Největším kladem je všeobecná dostupnost, nezanechání odpadů a přiměřenost, neboť připraví TV na stejnou nebo o něco nižší teplotu, než je pro sociální účely potřeba. Je více pěkných příkladů, jak v RD tak v BD a občanských budovách, např. realizace v bytových domech bytového družstva Orlová. U RD je přínos za optimálních podmínek 35 až 40% v tepelné bilanci přípravy TV, u bytových domů 40 až 45 %.
- výroba elektřiny fotovoltaickými články se nedoporučuje s ohledem na poměr přínos uživateli / vynaložené náklady. Dalším důvodem je i nejistota opatření způsobená vysoce dotovanou cenou vykupované energie. Je na posledním místě v hierarchii opatření

Při rozhodování o každé realizaci zařízení pro využití SE se zjistí, zda nelze finanční prostředky investovat do energetických opatření lépe, tj. snížit nejprve energetickou náročnost objektu tradičními způsoby s dlouhodobou životností (energie pro vytápění, větrání, TV). Rozhodující je velikost investice na získanou (uspořenou) kWh jakýmkoliv způsobem, a to při zvážení opakovanosti při obnově zařízení v období prodloužení životnosti budovy. Dodrží se požadavek nákladově optimálních úrovní energetické náročnosti budov.

2.2 TEPLO PROSTŘEDÍ

2.2.1 TEPLO PROSTŘEDÍ Z ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU PŘI VĚTRÁNÍ

Větrání bytů a prostorů se člení

- přirozené
- nucené s
 - odvodem vzduchu bez využití tepla
 - odvodem a přívodem vzduchu bez nebo s využitím tepla z odváděného vzduchu

Hlavním požadavkem na větrání je řádné provětrání prostoru zajišťující odvod škodlivin a přívod dostatečného množství kvalitního venkovního vzduchu, při dodržení optimálních teplot vnitřního vzduchu, přípustných hodnot hluku a vyloučení obtěžujících proudů chladného vzduchu. To vše by mělo fungovat s minimálními nároky na spotřebu energií.

Požadavky na hygienu

- vlhkostní mikroklima
- oděrové mikroklima

Požadavky na energetickou náročnost pro certifikaci: výměna vzduchu $0,5 \text{ h}^{-1}$ při přirozeném větrání a $0,4 \text{ h}^{-1}$ při nuceném větrání.

Z důvodů značné závislosti intenzity větrání na povětrnostních podmínkách, zejména na síle a směru větru, rozdílu venkovní a vnitřní teploty vzduchu i barometrickém tlaku, kdy za určitých podmínek dochází k selhání soustavy a nerovnoměrnosti větrání v zimním období, nejsou soustavy založené na přirozené výměně vzduchu vhodné pro použití zejména ve vícepodlažních budovách.

V budovách téměř nulovou potřebou energie se užije nucené větrání s využitím tepla z odváděného vzduchu.

2.2.1.1 OBECNÉ POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ A STAV VĚTRÁNÍ

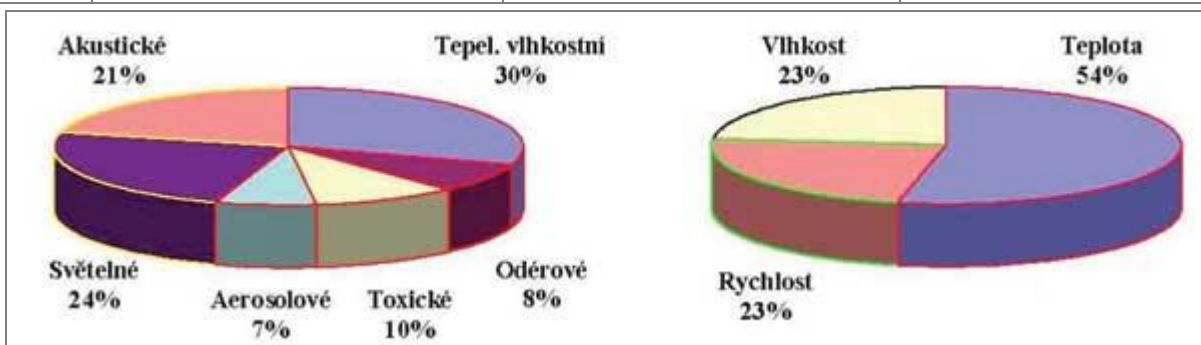
Dosažení pohody prostředí v bytě a prostoru je základní podmínkou spokojeného a zdravého užívání bytu a prostoru. Pohoda prostředí je souborem mnoha faktorů, působících na jeho uživatele. Je to především tepelně vlhkostní pohoda, kvalita vnitřního ovzduší, akustická pohoda a světelná pohoda. Tyto faktory, kromě světelné pohody, jsou přímo či nepřímo ovlivněny funkcí větrání, samozřejmě v součinnosti s vytápěním a v závislosti na kvalitě tepelně-technických vlastností stavební konstrukce budovy. Dalšími faktory pohody prostředí, které však nejsou ovlivnitelné funkcí větrání, jsou např. vhodná dispozice bytu a prostoru, kvalita stavebního provedení bytu i budovy a jejich vybavení, okolí domu, apod.

V tabulce 2-23 je uveden přehled mikroklimatu v prostoru a budově⁶.

TABULKA 2-23

PŘEHLED MIKROKLIMATU

Zdroj	Přenosový děj	Mikroklima	Typické veličiny
A	tepelný tok – sálání, proudění	tepelné	tepelný tok, teploty
B	látkový tok – proudění látek	vlhkostní, aerosolové, odérové, mikrobiální	látkový tok, koncentrace
C	akustický tok – vlnění	akustické	výkon, hladiny, útlumy
D	světelný tok – záření	světelné	světelný a tepelný tok
E	látkový tok – emise	elektroiontové	koncentrace
F	percepce – subjektivní	estetické, psychické	individuální vjemy
M	monitorování veličin IM		



OBRÁZEK 2-21

PODÍLY SLOŽEK VNITŘNÍHO MIKROKLIMATU

2.2.1.1.1 Odérové mikroklima

Částí interního mikroklimatu – IM je složka prostředí tvořená plynnými složkami v ovzduší, tzv. odéry a jejich toky, jež lidé vnímají jako pach či vůně a ovlivňující jejich celkový stav. Odéry tvoří anorganické nebo organické látky produkované člověkem jeho činností, event. uvolňované ze stavebních konstrukcí, nábytku, zařízení apod. V prostorách s pobytem osob je převažujícím odérem CO₂. Jeho přípustná koncentrace v pobytových místnostech vychází z hygienických podmínek. Pettenkoferovo kritérium udává pro optimální koncentraci CO₂ ve výši 1000 ppm = 1800 μgm⁻³ = 0,1 %, nutný přívod vnějšího vzduchu tzv. dávky 25 m³h⁻¹ na osobu.

⁶ Poznámka: Dále uvedený text o interním mikroklimatu – IM je zpracován podle dokumentace publikované Ing. Günterem Gebauerem, CSc., Stav vnitřního prostředí budov

ASHRAE Standard 62-1989 udává hodnotu $27 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ pro neadaptované osoby a pro adaptované osoby pak $9 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ na osobu.

Hodnota $25 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ na osobu je základní pro návrh soustav TZB. Se zvýšením počtu osob v interiéru roste koncentrace CO_2 , tato skutečnost vyžaduje „inteligentní“ regulaci zejména soustavy vzduchotechniky tak, aby průtok vzduchu odpovídal okamžitému obsazení prostoru lidmi a vytvořily se podmínky pro úspory provozních nákladů. K uvedené hodnotě přívodu čerstvého vzduchu je nutno přihlížet u budov zejména k pobytu osob a bez vzduchotechniky.

TABULKA 2-24

ŠKÁLA KONCENTRACÍ CO_2

Objem %	Účinek
0,038	přirozená koncentrace ve vzduchu (volná krajina)
0,07	koncentrace ve vzduchu uvnitř města
0,1	směrná hodnota podle Petenkofera pro vnitřní čerstvý vzduch
0,15	hygienická směrná hodnota pro čerstvý vzduch (podle DIN 1946-2)
0,3	MIK – Wert při níž nejsou zdravotní výhrady při trvalém pobytu
0,5	MAK hraniční hodnota pro denní vystavení po dobu 8 hodin
1,5	nárůst objemu dýchaného vzduchu o více než 40 %
4,0	vydýchaný vzduch při výdechu
5,0	výskyt bolesti hlavy, závratí a bezvědomí
8,0	bezvědomí, smrt po 30 – 60 minutách

2.2.1.1.2 Tepelně vlhkostní mikroklima

TABULKA 2-25

VÝVIN VLHKOSTI V PROSTORÁCH⁷

zdroj	činnost	množství v g/h
Lidé	lehká činnost	30 - 600
	středně těžká práce	120 – 200
	těžká práce	200 – 300
Koupelna	vanová koupel	700
	sprchování	2 600
Kuchyně	vaření a příprava jídla	600 - 1500
	průměr den	100
Pokojevé květiny a zeleň	např. fialky	5 -10
	kapradí	7 -15
	fíkovník středně velký	10 -20
Sušení prádla; plnění 4,5 kg	odstředěné	50 - 200
	úplně mokré	100 - 500

Složka prostředí s dominantním vlivem na stav vnitřního prostředí projevující se působením tepla a vodní páry z vnitřních i vnějších zdrojů. V budovách s pobytem osob je zásadní produkce tepla osob. Přenos tepla mezi uživateli a vnitřním okolím ovlivňuje i přestup tepla, jenž závisí na rychlosti proudění vzduchu. Klasickým a tradičním faktorem hodnocení stavu tepelně vlhkostního mikroklimatu budov je tepelná pohoda. Formuje ji teplota vzduchu, teplota okolních ploch, rychlost proudění vzduchu v oblasti pobytu člověka, vlhkost vzduchu, tepelné izolační vlastnosti oděvu, tělesná aktivita člověka. Tepelná pohoda nepostihuje další složky

(oděrovou, aerosolovou, mikrobiální, akustickou, atd.) určující kvalitu vnitřního prostředí. Tepelná

⁷ Poznámka: Německý zdroj, publikace Vom Altbau zum Niedrigenergie + Passivhaus, I. Gabriel, H. Laderer, Ökobuch, 2008

pohoda je tudíž faktorem, kterým nelze postihnout stav prostředí komplexně, nýbrž jen jeho tepelně vlhkostní složku. V tabulce 2-25 jsou uvedeny příklady vývinu vlhkosti v prostoru z vnitřních zdrojů.

Z výše uvedeného vyplývá, že hlavním požadavkem na větrání je řádné provětrání prostoru zajišťující odvod škodlivin a přívod dostatečného množství kvalitního venkovního vzduchu, při dodržení optimálních teplot vnitřního vzduchu, přípustných hodnot hluku a vyloučení obtěžujících proudů chladného vzduchu. To vše by mělo fungovat s minimálními nároky na spotřebu energií.

V současné době neexistuje u nás předpis, který by jednoznačně určoval hodnotu intenzity výměny vzduchu resp. hodnotu objemového průtoku venkovního vzduchu pro jednotlivé místnosti bytu či celý byt z hygienického hlediska. Bytového větrání se obecně platné předpisy dotýkají vesměs pouze okrajově.

Větrání řeší ČSN 730540-2, Tepelná ochrana budov - Část 2. Pro obytné a obdobné budovy leží požadovaná intenzita výměny vzduchu, přepočítaná z minimálních množství potřebného čerstvého vzduchu obvykle mezi hodnotami $n_N = 0,3 \text{ h}^{-1}$ až $n_N = 0,6 \text{ h}^{-1}$. Požadavek zajišťuje nízkou potřebu energie větráním budov, při splnění hygienických a provozních požadavků užívané místnosti podle zvláštních předpisů.

V ČSN 06 0210 „Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění“ byl požadavek minimální intenzity výměny vzduchu $0,5 \text{ h}^{-1}$, obdobně i v jejím nástupci ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu.

V tabulce 2-26 Jsou uvedené průměrné doby větrání bytu při užití různých způsobů přirozeného větrání.

TABULKA 2-26 JSOU UVEDENÉ PRŮMĚRNÉ DOBY VĚTRÁNÍ BYTU PŘI UŽITÍ RŮZNÝCH ZPŮSOBŮ PŘIROZENÉHO VĚTRÁNÍ

Způsob větrání		výměna vzduchu	doba otevření pro jednonásobnou výměnu
		1/h	minuty
	otvorové výplně těsné	0,1 - 0,3	
	netěsná obálka budovy (střed)	až 2,0	
	regulovatelné spáry v otvorových výplních (dávko- vané větrání)	0,2 - 0,8	75 - 300
vyklápěcí otvorové výplně	s příčným větráním	0,8 - 0,25	24 - 75
	bez příčného větrání	2 - 4	15 - 30
otvorové výplně zcela otevřené	s příčným větráním	9 - 15	4 - 7
	bez příčného větrání	> 20	až 3

V tabulce 2-27 jsou uvedeny bývalé požadavky na větrání bytů bytovými jádry nuceným odvodem vzduchu. Požadavky byly splněny u starších konstrukcí oken za cenu vyšších tepelných ztrát infiltrací, které musely být kryty otopnou soustavou, zároveň však bylo zajištěno trvalé provětrání bytů.

Při instalaci těsných oken s prakticky nulovou infiltrací je trvalé větrání přirozenou infiltrací prakticky nulové a infiltrace, vynucená provozem nuceného podtlakového větracího systému minimální. V do-
tčených bytech dochází potom ke zvýšeným koncentracím škodlivin, zejména vlhkosti, a k následným problémům hygienickým i škodám na stavebních konstrukcích.

2.2.1.2 NAVRHOVÁNÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU V BYTOVÝCH DOMECH

Navrhování množství vzduchu pro větrání bytových domů - parametry – řeší nově ČSN EN 15 665 z listopadu 2009, překladem zavedená – 2011 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov.

TABULKA 2-27 MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU BYTOVÝM JÁDREM PB

Odvětrávaný prostor	výpočtová hodnota výkonů $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	dovolený rozsah výkonů $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
záchod	25	20 až 30
koupelna	75	60 až 80
kuchyně	100	80 až 100
bytové jádro celkem	200	160 až 220

Všeobecné požadavky na všechny typy větracích systémů

Redukovaný provozní režim je v případě, že v obytném prostoru nejsou přítomni lidé. Minimální výměna vzduchu je $0,2 \text{ h}^{-1}$.

Zvýšený průtok vzduchu v každé obytné místnosti, v ložnici a kuchyni musí být umožněn, např. otevíráním oken.

Dimenzování větracího systému je založeno na obvyklé přítomnosti osob (běžná hodnota).

Nucené větrání (s ventilátory pro přívod i odvod)

Uvažuje se nucené větrání (s ventilátory pro odvod i přívod vzduchu). V tabulce 2-28 je popis nuceného větrání, v tabulce 2-29 příklad hodnot průtoku vzduchu pro větrání.

TABULKA 2-28 POPIS NUCENÉHO VĚTRÁNÍ

Odvod	Přívod	Režim	Minimální celkový průtok vzduchu	Infiltrace	Přenos vzduchu
Nucený	Nucený	Trvalý	Ano	Ano	Ano

TABULKA 2-29 POPIS NUCENÉHO VĚTRÁNÍ

Místnost nebo zóna	Průtok vzduchu (normální) v l/s	Průtok vzduchu (zvýšený) v l/s
Kuchyně	11,1	16,7
Koupelna	11,1	16,7
WC	5,6	8,3
Obývací pokoj	8,3	12,5
Ložnice	8,3	12,5
Ložnice se dvěma osobami	8,3 - 11,1	12,5 - 16,7
Celý obytný prostor	Viz tabulku 2-30 a tabulku 2-31	1,5 násobek normální hodnoty

Průtoky vzduchu jsou určovány ve čtyřech krocích. Při běžném obsazení lidmi se předpokládá, že větrací zařízení běží celý den (24 hodin) ve stejném režimu (běžný stav).

a) Krok 1: Minimální průtok přiváděného vzduchu pro celý obytný prostor. Hodnota závisí na uspořádání obytného prostoru. Minimální průtok přiváděného vzduchu pro celý dům je definován ve dvou tabulkách. V tabulce 4-14 jsou uvedeny hodnoty pro obytný prostor bez pokoje v průběžném směru protékajícího vzduchu. V tabulce 2-31 jsou uvedeny hodnoty pro obytný prostor s pokojem v průběžném směru protékajícího vzduchu.

TABULKA 2-30 MINIMÁLNÍ PRŮTOK PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU PRO OBYTNÉ PROSTORY BEZ POKOJE V PRŮBĚŽNÉM SMĚRU PROTÉKAJÍCÍHO VZDUCHU

Počet místností ^a	Obsazenost (osoby) ^b	Celkový průtok přiváděného vzduchu	
		l/s	m ³ /h
1	1	10,0	36,0
2	1	16,7	60,1
	2	19,4	69,8
3	2	25,0	90,0
	3	27,8	100,1
4	3	33,3	119,9
	4	37,5	135,0
5	4	41,7	150,1
	5	47,2	169,9

^a Počet místností zahrnuje obývací pokoje a ložnice	1 ložnice	4 obývací pokoj
^b „Obsazenost (osoby)” znamená předpokládanou obsazenost lidmi	2 koupelna, WC	5 kuchyně
	3 chodba	

TABULKA 2-31 MINIMÁLNÍ MNOŽSTVÍ PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU PRO VŠECHNY OBYTNÉ BUDOVS S POKOJEM V PRŮBĚŽNÉM SMĚRU PROTÉKAJÍCÍHO VZDUCHU

Počet místností ^a	Obsazenost (osoby) ^b	Celkový průtok přiváděného vzduchu	
		l/s	m ³ /h
2	1	11,1	40,0
	2	16,7	60,1
3	2	19,4	69,8
	3	25,0	90,0
4	3	27,8	100,1
	4	31,9	114,8
5	4	36,1	130,0
	5	38,9	140,0

^a Počet místností zahrnuje obývací pokoje a ložnice	1 ložnice	3 obývací pokoj
	2 koupelna, WC	

^b „Obsazenost (osoby)” znamená předpokládanou obsazenost lidmi	
---	--

Krok 2: Minimální množství celkového odváděného vzduchu. Sečtou se minimální průtoky odváděného vzduchu ze všech místností s výskytem vlhkosti (kuchyně, koupelna, WC). Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2-32.

TABULKA 2-32-

NÁVRHOVÉ PRŮTOKY VZDUCHU PRO PODTLAKOVÉ VĚTRACÍ SYSTÉMY

Místnost nebo zóna	Průtok vzduchu (normální) v l/s	Průtok vzduchu (zvýšený) v l/s
Kuchyně	11,1	16,7
Koupelna	11,1	16,7
WC	5,6	8,3
Obývací pokoj	8,3	12,5
Ložnice	8,3	12,5
Celý obytný prostor	-	-

Krok 3: Návrhový celkový průtok vzduchu

Z kroků 1 a 2 se volí vyšší.

Krok 4: Určení průtoků vzduchu jednotlivých místností, Celkové množství pro obytný prostor pro přívod i odvod vzduchu musí být rozděleno do jednotlivých místností. Okrajové podmínky průtoku přiváděného vzduchu:

- minimální množství pro obývací místnosti a ložnice: 8,3 l/s
- maximální hodnota pro ložnici se dvěma osobami: 11,1 l/s.
- odváděný průtok vzduchu má minimální hodnoty dle tabulky 2-32.

2.2.1.3 NAVRHOVÁNÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU V OBČANSKÝCH BUDOVÁCH

Navrhování množství vzduchu pro větrání občanských budov řeší ČSN EN 15251 zavedená překladem v únoru 2011 - Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky

Norma rozlišuje pro větrání podle vývinu škodlivin v budově:

- budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí. Jsou to budovy, ve kterých je kladen mimořádný důraz na výběr materiálů s nízkou emisí škodlivin a činnosti, při kterých vzniká emise škodlivých látek, jsou zakázány a žádné zdroje znečištění (jako tabákový kouř, apod.) se v budově nikdy nevyskytnou
- budovy s nízkým znečištěním vnitřního prostředí. Budovy, ve kterých je kladen důraz na výběr materiálů s nízkou emisí škodlivin a činnosti, při kterých vzniká emise škodlivých látek, jsou zakázány
- budovy s významným znečištěním vnitřního prostředí. Stávající, nebo nové budovy, kde není kladen důraz na výběr materiálu s nízkou emisí škodlivin a činnosti, při kterých vzniká emise škodlivých látek, nejsou zakázány

Budova s nízkým nebo velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí, je taková budova, kdy většina stavebních materiálů používaných pro dokončovací interiérové povrchy splňuje národní nebo mezinárodní kritéria pro nízko nebo velmi nízko znečišťující látky.

Jsou zavedeny pro rozlišení požadavků na větrání tzv. kategorie. Stručný popis kategorií je uveden v tabulce 2-33.

TABULKA 2-33

POPIS VHODNÉHO POUŽITÍ KATEGORIÍ

Kategorie	Popis
I	Vysoká úroveň očekávání, doporučená pro prostory obsazené velmi citlivými osobami s křehkým zdravím, se zvláštními požadavky, jako jsou např. postižení, nemocní, velmi malé děti a starší osoby
II	Běžná úroveň očekávání by měla být použita pro nové budovy a rekonstrukce
III	Přijatelná, střední úroveň očekávání použitelná pro stávající budovy
IV	Hodnoty mimo kritéria pro výše uvedené kategorie. Tato kategorie může být přípustná pouze pro omezenou část roku

Norma definuje pojem **řízené větrání podle potřeby** jako větrací soustavu, kdy je průtok větracího vzduchu regulován na základě kvality vzduchu, vlhkosti, obsazenosti nebo jiného ukazatele potřeby větrání

Celkový průtok větracího vzduchu pro místnost se vypočítá z následující rovnice

$$q_{\text{tot}} = n \cdot q_p + A \cdot q_b \quad (\text{l/s}) \quad (2-18)$$

kde

q_{tot} je celkový průtok větracího vzduchu do místnosti, l/s

n návrhový počet osob v místnosti, -

q_p průtok větracího vzduchu na osobu, l/(s.osobu)

A podlahová plocha místnosti, m²

q_b průtok větracího vzduchu pro emise z budovy, l/(s m²).

TABULKA 2-34

HODNOTY JEDNOTKOVÉHO MNOŽSTVÍ VZDUCHU PRO VÝPOČET

kategorie	množství vzduchu na osobu $q_{v,p}$		množství vzduchu s ohledem na znečištění škodlivinami v budově $q_{v,b}$					
			Budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí		Budovy s nízkým znečištěním vnitřního prostředí		Budovy s významným znečištěním vnitřního prostředí	
	l/(s/os)	m ³ /(h/os)	l/(s/m ²)	m ³ /(h/m ²)	l/(s/m ²)	m ³ /(h/m ²)	l/(s/m ²)	m ³ /(h/m ²)
I	10,0	36,0	0,50	1,80	1,00	3,60	2,00	7,20
II	7,0	25,2	0,35	1,26	0,70	2,52	1,40	5,04
III	4,0	14,4	0,30	0,72	0,40	1,44	0,80	2,88

Celkový průtok větracího vzduchu pro občanské budovy se vypočítá na základě uvedených hodnot podle rovnice (2-18) s obsazeností uvedenou v tabulce 2-35. Hodnoty uvedené v tabulce jsou založeny na dokonalém promísení vzduchu v místnosti (koncentrace znečišťujících látek je stejná v odvádě-

ném vzduchu i v zóně pobytu). Průtoky větracího vzduchu mohou být upraveny podle účinnosti větrání, pokud distribuce vzduchu nezajišťuje dokonale promísení a může být spolehlivě prokázána. Požadované větrání při povoleném kouření je založeno na předpokladu, že 20 % uživatelů jsou kuřáci a kouří 1,2 cigarety za hodinu. Pro vyšší míru kouření by průtoky vzduchu mely být úměrně navýšeny. Hodnoty průtoku větracího vzduchu při povoleném kouření se zakládají na udržení komfortu nikoliv na zdravotních kritériích.

TABULKA 2-35

OBČANSKÉ BUDOVY – PODKLADY PRO VÝPOČET MNOŽSTVÍ VZDUCHU

Typ budovy nebo prostoru	Kategorie	Podlahová plocha v m ² /osobu	q _p	q _b	q _{tot}	q _b	q _{tot}	q _b	q _{tot}	Přídavek na kouření
			l/(s.osoba)	l/(s.m ²) pro budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí	l/(s.m ²) pro budovy s nízkým znečištěním vnitřního prostředí	l/(s.m ²) pro budovy s výrazným znečištěním vnitřního prostředí	l/(s.m ²)			
Jednotlivé kanceláře	I	10	1,0	0,5	1,5	1,0	2,0	2,0	3,0	0,7
	II	10	0,7	0,3	1,0	0,7	1,4	1,4	2,1	0,5
	III	10	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,8	1,2	0,3
Velkoplošná kancelář	I	15	0,7	0,5	1,2	1,0	1,7	2,0	2,7	0,7
	II	15	0,5	0,3	0,8	0,7	1,2	1,4	1,9	0,5
	III	15	0,3	0,2	0,5	0,4	0,7	0,8	1,1	0,3
Konferenční místnost	I	2,0	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	5,0
	II	2,0	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	3,6
	III	2,0	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	2,0
Posluchárna	I	0,75	15	0,5	15,5	1,0	16	2,0	17	
	II	0,75	10,5	0,3	10,8	0,7	11,2	1,4	11,9	
	III	0,75	6,0	0,2	0,8	0,4	6,4	0,8	6,8	
Restaurace	I	1,5	7,0	0,5	7,5	1,0	8,0	2,0	9,0	
	II	1,5	4,9	0,3	5,2	0,7	5,6	1,4	6,3	5,0
	III	1,5	2,8	0,2	3,0	0,4	3,2	0,8	3,6	2,8
Učebna	I	2,0	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	
	II	2,0	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	
	III	2,0	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	
Školka	I	2,0	6,0	0,5	6,5	1,0	7,0	2,0	8,0	
	II	2,0	4,2	0,3	4,5	0,7	4,9	1,4	5,8	
	III	2,0	2,4	0,2	2,6	0,4	2,8	0,8	3,2	
Obchodní dům	I	7,0	2,1	1,0	3,1	2,0	4,1	3,0	5,1	
	II	7,0	1,5	0,7	2,2	1,4	2,9	2,1	3,6	
	III	7,0	0,9	0,4	1,3	0,8	1,7	1,2	2,1	

TABULKA 2-36

OBČANSKÉ BUDOVY – PODKLADY PRO VÝPOČET MNOŽSTVÍ VZDUCHU

Typ budovy nebo prostoru	Kategorie	Podlahová plocha v m ² /osobu	q _p	q _b	q _{tot}	q _b	q _{tot}	q _b	q _{tot}	Přídavek na kouření
			l/(s.osoba)	l/(s.m ²) pro budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí	l/(s.m ²) pro budovy s nízkým znečištěním vnitřního prostředí	l/(s.m ²) pro budovy s výrazným znečištěním vnitřního prostředí	l/(s.m ²)			
Restaurace	I	1,5	7,0	0,5	7,5	1,0	8,0	2,0	9,0	
	II	1,5	4,9	0,3	5,2	0,7	5,6	1,4	6,3	5,0
	III	1,5	2,8	0,2	3,0	0,4	3,2	0,8	3,6	2,8
Učebna	I	2,0	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	
	II	2,0	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	
	III	2,0	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	
Školka	I	2,0	6,0	0,5	6,5	1,0	7,0	2,0	8,0	
	II	2,0	4,2	0,3	4,5	0,7	4,9	1,4	5,8	
	III	2,0	2,4	0,2	2,6	0,4	2,8	0,8	3,2	
Obchodní dům	I	7,0	2,1	1,0	3,1	2,0	4,1	3,0	5,1	
	II	7,0	1,5	0,7	2,2	1,4	2,9	2,1	3,6	
	III	7,0	0,9	0,4	1,3	0,8	1,7	1,2	2,1	

2.2.1.4 VĚTRACÍ ZAŘÍZENÍ

Soustavy větrání budov se podle principu výměny vzduchu dělí na přirozené a nucené. Z důvodů značné závislosti intenzity větrání na povětrnostních podmínkách, zejména na síle a směru větru, rozdílu venkovní a vnitřní teploty vzduchu i barometrickém tlaku, kdy za určitých podmínek dochází k selhání systému a nerovnoměrnosti větrání v zimním období, **nejsou soustavy založené na přirozené výměně vzduchu vhodné pro použití zejména ve vícepodlažních budovách a neumožní využití tepla prostředí – tepla z odváděného vzduchu.**

Je zřejmé, že bude-li tepelná ztráta prostupem rovna tepelné ztrátě větráním nebo nižší, je z více důvodů nutná instalace řízeného nuceného větrání s využitím tepla z odváděného vzduchu (ZZT).

Hlavní důvody jsou:




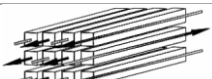

- hygienické, a to spolehlivě dodat do místnosti množství větracího vzduchu nutného pro dodržení kvality oděrového mikroklimatu i pro odvod vlhkosti a hlavně udržení požadované optimální vlhkosti v obytném prostoru prakticky celoročně.
- energetické, a to zajistit optimální regulaci dodávky tepla na vytápění při proměnných požadavcích na potřebu tepla pro větrání.

V porovnání se stavem řízeného větrání bez ZZT se uspoří cca 60 až 80 (90%) tepla nutného pro ohřev přiváděného vzduchu (vztaženo k potřebě tepla odvozené z tepelné ztráty větráním).

V tabulce 2-37 jsou zařízení pro zpětné využití tepla, účinnosti a charakteristiky.

TABULKA 2-37

ZAŘÍZENÍ PRO ZPĚTNÉ VYUŽITÍ TEPLA Z ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU (ZZT)⁸

druh	schéma funkce	účinnost v %	poznámka
křížový deskový výměník		60 – 80	střední účinnost, malá tlaková ztráta, kompaktní provedení, příznivé připojení
2 deskové výměníky zapojené v sérii		70 – 80	vyšší účinnost při vyšší tlakové ztrátě, příznivé připojení
protiproudý deskový výměník		80 – 90	dobrá účinnost při vyhovující tlakové ztrátě, vyšší potřeba místa, nákladná provedení
protiproudý kanálový výměník		85 – 95	nejvyšší účinnost, relativně vysoká tepelná ztráta, vyšší potřeba místa
rotační výměník		75 - 85	risiko přenosu hluku, nízká tlaková ztráta

2.2.1.4.1 Příklady řešení větrání s využitím tepla ve ve švýcarském programu Minergie

Švýcarský program Minergie prosazuje velmi systémově výstavbu a modernizaci budov pro dosažení nízké spotřeby energie. Jedním z klíčových prvků programu je řešení větrání. Uvádím 5 větracích soustav, které program doporučuje pro větrání bytových a občanských budov a projektově i realizačně podporuje.

Větrací soustavy podle programu Minergie musí splňovat požadavky na:

- hygienickou výměnu vzduchu
- kvalitu vzduchu (filtrace)
- tepelnou pohodu (zamezení průvanu a ochlazování místnosti)
- ochranu proti hluku
- energetickou potřebu (omezení tepelné ztráty větráním na minimum. Teplo z odváděného vzduchu se užije k předehřevu přiváděného vzduchu nebo předehřevu teplé vody)
- obsluhu (automatický provoz s časovou a provozní individuální regulací. 2 až 4 x za rok jsou vyměňovány filtry)
- provedení (části větrací soustavy jsou navrženy pro trvalý provoz).

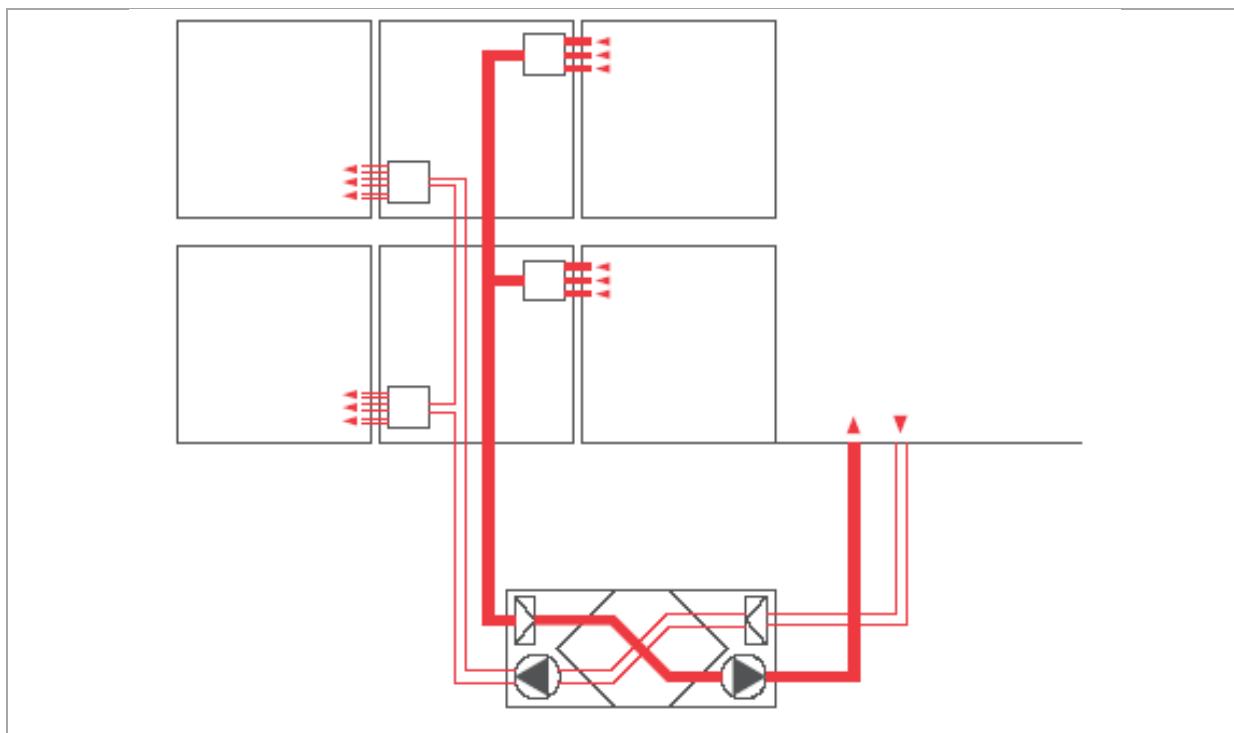
Nejčastěji navrhovaná soustava je na obr. 2-22. Je určena pro nové i modernizované budovy. Výměník zpětného využití tepla předehřívá přiváděný vzduch. Pro vícepodlažní budovy se provádí jako centrální i jako individuální pro byty.

Individuální zařízení je na obr. 2-23. Je určeno pro modernizované budovy. Individuální jednotky jsou instalovány ve větracích místnostech. Výměník zpětného využití tepla předehřívá přiváděný vzduch.

Na obr. 2-24 je zařízení s nuceným přívodem i odvodem vzduchu. Je uplatněn křížový výměník pro předehřev vzduchu a tepelné čerpadlo pro předehřev TV. Na přívodu vzduchu je zemní výměník pro předehřev vzduchu.

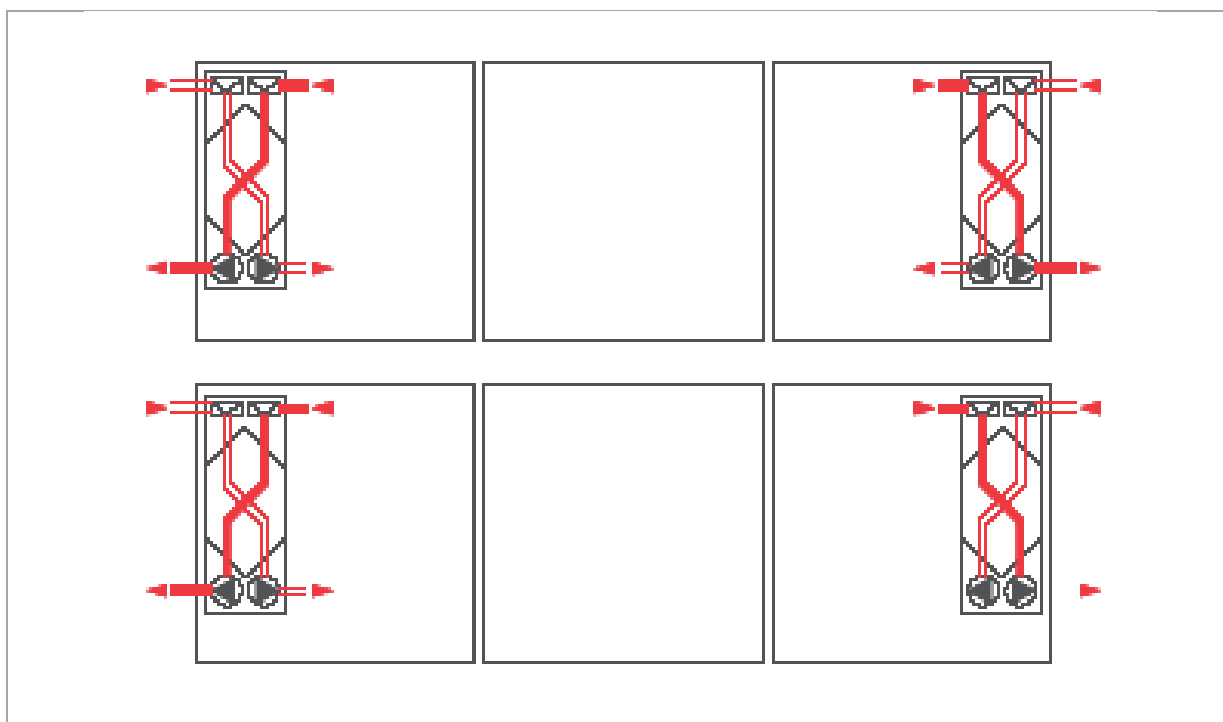
⁸ Poznámka: Převzato z publikace Vom Altbau zum Niedrigenergie + Passivhaus, Ökobuch 2008

Na obr. 2-25 je zařízení s nuceným odvodem vzduchu. Je uplatněno TČ vzduch voda (předeřev teplé vody). Užije se u stávajících budov, ve kterých není možné vestavět potrubí pro přívod vzduchu.



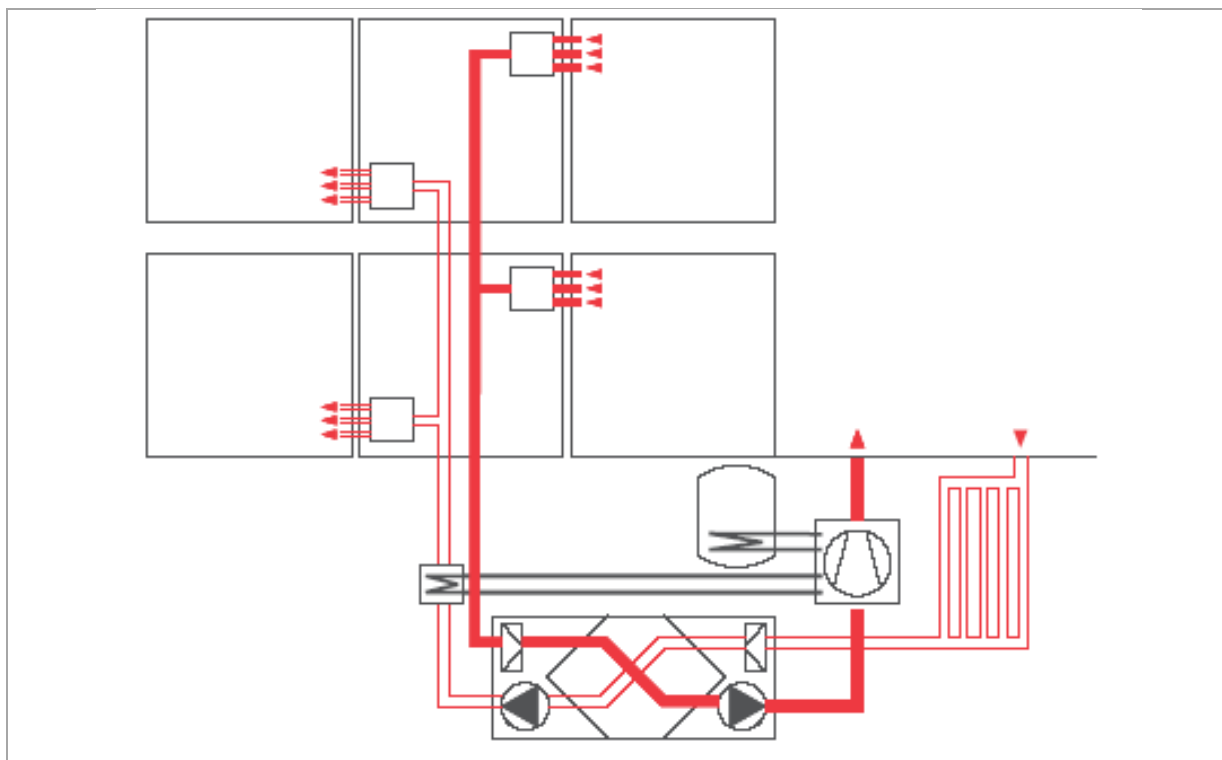
OBRÁZEK 2-22

KOMFORTNÍ VĚTRÁNÍ S VYUŽITÍM TEPLA



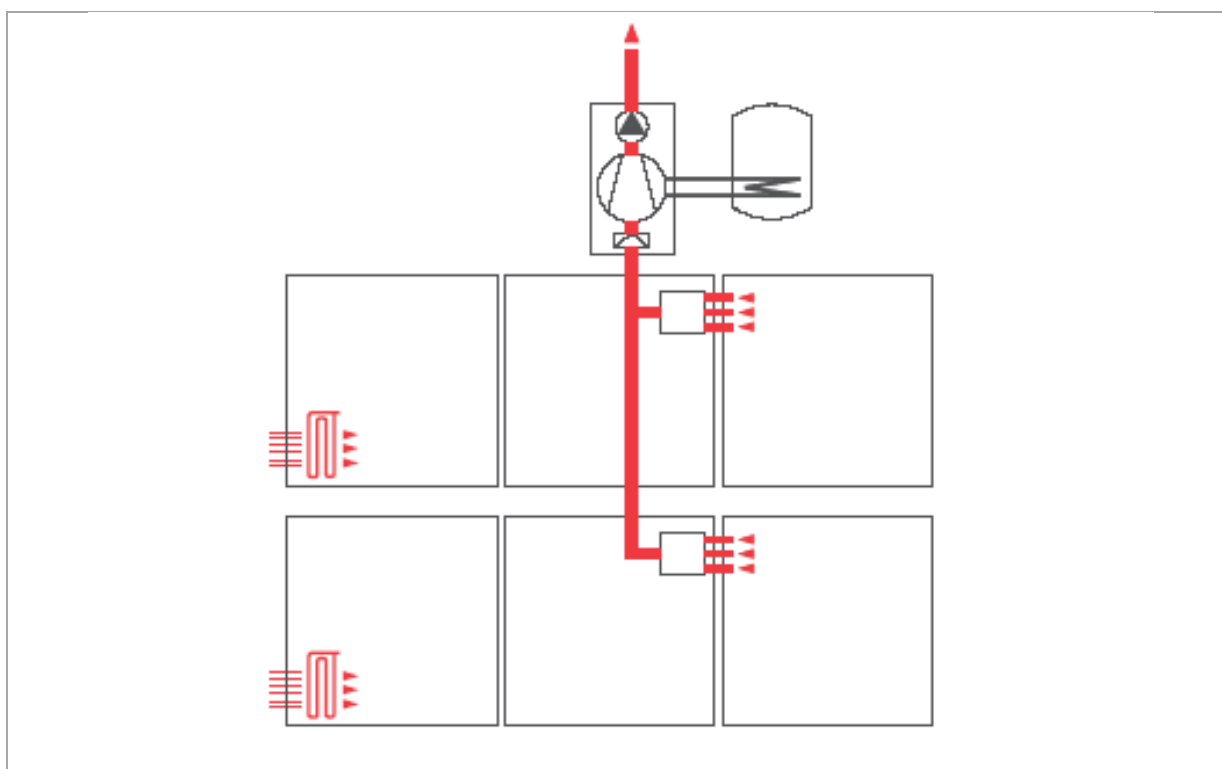
OBRÁZEK 2-23

ŘÍZENÉ VĚTRÁNÍ JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ



OBRÁZEK 2-24

ŘÍZENÉ VĚTRÁNÍ S KŘÍŽOVÝM VÝMĚNÍKEM A TEPELNÝM ČERPADLEM



OBRÁZEK 2-25

VĚTRÁNÍ S NUCENÝM ODVODEM VZDUCHU A S TEPELNÝM ČERPADLEM

Je možno použít zařízení s využitím tepla z odváděného vzduchu:

- a) rovnotlaké individuální větrání s nuceným přívodem vzduchu a zpětným využitím tepla (ZZT)
- b) rovnotlaké centrální větrání s nuceným přívodem vzduchu a zpětným využitím tepla (ZZT)

ad a) Tato varianta představuje kvalitativně vyšší komfort větrání s nuceným přívodem upraveného venkovního vzduchu (filtrace, přehřev ZZT a dohřev). V každém bytu je instalována bytová větrací jednotka, umístěná pod stropem kuchyně, zajišťující odvod vzduchu z kuchyně, koupelny a WC a přívod vzduchu do obytných místností. Jednotka obsahuje přívodní a odvodní ventilátor, výměník ZZT, elektrický dohříváč, filtry venkovního a odváděného vzduchu a zařízení automatické regulace. Nasávání venkovního vzduchu je buď z fasády, nebo se přivádí potrubím v šachtě BJ, výfuk odpadního vzduchu na střechu. Rozvody vzduchu jsou uvažovány pomocí plastového potrubního systému pod stropem místností.

Výhodou je vysoký komfort a kvalitní provětrání bytu, nevýhodou je vysoká investiční náročnost a vyšší požadavky na stavební úpravy. Odhadovaná cena vzduchotechniky (včetně úpravy přívodu a odvodu vzduchu v šachtě BJ na střechu) pro tuto variantu je cca 60.000 až 90 000 Kč/byt.

Roční spotřeba elektrické energie na pohon ventilátorů je 0,26 – 0,50 MWh/byt podle provozu bytu. Dosažitelná úspora tepla na byt využitím tepla je 3 GJ/rok.byt.

ad b) Soustava s nuceným přívodem i odvodem vzduchu, který zajišťuje kompaktní větrací jednotka, umístěná na střeše budovy. Tato jednotka může být společná pro jeden či více sloupců nad sebou umístěných bytů.

Centrální větrací jednotka je v provedení pro venkovní instalaci a skládá se z deskového výměníku ZZT s obtokem pro letní provoz, filtrů venkovního a odváděného vzduchu, přívodního a odvodního ventilátoru s regulovatelnými otáčkami, regulačních a uzavíracích klapek, tlumičů hluku a zařízení měření a regulace, které řídí vlastní provoz jednotky v týdenním režimu, automaticky odmrazuje výměník ZZT a reguluje (omezuje) teplotu přiváděného vzduchu.

Venkovní vzduch je nasáván přes protidešťovou žaluzii, uzavírací klapku a filtr do výměníku ZZT, ve kterém odebírá část tepla odpadnímu vzduchu a tím je přehříván. Jednotka může být vybavena i teplovodním dohříváčem přiváděného vzduchu, ale pak dochází ke ztrátám tepla v přívodních vzduchovodech a není možná individuální regulace teploty přiváděného vzduchu. Proto je vhodnější instalace bytových elektrických dohříváčů, která navíc umožňuje platit skutečnou vlastní spotřebu energie. Z jednotky je vzduch dopravován pomocí přívodního ventilátoru vodorovnými nástřešními vzduchovody s tepelnou izolací do svislých vzduchodů v instalačních šachtách. Bytový horizontální rozvod je řešen stejně jako u zařízení individuálních.

Odváděný vzduch proudí z obytných místností větracími otvory s mřížkami, umístěnými v příčkách nebo dveřích, případně podříznutými dveřmi k odvodním elementům, tj. k odsavači par v kuchyni a odsávacím ventilům či vyústkám v koupelně a WC. Odtamtud je veden svislými vzduchovody, umístěnými v instalační šachtě a izolovanými nástřešními rozvody zpět do jednotky, kde ve výměníku ZZT předává část svého tepla venkovnímu vzduchu, a nakonec je přes uzavírací klapku a protidešťovou žaluzii vyfukován do atmosféry.

Zařízení je koncipováno pro trvalý nepřetržitý provoz, řízený mikroprocesory, s útlumem výkonu v noci a případně dopoledne, což je možno naprogramovat v rámci týdenního programu. Hlavní výhodou těchto zařízení je stabilita výkonu a schopnost zajištění komfortního a ekonomického větrání při zcela utěsněných oknech a to i pro trvalé větrání s vysokou intenzitou výměny vzduchu. Hlavní nevýhodou je nárok na další svislý vzduchovod přiváděného vzduchu, značná investiční i provozní náročnost (vyplývá z nepřetržitého provozu) a nemožnost splnění individuálních požadavků na větrání jednotlivých bytů a v době užití hluk převyšující požadavky na noční provoz, což ale platí obecně pro všechny centrální systémy.

Výhodou je vysoký komfort a kvalitní provětrání bytu, nevýhodou je vysoká investiční náročnost, vyšší požadavky na stavební úpravy a omezení, z důvodů hlučnosti, provozu v bytových budovách

zpravidla od 22 do 7 hodin. Odhadovaná cena vzduchotechniky pro tuto variantu je cca 80.000 Kč/byt.

Pro zařízení se ZZT se uvažuje s trvalým provozem, s 50% útlumem mimo špičku, uvažovanou 6 h denně.

2.2.1.4.2 Panelové bytové domy

Bytové jednotky panelových obytných domů jsou větrány podtlakově, pomocí větracího systému bytových jader (BJ). Základním principem tohoto systému je nucený odvod vzduchu z míst hlavního vzniku škodlivin, tj. kuchyně, koupelny a WC. Tento odvod je zajišťován buď malými ventilátory a odsavači kuchyňských par, umístěnými ve výše uvedených místnostech nebo centrálními nástřešními ventilátory či jednotkami. Náhrada odvedeného vzduchu je při-rozenou infiltrací okenními spárami, zvýšenou pod tlakem, vyvolaným odsávacími ventilátory.

Instaluje se řízené větrání s individuálními jednotkami s využitím tepla z odváděného vzduchu.

2.2.1.4.3 Bytové domy postavené v tradiční technologii

Starší domy jsou převážně větrány přirozeným způsobem, tj. obytné místnosti a kuchyně okny, záchody a koupelny okny nebo větracími otvory dle dispozice do fasády nebo světlíků. V novější výstavbě, s koupelnami a záchody uvnitř dispozice, jsou použity nucené podtlakové systémy, většinou s malými odvodními ventilátory a kuchyně jsou opatřeny odsavači par. Obecné problémy s nedostatečným provětráním bytů v souvislosti s použitím těsných oken jsou obdobné jako u domů panelových. Některé luxusní byty jsou dnes vybaveny od počátku či dodatečně chlazením obytných místností jednotkami systému Split či Multisplit, někdy s funkcí tepelného čerpadla pro doplňkové vytápění. Tato zařízení pracují pouze s cirkulačním vzduchem, neřeší tedy problém větrání dotčených místností, ale udržují maximální teplotu vnitřního vzduchu.

Je-li po modernizaci budova utěsněna a mají-li místnosti světlou výšku do 2,8 m, instaluje se řízené větrání s individuálními jednotkami s využitím tepla z odváděného vzduchu.

2.2.1.4.4 Rodinné domy

Užijí se malé větrací jednotky, vybavené všemi požadovanými funkcemi. Tyto jednotky se umísťují zpravidla v podkroví a zajišťují nucený odvod i přívod vzduchu a jeho úpravu, tj. filtraci, ohřev včetně ZZT, vlastní dopravu, a útlum hluku. Vlastní distribuce vzduchu probíhá tak, že přívod je do obytných místností a odvod je z kuchyně a sanitárního centra bytu.

2.2.1.4.5 Občanské budovy

Obecně by se, pro zajištění celoroční pohody prostředí, spočívající zejména v trvalém zajištění předepsané výměny vzduchu a dodržení vhodné teploty vnitřního vzduchu mělo přejít na nucené teplo-vzdušné větrání s chlazením a vlhčením. Pro snížení nákladů na energie je nutno zajistit vyšší tepelně-technickou kvalitu obvodového pláště budovy i tvorových výplní včetně stínících prvků a použitím prvků pro zpětné získávání tepla ve vlastních vzduchotechnických jednotkách.

Toto řešení je třeba u budov sladit s co nejvyšším využitím přirozeného větrání a omezit je na místnosti, ve kterých je nucené větrání nezbytné.

Vždy se použijí ventilátory s regulovatelnými otáčkami a pečlivě se dodrží časové denní provozní snímky.

2.2.1.4.6 Dosažitelné úspory energie a další přínosy

V nárocích na větrání, zejména na intenzitu výměny vzduchu, jsou v podstatě protichůdné požadavky hygienické a energeticko-ekonomické. Je tedy nutno dojít ke kompromisnímu řešení, kdy budou splněny hygienické požadavky při minimálních investičních a provozních nákladech a to zejména v hromadné bytové výstavbě.

V evropské certifikaci se u starších zařízení ZTZ uvažuje využití tepla 60 %, u moderních zařízení 80% (tabulka 2-37). Návrh TNI uvádí nižší hodnoty účinnosti.

V tabulce 2-38 až 2-41 jsou uvedeny pro RD potřeby tepla na přirozené větrání infiltrací, nucené větrání s využitím tepla a přehledná bilance. V tabulkách 2-42 až 2-44 jsou obdobné hodnoty pro bytové dům.

