



Solární teplo ze střech – ekonomika využití solárního tepla

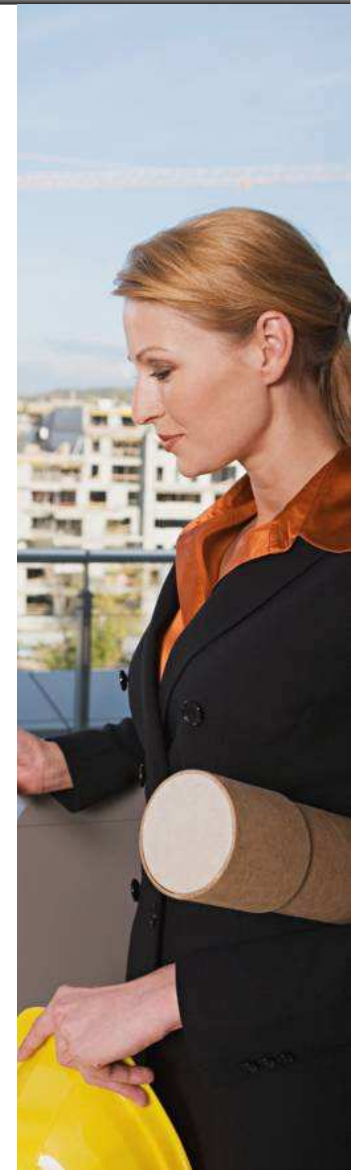
investiční náklady, provozní úspory, návratnost solárních soustav

Datum: 10. 2. 2012

Ing. Lukáš Emingr, lemingr@strabag-pfs.cz

Osnova prezentace...

- 1) vstupní informace pro hodnocení solárních systémů
- 2) údaje nutné pro energetickou a ekonomickou bilanci
- 3) investiční náklady
- 4) růst cen energií, nutnost energetických úspor
- 5) způsoby výpočtu ekonomického vyhodnocení
- 6) konkrétní příklad z praxe
- 7) závěry a doporučení



Hodnocení solárních soustav...

Údaje nutné pro energetickou bilanci a návrh solárního systému

- způsob využití objektu (administrativa, bydlení, školství)
- počet osob využívajících objekt (pro stanovení potřeby)
- spotřeba teplé vody (ideálně měřený skutečný odběr)
- spotřeba energie na přípravu TV a vytápění
- stávající způsob přípravy teplé vody a vytápění objektu a specifikace zařízení
- plocha, kam je možno sol. systém instalovat
- skladba střešního pláště (pro kotvení systému a posouzení únosnosti)
- půdorys a výška technické místnosti
(geometrie stavby – vedení potrubí) + orientace střechy ke světovým stranám

Hodnocení solárních soustav ...

Údaje nutné pro ekonomickou bilanci a návrh solárního systému

- investiční náklady solární soustavy
- provozní náklady
- energetické zisky solární soustavy
- úspora energie instalací solární soustavy
- diskontní sazba (míra ceny investovaného kapitálu)
- místní cena energie a její předpokládaný růst



Vstupy pro ekonomické hodnocení...

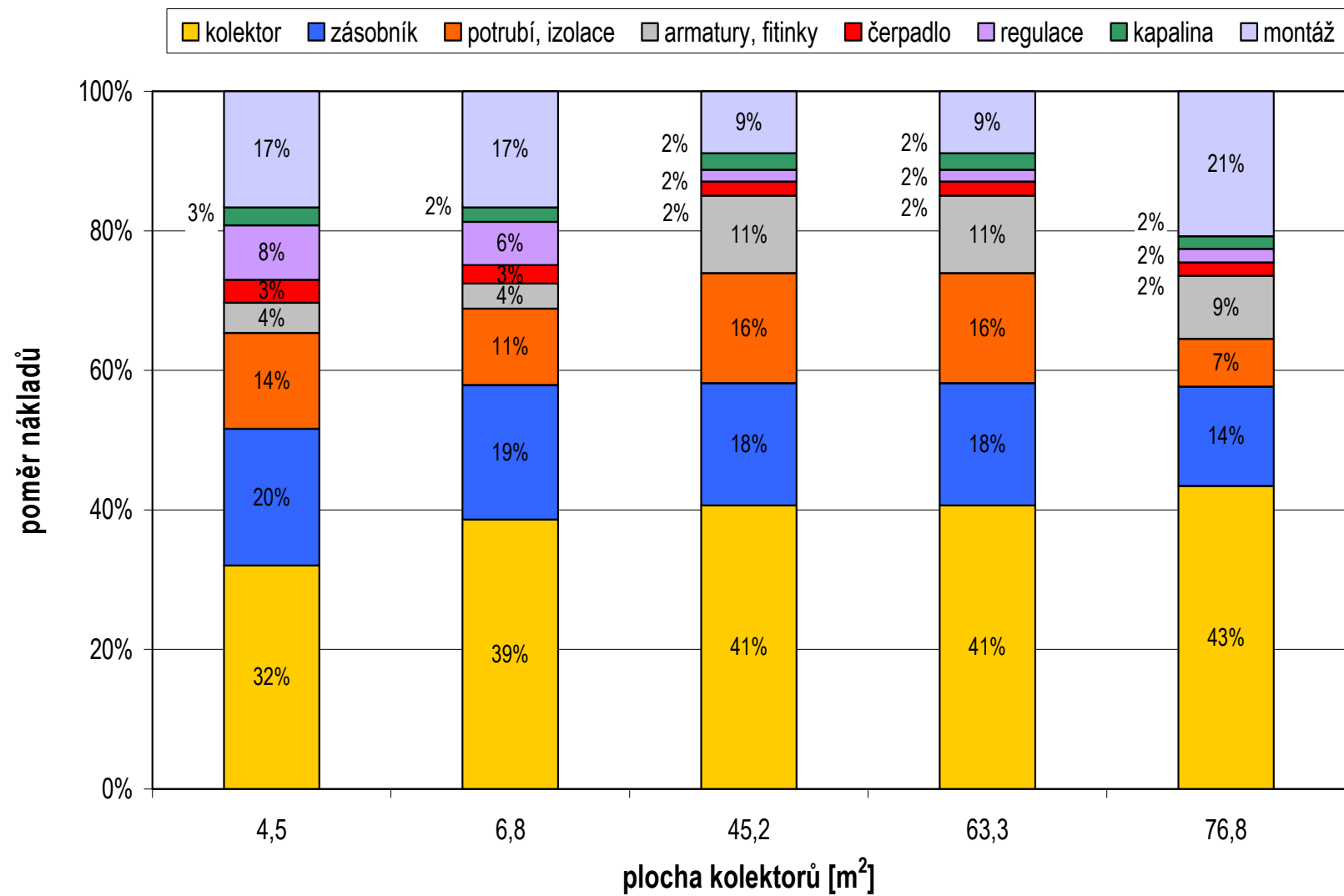
Údaje nutné pro ekonomickou bilanci a návrh solárního systému