TABULKA 2-38

PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ INFILTRACÍ V RD

$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot \dot{V}_i \cdot n_{50} \cdot \epsilon_i \cdot \epsilon_i$	označení	referenční stav	stávající stav	upravený stav	jednotky
objem vytápěných místností vypočtený z vnitřních rozměrů	\dot{V}_i	461	461	461	m ³
výškový korekční činitel	ϵ_i	1,20	1,20	1,20	-
stínící činitel	ϵ_i	0,03	0,03	0,03	-
intenzita výměny vzduchu	n_{50}	2	4	2	h ⁻¹
množství vzduchu infiltrací způsobené větrem a účinkem vzlaku na plášť budovy	$\dot{V}_{inf,i}$	66	133	66	m ³ h ⁻¹
$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot \dot{V}_i$					
minimální intenzita výměny venkovního vzduchu	n_{min}	0,50	0,50	0,50	h ⁻¹
objem vytápěných místností vypočtený z vnitřních rozměrů	\dot{V}_i	461	461	461	m ³
hygienické množství vzduchu	$\dot{V}_{min,i}$	230	230	230	m ³ h ⁻¹
$H_{v,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i$					
výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	\dot{V}_i	230	230	230	m ³ h ⁻¹
součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	$H_{v,i}$	78	78	78	W.K ⁻¹
$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$					
výpočtová vnitřní teplota	$\theta_{int,i}$	20	20	20	°C
výpočtová venkovní teplota	θ_e	-12	-12	-12	°C
součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	$H_{v,i}$	78	78	78	W.K ⁻¹
návrhová tepelná ztráta větráním	$\Phi_{v,i}$	2 505	2 505	2 505	W
		2,5	2,5	2,5	kW

TABULKA 2-39

NUCENÉ VĚTRÁNÍ V RD

		označení	referenční stav	stávající stav	upravený stav	jednotky
celkový objemový tok vzduchu						
$\dot{V} = \dot{V}_f + \dot{V}_x$		\dot{V}	267	304	267	m ³
trvalý provoz						
průměrný objemový tok vzduchu větrací soustavy v provozu; vyšší hodnota z	\dot{V}_{sup} nebo \dot{V}_{ex}	\dot{V}_f	230	230	230	m ³
větraný objem		V	461	461	461	m ³
výměna vzduchu	přiváděného	n	0,50	0,50	0,50	h ⁻¹
	odváděného	n	0,50	0,50	0,50	
přídavný objemový tok vzduchu vyvolaný větrem a vzlakem (infiltrací) při netěsném obvodovém plášti budovy	$\dot{V}_x = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \cdot \left[\frac{\dot{V}_{sup} - \dot{V}_{ex}}{V \cdot n_{50}} \right]^2}$	\dot{V}_x	37	74	37	m ³ /h
intenzita výměny vzduchu		n ₅₀	2	4	2	h ⁻¹
množství přiváděného vzduchu		\dot{V}_{sup}	230	230	230	m ³ /h
množství odváděného vzduchu		\dot{V}_{ex}	230	230	230	m ³ /h
činitel větrné expozice pro třídu stínění		e	0,04	0,04	0,04	-
činitel větrné expozice podle počtu exponovaných stěn		f	15	15	15	-
množství vzduchu infiltrací způsobené větrem a účinkem vzlaku na plášť celé budovy		$\dot{V}_{inf,i}$	66	133	66	m ³ h ⁻¹
přerušovaný provoz						
objemový tok vzduchu	$\dot{V} = (\dot{V}_0 + \dot{V}_x) \cdot (1 - \beta) + (\dot{V}_f + \dot{V}_x) \cdot \beta$	\dot{V}	267	304	267	m ³ h ⁻¹
objemový tok vzduchu přirozeným větráním (při vypnutém nuceném větrání) včetně toku vzduchovody větrací soustavy		\dot{V}_0	230	230	230	m ³
přídavný objemový tok vzduchu vyvolaný větrem a vzlakem (infiltrací) při netěsném obvodovém plášti budovy při zapnutém nuceném větrání		\dot{V}_x	37	74	37	m ³ h ⁻¹
přídavný objemový tok vzduchu vyvolaný větrem a vzlakem (infiltrací) při netěsném obvodovém plášti budovy při vypnutém mechanickém větrání způsobený účinky větru a vzlaku	$\dot{V}'_x = V \cdot n_{50} \cdot e$	\dot{V}'_x	37	74	37	m ³ h ⁻¹
podíl délky časového úseku, kdy je v provozu větrací zařízení, a délky výpočtového období		β	1,00	1,00	1,00	-
celková účinnost zpětného získávání tepla		η_v	80%	60%	80%	
$\dot{V} = \dot{V}_f \cdot (1 - \eta_v) + \dot{V}_x$	objemový tok vzduchu při využití tepla - trvalé větrání	\dot{V}	83	166	83	m ³ h ⁻¹
	objemový tok vzduchu při využití tepla - přerušované větrání	\dot{V}	83	166	83	m ³ h ⁻¹
součinitel návrhové tepelné ztráty větráním $H_{ve,mech} = 0,34 \cdot \dot{V}$	trvalé nucené větrání	$H_{ve,mech}$	91	103	91	W.K ⁻¹
	přerušované nucené větrání	$H_{ve,mech}$	91	103	91	W.K ⁻¹
	trvalé nucené větrání s využitím tepla	$H_{ve,mech}$	28	56	28	W.K ⁻¹
	přerušované nucené větrání s využitím tepla	$H_{ve,mech}$	28	56	28	W.K ⁻¹
výpočtová vnitřní teplota		$\theta_{int,i}$	20	20	20	°C
výpočtová venkovní teplota pro nucené větrání		θ_e	-12	-12	-12	°C
návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{ve,mech} = H_{ve} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	trvalé nucené větrání	$\Phi_{ve,mech}$	2,9	3,3	2,9	kW
	přerušované nucené větrání	$\Phi_{ve,mech}$	2,9	3,3	2,9	kW
	trvalé nucené větrání s využitím tepla	$\Phi_{ve,mech}$	0,9	1,8	0,9	kW
	přerušované nucené větrání s využitím tepla	$\Phi_{ve,mech}$	0,9	1,8	0,9	kW

TABULKA 2-40

BILANCE PŘIROZENÉHO A NUCENÉHO VĚTRÁNÍ V RD

		referenční stav		stávající stav		I. soubor opatření		II. soubor opatření	
součinitel návrhové tepelné ztráty - přirozené	$H_{e,i}$	78	W.K ⁻¹	78	W.K ⁻¹	78	W.K ⁻¹	78	W.K ⁻¹
součinitel návrhové tepelné ztráty - nucené	$H_{e,mech}$	28	W.K ⁻¹	56	W.K ⁻¹	28	W.K ⁻¹	28	W.K ⁻¹
součinitel návrhové tepelné ztráty	H_e	28	W.K ⁻¹	78	W.K ⁻¹	28	W.K ⁻¹	28	W.K ⁻¹
návrhová tepelná ztráta - celková	$\Phi_{e,i}; \Phi_{e,mech}$	0,90	kW	2,51	kW	0,90	kW	0,90	kW
druh větrání		nucené s využitím tepla		přirozené		nucené s využitím tepla		nucené s využitím tepla	
potřeba tepla na větrání	GJ/rok	9,4		26,1		9,4		9,4	
úspora tepla - využití tepla pro středí	GJ/rok	16,7		0,0		16,7		16,7	
celková potřeba tepla	GJ/rok	51,1		61,4		33,7		26,6	
podíl využití tepla pro středí z celkové roční potřeby tepla	%	32,7%		0,0%		49,4%		62,7%	

Pro RD je bilance v tabulce 2-40. Jsou stanoveny přínosy nuceného větrání s využitím tepla oproti přirozenému větrání. Podíl využití tepla prostředí je stanoven z poměru úspory tepla na větrání zavedením nuceného větrání s využitím tepla ku celkové potřebě tepla na vytápění v dané variantě.

Pro BD je bilance v tabulce 2-43. Jsou stanoveny přínosy nuceného větrání s využitím tepla oproti přirozenému větrání. Podíl využití tepla prostředí je stanoven z poměru úspory tepla na větrání zavedením nuceného větrání s využitím tepla ku celkové potřebě tepla na vytápění v dané variantě. Podíly v rozmezí 100 až 115 % mají vysokou hodnotu a odrážejí vliv potřeby tepla na větrání v BD.

Při jakékoli realizaci ZVT je třeba věnovat mimořádnou pozornost potřebě elektrické energie pro pohon ventilátorů. Zpravidla jsou 2, přívodní a odvodní. Musí mít elektronickou regulaci otáček. Dále je nezbytné dobré ovládání jejich chodu podle obsazenosti budovy a dosažení zdravého vnitřního prostředí.

Efektivnost realizací zařízení ZVT mohou v praxi snižovat, případně i degradovat:

- chybné předpoklady o skutečné době využití ZVT v provozu
- chybná koncepce projektů ZVT
- podcenění výpočtu ekonomické efektivity nasazení ZVT (s ohledem na budoucí nárůst cen všech energií!)
- nezaučení obsluhy celé soustavy ZVT
- absence provozních řádů
- vysoké pořizovací náklady
- nevhodná nebo žádná údržba.

Soustavy nuceného větrání se ZVT jsou pro moderní zcela utěsněné bytové a občanské budovy nepostradatelné jak z hlediska zajištění tepelně-vlhkostního a oděrového mikroklimatu (hlediska hygienického), tak pro zajištění podmínek funkce stavby (ochrana konstrukcí před poškozením vlhkostí, škodlivinami, plísněmi, atd.).

TABULKA 2-41

PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ INFILTRACÍ V BD

$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot \dot{V}_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$	označení	referenční stav	stávající stav	upravený stav	jednotky
objem vytápěných místností vypočtený z vnitřích rozměrů	\dot{V}_i	11 153	11 153	11 153	m ³
výškový korekční čítelel	ε_i	1,20	1,20	1,20	-
stínící čítelel	e_i	0,03	0,03	0,03	-
intenzita výměny vzduchu	n_{50}	2	4	2	h ⁻¹
množství vzduchu infiltrací způsobené větrem a účinkem vztlaku na plášť budovy	$\dot{V}_{inf,i}$	1 606	3 212	1 606	m ³ h ⁻¹
$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot \dot{V}_i$					
minimální intenzita výměny venkovního vzduchu	n_{min}	0,50	0,50	0,50	h ⁻¹
objem vytápěných místností vypočtený z vnitřích rozměrů	\dot{V}_i	11 153	11 153	11 153	m ³
hygienické množství vzduchu	$\dot{V}_{min,i}$	5 577	5 577	5 577	m ³ h ⁻¹
$H_{v,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i$					
výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	\dot{V}_i	5 577	5 577	5 577	m ³ h ⁻¹
součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	$H_{v,i}$	1 896	1 896	1 896	W.K ⁻¹
$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$					
výpočtová vnitřní teplota	$\theta_{int,i}$	20	20	20	°C
výpočtová venkovní teplota	θ_e	-12	-12	-12	°C
součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	$H_{v,i}$	1 896	1 896	1 896	W.K ⁻¹
návrhová tepelná ztráta větráním	$\Phi_{v,i}$	60 674	60 674	60 674	W
		60,7	60,7	60,7	kW

TABULKA 2-42

NUCENÉ VĚTRÁNÍ V BD

	označení	referenční stav	stávající stav	upravený stav	jednotky	
celkový objemový tok vzduchu	\dot{V}	6 469	7 361	6 469	m ³	
trvalý provoz						
průměrný objemový tok vzduchu větrací soustavy v provozu; vyšší hodnota z	\dot{V}_{sup} nebo \dot{V}_{ex}	5 577	5 577	5 577	m ³	
větráný objem	V	11 153	11 153	11 153	m ³	
výměna vzduchu	přiváděného	n	0,50	0,50	h ⁻¹	
	odváděného	n	0,50	0,50		
přídavný objemový tok vzduchu vyvolaný větrem a vzlakem (infiltrací) při netěsném obvodovém pláští budovy	$\dot{V}_x = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \cdot \left[\frac{\dot{V}_{sup} - \dot{V}_{ex}}{V \cdot n_{50}} \right]^2}$	\dot{V}_x	892	1 785	892	m ³ /h
intenzita výměny vzduchu	n ₅₀	2	4	2	h ⁻¹	
nmožství přiváděného vzduchu	\dot{V}_{sup}	5 577	5 577	5 577	m ³ /h	
nmožství odváděného vzduchu	\dot{V}_{ex}	5 577	5 577	5 577	m ³ /h	
činitel větrné expozice pro třídu stínění	e	0,04	0,04	0,04	-	
činitel větrné expozice podle počtu exponovaných stěn	f	15	15	15	-	
nmožství vzduchu infiltrací způsobené větrem a účinkem vzlaku na plášť celé budovy	$\dot{V}_{inf,i}$	1 606	3 212	1 606	m ³ h ⁻¹	
přerušovaný provoz						
objemový tok vzduchu	$\dot{V} = (\dot{V}_0 + \dot{V}_x) \cdot (1 - \beta) + (\dot{V}_f + \dot{V}_x) \cdot \beta$	\dot{V}	6 469	7 361	6 469	m ³ h ⁻¹
objemový tok vzduchu přirozený m větráním (při vypnutém nuceném větrání) včetně toku vzduchovody větrací soustavy		\dot{V}_0	5 577	5 577	5 577	m ³
přídavný objemový tok vzduchu vyvolaný větrem a vzlakem (infiltrací) při netěsném obvodovém pláští budovy při zapnutém nuceném větrání		\dot{V}_x	892	1 785	892	m ³ h ⁻¹
přídavný objemový tok vzduchu vyvolaný větrem a vzlakem (infiltrací) při netěsném obvodovém pláští budovy při vypnutém mechanickém větrání způsobený účinky větru a vzlaku	$\dot{V}'_x = V \cdot n_{50} \cdot e$	\dot{V}'_x	892	1 785	892	m ³ h ⁻¹
podíl délky časového úseku, kdy je v provozu větrací zařízení, a délky výpočtového období	β	1,00	1,00	1,00	-	
celková účinnost zpětného získávání tepla	η _v	80%	60%	80%		
$\dot{V} = \dot{V}_f \cdot (1 - \eta_v) + \dot{V}_x$	objemový tok vzduchu při využití tepla - trvalé větrání	\dot{V}	2 008	4 015	2 008	m ³ h ⁻¹
	objemový tok vzduchu při využití tepla - přerušované větrání	\dot{V}	2 008	4 015	2 008	m ³ h ⁻¹
součinitel návrhové tepelné ztráty větráním $H_{ve,mch} = 0,34 \cdot \dot{V}$	trvalé nucené větrání	H _{ve,mch}	2 199	2 503	2 199	W.K ⁻¹
	přerušované nucené větrání	H _{ve,mch}	2 199	2 503	2 199	W.K ⁻¹
	trvalé nucené větrání s využitím tepla	H _{ve,mch}	683	1 365	683	W.K ⁻¹
	přerušované nucené větrání s využitím tepla	H _{ve,mch}	683	1 365	683	W.K ⁻¹
výpočtová vnitřní teplota	θ _{int,i}	20	20	20	°C	
výpočtová venkovní teplota pro nucené větrání	θ _e	-12	-12	-12	°C	
návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{ve,mch} = H_{ve} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	trvalé nucené větrání	Φ _{ve,mch}	70	80	70	kW
	přerušované nucené větrání	Φ _{ve,mch}	70	80	70	kW
	trvalé nucené větrání s využitím tepla	Φ _{ve,mch}	22	44	22	kW
	přerušované nucené větrání s využitím tepla	Φ _{ve,mch}	22	44	22	kW

TABULKA 2-43

BILANCE PŘIROZENÉHO A NUCENÉHO VĚTRÁNÍ V BD

		referenční stav		stávající stav		I. soubor opatření		II. soubor opatření	
součinitel návrhové tepelné ztráty - přirozené	H_{vej}	1 896	W.K ⁻¹	1 896	W.K ⁻¹	1 896	W.K ⁻¹	1 896	W.K ⁻¹
součinitel návrhové tepelné ztráty - nucené	$H_{ve,mech}$	683	W.K ⁻¹	1 365	W.K ⁻¹	683	W.K ⁻¹	683	W.K ⁻¹
součinitel návrhové tepelné ztráty	H_{ve}	683	W.K ⁻¹	1 896	W.K ⁻¹	683	W.K ⁻¹	683	W.K ⁻¹
návrhová tepelná ztráta - celková	$\Phi_{vej; ve,mech}$	21,84	kW	60,67	kW	21,84	kW	21,84	kW
druh větrání		nucené s využitím tepla		přirozené		nucené s využitím tepla		nucené s využitím tepla	
potřeba tepla na větrání	GJ/rok	227,2		631,1		227,2		227,2	
úspora tepla - využití tepla pros tředi	GJ/rok	403,9		0,0		403,9		403,9	
celková potřeba tepla	GJ/rok	392,4		1 564,6		371,7		355,4	
podíl využití tepla pros tředi z celkové roční potřeby tepla	%	102,9%		0,0%		108,7%		113,7%	

Budovy s téměř nulovou potřebou energie budou vždy vybaveny nuceným větráním s účinným zařízením ZTZ.

Teplovzdušné větrání je vynikajícím prvkem dělené otopné soustavy, kryjícím pružně okamžité potřeby tepla a umožňující využití tepelných zisků. Oproti funkčně obdobné skladbě „klasická setrvačná otopná plocha a přímotopná elektrická topidla“ se toto řešení jeví ekonomicky i funkčně přijatelnější. Tato úvahu platí i pro bytové domy.

2.2.2 TEPELNÁ ČERPADLA

Tepelná čerpadla (dále TČ) pro účely této studie jsou s elektrickým pohonem, plynovým pohonem nebo absorpční. Liší se zdrojem tepla ze vzduchu, země, spodní vody, prostředí.

Základním faktorem rozhodujícím o nasazení TČ zejména vyšších výkonů je dostupnost vhodného zdroje nízkopotenciálního tepla. Zatímco u malých objektů dostupnost zdroje NPT nepředstavuje většinou problém, u velkých objektů bude vždy limitujícím činitelem.

Mezní hranice nasazení TČ je cca 5 až 7 kW tepelného výkonu. Nižší tepelné výkony je lépe pokrýt např. elektrickým přímotopným vytápěním. Pro konečné rozhodnutí je nutný komplexní rozbor budovy a TZB energetickým auditem s ekonomickým hodnocením.

Pro budovy s téměř nulovou potřebou energie je rozhodující parametr **měrné potřeby primární energie**. U TČ poháněných elektrickou energií je konverzní činitel 3. To znamená, že TČ s elektrickým pohonem je pro tento účel orientačně vhodný, umožní-li zhodnocení nízkoteplotního tepla na teplotu vyšší s hodnotou vyšší než 3, tedy velmi orientačně COP > 3.

Jiná situace je u TČ s plynovým pohonem (konverzní činitel 1,1) a absorpčních, je-li vhodný zdroj tepla nebo je nasazena kogenerační jednotka a TČ je reverzibilní pro chlazení v letním provozu.

TČ se uplatní zejména v integrovaných soustavách, kdy se využije odpadní teplo nebo se zvyšuje teplota nízkopotenciálního tepla.

Příkladem může být kombinace slunečního okruhu a TČ, kdy se zvyšuje teplota předehřáté TV sluneční energií, ohřev tzv. šedé vody ze zdravotní instalace např. v hotelech a ve specifických případech využití tepla z odváděného vzduchu větracích zařízení se zpětným využitím tepla, apod.

TČ zpravidla vyžaduje další zdroj tepla. Vhodné z hlediska nízké potřeby energie jsou:

- kondenzační kotle. TV je připravována přednostně tepelným čerpadlem např. ze šedé vody. Zapojení je možné rozšiřovat o další zařízení (jednotku VZT, apod.)
- sluneční okruh s kolektory ke zvýšení teploty při odběru ze zásobníku
- elektrický dohřev, který je buď ve výbavě TČ a řízen jeho regulací, nebo umístěn v zásobní (vyrovnávací) nádrži.

Tepelné čerpadlo musí být doplněno **vyrovnávací nádobou** pro snížení počtu cyklů taktování.

Technika TČ vyžaduje u budov s téměř nulovou potřebou energie v přípravě i vlastním provozu:

- ☺ zateplení budovy na pasivní úroveň
- ☺ modernizaci nebo úpravu tepelné izolace rozvodu a cirkulace TV
- ☺ modernizaci nebo úpravu rozvodů tepla s otopnou plochou na nízkoteplotní plochu. Není u zateplených konstrukcí nezbytná velkoplošná otopná plocha
- ☺ u TČ vzduch – voda pečlivou instalaci výparníkové části a její údržbu pro trvalé dodržení nízké hlukové úrovně. Bude-li výparníková část osazena mimo budovu, chrání se proti odcizení
- ☺ zvážení, že cena vlastního TČ se navýší minimálně o 20% zařízeními nezbytnými pro bezporuchový chod TČ (vyrovnávací nádrž, čerpadla, armatury, regulace, rozvody, apod.)
- ☺ vhodné užití budovy pro co nejvyšší využití výroby tepla v TČ. K tomu se zpracuje návod k užití jednotky či budovy
- ☺ pečlivou údržbu a opravy zařízení.

Nejvíce se uplatní jako zdroje pro výrobu tepla tepelná čerpadla pro přípravu teplé vody a případně vytápění včetně regulace:

- tepelná čerpadla s kompresorovým cyklem (VCC) s elektrickým pohonem
- tepelná čerpadla s parním kompresorovým cyklem s pohonem spalovacím motorem
- tepelná čerpadla s absorpčním cyklem (VAC) s tepelným pohonem
- s využitím kombinací zdroje tepla a odvodu tepla, jak je uvedeno v tabulce 2-44.

TABULKA 2-44

ZDROJE TEPLA

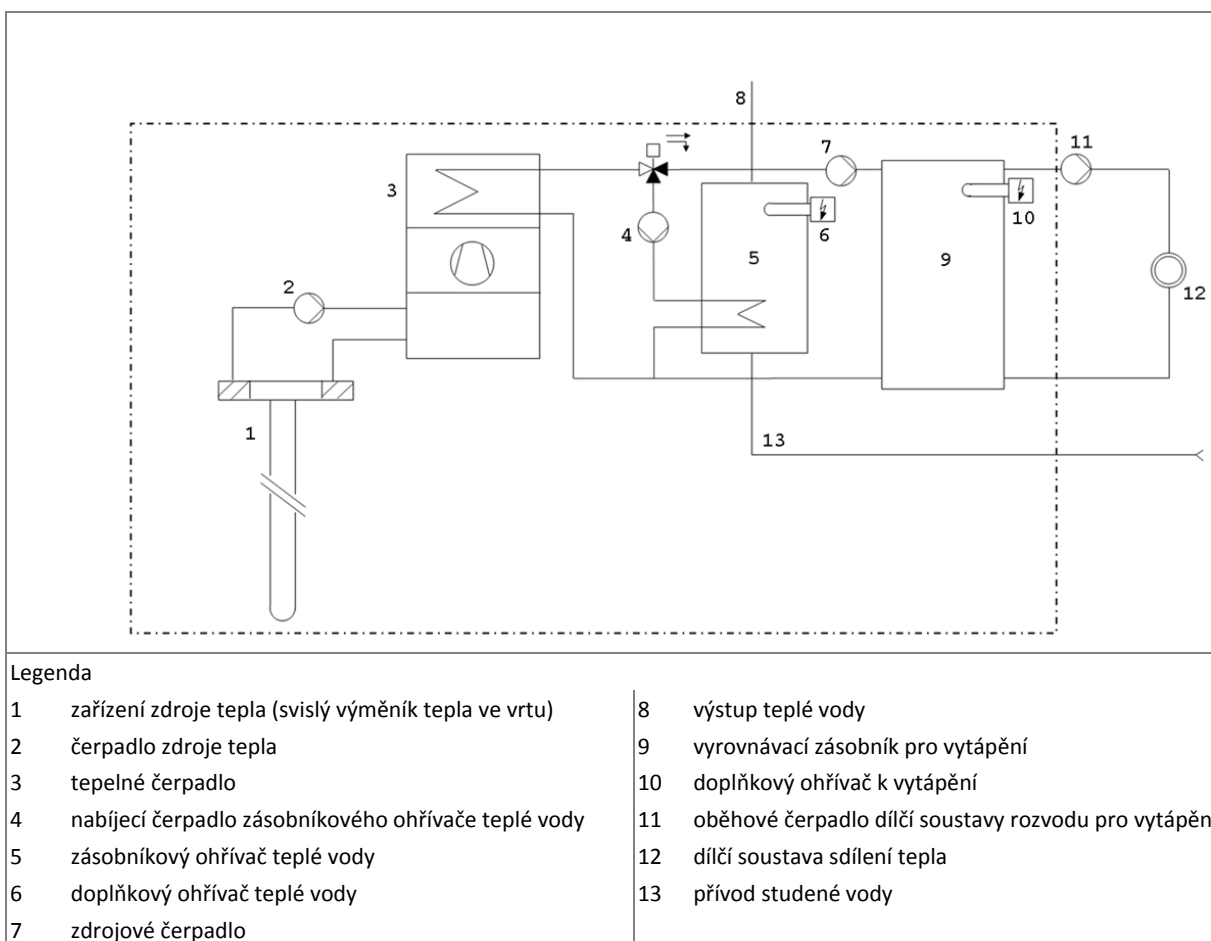
<i>Zdroj tepla</i>	<i>Odvod tepla</i>
Venkovní vzduch	vzduch voda
Odpadní vzduch	
Nepřímý podzemní zdroj s rozvodem solanky	
Povrchová voda	
Podzemní voda	

Návrh a metoda výpočtu bere v úvahu dále uvedené fyzikální aspekty, které mají vliv na sezónní topný faktor a tudíž i na požadovanou dodávku energie pro pokrytí potřeby tepla dílčích soustav rozvodu:

- typ konfigurace tepelného zdroje (např. monovalentní, bivalentní)
- druh tepelného čerpadla (energie pohonu (např. elektrická energie, palivo), termodynamický oběh (VCC, VAC))
- kombinace zdroje tepla a odvodu tepla (např. země-voda, vzduch-vzduch)

- potřeba energie dílčí soustavy (soustav) rozvodu pro vytápění a přípravu teplé vody
- účinky kolísání teploty zdroje tepla a zařízení odvodu tepla na topný výkon a COP podle normového zkoušení výrobku
- účinky regulace kompresoru při provozu při částečném zatížení (zapnuto-vypnuto, postupné zatěžování, jednotky s proměnnými otáčkami), pokud se projevují v topném výkonu a v COP v souladu s normovým zkoušením, nebo pokud existují další výsledky zkoušek pro provoz při částečném zatížení
- dodávku pomocné energie potřebné pro provoz dílčí soustavy pro výrobu tepla, který není zohledněn při normovém zkoušení topného výkonu a COP
- ztráty tepla soustavy vlivem zařízení pro vytápění nebo akumulaci teplé vody, včetně připojovacího potrubí
- umístění dílčí soustavy pro výrobu tepla.

Na obrázku 3-14 je uvedena systémová hranice pro návrh a výpočet energetické náročnosti podle ČSN EN 15316-4-2 pro TČ země-voda.



OBRÁZEK 2-26

SYSTÉMOVÁ HRANICE DÍLČÍ SOUSTAVY VÝROBY

2.2.2.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY TČ

Vzhledem k tomu, že pro budovy s téměř nulovou potřebou energie je z důvodů

- ✓ měrné primární energie i
- ✓ celkové ceny v ekonomickém hodnocení

třeba navrhovat užití TČ obezřetně, uvádíme obecné charakteristické hodnoty potřebné pro hodnocení TČ. Dále uvedené údaje jsou převzaty z ČSN EN 15316-4-2.

2.2.2.1.1 Teploty

TABULKA 2-45

TEPLoty ZDROJŮ TEPLA

TČ	teplota zdroje
venkovní vzduch-voda	teplota venkovního vzduchu
odpadní vzduch-voda	vnitřní návrhová teplota prostoru
spodní voda-voda	teplota spodní vody se uvažuje konstantní po celý rok a příklad hodnoty teploty podzemní vody je 10 °C
solanka-voda	<p>teplota v průběhu otopného období se mění v závislosti na teplotě venkovního vzduchu</p> <p>7 teplota venkovního vzduchu ve °C 8 teplota solanky ve °C</p>

2.2.2.1.1.1 Hodnoty pro topný výkon a topný faktor tepelných čerpadel s elektrickým pohonem

Uvedené charakteristiky jsou příklady hodnot. Při provádění výpočtu se musí věnovat pozornost užití – jako vstupu – údajů z normového zkoušení podle EN 14511. Nejsou-li k dispozici žádné údaje ze zkoušek, mohou být pro výpočet použity příslušné údaje od výrobců.

2.2.2.1.1.1.1 Topný výkon

Relativní topný výkon je poměr topného výkonu a referenčního topného výkonu, např. u normového bodu hodnocení podle EN 14511, pro tepelná čerpadla

vzduch-voda A7/W35⁹

solanka-voda B0/W35

voda-voda W10/W35.

Hodnoty jsou na obrázcích 2-27 až 2-29.

Norma EN 255-2 byla v roce 2004 nahrazena normou EN 14511, v níž byly zavedeny odlišné zkušební podmínky. V současné době je k dispozici jen málo měření podle EN 14511, a tudíž jsou jako příklad uvedeny hodnoty podle EN 255-2. Proto je na dále uvedených obrázcích stanoven referenční bod T1 podle předchozí normy EN 255-2, který odpovídá A7/W50, B0/W50 a W10/W50.

⁹ Poznámka: V mezinárodně používaných zkratkách pro TČ znamenají: A – vzduch, W - voda B - solanka, DX – přímé sdílení tepla mezi zemí a chladičem

2.2.2.1.1.1.2 Topný faktor

Topný faktor COP¹⁰ vyjadřuje poměr topného výkonu k užitému příkonu jednotky. Jeho hodnoty jsou na obrázcích v 2-30.

Hovoříme-li o topném faktoru jako ukazateli energetického efektu TČ, musíme si uvědomit „dvě strany“ topného faktoru. Význam topného faktoru dokumentuje topný faktor celé vytápěcí soustavy, tj. poměr získaného tepla ku přivedené energii.

Množství hnací energie je nepřímo úměrné topnému faktoru; úspora energie neroste úměrně s topným faktorem, narůstá relativně pomalu, s růstem topného faktoru se nárůst úspory zpomaluje (závislost není lineární, ale hyperbolická); proto dvojnásobný topný faktor nezajistí dvojnásobnou úsporu spotřeby energie pro danou potřebu tepla, např. pro vytápění. Taková úloha je v praxi standardní.

2.2.2.1.1.2 Hodnoty pro topný výkon a topný faktor tepelných čerpadel s plynovým pohonem

Uvedené charakteristiky jsou založeny pouze na velmi málo měřeních. Jsou uvedeny pouze jako příklady hodnot.

Při provádění výpočtu se musí věnovat pozornost užití – jako vstupu – příslušných údajů poskytnutých výrobcí, kteří jsou za ně odpovědní.

Dále uvedené údaje jsou založeny na průměrných hodnotách technických údajů poskytovaných různými výrobcí.

Pozornost se musí věnovat hodnotám COP uvedených v této příloze, které se musí vztahovat k dodané energii (tj. energii přivedené na systémové hranici budovy).

2.2.2.1.1.2.1 Topný výkon

F.4.2.1 Tepelná čerpadla vzduch-voda

Údaje se vztahují k celkovému topnému výkonu (kondenzátor tepelného čerpadla a zpětné využití tepla z motoru). Hodnoty jsou v tabulkách 2-31 a 2-32.

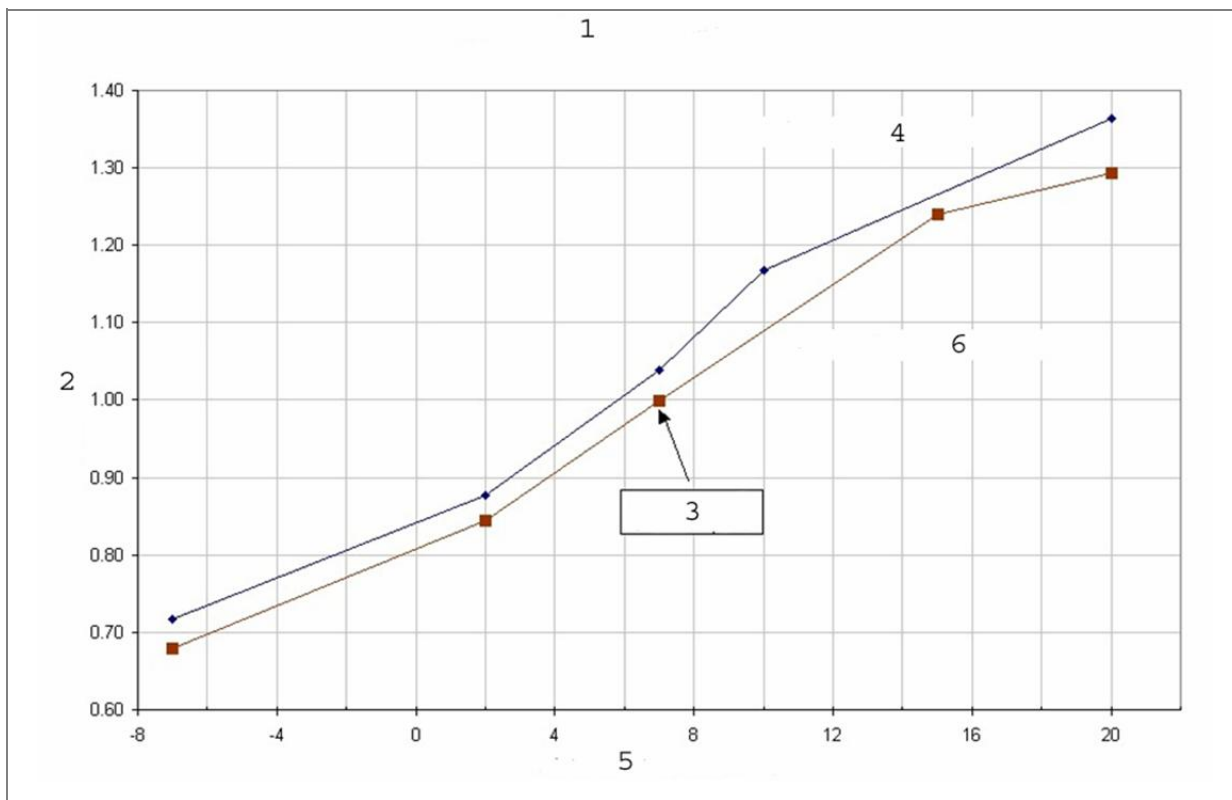
2.2.2.1.1.2.2 COP

Dále uvedené údaje jsou založeny na průměrných hodnotách technických dat poskytnutých výrobcí. Jsou uvedeny v tabulkách 2-33 a 2-34.

2.2.2.1.1.3 Hodnoty pro topný výkon a topný faktor absorpčních tepelných čerpadel

Uvedené charakteristiky jsou založeny pouze na velmi málo měřeních. Jsou uvedeny pouze jako příklady hodnot. Při provádění výpočtu se musí věnovat pozornost užití – jako vstupu – příslušných údajů poskytnutých výrobcí, kteří jsou za ně odpovědní.

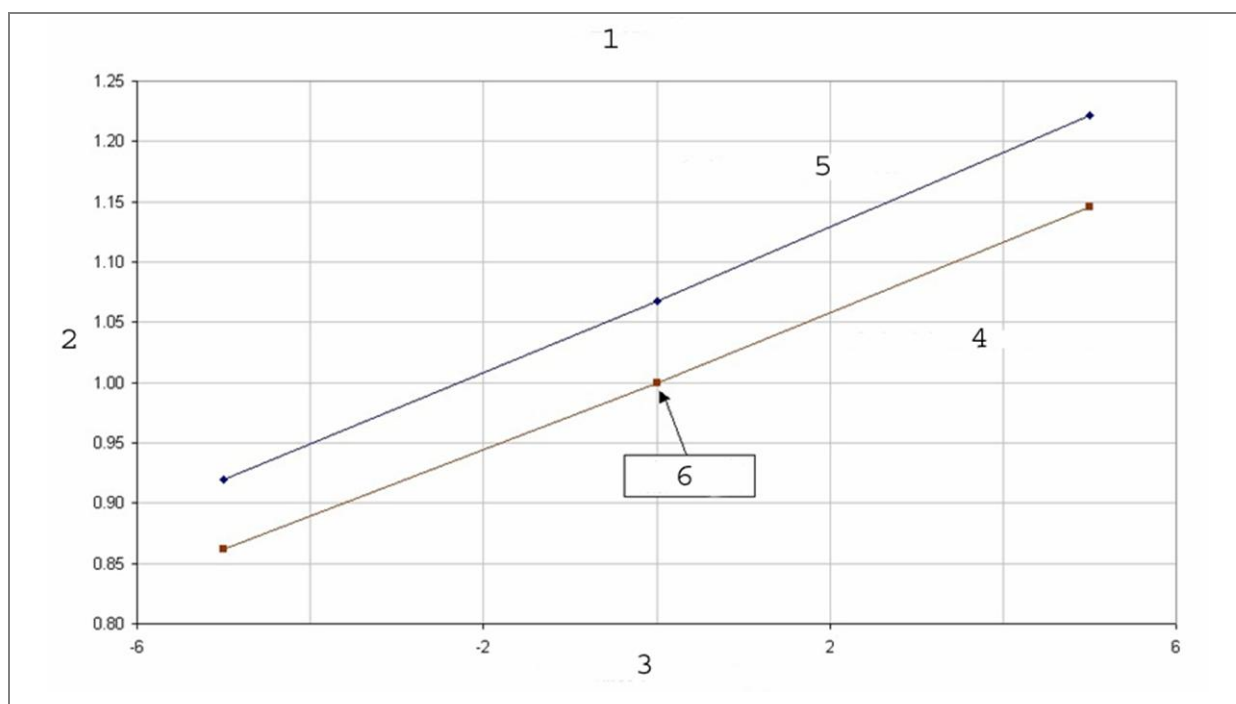
¹⁰ Poznámka: Činitel náročnosti je doslovným překladem anglického originálu a vystihuje požadavek hodnocení energetické náročnosti. Obdobný přístup je u hodnocení chlazení. Francouzi užívají „coefficient de performance“. Německá verze užívá výraz „Leistungszahl“, které německé společnosti do české praxe převádějí jako výkonové číslo. Z důvodů tradičního užití v české technické praxi se ponechává pojem topný faktor.



Relativní topný výkon tepelných čerpadel (vzduch-voda)

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla	
		35 °C	50 °C
1 tepelné čerpadlo vzduch-voda s elektrickým pohonem			
2 relativní topný výkon	-7 °C	0,72	0,68
3 topný výkon referenčního bodu (A7/W35)	2 °C	0,88	0,85
4 výstupní teplota odvodu tepla: 40 °C	7 °C	1,04	1,00
5 vstupní teplota zdroje tepla [°C]	10 °C	1,17	-
6 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C	15 °C	-	1,24
	20 °C	1,36	1,29

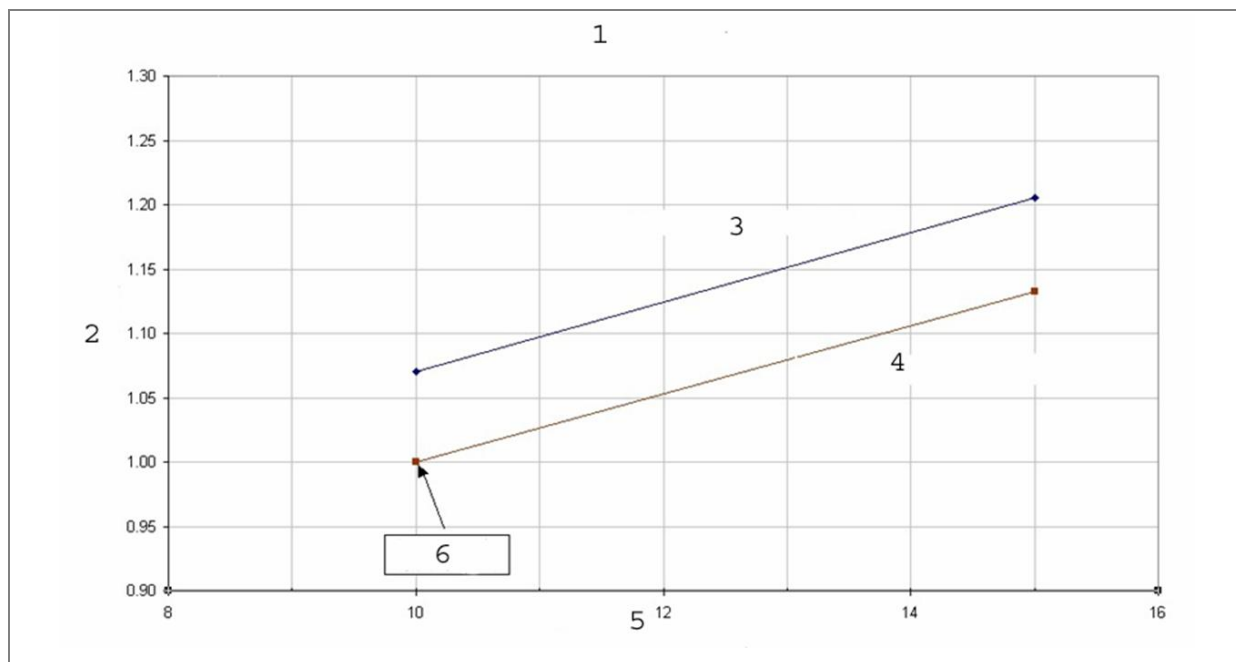
OBRÁZEK 2-27 PRŮMĚRNÝ TOPNÝ VÝKON TEPELNÝCH ČERPADEL VZDUCH-VODA PROTI TEPLITÁM ZDROJE A ODVODU TEPLA (REFERENČNÍ BOD T1 PODLE EN 255-2)



Relativní topný výkon tepelných čerpadel (solanka-voda)

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla	
		35 °C	50 °C
1 tepelné čerpadlo solanka-voda s elektrickým pohonem			
2 relativní topný výkon	-5 °C	0,92	0,86
3 vstupní teplota zdroje tepla [°C]	0 °C	1,07	1,00
4 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C	5 °C	1,22	1,15
5 výstupní teplota odvodu tepla: 35 °C			
6 topný výkon referenčního bodu			

OBRÁZEK 2-28 PRŮMĚRNÝ TOPNÝ VÝKON TEPELNÝCH ČERPADEL SOLANKA-VODA S ELEKTRICKÝM POHONEM PROTI TEPLOTÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA (REFERENČNÍ BOD T1 PODLE EN 255-2)

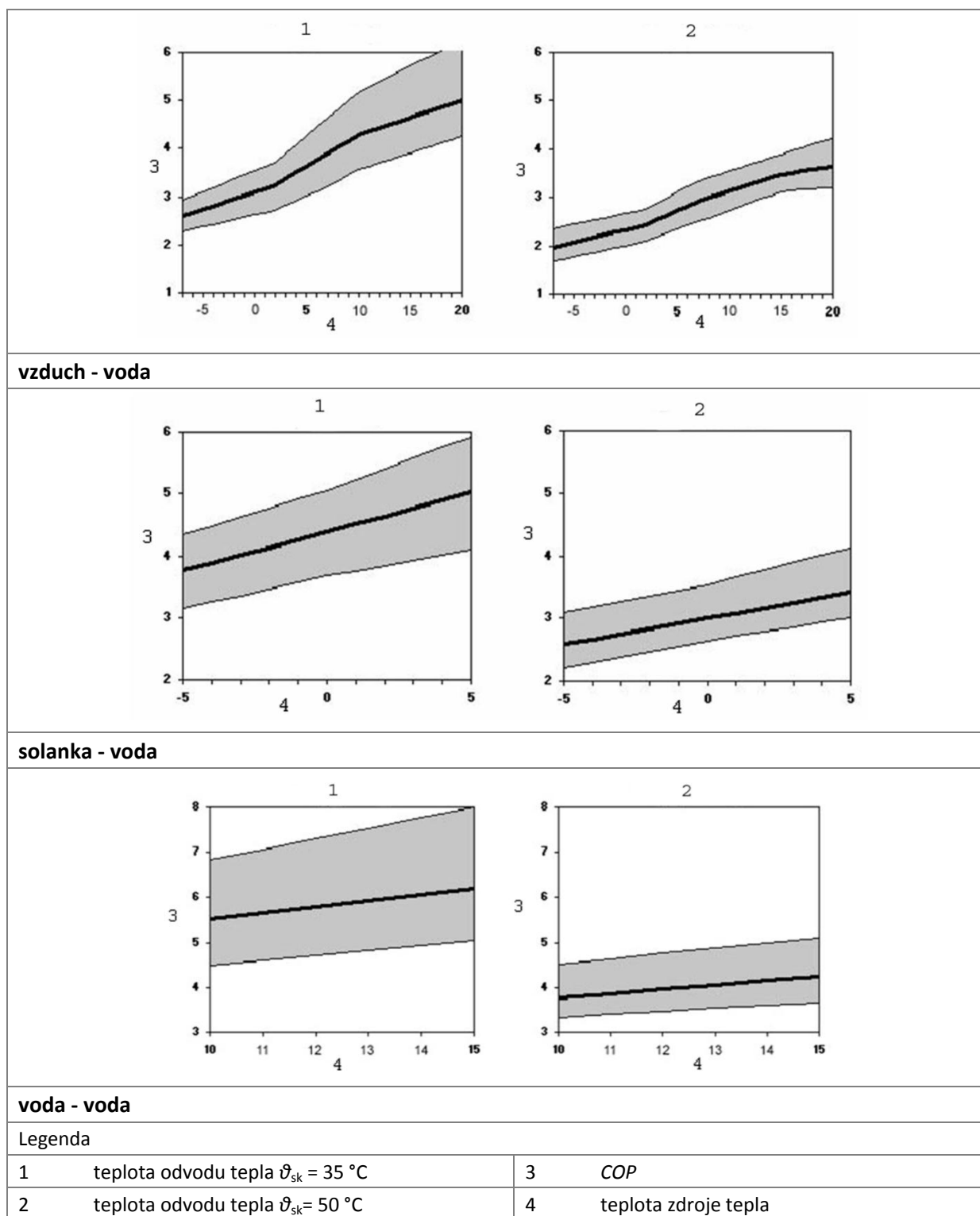


Relativní topný výkon tepelných čerpadel (voda-voda)

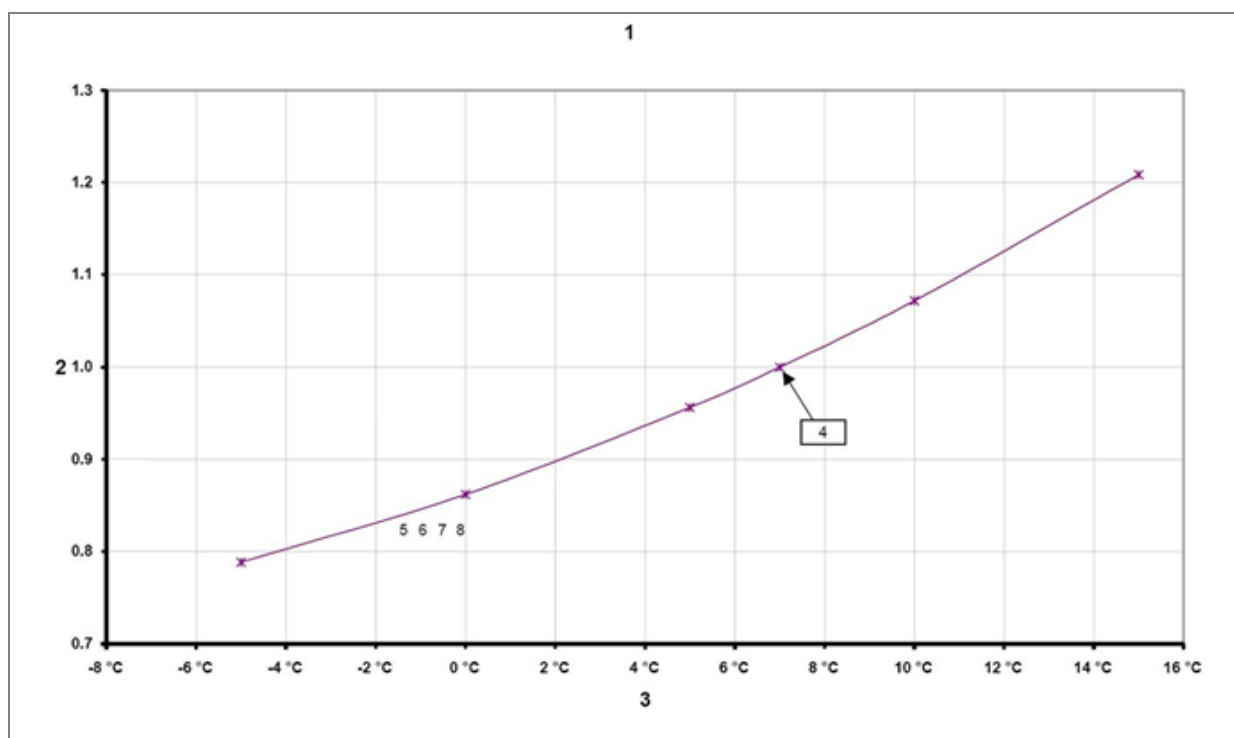
Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla	
		35 °C	50 °C
1 tepelná čerpadla voda-voda s elektrickým pohonem			
2 relativní topný výkon	10 °C	1,07	1,00
3 výstupní teplota odvodu tepla: 35 °C	15 °C	1,22	1,13
4 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C			
5 vstupní teplota zdroje tepla [°C]			
6 referenční bod topného výkonu			

OBRÁZEK 2-29

PRŮMĚRNÝ TOPNÝ VÝKON TEPELNÝCH ČERPADEL SOLANKA-VODA S ELEKTRICKÝM POHONEM PROTI TEPLITÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA (REFERENČNÍ BOD T1 PODLE EN 255-2)



OBRÁZEK 2-30 HODNOTY COP TEPELNÝCH ČERPADEL S ELEKTRICKÝM POHONEM PROTI TEPLOTÁM ZDROJE TEPLA (ČERNÁ ČÁRA – PRŮMĚRNÉ HODNOTY, ŠEDÁ PLOCHA – PÁSMO ROZPTÝLU HODNOT)

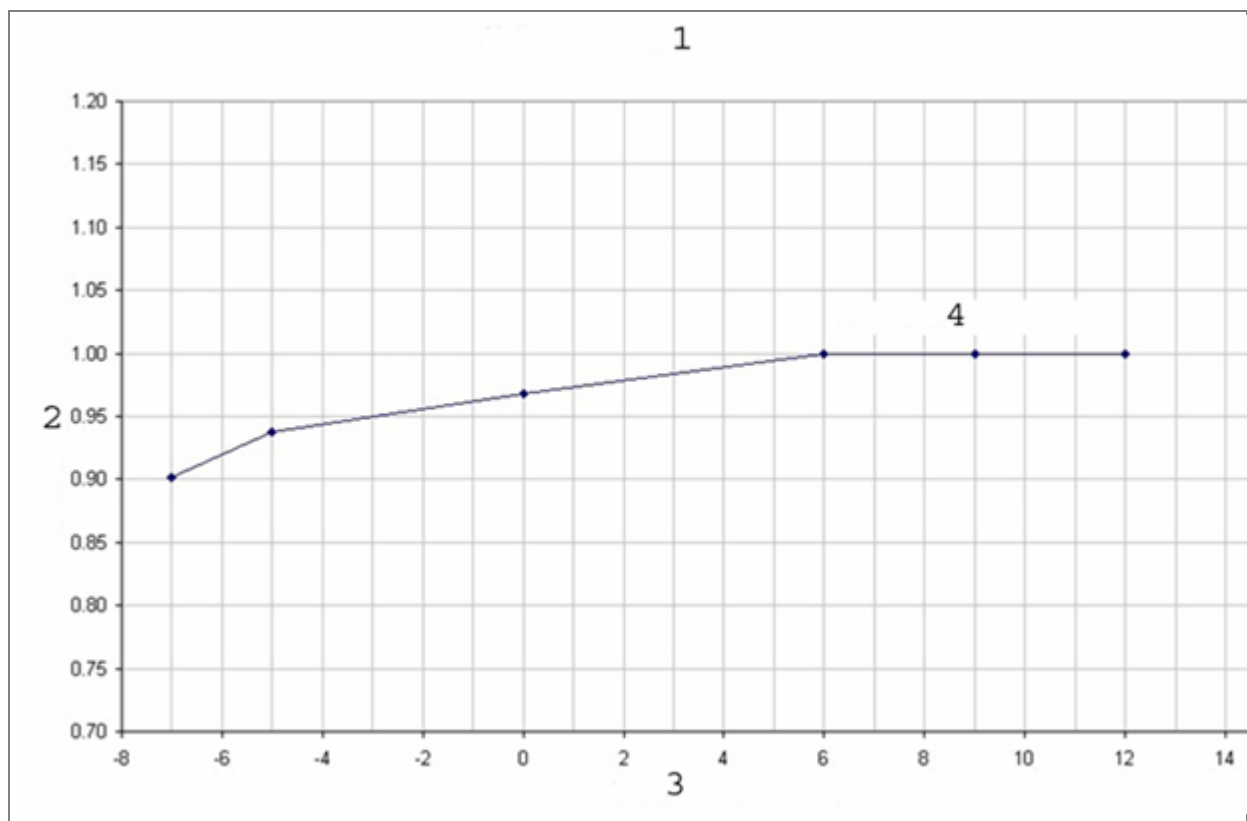


Relativní topný výkon tepelných čerpadel (vzduch-voda)

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla			
		40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1 tepelné čerpadlo vzduch-voda s pohonem plynovým motorem					
2 relativní topný výkon	-5 °C	0,80	0,79	0,78	0,77
3 vstupní teplota zdroje tepla	0 °C	0,87	0,87	0,86	0,85
4 referenční bod topného výkonu: (7 °C/45 °C)	5 °C	0,96	0,96	0,96	0,95
5 výstupní teplota odvodu tepla: 40 °C	7 °C	1,00	1,00	1,00	1,00
6 výstupní teplota odvodu tepla: 45 °C	10 °C	1,07	1,07	1,07	1,08
7 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C	15 °C	1,20	1,20	1,21	1,22
8 výstupní teplota odvodu tepla: 55 °C					
Polynom pro všechny výstupní teploty odvodu tepla $y = 0,00042 x^2 + 0,01679 x + 0,8618$					

OBRÁZEK 2-31

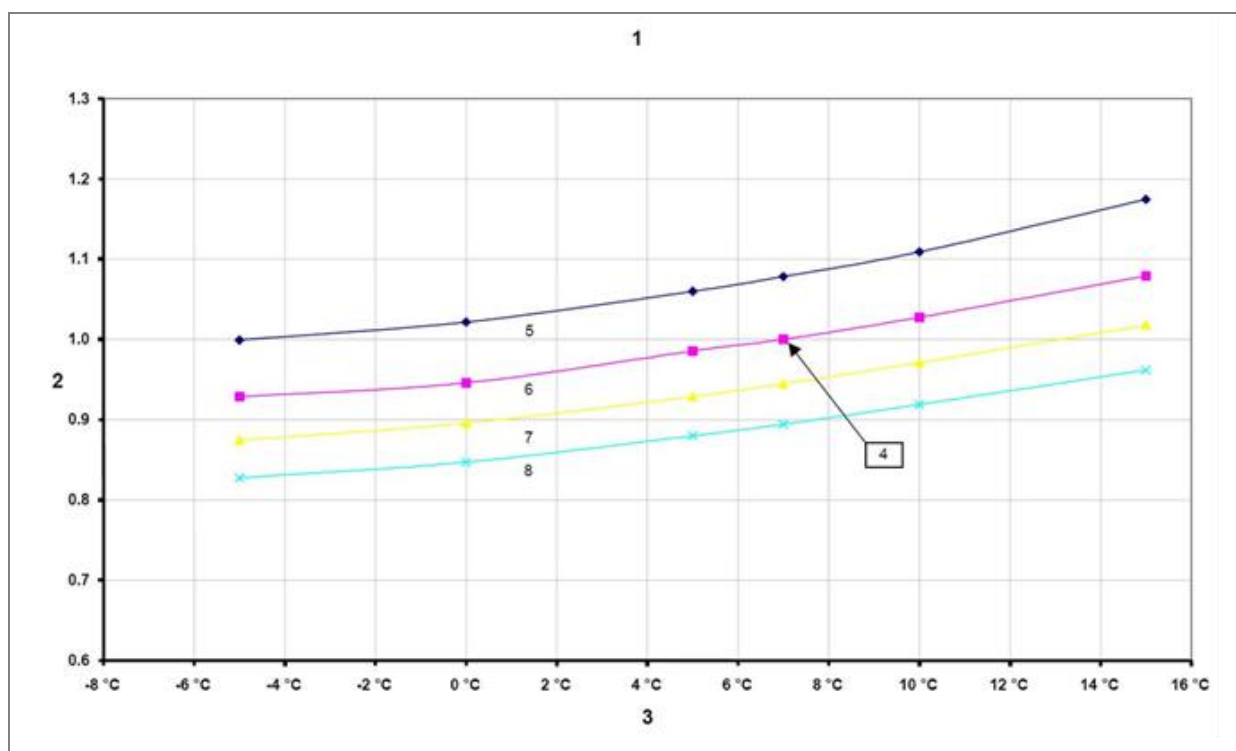
PRŮMĚRNÝ TOPNÝ VÝKON TEPELNÝCH ČERPADEL VZDUCH-VODA S POHONEM PLYNOVÝM MOTOREM PROTI TEPLITÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA



Relativní topný výkon tepelných čerpadel (vzduch-vzduch) s pohonem plynovým motorem

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla
1 tepelné čerpadlo vzduch-vzduch s pohonem plynovým motorem		20 °C
2 relativní topný výkon [kW]	-7 °C	0,90
3 vstupní teplota zdroje tepla [°C]	-5 °C	0,94
4 výstupní teplota odvodu tepla: 20 °C	0 °C	0,97
	6 °C	1,00
	9 °C	1,00
	12 °C	1,00

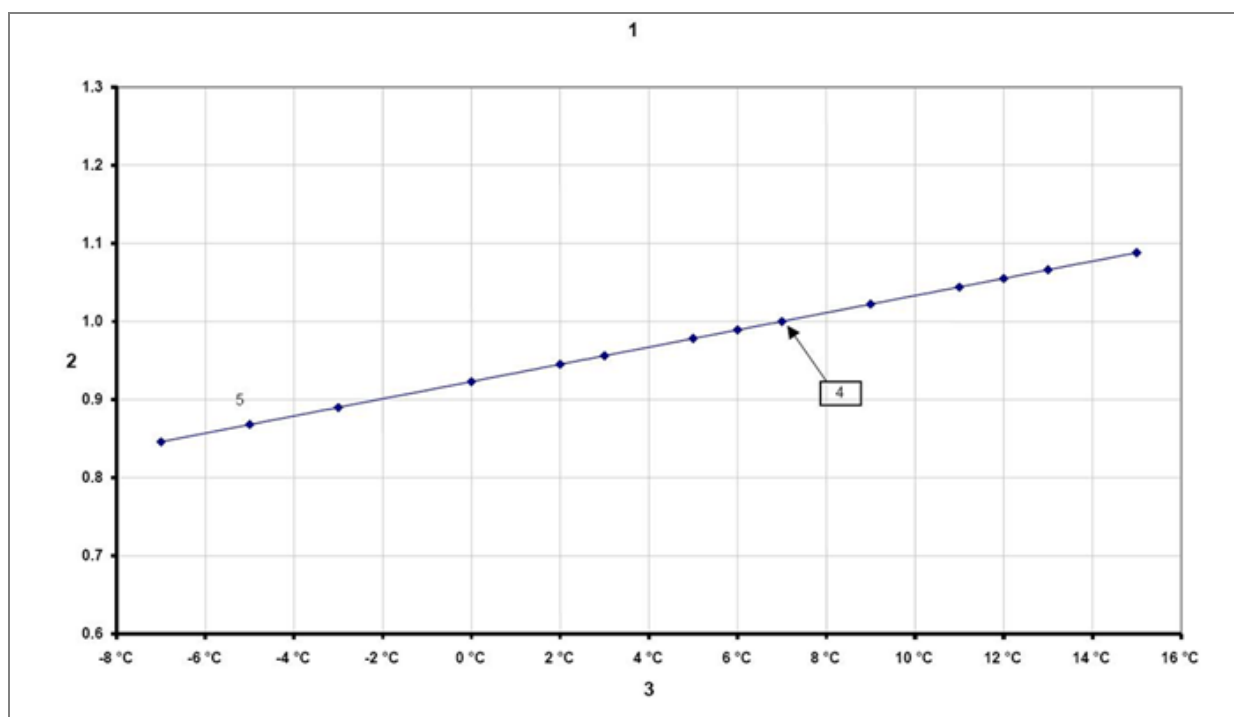
OBRÁZEK 2-32 PRŮMĚRNÝ CELKOVÝ TOPNÝ VÝKON TEPELNÝCH ČERPADEL VZDUCH-VZDUCH S POHONEM PLYNOVÝM MOTOREM PROTI TEPLITÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA



Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla			
		40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1 tepelné čerpadlo vzduch-voda s pohonem plynovým motorem	-5 °C	1,00	0,93	0,87	0,83
2 COP	0 °C	1,02	0,95	0,90	0,85
3 vstupní teplota zdroje tepla [°C]	5 °C	1,06	0,99	0,93	0,88
4 referenční bod COP: (7 °C/45 °C)	7 °C	1,08	1,00	0,94	0,89
5 výstupní teplota odvodu tepla: 40 °C ($y = 0,00027 x^2 + 0,00605 \times 1,02207$)	10 °C	1,11	1,03	0,97	0,92
6 výstupní teplota odvodu tepla: 45 °C ($y = 0,0002 x^2 + 0,00564 \times 0,95026$)	15 °C	1,17	1,08	1,02	0,96
7 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C ($y = 0,00017 x^2 + 0,00555 \times 0,89747$)					
8 výstupní teplota odvodu tepla: 55 °C ($y = 0,00015 x^2 + 0,00533 \times 0,84945$)					

OBRÁZEK 2-33

TYPICKÝ COP TEPELNÝCH ČERPADEL VZDUCH-VODA S POHONEM PLYNOVÝM MOTOREM PROTI TEPLOTÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA

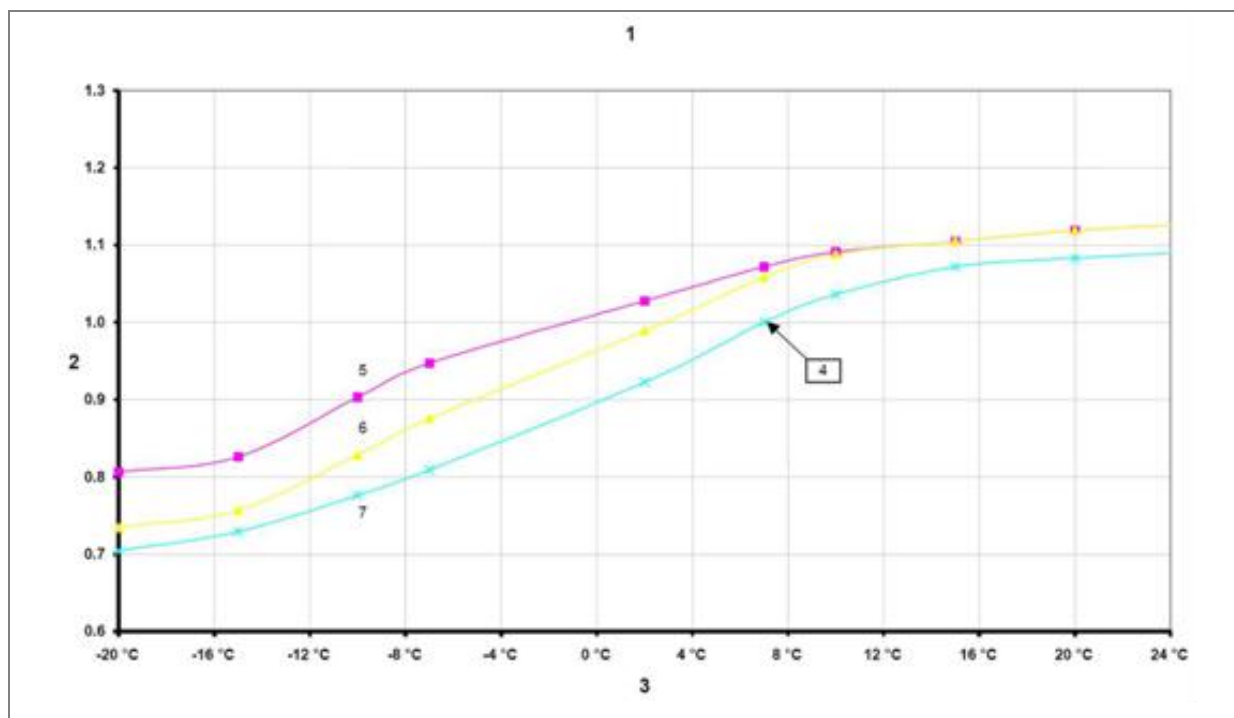


Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla
	1 tepelné čerpadlo vzduch-vzduch s pohonem plynovým motorem	
2 COP [W/W]	-7 °C	0,85
3 vstupní teplota zdroje tepla [°C]	-5 °C	0,87
4 referenční bod COP 7 °C/20 °C	-3 °C	0,89
5 výstupní teplota odvodu tepla: 20 °C ($y = 0,00018 x^2 + 0,01106 x + 0,92806$)	0 °C	0,92
	2 °C	0,94
	3 °C	0,96
	5 °C	0,98
	6 °C	0,99
	7 °C	1,00
	9 °C	1,02
	11 °C	1,04
	12 °C	1,06
	13 °C	1,07
	15 °C	1,09

OBRÁZEK 2-34 TYPICKÝ COP TEPELNÝCH ČERPADEL VZDUCH-VZDUCH S POHONEM PLYNOVÝM MOTOREM PROTI TEPLITÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA

Absorpční tepelná čerpadla poskytují dosud malý počet měření. Proto dále uvedené hodnoty jsou velmi orientační a je nutno užít podklad výrobce.