Investiční náklady (všechny výdaje spojené s instalací):

- studie, projektová dokumentace a příprava
 - materiál (kolektory, konstrukce, zásobníky, potrubí, izolace,...)
 - doprava a montáž (náklady na instalaci)
 - náklady na provoz a údržbu systému
 - náklady na stavební úpravy spojené s instalací systému (nezbytné)
-
- čím větší solární soustava, tím nižší měrné náklady v Kč/m²
 - čím větší solární soustava, tím více se odvíjejí od ceny solárních kolektorů
 - pro **velké soustavy** nad 100 m²: **kolektory 50 % investice**
 - maloplošné solární soustavy **25 až 30 tisíc Kč/m²**
 - velkoplošné solární soustavy **15 až 20 tisíc Kč/m²**



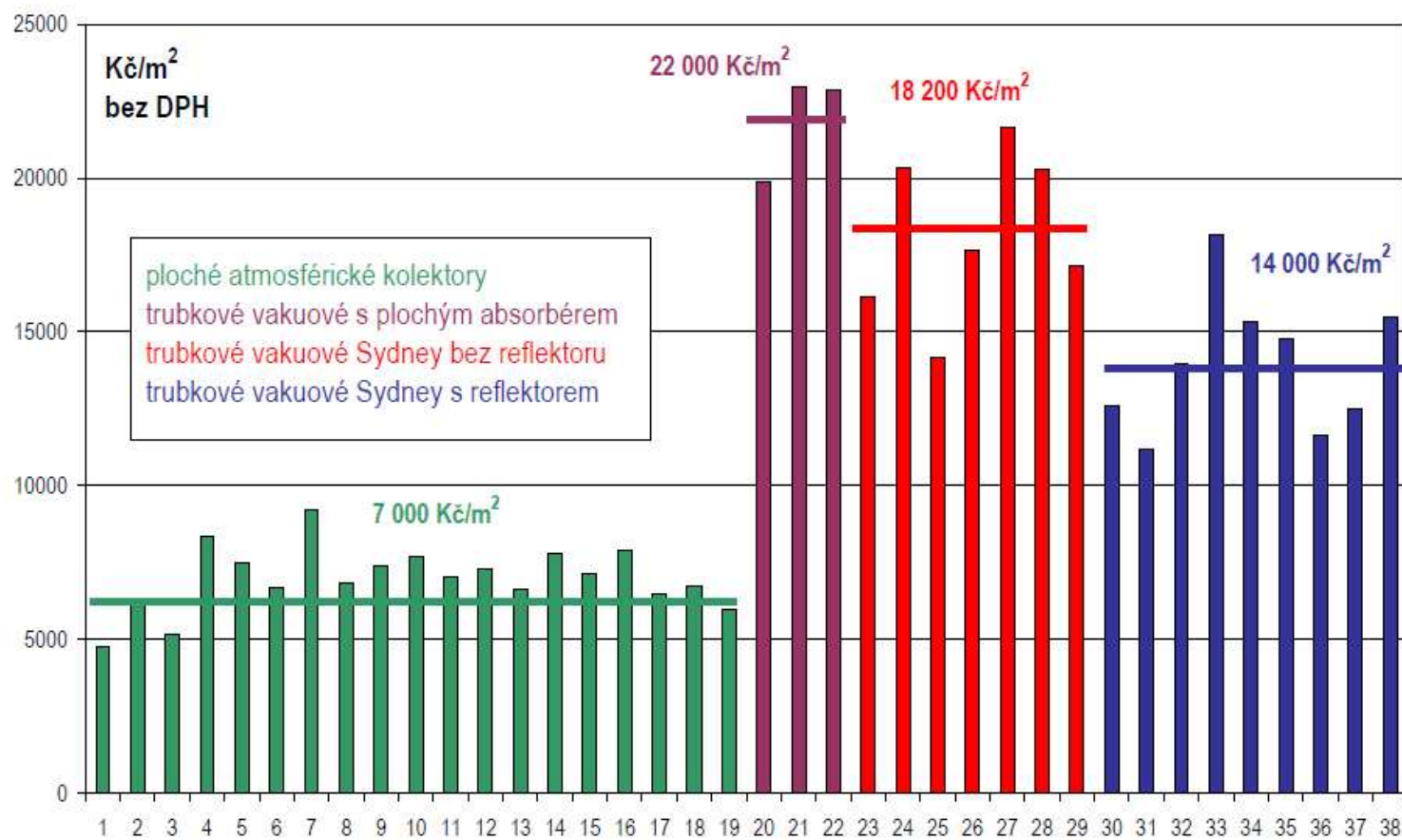
Rozložení investičních nákladů...



Vstupy pro ekonomické hodnocení...

Solární kolektory:

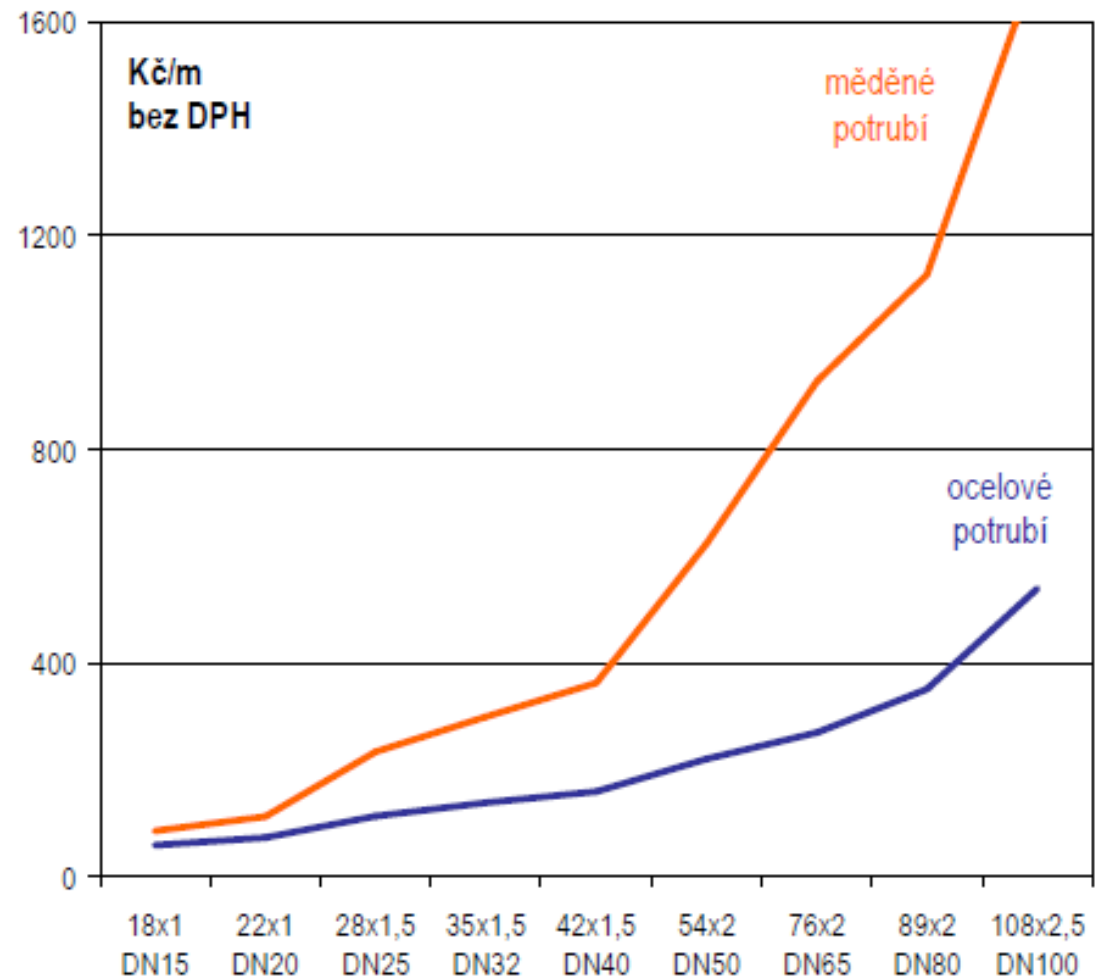
- cena solárních kolektorů výrazně ovlivňuje celkovou investici
- rozdíl v ceně plochých a trubkových kolektorů (ostatní typy)



Vstupy pro ekonomické hodnocení...

Ostatní investiční náklady:

- **potrubí (volba materiálu a průměru)**
- tepelná izolace potrubí (tloušťka, mate
- solární zásobník (materiál, typ)



Vstupy pro ekonomické hodnocení...