Typické vztahy mezi topným výkonem a COP a teplotami zdroje tepla a odvodu tepla jsou uvedeny pro tepelná čerpadla čpavek-voda a voda-bromid lithia s oběhem s absorpcí par (VAC). Relativní topný výkon a relativní COP vykazují stejný poměr, takže dále uvedené diagramy platí pro relativní topný výkon a COP. Všechny hodnoty jsou určeny pro tepelná čerpadla, která jako palivo používají plyn.

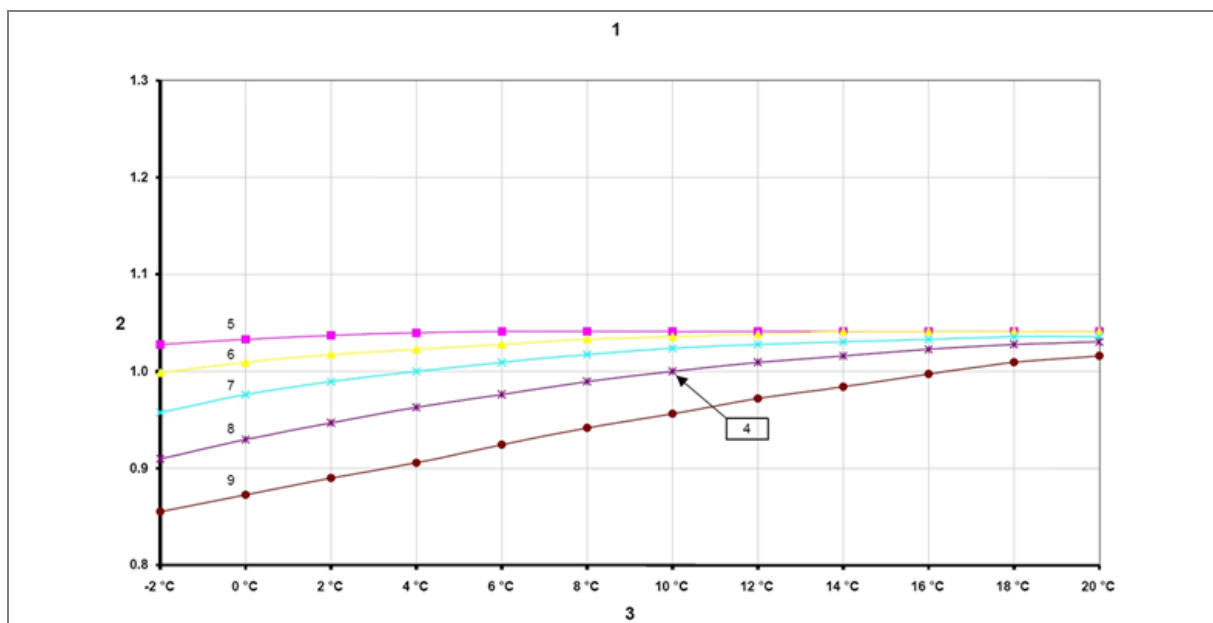


Relativní topný výkon a relativní COP

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Výstupní teplota odvodu tepla		
		20 °C/30 °C	30 °C/40 °C	40 °C/50 °C
1 plynové absorpční tepelné čerpadlo NH ₃ /H ₂ O – vzduch-voda				
2 relativní topný výkon a relativní COP	-20 °C	0,807	0,735	0,704
3 vstupní teplota zdroje tepla [°C]	-15 °C	0,826	0,757	0,729
4 referenční bod topného výkonu a COP: (7 °C/50 °C)	-10 °C	0,903	0,829	0,776
5 výstupní teplota odvodu tepla: 30 °C	-7 °C	0,948	0,876	0,809
6 výstupní teplota odvodu tepla: 40 °C	2 °C	1,028	0,989	0,923
7 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C	7 °C	1,072	1,058	1,0
	10 °C	1,091	1,088	1,036
	15 °C	1,105	1,105	1,072
	20 °C	1,119	1,119	1,083
	25 °C	1,127	1,127	1,091

OBRÁZEK 2-35

PRŮMĚRNÝ RELATIVNÍ TOPNÝ VÝKON A COP ABSORPČNÍCH TEPELNÝCH ČERPADEL NH₃/H₂O – VENKOVNÍ VZDUCH-VODA PROTI TEPLITÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA

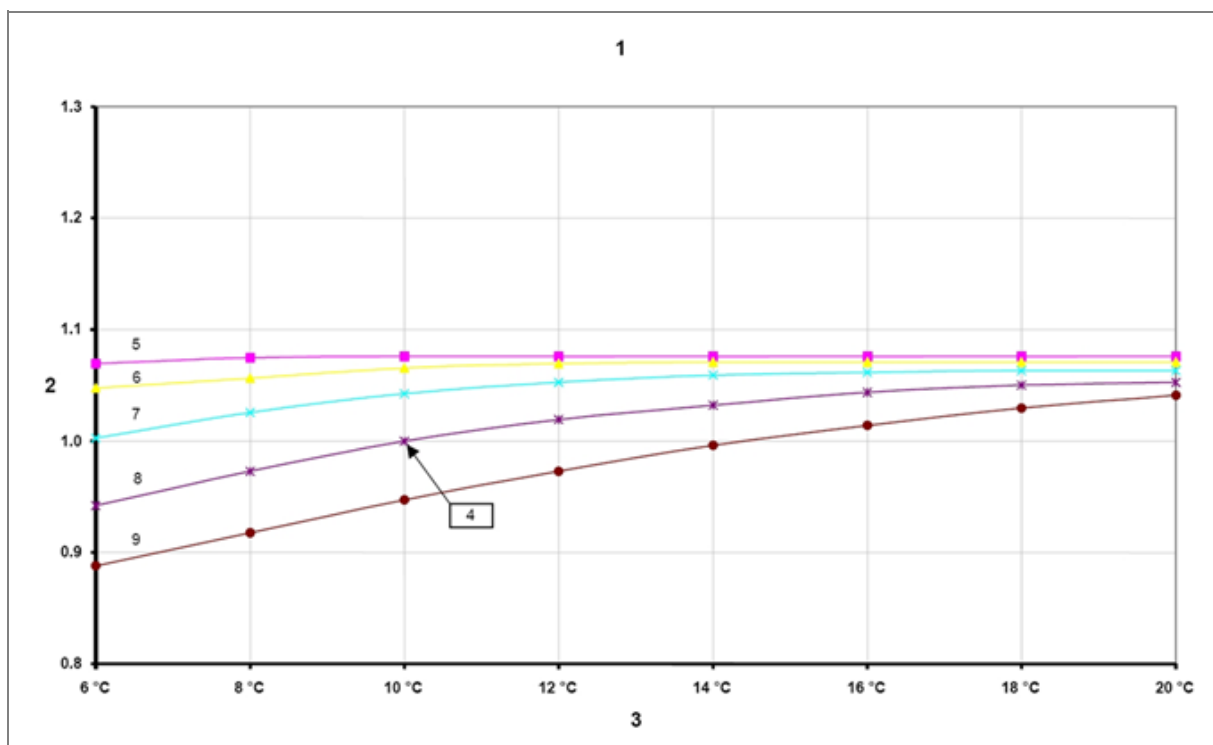


Relativní topný výkon a relativní COP

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Vstupní a výstupní teplota odvodu tepla				
		25°C/35°C	30°C/40°C	35C/45°C	40C/50°C	45C/55°C
1 plynové absorpční tepelné čerpadlo NH ₃ /H ₂ O – solanka-voda						
2 relativní topný výkon a relativní COP	-2 °C	1,028	0,999	0,958	0,910	0,855
3 vstupní teplota zdroje tepla [°C]	0 °C	1,033	1,009	0,976	0,930	0,873
4 referenční bod topného výkonu a COP: (10 °C/50 °C)	2 °C	1,037	1,017	0,989	0,947	0,890
5 výstupní teplota odvodu tepla: 35 °C ($y = -0,00006 x^2 + 0,00147 x + 1,03309$)	4 °C	1,040	1,023	1,000	0,963	0,906
6 výstupní teplota odvodu tepla: 40 °C ($y = -0,00012 x^2 + 0,00399 x + 1,00850$)	6 °C	1,041	1,028	1,009	0,976	0,924
7 výstupní teplota odvodu tepla: 45 °C ($y = -0,00019 x^2 + 0,00682 x + 0,97475$)	8 °C	1,041	1,033	1,017	0,989	0,942
8 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C ($y = -0,0002 x^2 + 0,00908 x + 0,92927$)	10 °C	1,041	1,036	1,023	1,000	0,956
9 výstupní teplota odvodu tepla: 55 °C ($y = -0,00011 x^2 + 0,00943 x + 0,87246$)	12 °C	1,041	1,039	1,028	1,009	0,972
	14 °C	1,041	1,041	1,031	1,016	0,984
	16 °C	1,041	1,041	1,033	1,023	0,997
	18 °C	1,041	1,041	1,036	1,028	1,009
	20 °C	1,041	1,041	1,036	1,031	1,016

OBRÁZEK 2-36

PRŮMĚRNÝ RELATIVNÍ TOPNÝ VÝKON A COP ABSORPČNÍCH TEPELNÝCH ČERPADEL NH₃/H₂O – SOLANKA-VODA PROTI TEPLOTÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA



Relativní topný výkon a relativní COP

Legenda	Vstupní teplota zdroje tepla	Vstupní a výstupní teplota odvodu tepla				
		25°C/35°C	30°C/40°C	35C/45°C	40C/50°C	45C/55°C
1 plynové absorpční tepelné čerpadlo NH ₃ /H ₂ O – voda-voda						
2 relativní topný výkon a relativní COP	6°C	1,069	1,048	1,003	0,942	0,888
3 vstupní teplota zdroje [°C]	8°C	1,075	1,057	1,026	0,973	0,918
4 referenční bod topného výkonu a COP (10 °C/50 °C)	10°C	1,076	1,066	1,042	1,000	0,947
5 výstupní teplota odvodu tepla: 35 °C ($y = -0,00007 x^2 + 0,00210 x + 1,06078$)	12°C	1,076	1,069	1,053	1,019	0,973
6 výstupní teplota odvodu tepla: 40 °C ($y = -0,00023 x^2 + 0,00746 x + 1,01198$)	14°C	1,076	1,071	1,059	1,032	0,996
7 výstupní teplota odvodu tepla: 45 °C ($y = -0,00048 x^2 + 0,01656 x + 0,92272$)	16°C	1,076	1,071	1,062	1,044	1,014
8 výstupní teplota odvodu tepla: 50 °C ($y = -0,0006 x^2 + 0,02330 x + 0,82474$)	18°C	1,076	1,071	1,063	1,050	1,030
9 výstupní teplota odvodu tepla: 55 °C ($y = -0,00041 x^2 + 0,02180 x + 0,87246$)	20°C	1,076	1,071	1,063	1,053	1,041

OBRÁZEK 2-37

PRŮMĚRNÝ RELATIVNÍ TOPNÝ VÝKON A COP ABSORPČNÍCH TEPELNÝCH ČERPADEL NH₃/H₂O – VODA-VODA PROTI TEPLOTÁM ZDROJE TEPLA A ODVODU TEPLA

2.2.2.2 EKONOMIE

Moderní tepelné čerpadlo voda-vzduch v provedení "twins" (dva kompresory v jednotce) umožňuje i při teplotách $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ teoreticky monovalentní funkci s poměrně vysokým topným faktorem¹⁰ (1,5). Principem jsou dvě jednotky, které při nízkých teplotách pracují střídavě a zajišťují poměrně účinné odmrazování výparníkové části. Tato TČ jsou vybaveny dodatkovým elektrickým dohřevem 8 kW pro případ potřeby. Výparníková část se může umístit jak v budově, tak i vně budovy.

Volba TČ z výkonové řady neovlivní přímo úměrně cenu zařízení. Cena TČ se nemění lineárně s jeho tepelným výkonem, ale pouze nepatrně:

tepelný výkon v kW	poměr výkonů	cena v Kč	poměr cen
8,0	39,8%	272 000	81,7%
11,6	57,7%	293 000	88,0%
12,5	62,2%	297 000	89,2%
20,1	100,0%	333 000	100,0%

Např. řada TČ voda-vzduch se v rozsahu tepelných výkonů 8 kW až 20,1 kW mění pouze v rozsahu 18,3 %, přičemž tepelný výkon se mění v rozsahu 60,2 %. Je zřejmé, že malá TČ mají horší ekonomickou návratnost.

Z obdobných analýz je zřejmé, že měrná cena malých TČ sledované typové řady je až 2 x větší než velkých TČ. Ve stejném poměru se proto zvýší návratnost pořizovacích nákladů TČ malých výkonů.

Naopak v budovách, jejichž energetická náročnost je klasifikována jako „velmi až mimořádně úsporná“ je ekonomický efekt TČ (poměřovaný návratností či celkovou cenou) podstatně menší.

Zatím co měrná úspora energie (dosažená jednotkovým výkonem TČ) se s výkonem TČ v podstatě nemění, měrná cena (za jednotkový výkon TČ) roste se snižujícím se výkonem TČ, často velice významně. Tak je tomu i u sledované typové řady TČ „vzduch-voda“. S poklesem potřeby tepla a tepelné ztráty se zmenšuje potřebný výkon TČ a dosažená úspora je proto investičně náročnější.

2.2.2.3 DOSAŽITELNÉ ÚSPORY ENERGIE A DALŠÍ PŘÍNOŠY

Při prosté aplikaci TČ, čímž se rozumí náhrada nebo doplnění zdroje tepla, především plynového, dochází ke snížení dodané energie. Tato hodnota je úměrná sezónnímu COP a u TČ vzduch – voda je cca 3,3, u TČ země voda je 4 až 5. Druhý typ čerpadla je ovšem investičně náročnější a zanedbatelná není ani pomocná energie pro pohon čerpadla ve výparníkové části. Lze doporučit výlučné užití TČ tam, kde není dostupná jiná ušlechtilá energie, případně jsou značně omezeny přípojné hodnoty k elektrické síti.

Z hlediska zaměření publikace je významná míra využití tepla prostředí (což je forma OZE) a dosažená měrná potřeba primární energie.

Pro příklad hodnot byl posouzen RD a BD.

RD je uveden v tabulkách 2-46 až 2-50 a výstupní 2-51. V tabulkách 2-46 až 2-50 je certifikováno TČ vzduch – voda podle metodiky uvedené v ČSN EN 15316-4-2. Vstupní hodnoty jsou v tabulce 2-46. Tepelný výkon TČ odpovídá tepelné ztrátě RD. TČ dále kryje i přípravu TV. Je uplatněna metoda statistické četnosti teplo (bin) metoda) pro teplotní pásma -11 až -2 , -2 až 4 , 4 až 15 a 15 až 35 .

TABULKA 2-46

RD - CERTIFIKACE TČ - 1

pořadí	rovnice; označení	popis	referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	jednotka
(1)	Klimatické údaje						
(2)	četnost výskytu teplot (bin)	tabulka pro ČR					
(3)	$\theta_{e,des}$ [°C]	venkovní návrhová teplota	-12,0	-12,0	-12,0	-12,0	°C
(4)	Vstupní údaje pro vytápění						
(5)	$Q_{H,gen,out}$	požadavky na vytápění podle ČSN EN 15316-2-3 - vstup do rozvodů tepla	17 426	26 819	12 064	9 797	kWh/rok
(6)	$\theta_{i,des}$	vnitřní návrhová teplota	20,0	20,0	20,0	20,0	°C
(7)	ohřev VZT	druh otopné plochy (tělesa, konvektory, velkoplošné vytápění, teplovzdušné vytápění)					
(8)	$\theta_{ed,des}$	návrhová teplota průtoku (při venkovní návrhové teplotě $\theta_{e,des}$)	50,0	50,0	50,0	50,0	°C
(9)	$\Delta\theta_{Fr,des}$	teplotní spád vytápění při návrhových podmínkách	15,0	15,0	15,0	15,0	K
(10)	$\theta_{ti,h}$	horní venkovní limitní teplota pro vytápění	13,0	13,0	13,0	13,0	°C
(11)	θ_{bal}	rovnovážný bod pro vytápění	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	°C
(12)	t_{co}	přerušení provozu tepelného čerpadla (např. tarifní podmínky, apod.)	0,0	0,0	0,0	0,0	h/d
(13)	je	akumulace pro provoz vytápění	0,0	0,0	0,0	0,0	
(14)	ano	doplňkový zdroj	0,0	0,0	0,0	0,0	kW
(15)	teplo	druh doplňkového zdroje (elektřina, plyn, olej)	teplo	teplo	teplo	teplo	
(16)	paralelní	způsob provozu doplňkového zdroje (alternativní, paralelní, částečně paralelní)	0,0	0,0	0,0	0,0	
(17)	η_{bu}	účinnost doplňkového zdroje	0,95	0,95	0,95	0,95	
(18)							
(19)	Vstupní údaje pro přípravu TV						
(20)	$Q_{W,gen,out}$	požadavky na TV (podle ČSN EN 15316-3-2) na vstupu do rozvodů	6 840	9 253	6 840	6 840	kWh
(21)	$\theta_{W,st,in}$	teplota studené vody	10,0	10,0	10,0	10,0	°C
(22)	$\theta_{W,st,out}$	průměrná teplota vody na výtoku z akumuláčních nádob	48,5	48,5	48,5	48,5	°C
(23)	$V_{W,st}$	objem akumulace					l
(24)	$Q_{W,st,sby}$	ztráty tepla v akumulaci v pohotovostním stavu	4,2	4,2	4,2	4,2	kWh/24
(25)	$\theta_{W,st,sby}$	teplotní rozdíl během zkoušky akumulace	40,0	40,0	40,0	40,0	K
(26)	$\theta_{W,st,amb}$	teplota okolí akumuláčního zásobníku	15,0	15,0	15,0	15,0	°C
(27)		ztráty v potrubí zahnuté v tepelných ztrátách akumulace v pohotovostním stavu		0,0	0,0	0,0	
(28)		stejný doplňkový zdroj s vytápěním		0,0	0,0	0,0	
(29)	Tepelné čerpadlo						
(30)	A/W	druh tepelného čerpadla - příkon	2,8	2,8	2,8	2,8	kW
(31)		počet kusů	1,0	1,0	1,0	1,0	ks
(32)		teplota zdroje - spodní vody					°C
(33)	současná	způsob přípravy TV (žádná, výhradní, alternativní, současná)	0,0	0,0	0,0	0,0	
(34)	zapnuto - vypnuto	regulace TČ (zapnuto-vypnuto, stupňovitá, proměnná rychlost)		0,0	0,0	0,0	
(35)	$\theta_{hp,opr}$	hranice provozní teploty	55,0	55,0	55,0	55,0	°C
(36)	Pomocná zařízení						
(37)	P_s	příkon nabíjecího čerpadla	70,0	70,0	70,0	70,0	W
(38)	P_{sby}	příkon regulace	10,0	10,0	10,0	10,0	W
(39)	$k_{gen,aux,ls}$	podíl ztrát čerpadla pomocnou energií do okolí	0,2	0,2	0,2	0,2	-
(40)	$b_{gen,aux}$	teplotní redukční faktor	1,0	1,0	1,0	1,0	-

TABULKA 2-47

RD - CERTIFIKACE TČ - 2

popis dí	rovnice, označení	popis	referenční stav				stávající stav				I. soubor opatření				II. soubor opatření				jed- notka
			bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	
(1)	Vytápění - pouze (ČSN EN 14511-2)	rozsah venkovních teplot	[-11,-2]	[-2,-4]	[4,15]	[15,35]	[-11,-2]	[-2,-4]	[4,15]	[15,35]	[-11,-2]	[-2,-4]	[4,15]	[15,35]	[-11,-2]	[-2,-4]	[4,15]	[15,35]	°C
(2)	θ_{hc}	teplota zdroje při zkušební hodnotě	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	°C
(3)	θ_{hk}	vyšší teplota při zkušební hodnotě	35,0				35,0				35,0				35,0			°C	
(4)	θ_{hk}	nižší teplota při zkušební hodnotě	50,0				50,0				50,0				50,0			°C	
(5)	COP	topný faktor při výstupní teplotě 35 °C	3,2	3,4	3,6	4,0	3,2	3,4	3,6	4,0	3,2	3,4	3,6	4,0	3,2	3,4	3,6	4,0	W/W
(6)	COP	topný faktor při výstupní teplotě 50 °C	2,8	2,9	3,1	3,6	2,8	2,9	3,1	3,6	2,8	2,9	3,1	3,6	2,8	2,9	3,1	3,6	W/W
(7)		poměr tepelných výkonů při zkušební hodnotě vzduchu a referenční hodnotě 7 °C	0,72	0,88	1,04	1,36	0,7	0,9	1,0	1,4	0,7	0,9	1,0	1,4	0,7	0,9	1,0	1,4	-
(8)		poměr tepelných výkonů při zkušební hodnotě vzduchu a referenční hodnotě 7 °C	0,68	0,85	1,00	1,29	0,7	0,9	1,0	1,3	0,7	0,9	1,0	1,3	0,7	0,9	1,0	1,3	-
(9)		tepelný výkon při výstupní teplotě 50 °C	5,2	6,5	7,6	9,8	5,2	6,5	7,6	9,8	5,2	6,5	7,6	9,8	5,2	6,5	7,6	9,8	kW
(10)		tepelný výkon při výstupní teplotě 50 °C	291	1 704	2 727	2 117	291	1 704	2 727	2 117	291	1 704	2 727	2 117	291	1 704	2 727	2 117	6 840
(10)		provozní body	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	°C
(11)		spodní hranice	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	°C
(12)		horní hranice	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	°C
(13)	$DH_{H,ref}$	ve střední zkušební rozsahu	9 422	49 203	85 786		9 422	49 203	85 786		9 422	49 203	85 786		9 422	49 203	85 786	h°	
(14)	$DH_{H,ref}$	ve střední zkušební rozsahu	765	9 422	49 203		765	9 422	49 203		765	9 422	49 203		765	9 422	49 203	h°	
(15)	$DH_{H,ref}$	ve střední zkušební rozsahu	83 398	83 398	83 398		83 398	83 398	83 398		83 398	83 398	83 398		83 398	83 398	83 398	h°	
(16)		hodnota stupně +13	0,10	0,48	0,44		0,10	0,48	0,44		0,10	0,48	0,44		0,10	0,48	0,44	1,0	
(17)	$Q_{w,gen,ext}$	teplo na vytápění	1 809	8 312	7 644	17 765	2 784	12 793	11 764	27 340,7	1 252	5 754	5 292	12 295,3	1 017	4 673	4 297	9 988	kWh
(18)		čtenost hodin (bin)	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	8 760,0
(19)		elektrivní čtenost hodin (bin)	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	8 760
(20)	t_{co}	průměrná čtenost hodin (bin)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	h
(21)	$k_{w,j}$	průměrná čtenost hodin (bin)	0,04	0,25	0,40	0,31	1,0	0,04	0,25	0,40	0,31	1,0	0,04	0,25	0,40	0,31	1,0	0,04	0,31
(22)	$Q_{w,gen,ext}$	teplo pro přípravu TV	291	1 704	2 727	2 117	291	1 704	2 727	2 117	291	1 704	2 727	2 117	291	1 704	2 727	2 117	6 840

TABULKA 2-48

RD - CERTIFIKACE TČ - 3

požadavek; oznacení	popis	referenční stav				stájecí stav				I. soubor opatření				II. soubor opatření				jednotka			
		bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem					
	provozní body podle zkušebních rozsahů bodů	-7,0	2,0	7,0	20,0		-7,0	2,0	7,0	20,0		-7,0	2,0	7,0	20,0		-7,0	2,0	7,0	20,0	°C
	spodní hranice ve středu zkušebního rozsahu	-11,0	-2,0	4,0	14,0		-11,0	-2,0	4,0	14,0		-11,0	-2,0	4,0	14,0		-11,0	-2,0	4,0	14,0	°C
	horní hranice ve středu zkušebního rozsahu	-2,0	4,0	14,0	35,0		-2,0	4,0	14,0	35,0		-2,0	4,0	14,0	35,0		-2,0	4,0	14,0	35,0	°C
Parametry tepelného čerpadla v provozních bodech																					
(1)	$\Delta\theta = \frac{\Phi_{hp}}{m_{w,c} \cdot c_p}$	5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0	K
(2)	tepelná rozptyl na kondenzátní straně TČ																				
(3)	Φ_{hp} tepelný výkon TČ	7,2	8,8	10,0	13,6		7,2	8,8	10,0	13,6		7,2	8,8	10,0	13,6		7,2	8,8	10,0	13,6	kW
(4)	c_w tepelná kapacita teplosměsné látky	5,2	6,5	7,6	9,8		5,2	6,5	7,6	9,8		5,2	6,5	7,6	9,8		5,2	6,5	7,6	9,8	kW
(5)	$m_{w,stat}$ hmotnostní průtok teplosměsného média na kondenzátní straně TČ - zkušební podmínky	4,182	4,182	4,182	4,182		4,182	4,182	4,182	4,182		4,182	4,182	4,182	4,182		4,182	4,182	4,182	4,182	kJ/kg.K
(6)	$m_{w,opr}$ hmotnostní průtok teplosměsného média na kondenzátní straně TČ - provozní podmínky	0,42	0,421	0,421	0,421		0,42	0,421	0,421	0,421		0,42	0,421	0,421	0,421		0,42	0,421	0,421	0,421	J/kg.K
(7)	$1 - \frac{\Delta\theta_{stat,stat} - \Delta\theta_{opr}}{2} \cdot \frac{COP_{stat,stat}}{COP_{opr}}$ korigovaný COP pro různé teplotní rozptyly při zkoušce a provozu	0,989	0,995	1,001	1,031		0,989	0,995	1,001	1,031		0,989	0,995	1,001	1,031		0,989	0,995	1,001	1,031	-
(8)	$COP_{stat,stat}$ COP stanovený zkouškou (podle ČSN EN 14511)	0,97	0,97	0,98	1,00		0,97	0,97	0,98	1,00		0,97	0,97	0,98	1,00		0,97	0,97	0,98	1,00	-
(9)	$\Delta\theta_{stat,stat}$ teplotní rozptyl na kondenzátní straně TČ při standardních zkušebních podmínkách	3,2	3,4	3,6	4,0		3,2	3,4	3,6	4,0		3,2	3,4	3,6	4,0		3,2	3,4	3,6	4,0	W/W
(10)	$\Delta\theta_{opr}$ teplotní rozptyl na kondenzátní straně TČ v provozu podle návrhu	2,8	2,9	3,1	3,6		2,8	2,9	3,1	3,6		2,8	2,9	3,1	3,6		2,8	2,9	3,1	3,6	W/W
(11)	T_{ik} teplota na kondenzátní straně (sník)	5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0	°C
(12)	ΔT_{ik} průměrný teplotní rozdíl mezi teplotou teplosměsné látky a chladivem v kondenzátoru	3,7	4,5	5,1	6,9		3,7	4,5	5,1	6,9		3,7	4,5	5,1	6,9		3,7	4,5	5,1	6,9	°C
(13)	T_{ic} teplota zdroje	2,6	3,3	3,9	5,0		2,6	3,3	3,9	5,0		2,6	3,3	3,9	5,0		2,6	3,3	3,9	5,0	°C
(14)	ΔT_{ic} průměrný teplotní rozdíl mezi teplotou teplosměsné látky a chladivem v výparníku	35,0	35,0	35,0	35,0		35,0	35,0	35,0	35,0		35,0	35,0	35,0	35,0		35,0	35,0	35,0	35,0	°C
(15)	$COP_{stat,opr}$ korigovaný COP pro různé teplotní rozptyly při zkoušce a provozu	5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0	°C
(16)	$\Phi_{hp,stat}$ tepelná výstupní do rozvodů	4,0	4,0	4,0	4,0		4,0	4,0	4,0	4,0		4,0	4,0	4,0	4,0		4,0	4,0	4,0	4,0	°C
(17)	COP_{SH} topný faktor pro vytápění podle teplot teplotní křivky	-7	2	7	20		-7	2	7	20		-7	2	7	20		-7	2	7	20	°C
(18)	$\Phi_{hp,opr}$ tepelný výkon	15	15	15	15		15	15	15	15		15	15	15	15		15	15	15	15	°C
(19)	$\Phi_{w,stat}$ průměrná teplota nabíjení zásobníku TV	3,16	3,38	3,63	4,15		3,16	3,38	3,63	4,15		3,16	3,38	3,63	4,15		3,16	3,38	3,63	4,15	W/W
(20)	COP_{DHW} topný faktor pro přípravu TV podle průměrné teploty zásobníku	2,71	2,82	3,04	3,60		2,71	2,82	3,04	3,60		2,71	2,82	3,04	3,60		2,71	2,82	3,04	3,60	W/W
(21)	$\Phi_{w,opr}$ tepelný výkon při nabíjení	5,0	36,9	32,2			5,0	36,9	32,2			5,0	36,9	32,2			5,0	36,9	32,2		°C
		2,71	3,31	3,75			2,71	3,31	3,75			2,71	3,31	3,75			2,71	3,31	3,75		W/W
		5,17	8,51	10,45			5,17	8,51	10,45			5,17	8,51	10,45			5,17	8,51	10,45		kW
		46,1	46,1	46,1	46,1		46,1	46,1	46,1	46,1		46,1	46,1	46,1	46,1		46,1	46,1	46,1	46,1	°C
		2,83	2,97	3,20	3,74		2,83	2,97	3,20	3,74		2,83	2,97	3,20	3,74		2,83	2,97	3,20	3,74	W/W
		5,70	7,07	8,23	10,80		5,70	7,07	8,23	10,80		5,70	7,07	8,23	10,80		5,70	7,07	8,23	10,80	kW

TABULKA 2-49

RD - CERTIFIKACE TČ - 4

popis oznčení	popis	referenční stav				stávající stav				I. soubor opatření				II. soubor opatření				jednotka		
		bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem				
(1) Ztráty akumulací																				
(2) $Q_{h,acc,g}$	průměrná teplota akumulace	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	43,7	°C
(3) $Q_{h,acc,b}$	teplota prostoru okolo zísobáku	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	°C
(4) $\Delta\theta_{acc,b}$	teplotní rozdíl v pohotovostním stavu při zkušebních podmínkách	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	K
(5) $Q_{h,acc}$	tepelná ztráta akumulací v pohotovostním stavu při zkušebních podmínkách	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	kWh/d
(6) t_{acc}	černost času (hodin) v bin j	373	2 182	3 493	2 712	8 760	373	2 182	3 493	2 712	8 760	373	2 182	3 493	2 712	8 760	373	2 182	3 493	h
(7) N_{acc}	počet bin	13,0	6,0	10,0	19,0	48	13,0	6,0	10,0	19,0	48	13,0	6,0	10,0	19,0	48	13,0	6,0	10,0	48
(8)	ztráty akumulace do venkovního prostředí při přípravě TV	47	274	438	340	1 098	47	274	438	340	1 098	47	274	438	340	1 098	47	274	438	1 098 kWh
(9) $Q_{h,acc,stat}$	teplo pro přípravu TV - sdílení a akumulace	338	1 977	3 165	2 457	7 938	338	1 977	3 165	2 457	7 938	338	1 977	3 165	2 457	7 938	338	1 977	3 165	2 457 kWh
(10) DH_{acc}	hodnotoúspně bivalentní teplo (rovnovážný bod pro vytápění)	5 439					5 439					5 439					5 439			h°
(11) $N_{acc,b}$	akumulativní počet hodin do rovnovážné teploty	197					197					197					197			h
(12)	podíl tepla krytý doplňkovým zdrojem	0,055	0,111	0,063			0,055	0,010	0,006			0,055	0,010	0,006			0,055	0,010	0,006	°C
(13) Q_{sup}	doplňkové teplo	99	919	485			1 502	152	134	70		356	68	32			160	49	26	130 °C
(14) Průvozní doba																				°C
(15) $t_{p,pr,acc,j}$	průvozní doba vytápění (v době bin j)	350	977	731			2 059	539	1 504	1 126		3 168	242	676	506		1 425	197	549	411 h
(16) $t_{p,pr,acc,b}$	průvozní doba přípravu TV (v době bin j)	59	280	385	228	951	59	280	385	228	951	59	280	385	228	951	59	280	385	228 h
(17) $t_{p,pr,acc}$	celková průvozní doba (v době bin j)	409	1 257	1 116	228		598	1 783	1 510	228		3 026	302	956	891	228	2 560	829	796	228 h
(18) $t_{ef,pr,acc,j}$	efektivní průvozní doba (v době bin j)	373	1 257	1 116	228	2 973	373	1 783	1 510	228	3 894	302	956	891	228	2 376	2 560	829	796	228 h
(19) $Q_{sup,acc}$	dodatečné teplo z doplňkového zdroje	207	0	0			207	1 282	0	0		1 382	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0 kWh
(20) $E_{sup,acc}$	energetický vstup doplňkového zdroje	322	967	510	0	1 799	1 510	141	74	0	1 725	72	63	33	0	169	58	51	27	0 kWh

TABULKA 2-50

RD - CERTIFIKACE TČ - 5

pořadí	rovnice, označení	popis	referenční stav				sítácký stav				I. soubor opatření				II. soubor opatření				jednotka					
			bn 1	bn 2	bn 3	bn 4	bn 1	bn 2	bn 3	bn 4	bn 1	bn 2	bn 3	bn 4	bn 1	bn 2	bn 3	bn 4		celkem				
		provozní body podle zkušebníh rozsáh bodů	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0		°C				
		spodní hranice ve středú zkušebníh rozsahu	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0		°C				
		horní hranice ve středú zkušebníh rozsahu	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0		°C				
(1)		Pomocná energie																						
(2)	$W_{gen,aux,by}$	pomocná energie v pohotovostním stavu	0,00	9,25	23,77	24,84	0,00	3,99	19,83	24,84	48,7	0,71	12,26	26,02	24,84	63,8	1,17	13,53	26,97	24,84	66,5	kWh		
(3)	$W_{e,aux,by}$	pomocná energie pro akumulaci - nabíjení	4	20	27	16	67	4	20	27	16	67	4	20	27	16	67	4	20	27	16	67	kWh	
(4)		Využitelné tepelné ztráty																						
(5)	$Q_{W,aux,t,el}$	využitelné tepelné ztráty Zpomocné energie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kWh	
(6)	$Q_{W,aux,t,th}$	využitelné tepelné ztráty z akumulace TV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kWh
(7)		Celková elektrická energie																						
(8)	$E_{el,ip,in}$	potřeba elektrické energie TČ pro vytápění	555	2 232	1 912		498	3 822	3 122	7 442	437	1 719	1 404	3 560	355	1 396	1 141	2 891					kWh	
(8)	$E_{el,ip,in}$	potřeba elektrické energie TČ pro přípravu TV	119	666	990	656	119	666	990	2 432	119	666	990	2 432	119	666	990	2 432					kWh	
(9)	$E_{el,in}$	potřeba elektrické energie pro polom TČ celková	674	2 898	2 902	656	618	4 487	4 112	9 874	556	2 385	2 395	5 992	474	2 062	2 131	5 323					kWh	
(10)		Výstupní hodnoty																						
(11)	$E_{el,gen,in}$	elektrická energie k pokrytí tepelných požadavků	674	2 898	2 902	656	618	4 487	4 112	9 874	556	2 385	2 395	5 992	474	2 062	2 131	5 323					kWh	
(12)	$W_{HW,gen,aux}$	celková pomocná energie	4	29	51	41	4	24	47	115	5	32	53	130	5	33	54	133					kWh	
(13)	$Q_{HW,gen,t,aux}$	celkové tepelné ztráty	48	287	467	368	48	281	463	1 160	48	290	469	1 175	49	291	470	1 178					kWh	
(14)	$Q_{HW,gen,t,el,ip,in}$	celkové využitelné tepelné ztráty	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					kWh	
(15)	$Q_{HW,gen,t}$	tepelná energie dodaná doplňkovým zdrojem	1 473	7 392	7 907	1 801	2 607	10 884	11 779	27 819	1 034	5 347	6 062	14 244	881	4 588	5 332	12 602					kWh	
(16)	$Q_{HW,gen,t}$	tepelná energie dodaná doplňkovým zdrojem	306	919	485	0	0	0	70	0	70	0	32	0	0	0	26	0	266				kWh	
(17)	$SP_{FHW,gen}$	sezónní energetická náročnost (topný faktor) výroby tepla	3,39				3,66			3,13				3,30				3,08						
(18)	$SP_{FHW,ip}$	sezónní energetická náročnost TČ	3,31				3,77			3,28				3,28				3,28						

TABULKA 2-51

RD – VÝSTUP Z CERTIFIKACE TČ

specifikace	referen- ční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	
Zdroj tepla - kondenzační plynový kotel					
potřeba tepla na vytápění na vstupu do dílčí části akumulace	17,43	26,82	12,06	9,80	MWh/rok
potřeba tepla na přípravu TV na vstupu do dílčí části akumulace	6,84	9,25	6,84	6,84	MWh/rok
celková potřeba tepla na vstupu do dílčí části akumulace	24,27	36,07	18,90	16,64	MWh/rok
plocha podle zákona 406	245,4				m ²
potřeba dodaného tepla na systémové hranici - kondenzační plynový kotel	24,76	36,81	19,29	16,98	MWh/rok
Tepelné čerpadlo					
dodané teplo - využití teplo prostředí	18,57	27,82	14,24	12,60	MWh/rok
potřeba elektrické energie	7,13	9,87	5,99	5,32	MWh/rok
tepelná energie dodaná doplňkovým zdrojem	6,19	8,99	5,04	4,37	MWh/rok
Porovnání měrných primárních energií					
zdroj tepla kondenzační kotel	110,99	164,99	86,46	76,09	kWh/m ² .rok
zdroj tepla TČ a doplněk elektrinou	162,81	230,60	134,93	118,54	kWh/m ² .rok
zdroj tepla TČ a doplněk z kondenzačního plynového zdroje	114,90	161,00	95,87	84,68	kWh/m ² .rok
Využití tepla prostředí					
Poměr využití tepla prostředí (vzduchu) ku celkové potřebě dodaného tepla na systémové hranici	75,01%	75,58%	73,85%	74,23%	%

TČ kryje cca 75 % potřeby tepla na vytápění a přípravu TV. Poměr využití tepla prostředí (vzduchu) ku celkové potřebě dodaného tepla na systémové hranici je cca 75 %. Měrné potřeby primární energie jsou uvedeny v tabulce.

TABULKA 2-52

POROVNÁNÍ MĚRNÝCH PRIMÁRNÍCH ENERGIÍ

	referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	
zdroj tepla kondenzační kotel	110,99	164,99	86,46	76,09	kWh/m ² .rok
zdroj tepla TČ a doplněk elektrinou	162,81	230,60	134,93	118,54	kWh/m ² .rok
zdroj tepla TČ a doplněk z kondenzačního plynového zdroje	114,90	161,00	95,87	84,68	kWh/m ² .rok

Z hodnot v tabulce je zřejmé, že TČ na elektřinu dosahuje vysokých hodnot potřeby primární energie. V tomto provedení není řešením pro budovy s téměř nulovou potřebou energie. Podstatně příznivější by byla TČ s plynovým pohonem, ta však na českém trhu jsou omezeně a je s nimi málo zkušeností.

TABULKA 2-53

BD - CERTIFIKACE TČ - 1

pořadí	rovnice; označení	popis	referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	jednotka
(1)	Klimatické údaje						
(2)	četnost výskytu teplot (bin)	tabulka pro ČR					
(3)	$\theta_{e,des}$ [°C]	venkovní návrhová teplota	-12,0	-12,0	-12,0	-12,0	°C
(4)	Vstupní údaje pro vytápění						
(5)	$Q_{H,gen,out}$	požadavky na vytápění podle ČSN EN 15316-2-3 - vstup do rozvodů tepla	30 526	70 886	29 583	28 800	kWh/rok
(6)	$\theta_{i,des}$	vnitřní návrhová teplota	20,0	20,0	20,0	20,0	°C
(7)	ohřev VZT	druh otopné plochy (tělesa, konvektory, velkoplošné vytápění, teplovzdušné vytápění)					
(8)	$\theta_{f,des}$	návrhová teplota průtoku (při venkovní návrhové teplotě $\theta_{e,des}$)	50,0	50,0	50,0	50,0	°C
(9)	$\Delta\theta_{Fr,des}$	teplotní spád vytápění při návrhových podmínkách	15,0	15,0	15,0	15,0	K
(10)	θ_{tih}	horní venkovní limitní teplota pro vytápění	13,0	13,0	13,0	13,0	°C
(11)	θ_{bal}	rovnovážný bod pro vytápění	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	°C
(12)	t_{co}	přerušení provozu tepelného čerpadla (např. tarifní podmínky, apod.)	0,0	0,0	0,0	0,0	h/d
(13)	je	akumulace pro provoz vytápění	0,0	0,0	0,0	0,0	
(14)	ano	doplňkový zdroj	0,0	0,0	0,0	0,0	kW
(15)	teplo	druh doplňkového zdroje (elektrina, plyn, olej)	teplo	teplo	teplo	teplo	
(16)	paralelní	způsob provozu doplňkového zdroje (alternativní, paralelní, částečně paralelní)	0,0	0,0	0,0	0,0	
(17)	η_{bu}	účinnost doplňkového zdroje	0,95	0,95	0,95	0,95	
(18)							
(19)	Vstupní údaje pro přípravu TV						
(20)	$Q_{W,gen,out}$	požadavky na TV (podle ČSN EN 15316-3-2) na vstupu do rozvodů	0	0	0	0	kWh
(21)	$\theta_{W,st,in}$	teplota studené vody	10,0	10,0	10,0	10,0	°C
(22)	$\theta_{W,st,out}$	průměrná teplota vody na výtoku z akumulační nádoby	0,0	0,0	0,0	0,0	°C
(23)	$V_{W,st}$	objem akumulace					l
(24)	$Q_{W,st,sby}$	ztráty tepla v akumulaci v pohotovostním stavu	0,0	0,0	0,0	0,0	kWh/24
(25)	$\theta_{W,st,sby}$	teplotní rozdíl během zkoušky akumulace	40,0	40,0	40,0	40,0	K
(26)	$\theta_{W,st,amb}$	teplota okolí akumulačního zásobníku	15,0	15,0	15,0	15,0	°C
(27)		ztráty v potrubí zahnuté v tepelných ztrátách akumulace v pohotovostním stavu		0,0	0,0	0,0	
(28)		stejný doplňkový zdroj s vytápěním		0,0	0,0	0,0	
(29)	Tepelné čerpadlo						
(30)	A/W	druh tepelného čerpadla - příkon	7,0	7,0	7,0	7,0	kW
(31)		počet kusů	1,0	1,0	1,0	1,0	ks
(32)		teplota zdroje - spodní vody					°C
(33)	současná	způsob přípravy TV (žádná, výhradní, alternativní, současná)	0,0	0,0	0,0	0,0	
(34)	zapnuto - vypnuto	regulace TČ (zapnuto-vypnuto, stupňovitá, proměnná rychlost)		0,0	0,0	0,0	
(35)	$\theta_{hp,opr}$	hranice provozní teploty	55,0	55,0	55,0	55,0	°C
(36)	Pomocná zařízení						
(37)	P_s	příkon nabíjecího čerpadla	70,0	70,0	70,0	70,0	W
(38)	P_{sby}	příkon regulace	10,0	10,0	10,0	10,0	W
(39)	$k_{gen,aux,ls}$	podíl ztrát čerpadla pomocnou energií do okolí	0,2	0,2	0,2	0,2	-
(40)	$b_{gen,aux}$	teplotní redukční faktor	1,0	1,0	1,0	1,0	-

TABULKA 2-53

BD - CERTIFIKACE TČ - 2

pozná- tky; oznacení	popis	referenční stav				stávající stav				I. soubor opatření				II. soubor opatření				jed- notka		
		bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4		celkem	
	Vytápění - pouze (ČSN EN 14511-2)																			
(1)	rozsah venkovních teplot	[-11,-2]	[-2,4]	[4,15]	[15,35]	[-11,-2]	[-2,4]	[4,15]	[15,35]	[-11,-2]	[-2,4]	[4,15]	[15,35]	[-11,-2]	[-2,4]	[4,15]	[15,35]			
(2)	teplost zdroje při zkušební hodnotě	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	celkem	°C	
(3)	vyšší teplota při zkušební hodnotě	35,0				35,0				35,0				35,0						°C
(4)	níže teplota při zkušební hodnotě	50,0				50,0				50,0				50,0						°C
(5)	topný faktor při výstupu teplotě 35 °C	2,7	3,3	3,4	4,2	2,7	3,3	3,4	4,2	2,7	3,3	3,4	4,2	2,7	3,3	3,4	4,2		W/W	
(6)	topný faktor při výstupu teplotě 50 °C	2,3	2,6	2,6	3,3	2,3	2,6	2,6	3,3	2,3	2,6	2,6	3,3	2,3	2,6	2,6	3,3		W/W	
(7)	nahrazuje zkušební hodnoty	0,72	0,88	1,04	1,36	0,7	0,9	1,0	1,4	0,7	0,9	1,0	1,4	0,7	0,9	1,0	1,4		-	
	$\Phi_{Dp,pass}$	21,5	26,3	29,9	40,7	21,5	26,3	29,9	40,7	21,5	26,3	29,9	40,7	21,5	26,3	29,9	40,7		kW	
(8)	nahrazuje zkušební hodnoty	0,68	0,85	1,00	1,29	0,7	0,9	1,0	1,3	0,7	0,9	1,0	1,3	0,7	0,9	1,0	1,3		-	
	$\Phi_{Dp,pass}$	18,8	23,5	27,7	35,7	18,8	23,5	27,7	35,7	18,8	23,5	27,7	35,7	18,8	23,5	27,7	35,7		kW	
(9)	Energie podle statistické četnosti teplot																			
		bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4			
(10)	podle zkušebních rozsahů bodů	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0		°C	
(11)	spodní hranice	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0		°C	
(12)	horní hranice	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0		°C	
(13)	$DH_{H,allim}$	9 422	49 203	85 786		9 422	49 203	85 786		9 422	49 203	85 786		9 422	49 203	85 786			h°	
(14)	$DH_{H,allim}$	765	9 422	49 203		765	9 422	49 203		765	9 422	49 203		765	9 422	49 203			h°	
(15)	$DH_{H,net}$	83 398	83 398	83 398		83 398	83 398	83 398		83 398	83 398	83 398		83 398	83 398	83 398			h°	
(16)	$k_{H,t} = \frac{DH_{H,allim,t} - DH_{H,net,t}}{DH_{H,net,t}}$	0,10	0,48	0,44		1,0	0,10	0,48	0,44	1,0	0,10	0,48	0,44	1,0	0,10	0,48	0,44		1,0	
(17)	$Q_{H,gen,net}$	3 169	14 561	13 390		3 169	14 561	13 390		3 169	14 561	13 390		3 169	14 561	13 390			29 360 kW/h	
(18)	$t_{H,gen,net} = \frac{Q_{H,gen,net}}{N_{No,allim,t}}$	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712		8 760,0 h	
(19)	$t_{H,t} = t_{H,gen,net} \cdot \frac{24 - t_{co}}{24}$	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712	373	2 182	3 493	2 712		8 760 h	
(20)	t_{co}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		h	
(21)	$K_{H,t} = \frac{Q_{H,gen,net,t}}{Q_{H,gen,net,t} + t_{co}}$	0,04	0,25	0,40	0,31	1,0	0,04	0,25	0,40	0,31	1,0	0,04	0,25	0,40	0,25	0,40	0,31		1,0	
(22)	$Q_{H,gen,net}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0 kW/h	