Údaje nutné pro ekonomickou bilanci a návrh solárního systému

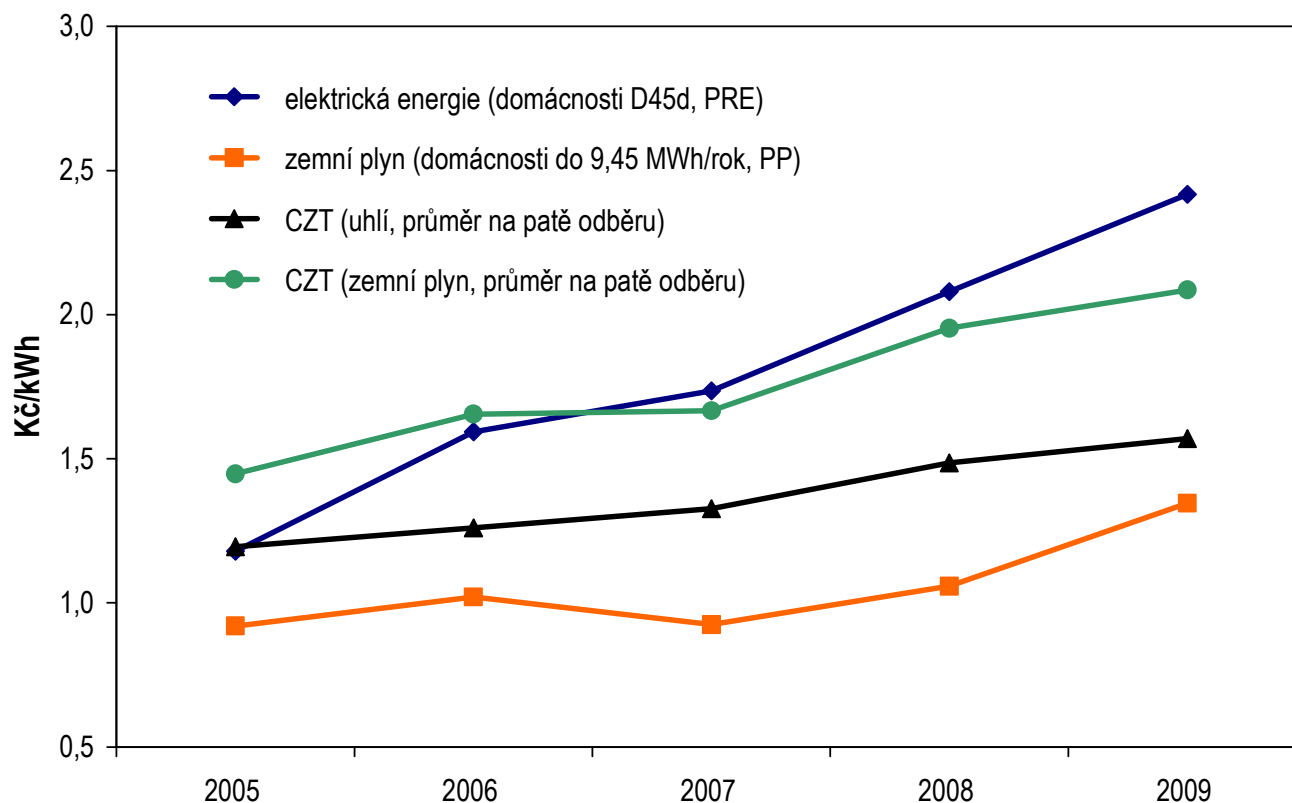
Ostatní vstupní informace:

- roční využití instalovaného výkonu
- typ stávajícího paliva pro přípravu TV a vytápění
- stávající cena energie pro přípravu TV a vytápění (vývoj ceny energie)
- úroková sazba případného úvěru
- vlastní zdroje investora pro financování investice
- předpokládaný meziroční růst ceny energie
- sazba daně z přidané hodnoty
- provozní náklady (pomocná energie, náklady na údržbu a provoz, pojištění)

- revize, opravy, obnova – systém řízení zařízení (reinvestice zásadně ovlivňují ekonomiku projektu)

Vstupy pro ekonomické hodnocení...

budoucí cena: zásadně ovlivňuje ekonomiku ! největší nejistota !



Do ceny elektrické energie pro výpočet návratnosti se nezapočítávají stálé poplatky za instalovaný jistič, neboť úsporou spotřeby energie instalací solární soustavy se nijak nemění.

Výpočty ekonomické hodnocení...

Prostá doba návratnosti T_s

- pouze pomocné kritérium
- nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz
- ukazuje pokrytí inv. nákladů příjmy z projektu

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

kde: IN investiční výdaje projektu

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

Diskontovaná doba návratnosti T_d = doba splácení investice

- zohledňuje diskont, růst ceny energie
- když diskont = růstu ceny energie, $T_d = T_s$

$$\sum_{t=1}^{\tau_d} RU \frac{(1+p)^t}{(1+r)^t} = IN$$

RU = roční úspora nákladů
 p = tempo růstu ceny energie
 r = diskontní míra

Výpočty ekonomické hodnocení...

- Reálná doba návratnosti T_{sd}
 - stanovena z níže uvedené podmínky $NPV = 0$
 - ukazuje čas, kdy příjmy z projektu vyrovnají náklady
 - uvažuje hodnotu toků peněz

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

kde: CF_t roční přínosy projektu (změna peněžních toků pro realizaci projektu)
 r diskont
 $(1+r)^{-t}$ odúročitel

Diskont = diskontní míra = „meziroční změna hodnoty úrokové míry“ - převádí budoucí hodnotu investice na současnou

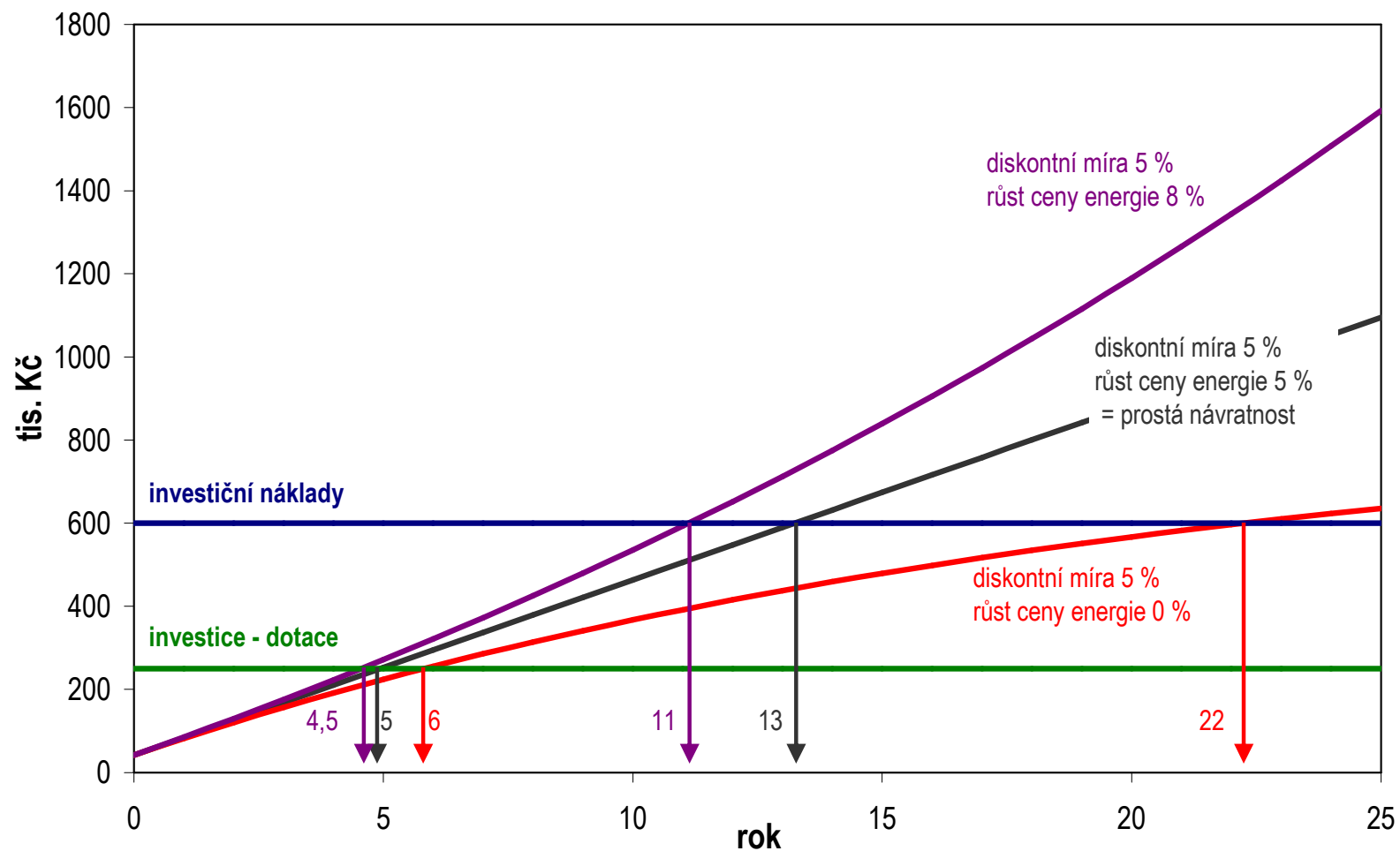
vlastní peníze uložené v bance

diskontní míra = spořicí úrok v bance (často méně než 1 %)

půjčka, úvěr od banky

diskontní míra = úrok úvěru (5 %)

Výpočty ekonomické hodnocení...



Vliv okrajových podmínek faktoru času při výpočtu ekonomické návratnosti

Výpočty ekonomické hodnocení...

- **Čistá současná hodnota**

- diskontovaný kumulovaný tok hotovosti v posledním roce hodnocení
- čím vyšší je hodnota NPV, tím je opatření ekonomicky výhodnější
- pokud je NPV záporná, nelze zařízení za daných podmínek realizovat
- srovnání několika opatření (nejvyšší vítězí)

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

kde: T_z doba životnosti (hodnocení) projektu

- **Cash Flow**

- tok hotovosti CF v daném roce

$$\mathbf{CF = RU - IN}$$

- RU = úspory provozních nákladů vyvolaných realizací daného opatření

- (náklady před – náklady po realizaci)

- IN = investiční náklady spojené s realizací opatření

Příklad návrhu – vstupní informace...