TABULKA 2-54

BD - CERTIFIKACE TČ - 3

poin-rovnice, di označení	popis	referenční stav				stojící stav				I. soubor opatření				II. soubor opatření				jednotka	
		bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem			
	provozní body podle zkušebních rozsahů bodů spodní hranice ve středě zkušebního rozsahu	-7,0	2,0	7,0	20,0	7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	°C	
	horní hranice ve středě zkušebního rozsahu	-11,0	-2,0	4,0	14,0	4,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	°C
	horní hranice ve středě zkušebního rozsahu	-2,0	4,0	14,0	35,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	-2,0	4,0	14,0	35,0	°C
(1)	Parametry tepelného čerpadla v provozních bodech																		
(2)	$\Delta\theta = \frac{\Phi_{hp}}{M_w \cdot c_w}$ teplotní rozptyl na kondenzátní straně TČ	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	K	
(3)	Φ_{hp} tepelný výkon TČ	21,5	26,3	29,9	40,7	21,5	26,3	29,9	40,7	21,5	26,3	29,9	40,7	21,5	26,3	29,9	40,7	KW	
(4)	c_w tepelná kapacita teplotnosné látky	18,8	23,5	27,7	35,7	18,8	23,5	27,7	35,7	18,8	23,5	27,7	35,7	18,8	23,5	27,7	35,7	KW	
(5)	$m_{w,zst}$ hmotnostní průtok teplotnosného média na kondenzátní straně TČ-zkušební podmínky	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	4,182	kg/kg.K	
(6)	$m_{w,wp}$ hmotnostní průtok teplotnosného média na kondenzátní straně TČ-provozní podmínky	1,26	1,258	1,258	1,258	1,26	1,258	1,258	1,258	1,26	1,258	1,258	1,258	1,26	1,258	1,258	1,258	J/kg.K	
(7)	$1 - \frac{\Delta\theta_{max,est} - \Delta\theta_{opr}}{\Delta\theta_{max,est} + \Delta\theta_{ik} - (T_{ze} - \Delta T_{ze})}$ korigovaný COP pro různé teplotní rozptyly při zkoušce a provozu	0,983	0,987	0,991	1,011	0,983	0,987	0,991	1,011	0,983	0,987	0,991	1,011	0,983	0,987	0,991	1,011	-	
(8)	$COP_{trans,est}$ COP stanovený zkouškou (podle ČSN EN 14511)	0,97	0,97	0,98	1,00	0,97	0,97	0,98	1,00	0,97	0,97	0,98	1,00	0,97	0,97	0,98	1,00	-	
(9)	$\Delta\theta_{trans,est}$ teplotní rozptyl na kondenzátní straně TČ při standardních zkušebních podmínkách	2,7	3,3	3,4	4,2	2,7	3,3	3,4	4,2	2,7	3,3	3,4	4,2	2,7	3,3	3,4	4,2	W/W	
(10)	$\Delta\theta_{opr}$ teplotní rozptyl na kondenzátní straně TČ v provozu podle návrhu	2,3	2,6	2,6	3,3	2,3	2,6	2,6	3,3	2,3	2,6	2,6	3,3	2,3	2,6	2,6	3,3	W/W	
(11)	T_{ik} teplota na kondenzátní straně (sínk)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	°C	
(12)	ΔT_{ik} průměrný teplotní rozdíl mezi teplotou teplotnosné látky a chladivem v kondenzátoru	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	°C	
(13)	T_{ic} teplota zdroje	-7	2	7	20	-7	2	7	20	-7	2	7	20	-7	2	7	20	°C	
(14)	ΔT_{ic} průměrný teplotní rozdíl mezi teplotou teplotnosné látky a chladivem ve výparníku	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	°C	
(15)	$COP_{z,db} = korek. \cdot COP_{trans,est}$ korigovaný COP pro různé teplotní rozptyly při zkoušce a provozu	2,65	3,26	3,37	4,25	2,65	3,26	3,37	4,25	2,65	3,26	3,37	4,25	2,65	3,26	3,37	4,25	W/W	
(16)	$\Phi_{hp,est}$ tepelný výkon teplotnosné látky do rozvodu	2,23	2,53	2,55	3,30	2,23	2,53	2,55	3,30	2,23	2,53	2,55	3,30	2,23	2,53	2,55	3,30	W/W	
(17)	$\Phi_{hp,wp}$ tepelný výkon teplotnosné látky v provozu	50,0	36,9	32,2		50,0	36,9	32,2		50,0	36,9	32,2		50,0	36,9	32,2		°C	
(18)	$\Phi_{w,avg}$ průměrná tepelná nabíjecí zátěž zkušební TV	18,84	25,97	30,31		18,84	25,97	30,31		18,84	25,97	30,31		18,84	25,97	30,31		W/W	
(19)	$\Phi_{w,wp}$ průměrná tepelná nabíjecí zátěž zkušební TV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	°C	
(20)	COP_{DHW} topný faktor pro přípravu TV podle průměrné teploty zásobníku	3,65	4,95	5,28	6,45	3,65	4,95	5,28	6,45	3,65	4,95	5,28	6,45	3,65	4,95	5,28	6,45	W/W	
(21)	$\Phi_{w,wp}$ tepelný výkon při nabíjení	27,81	32,77	35,03	52,17	27,81	32,77	35,03	52,17	27,81	32,77	35,03	52,17	27,81	32,77	35,03	52,17	KW	

TABULKA 2-55

BD - CERTIFIKACE TČ - 4

popis oznámění	referenční stav				stávající stav				I. soubor opatření				II. soubor opatření				jednotka		
	bin 1	bin 2	bin 3	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	celkem			
provozní body podle zkušebních rozsahů bodů	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	-7,0	2,0	7,0	20,0	°C		
spodní hranice ve sítěch zkušebního rozsahu	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	-11,0	-2,0	4,0	14,0	°C		
horní hranice ve sítěch zkušebního rozsahu	-2,0	4,0	14,0	33,0	-2,0	4,0	14,0	33,0	-2,0	4,0	14,0	33,0	-2,0	4,0	14,0	33,0	°C		
Ztráty akumulací																			
(1) $Q_{H,acc}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	°C		
(2) $Q_{H,acc,1}$	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	°C		
(3) $Q_{H,acc,2}$	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	K		
(4) $\Delta Q_{H,acc}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	kWh/d		
(5) $Q_{H,acc}$	373	2 182	3 493	2 712	8 760	373	2 182	3 493	2 712	8 760	373	2 182	3 493	2 712	8 760	373	h		
(6) η	13,0	6,0	10,0	19,0	48	13,0	6,0	10,0	19,0	48	13,0	6,0	10,0	19,0	48	13,0	-		
(7) $N_{b,acc}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 kWh		
(8) $Q_{W,acc}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 kWh		
(9) Potřeba energie doplňkového zdroje																			
(10) $DH_{h,el}$	5 439																	5 439	h°
(11) $N_{h,el}$	197																	197	h
(12)	0,055	0,111	0,063		0,055	0,111	0,066		0,055	0,110	0,066		0,055	0,100	0,066		°C		
(13) Q_{buj}	173	1 610	849		2 631	401	353	186		941	168	147	78		393	163	382 °C		
(14) Provozní doba																			
(15) $t_{p,provozní}$	168	561	442		1 171	391	1 302	1 026		2 719	163	543	428		1 135	159	529 417 1 105 h		
(16) $t_{p,provozní}$	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0 h		
(17) $t_{p,provozní}$	168	561	442		1 171	391	1 302	1 026		2 719	163	543	428		1 135	159	529 417 1 105 h		
(18) $t_{p,provozní}$	168	561	442		1 171	373	1 302	1 026		2 701	163	543	428		1 135	159	529 417 1 105 h		
(19) $Q_{buj,acc}$	0	0	0		0	491	0	0		491	0	0	0		0	0	0 kWh		
(20) $E_{buj,acc}$	182	1 694	894		2 770	939	372	196		1 507	176	155	82		413	172	151 80 0 402 kWh		

TABULKA 2-56

BD - CERTIFIKACE TČ - 5

pořadí	zkrácený popis	referenční stav				stávající stav				I. soubor opatření				II. soubor opatření				jednotka									
		bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	celkem											
	provozní body podle zásadních rozsahů bodů spodní hranice	-7,0	2,0	7,0	20,0		-7,0	2,0	7,0	20,0		-7,0	2,0	7,0	20,0		°C										
	horní hranice	-11,0	-2,0	4,0	14,0		-11,0	-2,0	4,0	14,0		-11,0	-2,0	4,0	14,0		°C										
	horní hranice ve střední části oběhového rozsahu	-2,0	4,0	14,0	35,0		-2,0	4,0	14,0	35,0		-2,0	4,0	14,0	35,0		°C										
(1)	Pomocná energie																										
(2)	W _{gen,auxby}	2,05	16,21	30,51	27,12	75,9	0,00	8,80	24,67	27,12	60,6	2,10	16,39	30,65	27,12	76,3	2,14	16,53	30,76	27,12	76,6	kWh					
(3)	W _{transby}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh				
(4)	Využitelné tepelné ztráty																										
(5)	Q _{tr,aux,tep}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kWh				
(6)	Q _{tr,aux,el,TV}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kWh			
(7)	Celková elektrická energie																										
(8)	E _{tr,el,pro}	1 346	4 091	3 561		8 998	2 905	10 570	8 775	22 250	1 304	4 411	3 662		9 378	1 270	4 294	3 565		9 378	1 270	4 294	3 565	9 129	kWh		
(8)	E _{tr,el,by}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh	
(9)	E _{tr,el,TC}	1 346	4 091	3 561	0	8 998	2 905	10 570	8 775	22 250	1 304	4 411	3 662	0	9 378	1 270	4 294	3 565	0	9 378	1 270	4 294	3 565	0	9 129	kWh	
(10)	Výstupní hodnoty																										
(11)	E _{tr,gen,el}	1 346	4 091	3 561	0	8 998	2 905	10 570	8 775	22 250	1 304	4 411	3 662	0	9 378	1 270	4 294	3 565	0	9 378	1 270	4 294	3 565	0	9 129	kWh	
(12)	W _{tr,gen,aux}	2	16	31	27	76	0	9	25	27	61	2	16	31	27	76	2	17	31	27	76	2	17	31	27	77	kWh
(13)	Q _{tr,gen,el,TC}	2	16	31	27	76	0	9	25	27	61	2	16	31	27	76	2	17	31	27	76	2	17	31	27	77	kWh
(14)	Q _{tr,gen,el,TC,tep}	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
(15)	Q _{tr,gen,TC}	1 823	10 469	9 830	0	22 122	4 453	23 243	22 319	0	50 015	1 767	9 700	9 315	0	20 781	1 720	9 443	9 068	0	20 781	1 720	9 443	9 068	0	20 231	kWh
(16)	Q _{tr,gen,TC,tep}	173	1 610	849	0	2 631	0	0	186	0	186	0	0	78	0	78	0	0	76	0	78	0	0	76	0	76	kWh
(17)	S _{PF,gen}					3,43					3,24					3,19					3,19					3,19	
(18)	S _{PF,by}					3,14					3,23					3,18					3,18					3,18	

TABULKA 2-57

RD – VÝSTUP Z CERTIFIKACE TČ

specifikace pro 1 TČ o tepelném výkonu 29,9 (+7°C; W35)	referenční stav				
Zdroj tepla - kondenzační plynový kotel					
potřeba tepla na vytápění na vstupu do dílčí části akumulace	218,04	218,04	218,04	218,04	MWh/rok
potřeba tepla na přípravu TV na vstupu do dílčí části akumulace	68,91	68,91	68,91	68,91	MWh/rok
celková potřeba tepla na vstupu do dílčí části akumulace	286,96	286,96	286,96	286,96	MWh/rok
plocha podle zákona 406	5 402,4				m ²
potřeba dodaného tepla na systémové hranici - kondenzační plynový kotel	292,81	292,81	292,81	292,81	MWh/rok
Tepelné čerpadlo					
počet TČ	1	2	3	4	
dodané teplo - využitě teplo prostředí	22,12	44,24	88,49	176,98	MWh/rok
potřeba elektrické energie	9,00	18,00	53,99	215,95	MWh/rok
tepelná energie dodaná doplňkovým zdrojem	195,92	173,80	129,55	41,07	MWh/rok
Porovnání měrných primárních energií					
zdroj tepla kondenzační kotel	44,40	44,40	44,40	44,40	kWh/m ² .rok
zdroj tepla TČ a doplněk elektrinou	113,79	106,50	101,92	142,72	kWh/m ² .rok
zdroj tepla TČ a doplněk z kondenzačního plynového zdroje	44,89	45,38	56,36	128,28	kWh/m ² .rok
Využití tepla prostředí					
Poměr využitého tepla prostředí (vzduchu) ku celkové potřebě dodaného tepla na systémové hranici	10,15%	20,29%	40,58%	81,17%	%

BD je uveden v tabulkách 2-52 až 2-56 a výstupní 2-57. V tabulkách 2-52 až 2-56 je certifikováno TČ vzduch – voda podle metodiky uvedené v ČSN EN 15316-4-2. Vstupní hodnoty jsou v tabulce 2-52. Tepelný výkon TČ je 29,9 kW (7°C, W35). TČ kryje pouze vytápění. Je uplatněna metoda statistické četnosti teplo (bin) metoda) pro teplotní pásma -11 až -2, -2 až 4, 4 až 15 a 15 až 35.

TABULKA 2-58

POROVNÁNÍ MĚRNÝCH PRIMÁRNÍCH ENERGIÍ V BD

	referenční stav	stávající stav	I. soubor opatření	II. soubor opatření	
zdroj tepla kondenzační kotel	44,40	44,40	44,40	44,40	kWh/m ² .rok
zdroj tepla TČ a doplněk elektrinou	113,79	106,50	101,92	142,72	kWh/m ² .rok
zdroj tepla TČ a doplněk z kondenzačního plynového zdroje	44,89	45,38	56,36	128,28	kWh/m ² .rok

Ve výstupní tabulce je uveden přehled pro referenční stav a počty TČ 1 až 4.

TČ kryje cca 10 až 81 % (podle počtu) potřeby tepla na vytápění. Poměr využitého tepla prostředí (vzduchu) ku celkové potřebě dodaného tepla na systémové hranici je cca 10 až 81 %. Měrné potřeby primární energie jsou uvedeny v tabulce 2-58.

Sezónní energetická náročnost (topný faktor) výroby tepla je cca 3,4, sezónní energetická náročnost TČ je cca 3,2.

Z hodnot v tabulce je zřejmé, že TČ na elektřinu dosahuje vysokých hodnot potřeby primární energie. V tomto provedení není řešením pro budovy s téměř nulovou potřebou energie.

TČ vzhledem k vysokému potenciálu využití tepla prostředí se příznivě využijí zejména v občanských budovách v integrovaných soustavách, kdy sníží potřebu dodané energie na systémové hranici, např. jako reverzibilní chladicí stroj apod.

Protiklad vysokého využití tepla prostředí a podstatného zhoršení hodnoty měrné primární energie je třeba individuálně posuzovat podle okrajových podmínek.

2.3 BIOMASA – PRO VÝROBU TEPLA

Krajina kolem nás nám poskytuje každoročně velké množství biomasy. Tuto hmotu lze využít k získání paliva a to buď pro přímé spalování, nebo různé výroby bioplynu, nebo k výrobě extraktů použitelných i pro spalovací motory. Využitím veškeré biomasy můžeme podstatným způsobem zlepšit životní prostředí. Nejenže se podpoří hospodaření v krajině a ekonomický tok v regionu, ale biomasa, která roste okolo nás, v případě, že ji necháme ležet v přírodě, zetlí. Tlením vznikají uhlovodíky, které unikají do ovzduší a narušují jej. Řízeným spalováním vznikne pouze CO₂, které další dorůstající biomasa spotřebuje. Takže, z takového pohledu, se opravdu jedná o nejekologičtější energii, kterou můžeme získat.

2.3.1 PŘEHLED BIOMASY

- 1) dřevo, polena, štěpka vyrobená z odpadu při těžbě, při čištění okolí silnic, tratí a koridorů pod elektrickým vedením. Nezanedbatelný zdrojem je štěpka z keřů v krajině.
- 2) obilí. Může se jednat o méně kvalitní obilí, které nesplňuje parametry potravinářského, nebo krmného obilí, nebo cíleně pěstované obilí pro energetiku. Patří sem i kukuřice.
- 3) sláma. Jedná se o slámu, která není využitelná v zemědělství. Argument, že zaoráním slámy se zlepší půda je sporný. Dlouhodobé zaorávání slámy není z agrotechnického hlediska dobré a půdu spíše devastuje. Naopak popel z biomasy je pro půdu jednoznačným přínosem.
- 4) seno. Se senem je počítáno pouze v granulované podobě, ale s využitím dotací na sklizeň trvalých travních porostů jde o perspektivní palivo
- 5) energetické rostliny. Sem dnes patří hlavně krmný šťovík, ale i další rostliny. Tento obor je v samých začátcích výzkumu, ale využití zemědělské půdy pro výrobu energie poskytuje jistotu produkce, tak jak ji poskytuje v oblasti potravin, nebo technických plodin a proto je zde veliký prostor pro další vývoj.
- 6) zemědělské odpady. Jedná se hlavně o odpady z čistíček osiva, travního semene a obilí, nebo odpadu od živočišné výroby včetně hnoje.

2.3.2 ORIENTAČNÍ KVANTIFIKACE DODÁVKY BIOMASY

Množství biomasy:

- 1) na jeden rodinný dům stačí biomasa z cca 1,5 ha půdy (6 až 8 tun)
- 2) pro vesnici se 100 domy, postačí pro získání biomasy pro vytápění celé vesnice cca 150 ha půdy. Z historie má v našich podmínkách vesnice se 100 domy cca 1000 ha zemědělské půdy, lesy

(ostatní půda není počítána). Jedná o využití cca 15 % půdy pro energetické účely, což v dnešní době nadprodukce zemědělské výroby je přínos. Pro „výrobce paliva“ to znamená potencionální trh s ročním objemem obchodu za cca 1,5 mil korun. (pokud bereme, že za pohodlné vytápění je ochoten člověk dát cca 15 000 Kč za sezónu).

Palivo pro automatický provoz

Výkony do 90 kW

- 1) dřevní a travní pelety o průměru 6 – 8 mm, obilní přebytky (zrno) - pšenice, ječmen, oves, kukuřice.
- 2) kusové dřevo - délka 50 cm, Ø do 10 cm, jednotlivé kusy do Ø 20 cm, dřevní brikety, štěpka, piliny (palivo do 20% vlhkosti)

Výkony od 90 kW a více

- 1) dřevní štěpka 30 x 30 x 60 mm
- 2) zelená dřevní štěpka 30 x 30 x 60 mm
- 3) piliny
- 4) sláma – řezanka 3 až 5 cm
- 5) energetické byliny – řezanka 3 až 5 cm
- 6) alternativní pelety, dřevěné pelety
- 7) Výkony od 600 kW a více
- 8) sláma – balíky 120 x 80 x 2500 cm
- 9) obilná, řepková
- 10) energetické byliny – balíky 120 x 80 x 2500 cm
- 11) energetický šťovík, kostřeva rákosovitá.

Toto rozdělení se může překrývat, jak je zřejmé z přehledu přiřazení vhodnosti paliva a výkonu zdroje.

TABULKA 2-59

PALIVO A VELIKOST ZDROJE TEPLA

Palivo	Pro topidla o výkonu od – do kW	Poznámka
Polena	0 - 150	výkon 150 kW již vyžaduje cca 45 kg paliva za hodinu, to znamená u vytápění bytových prostor 450 kg polen denně. U vyšších výkonů je ruční manipulace již náročná, tudíž topení poleny neekonomické z hlediska náročnosti na obsluhu
Dřevěné brikety	0 – 75	jsou pohodlné, ale relativně drahé, velice vhodné do lokálních krbových topidel, kde spotřeba za sezónu je cca 3 až 4 t.
Dřevěné pelety	0 – 90	nad 90 kW se již vyplatí dávkování a silo na štěpky nebo piliny, což je levnější palivo nežli pelety. Poměr potřebné energie na dopravu paliva je k výkonu kotle přijatelný.
Alternativní pelety a obilí	10 – 250	nejsou vhodné pro velmi nízké výkony, mají nižší schopnost regulace výkonu, horní mez výkonu kotle je dále ur-

TABULKA 2-59

PALIVO A VELIKOST ZDROJE TEPLA

Palivo	Pro topidla o výkonu od – do kW	Poznámka
		čována aktuální cenou pelet v místě
Štěpky a piliny	90 a výš	pod 90 kW je pořizovací cena sila a dopravních cest vysoká, vysoká je také cena el. energie, která je zapotřebí pro dopravu paliva ze zásobníku do kotle, proto jsou realizace kotle na štěpku pod 90 kW výkonu řídké.
Sláma	700 a výš	pro výkony pod 700 kW je cena zařízení a energetická náročnost dopravy slámy do kotle vysoká

Orientační ceny zdrojů tepla podle výkonu a paliva:

TABULKA 2-60

ORIENTAČNÍ CENY ZDROJŮ TEPLA ZDROJE TEPLA

Objekt	Výkon – palivo	Pořizovací cena topidla Cena instalace topidla	Poznámka
Malé domky, popřípadě byty	do 16 kW polena, dřevěné brikety	do 45 000 do 15 000	jedná se o krbová kamínka s možností napojením na otopnou soustavu – radiátory
Rodinné domy	do 25 kW polena, dřevěné brikety	35 000 až 70 000 do 25 000	zplyňující kotle. Cena se mění podle provedení (nerezové provedení, výkonná regulace apod.)
Bytovky a malé provozovny	do 45 kW polena dřevěné brikety	50 000 až 70 000 do 30 000	
Rodinné domy	do 25 kW pelety, obilí	cca 90 000 do 25 000	jedná se o automatický kotel s elektrickým zapalováním a možností dálkového ovládní.
Objekty občanské vybavenosti a sídelní útvar	do 90 kW – štěpka, pelety	690 000 instalace v ceně	při použití slámy u výkonů nad 600 kW je nárůst ceny o cca 500 000 Kč (rozdrůžovadlo a zásobní dráha). Cena je za kompletní dodávku i s montáží technologie, bez stavebních úprav. Cena se mění podle konkrétního projektu.
	do 200 kW – štěpka, pelety	780 000 instalace v ceně	
	do 350 kW – štěpka, pelety	cca 1 700 000 instalace v ceně	
	do 600 kW – štěpka, sláma	cca 1 900 000 instalace v ceně	
	do 900 kW – štěpka, sláma	cca 2 300 000 instalace v ceně	
	do 1800 kW - štěpka	cca 3 500 000 instalace v ceně	

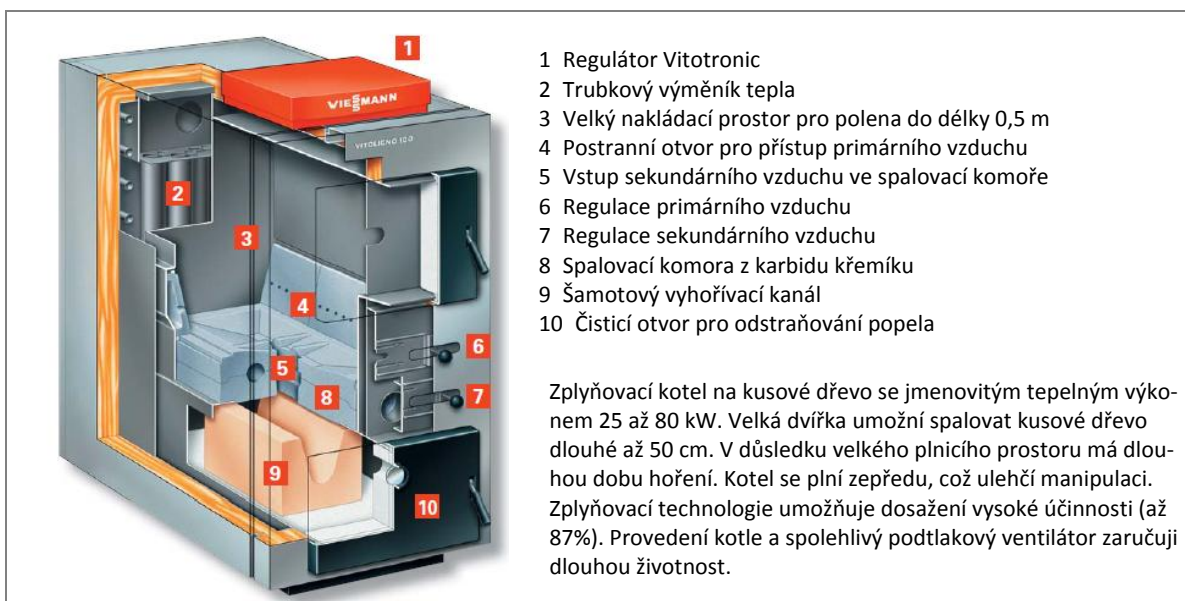
2.3.3 KONCEPCE ZÁSOBOVÁNÍ OBCE PALIVEM

Pro provedení zodpovědné studie proveditelnosti vytápění obce je zapotřebí zajistit:

- Rozbor zdrojů paliva, jak je uvedeno výše a nebát se přemýšlet o veškeré biomase
- Ujasnit si, kdo bude tuto činnost obstarávat. Zemědělský podnik, obec, společnost pro tuto činnost založená, jiný subjekt.
- Neopomenout výrobu polen, posoudit potřebnou technologii pro jejich výrobu. Štípačky, skladování, manipulace a prodej. Z předchozího vidíme, že se jedná o veliký díl zdroje paliva. I ve vyspělých zemích jako Švýcarsko, Švédsko, Bavorsko vidíme v lese daleko větší výrobu polen, nežli je zatím u nás. Zde je opravdu veliký prostor pro podnikání.
- Vybudovat systém štěpkování, ať již u zpracovatelského průmyslu, tak i při těžbě dřeva, nebo při údržbě krajiny a lesa. Tato činnost je u nás také v začátcích.
- Rozšířit možnost vybudování briketáren, nebo peletáren.

Pro sídelní útvar či obec se uplatní vytápění:

- bytů a malých objektů krbovými kamny, kombinovanými s akumulční nádrží s možností využití nočního proudu. Tato kombinace poskytuje vysoké pohodlí, ale i rozumnou cenu za vytápění
- větších budov kotli na polena, nebo peletami, popřípadě kaskádami těchto kotlů. Je vhodné kombinované vytápění s jinou energií, ať již plynem, olejem, nebo akumulací s nočním proudem.
- seskupení budov, centra obcí nebo velkých budov z okrskové kotelny s rozvody z předizolovaného potrubí. Tyto kotelny jsou na více druhů paliva, např. biomasu + plyn, biomasa + olej.



Obrázek 2-38 Kotel na kusové dřevo Vitoligno 100-S s jmenovitým výkonem 25 až 80 kW.¹¹

Doporučuje se u okrskové kotelny vybudovat prodejní sklad paliva, ať již polen, briket, pelet, nebo jiného paliva, pro zvýšení jistoty i pohodlí jednotlivých uživatelů tohoto systému zásobování teplem.

Systém nabízí možnost od velice levného vytápění až po velice pohodlné vytápění prakticky každému uživateli bez ohledu, zda je možné k tomuto objektu vést rozvody, nebo ne. Vzdálené nebo jinak nepřístupné objekty mohou využít tento způsob zásobování teplem.

Je zřejmé, že se jedná o zcela nové pojetí získání energie pro obec, a sídelní útvary. Diskuze o procentním podílu jsou v současné době sporné, neboť celý program je v začátcích a tak jako před 100 lety výnos obilí nad 15 tun z hektaru byl utopií, tak dnes se zdá utopií získat 30 tun paliva z hektaru, ale je jisté, že se to podaří a umožní zvýšit procentní podíl.

¹¹ Poznámka: Převzato z podkladů společnosti Viessmann

2.3.4 ZDROJE TEPLA PRO TEPELNÉ VÝKONY DO CCA 90 KW

Zdroji tepla o malých tepelných výkonech jsou automatické teplovodní kotle. Kotle mají automatický provoz, výbornou regulovatelnost, moderním elektronickým regulátorem, který řídí dávkování paliva a reguluje otáčky ventilátoru.

Kotel splňuje nejpřísnější emisní požadavky evropských norem. Díky velké ploše spalinového výměníku kotel dosahuje mimořádně vysoké účinnosti 92,7 %.

Obsluha je komfortní, není třeba roztápět - kotel je vybaven samočinným horkovzdušným roztápěním nebo lze nastavit libovolně dlouhý stáložárny provoz.

Ke komfortu obsluhy přispívá i rozměrná násypka. Doplnovat palivo tedy stačí jednou za 2 – 3 dny.

Spalování probíhá ve speciálním hořáku se samočinným roštováním, které umožňuje spalování paliv s vyšší spékavostí popela. Přísun paliva z násypky do hořáku zajišťuje šnekový podavač. Přívod spalovacího vzduchu zajišťuje přetlakový ventilátor.

2.3.5 ZDROJE TEPLA PRO TEPELNÉ VÝKONY NAD CCA 90 KW

Jako příklad řešení zdrojů tepla s tepelným výkonem nad 90 kW jsou kotle GOLEM. Jejich sestavy v kotelnách se uplatní pro:

- centrální zásobování teplem (dále CZT) sídelních útvarů, např. obydlí v obci
- vytápění budov bytových i občasných, jako jsou školy, obecní úřady, budovy pro zdravotnictví, budovy pro průmysl, atd.

Kotle

Kotel je sestaven z podávacího šneku paliva, hořáku, dohořivací komory, výměníku, odtahového ventilátoru, odlučovače s filtrem a odpopelňovacího zařízení. K příslušenství patří elektrický rozvaděč (ovládání celé technologie) a hydraulická jednotka na pohon roštu ve skladu paliva. Celý proces spalování je řízen regulací. Palivo je do hořáku podáváno šnekem, který má protipožární ochranu proti proniknutí ohně do sila. V hořáku je palivo posunováno podavačem, a proto lze bez potíží spalovat i kůru nebo odpad znečištěný prachem a zeminou, který se spéká. Odpopelňování je automatické do připraveného kontejneru.

Zásobník paliva - silo

Sila mají pohyblivé dno, které zabraňuje klenbování paliva a zaručuje jeho rovnoměrnou dodávku. Silo může být umístěno na stávající podlaze, zapuštěno pod zem nebo mít podobu nadzemní věže.

Kotelny

Kotelny VERNER GOLEM o jmenovitém výkonu od 90 kW do 2 500 kW (v kaskádě do 10 000 kW) jsou určeny k ohřevu topné vody pro stávající vytápění a přípravu teplé vody nebo k výrobě páry. Jsou určeny ke spalování dřevní hmoty ve formě pilin o vlhkosti maximálně 35% a dřevní štěpky nebo zelené lesní štěpky o vlhkosti maximálně 50% a rozměrech do 30 x 30 x 60 mm. Při použití stabilizačního paliva (peleta) se maximální hodnoty vlhkosti navyšují o 10%. Spalování další biomasy (seno, sláma) je nutno konzultovat s výrobcem, maximální vlhkost však nesmí překročit 20%. Jejich konstrukce umožňuje bezproblémové spalování i spékavých materiálů, jako je kůra a některé druhy slámy, tj. paliv, které tvoří škváru.

Kotle mají automatické podávání paliva ze sila, jehož velikost závisí na provozních a stavebních podmínkách a může být navrženo pro denní až po několikaměsíční zásobu paliva. Kotle jsou konstruovány jako předtopeniště s výměníkem, což umožňuje postavit toto předtopeniště před stávající kotel (VSB, ČKD, Slatina apod.), a tím ušetřit investiční náklady na rekonstrukci stávající kotelny. Jsou vybaveny automatickou regulací výkonu a celého procesu spalování. Dále jsou vybaveny automatickým zapalováním a automatickým odpopelněním, takže potřeba zásahu obsluhy je minimální. Je vyžado-

ván pouze občasný dozor. Provozní a poruchová hlášení jsou obsluze kotelny hlášena přes mobilní telefon.

Kotelny jsou dodávány kompletní, tj. od mechanických částí sila až po dopravu popela a čištění spalin a na vodní straně s primárním (kotlovým) okruhem, zajišťujícím minimální teplotu vratné vody. Tento okruh je ukončen hydraulickou výhybkou, která vyrovnává hydraulické disproporce mezi vodním okruhem zdroje a topnou soustavou, na kterou je kotel připojen.

2.3.6 PŘÍNOS PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

V porovnání s tradičními topeništi, není ve spalinách přítomen pevný úlet a spaliny neobsahují oxid siřičitý. Unikající oxid uhličitý má při spalování biomasy tzv. nulovou bilanci, což znamená, že v dalším roce biomasa spotřebuje ke svému růstu stejné množství zmíněného plynu, jako uniklo při jejím spalování. Další velký přínos je v možnosti eliminace vzniku odpadu ze spalovacího procesu. Na základě rozborů popela se zaměřením na zjištění obsahu minerálních látek a přítomnosti těžkých kovů, popel lze vyvézt např. na pole, kde ho zemědělci využívají jako pomocnou komponentu ke hnojení.

2.3.7 FAKTORY, KTERÉ DEGRADUJÍ PŘÍNOSY UŽITÍ BIOMASY.

Degradující faktory užití biomasy nespočívají v dosažení úspory energie vůči jiným energiím, ale v zachování co nejvyšší provozní účinnosti, dostupnosti vhodného paliva za konkurenceschopnou cenu a zachování komfortního užití.

Z těchto hledisek se mohou vyskytnout degradující faktory:

- bude-li koncepčně chybně plánován trvale udržitelný zdroj biomasy s důrazem na místní výrobu. Tento faktor je zesílen současným nepříznivým trendem částečného přechodu od zemního plynu na pevná paliva nebo zpomalením zavádění plynofikace z cenových důvodů a pravděpodobným vytvořením nedostatku palivového dříví
- bude-li vytápění realizováno bez projektu zahrnujícího související vlivy v budově či zásobovaném sídelním útvaru, a to od zdroje biomasy, skladby kotlů v kotelně i s ohledem na jiná paliva, provoz kotelny a užití popela
- nebude-li použita špičková technologie umožňující co nejvyšší provozní účinnost vytápění a udržení užitných parametrů po dobu ekonomické životnosti zařízení (kotle, podavače a zásobníku paliva).

2.3.8 DOSAŽITELNÉ ÚSPORY ENERGIE A DALŠÍ PŘÍNOSY

Pro bytový dům (BD) a rodinný dům (RD) byla provedena certifikace zdroje tepla podle ČSN EN 15316-4-1, a to při uvažování **výhřevnosti** paliva. Potřeby tepla na vytápění a přípravu TV jsou pro referenční provedení (třída C) budov. Ve 4 variantách byly zvoleny druhy zdrojů:

- nízkoteplotní plynový kotel
- tradiční plynový kotel vyrobený po roce 1994
- vysoce účinný plynový kotel
- kotel na biomasu – pelety.

TABULKA 2-61

BD – ČÁST ZDROJE TEPLA 1 - TEPELNÉ ZTRÁTY ENERGIE - HODNOTY A VZTAHY

pořadí	rovnice, označení	popis	nízkoteplotní	tradiční	kondenzační	pelety	jednotka
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	$Q_{\text{out,em}} = Q_H$	Potřeba tepla - užitečná na vytápění	195,0	195,0	195,0	195,0	MWh
2	$Q_{\text{out,em}} = Q_W$	Potřeba tepla - užitečná na přípravu TV za rok	65,4	65,4	65,4	65,4	MWh
3	$Q_{W,mth}$	Potřeba tepla - užitečná na přípravu TV za měsíc - průměr	5,4	5,4	5,4	5,4	MWh
4	$Q_{\text{HW,gen,out}} = f_{\text{dis}} \cdot Q_{\text{H,dis,in}} + Q_{W,dis,in}$	Potřeba tepla - užitečná na vytápění a přípravu TV	260,4	260,4	260,4	260,4	MWh
5	f_{tr}	regulační činitel; ztráty regulací byly uvažovány v části sdílení tepla (EN 15316-2-1).	1,0	1,0	1,0	1,0	(-)
6	$Q_{\text{H,gen,ls}}$	Tepeelné ztráty části zdroje tepla - kotle	35,10	64,81	-3,62	69,03	MWh/rok
7	$\eta_{\text{grn,Pn}} = c_1 + c_2 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{\text{Pn,ls}}}{1000 \text{ W}}\right)$	účinnost kotle při plném (100 %) zatížení kotle	91,9	87,0	96,3	85,5	%
8	$\eta_{\text{grn,Pint}} = c_3 + c_4 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{\text{Pn,ls}}}{1000 \text{ W}}\right)$	účinnost kotle při částečném zatížení nekondenzačního kotle					%
9	$\eta_{\text{grn,Pint}} = \frac{c_3 + c_4 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{\text{Pn,ls}}}{1000 \text{ W}}\right)}{1,05}$	účinnost kotle při částečném zatížení kondenzačního kotle	88,0	80,7	100,2	79,8	%
10	c_1	činitel účinnosti	88,50	82,50	94,00	81,00	-
11	c_2	činitel účinnosti	1,50	2,00	1,00	2,00	-
12	c_3	činitel účinnosti	89,00	78,00	103,00	77,00	-
13	c_4	činitel účinnosti	1,50	3,00	1,00	3,00	-
14	c_5	činitel tepelné ztráty v pohotovostním stavu	6,50	10,50	4,80	8,00	-
15	c_6	činitel tepelné ztráty v pohotovostním stavu	-0,35	-0,28	-0,35	-0,28	-
16	$f_{\text{corr,Pint}}$	opravný činitel, který zohledňuje kolísání účinnosti při částečném zatížení v závislosti na střední teplotě vody v kotli	0,0005	0,0005	0,0020	0,0005	-
17	$f_{\text{corr,Pn}}$	opravný činitel, který zohledňuje kolísání účinnosti při celkovém zatížení v závislosti na střední teplotě vody v kotli	0,0040	0,0040	0,0020	0,0040	-
18	$\theta_{\text{grn,w, test,Pn}}$	střední teplota vody v kotli při zkušebních podmínkách pro celkové zatížení	70,00	70,00	70,00	70,00	°C
19	$\theta_{\text{grn,w, test,Pint}}$	střední teplota vody v kotli (zpětná u kondenzačních) při zkušebních podmínkách pro částečné zatížení	40,00	50,00	30,00	50,00	°C
20	$\theta_{\text{grn,w, test,PO}}$	rozdíly mezi střední teplotou vody v kotli a teplotou ve zkušební místnosti při zkušebních podmínkách	50,00	50,00	50,00	50,00	°C
21	$\theta_{\text{grn,w,m}}$	střední teplota vody v kotli v závislosti na specifických provozních podmínkách při jmenovitých podmínkách	52,50	52,50	52,50	52,50	°C
22	$\theta_{\text{grn,w,x,ls}} = \max(\theta_{\text{grn,w,min}}, \theta_{\text{grn,w,x}})$	provozní teplota kotle	výpočet po měsících				°C
23	$\theta_{\text{grn,w,min}}$	minimální provozní teplota pro každý kotel - nejvyšší z hodnot minimálních provozních teplot kotlů, které jsou současně v provozu	35	50	20	50	°C
24	θ_{dm}	teplota v místě instalace	13,00	13,00	13,00	13,00	°C
25	f_{HE}	poměr spáleného tepla a výhřevnosti paliva	1,11	1,11	1,11	1,11	-
26	Φ_{Pn}	jmenovitý výkon instalovaných kotlů odvozený z tepelné ztráty	181	181	181	181	kW
27	$\Phi = \Phi_{\text{Pn}} + \Phi_{\text{VE}}$	tepelná ztráta (výkon)	139	139	139	139	kW
28	$\eta_{\text{grn,Pn,corr}} = \eta_{\text{grn,Pn}} + f_{\text{corr,Pn}} \cdot (\theta_{\text{grn,w, test,Pn}} - \theta_{\text{grn,w,m}})$	účinnost při celkovém zatížení korigovaná teplotou	92,0	87,1	96,3	85,6	%
29	$\Phi_{\text{grn,Pn,corr}} = \frac{(100 - \eta_{\text{grn,Pn,corr}})}{\eta_{\text{grn,Pn,corr}}} \cdot \Phi_{\text{Pn}}$	přepočtená ztráta tepla kotle při celkovém zatížení	16	27	7	30	kW
30	$\eta_{\text{grn,Pint,corr}} = \eta_{\text{grn,Pint}} + f_{\text{corr,Pint}} \cdot (\theta_{\text{grn,w, test,Pint}} - \theta_{\text{grn,w,m}})$	účinnost při částečném zatížení korigovaná teplotou	výpočet po měsících				kW
31	$\Phi_{\text{grn,Pint,corr}} = \frac{(100 - \eta_{\text{grn,Pint,corr}})}{\eta_{\text{grn,Pint,corr}}} \cdot \Phi_{\text{Pint}}$	přepočtená ztráta tepla kotle při částečném zatížení	výpočet po měsících				kW
32	$\Phi_{\text{ens,b,PO}} = \Phi_{\text{Pn}} \cdot \frac{c_5}{100} \cdot \left(\frac{\Phi_{\text{Pn}}}{1000 \text{ W}}\right)^{c_6}$	ztráty tepla kotle v pohotovostním stavu při zatížení 0 %	1,9	1,5	1,5	1,5	kW
33	$\Phi_{\text{ens,b,PO,corr}} = \Phi_{\text{ens,b,PO}} \cdot \left(\frac{\theta_{\text{ens,w,m}} - \theta_{\text{dm}}}{\Delta\theta_{\text{ens,ls,PO}}}\right)^{1,25}$	přepočtené ztráty tepla při zatížení 0 %					
34	$\Phi_{\text{ens,b,Pn}} = \frac{\Phi_{\text{Pn}}}{\Phi_{\text{Pint}}} \cdot (\Phi_{\text{ens,b,Pn,corr}} - \Phi_{\text{ens,b,PO,corr}}) + \Phi_{\text{ens,b,PO,corr}}$	ztráta tepla v kotli v rozsahu $\beta_{\text{grn}} = 0$ až $\beta_{\text{grn}} = 0,30$	výpočet po měsících				
35	$\Phi_{\text{ens,b,Pn}} = \frac{\Phi_{\text{Pn}} - \Phi_{\text{Pint}}}{\Phi_{\text{Pn}} - \Phi_{\text{Pint}}} \cdot (\Phi_{\text{ens,b,Pn,corr}} - \Phi_{\text{ens,b,Pn,corr}}) + \Phi_{\text{ens,b,Pn,corr}}$	ztráta tepla v kotli v rozsahu $\beta_{\text{grn}} = 0,31$ až $\beta_{\text{grn}} = 1$	výpočet po měsících				
36	$Q_{\text{H,tepl}}$ jednotky	užitné dodávky tepla - část hala - teplovodušné jednotky - odborný odhad					MWh/rok
37	f	zjednodušení, namísto $Q_{\text{H, st,ls}}$ beru Q_{H}	0,087	0,087	0,087	0,087	-
38	$Q_{\text{H,gen,ls}} = (1-f) \cdot Q_{\text{H, st,ls}}$	tepelná ztráta teplovodušných jednotek	0,0	0,0	0,0	0,0	MWh/rok

TABULKA 2-62

BD – ČÁST ZDROJE TEPLA 2 - TEPELNÉ ZTRÁTY ENERGIE - HODNOTY A VZTAHY

pořadí	rovnice; označení	popis	nízkoteplotní	tradiční	kondenzační	pelety	jednotka
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	denní doba provozu kotlů $t_{gr,d}$	leden	10,5	10,5	10,5	10,5	h
2		únor	9,0	9,0	9,0	9,0	h
3		březen	8,0	8,0	8,0	8,0	h
4		duben	4,0	4,0	4,0	4,0	h
5		květen	2,0	2,0	2,0	2,0	h
6		červen	2,0	2,0	2,0	2,0	h
7		červenec	2,0	2,0	2,0	2,0	h
8		srpen	2,0	2,0	2,0	2,0	h
9		září	2,0	2,0	2,0	2,0	h
10		říjen	4,0	4,0	4,0	4,0	h
11		listopad	8,0	8,0	8,0	8,0	h
12		prosinec	10,0	10,0	10,0	10,0	h
13		činitel zatížení kotlů	výpočet				-
14		výpočet středního zatížení okruhu	výpočet po měsících				-
15	$\Delta\theta_{em,des}$	návrhový rozdíl teplot mezi otopnou plochou a teplotou místnosti	40,0	40,0	40,0	40,0	K
16	$t_{op} = t_{gen}$	počet hodin vytápění za měsíc	výpočet po měsících				h
17		střední teplota otopných ploch	52,50	52,50	52,50	52,50	°C
18		teplotní rozdíl mezi střední návrhovou teplotou otopných ploch a teplotou v místnosti	32,50	32,50	32,50	32,50	K
19	n	exponent otopných ploch	1,30	1,30	1,30	1,30	-
20	θ_i	teplota v místnosti	20,0	20,0	20,0	20,0	°C
21	$\theta_{s,des}$	teplota přívodní vody má návrhovou nebo nastavenou hodnotu	60,00	60,00	60,00	60,00	°C
22	$\theta_{r,des}$	teplota zpětné vody má návrhovou nebo nastavenou hodnotu	45,00	45,00	45,00	45,00	°C
23			45,00	45,00	45,00	45,00	°C
24	H_s	spalné teplo	35,17	35,17	35,17	35,17	MJ/Nm ³
25	H_l	výhřevnost	31,65	31,65	31,65	31,65	MJ/Nm ³
26		latentní kondenzační teplo	32,86	36,17	28,56	36,64	MWh
27	$Q_{H,gen,ls,net}$	ztráta tepla založená na výhřevnosti	35,10	64,81	-3,62	69,03	MWh
28		ztráta tepla založená na spalném teple	67,97	100,98	24,94	105,67	MWh
29	$E_{H,gen,in} = Q_{H,gen,out} - Q_{H,gen,aux,r,d} + Q_{H,gen,ls}$	potřeba tepla části soustavy pro výrobu tepla (dodávka paliva) založená na výhřevnosti	295,49	325,19	256,77	329,42	MWh

TABULKA 2-63

BD – ČÁST ZDROJE TEPLA 3 – TEPELNÉ ZTRÁTY ENERGIE, MĚSÍČNÍ HODNOCENÍ - 1

měsíc	počet otopných dní		průměrná vnější teplota	průměrná vnitřní teplota	jmennovitý výkon kotlu	$Q_{HW, out}$ MWh	$Q_{HW, gnr. out}$ kW	průměrný dodávaný tepelný výkon	β_{gnr}	stupeň zatížení otopných ploch	β_{sis}	vypočítová doba chodu (v měsících)	střední teplota otopných ploch	$\theta_{emr, m}$	teplota vratné vody	$\theta_{gnr, w, m}$	provozní teplota kotle	prépočtená účinnost při celkovém zatížení	$\eta_{gnr, P, n, corr}$	prépočtená účinnost při celkovém zatížení	$\eta_{gnr, P, int, corr}$	prépočtené ztráty tepla při částečném zatížení	$\Phi_{gnr, is, P, t}$	prépočtené ztráty tepla při zatížení 0 %	$\Phi_{gnr, is, P, 0, corr}$	ztráta kotlu $0 < \beta_{ni} \leq \beta_{k, pi}$	$Q_{th, g, v, i}$	ztráta kotlu $\beta_{k, pi} < \beta_{ni} < 1,0$	$Q_{th, g, v, i}$	ztráta kotlu	$Q_{th, g}$
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	h	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
leden	31	-0,9	18,8	172	53,5	164	0,01	0,91	-	325,5	50,2	40,5	50,2	40,5	40,5	50,2	50,2	92,0	15,79	88,0	7,4	1,3	7,4	1,3	15,19	20,60	15,19	6 703,85			
únor	28	0,8	18,8	163	40,8	162	0,11	0,90	-	252,0	49,9	39,7	49,9	39,7	39,7	49,9	49,9	92,0	14,21	88,0	7,4	1,3	7,4	1,3	13,24	19,61	13,24	4 942,33			
březen	31	4,6	18,8	136	27,0	109	0,08	0,60	-	248,0	42,0	24,0	42,0	24,0	24,0	42,0	42,0	92,0	11,79	88,0	7,4	0,8	7,4	0,8	10,22	17,06	10,22	4 230,76			
duben	30	9,2	18,8	117	10,4	87	0,15	0,48	-	120,0	38,5	20,0	38,5	20,0	20,0	38,5	38,5	92,0	10,20	88,0	7,4	0,8	7,4	0,8	8,80	15,08	8,80	1 809,26			
květen	31	14,2	18,8	117	5,5	89	0,18	0,49	-	62,0	38,8	20,0	38,8	20,0	20,0	38,8	38,8	92,0	10,20	88,0	7,4	0,8	7,4	0,8	8,80	15,06	8,80	933,94			
červen	30	17,5	18,8	117	5,4	91	0,21	0,50	-	60,0	39,1	20,0	39,1	20,0	20,0	39,1	39,1	92,0	10,20	88,0	7,4	0,8	7,4	0,8	8,80	15,05	8,80	902,92			
červenec	31	19,0	18,8	117	5,4	88	0,16	0,49	-	62,0	38,7	20,0	38,7	20,0	20,0	38,7	38,7	92,0	10,20	88,0	7,4	0,8	7,4	0,8	8,80	15,07	8,80	934,39			
srpen	31	18,5	18,8	117	5,4	88	0,16	0,49	-	62,0	38,7	20,0	38,7	20,0	20,0	38,7	38,7	92,0	10,20	88,0	7,4	0,8	7,4	0,8	8,80	15,07	8,80	934,39			
září	30	14,8	18,8	117	5,6	93	0,24	0,51	-	60,0	39,5	20,0	39,5	20,0	20,0	39,5	39,5	92,0	10,20	88,0	7,4	0,9	7,4	0,9	15,03	15,03	8,80	901,96			
říjen	31	9,7	18,8	145	16,3	132	0,15	0,73	-	124,0	45,5	31,0	45,5	31,0	31,0	45,5	45,5	92,0	12,60	88,0	7,4	1,1	7,4	1,1	17,89	17,89	11,11	2 218,62			
listopad	30	4,4	18,8	154	35,7	149	0,15	0,82	-	240,0	48,0	35,9	48,0	35,9	35,9	48,0	48,0	92,0	13,40	88,0	7,4	1,2	7,4	1,2	18,75	18,75	12,12	4 499,02			
prosinec	31	0,9	18,8	163	49,1	159	0,09	0,88	-	310,0	49,4	38,8	49,4	38,8	38,8	49,4	49,4	92,0	14,20	88,0	7,4	1,3	7,4	1,3	19,65	19,65	13,23	6 092,99			
celkem	365				260					1 925,5																					35 104
tradiční																															
leden	31	-0,9	18,8	172	53,5	164	0,01	0,91	-	325,5	50,2	40,5	50,2	40,5	40,5	50,2	50,2	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	38,77	38,77	25,79	12 619,23			
únor	28	0,8	18,8	163	40,8	162	0,11	0,90	-	252,0	49,9	39,7	49,9	39,7	39,7	49,9	49,9	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	36,80	36,80	24,80	9 272,89			
březen	31	4,6	18,8	136	27,0	109	0,08	0,60	-	248,0	42,0	24,0	42,0	24,0	24,0	42,0	42,0	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	30,83	30,83	21,83	7 646,33			
duben	30	9,2	18,8	117	10,4	87	0,15	0,48	-	120,0	38,5	20,0	38,5	20,0	20,0	38,5	38,5	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	26,86	26,86	19,86	3 222,62			
květen	31	14,2	18,8	117	5,5	89	0,18	0,49	-	62,0	38,8	20,0	38,8	20,0	20,0	38,8	38,8	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	26,86	26,86	19,86	1 665,02			
červen	30	17,5	18,8	117	5,4	91	0,21	0,50	-	60,0	39,1	20,0	39,1	20,0	20,0	39,1	39,1	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	26,86	26,86	19,86	1 611,31			
červenec	31	19,0	18,8	117	5,4	88	0,16	0,49	-	62,0	38,7	20,0	38,7	20,0	20,0	38,7	38,7	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	26,86	26,86	19,86	1 665,02			
srpen	31	18,5	18,8	117	5,4	88	0,16	0,49	-	62,0	38,7	20,0	38,7	20,0	20,0	38,7	38,7	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	26,86	26,86	19,86	1 665,02			
září	30	14,8	18,8	117	5,6	93	0,24	0,51	-	60,0	39,5	20,0	39,5	20,0	20,0	39,5	39,5	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	26,86	26,86	19,86	1 611,31			
říjen	31	9,7	18,8	145	16,3	132	0,15	0,73	-	124,0	45,5	31,0	45,5	31,0	31,0	45,5	45,5	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	32,82	32,82	22,82	4 069,73			
listopad	30	4,4	18,8	154	35,7	149	0,15	0,82	-	240,0	48,0	35,9	48,0	35,9	35,9	48,0	48,0	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	34,81	34,81	23,81	8 354,11			
prosinec	31	0,9	18,8	163	49,1	159	0,09	0,88	-	310,0	49,4	38,8	49,4	38,8	38,8	49,4	49,4	87,1	26,78	80,7	12,9	1,0	12,9	1,0	36,80	36,80	24,80	11 407,13			

TABULKA 2-65

BD – ČÁST ZDROJE TEPLA 5 - POMOCNÁ ENERGIE, HODNOTY

pořadí	rovnice; označení	popis	nízkoteplotní	tradiční	kondenzační	pelety	jednotka
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	β_{int}	činitel zatížení kotlů při částečném výkonu	0,30	0,30	0,30	0,30	-
2	$P_n - c_7$	činitel jmenovitý výkon	0,00	40,00	0,00	40,00	W
3	$P_n - c_8$	činitel jmenovitý výkon	45,00	0,15	45,00	2,00	W
4	n		0,48	1,00	0,48	1,00	-
5	$P_{int} - c_7$	činitel provozní výkon	0,00	40,00	0,00	40,00	W
6	$P_{int} - c_8$	činitel 0 výkon	15,00	0,15	15,00	1,80	W
7	n		0,48	1,00	0,48	1,00	-
8	$P_0 - c_7$	činitel 0 výkon	15,00	15,00	15,00	15,00	W
9	$P_0 - c_8$		0,00	0,00	0,00	0,00	W
10	n		0,00	0,00	0,00	0,00	-
11	$\Phi_{P,n}$	jmenovitý výkon kotle (ú)	181	181	181	181	kW
12	$\Phi_{P,n,inst}$	jmenovitý výkon instalovaného kotle	181	181	181	181	kW
13	$P_{aux,Pn} = c_7 + c_8 \cdot \left(\frac{\Phi_{Pn}}{1000 \text{ W}} \right)^n$	elektrický odebraný výkon kotly v provozním stavu při 100% zatížení	0,545	0,067	0,545	0,401	kW
14	$P_{aux,Pint} = c_7 + c_8 \cdot \left(\frac{\Phi_{Pn}}{1000 \text{ W}} \right)^n$	elektrický odebraný výkon kotly v provozním stavu při částečném zatížení 30 %	0,182	0,067	0,182	0,365	kW
15	$P_{aux,P0} = c_7 + c_8 \cdot \left(\frac{\Phi_{Pn}}{1000 \text{ W}} \right)^n$	elektrický odebraný výkon kotly při nulovém zatížení (v pohotovostním stavu)	0,015	0,015	0,015	0,015	kW
16	$P_{h,g,aux,i} = \frac{\beta_{h,i}}{\beta_{K,pl}} \cdot (P_{aux,pl,i} - P_{aux,SB}) + P_{aux,SB}$	elektrický odebraný výkon kotly $0 \leq \beta_{gnr} \leq \beta_{int}$	tabulka				kW
17	$P_{h,g,aux,i} = \frac{\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}}{1 - \beta_{K,pl}} \cdot (P_{aux,100} - P_{aux,pl}) + P_{aux,pl}$ $P_{aux,Px} = P_{aux,Pint} + \frac{\beta_{gnr} - \beta_{int}}{1 - \beta_{int}} \cdot (P_{aux,Pn} - P_{aux,Pint})$	elektrický odebraný výkon kotly $\beta_{int} < \beta_{gnr} \leq 1$	tabulka				kW
18	t_{ci}	výpočtový interval	měsíc; počet hodin				h
	t_{gnr}	doba provozu kotle během výpočtového intervalu t_{ci}	tabulka po měsících a výpočet				h
19	$W_{gnr,aux} = P_{aux,Px} \cdot t_{gnr} + P_{aux,off} \cdot (t_{ci} - t_{gnr})$	pomocná energie pro výrobu tepla v kotlích	0,25	0,17	0,24	0,37	MWh/rok
20	$W_{h,gnr,aux,ri} = W_{h,gnr,aux} \cdot (1 - b_g) \cdot p_{aux,g}$	využitelná pomocná energie předaná do vytápěného prostoru	0,04	0,03	0,04	0,07	MWh/rok
21	b_g	činitel teplotní redukce podle umístění kotlů	0,30	0,30	0,30	0,30	-
22	$p_{aux,g} = 1 - \eta_{hydraulic}$	část elektrické energie sdílené v teple (umístění v kotelně)	0,25	0,25	0,25	0,25	-
23	$P_{h,aux}$	příkon teplovzdušné jednotky	0	0	0	0	kW
24	$t_{h,rl,a}$	počet hodin chodu jednotky	3 600	3 600	3 600	3 600	h
25	$W_{h,GV,aux}$	pomocná energie jednotky	0,00	0,00	0,00	0,00	MWh/rok
26	počet dnů		225	225	225	225	dny
27			16	16	16	16	h
28	korekce		1	1	1	1	
29	$W_{HW,gnr}$	pomocná energie pro zdroje tepla	0,25	0,17	0,24	0,37	MWh/rok