- **Vstupní informace**

- spotřeba teplé vody(důležité pro návrh solárního systému)
- spotřeba energie (na přípravu TV i vytápění) důležité pro vyčíslení úspor (ekonomických i ekologických)
- investiční náklady
- podmínky úvěru
- obsazenost objektu

Pro stanovení úspor je dobré znát reálnou spotřebu TV v průběhu jednotlivých měsíců v roce (stanovit rozdíl mezi létem a zimou).

Nejdůležitějším údajem je ale **denní spotřeba TV**.

Příklad návrhu...

Bytový dům – příprava teplé vody

Denní spotřeba TV	cca 5000 l/den
Spotřeba tepla na přípravu TV	581,34 GJ
Cena 1 GJ na přípravu TV	418 Kč/GJ (CZT)
Počet bytů / počet obyvatel	48 / 142
Doplňkové informace	
Příprava TV přes CZT s výměňkovou stanicí	Rozměry technické místnosti
Skladba střešní kce. pro návrh kotvení	Rozměry a orientace střechy
Výška objektu, trasa potrubí,...	

Příklad návrhu – energetická bilance...

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.):	142	jednotek
Spotřeba na jednotku:	35	l/jedn.den
Je snížená spotřeba tepla v letních měsících u obytných budov	ANO	
Příprava teplé vody a vytápění		
Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}(15^{\circ}\text{C} / 60^{\circ}\text{C})$	4970	l/den
Studená voda t_{sv}	10	$^{\circ}\text{C}$
Teplá voda t_{TV}	55	$^{\circ}\text{C}$
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát ρ	0,1	Příprava teplé vody a vytápění, od 50 do 200 m ²
Přirážka na tep. ztráty při přípravě teplé vody z	0,15	Zásobníkový ohřev bez cirkulace
		přirážka CZT
		2
Vytápění objektu - použít data z výpočtu podle ČSN EN 13790		
		NE
Tepelná ztráta domu Q_z	0	kW
Vnitřní výpočtová teplota t_{iu}	20	$^{\circ}\text{C}$
Venkovní výpočtová teplota t_{eu}	-12	$^{\circ}\text{C}$
Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění)	běžný standard, vyhláškou požadované tepelné vlastnosti konstrukcí	
Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy v	5	%
Bazén		
Plocha vodní hladiny bazénu A_b	0	m ²
Typ bazénu	Vnitřní - mimo doby provozu zakrývaný	
Teplota bazénové vody v době provozu $t_{w,p}$	0	$^{\circ}\text{C}$
Teplota bazénové vody mimo dobu provozu $t_{w,n}$	0	$^{\circ}\text{C}$
Teplota vzduchu v prostorech bazénu v době provozu $t_{u,p}$	0	$^{\circ}\text{C}$
Teplota vzduchu v prostorech bazénu mimo provoz $t_{u,n}$	0	$^{\circ}\text{C}$
Denní provozní doba bazénu τ_p	12	h
Počet návštěvníků za měsíc		osob/měs

Příklad návrhu...

Parametry solárních kolektorů

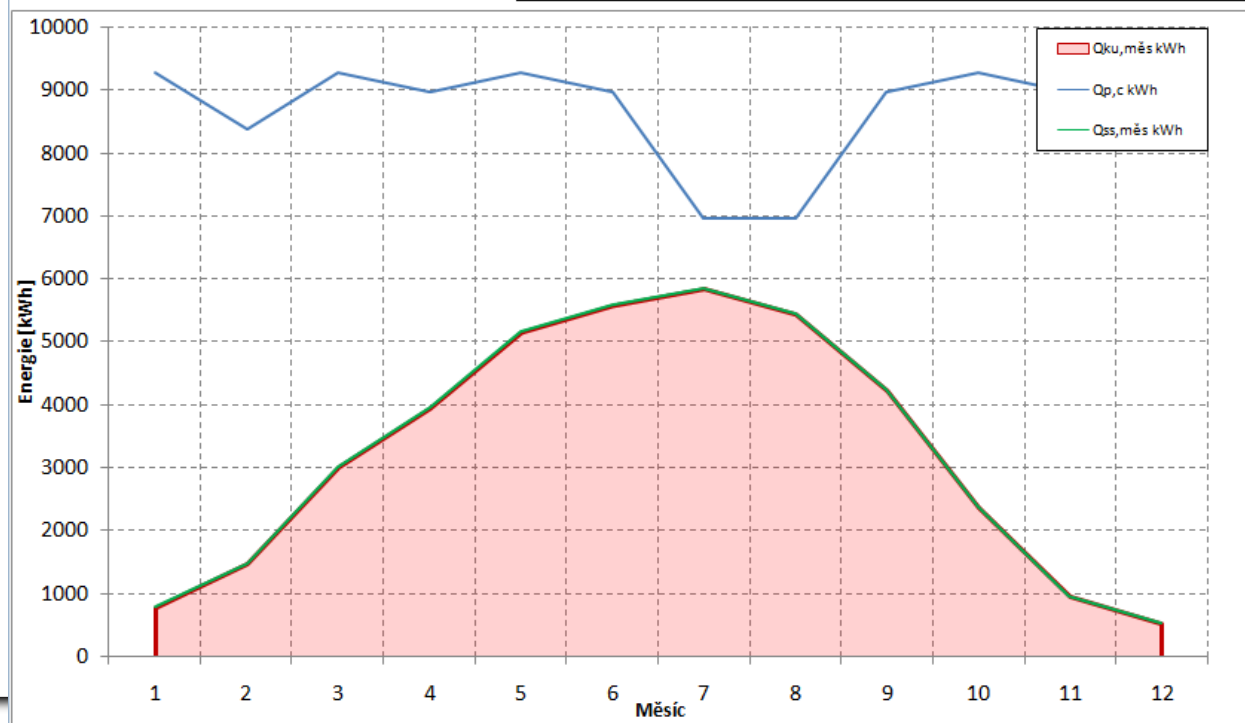
Optická účinnost η_0	0,788	-
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	3,48	W/m ² .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,005	W/m ² .K ²
Počet kolektorů	32	ks
Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	2,26	m ²
Celková plocha apertury kolektorů	72,32	m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	40	°C Příprava teplé vody, 35 % ≤ pokrytí ≤ 70 % ▼
Sklon kolektoru β	45 ▼	°
Azimut kolektoru γ (jih = 0°)	30 ▼	°

Vyhodnocení

Měrný energetický zisk ze solární soustavy $q_{ss,\mu}$	546	kWh/m ² .rok
Celkový energetický zisk ze solární soustavy Q_{ss}	39490	kWh/rok
Solární pokrytí (podíl solární soustavy) f	38	%

Příklad návrhu...

měsíc	n	t _{ep}	t _{es}	G _{T,m}	η _k	H _{T,den}	H _{T,měs}	Q _{ku,měs}	Q _{p,TV}	Q _{p,W/T}	Q _{A,baz}	Q _{p,c}	Q _{ss,měs}	
	dny	°C	°C	W/m2	–	kWh/m ² .den	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
1	31	-1,5	2,2	380	0,42	1,04	32,1	796	9273	0	0	9273	796	
2	28	0	3,4	451	0,49	1,85	51,9	1491	8376	0	0	8376	1491	
3	31	3,2	6,5	505	0,55	3,05	94,6	3026	9273	0	0	9273	3026	
4	30	8,8	12,1	506	0,59	3,83	114,9	3961	8974	0	0	8974	3961	
5	31	13,6	16,6	491	0,62	4,61	143,1	5169	9273	0	0	9273	5169	
6	30	17,3	20,6	478	0,64	4,95	148,5	5592	8974	0	0	8974	5592	
7	31	19,2	22,5	480	0,66	4,90	152,0	5859	6955	0	0	6955	5859	
8	31	18,6	22,6	493	0,66	4,54	140,6	5455	6955	0	0	6955	5455	
9	30	14,9	19,4	492	0,64	3,78	113,5	4241	8974	0	0	8974	4241	
10	31	9,4	13,8	454	0,58	2,27	70,3	2386	9273	0	0	9273	2386	
11	30	3,2	7,3	391	0,48	1,15	34,4	972	8974	0	0	8974	972	
12	31	-0,2	3,5	350	0,41	0,73	22,7	541	9273	0	0	9273	541	
								1119	39490	104548	0	0	104548	39490



Příklad návrhu...

Potřeba energie, solární zisky a úspory na přípravě TV

Potřeba energie na přípravu TV	104548	kWh/rok
Využitelný solární zisk, bez letních přebytků	39490	kWh/rok
Potřeba energie na dohřev	65058	kWh/rok
Solární podíl na přípravě TV / rok	38%	
Zisk z 1 m ² kolektorové plochy	546	kWh/rok
Úspora CO ₂	14,21	t