TABULKA 2-66

BD – ČÁST ZDROJE TEPLA 6 – MĚSÍČNÍ POTŘEBA POMOCNÉ ENERGIE

měsíc	počet dnu		příměrná vnější teplota		příměrná vnitřní teplota		jmenovitý výkon kotlu		přeměrný výkon části soustavy pro výrobu tepla		stávek zátěží kotlu		elektrický odebíraný výkon kotly $0 \leq \beta_{gr} \leq 1$		elektrický odebíraný výkon kotly $\beta_{gr} < \beta_{gr} \leq 1$		vypočítaná doba chodu kotlu		dení doba chodu kotlu pro ohřev pitné vody		Pomocná energie pro výrobu tepla	
	θ_{em}	θ_{im}	$\Phi_{p,n}$	$\Phi_{h,gen,out,n}$	β_{gr}	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	β_{gr}	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	$P_{aux,P}$	t_{gr}	t_{cl}	$W_{gr,aux}$	
tradiční																						
leden	31	-0,9	18,8	172	164	0,01	0,02	0,069	0,01	0,02	0,069	0,01	0,02	0,069	0,01	0,02	0,069	326	744,0	11,67		
únor	28	0,8	18,8	163	162	0,11	0,03	0,068	0,11	0,03	0,068	0,11	0,03	0,068	0,11	0,03	0,068	252	672,0	14,98		
březen	31	4,6	18,8	136	109	0,08	0,03	0,068	0,08	0,03	0,068	0,08	0,03	0,068	0,08	0,03	0,068	248	744,0	14,42		
duben	30	9,2	18,8	117	87	0,15	0,04	0,068	0,15	0,04	0,068	0,15	0,04	0,068	0,15	0,04	0,068	120	720,0	13,94		
květen	31	14,2	18,8	117	89	0,18	0,05	0,068	0,18	0,05	0,068	0,18	0,05	0,068	0,18	0,05	0,068	62	744,0	13,06		
červen	30	17,5	18,8	117	91	0,21	0,05	0,067	0,21	0,05	0,067	0,21	0,05	0,067	0,21	0,05	0,067	60	720,0	12,93		
červenec	31	19,0	18,8	117	88	0,16	0,04	0,068	0,16	0,04	0,068	0,16	0,04	0,068	0,16	0,04	0,068	62	744,0	12,91		
srpen	31	18,5	18,8	117	88	0,16	0,04	0,068	0,16	0,04	0,068	0,16	0,04	0,068	0,16	0,04	0,068	62	744,0	12,91		
září	30	14,8	18,8	117	93	0,24	0,06	0,067	0,24	0,06	0,067	0,24	0,06	0,067	0,24	0,06	0,067	60	720,0	13,24		
říjen	31	9,7	18,8	145	132	0,15	0,04	0,068	0,15	0,04	0,068	0,15	0,04	0,068	0,15	0,04	0,068	124	744,0	14,32		
listopad	30	4,4	18,8	154	149	0,15	0,04	0,068	0,15	0,04	0,068	0,15	0,04	0,068	0,15	0,04	0,068	240	720,0	16,91		
prosinec	31	0,9	18,8	163	159	0,09	0,03	0,068	0,09	0,03	0,068	0,09	0,03	0,068	0,09	0,03	0,068	310	744,0	15,86		
celkem	365																	1 925,5	8 760	167		
kondenzační																						
leden	31	-0,9	18,8	172	164	0,01	0,02	0,223	0,01	0,02	0,223	0,01	0,02	0,223	0,01	0,02	0,223	325,5	744,0	12,80		
únor	28	0,8	18,8	163	162	0,11	0,08	0,208	0,11	0,08	0,208	0,11	0,08	0,208	0,11	0,08	0,208	252,0	672,0	25,86		
březen	31	4,6	18,8	136	109	0,08	0,06	0,213	0,08	0,06	0,213	0,08	0,06	0,213	0,08	0,06	0,213	248,0	744,0	21,67		
duben	30	9,2	18,8	117	87	0,15	0,10	0,203	0,15	0,10	0,203	0,15	0,10	0,203	0,15	0,10	0,203	120,0	720,0	20,92		
květen	31	14,2	18,8	117	89	0,18	0,11	0,199	0,18	0,11	0,199	0,18	0,11	0,199	0,18	0,11	0,199	62,0	744,0	17,27		
červen	30	17,5	18,8	117	91	0,21	0,13	0,195	0,21	0,13	0,195	0,21	0,13	0,195	0,21	0,13	0,195	60,0	720,0	17,65		
červenec	31	19,0	18,8	117	88	0,16	0,11	0,201	0,16	0,11	0,201	0,16	0,11	0,201	0,16	0,11	0,201	62,0	744,0	16,81		
srpen	31	18,5	18,8	117	88	0,16	0,11	0,201	0,16	0,11	0,201	0,16	0,11	0,201	0,16	0,11	0,201	62,0	744,0	16,81		
září	30	14,8	18,8	117	93	0,24	0,15	0,191	0,24	0,15	0,191	0,24	0,15	0,191	0,24	0,15	0,191	60,0	720,0	18,65		
říjen	31	9,7	18,8	145	132	0,15	0,10	0,203	0,15	0,10	0,203	0,15	0,10	0,203	0,15	0,10	0,203	124,0	744,0	21,35		
listopad	30	4,4	18,8	154	149	0,15	0,10	0,203	0,15	0,10	0,203	0,15	0,10	0,203	0,15	0,10	0,203	240,0	720,0	30,48		
prosinec	31	0,9	18,8	163	159	0,09	0,06	0,212	0,09	0,06	0,212	0,09	0,06	0,212	0,09	0,06	0,212	310,0	744,0	26,31		
celkem	365																	1 925,5	8 760	247		
pelety																						
leden	31	-0,9	18,8	172	164	0,01	0,03	0,426	0,01	0,03	0,426	0,01	0,03	0,426	0,01	0,03	0,426	326	744,0	14,61		
únor	28	0,8	18,8	163	162	0,11	0,15	0,405	0,11	0,15	0,405	0,11	0,15	0,405	0,11	0,15	0,405	252	672,0	43,22		
březen	31	4,6	18,8	136	109	0,08	0,10	0,412	0,08	0,10	0,412	0,08	0,10	0,412	0,08	0,10	0,412	248	744,0	33,25		
duben	30	9,2	18,8	117	87	0,15	0,19	0,396	0,15	0,19	0,396	0,15	0,19	0,396	0,15	0,19	0,396	120	720,0	32,06		
květen	31	14,2	18,8	117	89	0,18	0,22	0,391	0,18	0,22	0,391	0,18	0,22	0,391	0,18	0,22	0,391	62	744,0	23,99		
červen	30	17,5	18,8	117	91	0,21	0,25	0,385	0,21	0,25	0,385	0,21	0,25	0,385	0,21	0,25	0,385	60	720,0	25,19		
červenec	31	19,0	18,8	117	88	0,16	0,21	0,394	0,16	0,21	0,394	0,16	0,21	0,394	0,16	0,21	0,394	62	744,0	23,02		
srpen	31	18,5	18,8	117	88	0,16	0,21	0,394	0,16	0,21	0,394	0,16	0,21	0,394	0,16	0,21	0,394	62	744,0	23,02		
září	30	14,8	18,8	117	93	0,24	0,29	0,379	0,24	0,29	0,379	0,24	0,29	0,379	0,24	0,29	0,379	60	720,0	27,30		
říjen	31	9,7	18,8	145	132	0,15	0,19	0,397	0,15	0,19	0,397	0,15	0,19	0,397	0,15	0,19	0,397	124	744,0	32,57		
listopad	30	4,4	18,8	154	149	0,15	0,19	0,397	0,15	0,19	0,397	0,15	0,19	0,397	0,15	0,19	0,397	240	720,0	52,15		
prosinec	31	0,9	18,8	163	159	0,09	0,12	0,410	0,09	0,12	0,410	0,09	0,12	0,410	0,09	0,12	0,410	310	744,0	42,98		
celkem	365																	1 925,5	8 760	373		

TABULKA 2-67

BD – ČÁST ZDROJE TEPLA 7 – VÝSTUP Z CERTIFIKACE KOTELNY

specifikace	zdroj tepla			
	plynový nizkoteplotní	tradiční plynový	plynový kondenzační	na biomasu - pelety
jmenovitý tepelný výkon zdroje	181	181	181	181
roční potřeba tepla na vytápění	195,0	195,0	195,0	195,0
roční potřeba tepla na přípravu TV	65,4	65,4	65,4	65,4
roční potřeba tepla celkem	260,4	260,4	260,4	260,4
ztráta tepla ve zdroji	35,1	64,8	-3,6	64,8
pomocná energie	0,25	0,17	0,24	0,37
energetická náročnost zdroje	295,5	325,2	256,8	325,2
roční účinnost provozu při uvažování výhřevosti	88,12%	80,07%	101,41%	80,07%
úspora paliva vztažená k tradičnímu plynovému	8,05%	0,00%	21,34%	0,00%
konverzní čísel	1,1	1,1	1,1	0,1
plocha AC podle zákona č. 406	5402,4			
měrná potřeba primární energie pomocné	60,2	66,2	52,3	6,0
měrná potřeba primární energie pro kotel	0,14	0,09	0,13	0,21
celková měrná potřeba primární energie	60,3	66,3	52,4	6,2
snížení měrné potřeby primární energie při použití biomasy	89,67%	90,61%	88,12%	0,00%

V tabulkách 2-61 až 2-66 je pro zdroj v bytovém domu vypočtena ztráta tepla zdroje a pomocná energie.

V tabulce 2-67 je shrnut výstup. Z něho plyne:

- orientační roční účinnosti při uvažování **výhřevnosti** paliva jsou pro nízkoteplotní plynový zdroj 88,12 %, pro tradiční plynový kotel vyrobený po roce 1994 a pro kotel na biomasu (pelety) 80,1 % a pro kondenzační kotel 101,4 %.
- přínos kondenzačního kotle oproti nízkoteplotnímu ve snížení potřeby paliva je cca 13 %, oproti tradičnímu 21 %
- nejvyšší hodnota pomocné energie je u kotle na biomasu.

Měrná potřeba primární energie je nejnižší u kotle na biomasu – 6,2 kWh/m².rok. Hodnota měrné primární energie se snižuje oproti zdrojům na plyn o cca 90 %.

TABULKA 2-68

RD – CERTIFIKACE KOTELNYČÁST ZDROJE TEPLA 1 - TEPELNÉ ZTRÁTY ENERGIE - HODNOTY A VZTAHY

pořadí	rovnice; označení	popis	nízkoteplotní	tradiční	kondenzační	pelety	jednotka
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	$Q_{\text{Hout,em}} = Q_{\text{H}}$	Potřeba tepla - užitečná na vytápění	13,8	13,8	13,8	13,8	MWh
2	$Q_{\text{Vout,em}} = Q_{\text{V}}$	Potřeba tepla - užitečná na přípravu TV za rok	5,7	5,7	5,7	5,7	MWh
3	$Q_{\text{V,mtb}}$	Potřeba tepla - užitečná na přípravu TV za měsíc - průměr	0,5	0,5	0,5	0,5	MWh
4	$Q_{\text{HW,gen,out}} = f_{\text{add}} \cdot Q_{\text{H,At1,10}} + Q_{\text{W,At1,10}}$	Potřeba tepla - užitečná na vytápění a přípravu TV	19,4	19,4	19,4	19,4	MWh
5	f_{ctf}	regulační činitel; ztráty regulací byly uvažovány v části sdílení tepla (EN 15316-2-1).	1,0	1,0	1,0	1,0	(-)
6	$Q_{\text{H,gen,1s}}$	Tepeelné ztráty části zdroje tepla - kotle	2,76	5,84	-0,39	6,19	MWh/rok
7	$\eta_{\text{gr,Pn}} = c_1 + c_2 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{\text{Pn,1st}}}{1000 \text{ W}}\right)$	účinnost kotle při plném (100 %) zatížení kotle	90,0	84,5	95,0	83,0	%
8	$\eta_{\text{gr,P1st}} = c_3 + c_4 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{\text{Pn,1st}}}{1000 \text{ W}}\right)$	účinnost kotle při částečném zatížení nekondenzačního kotle					%
9	$\eta_{\text{gr,P1st}} = \frac{c_3 + c_4 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{\text{Pn,1st}}}{1000 \text{ W}}\right)}{1,05}$	účinnost kotle při částečném zatížení kondenzačního kotle	86,2	77,2	99,1	76,2	%
10	c_1	činitel účinnosti	88,50	82,50	94,00	81,00	-
11	c_2	činitel účinnosti	1,50	2,00	1,00	2,00	-
12	c_3	činitel účinnosti	89,00	78,00	103,00	77,00	-
13	c_4	činitel účinnosti	1,50	3,00	1,00	3,00	-
14	c_5	činitel tepelné ztráty v pohotovostním stavu	6,50	10,50	4,80	8,00	-
15	c_6	činitel tepelné ztráty v pohotovostním stavu	-0,35	-0,28	-0,35	-0,28	-
16	$f_{\text{corr,P1st}}$	opravný činitel, který zohledňuje kolísání účinnosti při částečném zatížení v závislosti na střední teplotě vody v kotli	0,0005	0,0005	0,0020	0,0005	-
17	$f_{\text{corr,Pn}}$	opravný činitel, který zohledňuje kolísání účinnosti při celkovém zatížení v závislosti na střední teplotě vody v kotli	0,0040	0,0040	0,0020	0,0040	-
18	$\theta_{\text{gr,w, test,Pn}}$	střední teplota vody v kotli při zkušebních podmínkách pro celkové zatížení	70,00	70,00	70,00	70,00	°C
19	$\theta_{\text{gr,w, test,P1st}}$	střední teplota vody v kotli (zpětná u kondenzačních) při zkušebních podmínkách pro částečné zatížení	40,00	50,00	30,00	50,00	°C
20	$\theta_{\text{gr,w, test,P0}}$	rozíl mezi střední teplotou vody v kotli a teplotou ve zkušební místnosti při zkušebních podmínkách	50,00	50,00	50,00	50,00	°C
21	$\theta_{\text{gr,w,m}}$	střední teplota vody v kotli v závislosti na specifických provozních podmínkách při jmenovitých podmínkách	52,50	52,50	52,50	52,50	°C
22	$\theta_{\text{gr,w,x,1st}} = \max(\theta_{\text{gr,w,m in}}, \theta_{\text{gr,w,x}})$	provozní teplota kotle	výpočet po měsících				°C
23	$\theta_{\text{gr,w,min}}$	minimální provozní teplota pro každý kotel - nejvyšší z hodnot minimálních provozních teplot kotlů, které jsou současně v provozu	35	50	20	50	°C
24	θ_{dm}	teplota v místě instalace	13,00	13,00	13,00	13,00	°C
25	$\frac{f_{\text{Hs}}}{\text{H}}$	podíl spáleného tepla a výhřevnosti paliva	1,11	1,11	1,11	1,11	-
26	$\Phi_{\text{P,n}}$	jmenovitý výkon instalovaných kotlů odvozený z tepelné ztráty	10	10	10	10	kW
27	$\Phi = \Phi_{\text{P}} + \Phi_{\text{VE}}$	tepelná ztráta (výkon)	7,9	7,9	7,9	7,9	kW
28	$\eta_{\text{gr,Pn,corr}} = \eta_{\text{gr,Pn}} + f_{\text{corr,Pn}} \cdot (\theta_{\text{gr,w, test,Pn}} - \theta_{\text{gr,w,m}})$	účinnost při celkovém zatížení korigovaná teplotou	90,1	84,6	95,0	83,1	%
29	$\Phi_{\text{gr,Pn,corr}} = \frac{(100 - \eta_{\text{gr,Pn,corr}})}{\eta_{\text{gr,Pn,corr}}} \cdot \Phi_{\text{Pn}}$	přepočtená ztráta tepla kotle při celkovém zatížení	1	2	1	2	kW
30	$\eta_{\text{gr,P1st,corr}} = \eta_{\text{gr,P1st}} + f_{\text{corr,P1st}} \cdot (\theta_{\text{gr,w, test,P1st}} - \theta_{\text{gr,w,m}})$	účinnost při částečném zatížení korigovaná teplotou	výpočet po měsících				kW
31	$\Phi_{\text{gr,P1st,corr}} = \frac{(100 - \eta_{\text{gr,P1st,corr}})}{\eta_{\text{gr,P1st,corr}}} \cdot \Phi_{\text{P1st}}$	přepočtená ztráta tepla kotle při částečném zatížení	výpočet po měsících				kW
32	$\Phi_{\text{exh,P0}} = \Phi_{\text{Pn}} \cdot \frac{c_5}{100} \cdot \left(\frac{\Phi_{\text{Pn}}}{1000 \text{ W}}\right)^{c_6}$	ztráty tepla kotle v pohotovostním stavu při zatížení 0 %	0,3	0,2	0,2	0,2	kW
33	$\Phi_{\text{exh,P0,corr}} = \Phi_{\text{exh,P0}} \cdot \left(\frac{\theta_{\text{exh,P0,corr}} - \theta_{\text{dm}}}{\Delta\theta_{\text{exh,P0}}}\right)^{1,25}$	přepočtené ztráty tepla při zatížení 0 %					
34	$\Phi_{\text{exh,Pz}} = \frac{\Phi_{\text{Pz}}}{\Phi_{\text{Pn}}} \cdot (\Phi_{\text{exh,P1st,corr}} - \Phi_{\text{exh,P0,corr}}) + \Phi_{\text{exh,P0,corr}}$	ztráta tepla v kotli v rozsahu $\beta_{\text{gr}} = 0$ až $\beta_{\text{gr}} = 0,30$	výpočet po měsících				
35	$\Phi_{\text{exh,Pz}} = \frac{\Phi_{\text{Pz}}}{\Phi_{\text{Pn}}} \cdot \Phi_{\text{Pn}} \cdot (\Phi_{\text{exh,P1st,corr}} - \Phi_{\text{exh,P0,corr}}) + \Phi_{\text{exh,P0,corr}}$	ztráta tepla v kotli v rozsahu $\beta_{\text{gr}} = 0,31$ až $\beta_{\text{gr}} = 1$	výpočet po měsících				
36	$Q_{\text{H,1st}} \text{ jednotky}$	užitné dodávky tepla - část hala - teplovzdušné jednotky - odborný odhad					MWh/rok
37	f	zjednodušení, namísto $Q_{\text{H,1st,m}}$ beru Q_{H}	0,087	0,087	0,087	0,087	-
38	$Q_{\text{H,gen,1s}} = (1-f) \cdot Q_{\text{H,1st}}$	tepelná ztráta teplovzdušných jednotek	0,0	0,0	0,0	0,0	MWh/rok

TABULKA 2-69

RD – ČÁST ZDROJE TEPLA 7 – VÝSTUP Z CERTIFIKACE KOTELNY

specifikace	zdroj tepla				
	plynový nízkoteplotní	tradiční plynový	plynový kondenzační	na biomasu - pelety	
jmenovitý tepelný výkon zdroje	10	10	10	10	kW
roční potřeba tepla na vytápění	13,8	13,8	13,8	13,8	MWh/rok
roční potřeba tepla na přípravu TV	5,7	5,7	5,7	5,7	MWh/rok
roční potřeba tepla celkem	19,4	19,4	19,4	19,4	MWh/rok
ztráta tepla ve zdroji	2,8	5,8	-0,4	5,8	MWh/rok
pomocná energie	0,15	0,15	0,14	0,16	MWh/rok
energetická náročnost zdroje	22,2	25,3	19,0	25,3	MWh/rok
roční účinnost provozu při uvažování výhřevnosti	87,58%	76,90%	102,02%	76,90%	%
úspora paliva vztažená k tradičnímu plynovému	10,68%	0,00%	25,13%	0,00%	%
konverzní činitel	1,1	1,1	1,1	0,1	-
plocha AC podle zákona č. 406	245,4				m ²
měrná potřeba primární energie pomocné	99,4	113,2	85,4	10,3	kWh/m ² rok
měrná potřeba primární energie pro kotel	1,89	1,85	1,75	2,00	kWh/m ² rok
celková měrná potřeba primární energie	101,3	115,1	87,1	12,3	kWh/m ² rok
snížení měrné potřeby primární energie při použití biomasy	87,86%	89,32%	85,88%	0,00%	%

Posouzení zdroje pro RD je provedeno za stejných podmínek a pro stejnou strukturu zdrojů, jako u BD. Proto jsou uvedeny pouze 2 tabulky, vstupní tabulka 2-68 s charakteristickými hodnotami a výstupní tabulka 2-69.

Z tabulky 2-69 plyne:

- orientační roční účinnosti při uvažování výhřevnosti paliva jsou pro nízkoteplotní plynový zdroj 87,6 %, pro tradiční plynový kotel vyrobený po roce 1994 a pro kotel na biomasu (pelety) 76,9 % a pro kondenzační kotel 102 %.
- přínos kondenzačního kotle oproti nízkoteplotnímu ve snížení potřeby paliva je cca 14 %, oproti tradičnímu 25 %
- nejvyšší hodnota pomocné energie je u kotle na biomasu.

Měrná potřeba primární energie je nejnižší u kotle na biomasu – 10,3 kWh/m².rok. Hodnota měrné primární energie se snižuje oproti zdrojům na plyn o cca 88 %.

2.4 ŠEDÁ VODA¹²

Šedá voda je mírně znečištěná odpadní voda, tj. voda neznečištěná fekáliemi, odtékající z umyvadla, vany, sprchy a pračky. Za určitých podmínek se může znovu používat jako voda provozní, v této publikaci se věnuje pozornost jejímu možnému energetickému přínosu při užití vhodného zařízení, zejména TČ.

Užití tzv. šedé vody je ve vhodných budovách (např. hotely) možným opatřením ve spolupráci s TČ pro snížení energetické náročnosti a měrné primární energie.

Její využití **pouze pro energetické účely** vyžaduje

- úpravu zdravotních rozvodů. Musí být dvoje kanalizační potrubí - jedno na černou vodu (s fekáliemi) a druhé na šedou vodu
- filtraci
- akumulaci v dostatečně dimenzovaných zásobnících šedé vody
- zapojení jako zdroje tepla do TČ.

Uplatní se TČ voda-voda převážně pro přípravu TV.



OBRÁZEK 2-39

ZÁSOBNÍ NÁDRŽ NA ŠEDOU VODU S VESTAVĚNOU FILTRACÍ.¹³

Pokud nedostačuje voda z hygieny (van, sprch, umyvadel, praní) je možné využívat vodu i z dalších zařízovacích předmětů jako je kuchyňský dřez a myčka nádobí. Ovšem tyto zdroje šedé vody zvyšují náročnost na proces čištění. Pokud přiváděná voda obsahuje ve vyšší míře tuk, je třeba před čištěním vřadit lapák tuku. Proto je nutné zvážit vhodnost této varianty u každého jednotlivého případu zvlášť. U myčky nádobí tuk nehraje zásadní roly - problém, ale jsou mycí a leštící prostředky, které se používají. U kuchyňského dřezu není hlavním problémem tuk, ale pevné zbytky jídla.

¹² Poznámka: Byly použity definice a údaje uvedené v článku Šedá voda ve zdravotní technice; Ing. Monika Ošlejšková; 2011

¹³ Poznámka: Převzato z podkladů společnosti iWater Wassertechnik GmbH & Co. KG

2.4.1 POTŘEBA ŠEDÉ VODY

Potřeba šedé vody je dána odpadovou vodou z hygieny v dané budově. Toto množství je jedním z rozhodujících kritérií pro volbu technologie. Ideální je, když doba odběru vody je blízká okamžiku jejího výstupu z procesu čištění. Zařízení pak může mít menší zásobník.

Zisk šedé vody závisí na hygienických zvyklostech jejich producentů.

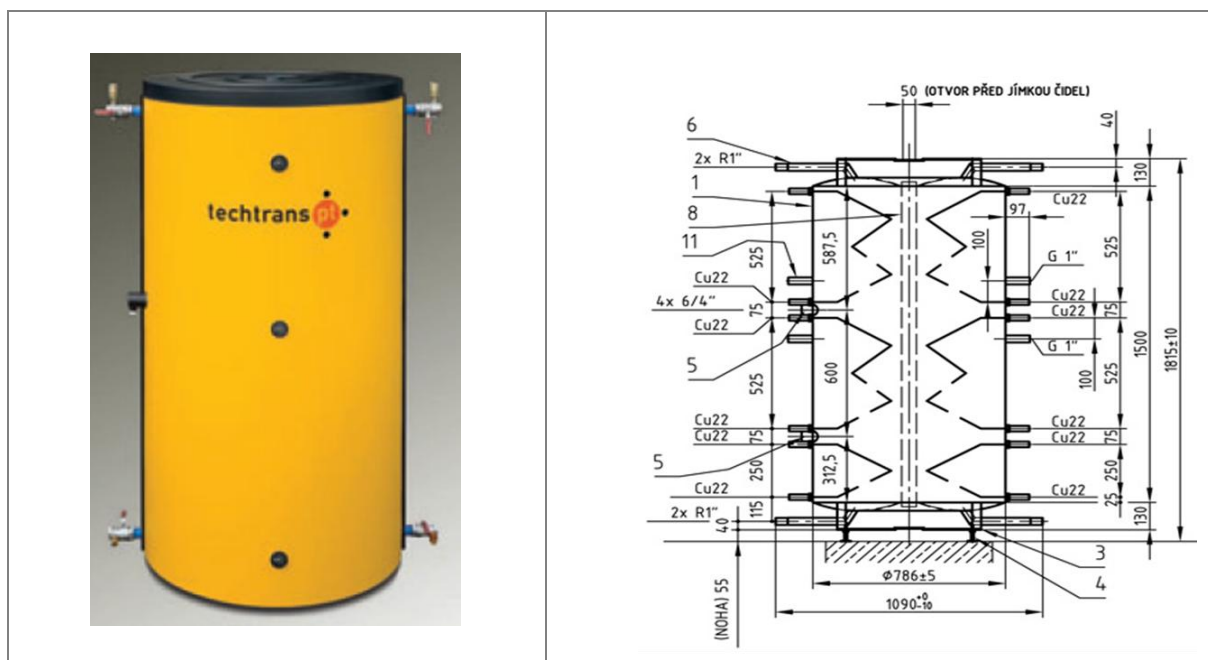
Vhodným příkladem jsou hotely, které mají celoroční kapacitu využitou alespoň z 60 %. Při sprchování hostů každé ráno vzniká největší díl šedé vody. Přes den se šedá voda používá pro přehřev TV.

2.4.2 FILTRACE A AKUMULACE ŠEDÉ VODY

Čištění šedé vody probíhá ve třech úrovních:

- hrubá filtrace
- filtrace (biologicko-mechanické čištění) a sedimentace
- ultrafialové záření.

Hrubou filtrací jsou odstraněny hrubé nečistoty jako vlasy, vlákna. Nečistoty jsou odváděny do kanalizace. Pak voda vstupuje do první fáze biologického čištění. Zde mikroorganismy za podpory kyslíku rozkládají nežádoucí bakterie. Po určitém časovém intervalu se tento proces opakuje. Dále se nechají částice sedimentovat a odvádějí se kanalizací pryč. Nakonec voda protéká UV lampou, která vodu dočistí. Takto upravená voda odpovídá kvalitě vody ke koupání.



OBRÁZEK 2-40

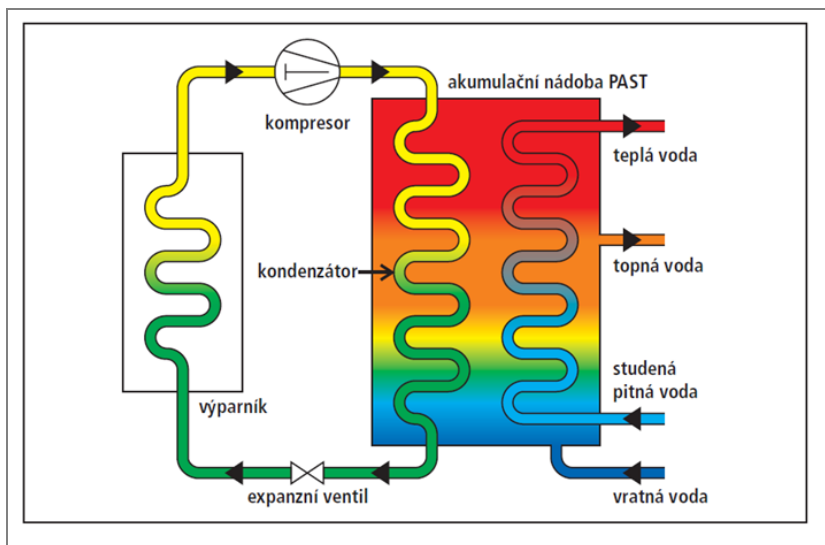
PŘEDÁVACÍ AKUMULAČNÍ STANICE TEPLA PAST¹⁴

Přečištěná voda je akumulována v zásobníku (obr. 2-39). Zásobník musí být z pevného, odolného materiálu, který nepodléhá korozi a je vodotěsný.

¹⁴ Poznámka: Obrázky 3-15 až 3-17 a související text převzaty z podkladů společnosti TECHTRANS PT s.r.o.

2.4.3 ZAŘÍZENÍ PRO VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY

Smyslem využití tepla ze šedé vody je navrácení tepelného obsahu teponosného media, šedé vody, zpět do procesu tepelného systému.



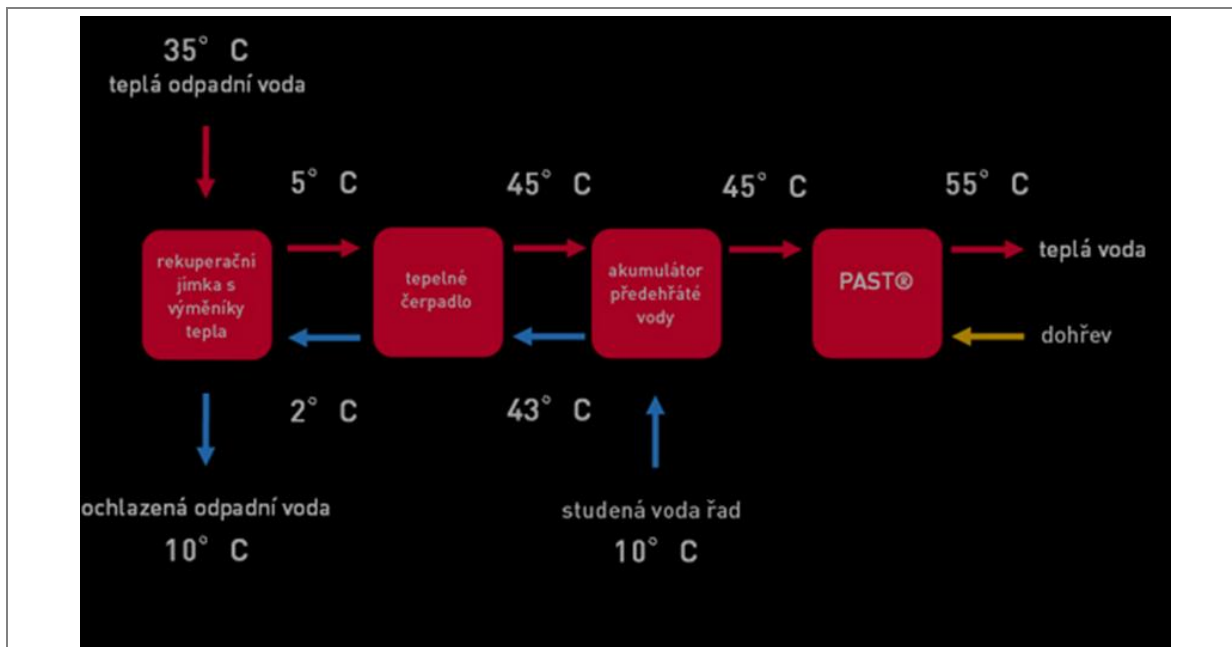
Využívaný tepelný obsah šedé vody je dán hodnotami:

- měrné teplo vody: cca. 1,15 kWh/(m³.K)
- množství vody: m³
- ohřev vody: teplotní spád až cca 20 K. Cílem je vychladit odpadní šedou vodu do kanalizace nebo k dalšímu užití na stejnou teplotu, jako je teplota studené vody.

Zařízení se zpravidla sestává z akumulační nádoby na šedou vodu, zásobníku (PAST) na předehřátou teplou vodu, deskového výměníku tepla pro pří-

OBRÁZEK 2-41 SCHÉMA UŽITÍ TČ PŘI VYUŽITÍ TEPLA ZE ŠEDÉ VODY

pravu teplé vody a z tepelného čerpadla voda-voda. Systém MaR ovládá tepelný zdroj, zařízení pro využití tepla a odběry. Využitelný teplotní spád dosahuje hodnoty okolo 20 K. Tepelné čerpadlo pracuje ve velmi výhodných teplotních podmínkách s typickými hodnotami cca 10/35 [°C], a proto dosahuje vysokého topného faktoru okolo 4,2.



OBRÁZEK 2-42

SCHÉMA VYUŽITÍ TEPLA ZE ŠEDÉ VODY PRO PŘEDEHŘEV TV

Předávací akumulační stanice (obr. 2-40) tepla je tepelně izolovaná nádrž na vodu, která může být opatřena potřebnými vestavěnými výměníky tepla na oddělené okruhy, přípojkami na neoddělené okruhy a návarkami na elektrické topné patry. Na obrázku 2-41 je schéma TČ, kdy výparníková část je v zásobníku šedé vody.

2.4.4 DOSAŽITELNÉ ÚSPORY ENERGIE A DALŠÍ PŘÍNOSY

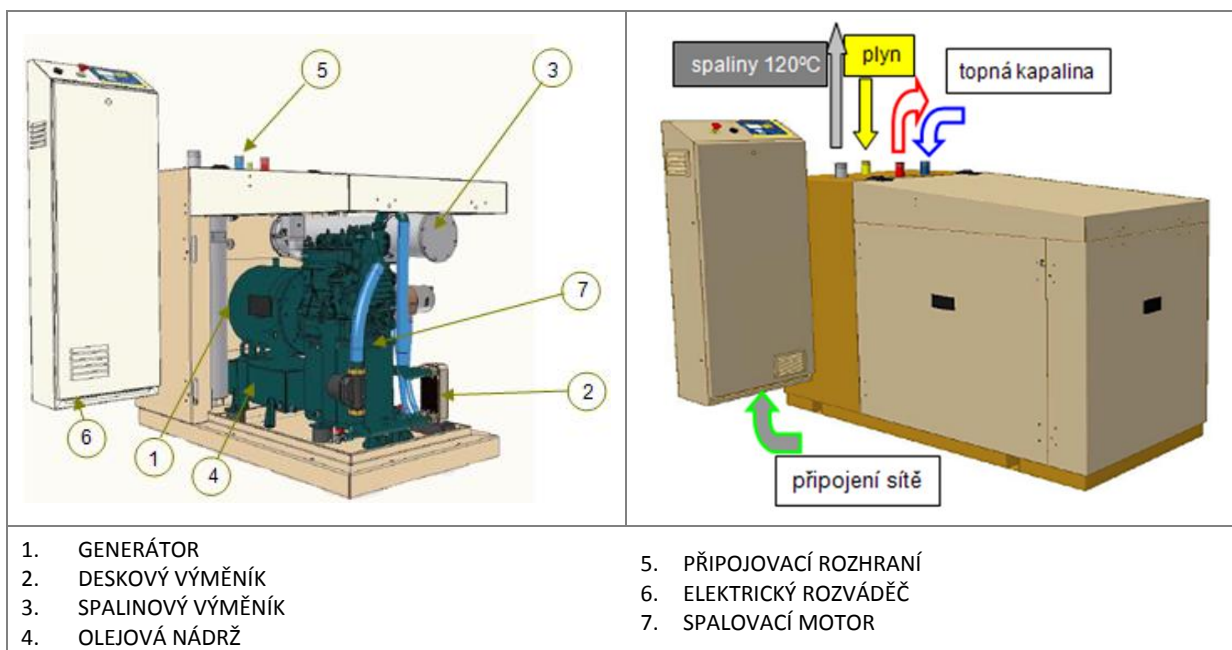
Přínosy využití šedé vody lze obtížně zobecňovat, neboť závisí na konkrétních, velmi individuálních řešeních. Záleží zejména na:

- množství odpadní vody z hygieny dané druhem budovy a způsobem užívání. Např. v 5 ti hvězdičkovém hotelu s předpokládaným denním použitím vany a wellnesem budou úspory vyšší než v hotelu nižší kategorie
- požadavku na množství TV a jejím časovém snímku odběru
- splnění nákladově optimálního požadavku na opatření.

Dosažitelná úspora je cca 30 % potřeby na přípravu TV. Vzhledem k tomu, že je použité TČ voda-voda s COP cca 4, může dojít k mírnému snížení měrné potřeby primární energie v porovnání s plynovým zdrojem.

2.5 • KOMBINOVANÁ VÝROBA TEPLA – MIKRO ZDROJE

Relativně novou technologií je užití mikrokogenerace v malých budovách. Pro ověření možných přínosů je proveden rozbor užití dvou mikrokogeneračních jednotek Micro T7 a T30 TEDOM. Jedná se o kombinované energetické zdroje produkující teplo a elektřinu spalováním plynu. Základní vlastnosti kogeneračních jednotek řady Micro jsou vysoká účinnost, kompaktnost, dlouhá životnost olejové náplně a s tím spojený dlouhý servisní interval.



OBRÁZEK 2-43

MIKROKOGENERAČNÍ JEDNOTKA TEDOM

Jednotka je určena pro spalování zemního plynu, osazena asynchronním generátorem pracujícím paralelně se sítí.

TABULKA 2-70

TECHNICKÉ ÚDAJE PRO JEDNOTKY

specifikace	Micro T7	Micro T30
jmenovitý elektrický výkon	7 kW	30 kW
maximální tepelný výkon	18 kW	62 kW

TABULKA 2-70

TECHNICKÉ ÚDAJE PRO JEDNOTKY

specifikace	Micro T7	Micro T30
příkon v palivu	27,0 kW	96,2 kW
účinnost elektrická	25,9 %	31,2 %
účinnost tepelná	66,7 %	64,3 %
účinnost celková (využití paliva)	92,6 %	95,5 %
spotřeba plynu při 100% výkonu	2,85 m ³ /h	10,2 m ³ /h
spotřeba plynu při 75% výkonu	2,3 m ³ /h	8,2 m ³ /h
spotřeba plynu při 50% výkonu	1,85 m ³ /h	6,2 m ³ /h
Požadovaný min. trvalý elektrický výkon je 50% jmenovitého výkonu Technické údaje jsou specifikovány pro teploty 65/85°C		

Jednotka je tvořena soustrojím motor-generátoru, kompletním tepelným zařízením, elektrorozvaděčem umožňující paralelní chod se sítí 400V/50Hz. Veškeré prvky jsou zastavěny pod protihlukovým krytem. Teplovodní okruhy jsou přizpůsobeny teplotnímu spádu 90/70°C.

K pohonu jednotky je použit plynový spalovací motor. Zdrojem elektrické energie je asynchronní generátor.

Tepelná soustava kogenerační jednotky je z hlediska odběru tepelného výkonu (získaného chlazením spalovacího motoru a spalin) tvořen hydraulickým okruhem, kterým je zajištěno vyvedení tepelného výkonu jednotky do topného systému uživatele. Jednotka umožňuje provoz v různých teplotních režimech. Tepelná soustava jednotky není vybavena oběhovým čerpadlem.

TABULKA 2-71

TECHNICKÉ ÚDAJE PRO JEDNOTKY – OTOPNÁ SOUSTAVA

specifikace	Micro T7	Micro T30
tepelný výkon okruhu	18 kW	62 kW
jmenovitý průtok	0,25 kg/s	0,8kg/s
max. pracovní tlak	600 kPa	600 kPa
vodní objem okruhu v KJ	12 l	25 l
tlaková ztráta při jmenovitém průtoku	30 kPa	30 kPa
jmenovitý teplotní režim	90/70 °C	90/70 °C
jmenovitý teplotní spád	20 K	20 K

Spalovací vzduch je nasáván z okolního prostředí přes studený prostor jednotky. Spaliny jsou z jednotky odváděny spalinovodem napojeným na přírubu jednotky. Případně vzniklý kondenzát je při provozu jednotky odpařován a odchází společně se spalinami. Materiál spalinovodu a tepelná izolace spalinovodu ve strojovně musí být odolná teplotám do 200°C. Maximální tlaková ztráta celého spalinovodu od příruby jednotky nesmí být větší než 10 mbar.

TABULKA 2-72

TECHNICKÉ ÚDAJE PRO JEDNOTKY – SPALOVACÍ VZDUCH

	Micro T7	Micro T30
množství spalovacího vzduchu	26,5 Nm ³ /h	93 Nm ³ /h
požadovaná teplota spal. vzduchu	od 10 do 35 °C	od 10 do 35 °C
teplota spalin jmen / max	120/150 °C	120/150 °C
max. protitlak spalin za přírubou	10 mbar	10 mbar
množství spalin	29,5 Nm ³ /h	104 Nm ³ /h

Hlukové parametry

Hlukové parametry udávají úroveň akustického tlaku, měřenou ve volném zvukovém poli. Stanovení měřících míst a způsob vyhodnocení odpovídá ČSN 09 0862:

- protihlukový kryt kogenerační jednotky v 1 m 58 dB(A)
- vývod spalin v 1m od příruby 80 dB(A).

2.5.1 DOSAŽITELNÉ ÚSPORY ENERGIE A DALŠÍ PŘÍNOSY

Jsou posouzeny obě kogenerační jednotky MICRO 7 pro RD a MICRO 30 pro bytový dům. Jedná se o dvojici tabulek, v první je tepelná bilance pro instalovaný výkon, dům a počet hodin provozu. Počty denních hodin se volí tak, aby zatížení jednotky nekleslo pod 50 %, pak je odstavena z provozu. Druhá tabulka je dimenzovací pro stanovení dodaného tepla a vyrobené elektřiny. Výpočetní krok je 1 měsíc. Vstupní údaje jednotky jsou z technické dokumentace; důležitý je tepelný a elektrický výkon, potřeba paliva pro 100 %, 75 % a 50 % zatížení.

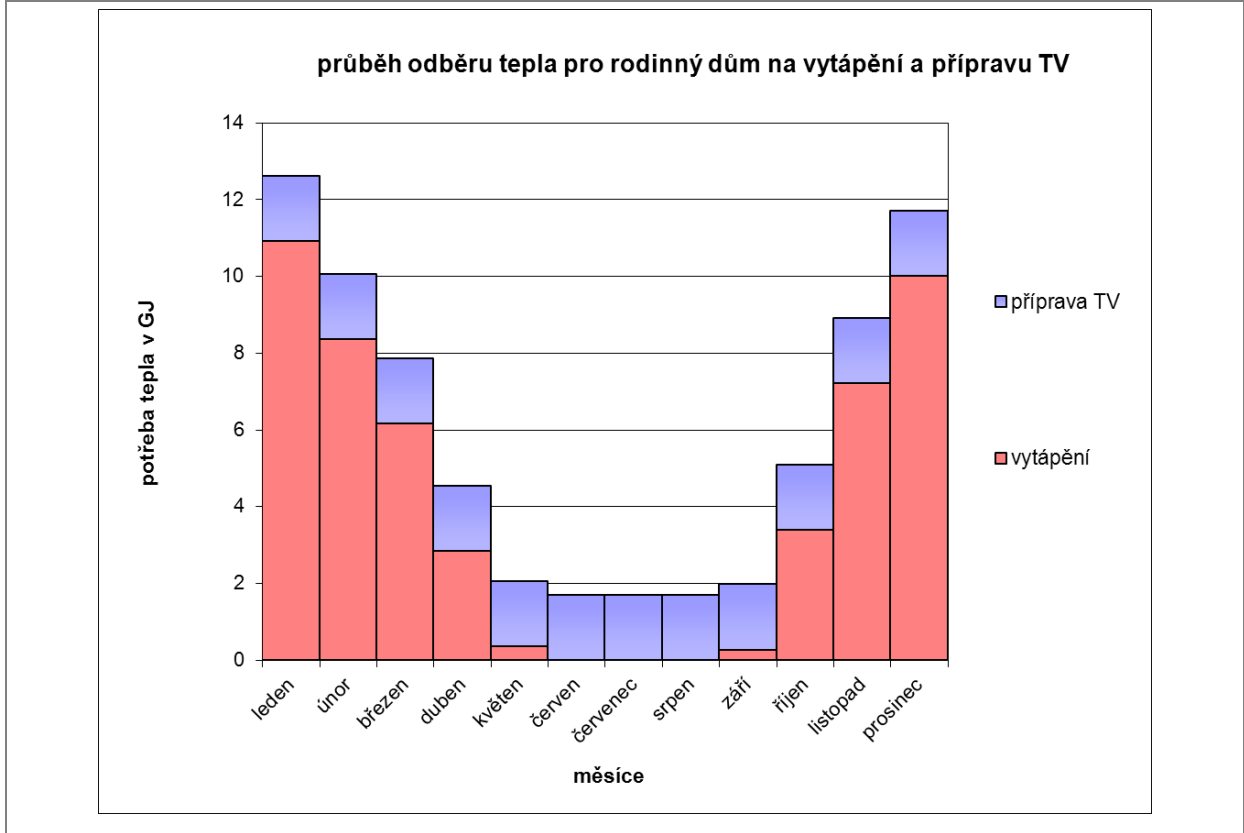
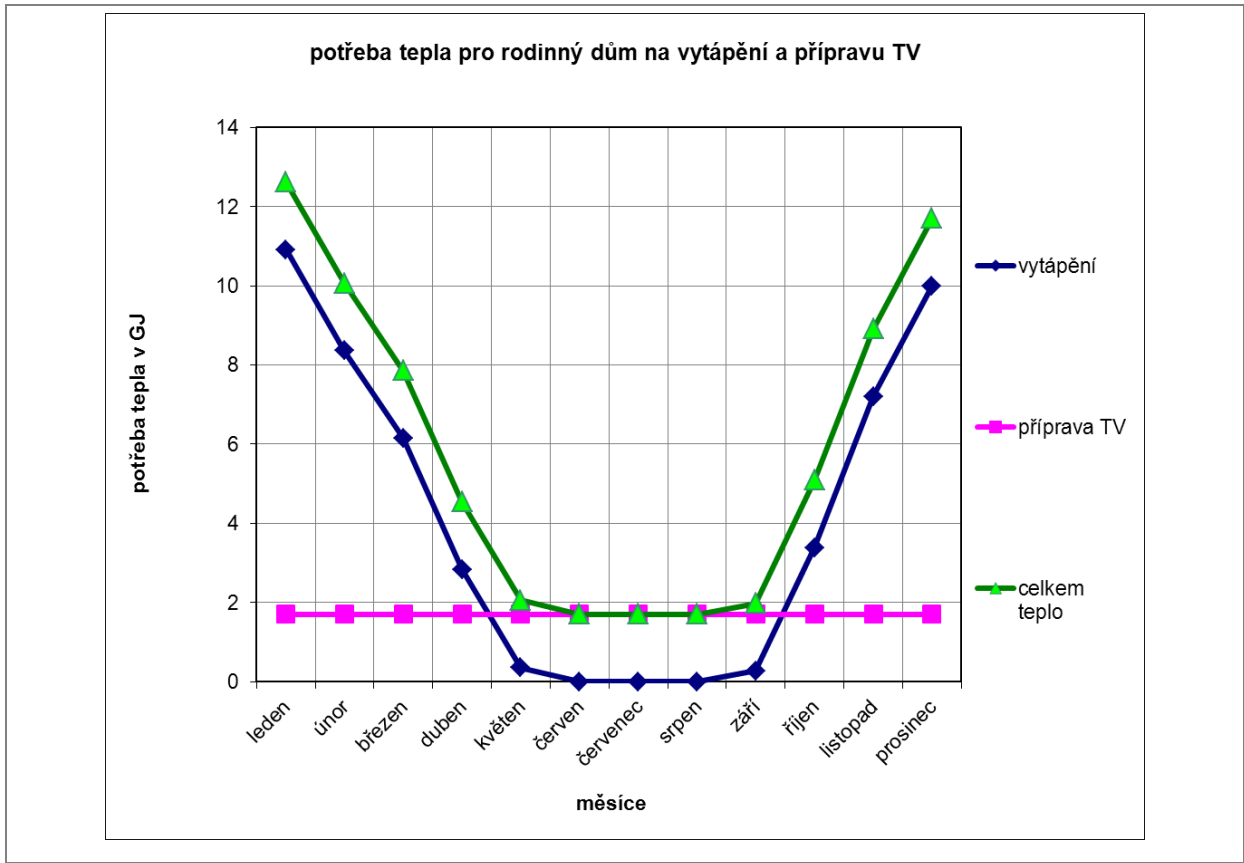
TABULKA 2-73 RD –PŘÍKLAD TEPELNÉ BILANCE S INSTALOVANÝM TEPELNÝM VÝKONEM KOGENERACE
18 KW

specifikace	jed-notka	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem
vytápění	GJ	10,9	8,4	6,2	2,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	3,4	7,2	10,0	50
příprava TV	GJ	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	20,4
celkem teplo	GJ	12,6	10,1	7,9	4,5	2,1	1,7	1,7	1,7	2,0	5,1	8,9	11,7	70
počet dnů	den	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
počet hodin za den	h	6,5	6,5	6,5	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	3,0	5,0	5,0	
počet hodin za měsíc	h	202	182	202	90	62	45	47	47	45	93	150	155	1 318
tepelný výkon z potřeby	kW	17,4	15,4	10,8	14,0	9,2	10,5	10,2	10,2	12,2	15,2	16,5	21,0	
tepelný výkon kogenerační(ch) jednotky(ek)	kW	18												
zatížení	%	96,7%	85,3%	60,2%	77,8%	51,3%	58,5%	56,5%	56,5%	67,9%	84,4%	91,7%	100,0%	
dodané teplo z kogenerace	GJ	12,6	10,1	7,9	4,5	2,1	1,7	1,7	1,7	2,0	5,1	8,9	10,0	68

BB a OB - Tepelná bilance

specifikace	GJ	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem
vytápění	GJ	10,9	8,4	6,2	2,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	3,4	7,2	10,0	49,5
příprava TV	GJ	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	20,4
celkem	GJ	12,6	10,1	7,9	4,5	2,1	1,7	1,7	1,7	2,0	5,1	8,9	11,7	69,9
poměr měsíční ku roční celkové potřebě		18,04%	14,39%	11,24%	6,49%	2,95%	2,44%	2,43%	2,43%	2,83%	7,27%	12,74%	16,74%	100,00%

Kogenerace pro RD je posouzena v tabulkách 2-73 a 2-74. Z tabulek je zřejmé, že vzájemně neladí tepelná ztráta RD a tepelný výkon jednotky. Aby se dodrželo vysoké zatížení, jsou v přechodných a letních měsících nízké provozní hodiny. Celkem za rok 1 318 hodin. Jednotka proto není pro RD vhodná. Byla by třeba jednotka alespoň s polovičním výkonem či nižším pro nízkoenergetické RD.