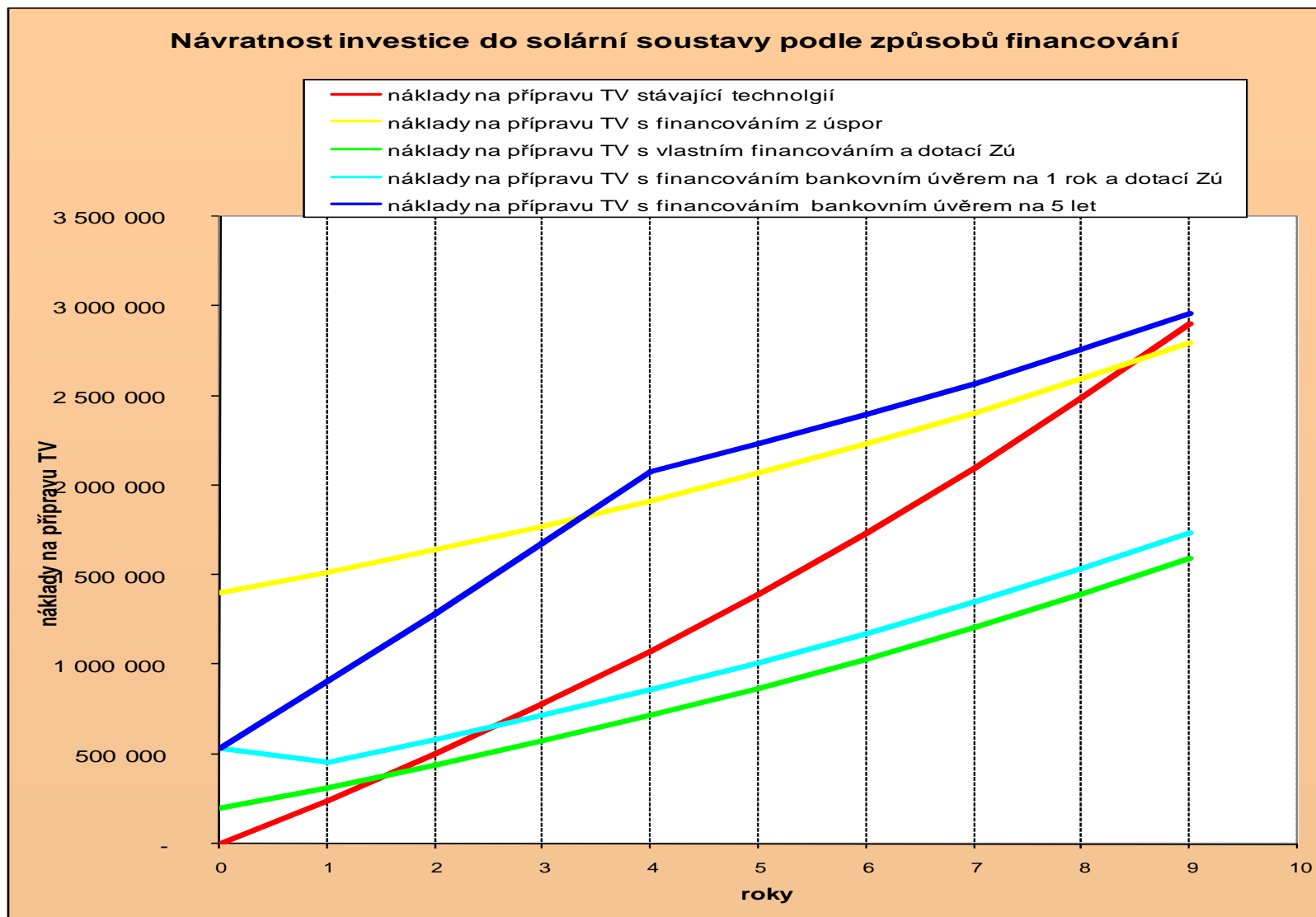
Příklad návrhu – podmínky úvěru...

- **Základní podmínky investičního úvěru**
 - splatnost úvěru do 15 let
 - úroková sazba 5 – 6%
 - jednorázové čerpání úvěru / postupné
 - splácení úvěru postupné i anuitní, max 5% neplatičů z celkových 142 osob
 - 20% spoluúčast z vlastních zdrojů
 - měsíční splátka úvěru = max. 80% měsíční platby do fondu oprav
 - úvěr je zproštěn od poplatků za vyhodnocení žádosti a zpracování úvěru

Příklad návrhu – podmínky úvěru...

Výše investice		1 400 000 Kč
Výše úvěru		1 120 000 Kč
Vlastní zdroje 20%		280 000 Kč
Úroková míra %		5,50%
Varianta s bankovním úvěrem 5 let bez dotace a vlastními zdroji 20 %		
Měsíční splátka		21 393 Kč
Počet splátek		60
Celkem zaplaceno		1 283 598 Kč
Celkem úspory za 5 let		725 610 Kč
Finanční náklady-úrok		163 598 Kč
Varianta s bankovním úvěrem 1rok s dotací a vlastními zdroji 20 %		
Měsíční splátka		21 393 Kč
Počet splátek		12
Celkem zaplaceno		256 720 Kč
Celkem úspory za 1 rok		126 177 Kč
Finanční náklady-úrok		61 600 Kč
Varianta s bankovním úvěrem 1/2 roku s dotací a vlastními zdroji 20 %		
Měsíční splátka		21 393 Kč
Počet splátek		6
Celkem zaplaceno		128 360 Kč
Celkem úspory za 1/2 roku		63 088 Kč
Finanční náklady-úrok		30 800 Kč

Příklad návrhu – návratnost investic...



Závěry a doporučení...

Ekonomika solárních soustav závisí na:

- měrném solárním zisku (plocha kolektorů)
- investičních nákladech (co vše zahrnují)
- bivalentním zdroji (typu paliva a jeho ceně)
- způsobu zapojení systému
- způsobu využití systému (typu budovy,..)
- stavu ostatních souvisejících zařízení
- způsobu financování (diskontní míra)
- správném návrhu sol. systému
- provozu a údržbě a jejich ceně

Chyby ekonomického hodnocení:

- podcenění investičních nákladů
- přecenění energetických zisků
- špatný odhad růstu ceny energií
- podcenění úspory (nadhodnocení účinnosti původního zdroje!)



DĚKUJI ZA POZORNOST...

Ing. Lukáš Emingr

tel: 736 251 582

lemingr@strabag-pfs.cz