OBRÁZEK 2-44

POTŘEBA TEPLA PRO RODINNÝ DŮM A PRŮBĚH ODBĚRU TEPLA

TABULKA 2-74

RD ROZVAHA UŽITÍ KOGENERAČNÍCH JEDNOTEK -VARIANTA 1 JEDNOTKY O TEPELNÉM VÝKONU 18 KW–

výkon pro jednotku	typ	TEDOM 1 x Micro T7		měsíce	počet dnů	počet hodin		tepelný výkon		potřeba plynu			výroba elektřiny		množství plynu na výrobu 1 kWh		
	typ	-	-			den	měsíc	zatížení	GJ	m ³	kWh	GJ	MWh	GJ			
počet kusů	výkon jmenovitý			leden	31	6,5	202	96,7%	13	463	4 867	16	1,4	4,9	3,57		
	kW	kW	GJ	únor	28	6,5	182	85,3%	10	419	4 396	14	1,1	3,9	4,04		
	tepelný	elektrický	tepelný	březen	31	6,5	202	60,2%	8	373	3 915	13	0,8	3,1	4,61		
jmenovitý	18	7		duben	30	3,0	90	77,8%	5	207	2 174	7	0,5	1,8	4,43		
1	18	7	0,0648	květen	31	2,0	62	51,3%	2	115	1 204	4	0,2	0,8	5,41		
jmenovitý	0	0	0	červen	30	1,5	45	58,5%	2	83	874	3	0,2	0,7	4,74		
0	0	0	0,0000	červenec	31	1,5	47	56,5%	2	86	903	3	0,2	0,7	4,91		
potřeba plynu	v m ³ /h při	jednotka	celkem	srpen	31	1,5	47	56,5%	2	86	903	3	0,2	0,7	4,91		
	100% výkonu	2,85	2,85	září	30	1,5	45	67,9%	2	83	874	3	0,2	0,8	4,09		
		0	0,00	říjen	31	3,0	93	84,4%	5	214	2 246	7	0,5	2,0	4,09		
	75% výkonu	2,30	2,30	listopad	30	5,0	150	91,7%	9	345	3 623	12	1,0	3,5	3,76		
		0	0,00	prosinec	31	5,0	155	100,0%	10	442	4 639	15	1,1	3,9	4,28		
	50% výkonu	1,85	1,85					v GJ									
		0	0,00					v kWh									
tepelná účinnost vypočtená				68,8%		hodin za rok 1 318		plynu za rok 2 916		30 618	99	7	27				
elektrická účinnost vypočtená				26,7%													
celková účinnost vypočtená				95,5%													

Zemní plyn	výhřevnost	34,050	MJ/m ³	ERU 2/2001	9,458	kWh/m ³	ERU 2/2001	10,501	kWh/m ³	cena - komoditní složka	1,200	Kč/kWh	didtribuční složka	0,131	Kč/kWh	cena za odběr plynu	36 742	cena za odběr plynu	36 742	distribuce	4 011	celkem ZP	40 753
		34,050	MJ/m ³		9,458	kWh/m ³		10,501	kWh/m ³		1,200	Kč/kWh		0,131	Kč/kWh		36 742		4 011		40 753		
Elektrina	množství plynu v kWh na výrobu 1 kWh,el																			4,15			
	cena 1 vyrobené kWh v Kč																			5,11			
	náklady na údržbu a ostatní v Kč/kWh																			0,40			
	celkem náklady na výrobu 1 kWh elektřiny																			5,51			
	roční výroba elektřiny v kWh																			7 376			
	korekce na roční výrobu elektřiny pro ekonomii																			1,00			
	uvažovaná roční výroba elektřiny																			7 376			
náklady na výrobu elektřiny v Kč																			40 658				

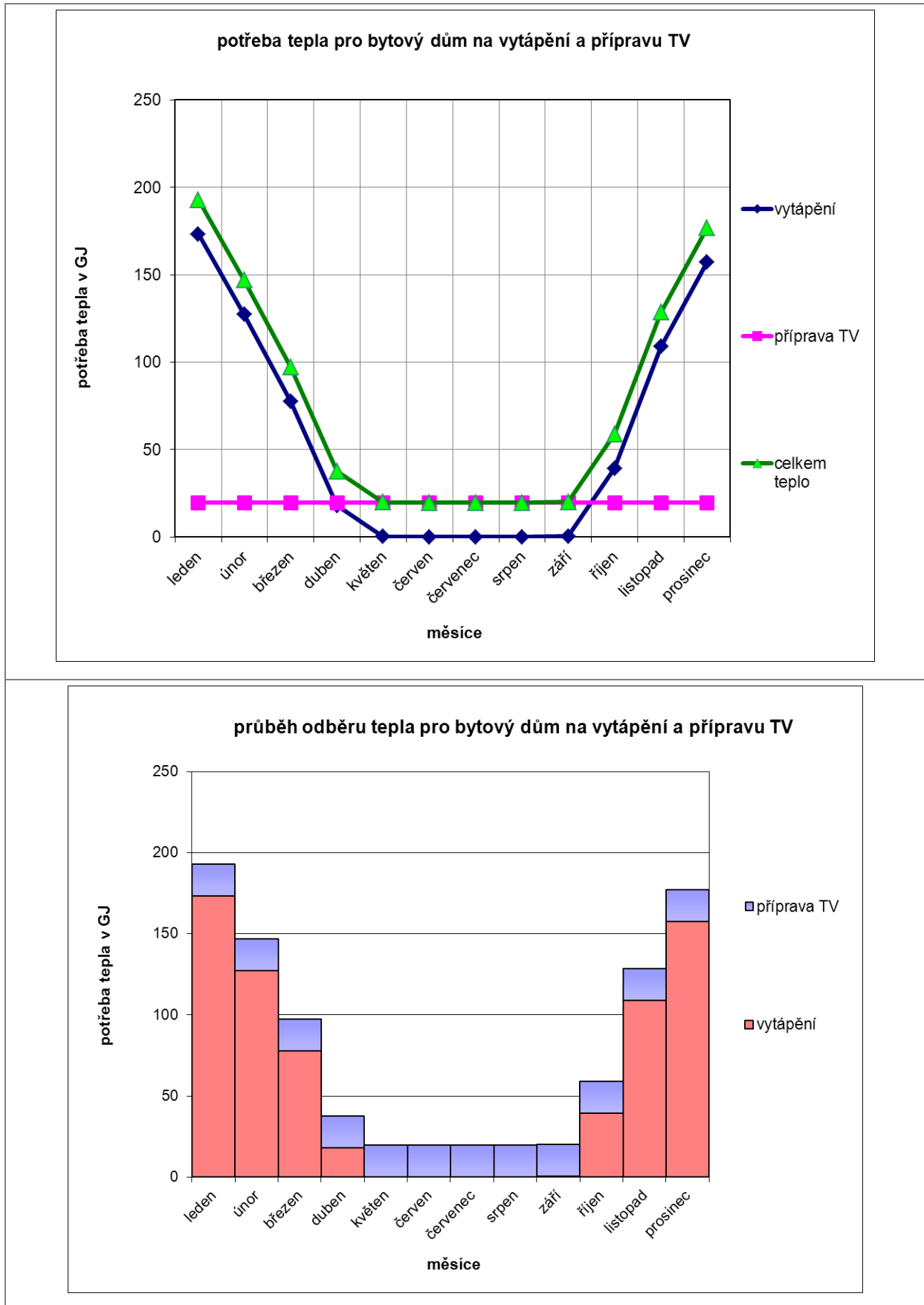
TABULKA 2-75

BD – PŘÍKLAD TEPELNÉ BILANCE S INSTALOVANÝM TEPELNÝM VÝKONEM KOGENE-RACE 62 KW

specifikace	jed-notka	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem
vytápění	GJ	173	127	78	18	0	0	0	0	0	39	109	157	702
příprava TV	GJ	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	235,4
celkem teplo	GJ	193	147	97	38	20	20	20	20	20	59	128	177	937
počet dnů	den	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
počet hodin za den	h	20,0	20,0	20,0	10,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	16,0	20,0	20,0	
počet hodin za měsíc	h	620	560	620	300	155	150	155	155	150	496	600	620	4 581
tepelný výkon z potřeby	kW	86	73	44	35	36	36	35	35	37	33	59	79	
tepelný výkon kogenerační(ch) jednotky(ek)	kW	62												
zatížení	%	100,0%	100,0%	70,2%	56,2%	57,3%	58,6%	56,7%	56,7%	60,0%	53,1%	95,9%	100,0%	
dodané teplo z kogenerace	GJ	138	125	97	38	20	20	20	20	20	59	128	138	823

BB a OB - Tepelná bilance

specifikace	GJ	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem
vytápění	GJ	173,1	127,3	77,6	18,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5	39,2	108,8	157,3	702,0
příprava TV	GJ	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	235,4
celkem	GJ	192,7	146,9	97,2	37,6	19,8	19,6	19,6	19,6	20,1	58,8	128,5	176,9	937,4
poměr měsíční ku roční celkové potřebě		20,56%	15,67%	10,37%	4,01%	2,12%	2,09%	2,09%	2,09%	2,14%	6,27%	13,70%	18,87%	100,00%



OBRÁZEK 2-45

POTŘEBA TEPLA PRO BYTOVÝ DŮM A PRŮBĚH ODBĚRU TEPLA

TABULKA 2-76

BD –ROZVAHA UŽITÍ KOGENERAČNÍ JEDNOTKY O TEPELNÉM VÝKONU 62 KW

výkon pro jednotku	typ	TEDOM 1 x Micro T30		měsíce	počet dnů	počet hodin		tepelný výkon		potřeba plynu			výroba elektřiny		množství plynu na výrobu 1 kWh		
	typ					den	měsíc	zatížení	GJ	m ³	kWh	GJ	MWh	GJ			
počet kusů	výkon jmenovitý			leden	31	20	620	100,0%	138	6 324	66 408	215	18,6	67,0	3,57		
	kW	kW	GJ	únor	28	20	560	100,0%	125	5 712	59 982	194	16,8	60,5	3,57		
	tepelný	elektrický	tepelný	březen	31	20	620	70,2%	97	3 844	40 366	131	13,1	47,0	3,09		
jmenovitý	62	30		duben	30	10	300	56,2%	38	1 860	19 532	63	5,1	18,2	3,86		
1	62	30	0,2232	květen	31	5	155	57,3%	20	961	10 091	33	2,7	9,6	3,79		
jmenovitý	0	0		červen	30	5	150	58,6%	20	930	9 766	32	2,6	9,5	3,70		
0	0	0	0,0000	červenec	31	5	155	56,7%	20	961	10 091	33	2,6	9,5	3,83		
potřeba plynu	v m ³ /h při	jednotka	celkem	srpen	31	5	155	56,7%	20	961	10 091	33	2,6	9,5	3,83		
	100% výkonu	10,20	10,20	září	30	5	150	60,0%	20	930	9 766	32	2,7	9,7	3,62		
		0	0,00	říjen	31	16	496	53,1%	59	3 075	32 293	105	7,9	28,4	4,09		
	75% výkonu	8,20	8,20	listopad	30	20	600	95,9%	128	4 920	51 665	168	17,3	62,2	2,99		
		0	0,00	prosinec	31	20	620	100,0%	138	6 324	66 408	215	18,6	67,0	3,57		
	50% výkonu	6,20	6,20	v GJ		823											
	0	0,00	celkem		v kWh		228 494										
tepelná účinnost vypočtená				65,6%		hodin za rok		4 581		plynu za rok		36 802		386 460	1 253	111	398
elektrická účinnost vypočtená				31,8%													
celková účinnost vypočtená				97,4%													
Zemní plyn	výchřevnost	34,050	MJ/m ³					Elektrina	množství plynu v kWh na výrobu 1 kWh _{el}				3,50				
		9,458	kWh/m ³						cena 1 vyrobené kWh v Kč				5,24				
	ERU 2/2001	10,501	kWh/m ³	spalné teplo					náklady na údržbu a ostatní v Kč/kWh				0,40				
	cena - komoditní složka	1,500	Kč/kWh	cena za odběr plynu					celkem náklady na výrobu 1 kWh elektřiny				5,64				
		15,75	Kč/m ³						roční výroba elektřiny v kWh				110 562				
	didtribuční složka	0,000	Kč/kWh						korekce na roční výrobu elektřiny pro ekonomii				1,00				
		0,00	Kč/m ³	distribuce					uvažovaná roční výroba elektřiny				110 562				
				celkem ZP					náklady na výrobu elektřiny v Kč				623 915				

V tabulkách 2-75 a 2-76 je užití jednotky pro BD o tepelném výkonu 62 kW.

TABULKA 2-77

VÝSTUP KOGENERACE

vstup	průměrná cena pro domácnost (elektřina pro spotřebiče a vaření)		5,25	Kč/kWh
	vyrobené množství elektřiny v kWh/rok		110 562	kWh/rok
	vyrobené množství tepla v kWh/rok		228 494	kWh/rok
	výše příspěvku k ceně elektřiny v Kč/MWh (základní pásmo 24 hodin)		590	Kč/MWh
	výše příspěvku na 1 kWh		0,59	k4/kWh

kogeneace	náklady na vyrobenou 1 kWh		5,64	Kč/kWh
	tepelná účinnost		65,64%	%
	elektrická účinnost		31,76%	%
	celková účinnost		97,41%	%
	potřeba plynu na 1 kWh		3,50	kWh
	potřeba primární energie		425 106	kWh

výstup	výnos při prodeji 1 kWh		0,20	Kč/kWh
	výnos z dodávky tepla		452 419	Kč/rok
	primární energie		425 106	kWh/rok
	podíl tepelné a elektrické energie		2,07	-

	primární energie - podíl tepla	286 484	kWh/rok
	primární energie - podíl elektřina	138 621	kWh/rok
	primární energie - elektřina vztažená na vyrobenou 1 kWh	1,25	kWh

V tabulce 2-77 jsou výstupy pro BD. Významné jsou:

- výnosy orientační z výroby elektrické energie při uvažování průměrných cen a výše příspěvku k ceně elektřiny 590 Kč/MWh (základní pásmo 24 hodin) je 20 halířů na 1 kW
- výnos z vyrobeného tepla je 452 419 Kč (uvažuje se cena 550 Kč/GJ). Náklady za plyn jsou v ceně elektřiny
- hodnoty primární energie na 1 kWh je 1,25 kWh. Oproti klasické výrobě s činitelem 3, kdy primární energie je 3 kWh se jedná o snížení cca 1,7 kWh – 57 %.

3 OVĚŘENÍ NA VYBRANÝCH BUDOVÁCH

Byly definovány 4 budovy:

- obytný vícepodlažní dům
- izolovaný rodinný dům
- školní budova
- kancelářská budova.

Pro ně byla zpracována certifikace programem STUE s aplikací zavedených ČSN EN a novelizované vyhlášky o energetické náročnosti budov č. 78/2013 Sb. pro referenční stav (třída C).

Jednotlivé varianty certifikace byly naplněny takto:

- referenční stav – parametry a hodnoty referenční budovy podle tabulky 1 Přílohy č. 1 (referenční hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,R} = U_{em,N,20,R}$ a $U_{N,20}$ podle normy Tepelná ochrana budov, Část 2: Požadavky, ČSN 73 0540-2, soustavy TZB), přirozené větrání, žádné OZE, zdroj tepla plynové nízkoteplotní kotle
- stávající stav – hodnoty U podle provedení, soustavy TZB podle provedení, přirozené větrání, žádné OZE, zdroj tepla tradiční plynové kotle
- I. soubor opatření – hodnoty U podle novelizované vyhlášky (ČSN 73 0540-2) - doporučené hodnoty $U_{rec,20}$, soustavy TZB podle výpočtu STUE, nucené větrání s využitím tepla, OZE – aktivní sluneční, příprava TV slunečním okruhem, zdroj tepla kondenzační kotle
- II. soubor opatření – hodnoty $U_{pas,20}$ podle normy ČSN 73 0540-2 - doporučené hodnoty pro pasivní domy, soustavy TZB podle výpočtu STUE, nucené větrání s využitím tepla, OZE – aktivní sluneční, příprava TV slunečním okruhem, zdroj tepla kotelná na biomasu, pelety.

Jsou stanoveny potřeby dodané a primární energie a celkových nákladů. Výpočet celkových nákladů se provede podle Nařízení a ČSN EN 15 459 – Energetická účinnost budov – Metoda ekonomického hodnocení energetických soustav v budově.

Výstupy simulace jsou hodnoceny z hlediska potřeby tepla, užití OZE a netradičních technologií, dodané a primární potřeby a podílu OZE na celkové bilanci. Netradiční technologie jsou z důvodů přehlednosti zpracovány v kapitole 2 a zde je na ně odkaz.

3.1 BYTOVÝ DŮM

Panelový bytový se třemi vchody a osmi podlažními byl postaven ve stavební soustavě Larsen & Nielsen. Tato soustava (L & N) byla určena pro výstavbu bytových domů v Praze. Je řešena jako systém nosných příčných a podélných stěn obecně se třemi rozpony: 2,7 m; 3,6 m a 4,5 m. Konstruktivní výška soustavy je 2,8 m. Stropní železobetonové panely jsou plné o tloušťce 160 mm. Nosné stěnové panely mají tloušťku 150 mm. Příčky jsou betonové o tloušťce 65 mm.

Obvodový plášť v průčelí je nenosný o celkové tloušťce 210 mm ve složení: 100 mm vnitřní železobetonová vrstva, 50 mm tepelná izolace z pěnového polystyrenu a 60 mm vnější betonová vrstva. Charakteristické údaje budovy L & N jsou v tabulce 3-1.

Střecha je plochá jednoplášťová s tepelnou izolací z polystyrenu.

TABULKA 3-1	CHARAKTERISTICKÉ ÚDAJE BUDOVY
Název veličiny	Značka a rozměr
Šířka budovy	$\check{s} = 12,42 \text{ m}$
Délka budovy	$d = 54,37 \text{ m}$
Ochlazovaný obvod	$o = 133,58 \text{ m}$
Výška budovy	$h = 22,4 \text{ m}$
Základová plocha	$A_G = 675,3 \text{ m}^2$
Celková ochlazovaná plocha	$\Sigma A_j = 4,342,8 \text{ m}^2$
Obestavěný objem	$V_o = 15\,126,7 \text{ m}^3$
Geometrická charakteristika	$\Sigma A_j / V_o = 0,287/\text{m}$
Celková plocha oken	$A_o = 861,1 \text{ m}^2$
Plocha obvodových panelů	$A_e = 2\,131,1 \text{ m}^2$
Plocha střechy	$A_s = 675,3 \text{ m}^2$
Plocha podlahy	$A_G = 675,3 \text{ m}^2$
Součinitel prostupu tepla obvodových panelů	$U_e = 0,84 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Součinitel prostupu tepla oken	$U_o = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Součinitel prostupu tepla střechy	$U_s = 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Součinitel prostupu tepla podlahy	$U_n = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Počet bytů	96
Plocha podle zákona č. 406 v platném znění	$AC = 5\,402,4 \text{ m}^2$

Hodnoty součinitele prostupu tepla U a orientace ke světovým stranám (V-Z) jsou v tabulce 3-2. V tabulce 3-3 je zadání parametrů stavební konstrukce a soustav TZB v jednotlivých variantách. V tabulce 3-4 je zadání investičních nákladů pro stavební funkční díly a části soustav TZB.

Výstupy jsou počínaje tabulkou 3-5 až po tabulku 3-13 a obrázcích 3-1 až 3-5.

Struktura celkových nákladů členěná na investiční náklady včetně diskontovaných nákladů a s odečtením koncových nákladů, diskontovaných běžných nákladů (zejména náklady na údržbu) a náklady na energii při výpočtové době 30 let je v tabulce 3-7. Zajímavé jsou trendy nákladů v jednotlivých variantách. Se snižováním energetické náročnosti v pořadí stávající – referenční – I, soubor – II. soubor:

- náklady investiční a obnovovací rostou z 25 % na 67 %
- náklady na údržbu mírně stoupají z 6 % na 12 %
- náklady na energii klesají z 67 % do 21 %.

Výstupy dodané energie na vytápění a primární energie jsou v tabulce 3-8. Výstupy dodané energie na přípravu TV a primární energie jsou v tabulce 3-9.


Měrné potřeby dodané energie a primární energie jsou v tabulce 3-10. Referenční stav $121,4 \text{ kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$ je vypočten s hodnotami podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. Pro doporučené hodnoty U a od-

povídající TZB klesá měrná potřeba na 49,3 kWh/m².rok, u doporučené hodnoty pro pasivní domy a odpovídající TZB na hodnotu 41,2 kWh/m².rok.

Měrná primární energie klesá na 59,8 kWh/m².rok u užití sluneční energie pro přípravu TV a 29,5 kWh/m².rok u užití sluneční energie a biomasy pro zdroj tepla.

TABULKA 3-2

ORIENTACE KE SVĚTOVÝM STRANÁM A SOUČINITEL U

Larsen & Nielsen						
orientace budovy ke světovým stranám						
						
Železobetonový sendvičový panel s tepelnou izolací tl. 50 mm						
Varianta:		referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku
R	U	0,30	0,84			
Rzat				4,02	8,52	požadovaná
U zat				0,24	0,12	doporučená
Tloušťka zateplení v mm		90		120	300	pasivní
Otvorové výplně						
Varianta:		U _w		I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku
		referenční	stávající			
		1,5				
okna dřevěná zdvojená			2,80			požadovaná
okna jednoduchá s dvojskly (U _g = 1,3)						doporučená
okna jednoduchá s dvojskly (U _g = 1,0 až 1,1)				1,20		požadovaná
okna jednoduchá se zasklením Heat Mirror					0,60	pasivní
Střecha plochá jednoplášťová						
Varianta:		referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku
R	U	0,24	0,60			
Rzat				5,35	10,03	požadovaná
U zat				0,18	0,10	doporučená
Tloušťka zateplení v mm				190	340	pasivní
Strop (podlaha) nad suterénem						
Varianta:		referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku
R	U	0,60	1,00			
Rzat				2,16	4,66	požadovaná
U zat				0,40	0,20	doporučená
Tloušťka zateplení v mm				60	160	pasivní

TABULKA 3-3

ZADÁNÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE A SOUSTAV TZB V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH

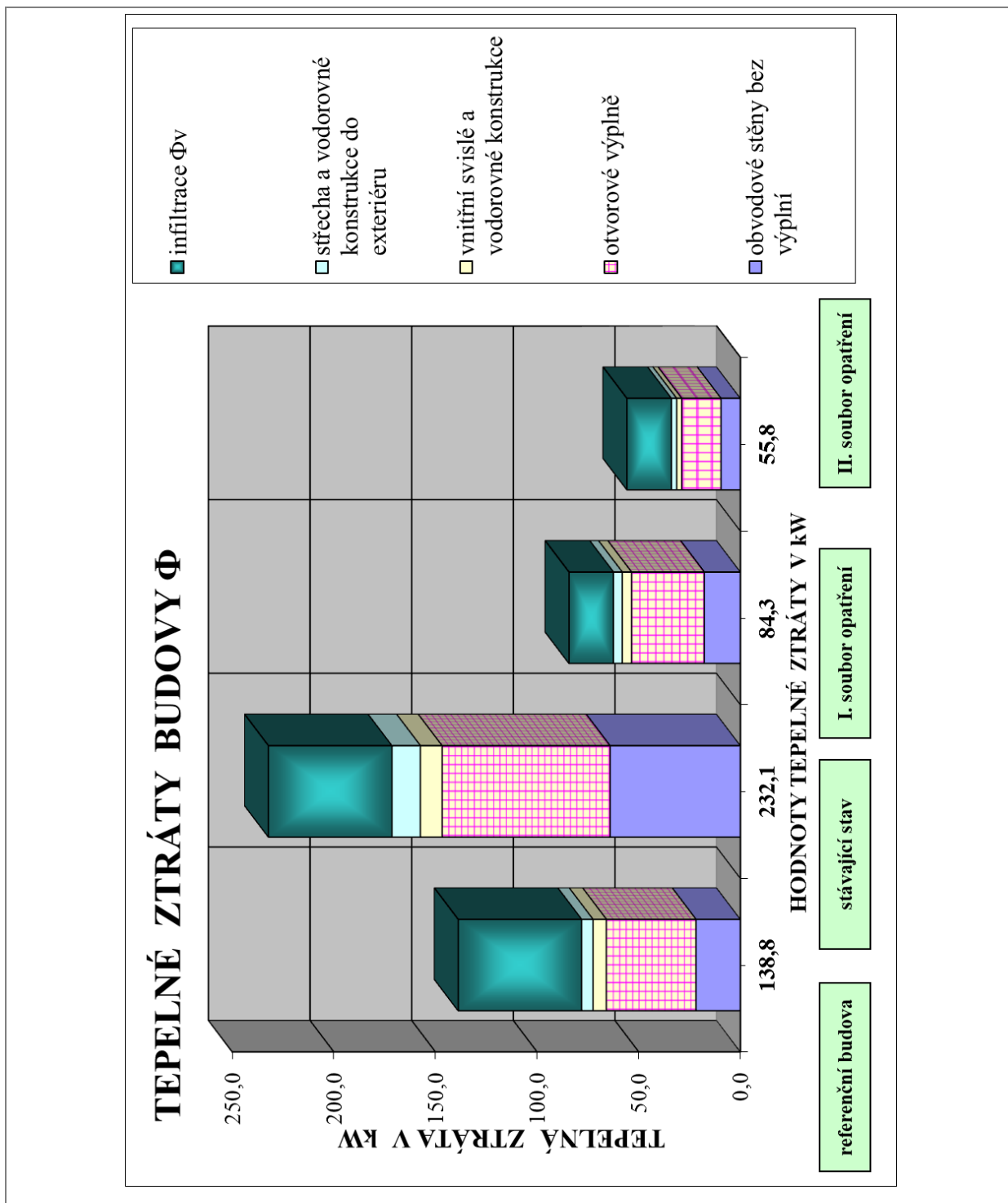
	Opatření	označení	jednotka	stav	stav	soubor opatření		
				stávající	referenční	I.	II	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
stavební konstrukce budovy	střecha	U	(W/m ² K)	0,60	0,24	0,18	0,10	
	obvodové stěny	U	(W/m ² K)	0,84	0,30	0,24	0,12	
	otvorové výplně	U	(W/m ² K)	2,80	1,50	1,20	0,60	
	podíl otvorových výplní		%	29,00	29,00	29,00	29,00	
	vybrané vnitřní konstrukce	U	(W/m ² K)	1,00	0,60	0,40	0,20	
	opatření spojená s konstrukcí budovy							
	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	C	Wh/K	247 430	390 053	390 053	390 053	
časová konstanta	τ	(h)	57,05	53,77	148,11	223,67		
vytápění	vytápěcí soustava	zdroj		plynová kotelna tradiční	účinnost zdroje 80 %	plynová kotelna (DK) s kondenzačními kotli	kotelna (DK) na biomasu (pelety)	
		regulace a řízení		ústřední a individuální	ústřední a individuální	ústřední a individuální	ústřední a individuální	
		OZE		pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky	pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky	pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky	pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky, zdroj tepla na biomasu	
příprava TV	soustava přípravy TV	zdroj		dtto vytápění; cirkulace	dtto vytápění; cirkulace	dtto vytápění; cirkulace	dtto vytápění; cirkulace	
		regulace a řízení		teplotní regulace cirkulace	teplotní regulace cirkulace	teplotní regulace cirkulace	teplotní regulace cirkulace	
		OZE				sluneční okruh	sluneční okruh	
větrání	větrací soustava			přirozené	přirozené	nucené s využitím tepla	nucené s využitím tepla	
chlazení	chladicí soustava			-	-	-	-	
umělé osvětlení	prostory	společné				úsporné	úsporné	
		byty						
R+M řídicí s.	řídicí systém			-	-	-	-	
	energetické manažerství			-	-	EM	EM	

V tabulce 3-11 je průběh měrných celkových nákladů v Kč/m² v závislosti na měrné potřebě primární energie v kWh/m².rok. Referenční varianta má nejnižší celkové měrné náklady.

Porovnání zdrojů tepla je v tabulce 3-12. Nejhorší průměrnou účinností za otopnou sezónu při uvažování výhřevnosti má kotel na biomasu (pelety) 76,8 % a nejlepší kondenzační kotel 101,3 %.

Míra využití OZE je v tabulce 3-13. Neuvažujeme-li sluneční energie pasivní -vnější využité teplené zisky + vnitřní využité tepelné zisky, které jsou zahrnuty ve využitých ziscích v tepelné bilanci pro vytápění podle ČSN EN ISO 13790, potom ve variantě I. souboru s užitím sluneční energie přinese OZE 23 % a v II. souboru s užitím sluneční energie pro přípravu TV a biomasy pro zdroje tepla 100 %. Tato varianta je však výjimečná a daná možností navrhnout pro budovu zdroj na biomasu.

Veškeré výpočty byly provedeny programem STUE podle zavedených ČSN EN a u referenční budovy podle vyhlášky č. 78/Sb. Výpočty jsou uloženy u zpracovatele (rozsah 4 sešity EXCEL).



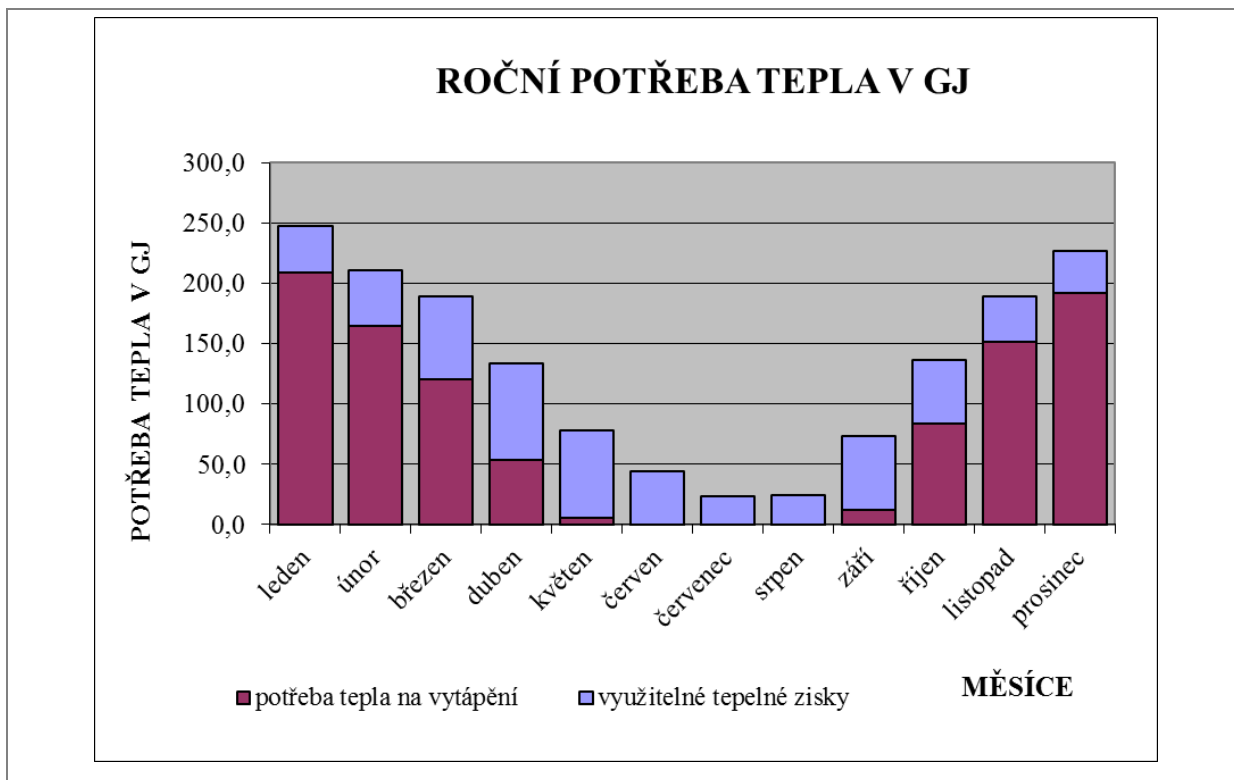
OBRÁZEK 3-1

TEPELNÁ ZTRÁTA V kW

TABULKA 3-5

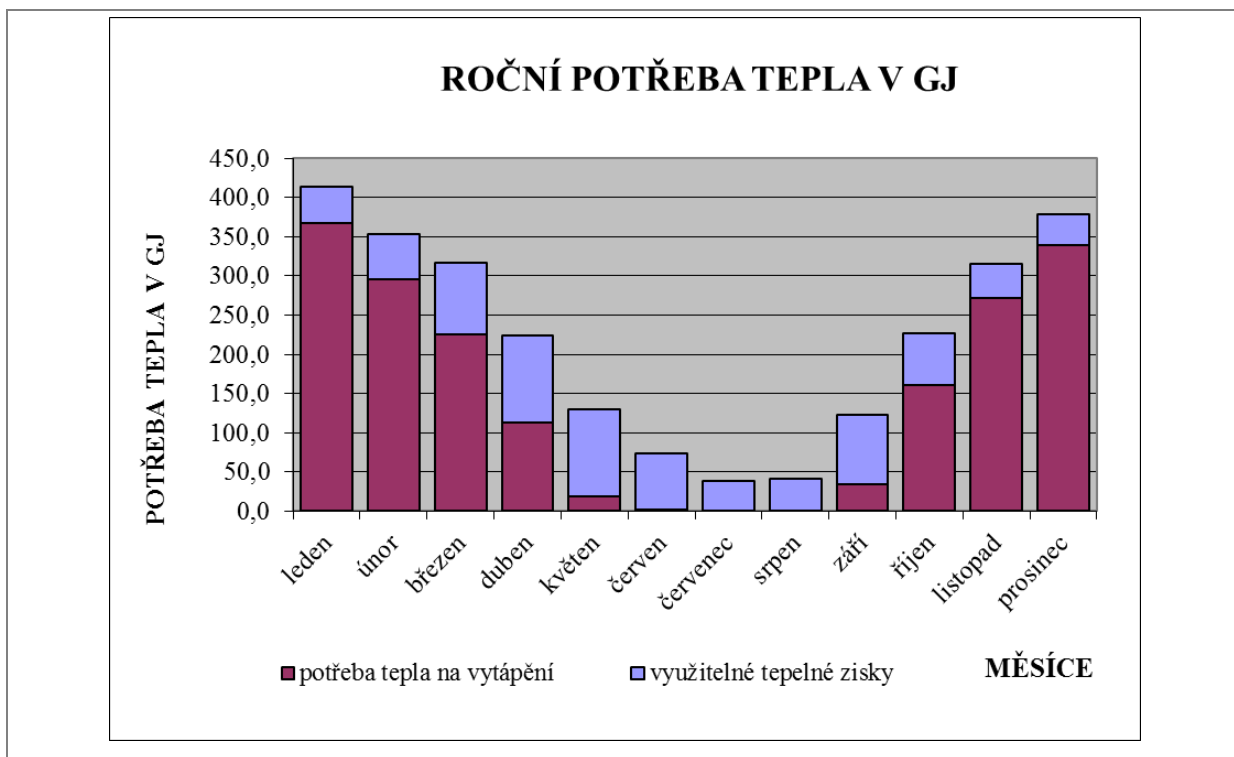
POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 - VARIANTA I A VARIANTA II

měsíc	počet dnů	průměrná vnější teplota θ_{em}	střední teplota přiváděného vzduchu (ZZT) $\theta_{V,mech,m}$	průměrná vnitřní teplota $\theta_{int,sett}$	deno- stupně	měna teplota		měna větráním		tepelná ztráta		prostupem		tepelná ztráta		větráním		celková tepelná ztráta		vnitřní tepelný zisk Q_{int}	vnější tepelný zisk Q_{sol}	celkové tepelné zisky Q_{high}	poměr tepelných zisků a tepelných ztrát γ_H	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy C_m	časová konstante τ	činitel využití tepelných zisků η_{high}	potřeba tepla při nepřehřívání $Q_{H,nd,cont}$	redukční činitel přehřívání $\phi_{H,red}$	potřeba tepla při přehřívání $Q_{H,nd,interm}$		
						$H_{H,ar}$	$H_{H,ve}$	$Q_{H,ht}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,nd}$	$Q_{H,ht}$	MWh	GJ	MWh	GJ	MWh	GJ	MWh	GJ											MWh	GJ
I. SOUBOR OPA TŘENÍ																															
leden	31,0	-1,3	-1,3	20,0	660,3	1 951	683	30,9	111,3	10,8	38,9	41,7	150,2	6,9	32,1	0,21	390 053	148,11	1,00	118	0,979	116									
únor	28,0	-0,1	-0,1	20,0	562,8	1 951	683	26,4	94,9	9,2	33,2	35,6	128,1	11,6	34,4	0,27	390 053	148,11	1,00	94	0,971	91									
březen	31,0	3,7	3,7	20,0	505,3	1 951	683	23,7	85,2	8,3	29,8	31,9	115,0	22,3	47,5	0,41	390 053	148,11	1,00	67	0,952	64									
duben	30,0	8,1	8,1	20,0	357,0	1 951	683	16,7	60,2	5,8	21,1	22,6	81,2	29,7	54,1	0,67	390 053	148,11	1,00	27	0,918	25									
květen	31,0	13,3	13,3	20,0	207,7	1 951	683	9,7	35,0	3,4	12,2	13,1	47,3	39,7	64,9	1,37	390 053	148,11	0,72	0	0,823	0									
červen	30,0	16,1	16,1	20,0	117	1 951	683	5,5	19,7	1,9	6,9	7,4	26,6	41,5	65,9	2,48	390 053	148,11	0,40	0	0,678	0									
červenec	31,0	18,0	18,0	20,0	62	1 951	683	2,9	10,5	1,0	3,7	3,9	14,1	25,2	41,4	4,72	390 053	148,11	0,21	0	0,389	0									
srpen	31,0	17,9	17,9	20,0	65,1	1 951	683	3,0	11,0	1,1	3,8	4,1	14,8	25,2	34,3	4,02	390 053	148,11	0,25	0	0,494	0									
září	30,0	13,5	13,5	20,0	195	1 951	683	9,1	32,9	3,2	11,5	12,3	44,4	24,4	48,9	1,10	390 053	148,11	0,87	2	0,868	2									
říjen	31,0	8,3	8,3	20,0	362,7	1 951	683	17,0	61,1	5,9	21,4	22,9	82,5	25,2	38,9	0,47	390 053	148,11	1,00	44	0,949	41									
listopad	30,0	3,2	3,2	20,0	504,0	1 951	683	23,6	85,0	8,3	29,7	31,9	114,7	24,4	6,7	31,1	0,27	390 053	148,11	1,00	84	0,974	81								
prosinec	31,0	0,5	0,5	20,0	604,5	1 951	683	28,3	101,9	9,9	35,7	38,2	137,6	25,2	4,8	30,0	0,22	390 053	148,11	1,00	108	0,980	105								
celkem	365	4,1	0,00%		4 203			196,8	709	68,9	248	265,7	956	297,0	277,0	0,60	72,2	148,11	10,87	544	0,968	526									
II. SOUBOR OPA TŘENÍ																															
leden	31,0	-1,3	-1,3	20,0	660,3	1 061	683	16,8	60,5	10,8	38,9	27,6	99,5	25,2	6,9	32,1	0,32	390 053	223,67	1,00	67	0,985	66								
únor	28,0	-0,1	-0,1	20,0	562,8	1 061	683	14,3	51,6	9,2	33,2	23,6	84,8	22,8	11,6	34,4	0,41	390 053	223,67	1,00	50	0,977	49								
březen	31,0	3,7	3,7	20,0	505,3	1 061	683	12,9	46,3	8,3	29,8	21,1	76,1	25,2	22,3	47,5	0,62	390 053	223,67	1,00	29	0,959	27								
duben	30,0	8,1	8,1	20,0	357,0	1 061	683	9,1	32,7	5,8	21,1	14,9	53,8	24,4	29,7	54,1	1,01	390 053	223,67	0,94	3	0,929	3								
květen	31,0	13,3	13,3	20,0	207,7	1 061	683	5,3	19,0	3,4	12,2	8,7	31,3	25,2	39,7	64,9	2,07	390 053	223,67	0,48	0	0,845	0								
červen	30,0	16,1	16,1	20,0	117	1 061	683	3,0	10,7	1,9	6,9	4,9	17,6	24,4	41,5	65,9	3,74	390 053	223,67	0,27	0	0,709	0								
červenec	31,0	18,0	18,0	20,0	62	1 061	683	1,6	5,7	1,0	3,7	2,6	9,3	25,2	41,4	66,6	7,13	390 053	223,67	0,14	0	0,463	0								
srpen	31,0	17,9	17,9	20,0	65,1	1 061	683	1,7	6,0	1,1	3,8	2,7	9,8	25,2	34,3	59,5	6,07	390 053	223,67	0,16	0	0,562	0								
září	30,0	13,5	13,5	20,0	195	1 061	683	5,0	17,9	3,2	11,5	8,2	29,4	24,4	48,9	1,66	390 053	223,67	0,60	0	0,888	0									
říjen	31,0	8,3	8,3	20,0	362,7	1 061	683	9,2	33,3	5,9	21,4	15,2	54,6	25,2	13,7	38,9	0,71	390 053	223,67	1,00	16	0,959	15								
listopad	30,0	3,2	3,2	20,0	504,0	1 061	683	12,8	46,2	8,3	29,7	21,1	75,9	24,4	6,7	31,1	0,41	390 053	223,67	1,00	45	0,980	44								
prosinec	31,0	0,5	0,5	20,0	604,5	1 061	683	15,4	55,4	9,9	35,7	25,3	91,1	25,2	4,8	30,0	0,33	390 053	223,67	1,00	61	0,985	60								
celkem	365	4,1	0,00%		4 203			107,1	385	68,9	248	175,9	633	297,0	277,0	0,91	72,2	223,67	15,91	271	0,978	265									



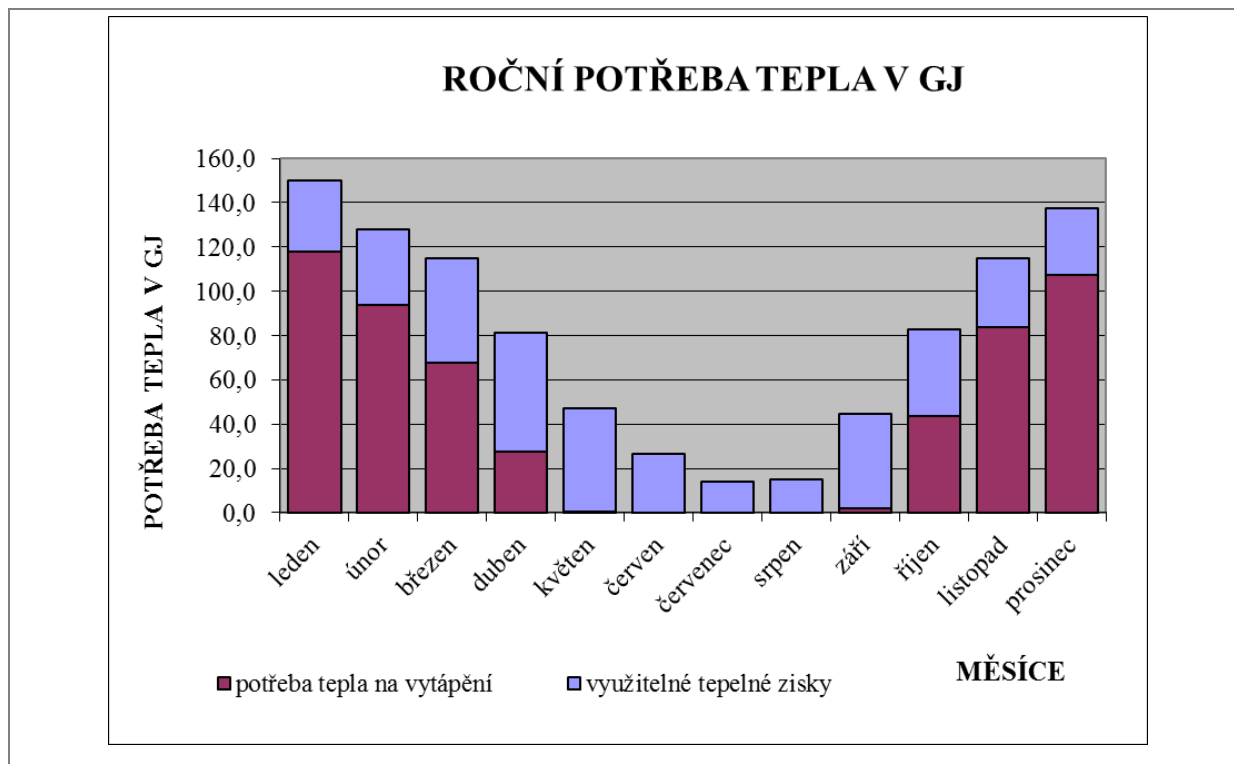
OBRÁZEK 3-2

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 – STÁVAJÍCÍ STAV



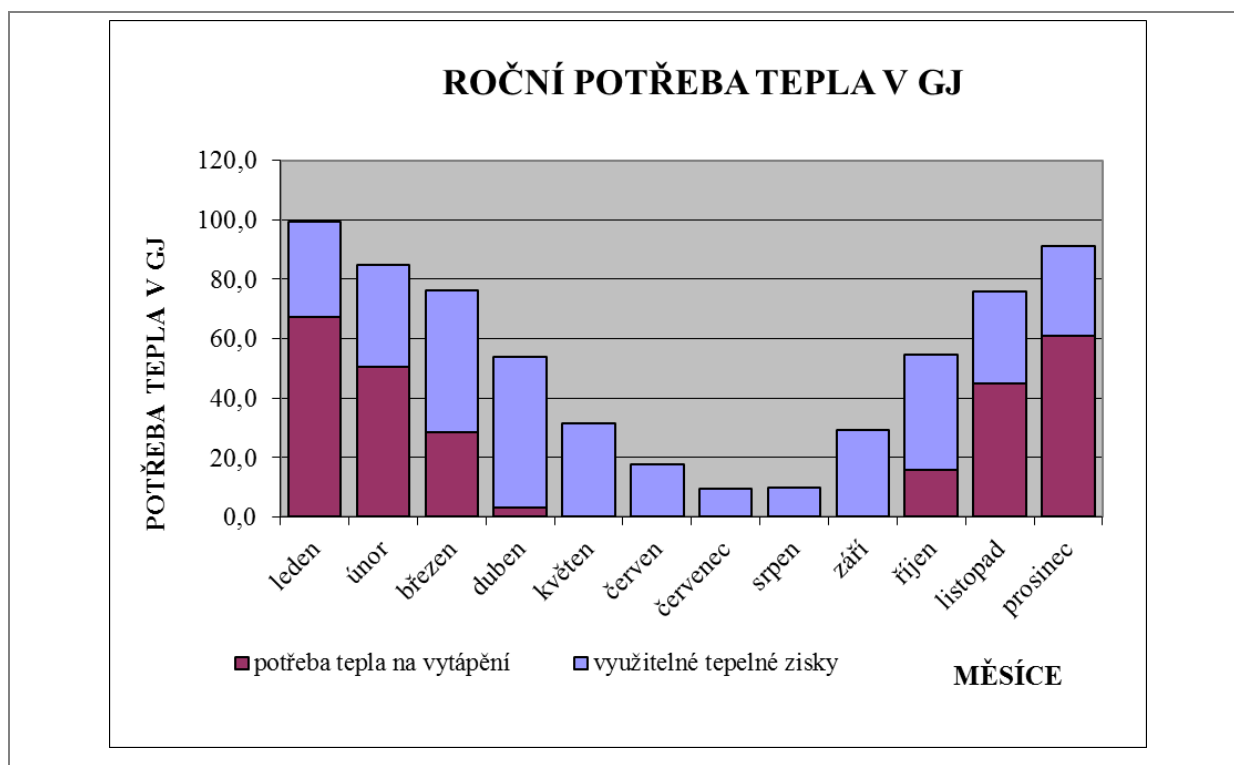
OBRÁZEK 3-3

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 - REFERENČNÍ STAV



OBRÁZEK 3-4

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 – VARIANTA I



OBRÁZEK 3-5

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 – VARIANTA II

TABULKA 3-6 ZADÁNÍ MĚRNÝCH INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE A SOUSTAVY TZB V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH

	Opatření	jednotka	stav	stav	soubor opatření	
			stávající	referenční	I.	II
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
stavební konstrukce budovy	střecha	tis. Kč/m ²	1,00	1,50	1,56	1,86
	obvodové stěny	tis. Kč/m ²	1,20	1,60	1,60	2,14
	otvorové výplně	tis. Kč/m ²	3,50	4,80	5,80	7,80
	vybrané vnitřní konstrukce	tis. Kč/m ²	0,80	1,20	1,23	1,30
vytápění	vytápěcí soustava zdroj	tis. Kč/byt	9,80	8,50	7,30	7,20
	rozvody, otopná tělesa, regulace	tis. Kč/byt	12,50	9,50	6,20	4,20
	OZE	tis. Kč/byt	-	-	-	-
příprava TV	soustava přípravy TV zdroj	tis. Kč/byt	-	-	-	-
	čerpadla, regulace a řízení	tis. Kč	-	-	30,00	30,00
	OZE	tis. Kč/byt	-	-	9,10	9,10
větrání	větrací soustava	tis. Kč/byt	10,00	10,00	90,00	90,00
chlazení	chladicí soustava	tis. Kč/byt	-	-	-	-
umělé osvětlení	prostory	společné	tis. Kč/byt	-	-	-
		byty	tis. Kč/byt	-	-	-
R+M řídicí s.	řídicí systém	tis. Kč	-	-	-	-
	energetické manažerství	tis. Kč	-	-	100,00	100,00

TABULKA 3-7 STRUKTURA CELKOVÝCH NÁKLADŮ V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH

	referenční	stávající	I.	II.
Náklady na konstrukce a soustavy TZB	33,75%	25,50%	63,97%	67,19%
Běžné náklady	9,06%	6,51%	9,58%	11,27%
Náklady za energii	57,18%	67,99%	26,45%	21,54%
Souhrnné celkové náklady	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

TABULKA 3-8

VÝSTUP POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

			referenční stav			stávající stav			I. soubor opatření			II. soubor opatření		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	potřeba		potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla		
Q_H	požadavek na teplo	GJ/rok	958			1 773			526			265		
	ztráty soustavy	GJ/rok	tepelné ztráty $Q_{H,i,s}$	pomocná energie $W_{H,i,aux}$	využitelné ztráty $Q_{H,i,s,rbl}$	tepelné ztráty $Q_{H,i,s}$	pomocná energie $W_{H,i,aux}$	využitelné ztráty $Q_{H,i,s,rbl}$	tepelné ztráty $Q_{H,i,s}$	pomocná energie $W_{H,i,aux}$	využitelné ztráty $Q_{H,i,s,rbl}$	tepelné ztráty $Q_{H,i,s}$	pomocná energie $W_{H,i,aux}$	využitelné ztráty $Q_{H,i,s,rbl}$
$\Sigma_{em,s}$	ztráty při sdílení tepla $Q_{H,em,s}$	GJ/rok	254	0,0	0,0	299	0,0	0,0	51	0,0	0,0	25	0,0	0,0
$Q_{H,em,in}$	příkon pro sdílení tepla ($Q_{H,em,out}+Q_{H,em,i,s}$)	GJ/rok	1 211	0,0	0,0	2 072	0,0	0,0	577	0,0	0,0	291	0,0	0,0
$\Sigma_{dis,s}$	ztráty v rozvodech $Q_{H,dis,s}$	GJ/rok	224	2,5	1,9	89	6,8	5,1	24	1,5	1,1	20	0,9	0,7
$Q_{H,dis,in}$	příkon pro rozvod tepla ($Q_{H,dis,out}+Q_{H,dis,i,s}$)	GJ/rok	1 435	2,5	1,9	2 162	6,8	5,1	601	1,5	1,1	310	0,9	0,7
$\Sigma_{st,s}$	ztráty v akumulaci ($Q_{H,st,s}$)	GJ/rok	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
$Q_{H,st,in}$	příkon pro akumulaci tepla ($Q_{H,st,out}+Q_{H,st,i,s}$)	GJ/rok	1 435	2,5	1,9	2 162	6,8	5,1	601	1,5	1,1	310	0,9	0,7
$\Sigma_{gen,s}$	ztráty ve výrobě tepla ($Q_{H,gen,s}$)	GJ/rok	373	1,5	0,0	390	1,72	0,0	-11	1,4	0,0	134	1,3	0,0
$Q_{H,gen,in}$	příkon pro výrobu tepla ($Q_{H,gen,out}+Q_{H,gen,i,s}$)	GJ/rok	1 808	4,0	1,9	2 552	9	5,1	590	2,9	1,1	445	2,2	0,7
$E_{H,hp,in}$	potřeba elektrické energie pro TČ	GJ/rok	0,0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0,0	0
$Q_{H,h}$	Tepelné čerpadlo - odečet - dodané teplo	GJ/rok	0,0			0			0			0		
	Energetické manažerství - odečet	GJ/rok	0,0			0,0			29,5			22,2		
	Sluneční energie - odečet	GJ/rok												
	celkem	GJ/rok	1 807,9	4,0		2 552,0	8,6		560,3	2,9		422,4	2,2	
			⇩		⇩	⇩		⇩	⇩		⇩	⇩		⇩
			požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty
		GJ/rok	1 806	⇐	1,8	2 547	⇐	5,1	559	⇐	1,0	422	⇐	0,6
	Konečná energie		$Q_{r,H}$	W_H	celkem vytápění	$Q_{r,H}$	W_H	celkem vytápění	$Q_{r,H}$	W_H	celkem vytápění	$Q_{r,H}$	W_H	celkem vytápění
Q	potřeba tepla/energie	GJ/rok	1 806,1	4,0	1 810,1	2 546,9	8,6	2 555,5	559,3	2,9	562,2	421,8	2,2	424,0
f_p	činitel přeměny energie ¹⁾	(-)	1,10	3,0	-	1,10	3,0	-	1,10	3,0	-	0,20	3,0	-
E_p	prvotní energie (Q·f)	GJ/rok	1 986,7	12,0	1 998,8	2 801,6	25,7	2 827,3	615,2	8,6	623,8	84,4	6,6	91,0
e	činitel náročnosti soustavy E/Q_H	(-)			2,09			1,59			1,19			0,34

TABULKA 3-9

VÝSTUP POTŘEBY TEPLA NA PŘÍPRAVU TV

			referenční stav			stávající stav			I. soubor opatření			II. soubor opatření		
			D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
potřeba			potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla		
Q _w	požadavek na teplo	GJ/období	314			353			314			314		
ztráty soustavy			tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}
Q _{w,em,ls}	ztráty při sdílení tepla Q _{w,em,ls}	GJ/období	1,9	20,8	0,0	2,1	21,2	0,0	1,9	18,8	0,0	1,9	0,0	0,0
Q _{w,em,in}	příkon pro sdílení tepla (Q _w +Q _{w,em,ls})	GJ/období	316	21	0	355	21	0	316	18,8	0	316	0	0
Q _{w,dis,ls}	ztráty v rozvodech Q _{w,dis,ls}	GJ/období	90,6	0,0	0,0	63,1	21,2	0,0	40,8	18,8	0,0	40,8	18,8	0,0
Q _{w,dis,in}	příkon pro rozvody tepla (Q _{w,dis,out} +Q _{w,dis,ls})	GJ/období	406,3	20,8	0,0	418,3	42,5	0,0	356,5	37,5	0,0	356,5	18,8	0,0
Q _{w,st,ls}	ztráty v akumulaci (Q _{w,st,ls})	GJ/období	7,9	0,0	0	21,8	0,0	0	11,0	0,0	0	11,0	0,0	0
Q _{w,st,in}	příkon pro akumulaci tepla (Q _{w,st,out} +Q _{w,st,ls})	GJ/období	414,2	20,8	0,0	440,1	42,5	0,0	367,5	37,5	0,0	367,5	18,8	0,0
Q _{w,gen,ls}	ztráty ve výrobě tepla (Q _{w,gen,ls})	GJ/období	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q _{w,gen,in}	příkon pro výrobu tepla (Q _{w,gen,out} +Q _{w,gen,ls})	GJ/období	414,2	20,8	0,0	440,1	42,5	0,0	367,5	37,5	0,0	367,5	18,8	0,0
E _{tl,zp,in}	potřeba elektrické energie pro TČ	GJ/rok	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0
Q _{w,h}	Tepelné čerpadlo - odečet - dodané teplo	GJ/rok	0			0			0			0		
	Energetické manažerství - odečet	GJ/rok												
	Sluneční energie - odečet	GJ/rok	0,0	0,0		0,0	0,0		216,3	3,4		216,3	3,4	
	celkem	GJ/rok	414,2			440,1			151,1			151,1		
			↓		↓	↓		↓	↓		↓	↓		↓
			požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty
		GJ/období	414	↔	0,0	440	↔	0,0	151	↔	0,0	151	↔	0,0
Konečná energie			Q _{t,w}	W _w	celkem teplota voda	Q _{t,w}	W _w	celkem teplota voda	Q _{t,w}	W _w	celkem teplota voda	Q _{t,w}	W _w	celkem teplota voda
Q	teplo/energie	GJ/období	414,2	20,8	435,0	440,1	42,5	482,6	151,1	37,5	188,7	151,1	18,8	169,9
f _p	činitel přeměny energie ¹⁾	(-)	1,10	3,0	-	1,10	3,0	-	0,51	3,0	-	0,51	3,0	-
E _p	prvotní energie (Q·f)	GJ/období	455,7	62,3	517,9	484,1	127,4	611,5	77,3	112,6	189,9	77,3	56,3	133,6
e	činitel náročnosti soustavy E/Q _w	(-)			1,65			1,73			0,60			0,43

TABULKA 3-10

MĚRNÉ POTŘEBY DODANÉ ENERGIE NA SYSTÉMOVÉ HRANICI A PRIMÁRNÍ ENERGIE PRO JEDNOTLIVÉ VARIANTY

přehled - referenční stav

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	1 810,1	0,0	0,0	435,0	116,2	2 361,3
%	76,7%	0,0%	0,0%	18,4%	4,9%	100,0%
kWh/m2rok	93,1	0,0	0,0	22,4	6,0	121,4

121,4

primární energie - referenční stav

	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	1986,72	12,04
příprava TV	455,67	62,26
elektrína		348,61
celkem		2 865,3
		147,3 kWh/m²

přehled - stávající stav

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	2 555,5	0,0	0,0	482,6	116,2	3 154,2
%	81,0%	0,0%	0,0%	15,3%	3,7%	100,0%
kWh/m2rok	131,4	0,0	0,0	24,8	6,0	162,2

primární energie - stávající stav

	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	2801,60	25,69
příprava TV	484,12	127,36
elektrína		348,61
celkem		3 787,4
		194,7 kWh/m²

přehled - I. soubor opatření

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	562,2	0,0	90,8	188,7	116,2	957,9
%	58,7%	0,0%	9,5%	19,7%	12,1%	100,0%
kWh/m2rok	28,9	0,0	4,7	9,7	6,0	49,3

primární energie - I. soubor opatření

	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	615,25	8,55
příprava TV	77,28	112,57
elektrína		348,61
celkem		1 162,3
		59,8 kWh/m²

přehled - II. soubor opatření

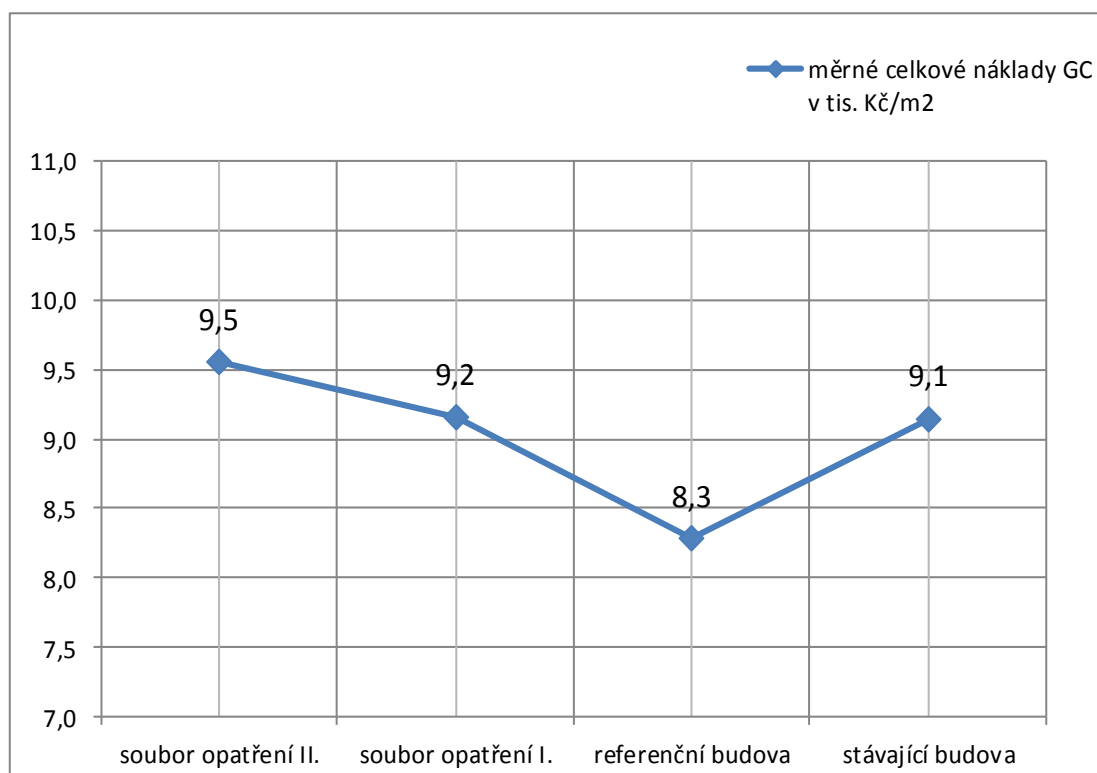
	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	424,0	0,0	90,8	169,9	116,2	800,9
%	52,9%	0,0%	11,3%	21,2%	14,5%	100,0%
kWh/m2rok	21,8	0,0	4,7	8,7	6,0	41,2

primární energie - II. soubor opatření

	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	84,36	6,60
příprava TV	77,28	56,29
elektrína		348,61
celkem		573,1
		29,5 kWh/m²

Tabulka 3-11 Výstup – stanovení nejnižších celkových nákladů a odpovídající měrné potřeby primární energie

	soubor opatření II.	soubor opatření I.	referenční budova	stávající budova
měrné celkové náklady G_C v tis. Kč/m ²	9,5	9,2	8,3	9,1
měrná primární energie v kWh/(m ² .rok)	29,5	59,8	147,3	194,7



TABULKA 3-12

VÝSTUP – POROVNÁNÍ ZDROJŮ TEPLA

specifikace	zdroj tepla				
	plynový nízkoteplotní	tradiční plynový	plynový kondenzační	na biomasu - pelety	
jmenovitý tepelný výkon zdroje	180	302	110	73	kW
roční potřeba tepla na vytápění	266,1	492,5	146,2	73,7	MWh/rok
roční potřeba tepla na přípravu TV	87,2	98,1	87,2	87,2	MWh/rok
roční potřeba tepla celkem	353,2	590,6	233,4	160,8	MWh/rok
ztráta tepla ve zdroji	30,1	108,5	-3,2	37,3	MWh/rok
pomocná energie	0,25	0,30	0,23	0,23	MWh/rok
energetická náročnost zdroje	383,3	699,1	230,2	198,1	MWh/rok
roční účinnost provozu při uvažování výhřevnosti	91,49%	81,64%	101,35%	76,83%	%
úspora paliva vztažená k tradičnímu plynovému	9,86%	0,00%	19,72%	-4,81%	%
konverzní činitel	1,1	1,1	1,1	0,2	-
plocha AC podle zákona č. 406	5402,4				m ²
měrná potřeba primární energie pomocně	78,0	142,3	46,9	7,3	kWh/m ² rok
měrná potřeba primární energie pro kotel	0,14	0,17	0,13	0,13	kWh/m ² rok
celková měrná potřeba primární energie	78,2	142,5	47,0	7,5	kWh/m ² rok
snížení měrné potřeby primární energie při použití biomasy	90,46%	94,76%	84,13%	0,00%	%

TABULKA 3-13

VÝSTUP – VYUŽITÍ OZE

	specifikace	referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření
(1)	sluneční energie pasivní -vnější využití teplené zisky + vnitřní využití tepelné zisky	492	656	357	325
(2)	sluneční energie aktivní - sluneční okruh	0	0	216	216
(3)	teplo prostředí - TČ	0	0	0	0
(4)	biomasa	0	0	0	547
(5)	celkem	492	656	573	1 088
(6)	celkem technologie OZE - 2, 3, 4	0	0	216	763
(7)	potřebné teplo pro vytápění a přípravu TV bez uvažování OZE	2 222	2 932	960	784
(8)	podíl OZE - 2, ,3 ,4	0%	0%	23%	100%

3.2 RODINNÝ DŮM IZOLOVANÝ

Nepodsklepený izolovaný rodinný domek s plochou střechou má dvě nadzemní podlaží.

V prvním nadzemním podlaží je obývací pokoj, propojený s kuchyní a jídelním koutem. Kromě pokoje pro hosty a hygienického zázemí je zde umístěna i šatna a garáž, ze které je přímý vstup do zádveří.

Ve druhém nadzemním podlaží, jsou situovány tři pokoje a další hygienické zázemí.

TABULKA 3-14

CHARAKTERISTICKÉ ÚDAJE RD

Název veličiny	Značka a rozměr
Šířka budovy	$\check{s} = 11,00 \text{ m}$
Délka budovy	$d = 9,00 \text{ m}$
Ochlazovaný obvod	$o = 40 \text{ m}$
Výška budovy	$h = 5,84 \text{ m}$
Základová plocha	$A_G = 146,4 \text{ m}^2$
Celková ochlazovaná plocha	$\Sigma A_j = 559,8 \text{ m}^2$
Obestavěný objem	$V_o = 716,3 \text{ m}^3$
Geometrická charakteristika	$\Sigma A_j / V_o = 0,78 \text{ 1/m}$
Celková plocha oken	$A_o = 43 \text{ m}^2$
Plocha obvodových konstrukcí	$A_e = 267,1 \text{ m}^2$
Plocha střechy	$A_s = 146,4 \text{ m}^2$
Plocha podlahy	$A_G = 146,4 \text{ m}^2$
Součinitel prostupu tepla obvodové konstrukce	$U_e = 0,84 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Součinitel prostupu tepla oken	$U_o = 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Součinitel prostupu tepla střechou	$U_s = 0,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Součinitel prostupu tepla podlahy na terénu	$U_n = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Počet bytů	2
Plocha podle zákona č. 406 v platném znění	$AC = 293 \text{ m}^2$

Hodnoty součinitele prostupu tepla U a orientace ke světovým stranám jsou v tabulce 3-15. V tabulce 3-16 je zadání parametrů stavební konstrukce a soustav TZB v jednotlivých variantách. V tabulce 3-19 je zadání investičních nákladů pro stavební funkční díly a části soustav TZB.

Výstupy jsou počínaje tabulkou 3-17 až po tabulku 3-26 a obrázcích 36-6 až 3-10.

Struktura celkových nákladů členěná na investiční náklady včetně diskontovaných nákladů a s odečtením koncových nákladů, diskontovaných běžných nákladů (zejména náklady na údržbu) a náklady na energii při výpočtové době 30 let je v tabulce 3-20. Zajímavé jsou trendy nákladů v jednotlivých variantách. Se snižováním energetické náročnosti v pořadí stávající – referenční – I, soubor – II. soubor:

- náklady investiční a obnovovací rostou z 27 % na 67 %
- náklady na údržbu mírně stoupají ze 7 % na 16 %

- náklady na energii klesají z 66 % na 17 %.

TABULKA 3-15

ORIENTACE KE SVĚTOVÝM STRANÁM A SOUČINITEL U

Rodinný dům						
orientace budovy ke světovým stranám						
Vnější zděné stěny						
Varianta:		referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku
R	U		1,02			
		0,30	0,84			
Rzat				4,02	8,52	požadovaná
U zat				0,25	0,12	doporučená
Tloušťka zateplení v mm		90		120	300	pasivní
Otvorové výplně						
Varianta:		U _w		I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku
		referenční	stávající			
		1,5				
okna dřevěná zdvojená		2,80				požadovaná
okna jednoduchá s dvojskly (U _g = 1,3)						doporučená
okna jednoduchá s dvojskly (U _g = 1,0 až 1,1)				1,20		pasivní
okna jednoduchá se zasklením Heat Mirror					0,60	
Střecha plochá jednoplášťová						
Varianta:		referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku
R	U		1,53			
		0,24	0,60			
Rzat				5,35	10,03	požadovaná
U zat				0,19	0,10	doporučená
Tloušťka zateplení v mm				190	340	pasivní
Strop (podlaha) nad suterénem						
Varianta:		referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku
R	U		0,66			
		0,60	1,00			
Rzat				2,16	4,66	požadovaná
U zat				0,46	0,21	doporučená
Tloušťka zateplení v mm				60	160	pasivní

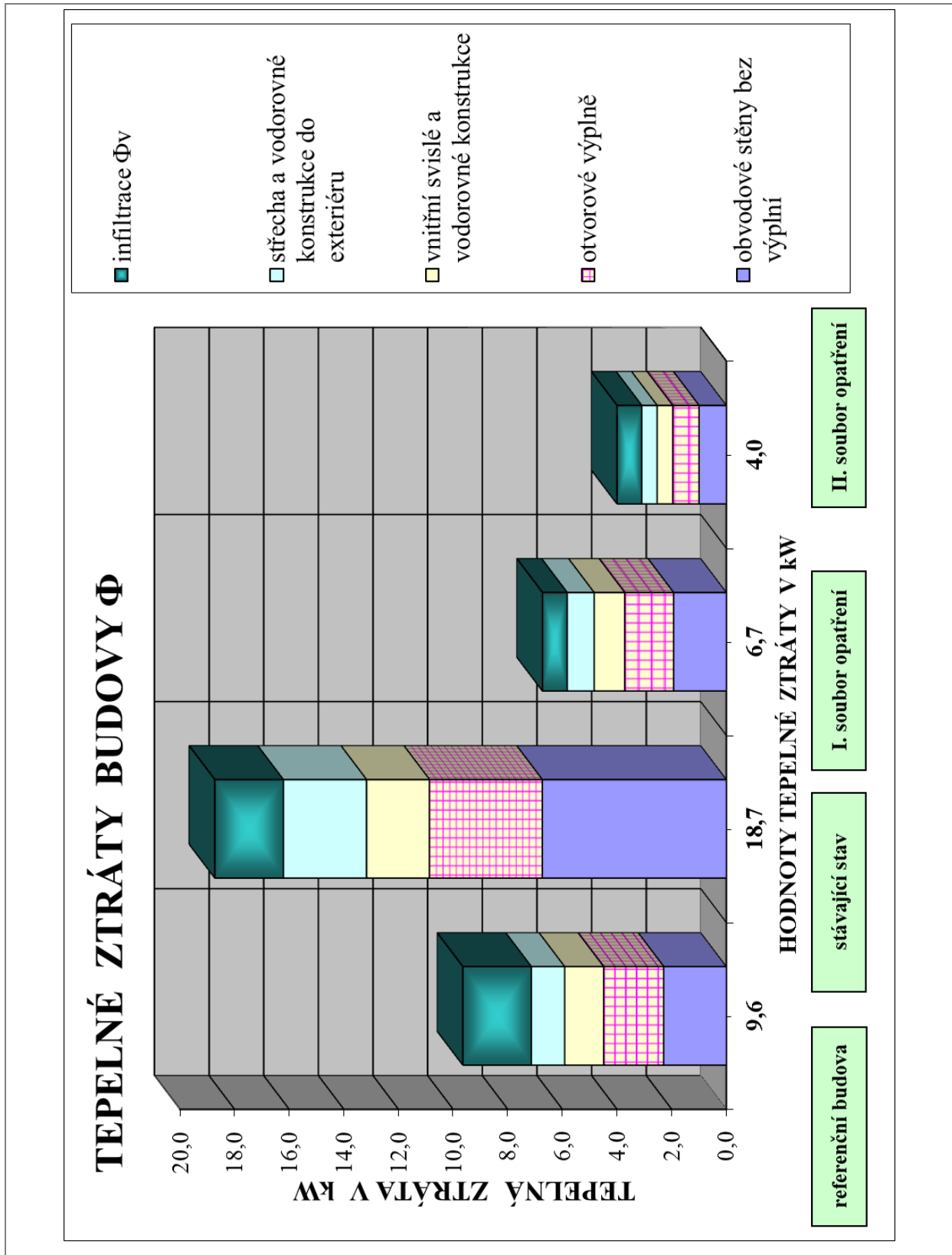
Výstupy dodané energie na vytápění a primární energie jsou v tabulce 3-21. Výstupy dodané energie na přípravu TV a primární energie jsou v tabulce 3-22.

Měrné potřeby dodané energie a primární energie jsou v tabulce 3-23. Referenční stav pro dodanou energii 153,6 kWh/m².rok je vypočten s hodnotami podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. Pro doporučené hodnoty U a odpovídající TZB klesá měrná potřeba na 69,6 kWh/m².rok, u doporučené hodnoty pro pasivní domy a odpovídající TZB na hodnotu 54 kWh/m².rok.

Měrná primární energie klesá na 75,6 kWh/m².rok u užití sluneční energie pro přípravu TV a 26,9 kWh/m².rok u užití sluneční energie a biomasy pro zdroj tepla.

TABULKA 3-16 ZADÁNÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE A SOUSTAV TZB V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH

	Opatření	označení	jednotka	stav	stav	soubor opatření		
				stávající	referenční	I.	II	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
stavební konstrukce budovy	střecha	U	(W/m ² K)	0,60	0,24	0,19	0,10	
	obvodové stěny	U	(W/m ² K)	0,84	0,30	0,25	0,12	
	otvorové výplně	U	(W/m ² K)	2,80	1,50	1,20	0,60	
	podíl otvorových výplní		%	16	16	16	16	
	vybrané vnitřní konstrukce	U	(W/m ² K)	1,00	0,60	0,46	0,21	
	opatření spojená s konstrukcí budovy							
	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	C	Wh/K	13410	13410	13410	13410	
časová konstanta	τ	(h)	44,49	22,92	63,77	107,24		
vytápění	vytápěcí soustava	zdroj		plynová kotelna tradiční	referenční zdroj účinnost 80%	plynová kotelna (DK) s kondenzačními kotli	kotelna (DK) na biomasu (pelety)	
		regulace a řízení		ústřední a individuální	ústřední a individuální	ústřední a individuální	ústřední a individuální	
		OZE		pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky	pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky	pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky	pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky, zdroj na biomasu	
příprava TV	soustava přípravy TV	zdroj		dtto vytápění; cirkulace	dtto vytápění; cirkulace	dtto vytápění; cirkulace	dtto vytápění; cirkulace	
		regulace a řízení		teplotní regulace	teplotní regulace	teplotní regulace	teplotní regulace	
		OZE		-	-	sluneční okruh	sluneční okruh	
větrání	větrací soustava			přirozené	přirozené	nucené s využitím tepla	nucené s využitím tepla	
chlazení	chladicí soustava			-	-	-	-	
umělé osvětlení	prostory	společné				úsporné	úsporné	
		byty				úsporné	úsporné	
R+M řídicí s.	řídicí systém			-	-	malá inteligence	malá inteligence	
	energetické manažerství			-	-	EM	EM	



OBRÁZEK 3-6

TEPELNÁ ZTRÁTA V kW

TABULKA 3-17

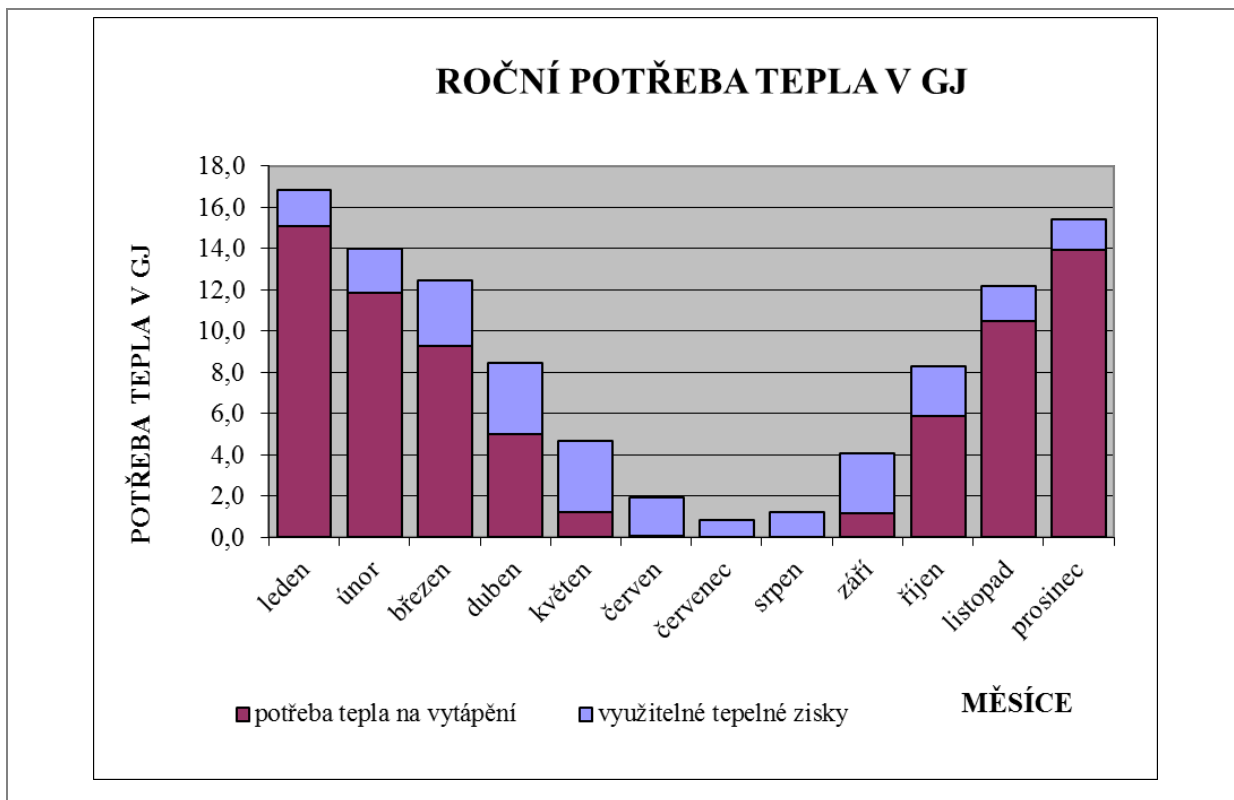
POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 - REFERENČNÍ A STÁVAJÍCÍ STAV

měsíc	počet dnů	průměrná vnější teplota		střední teplota přiváděného vzduchu (ZZT)	průměrná vnitřní teplota		deno- stupně	měrná ztráta prostupem tepla		měrná tepelná ztráta větráním		tepelná ztráta prostupem		tepelná ztráta větráním		celková tepelná ztráta		vnitřní tepelný zisk	Q _{sol}	vnější tepelný zisk	celkové tepelné zisky	poměr tepelných zisků a tepelných ztrát	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	časová konstante τ	činitel využití tepelných zisků	potřeba tepla při nepřehřívání	redukční činitel přehřívání	potřeba tepla při přehřívání	
		θ _{em}	θ _{v,mech,mf}		θ _{int,sett,H}	H _{radj}		H _{veadj}	Q _{H,ht}	Q _{H,ht}	Q _{H,ht}	Q _{H,ht}	Q _{H,ht}	Q _{H,ht}	Q _{H,ht}	Q _{H,ht}	Q _{H,ht}												Q _{H,ht}
REFERENČNÍ STAV																													
leden	31,0	-0,9	-0,9	20,0	646,6	223	78	3,5	12,5	4,4	1,2	4,4	4,7	16,8	0,9	0,8	1,7	0,10	13 410	44,49	1,00	1,00	15	0,983	15	0,983	15		
únor	28,0	0,8	0,8	20,0	537,6	223	78	2,9	10,4	3,6	1,0	3,6	3,9	14,0	0,8	1,3	2,1	0,15	13 410	44,49	1,00	1,00	12	0,974	12	0,974	12		
březen	31,0	4,6	4,6	20,0	477,4	223	78	2,6	9,2	3,2	0,9	3,2	3,5	12,4	0,9	2,2	3,1	0,25	13 410	44,49	1,00	1,00	9	0,957	9	0,957	9		
duben	30,0	9,2	9,2	20,0	324,0	223	78	1,7	6,2	2,2	0,6	2,2	2,3	8,4	0,9	2,6	3,5	0,42	13 410	44,49	0,98	0,98	5	0,930	5	0,930	5		
květen	31,0	14,2	14,2	20,0	179,5	223	78	1,0	3,5	1,2	0,3	1,2	1,3	4,7	0,9	3,1	4,1	0,87	13 410	44,49	0,85	0,85	1	0,854	1	0,854	1		
červen	30,0	17,5	17,5	20,0	75,1	223	78	0,4	1,4	0,5	0,1	0,5	0,5	2,0	0,9	3,1	4,0	2,07	13 410	44,49	0,47	0,47	0	0,652	0	0,652	0		
červenec	31,0	19,0	19,0	20,0	31	223	78	0,2	0,6	0,1	0,2	0,2	0,2	0,8	0,9	3,2	4,2	5,15	13 410	44,49	0,19	0,19	0	0,131	0	0,131	0		
srpen	31,0	18,5	18,5	20,0	46,2	223	78	0,2	0,9	0,1	0,3	0,3	0,3	1,2	0,9	3,0	3,9	3,25	13 410	44,49	0,31	0,31	0	0,453	0	0,453	0		
září	30,0	14,8	14,8	20,0	156	223	78	0,8	3,0	1,1	1,1	1,1	4,1	0,9	2,4	3,3	0,82	13 410	44,49	0,87	0,87	1	0,862	1	0,862	1			
říjen	31,0	9,7	9,7	20,0	319,3	223	78	1,7	6,2	2,2	0,6	2,2	2,3	8,3	0,9	1,6	2,5	0,30	13 410	44,49	0,99	0,99	6	0,950	6	0,950	6		
listopad	30,0	4,4	4,4	20,0	468,0	223	78	2,5	9,0	0,9	0,9	3,2	3,4	12,2	0,9	0,8	1,7	0,14	13 410	44,49	1,00	1,00	10	0,977	10	0,977	10		
prosinec	31,0	0,9	0,9	20,0	591,6	223	78	3,2	11,4	1,1	4,0	4,3	15,4	0,9	0,6	1,5	0,10	13 410	44,49	1,00	1,00	14	0,984	14	0,984	14			
celkem	365	9,4	0,00%		3 852			20,6	74	7,2	2,6	27,9	100	10,9	24,8	35,7	0,36		45,8	44,5	3,97	74	0,967	74	0,967	74	0,967	74	
STÁVAJÍCÍ STAV																													
leden	31,0	-0,9	-0,9	20,0	646,6	507	78	7,9	28,3	1,2	4,4	9,1	32,7	0,9	1,2	2,2	0,07	13 410	22,92	1,00	1,00	31	0,978	31	0,978	31			
únor	28,0	0,8	0,8	20,0	537,6	507	78	6,5	23,5	1,0	3,6	7,5	27,2	0,8	2,0	2,8	0,10	13 410	22,92	1,00	1,00	24	0,966	24	0,966	24			
březen	31,0	4,6	4,6	20,0	477,4	507	78	5,8	20,9	0,9	3,2	6,7	24,1	0,9	3,3	4,3	0,18	13 410	22,92	0,99	0,99	20	0,942	20	0,942	20			
duben	30,0	9,2	9,2	20,0	324,0	507	78	3,9	14,2	0,6	2,2	4,5	16,4	0,9	3,9	4,8	0,29	13 410	22,92	0,97	0,97	12	0,904	12	0,904	12			
květen	31,0	14,2	14,2	20,0	179,5	507	78	2,2	7,9	0,3	1,2	2,5	9,1	0,9	4,7	5,6	0,62	13 410	22,92	0,86	0,86	4	0,797	4	0,797	4			
červen	30,0	17,5	17,5	20,0	75,1	507	78	0,9	3,3	0,1	0,5	1,1	3,8	0,9	4,9	5,8	1,52	13 410	22,92	0,56	0,56	1	0,503	1	0,503	1			
červenec	31,0	19,0	19,0	20,0	31	507	78	0,4	1,4	0,1	0,2	0,4	1,6	0,9	4,9	5,8	3,69	13 410	22,92	0,26	0,26	0	-0,207	0	-0,207	0			
srpen	31,0	18,5	18,5	20,0	46,2	507	78	0,6	2,0	0,1	0,3	0,6	2,3	0,9	4,5	5,4	2,31	13 410	22,92	0,40	0,40	0	0,244	0	0,244	0			
září	30,0	14,8	14,8	20,0	156	507	78	1,9	6,8	0,3	1,1	2,2	7,9	0,9	3,6	4,5	0,58	13 410	22,92	0,88	0,88	4	0,812	4	0,812	4			
říjen	31,0	9,7	9,7	20,0	319,3	507	78	3,9	14,0	0,6	2,2	4,5	16,1	0,9	2,3	3,3	0,20	13 410	22,92	0,99	0,99	13	0,934	13	0,934	13			
listopad	30,0	4,4	4,4	20,0	468,0	507	78	5,7	20,5	0,9	3,2	6,6	23,7	0,9	1,2	2,1	0,09	13 410	22,92	1,00	1,00	22	0,971	22	0,971	22			
prosinec	31,0	0,9	0,9	20,0	591,6	507	78	7,2	25,9	1,1	4,0	8,3	29,9	0,9	0,8	1,8	0,06	13 410	22,92	1,00	1,00	28	0,981	28	0,981	28			
celkem	365	9,4	0,00%		3 852			46,9	169	7,2	2,6	54,1	195	10,9	37,4	48,2	0,25		45,8	22,9	2,53	158	0,950	158	0,950	158	0,950	158	

TABULKA 3-18

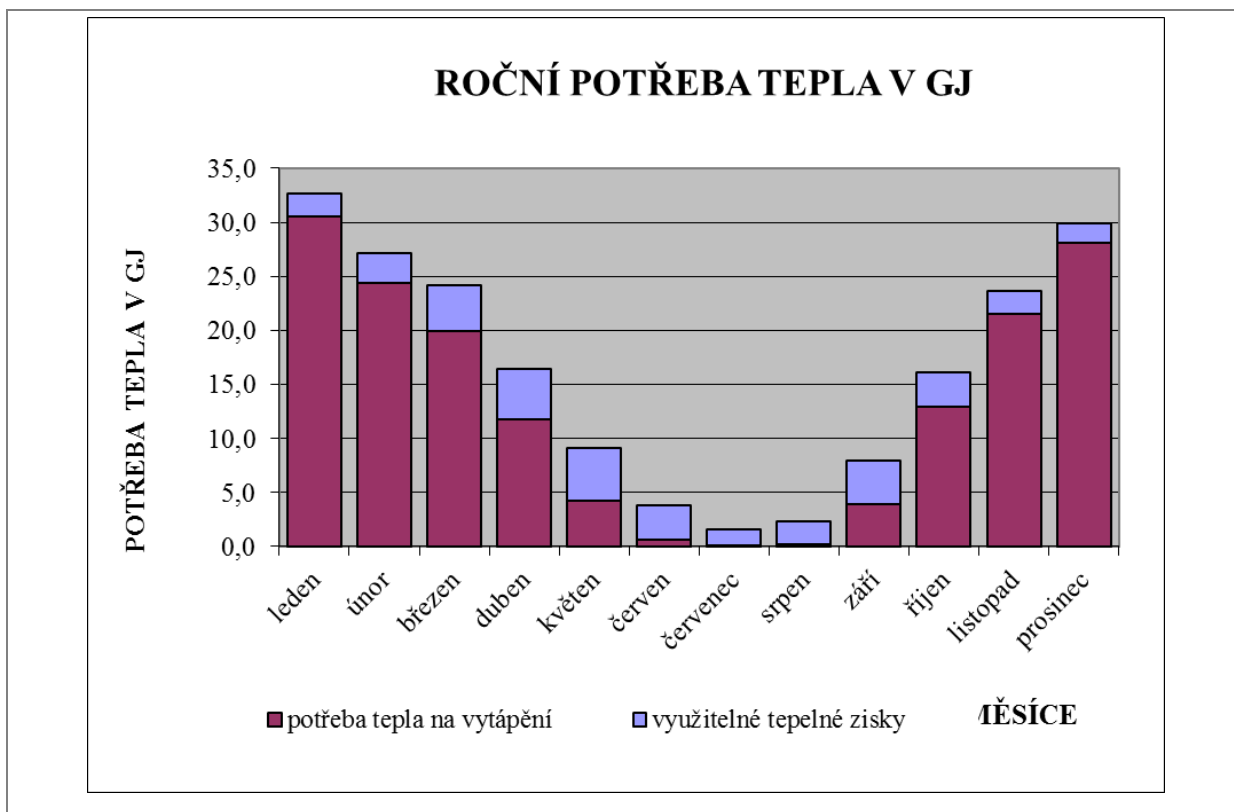
POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 - VARIANTA I A VARIANTA II

měsíc	počet dní	průměrná vnější teplota θ_{em}	střední teplota přiváděného vzduchu (ZZT) $\theta_{V,mech,mt}$	průměrná vnitřní teplota $\theta_{int,set,H}$	deno- stupně	měrná ztráta prostupem tepla $H_{H,ur}$	měrná tepelná ztráta výtahem $H_{H,ve}$	tepelná ztráta prostupem $Q_{H,ur}$	tepelná ztráta výtahem $Q_{H,ve}$	tepelná ztráta výtahem $Q_{H,ve}$	celková tepelná ztráta $Q_{H,tot}$	vnitřní tepelný zisk Q_{int}	vnější tepelný zisk Q_{sol}	celkové tepelné zisky $Q_{H,gen}$	poměr tepelných zisků a tepelných ztrát γ_{Ht}	účinná kapacita tepelná kapacita budovy C_m	časová konstante τ	činitel využití tepelných zisků $\eta_{H,gen}$	potřeba tepla při nepřesňovaném vytápění $Q_{H,tot,cont}$	redukční činitel přenosovaného vytápění $\alpha_{H,red}$	potřeba tepla při přesňovaném vytápění $Q_{H,tot,interm}$		
																						d	°C
I. SOUBOR OPA TŘEŇÍ																							
leden	31,0	-0,9	-0,9	20,0	646,6	182	28	2,8	10,2	0,4	1,6	3,3	11,7	0,9	0,8	1,7	0,15	13,410	63,77	1,00	10	0,983	10
únor	28,0	0,8	0,8	20,0	537,6	182	28	2,3	8,5	0,4	1,3	2,7	9,8	0,8	1,3	2,1	0,22	13,410	63,77	1,00	8	0,974	7
březen	31,0	4,6	4,6	20,0	477,4	182	28	2,1	7,5	0,3	1,2	2,4	8,7	0,9	2,2	3,1	0,36	13,410	63,77	1,00	6	0,957	5
duben	30,0	9,2	9,2	20,0	324,0	182	28	1,4	5,1	0,2	0,8	1,6	5,9	0,9	2,6	3,5	0,60	13,410	63,77	0,97	2	0,930	2
květen	31,0	14,2	14,2	20,0	179,5	182	28	0,8	2,8	0,1	0,4	0,9	3,3	0,9	3,1	4,1	1,24	13,410	63,77	0,74	0	0,854	0
červen	30,0	17,5	17,5	20,0	75,1	182	28	0,3	1,2	0,1	0,2	0,4	1,4	0,9	3,1	4,0	2,96	13,410	63,77	0,34	0	0,652	0
červenec	31,0	19,0	19,0	20,0	31	182	28	0,1	0,5	0,0	0,1	0,2	0,6	0,9	3,2	4,2	7,39	13,410	63,77	0,14	0	0,131	0
srpen	31,0	18,5	18,5	20,0	46,2	182	28	0,2	0,7	0,0	0,1	0,2	0,8	0,9	3,0	3,9	4,65	13,410	63,77	0,21	0	0,453	0
září	30,0	14,8	14,8	20,0	156	182	28	0,7	2,5	0,1	0,4	0,8	2,8	0,9	2,4	3,3	1,17	13,410	63,77	0,77	0	0,862	0
říjen	31,0	9,7	9,7	20,0	319,3	182	28	1,4	5,0	0,2	0,8	1,6	5,8	0,9	1,6	2,5	0,43	13,410	63,77	0,99	3	0,950	3
listopad	30,0	4,4	4,4	20,0	468,0	182	28	2,0	7,4	0,3	1,1	2,4	8,5	0,9	0,8	1,7	0,20	13,410	63,77	1,00	7	0,977	7
prosinec	31,0	0,9	0,9	20,0	591,6	182	28	2,6	9,3	0,4	1,4	3,0	10,7	0,9	0,6	1,5	0,14	13,410	63,77	1,00	9	0,984	9
celkem	365	4,8	0,00%		3 852			16,8	61	2,6	9	19,4	70	10,9	24,8	35,7	0,51	45,8	63,77	5,25	46	0,971	44
II. SOUBOR OPA TŘEŇÍ																							
leden	31,0	-0,9	-0,9	20,0	646,6	97	28	1,5	5,4	0,4	1,6	1,9	7,0	0,9	0,8	1,7	0,25	13,410	107,24	1,00	5	0,978	5
únor	28,0	0,8	0,8	20,0	537,6	97	28	1,2	4,5	0,4	1,3	1,6	5,8	0,8	1,3	2,1	0,37	13,410	107,24	1,00	4	0,966	4
březen	31,0	4,6	4,6	20,0	477,4	97	28	1,1	4,0	0,3	1,2	1,4	5,2	0,9	2,2	3,1	0,61	13,410	107,24	0,99	2	0,942	2
duben	30,0	9,2	9,2	20,0	324,0	97	28	0,8	2,7	0,2	0,8	1,0	3,5	0,9	2,6	3,5	1,00	13,410	107,24	0,89	0	0,904	0
květen	31,0	14,2	14,2	20,0	179,5	97	28	0,4	1,5	0,1	0,4	0,5	1,9	0,9	3,1	4,1	2,09	13,410	107,24	0,48	0	0,797	0
červen	30,0	17,5	17,5	20,0	75,1	97	28	0,2	0,6	0,1	0,2	0,2	0,8	0,9	3,1	4,0	4,98	13,410	107,24	0,20	0	0,503	0
červenec	31,0	19,0	19,0	20,0	31	97	28	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	0,3	0,9	3,2	4,2	12,42	13,410	107,24	0,08	0	-0,207	0
srpen	31,0	18,5	18,5	20,0	46,2	97	28	0,1	0,4	0,0	0,1	0,1	0,5	0,9	3,0	3,9	7,82	13,410	107,24	0,13	0	0,244	0
září	30,0	14,8	14,8	20,0	156	97	28	0,4	1,3	0,1	0,4	0,5	1,7	0,9	2,4	3,3	1,97	13,410	107,24	0,51	0	0,812	0
říjen	31,0	9,7	9,7	20,0	319,3	97	28	0,7	2,7	0,2	0,8	1,0	3,4	0,9	1,6	2,5	0,72	13,410	107,24	0,98	1	0,934	1
listopad	30,0	4,4	4,4	20,0	468,0	97	28	1,1	3,9	0,3	1,1	1,4	5,1	0,9	0,8	1,7	0,33	13,410	107,24	1,00	3	0,971	3
prosinec	31,0	0,9	0,9	20,0	591,6	97	28	1,4	5,0	0,4	1,4	1,8	6,4	0,9	0,6	1,5	0,23	13,410	107,24	1,00	5	0,981	5
celkem	365	4,8	0,00%		3 852			9,0	32	2,6	9	11,6	42	10,9	24,8	35,7	0,86	45,8	107,24	8,15	21	0,968	20



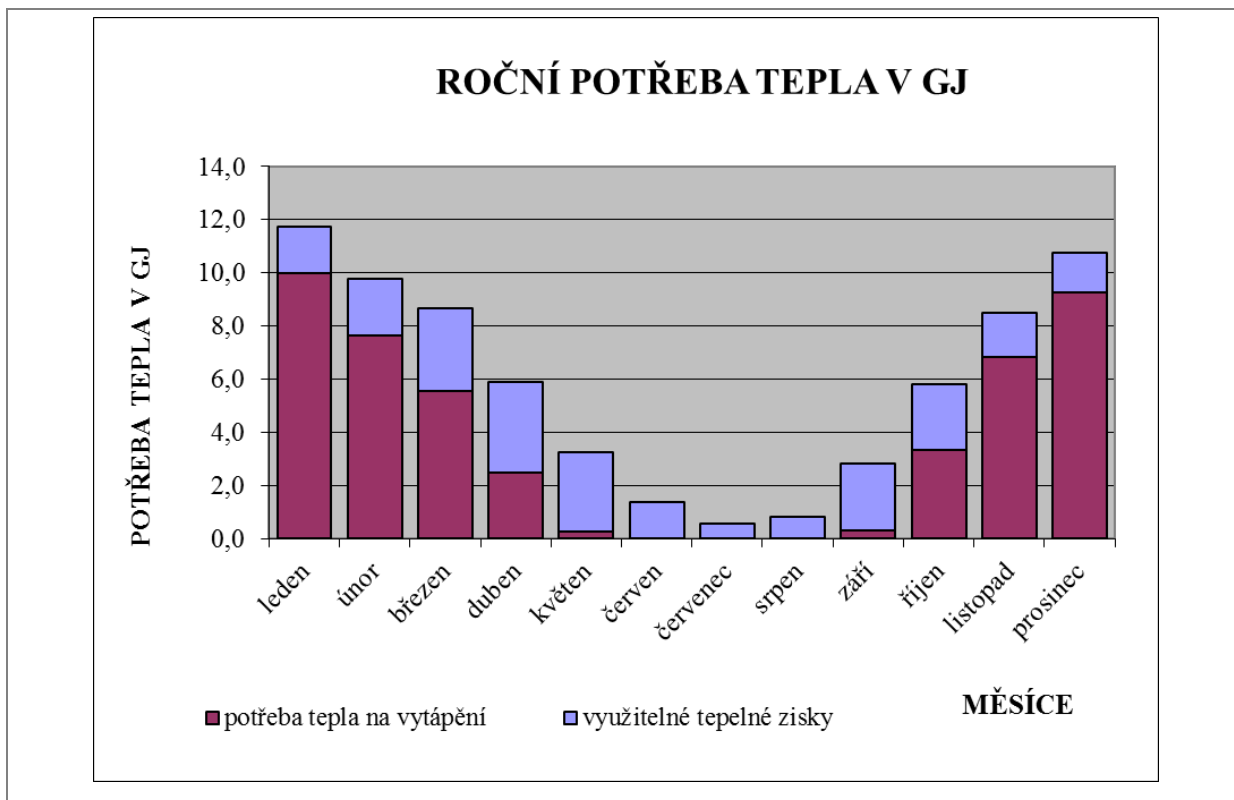
OBRÁZEK 3-7

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 – STÁVAJÍCÍ STAV



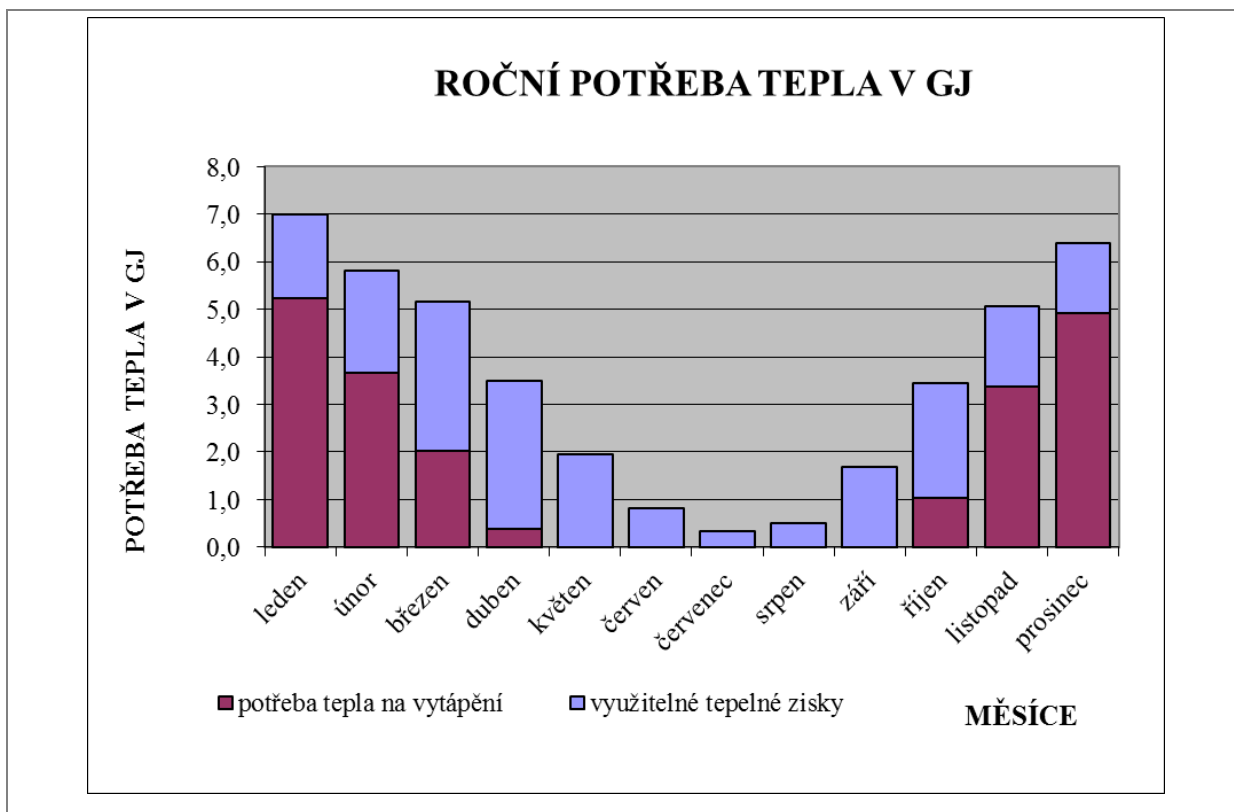
OBRÁZEK 3-8

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 - REFERENČNÍ STAV



OBRÁZEK 3-9

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 – VARIANTA I



OBRÁZEK 3-10

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 – VARIANTA II

TABULKA 3-19 ZADÁNÍ MĚRNÝCH INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE A SOUSTAVY TZB V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH

	Opatření	jednotka	stav	stav	soubor opatření	
			stávající	referenční	I.	II
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
stavební konstrukce budovy	střecha	tis. Kč/m ²	1,00	1,50	1,56	1,86
	obvodové stěny	tis. Kč/m ²	1,20	1,60	1,60	2,14
	otvorové výplně	tis. Kč/m ²	3,50	4,80	5,80	7,80
	vybrané vnitřní konstrukce	tis. Kč/m ²	0,80	1,20	1,23	1,30
vytápění	vytápěcí soustava zdroj	tis. Kč	65,00	50,00	85,00	95,00
	rozvody, otopná tělesa, regulace a řízení	tis. Kč	42,00	40,00	36,00	32,00
	OZE	tis. Kč	-	-	-	-
příprava TV	soustava přípravy TV zdroj	tis. Kč	-	-	-	-
	čerpadla, regulace a řízení	tis. Kč	-	-	-	-
	OZE	tis. Kč			140,00	140,00
větrání	větrací soustava	tis. Kč			120,00	120,00
chlazení	chladicí soustava	tis. Kč	-	-	-	-
umělé osvětlení	prostory	společné	tis. Kč	-	-	-
		byty	tis. Kč	-	-	-
R+M řídicí s.	řídicí systém	tis. Kč	-	-	70,00	70,00
	energetické manažerství	tis. Kč	-	-	30,00	30,00

TABULKA 3-20 STRUKTURA CELKOVÝCH NÁKLADŮ V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH

	referenční	stávající	I.	II.
Náklady na konstrukce a soustavy TZB	41,09%	27,00%	62,97%	66,84%
Běžné náklady	11,30%	7,01%	14,67%	16,34%
Náklady za energii	47,61%	65,99%	22,35%	16,82%
Souhrnné celkové náklady	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

TABULKA 3-21

VÝSTUP POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

			referenční stav			stávající stav			I. soubor opatření			II. soubor opatření		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Q _H	požadavek na teplo	GJ/rok	potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla		
			72			150			44			20		
	ztráty soustavy	GJ/rok	tepelné ztráty Q _{H,i,s}	pomocná energie W _{H,aux}	využitelné ztráty Q _{h,i,s,rbl}	tepelné ztráty Q _{H,i,s}	pomocná energie W _{H,aux}	využitelné ztráty Q _{h,i,s,rbl}	tepelné ztráty Q _{H,i,s}	pomocná energie W _{H,aux}	využitelné ztráty Q _{h,i,s,rbl}	tepelné ztráty Q _{H,i,s}	pomocná energie W _{H,aux}	využitelné ztráty Q _{h,i,s,rbl}
Σ _{m,s}	ztráty při sdílení tepla Q _{H,emis}	GJ/rok	18	0,0	0,0	25	0,0	0,0	4	0,0	0,0	2	0,0	0,0
Q _{H,amin}	příkon pro sdílení tepla (Q _H +Q _{H,emis})	GJ/rok	89	0,0	0,0	176	0,0	0,0	49	0,0	0,0	22	0,0	0,0
Σ _{dis,s}	ztráty v rozvodech Q _{H,dis,s}	GJ/rok	16	0,6	0,5	30	2,1	1,6	8	0,4	0,3	7	0,2	0,2
Q _{H,dis,in}	příkon pro rozvody tepla (Q _{H,dis,out} +Q _{H,dis,s})	GJ/rok	105	0,6	0,5	206	2,1	1,6	57	0,4	0,3	29	0,2	0,2
Σ _{st,s}	ztráty v akumulaci (Q _{H,ak,s})	GJ/rok	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Q _{H,at,in}	příkon pro akumulaci tepla (Q _{H,at,out} +Q _{H,at,s})	GJ/rok	105	0,6	0,5	206	2,1	1,6	57	0,4	0,3	29	0,2	0,2
Σ _{gen,s}	ztráty ve výrobě tepla (Q _{H,gen,s})	GJ/rok	26	0,7	0,0	35	0,80	0,0	-1	0,7	0,0	10	0,7	0,0
Q _{H,gen,in}	příkon pro výrobu tepla (Q _{H,gen,out} +Q _{H,gen,s})	GJ/rok	132	1,4	0,5	241	3	1,6	56	1,1	0,3	38	0,9	0,2
E _{H,sp,in}	potřeba elektrické energie pro TČ	GJ/rok	0,0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0,0	0
Q _{H,h}	Tepelné čerpadlo - odečet - dodané teplo	GJ/rok	0,0			0			0			0		
	Energetické manažerství - odečet	GJ/rok	0,0			0,0			2,8			1,9		
	Sluneční energie - odečet	GJ/rok												
	celkem	GJ/rok	131,5	1,4		241,1	2,9		52,9	1,1		36,5	0,9	
			⇓		⇓	⇓		⇓	⇓		⇓	⇓		⇓
			požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty
		GJ/rok	131	⇐	0,4	240	⇐	1,6	53	⇐	0,3	36	⇐	0,1
	Konečná energie		Q _{r,H}	W _H	celkem vytápění	Q _{r,H}	W _H	celkem vytápění	Q _{r,H}	W _H	celkem vytápění	Q _{r,H}	W _H	celkem vytápění
Q	potřeba tepla/energie	GJ/rok	131,1	1,4	132,5	239,5	2,9	242,5	52,6	1,1	53,8	36,4	0,9	37,3
f _p	činitel přeměny energie ¹⁾	(-)	1,10	3,0	-	1,10	3,0	-	1,10	3,0	-	0,20	3,0	-
E _p	prvotní energie (Q _f)	GJ/rok	144,2	4,1	148,3	263,5	8,8	272,3	57,9	3,4	61,3	7,3	2,7	10,0
e	činitel náročnosti soustavy E/Q _H	(-)			2,07			1,81			1,38			0,50

V tabulce 3-24 je průběh měrných celkových nákladů v Kč/m² v závislosti na měrné potřebě primární energie v kWh/m².rok. Hodnota referenční varianty má minimální měrné celkové náklady

Porovnání zdrojů tepla je v tabulce 3-25. Nejhorší průměrnou účinnost za otopnou sezónu při uvažování výhřevnosti má kotel na biomasu (pelety) 79 % a nejlepší kondenzační kotel 102 %.

Míra využití OZE je v tabulce 3-26. Neuvažujeme-li sluneční energie pasivní -vnější využití teplené zisky + vnitřní využití tepelné zisky, které jsou zahrnuty ve využitých ziscích v tepelné bilanci pro vytápění podle ČSN EN ISO 13790, potom ve variantě I. souboru s užitím sluneční energie přinese OZE 14 % a v II. souboru s užitím sluneční energie pro přípravu TV a biomasy pro zdroje tepla 100 %. Tato varianta je však výjimečná a daná možností navrhnout pro budovu zdroj na biomasu.

Veškeré výpočty byly provedeny programem STUE podle zavedených ČSN EN a u referenční budovy podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. Výpočty jsou uloženy u zpracovatele (rozsah 4 sešity EXCEL).

TABULKA 3-22

VÝSTUP POTŘEBY TEPLA NA PŘÍPRAVU TV

		referenční stav			stávající stav			I. soubor opatření			II. soubor opatření			
		D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F	
potřeba		potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla			
Q _w	požadavek na teplo	GJ/období	16			18			16			16		
ztráty soustavy		GJ/období	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}
Q _{w,emls}	ztráty při sdílení tepla Q _{w,emls}	GJ/období	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0
Q _{w,emin}	příkon pro sdílení tepla (Q _w +Q _{w,emls})	GJ/období	16	0	0	20	0	0	18	0,0	0	18	0	0
Q _{w,dis,js}	ztráty v rozvodech Q _{w,dis,js}	GJ/období	9,0	0,0	0,0	8,1	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0
Q _{w,dis,in}	příkon pro rozvody tepla (Q _{w,dis,out} +Q _{w,dis,js})	GJ/období	25,4	0,0	0,0	28,6	0,0	0,0	23,4	0,0	0,0	23,4	0,0	0,0
Q _{w,st,js}	ztráty v akumulaci (Q _{w,st,js})	GJ/období	1,3	0,0	0	1,8	0,0	0	1,8	0,0	0	1,8	0,0	0
Q _{w,st,in}	příkon pro akumulaci tepla (Q _{w,st,out} +Q _{w,st,js})	GJ/období	26,7	0,0	0,0	30,5	0,0	0,0	25,2	0,0	0,0	25,2	0,0	0,0
Q _{w,gen,js}	ztráty ve výrobě tepla (Q _{w,gen,js})	GJ/období	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q _{w,gen,in}	příkon pro výrobu tepla (Q _{w,gen,out} +Q _{w,gen,js})	GJ/období	26,7	0,0	0,0	30,5	0,0	0,0	25,2	0,0	0,0	25,2	0,0	0,0
E _{tl,lp,in}	potřeba elektrické energie pro TČ	GJ/rok	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0
Q _{w,h}	Tepelné čerpadlo - odečet - dodané teplo	GJ/rok	0			0			0			0		
	Energetické manažerství - odečet	GJ/rok												
	Sluneční energie - odečet	GJ/rok	0,0	0,0		0,0	0,0		11,7	0,5		11,7	0,5	
	celkem	GJ/rok	26,7			30,5			13,5			13,5		
			↓		↓	↓		↓	↓		↓	↓		↓
			požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty
		GJ/období	27	↔	0,0	30	↔	0,0	13	↔	0,0	13	↔	0,0
	Konečná energie		Q _{r,w}	W _w	celkem teplota voda	Q _{r,w}	W _w	celkem teplota voda	Q _{r,w}	W _w	celkem teplota voda	Q _{r,w}	W _w	celkem teplota voda
Q	teplo/energie	GJ/období	26,7	0,0	26,7	30,5	0,0	30,5	13,5	0,5	14,0	13,5	0,5	14,0
f _p	činitel přeměny energie ¹⁾	(-)	1,10	3,0	-	1,10	3,0	-	0,64	3,0	-	0,64	3,0	-
E _p	prvotní energie (Q·f)	GJ/období	29,4	0,0	29,4	33,5	0,0	33,5	8,6	1,5	10,0	8,6	1,5	10,0
e	činitel náročnosti soustavy E/Q _w	(-)			1,80			1,82			0,61			0,61

TABULKA 3-23

MĚRNÉ POTŘEBY DODANÉ ENERGIE NA SYSTÉMOVÉ HRANICI A PRIMÁRNÍ ENERGIE PRO JEDNOTLIVÉ VARIANTY

přehled - referenční stav

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	132,5	0,0	0,0	26,7	2,8	162,0
%	81,8%	0,0%	0,0%	16,5%	1,7%	100,0%
kWh/m2rok	125,7	0,0	0,0	25,3	2,6	153,6

primární energie - referenční stav

	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	144,22	4,12
příprava TV	29,37	0,00
elektřina		8,32
celkem		186,0 GJ
		176,5 kWh/m²

přehled - stávající stav

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	242,5	0,0	0,0	30,5	2,8	275,7
%	87,9%	0,0%	0,0%	11,0%	1,0%	100,0%
kWh/m2rok	230,0	0,0	0,0	28,9	2,6	261,6

primární energie - stávající stav

	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	263,49	8,84
příprava TV	33,50	0,00
elektřina		8,32
celkem		314,1 GJ
		298,0 kWh/m²

přehled - I. soubor opatření

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	53,8	0,0	2,8	14,0	2,8	73,4
%	73,3%	0,0%	3,9%	19,0%	3,8%	100,0%
kWh/m2rok	51,0	0,0	2,7	13,3	2,6	69,6

primární energie - I. soubor opatření

	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	57,89	3,42
příprava TV	8,56	1,46
elektřina		8,32
celkem		79,7 GJ
		75,6 kWh/m²

přehled - II. soubor opatření

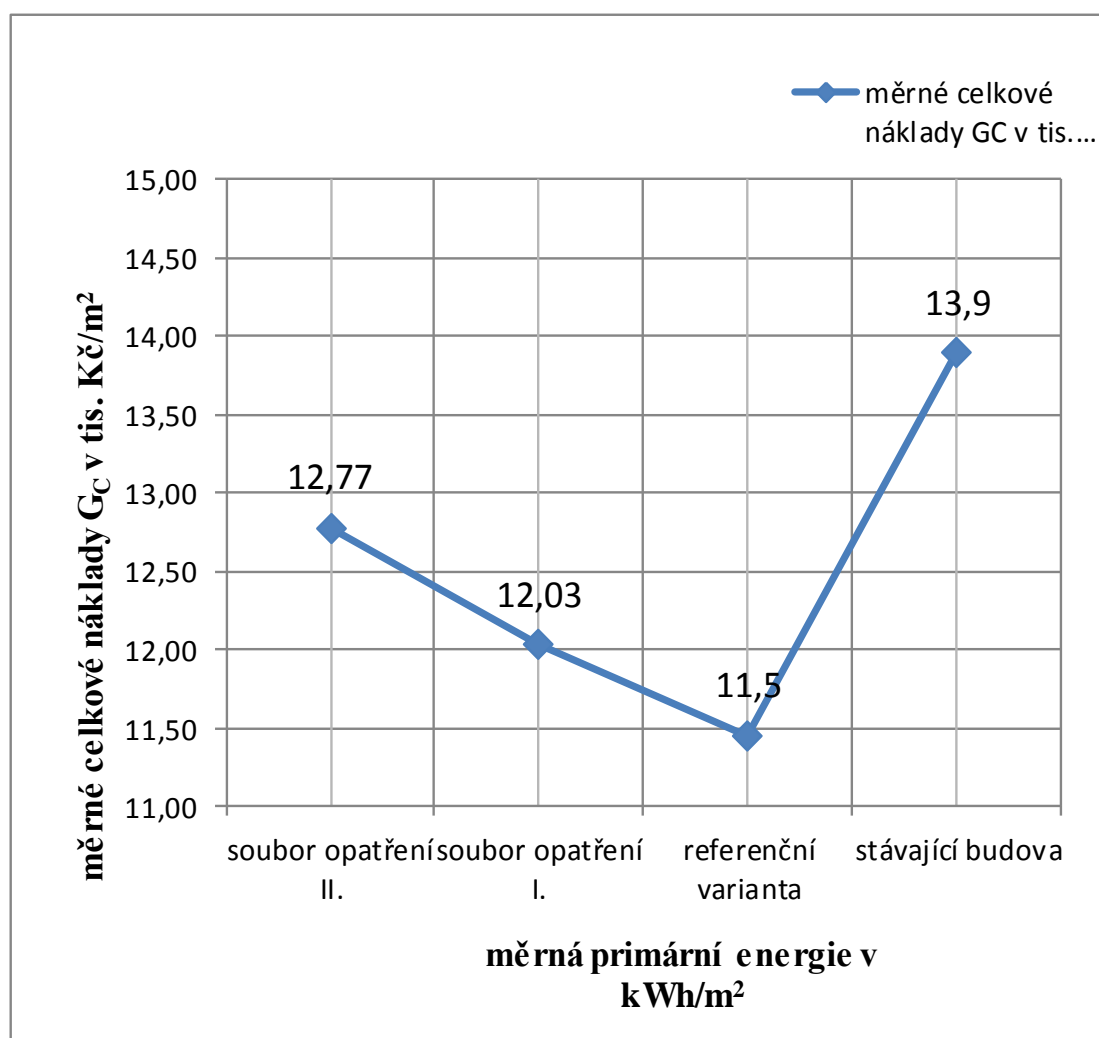
	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	37,3	0,0	2,8	14,0	2,8	56,9
%	65,6%	0,0%	5,0%	24,6%	4,9%	100,0%
kWh/m2rok	35,4	0,0	2,7	13,3	2,6	54,0

primární energie - II. soubor opatření

	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	7,28	2,68
příprava TV	8,56	1,46
elektřina		8,32
celkem		28,3 GJ
		26,9 kWh/m²

TABULKA 3-24 VÝSTUP – STANOVENÍ NEJNIŽŠÍCH CELKOVÝCH NÁKLADŮ A ODPOVÍDAJÍCÍ MĚRNÉ POTŘEBY PRIMÁRNÍ ENERGIE

	soubor opatření II.	soubor opatření I.	referenční varianta	stávající budova
měrné celkové náklady G_C v tis. Kč/m ²	12,77	12,03	11,5	13,9
měrná primární energie v kWh/(m ² .rok)	26,86	75,58	176,5	298,0



TABULKA 3-25

VÝSTUP – POROVNÁNÍ ZDROJŮ TEPLA

specifikace	zdroj tepla				
	plynový nízkoteplotní	tradiční plynový	plynový kondenzační	na biomasu - pelety	
jmenovitý tepelný výkon zdroje	13	24	9	5	kW
roční potřeba tepla na vytápění	19,9	41,8	12,3	5,6	MWh/rok
roční potřeba tepla na přípravu TV	4,5	5,1	4,5	4,5	MWh/rok
roční potřeba tepla celkem	24,4	46,9	16,8	10,1	MWh/rok
ztráta tepla ve zdroji	2,1	9,7	-0,3	2,7	MWh/rok
pomocná energie	0,15	0,17	0,16	0,14	MWh/rok
energetická náročnost zdroje	26,5	56,6	16,5	12,8	MWh/rok
roční účinnost provozu při uvažování výhřevnosti	92,14%	82,83%	101,97%	78,86%	%
úspora paliva vztahovaná k tradičnímu plynovému	9,31%	0,00%	19,14%	-3,97%	%
konverzní činitel	1,1	1,1	1,1	0,2	-
plocha AC podle zákona č. 406	292,8				m ²
měrná potřeba primární energie pomocné	99,5	212,6	62,1	8,7	kWh/m ² rok
měrná potřeba primární energie pro kotel	1,57	1,77	1,59	1,45	kWh/m ² rok
celková měrná potřeba primární energie	101,1	214,3	63,7	10,2	kWh/m ² rok
snížení měrné potřeby primární energie při použití biomasy	89,92%	95,25%	83,99%	0,00%	%

TABULKA 3-26

VÝSTUP – VYUŽITÍ OZE

	specifikace	referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření
(1)	sluneční energie pasivní -vnější využité teplené zisky + vnitřní využité tepelné zisky	26	37	24	21
(2)	sluneční energie aktivní - sluneční okruh	0	0	12	12
(3)	teplo prostředí - TČ	0	0	0	0
(4)	biomasa	0	0	0	50
(5)	celkem	26	37	36	83
(6)	celkem technologie OZE - 2, 3, 4	0	0	12	62
(7)	potřebné teplo pro vytápění a přípravu TV bez uvažování OZE	158	272	81	64
(8)	podíl OZE - 2, ,3 ,4	0%	0%	14%	100%

3.3 ŠKOLNÍ BUDOVA

Budova základní a mateřské školy byla postavena v třicátých letech minulého století. V sedmdesátých letech prošla rekonstrukcí a poté k ní byla ještě přistavěna část, ve které sídlí obecní úřad. Budova školy je podsklepená a má dvě nadzemní podlaží. Vnější stěny jsou zděné. Okna jsou dřevěná zdvojená. Střecha na budově školy je plochá.

Budova je zásobována teplem z plynové kotelny. Otopná soustava je teplovodní vertikální dvoutrubková s teplotním spádem 90/70°C. Članková otopná tělesa jsou připojena ventily s TR hlavicemi. Ekvi-termní regulace je v kotelně a je korigována vnitřní teplotou. Rozvody jsou seřízené.

Příprava TV je ústřední v kotelně. Jsou částečně instalovány úsporné výtokové armatury.

Umělé osvětlení je tradiční.

TABULKA 3-27

CHARAKTERISTICKÉ ÚDAJE ŠKOLNÍ BUDOVY

Název veličiny	Značka a rozměr
Šířka budovy	$\check{s} = 11,3 \text{ m}$
Délka budovy	$d = 26,6 \text{ m}$
Výška budovy	$h = 11,2 \text{ m}$
Základová plocha	$A_G = 461 \text{ m}^2$
Celková ochlazovaná plocha	$\Sigma A_j = 1\,692 \text{ m}^2$
Obestavěný objem	$V_o = 3374 \text{ m}^3$
Geometrická charakteristika	$\Sigma A_j / V_o = 0,5 \text{ 1/m}$
Celková plocha oken	$A_o = 137,4 \text{ m}^2$
Plocha obvodových konstrukcí	$A_e = 632,1 \text{ m}^2$
Plocha střechy	$A_s = 461 \text{ m}^2$
Plocha podlahy	$A_G = 461 \text{ m}^2$
Součinitel prostupu tepla obvodové konstrukce	$U_e = 0,84 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Součinitel prostupu tepla oken	$U_o = 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Součinitel prostupu tepla střechou	$U_s = 0,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Součinitel prostupu tepla podlahy	$U_n = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Plocha podle zákona č. 406 v platném znění	$AC = 844 \text{ m}^2$

Hodnoty součinitele prostupu tepla U a orientace ke světovým stranám jsou v tabulce 3-28. V tabulce 3-29 je zadání parametrů stavební konstrukce a soustav TZB v jednotlivých variantách. V tabulce 3-32 je zadání investičních nákladů pro stavební funkční díly a části soustav TZB.

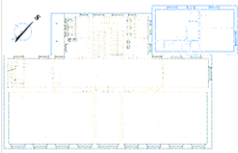
Výstupy jsou počínaje tabulkou 3-30 až po tabulku 3-38.

Struktura celkových nákladů členěná na investiční náklady včetně diskontovaných nákladů a s odečtením koncových nákladů, diskontovaných běžných nákladů (zejména náklady na údržbu) a náklady na energii při výpočtové době 30 let je v tabulce 3-33. Zajímavé jsou trendy nákladů v jednotlivých variantách. Se snižováním energetické náročnosti v pořadí stávající – referenční – I, soubor – II. soubor:

- náklady investiční a obnovovací rostou z 25 % na 58 %
- náklady na údržbu mírně stoupají ze 7 % na 17 %
- náklady na energii klesají z 66 % na 23 %.

TABULKA 3-28

ORIENTACE KE SVĚTOVÝM STRANÁM A SOUČINITEL U

Školní budova						
orientace budovy ke světovým stranám						
						
Vnější zděné stěny						
Varianta:	referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku	
R		1,02				
U	0,30	0,84				
Rzat			4,02	8,52	požadovaná	
U zat			0,25	0,12	doporučená	
Tloušťka zateplení v mm	90		120	300	pasivní	
Otvorové výplně						
Varianta:	referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku	
	1,5					
okna dřevěná zdvojená		2,80				
okna jednoduchá s dvojskly (Ug = 1,3)						požadovaná
okna jednoduchá s dvojskly (Ug = 1,0 až 1,1)			1,20			doporučená
okna jednoduchá se zasklením Heat Mirror				0,60		pasivní
Střecha plochá jednovlášťová						
Varianta:	referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku	
R		1,53				
U	0,24	0,60				
Rzat			5,35	10,03	požadovaná	
U zat			0,19	0,10	doporučená	
Tloušťka zateplení v mm			190	340	pasivní	
Strop (podlaha) nad suterénem						
Varianta:	referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření	Úroveň normového požadavku	
R		0,66				
U	0,60	1,00				
Rzat			2,16	4,66	požadovaná	
U zat			0,46	0,21	doporučená	
Tloušťka zateplení v mm			60	160	pasivní	

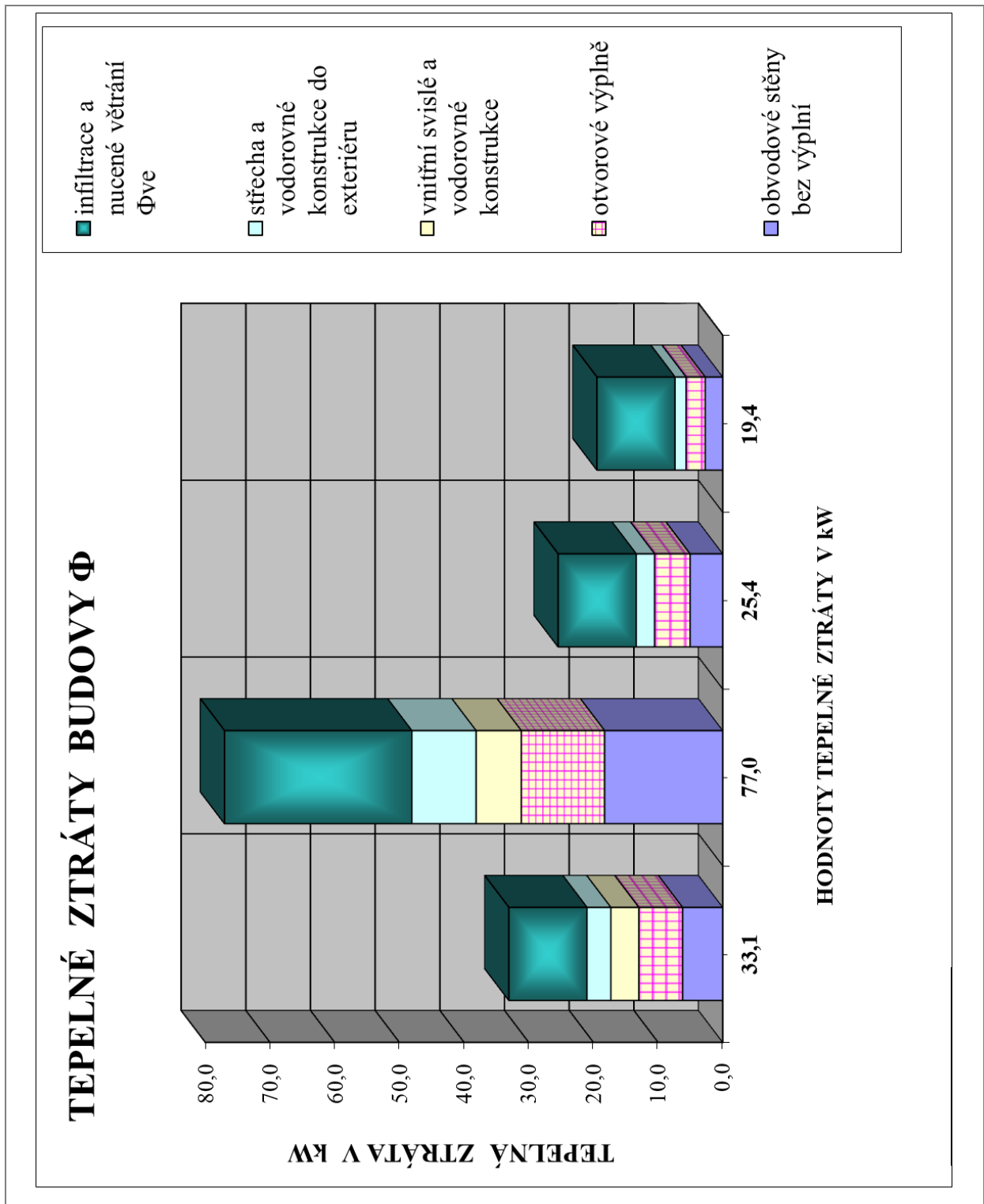
Výstupy dodané energie na vytápění a primární energie jsou v tabulce 3-34. Výstupy dodané energie na přípravu TV a primární energie jsou v tabulce 3-35.

Měrné potřeby dodané energie a primární energie jsou v tabulce 3-36. Referenční stav 162 kWh/m².rok je vypočten s hodnotami podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. Pro doporučené hodnoty U a odpovídající TZB klesá měrná potřeba na 65,6 kWh/m².rok, u doporučené hodnoty pro pasivní domy a odpovídající TZB na hodnotu 61,8 kWh/m².rok. Minimální rozdíly I. a II. souboru jsou způsobeny energetickou náročností zdrojů – u kondenzačního kotle minimální tepelná ztráta, u kotle na biomasu vysoká tepelná ztráta.

Měrná primární energie klesá na 88 kWh/m².rok u užití sluneční energie pro přípravu TV a 43 kWh/m².rok u užití sluneční energie a biomasy pro zdroj tepla.

TABULKA 3-29 ZADÁNÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE A SOUSTAV TZB V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH

	Opatření	označení	jednotka	stav	stav	soubor opatření		
				stávající	referenční	I.	II	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
stavební konstrukce budovy	střecha	U	(W/m ² K)	0,60	0,24	0,19	0,10	
	obvodové stěny	U	(W/m ² K)	0,84	0,30	0,25	0,12	
	otvorové výplně	U	(W/m ² K)	2,80	1,50	1,20	0,60	
	podíl otvorových výplní		%	16	16	16	16	
	vybrané vnitřní konstrukce	U	(W/m ² K)	1,00	0,60	0,46	0,21	
	opatření spojená s konstrukcí budovy							
	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy	C	Wh/K	38652	38652	38652	38652	
	časová konstanta	τ	(h)	35,96	15,43	46,72	61,14	
vytápění	vytápěcí soustava	zdroj		plynová kotelna tradiční	plynová kotelna s referenční účinností 80 %	plynová kotelna (DK) s kondenzačními kotli	kotelna (DK) na biomasu (pelety)	
		regulace a řízení		ústřední a individuální	ústřední a individuální	ústřední a individuální	ústřední a individuální	
		OZE		pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky	pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky	pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky	pasivní; využité vnější a vnitřní tepelné zisky, zdroj na biomasu	
příprava TV	soustava přípravy TV	zdroj		dtto vytápění; cirkulace	dtto vytápění; cirkulace	dtto vytápění; cirkulace	dtto vytápění; cirkulace	
		regulace a řízení		teplotní regulace	teplotní regulace	teplotní regulace	teplotní regulace	
		OZE		-	-	sluneční okruh	sluneční okruh	
větrání	větrací soustava			přirozené	přirozené	přirozené	přirozené	
chlazení	chladicí soustava			-	-	-	-	
umělé osvětlení	prostory			-	-	úsporné	úsporné	
R+M řídicí s.	řídicí systém			-	-	IRC	IRC	
	energetické manažerství			-	-	EM	EM	



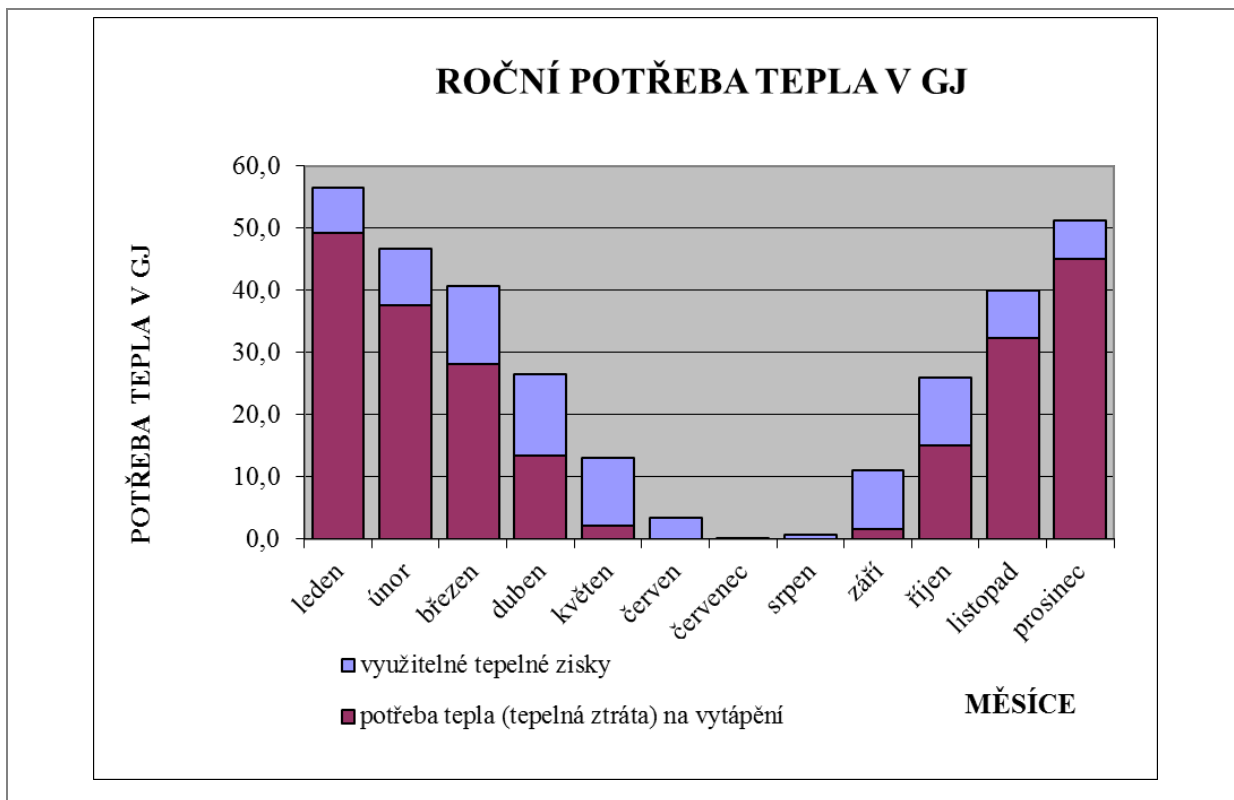
OBRÁZEK 3-11

TEPELNÁ ZTRÁTA V KW

TABULKA 3-31

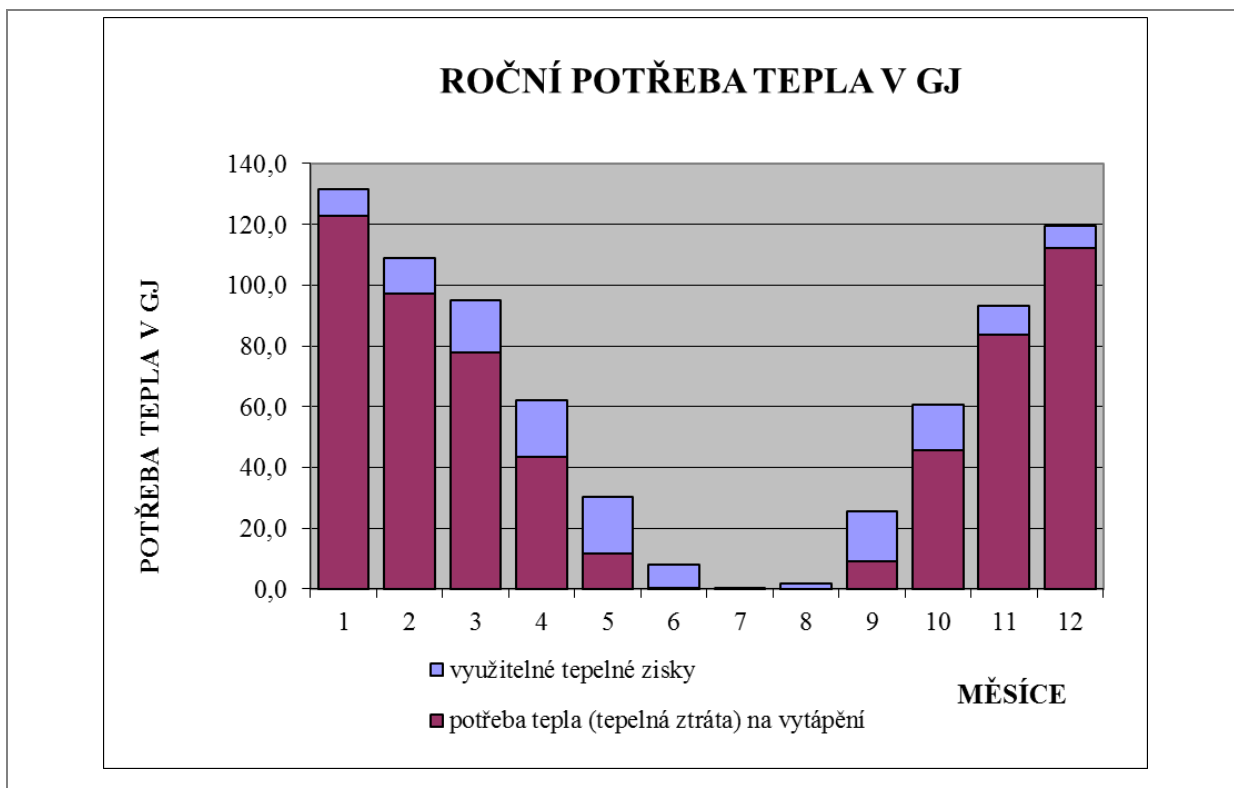
POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 - VARIANTA I A VARIANTA II

měsíc	počet dnů	průměrná vnější teplota θ_{em}	střední teplota přiváděného vzduchu (ZZT) $\theta_{v,mech,mth}$	průměrná vnitřní teplota $\theta_{int,set,H}$	deno- stupně	měrná ztráta prostupem tepla $H_{H,ar}$	měrná tepelná ztráta vztráním $H_{H,ve}$	tepelná ztráta prostupem $Q_{H,ht}$	tepelná ztráta vztráním $Q_{H,ve}$	celková tepelná ztráta $Q_{H,nd}$	vnitřní tepelný zisk Q_{int}	vnější tepelný zisk Q_{sol}	celkové tepelné zisky $Q_{H,gn}$	poměr tepelných zisků a tepelných ztrát γ_H	účinná vnitřní tepelná kapacita budovy C_m	časová konstante činitel využití tepelných zisků τ	potřeba tepla při nepřerušovaném vytápění $Q_{H,nd,cont}$	redukční činitel přerušovaného vytápění $\alpha_{H,red}$	potřeba tepla při přerušovaném vytápění $Q_{H,nd,mem}$				
																				d	°C	°C	°C
I. SOUBOR OPA TŘENÍ																							
leden	31,0	-0,9	-0,9	18,8	607,9	435	392	6,3	22,9	5,7	20,6	12,1	43,5	3,9	3,2	7,1	0,16	38 652	46,72	1,000	36	0,908	33
únor	28,0	0,8	0,8	18,8	502,6	435	392	5,3	18,9	4,7	17,0	10,0	35,9	3,9	5,1	9,0	0,25	38 652	46,72	0,997	27	0,859	23
březen	31,0	4,6	4,6	18,8	438,7	435	392	4,6	16,5	4,1	14,9	8,7	31,4	3,9	8,9	12,8	0,41	38 652	46,72	0,985	19	0,770	14
duben	30,0	9,2	9,2	18,8	286,5	435	392	3,0	10,8	2,7	9,7	5,7	20,5	3,9	10,0	13,9	0,68	38 652	46,72	0,924	8	0,618	5
květen	31,0	14,2	14,2	18,8	140,8	435	392	1,5	5,3	1,3	4,8	2,8	10,1	3,9	11,4	15,3	1,52	38 652	46,72	0,612	1	0,145	0
červen	30,0	17,5	17,5	18,8	37,6	435	392	0,4	1,4	0,4	1,3	0,7	2,7	3,9	11,4	15,3	5,69	38 652	46,72	0,176	0	0,000	0
červenec	31,0	19,0	19,0	18,8	1,0	435	392	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,9	11,7	15,6	218,53	38 652	46,72	0,005	0	0,000	0
srpen	31,0	18,5	18,5	18,8	7,5	435	392	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,5	3,9	11,2	15,1	28,44	38 652	46,72	0,035	0	0,000	0
září	30,0	14,8	14,8	18,8	118,5	435	392	1,2	4,5	1,1	4,0	2,4	8,5	3,9	9,9	13,8	1,63	38 652	46,72	0,579	0	0,084	0
říjen	31,0	9,7	9,7	18,8	280,55	435	392	2,9	10,6	2,6	9,5	5,6	20,1	3,9	7,4	11,3	0,57	38 652	46,72	0,956	9	0,682	6
listopad	30,0	4,4	4,4	18,8	430,5	435	392	4,5	16,2	4,1	14,6	8,5	30,8	3,9	3,8	7,7	0,25	38 652	46,72	0,997	23	0,860	20
prosinec	31,0	0,9	0,9	18,8	552,85	435	392	5,8	20,8	5,2	18,7	11,0	39,5	3,9	2,3	6,2	0,16	38 652	46,72	1,000	33	0,911	30
celkem	365	9,4	0,00%		3 405			35,6	128	32,0	115	67,6	243	47,1	96,3	143,4	0,59	45,8	46,72	4,11	156	0,843	132
II. SOUBOR OPA TŘENÍ																							
leden	31,0	-0,9	-0,9	18,8	607,9	240	392	3,5	12,6	5,7	20,6	9,2	33,2	3,9	3,2	7,1	0,22	38 652	61,14	0,999	26	0,908	24
únor	28,0	0,8	0,8	18,8	502,6	240	392	2,9	10,4	4,7	17,0	7,6	27,5	3,9	5,1	9,0	0,33	38 652	61,14	0,993	19	0,859	16
březen	31,0	4,6	4,6	18,8	438,7	240	392	2,5	9,1	4,1	14,9	6,7	24,0	3,9	8,9	12,8	0,54	38 652	61,14	0,963	12	0,770	9
duben	30,0	9,2	9,2	18,8	286,5	240	392	1,7	5,9	2,7	9,7	4,3	15,6	3,9	10,0	13,9	0,89	38 652	61,14	0,848	4	0,618	2
květen	31,0	14,2	14,2	18,8	140,8	240	392	0,8	2,9	1,3	4,8	2,1	7,7	3,9	11,4	15,3	1,99	38 652	61,14	0,487	0	0,145	0
červen	30,0	17,5	17,5	18,8	37,6	240	392	0,2	0,8	0,4	1,3	0,6	2,1	3,9	11,4	15,3	7,45	38 652	61,14	0,134	0	0,000	0
červenec	31,0	19,0	19,0	18,8	1,0	240	392	0,0	0,0	-0,1	-0,3	0,0	0,1	3,9	11,7	15,6	286,00	38 652	61,14	0,003	0	0,000	0
srpen	31,0	18,5	18,5	18,8	7,5	240	392	0,0	0,2	0,1	0,3	0,1	0,4	3,9	11,2	15,1	37,22	38 652	61,14	0,027	0	0,000	0
září	30,0	14,8	14,8	18,8	118,5	240	392	0,7	2,5	1,1	4,0	1,8	6,5	3,9	9,9	13,8	2,13	38 652	61,14	0,457	0	0,084	0
říjen	31,0	9,7	9,7	18,8	280,55	240	392	1,6	5,8	2,6	9,5	4,3	15,3	3,9	7,4	11,3	0,74	38 652	61,14	0,904	5	0,682	3
listopad	30,0	4,4	4,4	18,8	430,5	240	392	2,5	8,9	4,1	14,6	6,5	23,5	3,9	3,8	7,7	0,33	38 652	61,14	0,993	16	0,860	14
prosinec	31,0	0,9	0,9	18,8	552,85	240	392	3,2	11,5	5,2	18,7	8,4	30,2	3,9	2,3	6,2	0,21	38 652	61,14	0,999	24	0,911	22
celkem	365	9,4	0,00%		3 405			19,6	71	32,0	115	51,7	186	47,1	96,3	143,4	0,77	45,8	61,14	5,08	105	0,853	90



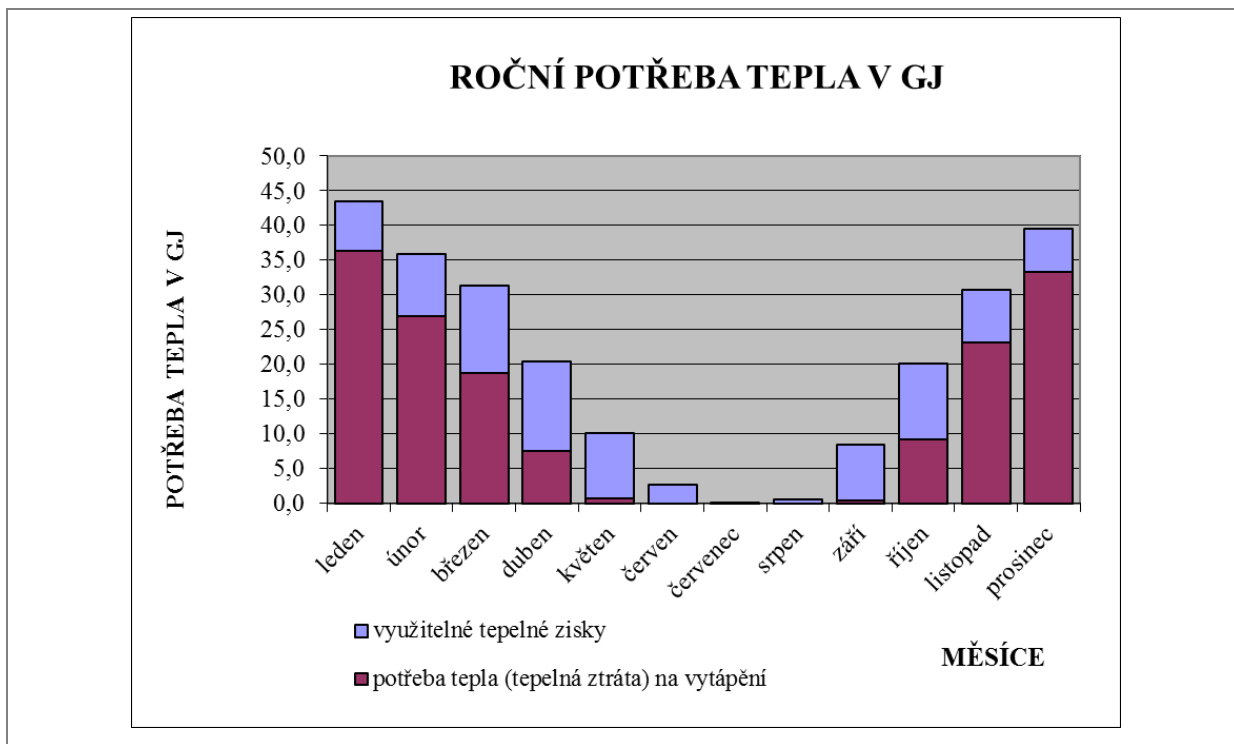
OBRÁZEK 3-12

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 – STÁVAJÍCÍ STAV



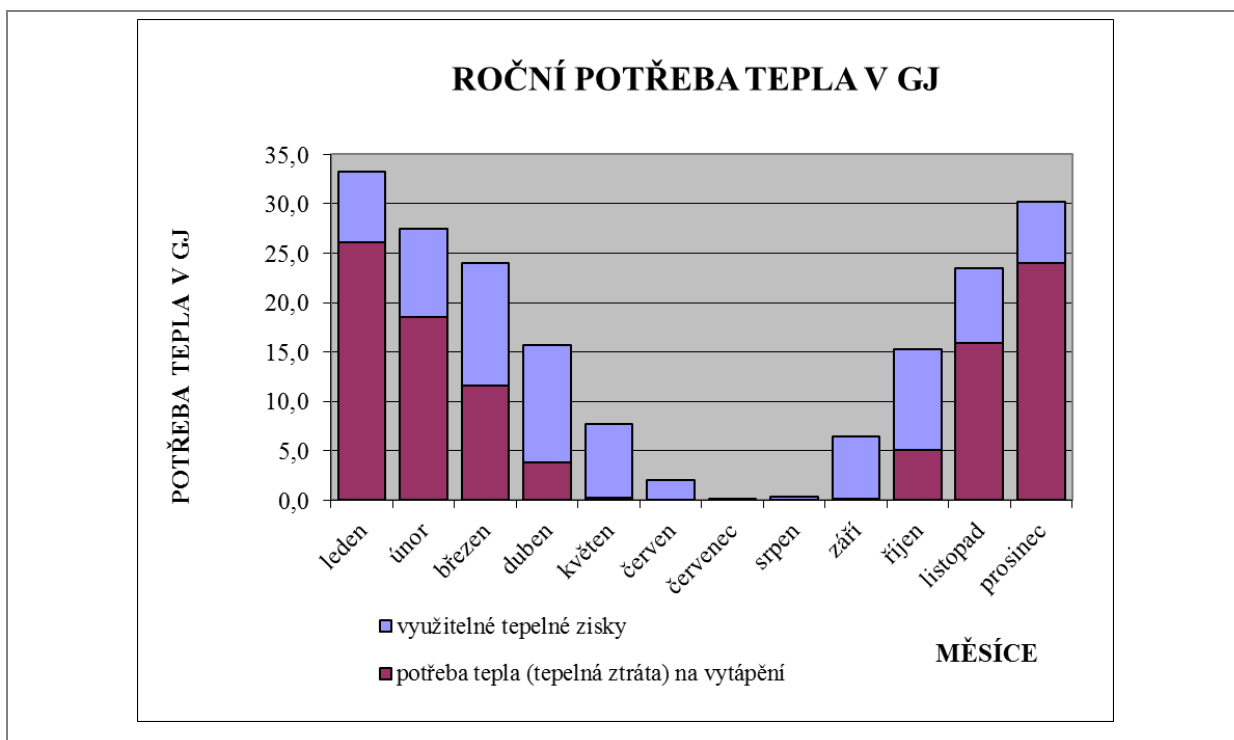
OBRÁZEK 3-13

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 - REFERENČNÍ STAV



OBRÁZEK 3-14

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 – VARIANTA I



OBRÁZEK 3-15

POTŘEBA TEPLA PODLE ČSN EN ISO 13790 – VARIANTA II

V tabulce 3-37 je průběh měrných celkových nákladů v Kč/m² v závislosti na měrné potřebě primární energie v kWh/m².rok.

Porovnání zdrojů tepla je v tabulce 3-38. Nejhorší průměrnou účinnost za otopnou sezónu při uvažování výhřevnosti má kotel na biomasu (pelety) 78,6 % a nejlepší kondenzační kotel 101,3 %.

Míra využití OZE je v tabulce 3-39. Neuvažujeme-li sluneční energie pasivní -vnější využití teplené zisky + vnitřní využití tepelné zisky, které jsou zahrnuty ve využitých ziscích v tepelné bilanci pro vytápění podle ČSN EN ISO 13790, potom ve variantě I. souboru s užitím sluneční energie přinese OZE 13 % a v II. souboru s užitím sluneční energie pro přípravu TV a biomasy pro zdroje tepla 100 %. Tato varianta je však výjimečná a daná možností navrhnout pro budovu zdroj na biomasu.

Veškeré výpočty byly provedeny programem STUE podle zavedených ČSN EN a u referenční budovy podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. Výpočty jsou uloženy u zpracovatele (rozsah 4 sešity EXCEL).

TABULKA 3-32 ZADÁNÍ MĚRNÝCH INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE A SOUSTAVY TZB V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH

	Opatření	jednotka	stav	stav	soubor opatření	
			stávající	referenční	I.	II
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
stavební konstrukce budovy	střecha	tis. Kč/m ²	1,00	1,50	1,56	1,86
	obvodové stěny	tis. Kč/m ²	1,20	1,60	1,60	2,14
	otvorové výplně	tis. Kč/m ²	3,50	4,80	5,80	7,80
	vybrané vnitřní konstrukce	tis. Kč/m ²	0,80	1,20	1,23	1,30
vytápění	vytápěcí soustava zdroj	tis. Kč	110,00	80,00	130,00	150,00
	rozvody, otopná tělesa, regulace a řízení	tis. Kč	350,00	180,00	260,00	160,00
	OZE	tis. Kč	-	-	-	-
příprava TV	soustava přípravy TV zdroj	tis. Kč	-	-	-	-
	čerpadla, regulace a řízení	tis. Kč	-	-	30,00	30,00
	OZE	tis. Kč			190,00	190,00
větrání	větrací soustava	tis. Kč	-	-	250,00	250,00
chlazení	chladicí soustava	tis. Kč	-	-	-	-
umělé osvětlení	prostory	společné	tis. Kč	-	-	-
		byty	tis. Kč	-	-	-
R+M řídicí s.	řídicí systém	tis. Kč	-	-	250,00	250,00
	energetické manažerství	tis. Kč	-	-	60,00	60,00

TABULKA 3-33

STRUKTURA CELKOVÝCH NÁKLAŮ V JEDNOTLIVÝCH VARIANTÁCH

	referenční	stávající	I.	II.
Náklady na konstrukce a soustavy TZB	36,82%	25,74%	56,18%	58,75%
Běžné náklady	11,40%	7,60%	16,07%	17,33%
Náklady za energii	51,78%	66,66%	27,74%	23,92%
Souhrnné celkové náklady	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

TABULKA 3-34

VÝSTUP POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

		referenční stav			stávající stav			I. soubor opatření			II. soubor opatření			
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
potřeba		potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla			
Q_H	požadavek na teplo	GI/rok	187		459			132			90			
	ztráty soustavy	GI/rok	tepelné ztráty $Q_{H,ls}$	pomocná energie $W_{H,max}$	využitelné ztráty $Q_{H,ls,rbl}$	tepelné ztráty $Q_{H,ls}$	pomocná energie $W_{H,max}$	využitelné ztráty $Q_{H,ls,rbl}$	tepelné ztráty $Q_{H,ls}$	pomocná energie $W_{H,max}$	využitelné ztráty $Q_{H,ls,rbl}$	tepelné ztráty $Q_{H,ls}$	pomocná energie $W_{H,max}$	využitelné ztráty $Q_{H,ls,rbl}$
$\Sigma_{em,ls}$	ztráty při sdílení tepla $Q_{H,em,ls}$	GI/rok	47			77			13			9		
$Q_{H,em,in}$	příkon pro sdílení tepla ($Q_{H,em,out} + Q_{H,em,ls}$)	GI/rok	233			536			144			98		
$\Sigma_{dis,ls}$	ztráty v rozvodech $Q_{H,dis,ls}$	GI/rok	41	1,0	0,7	37	4,2	3,1	11	0,7	0,5	10	0,5	0,4
$Q_{H,dis,in}$	příkon pro rozvody tepla ($Q_{H,dis,out} + Q_{H,dis,ls}$)	GI/rok	275	1,0	0,7	573	4,2	3,1	155	0,7	0,5	108	0,5	0,4
$\Sigma_{st,ls}$	ztráty v akumulaci ($Q_{H,st,ls}$)	GI/rok												
$Q_{H,st,in}$	příkon pro akumulaci tepla ($Q_{H,st,out} + Q_{H,st,ls}$)	GI/rok	275	1,0	0,7	573	4,2	3,1	155	0,7	0,5	108	0,5	0,4
$\Sigma_{gen,ls}$	ztráty ve výrobě tepla ($Q_{H,gen,ls}$)	GI/rok	69	0,9		101	1,11		-2	0,9		35	0,9	
$Q_{H,gen,in}$	příkon pro výrobu tepla ($Q_{H,gen,out} + Q_{H,gen,ls}$)	GI/rok	343	1,9	0,7	674	5	3,1	153	1,6	0,5	143	1,4	0,4
$E_{H,lp,in}$	potřeba elektrické energie pro TČ	GI/rok		0,0			0,0			0,0			0,0	
$Q_{H,b}$	Tepelné čerpadlo - odečet - dodané teplo	GI/rok												
	Energetické manažerství - odečet	GI/rok							7,6			7,1		
	Sluneční energie - odečet	GI/rok												
	celkem	GI/rok	343,2	1,9		673,6	5,3		145,1	1,6		135,5	1,4	
			⇓		⇓	⇓		⇓	⇓		⇓	⇓		⇓
			požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využití tepelné ztráty
		GI/rok	342	⇐	0,7	670	⇐	3,1	145	⇐	0,5	135	⇐	0,3
	Konečná energie		$Q_{T,H}$	W_H	celkem vytápění	$Q_{T,H}$	W_H	celkem vytápění	$Q_{T,H}$	W_H	celkem vytápění	$Q_{T,H}$	W_H	celkem vytápění
Q	potřeba tepla/energie	GI/rok	342,5	1,9	344,4	670,5	5,3	675,8	144,6	1,6	146,2	135,2	1,4	136,6
f_p	činitel přeměny energie ¹⁾	(-)	1,10	3,0	-	1,10	3,0	-	1,10	3,0	-	0,20	3,0	-
E_p	prvotní energie (Q.I)	GI/rok	376,7	5,7	382,4	737,5	15,9	753,4	159,1	4,9	163,9	27,0	4,2	31,2
e	činitel náročnosti soustavy E/Q_H	(-)			2,05			1,64			1,24			0,35

TABULKA 3-35

VÝSTUP POTŘEBY TEPLA NA PŘÍPRAVU TV

			referenční stav			stávající stav			I. soubor opatření			II. soubor opatření		
			D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
	potřeba		potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla			potřeba tepla		
Q _w	požadavek na teplo	GJ/období	37			47			37			37		
	ztráty soustavy	GJ/období	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}	tepelné ztráty Q _{w,x}	pomocná energie W _x	využitelné ztráty Q _{w,h}
Q _{w,emls}	ztráty při sdílení tepla Q _{w,emls}	GJ/období	1,1	1,7		1,4	2,0		1,1	1,7		1,1		
Q _{w,emln}	přiklon pro sdílení tepla (Q _w +Q _{w,emls})	GJ/období	38	2		48	2		38	1,7		38		
Q _{w,dis,js}	ztráty v rozvodech Q _{w,dis,js}	GJ/období	76,2			11,0	2,0		7,0	1,7		7,0	1,7	
Q _{w,dis,sn}	přiklon pro rozvody tepla (Q _{w,dis,js} +Q _{w,dis,js})	GJ/období	114,7	1,7		59,0	4,1		45,4	3,4		45,4	1,7	
Q _{w,st,js}	ztráty v akumulaci (Q _{w,st,js})	GJ/období	7,9			3,4			3,4			3,4		
Q _{w,st,sn}	přiklon pro akumulaci tepla (Q _{w,st,js} +Q _{w,st,js})	GJ/období	122,6	1,7		62,4	4,1		48,8	3,4		48,8	1,7	
Q _{w,gen,js}	ztráty ve výrobě tepla (Q _{w,gen,js})	GJ/období												
Q _{w,gen,sn}	přiklon pro výrobu tepla (Q _{w,gen,js} +Q _{w,gen,js})	GJ/období	122,6	1,7		62,4	4,1		48,8	3,4		48,8	1,7	
E _{el,lp,js}	potřeba elektrické energie pro TČ	GJ/rok		0,0		0	0,0		0	0,0		0	0,0	
Q _{w,h}	Tepelné čerpadlo - odečet - dodané teplo	GJ/rok												
	Energetické manažerství - odečet	GJ/rok												
	Sluneční energie - odečet	GJ/rok	-2,6	0,3		-2,6	0,3		26,0	0,7		26,0	0,7	
	celkem	GJ/rok	120,0			59,8			22,8			22,8		
			↓		↓	↓		↓	↓		↓	↓		↓
		požadavek na teplo a energii			využitelné tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty	požadavek na teplo a energii		využitelné tepelné ztráty
		GJ/období	120	←	60	←	23	←	23	←	23	←		
	Konečná energie		Q _{r,w}	W _w	celkem teplota voda	Q _{r,w}	W _w	celkem teplota voda	Q _{r,w}	W _w	celkem teplota voda	Q _{r,w}	W _w	celkem teplota voda
Q	teplo/energie	GJ/období	120,0	1,7	121,7	59,8	4,1	63,9	22,8	4,1	26,9	22,8	2,4	25,2
f _p	činitel přeměny energie ¹⁾	(-)	1,10	3,0	-	1,10	3,0	-	0,57	3,0	-	0,57	3,0	-
E _p	prvotní energie (Q _f)	GJ/období	132,0	5,2	137,2	65,8	12,2	78,0	12,9	12,4	25,3	12,9	7,2	20,1
e	činitel náročnosti soustavy E/Q _w	(-)			3,67			1,67			0,68			0,54

TABULKA 3-36

MĚRNÉ POTŘEBY DODANÉ ENERGIE NA SYSTÉMOVÉ HRANICI A PRIMÁRNÍ ENERGIE PRO JEDNOTLIVÉ VARIANTY

přehled - referenční stav

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	344,4			121,7	26,0	492,1
%	70,0%			24,7%	5,3%	100,0%
kWh/m2rok	113,3			40,1	8,6	162,0

primární energie - referenční stav		
	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	376,72	5,70
příprava TV	132,01	5,17
elektřina		78,01
celkem		597,6 GJ
		196,7 kWh/m²

přehled - stávající stav

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	675,8			63,9	26,0	765,7
%	88,3%			8,3%	3,4%	100,0%
kWh/m2rok	222,4			21,0	8,6	252,0

primární energie - stávající stav		
	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	737,52	15,92
příprava TV	65,79	12,22
elektřina		78,01
celkem		909,5 GJ
		299,3 kWh/m²

přehled - I. soubor opatření

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	146,2			26,9	26,0	199,2
%	73,4%			13,5%	13,1%	100,0%
kWh/m2rok	48,1			8,9	8,6	65,6

primární energie - I. soubor opatření		
	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	159,08	4,87
příprava TV	12,91	12,40
elektřina		78,01
celkem		267,3 GJ
		88,0 kWh/m²

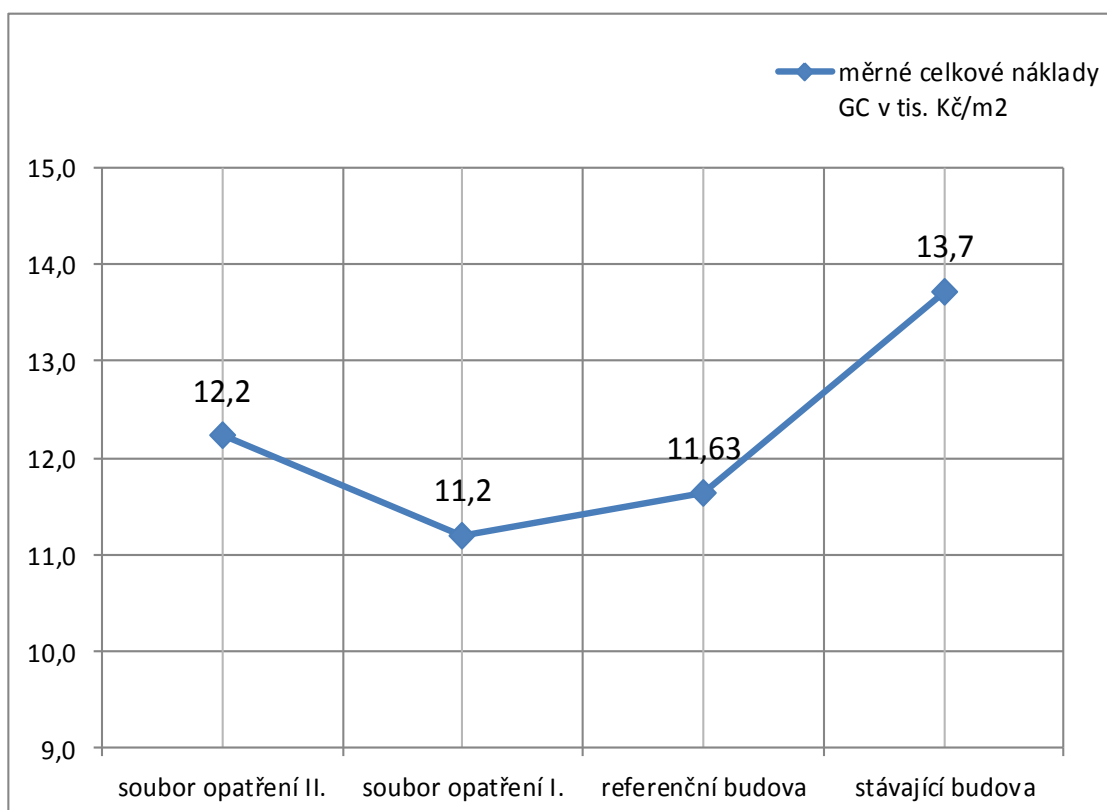
přehled - II. soubor opatření

	Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	celkem
GJ/rok	136,6			25,2	26,0	187,8
%	72,7%			13,4%	13,8%	100,0%
kWh/m2rok	45,0			8,3	8,6	61,8

primární energie - II. soubor opatření		
	GJ/rok	GJ/rok
vytápění	27,05	4,16
příprava TV	12,91	7,22
elektřina		78,01
celkem		129,4 GJ
		42,6 kWh/m²

TABULKA 3-37 VÝSTUP – STANOVENÍ NEJNIŽŠÍCH CELKOVÝCH NÁKLADŮ A ODPOVÍDAJÍCÍ MĚRNÉ POTŘEBY PRIMÁRNÍ ENERGIE

	soubor opatření II.	soubor opatření I.	referenční budova	stávající budova
měrné celkové náklady G_C v tis. Kč/m ²	12,2	11,2	11,63	13,7
měrná primární energie v kWh/(m ² .rok)	43,8	90,3	201,8	320,8



TABULKA 3-38

VÝSTUP – POROVNÁNÍ ZDROJŮ TEPLA

specifikace	zdroj tepla				
	plynový nízkoteplotní	tradiční plynový	plynový kondenzační	plynový kondenzační	
jmenovitý tepelný výkon zdroje	43	100	33	25	kW
roční potřeba tepla na vytápění	51,9	127,4	36,6	25,0	MWh/rok
roční potřeba tepla na přípravu TV	10,4	13,0	10,4	10,4	MWh/rok
roční potřeba tepla celkem	62,2	140,4	47,0	35,3	MWh/rok
ztráta tepla ve zdroji	5,8	28,0	-0,6	9,6	MWh/rok
pomocná energie	0,17	0,21	0,16	0,18	MWh/rok
energetická náročnost zdroje	68,0	168,3	46,4	44,9	MWh/rok
roční účinnost provozu při uvažování výhřevnosti	91,47%	83,40%	101,34%	78,63%	%
úspora paliva vztahovaná k tradičnímu plynovému	8,07%	0,00%	17,95%	-4,76%	%
konverzní číselník	1,1	1,1	1,1	0,2	-
plocha AC podle zákona č. 406	843,94				m ²
měrná potřeba primární energie pomocné	88,7	219,4	60,4	10,6	kWh/m ² rok
měrná potřeba primární energie pro kotel	0,61	0,76	0,58	0,64	kWh/m ² rok
celková měrná potřeba primární energie	89,3	220,2	61,0	11,3	kWh/m ² rok
snížení měrné potřeby primární energie při použití biomasy	87,36%	94,87%	81,51%	0,00%	%

TABULKA 3-39

VÝSTUP – VYUŽITÍ OZE

	specifikace	referenční	stávající	I. soubor opatření	II. soubor opatření
(1)	sluneční energie pasivní -vnější využité teplené zisky + vnitřní využité tepelné zisky	91	2	87	81
(2)	sluneční energie aktivní - sluneční okruh			26	26
(3)	teplo prostředí - TČ				
(4)	biomasa				158
(5)	celkem	91	2	113	265
(6)	celkem technologie OZE - 2, 3, 4			26	184
(7)	potřebné teplo pro vytápění a přípravu TV bez uvažování OZE	466	736	202	191
(8)	podíl OZE - 2, ,3 ,4			13%	100%

3.4 ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

Administrativní budovy jsou velmi individuální, tradiční zděné i nové s lehkým obvodovým pláštěm. Nemá proto význam vybírat jedince pro ověření OZE. Důležité je při řešení znát možnosti a důsledky užití jednotlivých OZE s odvoláním na kapitole 1. Dále pro uvádím stručný rozbor užití druhů OZE.

3.4.1 SLUNEČNÍ ENERGIE

- pasivní, aktivní a kombinované využití pro vytápění a přípravu TV. Je vždy zahrnuta, stanovena podle ČSN EN ISO 13790. Mimořádná pozornost se při vytápění věnuje určení využitých tepelných zisků od oslunění. Zpravidla by neměly přesáhnout 50% základní potřeby tepla stanovené z tepelných ztrát větráním a prostupem. U budov s lehkým obvodovým pláštěm se musí vysoká pozornost věnovat řízenému clonění otvorových výplní tak, aby se co nejvíce snížily potřeby energie na chlazení. Podrobnosti v části 2.1.2.1
- aktivní soustavy pro vytápění a přípravu TV. Uplatnění bude omezené. Pro vytápění velmi z důvodu požadavku integrace soustav pro eliminaci přehřátí v létě. Pro přípravu TV pouze na budovy s ústřední přípravou a trvalým odběrem TV po celý rok. Je nutno eliminovat omezení odběru TV o víkendech značnou akumulací. V současné době se navrhuje v nových budovách místní elektrický ohřev a totéž se děje i při modernizaci. Více v části v části 2.1.2.2
- fotovoltaika – velmi omezeně pro výrobu elektřiny, pokud se patřičně nesníží investiční náklady tak, aby byl splněn požadavek optimální nákladové energetické náročnosti. Více v části 2.1.3

3.4.2 TEPLA PROSTŘEDÍ

Významné je využití tepla z odváděného vzduchu. Větrací jednotky s výjimkou částí se znečištěným vzduchem mastnotou se vybaví zařízením pro využití tepla. Více v části 2.2.1.4.

Užití TČ má význam tehdy, je-li chladicí jednotka navržena jako reverzibilní. Více v části 2.2.2.

3.4.3 BIOMASA

Pro výrobu tepla v okrskových kotelnách, u menších budov v domovních kotelnách. Vyžaduje individuální posouzení. Více v části 2.3.

3.4.4 ŠEDÁ VODA

Vzhledem k malé potřebě TV nebude použita.

3.4.5 KOMBINOVANÁ VÝROBA TEPLA - MIKROKOGENERACE

Pro malé budovy se může použít mikrokogenerace. Parametry a případné přínosy jsou v části 2.5.

Pro velké budovy s potřebou chlazení se může uplatnit trigenerace s užitím absorpčních chladících jednotek. Nicméně je třeba provést pečlivé posouzení, neboť pro letní měsíce odpadne teplo pro přípravu TV (elektrický ohřev) a zůstává pouze chlazení.

3.4.6 ZÁVĚR

Využití OZE v administrativních budovách je omezené konkrétním řešením:

- Aktivní sluneční soustavy se významně neuplatní pro charakter přípravy TV.
- Biomasa se uplatní významně (až 100 %) tam, kde zdrojem tepla bude kotelna domovní nebo okrsková na biomasu.

- TČ se uplatní při reverzibilním řešení nebo pouze pro vytápění, kde zdroj tepla bude půda nebo spodní voda. S ohledem na měrnou potřebu primární energie by COP měl být blízký 4 a více.
- Šedá voda se neuplatní z důvodu charakteru potřeby TV.
- Výrazně se uplatní pasivní sluneční soustavy (otvorové výplně), a to
 - přínosem v tepelné bilanci pro vytápění (**využité** zisky)
 - ztrátou při chlazení budovy v přechodných a letních měsících.

4 VÝSTUP OZE

Současný stav poznání a praktických realizací prokazuje, že pořadí využívání OZE v budoucnosti jeví následující:

- sluneční energie (SE) pro přípravu TV. Největším kladem SE je všeobecná dostupnost, nezanechává odpady a umožní připravit TV na stejnou nebo o něco nižší teplotu, než je pro sociální účely potřeba
- biomasa pro vytápění a přípravu TV. Užití pro lokální i ústřední vytápění a přípravu TV
- teplo prostředí pro tepelná čerpadla pro vytápění a přípravu TV a reverzibilní chladicí jednotky. Pro vytápění se uplatní se v integrovaných zařízeních u budov tepelně izolovaných na hodnoty cca $U=0,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ a při úsilí o energetickou třídu A spolu se sluneční energií pro TV. Také u většiny akumulací tepla ze sluneční energie (tepla prostředí)
- šedá voda ve zdůvodněných případech s pravidelným přísunem odpadní vody z hygieny. Zejména pro ubytovací budovy a některé druhy zdravotnických budov pro rehabilitaci může být velmi přínosná. Je vhodné zvažovat užití vychlazené odpadní vody např. pro sociální zařízení (splachování)
- výroba elektřiny fotovoltaickými články se v současné době nedoporučuje s ohledem na poměr přínos uživateli /vynaložené náklady. Dalším důvodem je i nejistota opatření způsobená vysoce dotovanou cenou vykupované energie. Je na posledním místě v hierarchii opatření

Při rozhodování o každé realizaci zařízení pro využití OZE se zjistí, zda nelze finanční prostředky investovat do energetických opatření lépe, tj. snížit nejprve energetickou náročnost objektu tradičními způsoby s dlouhodobou životností (energie pro vytápění, větrání, TV). Rozhodující je velikost investice na získanou (uspořenou) kWh jakýmkoliv způsobem, a to při zvážení opakovanosti při obnově zařízení v období prodloužení životnosti budovy. Dodrží se požadavek nákladově optimálních úrovní energetické náročnosti budov.

Hromadné užití OZE v současnosti v budovách vede k cca 30 % podílu na energetické bilanci. V jednotlivých případech, zejména při užití biomasy a TČ tyto hodnoty se mohou pohybovat v rozmezí 50 až 90 %. Nicméně se bude prozatím jednat o výjimečné případy, které není možné hromadně zobecnit.

